

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程

环境影响报告书

(全本公示稿)

建设单位：长沙市轨道交通建设有限责任公司

编制单位：湖南葆华环保有限公司

二〇二五年十月

目 录

概述	1
1 总 则	6
1.1 评价目的	6
1.2 编制依据	6
1.3 环境影响识别和评价因子筛选	11
1.4 环境功能区划	15
1.5 评价标准	18
1.6 评价工作等级确定	22
1.7 评价范围、评价时段	25
1.8 环境保护目标调查	26
2 工程概况	36
2.1 建设项目概况	36
2.2 长沙轨道交通 5 号线一期工程回顾	52
2.3 本工程与轨道交通 5 号线一期工程的衔接、依托关系及可行性	68
2.4 本工程与规划环评衔接情况分析	70
3 工程分析	75
3.1 建设方案比选分析	75
3.2 产业政策及相关规划符合性分析	92
3.3 工程环境影响因素分析	108
3.4 工程污染源分析	115
3.5 工程环境影响分析汇总	123
3.6 主要污染物排放量统计	124
4 环境现状调查与评价	125
4.1 自然环境概况	125
4.2 生态环境现状调查与评价	133
4.3 环境空气现状调查与评价	144
4.4 地表水环境现状调查与评价	145
4.5 声环境现状调查与评价	145

4.6 振动环境现状调查与评价	147
5 施工期环境影响预测与评价	151
5.1 生态环境影响分析与评价	151
5.2 声环境影响预测与评价	157
5.3 振动环境影响预测与评价	166
5.4 地表水环境影响预测与评价	168
5.5 地下水环境影响预测与评价	171
5.6 大气环境影响预测与评价	172
5.7 固体废物环境影响分析与评价	174
6 运营期环境影响预测与评价	178
6.1 生态环境影响预测与评价	178
6.2 声环境影响预测与评价	178
6.3 振动环境影响预测与评价	184
6.4 地表水环境影响预测与评价	207
6.5 地下水环境影响预测与评价	210
6.6 大气环境影响预测与评价	210
6.7 固体废物环境影响分析与评价	212
7 环境风险评价	213
7.1 环境风险调查	213
7.2 环境风险潜势初判	213
7.3 施工对市政管道风险分析及防范措施	214
7.4 施工废水事故排放风险分析及防范措施	215
7.5 施工涌水事故排放风险分析及防范措施	215
7.6 火灾爆炸次生环境风险分析及应急预案	216
7.7 小结	217
8 环境保护措施及其可行性论证	219
8.1 生态环境保护措施	219
8.2 噪声防治措施	222
8.3 振动污染防治措施建议	227

8.4 地表水污染防治措施	239
8.5 地下水污染防治措施	243
8.6 大气环境保护措施	243
8.7 固体废物处置措施	247
9 环境影响经济损益分析	249
9.1 环境经济效益分析	249
9.2 环境经济损失分析	252
9.3 环境经济损益分析	256
10 环境管理与监测计划	257
10.1 建设前期环境管理	257
10.2 施工期环境管理与监控	257
10.3 运营期环境管理和环境监测	262
10.4 污染物排放清单及总量控制指标	263
10.5 环境监理	263
10.6 诱发环境影响的监控与管理	265
10.7 环境影响跟踪评价	266
10.8 工程竣工环保验收	266
11 环境影响评价结论	270
11.1 建设项目概况	270
11.2 产业政策及相关规划符合性	270
11.3 环境现状评价结论	271
11.4 主要环境影响及环保措施	272
11.5 公众参与结论	281
11.6 综合结论	281

附表:

- 附表 1 建设项目环评审批基础信息表;
- 附表 2 建设项目生态环境影响评价自查表
- 附表 3 建设项目声环境影响评价自查表
- 附表 4 建设项目地表水环境影响评价自查表
- 附表 5 环境风险评价自查表

附件:

- 附件 1 环评委托书;
- 附件 2 原中华人民共和国环境保护部《关于长沙市轨道交通建设规划（2016-2022）环境影响报告书的审查意见》（环审〔2016〕101 号）;
- 附件 3 湖南省环境保护厅《关于长沙市轨道交通 5 号线一期工程（时代阳光大道站~蟠龙路站）环境影响报告书的批复》（湘环评〔2015〕113 号）;
- 附件 4 长沙市轨道交通 5 号线一期工程（时代阳光大道站~蟠龙路站）竣工环境保护验收意见;
- 附件 5 长沙市发展和改革委员会关于轨道交通 5 号线延长线工程选址意见的复函;
- 附件 6 长沙市人民政府关于长沙市轨道交通 5 号线延长线工程线站位方案的批复（长政函〔2024〕46 号）;
- 附件 7 长沙市天心区人民政府关于长沙市轨道交通 5 号线延长线工程选址有关事宜的复函;
- 附件 8 长沙市雨花区人民政府关于再次征求市轨道交通 5 号线延长线工程选址意见的复函;
- 附件 9 长沙市交通运输局关于长沙市轨道交通 5 号线延长线工程选址的反馈意见;
- 附件 10 长沙市生态环境局关于对轨道交通公司再次征求长沙市轨道交通 5 号线延长线工程选址的复函;
- 附件 11 长沙市自然资源和规划局对关于再次征求轨道交通 5 号线延长线工程选址意见的反馈意见单;
- 附件 12 长沙市林业局关于轨道交通 5 号线延长线工程再次征求选址意见的复函;

- 附件 13 中国人民解放军湖南省长沙警备区关于长沙市轨道交通 5 号线延长线工程（毛竹塘（不含）一大托铺）线站方案的审核意见（动函〔2025〕3 号）；
- 附件 14 长沙市文化旅游广电局关于《关于再次征求轨道交通 5 号线延长线工程选址意见的函》的复函；
- 附件 15 长沙市住房和城乡建设局关于《关于再次征求轨道交通 5 号线延长线工程选址意见的函》的回函；
- 附件 16 长沙市水利局关于对轨道交通 5 号线延长线工程选址意见的复函
- 附件 17 环境质量检测报告及质量保证单

附 图：

- 附图 1 长沙市轨道交通 5 号线延长线工程线路平面图；
- 附图 2 长沙市轨道交通 5 号线延长线工程线路纵断面图；
- 附图 3 长沙市轨道交通 5 号线延长线工程噪声、振动环境保护目标及监测布点图；
- 附图 4 长沙市轨道交通 5 号线延长线工程区域水系图；
- 附图 5 本项目与长沙市城市总体规划的关系图。

概述

1、项目背景和特点

长沙市是湖南省省会，是国家“一带一路”、长江经济带的重要城市、长江中游城市群的中心城市。随着国家中部崛起战略的实施，长沙市正处于经济发展和城市建设的快速增长期。

长沙市自 2000 年开始城市快速轨道交通规划研究，分别于 2006 年、2011 年编制完成了《长沙市城市快速轨道交通线网规划》（2006 版）、《长沙市轨道交通线网规划修编》（2011 修编）。为适应城市交通发展新要求，长沙市于 2020 年编制完成了《长沙市轨道交通线网规划修编》（2020 年修订版），并于 2020 年 12 月取得长沙市政府批复，作为长沙市开展轨道交通下步建设工作的依据。根据 2020 年修订版线网规划，长沙市远景城市轨道交通线网由 14 条普线及 4 条快线构成。

2016 年 10 月，在《长沙市轨道交通线网修编》（2011 年修编）与原《长沙市城市总体规划（2003-2020 年）》（2014 年修订版）的基础上，长沙市编制完成《长沙市城市轨道交通第三期建设规划（2017-2022 年）》，并于 2017 年 3 月获国家发改委批准。根据规划，第三期建设规划包括 6 号线工程、7 号线一期工程、1 号线北延一期工程、2 号线西延二期工程、4 号线北延工程、5 号线南延工程、5 号线北延工程共 7 个项目，总长度 121.29 公里。至 2024 年，第三期建设规划中 6 号线工程、1 号线北延一期工程已通车运营；2 号线西延二期工程、7 号线一期工程（云塘站-五里牌站）、4 号线北延工程正在建设；长沙市轨道交通 5 号线南延工程（即长沙市轨道交通 5 号线延长线工程）正在开展前期研究。

2021 年，为更好地适应长沙市社会经济发展、城市重点片区规划发展和新一轮国土空间规划及轨道交通线网规划的变化和调整，长沙市编制完成《长沙市城市轨道交通第三期建设规划调整》，并于 2023 年 5 月获得国家发改委批准。根据已批复的《长沙市城市轨道交通第三期建设规划调整》，相较第三期建设规划方案，调整内容为：实施 1 号线北延二期工程，调整 4 号线北延线线路敷设方式和 7 号线一期北段路由。其中 4 号线北延线由原高架方案调整为地下方案，并延长一站一区间。第三期规划调整同步编制了规划环评，并取得生态环境部《关于〈长沙市城市轨道交通第三期建设规划调整环境影响报告书〉的批复》（环审〔2022〕109 号）。

根据已批复《长沙市城市轨道交通第三期建设规划调整》，第三期建设规划调整不涉及长沙市轨道交通 5 号线南延工程。

长沙南部片区要建设成为高质量发展的新城典范，着力打造全国两型发展引领区、长株潭融合发展核心区、长沙创新发展示范区。坚持城乡一体规划、一体建设、一体发展，形成“一心、一核、三组团”的城乡空间布局。其中“一核”，即解放垸和大托。建设长株潭品质最上乘、业态最高端的城市新地标，成为代表长沙现代化国际化大都市形象的城市新门户，着力打造长株潭都芯。

2024 年，长沙市轨道交通集团有限公司着力推动长沙市轨道交通 5 号线南延工程建设进度，启动了长沙市轨道交通 5 号线南延工程的前期手续办理，在对原规划线位进行进一步优化的基础上，将原长沙市轨道交通 5 号线南延工程的项目名称调整为长沙市轨道交通 5 号线延长线工程。

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程作为长沙主城区东部骨干线路的延伸，快速联系南部片区与主城区和星马组团，缩短时空距离，与 1 号线、长株潭城际、规划长株快线共同构建南部片区向长株潭三市主城区轴线放射型的“轨道+城际”骨架交通通道网络。以零距离换乘为目标，提升城际铁路先锋站为市级铁路客运枢纽，形成多层次多类型枢纽体系，服务长沙南部城际客流集散，为南部片区发展助力。

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程与长沙市轨道交通 5 号线一期工程贯通运营后，衔接了暮云组团、黄榔组团、主城区和星马组团等重要功能中心和枢纽地区，为主城区东部南北向骨干线路。长沙市轨道交通 5 号线全线连接岳麓区、天心区、雨花区、芙蓉区、开福区和长沙县，衔接了暮云组团中心、圭塘东片及香樟南片、劳动路两厢、建材汽配市场、万家丽广场、湖南广电集团、月湖公园等功能中心和枢纽地区，是城市客运枢纽重要的集疏通道。

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程整体呈东西走向，主要沿规划强体路、天心大道、环保大道、万家丽路敷设，线路全长约 9.24km，全地下敷设；共设 7 座车站，均为地下车站。为进一步优化停车场选址，合理节约工程占地，本期工程不新建停车场及主变，利用一期工程水渡河车辆段和天际岭主变，原规划建设了解放垸停车场建设时序后延。

本工程拟采用 B 型车，初、近、远期均为 6 辆编组，列车最高运行速度为 80km/h；工程计划于 2025 年动工，2029 年 9 月开通试运营；总投资估算为 59.09 亿元，折合 6.40 亿元/正线公里。

本项目可研设计方案与长沙市轨道交通第三轮建设规划相比较，为避让大托机场军事保留区，长沙市轨道交通 5 号线延长线工程起点由原规划的大托东站调整为大托铺站，终点未发生变化，仍为现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程毛竹塘站（不含），线路总长度增加 0.81km，车站数量不变，敷设方式均为地下线，所设车站均为地下车站，取消原规划建设停车场。

2 环评工作过程

2.1 本工程设计过程

本工程设计单位为广州地铁设计研究院股份有限公司。2022 年 5 月，受长沙市轨道交通集团有限公司委托，广州地铁设计研究院股份有限公司启动《长沙市轨道交通 5 号线延长线工程可行性研究报告》编制工作。湖南省发改委委托中铁二院工程集团有限责任公司于 2024 年 11 月 18 日~11 月 20 日召开了《长沙市轨道交通 5 号线延长线工程可行性研究报告》评估会，并形成《长沙市轨道交通 5 号线延长线工程可行性研究报告》（报批稿）。

本次环评依据工程可行性研究报告确定的工程内容进行环境影响评价，同时参考最新的初步设计成果。

2.2 本工程环评概况

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本工程属于“135 城市轨道交通”类项目，应编制环境影响报告书。

2024 年 10 月 8 日，本工程建设单位长沙市轨道交通建设有限责任公司（以下简称“建设单位”）委托湖南葆华环保有限公司负责长沙市轨道交通 5 号线延长线工程环境影响评价工作。

长沙市轨道交通建设有限责任公司为长沙市轨道交通集团有限公司的全资子公司，负责长沙市轨道交通 5 号线延长线工程的筹资、建设工作。

在接受建设单位委托后，我公司成立了环评项目组，开展现场踏勘和有关资料的收集工作，并进行了沿线水文地质、城市生态环境及景观、社会环境、水环境、振动环境、声环境等现状调查。建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》的要求，于 2024 年 10 月 9 日在长沙市轨道交通集团有限公司官方网站进行了环境影响评价公众意见调查第一次公示。

2025年6月，我公司编制完成了《长沙市轨道交通5号线延长线工程环境影响报告书》（征求意见稿），并于2025年6月24日在长沙市轨道交通集团有限公司官方网站进行了征求意见稿公示，公示时间为十个工作日，在征求意见稿网络公示期间，同步开展了报纸、现场张贴公示，于2025年6月26日、6月27日在三湘都市报进行了2期报纸公示，于线路涉及的天心区大托铺街道办、天心区先锋街道办、雨花区洞井街道办、雨花区同升街道办以及下辖的大托新村村民委员会、新宇社区居民委员会等村委进行了现场张贴公示，公示期间，收到多封意见反馈邮件，具体采纳方式见本项目公众参与说明。

2025年10月，在采纳部分公众意见进行修改、更新初步设计最新成果的基础上，编制完成了《长沙市轨道交通5号线延长线工程环境影响报告书》（报批稿），拟上报审批。

3 关注的主要环境问题

本工程受线路总体走向、技术标准、地质条件的限制以及沿线地方政府的要求，工程范围不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水源保护区、文物保护单位等特殊及重要环境敏感目标以及湖南省生态保护红线。工程噪声、振动的影响为本次评价关注的主要环境问题。

工程的环境影响主要分为施工期和运营期。

施工期存在的主要环境影响包括：工程施工对地面植被的破坏；建筑材料堆放和运输车辆进出工地产生的环境空气污染；建筑泥浆水等施工废水；施工机械产生的噪声和振动干扰；施工弃土（渣）和建筑垃圾等。本报告对施工期采取了如下措施：优化了施工方案、减少施工面积等措施降低工程对植被的破坏；施工期按照文明施工等相关管理规定组织施工；施工现场设置硬质围挡或声屏障、定时洒水降尘；合理安排施工计划，严格控制高噪声设备的作业时间；合理安排施工车辆运输路线和时间；施工废水经处理后达标排放；施工渣土和建筑垃圾及时清运至长沙市渣土事务中心指定场地处置等。

运营期可能存在的主要环境影响包括：列车运行产生振动对周边敏感建筑产生影响；风亭、冷却塔产生噪声对周边声环境产生影响；沿线车站污水和固体废物；地下车站风亭、出入口影响城市景观等。本报告提出，采用低噪声风机，风亭位置合理布局，对风亭加强消声、隔声等措施；振动超标区段采取轨道减振措施；车站污水经处

理达标后排入既有市政污水管网；固体废物得到妥善处置；风亭、出入口设置应与周边景观相协调。采取措施后运营期环境影响可控。

4 主要结论

本工程建设符合《长沙市城市总体规划（2003-2020）》（2014年修订）和《长沙市国土空间规划（2021-2035年）》，属于《长沙市城市轨道交通建设规划（2016-2022年）》建设项目中的长沙市轨道交通5号线南延工程。本工程建设符合国家产业政策、环保法律法规，符合长沙市轨道交通建设规划，符合长沙市城市总体规划及“三线一单”管控要求。

本工程施工、运营期列车及车站运行将产生一定程度和范围的废气、噪声、振动、污水等污染，对周围环境造成一定程度的影响，建设单位认真落实设计和本报告提出的环保措施后，本工程对环境的负面影响可以得到有效控制和减缓。因此，从环境保护角度分析，在严格实施环保对策措施的前提下，本工程建设是可行的。

1 总 则

1.1 评价目的

为了突出源头预防作用，坚持保护和改善环境质量，秉持“依法评价、科学评价、突出重点”的原则，开展长沙市轨道交通 5 号线延长线工程环境影响评价，在本项目建设施工、生产运行的过程中，对可能造成的环境影响进行分析、预测和评估，提出预防、保护或者减轻不良影响的对策和措施，为建设项目环境管理提供科学依据。

1.2 编制依据

1.2.1 国家法律、法规及文件

- 1、《中华人民共和国环境保护法》（2015.1.1 修订）；
- 2、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018.12.29 修订）；
- 3、《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022 年 6 月 5 日起施行）；
- 4、《中华人民共和国水污染防治法》（2018.1.1 修订）；
- 5、《中华人民共和国大气污染防治法》（2018.10.26 修订）；
- 6、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020.4.29 修订）；
- 7、《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019.1.1 实施）
- 8、《中华人民共和国城乡规划法》（2019.4.23 修订）；
- 9、《中华人民共和国土地管理法》（2020.1.1）；
- 10、《中华人民共和国水土保持法》（2011.3.1 修订）；
- 11、《中华人民共和国文物保护法》（2017.11.5 修订）；
- 12、《中华人民共和国文物保护法实施条例》（2017.10.7）；
- 13、《中华人民共和国清洁生产促进法》（2018.10.26 修订并施行）；
- 14《中华人民共和国湿地保护法》（2022 年 6 月 1 日起施行）；
- 15、《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第 682 号）；
- 16、《国务院办公厅关于加强城市快速轨道交通建设管理的通知》（国务院办公厅国办发〔2003〕81 号）；
- 17、《城镇排水与污水处理条例》（国务院令 841 号，2014.1.1 施行）；
- 18、《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号，2021.1.1 施行）；
- 19、《关于公路、铁路（含轻轨）等建设项目环境影响评价中环境噪声有关问题

的通知》（国家环境保护总局文件，环发〔2003〕94号）；

20、《电磁辐射环境保护管理办法》（国家环保总局18号令，1997.3.25施行）；

21、《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号，2019.1.1施行）；

22、《关于做好城市轨道交通项目环境影响评价工作的通知》（环保部办公厅，环办〔2014〕117号）；

23、《中华人民共和国石油天然气管道保护法》（中华人民共和国主席令〔2010〕第30号，2010.10.1施行）；

24、《国家危险废物名录（2021年版）》（生态环境部部令第15号）；

25、《危险废物贮存污染控制标准》（国家环境保护总局，2013.6.8）；

26、《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98号）。

1.2.2 地方法律、法规及文件

1、《湖南省环境保护条例》（2025.7.31修订）；

2、《湖南省文物保护条例》（2005.11.1）；

3、《湖南省建设项目环境保护管理办法》（湖南省人民政府第215号令，2007.10.1起施行）；

4、《湖南省实施〈中华人民共和国水法〉办法》（2004.9.1）；

5、《湖南省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》（2014.1.1）；

6、关于印发《湖南省环境保护厅建设项目“三同时”监督管理试行办法》的通知（湘环发〔2011〕29号）；

7、《湖南省实施〈城市绿化条例〉办法》（1998.6.22）；

8、《湖南省湘江流域水污染防治条例》（1999.8.4颁布并施行，2002.3.29修正，湖南省第九届人大常委会公告第99号）；

9、《湖南省湘江保护条例》（2018年修订）；

10、《湖南省主要水系地表水环境功能区划》（DB42/023-2005）；

11、《湖南省县级以上地表水集中式饮用水水源保护区划定方案》（湘政函〔2016〕176号）；

12、《湖南省主体功能区规划》（2012.12.26）；

13、《湖南省人民政府关于印发〈湖南省生态保护红线〉的通知》（湘政发〔2018〕20号）；

- 14、《长沙市控制城市扬尘污染管理办法》（2005年5月1日起施行）；
- 15、《城区建设项目环境影响评价扬尘污染控制若干规定》（长环发〔2013〕24号）；
- 16、《长沙市历史文化名城保护条例》（2004.11.1实施）；
- 17、《长沙市水土保持监督管理暂行规定》（1993.6.4）；
- 18、《长沙市不可移动文物安全管理办法》（长政办发〔2009〕15号）。

1.2.3 相关规划及环境功能区划

- 1、《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》（国发〔2010〕46号）；
- 2、《湖南省主体功能区规划》（湘政发〔2012〕39号）；
- 3、《长沙市“十四五”国土空间发展规划》；
- 4、《长沙市“十四五”交通运输发展规划（2021-2025）》；
- 5、《长沙市“十四五”生态环境保护规划（2021-2025年）》；
- 6、《长沙市国土空间规划（2021-2035年）》；
- 7、《长株潭城市群生态绿心地区总体规划（2010-2030）（2018年修改）》；
- 8、《长沙市环城绿带生态圈建设规划》；
- 9、《长沙市历史文化名城保护规划》；
- 10、《长沙市大气环境质量限期达标规划（2020-2027）》；
- 11、《湖南省县级以上地表水集中式饮用水水源保护区划定方案》（湘环发〔2016〕176号）；
- 12、《长沙市人民政府办公厅关于印发〈长沙市地表水环境功能区划方案〉的通知》（长政办发〔2004〕16号）；
- 13、长沙市人民政府《关于印发长沙市城区声环境功能区划分的通知》（长政函〔2018〕8号）；
- 13、《长沙市城市轨道交通第三期建设规划》（2017-2022年）；
- 14、《长沙市城市轨道交通第三期建设规划调整》。

1.2.4 环评技术导则及规范

- 1、《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- 2、《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- 3、《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- 4、《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；

- 5、《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- 6、《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2018）；
- 7、《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
- 8、《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
- 9、《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2020）；
- 10、《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- 11、《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）；
- 12、《声环境功能区划分技术规范》（GB/T15190-2014）；
- 13、《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ 2034-2013）；

1.2.5 主要技术文件及资料

- 1、《长沙市轨道交通 5 号线延长线工程可行性研究报告》（2025 年 8 月）；
- 2、《长沙市轨道交通 5 号线延长线工程水土保持报告》（2025 年 8 月）；
- 3、《长沙市轨道交通 5 号线延长线工程建设场地地质灾害危险性评估报告》评审意见书；
- 4、《长沙市轨道交通建设规划（2016-2022）环境影响报告书》及其批复（环审〔2016〕101 号）；
- 5、《长沙市城市轨道交通第三期建设规划调整环境影响报告书》及其批复（环审〔2022〕109 号）。

1.2.6 评价技术线路

环境影响评价技术路线见图 1.2-1。

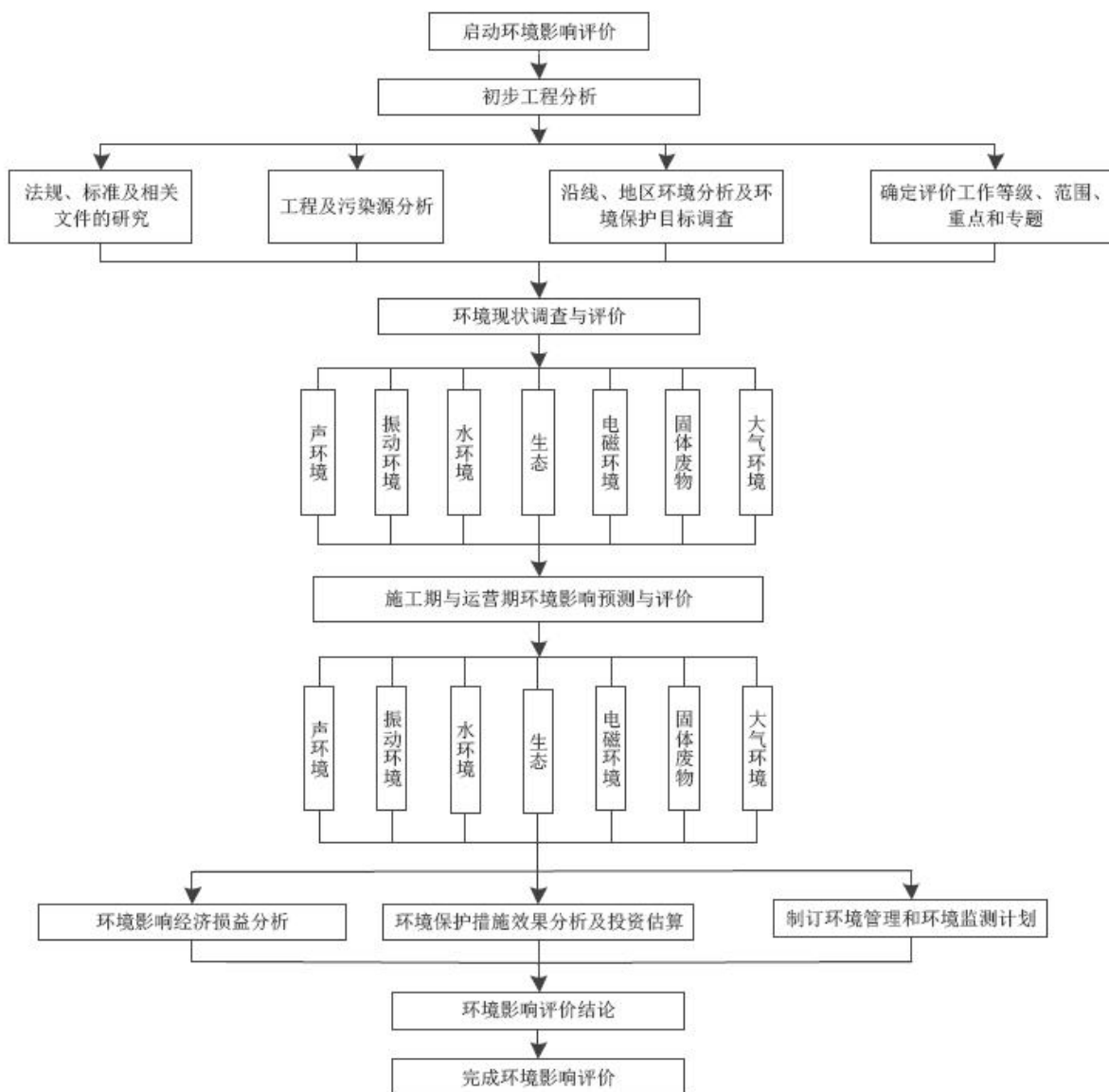


图 1.2-1 城市轨道交通项目环境影响评价技术路线

1.3 环境影响识别和评价因子筛选

1.3.1 环境影响识别

1.3.1.1 施工期环境影响因素识别

(1) 生态环境影响识别

项目所在区域为城市区域，不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、生态保护红线、长株潭生态绿心等生态环境敏感区域，施工期区间隧道施工将盾构下穿湿地，新建车站等开辟施工场地、施工便道等活动将导致局部范围内地表扰动、植被破坏、生物量损失、水土流失，并影响城市生态景观。施工完毕后，可通过生态和景观恢复，项目施工期对生态环境影响以短期、可逆、不利影响为主。

(2) 大气环境影响识别

土石方工程及基坑开挖、出渣及运输、燃油设备、细碎料堆放等将产生施工废气，从而对大气环境造成不利影响。

(3) 声环境影响识别

施工过程使用挖掘机、装载机、风镐等将产生施工噪声；弃渣、盾构土采用车辆运输，将产生交通运输噪声等。施工设备活动、施工运输对施工场界及运输道路周边的居民区、学校、医院等声环境敏感目标产生不利影响。

(4) 地表水环境影响识别

施工期污水包含施工废水和施工人员生活污水。施工废水来自基坑开挖、地下连续墙施工、盾构施工等中产生的泥浆水，车辆及施工场地冲洗废水等。施工人员生活污水主要来自施工营地。项目沿线无饮用水水源保护区分布，周边市政污水管网已覆盖，项目施工废水沉淀后优先回用，不能回用时预处理后和生活污水经市政污水管网排入雨花污水处理厂与暮云污水处理厂处理达标后排放。施工涌水优先回用，无法回用时排入雨水管网或河道等地表水体。

(5) 振动环境影响识别

本项目无爆破施工，不会产生爆破振动。施工振动主要来自挖土机、空压机等重型施工设备、重型运输车辆。施工振动不利影响一般集中在施工工区内，在多种重型施工设备同时使用时，也可能对施工工区周边居民文教区产生不利环境振动影响，施工振动影响随着施工完毕而结束。

(6) 固体废物对环境影响识别

土石方工程、区间盾构施工、占地拆迁等活动产生弃土、盾构土、建筑垃圾，以

及施工营地人员活动产生的生活垃圾。若不妥善处置，将产生遗留固废，对环境不利。

(7) 地下水及土壤环境影响识别

施工时若对含油施工废水等收集处理不当，可能对土壤和地下水造成局部污染。

(8) 风险因素识别

项目不设置炸药库、油库等设施，无爆破施工，不涉及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中定义的风险源和危险物质、危险单元。

1.3.1.2 运营期环境影响因素识别

(1) 声环境影响

本工程正线均为地下线，运营期噪声主要来自车站风亭及冷却塔等设施设备运行产生的噪声。

(2) 振动环境影响

正线全部采用地下敷设，列车运营时会产生振动影响和二次结构噪声影响。

(3) 地表水环境影响

各地下车站运营期间会产生生活污水。项目所在区域均被市政污水管网覆盖，属于城市污水处理厂服务范围，项目车站生活污水经收集后可达标排入市政污水管网和城市污水处理厂进一步处理，对地表水为间接影响。

(4) 环境空气影响

运营期地下车站阴暗潮湿，可能存在通风不良造成滋生霉菌散发异味。

(5) 固体废物影响

各车站人员活动将产生生活垃圾。本期工程不新建停车场，依托现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程水渡河车辆段，停车场检修作业活动，会产生废弃零部件、污泥等一般工业固废，需依托水渡河车辆段进行暂存与转运处置；本期工程不新建主变电所，依托现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程天际岭主变电站，运营期间对电气设备进行维护，将产生检修油渣，事故下可能产生事故废油，均属于危险废物，需要依托天际岭主变电站进行暂存与转运处置。

(6) 生态环境影响

施工期若防护措施不到位，可能造成局部地下水水位降低等不利生态环境影响；运营期列车均在地下行驶，车站及停车场周边建设绿化景观，对沿线城市生态环境系统有利。

(7) 风险因素识别

本工程主要环境风险为施工活动对市政燃气管道、市政污水管网的破坏风险；施工期泥浆废水等施工废水不达标排放对污水处理厂和区域排水管网产生的环境风险；施工涌水风险；火灾引发的次生或伴生环境污染事故可能带来环境空气、地下水或地表水污染。

根据长沙市轨道交通 5 号线延长线工程在施工期和运营期产生的环境影响的性质、工程沿线环境特征及环境敏感程度，将本项目行为对各类环境要素产生的影响按施工期和运营期形成“环境影响识别与筛选矩阵表”，见下表 1.3-1。

表 1.3-1 环境影响因素识别与筛选矩阵表

影响时期	工程内容	工程行为	影响因素									
			地表水	地下水	大气	声环境	固体废物	土壤	振动	生态环境	环境风险	电磁辐射
施工期	施工准备阶段	工程征地								-2,S,UR,D		
		房屋拆迁			-1,S,R,D	-2,S,R,D	-1,S,R,D					
		车辆运输			-2,S,R,D	-2,S,R,D						
	车站及地下区间施工	车站基坑开挖、建筑施工	-2,S,R,ID	-1,S,R,D	-1,S,R,D	-1,S,R,D	-1,S,R,D		-1,S,R,D			
		地下车站围护结构施工	-2ID,S,R,	-1,S,R,D			-1,S,R,D		-1,S,R,D			
		区间隧道盾构施工	-1,S,R,ID	-1,S,R,D			-2,S,R,D		-1,S,R,D			
		细碎料堆放			-1,S,R,D			-1,S,R,D				
		施工场地及车辆清洗	-2,S,R,ID			-1,S,R,D						
		施工设备运行、冷却、清洗	-1,S,R,ID		-1,S,R,D	-2,S,R,D			-1,S,R,D			
		车辆运输			-1,S,R,D	-2,S,R,D						
		施工营地施工人员活动	-1,S,R,D				-1,S,R,D					
		临时占地绿化及恢复								+1,L,R,D		
		综合影响程度判定	较大	一般	较大	较大	较大	较小	较小	一般	较小	较小
运营期	地面设施	风亭、冷却塔等地面环控设施运行			-1,L,UR,D	-2,L,UR,D						
	车站运营	乘客及职工活动	-1,L,UR,ID				-1,L,UR,D					
	列车运行	列车地下区间运行							-2,L,UR,D			
		综合影响程度判定	一般	较小	较小	一般	较大	较小	较大	较小	较小	较小

注：“+”为有利影响，“-”为不利影响；L、S：长期、短期影响；R、UR：可逆、不可逆影响；D、ID：直接、间接影响；数字大小为影响程度，空格为无影响或基本无影响。综合影响程度从大到小为：较大、一般、较小。

1.3.2 评价因子筛选

通过对工程环境影响识别，结合沿线环境敏感性，以及相互影响关系的初步分析，确定本工程各环境要素评价影响评价因子见下表。

表 1.3-2 环境影响评价因子表

要素	现状评价因子	施工期预测评价因子	运营期预测评价因子
声	昼间等效 A 声级 (La)、夜间等效 A 声级 (Ln)	昼间等效 A 声级 (La)、夜间等效 A 声级 (Ln)、夜间最大 A 声级 (LAmax)	昼间等 A 声级 (La)、夜间等效 A 声级 (Ln)
振动	铅垂向 Z 振级, VL _{Zmax}	铅垂向 Z 振级, VL _{Zmax}	振动: 列车通过时段的最大 Z 振级 (VL _{Zmax}) 室内二次结构噪声: 等效连续 A 声级 LA _{eqTp} (16~200Hz)
地表水	pH 值、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、石油类、LAS	水量、SS、COD、BOD ₅ 、氨氮、石油类、LAS、动植物油	水量、pH、SS、COD、BOD ₅ 、石油类、LAS、动植物油
大气	SO ₂ 、NO ₂ 、PM _{2.5} 、PM ₁₀ 、CO、O ₃	施工扬尘 (颗粒物)、汽车尾气 (CO、HC、NO _x 、PM _{2.5} 、PM ₁₀)、燃油设备尾气 (CH ₄ 、NO _x 、CO)	风亭异味 (臭气浓度)、食堂油烟
固体废物	/	土石方 (盾构土)、建筑垃圾、生活垃圾	生活垃圾
生态环境	生态系统及植被类型、动植物种类、珍稀濒危保护物种	物种分布范围、种群数量、种群结构、行为; 生境面积、质量、连通性; 物种组成群落结构、植被覆盖度、生物量、生态系统功能; 物种丰富度、均匀度、优势度; 主要保护对象、生态功能; 景观多样性和完整性	植被覆盖度、生物量、景观多样性和完整性
地下水	/	水量、石油类、LAS	/
电磁辐射	电场强度、磁感应强度	/	电场强度、磁感应强度

1.4 环境功能区划

1.4.1 生态环境功能区划

根据《湖南省生态功能区划》，本工程位于长沙市天心区与雨花区，本工程所在区域属于Ⅱ 湘东湘中丘陵山地常绿阔叶林生态区中的Ⅱ3 长株潭地区城市群及农业生态亚区中的Ⅱ3-2 长株潭城市及近郊农业生态功能区。

根据《湖南省主体功能区规划》，长沙市天心区与雨花区均属于国家级重点开发区，不属于重点生态功能区。

本工程评价范围不涉及自然保护区、风景名胜区、重要湿地、生态保护红线等保

护区，且工程不在湖南省各水土流失重点预防区和重点治理区范围内。

1.4.2 水环境功能区划

本工程位于湘江流域，工程距离湘江最近距离约 2.63km，工程沿线地表水体主要为港子河以及沿线雨水沟渠、水塘等。

根据《湖南省主要水系地表水环境功能区划》（DB43/023-2005）、《关于公布湖南省县级以上地表水集中式饮用水水源保护区划定方案的通知》（湘政函〔2016〕176号）和《长沙市地表水环境功能区划方案》（长政办发〔2004〕16号）等文件，本项目评价范围内的地表水体中港子河未划定水域功能，参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准；湘江长沙与湘潭交界处至二水厂取水口（新址）上游 1000m 处 12.1km 江段划定为饮用水水源二级保护区，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。

1.4.3 环境空气功能区划

本工程沿线主要为长沙市天心区与雨花区的城市建成区，沿线无自然保护区与风景名胜区分布，根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单，环境空气功能区划为二类区。

1.4.4 声环境功能区划

本工程沿线主要为长沙市天心区与雨花区的城市建成区，根据《长沙市城区声环境功能区划分》（2024 年修订），本工程沿线主要涉及 4a 类区、4b 类区、2 类区。其中各城市主干路、次干路、高速公路、城市快速路两侧 4a 类区范围为：①当临街建筑高于 3 层楼房以上（含 3 层）时，将临街建筑面向道路一侧至道路边界线（道路红线）的区域定为 4a 类声环境功能区；②若临街建筑以低于 3 层楼房的建筑（含开阔地）为主，与 2 类区相邻的城市主、次干道两侧道路边界外 40m 区域以及与 3 类区相邻的城市主、次干道两侧道路边界外 25m 区域划定为 4a 类声环境功能区；评价区与 2 类区相邻的铁路（含新建铁路及既有铁路）干线用地边界线外 40m 区域以及与 3 类区相邻的铁路（含新建铁路及既有铁路）干线用地边界线外 25m 区域划为 4b 类声环境功能区；评价区位于城市用地现状或近期规划已明确以工业生产、仓储物流为主要功能，需要防止工业噪声对周围环境产生严重影响的区域划分为 2 类区；评价区位于 4 类区、3 类区范围外的区域划分为 2 类区。

1.4.5 振动环境功能区划

根据《城市区域环境振动标准》（GB10070-88），本工程沿线居民、文教区（纯居

民区和文教、机关区）执行《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）中“居民、文教区”标准限值；混合区（一般商业与居民混合区，工业、商业、少量交通与居民混合区）执行《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）中“混合区”标准限值；工业集中区（规划明确确定的工业区）执行《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）中“工业集中区”标准限值；交通干线道路两侧区域（车流量每小时 100 辆以上的道路两侧，本工程指城市主、次干路以及高速公路）执行《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）中“交通干线道路两侧”标准限值。

本工程评价区域各环境功能区划详见下表。

表 1.4-1 评价区环境功能区划

环境要素	环境功能区划	执行标准	适用范围
声环境	4a 类区	《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类区标准	城市主、次干道以及高速公路、城市快速路两侧： （1）当临街建筑高于 3 层楼房以上（含 3 层）时，将临街建筑面向道路一侧至道路边界线（道路红线）的区域定为 4a 类声环境功能区； （2）若临街建筑以低于 3 层楼房的建筑（含开闭地）为主，线路边界线外 40m 的区域定为 4a 类声环境功能区； （3）本项目与 2 类区相邻的城市主、次干道两侧道路边界外 40m 区域以及与 3 类区相邻的城市主、次干道两侧道路边界外 25m 区域划为 4a 类声环境功能区。
	4b 类区	《声环境质量标准》（GB3096-2008）4b 类区标准	铁路（含新建铁路及既有铁路）干线用地边界线外两侧： （1）与 2 类区相邻的铁路边界外 40m 区域以及与 3 类区相邻的铁路边界外 25m 区域划为 4b 类声环境功能区； （2）铁路场站划为 4b 类声环境功能区。 （3）对于 4b 类声环境功能区与 4a 类声环境功能区有重叠的部分，划定为 4b 类声环境功能区。
	3 类区	《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类区标准	城市用地现状或近期规划已明确以工业生产、仓储物流为主要功能，需要防止工业噪声对周围环境产生严重影响的区域。
	2 类区	《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类区标准	本项目声环境评价区 4a 类声环境功能区以外区域
环境空气	2 类区	执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准及 2018 年第 1 号修改单	本项目地下车站风亭排风口周围 30m 以内的区域
地表水	Ⅲ类	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准	（1）湘江：湘江长沙与湘潭交界处至二水厂取水口（新址）上游 1000m 处 12.1km 江段划定为饮用水水源二级保护区，执行《地表水环境质量标

			准》(GB3838-2002) III类标准。 (2) 港子河未划定水域功能, 参照执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准。
振动	居民、文教区	执行《城市区域环境振动标准》(GB10070-88) 中“居民、文教区”限值	位于声功能区划“2类”区内的居民区、文教、机关类敏感点
	混合区	执行《城市区域环境振动标准》(GB10070-88) 中“混合区”限值	位于声功能区划“2类”区内的商住混合区
	工业集中区	执行《城市区域环境振动标准》(GB10070-88) 中“工业集中区”限值	位于规划明确确定的工业区
	交通干线道路两侧	执行《城市区域环境振动标准》(GB10070-88) “交通干线道路两侧”限值	位于噪声功能区划“4类”区内的敏感点

1.5 评价标准

按照当地环境功能区规划、相关环境影响评价技术导则的要求, 以及长沙市生态环境局“关于长沙市轨道交通 5 号线延长线工程环境影响评价执行标准的函”相关内容, 本次评价采用以下标准进行评价。

1.5.1 环境质量标准

1、地表水

本工程位于湘江流域, 工程距离湘江最近距离约 2.63km, 工程沿线地表水体主要为港子河以及沿线雨水沟渠、水塘等。

根据《湖南省主要水系地表水环境功能区划》(DB43/023-2005)、《关于公布湖南省县级以上地表水集中式饮用水水源保护区划定方案的通知》(湘政函〔2016〕176号)和《长沙市地表水环境功能区划方案》(长政办发〔2004〕16号)等文件, 本项目评价范围内的地表水体中港子河未划定水域功能, 参照执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准; 湘江长沙与湘潭交界处至二水厂取水口(新址)上游 1000m 处 12.1km 江段划定为饮用水水源二级保护区, 执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准。

本项目沿线主要水体以及水环境质量执行标准限值见表 1.5-1。

表 1.5-1 地表水环境质量标准限值(摘录)

项目	标准限值(III类)
水温	人为造成的环境水温变化应限制在: 周平均最大温升 $\leq 1^{\circ}\text{C}$; 周平均最大温降 $\leq 2^{\circ}\text{C}$
pH 值(无量纲)	6~9

项目	标准限值 (III类)
溶解氧	≥5mg/L
高锰酸盐指数	≤6mg/L
化学需氧量 (COD)	≤20mg/L
五日生化需氧量 (BOD ₅)	≤4mg/L
氨氮 (NH ₃ -N)	≤1.0mg/L
总磷 (以 P 计)	≤0.2mg/L (湖、库≤0.05mg/L)
总氮 (湖、库, 以 P 计)	≤1.0mg/L
石油类	≤0.05mg/L
粪大肠菌群	≤10000 个/L

2、环境空气

本项目所在区域执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及2018年修改单中二级浓度限值,具体标准见下表。

表 1.5-2 环境空气污染物浓度限值 (摘录)

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值 (二级)	单位
1	二氧化硫 (SO ₂)	年平均	60	μg/m ³
		24小时平均	150	
		1小时平均	500	
2	二氧化氮 (NO ₂)	年平均	40	μg/m ³
		24小时平均	80	
		1小时平均	200	
3	一氧化碳 (CO)	24小时平均	4	mg/m ³
		1小时平均	10	
4	臭氧 (O ₃)	日最大8小时平均	160	μg/m ³
		1小时平均	200	
5	颗粒物 (PM ₁₀)	年平均	70	μg/m ³
		24小时平均	150	
6	颗粒物 (PM _{2.5})	年平均	35	
		24小时平均	75	
7	总悬浮颗粒物 (TSP)	年平均	200	μg/m ³
		24小时平均	300	

3、声环境

本工程所在区域声环境执行标准如下表。

表 1.5-3 声环境评价标准一览表

标准名称	标准等级	适用范围	标准值
《声环境质量标准》 (GB3096-2008)	4a类	城市主、次干道以及高速公路、城市快速路两侧: (1) 当临街建筑高于3层楼房以上(含3层)时,将临街建筑面向道路一侧至道路边界线(道路红线)的区域定为4a类声环境功能区; (2) 若临街建筑以低于3层楼房的建筑(含开闭地)为主,线路边界线外40m的区域定为4a类声环	昼间: 70dB(A); 夜间: 55dB(A)

		境功能区； (3) 本项目所在城市主干道道路两侧 40m 范围内区域。	
	4b 类	铁路（含新建铁路及既有铁路）干线用地边界线外两侧： (1) 与 2 类区相邻的铁路边界外 40m 定为 4b 类声环境功能区，与 3 类区相邻的铁路边界外 25m 定为 4b 类声环境功能区； (2) 铁路场站划为 4b 类声环境功能区。 (3) 对于 4b 类声环境功能区与 4a 类声环境功能区有重叠的部分，划定为 4b 类声环境功能区。	昼间： 70dB (A)； 夜间： 60dB (A)
	3 类区	城市用地现状或近期规划已明确以工业生产、仓储物流为主要功能，需要防止工业噪声对周围环境产生严重影响的区域。	昼间： 65dB (A)； 夜间： 55dB (A)
	2 类	本项目声环境评价区 4a 类声环境功能区以外区域。	昼间： 60dB (A)； 夜间： 50dB (A)

4、振动

本工程评价范围内各敏感建筑分别执行《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）相应的标准，具体见下表。

表 1.5-4 城市区域环境振动标准（摘录）

《城市区域环境振动标准》 (GB10070-88)	适用地带范围	标准值 (dB)	
		昼间	夜间
	居民、文教区	70	67
	混合区	75	72
	工业集中区	75	72
	交通干线道路两侧	75	72

5、二次结构噪声

本项目沿线建筑物室内二次结构噪声限值执行《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》（JGJ/T170-2009）中 4 类区、3 类区与 2 类区标准，见下表。

表 1.5-5 振动及二次结构噪声评价标准表

标准名称	区域	标准值	
		昼间	夜间
《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》 (JGJ/T170-2009)	2 类区	41	38
	3 类区	45	42
	4 类区	45	42

1.5.2 污染物排放标准

1、废水

营运期生活污水排入既有城市污水管网（按区域分别接管至雨花污水处理厂与暮云污水处理厂），从严执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准和《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）。

表 1.5-6 生活污水排放标准一览表

评价标准	pH	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	石油类 (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	悬浮物 (mg/L)	动植物油 (mg/L)
《污水综合排放标准》 (GB8978-1996) 三级标准	6~9	≤500	≤300	≤20	/	≤400	≤100
《污水排入城镇下水道水质 标准》(GB/T31962-2015)	6.5~9.5	≤500	≤350	≤15	≤45	≤400	≤100
从严执行标准限值	6~9	≤500	≤300	≤15	≤45	≤400	≤100

2、废气

执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中表 2 的二级标准及无组织排放监控浓度限值标准。风亭恶臭污染物排放执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）厂界二级标准。

表 1.5-7 大气污染物综合排放标准（摘录）

污染物	无组织排放监控浓度限值 (mg/m ³)
颗粒物	1.0
SO ₂	0.4
NO _x	0.12

表 1.5-8 恶臭污染物排放标准（摘录）

污染物	单位	厂界标准值二级标准
氨	mg/m ³	1.5
硫化氢	mg/m ³	0.06
臭气浓度	无量纲	20

3、噪声

施工期施工场界执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

表 1.5-9 噪声排放标准

标准名称	标准等级及限值	适用范围	路段
《建筑施工场界环境噪声 排放标准》 (GB12523-2011)	昼间 70dB (A) 夜间 55dB (A)	施工场界外 1m	施工场界

4、二次结构噪声

执行《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》（JGJ/T170-2009）中 4 类区、3 类区与 2 类区标准，详见上表 1.5-5。

5、固体废物

施工期弃渣及营运期一般工业固体废物贮存、处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的相关要求；生活垃圾填埋执行《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB16889-2008）的相关要求；危险废物收集、贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的相关要求。

1.6 评价工作等级确定

1.6.1 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）、《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2018）的规定，本工程全部为地下线路，线路长度小于 50km，不涉及特殊生态敏感地区、重要生态敏感区等生态敏感区，因此，本次生态环境影响评价工作等级确定为三级评价，详见下表。

表 1.6-1 本项目生态环境影响评价等级划分表

序号	评价等级确定原则	本项目情况	本项目评价等级
导则 6.1.2	a) 涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级。	不涉及	/
	b) 涉及自然公园时，评价等级为二级。	不涉及	/
	c) 涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级。	不涉及	/
	d) 根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级。	不涉及	/
	e) 根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级。	不涉及	/
	f) 当工程占地规模大于 20km ² 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定。	本项目占地面积小于 20km ²	/
	g) 除本条 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况，评价等级为三级。	本项目属于 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况	评价等级为三级
	h) 当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级。	不涉及	/
导则 6.1.3	建设项目涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域时，可适当上调评价等	不涉及	不上调评价等级

序号	评价等级确定原则	本项目情况	本项目评价等级
	级。		
导则 6.1.4	建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。	无涉水工程，不涉及水生生态	陆生评价等级为三级；水生生态不评价
导则 6.1.5	在矿山开采可能导致矿区土地利用类型明显改变，或拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下，评价等级应上调一级。	不涉及	/
导则 6.1.6	线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级。	不涉及生态敏感区	/
导则 6.1.7	涉海工程评价等级判定参照 GB/T19485。	不涉及	/
导则 6.1.8	符合生态环境分区管控要求且位于原厂界（或永久用地）范围内的污染影响类改扩建项目，位于已批准规划环评的产业园区内且符合规划环评要求、不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目，可不确定评价等级，直接进行生态影响简单分析。	不涉及	/

1.6.2 声环境

本工程线路均为地下敷设，噪声影响主要来自车站风亭和冷却塔噪声，本工程部分车站风亭和冷却塔周边存在声环境保护目标，且部分路段沿线属于《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 2 类区，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）、参照《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2018）相关规定，本次声环境评价按二级进行评价。

1.6.3 振动环境

根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2018），本工程振动环境评价不划分评价等级。

1.6.4 地表水环境

根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2018）规定，地表水环境影响评价工作等级确定为三级评价。本工程地下车站排放的生活污水主要为非持久性污染物，污水水质简单，可分别纳入雨花污水处理厂与暮云污水处理厂集中处理，属于间接排放项目。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）以及项目排污特征及所在区域的环境状况，本工程地表水环境影响评价工作等级确定为三级 B 评价。

1.6.5 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610 2016）附录 A（规范性附录）

地下水环境影响评价行业分类表，轨道交通地下水环境影响评价项目类别为报告书的，除机务段为Ⅲ类外，其余均为Ⅳ类。本工程依托现有长沙市轨道交通5号线一期工程设置的水渡河车辆段，不新建车辆基地和停车场，且本工程不含机务段，符合Ⅳ类建设项目规定，无需开展地下水环境影响评价。

1.6.6 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本项目为城市轨道交通项目，属于附录A中表A.1中的Ⅳ类建设项目，可不开展土壤环境影响评价。

1.6.7 大气环境

本工程为列车采用电力牵引，无机车废气排放；不涉及锅炉，无正常工况下持续排放的污染源；运营期除车站风亭排放少量的异味气体，无其他污染源，对大气环境影响有限，一般不考虑采用《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中估算模式预测，大气环境影响主要表现在施工期，施工期仅有施工扬尘的影响且为暂时性影响。根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2018）“对于不涉及锅炉的城市轨道交通项目，其大气环境影响评价可不进行评价工作等级的判定仅进行大气环境影响分析”，不进行评价工作等级判定。

1.6.8 电磁环境

本工程利用现有长沙市轨道交通5号线一期工程的天际岭主变电所为本工程供电，无新建主变电所，依据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2018）与《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中的相关规定，确定本项目不需进行电磁评价。

1.6.9 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的规定，根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，将环境风险评价工作划分为一、二、三级及简单分析。

表 1.6-2 环境风险评价工作等级划分表

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 a
a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。				

本工程涉及的风险物质主要为施工期施工车辆及机械车辆自带的柴油、润滑油等。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），本工程 Q 值为 <1 ，环境风险潜势为I，环境风险评价工作为简单分析。

1.7 评价范围、评价时段

1.7.1 评价涉及的工程范围

本工程起点站为大托铺站，终点站为毛竹塘站（不含），区间共设置车站 7 座，包括车站、车站土建预埋工程等，不新建停车场及主变。

1.7.2 各环境要素评价范围

（1）生态环境

本工程正线采用地下敷设，仅车站出入口及环控设施涉及地表占地。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），生态评价范围考虑涵盖项目全部活动的直接影响区域和间接影响区域。确定生态评价范围为：线路中心线向两侧外延 300m 为评价范围；车站出入口等地表占地区域以及临时用地区域以占地红线外 500m 区域。

（2）声环境

本工程正线采用地下敷设，不新建停车场，也不设置地面出入线。根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2018）与《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）相关要求，确认本工程声环境评价范围为：沿线设置的风亭声源周围 30m；地下线冷却塔声源周围 50m。

（3）振动环境

根据《环境影响评价技术导则城市轨道交通》（HJ453-2018），本工程地下线的振动评价范围为距线路中心线两侧 50m。本工程地下线的室内二次结构噪声影响评价范围为距线路中心线两侧 50m；此外地下线平面圆曲线半径 $<500\text{m}$ 的路段的室内二次结构噪声评价范围扩大到线路中心线两侧 60m。

（4）地表水环境

项目地表水环境评价等级为三级 B，根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ2.3-2018），不设置评价范围，重点分析依托污水处理设施环境可行性。

（5）大气环境

根据《环境影响评价技术导则城市轨道交通》（HJ453-2018），确定大气环境影响评价范围为地下车站风亭周围 30m 以内的区域，施工期地面施工区厂界周边 200m 范围内区域。

（6）环境风险

项目环境风险评价等级为简单分析，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），大气、地表水和地下水环境风险评价范围与各要素影响评价范围一致。

1.7.3 评价时段

本次评价时段为工程施工期与运营期，其中施工期为2025年至2029年。本工程运营期预测年限则同设计年限，即初期：2032年；近期：2039年；远期：2054年。

1.8 环境保护目标调查

1.8.1 生态环境保护目标

根据现场调查和资料收集，通过工程与敏感区的范围叠图可知，本工程占地以及评价范围内均不涉及国家公园、自然保护区、自然公园等自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等生态环境敏感区，不涉及长株潭生态绿心。

项目与三区三线位置关系见附图13，与生态环境敏感区位置关系见附图14。

本工程生态影响保护目标主要是本工程施工期间和运营期间所有可能影响到的生态系统和生物资源，详见下表1.8-1。

表 1.8-1 本工程主要生态环境保护目标调查表

序号	保护目标	主要保护内容	位置关系	影响因素	保护要求
1	耕地	耕地的数量和质量。工程占用少量现状耕地，但不占永久基本农田。	主要分布在大托铺站至牛角塘站区间	土地占用造成耕地减少、影响农业生产，影响时段：施工期。	办理用地手续，施工临时占地及时复垦。
2	林地	林地的数量和质量，项目占用少量林地。本项目永久工程和临时工程均不占生态公益林。	大托铺站部分用地占用现状林地	土地占用造成植被破坏损失；影响时段：施工期。	办理用林手续，施工临时占地及时生态恢复。
3	自然植被	植被的数量及生态功能。本项目评价区大部分属于城市建成区，自然植被较少，未开发利用区间以灌木与草本为主。	主要分布在大托铺站至牛角塘站区间	土地占用造成植被损失及生物量减少。影响时段：施工期。	临时占地及时生态恢复
4	城市绿化、景观	城市道路两侧绿化植被、行道树等人工打造的城市生态景观	分布于牛角塘站至毛竹塘站区间	土地占用造成植被损失及生物量减少。影响时段：施工期。	临时占地及时进行生态恢复、树木迁移满足绿化园林及市政主管部门相关要求

注：本工程评价范围内不涉及生态保护红线和生态公益林，与本项目最近的生态敏感区为湖南天际岭国家森林公园，位于本项目终点北侧，最近距离约840m。

1.8.2 大气环境保护目标

本项目不进行大气环境评价工作等级判定，根据大气评价导则，无评价范围和环境保护目标统计要求。结合项目特点，考虑运营期风亭异味可能影响范围，对风亭周边 30m 范围内环境保护目标进行统计。

根据调查，大气评价范围内有 12 处（含 5 处规划环境保护目标）环境空气保护目标分布。详见下表 1.8-2。

表 1.8-2 本工程主要大气环境保护目标调查表

序号	保护目标名称	污染源信息		保护对象	保护内容	环境功能区	相对风亭方位	与风亭最近距离
		所在车站	风亭组编号					
1	规划商住地块 01	大托铺站	1 号风亭组： 活塞风亭	商住区	规划商住用地	2 类	N	10
			2 号风亭组： 活塞风亭				WN	10
2	规划商住地块 02	大托铺站	3 号风亭组： 活塞风亭	商住区	规划商住用地	2 类	EN	15
3	德盛欢乐广场	牛角塘站	2 号风亭组： 活塞风亭	商业区	规划商住用地	2 类	W	12
4	湖南鸿彪网络服务有限公司办公楼	中信广场站	3 号风亭组： 活塞风亭	办公区	办公人员	2 类	N	13
5	湘雅医院天心院区（在建）	湘雅医院（天心院区）站	2 号风亭组： 活塞风亭	医院	医患人员	2 类	N	15
			3 号风亭组： 活塞风亭				N	20
6	汇金芙蓉里购物中心	长沙理工大学站	2 号风亭组： 低矮敞口风亭	商业区	商业区	2 类	N	13
7	长沙国际创新中心	金海路站	1 号风亭组： 活塞风亭	办公区	办公人员	2 类	S	10

1.8.3 地表水环境保护目标

本工程污废水经市政污水管网排入雨花污水处理厂与暮云污水处理厂进一步处理达标后排放，受纳水体分别为圭塘河与港子河，项目废水属于间接排放。

本工程属于湘江流域，距离湘江最近距离约 2.63km。此外，本工程线位于大托铺站至牛角塘站区间下穿港子河与一处水塘。

本工程沿线地表环境保护目标详见下表 1.8-3。

表 1.8-3 地表水环境保护目标一览表

水体名称	所在区段	桩号	与线路位置关系	水体功能	水质目标
港子河	/	AK11+482~AK11+512	下穿	排洪	参考Ⅲ类
水塘	/	AK10+870-AK10+955	下穿	渔业用水	参照执行《渔业水质》

					标准》(GB 11607-89)
湘江	湘江长沙与湘潭交界处至二水厂取水口（新址）上游 1000m 处江段	/	位于工程西侧约 2.63km	饮用	III类

1.8.4 声环境保护目标

本工程线位均采用地下敷设，根据设计文件和现场调查，仅沿线 7 座地下车站设置的部分风亭和冷却塔评价范围内共计有 10 处（含 4 处规划环境保护目标）保护目标分布。

本工程风亭和冷却塔评价范围内声环境保护目标分布情况详见下表 1.8-4。

表 1.8-4 本工程风亭及冷却塔周边声环境保护目标分布情况一览表

序号	保护目标名称	编号	行政区划	所在车站	声源	方位	空间相对位置 /m			距离 /m	功能区划	不同功能区 户数(户/栋)		保护目标情况说明	其他声源		
							X	Y	Z			4a类	2类		类型	名称	位置关系
1	规划商住地块 01	DTP-01	天心区	大托铺站	冷却塔	南	/	/	/	/	4a类	0	0	规划商住地块，临城市主干道。 现状为大托机场	城市主干道	强体路（规划）	位于规划强体路北侧，地块边界紧邻规划强体路用地边界
					1号风亭组： 活塞风亭+新风亭+排风亭	东南	/	/	/	/							
					2号风亭组： 活塞风亭+新风亭+排风亭	南	/	/	/	/							
2	规划商住地块 02	DTP-02	天心区	大托铺站	冷却塔	北	0	-38	0	38	4a类	0	0	规划商住地块，临城市主干道。 现状为大托机场	城市主干道	强体路（规划）	位于规划强体路南侧，地块边界紧邻规划强体路用地边界
3	规划商住地块 03	DTP-03	天心区	大托铺站	3号风亭组： 双活塞风亭	南	0	-25	0	25	4a类	0	0	规划商住地块，临城市主干道。 现状为大托机场	城市主干道	强体路（规划）	位于规划强体路北侧，地块边界紧邻规划强体路用地边界
4	规划商住地块 04	DTP-04	天心区	大托铺站	3号风亭组： 双活塞风亭	北	/	/	/	/	4a类	0	0	规划商住地块，临城市主干道。 现状为大托机场	城市主干道	强体路（规划）	位于规划强体路南侧，地块边界紧邻规划强体路用地边界
5	德盛欢乐广场	NJT-01	天心区	牛角塘站	冷却塔	东	-7	2	0	8	4a类	1	0	已建商业中心，临城市主干道，共5栋商业建筑，层数为3F~12F，其中1栋3F商业广场正对冷却塔与2号风亭组。	城市主干道	天心大道	位于天心大道西侧，建筑与天心大道边界最近距离约25m
					2号风亭组： 活塞风亭+新风亭+排风亭	东	-10	3	0	11							
6	湖南鸿彪网络服务	ZX-01	天心区	中信广场站	3号风亭组： 双活塞风亭	南	0	13	0	13	4a类	1	0	已建湖南鸿彪网络服务有限公司办公楼，临城市主	城市主干道	芙蓉南路	位于芙蓉南路东侧，建筑与芙蓉南路边界最近距

	有限公司 办公楼												干道与城轨，5F 建筑， 正对 3 号风亭组			离约 24m	
														城际铁 路	城际铁路	位于城际铁路东 侧，建筑与城际 铁路边界最近距 离约 30m	
7	湘雅医院 天心院区 （在建）	XY-01	天心区	湘雅医 院（天 心院 区）站	冷却塔	南	/	/	/	/	2 类	0	1	在建湘雅医院天心院区， 现状为项目部临时办公 区。	城市主 干道	环保大道	位于环保大道北 侧，建筑与环保 大道边界最近距 离约 15m
					2 号风亭组： 活塞风亭+新 风亭+排风亭	南	/	/	/	/							
					3 号风亭组： 双活塞风亭	南	/	/	/	/							
8	湖南省税 务局	LG-01	雨花区	长沙理 工大学 站	冷却塔	东	-22	0	0	22	2 类	0	1	已建行政办公场所，临城 市主干道，共 3 栋 5~6F 建筑，其中 2 栋位于评价 范围，均正对冷却塔。	城市主 干道	汇金路	位于汇金路西 侧，建筑与汇金 路边界最近距离 约 45m
9	汇金芙蓉 里购物中 心	LG-02	雨花区	长沙理 工大学 站	2 号风亭组： 活塞风亭+新 风亭+排风亭	南	0	10	0	10	4a 类	1	0	已建商业中心，临城市主 干道，共 5 栋 3F 商业建 筑，其中 2 栋位于评价范 围，正对或侧对 2 号风亭 组。	城市主 干道	环保大道	位于环保大道北 侧，建筑与环保 大道边界最近距 离约 30m
10	长沙国际 研创中心	JHL-01	雨花区	金海路 站	冷却塔	北	0	-13	0	13	4a 类	2	0	已建商业办公中心，临城 市主干道，共 2 栋 6F 商 业办公建筑位于评价范 围，均正对冷却塔与 1 号 风亭组。	城市主 干道	环保大道	位于环保大道南 侧，建筑与环保 大道边界最近距 离约 30m
					1 号风亭组： 活塞风亭+新 风亭+排风亭	北	0	-12	0	12							

备注：1.表中空间相对位置统计的坐标原点为各声源建筑距环境保护目标最近点；

2.对于已建环境保护目标，表中距离指风亭或冷却塔距离现状建筑边界距离；

3.对于规划/在建环境保护目标，表中距离值风亭或冷却塔距离规划/在建地块边界的距离，若风亭或冷却塔位于规划/在建地块范围内，则以“/”表示。

1.8.5 振动环境保护目标

根据调查，本工程正线评价范围内共有 37 处振动环境保护目标、二次结构噪声保护目标。

本工程沿线振动环境、二次结构噪声保护目标统计详见下表 1.8-5。

表 1.8-5 本工程振动及二次结构噪声环境保护目标表

序号	所在行政区	环境保护目标名称	编号	所在区间	线路条件			与线路的相对位置，单位/m						环境保护目标概况								地质条件	环境功能区
					路线敷设方式	曲线半径	车速	起讫点桩号		方位	最小距离	地面标高	轨顶标高	埋深	建设情况	层数	结构	建设年代	建筑类型	规模	使用功能		
1	天心区	王家巷居民点	V01	大托铺至牛角塘	地下	600	75.01	AK11+014	AK11+200	穿越	0 (上压)	43.5	27.2	16.3	已建	2~3	砖混结构	00 年代	IV	37 栋	居住	中风化泥粉质砂岩	居民、文教区
2		天悦和苑二期小区	V02	大托铺至牛角塘	地下	600	75.01	AK11+250	AK11+365	穿越	3	41.8	16.8	25.0	已建	17	框架结构	10 年代	II	6 栋	居住	中风化泥粉质砂岩	居民文教区
3		德盛欢乐广场	V03	牛角塘至中信广场	地下	/	75.18	AK12+077	AK12+237	左	36	43.3	27.8	15.5	已建	3~5	框架结构	10 年代	III	3 栋	商业	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
4		中海嘉园小区	V04	牛角塘至中信广场	地下	/	75.18	AK12+100	AK12+450	右	38	43.5	27.8	15.7	已建	14	框架结构	10 年代	II	2 栋	居住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
5		中南林业科技大学碳循环研究中心（规划）	V05	牛角塘至中信广场	地下	/	75.18	AK12+240	AK12+360	左	22	42.8	25.1	17.7	规划	/	/	/	/	/	科研（规划）	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
6		天心区税务局先锋税务所	V06	牛角塘至中信广场	地下	2000	75.18	AK12+367	AK12+387	左	44	43.5	22.3	21.2	已建	3	框架结构	10 年代	III	1 栋	行政办公	中风化泥粉质砂岩	居民、文教区
7		中信新城-翰林街	V07	牛角塘至中信广场	地下	2000	75.18	AK12+410	AK12+526	左	47	43.8	22.0	21.8	已建	3	框架结构	10 年代	III	3 栋	商业	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
8		中信凯旋城	V08	牛角塘至中信广场	地下	2000	75.18	AK12+455	AK12+525	右	32	43.3	22.0	21.3	已建	3	框架结构	10 年代	III	2 栋	商业	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
9		中信文化广场	V09	牛角塘至中信广场	地下	2000	75.18	AK12+706	AK12+885	左	33	45.8	19.8	26.0	已建	8~13	框架结构	10 年代	II	2 栋	商住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
10		规划商住地块 01	V10	牛角塘至中信广场	地下	400	75.18	AK13+020	AK13+445	穿越	0 (上压)	49.9	21.5	28.4	规划	/	/	/	/	/	商住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
11		先锋新宇南区	V11	中信广场至湘雅医院（天心院区）	地下	400	70.04	AK13+640	AK13+838	穿越	0 (上压)	49.9	21.5	28.4	已建	11	框架结构	00 年代	II	2 栋	居住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
12		友阿奥特莱斯	V12	中信广场至湘雅医院（天心院区）	地下	400/450	70.04	AK13+772	AK14+208	穿越	0 (上压)	53.5	28.2	25.3	已建	3	框架结构	10 年代	III	12 栋	商业	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
13		湘雅医院天心院区（在建）	V13	湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	地下	800	75.02	AK14+327	AK14+572	左	3	62.4	34.8	27.6	在建	8~14	框架结构	20 年代	II	-	医疗卫生	中风化泥粉质砂岩	居民、文教区
14		中海湘庭名城	V14	湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	地下	800	75.02	AK14+330	AK14+540	右	7	60.4	34.8	25.6	在建	-	框架结构	20 年代	II	-	居住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
15		先锋街道先锋经济合作社	V15	湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	地下	2000	75.02	AK14+684	AK14+721	左	49	66.1	41.0	25.1	已建	1	框架结构	10 年代	IV	1 栋	行政办公	中风化泥粉质砂岩	居民、文教区
16		长沙市基督教城南教堂	V16	湘雅医院（天心院区）至长沙	地下	2000	75.02	AK14+745	AK14+882	左	42	69.3	43.9	25.4	在建	3	框架结构	20 年代	III	1 栋	宗教	中风化泥粉质砂岩	居民、文教区

				理工大学																			
17		味食在生态特色餐厅	V17	湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	地下	2000	75.02	AK14+918	AK14+960	左	36	72.5	44.7	27.8	已建	1	砖混结构	10年代	V	1栋	商业	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
18		远航健康城（商业办公区）	V18	湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	地下	2000	75.02	AK14+860	AK14+930	右	28	71.7	43.9	27.8	已建	6	框架结构	10年代	III	1栋	商业办公	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
19		湘煌建筑商业楼	V19	湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	地下	2000	75.02	AK15+088	AK15+136	右	18	75.9	49.7	26.2	已建	6	框架结构	10年代	III	1栋	商住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
20		湖南理工大学医院	V20	湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	地下	2000	75.02	AK15+138	AK15+213	右	26	76.5	49.9	26.6	已建	4	框架结构	10年代	III	1栋	医疗卫生	中风化泥粉质砂岩	居民、文教区
21	雨花区	金汇园小区	V21	湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	地下	/	75.02	AK15+332	AK15+602	左	38	78.0	49.9	28.1	已建	6	框架结构	10年代	III	1栋	居住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
22		汇金·芙蓉里购物中心	V22	长沙理工大学至金海路	地下	/	75.07	AK15+950	AK16+075	左	36	73.6	49.7	23.9	已建	3	框架结构	10年代	III	5栋	商业	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
23		嘉华城小区	V23	长沙理工大学至金海路	地下	/	75.07	AK16+217	AK16+292	左	36	70.6	49.5	21.1	已建	18	框架结构	10年代	II	1栋	居住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
24		汇金城二期	V24	长沙理工大学至金海路	地下	1000	75.07	AK16+325	AK16+548	左	20	69.0	49.6	19.4	已建	24	框架结构	10年代	II	4栋	居住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
25		古樟树社区公共服务中心	V25	长沙理工大学至金海路	地下	1000	75.07	AK16+370	AK16+415	左	26	68.3	49.6	18.7	已建	3	框架结构	10年代	III	1栋	行政办公	中风化泥粉质砂岩	居民、文教区
26		长沙屿	V26	长沙理工大学至金海路	地下	1000	75.07	AK16+415	AK16+460	右	47	68.2	49.8	18.4	已建	24	框架结构	20年代	II	2栋	商业办公	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
27		汇金城三期	V27	长沙理工大学至金海路	地下	1000	75.07	AK16+584	AK16+804	左	30	65.4	51.3	14.1	已建	24	框架结构	10年代	II	4栋	居住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
28		长沙国际研创中心	V28	长沙理工大学至金海路	地下	1000	75.07	AK16+581	AK16+801	右	36	67.6	51.3	16.3	已建	20	框架结构	10年代	II	2栋	商业办公	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
29		乐沃居智慧谷	V29	金海路至省公共交易中心	地下	1000	75.10	AK16+971	AK17+124	左	42	70.5	46.5	24.0	已建	3	框架结构	10年代	III	2栋	商住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
30		长沙国际企业中心	V30	金海路至省公共交易中心	地下	1000	75.10	AK17+175	AK17+368	左	31	76.0	46.3	29.7	已建	6	框架结构	10年代	III	3栋	商业办公	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
31		君相遇环保公寓	V31	金海路至省公共交易中心	地下	1000	75.10	AK17+411	AK17+481	右	34	77.9	46.0	31.9	已建	16	框架结构	10年代	II	1栋	居住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
32		绿地新都会小区（在建）	V32	金海路至省公共交易中心	地下	350	75.10	AK17+639	AK17+752	右	33	74.6	45.8	28.8	在建	26	框架结构	20年代	II	2栋	居住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
33	雨花区供水公司城南分公司	V33	金海路至省公共交易中	地下	/	75.10	AK18+398	AK18+414	左	25	64.3	47.6	16.7	已建	3	砖混结构	00年代	III	1栋	办公	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区	

				心																			
34		碧水龙庭小区	V34	省公共交易中心至毛竹塘（终点）	地下	500	75.10	AK19+008	AK19+251	左	27	64.1	37.8	26.3	已建	18/24	框架结构	10 年代	II	6 栋	居住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
35		桃阳安置小区	V35	省公共交易中心至毛竹塘（终点）	地下	1000	75.10	AK19+313	AK19+412	左	22	64.4	38.8	25.6	已建	29	框架结构	10 年代	II	2 栋	居住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
36		桃阳农贸市场	V36	省公共交易中心至毛竹塘（终点）	地下	1000	75.10	AK19+435	AK19+504	左	16	65.1	39.5	25.6	已建	5	砖混结构	10 年代	III	1 栋	商住	中风化泥粉质砂岩	交通干线两侧区
37		长沙永济医院	V37	省公共交易中心至毛竹塘（终点）	地下	800	75.10	AK19+512	AK19+596	左	20	65.2	39.7	25.5	已建	5	砖混结构	10 年代	III	2 栋	医疗卫生	中风化泥粉质砂岩	居民、文教区

备注：1、根据实际调查，将实际使用功能为居住、行政办公、商住、文化设施纳入环境保护目标统计；

2、表格中速度为保护目标所在区间的最大设计速度；

3、线路埋深指敏感点地坪高程至轨顶面高程的深度；

4、表中“水平距离”指现状保护目标建筑边界或规划保护目标用地边界距离线路最近距离；

5、表中规模指位于振动与二次结构噪声评价范围内的建筑数量。

1.8.6 文物保护目标

根据长沙市文化旅游广电局出具的复函（详见附件），本工程占地范围及沿线均不涉及文物保护单位及其保护范围、建设控制地带，周边无不可移动文物，也不涉及文物埋藏区。

2 工程概况

2.1 建设项目概况

(1) 项目名称：长沙市轨道交通 5 号线延长线工程

(2) 建设单位：长沙市轨道交通建设有限责任公司

(3) 建设性质：新建

(4) 建设地点：湖南省长沙市雨花区与天心区

(5) 工程内容及建设规模：长沙市轨道交通 5 号线延长线工程建设范围为起点站大托铺站至毛竹塘站（不含），线路全长 9.24km，设站 7 座，本工程拟采用 B 型车，初、近、远期均为 6 辆编组，列车最高运行速度为 80km/h。本期工程不新建停车场及主变，利用一期工程水渡河车辆段和天际岭主变。

(6) 工程总投资：59.09 亿元，其中环保投资 6722.7 万元，占总投资的 1.14%。

(7) 建设工期：计划于 2025 年动工，2029 年 9 月开通试运营。

2.1.1 线路走向及敷设方式

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程整体呈东西走向，主要沿万家丽路、环保大道、天心大道、规划强体路敷设，线路全长约 9.24km，全地下敷设；共设 7 座车站，均为地下车站，平均站间距为 1.36km。

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程在规划数谷大道与强体路交叉口设大托铺站，出站后线路由强体路转向东北沿天心大道敷设，于天心大道与新电路交叉口设牛角塘站，出站后线路转向东，在芙蓉路与托子冲路交叉口北侧设中信广场站，与 1 号线、长株潭城际换乘。之后线路下穿长株潭城际高架后转向东南沿环保大道敷设，依次在湘雅医院（天心院区）路口设湘雅医院（天心院区）站；在汇金路路口设长沙理工大学站，与在建 7 号线换乘；在金海路口设金海路站，出站后线路继续沿环保大道向东，在万家丽路口转向北沿万家丽路敷设，在省公共交易中心口北侧设省公共交易中心站；出站后向北接入一期工程起点毛竹塘站（原时代阳光大道站，本期工程不含）。

站点布置为：西起大托铺站—牛角塘站—中信广场站（1 号线和长株潭城际换乘）—湘雅医院（天心院区）站—长沙理工大学站（在建 7 号线换乘）—金海路站—省公共交易中心站—接入一期工程毛竹塘站（不含）。

长沙市轨道交通5号线延长线工程线路示意图

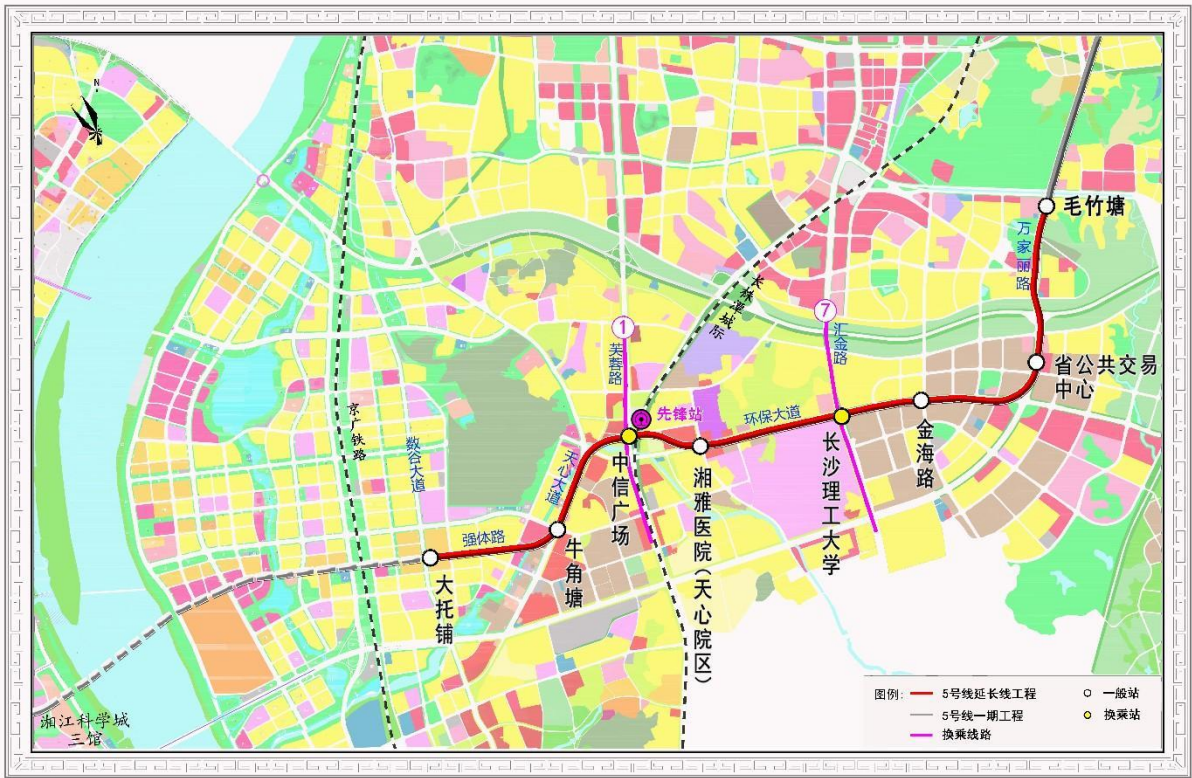


图 2.1-1 长沙市轨道交通 5 号线延长线工程线路示意图

本项目串联暮云组团与奥体新城片区，行经奥体新城片区、南部融城片区启动区、雨花环保西片和东片区，基本上沿城市道路敷设，主要沿规划强体路、天心大道、环保大道、万家丽路敷设。其中天心大道为城市主干道，现状为双向 8 车道，红线宽度 60m；环保大道为城市主干道，现状为双向 8 车道（主路双 6，辅路双 2），红线宽度 46m；万家丽路为南北向快速路，现状为双向 10 车道（主路双 6，辅路双 4），红线宽度 66m，路两侧各有 10m 的绿化带，上述道路沿线主要为建成区，现状地面客流繁忙。规划强体路为次干道，沿线以待开发用地为主。结合本项目的功能定位、沿线现状及规划，以及环境协调、地质、环境保护等方面考虑，全线采用地下敷设方式。

本项目线路基本走向见附图 1，线路平面布置及线路纵断面见附图 2。

2.1.2 设计年度及客流量预测结果

（1）设计年度

本工程设计年初、近、远期分别为 2032 年、2039 年和 2054 年。

（2）客流规模预测结果

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程建成通车后，长沙市轨道交通 5 号线全线初期日均客运量达 35.6 万人次/日；近期随着土地开发强度的增加和轨道交通线网的进一步

形成，客流增加显著，日均客运量达 58.6 万人次/日，年均增长率为 7.38%；远期客流平稳增长，日均客运量达 89.0 万人次/日，年均增长率为 2.83%。其中长沙市轨道交通 5 号线延长线工程初期日均客运量为 10.0 万人次/日，近期日均客运量增长至 17.5 万人次/日，远期日均客运量增长为 26.3 万人次/日，客运强度达 2.80 万人次/公里。

长沙市轨道交通 5 号线全线初、近、远期总体客流指标以及长沙市轨道交通 5 号线延长线工程客流指标见下表 2.1-1。

表 2.1-1 长沙市轨道交通 5 号线全线及延长线客流总体指标

项目	初期	近期	远期
总体指标	长沙市轨道交通 5 号线全线		
设计年度	2032 年	2039 年	2054 年
线路长度（公里）	32.0	43.7	46.3
日均客运量（万人次/日）	35.6	58.6	89.0
平均运距（公里）	6.9	8.4	8.6
客运强度（万人次/公里）	1.11	1.34	1.92
单向高峰最大断面客流量 （万人次/小时）	1.34	2.15	3.25
延伸线指标	延长线工程		
线路长度（公里）	12.02		
客运量（万人次/日）	10.0	17.5	26.3
客运强度（万人次/公里）	1.06	1.86	2.80
单向高峰最大断面客流量 （万人次/小时）	0.60	1.39	2.13

2.1.3 工程主要技术标准

本工程拟采用 B 型车，初、近、远期均为 6 辆编组，列车最高运行速度为 80km/h。路线及车辆采用的主要技术标准见下表 2.1-2。

表 2.1-2 本工程主要技术一览表

指标名称		采用标准
线路	线路平面	①正线数目：双线； ②区间最小曲线半径：一般 300m，困难 250m； ③车站最小曲线半径：1000m； ④辅助线最小曲线半径：一般 200m，困难 150m。
	线路纵断面	①坡度：其中区间最大坡度为一般 30%，困难 35%；车站坡度为地上平坡、地下 2‰； ②竖曲线半径：其中正线区间竖曲线半径一般 5000m，困难时 3000m；车站端部竖曲线半径一般 3000m，困难时 2000m；辅助线竖曲线半径为 2000m。
轨道	轨距	1435mm，小半径曲线按《地铁设计规范》进行加宽。

	钢轨	正线及配线采用 60kg/m 钢轨
	轨底坡	采用 1/40 轨底坡，道岔及道岔间不足 50m 的地段不设轨底坡
	扣件	整体道床地段采用弹条Ⅲ型分开式扣件。
	道岔	正线及配线采用 60kg/m 钢轨 9 号道岔。
	道床	地下线采用现浇整体道床。根据本次评价振动预测情况采用相应的轨道减振结构，不同的道床的衔接设弹性过渡段。
	扣件铺设密度	正线及配线 1680 对/km。
	最大超高	120mm，允许未被平衡欠超高为 61mm。 地下线曲线超高采用半超高，即外轨抬高超高值的一半、内轨降低超高值的一半的方法设置。车站站台有效长度范围内的曲线超高不应大于 15mm。超高顺坡率不宜大于 2‰，困难地段不应大于 2.5‰。
车辆	外形尺寸	长 19.52m（中间车）、长 20.12m（带司机室车，不含车钩）；宽度 2.8m（底板面处），高度≤3.85m。
	最高运行速度	80km/h。
	编组	采用四动两拖 6 辆编组 B 型车，编组长度：≤120m。
	簧下质量	动力车簧下质量 7.1t，拖车簧下质量 5.1t。
	自重	≤198t。
	轴重	≤14t。
	转向架轴距	2300mm。
行车组织	供电方式	采用交流 110/35kV 集中供电系统、直流 1500V 牵引供电系统。
	列车编组	车辆采用 B 型车 6 辆编组，定员 1258 人/列（5 人/平米）。
	行车密度	初期最大行车密度 13 对/小时；近期最大行车密度 27 对/小时；远期最大行车密度 30 对/小时。

2.1.4 行车组织及运行管理

1、运行交路

本工程建成通车后，长沙市轨道交通 5 号线全线推荐初期按单一交路，近远期按 2:1 开行大小交路，初期单一交路为大托铺—水渡河；近、远期小交路为大托铺—水渡河，大交路分别为九冲—纬三路、湘江科学城—纬三路。初期早晚高峰开行 12 对/小时，近期早晚高峰开行 12+6 对/小时，远期早（晚）高峰开行 20+10（18+9）对/小时。系统规模与远期交路保持一致，按照大小交路 20+10 对/小时预留。

本工程实施后长沙市轨道交通 5 号线全线的运行交路如图 2.1-1 与图 2.1-2。

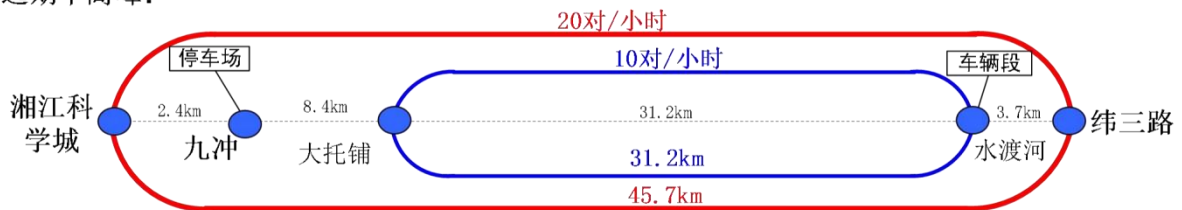
初期早高峰:



近期早高峰:



远期早高峰:



系统规模:

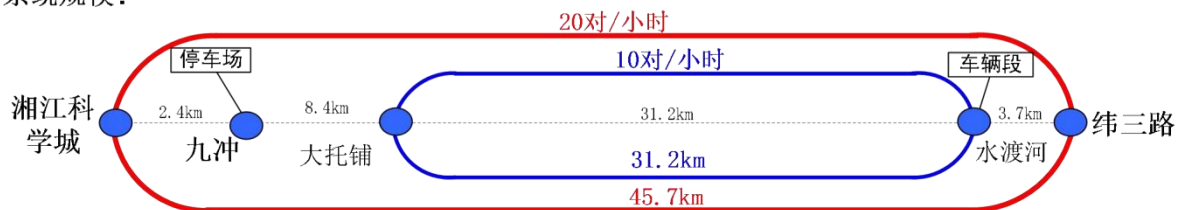


图 2.1-1 本工程投运后长沙市轨道交通 5 号线全线各年限早高峰列车运行交路

初期晚高峰:



近期晚高峰:



远期晚高峰:



图 2.1-1 本工程投运后长沙市轨道交通 5 号线全线各年限晚高峰列车运行交路

2、输送能力

设计运输能力是以预测客流各设计年限高峰小时单向最大断面客流量、列车编组辆数、车辆定员及行车最小间隔为依据进行设计。

本工程实施后长沙市轨道交通 5 号线全线各年限设计运输能力见下表 2.1-3。

表 2.1-3 长沙市轨道交通 5 号线一期工程+5 号线延长线工程设计输送能力表

设计年度			初期	近期		远期		系统规模	
大交路（km）			31.2	43.4		45.7		45.7	
小交路（km）			-	31.2		31.2		31.2	
列车编组（辆/列）			6						
列车定员（人/列）			1258						
预测最高客流断面（人次/h）			13441	21500		32530		-	
高峰小时列车开行对数 （对/h）	大交路		12	18	12	30	20	30	20
	小交路		-		6		10		10
单向高峰	设计输送能力（人次/h）		15096	22644		37740		37740	
	运能富裕（%）		10.96%	5.05%		13.80%		-	
	区间乘客最大拥挤度 （人/m ² ）		4.3	4.7		4.1		-	
旅行速度(km/h)		大交路	33	35		35		35	
		小交路	-	33		33		33	
列车配属	运用车 （列）	大交路	25	32		55		55	
		小交路	-	13		21		21	
		合计	25	45		76		76	
	备用车（列）		2	2		2		2	
	检修车（列）		2	5		7		7	
	合计（列）		29	52		85		85	
	备用检修率		16.0%	15.2%		11.8%		11.8%	

3、服务时间及全日行车计划

(1) 服务时间

根据国内现有地铁的运营时间，结合国内开通线路的运营时间以及长沙市民的生活出行习惯，列车交路运营时间建议为早 6 点至晚 24 点，全天运营 18 小时。

其余时间用于车辆和设备系统的检修，特殊时间段如节假日、举行重大活动时可考虑适当的延长运营时间。

(2) 全日行车计划

根据全日的预测客流特征进行全日行车计划编制与调整，本工程实施后长沙市轨道交通 5 号线全线初、近、远期全日计划开行列车对数分别为 162 对、216 对（含 24 对小交路）与 318 对（含 38 对小交路）。全日各小时行车计划详见下表 2.1-4。

表 2.1-4 本工程投运后长沙市轨道交通 5 号线全线全日行车计划一览表

时间	初期 (2032 年)	近期（2039 年）		远期（2054 年）	
		大交路	小交路	大交路	小交路
6:00-7:00	8	12	-	15	-
7:00-8:00	12	12	6	20	10
8:00-9:00	12	12	6	20	10
9:00-10:00	10	12	-	15	-
10:00-11:00	8	10	-	15	-
11:00-12:00	8	10	-	15	-
12:00-13:00	8	10	-	15	-
13:00-14:00	8	10	-	15	-
14:00-15:00	8	10	-	15	-
15:00-16:00	8	10	-	15	-
16:00-17:00	10	12	-	15	-
17:00-18:00	12	12	6	18	9
18:00-19:00	12	12	6	18	9
19:00-20:00	10	12	-	15	-
20:00-21:00	8	10	-	15	-
21:00-22:00	8	10	-	15	-
22:00-23:00	6	8	-	12	-
23:00-24:00	6	8	-	12	-
合计（对）	162	192	24	280	38
		216		318	

2.1.5 工程组成及主要工程内容

本工程主要工程内容包括主体工程（线路、车站等）、公用工程、环保工程、辅助工程以及依托工程等，工程组成详见下表 2.1-5。

表 2.1-5 本项目工程组成一览表

工程类别		工程内容
主体工程	线路工程	本工程正线全长 9.24km，全部采用地下敷设。轨面埋深 12~33m 左右，隧道以圆形断面为主。
	车站工程	本工程设车站 7 座，均为地下车站，其中设换乘站 3 座（其中桂井站与规划低运量云巴换乘，中信广场站与 1 号线以及长株潭城际换乘，长沙理工大学站与在建 7 号线换乘）。平均站间距约 1.35km。 本工程车站均采用地下两层或三层岛式车站，地下两层车站一般埋深约 14.75m。

	停车场	本期工程不新建停车场，利用一期工程水渡河车辆段。
	主变电所	本期工程不新建主变电所，利用一期工程现有天际岭主变电所供电。
公用工程	运营控制中心	根据长沙市轨道交通网络规划，长沙市轨道交通 1、2、3、4、5 号线共用控制中心，控制中心由 2 号线负责建设。本次不新建。
	供电系统	本工程全线正常运行情况下，利用长沙市轨道交通 5 号线一期工程现有天际岭主变电所供电。当天际岭主所故障解列时，由长沙市轨道交通 5 号线一期工程现有长善路主所为本工程供电。 天际岭主变电所将从城市电网引入 110kV 电源降压为 35kV 电压，35kV 电压通过中压供电网络向各沿线牵引变电所、降压变电所供电。其中 35kV 电压通过沿线牵引变电所车站进行整流输出 DC1500V 的接触网向列车供电。
	暖通系统	本工程各车站推荐采用双活塞系统，在与周边环境不允许、规划部门的协调和地面建筑物的征地、拆迁困难时，可采用单活塞系统，但应适当加大活塞风道截面。典型地下车站设 2 组风亭组+1 个冷却塔，每组包括排风亭、活塞风亭、新风亭。每个车站的空调水系统设有 2 台水冷式制冷机，配 2 台冷冻水泵、2 台冷却水泵、2 台冷却塔；制冷机、冷冻水泵、冷却水泵布置在车站一端的制冷机房内。
	给水系统	本工程给水全部由市政供水管网接入。
	排水系统	本工程排水采用雨污分流。其中各车站雨水直接排入市政雨水管网；各车站生活污水经过集水池收集排入市政污水管网，接入城市污水处理厂处理。
	通信系统	本工程通信传输系统推荐采用 OTN（光传输网络）技术组网，将 SPN（切片分组网）作为备选方案。 本工程无线通信系统拟与长沙市轨道交通 5 号线一期工程保持技术一致性，便于兼容和互联互通，推荐采用 800M 频段 TETRA 数字集群无线通信系统。 本工程视频监视系统推荐采用 IP 网络超高清视频制式和 H.265 编码方式。系统由控制中心监视子系统、车站监视子系统、车载监视子系统组成。其中车载监视子系统由车辆配置。 本工程广播系统由正线运营广播系统、列车广播系统组成，列车广播设备由车辆配套设置。
	信号系统	本工程采用与长沙市轨道交通 5 号线一期工程一致的信号系统设备，即采用基于通信的列车运行控制系统（CBTC），车地无线通信系统则采用 LTE-M 方式。
	环境与设备监控系统	本工程拟采用 FAS 集成于综合监控系统。 FAS 在各车站、主变的消防控制室（车站控制室）配备火灾报警控制盘、FAS 图形工作站。FAS 全线不单独组网，车站级 FAS 图形工作站通过网关提供两个独立的 10/100M 以太网接口直接与综合监控系统的交换机相连，完成在 ISCS 中的集成。在控制中心 FAS 不设置专用设备，由综合监控系统设置操作员工作站完成 FAS 中央级功能（由 FAS 提出功能需求），实现 FAS 中央级在综合监控系统中的集成。
辅助工程	施工场地、施工营地	本工程拟设 7 处施工场地，均布设在车站施工区。主要功能为 TBM 始发井和接收井、设备堆存、铺轨基地、办公调度。 拟设 2 处施工营地，拟布设在大托铺站与长沙理工大学站。
	取弃土场	本工程不设置取弃土场。
	料场	本工程不设置料场，建筑材料为外购商品料。
	混凝土拌合站	本工程不设置混凝土拌合站，采用商品混凝土。
	施工便道	本工程主要施工道路均利用既有市政道路。仅在大托铺站新建或改建几处施工便道，用于来料和出渣。
环保工	降噪	①采用声学性能优良的风机、冷却塔采用低噪设备，冷却塔宜采用《机械通风冷却塔 第 1 部分：中小型开式冷却塔》（GB/T 7190.1-2018）噪声分级 I 级的冷却塔。 ②各车站站新风亭、排风亭设置不低于 3m 长片式消声器，活塞风机前后设置不

程		低于 3m 长片式消声器。
	减振	本工程正线拟设置减振措施 5877m，其中： 左线中等减振 7 段共设置 1220m（单线）；高等减振 1 段共设置 165m（单线）；特殊减振 3 段共设置 1550m（单线）；右线中等减振 8 段共设置 1234m（单线）；高等减振 2 段共设置 463m（单线）；特殊减振 3 段共设置 1245m（单线）。
	废气处理	地下车站排风亭、活塞风亭周边设置 15m 的大气环境保护距离，排风口不正对环境空气环境保护目标。停车场食堂油烟采用油烟净化装置处理后由专用烟道高空排放。
	废水处理	沿线车站及停车场生活污水通过集水池收集满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后排放市政污水管网，食堂废水需经过隔油预处理后，再进入市政污水管网。
	固体废物处置	各车站生活垃圾经收集后转交环卫统一处置；一般工业固废外运综合利用处置；危险废物依托水渡河车辆段危险废物暂存间暂存，定期交由有资质的单位转运处置。
	生态保护措施	及时对施工临时占地进行生态恢复；站场施工完成后，恢复施工区域占用的绿化及城市景观植被。
依托工程	停车场	本期工程不新建停车场，利用一期工程水渡河车辆段对车辆进行检修与停放。根据估算，现有水渡河车辆段车辆检修能力可满足本工程需求。 根据与规划等部门对接成果，本工程范围内无条件设置停车场，建议建设时序后延。根据行车资料，本项目线路长度近期对应的全线配属车为 43 列，目前已建成的水渡河车辆段停车能力为 39 列，近期停车规模缺口为 4 列，根据全线配线设计方案，可考虑在正线存车线停放 4 列车，因此，近期可满足全线配属车的停放需求。远期需新增 1 处停车场，以满足远期配属车停车需求。
	主变电所	本工程全线正常运行情况下，本工程由天际岭主所供电。当天际岭主所故障解列时，由长善路主所为本工程供电。 经初步调研，本工程主变电所预留容量基本上满足本工程接入，目前均不需要对主变容量进行扩容。天际岭主所内 SVG 目前安装容量可满足延长线工程接入需求，并且本工程可利用再生能量回馈装置和既有 SVG 共同进行无功补偿，因此，本工程建议不进行主变电所内 SVG 改造。 天际岭主所内已预留 35kV 开关柜安装条件，电缆路径上预留电缆敷设条件，延长线工程接入时需做接入部分柜子等改造工程。

2.1.5.1 线路工程

本工程正线全长为 9.24km，主要沿规划强体路、天心大道、环保大道、万家丽路敷设。其中天心大道为城市主干道，现状为双向 8 车道，红线宽度 60m；环保大道为城市主干道，现状为双向 8 车道（主路双 6，辅路双 2），红线宽度 46m；万家丽路为南北向快速路，现状为双向 10 车道（主路双 6，辅路双 4），红线宽度 66m，路两侧各有 10m 的绿化带，上述道路沿线主要为建成区，现状地面客流繁忙。规划强体路为次干道，沿线以待开发用地为主。结合本项目的功能定位、沿线现状及规划，以及环境协调、地质、环境保护等方面考虑，全线采用地下敷设方式。

2.1.5.2 车站

（1）车站布置情况

本工程线路全长约 9.24km，全地下敷设；共设 7 座车站，均为地下车站。平均站间距为 1.36km。

(2) 车站管理、设备配套用房设置情况

本工程各车站配备的车站管理用房、设备用房设置情况详见下表 2.1-6 与 2.1-7。

表 2.1-6 本工程各车站管理用房设置情况一览表

房间名称		面积 (m ²)	装修后地 面标高	门类	门洞尺寸	门开启 方向	备注
车站 控制 室	一般站	45	0.45	甲级防火门	1200×2300	外	宜设在站厅层客流较多一端，并能直观站厅公共区情况
	换乘站	60	0.45				
站长室		12	0.45	钢质防护门	1050×2300	内	与车控室相邻设置
站务室		12	0.0	钢质防护门	1050×2300	内	宜靠近站长室
公安警务室		20	0.0	甲级防火门	1050×2300	外	宜设在站厅层客流较多一端，并面向公共区开门
安保执勤室		10	0.00	甲级防火门	1050×2300	外	宜设在站厅层客流较多一端，并面向公共区开门
会议室 (交接班室)		25	0.0	钢质防护门	1050×2300	内	宜设在主要管理设备用房区一端
车站备品库		20	0.0	钢质防护门	1050×2300	内	宜设在站厅层
男女更衣室		14(18)	0.0	钢质防护门	1050×2300	内	男 12，女 15，换乘站按 1.5 倍设置，宜设在站厅层主要管理设备用房区一端
工作人员 卫生间		8×2	-0.02	钢质防护门 (带百叶)	1050×2300	内	设在站厅层主要管理设备用房区一端，女厕不少于 2 个坑位，男厕不少于 1 个坑位、1 个小便器。
公共卫生间			-0.02	无门化设计	无门化设计	内	设在站台层主要管理设备用房区一端，女厕不少于 5 个坑位，男厕不少于 2 个坑位、4 个小便器。无障碍卫生间应独立设置。
母婴室		7	-0.02	电动门 (带百叶)	1050×2300	外	紧邻公共卫生间
无障碍卫生间		6	-0.02	电动门(带 百叶)	1050×2300	外	紧邻公共卫生间
茶水间			-0.02	无门化设计	无门化设计		设置在站厅层
保洁 工具间		2×5	-0.02	钢质防护门 (站厅；甲 级防火门 (站台)	1050×2300	内	每层设一间
垃圾间		10	0.0	钢质防护门 (站厅)	1050×2300	内	设在站厅层
商铺		30	0.0	A 类防火卷 帘	3000x3300 (根据具体 设计选取)		设在站厅层非付费区不影响疏散区域，单间不大于 30 m ² ，每个站厅商铺总面积不大于 100m ²
				甲级防火门	1050×2300	外	

房间名称	面积 (m ²)	装修后地 面标高	门类	门洞尺寸	门开启 方向	备注
客服中心	2.5×3.5	0.0				设在站厅层付费区与非付费区分界长边中心处（大客流车站设置于两侧）
乘务员休息室	15	0.0	甲级防火门	1050×2300	外	设在站台层（折返站设）
司机室	10	0.0	甲级防火门	1050×2300	外	设在站台层（折返站设）
列检室	10	0.0	甲级防火门	1050×2300	外	设在站台层（折返站设）
各专业驻站点 管理用房	-	0.0	钢质防护门	1050×2300	内	按运营需求设置，配线站优先考虑

表 2.1-7 本工程各车站设备用房设置情况一览表

房间名称	面积 (m ²)	装修后地 面标高	门类	门洞尺寸	门开启方 向	备注
高压细水雾泵房	35	0	甲级防火门	1200×2300	外	门口设 200 高门槛及防淹挡板；可与消防泵房合设，合设面积 80m ²
配电间	10	0.0	甲级防火门	1050×2300	外	每个防火分区一间，可与环控电控室合设
警用通信设备室	25	0.0	甲级防火门	1050×2300 1200×2300	外	临近公安警务室
专用通信设备室	80	0.0	甲级防火门	1050×2300 1200×2300	外	临车站控制室，含通信设备、AFC 设备、综合监控设备。
票务管理室	15	0.0	防盗门	1050×2300	外	一般站 20，中心站 25，设在站厅层
通信电源室	40	0.0	甲级防火门	1200×2300	外	临近专用通信设备室
商用通信设备室	50	0.0	甲级防火门	1050×2300	外	
电缆引入间	10	0	甲级防火门	1050×2300	外	近通信设备室、信号设备室
站台门控制室	22	0.0	甲级防火门	1200×2300	外	设在站台层，与车控室、信号设备室同一端
信号 值班室	15	0.0	甲级防火门	1050×2300	外	临近信号设备室，仅设备集中站设
信号设备 室	设备 集中站	90	甲级防火门	1050×2300	外	宜靠近车站控制室
	非设备 集中站	30				
信号 电源室	设备 集中站	22	甲级防火门	1200×2300	外	信号集中站设置，靠近信号设备室。
强电井	2×6	0.0	甲级防火门	1050×2300	外	按需要设
弱电井	2×6	0.0	甲级防火门	1050×2300	外	按需要设
0.4KV 开关柜室	100	0.0	甲级防火门	1050×2300 1500×2300	外	尽量设在站台层
35KV 开关柜室	40	0.0	甲级防火门	1050×2300 1500×2300	外	尽量设在站台层

房间名称	面积 (m ²)	装修后地面标高	门类	门洞尺寸	门开启方向	备注
直流开关柜室	70	0.0	甲级防火门	1050×2300 1500×2300	外	尽量设在站台层
控制室	35	0.0	甲级防火门	1200×2300	外	尽量设在站台层
整流变压器室	24×2	0.0	甲级防火门	1050×2300 1500×2300	外	尽量设在站台层
再生电能变压器室	40	0.0	甲级防火门	1500×2300	外	尽量设在站台层
检修、储藏室	15	0.0	甲级防火门	1050×2300	外	临近变电所
跟随式降压变电所	140	0.0	甲级防火门	1500×2300	外	尽量设在站台层
环控机房	450	-0.02	甲级防火门	1050×2300 1500×2300	外	
环控电控室	80	0.0	甲级防火门	1050×2300 1200×2300	外	与环控机房相邻，每端各设一间，并有门连通
污水泵房	18	-0.02	钢质防护门	1200×2300	内	设于卫生间下方
废水泵房	15	0.0	钢质防护门	1200×2300	内	设于车站最低点
消防泵房	40	0	甲级防火门	1200×2300	外	设在站厅层、靠近紧急疏散口，仅一路水源时设置。门口设200高门槛及防淹挡板。
室内消防水池	50	0.0				仅一路水源时设置，与消防泵房相邻。
工务用房	20	0.0	甲级防火门	1050×2300	外	设在站台层（折返站设）
车辆紧急抢修用房	20	0.0	甲级防火门	1050×2300	外	设在站台层（折返站设）
接触网紧急抢修用房	20	0.0	甲级防火门	1050×2300	外	设在站台层（折返站设）
各专业驻站点设备用房	-	0.0	甲级防火门	1050×2300	外	按运营需求设置，配线站优先考虑

2.1.5.3 轨道工程

（1）钢轨

本期工程正线及配线拟采用 60kg/m 钢轨，标准轨长度为 25m。

为降低钢轨磨耗、延长维修周期，推荐本工程正线、配线直线和 $R > 400\text{m}$ 曲线地段采用 60kg/m U75V 热轧钢轨， $R \leq 400\text{m}$ 曲线地段采用 60kg/m U75V 热处理钢轨。

（2）轨距

采用 1435mm 标准轨距，小半径曲线按《地铁设计规范》进行加宽。

（3）扣件

本工程推荐正线及配线采用弹条III型分开式扣件。

（4）道岔

本工程最高运行速度 80km/h，宜采用 9 号道岔，正线、配线采用 60kg/m 钢轨 9 号道岔，采用相离线型曲线尖轨。

（5）道床

本工程正线及配线道岔区采用钢筋桁架式混凝土长岔枕整体道床。

线路通过环境敏感点时，应根据本报告要求，采用相应的减振轨道结构，不同减振等级道床衔接处设弹性过渡段。整体道床内布设结构钢筋，结构钢筋应满足防杂散电流要求。

（6）无缝线路设计

本工程正线的直线及曲线半径>300m 的整体道床地段铺设温度应力式跨区间无缝线路。

（7）轨枕布置间距

正线铺设整体道床地段采用 1680 根（对）/km；配线采用 1600 根（对）/km。

（8）一般地段轨道结构高度

地下线：580mm（矩形及 U 形结构敞开过渡段整体道床）、780mm（圆形）、650mm（马蹄形）。

2.1.5.4 车辆工程

（1）车辆形式

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程采用最高运行速度 80km/h 的 6 辆编组 B 型车（鼓形车），与既有长沙市轨道交通 5 号线一期工程车辆保持一致。

（2）车辆编组

初、近、远期均采用 6 辆编组（4 动 2 拖）。

编组形式：-Tc+Mp+M=M+Mp+Tc-

其中：Tc 车：拖车（带司机室）；Mp 车：动车（带受电弓）；M 车：动车；“-”：自动车钩；“=”：半自动车钩；“+”：半永久牵引杆。

（3）车辆结构尺寸

车体为整体承载结构，设计寿命为 30 年。暂按铝合金材料设计考虑。车体采用全焊接结构；地板、侧壁、端壁敷设隔热和隔音材料。客室座椅采用不锈钢材料制造。车辆每侧设 4 对电动塞拉门。

2.1.5.5 停车场

本期工程不新建停车场，利用一期工程水渡河车辆段对车辆进行检修与停放。根据估算，现有水渡河车辆段车辆检修能力可满足本工程需求。

根据与规划等部门对接成果，本工程范围内无条件设置停车场，建议建设时序后延。根据行车资料，本项目线路长度近期对应的全线配属车为 43 列，目前已建成的水渡河车辆段停车能力为 39 列，近期停车规模缺口为 4 列，根据全线配线设计方案，可考虑在正线存车线停放 4 列车，因此，近期可满足全线配属车的停放需求。远期需新增 1 处停车场，以满足远期配属车停车需求。

2.1.5.6 供电工程

根据长沙市轨道交通线网主变资源共享方案，长沙市轨道交通 5 号线全线共设 2 座主变电所，分别为长善路主变电所及天际岭主变电所。天际岭主变电所设置在板塘冲站附近，与规划的 8 号线共享。长善路主变电所设置在火炬村站附近，与规划的 7 号线共享。长善路主变目前安装容量为 $2 \times 40\text{MVA}$ ，天际岭主变目前安装容量为 $2 \times 31.5\text{MVA}$ ，两座主变电所均按照 $2 \times 63\text{MVA}$ 的土建条件预留。

根据长沙市轨道交通第三轮建设规划（2016-2022），长沙市轨道交通 5 号线延长线工程设主变电所一座，为既有长沙市轨道交通 5 号线一期工程设置的天际岭主变电所，无新建主变电所。

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程设置的天际岭主所为既有主变电所，根据本工程实际需求，从既有开关柜接入条件、无功补偿容量，主所至正线敷设条件等角度考虑分析，提出以下建议：

①35kV 开关柜接入条件

天际岭主所内已预留 35kV 开关柜安装条件，电缆路径上预留电缆敷设条件，延长线工程接入时需做接入部分柜子等改造工程。

②无功补偿容量

天际岭主变电所在 35kV 两段母线各安装了 1 套无功补偿装置（SVG），容量均为 5Mvar，并在 35kV 两段母线各预留 1 套 2Mvar 无功补偿装置的实施条件。

经过对既有长沙市轨道交通 5 号线一期工程负荷的调研及长沙市轨道交通 5 号线延长线工程负荷的初步估算，分析了长沙市轨道交通 5 号线全线通车后夜间停运时供电系统主变电所的无功平衡情况。在不进行无功补偿处理措施的情况下，天际岭主变电所需补偿的容性无功约 $2 \times 4.58 \text{MVar}$ 。目前 SVG 安装容量为 $2 \times 5 \text{MVar}$ ，可满足长沙市轨道交通 5 号线延长线工程接入需求。

2.1.5.7 通风与空调

(1) 区间隧道通风系统方案

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程车站采用双活塞系统。在与周边环境不允许、规划部门的协调和地面建筑物的征地、拆迁困难时，可采用单活塞系统，但应适当加大活塞风道截面。每个区间隧道设置 2 座活塞风井、1 座排风井，排风井与车站大小系统排风共用。

每天清晨运营前半小时和夜晚收车后半小时，根据实际需要，区间隧道通风系统进行机械排热、冷却通风，每个区间隧道配置 4 台隧道风机和 2 台排热风机。

列车正常运行时，区间隧道通风系统停止运行，车站隧道通风系统投入运行。

(2) 地下车站公共区通风空调系统（车站大系统）

车站公共区通风空调系统能为乘客提供“过渡性舒适”的候车环境。当车站公共区发生火灾时，车站公共区通风空调系统应能迅速排出烟气，同时为乘客提供一定的迎面风速，诱导乘客向安全区疏散。大系统进风、排风对应的风井口即为新风亭、排风亭。

(3) 车站设备管理区通风空调系统（车站小系统）

车站设备及管理用房通风空调系统服务范围为车站的设备管理用房区域。系统进风、排风对应风井即为新风井、排风井。

(4) 空调水系统（水系统）

车站空调水系统是为大系统和小系统提供空调设备用冷冻水，应能在各种工况、负荷和运营条件下满足大系统和小系统的运行、调节要求。大、小系统的空调冷源设备合用，每个车站的空调水系统设有 2 台水冷式制冷机，配 2 台冷冻水泵、2 台冷却水泵、2 台冷却塔。

制冷机、冷冻水泵、冷却水泵布置在车站一端的制冷机房内。冷却塔需要在车站地面设置。典型车站冷却塔占地面积尺寸一般在 $13\text{m} \times 8\text{m}$ 。

2.1.5.8 给排水工程

(1) 给水系统

本工程沿线各车站、区间、停车场及配套设施附近有市政给水管网，均采用城市自来水为给水水源。运营期主要用水包括车站工作人员和乘客用水、设备冷却用水、管网漏失水等。

(2) 排水系统

本工程沿线有完善的市政雨水管和污水管，排水体制为雨、污分流制。

运营期车站、停车场等产生的废水雨污分流，雨水排入市政雨水管网。污水排入市政污水管网。

2.1.6 工程占地与拆迁

1、工程占地

本项目全线均为地下线，且不新建停车场与主变电站，全线仅车站风亭、出入口、冷却塔、中间风井新增少量永久用地，其余基本为施工期间临时用地，均属规划的城市建设用地。

根据统计，本项目新增占地面积为 12.8694hm²，其中永久占地面积为 1.7542hm²，临时占地为 11.1152hm²。

2、工程拆迁

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程全部拆迁房屋面积共 154.72m²，为中信广场站 2 号出入口建设需征拆一处公共厕所，全线无其他工程拆迁。

2.1.7 土石方工程

本项目土石方主要为地下车站和区间隧道的建设，工程土石方开挖总量约 114.23 万 m³，土石方回填总量约 22.86 万 m³，借方约 1.65 万 m³，弃方 93.02 万 m³（其中普通渣土 22.19 万 m³，盾构渣土 70.83 万 m³）。

2.1.8 施工组织与筹措

2.1.8.1 施工场地布置

(1) 施工场地

工程共设置 7 处施工场地。布设在车站、明挖区间等施工占地内。施工场地考虑永临占地共享，车站单个施工占地控制在 200m×30m 以内。

盾构始发站共设 3 处，分别位于大托铺站、长沙理工大学站及省公共交易中心站，均结合车站布置，无独立盾构始发井。铺轨基地设置 2 处，分别位于大托铺站和长沙

理工大学站。

（2）施工营地

拟设置 2 处，分别位于大托铺站和长沙理工大学站。

根据施工需要，在各施工场地也将布设施工办公楼等临时板房。

（3）施工便道

本工程位于城市区，施工场地紧邻主要交通干线，周边道路交通发达可利用既有市政道路。仅在大托铺站至牛角塘站区间新建或改建几处施工便道，用于来料和出渣。

施工场地内出入口处设置硬化便道，施工完毕后随施工场地进行迹地恢复。

（4）渣场、料场、弃土场

项目不设置料场，建筑材料为外购商品料。

项目不设置渣场、弃土场，普通弃方外运至专门的渣土消纳场处置。盾构土外运至专门的盾构渣土处理工厂集中处理。

2.1.8.2 建设工期安排

本工程计划于 2025 年动工，2029 年 9 月开通试运营。

2.2 长沙轨道交通 5 号线一期工程回顾

2.2.1 一期工程概况

长沙市轨道交通 5 号线是长沙市轨道交通线网中一条南北向骨干线，长沙市轨道交通 5 号线一期工程是批复《建设规划》中的近期建设项目。该工程建设有利于支持城市空间拓展，加强主、副中心与其他功能片区间的交通联系，改善沿线居民公共交通出行条件，完善长沙市轨道交通骨架网络。长沙市轨道交通 5 号线一期工程起于毛竹塘站，止于长沙县水渡河站，线路长 22.420km，全为地下线，设车站 18 个。

长沙市轨道交通 5 号线一期工程新建车辆段一处（水渡河车辆段）；设置长善路主变和天际岭主变电，为户内式构型变电站，采用 35kV 电压等级的中压网络供电；牵引供电采用 DC1500V 架空接触网、集中式供电；运营控制中心与 1、2、3、4 号线共用杜花路控制中心；厂架修由 3 号线洋湖垸车辆基地承担；采用 B2 型车 6 辆编组，设计最高运行速度 80km/h；正线和出入段线采用 60kg/m 无缝长钢轨，车场线采用 50kg/m 钢轨。

工程实际总投资 165.71 亿元（投资估算约 163.93 亿元），实际环保投资 19639 万元，占总投资的 1.19%。

2.2.2 一期工程建设过程及环保审批情况

(1) 2015 年 7 月，湖南省环境保护科学研究院完成编制了《长沙市轨道交通 5 号线一期工程环境影响报告书（报批稿）》。

(2) 2015 年 7 月，原湖南省环境保护厅以《关于对长沙市轨道交通 5 号线一期工程环境影响报告书的批复》（湘环评〔2015〕113 号）出具了该工程的批复意见；

(3) 2015 年 9 月湖南省发展和改革委员会以《关于长沙市轨道交通 5 号线一期工程可行性研究报告的批复》（湘发改基础〔2015〕748 号）对该工程的可研报告予以批复；

(4) 2015 年 10 月，广州地铁设计研究院有限公司编制完成了该工程的初步设计；

(5) 2015 年 12 月，工程开工；

(6) 2015 年 11 月 4 日，长沙市住房和城乡建设委员会以《长沙市住房和城乡建设委员会关于长沙市轨道交通 5 号线一期工程初步设计的批复》（长住建发〔2015〕153 号）对本工程的初步设计予以批复；

(7) 2019 年 4 月 30 日，工程双线洞通；2019 年 10 月 31 日，工程全线轨通；2019 年 10 月 15 日，工程全线电通；2019 年 12 月 30 日，工程全线通车。

(8) 2020 年 5 月完成了长沙市轨道交通 5 号线一期工程初期运营前环保验收并通过城市轨道交通初期运营前安全评估。

(9) 2020 年 6 月 28 日，长沙轨道交通 5 号线一期工程正式载客初期运营。

2.2.3 一期工程建设内容

2.2.3.1 地理位置

长沙市轨道交通 5 号线一期工程作为长沙市轨道交通线网中主城区东部的南北向骨干线路，起于雨花区毛竹塘站，止于长沙县水渡河站，连接雨花区、芙蓉区、开福区和长沙县。

2.2.3.2 线路布置

长沙市轨道交通 5 号线一期工程从毛竹塘站至水渡河站，线路长 22.420km，全为地下线，设车站 18 座。

长沙市轨道交通 5 号线一期工程起点为毛竹塘站，终点为水渡河站。线路走向为：南往北沿万家丽路东侧行进，在湘府路口设板塘冲站与规划 8 号线换乘，在木莲冲路路口设大塘站与规划 9 号线换乘，在香樟路路口设雨花区政府站，在曲塘路路口设木桥站，在劳动东路路口南侧设圭塘站与规划 4 号线换乘，下穿圭塘河后，在长沙大道

路口南侧设高桥南站。线路出高桥南站后，沿着万家丽路东侧继续往北，在朝晖路路口设高桥北站，在人民东路路口南侧设芙蓉区政府站与规划 6 号线换乘，在荷花路路口设万家丽广场站与已建 2 号线换乘，出站后线路继续往北行进，在纬二路路口设马王堆站，在晚报大道路口南侧设尹家湾站与规划 7 号线换乘，出站后线路继续往北行进，从改造高架桥东侧绕避下穿浏阳河后，转入万家丽路东侧，敷设至圃园路南侧约 300 米处设置鸭子铺站。线路出鸭子铺站后，沿万家丽路东侧继续向北行进，在 319 国道路口南侧设置马栏山遗址站，在洪山路路口设置月湖公园北站与规划 3 号线换乘，在福元路路口设置白茅铺站，在湘龙路路口设置土桥站，在蟠龙路路口设置水渡河站，北侧接水渡河车辆段。

2.2.3.3 工程组成

长沙市轨道交通 5 号线一期工程的组成如下：

(1) 工程由线路工程、车站工程、车辆段等组成。

(2) 工程线路全长 22.420km，均为地下线，无高架线。

(3) 工程沿线设 18 座车站，全为地下车站。

(4) 工程新建水渡河车辆段 1 座，位于长沙县万家丽北路西侧，捞刀河路南侧。车辆段占地面积约 21.76hm²，新建房屋总建筑面积为 90365.31m²。

(5) 工程新建天际岭主变电站（地上）和长善路主变电站（地上），分别位于芙蓉北路滨河北路东北侧和南二环芙蓉南路立交桥西南侧。

2.2.3.4 线路工程

1、线路敷设

长沙市轨道交通 5 号线一期工程线路正线设计范围为毛竹塘站至水渡河站，起点里程为 YDK19+619.000，终点里程为 YDK42+038.9625，实际正线长度 22.420km，全部采用地下敷设方式。地下段区间线路分别采用盾构法施工，其中盾构法施工的区间线路长度约为 19km，明挖法 0.56km。

2、轨道

(1) 钢轨

采用 60kg/mU75V（高碳微钒）热轧轨标准轨长 25m。轨距：1435mm。

(2) 扣件

工程线路正线及辅助线一般地段均采用单趾弹条型扣件；另根据实际情况及环评要求，在有特殊减振要求的地段采用轨道减振器扣件。

（3）道床

地下线正线一般地段均采用钢筋混凝土短轨枕整体道床；另根据环评文件中对工程的相应减振要求及实际情况，在有特殊减振要求的地段采用橡胶隔振垫减振道床、梯形轨枕、钢弹簧浮置板道床。车辆段内地面线一般采用碎石道床。

（4）道岔

正线和辅助线上推荐采用 60kg/m 钢轨 9 号道岔和交叉渡线，车场出入线采用 50kg/m 钢轨 7 号道岔。

2.2.3.5 车辆

长沙市轨道交通 5 号线一期工程选用 B2 型车，运营期初、近、远期均采用六辆编组，设计速度为 80km/h。外形尺寸：长 19.52m，宽 2.8m，高度 \leq 3.80m。

2.2.3.6 车站

长沙市轨道交通 5 号线一期工程共设车站 18 座，均为岛式站台车站（毛竹塘站、板塘冲站、大塘站、雨花区政府站、木桥站、圭塘站、高桥南站、高桥北站、芙蓉区政府站、万家丽广场站、马王堆站、尹家湾站、鸭子铺站、马栏山遗址站、月湖公园北站、白茅铺站、土桥站、水渡河站），1 座高架侧式站台车站（水渡河）。全线平均站间距 1261.97m，最大站间距 1982m（土桥站~水渡河），最小站间距 727.8m（圭塘路~高桥南）。车站按 6 辆编组设计，有效站台长度约 118m。地下岛式站台宽度不小于 8m，侧式站台宽度不小于 3.5m，站台高度为 1.05m（站台面距轨顶面），线路中心线至站台约 1.5m。

2.2.3.7 车辆段

长沙市轨道交通 5 号线一期工程新建水渡河车辆段 1 座，位于长沙县万家丽北路西侧，捞刀河路南侧。车辆段占地面积约 21.76hm²，新建房屋总建筑面积为 90365.31m²。

车辆段设出入线各一条，与水渡河车站接轨。主要承担长沙市轨道交通 5 号线一期工程车辆物资保障、清洗、停车、列检、整备、运用、定修、临修以及各种运营设备保养维修等任务。

2.2.3.8 供电工程

长沙市轨道交通 5 号线一期工程采用集中供电方式，即设置城市轨道交通专用主变电所，引入城市电网 110kV 电源，经降压后向城市轨道交通的牵引变电所和降压变电所供电。在万家丽北路天际岭隧道和长善路附近分别设置一座 110/35kV 主变电所，

新建天际岭变电站 1 座，地上建筑，容量 $25 \times 2\text{MVA}$ ，位于天际岭隧道北侧 350 米附近；新建长善路主变电站 1 座，地上建筑，容量 $50 \times 2\text{MVA}$ ，位于长沙县长善路。

全线共设置牵引降压混合变电所 7 座（含车辆段）。4 座跟随式降压变电所。车辆段设置 1 座牵引降压混合变电所和 1 座跟随式降压变电所。

2.2.3.9 给排水与消防

（1）给水

给水水源均采用城市自来水。给水系统在车站内、车辆段建筑物内外采用生产、生活与消防给水管道系统分开设置；车站外采用合用管道系统。

（2）排水

长沙市轨道交通 5 号线一期工程车站、线路所在的位置市政设施完备，已实现清污分流、雨污分流。因此，项目工程排水系统均采用分流制，各类废水、污水分类集中，就近排放入市政管网。

粪便污水经处理达标后与一般生活污水一起就近排入城市污水系统，消防及冲洗废水自流或抽升排入城市雨水系统。

①车站污水：车站产生污水的位置主要是卫生间、盥洗室，收集管路系统采用负压的真空管路系统，并通过集成的集水池及污水泵外排。

②车站废水系统：地下站结构渗漏水、生产废水、车站冲洗及消防废水通过有组织重力排水，集中至车站废水泵房、地下人行通道自动扶梯底部、车站内局部低洼处等部位的废水池，经潜污泵外排。

③车站雨水系统：车站敞口式出入口及风亭设排水沟和雨水泵站，雨水由雨水泵提升至地面后排入市政雨水管网。

2.2.3.10 环控系统

长沙市轨道交通 5 号线一期工程地下车站的环控系统由系统模式、通风系统、供冷系统和系统运行模式组成。

（1）系统模式

长沙市轨道交通 5 号线一期工程采用屏蔽门系统方案。

（2）通风系统

①地上车站站厅、站台公共区采用自然通风，根据车站建筑形式可考虑设置局部机械通风措施。

②车站公共区通风空调系统车站站厅和站台空调系统为全空气系统，其主要功能为排除公共区的余热和余湿，保证公共区达到设计的温湿度和空气质量标准，并兼公共区事故排烟系统。

A. 空调机房一般设在车站站厅层的两端，各负责半个车站的空调通风。每端的空调机房内设置一台组合式空调器，对应一台回排风机；回排风机兼火灾时的排烟风机，如其风量和压头不能满足排烟要求，则选用双速风机或者并联一台排烟风机。每端的空调机房内设一台排热风机，专门用于列车停站区域列车顶和站台下排风。

B. 在气流组织方面，站厅层采用两侧送、中间回的方式（沿车站长度方向），回排风管兼站厅层排烟管；站台层采用一侧送、另一侧回的方式（沿车站长度方向），回排风管兼站台层排烟管。

③地下车站设备管理用房通风空调系统

设备及管理用房空调采用全空气系统或风机盘管加新风系统。其主要功能为排除设备及管理用房的余热和余湿，达到设计的温湿度和空气质量标准，并兼事故排烟系统。混合变电所和降压变电所设置单独的空调通风系统，采用全新风的空调方式。

④区间隧道通风系统

区间隧道通风系统由活塞风道、事故风机、区间风道、射流风机以及列车停站区域排风系统组成。一般车站采用双活塞风道的区间通风系统，在车站每端设置 2 条活塞风道，分别对应两条区间隧道；设置双活塞风道困难的车站，可采用单活塞风道系统，对应列车出站端的电动组合风阀常开，另一风阀作为事故风阀常闭。

（3）供冷系统由于本线站间距较大且地面上有条件布置冷却塔，分站供冷时，在每个地下车站的站厅层一端设置空调用制冷机房，冷却塔布置在室外地面风亭顶上或相关建筑的屋面。采取低噪声冷却塔。

（4）系统运行模式

①隧道通风系统早间运营前区间隧道通风系统进行半小时的纵向机械通风，通风完毕后转入正常运行模式。列车正常运行时，车站隧道通风系统投入运行而区间隧道通风系统停止运行，利用列车活塞效应通过车站两端的活塞风井进行通风换气来排除区间隧道的余热余湿。夜间收车后区间隧道通风系统进行半小时的纵向机械通风，通风完毕后打开所有风道内风阀。

②车站公共区通风空调系统当外界空气焓值高于车站空调系统回风空气焓值时，采用小新风空调运行，一部分排风排出车站外，另一部分回风循环使用。另外，根据

负荷的变化，调节冷水机组的制冷量，并利用变频风机调节与冷量相适应的风量，达到节能效果。

③区间隧道通风系统以采用双活塞风道为主，每端出地面的活塞风井根据车站形式和地面条件确定。

2.2.4 现有工程环保措施落实情况

2.2.4.1 环评批复要求落实情况

2014 年 7 月，原湖南省环境保护厅以《关于对长沙市轨道交通 5 号线一期工程（时代阳光大道站~蟠龙站）环境影响报告书的批复》（湘环评〔2015〕113 号）对长沙市轨道交通 5 号线一期工程的环评报告予以批复，根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，环评批复落实情况见下表。

表 2.2-1 环评批复落实情况

批复中的环保措施	落实情况
<p>（一）采用环保低噪声型风机、冷却塔；各风亭、冷却塔的位置尽量偏离噪声敏感点，并落实其噪声防护措施；共有 8 处活塞风亭将消声器加长至 3m，23 处活塞风亭需将消声器加长至 4m；有 21 处新、排风亭安装 3m 以上消声器，有 13 处新、排风亭安装 4m 以上消声器，13 处冷却塔设置导向消声器；规划部门和土地管理部门应根据噪声防护距离的要求，在 4a、2 类区距风亭、冷却塔 13m、24m 范围内不得扩建或新建噪声敏感建筑物；对车辆段南场界设置隔声墙，对不落轮镟车间和维修中心安装隔声门窗；变电站采用户内式，变压器室大门、进风口与排风口均采用强化隔声型门窗；</p>	<p>已落实。</p> <p>1、采用环保低噪声型风机、冷却塔，冷却塔的位置尽量偏离噪声敏感点，并落实其噪声防护措施；</p> <p>2、实际建设 8 处活塞风亭将消声器加长至 3m；23 处活塞风亭需将消声器加长至 4m；21 处新、排风亭安装 3m 以上消声器，有 13 处新、排风亭安装 4m 以上消声器；</p> <p>3、实际设置导向消声器 1 处，长沙市轨道交通 5 号线一期工程沿着万家丽路由南往北敷设，全线设置了 18 个车站，18 个车站均设置了室外冷却塔，长沙市轨道交通 5 号线一期工程车站采购安装的都是方型低噪声型冷却塔，车站冷却塔大多数设置在沿线万家丽高架桥下方，现场板塘冲站冷却塔设置了消声筒，其他车站冷却塔噪声均满足规范和环评报告噪声控制值要求，暂未设置冷却塔消声筒，属于选用低噪声设备，优化布局等措施减小噪声对环境的影响，不属于重大变更；</p> <p>3、在 4a、2 类区距风亭、冷却塔 13m、24m 范围内未扩建或新建噪声敏感建筑物；</p> <p>4、车辆段南场界设置了约 180 米隔声墙；</p> <p>5、对不落轮镟车间和维修中心安装了隔声门窗；</p> <p>6、变电站采用户内式，变压器室大门、进风口与排风口均采用强化隔声型门窗。</p>
<p>（二）对线路正穿的 5 处敏感点和旺旺医院、湘雅博爱康复医院、湖南机电职业学院共 8 处双线采取钢弹簧浮置板道床，线路共计 4120m；对距外轨中心线 5m 到 10m 范围内的 2 处超标敏感点右线采取橡胶浮置板道床，线路共计 860m；对距试车线中心线 5m 到 10m 范围内的 2 处超标敏感点采取道砟垫，线路共计 612m；对其它 29 处环境敏</p>	<p>已落实。</p> <p>对线路正穿的 5 处敏感点和旺旺医院、湘雅博爱康复医院、湖南机电职业学院、马王堆遗址等共 7 处双线采取钢弹簧浮置板道床，线路共计 5170m，对距外轨中心线 5m 到 10m 范围内的 4 处双线超标敏感点采取橡胶浮置板道床，线路共计 7660m。对其它 18 处环境敏感点双线和 6 处环境敏感点左线采取 GJ-II 减振扣件，线路共计 19270m。</p>

批复中的环保措施	落实情况
<p>感点双线和 6 处环境敏感点左线采取 GJ-II 减振扣件，线路共计 16010m。</p>	
<p>（三）沿线 18 个车站生活污水、土桥车辆段生活污水排入市政污水管网后，最终进入服务范围内的污水处理厂处理；土桥车辆段生产废水经地埋式处理设施处理，达到《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2002）的标准后，回用于冲洗用水。</p>	<p>已落实。</p> <p>沿线 18 个车站生活污水、水渡河车辆段生活污水排入市政污水管网后，最终进入服务范围内的污水处理厂处理；车辆段生产废水经地埋式处理设施处理后，中水回用于冲洗用水和绿化用水。</p>
<p>（四）各车站设置生活垃圾箱，由环卫工人收集后，统一交由城市垃圾处理场处置；停车场、车辆基地定期更换的蓄电池交由厂家定期回收，少量油棉纱及车辆段污泥、废油按危险废物管理有关规定，及时交由有危险废物处理资质的单位处置。</p>	<p>已落实。</p> <p>各车站设置了生活垃圾分类收集箱，由环卫工人分类收集后，统一交由城市垃圾处理场处置；停车场、车辆基地定期更换的蓄电池交由厂家定期回收，少量油棉纱及车辆段污泥、废油按危险废物管理有关规定，及时交由有危险废物处理资质的单位处置。</p>
<p>（五）高压一次设备采用均压措施，选用带屏蔽层的电缆、带屏蔽层的接地，受高频干扰的仪器、仪表、控制室均采取屏蔽措施，对电气设备进行合理布局；天际岭变电站外观应与周边物园景观协调一致，长善路变电站外观与周边的浏阳河等景观协调一致，并在变电站周边种植树木花草，美化建筑物及周边景观。</p>	<p>已落实。</p> <p>天际岭主变电站、长善路主变电站选用带屏蔽层的电缆、带屏蔽层的接地，受高频干扰的仪器、仪表、控制室均采取屏蔽措施，电气设备进行合理布局；天际岭变电站外观与周边物园景观协调一致，长善路变电站外观与周边的浏阳河等景观协调一致，变电站周围加强了绿化。</p>
<p>（六）加强施工期各项环保措施的落实：</p> <p>1、施工单位应尽量选用低噪声施工设备，发电机、空压机等高声源强布置在偏僻处或施工场地的中央，尽量远离居民区、学校、医院等声环境敏感点，对受地面施工噪声影响较严重的敏感点采取设置临时隔声围墙或吸声屏障措施。</p> <p>2、对各施工工地、各种粉状物料贮存场等，应采取设置围挡墙、防尘网和喷洒抑尘剂等有效的防尘、抑尘措施，防止颗粒物逸散；设置车辆清洗装置，实行粉状物料及渣土车辆密闭运输，保持行驶车辆的清洁；施工中应严格按照长沙市有关防治扬尘的规定要求，切实做好施工活动中的扬尘防治工作。</p> <p>3、合理布局施工场地，尽量选用低振动设备，振动源尽量远离文物保护单位等敏感建筑；对沿线文物保护单位建筑进行振动监测，并向文物的主管部门报告。</p> <p>4、加强施工期地下水位和地表建筑物的观测、预报工作，实时监控，对可能发生涌水的地带应及时采取有效措施治理，以防涌水和地表塌陷等突发性事件发生。</p> <p>5、建设单位和施工单位应按长沙市渣土办指定的消纳场地消纳渣土，并履行水土保持义务，渣土运输车辆应满足有关规定要</p>	<p>已落实。</p> <p>1.施工单位应尽量选用低噪声施工设备，发电机、空压机等高声源强布置在偏僻处或施工场地的中央；高噪声机械尽量远离居民点、靠近道路侧布置。高噪声施工基本安排在白天。各施工站点均设置了防护围挡以降低噪声影响。</p> <p>2.各施工站点均建有易飞扬建筑材料储存库，防风防雨防渗堆放；各站点渣土临时堆放基本上进行了密目网覆盖。粉状物料及渣土运输均进行了覆盖，施工场地进出道路均进行了硬化，车辆冲洗设施完善，施工区域、进出道路不定期清洗。</p> <p>3.施工现场的振动源尽量选用低震动设备、尽量远离文物保护单位及居民敏感点，施工车辆出入口远离振动敏感区域。施工期间每个季度均对施工场地临近敏感点进行了振动监测。</p> <p>4.加强了施工期地下水位和地表建筑物的观测，对可能发生涌水的地带应及时采取有效措施治理，未发生涌水和地表塌陷等突发性事件。</p> <p>5.渣土交由专门运输单位运往渣土管理部门指定场地处置，施工单位与渣土运输单位签订了外运协议，已收集渣土外运协议。</p>

批复中的环保措施	落实情况
求。	
（七）开展工程环境监理和环境监测工作，在施工招标文件、施工合同和工程监理招标文件中明确环保条款和责任，建设单位应定期向所在地环保部门提交工程环境监理报告。	已落实。 委托长沙市玺成工程技术咨询有限公司开展工程环境监理和环境监测工作，明确了相关环保条款和责任，建设单位定期向环保部门提交工程环境监理报告。
（八）工程应按国家相关的法律法规，做好土地征收、拆迁安置、文物保护、基础设施、水土保持等工作；工程拆迁安置方案应与工程建设同步进行，妥善解决好工程征地拆迁安置中的社会环境问题。	已落实。 工程已做好土地征收、拆迁安置、文物保护、基础设施、水土保持等工作；工程拆迁安置方案与工程建设同步进行，妥善解决工程征地拆迁安置中的社会环境问题。
（九）制定本工程环境应急预案，并纳入长沙市轨道交通应急预案体系中；落实预案中的各项环保保障措施，降低事故引发的环境污染危害。	正在落实。 目前处于试运营期，已制定本工程环境应急预案并备案。
（十）工程的环境影响评价文件经批准后，如工程的性质、规模、地点或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，建设单位应当重新报批本工程的环境影响评价文件。	已落实。 工程未发生重大变更。

2.2.4.2 声环境保护措施落实情况

（1）噪声防治措施调查结果

根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》调查结果，长沙市轨道交通 5 号线一期工程沿线共有 42 处声环境敏感点，均为地下段。

工程地下段的风亭均安装有消声设施，冷却塔采用超低噪声横流冷机且排放口已设置导向消声器。根据环评要求并考虑实际情况后工程在设计、施工过程中，对部分风亭冷却塔进行了重新选址，尽量远离敏感点建筑。长沙市轨道交通 5 号线一期工程沿着万家丽路由南往北敷设，全线设置了 18 个车站，18 个车站均设置了室外冷却塔，长沙市轨道交通 5 号线一期工程车站采购安装的都是方型低噪声型冷却塔，且车站冷却塔大多数设置在沿线万家丽高架桥下方，现场板塘冲站冷却塔设置了消声筒。在 4a、2 类区距风亭、冷却塔 13m、24m 范围内未扩建或新建噪声敏感建筑物。

水渡河车辆段出入线根据环评要求和实际情况，在部分路段设置了 3m 高吸声式声屏障。车辆段南场界设置了约 180 米隔声墙，对不落轮镟车间和维修中心安装了隔声门窗；变电站采用户内式，变压器室大门、进风口与排风口均采用强化隔声型门窗。

（2）风亭、冷却塔噪声验收监测结果

根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，长沙市轨

道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查期间，选取 18 个地下车站周边的 6 处具有代表性的不同敏感点（即恒大城、恒大雅苑 40 栋、恒大雅苑 6 栋、浏阳河畔、马王堆汽配城、城市山水豪园）进行风亭、冷却塔敏感点噪声监测。

根据监测结果，监测的 6 个敏感点均执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 4 类功能区标准。这些点位的昼间监测值为 54.2~58.9dB(A)，夜间监测值为 46.4~49.2dB(A)，均能满足标准限值的要求。

没有进行实测的周边的 36 个声敏感点的噪声影响，与监测敏感点进行类比分析。类比的主要依据为：敏感点与工程线路的相对位置关系（水平距离、相对高差）；所采取的减振措施；执行的环境振动评价标准。由类比可知，全线敏感点位在类比的情况下均可达标。

(2) 水渡河车辆段噪声验收监测结果

根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查期间，对水渡河车辆段厂界进行了噪声监测，噪声监测值详见下表。

表 2.2-2 水渡河车辆段厂界噪声监测结果

监测点位	监测日期	监测时段	监测值 (dB)		评价标准 (dB)	达标情况
			第一次	第二次		
水渡河车辆段厂界东侧	2022 年 5 月 24 日	昼间	55.1	56.0	60	达标
		夜间	43.1	48.0	50	达标
	2022 年 5 月 25 日	昼间	56.1	53.4	60	达标
		夜间	45.3	42.6	50	达标
水渡河车辆段厂界南侧	2022 年 5 月 24 日	昼间	53.1	56.7	60	达标
		夜间	44.3	43.9	50	达标
	2022 年 5 月 25 日	昼间	56.3	52.2	60	达标
		夜间	45.5	45.0	50	达标
水渡河车辆段厂界西侧	2022 年 5 月 24 日	昼间	57.1	55.7	60	达标
		夜间	44.7	43.3	50	达标
	2022 年 5 月 25 日	昼间	53.9	54.1	60	达标
		夜间	46.3	47.9	50	达标
水渡河车辆段厂界北侧	2022 年 5 月 24 日	昼间	55.5	55.7	60	达标
		夜间	46.9	47.5	50	达标
	2022 年 5 月 25 日	昼间	54.5	51.7	60	达标
		夜间	46.4	46.2	50	达标

根据监测结果，水渡河车辆段各厂界噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标

准》（GB12348-2008）中 2 类标准限值。

综上所述，长沙市轨道交通 5 号线一期工程落实了环评提出的各项噪声防治措施，不会对周边环境产生明显不利影响。

2.2.4.3 环境振动保护措施落实情况

（1）振动防治措施调查结果

①源头控制

长沙市轨道交通 5 号线一期工程优先选择振动值低、结构优良的新型车辆，在运营期加强轮轨的维护、保养，定期旋轮和打磨钢轨，以保证其良好的运行状态，全线（除道岔区外）轨行区均采用 60kg/m 钢轨无缝线路，减少列车通过时的振动源强，减轻轨道交通振动对周围环境的影响。

②规划控制

工程在施工期结合长沙市建设改造等相关规划，对工程沿线部分敏感点进行了拆迁或搬迁。

③敏感点振动治理

工程正线全线铺设钢筋混凝土整体道床，在减振要求较高的地段采用轨道减振器道床、梯形轨枕、橡胶隔振垫减振道床、钢弹簧浮置板整体道床等进行减振。对线路正穿的 5 处敏感点和旺旺医院、湘雅博爱康复医院、湖南机电职业学院、马王堆遗址等共 7 处双线采取钢弹簧浮置板道床，线路共计 5170m，对距外轨中心线 5m 到 10m 范围内的 4 处双线超标敏感点采取橡胶浮置板道床，线路共计 7660m。对其它 18 处环境敏感点双线和 6 处环境敏感点左线采取 GJ-II 减振扣件，线路共计 19270m。

（2）振动验收监测结果

根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查期间，全线选取 15 处具有代表性的不同敏感点（即恒大城、世纪桃花源、永济医院、桃花右潭小区、天际藏玉、翡翠云天、天宸府、湘雅博爱康复医院、月湖兰庭、新合小区（汽配城）、旺旺医院、华樟名府小区、雨花区蓓蕾小学、湖南机电职业技术学院、高桥水暖建材城）进行环境振动监测。

根据验收监测结果，监测的 15 个敏感点执行《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）中相应的“居民、文教区”（昼/夜低于 70/67dB）、“混合区、商业中心区”（昼/夜低于 75/72dB）、“交通干线两侧”（昼/夜低于 75/72dB）标准限值

要求。这些点位的昼间监测值为 63.6~68.2dB，夜间监测值为 64.1~68.3dB，均能满足相应标准限值的要求。

(2) 二次辐射噪声验收监测结果

根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查期间，全线选取 11 处具有代表性的不同敏感点（即长远华樟名府、马王堆汽配城（新合小区）、浏阳河畔北苑、西湖楼、月湖兰庭、万丽景园、红树湾、腾达家园、高桥水暖建材城、城西小区、龙塘小区）进行二次辐射噪声监测。

本次验收调查执行地铁行业标准《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》（JGJ/T170-2009）。由于二次辐射噪声涉及到入户监测，且监测时间较长，大多数的居民均不愿意配合，工作难度很大。此次选取的 11 个监测点位中，均只采集到了昼间数据，且未监测背景噪声。

根据监测结果，取得的数据执行《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》（JGJ/T 170-2009）中 2 类“居住、商业混合区”标准的敏感点昼间监测值为 36.9~39.0dB(A)，可以满足“昼间 41dB(A)”的标准限值要求。

综上所述，长沙市轨道交通 5 号线一期工程落实了环评提出的各项振动防治措施，不会对周边环境产生明显不利影响。

2.2.4.4 水环境保护措施落实情况

(1) 水环境防治措施调查结果

①车站

根据调查结果，长沙市轨道交通 5 号线一期工程地下车站的排水系统由雨水系统、污水系统和废水系统组成。其中雨水主要来自车站出入口通道及风亭；污水包括厕所冲洗水及生活污水；废水则包括车站冲洗水、消防废水和结构渗漏水等。

其中车站废水包括车站消防废水、结构渗漏水、车站冲洗水，由每层地漏收集，经排水立管排至站内道床排水沟后流入车站主废水泵房的集水池；车站生活污水排放采用真空排污系统，车站污水泵房内设有真空泵站，真空泵站包含真空泵和排污泵各两台，污水由污水泵提升至车站排风亭外地面污水压力检查井，经化粪池处理后再排入城市污水管道；车站雨水由雨水排水系统将来自露天出入口和敞口式风亭的雨水，通过潜水排水泵提升后，排入城市雨水排水系统。

②水渡河车辆段

根据调查结果，长沙市轨道交通 5 号线一期工程新建水渡河车辆段运营期污水主要包括工作人员检修含油废水、车辆洗刷污水和生活污水。

车辆段内新建污水处理站 1 座，车辆段生产废水经过沉淀隔油、气浮过滤、消毒工艺处理后进行回用，用于车辆段场内绿化及道路浇洒、车辆清洗等作业。车辆段内各建筑的生活污水经收集后进入化粪池，经预处理后排往市政污水管网。

污水处理工艺流程见下图：

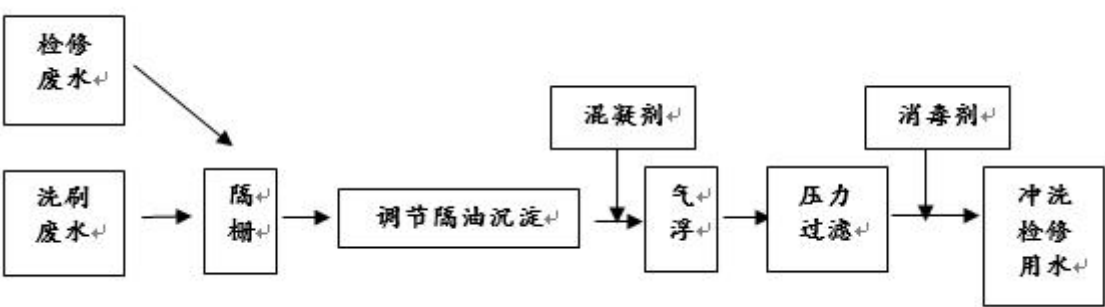


图 2.2-1 水渡河车辆段含油废水处理工艺流程图

（2）车辆段废水监测结果

根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查期间，对水渡河车辆段废水处理排口水质进行了监测。监测结果详见下表 2.2-3。

表 2.2-3 车辆段废水检测结果一览表

采样点	采样日期	检测项目	检测频次	检测结果	均值/范围	标准限值	单位
水渡河车辆段生活污水总排口	2022 年 5 月 24 日	化学需氧量	第一次	263	264	500	mg/L
			第二次	262			
			第三次	252			
			第四次	280			
		氨氮	第一次	23.3	23.7	—	mg/L
			第二次	24.2			
			第三次	24.9			
			第四次	22.3			
		悬浮物	第一次	93	100	400	mg/L
			第二次	98			
			第三次	104			
			第四次	106			
		石油类	第一次	0.63	0.66	20	mg/L
			第二次	0.58			

采样点	采样日期	检测项目	检测频次	检测结果	均值/范围	标准限值	单位
			第三次	0.67			
			第四次	0.74			
		五日生化需氧量	第一次	93.8	91.6	300	mg/L
			第二次	87.1			
			第三次	80.7			
			第四次	105			
		动植物油类	第一次	8.81	8.15	100	mg/L
			第二次	5.32			
			第三次	7.77			
			第四次	10.7			
		pH 值	第一次	7.1	7.1~7.2	6~9	无量纲
			第二次	7.1			
			第三次	7.2			
			第四次	7.1			
水渡河车辆段生活废水总排口	2022 年 05 月 25 日	pH 值	第一次	7.2	7.1~7.2	6~9	无量纲
			第二次	7.1			
			第三次	7.1			
			第四次	7.2			
		氨氮	第一次	19.1	20.6	—	mg/L
			第二次	20.7			
			第三次	22.6			
			第四次	20.2			
		动植物油类	第一次	4.86	7.51	100	mg/L
			第二次	8.54			
			第三次	8.41			
			第四次	8.23			
		化学需氧量	第一次	268	280	500	mg/L
			第二次	292			
			第三次	274			
			第四次	286			
		悬浮物	第一次	96	98	400	mg/L
			第二次	100			
			第三次	103			
			第四次	92			
		石油类	第一次	0.82	0.68	20	mg/L
			第二次	0.65			
			第三次	0.50			
			第四次	0.73			

采样点	采样日期	检测项目	检测频次	检测结果	均值/范围	标准限值	单位
		五日生化需氧量	第一次	96.1	104	300	mg/L
			第二次	111			
			第三次	105			
			第四次	104			

根据监测结果，水渡河车辆段污水经污水处理站处理后，出水水质可以满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中三级标准的要求。

综上所述，长沙市轨道交通 5 号线一期工程运营期产生的污水都得到了妥善处理，不会对外部水环境产生不利影响。

2.2.4.5 环境空气保护措施落实情况

（1）环境空气防治措施调查结果

①风亭

根据调查结果，长沙市轨道交通 5 号线一期工程在设计阶段对地下车站的风亭冷却塔进行优化设计选址，尽量远离周边敏感点，并尽可能使排风口避免直朝向敏感点建筑物。并在风亭通风道内壁采用环保型、防菌、防霉材料，防止细菌滋长。风亭周围 15m 范围内未新建学校、医院、集中居民住宅等人群密集建筑。

②车辆段食堂

根据调查结果，长沙市轨道交通 5 号线一期工程新建水渡河车辆段食堂采用天然气作为燃料，燃烧安全、污染物排放量小。厨房炉灶产生的油烟经低噪声油烟净化装置处置后达标排放。

（2）风亭异味监测结果

根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查期间，对全线车站设置的风亭选取了 6 处代表性监测点（即恒大雅苑 40 栋、恒大城、恒大雅苑 6 栋、浏阳河畔、马王堆汽配城（新合小区）、城市山水豪园）进行了排风亭厂界臭气浓度监测。

监测结果表明，各监测点排风亭厂界臭气浓度最大值满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中的二级标准，对周边环境空气的影响很小。

综上所述，长沙市轨道交通 5 号线一期工程运营期对环境空气的影响很小。

2.2.4.6 生态环境保护措施落实情况

根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，长沙市轨道交通 5 号线一期工程涉及的 6 个地下文物埋藏区（洪山庙文物埋藏区、马王堆文物

埋藏区、长坡冲文物埋藏区、圭塘文物埋藏区、乌龟山文物埋藏区、丰字塘文物埋藏区）均采用地下线形式穿越，未对主要景点、景观、历史建筑产生影响。

建设单位对工程施工临时占地在工程竣工后都进行生态恢复，尽量使其恢复到原有地貌；对工程永久占地，不但进行了绿化，而且在设计上尽量使得工程建筑和周边的绿化能够符合自然景观或者城市景观的观赏需求。

整体而言，长沙市轨道交通 5 号线一期工程产生的生态影响很小。

2.2.4.7 电磁环境保护措施落实情况

（1）电磁环境保护措施调查结果

根据调查结果，长沙市轨道交通 5 号线一期工程新建天际岭主变电站、长善路主变电站选用带屏蔽层的电缆、带屏蔽层的接地，受高频干扰的仪器、仪表、控制室均采取屏蔽措施，电气设备进行合理布局；天际岭变电站外观与周边物园景观协调一致，长善路变电站外观与周边的浏阳河等景观协调一致，变电站周围加强了绿化。

（2）变电站厂界电磁监测结果

根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查期间，对新建的天际岭主变电站厂界四周进行了电磁环境监测。监测结果详见下表 2.2-4。

表 2.2-3 天际岭变电站厂界电磁检测结果一览表

采样时间	采样点位	磁场强度检测结果 (uT)	电场强度检测结果 (V/m)
2022 年 7 月 22 日	星沙主变电站东	0.0066	0.11
	星沙主变电站南	0.0065	0.11
	星沙主变电站西	0.0066	0.10
	星沙主变电站北	0.0058	0.11
	变电站北侧停车场	0.0060	0.09
	变电站西北侧阳光城天宸府建筑工地	0.0071	0.12
标准限值		100	4000
达标情况		达标	达标

根据监测结果，新建的天际岭主变电站厂界各监测点位工频电场强度为 0.11~0.11V/m、工频磁感应强度为 0.0062~0.0070μT，均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）规定的 4000V/m 和 100μT 限值。

综上所述，长沙市轨道交通 5 号线一期工程全线为地下线路，轨道电离辐射不会对线路周边环境产生影响。根据监测结果，变电站各厂界工频电场强度、工频磁感应

强度、无线电干扰均可以满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）规定的4000V/m和100μT限值。因此，工程运营对周边的电磁环境影响很小。

2.2.4.8 固体废物处理处置措施落实情况

根据《长沙市轨道交通5号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，长沙市轨道交通5号线一期工程运营期产生的固体废物主要为：

车站候车乘客及工作人员产生的生活垃圾，主要成分为饮料瓶罐、纸巾、水果皮等；车辆段固体废物主要有客车清扫垃圾、机关办公人员和生产人员产生的日常生活垃圾、少量电力动车用蓄电池以及检修作业产生的少量废油棉纱等。其中，废油棉纱和电力动车用蓄电池为危险废物。

新建车辆段及工程沿线各车站的生活垃圾，建设单位均设置了垃圾箱，安排人员及时清扫，在分类后委托环卫部门统一处理。车辆段产生的危废堆存于危废暂存间。建设单位及时与有资质危废处置单位（湖南首佳环境管理有限公司）签订危废处置合同，委托危废运营单位进行处置。

综上所述，长沙市轨道交通5号线一期工程产生的固废均得到妥善处置，对外环境的影响很小。

2.3 本工程与长沙市轨道交通5号线一期工程的衔接、依托关系及可行性

（1）与一期工程的衔接、依托关系

长沙市轨道交通5号线延长线工程起于大托铺站，止于毛竹塘站（不含），线路全长9.24km，设地下站7座，线路西端与长沙市轨道交通5号线一期工程衔接，与现有长沙市轨道交通5号线一期工程贯通运营。

本工程与长沙市轨道交通5号线一期工程贯通运营后，衔接了暮云组团、黄榔组团、主城区和星马组团等重要功能中心和枢纽地区，为主城区东部南北向骨干线路。长沙市轨道交通5号线全线连接岳麓区、天心区、雨花区、芙蓉区、开福区和长沙县，衔接了暮云组团中心、圭塘东片及香樟南片、劳动路两厢、建材汽配市场、万家丽广场、湖南广电集团、月湖公园等功能中心和枢纽地区，是城市客运枢纽重要的集疏通道。

本期工程不新建停车场及主变，利用一期工程水渡河车辆段和天际岭主变。

（2）一期工程水渡河车辆段依托的可行性

本期工程不新建停车场，利用一期工程水渡河车辆段对车辆进行检修与停放。根

据估算，现有水渡河车辆段车辆检修能力可满足本工程需求。

根据与规划等部门对接成果，本工程范围内无条件设置停车场，建议建设时序后延。根据行车资料，本项目线路长度近期对应的全线配属车为 43 列，目前已建成的水渡河车辆段停车能力为 39 列，近期停车规模缺口为 4 列，根据全线配线设计方案，可考虑在正线存车线停放 4 列车，因此，近期可满足全线配属车的停放需求。远期需新增 1 处停车场，以满足远期配属车停车需求。

根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查期间，对水渡河车辆段废水处理排口水质进行了监测，水渡河车辆段污水经污水处理站处理后，出水水质可以满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中三级标准的要求。

根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查期间，对水渡河车辆段厂界进行了噪声监测，水渡河车辆段各厂界噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准限值。

水渡河车辆段设置了 1 个 10m² 的危废暂存间，能满足长沙市轨道交通 5 号线全线危废的暂存，本次长沙市轨道交通 5 号线延长线工程产生的危废可进入其设置的危废暂存间暂存，依托可行。

综上所述，有关水渡河车辆段污水排放和噪声环境影响维持已批复的长沙市轨道交通 5 号线一期工程环境影响报告书以及竣工环境保护验收调查报告结论，本次环评不再另作评价。

（3）一期工程天际岭主变依托可行性

本工程全线正常运行情况下，本工程由天际岭主所供电。当天际岭主所故障解列时，由长善路主所为本工程供电。

经初步调研，本工程主变电所预留容量基本上满足本工程接入，目前均不需要对主变容量进行扩容。天际岭主所内 SVG 目前安装容量可满足延长线工程接入需求，并且本工程可利用再生能量回馈装置和既有 SVG 共同进行无功补偿，因此，本工程建议不进行主变电所内 SVG 改造。

天际岭主所内已预留 35kV 开关柜安装条件，电缆路径上预留电缆敷设条件，延长线工程接入时需做接入部分柜子等改造工程。

根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，长沙市轨

道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查期间，对天际岭主变电站厂界四周进行了电磁环境监测，天际岭主变电站厂界各监测点位工频电场强度为 0.11~0.11V/m、工频磁感应强度为 0.0062~0.0070 μ T，均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）规定的 4000V/m 和 100 μ T 限值。

本期工程不增加天际岭主变电所主变容量，也不进行 VG 改造，仅实施 35kV 开关柜以及电缆敷设接入工程，对天际岭主变电所的电磁环境影响可以忽略不计。

综上所述，有关主变电所的电磁环境影响维持已批复的长沙市轨道交通 5 号线一期工程环境影响报告书以及竣工环境保护验收调查报告结论，本次环评不再另作评价。

2.4 本工程与规划环评衔接情况分析

2.4.1 建设规划及规划环评概况

长沙市于 2016 年开始第三期轨道交通建设规划研究，增加 2017~2022 年度的建设规模，包括 5 号线一期工程、7 号线一期工程、1 号线北延一期工程、2 号线西延二期工程、4 号线北延工程、5 号线南延工程、5 号线北延工程共 7 个项目，总长度 121.29 公里。

2016 年 7 月，原环境保护部对《长沙市轨道交通建设规划（2016-2022 年）环境影响报告书》出具审查意见（环审〔2016〕101 号）。

2017 年 7 月，国家发改委以发改基础〔2017〕499 号文对《长沙市城市轨道交通第三期建设规划（2017-2022 年）》予以批复。

2021 年，为更好地适应长沙市社会经济发展、城市重点片区规划发展和新一轮国土空间规划及轨道交通线网规划的变化和调整，长沙市编制完成《长沙市城市轨道交通第三期建设规划调整》，并于 2023 年 5 月获得国家发改委批准，该期工程调整不涉及长沙市轨道交通 5 号线延长线。

2.4.2 与建设规划及规划环评符合性分析

（1）原规划及规划环评内容

根据《长沙市轨道交通建设规划（2016-2022 年）环境影响报告书》（环审〔2016〕101 号）及其批复，本工程原名长沙市轨道交通 5 号线南延工程，主要工程内容为长沙市轨道交通 5 号线南延工程从大托东站至时代阳光大道站（即毛竹塘站，本期不含），线路长 8.43km，沿环保大道、万家丽路敷设，均为地下线，设站 7 座，均为地下站，平均站间距 1.21km，在京广铁路东侧设解放垸停车场。

(2) 本次环评内容

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程建设范围为起点站大托铺站至毛竹塘站（不含），线路全长 9.24km，设站 7 座，本工程拟采用 B 型车，初、近、远期均为 6 辆编组，列车最高运行速度为 80km/h。本期工程不新建停车场及主变，利用一期工程水渡河车辆段和天际岭主变。

(3) 变化原因及变化内容

原长沙市轨道交通 5 号线南延工程大托东站~中信广场站段沿环保大道敷设，但实际上其区间位于军事控制区范围，无法按原规划实施，需对该段线站位进行调整。

根据 2024 年 3 月 27 日省政府专题会议精神，对标打造体育强省新地标、长株潭三市融城新空间、绿心中央公园新景点的目标思路，聚焦高端化体育赛事阵地、高水平体育人才培养基地、高人气休闲健康福地的发展定位，以长沙奥体中心为核心，与湘江科学城隔江呼应，为推进高质量发展和现代化新长沙建设提供有力支撑。为匹配奥体新城片区规划及开发需求，提高片区的交通便利性；同时支持奥体中心举办大型赛事活动，构建其周边快进快出的交通网络。经研究，为预留串联奥体中心条件，提升交通服务功能，推荐大托铺站至中信广场站段线站位沿规划强体路、天心大道敷设，结合下一期工程奥体中心段串联奥体中心，提升交通服务功能，工程名称也由原长沙市轨道交通 5 号线南延工程调整为长沙市轨道交通 5 号线延长线工程。

对照原长沙市轨道交通 5 号线南延工程与长沙市轨道交通 5 号线延长线工程主要内容，工程变化及调整对比分析详见下表。

表 2.4-1 与建设规划及规划环评方案对比分析表

序号	对比内容	第三期建设规划	本期实施	比较分析
1	线路起终点	大托东站至毛竹塘站（不含）	大托铺站至毛竹塘站（不含）	线路起点位置发生调整
2	线路长度	8.43km	9.24km	+0.81km（9.61%）
3	线路走向	万家丽路、环保大道	万家丽路、环保大道、天心大道、规划强体路	局部调整
4	线路敷设方式	全部地下	全部地下	一致
5	车站数量	7	7	一致
6	车站位置	大托东站、阳光苑站、中信广场站、果子园站、环保大道站、金海路站、新兴路站	大托铺站、牛角塘站、中信广场站、湘雅医院（天心院区）站（原果子园站）、长沙理工大学站（原环保大道站）、金海路站、省交易中心站（原新兴路站）	调整大托铺站、牛角塘站 2 个车站的站位；调整原果子园站与环保大道站名称，位置不变

序号	对比内容	第三期建设规划	本期实施	比较分析
7	远期高峰最大断面客流量	33029 人次/小时	32530 人次/小时	略低
8	车型	80km/h, B 车	80km/h, B 车	一致
	编组	6 辆/列	6 辆/列	一致
	授电方式	架空接触网	架空接触网	一致
9	车辆基地	解放垸停车场	本期不新建停车场, 利用现有水渡河车辆段; 原解放垸停车场建设时序后延	建设时序后延
10	主变电站选址	利用一期主变	利用一期主变	一致
11	投资估算 (亿元)	67.27 亿元	59.09 亿元	-8.18 亿元 (-12.15%) 1.取消停车场建设; 2.随着工可方案研究不断深入, 细化了交疏管迁、土建及机电设计、征地拆迁等方案; 3.对比建规购车数减少 3 列
12	直接工程投资 (亿元)	41.44 亿元	40.70 亿元	-0.74 亿元 (-1.79%)
13	每公里造价指标	7.98 亿元/公里	6.40 亿元/公里	-1.58 亿/km

根据上表对比结果, 本工程较原长沙市轨道交通 5 号线南延工程调整了大托铺站、牛角塘站 2 个车站的站位, 对部分原车站名称也进行了调整; 车站数保持一致, 路线敷设方式保持一致, 路线长度增加 0.81km, 路线走向进行了局部调整; 车辆形式、编组方式未发生变化; 取消本期解放垸停车场建设, 建设时序后延。

建设方案总体符合《长沙市城市轨道交通第三期建设规划 (2017-2022 年)》中的相关要求, 但进行了局部优化调整。

2.4.3 规划环评审查意见落实情况

本工程与《长沙市轨道交通建设规划 (2016-2022 年) 环境影响报告书》审查意见环审 (2016) 101 号的落实情况详见下表。

表 2.4-2 与审查意见环审 (2016) 101 号落实情况分析一览表

第三期建规环评审查意见	落实情况	符合性分析
(一) 结合长沙市城市发展特点和方向、人口分布、生态环境保护等要求, 统筹考虑轨道交通对城市布局的引导和《规划》线路的建设时序, 做好《规划》线路、车站布局与城市综合交通枢纽、大型综合商业中心等有序衔接。切实做好《规划》与长沙市城市总体规划、土地利用总体规划、综合交通规划、城市地下综合管廊等规划的协调, 适时优化《规划》方案, 体现绿色发展理念和土地	1、本工程设站 7 座, 其中换乘站 2 座, 充分实现与既有、规划交通枢纽衔接。 2、对原位于军事控制区范围的区间进行了线路优化调整, 优化调整后的线路可满足解放垸-大托片区规划及开发需求, 提高片区的交通便利性; 同时预留串联规划奥体中心条件, 为奥体中心举办大型赛事打好了良好的交通基础。 3、方案设计秉承绿色发展理念和土地资源	符合

第三期建规环评审查意见	落实情况	符合性分析
地资源集约节约利用的原则。	集约节约利用的原则，选址选线不涉及“三线一单”禁止内容，不涉及生态保护红线，土地利用纳入建设规划，不触及资源利用上线，符合最新的长沙市城市总体规划、土地利用总体规划等规划要求。	
（二）线路穿越中心城区以及已建、拟建集中居住区、文教区等环境敏感目标集中的区域时，原则上应采取地下线敷设方式。对拟采取高架线敷设方式的线路路段，应结合噪声影响评价结论，采取有效的降噪措施或预留声屏障等降噪措施的建设条件，并做好沿线规划控制；对线路下穿居住、文教、办公，科研、历史建筑等敏感路段，应结合振动环境影响评价结论，采取有效的减振降噪措施。	1、本工程穿越中心城区，采取全地下线敷设。 2、本次环评开展振动环境评价预测，依据评价结论提出减振措施。	符合
（三）车辆段、停车场等选址布局应与《长沙市城市总体规划（2014-2020年）》（2014年修订）、《长沙市土地利用总体规划（2006-2020年）》做好协调，进一步优化5号线解放垅停车场、6号线黄梨路车辆段、7号线一期南三环车辆段布局和规模，确保符合城市总体规划、土地利用总体规划和相关环境保护要求。	1、本期工程取消了解放垅停车场建设，建设时序后延。	不冲突
（四）进一步优化1号线北延一期、2号线西延线二期、4号线北延线等高架段敷设方式，线路走向，采取有效的降噪措施，确保线路方案与沿线功能定位和布局、环境保护要求等协调。	/	不涉及
（五）进一步优化6号线、7号线一期地下穿越饮用水水源一、二级保护区等路段的线路走向、车站设置，采取严格有效的对策措施，避免对饮用水水源保护区的不良影响。	/	不涉及
（六）根据文物保护相关要求，进一步优化6号线、7号线一期等线路走向、埋深、车站布设等方案，避免对湖南第一纱厂早期建筑群、中共湘区委员会旧址陈列馆、湘雅医院早期建筑群、湖南烈士纪念塔、程潜公馆等文物保护单位造成不良影响。	/	不涉及
（七）《报告书》提出的线路走向、敷设方式、车辆段及车站等优化调整建议应在《规划》阶段予以协调落实。	本项目对原位于军事控制区范围的区间进行了线路优化调整	符合
（八）建立噪声、振动、地下水等影响的长期跟踪监测机制，加强环境保护措施的落实。加强对线路两侧的用地控制，在用地控制区域内不宜新建居民住宅、学校、医院等噪声、振动敏感建筑；加强对车辆段、停车场、综合基地等周边土地的规划控制和集约利用。优化车站出入口、风亭、冷却塔、主	1、本次环评提出了环境监测和管理计划，对营运期噪声、振动等均提出了监测要求。 2、本次环评依据相关政策规范对风亭、冷却塔提出了距离控制要求。	符合

第三期建规环评审查意见	落实情况	符合性分析
变电所等配套设施的布局和景观设计，确保与城市环境和城市风貌协调，避免对周边学校、医院、集中居住区、文物保护单位等的不良影响。		
（九）在《规划》实施过程中，适时开展环境影响跟踪评价。《规划》修编时应重新编制环境影响报告书。	/	不涉及

根据上表分析可知，本工程设计和本次评价总体落实了规划环评审查意见中与本工程有关的相关要求。

3 工程分析

3.1 建设方案比选分析

3.1.1 大托铺站至中信广场站段线站位方案比选

根据第三期建设规划，长沙市轨道交通 5 号线南延起点为大托东站，该站位于京广铁路以东、大托机场内，之后线路沿规划环保大道向东，至阳光苑小区北侧设阳光苑站，出站后线路继续向东，至芙蓉路设中信广场站与 1 号线、长株潭城际换乘。该段线路主要位于大托机场范围内，现状为军事控制区。

根据与大托机场管理方对接情况，目前大托机场已完成搬迁，即将进行土地移交，除军事保留区外的土地将移交给地方政府，军事保留区范围仍为特殊用地，实行军事管控，限制开发和建设。因此，大托东站至中信广场站段无法按原规划实施，需对该段线站位进行调整，绕避军事保留区范围。



图 3.1-1 建设规划中长沙市轨道交通 5 号线延长线走向与军事区关系示意图

根据长沙奥体新城片区控制性详细规划（征求意见稿），该片区以全力推进长沙奥体中心建设为重点，引领推动国家、省、市重大科研平台、重大产业平台、重大公共服务设施、重要总部基地优先布局在南片区，形成湘江西岸“科创潮涌”、湘江东岸“气韵生动”的总体格局，全力打造“长株潭都市圈新中心、山水洲城新典范”，引领构建提速长株潭一体化发展的战略枢纽。其中规划奥体中心位于强体路南侧的临江地块，拟建设“一场两馆”及相关配套附属设施，分别是 6.5 万座的体育场，1.8 万座的体育馆、4000 座的游泳馆及相关配套附属设施，是集体育赛事阵地、休闲健康福地、文化教育高地和长株潭城市客厅等功能为一体的体育文化中心。

同时，在湘江西岸规划湘江科学城，拟打造全球研发中心城市核心“引爆区”，具有核心竞争力的科技新高地核心示范区。湘江科学城三馆为湘江科学城重要公共服务设施，与奥体中心隔江相望，在湘江科学城首开区西侧规划一条绿轴，为湘江科学城中轴。



图 3.1-2 解放垸-大托片区及湘江科学城规划

片区定位调整对长沙市轨道交通 5 号线南延及下一期站位方案提出新的需求，一是要满足奥体新城片区规划及开发需求，提高片区的交通便利性，支持奥体中心举办大型赛事活动，构建其周边快进快出的交通网络；二是满足奥体新城片区规划及开发需求，提高片区的交通便利性；三是预留下一期衔接湘江科学城三馆，打通湘江两岸联系，构建湘江科学城东西向交通廊道。

本期工程起点站的选择与后续延长至奥体中心和湘江科学城片区线站位紧密相连，线站位比选需结合下一期延长至奥体中心及湘江科学城段统筹考虑。结合该段沿线现状与规划条件、客流吸引、车站服务水平、工程地质、实施难度以及对规划线路的影响等因素，对该段线站位方案提出以下两个方案：方案一为强体路方案，方案二为团结路方案。

1、强体路方案与团结路方案比选



图 3.1-3 方案比选沿线规划示意图



图 3.1-4 方案比选沿线现状示意图

该段主要控制点有：天悦和苑小区、建材市场厂房、港子河、中海环宇城、京广铁路等。

①方案一：强体路方案

线路概况：该段线路主要沿强体路、天心大道敷设，线路长约 7.5km，设 6 座地下车站。

具体线站位：在潇湘大道与规划文溪路交叉口西侧设潇湘大道站，之后向东下穿湘江后沿强体路敷设，在奥体大道与规划强体路交叉口附近设奥体中心北站，出站后线路沿规划强体路向东敷设，至新城大道西侧设桂井站，出站后下穿京广铁路，在规划数谷大道与强体路交叉口设起点站大托铺站，出站后线路沿规划强体路向东敷设，之后转向东北沿天心大道敷设，于新电路路口设牛角塘站，出站后线路转向东，在芙蓉路与托子冲路交叉口北侧设中信广场站，与 1 号线、长株潭城际换乘。

该方案优点：

(A) 强体路沿线规划以居住、商业用地为主，服务临近高强度开发区及奥体中心，站间距适中，客流覆盖较好；

(B) 该方案奥体中心北站沿道路布置，车站主体和区间不侵入奥体中心地块，协调难度小、相互制约少；

(C) 线路避让军事保留区及军事控制区；

(D) 与规划解放垵片区低运量轨道覆盖范围重叠较少，片区整体轨道覆盖均衡；

(E) 线型顺直，线路条件较好；

缺点：

(A) 强体路规划道路红线宽 36m，工程实施空间较窄；

(B) 奥体新城站至牛角塘站区间需下穿低层厂房及天悦和苑小区地下室。

②方案二：团结路方案

线路概况：该段线路主要沿团结路、天心大道敷设，线路长约 7.6km，共设 6 座地下车站。

具体线站位：在潇湘大道与规划文溪路交叉口西侧设潇湘大道站，之后向东下穿湘江后沿团结路敷设，在奥体大道与规划团结路交叉口附近设奥体中心北站，出站后线路沿规划团结路向东敷设，至新城大道西侧设桂井站，出站后下穿京广铁路，在规划数谷大道与团结路交叉口设起点站大托铺站，出站后线路沿规划团结路向东敷设，之后转向东北沿天心大道敷设，于新电路路口设牛角塘站，出站后线路转向东，在芙蓉路与托子冲路交叉口北侧设中信广场站，与 1 号线、长株潭城际换乘。

该方案优点：

(A) 团结路沿线规划以居住、商业用地为主，客流条件较好；

(B) 奥体中心站位于规划奥体中心地块中部，服务功能较好；

(C) 线路避让军事保留区及军事控制区；

缺点：

(A) 与规划解放垵片区规划低运量轨道走廊间距约 500m，覆盖重叠较多，片区轨道布局不均衡；

(B) 奥体中心站未能有效服务临近高强度开发地块，该站客流稍弱；

(C) 奥体新城站至牛角塘站区间需下穿建材厂房及在建天悦和苑小区住宅；

(D) 团结路规划道路红线宽 36m，工程实施空间较窄；

(E) 奥体中心站主体和西侧区间侵入奥体中心地块，协调难度大、相互制约强，目前奥体中心方案未明确，对工期影响较大。

③、综合比选

表 3.1-1 方案综合比选一览表

项目	方案一	方案二	比选结果
线路路由	强体路、天心大道	团结路、天心大道	/
线路长度	7.5km	7.6km	方案一优
站点覆盖	客流覆盖好，兼顾奥体中心和临近高强度开发区，片区整体轨道覆盖均衡	客流覆盖较好，有效服务奥体中心，无法兼顾高强度开发区，片区整体轨道覆盖不均衡	方案一优
道路条件	较窄，红线宽度 36m	较窄，红线宽度 36m	相当
实施条件	区间下穿建材市场及既有天悦和苑小区住宅	区间下穿建材市场及在建天悦和苑小区住宅	相当
协调难度	奥体中心站主体和西侧区间不侵入奥体中心地块，协调难度小、相互制约少	奥体中心站主体和西侧区间侵入奥体中心地块，协调难度大、相互制约强，对工期影响较大	方案一优
投资估算	31.5 亿元	31.7 亿元	方案一优
与军事控制区关系	避让	避让	相当
环境敏感区涉及情况	不涉及	不涉及	相当
周边保护目标数量	振动保护目标 5 处	振动保护目标 6 处	方案一优

综上所述，方案一强体路方案，站点客流覆盖好，片区整体轨道覆盖均衡，服务功能较优；奥体中心站主体和西侧区间不侵入奥体中心地块，协调难度小、相互制约少，避让军事控制区；相较方案二线路长度缩短，投资也相对较小；相对方案二周边的振动保护目标数量少，影响人数较少。因此，本次评价同意工可比选结果，推荐方案一。

2、原规划方案与强体路方案比选

此外，为了解原规划线位与本次调整后规划线位方案之间的环境影响情况，本次评价对原规划线位与调整后推荐强体路线位补充环境比选。

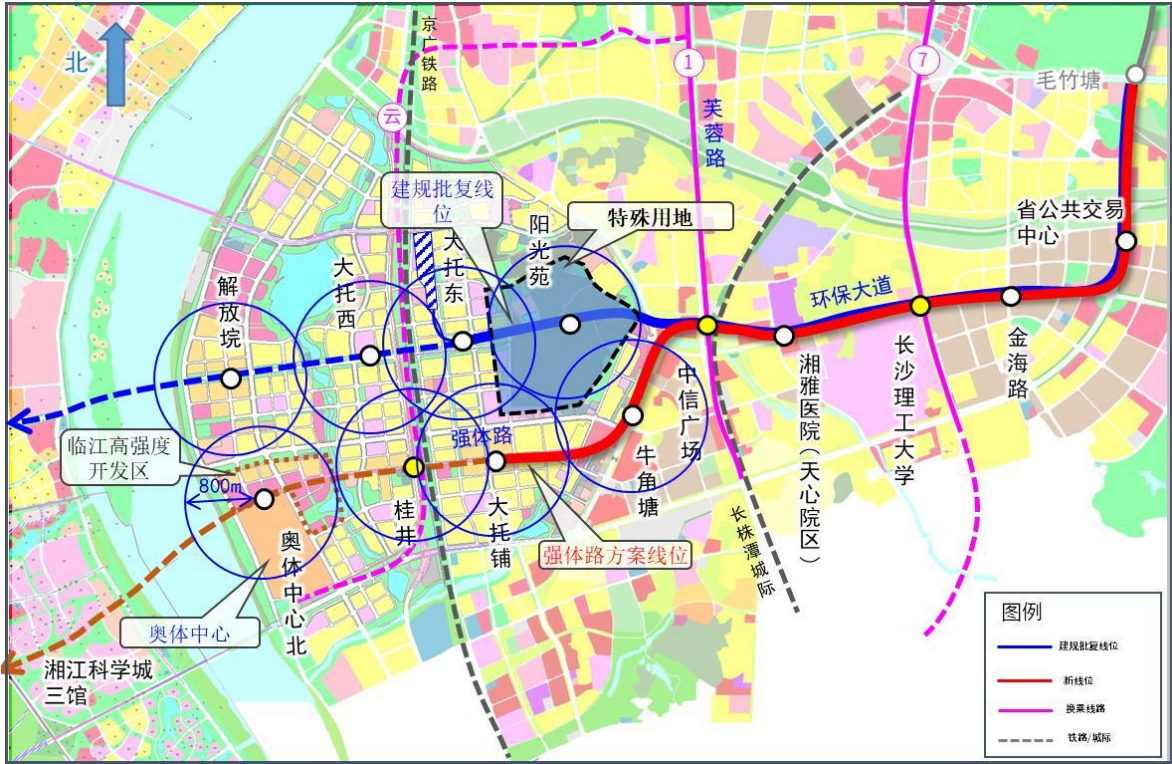


图 3.1-5 原建设规划方案线路与调整后线路对比示意图

原建设规划线位起点为大托东站，其中大托东站~中信广场站段沿环保大道敷设，整体线位穿越军事控制区，其中阳光苑站设于军事控制区范围内。

调整后规划线位起点为大托铺站，该段线路主要沿团结路、天心大道敷设，较原线位整体向南侧偏移，设大托铺站与牛角塘站，再接入原规划线位中信广场站，整体线位均避让了军事控制区。

原建设规划线位与调整后规划线位综合情况比选见下表 3.1-2。

表 3.1-2 方案综合比选一览表

项目	方案一（原建设规划线位）	方案二（调整后规划线位）	比选结果
线路路由	环保大道	强体路、天心大道	/
线路长度	1.85	2.93km	方案一优
站点覆盖	客流覆盖差，线位穿越限制开发区域，片区客流强度低	客流覆盖好，兼顾奥体中心和临近高强度开发区，片区整体轨道覆盖均衡	方案二优
道路条件	较窄，红线宽度 36m	较窄，红线宽度 36m	相当
实施条件	区间下穿多处军事建筑	区间下穿建材市场及既有天悦和苑小区住宅	方案二略优

项目	方案一（原建设规划线位）	方案二（调整后规划线位）	比选结果
协调难度	线位穿越军事控制区，涉密风险高，协调难度大、相互制约多	奥体中心站主体和西侧区间不侵入奥体中心地块，协调难度小、相互制约少	方案二优
投资估算	14.76 亿元	18.25 亿元	方案一优
与军事控制区关系	未避让，整体穿越军事控制区，且在控制区内设站	避让	方案二优
环境敏感区涉及情况	不涉及	不涉及	相当
周边保护目标数量	振动保护目标 9 处	振动保护目标 5 处	方案二优

综上所述，方案一（原建设规划线位）线路长度相对较短，总体投资小，但线路穿越军事控制区，且在控制区内设站；方案二（调整后规划线位）客流覆盖好，服务功能较优；避让军事控制区，协调难度小、相互制约少；相对方案一周边的振动保护目标数量少，影响人数较少。总体来说，方案一完全符合原建设规划，线路长度与总体投资方面较优，但未避让军事控制区，存在重大制约因素；方案二则完全避让了军事控制区，不存在制约因素，且客流覆盖较好，周边环境保护目标数量较少，环境影响相对较低。

因此，本次评价推荐调整后规划线位方案，即强体路方案。

3.1.2 省公共交易中心站至毛竹塘站段线站位比选

线路出金海路站后由环保大道转向北沿万家丽路敷设，设省公共交易中心站后接入一期起点毛竹塘站，预留接口位于路中，预留方向为西侧接入。省公共交易中心站前后站间距较大，站点周边基本为建成区，万家丽路整体线型曲折，沿线相交路口多。



图 3.1-6 长沙市轨道交通 5 号线一期工程预留接口与道路的关系示意图

从沿线规划来看，该段位于雨花环保片区，万家丽路两厢以工业、居住用地为主，但居住用地分布不集中，路中规划有万家丽快速化南延项目，与本项目万家丽路段线站位完全共线，对本段线站位影响较大；从现状上看，该段受绕城高速分割，难以覆盖绕城高速北侧客流，主要控制点有绕城高速跨线桥、110KV 高压走廊、金钟亿利达厂房、碧水龙庭小区等。

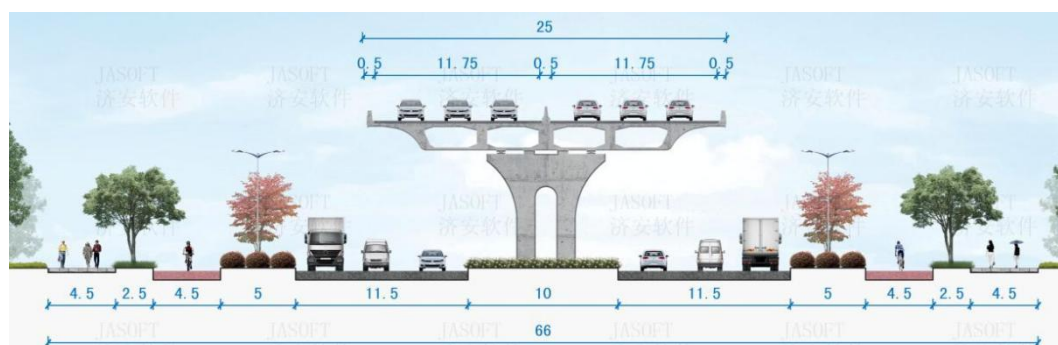


图 3.1-7 规划万家丽快改南延典型横断面



图 3.1-8 万家丽路沿线现状图

结合该段沿线现状与规划条件、客流吸引、车站服务水平、工程地质、实施难度以及对规划线路的影响等因素，对该段线站位方案提出以下二个方案：



图 3.1-8 方案比选沿线规划以及现状示意图

①方案一：万家丽路东侧设站方案

方案概况：该段线路主要沿环保大道和万家丽路敷设，线路长约 2.78km，设 2 座地下车站。

具体路由：线路出金海路站后由环保大道向北，下穿万家丽高架后沿万家丽路东侧敷设，于新兴路北侧设省公共交易中心站，之后线路由万家丽路东侧转向道路西侧敷设，接入毛竹塘站预留接口。

该方案优点：

(A) 省公共交易中心站靠近富春山、佳芙花园、湖南省公共资源交易中心等客流密集区，服务水平较优；

(B) 省公共交易中心站位于道路东侧，避免迁改 110KV 高压塔且不占用道路西侧地块；

(C) 线路顺直，最小曲线半径 450m，乘车舒适性高。

缺点：

(A) 与规划万家丽南延快改高架存在三次交叉，两工程交叉影响桥梁桩基布置，高架桥需增设地下连梁，施工难度和投资增加。

②方案二：万家丽路西侧，新兴路以北设站方案

方案概况：该段线路主要沿环保大道和万家丽路敷设，线路长约 2.75km，设 2 座地下车站。

具体路由：线路出金海路站后由环保大道向北，下穿地块后沿万家丽路西侧敷设，避让规划万家丽快改南延高架桥，于新兴路路口北侧、万家丽路西侧设省公共交易中心站，之后向北接入毛竹塘站预留接口。

该方案优点：

(A) 区间与万家丽高架桥交叉一次，施工风险和实施难度较方案一降低；

(B) 车站不占用道路东侧地块。

缺点：

(A) 道路西侧以工业用地为主，东侧为居住区，主要客流需过万家丽路乘车；

(B) 省公共交易中心站需占用比亚迪和经开区管委会用地，用地协调难度大；

(C) 由环保大道转向万家丽路为 350m 小半径曲线，乘客舒适性较差；

(D) 省公共交易中心站考虑 110KV 高压线，施工难度较大。

③综合比选

表 3.1-3 方案综合比选一览表

比选项目	方案一	方案二	比选结果
省公共交易中心站位	万家丽路东侧	万家丽路西侧	/
线路长度	2.78	2.75	方案二优
线路条件	无小半径曲线	存在一处 350m 小半径曲线	方案一优
与规划万家丽快改南延的关系	三次交叉，对高架桥景观无影响	一次交叉，对高架桥景观无影响	方案二优
与高压线关系	区间下穿高压塔，车站避让	区间下穿高压塔，车站临近高压塔，实施难度较大	方案一优
对周边地块影响	需下穿亿利达地块（已预留）；车站占用公共资源交易中心围墙内部分绿地	需下穿亿利达地块（已预留）；车站附属永久用地侵入比亚迪地块；	相当
客流效益	较好	较好	相当
总投资	3.14 亿元	2.97 亿元	方案二优
环境敏感区涉及情况	不涉及	不涉及	相当
周边保护目标数量	声环境保护目标 1 处，振动保护目标 3 处	无声环境保护目标，振动保护目标 2 处	方案二优
环境影响程度	距离振动环境保护目标更近，影响相对较大	距离振动环境保护目标更远，环境影响相对较低	方案二优

综上所述，万家丽路西侧设站方案线路长度较小，投资相当较低；线路与规划万家丽快改南延仅一次交叉，施工难度较低；此外，万家丽路西侧设站方案站相对方案一周边的环境保护目标数量较少，且距离相对更远，总体环境影响较小。因此，本次评价同意工可比选结果，推荐万家丽路西侧设站方案。

3.1.3 牛角塘站至长沙理工大学站线站位比选

该段线路主要行经南部融城片区，周边规划以居住、商业用地为主。现状基本为建成区，周边建构物密集，1 号线、长株潭城际为已运营线路，其中 1 号线为地下车站，长株潭城际为高架车站，需重点考虑与两线换乘需求。同时，果子园路与托子冲路交叉口东侧为湘雅医院天心院区和规划国家医疗中心，需考虑本工程对医院及医学中心的服务水平。

根据沿线现状及规划情况，结合沿线地质情况、工程可实施性、投资规模以及后期运营影响等方面，对该区间线站位方案进行两个方案的研究分析，分别为托子冲路方案与新谷路方案。



图 3.1-9 方案比选沿线规划示意图



图 3.1-10 方案比选沿线现状示意图

沿线存在多处控制点：长株潭城际高架区间、1 号线隧道、湘雅医院天心院区、先锋新宇小区、芙蓉路跨线桥、友阿奥特莱斯、环宇城、山水嘉园以及多处规划地块等。

①方案一：托子冲路方案

方案概况：该线路沿天心大道、托子冲路、环保大道敷设，线路长 3.83km，设站

4 座。

具体路由：线路出牛角塘站后向北沿天心大道敷设，过环保大道后转向东，至托子冲路与芙蓉路交叉口北侧设中信广场站，出站后线路转向东南下穿长株潭城际高架、先锋新宇、友阿奥特莱斯后，在果子园路与环保大道交叉口设湘雅医院（天心院区）站，之后继续沿环保大道向东至汇金路设长沙理工大学站，与在建 7 号线换乘。

该方案优点：

（A）线路相对顺直，线路长度短，存在 400m 小半径曲线一处；

（B）湘雅医院（天心院区）站客流吸引较好，以居住、商业、医疗用地为主，距离湘雅医院门诊大厅约 95m，紧邻国家医学中心，对进出医院客流服务便捷；

（C）线路正穿长株潭城际高架，区间与长株潭城际桥桩净距约 3m，实施条件较好；

（D）该段站间距为 1.42+0.89+1.52km，站间距相对均衡。

缺点：

（A）中信广场站与 1 号线换乘距离约 227m，与城际换乘距离约 210m，换乘距离稍远；

（B）中信广场站至湘雅医院（天心院区）站区间下穿奥特莱斯地块。

②方案二：新谷路方案

方案概况：该段线路沿天心大道、新谷路、环保大道敷设，线路长 4.07km，设站 4 座。

具体路由：线路出牛角塘站后向北沿天心大道敷设，过环保大道后转向东，至新谷路与芙蓉路交叉口东南侧设中信广场站，出站后线路转向下穿长株潭城际高架后沿新谷路至果子园路口设湘雅医院（天心院区）站，之后向东南转至环保大道敷设至汇金路设长沙理工大学站，与在建 7 号线换乘。

该方案优点：

（A）中信广场站与 1 号线换乘距离约 50m，与城际换乘距离约 140m，换乘距离较近。

（B）避让友阿奥特莱斯地块。

缺点：

（A）线路整体曲折，线路长度较方案一增加 240m，存在 350m 和 400m 小半径曲线各一处；

(B) 湘雅医院（天心院区）站客流吸引较差，距离湘雅医院门诊大厅约 330m，距国家医学中心约 400m；

(C) 线路小角度（约 34°）斜穿长株潭城际高架，区间与长株潭城际桥桩最小净距约 0.7m。

③综合比选

表 3.1-4 方案综合比选一览表

比选项目	方案一（托子冲路方案）	方案二（新谷路方案）	比选结果
线路长度	3.83	4.08	方案一优
站点条件	较好，湘雅医院（天心院区）站靠近建成	较差，湘雅医院（天心院区）站周边以医院及大型居住小区置小区及工业为主	方案一优
站点间距	均衡，（1.42+0.89+1.52）km	不均衡，（1.63+0.63+1.82）km	方案一优
线路条件	较好，存在一处 400m 小半径曲线	较差，存在 350m 和 400m 小半径曲线各一处	方案一优
换乘条件	一般，与 1 号线、城际换乘距离分别为 227m 和 210m	较好，与 1 号线、城际换乘距离分别为 50m 和 140m	方案二优
对周边地块影响	下穿奥特莱斯及少量规划商业用地	下穿大片规划商业用地，侧穿医疗、居住用地	相当
客流效益	较好	较差	方案一优
总投资	8.15 亿元	9.38 亿元	方案一优
环境敏感区涉及情况	不涉及	不涉及	相当
周边保护目标数量	声环境保护目标 2 处，振动保护目标 10 处	声环境保护目标 2 处，振动保护目标 11 处	方案一优
环境影响程度	距离振动环境保护目标更远，环境影响相对较低	距离振动环境保护目标更近，影响相对较大	方案一优

综上所述，托子冲路方案线路长度较小，投资相对较低；线路站点间距较均衡，线路条件相对较好；此外，托子冲路方案站相对方案二周边的环境保护目标数量较少，且距离相对更远，总体环境影响较小。因此，本次评价同意工可比选结果，推荐托子冲路方案。

3.1.4 中信广场站方案比选

该段线路主要行经南部融城片区，现状基本为建成区，周边建构物密集 1 号线、长株潭城际为已运营线路，其中 1 号线为地下车站，长株潭城际为高架车站，需重点考虑与两线换乘需求。周边规划以居住、商业用地为主。同时沿线存在多处控制点：长株潭城际高架区间、1 号线隧道、湘雅医院天心院区、先锋新宇小区、芙蓉路跨线桥、友阿奥特莱斯、环宇城以及多处规划地块等。

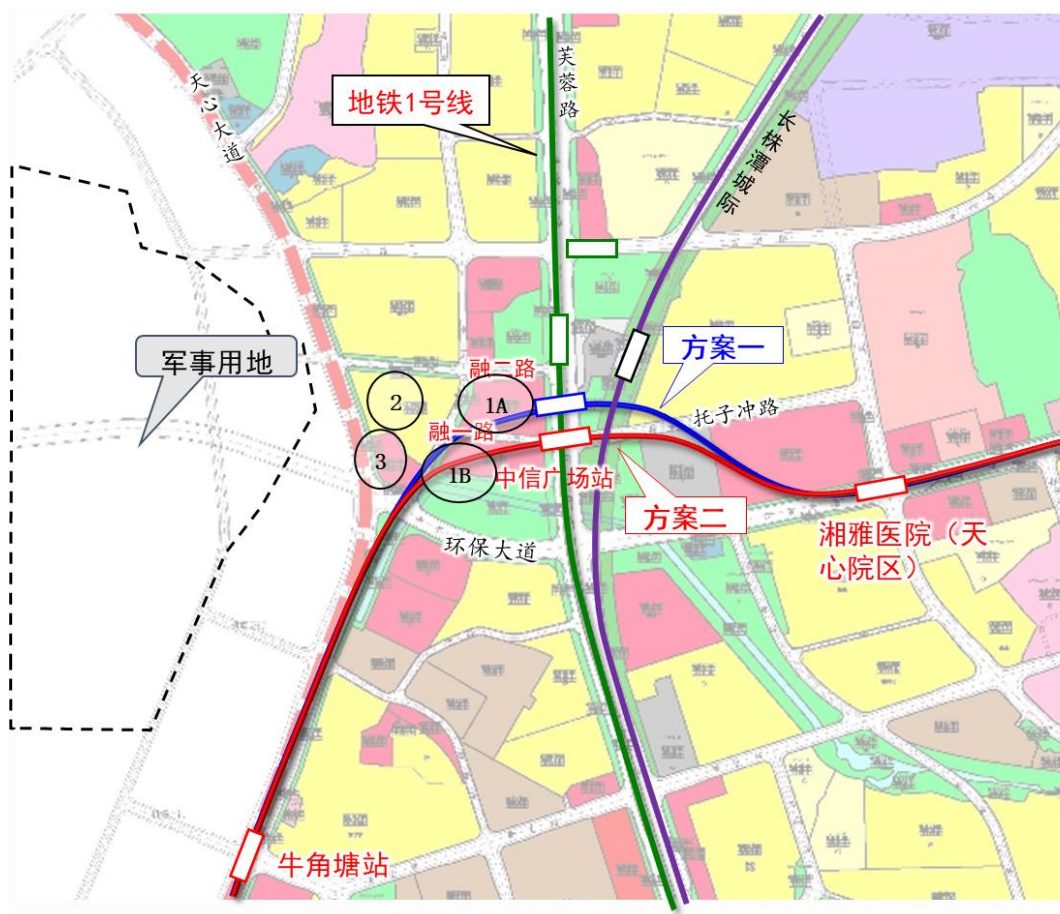


图 3.1-11 本工程线路与待开发地块关系图

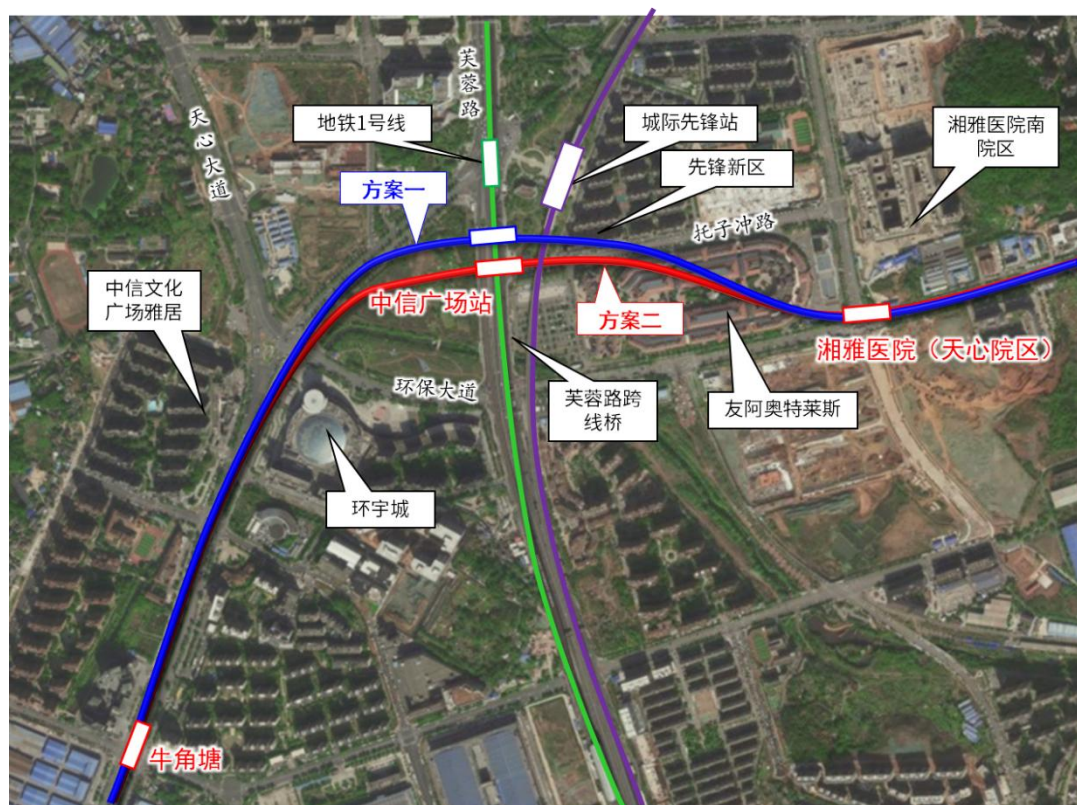


图 3.1-12 路由走向及沿线控制点示意图

中信广场西侧存在多处待开发地块，其中 1A、1B 地块为商业用地，未出让；2 号地块为居住地块，已出让；3 号地块为商业地块，已出让。

根据沿线现状及规划情况，结合沿线地质情况、工程可实施性、投资规模以及后期运营影响等方面，对该区间线站位方案进行两个方案的研究分析。

①方案一：托子冲路北设站方案

方案概况：该方案线路主要沿天心大道、托子冲路北侧、环保大道敷设，线路长度约 2.10km，共设 3 座地下车站。

具体路由：线路出牛角塘站后向北沿天心大道敷设，过环保大道后转向东，至托子冲路与芙蓉路交叉口北侧设中信广场站，出站后线路转向东南下穿长株潭城际高架、先锋新宇、友阿奥特莱斯后，在果子园路与环保大道交叉口设湘雅医院（天心院区）站。

该方案特点：

（A）换乘距离相对较近，与 1 号线换乘距离约 227m，与长株潭城际换乘距离约 210m；

（B）左右线分别从长株潭城际区间桥桩两侧穿越，与桥桩净距约 3m，协调难度和实施风险较大；

（C）线路条件较差，线路呈倒“U”型，最小曲线半径 400m；

（D）受下穿城际桥桩及 1 号线区间影响，车站站台宽度 17m，埋深较大，车站规模 20842.02m²，投资约 3.81 亿元；

（E）车站及西侧区间需占用（切割）3 处待开发商业地块，东侧区间需下穿长株潭城际区间、先锋新宇小区住宅、友阿奥特莱斯。

②方案二：托子冲路中设站方案

方案概况：该方案线路主要沿天心大道、融一路、环保大道敷设，线路长度约 2.05km，共设 3 座地下车站。

具体路由：线路出牛角塘站后向北沿天心大道敷设，过环保大道后转向东，至托子冲路与芙蓉路交叉口设中信广场站，出站后线路转向东南下穿长株潭城际高架、友阿奥特莱斯后，在果子园路与环保大道交叉口设湘雅医院（天心院区）站。

该方案特点：

（A）换乘距离相对较远，与 1 号线换乘距离约 277m，与长株潭城际换乘距离约 260m；

(B) 左右线分别从长株潭城际区间桥桩路中大跨穿越，与桥桩净距约 6m，协调难度和实施风险较小；

(C) 线路条件较差，线路呈倒“U”型，最小曲线半径 450m；

(D) 受下穿 1 号线区间影响，埋深较大，车站规模 19362.51m²，投资约 3.61 亿元；

(E) 车站及西侧区间需占用（切割）1 处待开发商业地块，东侧区间需下穿长株潭城际区间、友阿奥特莱斯。

③综合比选

表 3.1-5 方案综合比选一览表

比选项目	方案一	方案二	比选结果
中信广场站位	托子冲路北侧	托子冲路路中	/
线路长度	2.10km	2.05km	方案二优
线路条件	整体呈倒“U”型，最小曲线半径 400m	整体呈倒“U”型，最小曲线半径 450m	方案二优
换乘距离	与 1 号线换乘约 227m，与城际先锋站换乘约 210m	与 1 号线换乘约 277m，与城际先锋站换乘约 260m	方案一优
车站规模	站台宽度 17m，面积 20842.02m ²	站台宽度 14m，面积 19362.51m ²	方案二优
实施风险	较大	较小	方案二优
协调难度	较大	较小	方案二优
占用/切割待开发地块	3 处商业地块	1 处商业地块	方案二优
投资估算（含交疏、管迁）	约 3.81 亿元	约 3.61 亿元	方案二优
环境敏感区涉及情况	不涉及	不涉及	相当
周边保护目标数量	振动保护目标 4 处	振动保护目标 1 处	方案二优

综上所述，虽然方案一与 1 号线、长株潭城际换乘距离较近，可优先保障换乘功能；但线路条件、车站规模、实施风险、协调难度以及投资估算相比均劣于方案二；且方案一相比方案二周边环境保护目标更多，可能影响人数更多。因此，从环境优先的角度，本次评价推荐采用方案二。

3.1.5 路线及站点推荐方案

经研究比选，长沙市轨道交通 5 号线延长线工程推荐线站位方案如下：

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程线路全长约 9.24km，全地下敷设；共设 7 座车站。其中换乘站 2 座，为中信广场站（与 1 号线、长株潭城际换乘）、长沙理工大学站（与在建 7 号线换乘）。

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程在规划数谷大道与强体路交叉口设大托铺站，出站后线路由强体路转向东北沿天心大道敷设，于天心大道与新电路交叉口设牛角塘站，出站后线路转向东，在芙蓉路与托子冲路交叉口北侧设中信广场站，与 1 号线、长株潭城际换乘。之后线路下穿长株潭城际高架后转向东南沿环保大道敷设，依次在湘雅医院（天心院区）路口设湘雅医院（天心院区）站；在汇金路路口设长沙理工大学站，与在建 7 号线换乘；在金海路口设金海路站，出站后线路继续沿环保大道向东，在万家丽路口转向北沿万家丽路敷设，在省公共交易中心口北侧设省公共交易中心站；出站后向北接入一期工程起点毛竹塘站（原时代阳光大道站，本期工程不含）。

站点布置为：西起大托铺站—牛角塘站—中信广场站（1 号线和长株潭城际换乘）—湘雅医院（天心院区）站—长沙理工大学站（在建 7 号线换乘）—金海路站—省公共交易中心站—接入一期工程毛竹塘站（不含）。



图 3.1-13 推荐线站位方案示意图

3.2 产业政策及相关规划符合性分析

3.2.1 与国家产业政策的符合性分析

本工程属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第一类鼓励类二十二城镇基础设施“1.城市公共交通：城市公共交通建设，城市道路及智能交通体系建设，城市

交通管制系统技术开发及设备制造，城市轨道交通新线建设，既有停车设施改造，停车楼、地下停车场、机械式立体停车库等集约化的停车设施建设，停车场配建电动车充换电设施”中的城市轨道交通新线建设项目，属于鼓励类项目，符合国家产业政策。

根据《市场准入负面清单（2022年版）》，本工程符合湖南省主体功能区划，不属于《市场准入负面清单（2022年版）》中的禁止准入项目，属于许可准入类项目。

综上所述，本工程符合国家产业政策。

3.2.2 与相关规划的符合性分析

3.2.2.1 与《长沙市轨道交通线网修编》（2020年修订版）符合性分析

根据《长沙市轨道交通线网修编》（2020年修订版），基于长沙市新一轮总体规划提出的“一轴两带多中心”空间结构和用地布局，长沙市远景都市区轨道线网推荐方案由4条线路构成，远景城市轨道交通线网方案由14条线路构成。

远景都市区轨道线网推荐方案为“南翼串联”结构，该方案共有长宁快线（S1）、西站-浏阳快线（S2）、河西快线（S3）和长株快线（S4）四条线路，线路里程共223公里。

远景城市轨道线网按结构层次划分，由7条骨干线、4条补充线、3条外围联络线共计14条线构成。1-5号线、8号线为骨干线，支撑空间布局；7号线、9号线、10号线、14号线为补充线，进一步强化副中心放射与主要轴带的轨道支撑。11号线、12号线、13号线为外围联络线，强化高星、金霞、坪埔、暮云等外围组团的轨道联系。市区线路总长667公里。

本工程为长沙市城市轨道线网骨干线路长沙市轨道交通5号线中的一段，工程建设有利于推动长沙市轨道交通发展，符合《长沙市轨道交通线网修编》（2020年修订版）要求。

3.2.2.2 与《湖南省“十四五”现代化综合交通运输体系发展规划》的符合性分析

根据湖南省人民政府办公厅关于印发《湖南省“十四五”现代化综合交通运输体系发展规划》（湘政办发〔2021〕50号），“**建设轨道上的长株潭**。统筹利用干线铁路通道资源，以既有长株潭城际铁路为骨架，以长沙市轨道交通为基础，统一规划建设长株潭都市圈轨道交通项目，合理确定建设时序，优化轨道交通站点布设，做好远期轨道交通线路接入条件预留，逐步实现长株潭都市圈中心区轨道交通互联互通、成环成网。理顺既有长株潭城际铁路管理关系，进一步增加小编组车辆，改进开行方式，优化票务系统，完善配套设施，加快推进“地铁化”运营。推进长株潭轨道交通

建管养运“一张网”。有序推进长沙市新一轮城市轨道交通建设，稳步发展中小运量有轨公共交通。”

本工程为长沙市轨道交通 5 号线一期工程的延长线工程，工程建设是有序推进长沙市新一轮城市轨道交通建设的规划落地实施，有利于长沙市轨道交通互联互通、成环成网，与《湖南省“十四五”现代化综合交通运输体系发展规划》（湘政办发〔2021〕50 号）是相符的。

3.2.2.3 与《长沙市“十四五”交通运输发展规划（2021-2025）》的符合性分析

根据《长沙市交通运输局关于印发〈长沙市“十四五”交通运输发展规划（2021-2025）〉的通知》（长交综规〔2021〕82 号），“四、重点任务（四）积极创建绿色出行示范城市专栏：稳步推进 5 号线、1 号线北延一期、地铁 2 号线西延二期、轨道交通 5 号线东延段、长沙磁浮东延线、长株潭城际轨道西环线一期以及长沙市轨道交通第二控制中心项目建设；开工建设 7 号线一期（云塘站-五里牌站）、4 号线北延、5 号线南延、5 号线北延；加快第三期建设规划调整，启动长沙市轨道交通第四期建设规划相关前期研究；加快推进梅溪湖市府线建设；启动长宁线一期工程项目前期相关工作”。

本工程为原长沙市轨道交通 5 号线南延工程，属于《长沙市“十四五”交通运输发展规划（2021-2025）》中规划的城市轨道交通重点建设项目，符合规划要求。

3.2.2.4 与《湖南省主体功能区规划》的符合性分析

根据《湖南省主体功能区规划》：在对全省国土空间进行综合评价的基础上，以是否适宜或如何进行大规模高强度工业化城镇化为基准，以县级行政区为基本单元，将全省国土空间划分为以下主体功能区：按开发内容，分为城市化地区、农产品主产区和重点生态功能区；按开发方式和强度，分为重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域；按层级，分为国家和省级两个层面。

其中长株潭城市群的发展任务为：以推动形成国家长江中游重点开发区域为目标，构建以长沙为中心，以株洲、湘潭为副中心，以三市结合部为“绿心”的空间开发格局。拓展城市空间，壮大经济规模优先发展战略性新兴产业和高技术服务业，促进城市相向发展产业配套互补。推进三市城际轨道交通网络和快速大外环建设，实现三市基础设施和公共服务一体化。

本工程位于长沙市天心区与雨花区，属于国家层面重点开发区域，本工程为轨道交通建设项目，工程建设有利于推进城市轨道交通网络，因此，本工程与《湖南省主

体功能区规划》是相符的。

3.2.2.5 与《长沙市“十四五”国土空间发展规划》的符合性分析

根据《长沙市人民政府办公厅关于印发〈长沙市“十四五”国土空间发展规划〉的通知》（长政办发〔2022〕11号）中第二章统筹谋划：“……构建国土空间发展总格局，构建同城化交通网络。引领构建“大”+“环”型轨道快线网。……”第五章提升效率，构建高效集约的城镇空间格局“……逐步完善以主中心、综合服务中心为核心，以轨道交通换乘枢纽、公共活动中心等区域为重点的地下空间总体布局，形成功能适宜、布局合理的竖向结构，推进建设用地的多功能立体开发和复合利用。……”

本工程为轨道交通建设项目，项目建设将进一步完善长沙市轨道交通线网，促进沿线区域开发和利用，与《长沙市“十四五”国土空间发展规划》（长政办发〔2022〕11号）是相符的。

3.2.2.6 与《长沙市国土空间规划（2021-2035年）》的符合性分析

本项目建设已获得湖南省自然资源厅、长沙市自然资源和规划局批复，根据湖南省自然资源厅核发的《建设项目用地预审与选址意见书》，项目符合国土空间用途管制要求。

(1) 长沙市国土空间总体规划概况

根据已批复的《长沙市国土空间规划（2021-2035年）》：

①城市性质

长沙市是湖南省省会，国家历史文化名城，新兴国家中心城市，国家重要先进制造业中心、国际科技创新中心、国际文化创意中心、国家综合交通枢纽中心，中部地区高质量发展和都市圈建设的示范城市，长江中游城市群核心增长极。

②城市发展目标

到2025年，城市能级、核心竞争力、辐射带动力全面增强，成为新时代高质量发展的现代化城市典范；生态空间质量和整体性稳步提升，生态空间集约高效水平明显进步，生活空间宜居品质进一步提高，魅力空间的红色文化和湖湘特色进一步凸显，主体功能区格局持续优化；全球影响力、全国竞争力、区域引领力、全省辐射力持续增强。

到2035年，率先基本实现社会主义现代化，建成具有国际影响力的现代化城市、现代新湖南示范区、长江经济带核心增长极，跻身国家中心城市行列；基本形成生态空间山青江碧、生产空间集约高效、生活空间全龄友好、魅力空间特色彰显的国土空

间格局。

到 2050 年，全面建成社会主义现代化新长沙，形成美丽、安全、高效宜居、魅力、和谐的国土空间。

③中心城区空间结构规划

根据长沙市国土空间规划，提出“一轴一带四走廊、一核两副十组团、一脉两屏六绿楔”的市域国土空间总体格局。

以重大交通枢纽和轨道交通为引领的多中心、组团式发展，基于城区十大组团发展框架，构建“一江两岸、一核多心”的中心体系。打造承载长沙城市活力、文化魅力、山水洲城特色的“中央活力核”，黄兴、梅溪湖、星沙、望城、暮云、大王山等多个城市组团中心协同发展。

近期建设十大重点片区，作为十大组团的核心功能承载地。高起点打造金阳新城、金洲新城、金霞新城三大产业片区：高水平建设滨江金融中心、国际会展新城、高铁西城、南部融城片区四大高端服务片区：高质量塑造隆平科创城、大泽湖片区、大王山片区三大特色片区。

(2) 与长沙市国土空间总体规划符合性

本工程为现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程的延长线工程，是长沙主城区东部骨干线路的延伸，可快速联系南部片区与主城区和星马组团，缩短时空距离，与 1 号线、长株潭城际、规划长株快线共同构建南部片区向长株潭三市主城区轴线放射型的“轨道+城际”骨架交通通道网络。本工程与 5 号线一期工程贯通运营后，衔接了暮云组团、黄榔组团、主城区和星马组团等重要功能中心和枢纽地区，为主城区东部南北向骨干线路，完善区域交通功能，支持长沙市国土空间规划发展。

本工程的建设将完善长沙市轨道交通网络的形成，提升长沙市公共交通服务能力，有利于进一步完善长沙市城市服务功能，提升长沙城市形象，体现长沙市为湖南省省会、历史文化名城和综合交通枢纽的城市性质，同时也为长沙市产业发展提供有力的交通基础条件，有利于长沙市城市职能的实现。以轨道交通为代表的高效、绿色交通方式为现代化国际大都市、宜居城市的重要象征。

综上所述，本工程与《长沙市国土空间规划（2021-2035 年）》是总体相符的。

3.2.2.7 与《长沙市历史文化名城保护规划（2016-2020 年）》的符合性分析

根据长沙市文化旅游广电局 2024 年 5 月出具的复函（详见附件 5），本工程线路方案不涉及文物保护单位及其保护范围、建设控制地带，不涉及不可移动文物。

因此，本工程与《长沙市历史文化名城保护规划（2016-2020 年）》是相符的。

3.2.2.8 与《长沙市“十四五”生态环境保护规划（2021-2025 年）》的符合性分析

根据《长沙市人民政府办公厅关于印发长沙市“十四五”生态环境保护规划（2021-2025 年）的通知》（长政办发〔2021〕68 号），“三、推动绿色低碳发展（六）倡导培育绿色生活方式：……2.推广绿色出行。建立绿色交通管理系统，加大绿色交通工具的研发与推广力度，加快轨道交通、智慧公交建设，打造公交都市升级版，出台新能源汽车鼓励支持政策，大力推进新能源汽车广泛应用。推动交通基础设施绿色化，提供更为便利的绿色出行条件。鼓励和宣传选择步行、自行车、公交、地铁等绿色出行方式，降低私家车使用频率，形成低碳健康的绿色出行方式。”

本工程为轨道交通建设项目，项目的实施有利于加快长沙市公共交通升级，为市民提供便利的绿色出行条件，符合《长沙市“十四五”生态环境保护规划（2021-2025 年）》相关要求。

3.2.3 与其他相关法律法规的符合性分析

3.2.3.1 与《城市轨道交通建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》的符合性分析

本工程属于城市轨道交通建设项目，与《关于印发城市轨道交通、水利（灌区工程）两个行业建设项目环境影响评价文件审批原则的通知》（环办环评〔2018〕17 号）中轨道交通建设行业环评审批原则符合性分析见下表 3.2-1。

根据下表分析结果，本工程与《城市轨道交通建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》是相符的。

表 3.2-1 本工程与《城市轨道交通建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》符合性分析一览表

相关规定	项目情况	符合性
第一条本原则适用于地铁、轻轨等城市轨道交通建设项目环境影响评价文件的审批。有轨电车、单轨交通、中低速磁浮等其他类型的城市轨道交通建设项目可参照执行。	项目属于地铁，适用于本原则相关规定。	/
第二条项目符合生态环境保护相关法律法规和政策，与环境功能区划、生态环境保护规划等规划相协调，符合城市总体规划、城市轨道交通线网及建设规划和规划环评要求。	根据分析，项目符合长沙市“十四五”生态环境保护规划、区域三线一单要求，项目建设也符合长沙市城市总体规划、长沙市“十四五”国土空间规划要求，长沙市轨道交通 5 号线全线属于《长沙市轨道交通线网修编》（2020 年修订版）规划的长沙市城市轨道交通线网骨干线路，本工程为现有长沙市轨道交通 5 号线工程的延长线（原长沙市轨道交通 5 号线南延），线路与规划环评方案总体一致，满足规划环评要求。	符合
第三条项目选址选线、施工布置未占用自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区以及其他生态保护红线等环境敏感区中法律法规禁止占用的区域，与世界文化和自然遗产地、历史文化街区、文物保护单位的环境保护要求相协调。	根据长沙市自然资源和规划局、长沙市林业局等主管部门查询结果，项目选址选线、施工布置均不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区和生态保护红线，也不涉及世界文化和自然遗产地、历史文化街区、文物保护单位。	符合
第四条对于高架、地面区段、车辆基地等出入线段沿线声环境保护目标环境质量预测超标的，提出了局部优化线位、功能置换和选用低噪声车辆、减振轨道、声屏障、干涉器、阻尼降噪器等措施；仍不能满足声环境功能区要求的，采取了隔声窗等辅助措施。车站风亭的设置满足相关规范要求，对于车站风亭周边声环境保护目标环境质量预测超标的，提出了选用低噪声设备和优化风亭与冷却塔的位置、布局、结构形式、消声降噪及风井出口方向等措施；对于车辆基地、车辆段、停车场、变电站周围声环境保护目标环境质量预测超标的，提出了优化布局、选用低噪声设备、设置声屏障、进行功能置换等措施。 项目经过规划的居住、教育科研、医疗卫生、机关办公等噪声敏感建筑物集中区域的，提出了规划调整及控制、预留声屏障等降噪措施实施的技术条件等噪声防治建议。 对于邻近居民区、学校、医院等声环境保护目标的路段，提出了在施工期设置围挡、优化施工布置及工艺、合理安排施工时间等措施。 采取上述措施后，声环境保护目标环境质量现状达标的，项目实施后仍符合声环境质量标准；声环境质量现状不满足功能区要求的，项目实施后声环境	本期工程不新建停车场与变电站，不建设地上线。 根据本次声环境影响预测结果，车站风亭、冷却塔周边声环境保护目标噪声预测结果达标。 对项目经过的规划居住、教育科研、医疗卫生、机关办公等噪声敏感建筑物集中区域提出了规划调整及控制要求。 对于邻近居民区、学校、医院等声环境保护目标的路段，提出了在施工期设置围挡、优化施工布置及工艺、合理安排施工时间等。 采取上述措施后，项目实施后声环境保护目标符合声环境质量标准。施工期场界噪声符合相应标准。	符合

质量达标或不恶化。车辆基地、车辆段、停车场、变电站等区域厂界环境噪声符合相应标准。施工期场界噪声符合相应标准。		
<p>第五条对于住宅等环境保护目标环境振动超标的，提出了优化线位、功能置换、轨道减振、选用无缝钢轨等措施。对于地下穿越环境振动保护目标的，提出了局部优化线位、增加埋深、采用特殊轨道减振措施或车辆限速等复合型减振措施、采用非爆破或静音爆破施工法等要求。</p> <p>对不可移动文物造成振动影响超标的，提出了局部优化线位、增加埋深、减振防护等措施。</p> <p>项目经过规划的居住、教育科研、医疗卫生、机关办公等环境振动敏感建筑物集中区域的，提出了规划调整及控制等防治建议。</p> <p>采取上述措施后，住宅等环境保护目标环境振动符合城市区域环境振动标准，城市轨道交通引起的敏感建筑二次结构噪声符合相应标准，不可移动文物的振动影响符合古建筑防工业振动技术规范或建筑工程容许振动标准。</p>	<p>根据本次振动影响预测结果，对住宅等环境保护目标环境振动超标的和地下穿越环境振动保护目标的，均提出了相应的减振措施。</p> <p>项目不涉及不可移动文物。</p> <p>对项目经过的规划居住、教育科研、医疗卫生、机关办公等环境振动敏感建筑物集中区域的，提出了规划调整及控制等防治建议。</p> <p>采取措施后，住宅等环境保护目标环境振动符合城市区域环境振动标准，城市轨道交通引起的敏感建筑二次结构噪声符合相应标准。</p>	符合
<p>第六条项目涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、重要湿地、重要野生动物栖息环境等特殊和重要生态敏感区的，结合涉及保护目标的类型、保护对象及保护要求，提出了优化设计线位、工程形式、施工方案等措施。对古树名木、重点保护及珍稀濒危植物造成影响的，提出了避让、工程防护、异地移栽等保护措施和工程结束后的恢复措施。</p> <p>直接涉及与地下水有联系的生态敏感区的，根据地质条件，提出了合理选择隧道穿越的地质层位、加大或控制埋深、采用对水环境扰动小的施工工艺、加强地表生态保护目标观测等措施。</p> <p>项目施工组织方案具有环境合理性，对弃土（渣）场、施工场地等提出了水土流失防治和生态修复等措施。</p> <p>采取上述措施后，生态影响得到了缓解和控制。</p>	<p>项目不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、重要野生动物栖息环境等特殊和重要生态敏感区，也不涉及古树名木、重点保护及珍稀濒危植物。</p> <p>对项目施工场地等提出了水土流失防治和生态修复等措施。</p> <p>采取本次环评提出的措施后，生态影响可得到缓解和控制。</p>	符合
<p>第七条项目涉及地表水饮用水水源保护区或Ⅰ类、Ⅱ类敏感水体的，提出了优化工程设计和施工方案、禁止施工期废水废渣排入、收集路（桥）面径流等措施。涉及地下水饮用水水源保护区等环境保护目标的，提出了阻隔污染物扩散、控制水位下降等措施。</p> <p>对于车辆基地、车辆段、停车场、车站的生活污水、车辆清洗及维修废水等污（废）水，提出了收集、处置和纳管措施。</p> <p>采取上述措施后，对水环境的不利影响能够得到缓解和控制，各项污染物达标排放。</p>	<p>项目不涉及地表水饮用水水源保护区或Ⅰ类、Ⅱ类敏感水体，也不涉及地下水饮用水水源保护区等环境保护目标。</p> <p>项目对水环境的不利影响能够得到缓解和控制，各项污染物达标排放。</p>	符合

<p>第八条风亭和锅炉邻近居民区等环境保护目标的，提出了优化选址与布局、保持合理距离、改变出风口朝向、安装大气污染治理设施等措施。</p> <p>针对施工扬尘污染，提出了封闭堆存及运输、对出入车辆进行冲洗、洒水降尘等措施。对于施工期各类运输车辆和非道路移动机械产生的废气，提出了使用合格的燃油（料）和车用尿素、禁止使用高排放或超标排放的车辆和作业机械、优先采用纯电动和清洁能源车辆等措施。</p> <p>采取上述措施后，对环境空气的不利影响能够得到缓解和控制，各项污染物达标排放</p>	<p>本项目不涉及锅炉。本次评价针对邻近居民区等环境保护目标的风亭提出了保持合理距离、改变出风口朝向等措施。</p> <p>针对施工扬尘污染，提出了封闭堆存及运输、对出入车辆进行冲洗、洒水降尘等措施。对于施工期各类运输车辆和非道路移动机械产生的废气，提出了使用合格的燃油（料）和车用尿素、禁止使用高排放或超标排放的车辆和作业机械、优先采用纯电动和清洁能源车辆等措施。</p> <p>采取措施后，项目建设对环境不利影响可得到有效缓解和控制。</p>	符合
<p>第九条主变电站选址合理，边界和周围环境保护目标的电磁环境满足相关标准要求。</p>	<p>本期工程不新建主变电站，利用现有长沙市轨道交通5号线一期工程已建天际岭主变电站。</p>	不冲突
<p>第十条对于施工期施工作业及运营期地铁车站、车辆基地产生的固体废物，提出了分类收集、贮存、运输、处理处置的相应措施。其中，工程穿越土壤受污染区域，按照土壤环境管理的有关要求，提出了有效处置措施；危险废物的收集、贮存、运输和处置符合国家相关规定。</p>	<p>本次评价对于施工期施工作业产生的渣土、盾构土及运营期地铁车站产生的固体废物，提出了分类收集、贮存、运输、处理处置的相应措施。对照长沙市生态环境局公布的《长沙市2023年度污染地块名录》，工程沿线不涉及土壤受污染地块。项目危险废物的收集、贮存、运输和处置符合国家相关规定。</p>	符合
<p>第十一条对可能存在环境风险的项目，提出了采取环境风险防范措施、编制环境应急预案、与当地人民政府及相关部门、有关单位建立应急联动机制等要求。</p>	<p>本次评价针对施工期管线迁改、盾构施工等可能存在的环境风险提出了风险防范措施。</p>	符合
<p>第十二条改、扩建项目在全面梳理与项目有关的现有工程环境问题的基础上，提出了“以新带老”措施。</p>	<p>项目属于新建项目。本次评价补充完善了长沙市轨道交通5号线一期工程现有工程概况、环保手续履行情况、存在的环境问题情况等。</p>	符合
<p>第十三条按相关导则及规定要求制定了噪声、振动、大气、地表水、地下水、生态和电磁等环境要素的监测计划，明确了监测网点、因子、频次等有关要求，提出了根据监测评估结果优化环境保护措施的要求。根据需求和相关规定，提出了开展生态环境保护设计、科学研究、环境管理、环境影响后评价等要求。</p>	<p>本次评价提出了噪声、振动、大气、地表水、地下水、生态和电磁等环境要素的监测计划，明确了监测网点、因子、频次等有关要求，提出了根据监测评估结果优化环境保护措施的要求</p>	符合
<p>第十四条对生态环境保护措施进行了深入论证，建设单位主体责任、投资估算、时间节点、预期效果明确，确保科学有效、安全可行、绿色协调。</p>	<p>本次评价对拟采取的环保措施可行性进行了论证分析，明确了，建设单位主体责任、环保投资等。</p>	符合
<p>第十五条按相关规定开展了信息公开和公众参与。</p>	<p>环评期间，建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》相关要求开展了信息公开和公众参与。</p>	符合
<p>第十六条环境影响评价文件编制规范，符合相关管理规定和环评技术标准要求。</p>	<p>环评符合《环境影响评价技术导则城市轨道交通》等规范要求。</p>	符合

3.2.3.2 与《湖南省长江经济带发展负面清单实施细则（试行，2022 年版）》的符合性分析

为深入贯彻落实党中央、国务院关于推动长江经济带发展重大战略部署，认真落实长江保护法，进一步完善长江经济带负面清单管理制度体系，确保我省涉及长江的一切投资建设活动以不破坏生态环境为前提，根据国家推动长江经济带发展领导小组办公室印发的《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》和相关法律法规，结合湖南省实际，制定了《湖南省长江经济带发展负面清单实施细则（试行，2022 年版）》。

本工程与《湖南省长江经济带发展负面清单实施细则（试行，2022 年版）》的相符性分析具体见下表 3.2-2。

表 3.2-2 与《湖南省长江经济带发展负面清单实施细则（试行，2022 年版）》相符性分析

序号	负面清单禁止内容	符合性分析	结论
1	禁止建设不符合全国和省级港口布局规划以及港口总体规划的码头项目，禁止建设不符合《长江干线过江通道布局规划》的过长江通道项目。	本工程为轨道交通项目，不属于码头建设项目	符合
2	禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。	本工程位于长沙市天心区、雨花区，选址沿线不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区、长江流域河湖岸线等敏感区	符合
3	禁止违反风景名胜区规划，在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所等与风景名胜资源保护无关的其他建筑物。		
4	饮用水水源一级保护区内禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的项目，以及网箱养殖、畜禽养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。饮用水水源二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目。		
5	禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建排污口、实施非法围垦河道和围湖造田造地等投资建设项目。		
6	除《中华人民共和国防洪法》规定的紧急防汛期采取的紧急措施外，禁止在国家湿地公园的岸线和河段范围内挖沙、采矿，以及不符合主体功能定位的投资建设项目。		
7	禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区和保留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。		
8	禁止在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段及湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。		
9	禁止未经许可在长江干支流及湖泊新设、改设或扩大	本工程运营期车站废水为间	符合

	排污口。	接排放，不新增排污口	
10	禁止在洞庭湖、湘江、资江、沅江、澧水干流和 45 个水生生物保护区开展生产性捕捞。	本工程不涉及生产性捕捞活动	符合
14	禁止在长江湖南段和洞庭湖、湘江、资江、沅江、澧水干流岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在长江湖南段和洞庭湖、湘江、资江、沅江、澧水干流一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库，以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。	本工程为轨道交通项目，本工程不属于禁止建设的化工、尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库项目	符合
15	禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目。高污染项目严格按照生态环境部《环境保护综合名录（2021 年版）》有关要求执行。	本工程不属于钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目	符合
16	禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。未通过认定的化工园区，不得新建、改扩建化工项目。	本工程不属于石化、现代煤化工项目	符合
17	禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目。禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的严重过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能高排放项目。	本工程不属于落后产能、过剩产能，也不属于高耗能高排放项目	符合

根据上表分析，本工程与《湖南省长江经济带发展负面清单实施细则（试行，2022 年版）》是相符的。

3.2.3.3 与《长沙市湘江流域水污染防治条例》的符合性分析

本工程位于湘江流域，根据《长沙市湘江流域水污染防治条例》（2016 年 7 月 30 日湖南省第十二届人民代表大会常务委员会第二十三次会议批准），本工程与《长沙市湘江流域水污染防治条例》的相符性分析具体见下表 3.2-3。

表 3.2-3 本工程与《长沙市湘江流域水污染防治条例》相符性分析

序号	负面清单禁止内容	符合性分析	结论
1	第十四条 新建、改建、扩建直接或者间接向水体排放污染物的建设项目和其他水上设施，应当依法进行环境影响评价。未依法进行环境影响评价的，不得开工建设。	本工程已依法开展环境影响评价工作。	符合
2	第二十五条 排入污水集中处理设施进行处理的污水，应当符合污水集中处理设施的进水水质标准要求；有下列情形之一的废水，应当在排入城镇污水处理设施前进行预处理，达到规定的标准： （一）含有重金属的污水； （二）含有毒污染物名录内污染物的污水； （三）医疗卫生机构产生的含病原体的污水； （四）含难以生物降解的有机污染物的废水； （五）餐饮、车辆维修清洗等服务业产生的污水； （六）建设项目施工产生的含泥污水。	本工程施工期施工产生的含泥污水均经沉淀后回用，不外排。	符合

综上所述，本工程与《长沙市湘江流域水污染防治条例》的相关要求是相符的。

3.2.4 与“三线一单”的符合性分析

1、生态保护红线

根据长沙市自然资源和规划局提供的工程与湖南省“三区三线”套合结果（详见附件）与《关于长沙市轨道交通5号线延长线工程选址意见的复函》（详见附件），本工程不涉及生态保护红线。

2、环境质量底线

根据《2023年长沙市生态环境状况公报》，2023年，长沙市空气质量优良天数为321天，同比增加19天；优良天数比例为87.9%，同比上升5.2个百分点。细颗粒物（PM_{2.5}）、可吸入颗粒物（PM₁₀）、二氧化氮（NO₂）、二氧化硫（SO₂）、臭氧（O₃）浓度分别为38、56、22、5、144，一氧化碳（CO）浓度为0.9毫克/立方米。其中PM_{2.5}年平均质量浓度尚未达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，但长沙市已制定《长沙市大气环境质量限期达标规划（2020-2027）》，本工程为轨道交通建设项目，采用电能作为驱动，为绿色公共交通项目。本工程投运后可缓解城区交通压力，减少道路汽车尾气排放，对改善区域大气环境有利。

2023年，长沙市地表水水质总体为优，全市32个国、省控断面年度水质优良率为100%。其中，I类水质断面2个，占6.2%；II类水质断面27个，占84.4%；III类水质断面3个，占9.4%；无IV类、V类、劣V类水质断面。市级和县级集中式生活饮用水水源地水源达标率和水量达标率均保持100%，连续11年水质达标率均保持在100%。

2023年，长沙市声环境质量整体状况良好。城市区域环境声昼间平均等效声级为53.1分贝，较上年下降0.8分贝，总体水平等级为“二级”，处于“较好”水平，城市道路交通噪声昼间平均等效声级为68.3分贝，与上年持平，强度等级为“二级”处于“较好”水平，城市功能区声环境昼间、夜间点次达标率分别为100%、83.8%，较上年持平，功能区声环境质量保持稳定。此外，根据2024年1月9日-10日对项目声评价范围内各监测点实测结果，全部监测点声环境现状均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准，声环境质量现状良好。

本工程施工严格落实施工工地围挡、路面硬化、洒水压尘、裸土覆盖、进出车辆冲洗、渣土封闭运输、建筑垃圾规范管理、非道路移动工程机械尾气达标排放8个“100%”，实现在线监测、视频监控，有效降低施工扬尘，项目运营过程中采用电能，对环境空气的改善有正效应作用。轨道采用地下敷设、风亭设置消声器、冷却塔采用低噪设备、停车场及主变电所采用建筑隔声等措施，厂界噪声可满足《工业企业厂界

环境噪声排放标准》（GB12348-2008）相应标准（4a类和2类）。项目产生的废水经处理满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准排入市政污水管网，进入雨花污水处理厂与暮云污水处理厂处理达标排放。综上所述，本工程建设不会突破环境质量底线。

3、资源利用上线

本项目为新建城市轨道交通项目，工程占用土地主要集中在车站、风亭和冷却塔占地，项目用地符合国土空间总体规划，不会突破区域土地资源利用上线。本项目用水主要为沿线车站工作人员和旅客的生活用水，用水量较小，不会突破区域水资源利用上线。

4、环境准入清单

（1）《与湖南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》与《湖南省生态环境分区管控更新成果（2023版）》符合性

根据《湖南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（湘政发〔2020〕12号）与《湖南省生态环境厅关于公布湖南省生态环境分区管控更新成果（2023版）的公告》。湖南省生态环境厅组织开展了湖南省生态环境分区管控成果动态更新工作，更新成果已经省人民政府同意并报生态环境部备案，并公布了湖南省生态环境分区管控更新成果（2023版）。

生态环境管控单元更新后，共划定875个单元，其中包括优先保护单元为260个，面积占比为37.84%；重点管控单元349个，面积占比为20.44%；一般管控单元266个，面积占比为41.72%。

根据叠图分析，本工程不涉及优先保护单元。项目位于大气环境重点管控区中受体敏感区（城镇中心及集中居住、医疗、教育等区域），但该区管控要求针对焚烧产生有毒有害烟尘和恶臭气体的物质、燃煤、重污染企业，项目为城市轨道交通新建项目，采用电能，不涉及燃煤。项目建设用地不涉及建设用地污染风险重点管控区。城市轨道交通项目作为公共交通基础设施，在建设单位有序建设和运营下，无土壤污染事故记录。

综合分析，本工程与《湖南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》以及《湖南省生态环境分区管控更新成果（2023版）》是相符的。

（2）与《长沙市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》符合性

根据《长沙市生态环境局关于发布长沙市生态环境分区管控动态更新成果（2023年版）的通知》（长环〔2024〕162号），2023版更新后全市划分优先保护、重点管控一般管控三大类共55个环境管控单元，其中优先保护单元7个，面积为2133.73km²，占比为18.06%；重点管控单元26个，面积为2295.58km²，占比为19.43%；一般管控单元22个，面积为7368.83km²，占比为62.51%。

本工程位于长沙市天心区与雨花区境内，涉及天心区大托铺街道、先锋街道与雨花区同升街道与洞井街道，对照“长环〔2024〕162号”，其中大托铺街道与先锋街道均属于天心区环境重点管控单元1（编号ZH43010320001），同升街道与洞井街道均属于雨花区重点管控单元（编号ZH43011120001），相关管控要求及符合性分析见下表3.2-4。

表 3.2-4 本工程与环境管控单元管控要求符合性分析一览表

环境管控单元编码	单元名称	管控纬度	管控要求	符合性分析	结论
ZH43010320001	天心区环境重点管控单元 1	空间布局约束	1.1 禁止在湘江干流岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。	本工程属于城市轨道交通建设项目，不属于禁止建设的化工园区和化工项目，符合管控单元空间布局要求。	符合
		污染物排放管控	水： 2.1 补齐城镇污水收集管网设施短板。污水收集管网泵站与新、扩建污水处理厂同步实施。加快消除收集管网空白区、梗阻点。 2.2 完成暮云污水处理厂提质扩容，城区污水处理率达 99%。 大气： 2.3 积极开展餐饮业专项整治，有效治理油烟。 2.4 深入推进蓝天保卫战，强化清洁能源替代，继续推进控车、减煤、治污、降尘等措施，明显降低 PM2.5、臭氧等主要污染物浓度，抓实“六控十严禁”，持续改善大气环境质量。	本工程属于城市轨道交通建设项目。施工期严格落实各项治污与降尘措施，可符合管控单元污染物排放管控要求。	符合
		环境风险防控	3.1 依照《长沙市天心区突发环境事件应急预案》做好相关风险防控措施。	本工程根据《长沙市天心区突发环境事件应急预案》严格落实要求有关风险防控措施。	符合
		资源开发效率要求	4.1 能源：加快建筑、交通等领域的节能降耗技术改造，支持高效节能技术和产品推广。加强对重点用能企业的能耗监测。 4.2 水资源：指导企业实施环保产品技术和节能技术改造，在水污染治理等领域大力发展循环经济。 4.3 土地资源：坚持最严格的耕地保护制度，严格控制建设占用耕地，加强洲垸资源保护开发。	本工程已编制节能专项，可满足交通领域的节能降耗技术要求；本工程各类污水均可妥善处置，可满足水污染防治要求；本工程不占用耕地。	符合
ZH43011120001	雨花区重点管控单元	空间布局约束	1.1 水环境城镇重点管控区执行《长沙市湘江流域水污染防治条例》相关规定。	本工程符合《长沙市湘江流域水污染防治条例》的相关要求。	符合
		污染物排放管控	水： 2.1 实施重点水源地排查专项行动，全面排查整治饮用水源保护区安全隐患。 大气：	本工程属于城市轨道交通建设项目。本工程不涉及饮用水水源保护区。施工期严格落实各项治污与降尘措施，可符合管	符合

			<p>2.2 实施餐饮油烟污染、露天焚烧、秸秆燃烧、散煤使用等面源污染治理工程，开展机动车及非道路移动源排气整治。</p> <p>2.3 排放油烟的餐饮业经营者应当安装与生产经营规模或者生产经营状况相匹配的油烟净化设施并保持正常使用，或者采取其他油烟净化措施，使油烟达标排放，防止对附近居民的正常生活环境造成污染。</p>	控单元污染物排放管控要求。	
		环境风险 防控	<p>3.1 依照《长沙市雨花区突发环境事件应急预案》做好相关风险防控措施。</p> <p>3.2 开展对重点监管企业、工业园区周边以及“绿心”退出工业企业地块的土壤监测，开展农业耕地污染源情况调查、典型污染源周边地下水基础环境状况调查。</p>	<p>本工程依据《长沙市雨花区突发环境事件应急预案》做好相关风险防控措施。</p> <p>本工程不属于工业企业。</p>	符合
		资源开发 效率要求	<p>4.1 能源：推动增量经济绿色化构建，实施存量经济绿色化改造，严格落实产业准入节能环保标准，发展清洁低碳产业。全面“双控”能源消耗总量和强度，实施区域能评制度，强化工业、建筑、交通、公共机构等重点领域节能，积极开发、推广、应用节能技术，引导城乡居民科学合理用能。</p> <p>4.2 水资源：实行最严格的水资源管理制度，开展全区节水行动，建设节水型城区。</p>	<p>本工程已编制节能专项，可满足交通领域的节能降耗技术要求；本工程各类污水均可妥善处置，可满足水污染防治要求。</p>	符合

3.3 工程环境影响因素分析

3.3.1 施工期工艺及产污环节

3.3.1.1 车站施工工艺

1、车站施工方案

本工程各车站均采用明挖法施工，个别车站局部采用盖挖法或暗挖法施工。根据工程地质条件和周边环境，车站采用地下连续墙+内支撑或钻孔灌注桩+内支撑的围护结构。

各地下站施工方法及相关结构如下表 3.3-1 所示。

表 3.3-1 本工程各地下车站施工方法一览表

序号	车站名称	车站型式	车站结构	施工方法	基坑深度与宽度 (m)	围护结构形式
1	大托铺	地下两层岛式	双层单柱	明挖	深度： 16.9m~19.7m； 宽度：19.7m	地连墙+内支撑
2	牛角塘	地下两层岛式	双层单柱	明挖	深度：17.8m； 宽度：19.7m	围护桩+内支撑
3	中信广场	地下三层岛式	三层双柱	两端明挖+ 中部暗挖	深度：25.6m； 宽度：26.1m	钻孔灌注桩+内 支撑
4	湘雅医院 (天心院区)	地下三层岛式	三层单柱	明挖+局部 盖挖	深度： 26.0~28.87m； 宽度：21.3m	钻孔灌注桩+内 支撑
5	长沙理工大学	地下三层岛式	三层双柱	明挖	深度： 18.5m/26.5m； 宽度：23.1m	钻孔灌注桩+内 支撑
6	金海路	地下两层岛式	双层单柱	明挖	深度：17.3m； 宽度：19.7m	钻孔桩+内支撑
7	省公共交易中心	地下两层岛式	双层单柱	明挖	深度：17.0m； 宽度：19.7m	钻孔桩+内支撑

2、明挖法施工工艺

在条件允许时，车站采用明挖法施工，与该施工方法相对应的结构型式为矩形框架结构型式。根据使用要求及轨面高程的要求车站可布置成单层、双层或三层等型式。矩形结构的最大优点是地下空间利用较充分且适用性强，能用于各种功能要求的地下车站，本工程所有车站均采用明挖法或者局部明挖法施工。

明挖施工的特点是可以适用于各种不同的地质情况，减少线路埋深，施工工艺简单，技术成熟，明挖法在北京地铁、上海地铁、广州地铁以及全国其他城市的地铁建设中得到了广泛采用，特别是长沙地铁 1-6 号线的成功建设，积累了非常丰富的工程经

明挖车站的围护结构，可采用地下连续墙、钻孔灌注桩、人工挖孔桩、土钉墙等支护型式。明挖法施工工序一般为：迁改及围挡-地下连续墙施工-开挖土方及支撑铺设混凝土保护层及防水施工-拆除支撑及围挡-回填土及恢复地面。

109

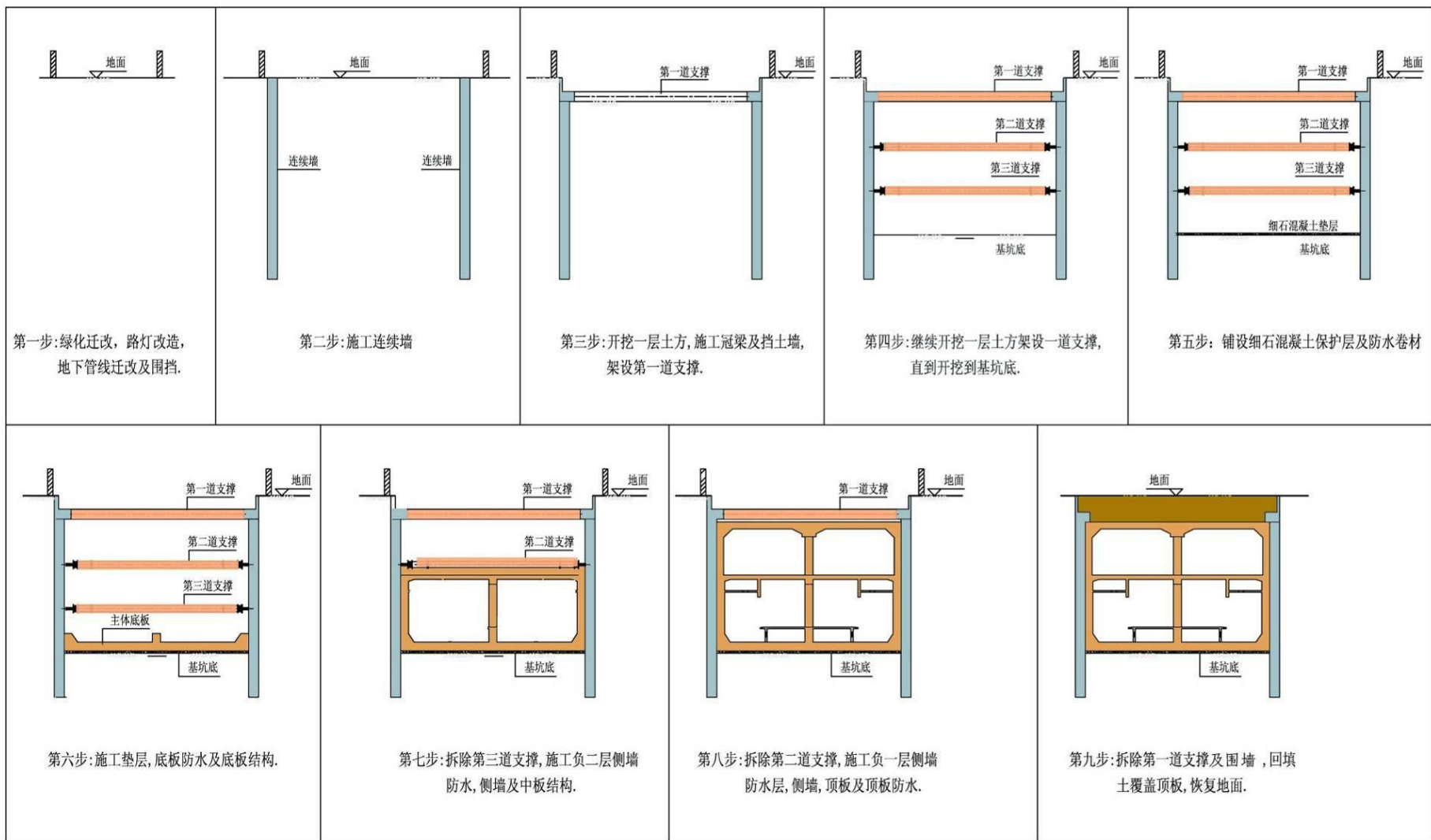


图 3.3-2 明挖车站主要施工步骤图

3、暗挖法施工工艺

当城市交通不允许封路改道，可考虑采用暗挖法施工。地下管线较多，迁移困难，或道路狭窄，地面房屋拆迁困难时，亦可考虑采用暗挖车站。暗挖是铁路隧道施工中常见的一种施工方法。暗挖车站有对地面影响小、房屋管线拆迁量小以及对地下管线的改迁少等特点。暗挖车站断面可根据车站规模大小，采用单层、双层、单跨、双跨、三跨等多种型式。本工程中信广场站因明挖施工需占用较大的场地，影响芙蓉南路主干道及托子冲路的地面交通，路面空间不能满足全明挖法施工要求，需采用局部暗挖法进行施工。

暗挖车站支护结构一般采用复合式衬砌。初期支护采用喷射砼、钢筋网、锚杆及钢格栅组成，二次衬砌采用钢筋砼。初期支护与二次衬砌间铺设“无纺布+防水板”作为防水隔离层。

4、盖挖法施工工艺

盖挖施工是地铁施工中常见的一种施工方法。盖挖施工与明挖施工相比的优点是可减小对地面交通的长时间影响，但对交通短时间内仍有影响，施工工期较长，造价较高，房屋以及地下管线拆迁量与明挖法相比并无优势。本工程湘雅医院（天心院区）站因受地面交通疏解难度大、路面空间小等影响，局部需采用盖挖法进行施工。

盖挖车站的围护结构，可采用地下连续墙、钻孔灌注桩、人工挖孔桩等支护型式。围护结构既作为开挖时的支护结构，也可作为车站主体结构的侧墙（或侧墙的一部分），围护结构施工完成后先施工立柱、顶板、顶梁，回填恢复路面后，进行暗挖施工。

5、产污环节

本工程车站施工过程中产污环节主要为：

①车站基坑开挖、出渣及运输等过程中产生的扬尘以及燃油施工设备运行产生的燃油废气；

②车站施工过程中产生的设备噪声、运输噪声；

③车站开挖、钻孔施工过程中产生的振动；

④车站施工、施工设备冲洗、施工车辆及场地冲洗过程中产生的施工废水；

⑤施工营地工作人员办公与生活过程中产生的生活废水与生活垃圾；

⑥车站开挖、钻孔施工过程中产生的建筑垃圾、施工弃渣等固体废物；

⑦车站施工过程中施工设备维护过程中产生的废机油、含油抹布等危险废物。

3.3.1.2 区间施工工艺

1、区间施工方案

本工程区间地下段的施工工法包括盾构法和矿山法，其中全部正线区间采用盾构法施工；区间联络通道及废水泵房则采用矿山法进行施工。

本工程各车站区间结构工法详见下表 3.3-2。

表 3.3-2 本工程各车站区间施工方法一览表

序号	区 间	长度 (m)	施工方法	区间断面	备注
1	奥体新城站~牛角塘站区间	1518	盾构	圆形	
2	牛角塘站~中信广场站区间	1410	盾构	圆形	
3	中信广场站~湘雅医院（天心院区）区间	887	盾构	圆形	穿越长株潭城际和地铁 1 号线
4	湘雅医院（天心院区）~长沙理工大学站区间	1526	盾构	圆形	
5	长沙理工大学站~金海路站区间	922	盾构	圆形	
6	金海路站~省公共交易中心站区间	1634	盾构	圆形	
7	省公共交易中心站~毛竹塘站区间	1638.405	盾构	圆形	

2、盾构法施工工艺

本工程正线区间全部采用盾构法施工，配合岛式车站，盾构法隧道的结构断面型式一般为单洞单线圆形隧道。盾构法是盾构机在盾壳的保护下，依靠其前部的刀盘破碎、开挖岩层，利用千斤顶作用在已安装管片上形成的反作用力向前掘进，盾构法是一种区间暗挖法。

盾构法施工的主要机械就是盾构机，盾构机主要有泥水平衡盾构和土压平衡盾构。泥水平衡盾构主要以加水、加泥作为改良剂，土压平衡式盾构机采用膨润土泥浆或泡沫作为改良剂。土压平衡式盾构机因其能较好地控制地面沉降，保护环境，适应在市区和建筑密集区施工等优点，在隧道施工中被广泛应用。

根据设计资料，项目采用土压平衡盾构机。通过向开挖面、土仓内、螺旋输送机内注入添加剂（膨润土或高效发泡剂），通过刀盘开挖搅拌作用，使注入的添加剂和开挖下来的土砂混合，而将砂土转变为具有流动性好和不透水的泥土，及时充满土仓和螺旋输送机体内的全部空间，通过盾构千斤顶的推力使泥土受压，与开挖面土压和水压平衡，以稳定开挖面。

盾构施工过程中，采用螺旋输送机出渣，为减少碎小岩块与螺旋输送机之间的摩

擦，需向密封土仓内添加渣土改良剂，如泡沫、膨润土、水等，以改善渣体特性，但相应产生盾构土。

盾构法隧道断面及盾构区间基地液化处理措施见下图 3.3-3。

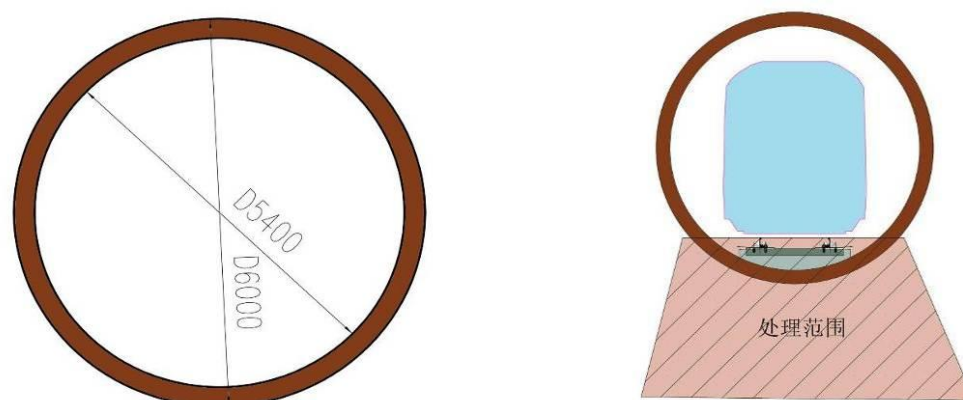


图 3.3-3 盾构法隧道断面及区间极低液化处理措施图

3、矿山法施工工艺

本工程区间联络通道及废水泵房采用矿山法进行施工。地铁施工采用的矿山法，是为适应城市浅埋暗挖隧道的需要而发展起来的一种施工方法，也称浅埋暗挖法。其断面根据地铁限界要求一般设计为马蹄形断面，采用复合式衬砌。

矿山法施工，工艺简单、灵活，可以根据不同地层条件及时修正、变更。它充分利用围岩的自稳能力，而在软弱地层中则用超前支护加强围岩的自稳能力。在围岩失稳之前及时施作初期支护。其施工方案及施工步骤一般根据地层围岩分类及上部建筑物条件来确定。

初期支护一般采用网喷+锚杆+钢格栅的联合支护型式，当地层条件较差时，可增加预注浆或旋喷加固地层，管棚超前支护等工程措施。尽可能限制围岩的松弛变形，以保证洞壁稳定，从而达到控制地表沉降的目的。二次衬砌采用现浇模注混凝土，根据隧道所穿越的不同地层及埋设深度，分别采用不同的支护型式。

矿山法隧道断面见下图 3.3-4。

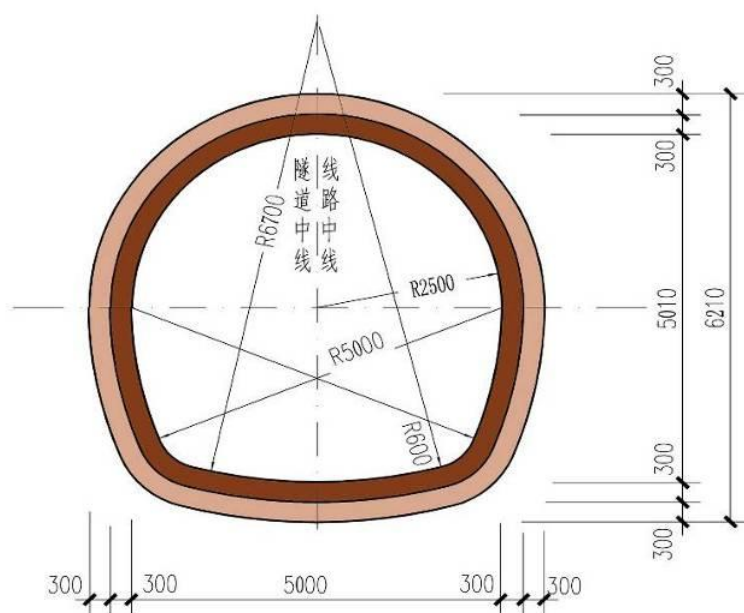


图 3.3-3 矿山法区间断面图

5、产污环节

本工程区间施工过程中产污环节主要为：

- ①出渣及运输等过程中产生的扬尘以及燃油施工设备运行产生的燃油废气；
- ②区间隧道盾构掘进过程中产生的盾构土；
- ③区间隧道施工过程中产生的设备噪声、运输噪声；
- ④区间隧道盾构掘进过程中产生的振动；
- ⑤区间施工、施工设备冲洗、施工车辆及场地冲洗过程中产生的施工废水；
- ⑥施工营地工作人员办公与生活过程中产生的生活废水与生活垃圾；
- ⑦区间施工过程中施工设备维护过程中产生的废机油、含油抹布等危险废物。

3.3.2 运营期工艺及产污环节

1、运营方案

城市轨道交通是属于集多专业、多工种于一身的复杂系统，通常由轨道线路、车站、车辆、维护检修基地、供变电、通信信号、指挥控制中心等组成，是城市公共交通系统的骨干，为人民提供快捷、舒适的现代化交通方式，承担着公共交通、客流运送的重任。

本工程作为联系大托、暮云组团与主城区东部的快速骨干线路，具有强化中心对外辐射，完善城市功能结构，联系中心城区与外围组团功能，进一步强化区域联动发展，增强长沙极化带动效应的作用。

本工程建成通车后，通过制定合理的运行交路，在各系统的精密配合下，实现客流的运送。

2、产污环节

本期工程不新建停车场及主变，利用一期工程水渡河车辆段和天际岭主变，有关水渡河车辆段与天际岭主变电站污水排放、噪声环境影响、电磁环境影响、固体废物处理处置方式维持已批复的长沙市轨道交通 5 号线一期工程环境影响报告书以及竣工环境保护验收调查报告结论，本次环评不再另作评价。

综上所述，本工程运营过程中产污环节主要为：

- ①列车运行过程中产生的振动；
- ②各车站风亭产生的排风异味；
- ③各车站风亭、冷却塔设备运行产生的噪声；
- ④各车站正常运营过程中产生的车站废水；
- ⑤各车站正常运营过程中产生的生活垃圾。

3.4 工程污染源分析

3.4.1 施工期污染源

3.4.1.1 施工期噪声源

本工程施工噪声源主要包括施工机械、运输车辆两类。

施工机械：施工现场的各类机械设备包括装载机、挖掘机、推土机、混凝土搅拌机、重型吊车、打桩机等，这类机械是最主要的施工噪声源。根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013），将常用施工机械噪声源强汇于表 3.4-1 中。

运输车辆：施工中土石方调配，设备和材料运输，都将动用大量运输车辆，这些车辆特别是重型汽车噪声辐射强度较高，对其频繁行驶经过的施工现场、施工便道和既有道路周围环境将产生较大干扰。载重汽车噪声源强也汇于表 3.4-1 中。

表 3.4-1 施工机械及运输车辆噪声源强一览表

施工阶段	序号	施工设备	ro/m	Lp(ro) /dB(A)
土方阶段	1	轮胎式液压挖掘机	5	84
	2	推土机	5	84
	3	轮胎式装载机	5	90
土方阶段	4	各类钻井机	5	87
	5	卡车	5	94.2
基础阶段	6	各类打桩机	10	93~112
	7	平地机	5	90

	8	空压机	5	92
	9	风锤	5	98
结构阶段	10	振捣机	5	84
	11	混凝土泵	5	85
	12	气动扳手	5	95
	13	移动式吊车	5	96
	14	各类压路机	5	76~86
	15	摊铺机	5	87
各阶段	16	备用发电机	5	98

备注：本表噪声源强均参考自生态环境部审查通过的《长沙市城市轨道交通第三期建设规划调整环境影响报告书》（环审〔2022〕109号）。

3.4.1.2 施工期振动源

本工程施工期振动源主要为动力式施工机械产生的振动，各类施工机械振动源强见表 3.4-2。

表 3.4-2 施工机械振动源强参考振级（VLzmax: dB）

施工阶段	施工设备	测点距施工设备距离（m）				
		5	10	20	30	40
土方阶段	挖掘机	82-84	78-80	74-76	69-71	67-69
	推土机	83	79	74	69	67
	压路机	86	82	77	71	69
	重型运输车	80-82	74-76	69-71	64-66	62-64
	盾构机	/	80~85	/	/	/
基础阶段	振动夯锤	100	93	86	83	81
	风锤	88-92	83-85	78	73-75	71-73
	空压机	84-85	81	74-78	70-76	68-74
结构阶段	钻孔机	63	/	/	/	/

3.4.1.3 施工期大气污染源

本工程施工期主要废气来源为土石方工程及基坑开挖、出渣及运输、房屋拆迁、燃油设备的施工废气等，其中以土石方工程及基坑开挖、出渣及运输产生废气量最大。

（1）施工扬尘

地块作业、土石方开挖、基坑开挖均会产生扬尘，产生源及影响类似土石方施工作业，主要污染物以 TSP 为主，产生量与土石方开挖量、土石方含水率、风速有关。

土石方开挖石块、土壤粒径差异性较大，其产生量难以估计。参考《湖南省环境保护税核定计算管理办法》（2023 年）中“施工扬尘排污特征值系数”：

施工扬尘量=（扬尘产生量系数-扬尘排放量削减系数）（千克/平方米·月）×月建筑面积或施工面积（平方米）。

参数选取：项目扬尘产生量系数按建筑施工取值 1.01 千克/平方米·月，施工工地采取道路硬化措施、边界围挡、裸露地面（含土方）覆盖、易扬尘物料覆盖、持续洒水降尘、运输车辆冲洗装置等措施，削减系数取值 0.685 千克/平方米·月，本工程各车站总建筑面积 135718.65m²，则施工期施工扬尘总产生量约为 44.12t。

（2）运输尾气

本工程施工期大气污染物主要是行驶汽车排放的尾气，废气污染物包括 CO、HC、NO_x、PM_{2.5}、PM₁₀ 等。

出渣及运输废气产生量受土壤含水率、风速、运输量、土壤粒径等影响很大，上述计算结果仅作为参数情景下的估算值。考虑项目位于城市区，周边居民点众多，出渣口周围设置围挡，车辆清洗、密闭运输、合理规划运输途径和时间等措施，禁止采用病车上路、禁止超载超运等管理措施，减少出渣及运输废气的不利影响。

（3）施工设备燃油废气

燃油设备施工作业时产生的燃油废气，主要污染物包括 CH、NO₂、CO 等。

项目施工禁止采用国I、国II阶段非道路移动机械或者超过《非道路移动柴油机械排气烟度限值及测量方法》(GB36886-2018)中规定的非道路移动柴油机械烟度排放的III类限值的非道路移动机械。可有效减少 CH、NO₂、CO 产生量。

（4）其他废气

施工过程中使用具有挥发性恶臭的有毒气味材料，如油漆、沥青等，以及为恢复地面道路使用的热沥青蒸发所带来的大气污染。

3.4.1.4 施工期水污染源

施工期废水主要来自施工作业产生的施工废水、施工人员产生的生活污水及区间隧道施工地下涌水等。

（1）施工废水

施工废水主要包括基坑开挖、地下连续墙施工、区间隧道盾构施工等过程产生的泥浆水；施工设备的冷却水和洗涤水；车辆清洗、施工场地冲洗废水，按水质可分为含油废水、高浊度泥浆水、较清洁废水。

含油废水：主要来自设备洗涤、车辆清洗，主要污染物为 COD、SS、石油类。

高浊度泥浆水：主要来自基坑开挖、地下连续墙施工、盾构施工泥浆水，主要污

染物为 SS，盾构泥浆水中含 LAS。

较清洁废水：主要来自施工设备冷却水。

施工废水污染物产生浓度与施工作业有密切关系，不同工序和施工时段，废水污染物产生浓度差异较大，根据长沙市轨道交通施工经验及施工期监测数据，施工废水产生量及浓度见下表。

表 3.4-3 单个施工场地施工废水主要污染物及产生浓度一览表

废水类型	废水来源	废水量 (m ³ /d)	COD (mg/L)	石油类 (mg/L)	SS (mg/L)	LAS (mg/L)
含油废水	设备洗涤、车辆清洗	5~10	10~50	0~3	5~50	0
高浊度泥浆水	基坑开挖、地下连续墙施工、盾构施工泥浆水	10~20	5~30	0	20~200	0.06~0.09
清洁废水	施工设备冷却水	1~5	0~15	0	0~15	0

本次评价按每个施工场地含油废水、高浊度泥浆水、清洁废水产总量 35m³/d 计算，则 9 个施工场地施工废水产生量为 315m³/d，主要污染物浓度为 COD5~50mg/L、石油类 0~3mg/L、SS5~200mg/L、LAS0.06~0.09mg/L。

施工期间，施工场地内设置截水沟、沉砂池、隔油池和排水管道，施工废水经过沉砂、除渣和隔油等处理后，优先回用于车辆冲洗、场地洒水抑尘等环节，无法回用的排入市政污水管网进入城市污水处理厂处理。

（2）施工人员生活污水

项目施工人员在 600~1000 人，根据不同时段略有调整，按最大施工人数 1000 人，每人每天按 120L 供水量计，排污系数取 0.9，则施工期生活污水产生量约 108m³/d。

根据类比调查，生活污水中主要污染物及浓度约为 COD150~200mg/L、BOD₅80~100mg/L、氨氮 10~25mg/L、SS50~80mg/L、动植物油 10~15mg/L。

施工人员生活污水满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准，周边具备接管条件，生活污水就近排入市政污水管网。

（3）隧道施工地下涌水

工程设计中为了保证工程安全，采取了严密的防水措施，正常施工条件下地下水涌水量较小。发生涌水事故时，其水质除 SS 有所增加外，其余因子与现状地下水水质基本相同，发生涌水事故时，工程在隧道内修建临时废水收集渠道，将隧道涌水引至车站沉淀池沉淀，通过沉淀后优先回用，无法回用时排入市政雨水管网或周边地表水体。

3.4.1.5 施工期固体废物

施工期产生的固体废物包括普通弃土（地下车站等开挖产生的工程渣土）、建筑垃圾（地面建筑物拆除产生的废弃物等）、盾构土和施工人员产生的生活垃圾。

（1）普通弃土

根据土石方平衡估算，工程弃土约 93.02 万 m³，其中包含盾构土约 70.83 万 m³、普通弃土约 22.19 万 m³。

（2）建筑垃圾

根据设计资料，工程建筑拆迁面积约 11889.0m²，房屋拆迁将产生建筑垃圾，建筑拆迁垃圾产生量约 1.07 万 m³。

（3）盾构土

根据土石方平衡估算，盾构土约 70.83 万 m³。

根据长沙市城市管理和综合执法局出具的《关于对长沙市轨道交通 5 号线延长线工程相关事项的回复》，本工程弃渣由长沙市渣土办调配至周边土石方消纳场，本工程不设专用弃渣场。

（4）生活垃圾

生活垃圾主要为施工人员、管理人员丢弃塑料饭盒、食品包装物等。施工期施工人数约 600~1000 人，按最大 1000 人计算，每人每天平均产生生活垃圾 0.5kg，施工期生活垃圾产生量为 0.5t/d，折合约 182.5t/a，分类收集后全部交环卫部门处置。

3.4.1.6 施工期生态影响

工程占地、开辟施工场地等将导致局部范围内地表扰动、植被破坏、生物量损失、水土流失，并影响生态景观。尤其在雨季，将不可避免地加剧了工程范围内的水土流失。

（1）车站施工生态影响源

车站、停车场、主变电所等明挖施工作业区对城市绿地和道路的占用，将对城市土地利用及道路交通产生影响，地下车站开挖产生的弃渣水土流失及对城市景观的影响；施工排水对城市排水系统的影响。

（2）区间施工生态影响源

区间隧道以盾构施工为主，对生态环境影响较小。

3.4.2 运营期污染源

3.4.2.1 运营期噪声源

本工程均为地下线路模式，根据噪声源影响特点，地铁对外环境产生影响的噪声源主要有地下车站风亭、冷却塔等设备噪声。

本工程主要噪声源分析结果如表 3.4-4 所列。

表 3.4-4 本工程风亭、冷却塔主要噪声源分析表

区段	主要噪声源			本工程相关技术参数	
	类别	噪声辐射表现或构成			
地下车站环控系统	风亭噪声	空气动力学噪声为其最重要的组成部分	旋转噪声是叶轮转动时形成的周向不均匀气流与蜗壳、特别是与风舌的相互作用所致，其噪声频谱呈中低频特性。	地下车站采用屏蔽门系统；车站通风空调系统的送、排风管上和区间隧道排热通风系统的通风机前后安装消声器。消声器：片式，安装于风道内；整体式，安装于风管上。车站新、排风亭运行时段为 5:30～00:30，共计 19 个小时。用于隧道通风的活塞风井为地铁运营时段前后各运行 30min。	
			涡流噪声是叶轮在高速旋转时使用周围气体产生涡流，在空气黏滞力的作用下引发一系列小涡流，从而使空气发生扰动，并产生噪声；其噪声频谱为连续谱、呈中高频特性。		
		机械噪声			
	配用电机噪声				
	冷却塔噪声	轴流风机噪声			采用分站供冷形式；冷却塔布设于室外地面，与风亭区合建，冷源采用两台单冷水冷螺杆式冷水机组供冷，大、小系统共用冷源。冷却塔一般在 5～10 月（可根据气候做适当调整）空调期内运行，其运行时间为 5:30～00: 30，计 19 个小时
		淋水噪声是冷却水从淋水装置下落时与下塔体底盘以及底盘中积水发生撞击而产生的；其噪声级与落水高度、单位时间内的水流量有关，一般仅次于风机噪声；其频谱本身呈高频特性。			
水泵、减速机和电机噪声、配套设备噪声等					

备注：1、车站风机和空调冷却塔运行时段为5:30~00:30，共计19个小时；
2、冷却塔在空调期内开启，开启时间为5~10月（可根据气候做适当调整）。

本项目采用风机、冷却塔与现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程一致，根据现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程验收调查报告，采用了超低噪声横流式冷却塔、片式消声器。

根据生态环境部审查通过的《长沙市城市轨道交通第三期建设规划调整环境影响报告书》（环审〔2022〕109 号），风亭、冷却塔噪声源强见下表。此外，本次评价对现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程毛竹塘站的风亭、冷却塔进行了一期噪声源强监测，噪声源强监测结果见下表。

表 3.4-5 本工程风亭、冷却塔主要噪声源强参考一览表

噪声源类别	测点位置及说明	A 声级/dB (A)		
		环审〔2022〕109 号	现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程实测	本次评价拟采用

活塞风亭	百叶窗外 3m、风亭设有 2 米长片式消声器	65	/	65.0
排风亭	百叶窗外 2.5m、风亭设有 2 米长片式消声器	68	/	68.0
新风亭	百叶窗外 2.5m、风亭设有 2 米长片式消声器	58	57.2	58.0
冷却塔	距塔体 2.1m、地面 1.5m 高处	66	/	66.0
	距排风口 1.5m、45° 角处	73	67.4	73.0

本次评价结合《长沙市城市轨道交通第三期建设规划调整环境影响报告书》（环审〔2022〕109 号）参考源强及现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程源强实测结果，得出拟采用的风亭、冷却塔噪声源强见上表。

3.4.2.2 运营期振动源

地铁列车在轨道上运行时，由于轮轨间相互作用产生撞击振动、滑动振动和滚动振动，经轨枕、道床传递至隧道衬砌，再传递至地面，从而引起地面建筑物的振动，对周围环境产生影响，其源强大小与车辆类型及参数、轨道构造、隧道条件及运行速度等因素有关。

根据《环境影响评价技术导则城市轨道交通》（HJ453-2018），振动源强可采用类比测量、资料调查或者两者相结合的办法，本次评价采用类比测量、资料调查相结合的方式确定

资料调查采用生态环境部审查通过的《长沙市城市轨道交通第三期建设规划调整环境影响报告书》（环审〔2022〕109 号）中对长沙地铁 2 号线的测量数据；类比测量则采用对现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程源强实测结果。

振动源强参考及测量条件详见下表 3.4-6。

表 3.4-6 本工程正线振动源强参考一览表

振动源强类比线路	测量条件	测点位置	列车速度 (km/h)	列车通过时振动源强 VLzmax(dB)
长沙地铁 2 号线	B 型车，车辆轴重为 14t，无砟线路、60kg/m 无缝钢轨，普通整体道床，单线隧道，弹条扣件，轨面状况良好，盾构，平直线路	隧道壁高于轨面 1.25m 处	设计车速 80； 列车通过速度 74.9	78.3
现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程	B 型车，车辆轴重为 14t，无砟线路、60kg/m 无缝钢轨，普通整体道床，单线隧道，弹条扣件，轨面状况良好，盾构，平直线路	隧道壁高于轨面 1.25m 处	设计车速 80； 列车通过速度 72	79.43
	B 型车，车辆轴重为 14t，无砟线路、60kg/m 无缝钢轨，普通整体道床，单线隧道，弹条扣件，轨面状况良好，盾构，弯	隧道壁高于轨面 1.25m 处	设计车速 80； 列车通过速度 55	84.49

	道线路			
--	-----	--	--	--

根据上表，本次评价地下线平直线路段设计速度列车通过振动源强采用 79.43dB，对应速度为 72km/h。

各区间振动预测采用的振动源强采用根据牵引速度以及轨道条件等进行修正后的源强值。

3.4.2.3 运营期大气污染源

本工程建成后，不新建燃煤（气、油）锅炉，列车采用电力动车组，无机车废气排放。

地下车站埋深较深，地下建筑长期不见阳光，在阴暗潮湿的环境下会滋生霉菌从而散发霉味；地下车站内部装修工程采用的各种复合材料可能散发挥发性气体；上述种种原因将导致地面排风亭排放异味废气，其废气特点是非稳定持续、低浓度、多种成分的气态混合物，一般采用臭气浓度作为污染物表征，但污染物浓度难以估计。

运营初期风亭排气异味较大，主要与轨道交通工程采用的各种复合材料、新设备等散发的多种有害气体尚未挥发完有关，随着时间推移这部分气体将逐渐减少。

根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》中对恒大雅苑 40 栋、恒大城、恒大雅苑 6 栋、浏阳河畔、马王堆汽配城（新合小区）、城市山水豪园等距敏感点较近的风亭出风口进行的监测结果，臭气浓度监测值均低于 10，小于《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中臭气浓度二级标准厂界标准限值。

3.4.2.4 运营期水污染源

本工程运营期污水主要来自车站，性质为生活污水。

本工程共设 7 个地下车站。车站所排污水主要为车站内厕所的粪便污水、工作人员的生活污水及车站设施擦洗污水，这部分污水水质单一，为生活污水，类比已经运行的地铁线路，单座车站生活污水产生量约 10m³/d，本工程 7 座车站生活污水产生总量约 70m³/d。按照一般生活污水类比监测结果，其平均水质为 COD_{Cr}300 mg/L，BOD₅90mg/L，总磷 4mg/L，氨氮 25mg/L，SS70mg/L。

运营期废水产生和排放情况见表 3.4-7。

表 3.4-7 本工程运营期车站生活污水产生和排放情况表

来源	污水类别	废水量 (t/a)	污染物	产生浓度 (mg/L)	产生量 (t/a)	排放浓度 (mg/L)	排放量 (t/a)	处理及排放去向
车站	生活污水	25550	COD	300	7.665	300	7.665	车站生活污水排入市政污水管道，纳
			BOD ₅	90	2.300	90	2.300	

来源	污水类别	废水量(t/a)	污染物	产生浓度(mg/L)	产生量(t/a)	排放浓度(mg/L)	排放量(t/a)	处理及排放去向
			SS	70	1.789	70	1.789	入城市污水处理厂统一处理
			氨氮	25	0.639	25	0.639	
			总磷	4	0.102	4	0.102	

3.4.2.5 运营期电磁污染源

本工程利用现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程天际岭主变电所供电，不新建主变电所。

3.4.2.6 运营期固体废物

本工程投入运营后产生的固体废物主要有车站候车旅客及工作人员产生的生活垃圾，主要成分为饮料瓶罐、纸巾、水果皮及灰土等，车站按 25kg/万人次·日计算，本工程运营期服务人数约为。

类比已运营地铁工程情况，本工程运营期固体废物的产生情况见表 3.4-8。

表 3.4-8 本工程运营期（初期）固体废物排放量

序号	固废名称	属性	形态	主要成分	估算产生量 t/a	排放、处置去向
1	生活垃圾	生活垃圾	固态	生活垃圾	32.85	环卫工人收集后，统一交由城市垃圾处理场处置

3.5 工程环境影响分析汇总

工程环境影响分析汇总详见下表 3.5-1。

表 3.5-1 本工程环境影响分析汇总表

时段	工程内容	环境影响
施工期	施工准备期	
	工程征地	使征地范围内的土地利用功能发生改变，从而对居民生活及社会经济等造成影响。
	单位搬迁	干扰单位正常工作、生活，产生建筑垃圾。
	弃土及其运输、材料运输、施工活动	1. 形成空气污染源，施工机械排放废气，施工材料运输车辆排放尾气，施工弃土运输车辆撒落泥土及扬尘。 2. 施工材料、施工弃土运输干扰农村交通。 3. 生产、生活污水排放，形成水污染源。 4. 弃土处置不当易产生水土流失。
	地下段施工	1. 对车辆、道路两侧居民造成通行障碍。 2. 土层裸露，晴而多风天气造成扬尘，影响环境空气质量。 3. 施工泥浆水排放，影响市政雨水管道功能。 4. 基坑降水不当，易引起地下水位下降，地面沉降。 5. 基础混凝土浇筑、振捣，形成噪声、振动源。 6. 可能引起地下水水质污染。 7. 运输车辆特别是重载车辆运输产生噪声、振动、汽车尾气影响。

		区间盾构施工	1.盾构推进时可能引起局部地面隆起，施工后可能引起局部地面下陷，造成地下管线和地面建筑物破坏。 2.堆渣场雨天造成道路泥泞，甚至淤塞下水道。 3.施工泥浆水排放，影响市政雨水管道功能。 4.施工弃土运输车辆撒落及扬尘。 5.运输车辆特别是重载车辆运输产生噪声、振动、汽车尾气影响。
运营期		列车运行（不利影响）	1.形成振动源。 2.对地面建筑产生结构二次噪声。 3.产生的振动对敏感建筑产生影响。 4.地下车站风亭、冷却塔等设备噪声。
		列车运行（有利影响）	1.促进沿线地区经济的发展。 2.轨道交通的建设减少了地面行车数量，提高了车速，减少了汽车尾气造成的污染负荷，降低了路面噪声，从而改善了沿线城区的整体环境质量。 3.方便居民出行，减少居民出行时间，提高劳动生产率。
		车站运营	1.地下车站风亭、冷却塔排放噪声。 2.地下车站风亭排风产生异味。 3.产生生活污水。 4.产生固体废物（生活垃圾）。

3.6 主要污染物排放量统计

（1）水污染排放量

本工程运营期水污染排放量见表 3.6-1。

表 2.6-1 全线污水及其主要污染物排放量统计表

车站	废水排放量 (t/a)	污染物排放量 (t/a)				
		COD _{Cr}	BOD ₅	SS	氨氮	总磷
污染物产生量	25550	7.665	2.300	1.789	0.639	0.102
污染物削减量	-	/	/	/	/	/
污染物排放量	25550	7.665	2.300	1.789	0.639	0.102

（2）固体废物排放量

本工程运营产生的一般性固体废物主要为无毒生活垃圾，运营期固体废物排放总量为 32.85t/a。车站垃圾由环卫工人收集后，统一交由城市垃圾处理场处置，对环境影响很小。

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境概况

4.1.1 地理位置

本工程位于湖南省长沙市天心区与雨花区境内，路线起于天心区大托铺街道，经天心区大托铺街道、先锋街道，雨花区同升街道、洞井街道，终点与现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程毛竹塘站相接，主要沿规划强体路、天心大道、环保大道、万家丽路敷设，路线全长 9.24km。

天心区位于长沙市城区南部，前身为南区，得名于长沙城著名地标天心古阁。区域范围东以黄兴路、芙蓉中路、韶山路为界，与芙蓉区、雨花区交界，南至暮云，与湘潭昭山示范区毗邻；西临湘江，以湘江主航道中心线为界，与岳麓区隔江相望；北抵五一路，与开福区接壤。辖区 137.34 平方千米，湘江岸线天心段长 32 千米，具有滨江（湘江）、临洲（橘子洲）、望岳（岳麓山）的独特优势，是长沙“山水洲城”魅力的最佳展示区域。

雨花区位于长沙市城区东南部，名源于长沙城东南古佛道圣地之名胜雨花亭，建制沿革于原长沙市郊区。雨花区东面以浏阳河为界，与长沙县榔梨镇和黄兴镇相望，以跳马镇为界，与浏阳市柏加镇相邻；南部以跳马镇为界，与株洲市石峰区相邻，与湘潭市昭山镇接壤；西面以芙蓉路、韶山路（至井湾子）和井湾子街道与文源、青园两街街界、洞井街道与桂花坪街道街界、同升街道与先锋街道街界、跳马镇与暮云街道为界，与天心区接壤；北以人民路（识字岭至花桥）和浏阳河为界，与芙蓉区毗邻。总面积 292.08 平方千米，辖 12 个街道、1 个镇（跳马镇）、1 个省级工业园区（雨花经济开发区）、1 个市级物流产业园区（雨花现代电子商务产业园区）。

4.1.2 地形地貌

长沙市地处湘中丘陵东部，位于湘中丘陵与洞庭湖冲积平原过渡地带和湘浏盆地。地形起伏大，地貌类型多，东部是幕埠-罗霄山系的北段，浏阳境内 800m 以上的山峰有 50 多座，最高峰为大围山七星岭海拔 1608m；西北部是雪峰山余脉的东缘；南部和中部属长衡丘陵向滨湖平原过渡的地带，丘陵起伏；北部为洞庭湖平原，地形平坦开阔，地势较低，最低处在望城区乔口附近，海拔仅 23m。全市总面积中，山地占 29.5%，丘陵占 17.2%，岗地占 23.3%，平原占 25.3%。

长沙市区位于湘江和浏阳河交汇的河谷台地，周围为地势较高的山丘。湘浏盆地经过数十万年的地质变化和大自然的侵蚀，形成了南高北低、丘涧交错、红岩白沙的地貌特征。

根据区域地质资料及湖南省编制的《湖南省长株潭地区地貌图》（1990 年）并结合湖南省地方标准，本线路地貌单元主要为河谷堆积地貌及剥蚀构造地貌。其中起点-AK14+300 主要为湘江冲积阶地（I~III级阶地）；AK14+300-终点主要为红层剥蚀岗地。本工程线路区域地貌详见下图 4.1-1。

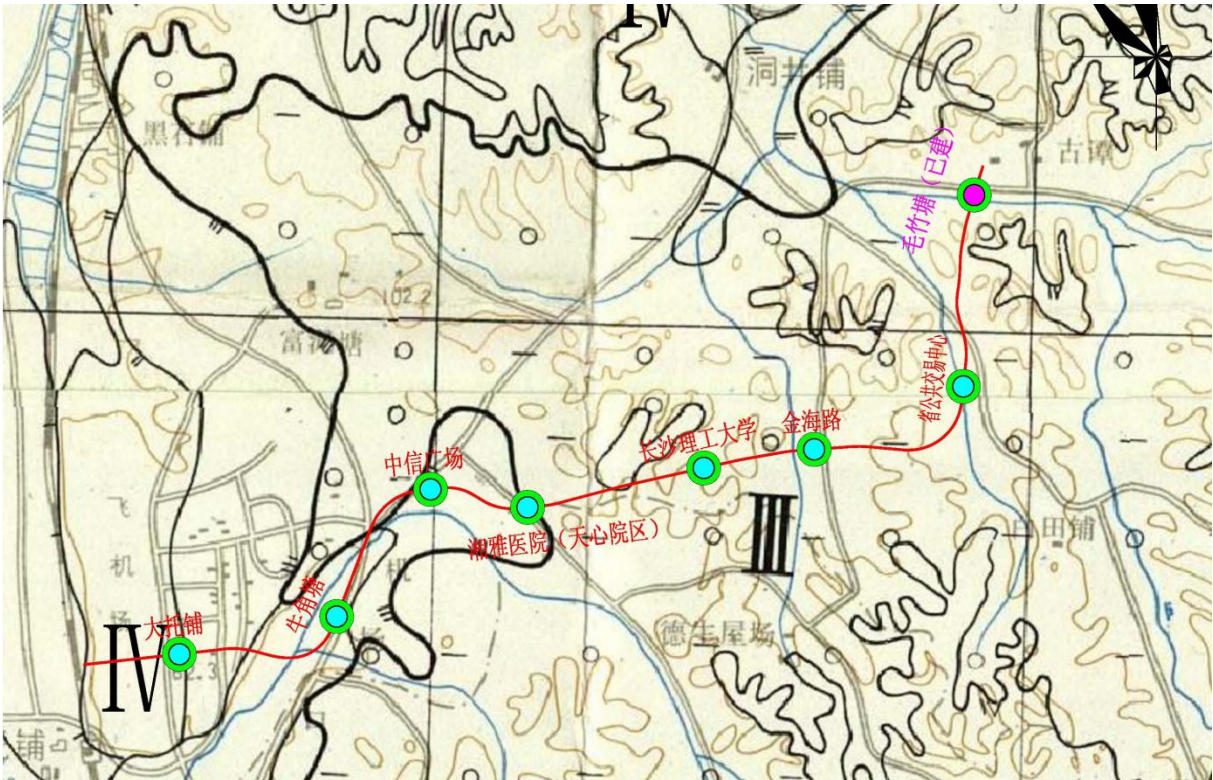


图 4.1-1 长沙市轨道交通 5 号线延长线工程线路地貌图（引用自 1:10 万长沙地貌图）

4.1.3 气象气候

长沙属亚热带季风湿润气候区，温和湿润，季节变化明显。冬寒夏热，四季分明；春秋短促，冬夏绵长，充分体现了亚热带大陆季风气候的特点。长沙距海较远，又位于冲积盆地，边缘地势高峻，向北倾斜，北方冷空气可深入聚集，冬季比同纬度地区稍冷，而夏季比同纬度地区更热，是江南“四大火炉”之一。多年平均气温 17.1℃，极端最高气温 40.6℃（1953 年 8 月 13 日），极端最低气温-12.0℃（1972 年 2 月 9 日），多年平均风速 2.6m/s，实测最大风速 20.7m/s，无霜期 275d，日照时数 1636h，多年平均蒸发量 1316mm。多年平均降水量 1200mm-1700mm，年际变幅大，最大、最小年降

水量比值一般在 2-3 倍之间；年内分配也不均匀，每年 4-6 月为多雨季节，降水量约占全年的 51%，由于雨水集中，易引发山洪，江河陡涨。

长沙市常年主导风为 NW 和 NNW 风，年出现频率均为 14%。冬季（1 月）以 NNW 风为主，其出现频率为 21%；春季（4 月）以 NW 和 NNW 风为主，出现频率均为 13%；夏季（7 月）以 S 风为主，出现频率为 18%；秋季（10 月）以 NW 风为主，出现频率为 17%。全年静风频率为 20%，夏季静风频率较低为 15%，秋、冬季静风频率较高，分别为 22%和 21%。

长沙市风向频率玫瑰图详见图 3.1.2-1。

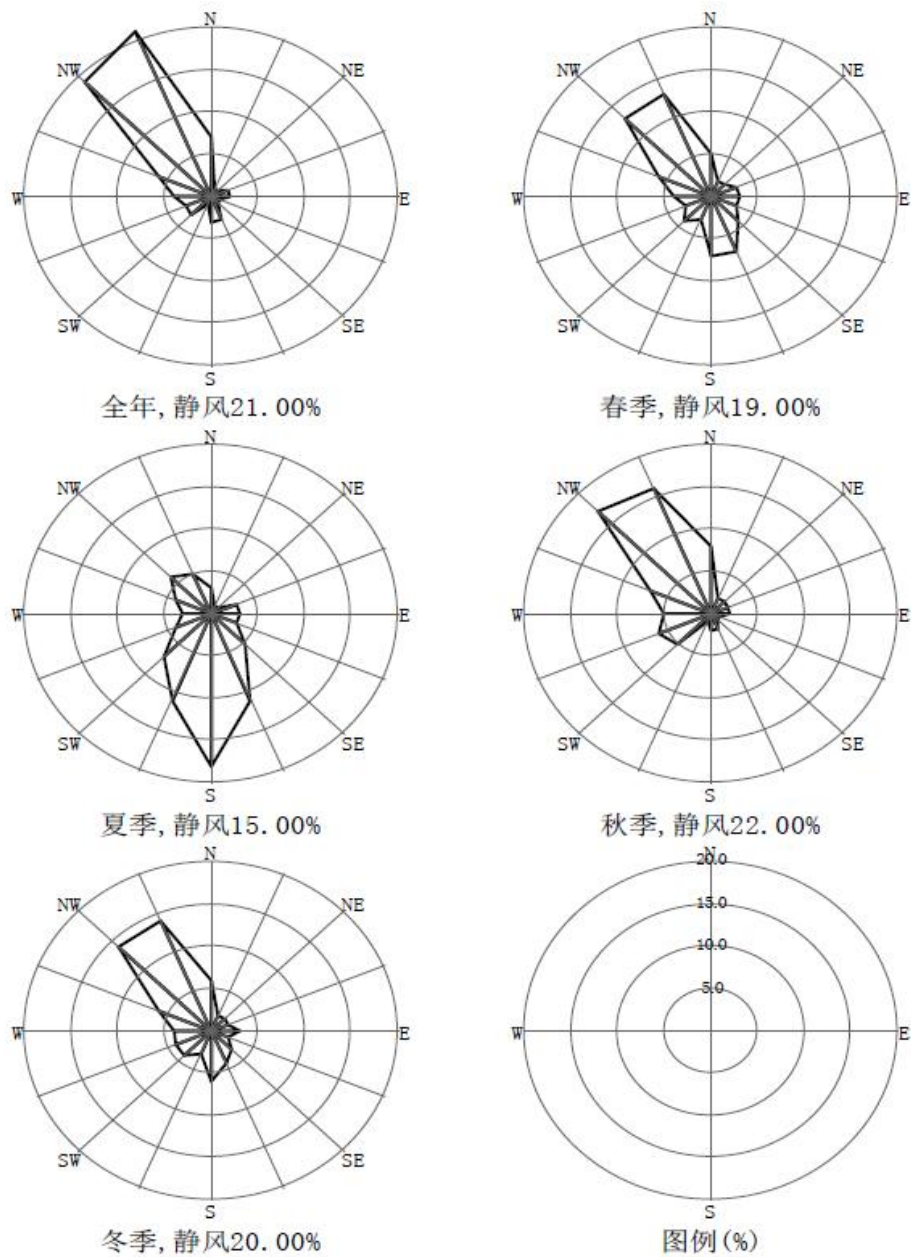


图 4.1-2 长沙气象站全年及四季风向频率玫瑰图

4.1.4 地质构造

根据区域地质资料及湖南省编制的《长沙地区区域地质调查报告》（1989 年），长沙在大地构造位置位于华南断块区，长江中下游断块凹陷西南部的幕阜山隆地区内。构造体系上，长沙市位于平（江）-衡（阳）新华夏凹陷带的长-潭凹陷区，平江穹褶断裂和潭宁凹褶断裂两个次级构造单元的接触处，湘江由接合部位流过。以湘江为界，西岸属褶皱丘陵岭，东侧为内陆湖相沉积的白垩纪地层。场地内构造形迹不甚发育，岩层层面稳定、产状平缓，岩体整体性总体较好，未发现明显的新构造运动痕迹。

本区基底为白垩系东塘组泥质粉砂岩、砾岩，经历了武陵、雪峰、加里东、印支、燕山及喜山运动等多次构造运动，形成了 NW、EW、NE、NNE、SN 五个方向的断褶构造，构成了本区基本构造骨架。区内断裂构造以 NE 向极为发育，其次为 NW 向和 EW 向，再次为 NNE 向和 SN 向（图 1-6：长沙地区地质构造示意图）。

根据长沙区域地质资料，本工程线路区域附近的主要地质及构造特征描述如下：

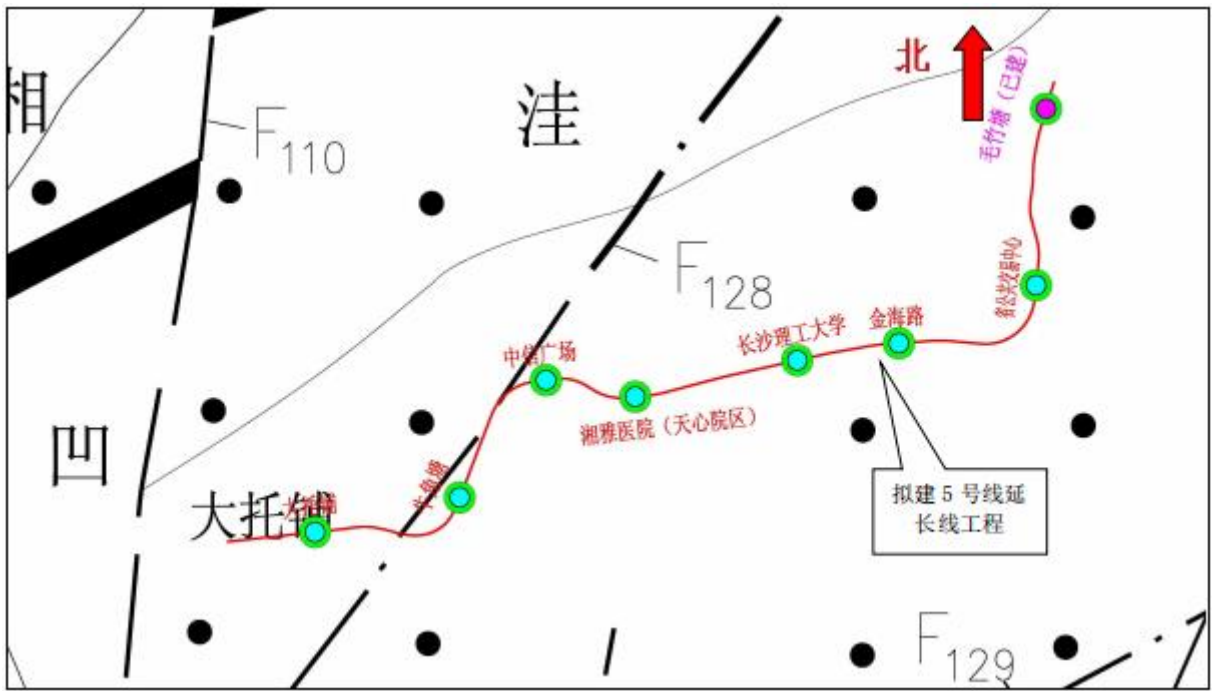


图 4.1-3 长沙市轨道交通 5 号线延长线工程区域地质构造图（引用自 1:5 万长沙构造图）

(1) 褶皱

杨泗庙向斜：系永安复式向斜次级构造，分布于长沙洼陷内，轴向 NE40-45°，核部为古近系枣市组，翼部为白垩系东塘组、戴家坪组及神皇山组，产状平缓，一般为 15°～25°，属平缓型褶皱。本工程线位于该褶皱南侧，最近距离约 3.3km。

(2) 断裂

大托铺-洞井铺断裂(F128)：系航、卫片卫星解译结合地貌景观推测的断裂，呈北东向，长约 15km，该断裂活动年代较新。倾角 $12^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。此断裂在大托铺-牛角塘区间斜贯通过，在牛角塘-中信广场站区间与线位近平行通过。

新开铺-长塘子断裂(F110)：断裂走向近南北向，倾向西，据钻孔揭露黄龙组灰岩推覆在枣市组粉砂质泥岩之上，呈压性。枣市组沉积后发生的断裂，为晚近断裂。

(3) 不良地质和特殊岩土

①不良地质

根据区域地质资料、野外地质调绘、勘探及室内试验成果，场地内现状不良地质作用不发育，无采空区、岩溶，地裂缝、地面沉降，全新活动断裂等不良地质作用，也无影响地基稳定性的土洞、古河道、古洞穴等不利埋藏物，无有害气体的污染源。根据区域地质资料及本次钻探揭露，线路跨越断层，存在断层破碎带，在车站基坑开挖及区间隧道施工时，应采取有效措施，防止基坑失稳、地面沉降等地质灾害的发生。

②特殊性岩土

A.填土

填土（素填土<1-1>及杂填土<1-2>）：主要为人工堆填的稍密状黏性土及风化岩块，局部含砾石，硬物质含量 10~30%。本层在普遍分布于线路沿线，厚度不均匀，揭露层厚 0.60~6.70m，物理力学性质变化大，工程性质不稳定。

B.风化岩和残积土

风化岩和残积土中均未见岩脉、孤石分布。

残积粉质黏土<5N-3>：褐红色，很湿~饱和，硬塑状为主。系泥质粉砂岩风化残积而成，厚度一般不大，分布不均匀，为微透水层。

强风化泥质粉砂岩<7-2>：褐红、紫红色，岩芯呈块状、短柱状，节理裂隙发育，裂面多为黑色铁锰质氧化物浸染，为弱透水层，遇水易软化，失水易崩解。

上述岩石均为软质岩石，水理性质差，有遇水易软化、泥化、崩解的特点，作为基坑或桩基侧壁地层建议进行支护。

4.1.5 地层岩性

长沙市以湘江为界，西岸属地层年代相对较老的褶皱丘陵，主要为元古界冷家溪群板岩及板溪群板岩地层。东侧为地层年代较晚的内陆湖相沉积白垩地层，受地质历史时期风化剥蚀的作用，古基底起伏不定，在古基底凹陷的地段，沉积了白垩系的碎

屑岩，岩性以泥质粉砂岩、砾岩为主，由于后期的构造应力较弱，碎屑岩地层缓倾，近水平展布。

根据区域资料及沿线已有地质资料分析，本线路沿线范围地层由第四系人工堆积物、河流冲积物（粉质黏土、砂、圆砾、卵石等）和残积粉质黏土组成，下伏基岩为白垩系东塘组泥质粉砂岩（K_{dn}）。

（1）第四系全新统（Q₄）

主要为人工填土层（Q_{4^{ml}}）、耕土层（Q_{4^{pd}}）、沼泽沉积层（Q_{4^h}）和冲积层（Q_{4^{al}}），其中第四系人工填土分布广泛，耕土层、沼泽沉积层（Q_{4^h}）等零星分布，冲积层主要为河流相冲积层，包括粉质黏土、粉土、砂、圆砾与卵石，主要分布于大托铺站东侧-湘雅医院（天心院区）站（AK11+200-AK14+300）。

（2）第四系中更新统（Q₃）

主要为河流相冲积层，岩性主要为粉质黏土、砂、圆砾与卵石等，主要分布于大托铺站附近（AK9+850-AK11+200）。

（3）第四系中更新统（Q₂）

主要为河流相冲积层，岩性主要为粉质黏土、粉土、砂、圆砾与卵石等，主要分布于大托铺站附近（AK9+850-AK11+200）。

（4）第四系残积层（Q^{el}）

基岩风化残积而成，岩性为残积粉质黏土，覆盖于基岩之上，在线路范围内广泛分布。

（5）基岩

主要为白垩系东塘组泥质粉砂岩、砾岩。

根据长沙地区以往的勘察经验，同时代、同岩性的岩土层工程性状一般差别甚小。

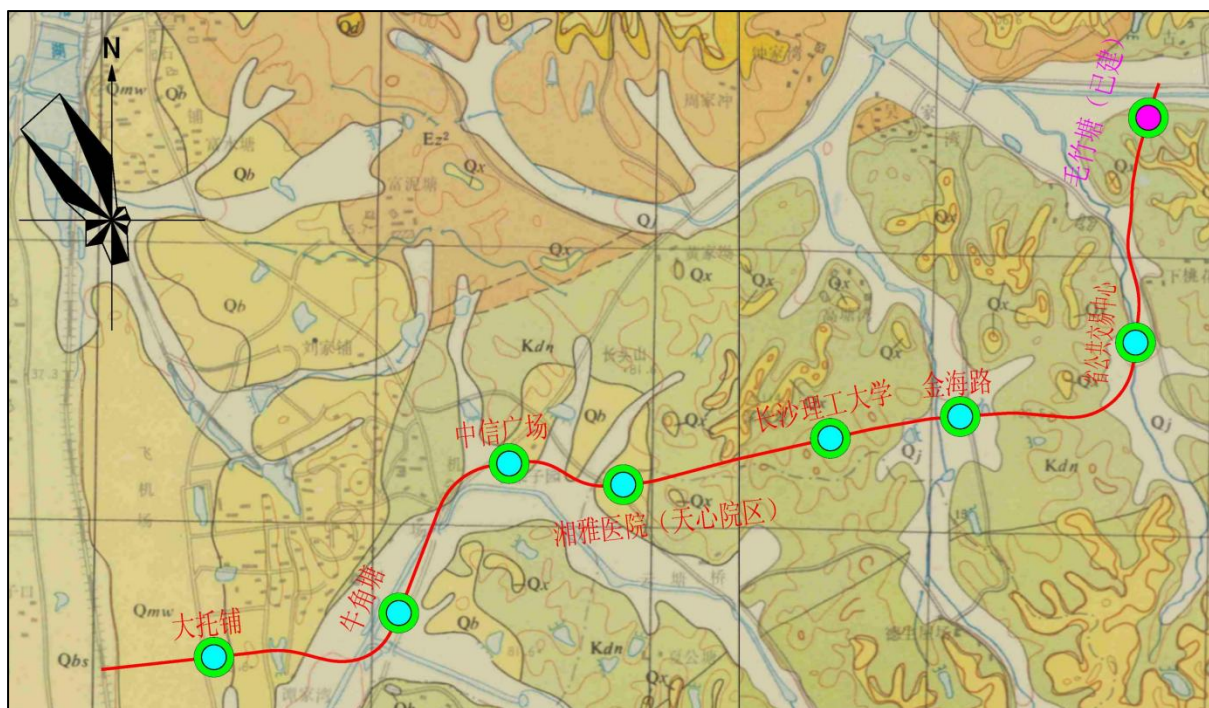


图 4.1-4 长沙市轨道交通 5 号线延长线工程线路区域地质图
(引用自 1:5 万长沙幅地质图)

4.1.6 水文水系

(1) 地表水

长沙市溪河纵横，水系发育。境内河流水系大多属湘江流域，少数外流河属南洞庭湖水系，支流河长在 5km 以上的有 302 条，其中湘江流域有 289 条，南洞庭湖水系 13 条，较大的一级支流有浏阳河、捞刀河、沔水，为市境内的三大河流，总流域面积为 8922.13km²，占全市总面积的 75.6%，其他一级支流有：靳江、龙王港、八曲河、沙河等。

本工程位于湘江流域，与本工程有关的地表水主要为湘江及港子河。

湘江由南往北贯穿市区，多年平均径流量是 $781 \times 10^8 \text{km}^3$ ，最大年径流量 $949 \times 10^8 \text{m}^3$ ，最小年径流量 $281 \times 10^8 \text{m}^3$ ，由南向北纵贯全区流经洞庭湖，汇入长江。湘江河宽 200~1250m。每年 4~6 月为丰水期。据长沙水文站观测资料，最高洪水位 39.51m(吴淞高程，2017 年 7 月 3 日)，最低水位 24.63m(吴淞高程，2012 年 1 月 1 日)，年平均水位 29.48m(吴淞高程)，湘江水利枢纽截流后，常年水位为 29.50m，最大变幅度达 14.86m，多年平均变幅 10m。最大流速 1.26m/s，最小流速 0.12m/s，多年平均水温 18.7~19.5℃。

港子河是湘江的一级支流，发源于天心区暮云街道云塘社区，流经暮云、先锋、南托、大托铺 4 个街道，在解放垸与南托垸交界处汇入湘江，流域面积 27.6 平方公里，干流长 12.4 公里。

(2) 地下水

①地下水类型

长沙地区含水层按其岩性、岩相、岩层结构、地貌及构造等条件可分为六大类，本工程场地包含松散岩层孔隙水类型（上层滞水、孔隙水）及裂隙水（基岩裂隙水）两大类型。

上层滞水：赋存于人工填土中，主要靠大气降水和地表水下渗补给，以蒸发或向下渗透到潜水中的方式排泄，水量小，其稳定水位与含水层的埋藏深度相关，并与其地形坡降基本一致。

孔隙水：赋存于中更新统砂土、卵石层中，其富水性与砂的颗粒大小、颗粒级配及粘粒含量等有密切关系，属中等-强透水性地层。场地内地下水类型以孔隙潜水为主，水量中等，局部丰富。

基岩裂隙水：线路沿线基岩主要为泥质粉砂岩，裂隙呈闭合状-微张开状。基岩裂隙水主要赋存于基岩的风化裂隙之中，含水层无明确界限，埋深和厚度很不稳定，其透水性主要取决于裂隙发育程度、岩石风化程度和含泥量。一般透水性差，富水性差。

②地下水位

勘察期间，填土层中上层滞水局部分布，水量甚微，工程勘察时 16 个钻孔中在 11 个钻孔中揭露上层滞水，其初见水位埋藏深度 1.20~4.30m，相应标高 44.20~75.51m，其稳定水位埋深 1.30~4.60m，对应标高为 43.90~75.41m。

勘察期间仅 C5Z1-01~C5Z1-06 揭露了粉细砂或卵石层，所量测的孔隙水初见水位埋藏深度 6.60~9.70m，相应标高 32.77~47.87m；其稳定水位埋藏深度 5.90~10.00m，相应标高 33.07~47.67m。

基岩裂隙水水量甚微，一般未能形成稳定水位。

地下水位的变化与地下水的赋存、补给及排泄关系密切，并受季节变化影响。由于本次勘察野外作业工期较短，后期建议加强水文地质勘察工作。

③地下水的补给、径流、排泄及动态特征

上层滞水赋存于填土层底部，主要受大气降水、沟管渗水、周边塘水补给，排泄方式主要表现为大气蒸发及枯水季节时向周边水体侧向径流。水量动态变化大，分布不连续。

孔隙水赋存于砂、卵石层中，受大气降水及河水补给，其具有明显的丰、枯水期变化，丰水期水位上升，枯水期水位下降，排泄方式主要表现为向周边水体侧向径流。

基岩裂隙水赋存于强、中风化基岩裂隙中。根据钻探揭露及地质调查，基岩节理裂隙多为密闭或微张，径流条件较差，水量甚微，未能形成稳定水位。

地下水位呈周期性变化，有明显的丰枯季。总体来说，区内浅表地下水位动态稳定，年变化幅度为 2~4m，随水位变化，孔隙水也呈潜水-承压水变化。

4.1.7 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）和《城市轨道交通结构抗震设计规范》（GB 50909-2014），本工程场地的抗震设防烈度为 6 度，设计地震分组为第一组，设计基本地震加速度值为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.35s。

根据《城市轨道交通结构抗震设计规范》（GB 50909-2014）及《建筑工程抗震设防分类标准》（GB 50223-2008），本工程属重点设防类，抗震设防烈度应按提高一度（即 7 度）的要求加强其抗震措施。详细抗震设防参数应以地震专项评估为准。

据长沙地区区域地质资料，结合钻探成果，线位区褶皱断裂构造较发育。其中与本段线位相交的断裂主要为大托铺-洞井铺断裂(F128)及新开铺-长塘子断裂（F110）两条，均为非全新世活动断裂。

综上所述，场地内无影响线路稳定性的大型活动性断裂、崩塌、滑坡和泥石流、显著的地面沉降及地裂缝。路线场地基本稳定，适宜地铁建设。

4.2 生态环境现状调查与评价

4.2.1 生态现状调查时间

本次评价生态现状调查时间为 2024 年 10 月 21 日至 22 日。

4.2.2 生态现状调查方法

1、陆生植物调查

(1) 种类调查

在调查过程中，确定评价范围内的植物种类及资源状况、珍稀濒危植物的种类及生存状况等。实地调查采取样线调查与样方调查相结合的方法，对于没有原生植被的区域采取样线调查，在施工区域以及植被状况良好的区域实行样方重点调查；对国家

级、省级野生保护植物、珍稀濒危植物、古树名木调查采取资料查询和野外调查相结合的方法进行。采集野外难以辨认的植物标本并拍摄照片，记录项目区的植被现状。

(2) 植被调查

植被调查取样的目的是要通过样方的研究准确地推测评价区域植被的总体，所选取的样方具有代表性，能通过尽可能少的抽样获得较为准确的有关总体的特征。在对评价区域的植被进行样方调查中，样方布设的原则是：

① 尽量在拟建地设置样地，并考虑布设的均匀性，山地区域还应结合海拔段、坡位、坡向进行布设。

② 所选取的样方植被为评价区域内分布较广具有代表性的植被类型。

③ 记录样方植被类型（以群系为单位），应涵盖评价范围内不同的植被类型及生境类型。

④ 尽量避免非取样误差：避免选择路边易到之处；两人以上进行观察记录，消除主观因素。

本次调查主要踏勘了项目用地范围内及周边区域，通过边踏勘边汇总边调整的方式，根据评价区总体植被类型分布情况，着重选取项目用地范围内及生态保护目标所在区域的主要植被群系开展样方调查，保证选取的植被群系一定是评价区分布最广，并且受到项目直接影响的群系。对选取的植被群系尽量在项目用地范围内或临近区域拉设植物样方，样方点位尽量布置在项目主要工程区域，每种群系均设置 1 个样方，以使样方无论在调查对象、点位布置还是数量上，均具有规范性和代表性。

2、陆生动物调查

动物资源调查主要采用资料查询和现场调查相结合的方法。陆生野生动物调查，根据资料整理归纳的基础上，走访当地林业部门与周边村民了解评价区的陆生野生动物类群分布情况、种群数量以及出现频率；在拟建地采取实地调查，根据生境类型，每类设置 1 条样线，以进一步核实资料和走访结果的可靠性。

3、水生生物调查

水生生物调查主要参照《内陆水域渔业自然资源调查手册》、《水库渔业资源调查规范》（SL167-2014）和《淡水浮游生物研究方法》等的相关技术和要求进行。调查内容包括：浮游藻类、浮游动物、底栖动物、鱼类。

(1) 野外调查和采集

由于工程影响区域大多为城市建成，鱼类捕捞管理严格，主要依据收集历史上有

关本项目所在流域的资料和访问当地渔政部门等，了解工程涉及河段水生生物的多样性及资源现状。鱼类“三场”主要通过河段生境和鱼类繁殖特性来进行初步确定。

(2) 业内分析

在实验室根据所取得的调查数据和文献资料进行报告编写。内业分析工作主要包括以下几个方面：

① 查阅有关文献资源，摸清工程影响区的本底现状。

② 根据工程基本情况及运行特点、工程与周围环境的关系以及调查结果，综合分析项目运行后对水生生态的影响情况。

4.2.3 土地利用现状

本工程位于长沙市天心区与雨花区境内，评价区土地利用现状是在卫片解译的基础上，结合现有资料，运用景观生态法（即以植被作为主导因素），并结合土壤、地貌等因子进行综合分析，根据《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）的分类，将土地利用格局的拼块类型分为林地、草地、耕地等几种类型。

表 4.2-1 本项目评价区土地利用现状

序号	一级分类	二级分类	面积 (hm ²)	占评价区 (%)
1	耕地	水浇地	6.782	1.156
2		旱地	20.511	3.496
3	林地	乔木林地	39.732	6.772
4		竹林地	4.876	0.831
5		灌木林地	19.338	3.296
6	草地	其他草地	38.940	6.637
7	商服用地	零售商业用地	42.226	7.197
8		其他商服用地	7.211	1.229
9	工矿仓储用地	工业用地	67.407	11.489
10	住宅用地	商业住宅用地	113.077	19.273
11		农村宅基地	7.604	1.296
12	公共管理与公共服务用地	机关团体用地	10.508	1.791
13		教育用地	14.392	2.453
14		医疗卫生用地	7.445	1.269
15	特殊用地	殡葬用地	0.270	0.046
16	交通运输用地	铁路用地	6.841	1.166
17		公路用地	137.385	23.416
18		城镇村道路用地	0.334	0.057
19		农村道路	7.246	1.235
20	水域及水利设施用地	河流水面	3.074	0.524
21		坑塘水面	14.539	2.478
22		内陆滩涂	0.270	0.046
23		沟渠	1.725	0.294
24		水工建筑用地	0.188	0.032

序号	一级分类	二级分类	面积（hm ² ）	占评价区（%）
25	其他土地	设施农用地	14.527	2.476
26		裸土地	0.194	0.033
27		裸岩石砾地	0.070	0.012
合计			586.713	100

由上表可知，评价区土地利用类型以交通运输用地为主，公路用地面积137.385hm²，占评价区总面积的23.416%；其他类型如裸地等面积相对较小。根据现场调查，评价区主要为平原地形，沿线大部分区域均位于城市建成区，高楼林立，无原生植被，现存植被以城市道路两侧的行道树等栽培的景观植被为主；仅在起点至牛角塘站区间存在成片的林地、耕地以及零散分布的坑塘。

4.2.4 生态系统现状

依据《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166-2021）的分类体系，将评价区生态系统分类如下：

表 4.2-2 生态系统分类体系表

I级代码	I级分类	II级代码	II级分类	分类依据
1	森林生态系统	11	阔叶林	H=3~30m, C≥0.2, 阔叶
		12	针叶林	H=3~30m, C≥0.2, 针叶
		13	针阔混交林	H=3~30m, C≥0.2, 25%<F<75%
		14	稀疏林	H=3~30m, C=0.04~0.2
2	灌丛生态系统	21	阔叶灌丛	H=0.3~5m, C≥0.2, 阔叶
		22	针叶灌丛	H=0.3~5m, C≥0.2, 针叶
		23	稀疏灌丛	H=0.3~5m, C=0.04~0.2
3	草地生态系统	31	草甸	K≥1, 土壤湿润, H=0.03~3m, C≥0.2
		32	草原	K<1, H=0.03~3m, C≥0.2
		33	草丛	K≥1, H=0.03~3m, C≥0.2
		34	稀疏草地	H=0.03~3m, C=0.04~0.2
4	湿地生态系统	41	沼泽	地表经常过湿或有薄层积水，生长沼泽生和部分湿生、水生或盐生植物，有泥炭积累或明显的浅育层，包括森林沼泽、灌丛沼泽、草本沼泽等
		42	湖泊	自然水面，静止
		43	河流	自然水面，流动
5	农田生态系统	51	耕地	人工植被，土地扰动，水生或旱生作物，收割过程
		52	园地	人工植被，C≥0.2，包括经济林等
6	城镇生态系统	61	居住地	城市、镇、村等聚居区
		62	城市绿地	城市的公共绿地、居住区绿地、单位附属绿地、防护绿地、生产绿地以及风景林地等
		63	工矿交通	人工挖掘表面和人工硬表面，工矿用地、交通用地
7	荒漠生态系统	71	沙漠	自然，松散表面，砂质，C<0.04
		72	沙地	分布在半干旱区及部分半湿润区的沙质土地，C<0.04
		73	盐碱地	自然，松散表面，高盐分

I级代码	I级分类	II级代码	II级分类	分类依据
8	其他	81	冰川/永久积雪	自然，水的固态
		82	裸地	自然，松散表面或坚硬表面，壤质或石质，C<0.04

注：C：覆盖度/郁闭度；H：植被高度（m）；F：针叶树与阔叶树的比例；K：湿润指数。

为了便于评价，本次仅分类至生态系统纲。

根据遥感解译数据，评价区内各生态系统面积及比例统计见下表。

表 4.2-3 评价区生态系统面积及比例

序号	I级分类	II级分类	面积（hm ² ）	占比（%）
1	森林生态系统	针叶林	9.763	1.664
		阔叶林	36.740	6.262
2	灌丛生态系统	阔叶灌丛	17.443	2.973
3	草地生态系统	草丛	38.940	6.637
4	湿地生态系统	沼泽	0.270	0.046
		湖泊	14.539	2.478
		河流	3.074	0.524
5	农田生态系统	耕地	27.294	4.652
6	城镇生态系统	居住地	219.172	37.356
		工矿交通	219.214	37.363
7	其他	裸地	0.264	0.045
合计			586.713	100

由上表可知，评价区生态系统以城镇生态系统为主，其他生态系统所占面积均相对较小。

1、森林生态系统

森林生态系统是指以乔木、竹类等为主要生产者的陆地生态系统。系统内动植物种类繁多，木本植物和树栖动物种类丰富；层次结构、层片结构和营养结构复杂，形成复杂的食物网，环境空间以及营养物质利用充分；种群的密度和群落的结构能够长期处于较稳定的状态；生产力高，生物量大；生态系统服务功能高，如在调节气候、涵养水源，净化空气，保持水土，防风固沙、吸烟滞尘、改变区域水热状况等方面有着突出的作用。

评价区森林生态系统面积为 46.503hm²，占评价区总面积的 7.926%。通过现场调查，该生态系统主要分布在大托铺站、线路穿经长沙理工大学路段以及终点路段两侧，现状为林地。

评价区森林生态系统构成主要是阔叶林和针叶林，包括樟树林、楝树林等。

森林生态系统中的野生动物种类相对丰富，主要有鸟类，如野鸡、鹌鹑、杜鹃、麻雀、啄木鸟等；两栖类中的蟾蜍、雨蛙等；爬行类的蛇、蜥蜴等。

2、灌丛生态系统

灌丛是指以灌木为主要生产者的陆地生态系统。分布广泛，种类复杂，生态适应性广，既有在自然环境条件下发育的原生类型，也有在人为干扰形成的持久性的次生类型。系统主要由丛生无主干的灌木组成，高度 5m 以下，盖度大于 30%；物种组成、层次结构和营养结构相对简单；种群密度、群落结构和生产力的时空变化较小，不同地区的限制因子不同；生态系统服务功能主要体现在涵养水源、保持水土和防风固沙等方面。

评价区灌丛生态系统面积为 17.443hm²，占评价区总面积的 2.973%。通过现场调查，该生态系统主要分布在大托铺站至牛角塘站区间的林下、林缘以及线路两侧待开发地块内等。

评价区灌丛生态系统构成主要是盐麸木灌丛、构灌丛等，组成较简单。灌丛生态系统中的野生动物种类相对贫乏，主要有鸟类，如麻雀等；爬行类的蛇、蜥蜴等。

3、草地生态系统

草地生态系统是多年生耐旱、耐低温、以禾草占优势的植物群落的总称，指的是以多年生草本植物为主要生产者的陆地生态系统。草地生态系统具有防风、固沙、保土、调节气候、净化空气、涵养水源等生态功能。草地生态系统是自然生态系统的重要组成部分，对维系生态平衡、地区经济、人文历史具有重要地理价值。

评价区草地生态系统面积为 38.940hm²，占评价区总面积的 6.637%。通过现场调查，该生态系统主要零星分布在大托铺站至牛角塘站的村庄周边。

评价区草地生态系统构成主要是芒、一年蓬等，主要分布在坑塘、路旁、林下、林缘等。草地生态系统中的野生动物种类相对贫乏，主要兽类如野兔、竹鼠等；爬行类的蛇、蜥蜴、青蛙等。

4、湿地生态系统

湿地生态系统是指所有的陆地淡水生态系统，如河流、湖泊、沼泽，以及作为河流归宿地的内陆河尾间湖泊、陆地和海洋过渡地带的滨海湿地生态系统，是陆地，水域共同与大气相互作用，相互影响，相互渗透，是兼有水陆双重特征的特殊生态系统。系统兼具陆生与水生动植物类群，生物多样性丰富；结构复杂，生产力高，在水文情势影响下，生态系统随之出现同步波动，强弱互替；生态系统服务功能高，主要在于径流调节、蓄水抗旱、防洪排涝、废弃物降解、调节气候、净化空气等方面。

评价范围内的水体与湿地生态系统主要分布于大托铺站至牛角塘站区间的村庄周

边零星散布的水塘以及港子河河道及两侧范围，面积为 17.883hm²，占评价范围总面积的 3.048%。湿地生态系统的植被主要分布于水陆交接带，植被类型以河滩的灌草为主，常见的湿生植物有喜旱莲子草、灯芯草（*Juncus effusus*）、水蓼（*Polygonum hydropiper*）等。动物种类主要包括两栖类、爬行类、鱼类，以及湿地鸟类。

5、农田生态系统

是指以作物为主要生产者的陆地生态系统。生物群落结构较简单，常为单优群落，伴生有杂草、昆虫、土壤微生物、鼠、鸟等其他小动物；由于大部分生产力随收获而被移出系统，养分循环主要靠系统外投入而保持平衡；农田生态系统的稳定有赖于一系列耕作栽培措施的人工养地，在相似的自然条件下，土地生产力远高于自然生态系统；其生态系统服务功能主要在于提供食品，其他服务功能较低。

评价区农田生态系统面积为 27.294hm²，占评价区总面积 4.652%。通过现场调查，结合评价区土地利用类型图，该生态系统评价区内主要分布在大托铺站至牛角塘站区间的村庄周边，多为旱地，用于种植蔬菜以及粮食作物。

评价区农田生态系统主要为园地和耕地，植被以农作物为主，包括粮食作物和经济作物。其中粮食作物主要有玉米（*Zea mays*）、番薯（*Ipomoea batatas*）、土豆（*Solanum tuberosum* L.）等；经济作物主要有柑橘（*Citrus reticulata* Blanco）、花生（*Arachis hypogaea*）等。除了作物本身外，田间常见小苦苣（*Ixeridium dentatum* (Thunb.) Tzvel.）、飞蓬（*Erigeron acris* L.）等植物。

评价区内的农田生态系统植被较简单，主要是以水稻、玉米、花生等为主的作物，属于人工控制的生态系统。农田生态系统内的动物种类包括鸟类如家燕、喜鹊等，啮齿类动物如褐家鼠、小家鼠等。

6、城镇生态系统

城镇生态系统是人类对自然环境的适应、加工、改造而建设起来的特殊的人工生态系统。它不仅有生物组成要素（植物、动物和细菌、真菌、病毒）和非生物组成要素（光、热、水、大气等），还包括人类和社会经济要素，这些要素通过能量流动、生物地球化学循环以及物资供应与废物处理系统，形成一个具有内在联系的统一整体。

评价区城镇生态系统主要以居住地生态系统为主，面积为 438.386hm²，占评价区面积的 74.719%。根据现场调查并结合评价区土地利用类型图，该生态系统主要集中在牛角塘站至终点毛竹塘站（不含）区间，多高楼林立，商业活动、工业生产活动频繁。

根据现场调查，评价区居住地生态系统内人为活动频繁，植物多零星分布，常见的植物有樟（*Cinnamomum camphora* (L.) Presl）、栎（*Koelreuteria paniculata*）、李（*Prunus salicina* L.）、桃（*Amygdalus persica* L.）、柚（*Citrus maxima* (Burm. Merr.）、木樨（*Osmanthus fragrans* (Thunb.) Loureiro）、女贞（*Ligustrum lucidum* Ait.）等。评价区居住地生态系统内植物多以景观树种为主，主要分布在城市道路两侧。

喜与人类伴居的动物多活动于此，如爬行类的多疣壁虎（*Gekko japonicus*）、赤链蛇（*Dinodon rufozonatum*）、乌梢蛇、短尾蝮（*Gloydius brevicaudus*）等，鸟类的珠颈斑鸠（*Streptopelia chinensis*）、家燕、金腰燕（*Hirundo daurica*）、崖沙燕（*Riparia riparia*）、白头鹎、麻雀（*Passer montanus*）、黑卷尾（*Dicrurus macrocercus*）等，兽类的东方蝙蝠（*Vespertilio superans*）和几种鼠类，如小家鼠、褐家鼠（*Rattus novgicus*）、社鼠（*Niviventer niviventer*）等。

7、评价区生物量现状

根据现场调查和卫片解译，结合评价区地表植被立地和 NDVI 情况，将评价区自然体系划分为几类，统计情况如下。

表 4.2-4 评价区自然体系生物量现状表

自然体系	代表植物	面积 (hm ²)	占评价区 比例 (%)	平均生物量 (t/hm ²)	总生物量 (t)	占评价区总生 物量比例 (%)
农作物	蔬菜、玉米	27.294	20.966	13.580	284.722	10.567
针叶林	马尾松	9.763	7.500	30.190	226.411	8.403
阔叶林	樟、栎	31.865	24.478	65.700	1608.181	59.687
竹林	水竹、观音竹	4.876	3.745	57.720	216.177	8.023
灌丛	盐麸木、构	17.443	13.399	19.750	264.633	9.822
草丛	芒、一年蓬	38.940	29.913	3.150	94.224	3.497
合计		130.180	100	/	2694.348	100

注：① 各植被类型平均生物量数据参考《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）；② 《中国草地植被生物量及其空间分布格局》（朴世龙等，2004 年）；③ 《镇域尺度农田生态系统地上生物量遥感估算及地表有机碳储量研究》（张文龙，2011 年）；④ 《湖南省森林植被的碳贮量及其地理分布规律》（焦秀梅等，2005 年）等计算得出。

经计算，评价区总生物量约为 2694.348t，以阔叶林为主，其他植被类型生物量占的比例较小。从生物量数值看，森林生态系统为评价区的主要自然生态系统类型，主要由景观植被组成，对生态系统的稳定 and 变化起到较大的作用。

4.2.5 陆生植物现状

1、植被区划

根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒等，2011 年）的中国植物区系分区系统

进行划分，评价区属于东亚植物区——中国—日本植物亚区——华东地区——赣南——湘东丘陵亚地区。

根据《湖南植被》（祁承经等，1990 年），评价区属亚热带常绿阔叶林区域——中亚热带常绿阔叶林地带——中亚热带典型常绿阔叶林北部植被亚地带——湘北滨湖平原栲栎林、旱柳林、桑树林、湖漫滩草甸、沼泽、水生植被及农田植被区——洞庭湖平原及湖泊植被小区和环湖低丘岗地植被小区。

2、主要植被类型

参考《中国植被》《湖南植被》及相关林业调查资料，根据现场对评价区植被的实地调查，采用植物群落学—生态学分类原则，选用植被型组、植被型、群系等基本单位，在对现存植被进行考察的基础上，结合区域内现有植被中群系建群种与优势种的外貌，以及群系的环境生态与地理分布特征等分析，将评价区自然植被初步划分为 4 个植被型组、6 个植被型及 8 个群系，详见下表。

表 4.2-5 植物群落调查结果统计表

类型	植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	工程占用情况	
						占用面积 (hm ²)	占用比例 (%)
自然 植被	I.阔叶林	一、常绿阔叶林	(一) 低山丘陵常绿阔叶林	1.樟群系	评价区道路两侧广泛分布	0.0793	0.0610
		二、落叶阔叶林	(二) 丘陵、低山落叶阔叶林	2.槲群系	评价区道路两侧广泛分布	0.0460	0.0353
	II.针叶林	三、常绿针叶林	(三) 低山针叶林	3.马尾松群系	评价区林地内少量分布	0.0346	0.0266
	III.灌丛和灌草丛	四、灌丛	(四) 暖性灌丛	4.构群系	评价区内林下、沟渠沿岸两侧少量分布	0.0368	0.0283
				5.盐麸木群系	评价区内林下、林缘广泛分布	0.0224	0.0172
		五、灌草丛	(五) 暖性灌草丛	6.一年蓬群系	评价区路边旷野零星分布	0.0797	0.0612
			(六) 温性灌草丛	7.芒群系	评价区路边旷野零星分布	0.0521	0.0400
	IV沼泽和水生植被	六、水生植被	(七) 浮水植物	8.喜旱莲子草群系	评价区内湖泊、坑塘广泛分布	0.0142	0.0109
	栽培植被	经济林	经济果木	柑橘等	评价区村落附近分布	/	/
	农作物	粮食作物	水稻、玉米等			/	/
		经济作物	豆类、花生等			/	/

3、重要植物物种

(1) 重点野生保护植物

评价区国家重点保护野生植物根据《国家重点保护野生植物名录》（第一批）（国务院，1999年8月）、《湖南省地方重点保护野生植物名录》（2002年9月修订）及本项目所在行政区内关于重点保护野生植物的相关资料确定，结合现场调查，评价范围内以次生植被为主，未发现重点野生保护植物分布。

（2）古树名木

参考《湖南古树名木》（邓三龙等，2011年）及本项目所在行政区内关于古树名木及其分布资料，并对项目所在区域的林业局、附近村民进行访问调查及现场实地调查，在评价区未发现古树名木。

5、外来入侵物种

根据《中国外来入侵物种名单》（第一批，2003年）、《中国外来入侵物种名单》（第二批，2010年）、《中国外来入侵物种名单》（第三批，2014年）、《中国自然生态系统外来入侵物种名单》（第四批，2016年），参考本项目所在行政区内关于外来入侵植物的相关资料，通过现场实地调查，在评价区发现有外来入侵种一年蓬分布，其零星分布于评价区大托铺站至牛角塘站区间的村落周边，危害程度较小。



图 4.2-1 一年蓬

6、公益林与天然林

经叠图查询分析，本项目不占用公益林与天然林。项目具体林地占用情况以林地使用许可证为准，需严格执行林地补偿政策。

4.2.6 陆生动物现状

(1) 动物区系

根据《中国动物地理》（科学出版社，2011），本项目评价区所在区域动物区划属于东洋界——华中区——东部丘陵平原亚区——长江沿岸平原省——农田湿地动物群。本项目评价区域人类活动频繁，受人类活动的干扰，区域内野生动物的种类、分布及数量都很少，以鸟类为主。

(2) 物种组成及分布特征

本次动物调查采用现场调查、访问及资料查阅的方法。查阅资料参考《湖南动物志》和《湖南鸟类图鉴》等著作以及区域内相关的期刊文献。

本工程评价区常见动物如下：

兽类：评价区主要范围处于城镇内部，野生动物较为罕见，主要常见兽类包括猫（*Felis silvestris catus*）、狗（*Canis lupus familiaris*）、褐家鼠（*Rattus norvegicus*）、蝙蝠（*Chiroptera spp.*）、家猪（*Sus scrofa domestica*）等，分布广泛，其中猫和狗两种兽类多见于住宅区，以人工饲养为主。

鸟类：评价区内主要鸟类包括（*Streptopelia chinensis*）、家燕、金腰燕（*Hirundo daurica*）、崖沙燕（*Riparia riparia*）、白头鹎、麻雀（*Passer montanus*）、黑卷尾（*Dicrurus macrocercus*）等，多分布于乔木林地等植物覆盖度较高地区。

两栖类：评价区内存在一定水域面积，为两栖动物提供了生存空间，主要两栖动物为黑斑侧褶蛙（*Pelophylax nigromaculatus*）、中华大蟾蜍（*Bufobufo gargarizans*）、泽蛙（*Rana limnocharis*）、沼蛙（*Hylarana guentheri*）等，多分布于河湖湿地和水田坑塘。

爬行类：评价区内主要爬行类动物包括乌梢蛇（*Zaocys dhumnades*）、壁虎（*Gekko*）等，多分布于湿地、林地和水田。

鱼类：评价区内鱼类包括鲤鱼（*Cyprinus carpio*）、鲫鱼（*Carassius auratus*）、鳊鱼（*Silurus asotus*）、草鱼（*Ctenopharyngodon idella*）、花鲈（*Lateolabrax japonicus*）、金鱼（*Carassius auratus*）等，多分布于河湖和坑塘。

评价区范围多处于城市生态系统，受人为干扰程度严重，因此动物多样性较低，野生动物数量较少，多分布于湿地和林地等生态相对较好地区。

4.2.7 生态敏感区

根据现场调查和资料收集，通过工程与敏感区的范围叠图可知，工程不涉及生态敏感区，距离最近的生态敏感区为天际岭国家森林公园，位于本工程终点北侧约 840m，

本工程建设对其无影响。

4.3 环境空气现状调查与评价

4.3.1 现状调查

本工程沿线所经地区多为城市建成区，环境空气质量受人类活动影响大。

本工程主要沿城市主、次干道进行敷设，且工程评价范围内分布有湖南环保科技产业工业园、长沙国际企业中心等工业聚集区，现有环境空气污染源主要来自工业企业排放的工业废气、城市道路汽车尾气、京广铁路机车的尾气、二次扬尘、人群生产生活所产生的一氧化碳和总悬浮颗粒物等，排放量较大，对环境空气质量有不良影响。

4.3.2 环境空气质量达标区分析

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）中 6.2.1.2 环境空气质量现状数据采用评价范围内国家或地方环境空气质量监测网中评价基准年连续 1 年的监测数据，或采用生态环境主管部门公开发布的环境空气质量现状数据。本工程大气评价范围主要涉及长沙市天心区、雨花区 2 个行政区，根据长沙市生态环境局公布的《2023 年长沙市生态环境质量状况公报》中对长沙市环境空气质量统计数据，长沙市 PM₁₀、SO₂、NO₂ 年平均质量浓度和 CO₉₅ 百分位数日平均质量浓度、O₃₉₀ 百分位数最大 8 小时平均质量浓度可达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，PM_{2.5} 年平均质量浓度尚未达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准。统计数据见下表 4.3-1。

表 4.3-1 长沙市环境空气质量现状评价表

污染物	年度评价指标	现状浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	标准值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)	达标情况
SO ₂	年平均质量浓度	5.0	60	8.33	达标
NO ₂	年平均质量浓度	22.0	40	55.00	达标
PM ₁₀	年平均质量浓度	56.0	70	80.00	达标
PM _{2.5}	年平均质量浓度	38.0	35	108.57	超标
CO	24 小时平均第 95 百分位数	0.9	4	22.50	达标
O ₃	最大 8 小时平均第 90 百分位数	144	160	90.00	达标

由上表监测数据可知，长沙市 2023 年 PM_{2.5} 年平均质量浓度尚未达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，属于环境空气质量不达标区。

根据《长沙市大气环境质量限期达标规划（2020-2027）》中（五）积极调整运输结构，强化移动源污染防治。大力发展城市公共交通，加强城市轨道交通建设，基本建成“米字型构架，双十字拓展”轨道交通网络主骨架，加快建设快速公交系统

（BRT）、线网。到 2027 年，全市公共交通机动化出行分担率达到 61%以上。

本工程为轨道交通建设项目，采用电能作为驱动，为绿色公共交通项目。本工程投运后可缓解城区交通压力，减少道路汽车尾气排放，对改善区域大气环境有利。

4.4 地表水环境现状调查与评价

4.4.1 地表水环境现状调查

本工程站、线周边为城市建成区，沿线地表水体较少，主要为港子河与大托铺站至牛角塘站区间零散分布的坑塘，因工程评价区城市排水系统较完善，地表水主要污染源为农业面源以及少量生活废水污染，基本不受工业污染源影响。

4.4.2 地表水环境质量现状

本工程施工期和运营期废水依托雨花污水处理厂与暮云污水处理厂处理达标排放。雨花污水处理厂处理后的尾水排入圭塘河，再汇入浏阳河，最终汇入湘江；暮云污水处理厂处理后的尾水排入港子河，最终汇入湘江。

依据《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ2.3-2018)中“6.3.3.2 应优先采用国务院生态环境保护主管部门统一发布的水环境状况信息”。

根据长沙市生态环境局公布的《2023 年长沙市生态环境质量状况公报》中对长沙市地表水环境质量统计数据，2023 年，长沙市地表水水质总体为优，全市 32 个国、省控断面年度水质优良率为 100%。其中，I 类水质断面 2 个，占 6.2%；II 类水质断面 27 个，占 84.4%；III 类水质断面 3 个，占 9.4%；无 IV 类、V 类、劣 V 类水质断面。市级和县级集中式生活饮用水水源地水源达标率和水量达标率均保持 100%，连续 11 年水质达标率均保持在 100%。

综上所述，工程所在区域地表水环境质量现状较好。

4.5 声环境现状调查与评价

4.5.1 声环境现状调查

1、评价范围声功能区划

本工程沿线主要为长沙市天心区与雨花区的城市建成区，根据《长沙市城区声环境功能区划分》（长政函〔2018〕8 号），本工程沿线各城市主干路、次干路、高速公路、城市快速路两侧 4a 类区范围为：①当临街建筑高于 3 层楼房以上（含 3 层）时，将临街建筑面向道路一侧至道路边界线（道路红线）的区域定为 4a 类声环境功能区；②若临街建筑以低于 3 层楼房的建筑（含开阔地）为主，线路边界线外 40m 的区域定为 4a 类声环境功能区。评价区位于 4a 区范围外的区域划分为 2 类区。

2、本项目沿线主要噪声污染源

本工程所经地带主要为城市建成区，且本工程主要沿城市主、次干道敷设，沿线主要噪声源主要为现有交通噪声和居民生活噪声，其中交通噪声为影响沿线声环境保护目标的主要污染源。本项目所在区域与本项目交叉和邻近的交通干道有京广铁路、天心大道、芙蓉南路、环保大道、万家丽路、长沙绕城高速等。

4.5.2 环境噪声现状监测与评价

为了解本工程声环境评价范围内各保护目标的声环境质量现状情况，本次评价委托湖南启帆检测技术有限公司 2024 年 11 月 8 日~5 月 9 日期间对本工程各车站风亭、冷却塔周边声环境保护目标进行了一期环境现状监测。

4.5.2.1 声环境质量现状监测

(1) 监测方法

环境噪声测量按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）的有关规定进行。

(2) 监测时间与频次

本项目分别在 2024 年 11 月 8 日~11 月 9 日期间，对工程沿线声环境保护目标进行了声环境现状监测。监测两天，昼、夜间各一次，选择昼间（06:00~22:00）和夜间（22:00~06:00）有代表性的时段。

(3) 监测内容

①受现状交通噪声影响的，监测交通噪声，以昼间等效 A 声级（La）、夜间等效 A 声级（Ln）计，并同步记录车流量等情况。

②现状无明显噪声源的，监测环境噪声，以昼间等效 A 声级（La）、夜间等效 A 声级（Ln）。

(4) 监测点位

本次监测选取了位于本工程各车站风亭及冷却塔声环境影响评价范围内的已建/在建声环境保护目标进行布点监测，详见下表。

表 4.5-1 声环境现状监测布点一览表

序号	保护目标	编号	方位	测点类型	噪声类型	监测位置	执行标准
1	德盛欢乐广场	N01	路左	商业区	环境噪声	拟建牛角塘站 2 号风亭组西侧	2 类
2	湖南鸿彪网络服务有限公司 办公楼	N02	路左	办公区	环境噪声	拟建中信广场站 2 号风亭组北侧	4a 类
3	湘雅医院天心	N03	路左	医院	环境噪声	拟建湘雅医院天心院区站冷却塔东	2 类

序号	保护目标	编号	方位	测点类型	噪声类型	监测位置	执行标准
	院区					侧	
4	湖南省税务局	N04	路左	行政办公区	环境噪声	拟建长沙理工大学站冷却塔西侧	2类
5	芙蓉里美食街	N05	路左	商业区	环境噪声	拟建长沙理工大学站3号风亭组北侧	4a类
6	长沙国际研创中心	N06	路右	办公区	环境噪声	拟建金海路站冷却塔南侧	4a类

4.5.2.2 监测结果与评价

本工程各声环境保护目标声环境质量现状监测结果详见下表 4.5-2。

表 4.5-2 本项目沿线敏感点声环境现状监测统计结果表

编号	敏感点名称	采样时间		监测结果 (dB(A))	道路交通量 (辆/20min)			执行标准 (dB(A))		是否达标
					大	中	小			
N01	德盛欢乐广场	2024.11.08	昼间	54.2	5	14	149	4a类	70	是
		2024.11.08	夜间	44.8	3	7	73	4a类	55	是
		2024.11.09	昼间	54.4	6	12	158	4a类	70	是
		2024.11.09	夜间	45.5	4	5	77	4a类	55	是
N02	湖南鸿彪网络服务有限公司办公楼	2024.11.08	昼间	57.2	8	21	162	4a类	70	是
		2024.11.08	夜间	47.1	4	7	87	4a类	55	是
		2024.11.09	昼间	56.9	13	16	146	4a类	70	是
		2024.11.09	夜间	46.8	6	8	72	4a类	55	是
N03	湘雅医院天心院区(在建)	2024.11.08	昼间	54.2	3	9	137	2类	60	是
		2024.11.08	夜间	44.4	4	6	61	2类	50	是
		2024.11.09	昼间	54.2	4	6	129	2类	60	是
		2024.11.09	夜间	44.7	2	3	49	2类	50	是
N04	湖南省税务局	2024.11.08	昼间	54.7	6	10	153	2类	60	是
		2024.11.08	夜间	43.8	3	2	69	2类	50	是
		2024.11.09	昼间	52.9	5	13	141	2类	60	是
		2024.11.09	夜间	44.4	3	8	57	2类	50	是
N05	芙蓉里美食街	2024.11.08	昼间	54.9	7	12	145	4a类	70	是
		2024.11.08	夜间	43.9	5	7	66	4a类	55	是
		2024.11.09	昼间	54.8	4	11	134	4a类	70	是
		2024.11.09	夜间	44.0	2	10	73	4a类	55	是
N06	长沙国际研创中心	2024.11.08	昼间	58.6	6	7	144	4a类	70	是
		2024.11.08	夜间	48.0	2	6	75	4a类	55	是
		2024.11.09	昼间	58.8	5	9	135	4a类	70	是
		2024.11.09	夜间	47.2	4	1	67	4a类	55	是

根据上表监测结果，本工程各监测点昼间、夜间声环境监测结果均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）对应标准限值要求。

4.6 振动环境现状调查与评价

为了解本工程振动环境评价范围内各保护目标的振动环境质量现状情况，本次评

价委托湖南启帆检测技术有限公司于 2024 年 11 月 10 日~14 日对本工程沿线的部分有代表性的振动环境保护目标进行了一期振动环境质量现状监测。

4.6.1 振动环境现状监测

4.6.1.1 监测方法、频次与布点

(1) 监测方法

环境振动测量按照《城市区域环境振动测量方法》（GB10071-88）和《环境振动监测技术规范》（HJ918-2017）的相关规定进行。

(2) 监测时间与频次

本工程分别在 2024 年 11 月 5 日~11 月 6 日期间，连续监测两天，每天昼、夜间各一次，分别选择昼间（06:00~22:00）和夜间（22:00~06:00）有代表性的时段。

(3) 监测内容

环境振动，以铅垂向 Z 振级计。

(4) 监测点位

本次监测选取了位于本工程沿线振动环境影响评价范围内的部分有代表性的振动环境保护目标进行布点监测，共布设 25 个振动监测点，详见下表。

表 4.6-1 环境振动现状监测布点一览表

编号	监测点名称	位于正线方位	执行标准	标准类别
ZD01	王家巷居民点	正线下穿	《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）	居民文教区
ZD02	天悦和苑二期	正线下穿		居民文教区
ZD03	中海嘉园	正线右侧		交通干线两侧
ZD04	德盛欢乐广场	正线左侧		交通干线两侧
ZD05	中信新城·翰林街	正线左侧		交通干线两侧
ZD06	中信城市广场	正线左侧		交通干线两侧
ZD07	先锋新宇南区	正线下穿		居民文教区
ZD08	友阿奥特莱斯	正线下穿		交通干线两侧
ZD09	湘雅医院天心院区	正线右侧		居民文教区
ZD10	长沙市基督教城南堂	正线左侧		居民文教区
ZD11	湖南理工大学医院	正线左侧		居民文教区
ZD12	金汇园小区	正线右侧		交通干线两侧
ZD13	嘉华城小区	正线左侧		交通干线两侧
ZD14	汇金城小区	正线左侧		交通干线两侧
ZD15	长沙国际研创中心	正线右侧		交通干线两侧
ZD16	乐沃居智慧谷	正线右侧		交通干线两侧
ZD17	绿地新都会小区	正线左侧		交通干线两侧
ZD18	碧水龙庭	正线右侧		交通干线两侧
ZD19	桃阳安置小区	正线左侧		交通干线两侧
ZD20	长沙永济医院	正线左侧		交通干线两侧

4.6.1.2 监测点位代表性分析

根据现场调查，本工程正线评价范围内共有 37 处振动环境保护目标、二次结构噪声保护目标，本次评价结合保护目标所处区域环境、保护目标属性、与本工程正线位置关系等相关情况，选取其中 20 处具有代表性的保护目标进行了监测，监测点位涵盖了一般保护目标与医院、商业广场、行政办公场所等特殊保护目标。

本次监测各点位可代表的保护目标及其可代表性分析详见下表。

表 4.6-2 振动环境监测点位代表性分析一览表

序号	敏感点名称	可代表点位	监测点位代表性分析
1	王家巷居民点	王家巷居民点	/
2	天悦和苑二期	天悦和苑二期	/
3	德盛欢乐广场	德盛欢乐广场、中南林业科技大学碳循环研究中心（规划）	位于同一区域，环境条件一致，均位于天心大道两侧，受外环境影响情况类似。
4	中海嘉园	中海嘉园	/
5	中信新城·翰林街	中信新城·翰林街、天心区税务局先锋税务所、中信凯旋城	位于同一区域，环境条件一致，均位于天心大道两侧，受外环境影响情况类似。
6	中信文化广场	中信文化广场、规划商住地块 01	位于同一区域，环境条件一致，均位于天心大道两侧，受外环境影响情况类似。
7	先锋新宇南区	先锋新宇南区	/
8	友阿奥特莱斯	友阿奥特莱斯	/
9	湘雅医院天心院区（在建）	湘雅医院天心院区（在建）、中海湘庭名城	位于同一区域，环境条件一致，均位于环保大道两侧，受外环境影响情况类似。
10	长沙市基督教城南堂	长沙市基督教城南堂、先锋街道先锋经济合作社、味食在生态特色餐厅、远航健康城（商业办公区）	位于同一区域，环境条件一致，均位于环保大道两侧，受外环境影响情况类似。
11	湖南理工大学医院	湖南理工大学医院、湘煌建筑商业楼	位于同一区域，环境条件一致，均位于环保大道两侧，受外环境影响情况类似。
12	金汇园小区	金汇园小区	/
13	嘉华城小区	汇金·芙蓉里购物中心、嘉华城小区	位于同一区域，环境条件一致，均位于环保大道两侧，且临近汇金路，受外环境影响情况类似。
14	汇金城二期	汇金城二期、古樟树社区公共服务中心、长沙屿、汇金城三期	位于同一区域，环境条件一致，均位于环保大道两侧，受外环境影响情况类似。
15	长沙国际研创中心	长沙国际研创中心	/
16	乐沃居智慧谷	乐沃居智慧谷、长沙国际企业中心	位于同一区域，环境条件一致，均位于环保大道两侧，受外环境影响情况类似。
17	绿地新都会小区（在建）	绿地新都会小区（在建）、君相遇环保公寓	位于同一区域，环境条件一致，均位于环保大道两侧，受外环境影响情况类似。
18	碧水龙庭小区	碧水龙庭小区、雨花区供水公司城南分公司	位于同一区域，环境条件一致，均位于万家丽路两侧，且临近雀园路，受外环境影响情况类似。
19	桃阳安置小区	桃阳安置小区、桃阳农贸	位于同一区域，环境条件一致，均位于万家丽路

序号	敏感点名称	可代表点位	监测点位代表性分析
		市场	两侧，受外环境影响情况类似。
20	长沙永济医院	长沙永济医院	/

4.6.2 振动环境现状监测结果及评价

本工程振动环境质量现状监测结果详见表 4.6-3。

表 4.6-3 环境振动现状监测结果一览表

编号	监测点名称	监测结果				标准限值		达标情况
		2024.11.10~11.12		2024.11.12~11.14				
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
ZD01	王家巷居民点	52.29	42.31	54.05	44.09	70	67	达标
ZD02	天悦和苑二期	57.59	39.07	52.62	43.69	70	67	达标
ZD03	中海嘉园	56.73	36.71	52.69	40.02	75	72	达标
ZD04	德盛欢乐广场	55.64	38.29	53.12	42.09	75	72	达标
ZD05	中信新城·翰林街	63.89	36.23	54.46	38.04	75	72	达标
ZD06	中信文化广场	56.21	35.80	53.26	37.61	75	72	达标
ZD07	先锋新宇南区	59.88	35.86	54.66	36.60	70	67	达标
ZD08	友阿奥特莱斯	53.63	35.75	56.05	36.71	75	72	达标
ZD09	湘雅医院天心院区 （在建）	55.64	36.34	54.12	36.83	70	67	达标
ZD10	长沙市基督教城南堂	52.42	35.21	53.64	35.79	70	67	达标
ZD11	湖南理工大学医院	58.06	35.71	54.76	36.09	70	67	达标
ZD12	金汇园小区	54.78	46.37	55.39	44.74	75	72	达标
ZD13	嘉华城小区	53.31	44.50	56.15	42.92	75	72	达标
ZD14	汇金城二期	54.68	43.57	53.95	42.59	75	72	达标
ZD15	长沙国际研创中心	56.06	42.63	54.18	39.06	75	72	达标
ZD16	乐沃居智慧谷	54.04	41.37	51.86	37.18	75	72	达标
ZD17	绿地新都会小区 （在建）	54.55	39.82	55.43	38.21	75	72	达标
ZD18	碧水龙庭小区	55.40	37.02	54.40	36.62	75	72	达标
ZD19	桃阳安置小区	54.04	36.25	55.20	36.76	75	72	达标
ZD20	长沙永济医院	52.30	36.09	51.91	36.64	75	72	达标

根据上表监测结果，本工程各监测点环境振动 VLz10 值昼间为 51.86~63.89dB，夜间为 35.21~46.37dB，均可满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）相应标准限值要求。

5 施工期环境影响预测与评价

5.1 生态环境影响分析与评价

本工程的工程占地及工程建设活动及其产生的污染物排放会对周边生态环境带来不利影响。

本工程对生态环境的影响大部分发生在施工期，施工期对生态环境影响和破坏的途径主要是主体工程占用土地，改变土地利用性质，造成沿线耕地减少，植被覆盖率降低；车站等采用明挖法施工会破坏植被，影响土壤结构和肥力；工程活动扰动可能影响生态系统的生态平衡，对沿线生物的生存产生不利影响。

本工程线路均为地下线，且主要沿城市既有道路敷设，对地表的扰动相对较小，可最大限度地减少对沿线植被的影响。

5.1.1 工程建设对土地利用格局的影响

本工程的工程占地会在一定程度上对区域生态系统产生不利影响。在施工期，临时占地也会在一定程度上使原有的土地利用性质发生改变，造成土壤贫瘠，有机质含量低，养分易被淋溶，地表植被破坏等。施工完毕后，这些临时用地通过清理场地，均采用复垦方式生态修复。

(1) 时效性分析

本项目用地分永久性和临时性两种，其中车站出口、排风亭、冷却塔等占地为永久用地，各车站施工区、施工便道等属于工程临时用地。工程永久用地一经占用，其原有土地功能的改变大多将贯穿于施工期及运营期；临时用地均采用复垦方式生态修复。

(2) 影响分析

本工程正线全部采用地下辐射，车站均为地下车站，大大减少了占地规模，本工程占地合计 12.8694hm²，其中永久用地 1.7542hm²，临时占地面积 11.1152hm²。

工程永久占地虽然会使评价区内的部分非建筑用地转变为建筑用地，土地利用现状发生一定变化，但整个工程主要呈窄条块状均匀分布于沿线地区，线路横向影响范围极其狭窄。因此，对整个评价范围而言，这种变化影响较小，不会使区域土地利用格局发生太大改变。

本工程评价区主要以城市建设用地为主，工程永久和临时占用面积在评价区的占比分别为 0.30%和 1.89%。工程建设对整个评价范围而言，土地利用类型的改变也不明显。

本工程临时用地主要是各车站施工区、施工便道等临时工程的占地，本工程建设大

部分区间交通发达，施工均可利用现有市政道路，仅在大托铺站至牛角塘站区间会修建少量施工便道，以供材料运输，因此，本工程临时占地较小。为节约用地，区间隧道进出口施工场地尽量与车站施工场地共用，工程结束后将对其采取生态恢复措施。

本项目建设用地面积为 12.8694hm^2 ，其中交通道路用地较大，达 62.17% ，其他土地用地类型面积小。项目建成后，项目区所有用地类型全部变为交通运输用地，即面积为 12.8694hm^2 的土地变为交通运输用地，其中以城市道路用地的面积损失较大。本项目建设会导致面积为 12.8694hm^2 土地发生土地利用类型变化，相比评价区面积 586.713hm^2 ，比例为 2.19% ，说明评价区土地利用类型的变化较小，且占地以交通运输用地为主，占用林地面积小且以次生栽培植被为主，由此可知，项目建设对评价区土地自然生产力下降的影响非常小。

综上所述，本工程建设前后，评价区土地利用格局会发生轻微变化。主要为耕地和林地的面积有所减少，大部分转换为了交通运输用地，在采取水土保持措施和生态恢复措施后，可一定程度上恢复原有土地利用功能，影响可接受。

5.1.2 工程建设对陆生植物的影响

5.1.2.1 对植物及植被的影响

本工程对植被的破坏主要表现在车站、风亭等的建设对沿线植被以及城市绿地的占用。根据相关资料和现场调查，本工程沿线占地范围内无基本农田，工程占用的植被主要为大托铺站至牛角塘站区间村落周边常见的次生植被以及牛角塘站至终点区间常见的道路绿化树种、灌木及草坪。

本工程对于道路两侧绿化乔木采取搬迁移栽方式，以减少对植被的破坏。且工程车站、风亭等占用绿地面积相对较小，而工程建成后亦会在本工程用地范围内部分占地进行绿化与景观恢复。

因此，本工程建设不会对评价区植物及绿化植被产生明显影响。

5.1.2.2 对植被生物量的影响

本工程占地面积为 12.8694hm^2 ，其中自然植被和栽培植被占地面积为 3.4673hm^2 。工程建成后，项目占地变成建设用地，地表原有自然植被和栽培植被被损毁。从下表统计结果可知，本工程建设会导致评价区植被生物量损失约 130.712t ，仅占总生物量的很小一部分。

表 5.1-5 项目区占地植被生物量损失表

类型	单位生物量 (t/hm ²)	损失量 (t)		小计
		永久占地	临时占地	
农作物	13.58	5.717	7.863	13.580
针叶林	30.19	4.018	6.385	10.403
阔叶林	65.7	40.846	57.461	98.307
灌丛	19.75	2.269	5.404	7.673
草丛	3.15	0.276	0.473	0.749
合计	/	53.126	77.586	130.712

1、永久占地对植物及植被的影响

工程永久占地会使占地区域土地利用类型发生改变，生物个体失去生长环境，影响的程度是不可逆的；且永久占地将破坏区域植被，失去原有的生物生产力，降低景观的质量。根据现场实地调查情况，工程永久占地的植被类型以次生林地为主，主要为樟树林等，均为当地常见种，可恢复性高。

因此，本项目永久占地对评价区内植物及植被影响较小，仅为少量的个体损失、生物量减少。根据评价区内各植被类型平均生物量，本项目永久占地区植被损失的生物量约为 53.126t，占评价区总生物量（2694.348t）的 1.97%，变化幅度较小，且施工结束后，工程区植被恢复措施会在一定程度上缓解其影响。

2、临时占地对植物及植被的影响

工程临时占地主要包括各车站施工区、施工便道等临时占地，且车站施工区多位于城市主干道周边，占用的植被很少。

根据评价区内各植被类型平均生物量，本项目临时占地区植被损失的生物量约 77.586t，占评价区总生物量（2694.348t）的 2.88%，变化幅度不大，随着施工结束，临时施工区植物及植被在适宜条件下可迅速得到恢复。因此，工程临时占地对占地区植物种类、植被类型影响较小。

5.1.2.3 对陆生植物多样性的影响

1、工程施工对植物多样性的影响

本工程永久占地将使植被生境破坏，生物个体失去生长环境，影响的程度是不可逆的。临时用地主要有施工便道、施工营地、预制场、表土堆场等。这些施工临时占地将对植被产生直接的破坏作用，导致了植物种群和物种多样性发生变化，从而使群落的生物多样性降低，部分植物物种可能会消失或数量减少。

本工程沿线评价区内植物种类相对不甚丰富，物种多样性指数相对不高，均为本区

域的常见物种，包括樟树、栎树、楝树、构树等。沿线主要为城市建成区以及人口相对密集的村庄，林地植被以人工植被居多，这些区域人为干扰明显，且基本未涉及原生阔叶林植被。

由于拟建线路沿线群落植物种类均为区域常见和广布种，且占地区域主要涉及城市生态系统，植被中以人工林占优势，线路主要以隧道下穿，地面风井占地范围很小，且占地范围内不涉及珍稀保护植物。因此，工程施工对沿线植物多样性的影响相对较小。

工程施工对植物的干扰和影响只体现在工程施工局部地段，除了永久性占用植被的破坏程度是长期的、不可恢复的外，临时用地是短期的、可恢复的。因此，工程施工不会造成评价区植物多样性的减少，对植物多样性不会造成不可逆的重大影响。

2、外来植物入侵的影响

工程施工、工程绿化、工程人员进出评价范围形成人员车辆交流、工程建筑材料及其车辆的进入，人们将会有意无意地将外来物种带进该区域，由于外来物种可能比当地物种能更好地适应和利用被干扰的环境，进而可能对本地物种的多样性造成威胁，将导致当地生存的物种数量的减少、树木逐渐的衰退。

前期调查到的主要入侵植物有小蓬草（*Erigeron canadensis*L.）等。为沿线居民农业生产带来的，仅在本工程大托铺站至牛角塘站区间有零星分布，因此，工程施工过程中应注意防护，避免因本工程施工而导致其种群范围扩大。

3、对重要植物物种的影响分析

本工程评价区内不涉及重点保护野生植物和古树名木，工程建设无相关影响。

5.1.3 工程建设对动物及其生境的影响

本工程建设在影响植被和植物多样性的同时，必将对以其为生境的动物带来相应的不良影响，导致动物组成、数量动态和分布区域有所变化。

5.1.3.1 对陆生动物的影响

本工程施工期对评价区动物的影响主要为工程永久占地和临时占地对动物栖息地及生境的直接侵占；施工活动可能直接导致动物巢穴破坏，威胁动物个体生命；工程区内的植被破坏，会间接导致动物觅食地、活动地面积减少或质量降低；工程施工活动和施工人员产生的废水、废气、固体污染物造成水体或土壤污染，导致动物生境质量降低；施工及施工人员活动产生的噪声惊扰野生动物，影响其正常活动、觅食及繁殖，迫使它们远离项目干扰区活动。

从地形地貌、海拔、动物栖息环境及动物分布情况来看，本工程施工对陆生脊椎动

物的影响主要是两栖动物、爬行动物，对兽类和鸟类的影响微乎其微，鸟类和兽类具有较强的危险规避和逃逸能力，加之施工区以外相似栖息地较多，容易就近找到新的栖息地，不会因为工程施工失去栖息地导致鸟类和兽类种群数量减少。

两栖和爬行动物规避和逃逸能力较弱，对施工活动的惊扰反应较慢，少部分两栖和爬行动物会受到工程施工和占地的影响，失去栖息地而无法生存，甚至受到工程施工直接伤害或致死。因本工程评价区生态环境受人类频繁活动和生产的干扰，优良生态环境少，两栖和爬行动物分布较少，均为常见种类，项目施工活动对项目区及周边两栖和爬行动物资源的影响有限，从占地来看，本项目永久占地面积不大，为 1.7542hm²，其中城镇交通用地占有较大比例，耕地与林地占比较小，野生陆生脊椎动物受施工面积的影响有限。因此，工程施工期对陆生动物的影响范围有限，影响程度较低。

5.1.3.2 对陆生动物生境阻隔及破碎化的影响

本工程正线均采用地下敷设方式，基本不会对动物生境带来阻隔与生境破碎化影响。

5.1.3.3 对重要动物物种的影响

本工程占地范围不涉及重点保护野生动物，不涉及《中国生物多样性红色名录》极危、濒危、易危物种以及特有野生动物的重要生境，不涉及鸟类的迁徙通道。

5.1.4 工程建设对水生生态的影响

本工程在大托铺站至牛角塘站区间下穿港子河，但本工程正线均为地下线路，沿线无涉水桥墩及涉水施工，不涉及鱼类产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道等，项目建设对水生生物及鱼类生境不产生直接影响。

但施工期间，施工生产废水及生活污水处置不当，进入水系将对水生生态及水生生物产生间接影响。

因此建设单位与施工单位应加强施工期管理，对施工废水及人员生活污水进行收集，妥善处置，严禁随意排入河流水系。

5.1.5 工程建设的水土流失影响

施工过程的水土流失，不仅影响施工进度，还会产生其他的不利环境影响。道路上的泥泞、泥浆会给行人、交通带来不便。雨水夹带泥沙进入市政雨水管渠，由于泥沙沉积会阻塞管渠，影响排水能力，使市区雨季积水问题更加严重。综上分析，本工程施工过程中必须采取措施防治水土流失，尽可能地减小其危害性。

具体的水土保持措施有：通过制定科学合理的施工方案，减少土地占用和植被破坏；合理确定施工期，避开集中的暴雨季节施工可以避免土壤水蚀流失，避开大风季

节施工可以避免土壤风蚀吹失；施工期备齐防暴雨的防护设备，如盖网、苫布或草帘等，在暴雨来临前覆盖施工作业破坏面，并在雨季到来之前做好防、排水工作，可以极大地防治水土流失；填方施工时，表土开挖过程中，一定要对表土进行妥善的临时堆置和防护，避免渣土直接被降雨径流冲入市政雨水或污水管渠；在工程施工期间，为防止工程或附近建筑物及其它设施受冲刷造成淤积，应修建临时排水设施，以保持施工场地处于良好的排水状态，临时排水设施应与永久性排水设施相结合，不应引起淤积、阻塞和冲刷；选择合理的围护结构形式以及内支撑体系，减少开挖量，及时清运弃土和建筑垃圾，落实工程弃渣去向，弃渣场应堆置整齐、稳定、排水畅通，避免对土（渣）堆周围的建筑物、排水及其它任何设计产生干扰或损坏，尽可能减少水土流失；加强场地临时绿化，注意采用乡土物种，严格控制施工开挖扰动范围，对排水设施出口加强调查观测，保证排水通畅，注意施工场地的清洁、洒水，防止扬尘污染城市空气环境；实施建设项目全过程管理，尤其加强施工期的水土保持监理工作。

5.1.6 施工期生态影响结论

(1) 本工程建设前后会导致评价区土地利用格局会发生轻微变化。主要为耕地和林地的面积有所减少，大部分转换为了交通运输用地，在采取水土保持措施和生态恢复措施后，可一定程度上恢复原有土地利用功能，影响可接受。

(2) 本工程施工对植物的干扰和影响只体现在工程施工局部地段，工程车站、风亭等占用绿地面积相对较小，而工程建成后亦会部分占地进行绿化与景观恢复，对植被影响较小。本工程沿线评价区内植物种类相对不甚丰富，物种多样性指数相对不高，均为本区域的常见物种，工程施工带来的生物量损失较小，且对植物多样性不会造成不可逆的重大影响。

(3) 因本工程评价区生态环境受人类频繁活动和生产的干扰，优良生态环境少，两栖和爬行动物分布较少，均为常见种类，项目施工活动对项目区及周边两栖和爬行动物资源的影响有限。因此，工程施工期对陆生动物的影响范围有限，影响程度较低。

(4) 本工程在大托铺站至牛角塘站区间下穿港子河，但本工程正线均为地下线路，沿线无涉水桥墩及涉水施工，不涉及鱼类产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道等，项目建设对水生生物及鱼类生境不产生直接影响。但应加强施工期管理，对施工废水及人员生活污水进行收集，妥善处置，严禁随意排入河流水系，防止其对水生生态产生间接影响。

(5) 施工过程的水土流失会对评价区排水、居民正常出行生活等方面造成不利影响，工程施工过程中必须采取措施防治水土流失，尽可能地减小其危害性。

5.2 声环境影响预测与评价

5.2.1 施工期噪声污染源

本工程各车站均采用明挖法施工，个别车站局部采用盖挖法或暗挖法施工。此部分施工噪声来自施工设备作业噪声，如空压机、挖掘机、风镐等，此外，一些施工作业如搬卸、安装、拆除等也会产生噪声。施工噪声具有点多、面广又具有间隙性、起伏性、突发性的特点。

此外，由于地铁施工的材料和弃土运输量较大，施工中土石方调配，设备和材料运输，都将动用大量运输车辆，这些车辆特别是重型汽车噪声辐射强度较高，对其频繁行驶经过的施工现场、施工便道和既有道路周围环境将产生较大干扰，因此，重型车辆的交通运输噪声也是需要关注的移动声源。

区间正线施工则采用盾构法，施工噪声对周边环境基本没有影响。

本工程施工期噪声源强详见第3章表3.4-1。

5.2.2 施工期声环境影响预测分析

5.2.2.1 预测模型及参数

施工期噪声对环境的影响，一方面取决于声源大小和施工强度，另一方面还与周围敏感点分布及其与声源间距离有关。不同作业性质和作业阶段，施工强度和所用到的施工机械不同，对声环境影响有所差别。

1、基本公式

本次评价选取《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）附录A.2中对于点声源与点声源组在户外传播衰减的基本公式，对施工设备噪声的传播及衰减进行预测。详见下式：

$$L_p(r) = L_p(r_0) + DC - (A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc})$$

式中： $L_p(r)$ —预测点处声压级，dB；

$L_p(r_0)$ —参考位置 r_0 处的声压级，dB；

DC —指向性校正，它描述点声源的等效连续声压级与产生声功率级 L_w 的全向点声源在规定方向的声级的偏差程度，dB；

A_{div} —几何发散引起的衰减，dB；

A_{atm} —大气吸收引起的衰减，dB；

A_{gr} —地面效应引起的衰减, dB;

A_{bar} —障碍物屏蔽引起的衰减, dB;

A_{misc} —其他多方面效应引起的衰减, dB。

本项目参考位置 r_0 处的声压级 $L_p(r_0)$, 详见第 3 章表 3.4-1。

2、衰减项计算

户外声传播衰减包括几何发散 (A_{div})、大气吸收 (A_{atm})、地面效应 (A_{gr})、障碍物屏蔽 (A_{bar})、其他多方面效应 (A_{misc}) 引起的衰减。

①几何发散衰减 (A_{div})

施工声源可视为点声源, 以球面波形式辐射声波的声源, 辐射声波的声压幅值与声波传播距离成反比。

无指向性点声源的几何发散衰减的基本公式如下:

$$L_p(r) = L_p(r_0) - 20 \lg (r/r_0)$$

式中: $L_p(r)$ —预测点处声压级, dB;

$L_p(r_0)$ —参考位置 r_0 处的声压级, dB;

r —预测点距声源的距离;

r_0 —参考位置距声源的距离。

②大气吸收衰减 (A_{atm})

大气吸收引起的衰减按下式进行计算:

$$A_{atm} = \frac{\alpha(r - r_0)}{1000}$$

式中: A_{atm} —大气吸收引起的衰减, dB;

α —与温度、湿度和声波频率有关的大气吸收衰减系数, 预测计算中一般根据建设项目所处区域常年平均气温和湿度选择相应的大气吸收衰减系数 (表 A.2);

r —预测点距声源的距离;

r_0 —参考位置距声源的距离。

结合本工程所在区域自然环境的常年气温、湿度调查, 施工噪声倍频带中心频率 (500~1000Hz), 大气吸收衰减系数 α 取值于下表 5.2-1 中 20°C、相对湿度 70% 时的 2.8dB/km。

表 5.2-1 倍频带噪声的大气吸收衰减系数 α

温度 °C	相对湿度 %	大气吸收衰减系数 α , dB/km
		倍频带中心频率 Hz

		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	70	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117.0
20	70	0.1	0.3	1.1	2.8	5.0	9.0	22.9	76.6
30	70	0.1	0.3	1.0	3.1	7.4	12.7	23.1	59.3
15	20	0.3	0.6	1.2	2.7	8.2	28.2	28.8	202.0
15	50	0.1	0.5	1.2	2.2	4.2	10.8	36.2	129.0
15	80	0.1	0.3	1.1	2.4	4.1	8.3	23.7	82.8

③地面效应衰减 (A_{gr})

声波越过疏松地面传播时，或大部分为疏松地面的混合地面，在预测点仅计算 A 声级前提下，地面效应引起的倍频带衰减可用以下公式计算：

$$A_{gr} = 4.8 - \left(\frac{2h_m}{r} \right) \left[17 + \left(\frac{300}{r} \right) \right]$$

式中： r ——声源到预测点的距离，m；

h_m ——传播路径的平均离地高度，m；可按图 5.4-6 进行计算， $h_m = F/r$ ； F ：面积， m^2 ；若 A_{gr} 计算出负值，则 A_{gr} 可用“0”代替。

其他情况参照 GB/T17247.2 进行计算。

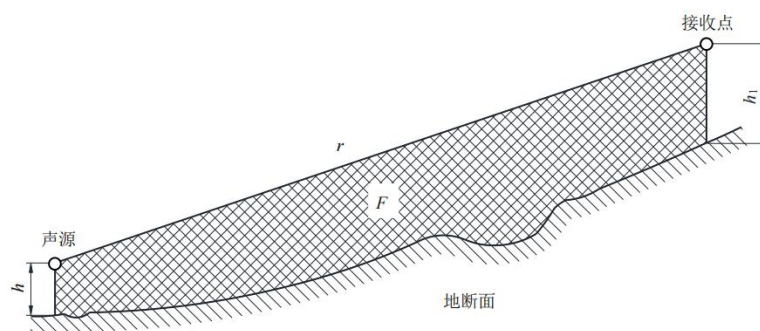


图 5.2-1 估计平均高度 h_m 的方法

本项目所在区域为城市建成区，地面类型以铺筑过的路面，以及夯实地面的坚实地面为主，本次评价不考虑地面效应引起的衰减。

④障碍物屏蔽衰减 (A_{bar})

位于声源和预测点之间的实体障碍物，如围墙、建筑物、土坡或地堑等起声屏障作用，从而引起声能量的较大衰减。在环境影响评价中，可将各种形式的屏障简化为具有一定高度的薄屏障。

如下图 5.2-2 所示，S、O、P 三点在同一平面内且垂直于地面。

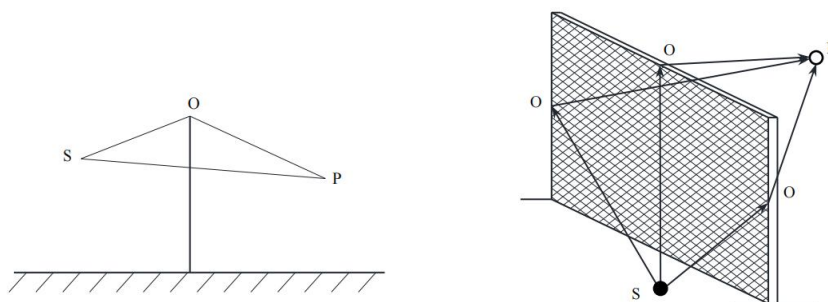


图 5.2-2 点声源于无限长、有限长声屏障处传播路径图

定义 $\delta = SO + OP - SP$ 为声程差， $N = 2\delta/\lambda$ 为菲涅尔数，其中 λ 为声波波长。

在噪声预测中，声屏障插入损失的计算方法需要根据实际情况做简化处理。屏障衰减 A_{bar} 在单绕射（即薄屏障）情况，衰减最大取 20dB。

本次评价仅考虑有限长薄屏障在点声源场中引起的衰减，计算方法见下式：

$$A_{\text{bar}} = -10 \lg \left(\frac{1}{3 + 20N_1} + \frac{1}{3 + 20N_2} + \frac{1}{3 + 20N_3} \right)$$

式中： A_{bar} —障碍物屏蔽引起的衰减，dB；

N_1 、 N_2 、 N_3 —上图所示三个传播途径的声程差 δ_1 ， δ_2 ， δ_3 相应的菲涅尔数。

⑤其他多方面效应（ A_{misc} ）引起的衰减

其他衰减包括通过工业场所的衰减；通过房屋群的衰减等。在声环境影响评价中，一般情况下，不考虑自然条件（如风、温度梯度、雾）变化引起的附加修正。工业场所的衰减、房屋群的衰减等参照 GB/T17247.2 进行计算。

A.绿化林带噪声衰减（ A_{fol} ）

绿化林带的附加衰减与树种、林带结构和密度等因素有关。在声源附近的绿化林带，或在预测点附近的绿化林带，或两者均有的情况都可以使声波衰减，通过树叶传播造成的噪声衰减随通过树叶传播距离 d_f 的增长而增加，其中 $d_f = d_1 + d_2$ ，为了计算 d_1 和 d_2 ，可假设弯曲路径的半径为 5km。

通常密植林带的平均衰减量用下表 5.2-2 估算。表中的第一行给出了通过总长度为 10m 到 20m 之间的乔灌木郁闭度较高的林带时，由林带引起的衰减；第二行为通过总长度 20m 到 200m 之间林带时的衰减系数；当通过林带的路径长度大于 200m 时，可使用 200m 的衰减值。

表 5.2-2 倍频带噪声通过密叶传播时产生的衰减

项目	传播距离	倍频带中心频率/Hz
----	------	------------

		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
衰减/dB	$10 \leq d_r < 20$	0	0	1	1	1	1	2	3
衰减系数/(dB/m)	$20 \leq d_r < 200$	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.12

B. 建筑群噪声衰减 (A_{haus})

建筑群衰减 A_{haus} 不超过 10dB 时, 近似等效连续 A 声级按下式进行估算。当从受声点可直接观察到线路时, 不考虑此项衰减。

$$A_{\text{haus}} = A_{\text{haus},1} + A_{\text{haus},2}$$

式中 $A_{\text{haus},1}$ 按下式进行计算:

$$A_{\text{haus},1} = 0.1 B d_b$$

式中: B —沿声传播路线上的建筑物的密度, 等于建筑物总平面面积除以总地面面积 (包括建筑物所占面积);

d_b —通过建筑群的声传播路线长度, 按下式计算, d_1 和 d_2 如下图所示。

$$d_b = d_1 + d_2$$

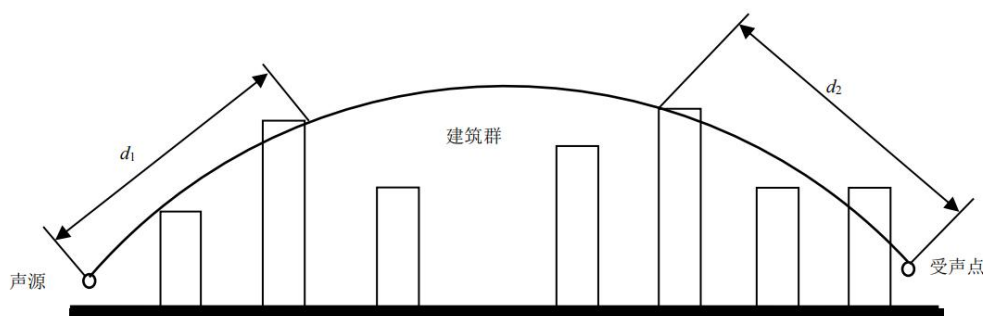


图 5.2-3 建筑群中声传播路径图

假如声源沿线附近有成排整齐排列的建筑物时, 则可将附加项 $A_{\text{haus},2}$ 包括在内 (假定这一项小于在同一位置上与建筑物平均高度等高的一个屏障插入损失)。 $A_{\text{haus},2}$ 按下式计算。

$$A_{\text{haus},2} = -10 \lg (1-p)$$

式中: p —沿声源纵向分布的建筑物正面总长度除以对应的声源长度, 其值小于或等于 90%。

在进行预测计算时, 建筑群衰减 A_{haus} 与地面效应引起的衰减 A_{gr} 通常只需考虑一项最主要的衰减。对于通过建筑群的声传播, 一般不考虑地面效应引起的衰减 A_{gr} ; 但地面效应引起的衰减 A_{gr} (假定预测点与声源之间不存在建筑群时的计算结果) 大于建筑群衰减 A_{haus} 时, 则不考虑建筑群插入损失 A_{haus} 。

3、噪声贡献值、预测值计算

①噪声贡献值

由建设项目自身声源在预测点产生的声级。

噪声贡献值（ L_{eqg} ）计算公式为：

$$L_{eqg} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_i t_i 10^{0.1 L_{Ai}} \right)$$

式中： L_{eqg} ——噪声贡献值，dB；

T ——预测计算的时间段，s；

t_i —— i 声源在 T 时段内的运行时间，s；

L_{Ai} —— i 声源在预测点产生的等效连续 A 声级，dB。

②噪声预测值

预测点的贡献值和背景值按能量叠加方法计算得到的声级。

噪声预测值（ L_{eq} ）计算公式为

$$L_{eq} = 10 \lg \left(10^{0.1 L_{eqg}} + 10^{0.1 L_{eqb}} \right)$$

式中： L_{eq} ——预测点的噪声预测值，dB；

L_{eqg} ——建设项目声源在预测点产生的噪声贡献值，dB；

L_{eqb} ——预测点的背景噪声值，dB。

5.2.2.2 施工期噪声预测贡献值

根据预测，不同距离的单台施工设备噪声贡献值与同一施工阶段多台施工设备噪声贡献叠加值见下表 5.2-3。

由预测结果可知，打桩机、风锤噪声影响范围较大，单台设备运行时，在距设备 500 米外仍然不能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）夜间标准 55dB(A)，建议夜间禁止打桩。

多台设备同时运行时，在距施工设备 80 米外可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间标准 70dB(A)；土方、结构施工在距离施工设备 280 米外可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）夜间标准 55dB(A)，基础施工在距离施工设备 500 米外可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）夜间标准 55dB(A)。

本次评价建议选购低噪设备，避免同时使用高噪设备并合理布局施工场地，对施工场界进行硬质围挡，确保施工场界噪声达标。

表 5.2-3 不同距离的施工设备噪声贡献值一览表

序号	声源	时段	预测点与声源距离(m)																		
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	180	200	250	300	400	500	达标距离
1	轮胎式液压挖掘机	昼间	78	72	68	66	64	62	61	60	59	58	56	55	53	52	50	48	46	44	30
		夜间	78	72	68	66	64	62	61	60	59	58	56	55	53	52	50	48	46	44	145
2	推土机	昼间	78	72	68	66	64	62	61	60	59	58	56	55	53	52	50	48	46	44	30
		夜间	78	72	68	66	64	62	61	60	59	58	56	55	53	52	50	48	46	44	145
3	轮胎式装载机	昼间	84	78	74	72	70	68	67	66	65	64	62	61	59	58	56	54	52	50	55
		夜间	84	78	74	72	70	68	67	66	65	64	62	61	59	58	56	54	52	50	286
4	各类钻井机	昼间	81	75	71	69	67	65	64	63	62	61	59	58	56	55	53	51	49	47	40
		夜间	81	75	71	69	67	65	64	63	62	61	59	58	56	55	53	51	49	47	204
5	卡车	昼间	84	78	74	72	70	68	67	66	65	64	62	61	59	58	56	54	52	50	55
		夜间	84	78	74	72	70	68	67	66	65	64	62	61	59	58	56	54	52	50	286
6	各类打桩机	昼间	105	99	95	93	91	89	88	87	86	85	83	82	80	79	77	75	73	71	510
		夜间	105	99	95	93	91	89	88	87	86	85	83	82	80	79	77	75	73	71	510
7	平地机	昼间	84	78	74	72	70	68	67	66	65	64	62	61	59	58	56	54	52	50	55
		夜间	84	78	74	72	70	68	67	66	65	64	62	61	59	58	56	54	52	50	286
8	空压机	昼间	86	80	76	74	72	70	69	68	67	66	64	63	61	60	58	56	54	52	67
		夜间	86	80	76	74	72	70	69	68	67	66)	63	61	60	58	56	54	52	358
9	风锤	昼间	92	86	82	80	78	76	75	74	73	72	70	69	67	66	64	62	60	58	130
		夜间	92	86	82	80	78	76	75	74	73	72	70	69	67	66	64	62	60	58	505
10	振捣机	昼间	78	72	68	66	64	62	61	60	59	58	56	55	53	52	50	48	46	44	30
		夜间	78	72	68	66	64	62	61	60	59	58	56	55	53	52	50	48	46	44	145
11	混凝土泵	昼间	79	73	69	67	65	63	62	61	60	59	57	56	54	53	51	49	47	45	33
		夜间	79	73	69	67	65	63	62	61	60	59	57	56	54	53	51	49	47	45	163
12	气动扳手	昼间	89	83	79	77	75	73	72	71	70	69	67	66	64	63	61	59	57	55	93
		夜间	89	83	79	77	75	73	72	71	70	69	67	66	64	63	61	59	57	55	505
13	移动式吊车	昼间	89	83	79	77	75	73	72	71	70	69	67	66	64	63	61	59	57	55	93
		夜间	89	83	79	77	75	73	72	71	70	69	67	66	64	63	61	59	57	55	505
14	各类压路机	昼间	80	74	70	68	66	64	63	62	61	60	58	57	55	54	52	50	48	46	36

		夜间	80	74	70	68	66	64	63	62	61	60	58	57	55	54	52	50	48	46	182
15	摊铺机	昼间	81	75	71	69	67	65	64	63	62	61	59	58	56	55	53	51	49	47	40
		夜间	81	75	71	69	67	65	64	63	62	61	59	58	56	55	53	51	49	47	204
16	发电机	昼间	89	83	79	77	75	73	72	71	70	69	67	66	64	63	61	59	57	55	93
		夜间	89	83	79	77	75	73	72	71	70	69	67	66	64	63	61	59	57	55	505
17	土方阶段叠加	昼间	84	78	74	72	70	68	67	66	65	64	62	61	59	58	56	54	52	50	50
		夜间	84	78	74	72	70	68	67	66	65	64	62	61	59	58	56	54	52	50	280
18	基础阶段叠加	昼间	88	82	79	76	74	73	71	70	69	68	67	65	63	62	60	59	56	54	80
		夜间	88	82	79	76	74	73	71	70	69	68	67	65	63	62	60	59	56	54	452
19	结构阶段叠加	昼间	84	78	74	72	70	68	67	66	65	64	62	61	59	58	56	54	52	50	49

5.2.2.3 施工期噪声对保护目标的影响分析

本工程各车站周边 200m 范围内分布有多处声环境保护目标，其中部分声环境保护目标距离施工场地较近，如中海嘉园、中海寰宇天下等居民小区分别分布在牛角塘站与湘雅医院（天心院区）站周边，最近处距离施工厂界距离均小于 100m，受施工期噪声影响较大。因此，必须采取严格的噪声防治措施，降低工程施工对各施工场地周边声环境保护目标声环境的影响。

本次评价建议选购低噪设备，并合理布局施工场地；对施工场界进行硬质围挡；禁止夜间进行打桩等高噪声施工，因工艺要求必须连续施工作业须办理夜间施工许可证；确保施工场界噪声达标。

5.2.3 重型车辆运输交通噪声影响分析

本工程土石方与施工材料运输量较大，其中土石方运输量约 114.23 万 m³，出渣的施工场地主要为大托铺站、长沙理工大学站及省公共交易中心站等盾构始发或吊出区。

根据土方阶段施工周期估算，本工程单日运输车流量约 50~80 辆，但受城区交通管制，运渣卡车常常为夜间运输，主要途经城市主干道万家丽南路、环保大道以及天心大道，运行速度约 40~60km/h。根据相关资料，在沥青路面距运渣卡车 7.5 米处声压级约 82~86dB(A)，若施工区进出道路仅为水泥硬化，交通运输噪声将再增加 1~2dB(A)。

本次评价建议合理安排运输时间及频次，施工场地主要进出道路采用沥青路面并加强维护，运输按照规定路线行驶，车辆禁鸣限载。

5.3 振动环境影响预测与评价

5.3.1 车站施工振动影响分析

本工程各车站均采用明挖法进行施工，明挖的地下车站在地面开挖、材料运输、地下车站结构施工等施工过程中将产生振动影响，主要振动源来自施工时各种重型机械，如挖掘机、打桩机、振捣机、风镐、推土机等。不同施工设备在不同距离下的振动强度见下表 5.3-1。

表 5.3-1 施工机械振动源强参考振级一览表

施工阶段	施工设备	测点距施工设备距离（m）				
		5	10	20	30	40
土方阶段	挖掘机	82-84	78-80	74-76	69-71	67-69
	推土机	83	79	74	69	67
	压路机	86	82	77	71	69
	重型运输车	80-82	74-76	69-71	64-66	62-64

基础阶段	振动夯锤	100	93	86	83	81
	风锤	88-92	83-85	78	73-75	71-73
	空压机	84-85	81	74-78	70-76	68-74
结构阶段	钻孔机	63	/	/	/	/

从上表可以看出，除基础阶段的施工机械外，大部分振动型施工作业设备产生的振动，在距振源 30m 处 Z 振动级小于或接近 72dB，满足《城市区域环境振动标准》中“混合区”夜间 72dB 的振动标准要求，但距振源 10~20m 范围内的居民生活和休息将受到影响。

5.3.2 区间施工振动影响分析

本工程区间线路主要采用盾构法施工，类比同类型施工路线，区间隧道采用盾构施工对线路两侧地面产生的振动影响较小，仅在盾构机顶进过程中有轻微的振动，顶进过后振动影响即消失，对地面环境影响较小。

5.3.3 敏感点施工期振动影响分析

本工程受施工机械振动影响的主要是位于车站、区间施工场地附近环境敏感点。由于施工场地距周围环境敏感点一般比较近，部分敏感点将难以达到《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）中相应标准限值要求，施工机械振动不可避免地会对施工场地周围敏感点造成影响。区间隧道采用盾构法施工对线路两侧地面产生的振动影响较小，仅对线路正上方敏感点有一定影响。

本次评价类比长沙市轨道交通 5 号线一期工程施工振动对周边敏感点的环境振动影响调查结果进行分析。根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，长沙市轨道交通 5 号线一期工程施工期间，建设单位选定 18 个有代表性敏感点，包括桃花古潭小区、美洲故事、仁和用化家园、万科金域华府、丽京香山、美联大骄城、培蕾小学、旺旺医院（住院楼）、芙蓉区政府、新世纪家园、八方实业公司宿舍、嘉盛逸林园、芙蓉区疾病预防控制中心、威尔士春天、恒大雅苑、湖南机电职院宿舍、红树湾、荣盛花语城开展振动监测。监测结果见下表。

表 4.2-2 长沙市轨道交通 5 号线一期施工敏感点振动监测结果一览表

检测点位	位置关系 (m)		检测结果(VLz10)dB			
	水平	高差	2019 年 11 月 19 日		2019 年 11 月 20 日	
			昼间	夜间	昼间	夜间
桃花古潭小区	19.89	20.3	60.25	59.65	61.35	58.25
美洲故事	6	15.5	62.35	57.85	64.75	59.15
仁和雨花家园	24	14.1	61.45	60.25	62.35	60.65
万科金域华府	32.2	14.1	61.65	59.15	60.95	58.25

丽景香山	32.1	15.0	59.45	58.25	59.85	58.65
美联天骄城	18.08	11.15	64.75	56.25	62.95	58.45
培蕾小学	0	17.13	62.35	57.15	63.15	59.25
旺旺医院(住院楼)	18.84	19.73	64.75	58.25	63.85	59.65
芙蓉区政府	0	17.13	63.85	57.65	62.75	57.45
新世纪家园	11.5	16.76	62.35	60.45	61.25	59.75
八方实业公司宿舍	14.8	24.3	64.45	56.35	63.65	57.45
嘉盛逸林园	9.4	17.5	60.85	58.25	61.25	59.35
芙蓉区疾病预防控制中心	62	24.2	61.95	59.65	60.85	60.05
威尔士春天	12.1	13.3	58.85	57.65	59.25	57.85
恒大雅苑	23.1	15.0	61.45	60.25	60.55	59.85
湖南机电职院宿舍	12.2	20	64.95	63.25	63.65	62.45
红树湾	9	15.8	66.75	65.45	66.15	64.35
荣盛花语城	26.8	25.7	65.85	63.25	64.45	62.85

根据上表现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程施工期敏感点振动监测结果，各敏感建筑铅锤向 Z 振级 VLz10 值满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）相应的标准要求，其中正穿的培蕾小学、芙蓉区政府两处保护目标施工期振动值也满足标准要求。

本工程与现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程采用相同施工设备和相似工法，地质条件和振动传导规律相似，具有较好的类比性。根据监测数据类比分析，本工程施工期振动对施工区周边保护目标影响可以接受。

5.4 地表水环境影响预测与评价

5.4.1 施工期废水污染源

根据工程分析，本工程施工期产生的污水主要来自施工作业产生的施工废水、施工人员产生的生活污水、暴雨时冲刷浮土及建筑泥沙等产生的地表径流污水及地下水等。

施工废水包括开挖和钻孔产生的泥浆水、机械设备运转的冷却水和洗涤水；地表径流污水主要包括暴雨地表径流冲刷浮土、建筑砂石、垃圾产生的夹带大量泥沙且携带水泥、油类等各种污染物的污水。如管理不善，污水将使施工路段周围地表水体或市政管网中泥沙含量有所增加，污染周围环境或堵塞城市排水管网系统，虽然水量不大，但影响时间较长。本工程主要施工污染源环境影响分析如下：

（1）施工废水

施工废水主要包括基坑开挖、地下连续墙施工、区间隧道盾构施工等过程产生的泥浆水；施工设备的冷却水和洗涤水；车辆清洗、施工场地冲洗废水，按水质可分为

含油废水、高浊度泥浆水、较清洁废水。

含油废水：主要来自设备洗涤、车辆清洗，主要污染物为 COD、SS、石油类。

高浊度泥浆水：主要来自基坑开挖、地下连续墙施工、盾构施工泥浆水，主要污染物为 SS，盾构泥浆水中含 LAS。

较清洁废水：主要来自施工设备冷却水。

施工废水污染物产生浓度与施工作业有密切关系，不同工序和施工时段，废水污染物产生浓度差异较大，主要污染物浓度为 COD₅~50mg/L、石油类 0~3mg/L、SS₅~200mg/L、LAS_{0.06}~0.09mg/L。本次评价按每个施工场地含油废水、高浊度泥浆水、清洁废水产总量 35m³/d 计算，则 9 个施工场地施工废水产生量为 315m³/d。

施工期间，施工场地内设置截水沟、沉砂池、隔油池和排水管道，施工废水经过沉砂、除渣和隔油等处理后，优先回用于车辆冲洗、场地洒水抑尘等环节，无法回用的排入市政污水管网进入城市污水处理厂处理。

（2）施工人员生活污水

根据对类似工程施工污水排放情况的调查，建设中一般每个区间或站点有施工人员 60~120 人左右，每人每天按 0.108m³排水量计，每个区间或站点施工人员生活污水排放量约为 12.96m³/d，生活污水中主要污染物为 COD、动植物油、SS 等。施工生活污水水质为 COD₁₅₀~200mg/L、动植物油 5~10mg/L、SS₅₀~80mg/L。

施工人员生活污水满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准，周边具备接管条件，生活污水就近排入市政污水管网，进入城市污水处理厂处理。

（3）隧道施工地下涌水

工程设计中为了保证工程安全，采取了严密的防水措施，正常施工条件下地下水涌水量较小。发生涌水事故时，其水质除 SS 有所增加外，其余因子与现状地下水水质基本相同，发生涌水事故时，工程在隧道内修建临时废水收集渠道，将隧道涌水引至车站沉淀池沉淀，通过沉淀后优先回用，无法回用时排入市政雨水管网或周边地表水体。

5.4.2 施工期废水污染防治措施

(1) 严格执行《长沙市城市市容和环境卫生管理办法》的要求，严禁施工废水乱排、乱放。并根据长沙市的降雨特征和工地实际情况，设置好排水设施，制定雨季具体排水方案，避免雨季排水不畅，防止污染道路、堵塞下水道等事故发生。

(2) 施工废水经隔油沉淀处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》

(GB/T18920-2020) 后回用于施工工地洒水降尘。

(3) 生活污水经过预处理后排入市政污水管网，进入城市污水处理厂处理。本工程沿线具备市政污水管网接驳条件，分别处于暮云污水处理厂与雨花污水处理厂纳污范围，生活污水可通过市政污水管网进入城市污水处理厂处理。

5.4.3 工程下穿地表水体影响分析

(1) 工程穿越地表水体情况

本工程于桩号 AK11+482~AK11+512 范围下穿港子河，穿越长度约 30m，本工程下穿港子河处现状见下图 5.4-1。

港子河是湘江的一级支流，在解放垸与南托垸交界处汇入湘江，流域面积 27.6 平方公里，干流长 12.4 公里。根据《湖南省主要水系地表水环境功能区划》(DB43/023-2005)、《长沙市地表水环境功能区划方案》(长政办发〔2004〕16 号) 等文件，港子河未划定水域功能，参照执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类标准。



图 5.4-1 本工程线位下穿港子河处现状图

本工程线路以盾构形式下穿港子河，结构顶板距离河底最小竖向距离约 17m。根据工程设计，施工期区间隧道盾构施工均采取严密的工程防水措施，设计防水等级均按照《地下工程防水技术规范》(GB50108-2008) 进行设计，区间隧道及连接通道等附属的隧道结构防水等级为二级，不允许漏水。且穿越段隧道结构顶部距离河底最小竖向距离在 17m 以上，对港子河的水文情势无扰动，对港子河的水量、水质均影响较小，总体影响可以接受。

5.5 地下水环境影响预测与评价

5.5.1 地下水污染源

(1) 施工废水

施工废水主要来自基坑开挖、地下连续墙施工、机械设备和运输车辆冲洗等施工环节。主要污染物为 SS、COD、石油类等。施工废水若直接排放，对周边地下水水质将造成污染。

(2) 生活污水

施工期生活污水污染物为 COD、动植物油、SS 等。随意排放易造成对沿线地下水体污染。

(3) 物料堆存

施工期间，施工场地内细碎物料、盾构土、表土等暂存区若覆盖措施不到位或场地周边截排水设施不完善，临时堆场淋溶水可能渗入地下，对地下水水质造成污染。此外，施工过程中，施工机械使用及维修过程中油类、废水等污染物的“跑、冒、滴、漏”也可能对周边地下水水质造成污染。

(4) 施工隧道排水

本工程隧道区间均采用盾构法，设计防水等级均按照《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008），车站防水等级为一级；区间隧道及连接通道等附属的隧道结构防水等级为二级，不允许漏水，施工排水量小。盾构施工中均及时注浆，可有效减少施工地下水的输出，避免地下水与地表水直接接触造成污染。

5.5.2 施工期地下水污染防治措施

(1) 源头控制

施工材料堆放场地上部设置遮雨顶棚、四周设置围挡、底部采用防渗混凝土硬化处理或铺设防渗膜处理，其他堆场配备防雨篷布等遮盖物品，防止雨水冲刷，导致含污染物的淋溶水侵入地下。

(2) 强化管理

制定严格的施工期管理制度，加强对施工人员的教育，加强施工人员的环境保护意识，规范施工机械设备的养护维修，从源头减少废油、废水等污染物“跑、冒、滴、漏”。

(3) 严格落实工程防水设计

隧道和地下车站工程设计采取了严密的防排水措施，其中盾构施工时，管片接缝

用三元乙丙橡胶弹性密封垫螺栓孔密封圈，当隧道处于侵蚀性介质中时（对混凝土有中等及以上腐蚀地层），衬砌结构外表面涂刷水泥基渗透结晶型涂料。

5.5.3 施工期地下水影响分析

（1）地下水水位影响分析

本线路沿线地层由第四系地层与基岩组成，地下水类型主要为第四系松散岩层孔隙水和基岩裂隙水两大类型。

根据工程勘察，填土层中上层滞水局部分布，水量甚微初见水位埋藏深度 1.20~4.30m，相应标高 44.20~75.51m，其稳定水位埋深 1.30~4.60m，对应标高为 43.90~75.41m。孔隙水初见水位埋藏深度 6.60~9.70m，相应标高 32.77~47.87m；其稳定水位埋藏深度 5.90~10.00m，相应标高 33.07~47.67m。基岩裂隙水水量甚微，一般未能形成稳定水位。

当隧道标高低于含水层中地下水位时，两侧的地下水会向隧道和基坑排泄，地下水原来的流向、水力坡度和流速均会发生改变。结合已施工完成的长沙轨道交通工程隧道的施工经验，预计本工程施工期部分车站和停车场基坑有一定涌水，来源主要为第四系孔隙水；区间盾构施工地下涌水量较少。区域第四系松散层地下水的特点为旱季一般透水含水量少，雨季含季节性孔隙水；非雨季，在工程隧道施工时松散层孔隙水渗水量较小。通过在施工过程中加强支护及工程防水措施，可有效缓解对地下水位的影响。

（2）地下水水质影响分析

本工程施工期间，施工废水、生活污水均有完善的收集和处置措施，在严格落实工程防水设计、物料堆场防雨、防渗措施后，施工期对周边地下水水质影响较小。

5.6 大气环境影响预测与评价

工程施工期间对大气环境产生影响的最主要因素是扬尘污染和施工设备燃油废气。

5.6.1 施工扬尘环境影响分析

项目区间均为暗挖法施工，施工扬尘主要集中于车站建设。在施工场地开挖平整、渣土的运输与堆放、建筑材料运输与堆存等会产生大量的扬尘。施工期间，建设单位和施工单位应严格执行《湖南省大气污染防治条例》等国家 and 地方法规政策要求，开展施工扬尘防治工作。

项目拟在车站设置出渣口和 TBM 工作井，当出渣口进行土方装卸、运输作业时，施工场界无组织排放控制点 TSP 浓度较高。施工期间应采取以下措施减缓施工扬尘的

影响：

（1）加强施工围挡

项目施工场地周围必须按照《长沙市住房和城乡建设局长沙市城市管理和综合执法局关于进一步规范全市施工围挡管理工作的通知》（长住建发〔2021〕59号）要求，设置遮挡围墙。围墙应封闭严密，并粉刷涂白，保持整洁完整。

（2）洒水抑尘

项目施工场地按照《长沙市施工工地扬尘防治管理规范》（长蓝天办〔2018〕100号）要求，严格落实“8个100%”。施工工地进出道路和场内渣土运输道路必须进行硬化处理，对有社会车辆经过的道路必须在施工前一周进行硬化，在施工工地出入口设置车辆冲洗设施，运输车辆必须冲洗后出场，及时进行道路清扫、冲洗、洒水作业，减少道路扬尘。项目施工场地还应按《长沙市人民政府办公厅关于加强房屋建筑和市政基础设施工程视频监控和扬尘在线监测工作的通知》（长政办发〔2022〕43号）规定设置视频监控系统 and 扬尘在线监测系统。

（3）做好建筑材料运输与堆存

对水泥等易于飞扬的建筑材料应密闭存放或进行覆盖，对48h内不能完成清运的建筑垃圾和渣土设置临时堆放场，并采取围挡、覆盖等防尘措施，必要时定时洒水降尘。实行粉状物料及渣土车辆密闭运输，加强监管，防止遗撒。

5.6.2 施工设备燃油废气影响分析

工程施工的施工设备主要集中在施工场地，且有很多以燃油为动力的大型施工设备，其在运转过程中排放含HC、CO、NO_x的尾气，会对环境空气质量造成污染，但一般仅局限于施工场地区域。

项目施工禁止采用国I、国II阶段非道路移动机械或者超过《非道路移动柴油机械排气烟度限值及测量方法》(GB36886—2018)中规定的非道路移动柴油机械烟度排放的III类限值的非道路移动机械。有效减少CH₄、NO₂、CO产生量。

5.6.3 施工废气对敏感点的影响分析

类比长沙市轨道交通5号线一期工程施工期监测资料，长沙市轨道交通5号线一期工程对雨花广场站、朝阳站、长善变电站以及土桥车辆段等施工场地进行了监测，施工期每季度监测1次，每次连续监测3天。

监测结果表明，区域TSP日均浓度值满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准的要求。

综合分析，项目通过施工期采取设置不低于 2.5m 的遮挡围墙、洒水降尘、车辆清洗等措施后，施工扬尘对环境影响较小。

5.7 固体废物环境影响分析与评价

施工期固体废物主要包括工程普通弃土、盾构土、建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。

5.7.1 工程普通弃土、建筑垃圾

根据工程分析（详见 2.4.1.5 小节），工程车站、临时工程等开挖产生的普通弃土约 22.19 万 m³，地面房屋建筑拆迁等产生的建筑垃圾约 0.104 万 m³。

工程普通弃土和建筑垃圾建设单位优先综合利用，减少固体废物的产生量。不能综合利用时，应尽可能做到渣土即产即运，确需在施工场地内临时贮存时，应按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020) 进行地面防渗，并采取苫盖等遮挡措施，减少淋溶液产生。

按照《长沙市城市建筑垃圾运输处置管理规定》（长政发〔2015〕15 号），从事建筑垃圾运输和处置的运输单位应取得主管部门核发的建筑垃圾处置许可手续。

根据市城管局《关于对长沙市轨道交通 5 号线延长线工程相关事项的回复》，本项目渣土可转运至市内专用建筑垃圾消纳场进行处理。

采取措施后，工程普通弃土、建筑垃圾均得到妥善处置，环境影响较小。

5.7.2 盾构土

根据工程分析，项目盾构土产生量约 70.83 万 m³，拟外运交由市内专用的盾构渣土处理工厂集中处理。

（1）盾构土添加剂及污染物

本工程采用土压平衡式盾构，盾构需要添加并调节添加材料如发泡润滑剂的浓度和用量以适应不同地层。

发泡润滑剂是专门针对土压平衡盾构机在隧道施工中的一种辅助材料，能有效改良土壤塑性，保持开挖面的稳定，调整土仓压力，保持盾构机掘进姿态，控制地表沉降，在硬岩条件下对刀具的保护和抑尘，其润滑性更能减少壳体与刀盘上粘土的附着力，有效降低扭矩，改善盾构机作业参数，为盾构机的快速掘进和机械保护提供有力的支持。

目前，长沙市在建地铁使用的泡沫滑润剂的生产厂家是佛山市三水佳业化工科技有限公司。根据该生产厂家提供的泡沫滑润剂材质说明书可知，所用泡沫剂原材料均

为易生物降解材料，其化学成分为表面活性剂（十二烷基硫酸钠（K12）、a-烯基硫酸钠（AOS）等）、稳泡剂（脂肪酸聚氧乙烯醚（AEO-9）等）、润滑剂（烷醇酰胺、甘油）、其他（抗菌剂、防腐剂等）。

（2）盾构渣土特性

①物理特性

根据长沙市在建地铁的盾构渣土分析数据，盾构渣土主要成分为砂石、泥土，密度约 2.0t/m^3 ，含泥率 45%以上，含砂率 37%-40%，一般含水率 15%-18%，部分含水率可高达 40%。

②主要污染物

由于盾构施工加入了泡沫润滑剂，泡沫剂主要成分为阴离子表面活性剂，因此盾构土中主要污染物为残留阴离子表面活性剂。长沙地铁施工使用的泡沫润滑剂成分主要为十二烷基硫酸钠（K12）、a-烯基硫酸钠（AOS）、烷醇酰胺、甘油等，为无色透明液体。其本身具有良好的生物降解性，降解时间在 30 天以内，对环境不产生长期污染。

（3）盾构土的产生与收集

施工过程中，为了提高土压平衡盾构的地层适应性，便于排土和控制土仓压力，需采用水、泡沫剂和膨润土对盾构渣土进行改良。盾构机刀盘切削产生的盾构土进入土仓，通过皮带输送机输送到电瓶车土斗，再通过电瓶车土斗运输至地面盾构土暂存池内暂存。

（4）盾构土临时堆存

每个盾构区间渣土池位于车站顶板上方，总长 65m，宽 20m，高 3m，可存放渣土 3900m^3 ，为保证渣土达到环保标准，所有渣土需在渣土池静置沉淀 1~2 天，脱水后再进行外运消纳，因此在渣土池中间修一道中隔墙，轮流使用，既能保证施工进度要求，也能达到环保标准。

暂存池产生的分离废水经三级沉降处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后排入市政管网。

根据《湖南省盾构渣土处理技术标准》（DBJ43/T515-2020）要求，临时堆存期间，应对盾构渣土进行检测，检测内容应包括 pH 值、阴离子表面活性剂、含水率等。

（5）盾构土的处置

根据《湖南省盾构渣土处理技术标准》（DBJ43/T515-2020）要求，盾构土可采用

现场处理或集中处理。

根据设计资料，项目施工期产生的盾构土在现场暂存约 1~2 天，再经渣土车外运至盾构渣土处理工厂集中处理，现场不进行处理。

(6) 收集、运输、处置管理要求

根据《湖南省盾构渣土处理技术标准》（DBJ43/T515-2020），盾构土收集、转运及处置过程中还应满足以下要求：

- ①盾构渣土收集、转运、处理全过程不得混入污泥、生活垃圾、河道疏浚淤泥、工业垃圾、建筑垃圾和危险废物等。
- ②不应将未经无害化处理的盾构渣土直接堆填和填埋。
- ③建设单位在项目发包时应就盾构渣土源头减量提出明确的目标和要求，项目设计和施工方案中应有相应的技术方案和具体措施。
- ④应通过优化设计和施工工艺、采用精细化管理手段、提高施工精度和质量、减少施工误差等措施从源头减少盾构渣土的产生。
- ⑤盾构渣土应由专业的运输企业运输。运输车辆应安装行车记录仪和相应的监控设备，按当地交通管理部门、城市管理部门核准的运输路线和时间运行。车辆应行驶至核准的地点处理处置盾构渣土，严禁沿途泄漏抛洒和私自倾倒。
- ⑥采用土压平衡盾构施工的盾构渣土进入集中处理工厂的盾构渣土收集系统（不含临时收集池）前，宜根据收运车辆和收运方式的需要进行破碎、脱水等处理。
- ⑦盾构渣土运输工具、装载要求应符合现行国家标准《建筑垃圾处理技术标准》（CJJ/T134）和现行地方标准《湖南省建筑垃圾源头控制及处理技术标准》的相关要求。

(7) 盾构土处置方案合理性分析

2020 年，湖南省发布了全国首个盾构土处置标准，本次评价主要分析项目盾构土处置方案与《湖南省盾构渣土处理技术标准》（DBJ43/T515-2020）相关要求的符合性。

①处置方式

根据《湖南省盾构渣土处理技术标准》（DBJ43/T515-2020）3.0.3 要求，“盾构渣土处理可采用现场处理或集中处理，宜采用现场处理。盾构渣土处理后宜优先进行资源化利用”。

本工程产生的盾构土外运至盾构土处置场集中处理，现场不进行处理，满足《湖南省盾构渣土处理技术标准》相关要求。

②处置去向

根据《湖南省盾构渣土处理技术标准》（DBJ43/T515-2020）3.0.1 要求，“盾构渣土转运、处理以及处置设施的设置应满足当地环境卫生设施专项规划或建筑垃圾处理处置规划要求。”。

根据长沙市城市管理和综合执法局复函，本项目盾构土交由市内专用的盾构土处置基地或其他具有相应资质的盾构土处置厂进行处理，处置方法符合《湖南省盾构渣土处理技术标准》要求。

采取上述措施后，项目施工期产生的固体废物均得到妥善处置，对环境影响较小。

5.7.3 生活垃圾

生活垃圾主要为施工人员、管理人员丢弃塑料饭盒、食品包装物等。施工期施工人数约 600~1000 人，按最大 1000 人计算，每人每天平均产生生活垃圾 0.5kg，施工期生活垃圾产生量为 0.5t/d，折合约 182.5t/a，分类收集后全部交环卫部门处置。

综上，项目施工期固废均能得到妥善处置，对环境影响小。

6 运营期环境影响预测与评价

6.1 生态环境影响预测与评价

本工程为轨道交通项目，对生态影响主要发生在施工期，运营期无新增占地，对生态环境的影响较小。

6.1.1 对植物植被的影响

本工程进入运营期后，因全线采用地下线，车站、供电站和停车场占用的部分土地需要完成植被恢复。运营期项目对植被的影响主要为植被恢复阶段，外来物种对当地生态系统和生物多样性的影响，根据工程占地植被分布情况来看，项目所在区域以常见植被为主，因此受外来物种入侵的影响较小。

6.1.2 对动物的影响

本工程全线为地下隧道穿越，且评价区的两栖类、爬行类动物均为常见种，数量多，分布广，工程运营期不会对其生境产生分割效应，影响其迁移，不会导致碾压致死等，因此运行期对两栖类、爬行类基本无影响；地下的地铁运行不影响鸟类生存，另外部分临时占地恢复后，大部分鸟类会迁徙回来，继续在此区域活动。因此，运营期对评价区域内鸟类基本无影响；本区域兽类主要为适应人居环境的啮齿类小型兽类，基本没有大中型野生兽类活动，运营期间对其基本无影响。

综上所述，运营期对评价范围内动物基本无影响。

6.1.3 对生态系统及景观的影响

本工程评价区生态系统及景观类型主要包括城镇景观、湿地景观、农田景观和3种类型。

本项目工程全线路采用地下穿越，对原有景观和生态系统基本不进行改变。但每隔一定距离均需设置车站出入口和风亭，其占地面积小、建筑体量小，其景观保护级别较低，景观视觉冲击较小。可通过优化设计，将其实现与周围景观环境的协调。可使地下段车站的地面建筑与周围环境景观从风格、布置上协调统一，降低其醒目程度，从整体上降低景观敏感度。

总的来说，本项目在运营期对生态系统和景观不存在明显影响。

6.2 声环境影响预测与评价

本工程正线全部采用地下敷设，且不新建停车场，不新建地面线，不新建主变电所。本工程运营期主要噪声影响为新建车站冷却塔、风亭产生的噪声对周边环境的影

响。

风亭噪声主要是空气动力性噪声，包括风机叶轮转动时形成周向不均匀气流与蜗壳、特别是与风舌的相互作用而产生中低频特性的旋转噪声，叶轮高速旋转时周围气体产生涡流，在空气粘滞的作用下引发一系列小涡流，从而使空气发声，并产生连续、中高频特性的涡流噪声。

冷却塔除水泵、减速机和电机产生噪声外，冷却水从淋水装置落下并与塔底中积水撞击产生的淋水噪声是主要声源。淋水噪声与落水高度、单位时间水流量相关。

6.2.1 风亭、冷却塔噪声影响预测

6.2.1.1 预测方法

由于《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）中无针对冷却塔、风亭噪声预测模型，因此本次评价采用《环境影响评价技术导则城市轨道交通》（HJ453-2018）附录 C 中推荐预测方法。

（1）基本预测公式

风亭、冷却塔噪声等效连续 A 声级按下式 6.2-1 计算。

$$L_{Aeq,TR} = 10\lg\left[\frac{1}{T}\left(\sum t10^{0.1(L_{Aeq,TP})}\right)\right] \quad (\text{式 6.2-1})$$

式中： $L_{Aeq, TR}$ —评价时间内预测点处风亭、冷却塔运行等效连续 A 声级，dB（A）；

T—规定的评价时间，s；昼间 T=16 小时=57600 秒，夜间 T=3 小时=10800s；

t—风亭、冷却塔的运行时间，s；昼间 T=16 小时=57600s，夜间 T=3 小时=10800s；

$L_{Aeq, TP}$ —风亭、冷却塔运行时段内预测点处等效连续 A 声级，风亭按式 6.2-2 计算，冷却塔按式 6.2-3 计算，单位为 dB（A）。

$$L_{Aeq,TP}=L_{P0}+C_0 \quad (\text{式 6.2-2})$$

$$L_{Aeq,TP} = 10\lg\left(10^{0.1(L_{P1}+C_1)} + 10^{0.1(L_{P2}+C_2)}\right) \quad (\text{式 6.2-3})$$

式中： L_{p0} —风亭的噪声源强，dB（A）；

L_{p1} 、 L_{p2} —冷却塔进风侧和顶部排风扇处的噪声源强，dB（A）；

C_0 、 C_1 、 C_2 —风亭及冷却塔噪声修正量，按下式计算，dB（A）。

$$C_i = C_d + C_a + C_g + C_h + C_f \quad (\text{式 6.2-4})$$

式中：C_i—风亭及冷却塔噪声修正量，i=0, 1, 2, dB (A)；

C_d—几何发散衰减，按照公式 (6.2-5) 和 (6.2-6) 计算，dB；

C_a—空气吸收引起的衰减，参照 GB/T17247.1 计算，dB；

C_g—地面效应引起的衰减，参照 GB/T17247.2 计算，dB；

C_h—建筑群衰减，参照 GB/T17247.2 计算，dB；

C_f—频率 A 计权修正，dB。

根据沙市轨道交通现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程运行情况，风亭全年开启，冷却塔通常在 6~10 月份运行。风亭、运行时间：距线路开始运营 30min 前开启至运营结束 30min 后关闭。

风亭、冷却塔运行时间内预测点处等效连续 A 声级源强详见前文章节 3.4.2。

因本工程风亭、冷却塔影响范围有限，本次评价不考虑空气吸收、地面效应以及建筑群衰减，仅考虑几何发散衰减与绿化吸收。

(2) 几何发散衰减计算

①当量距离

风亭当量距离： $D_m = \sqrt{ab} = \sqrt{S_e}$ ，式中 a、b 为矩形风口的边长，S_e 为异形风口的面积。

圆形冷却塔当量距离：D_m 为塔体进风侧距离塔壁水平距离一倍塔体直径，当塔体直径小于 1.5m 时，取 1.5m。

矩形冷却塔当量距离： $D_m = 1.13\sqrt{ab}$ ，式中 a 和 b 为塔体边长。

根据设计参数，计算得本工程新风亭、排风亭、活塞风亭、冷却塔的 D_m 分别为 2.5m、2.5m、3m、2.1m。

②衰减计算

当预测点到风亭、冷却塔的距离大于 2 倍当量距离 D_m 时，风亭、冷却塔噪声辐射的几何发散衰减计算公式为：

$$C_d = -18 \lg \frac{d}{D_m} \quad (\text{式 6.2-5})$$

式中：D_m—源强的当量距离，m；

d—声源至预测点的距离，m。

当预测点到风亭、冷却塔的距离介于当量点至 2 倍当量距离 D_m 或最大限度尺寸之间时，其噪声辐射的几何发散衰减按下式计算：

$$C_d = -12 \lg \frac{d}{D_m} \quad (\text{式 6.2-6})$$

当预测点到风亭、冷却塔的距离小于当量直径 D_m 时，风亭、冷却塔噪声接近面源特性，不考虑几何扩散衰减。

6.2.1.2 噪声预测结果

(1) 噪声贡献值及达标距离

根据本工程工可报告，本项目每个车站一般设置 2 组风亭及 1 座冷却塔，每组包含活塞风亭 2 个、排风亭 1 个、新风亭 1 个、1 座冷却塔，其常见组合方式见下表。

根据预测结果，本工程不同距离组合式设备噪声达标距离见下表。采取 2m 长片式消声器后，风亭组在距离风亭百叶窗外 17m 可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准，在距离风亭百叶窗 33m 可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准；在采取低噪冷却塔后，在距冷却塔 18m 可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准，在距冷却塔 35m 可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

表 6.2-1 本工程各类风亭、冷却塔以及组合式设备贡献值达标距离一览表

噪声源	措施情况	达标距离/m			
		4a 类		2 类	
		昼间	夜间	昼间	夜间
单活塞风亭	设置 2m 长片式消声器	/	9	6	16
单新风亭	设置 2m 长片式消声器	/	4	/	7
单排风亭	设置 2m 长片式消声器	/	11	8	20
单冷却塔	低噪声冷却塔	4	18	10	35
两台活塞+排风亭+新风亭	设置 2m 长片式消声器	4	17	9	33
两台活塞风亭	设置 2m 长片式消声器	/	13	7	24

(2) 环境保护目标预测结果

本工程风亭及冷却塔评价范围内共计有 10 处保护目标分布，其中已建或在建 6 处，规划 4 处；10 处声环境保护目标中包含规划居住或商住 4 处，已建行政办公场所 1 处，已建商业/办公场所 4 处，在建医院 1 处，其中行政办公场所及在建医院执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准，其余均执行 4a 类标准。

根据下表 6.2-2 预测结果，在采取 2m 长片式消声器和低噪冷却塔后，5 处已建声环境保护目标中，受多设备噪声叠加影响，夜间均不同程度出现超标，超标范围为 1.88~9.26dB（A），需进一步采取噪声控制措施降低设备噪声对周边环境的影响。

其余 5 处在建/规划用地中地块边界附近或地块边界内设置了冷却塔或者风亭组，由于目前地块开发利用方式与平面布置未定，不具备预测条件，本次评价提出避让要求，即后续开发过程中，建筑物边界与本项目设置的冷却塔或者风亭组距离不得小于本次评价预测的噪声达标距离（根据风亭组与冷却塔的组合形式，按上表确定）。

预测结果详见下表 6.2-2。

表 6.2-2 风亭及冷却塔环境保护目标噪声预测结果一览表（2 米片式消声器及低噪冷却塔措施时）

序号	行政区	保护目标名称	所在车站	声源	距离/m		预测点编号	现状值		贡献值		预测值		标准值		超标量		增量		超标原因
					水平	垂直		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	天心区	德盛欢乐广场	牛角塘站	冷却塔	8	0	1-1#	54.4	45.5	61.33	61.33	62.13	61.44	70.0	55.0	/	6.44	7.73	15.94	多设备噪声叠加
				2 号风亭组：活塞风亭+新风亭+排风亭	11	0	1-2#	54.4	45.5	58.38	58.38	59.84	58.60	70.0	55.0	/	3.6	5.44	13.1	
				叠加值			1#	54.4	45.5	63.11	63.11	63.66	63.18	70.0	55.0	/	8.18	9.26	17.68	
2	天心区	湖南鸿彪网络服务有限公司办公楼	中信广场站	3 号风亭组：双活塞风亭	13	0	2#	57.2	46.8	54.55	54.55	59.08	55.22	70.0	55.0	/	0.22	1.88	8.42	距离较近
3	雨花区	湖南省税务局	长沙理工大学站	冷却塔	22	0	3#	54.7	44.4	53.43	53.43	57.12	53.94	60.0	50.0	/	3.94	2.42	9.54	距离较近
4	雨花区	汇金芙蓉里购物中心	长沙理工大学站	2 号风亭组：活塞风亭+新风亭+排风亭	10	0	4#	54.9	44.0	59.13	59.13	60.52	59.26	70.0	55.0	/	4.26	5.62	15.26	多设备噪声叠加
5	雨花区	长沙国际研创中心	金海路站	冷却塔	13	0	5-1#	58.8	48.0	57.54	57.54	61.23	58.00	70.0	55.0	/	3	2.43	10	多设备噪声叠加
				1 号风亭组：活塞风亭+新风亭+排风亭	12	0	5-2#	58.8	48.0	57.7	57.7	61.30	58.14	70.0	55.0	/	3.14	2.5	10.14	
				叠加值			5#	58.8	48.0	60.23	60.23	62.58	60.48	70.0	55.0	/	5.48	3.78	12.48	

6.3 振动环境影响预测与评价

本工程为轨道交通项目，地铁项目环境振动的主要影响因素包括车辆条件、运行速度、轮轨条件、轨道结构、隧道结构、隧道埋深、地质条件、地面建筑物类型、敏感建筑距线路的距离等。根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2018），本次评价对地下线中心线两侧 50m 范围内振动环境保护目标、地下线距线路中心线两侧 50m/60m 范围内的室内二次结构噪声进行预测评价。

6.3.1 振动环境影响模型预测

6.3.1.1 预测技术条件

本次评价振动环境影响模型预测采用《环境影响评价技术导则城市轨道交通》（HJ453-2018）中推荐的模式预测法进行预测。

预测技术条件为：

（1）车辆条件

轨距：1435mm；荷载：B 型车，轴重≤14t，车辆固定轴距 2.5m；

列车 6 节编组，Tc20120mm；M19520mm；车长≤120000mm；

（2）运行速度

设计速度为 80km/h。敏感点处车速根据列车牵引曲线进行取值。

（3）轨道工程

钢轨：正线钢轨 60kg/m，焊接无缝轨；

道岔：9 号道岔、预应力混凝土长枕。

扣件：地下线整体道床地段采用弹条Ⅲ型分开式扣件。

（4）隧道工程

地下区间均为单洞单线圆形隧道。

6.3.1.2 预测模式

采用《环境影响评价技术导则城市轨道交通》（HJ453-2018）中推荐的模式预测法，并结合规划线路的工程技术条件进行振动环境影响预测和评价，其基本预测公式如下：

$$VL_{Zmax}=VL_{Z0max}+C_{VB}$$

式中： VL_{Zmax} —预测点处的 VL_{Zmax} ，dB；

VL_{Z0max} —列车运行振动源强，根据工程分析，本工程地下线段源强值定为

运行速度为 72.0km/h 时 79.4dB。

C_{VB} —振动修正项, dB; 根据下式进行计算:

$$C_{VB}=C_V+C_W+C_R+C_T+C_D+C_B+C_{TD}$$

式中: C_V —列车速度修正, dB;

C_W —轴重和簧下质量修正, dB;

C_R —轮轨条件修正, dB;

C_T —隧道型式修正, dB;

C_D —距离衰减修正, dB;

C_B —建筑物类型修正, dB;

C_{TD} —行车密度修正, dB。

6.3.1.3 预测参数

影响地铁列车振动的参数主要为列车运行速度、轴重及簧下质量、轮轨条件、隧道型式、距离、不同建筑物类型以及行车密度等方面, 其对振级的影响有不同的修正值。

(1) 速度修正 (C_V)

本工程列车设计运行速度 $V<100\text{km/h}$, 速度修正 C_V 按下式进行计算:

$$C_V = 20\lg \frac{v}{v_0}$$

式中: v_0 —源强的列车参考速度, 根据工程污染源分析, 本工程正线直线段值为 72km/h;

v —列车通过预测点的运行速度, km/h, 敏感点车速根据列车牵引曲线取值, 取各敏感点所在各区间最大设计速度取值。

(2) 轴重和簧下质量修正 (C_W)

$$C_W = 20\lg \frac{w}{w_0} + 20\lg \frac{w_u}{w_{u0}}$$

式中: w_0 —源强车辆的参考轴重, t;

w —预测车辆的轴重, t;

w_{u0} —源强车辆的参考簧下质量, t;

w_u —预测车辆的簧下质量, t。

本次评价工程污染源分析时, 类比源强采用同一车型, 其轴重与簧下质量一致,

本次预测不再修正该项。

(3) 轮轨条件修正 (C_R)

若轮轨表面不规则，可引起轮轨接触振动；若列车通过不连续钢轨处，可引起冲击振动，这都将使轨下振动水平提高。下列出了不同轮轨条件的振动修正量。

表6.3-1 轮轨条件的振动修正值

轮轨条件	振动修正值 C_R (单位: dB)
无缝线路	0
有缝线路	+5
弹性车轮	0
线路平面圆曲线半径 $\leq 2000\text{m}$	$+16 \times \text{列车速度 (km/h)} / \text{曲线半径 (m)}$
注：对于车轮出现磨耗或扁疤、钢轨有不均匀磨耗或钢轨波浪形磨耗、固定式辙叉的道岔、交叉或其他特殊轨道等轮轨条件下，振动会明显增大，振动修正值为 0~10dB。	

本工程正线均为无缝轨道， $C_R = 0 + 16 \times \text{列车速度 (km/h)} / \text{曲线半径 (m)}$ 。敏感点处列车速度根据各区间最大设计速度取值，曲线半径根据线路平面图取值；此外，本工程列车与钢轨均定期检修养护，基本不会出现磨耗或扁疤等导致振动明显增大的情形，该项振动修正值取值 0dB。

(4) 隧道型式修正值 (C_T)

不同隧道型式振动修正量可按下表确定。

表6.3-2 隧道型式振动修正量一览表

隧道型式	振动修正值 C_T (单位: dB)
单线隧道	0
双线隧道	-3
车站	-5
坚硬土、岩石隧道 (含单线隧道和双线隧道)	-6

本工程均为单线隧道，地层岩性为第四系及全风化、强风化泥质粉砂岩层，不属于坚硬土、岩石隧道，故本项修正 C_T 取值为 0。

(5) 距离衰减修正 (C_D)

距离衰减修正 C_D 与工程条件、地质条件有关，本工程正线均为地下线，按下式计算：

①地下线线路中心线正上方至两侧 7.5m 范围内：

$$C_D = -8 \lg[\beta (H - 1.25)]$$

式中：H—预测点地面至轨顶面的垂直距离，m；

β —土层的调整系数，根据导则附表 D.3，地层岩性均为砂岩和泥岩，属于

软质岩石隧道， β 取值 0.32。

②地下线线路中心线正上方两侧大于 7.5m 范围内：

$$C_D = -8 \lg[\beta (H - 1.25)] + a \lg r + b r + c$$

式中： r —预测点至线路中心线的水平距离，m；

H —预测点地面至轨顶面的垂直距离，m；

β 、 a 、 b 、 c —预测系数，根据导则附表 D.3 选取，本工程沿线范围地层由第四系人工堆积物、河流冲积物（粉质黏土、砂、圆砾、卵石等）和残积粉质黏土组成，下伏基岩为白垩系东塘组泥质粉砂岩（Kdn），属于中硬土，本次预测取 $\beta=0.25$ 、 $a=-3.28$ 、 $b=-0.04$ 、 $c=3.09$ 。

表6.3-3 β 、 a 、 b 、 c 的取值

土体类别	土层剪切波波速（m/s）	β	a	b	c
软弱土	$V_s \leq 150$	0.43	-3.28	-0.13	3.03
中软土	$150 < V_s \leq 250$	0.32	-3.28	-0.13~-0.06	3.03
中硬土	$250 < V_s \leq 500$	0.25	-3.28	-0.04	3.09
坚硬土	$250 < V_s \leq 800$	0.22	-3.28	-0.023	3.09
岩石	$V_s > 800$	0.20	3.28	-0.02	3.09

（6）建筑物类型修正（ C_B ）

不同建筑物对振动的响应是不同的。一般而言，建筑物越重，大地与建筑物基础的耦合损失越大。各类建筑物的振动修正量如下表所列。

表6.3-4 不同建筑物类型的振动修正量

建筑物类型	建筑物结构及特性	振动修正值（dB）
I	7层及以上砌体（砖混）或混凝土结构（扩展基础）	-1.3×层数（最小取-13）
II	7层及以上砌体（砖混）或混凝土结构（桩基础）	-1×层数（最小取-10）
III	3~6层砌体（砖混）结构或混凝土结构	-1.2×层数（最小取-6）
IV	1~2层砌体（砖混）、砖木结构或混凝土结构	-1×层数
V	1~2层木结构	0
VI	建筑物基础坐落在隧道同一岩石上	0

本次评价各保护目标建筑物类型根据实地踏勘结合地形图测绘成果确定，详见保护目标一览表， C_B 修正根据上表对应的公式分别计算。

（7）行车密度修正（ C_{TD} ）

行车密度越大，在同一断面会车的概率越高，因此宜考虑地下线和地面线两线行车的振动叠加，行车密度引起的振动修正值见下表。

表6.3-5 地下线和地面线行车密度的振动修正值

平均行车密度 TD/ (对/h)	两线中心距 d_l /m	振动修正值/dB
6<TD≤12	$d_l \leq 7.5$	+2
TD>12		+2.5
6<TD≤12	$7.5 < d_l \leq 15$	+1.5
TD>12		+2
6<TD≤12	$15 < d_l \leq 40$	+1
TD>12		+1.5
TD≤6	$7.5 < d_l \leq 40$	0

注：平均行车密度修正按照昼、夜间实际运营时间分开考虑。

本工程正线均为地下线，正常线路 d_l 约为 14m；昼间 TD 按远期早高峰设计对数考虑，为 TD=30（对/h），则昼间 $C_{TD}=2.0$ ；夜间 TD 按远期 22:00~24:00 设计对数考虑，为 TD=12（对/h），则夜间 $C_{TD}=1.5$ 。

6.3.1.4 模型预测结果

（1）影响范围及达标距离

根据上述预测方法和本次评价的振动标准，在未采取专项减振工程措施时，地下线路区段两侧地表振动的达标防护距离见表 6.3-6，可作为新建振动敏感建筑规划控制要求。

表6.3-6 轨道沿线地表振动达标防护距离

线路形式	埋深（m）	曲线半径	防护距离（m）	
			“混合区、商业中心区”、“交通干线道路两侧”、“工业集中区”标准	
			昼间（75dB）	夜间（72dB）
地下线	10	R>2000	26	60
		R≤2000	33	69
	15	R>2000	13	37
		R≤2000	17	45
	20	R>2000	0	25
		R≤2000	10	32
	25	R>2000	0	17
		R≤2000	0	23
	30	R>2000	0	13
		R≤2000	0	17
	40	R>2000	0	0
		R≤2000	0	10

备注：预测速度按最高运行速度 80km/h 考虑；建筑类型修正按-1dB 考虑。

由表可知：在未采取专项减振工程措施时，曲线半径 >2000 地下线路区段地铁外轨中心线 60m 以外区域；曲线半径 ≤ 2000 范围内的地下线路区段，地铁外轨中心线 69m 以外区域的地表振动可满足 GB10070—88《城市区域环境振动标准》之“交通干线两侧”、“混合区、商业中心区”及“工业集中区”标准要求。

参照《地铁设计规范》（GB 50157-2013）相关规定，结合本工程实际情况，给出规划控制要求如下：

在未采取专项减振工程措施时，对于“混合区、商业中心”、“交通干线道路两侧”，地下线路两侧距外轨中心线 56m 范围内，不得新建学校、医院、住宅等环境敏感建筑物，具体控制距离根据埋深和曲线半径的变动而变动，详见上表。

（1）振动环境保护目标预测结果

因环境保护目标振动水平预测最为关键的修正为距离衰减修正，该修正和敏感点至线路中心线的水平、垂直距离有直接关系。

本工程单线单洞线路左右线间距约 14~22m，左右线对环境保护目标的振动环境影响存在较大差异，本次评价分别对左、右线进行预测。

本工程振动预测结果见表 6.3-7~6.3-9。

表6.3-7 环境保护目标振动影响模型预测结果表（左线）

序号	预测点 编号	保护目标名称	线路 形式	相对距离/m			预测点 位置	源强 <i>VL</i> _{Z0max}	列车速 度	轮轨条 件	隧道形 式	建筑 物类 型	行车密度 （对/h）		总修正值		现状值		预测值		标准值		超标量		超标 原因
				左	右	垂直							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	V01	王家巷居民点	地下线	0	0	16.3	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.01	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅳ	30	12	-2.2	-2.7	54.05	44.09	77.2	76.7	70	67	7.2	9.7	线路 下穿
2	V02	天悦和苑二期小区	地下线	7	3	25	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.01	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅱ	30	12	-11.8	-12.3	57.59	43.69	67.6	67.1	70	67	/	0.1	距离 较近
3	V03	德盛欢乐广场	地下线	36	55	15.5	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-9.1	-9.6	55.64	42.09	70.3	69.8	75	72	/	/	/
4	V04	中海嘉园小区	地下线	52	38	15.7	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅱ	30	12	-16.7	-17.2	56.73	40.02	62.7	62.2	75	72	/	/	/
5	V05	中南林业科技大学 碳循环研究中心 （规划）	地下线	22	36	17.7	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	/	30	12	-8.3	-8.8	55.64	42.09	71.1	70.6	75	72	/	/	/
6	V06	天心区税务局先锋 税务所	地下线	44	59	21.2	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-10.3	-10.8	63.89	38.04	69.1	68.6	70	67	/	1.6	距离 较近
7	V07	中信新城-翰林街	地下线	47	62	21.8	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-10.6	-11.1	63.89	38.04	68.8	68.3	75	72	/	/	/
8	V08	中信凯旋城	地下线	46	32	21.3	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-10.4	-10.9	63.89	38.04	69.0	68.5	75	72	/	/	/
9	V09	中信文化广场	地下线	33	47	26	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅱ	30	12	-14.6	-15.1	56.21	37.61	64.8	64.3	75	72	/	/	/
10	V10	规划商住地块 01	地下线	0	0	28.4	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	/	30	12	-4.9	-5.4	56.21	37.61	74.5	74.0	75	72	/	2.0	线路 下穿
11	V11	先锋新宇南区	地下线	0	0	28.4	敏感建筑前 0.5m	79.4	70.04	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅱ	30	12	-7.1	-7.6	59.88	36.60	72.3	71.8	70	67	2.3	4.8	线路 下穿
12	V12	友阿奥特莱斯	地下线	0	0	25.3	敏感建筑前 0.5m	79.4	70.04	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-5.3	-5.8	56.05	36.71	74.1	73.6	75	72	/	1.6	线路 下穿
13	V13	湘雅医院天心院区 （在建）	地下线	3	18	27.6	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅱ	30	12	-10.7	-11.2	55.64	36.83	68.7	68.2	70	67	/	1.2	距离 较近
14	V14	中海湘庭名城	地下线	21	7	25.6	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅱ	30	12	-10.5	-11.0	55.64	36.83	68.9	68.4	75	72	/	/	/
15	V15	先锋街道先锋经济 合作社	地下线	49	63	25.1	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅳ	30	12	-8.7	-9.2	53.64	35.79	70.7	70.2	70	67	0.7	3.2	距离 较近
16	V16	长沙市基督教城南 教堂	地下线	42	59	25.4	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-10.8	-11.3	53.64	35.79	68.6	68.1	70	67	/	1.1	距离 较近
17	V17	味食在生态特色餐 厅	地下线	36	50	27.8	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅴ	30	12	-7.1	-7.6	53.64	35.79	72.3	71.8	75	72	/	/	/
18	V18	远航健康城（商业 办公区）	地下线	42	28	27.8	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-13.5	-14.0	53.64	35.79	65.9	65.4	75	72	/	/	/
19	V19	湘煌建筑商业楼	地下线	32	18	26.2	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-12.5	-13.0	58.06	36.09	66.9	66.4	75	72	/	/	/
20	V20	湖南理工大学医院	地下线	43	26	26.6	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-12.2	-12.7	58.06	36.09	67.2	66.7	70	67	/	/	/
21	V21	金汇园小区	地下线	38	55	28.1	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-13.9	-14.4	55.39	46.37	65.5	65.0	75	72	/	/	/
22	V22	汇金·芙蓉里购物中 心	地下线	36	53	23.9	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.07	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-10.7	-11.2	55.39	46.37	68.7	68.2	75	72	/	/	/

23	V23	嘉华城小区	地下线	36	52	21.1	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.07	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-16.7	-17.2	56.15	44.50	62.7	62.2	75	72	/	/	/
24	V24	汇金城二期	地下线	20	37	19.4	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.07	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-13.7	-14.2	54.68	43.57	65.7	65.2	75	72	/	/	/
25	V25	古樟树社区公共服务中心	地下线	26	43	18.7	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.07	无缝线路	单洞隧道	III	30	12	-7.7	-8.2	54.68	43.57	71.7	71.2	70	67	1.7	4.2	距离较近
26	V26	长沙屿	地下线	67	47	18.4	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.07	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-17.1	-17.6	54.68	43.57	62.3	61.8	75	72	/	/	/
27	V27	汇金城三期	地下线	30	44	14.1	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.07	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-13.4	-13.9	54.68	43.57	66.0	65.5	75	72	/	/	/
28	V28	长沙国际研创中心	地下线	50	36	16.3	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.07	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-15.5	-16.0	56.06	42.63	63.9	63.4	75	72	/	/	/
29	V29	乐沃居智慧谷	地下线	42	56	24	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	III	30	12	-10.0	-10.5	54.04	41.37	69.4	68.9	75	72	/	/	/
30	V30	长沙国际企业中心	地下线	31	45	29.7	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	III	30	12	-12.3	-12.8	54.04	41.37	67.1	66.6	75	72	/	/	/
31	V31	君相遇环保公寓	地下线	48	34	31.9	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-17.9	-18.4	55.43	39.82	61.5	61.0	75	72	/	/	/
32	V32	绿地新都会小区（在建）	地下线	57	33	28.8	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-15.9	-16.4	55.43	39.82	63.5	63.0	75	72	/	/	/
33	V33	雨花区供水公司城南分公司	地下线	25	39	16.7	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	III	30	12	-8.4	-8.9	55.40	37.02	71.0	70.5	75	72	/	/	/
34	V34	碧水龙庭小区	地下线	27	41	26.3	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-14.3	-14.8	55.40	37.02	65.1	64.6	75	72	/	/	/
35	V35	桃阳安置小区	地下线	22	36	25.6	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-14.9	-15.4	55.20	36.76	64.5	64.0	75	72	/	/	/
36	V36	桃阳农贸市场	地下线	16	30	25.6	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	III	30	12	-10.2	-10.7	55.20	36.76	69.2	68.7	75	72	/	/	/
37	V37	长沙永济医院	地下线	20	34	25.5	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	III	30	12	-10.4	-10.9	52.30	36.64	69.0	68.5	70	67	/	1.5	距离较近

表6.3-8 环境保护目标振动影响模型预测结果表（右线）

序号	预测点 编号	保护目标名称	线路 形式	相对距离/m			预测点 位置	源强 <i>VL</i> _{Z0max}	列车速 度	轮轨条 件	隧道形 式	建筑 物类 型	行车密度 （对/h）		总修正值		现状值		预测值		标准值		超标量		超标 原因
				左	右	垂直							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	V01	王家巷居民点	地下线	0	0	16.3	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.01	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅳ	30	12	-2.2	-2.7	54.05	44.09	77.2	76.7	70	67	7.2	9.7	线路 下穿
2	V02	天悦和苑二期小区	地下线	7	3	25	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.01	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅱ	30	12	-11.8	-12.3	57.59	43.69	67.6	67.1	70	67	/	0.1	距离 较近
3	V03	德盛欢乐广场	地下线	36	55	15.5	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-10.5	-11.0	55.64	42.09	68.9	68.4	75	72	/	/	/
4	V04	中海嘉园小区	地下线	52	38	15.7	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅱ	30	12	-15.7	-16.2	56.73	40.02	63.7	63.2	75	72	/	/	/
5	V05	中南林业科技大学 碳循环研究中心 （规划）	地下线	22	36	17.7	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	/	30	12	-9.6	-10.1	55.64	42.09	69.8	69.3	75	72	/	/	/
6	V06	天心区税务局先锋 税务所	地下线	44	59	21.2	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-11.3	-11.8	63.89	38.04	68.1	67.6	70	67	/	0.6	距离 较近
7	V07	中信新城-翰林街	地下线	47	62	21.8	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-11.6	-12.1	63.89	38.04	67.8	67.3	75	72	/	/	/
8	V08	中信凯旋城	地下线	46	32	21.3	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-9.4	-9.9	63.89	38.04	70.0	69.5	75	72	/	/	/
9	V09	中信文化广场	地下线	33	47	26	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅱ	30	12	-15.6	-16.1	56.21	37.61	63.8	63.3	75	72	/	/	/
10	V10	规划商住地块 01	地下线	0	0	28.4	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.18	无缝线 路	单洞隧 道	/	30	12	-4.9	-5.4	56.21	37.61	74.5	74.0	75	72	/	2.0	线路 下穿
11	V11	先锋新宇南区	地下线	0	0	28.4	敏感建筑前 0.5m	79.4	70.04	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅱ	30	12	-7.1	-7.6	59.88	36.60	72.3	71.8	70	67	2.3	4.8	线路 下穿
12	V12	友阿奥特莱斯	地下线	0	0	25.3	敏感建筑前 0.5m	79.4	70.04	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-5.3	-5.8	56.05	36.71	74.1	73.6	75	72	/	1.6	线路 下穿
13	V13	湘雅医院天心院区 （在建）	地下线	3	18	27.6	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅱ	30	12	-12.4	-12.9	55.64	36.83	67.0	66.5	70	67	/	/	/
14	V14	中海湘庭名城	地下线	21	7	25.6	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅱ	30	12	-6.0	-6.5	55.64	36.83	73.4	72.9	75	72	/	/	/
15	V15	先锋街道先锋经济 合作社	地下线	49	63	25.1	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅳ	30	12	-9.6	-10.1	53.64	35.79	69.8	69.3	70	67	/	2.3	距离 较近
16	V16	长沙市基督教城南 教堂	地下线	42	59	25.4	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-12.0	-12.5	53.64	35.79	67.4	66.9	70	67	/	/	/
17	V17	味食在生态特色餐 厅	地下线	36	50	27.8	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅴ	30	12	-8.1	-8.6	53.64	35.79	71.3	70.8	75	72	/	/	/
18	V18	远航健康城（商业 办公区）	地下线	42	28	27.8	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-12.4	-12.9	53.64	35.79	67.0	66.5	75	72	/	/	/
19	V19	湘煌建筑商业楼	地下线	32	18	26.2	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-11.2	-11.7	58.06	36.09	68.2	67.7	75	72	/	/	/
20	V20	湖南理工大学医院	地下线	43	26	26.6	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-10.8	-11.3	58.06	36.09	68.6	68.1	70	67	/	1.1	距离 较近
21	V21	金汇园小区	地下线	38	55	28.1	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.02	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-15.1	-15.6	55.39	46.37	64.3	63.8	75	72	/	/	/
22	V22	汇金·芙蓉里购物中 心	地下线	36	53	23.9	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.07	无缝线 路	单洞隧 道	Ⅲ	30	12	-11.9	-12.4	55.39	46.37	67.5	67.0	75	72	/	/	/

23	V23	嘉华城小区	地下线	36	52	21.1	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.07	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-17.8	-18.3	56.15	44.50	61.6	61.1	75	72	/	/	/
24	V24	汇金城二期	地下线	20	37	19.4	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.07	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-15.2	-15.7	54.68	43.57	64.2	63.7	75	72	/	/	/
25	V25	古樟树社区公共服务中心	地下线	26	43	18.7	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.07	无缝线路	单洞隧道	III	30	12	-9.1	-9.6	54.68	43.57	70.3	69.8	70	67	0.3	2.8	距离较近
26	V26	长沙屿	地下线	67	47	18.4	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.07	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-15.8	-16.3	54.68	43.57	63.6	63.1	75	72	/	/	/
27	V27	汇金城三期	地下线	30	44	14.1	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.07	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-14.6	-15.1	54.68	43.57	64.8	64.3	75	72	/	/	/
28	V28	长沙国际研创中心	地下线	50	36	16.3	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.07	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-14.5	-15.0	56.06	42.63	64.9	64.4	75	72	/	/	/
29	V29	乐沃居智慧谷	地下线	42	56	24	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	III	30	12	-11.0	-11.5	54.04	41.37	68.4	67.9	75	72	/	/	/
30	V30	长沙国际企业中心	地下线	31	45	29.7	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	III	30	12	-13.4	-13.9	54.04	41.37	66.0	65.5	75	72	/	/	/
31	V31	君相遇环保公寓	地下线	48	34	31.9	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-16.8	-17.3	55.43	39.82	62.6	62.1	75	72	/	/	/
32	V32	绿地新都会小区（在建）	地下线	57	33	28.8	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-14.1	-14.6	55.43	39.82	65.3	64.8	75	72	/	/	/
33	V33	雨花区供水公司城南分公司	地下线	25	39	16.7	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	III	30	12	-9.6	-10.1	55.40	37.02	69.8	69.3	75	72	/	/	/
34	V34	碧水龙庭小区	地下线	27	41	26.3	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-15.4	-15.9	55.40	37.02	64.0	63.5	75	72	/	/	/
35	V35	桃阳安置小区	地下线	22	36	25.6	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	II	30	12	-16.2	-16.7	55.20	36.76	63.2	62.7	75	72	/	/	/
36	V36	桃阳农贸市场	地下线	16	30	25.6	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	III	30	12	-11.7	-12.2	55.20	36.76	67.7	67.2	75	72	/	/	/
37	V37	长沙永济医院	地下线	20	34	25.5	敏感建筑前 0.5m	79.4	75.1	无缝线路	单洞隧道	III	30	12	-11.7	-12.2	52.30	36.64	67.7	67.2	70	67	/	0.2	距离较近

表6.3-9 环境保护目标振动影响模型预测结果表（汇总）

序号	预测点编号	保护目标名称	线路形式	相对距离/m			现状值		左线预测值		右线预测值		标准值		左线超标量		右线超标量		超标原因
				左	右	垂直	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	V01	王家巷居民点	地下线	0	0	16.3	54.05	44.09	77.2	76.7	77.2	76.7	70	67	7.2	9.7	7.2	9.7	线路下穿
2	V02	天悦和苑二期小区	地下线	7	3	25	57.59	43.69	67.6	67.1	67.6	67.1	70	67	/	0.1	/	0.1	距离较近
3	V03	德盛欢乐广场	地下线	36	55	15.5	55.64	42.09	70.3	69.8	68.9	68.4	75	72	/	/	/	/	/
4	V04	中海嘉园小区	地下线	52	38	15.7	56.73	40.02	62.7	62.2	63.7	63.2	75	72	/	/	/	/	/
5	V05	中南林业科技大学碳循环研究中心（规划）	地下线	22	36	17.7	55.64	42.09	71.1	70.6	69.8	69.3	75	72	/	/	/	/	/
6	V06	天心区税务局先锋税务所	地下线	44	59	21.2	63.89	38.04	69.1	68.6	68.1	67.6	70	67	/	1.6	/	0.6	距离较近
7	V07	中信新城-翰林街	地下线	47	62	21.8	63.89	38.04	68.8	68.3	67.8	67.3	75	72	/	/	/	/	/
8	V08	中信凯旋城	地下线	46	32	21.3	63.89	38.04	69.0	68.5	70.0	69.5	75	72	/	/	/	/	/
9	V09	中信文化广场	地下线	33	47	26	56.21	37.61	64.8	64.3	63.8	63.3	75	72	/	/	/	/	/
10	V10	规划商住地块 01	地下线	0	0	28.4	56.21	37.61	74.5	74.0	74.5	74.0	75	72	/	2.0	/	2.0	线路下穿
11	V11	先锋新宇南区	地下线	0	0	28.4	59.88	36.60	72.3	71.8	72.3	71.8	70	67	2.3	4.8	2.3	4.8	线路下穿
12	V12	友阿奥特莱斯	地下线	0	0	25.3	56.05	36.71	74.1	73.6	74.1	73.6	75	72	/	1.6	/	1.6	线路下穿
13	V13	湘雅医院天心院区（在建）	地下线	3	18	27.6	55.64	36.83	68.7	68.2	67.0	66.5	70	67	/	1.2	/	/	距离较近
14	V14	中海湘庭名城	地下线	21	7	25.6	55.64	36.83	68.9	68.4	73.4	72.9	75	72	/	/	/	/	/
15	V15	先锋街道先锋经济合作社	地下线	49	63	25.1	53.64	35.79	70.7	70.2	69.8	69.3	70	67	0.7	3.2	/	2.3	距离较近
16	V16	长沙市基督教城南教堂	地下线	42	59	25.4	53.64	35.79	68.6	68.1	67.4	66.9	70	67	/	1.1	/	/	距离较近
17	V17	味食在生态特色餐厅	地下线	36	50	27.8	53.64	35.79	72.3	71.8	71.3	70.8	75	72	/	/	/	/	/
18	V18	远航健康城（商业办公区）	地下线	42	28	27.8	53.64	35.79	65.9	65.4	67.0	66.5	75	72	/	/	/	/	/
19	V19	湘煌建筑商业楼	地下线	32	18	26.2	58.06	36.09	66.9	66.4	68.2	67.7	75	72	/	/	/	/	/
20	V20	湖南理工大学医院	地下线	43	26	26.6	58.06	36.09	67.2	66.7	68.6	68.1	70	67	/	/	/	1.1	距离较近
21	V21	金汇园小区	地下线	38	55	28.1	55.39	46.37	65.5	65.0	64.3	63.8	75	72	/	/	/	/	/
22	V22	汇金·芙蓉里购物中心	地下线	36	53	23.9	55.39	46.37	68.7	68.2	67.5	67.0	75	72	/	/	/	/	/
23	V23	嘉华城小区	地下线	36	52	21.1	56.15	44.50	62.7	62.2	61.6	61.1	75	72	/	/	/	/	/
24	V24	汇金城二期	地下线	20	37	19.4	54.68	43.57	65.7	65.2	64.2	63.7	75	72	/	/	/	/	/
25	V25	古樟树社区公共服务中心	地下线	26	43	18.7	54.68	43.57	71.7	71.2	70.3	69.8	70	67	1.7	4.2	0.3	2.8	距离较近
26	V26	长沙屿	地下线	67	47	18.4	54.68	43.57	62.3	61.8	63.6	63.1	75	72	/	/	/	/	/
27	V27	汇金城三期	地下线	30	44	14.1	54.68	43.57	66.0	65.5	64.8	64.3	75	72	/	/	/	/	/
28	V28	长沙国际研创中心	地下线	50	36	16.3	56.06	42.63	63.9	63.4	64.9	64.4	75	72	/	/	/	/	/
29	V29	乐沃居智慧谷	地下线	42	56	24	54.04	41.37	69.4	68.9	68.4	67.9	75	72	/	/	/	/	/

30	V30	长沙国际企业中心	地下线	31	45	29.7	54.04	41.37	67.1	66.6	66.0	65.5	75	72	/	/	/	/	/
31	V31	君相遇环保公寓	地下线	48	34	31.9	55.43	39.82	61.5	61.0	62.6	62.1	75	72	/	/	/	/	/
32	V32	绿地新都会小区（在建）	地下线	57	33	28.8	55.43	39.82	63.5	63.0	65.3	64.8	75	72	/	/	/	/	/
33	V33	雨花区供水公司城南分公司	地下线	25	39	16.7	55.40	37.02	71.0	70.5	69.8	69.3	75	72	/	/	/	/	/
34	V34	碧水龙庭小区	地下线	27	41	26.3	55.40	37.02	65.1	64.6	64.0	63.5	75	72	/	/	/	/	/
35	V35	桃阳安置小区	地下线	22	36	25.6	55.20	36.76	64.5	64.0	63.2	62.7	75	72	/	/	/	/	/
36	V36	桃阳农贸市场	地下线	16	30	25.6	55.20	36.76	69.2	68.7	67.7	67.2	75	72	/	/	/	/	/
37	V37	长沙永济医院	地下线	20	34	25.5	52.30	36.64	69.0	68.5	67.7	67.2	70	67	/	1.5	/	0.2	距离 较近

根据上表模型预测结果，本工程正线 37 个保护目标振动预测值为 61.5~77.2dB。其中 25 个达标，13 个超标，超标值为 0.1~9.7dB，9 个超标 3dB 以下，2 个超标 3~8dB，1 个超标 8dB 以上。

6.3.2 振动环境影响类比分析验证

为了更加实事求是地评价本项目的振动环境影响，评价根据长沙轨道交通 5 号线一期工程已运行线路环保设施验收监测实测数据进行类比验证分析。

6.3.2.1 验收监测布点

根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查期间，选取 85 处敏感点中 15 处代表性敏感点进行环境振动监测，布点于敏感建筑物楼前 0.5m 处。

6.3.2.2 监测频率

监测 1 天，昼、夜各监测一次。昼间监测时段：6：00~22：00；夜间监测时段：22：00-23：45。每次监测 5 对列车，取 10 次读数的算术平均值；夜间如不能满足 5 对列车要求，则按实际运营监测 1 小时。接近轨最大影响进行平均，如远、近轨影响接近，难以判断，则按所有列车进行平均。

6.3.2.3 监测因子及方法

测量量为城市区域铅垂向 Z 振级最大值。

测量方法参照《城市区域环境振动测量方法》(GB/T10071-1988) 中 4.2.5 测量铁路振动（参考城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准（JGJT 170-2009），测量车次取 5 对车次），读取每次列车通过最大值的平均值，测量数据为 VLZ_{max}。

6.3.2.4 监测结果

现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程环保验收环境振动监测结果见下表。

表6.3-10 长沙市轨道交通5号线一期工程验收振动监测结果

序号	站点名称	监测点名称	与工程相对位置关系 (m)			测点编号	监测时段	监测值 (dB)	评价标准 (dB)	达标情况	减振措施	主要振源	振动类型
			方位	水平距离	相对高差								
1	毛竹塘站 ~板塘冲站	天宸府	左侧	36	18	V1-1	昼间	68.2	85	达标	—	五号线/万家丽路	冲击
							夜间	67.7	75	达标			
2		恒大城	右侧	22	22.65	V2-1	昼间	67.7	85	达标	—	五号线/万家丽路	冲击
							夜间	68.1	75	达标			
3		永济医院	左侧	48	28.3	V3-1	昼间	67.8	80	达标	—	五号线/万家丽路	冲击
							夜间	67.6	70	达标			
4		天际藏玉	右侧	25.3	22.9	V4-1	昼间	67.9	85	达标	—	五号线/万家丽路	冲击
							夜间	68.3	75	达标			
5		世纪桃花苑	左侧	65.15	22.6	V5-1	昼间	67.8	85	达标	—	五号线/万家丽路	冲击
							夜间	68.1	75	达标			
6		桃花古潭小区	右侧	19.89	20.3	V6-1	昼间	67.5	85	达标	—	五号线/万家丽路	冲击
							夜间	67.9	75	达标			
7		翡翠云天	右侧	60	19.5	V7-1	昼间	67.7	85	达标	—	五号线/万家丽路	冲击
							夜间	67.4	75	达标			
8		高桥水暖建材城	右侧	14.0	16.16	V8-1	昼间	65.7	85	达标	钢弹簧浮置板道床	五号线/万家丽路	冲击
							夜间	65.3	75	达标			
9		雨花区蓓蕾小	右侧	0	17.13	V9-1	昼间	67.0	80	达标	GJ-III 扣件	五号线/万	冲击

序号	站点名称	监测点名称	与工程相对位置关系 (m)			测点编号	监测时段	监测值 (dB)	评价标准 (dB)	达标情况	减振措施	主要振源	振动类型
			方位	水平距离	相对高差								
		学										家丽路	
						V9-1	夜间	65.9	70	达标	GJ-III 扣件	五号线/万家丽路	冲击
10		华樟名府小区	右侧	12.6	21.1	V10-1	昼间	67.2	85	达标	钢弹簧浮置板道床	五号线/万家丽路	冲击
							夜间	66.0	75	达标			
11		旺旺医院	右侧	18.8	19.7	V11-1	昼间	63.6	80	达标	钢弹簧浮置板道床	五号线/万家丽路	冲击
							夜间	64.9	70	达标			
12		新合小区（汽配城）	右侧	6.4	21.5	V12-1	昼间	66.9	85	达标	减震器扣件长枕	五号线/万家丽路	冲击
							夜间	66.1	75	达标			
13		月湖兰庭	右侧	0	18.0	V13-1	昼间	67.3	85	达标	减震器扣件长枕+弹簧浮置短枕	五号线/万家丽路	冲击
							夜间	66.4	75	达标			
14		湘雅博爱康复医院	左侧	28	26.5	V14-1	昼间	63.7	80	达标	弹簧浮置短枕	五号线/万家丽路	冲击
							夜间	64.1	70	达标			
15		湖南机电职业技术学院	右侧	12.2	20	V15-1	昼间	67.3	80	达标	钢弹簧浮置板道床	五号线/万家丽路	冲击
							夜间	66.3	70	达标			

6.3.2.5 敏感点振动水平类比预测

本工程为长沙市轨道交通地铁 5 号线一期工程的延长线工程，与长沙市轨道交通 5 号线一期工程相比经过地段岩性相近，振动距离衰减具有较好的类比性，因此评价直接利用此次对既有线路振动监测中建筑结构类似、空间相对位置类似或者更加不利的测点数据。对于已经采取了减振措施的敏感点，按照中等减振 5dB、高等减振 8dB、特殊减振 10dB 的减振效果修正监测值。

经类比预测：本工程正线振动类比贡献值为 67.4~77.3dB，环境敏感点共 37 个，其中 24 个达标，13 个超标，超标值为 0.9~9.4dB，7 个超标 3dB 以下，5 个超标 3~8dB，1 个超标 8dB 以上。

6.3.2.6 模型预测与类比预测结果比较

模型预测与类比预测结果比较，振动预测贡献最大值由 77.2dB 增加为 77.3dB，最大超标量由 9.3dB 增加为 9.4dB，超标敏感点由 12 个增加为 13 个，两种方法预测结果基本吻合，由于类比预测均采用了更加不利的类比点，各项预测值略有偏高，更加保守，更有利于减缓振动环境影响。

表6.3-11 振动环境影响类比选择及预测结果表-左线

序号	预测点 编号	保护目标名称	线路形 式	相对距离 m		列车 速度	类比点 编号	敏感点名称	敏感点概况	与工程相对位置关系（m）			实际措施情况	措施修正	实测值 （VLZmax）		措施修正后 （VLZmax）		类比预测结果	
				左	垂直					方位	水平距离	相对高差			昼	夜	昼	夜	昼	夜
1	V01	王家巷居民点	地下线	0	16.3	75.01	V13-1	月湖兰庭	住宅	右侧	0	18.0	减震器扣件长枕+ 弹簧浮置短枕	10	67.3	66.4	77.3	76.4	77.3	76.4
2	V02	天悦和苑二期小区	地下线	7	25	75.01	V12-1	新合小区（汽配城）	商住楼	右侧	6.4	21.5	减震器扣件长枕	5	66.9	66.1	71.9	71.1	71.9	71.1
3	V03	德盛欢乐广场	地下线	36	15.5	75.18	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
4	V04	中海嘉园小区	地下线	52	15.7	75.18	V3-1	永济医院	医院	左侧	48	28.3	无措施	0	67.8	67.6	67.8	67.6	67.8	67.6
5	V05	中南林业科技大学 碳循环研究中心 （规划）	地下线	22	17.7	75.18	V2-1	恒大城	右侧	右侧	22	22.65	无措施	0	67.7	68.1	67.7	68.1	67.7	68.1
6	V06	天心区税务局先锋 税务所	地下线	44	21.2	75.18	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
7	V07	中信新城-翰林街	地下线	47	21.8	75.18	V3-1	永济医院	医院	左侧	48	28.3	无措施	0	67.8	67.6	67.8	67.6	67.8	67.6
8	V08	中信凯旋城	地下线	46	21.3	75.18	V3-1	永济医院	医院	左侧	48	28.3	无措施	0	67.8	67.6	67.8	67.6	67.8	67.6
9	V09	中信文化广场	地下线	33	26	75.18	V14-1	湘雅博爱康复医院	医院	左侧	28	26.5	弹簧浮置短枕	5	63.7	64.1	68.7	69.1	68.7	69.1
10	V10	规划商住地块 01	地下线	0	28.4	75.18	V13-1	月湖兰庭	住宅	右侧	0	18.0	减震器扣件长枕+ 弹簧浮置短枕	10	67.3	66.4	77.3	76.4	77.3	76.4
11	V11	先锋新宇南区	地下线	0	28.4	70.04	V13-1	月湖兰庭	住宅	右侧	0	18.0	减震器扣件长枕+ 弹簧浮置短枕	10	67.3	66.4	77.3	76.4	77.3	76.4
12	V12	友阿奥特莱斯	地下线	0	25.3	70.04	V13-1	月湖兰庭	住宅	右侧	0	18.0	减震器扣件长枕+ 弹簧浮置短枕	10	67.3	66.4	77.3	76.4	77.3	76.4
13	V13	湘雅医院天心院区 （在建）	地下线	3	27.6	75.02	V12-1	新合小区（汽配城）	商住楼	右侧	6.4	21.5	减震器扣件长枕	5	66.9	66.1	71.9	71.1	71.9	71.1
14	V14	中海湘庭名城	地下线	21	25.6	75.02	V6-1	桃花古潭小区	住宅	右侧	19.89	20.3	无措施	0	67.5	67.9	67.5	67.9	67.5	67.9
15	V15	先锋街道先锋经济 合作社	地下线	49	25.1	75.02	V3-1	永济医院	医院	左侧	48	28.3	无措施	0	67.8	67.6	67.8	67.6	67.8	67.6
16	V16	长沙市基督教城南 教堂	地下线	42	25.4	75.02	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
17	V17	味食在生态特色餐 厅	地下线	36	27.8	75.02	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
18	V18	远航健康城（商业 办公区）	地下线	42	27.8	75.02	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
19	V19	湘煌建筑商业楼	地下线	32	26.2	75.02	V14-1	湘雅博爱康复医院	医院	左侧	28	26.5	弹簧浮置短枕	5	63.7	64.1	68.7	69.1	68.7	69.1
20	V20	湖南理工大学医院	地下线	43	26.6	75.02	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
21	V21	金汇园小区	地下线	38	28.1	75.02	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
22	V22	汇金·芙蓉里购物中 心	地下线	36	23.9	75.07	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
23	V23	嘉华城小区	地下线	36	21.1	75.07	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
24	V24	汇金城二期	地下线	20	19.4	75.07	V6-1	桃花古潭小区	住宅	右侧	19.89	20.3	无措施	0	67.5	67.9	67.5	67.9	67.5	67.9
25	V25	古樟树社区公共服 务中心	地下线	26	18.7	75.07	V4-1	天际藏玉	住宅	右侧	25.3	22.9	无措施	0	67.9	68.3	67.9	68.3	67.9	68.3
26	V26	长沙屿	地下线	67	18.4	75.07	V5-1	世纪桃花苑	住宅	左侧	65.15	22.6	无措施	0	67.8	68.1	67.8	68.1	67.8	68.1
27	V27	汇金城三期	地下线	30	14.1	75.07	V14-1	湘雅博爱康复医院	医院	左侧	28	26.5	弹簧浮置短枕	5	63.7	64.1	68.7	69.1	68.7	69.1

28	V28	长沙国际研创中心	地下线	50	16.3	75.07	V3-1	永济医院	医院	左侧	48	28.3	无措施	0	67.8	67.6	67.8	67.6	67.8	67.6
29	V29	乐沃居智慧谷	地下线	42	24	75.1	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
30	V30	长沙国际企业中心	地下线	31	29.7	75.1	V14-1	湘雅博爱康复医院	医院	左侧	28	26.5	弹簧浮置短枕	5	63.7	64.1	68.7	69.1	68.7	69.1
31	V31	君相遇环保公寓	地下线	48	31.9	75.1	V3-1	永济医院	医院	左侧	48	28.3	无措施	0	67.8	67.6	67.8	67.6	67.8	67.6
32	V32	绿地新都会小区（在建）	地下线	57	28.8	75.1	V7-1	翡翠云天	住宅	右侧	60	19.5	无措施	0	67.7	67.4	67.7	67.4	67.7	67.4
33	V33	雨花区供水公司城南分公司	地下线	25	16.7	75.1	V4-1	天际藏玉	住宅	右侧	25.3	22.9	无措施	0	67.9	68.3	67.9	68.3	67.9	68.3
34	V34	碧水龙庭小区	地下线	27	26.3	75.1	V4-1	天际藏玉	住宅	右侧	25.3	22.9	无措施	0	67.9	68.3	67.9	68.3	67.9	68.3
35	V35	桃阳安置小区	地下线	22	25.6	75.1	V2-1	恒大城	右侧	右侧	22	22.65	无措施	0	67.7	68.1	67.7	68.1	67.7	68.1
36	V36	桃阳农贸市场	地下线	16	25.6	75.1	V8-1	高桥水暖建材城	商住楼	右侧	14.0	16.16	钢弹簧浮置板道床	8	65.7	65.3	73.7	73.3	73.7	73.3
37	V37	长沙永济医院	地下线	20	25.5	75.1	V6-1	桃花古潭小区	住宅	右侧	19.89	20.3	无措施	0	67.5	67.9	67.5	67.9	67.5	67.9

表6.3-12 振动环境影响类比选择及预测结果表-右线

序号	预测点 编号	保护目标名称	线路形式	相对距离 m		列车速度	类比点 编号	敏感点名称	敏感点概况	与工程相对位置关系（m）			实际措施情况	措施修正	实测值（VLZmax）		措施修正后（VLZmax）		类比预测结果	
				右	垂直					方位	水平距离	相对高差			昼	夜	昼	夜	昼	夜
1	V01	王家巷居民点	地下线	0	16.3	75.01	V13-1	月湖兰庭	住宅	右侧	0	18.0	减震器扣件长枕+弹簧浮置短枕	10	67.3	66.4	77.3	76.4	77.3	76.4
2	V02	天悦和苑二期小区	地下线	3	25	75.01	V12-1	新合小区（汽配城）	商住楼	右侧	6.4	21.5	减震器扣件长枕	5	66.9	66.1	71.9	71.1	71.9	71.1
3	V03	德盛欢乐广场	地下线	55	15.5	75.18	V7-1	翡翠云天	住宅	右侧	60	19.5	无措施	0	67.7	67.4	67.7	67.4	67.7	67.4
4	V04	中海嘉园小区	地下线	38	15.7	75.18	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
5	V05	中南林业科技大学碳循环研究中心（规划）	地下线	36	17.7	75.18	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
6	V06	天心区税务局先锋税务所	地下线	59	21.2	75.18	V7-1	翡翠云天	住宅	右侧	60	19.5	无措施	0	67.7	67.4	67.7	67.4	67.7	67.4
7	V07	中信新城-翰林街	地下线	62	21.8	75.18	V7-1	翡翠云天	住宅	右侧	60	19.5	无措施	0	67.7	67.4	67.7	67.4	67.7	67.4
8	V08	中信凯旋城	地下线	32	21.3	75.18	V14-1	湘雅博爱康复医院	医院	左侧	28	26.5	弹簧浮置短枕	5	63.7	64.1	68.7	69.1	68.7	69.1
9	V09	中信文化广场	地下线	47	26	75.18	V3-1	永济医院	医院	左侧	48	28.3	无措施	0	67.8	67.6	67.8	67.6	67.8	67.6
10	V10	规划商住地块 01	地下线	0	28.4	75.18	V13-1	月湖兰庭	住宅	右侧	0	18.0	减震器扣件长枕+弹簧浮置短枕	10	67.3	66.4	77.3	76.4	77.3	76.4
11	V11	先锋新宇南区	地下线	0	28.4	70.04	V13-1	月湖兰庭	住宅	右侧	0	18.0	减震器扣件长枕+弹簧浮置短枕	10	67.3	66.4	77.3	76.4	77.3	76.4
12	V12	友阿奥特莱斯	地下线	0	25.3	70.04	V13-1	月湖兰庭	住宅	右侧	0	18.0	减震器扣件长枕+弹簧浮置短枕	10	67.3	66.4	77.3	76.4	77.3	76.4
13	V13	湘雅医院天心院区（在建）	地下线	18	27.6	75.02	V11-1	旺旺医院	医院	右侧	18.8	19.7	钢弹簧浮置板道床	8	63.6	64.9	71.6	72.9	71.6	72.9
14	V14	中海湘庭名城	地下线	7	25.6	75.02	V12-1	新合小区（汽配城）	商住楼	右侧	6.4	21.5	减震器扣件长枕	5	66.9	66.1	71.9	71.1	71.9	71.1
15	V15	先锋街道先锋经济合作社	地下线	63	25.1	75.02	V7-1	翡翠云天	住宅	右侧	60	19.5	无措施	0	67.7	67.4	67.7	67.4	67.7	67.4
16	V16	长沙市基督教城南教堂	地下线	59	25.4	75.02	V7-1	翡翠云天	住宅	右侧	60	19.5	无措施	0	67.7	67.4	67.7	67.4	67.7	67.4
17	V17	味食在生态特色餐	地下线	50	27.8	75.02	V3-1	永济医院	医院	左侧	48	28.3	无措施	0	67.8	67.6	67.8	67.6	67.8	67.6

		厅																		
18	V18	远航健康城（商业办公区）	地下线	28	27.8	75.02	V14-1	湘雅博爱康复医院	医院	左侧	28	26.5	弹簧浮置短枕	5	63.7	64.1	68.7	69.1	68.7	69.1
19	V19	湘煌建筑商业楼	地下线	18	26.2	75.02	V11-1	旺旺医院	医院	右侧	18.8	19.7	钢弹簧浮置板道床	8	63.6	64.9	71.6	72.9	71.6	72.9
20	V20	湖南理工大学医院	地下线	26	26.6	75.02	V4-1	天际藏玉	住宅	右侧	25.3	22.9	无措施	0	67.9	68.3	67.9	68.3	67.9	68.3
21	V21	金汇园小区	地下线	55	28.1	75.02	V3-1	永济医院	医院	左侧	48	28.3	无措施	0	67.8	67.6	67.8	67.6	67.8	67.6
22	V22	汇金·芙蓉里购物中心	地下线	53	23.9	75.07	V3-1	永济医院	医院	左侧	48	28.3	无措施	0	67.8	67.6	67.8	67.6	67.8	67.6
23	V23	嘉华城小区	地下线	52	21.1	75.07	V3-1	永济医院	医院	左侧	48	28.3	无措施	0	67.8	67.6	67.8	67.6	67.8	67.6
24	V24	汇金城二期	地下线	37	19.4	75.07	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
25	V25	古樟树社区公共服务中心	地下线	43	18.7	75.07	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
26	V26	长沙屿	地下线	47	18.4	75.07	V3-1	永济医院	医院	左侧	48	28.3	无措施	0	67.8	67.6	67.8	67.6	67.8	67.6
27	V27	汇金城三期	地下线	44	14.1	75.07	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
28	V28	长沙国际研创中心	地下线	36	16.3	75.07	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
29	V29	乐沃居智慧谷	地下线	56	24	75.1	V3-1	永济医院	医院	左侧	48	28.3	无措施	0	67.8	67.6	67.8	67.6	67.8	67.6
30	V30	长沙国际企业中心	地下线	45	29.7	75.1	V3-1	永济医院	医院	左侧	48	28.3	无措施	0	67.8	67.6	67.8	67.6	67.8	67.6
31	V31	君相遇环保公寓	地下线	34	31.9	75.1	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
32	V32	绿地新都会小区（在建）	地下线	33	28.8	75.1	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
33	V33	雨花区供水公司城南分公司	地下线	39	16.7	75.1	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
34	V34	碧水龙庭小区	地下线	41	26.3	75.1	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
35	V35	桃阳安置小区	地下线	36	25.6	75.1	V1-1	天宸府	住宅	左侧	36	18.0	无措施	0	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
36	V36	桃阳农贸市场	地下线	30	25.6	75.1	V14-1	湘雅博爱康复医院	医院	左侧	28	26.5	弹簧浮置短枕	5	63.7	64.1	68.7	69.1	68.7	69.1
37	V37	长沙永济医院	地下线	34	25.5	75.1	V14-1	湘雅博爱康复医院	医院	左侧	28	26.5	弹簧浮置短枕	5	63.7	64.1	68.7	69.1	68.7	69.1

表6.3-13 振动环境影响类比预测结果汇总表

序号	预测点编号	保护目标名称	线路形式	相对距离/m			现状值		左线预测值		右线预测值		标准值		左线超标量		右线超标量		超标原因
				左	右	垂直	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	V01	王家巷居民点	地下线	0	0	16.3	54.05	44.09	77.3	76.4	77.3	76.4	70	67	7.3	9.4	7.3	9.4	线路下穿
2	V02	天悦和苑二期小区	地下线	7	3	25	57.59	43.69	71.9	71.1	71.9	71.1	70	67	1.9	4.1	1.9	4.1	距离较近
3	V03	德盛欢乐广场	地下线	36	55	15.5	55.64	42.09	68.2	68.2	67.7	67.4	75	72	/	/	/	/	/
4	V04	中海嘉园小区	地下线	52	38	15.7	56.73	40.02	67.8	67.6	68.2	68.2	75	72	/	/	/	/	/
5	V05	中南林业科技大学碳循环研究中心（规划）	地下线	22	36	17.7	55.64	42.09	67.7	68.1	68.2	68.2	75	72	/	/	/	/	/
6	V06	天心区税务局先锋税务所	地下线	44	59	21.2	63.89	38.04	68.2	68.2	67.7	67.4	70	67	/	1.2	/	0.1	距离较近
7	V07	中信新城-翰林街	地下线	47	62	21.8	63.89	38.04	67.8	67.6	67.7	67.4	75	72	/	/	/	/	/
8	V08	中信凯旋城	地下线	46	32	21.3	63.89	38.04	67.8	67.6	68.7	69.1	75	72	/	/	/	/	/

9	V09	中信文化广场	地下线	33	47	26	56.21	37.61	68.7	69.1	67.8	67.6	75	72	/	/	/	/	/
10	V10	规划商住地块 01	地下线	0	0	28.4	56.21	37.61	77.3	76.4	77.3	76.4	75	72	2.3	4.4	2.3	4.4	线路下穿
11	V11	先锋新宇南区	地下线	0	0	28.4	59.88	36.60	77.3	76.4	77.3	76.4	75	72	2.3	4.4	2.3	4.4	下路下穿
12	V12	友阿奥特莱斯	地下线	0	0	25.3	56.05	36.71	77.3	76.4	77.3	76.4	75	72	2.3	4.4	2.3	4.4	线路下穿
13	V13	湘雅医院天心院区（在建）	地下线	3	18	27.6	55.64	36.83	71.9	71.1	71.6	72.9	70	67	1.9	4.1	1.6	5.9	距离较近
14	V14	中海湘庭名城	地下线	21	7	25.6	55.64	36.83	67.5	67.9	71.9	71.1	75	72	/	/	/	/	/
15	V15	先锋街道先锋经济合作社	地下线	49	63	25.1	53.64	35.79	67.8	67.6	67.7	67.4	70	67	/	0.6	/	0.4	距离较近
16	V16	长沙市基督教城南教堂	地下线	42	59	25.4	53.64	35.79	68.2	68.2	67.7	67.4	70	67	/	1.2	/	0.4	距离较近
17	V17	味食在生态特色餐厅	地下线	36	50	27.8	53.64	35.79	68.2	68.2	67.8	67.6	75	72	/	/	/	/	/
18	V18	远航健康城（商业办公区）	地下线	42	28	27.8	53.64	35.79	68.2	68.2	68.7	69.1	75	72	/	/	/	/	/
19	V19	湘煌建筑商业楼	地下线	32	18	26.2	58.06	36.09	68.7	69.1	71.6	72.9	75	72	/	/	/	0.9	距离较近
20	V20	湖南理工大学医院	地下线	43	26	26.6	58.06	36.09	68.2	68.2	67.9	68.3	70	67	/	1.2	/	1.3	距离较近
21	V21	金汇园小区	地下线	38	55	28.1	55.39	46.37	68.2	68.2	67.8	67.6	75	72	/	/	/	/	/
22	V22	汇金·芙蓉里购物中心	地下线	36	53	23.9	55.39	46.37	68.2	68.2	67.8	67.6	75	72	/	/	/	/	/
23	V23	嘉华城小区	地下线	36	52	21.1	56.15	44.50	68.2	68.2	67.8	67.6	75	72	/	/	/	/	/
24	V24	汇金城二期	地下线	20	37	19.4	54.68	43.57	67.5	67.9	68.2	68.2	75	72	/	/	/	/	/
25	V25	古樟树社区公共服务中心	地下线	26	43	18.7	54.68	43.57	67.9	68.3	68.2	68.2	70	67	/	1.3	/	1.2	距离较近
26	V26	长沙屿	地下线	67	47	18.4	54.68	43.57	67.8	68.1	67.8	67.6	75	72	/	/	/	/	/
27	V27	汇金城三期	地下线	30	44	14.1	54.68	43.57	68.7	69.1	68.2	68.2	75	72	/	/	/	/	/
28	V28	长沙国际研创中心	地下线	50	36	16.3	56.06	42.63	67.8	67.6	68.2	68.2	75	72	/	/	/	/	/
29	V29	乐沃居智慧谷	地下线	42	56	24	54.04	41.37	68.2	68.2	67.8	67.6	75	72	/	/	/	/	/
30	V30	长沙国际企业中心	地下线	31	45	29.7	54.04	41.37	68.7	69.1	67.8	67.6	75	72	/	/	/	/	/
31	V31	君相遇环保公寓	地下线	48	34	31.9	55.43	39.82	67.8	67.6	68.2	68.2	75	72	/	/	/	/	/
32	V32	绿地新都会小区（在建）	地下线	57	33	28.8	55.43	39.82	67.7	67.4	68.2	68.2	75	72	/	/	/	/	/
33	V33	雨花区供水公司城南分公司	地下线	25	39	16.7	55.40	37.02	67.9	68.3	68.2	68.2	75	72	/	/	/	/	/
34	V34	碧水龙庭小区	地下线	27	41	26.3	55.40	37.02	67.9	68.3	68.2	68.2	75	72	/	/	/	/	/
35	V35	桃阳安置小区	地下线	22	36	25.6	55.20	36.76	67.7	68.1	68.2	68.2	75	72	/	/	/	/	/
36	V36	桃阳农贸市场	地下线	16	30	25.6	55.20	36.76	73.7	73.3	68.7	69.1	75	72	/	/	/	/	/
37	V37	长沙永济医院	地下线	20	34	25.5	52.30	36.64	67.5	67.9	68.7	69.1	70	67	/	0.9	/	2.1	距离较近

6.3.3 建筑物内二次结构噪声影响预测

6.3.3.1 预测方法

地铁列车在运行过程中产生振动，通过轨道、隧道和土壤传递到上方建筑物基础，由建筑物基础振动而引起房屋地面、墙体、梁柱、门窗及室内家具等振动使建筑物内产生可听声，地铁振动二次结构噪声频率范围一般在 20~200Hz，峰值一般出现在 50~80Hz，声级为 35~45dB(A)。

本次评价采用《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2018）中的列车通过时段二次结构噪声预测模型进行预测，对于混凝土楼板：

$$L_{p,i}=L_{Vmid,i}-22$$

式中： $L_{p,i}$ —单列车通过时段的建筑物室内空间最大 1/3 倍频程声级（16-200Hz），dB(A)；

$L_{Vmid,i}$ —单列车通过时段的建筑物室内楼板中央垂向 1/3 倍频程振动速度级（16~200Hz），参考振动速度基准值为 1×10^{-9} m/s，dB；

i —第 i 个 1/3 倍频程， $i=1\sim 12$ 。

单列车通过时段的建筑物室内空间最大等效连续 A 声级 $L_{Aeq, Tp}$ （16~200Hz）按下式计算：

$$L_{Aeq, Tp} = 10 \lg \sum_i^n 10^{0.1(L_{p,i} + C_{f,i})}$$

式中： $L_{Aeq, Tp}$ —单列车通过时段的建筑物室内空间最大等效连续 A 声级（16-200Hz），dB(A)；

$L_{p,i}$ —单列车通过时段的建筑物室内空间最大 1/3 倍频程声级（16-200Hz），dB(A)；

$C_{f,i}$ —第 i 个频带的 A 计权修正值，dB；

i —第 i 个 1/3 倍频程， $i=1\sim 12$ ；

n —1/3 倍频程带数。

本工程二次结构噪声敏感点建筑结构主要混凝土楼板，高度 2.8m 左右、混响时间 0.8s 左右的一般装修的房间（面积约为 10~12m² 左右）。

6.3.3.2 预测结果

同振动环境影响预测，本次评价选取各敏感点与左线、右线距离分别进行预测。沿线评价范围内敏感建筑物内二次辐射噪声预测情况见下表。

表6.3-14 敏感点二次辐射噪声预测结果表

序号	保护目标名称	线路形式	相对距离			预测编号	预测速度	预测值/dBA		标准值/dB(A)		超标量/dB(A)		超标原因
			左	右	埋深			左线	右线	昼间	夜间	左线	右线	
1	王家巷居民点	地下线	0	0	16.3	V01	75.01	45	45	41	38	7.0	7.0	线路下穿
2	天悦和苑二期小区	地下线	7	3	25	V02	75.01	39	43	41	38	1.0	5.0	距离较近
3	德盛欢乐广场	地下线	36	55	15.5	V03	75.18	36	32	45	42	/	/	/
4	中海嘉园小区	地下线	52	38	15.7	V04	75.18	36	32	45	42	/	/	/
5	中南林业科技大学碳循环研究中心（规划）	地下线	22	36	17.7	V05	75.18	39	36	45	42	/	/	/
6	天心区税务局先锋税务所	地下线	44	59	21.2	V06	75.18	35	32	41	38	/	/	/
7	中信新城-翰林街	地下线	47	62	21.8	V07	75.18	35	31	45	42	/	/	/
8	中信凯旋城	地下线	46	32	21.3	V08	75.18	35	37	45	42	/	/	/
9	中信文化广场	地下线	33	47	26	V09	75.18	36	34	45	42	/	/	/
10	规划商住地块 01	地下线	0	0	28.4	V10	75.18	44	44	45	42	2.0	2.0	线路下穿
11	先锋新宇南区	地下线	0	0	28.4	V11	70.04	44	44	45	42	2.0	2.0	线路下穿
12	友阿奥特莱斯	地下线	0	0	25.3	V12	70.04	44	44	45	42	2.0	2.0	线路下穿
13	湘雅医院天心院区（在建）	地下线	3	18	27.6	V13	75.02	43	38	41	38	2.0	/	距离较近
14	中海湘庭名城	地下线	21	7	25.6	V14	75.02	38	39	45	42	/	/	/
15	先锋街道先锋经济合作社	地下线	49	63	25.1	V15	75.02	33	30	41	38	/	/	/
16	长沙市基督教城南教堂	地下线	42	59	25.4	V16	75.02	34	31	41	38	/	/	/
17	味食在生态特色餐厅	地下线	36	50	27.8	V17	75.02	34	32	45	42	/	/	/
18	远航健康城（商业办公区）	地下线	42	28	27.8	V18	75.02	33	36	45	42	/	/	/
19	湘煌建筑商业楼	地下线	32	18	26.2	V19	75.02	36	38	45	42	/	/	/
20	湖南理工大学医院	地下线	43	26	26.6	V20	75.02	34	37	41	38	/	/	/

21	金汇园小区	地下线	38	55	28.1	V21	75.02	34	31	45	42	/	/	/
22	汇金·芙蓉里购物中心	地下线	36	53	23.9	V22	75.07	35	32	45	42	/	/	/
23	嘉华城小区	地下线	36	52	21.1	V23	75.07	35	32	45	42	/	/	/
24	汇金城二期	地下线	20	37	19.4	V24	75.07	38	37	45	42	/	/	/
25	古樟树社区公共服务中心	地下线	26	43	18.7	V25	75.07	38	35	41	38	/	/	/
26	长沙屿	地下线	67	47	18.4	V26	75.07	33	35	45	42	/	/	/
27	汇金城三期	地下线	30	44	14.1	V27	75.07	38	35	45	42	/	/	/
28	长沙国际研创中心	地下线	50	36	16.3	V28	75.07	33	36	45	42	/	/	/
29	乐沃居智慧谷	地下线	42	56	24	V29	75.1	34	32	45	42	/	/	/
30	长沙国际企业中心	地下线	31	45	29.7	V30	75.1	35	34	45	42	/	/	/
31	君相遇环保公寓	地下线	48	34	31.9	V31	75.1	33	34	45	42	/	/	/
32	绿地新都会小区（在建）	地下线	57	33	28.8	V32	75.1	31	36	45	42	/	/	/
33	雨花区供水公司城南分公司	地下线	25	39	16.7	V34	75.1	39	37	45	42	/	/	/
34	碧水龙庭小区	地下线	27	41	26.3	V35	75.1	36	34	45	42	/	/	/
35	桃阳安置小区	地下线	22	36	25.6	V36	75.1	37	35	45	42	/	/	/
36	桃阳农贸市场	地下线	16	30	25.6	V37	75.1	38	36	45	42	/	/	/
37	长沙永济医院	地下线	20	34	25.5	V38	75.1	37	35	41	38	/	/	/

本工程地下段距线路中心线二次结构噪声评价范围内共有 37 处敏感点。根据上表预测结果可知，本工程建成后，本工程左线沿线的 6 处敏感点室内二次结构噪声预测结果超标，超标量为 1.0dB~7.0dB；本工程右线沿线的 5 处敏感点室内二次结构噪声预测结果超标，超标量为 1.0dB~7.0dB。根据分析，主要超标原因为线路下穿敏感点建筑或距离敏感点建筑较近。

6.4 地表水环境影响预测与评价

6.4.1 本工程线路所在区域市政排水设施现状及规划

本工程共设 7 座地下车站，分别位于天心区与雨花区。根据调查，其中大托铺站、牛角塘站、中信广场站、湘雅医院（天心院区）站共 6 座车站位于暮云污水处理厂纳污范围，长沙理工大学站、金海路站、省公共交易中心站共 3 座车站位于雨花污水处理厂纳污范围。

暮云污水处理厂与雨花污水处理厂概况及排水规划情况如下。

（1）暮云污水处理厂

暮云污水处理厂位于长沙市东南部南托街道滨州新村，远期总设计规模为 28.5 万吨/日，现有处理规模为 8.0 万吨/日，占地面积 99 亩，可解决南托街道及周边等 103.94km²纳污范围的污水收集、治理。

暮云污水处理厂一期项目于 2015 年 4 月 14 日实现通水试运行，2015 年 7 月 1 日正式开始商业试运行，采用 A/O 生物脱氮除磷处理工艺+高效沉淀+转盘滤池+氯气消毒工艺，出水水质达《城镇污水处理污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。后经过提标改造，污水处理规模仍为 8 万吨/日，采用 A²/O-MBR 处理工艺，污水自进水提升进入，途径粗格栅—提升泵房—细格栅—膜格栅，再经过生化池—MBR 膜池—接触池后完成处理工序，出水达到地表水标 IV 类标准，尾水排入港子河。剩余污泥脱水处理后外运至城市垃圾填埋中心集中卫生处置。

本工程与暮云污水处理厂纳污范围图位置关系见下图。



图 6.4-1 本工程与暮云污水处理厂纳污范围及排水规划位置关系图

(2) 雨花污水处理厂

雨花污水处理厂位于长沙市雨花经济开发区 54 号南地块，东向和西向紧邻沪昆高铁和武广高铁。纳污范围总面积约为 18.04km²，主要为长沙雨花经济开发区及周边片区。

雨花污水处理厂按总规模 $Q=18\times10^4\text{m}^3/\text{d}$ 进行总体布局，分三期建设，一期工程处理规模为 6 万 m^3/d ，于 2015 年投入运行，采用“预处理+改良 A2/O 同步脱氮除磷+高密度沉淀池+均质科滤池+紫外消毒”工艺，尾水排入圭塘河，执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级 A 排放标准。

(2) 沿线市政污水管网

根据调查及长沙市住房和城乡建设局回函确认，项目主要沿规划强体路、天心大道、环保大道及万家丽路敷设，沿线除大托铺站位于原大托机场范围内，未敷设污水管网外，其余各站所在区域均有成熟的市政污水管网。具体见下表。

表 6.4-1 沿线市政污水管网情况统计表

序号	车站名称	现状市政污水管网情况
1	大托铺站	无现状污水管网
2	牛角塘站	东侧 DN600 污水管，西侧 DN800 污水管

3	中信广场站	东侧 DN500 污水管，西侧 DN500 污水管
4	湘雅医院（天心院区）站	南侧 DN600 污水管，北侧 DN1500 污水管
5	长沙理工大学站	南侧 DN600 污水管，北侧 DN1500 污水管
6	金海路站	南侧 DN600 污水管，北侧 DN1500 污水管
7	省公共交易中心站	东侧 DN600 污水管，西侧 DN800 污水管

（4）小结

根据本工程污水处理系统分布状况的空间关系，本工程沿线车站分别位于暮云污水处理厂与雨花污水处理厂服务范围内，除大托铺站位于原大托机场范围内，未敷设污水管网，需要建设单位铺设临时排污管网外，其余各站所在区域均有成熟的市政污水管网；工程投运后，随着沿线周边的开发利用程度提高，污水管网会进一步敷设完善。综上所述，本工程运营期污水均有条件排入市政污水管网进入城市污水处理厂进行集中处理。

6.4.2 沿线车站废水排放环境影响评价

根据前文工程分析，运营期沿线车站和主变电所废水主要为生活污水，每座车站污水排放量 10m³/d 左右，沿线 7 座车站生活污水排放总量为 70m³/d。

各车站产生的生活污水中主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮以及动植物油，按照一般生活污水类比监测结果，其平均水质为 COD_{Cr} 300mg/L，BOD₅ 90mg/L，总磷 4mg/L，氨氮 25mg/L，SS 70mg/L，经收集预处理后，通过沿线城市污水处理管网分别进入暮云污水处理厂与雨花污水处理厂进一步处理达标排放。

综上所述，本工程运营期生活污水均可纳入既有污水管网集中处理，对地表水环境影响小。

6.4.3 城市污水处理厂依托可行性分析

（1）接管可行性

根据前文分析，本工程沿线车站分别位于暮云污水处理厂与雨花污水处理厂服务范围内，除大托铺站位于原大托机场范围内，未敷设污水管网，需要建设单位铺设临时排污管网外，其余各站所在区域均有成熟的市政污水管网；工程投运后，随着沿线周边的开发利用程度提高，污水管网会进一步敷设完善，本工程运营期污水均有条件排入市政污水管网进入城市污水处理厂进行集中处理。

（2）处理规模可靠性

①暮云污水处理厂

暮云污水处理厂现状总处理规模 8.0 万 m^3/d ，目前已接近满负荷运行。本工程沿线位于其纳污范围的 4 个车站生活污水最大排放量为 $40\text{m}^3/\text{d}$ ，约占暮云污水处理厂现状处理规模的 0.05%。废水接管后不会对暮云污水处理厂的运行负荷产生影响，暮云污水处理厂的日处理能力能够满足本工程的接管需求。

②雨花污水处理厂

雨花污水处理厂现状总处理规模约 6.0 万 m^3/d ，目前尚有少量余量，约 $3000\text{m}^3/\text{d}$ 。本工程沿线位于其纳污范围的 3 座车站生活污水最大排放量为 $30\text{m}^3/\text{d}$ ，约占雨花污水处理厂现状剩余处理规模的 1%，占总处理规模的 0.05%。废水接管后不会对雨花污水处理厂的运行负荷产生影响，雨花污水处理厂的日处理能力能够满足本工程的接管需求。

综上所述，从排水量与污水处理厂的处理规模的对比分析，本工程生活污水进入城市污水处理厂处理是可行的。

（3）接管水质可行性

本工程车站所排污水均主要为车站内厕所的粪便污水、工作人员的生活污水，废水污染因子简单，经场内预处理设施处理后可以满足城市污水处理厂设计进水水质标准，故本项目废水接管后不会对污水处理厂的正常运行造成冲击。

暮云污水处理厂与雨花污水处理厂均为城市生活污水集中处理厂，处理工艺能较好去除废水中的污染物，目前均可稳定达标排放。两处处理厂处理规模、处理工艺等均能满足本项目运营期废水处理依托需求，本项目废水可得到妥善处置。

综上所述，项目运营期废水排放对地表水影响较小。

6.5 地下水环境影响预测与评价

根据《环境影响评价技术导则城市轨道交通》（HJ453-2018）8.4 及《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）要求，本期工程不新增建设停车场，运营期对地下水环境基本无影响。

6.6 大气环境影响预测与评价

6.6.1 运营期大气污染源

本期工程不新建停车场，运营期对大气环境影响主要为车站风亭产生的异味。

车站风亭所排气体，因地下车站长期不见阳光，在阴暗潮湿的环境下会滋生霉菌从而散发出霉味；车辆运行时的动力系统会使地下空间环境空气温度升高；车辆运行和乘客的进入会给地下车站带进大量的灰土使其含尘量增高；人群呼出的二氧化碳

气体会使空气中二氧化碳的浓度增高；车辆受电与接触装置间的高压电火花会在空气中激发产生臭氧；人的汗液挥发、地下车站内部装修工程采用的各种复合材料也会散发多种有害气体等等。根据国内既有运营的地铁车站风亭异味调查，霉味正是地下车站风亭排气异味中的主要成分之一，即使在其运营初期也是如此。

6.6.2 地铁风亭排气异味类比调查

本次评价类比长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环保验收的监测数据进行分析。根据《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环保验收调查报告》，现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环保验收调查期间，委托中国检验认证集团湖南有限公司于 2022 年 6 月对沿线 6 处有代表性的车站排风亭异味进行了一期监测，臭气浓度检测结果见表 6.6-1。

表 6.6-1 长沙市轨道交通 5 号线一期工程排风亭臭气浓度监测结果统计表（无量纲）

编号	采样地点	监测项目	测试次序及结果（无量纲）						执行标准 GB14554-1993	达标情况
			1	2	3	4	最大值	风向		
1	恒大雅苑 40 栋	臭气浓度	<10	<10	<10	<10	<10	NE	20	达标
2	城市山水豪园	臭气浓度	<10	<10	<10	<10	<10	NE	20	达标
3	马王堆汽配城（新合小区）	臭气浓度	<10	<10	<10	<10	<10	NE	20	达标
4	浏阳河畔	臭气浓度	<10	<10	<10	<10	<10	NE	20	达标
5	恒大雅苑 6 栋	臭气浓度	<10	<10	<10	<10	<10	NE	20	达标
6	恒大城	臭气浓度	<10	<10	<10	<10	<10	NE	20	达标

根据上表监测结果可知，现有 5 号线一期工程排风亭臭气浓度均小于 10，说明在正常运行工况下各测点臭气浓度均满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中的“恶臭污染物厂界标准值”二级标准限值（20）的要求，排风亭异味对周边环境影响较小。

6.6.3 营期风亭排气异味影响分析

本工程大气环境评价范围为风亭声源周围 30m 内区域，根据类比分析结果，本工程风亭排放异味对周边环境影响小，全线风亭的设置是合理的。

工程建设应采用符合国家环境标准的装修材料，这样既有利于保护人群身体健康，又可减轻运营初期风亭排气异味对周围环境的影响。

此外，本次评价要求风亭周边控制距离不小于 15m，并在风亭周围种植灌木，进一步降低风亭排放异味对周边环境的影响。

6.7 固体废物环境影响分析与评价

6.7.1 固体废物产生及处置情况

本期工程不新建停车场与主变电所，运营期固体废物主要为车站乘客、职工产生的生活垃圾。

根据工程分析，本工程运营期生活垃圾产生总量为 32.85t/a，定点分类收集后转交环卫处置。

6.7.2 环境影响分析

本工程运营期产生的固体废物仅为车站正常运行时乘客、职工产生的生活垃圾，成分简单，经分类收集后交由环卫转运处置。

采取上述措施后，运营期固体废物对环境影响较小。

7 环境风险评价

建设项目环境风险评价是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，对项目建设和运行期间的可预测突发性事件或事故（一般不包括人为破坏及自然灾害）引起的有毒有害、易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，分析可能造成突发性事故的污染源及其影响，并以此为环境管理和生产部门提供决策依据。

7.1 环境风险调查

通过对工程性质、工程量和工程沿线环境敏感性的分析，本工程建设不设置炸药库、油库等设施。工程建设、运行均不会导致大气污染环境风险、水环境污染风险以及以生态系统损害为特征的事故风险。

由于本工程下穿京广铁路、长沙绕城高速等公路铁路干线，现状线路两侧地下管线较复杂，包括国防、通信、煤气、电力、自来水等管网，纵横交错，埋藏深度介于0.5~7m左右。因此，本工程施工期主要环境风险为：施工活动对市政燃气管道、市政污水管网的破坏风险；施工期泥浆废水等施工废水不达标排放对污水处理厂和区域排水管网产生的环境风险；施工涌水风险。

运营期环境风险主要为火灾引发的次生或伴生环境污染事故可能带来环境空气、地下水或地表水污染。

7.2 环境风险潜势初判

7.2.1 危险物质数量与临界量比值（Q）

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录B有关规定：计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在附录B中对应临界量的比值Q。在不同厂区的同一种物质，按其在厂界内的最大存在总量计算。

当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为Q；

当存在多种危险物质时，则按《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录C中的C.1公式计算物质总量与其临界量比值（Q），具体公式如下：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中： q_1, q_2, \dots, q_n —每种危险物质的最大存在总量（t）；

Q_1, Q_2, \dots, Q_n —每种危险物质的临界量（t）。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ ，将 Q 值划分为：（1） $1 \leq Q < 10$ ；（2） $10 \leq Q < 100$ ；（3） $Q \geq 100$ 。

本工程采用电力牵引，不设炸药库、油库等设施；本期工程也不新建停车场与主变电站；本工程环境风险物质主要为施工区的施工车辆、机械油箱柴油等，相对于油类物质临界量 5000t 来说，其含量较少，因此本工程 Q 值小于 1。

按《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附表 C 所述，当危险物质数量与临界值比值 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I。

7.2.2 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）规定，风险评价级别划分根据项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，再根据等级划分表确定评价工作等级。当风险潜势为 I 时，可开展简单分析。

表 7.2-1 本项目评价工作等级划分确定表

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析
本项目评价工作等级	简单分析			

由以上分析可知，本项目环境风险潜势为 I，风险评价工作等级为简单分析。简单分析是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性说明即可。

7.3 施工对市政管道风险分析及防范措施

7.3.1 风险识别

本工程施工期车站等明挖施工或区间隧道盾构施工可能破坏沿线的污水、天然气管线，引发泄漏造成地下水和土壤污染风险。

7.3.2 风险防范措施及应急预案

施工前先探明施工区及周边管线分布情况，依法依规向相关部门提交施工申请和进行施工作业。根据沟通，本工程可研报告和初步设计阶段，对沿线市政管网等分布情况进行了详细调查，可通过调整优化施工方法、加强工程监测等措施，减小风险事故发生几率。

本次评价建议建设单位在施工前召集国内地铁相关行业专家，组成风险控制课题组，对工程施工中的种种复杂情况和风险源进行全面梳理，并制定各项针对性的措施和应急预案。

此外，在施工中如发现管道破损，有不明气体、液体出现，挖掘出废弃物或其他不能辨别的物品时，应立即报告所在地有关部门及时处理，并停止施工，疏散人员、保护现场，严禁随意移动、敲击或进行其他有可能扩大事故的行为。

施工期间发生泄漏、火灾等污染事故时，应按工程和消防应急控制预案处理，并及时报告当地生态环境主管部门。

7.4 施工废水事故排放风险分析及防范措施

7.4.1 风险识别

项目建设过程中，施工废水中一般含有较高浓度的泥浆和沙子等物质，这些高浓度的施工废水在没有处理或处理效果不好的情况下排入市政污水管网有可能会造成市政管道堵塞，导致污水处理厂的污水处理效果降低甚至破坏处理厂的微生物菌群，使污水处理厂瘫痪；污废水收集池渗漏对污染地下水水质产生风险。

7.4.2 风险防范措施及应急预案

针对施工期施工废水含有浓度较高的泥浆和沙子等物质，存在堵塞市政排水管网和导致污水处理厂瘫痪的风险，污废水收集池渗漏对污染地下水水质产生风险。加强施工管理，安排专人负责施工废水和处理设施的管理，使污废水收集池防水防渗漏、使施工废水得到合理的处理后进行排放；如果出现处理效果不佳或未处理的情况，应立即停止施工和停止废水排放，并向污水处理部门和其它主管部门报告，检查处理设施和有关情况，及时进行整改，确保处理设施和处理效果合格后，方可继续施工和排放施工废水。加强对开挖周围地段的地下水观测和地面建筑物的沉降变形观测，可结合施工监理时设置的监测点位设置固定监测点，定期对地面沉降进行观测，及时取得数据，发生较大沉降时，应马上采取措施，停止降水，并启动相应的应急预案，及时处理。

7.5 施工涌水事故排放风险分析及防范措施

7.5.1 风险识别

地铁地下线路往往具有复杂的地质条件和周围环境，区间盾构施工可能通过断层等不良地质条件，若发生施工涌水会对周边环境带来极大的危害。本工程在车站或区间施工期间，有可能引发施工涌水事故，对周边土壤、地表水环境造成污染。

7.5.2 风险防范措施及应急预案

施工涌水发生后，隧道周边岩体由于承压水的作用出现了隆起变形，隆起变形会进一步导致隧道周边建筑物、道路、管线等的变形、沉降、位移等；另外当承压水从

隧道突涌出来，此时如果不能及时有效地进行应急处置，很可能会发生破坏性的事故，给周边道路、管线、建筑物等带来严重的危害和影响。

为防止可能发生的施工涌水环境风险，可采取如下措施：

(1) 地质勘探

工程前期应深化地质勘察工作，探明并准确评价岩石覆盖层高度、岩体风化界面位置、断裂破碎带形状及程度、区域内各层的物理力学性质、渗透系数等。特别是应进一步查清探明存在风化断层的形状和分布情况，摸清风化断层的物理力学性质和渗透性能，并对隧道通过风化断面的工程处理措施进行相应的专题研究，解决施工中可能存在涌水的难点问题，降低施工风险

(2) 施工注浆措施

盾构施工必须将盾尾与衬砌之间的建筑空间及时注浆充填，封堵从隧道后部向前流动的地下水；施工时应根据地质、岩性情况，采用超前预注浆、帷幕注浆等措施加固地层，尽可能地截断水源，防止发生施工涌水。

(3) 应急措施

施工涌水事故发生后，应立即停止隧道开挖施工，采用快速水泥迅速将涌水口部进行封堵。针对涌水部位迅速打设注浆钢管，并对其进行注浆，以改善或加固周围地层。

加强隧道周围降水能力，将地下水位降至开挖面以下。将隧道内积水、涌砂清理干净，并加强观测，防止二次涌水涌砂事故发生。

(4) 其他

当发生施工涌水风险时，施工涌水可排入附近河道、沟渠、水塘等地表水体或雨水管网。施工期应加强监控量测工作。增加监控量测频次，加密布设监控点位，加强对地面、周边建筑物、地下管线、基坑变形等监测。

在抢险过程中安排专人 24 小时轮流值班，对隧道渗漏水情况进行巡视和记录，观察渗漏水变化，及时汇报和处理。

7.6 火灾爆炸次生环境风险分析及应急预案

7.6.1 风险识别

本工程施工或运营期间，有可能引发火灾或爆炸，导致大量燃烧废气、消防废水等产生，对周边大气环境或土壤、地下水环境造成污染。

7.6.2 风险防范措施及应急预案

针对火灾与爆炸次生环境风险，可采取如下措施：

（1）在设计上应充分考虑对紧急事故的可行性，不仅要地下部分提出明确要求，还应充分考虑地上部分外部出口周围空间与相邻商铺等可燃物的间距，在站台、站厅的布置上应充分考虑疏散出口的性能和要求，加强应急照明系统和疏散指示标志的可见度等。

（2）针对火灾风险，地铁管理部门要注意对紧急情况的预防，制订多套紧急预案；加强员工和乘客的消防教育和训练；和消防部门一起组织防火演练；增强地铁站务人员对突发事件的应急处理能力。

（3）建议在风亭外围 4~5m 至人群活动集中区范围之间种乔灌结合的立体防护隔离带，起到阻挡烟流扩散和净化空气的双重作用。

（4）加强管理，及时不定期维护，对工作人员定时培训，增强各类灾害的防范意识，确保地铁营运安全。另外对工作人员进行岗前培训，加强进出口管理，确保意外疏通时井然有序，防止场面混乱。定期对空气环境进行监控，定期对通风设备进行检查，确保地铁安全营运和环境安全。

（5）对工作人员岗前培训，进行事故应急处理模拟演练，增强全员安全生产意识，逐步提高各有关专业和工种的应变能力、协同配合能力和对事故的综合救援能力。避免因工作疏忽而引起的种种意外灾害，提高工作人员的疏散能力，减少事故发生现场的混乱程度，将乘客人员伤亡的数量降到最低。

（6）加强车辆维护及检修工作，提高综合服务水平。建立和完善设备状况计量检测体系，确保设备运作的安全度。对已出现的事故苗头、灾害险情要及时记录，用系统安全工程的方法进行评价，及时制定切实可行的整改措施，把工作落到实处，尽量把事故和灾害消灭在萌芽状态。

（7）应按照《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》编制环境应急预案，并与长沙市人民政府及相关部门、有关单位建立应急联动机制等要求。

7.7 小结

本工程主要环境风险为施工活动对市政燃气管道、市政污水管网的破坏风险；施工期泥浆废水等施工废水不达标排放对污水处理厂和区域排水管网产生的环境风险；施工涌水风险；火灾引发的次生或伴生环境污染事故可能带来环境空气、地下水或地表水污染。

本工程在实施了评价提出的风险防范措施后，环境风险可控。

本工程投入运营后，应根据机构组成与《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》的相关要求，编制项目的突发环境事件应急预案，制定详细的环境风险事故防范措施和事故应急处理处置措施，进一步减小项目发生的环境风险事故概率，减轻由环境风险引起的环境影响。

综合以上分析，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目环境风险评价等级为简单分析，在采取本报告提出的风险防范措施、应急预案并按应急预案要求执行后，本项目环境风险水平在可接受范围内，从环境风险的角度分析，本项目建设可行。

本项目环境风险简单分析见表 6.7-1。

表 7.7-1 本项目环境风险简单分析内容表

建设项目名称	长沙市轨道交通 5 号线延长线工程
建设地点	湖南省长沙市天心区、雨花区
中心地理坐标	/
主要危险物质及分布	施工区的施工车辆、机械油箱柴油等。
环境影响途径及危害后果（大气、地表水、地下水）	<p>①本工程施工期车站等明挖施工或区间隧道盾构施工可能破坏沿线的污水、天然气管线，引发泄漏造成地下水和土壤污染风险。</p> <p>②项目建设过程中，施工废水未处理达标排入市政污水管网有可能导致市政管道堵塞，导致污水处理厂的污水处理效果降低甚至破坏处理厂的微生物菌群，使污水处理厂瘫痪；污废水收集池渗漏对污染地下水水质产生风险。</p> <p>③本工程在车站或区间施工期间，有可能引发施工涌水事故，对周边土壤、地表水环境造成污染。</p> <p>④本工程施工或运营期间，有可能引发火灾或爆炸，导致大量燃烧废气、消防废水等产生，对周边大气环境或土壤、地下水环境造成污染。</p>
风险防范措施要求	<p>施工期：①实行环境风险过程控制；②形成风险应急机制；③加强人员培训和配备环境风险应急物资。</p> <p>运营期：①建立事故可防可控理念；②完善培训考核机制，③发生风险事故，迅速启动相应级别应急预案，根据现场实际情况进行应急处置。</p>
填表说明（列出项目相关信息及评价说明）	根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目环境风险评价等级为简单分析，在采取本报告书提出的风险防范措施与应急预案后，本项目环境风险水平在可接受范围内，从环境风险的角度分析，本项目建设可行。

8 环境保护措施及其可行性论证

8.1 生态环境保护措施

8.1.1 施工期生态环境保护措施

在工程的设计阶段和水土保持方案筹划阶段，应对现场进行实地踏查，对施工驻地、施工场地、预制场、施工便道等临时性辅助设施充分考虑地质地形的限制因素，注重生态保护，在施工进场之前就做到方案最优，为后期施工方进场具体布置提供可操作的建议，施工方进场后对临时占地方案要进行调整的，必须比设计阶段方案更为优化，对生态保护更有利才能调整。施工临时设施在建设过程中，应充分考虑综合利用要求，进行建筑物美化设计，本工程施工期拟采取的生态环境保护措施主要有以下几个方面：

（1）施工场地选址应避让植被良好区域。

（2）施工期要严格控制施工工序，严格划定施工作业范围，合理布置施工场地，采取“永临结合”方式，尽量减少临时占地。施工时设立警示标志，采取围栏、围护等措施，在满足工程施工要求的前提下，限定工程占用与扰动范围，同时对施工人员进行环境保护意识教育，严禁随意扩大施工作业带，防止施工人员和施工机械车辆随意进入生态保护红线范围。

（3）施工过程贯彻水土保持思想，做好施工组织，施工过程中采取设置排水沟、沉砂池、护坡等水土保持临时措施，减少水土流失；

（4）严格规定施工车辆的行驶便道和行驶路线，防止施工车辆在有植被的地段任意行驶而破坏植被资源，并做好保护相邻地带树木绿地等植被。

（5）建设单位和施工单位应加强与沿线的市政相关主管部门衔接，及时确定工程产生土石方的消纳场和渣土的运输线路；并对消纳场做好水土保持，以防雨水冲刷造成水土流失、污染水体、堵塞排水管道。

（6）严格执行城市管理绿化条例，施工过程中应注意保护相邻地带的树木绿地等植被；

（7）对城市绿化，在施工范围内严格按法规执行，临时占用绿地要报批并及时恢复，砍伐或迁移树木要报批，不得随意修剪树木。

（8）保护城市景观，地下车站出入口及风亭设计，尽量从造型、与周围环境的协调

程度以及周边绿化等方面考虑，其设计结构和外观宜保持统一风格。

8.1.2 施工完成后生态恢复措施

工程竣工后，施工临时设施中除部分临时建筑物和临时道路结合评价区规划予以保留和改建外，其他与工程建设无关的临时设施和道路将全面拆除，对施工临时建筑物及废弃杂物及时清理，整治施工开挖裸露面，再塑施工迹地。植物恢复措施采取就地取材，首先种植当地的适生的、乡土植物物种与城市景观常见物种，改善临时占地的环境，然后让其自然恢复。

（1）植被恢复物种选择

本工程项目需植被恢复地区均应全面采取植被恢复措施。针对各类施工迹地恢复和绿化、美化，推荐了一些具有经济价值、美观、速生、固土作用强的植物，为下一步植被恢复方案编制提供参考。

在不同区域植被恢复中，应该采用当地的植物群落演替中的先锋种、优势种且容易收集种子的那些植物物种。以亚热带构建针阔叶林为主要目标，局部地段可以构建灌草丛植被为目标。

选择的主要种类包括：

乔木：选择城区现有常见的樟树、栎树、女贞等；竹类：慈竹、麻竹等灌木：构树、冬青、海桐等；

草本：竹叶草、狗牙根等。

严禁使用一年蓬、喜旱莲子草等外来物种绿化。

（2）植被恢复主要技术过程

①占地区清理

在施工期施工的同时必须对完成利用的占地区采取点状清理的模式，人工清除植被恢复区及其周边的废弃物、垃圾、石等块。林地清理在植被恢复前进行，严格以“边施工、边清理、边恢复”为原则，以提升植被恢复效果及减小工程建设对区域的不利影响。针对部分临时硬化后期不再利用的施工便道，利用完成后需及时破除路面（破除路面产生的弃渣必须统一运至规划的弃渣场内），并对破除硬化后的路面清理废弃物后多次洒水，保证占地区的水分及湿度。

②占地区土壤回填或客土

项目施工期间，对于利用完成的占地区域，应首先将施工前剥离的表土层回填；为保证植被恢复苗木成活率，根据实际情况可对部分区域（特别是施工便道）进行客土。客土土壤要求必须为周边区域内剥离的剩余表层土或评价范围外围附近所取的肥力充足、含沙量低、不板结，无乱石、无植物根茎等杂质的优质土，表土+客土土层厚度原则上应超过50cm。

③整地

对植被恢复区采取穴状（圆形）整地方式，在整地时，挖近似半月形的坑穴，坑穴间呈品字形排列。挖坑整地时先把表土堆放在坑的上方，把生土堆放在坑的下方，按要求不同树种的种植规格挖好坑后，再把熟土回垫入坑内，在坑下沿用生土围成高20~25cm的半环状土埂，在坑的上方左右两角各斜开一道小沟，以便引蓄更多的雨水。

④乔灌植苗

为保证成活率和植被恢复效果，本次植被恢复使用的乔灌木拟采用植苗恢复。乔灌木栽植时，将土团外侧的捆绳剪开除去，不要弄散土团，栽植时将

带土苗木直接放入栽植穴中，在对穴周围进行填土，直到填满后再踩实一次，填好的土要与原根茎痕相平或略高3~5cm。栽植穴面略低于造林地面，以利于树穴蓄水。四周用木棒和草绳进行加固，保持苗木直立。栽植后灌1次透水，等水下渗后用土封盖。

⑤草种撒播

草种撒播，应先对地表进行均匀的土层挖松，根据地块规划撒播花种或草种，播种后应覆0.5cm左右的细土，以确保种子与土壤接触。

⑥施肥

植被恢复实施后要加强补植、施肥、洒水等管理工作。对于本次植被恢复新造幼龄林应施用复合肥料，具有显著的效果。在施肥时间季节的选择上，应选择在春季或是初夏时期，从而有效确保林木快速生长过程中的土壤养分能够得到及时有效地供应。需要注意的是应尽量避开秋季施肥，否则可能会造成林木冻害情况的发生。

（3）植被恢复主要技术要求

①植被恢复时间选择

根据评价区自然条件，植被恢复时间宜在每年3~5月实施，植被恢复工作结束后即迎来了第一个生长季，有利于栽种植株的成活。此外，在施工和营运期应利用宣传标牌等宣

教手段，开展宣传教育工作，并通过积极的日常巡护管理工作加强对植被恢复区的保护管理，确保恢复区植被生长。

②株行距与栽植密度

根据项目区的立地条件，植被恢复乔木层物种选择的樟树、栎树等株行距设置为3×3m，根据立地条件，采用品字形或单行、多行配置；灌木物种构树、冬青、海桐等株行距为0.5×0.5m；草种采用撒播方式，每平方米撒播5g，主要选择物种有白茅、狗牙根、狗尾草、早熟禾等。

③苗木规格选择

根据评价范围内临时占地区立地条件及乔灌层设计初植密度控制，再考虑到选择的本土物种均为单株状（非丛状），建议本次植被恢复采用苗木规格为乔木：胸径4~6cm，高度4~5m；

灌木：地径2~3cm，高度1.2~1.5m；

草种：采用混合撒播，各物种混合比例采用白茅：早熟禾：狗牙根=2:3:5，每平方米撒播5g。

8.2 噪声防治措施

8.2.1 施工期防治对策

（1）落实施工环境监理与环境监测计划

本工程施工期应按照《湖南省环境保护条例》、长沙市噪声污染防治政策等，加强施工管理，编制并实施噪声污染防治方案，并根据环境影响评价意见采取措施控制噪声污染。施工单位需贯彻各项施工管理制度、施工环境监理，确保施工噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），在施工期应定期按监测计划开展监测。施工单位进行工程承包时，应将有关施工噪声控制措施纳入承包内容，并在施工和工程监理过程中设专人负责，以确保控制施工噪声措施得到落实。

（2）合理安排施工作业时间

根据前文预测结果，本工程施工期施工设备中打桩机、风锤噪声影响范围较大，单台设备运行时，在距设备500米外仍然不能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）夜间标准55dB（A），建议夜间禁止打桩。建议选用低噪设备，并在夜间避免使用移动式发电机、装载机、风镐、空压机等高噪设备。

如因工程的特殊需要必须夜间连续施工作业的，施工单位应当于夜间施工前按照有关法律法规办理。

(3) 优化施工布局，合理布置施工现场

合理科学地布置施工现场是减少施工噪声、振动的主要途径。根据预测，不采取措施下，大托村居民点、桂井村居民点等环境保护目标噪声预测值超过《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准，建议在保证施工作业的前提下，适当考虑施工现场布局与噪声环境的关系，将施工现场的固定噪声源相对集中，对施工场地采取施工声屏障围挡，并合理布置施工设备、尽量避免施工设备临近环境保护目标一侧。

(4) 积极采取降低噪声污染措施

建筑施工单位在施工时必须采取降噪措施。积极推广使用先进的低噪声施工设备、设备和工艺。对高噪设备采取减振、隔音设施。对临近居民区的施工场地设置临时硬质围挡或声屏障措施，确保施工场界噪声达标。

(5) 对运输车辆交通运输噪声污染进行防治

运输车辆选用性能、车况较好的运输车辆，从源头降低噪声源强；加强运输车辆的检修和维护，保持较低的噪声源；弃渣等运输车辆的运输线路选择，尽可能选择远离声环境保护目标集中的区域，严格按照相关部门审批的路线进行运输；运输车辆经过声环境保护目标时应减速慢行，车辆运输中尽量避免鸣笛，减轻对居民的影响和干扰；运输线路必须经过声环境保护目标集中区域时，尽可能合理安排运输时间和频次，避免夜间重型车辆噪声对周边声环境保护目标的影响。

(6) 加强宣传，倡导科学管理和文明施工，建立环保信誉档案

由于技术条件、施工现场客观环境限制，即使采用了相应的控制对策和措施，施工噪声仍可能对周围环境产生一定的影响，为此要向沿线受影响的居民和有关单位做好宣传工作。

建立施工噪声管理责任制、施工现场值班制度和建设（施工）单位环保信誉档案。对防治建筑施工噪声污染做出显著成绩的单位和个人予以表彰，对违法施工的除处罚外，视其情节予以通报批评、取消建筑文明工地的评比资格等。

8.2.2 运营期防治对策

8.2.2.1 措施原则

(1) 根据《中华人民共和国噪声污染防治法》等法律法规，坚持统筹规划、源头防控、分类管理、社会共治、损害担责的原则。加强源头控制，合理规划噪声源与声环境保护目标布局；从噪声源、传播途径、声环境保护目标等方面采取措施；在技术经济可行条件下，优先考虑对噪声源和传播途径采取工程技术措施，实施噪声主动控制。

(2) 按照《关于发布〈地面交通噪声污染防治技术政策〉的通知》（环发〔2010〕7号），优先考虑对噪声源和传声途径采取工程技术措施，实施噪声主动控制，不宜对交通噪声实施主动控制的，对噪声敏感建筑物采取有效的噪声防护措施，保证室内合理的声环境质量。

(3) 声环境保护目标现状达标，项目实施并采取措施后，声环境质量仍然达标；声环境保护目标现状超标，项目实施并采取措施后，声环境质量基本维持现状。

(4) 按照《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2021)属于与本工程有关的噪声问题应一并解决；属于本工程和工程外其他因素综合引起的，应优先采取措施降低本工程自身噪声贡献值，并推动相关部门采取区域综合整治等措施逐步解决相关噪声问题。

8.2.2.2 噪声污染防治措施

本工程正线均为地下线，运营期噪声主要为冷却塔、风亭组产生的噪声。风亭噪声为空气动力噪声，以采用消声器、低噪设备为主，冷却塔噪声以采用低噪设备、绿化为主。

1、风机和冷却塔的选型与配套降噪措施

风机和冷却塔合理选型对预防地下区段环境噪声影响至关重要。鉴于本工程设计的环控设备型号尚未最终确定，故评价对其选型提出以下要求：

(1) 风亭选型及降噪措施

在满足工程通风要求的前提下，尽量采用低噪声、声学性能优良的风机。并在风亭设计中采取如下措施：

①合理控制风亭排风风速，减少气流噪声。

②风亭可在风管上和通风机前后安装消声器来降低风亭噪声影响，片式消声器可安装于风道内，整体式消声器可安装于风管上，类比调查与测试结果表明，消声器平均每米降噪 9~10dB(A)。此外，尽量加大风道的表面积，并贴吸声材料；优化消声几何断面，降

低气流噪声等措施可以在一定程度上降低风亭噪声影响。工程设计中，所有新风亭、排风亭和活塞风亭已考虑预设 2m~4m 消声器的措施减缓噪声的影响。

(2) 冷却塔选型与降噪措施

本工程对冷却塔实施隔音降噪的最佳途径是采用低噪声或超低噪声冷却塔，严格控制其声源噪声值。目前开发低噪声冷却塔的生产厂家及型号众多，生产技术水平也趋于成熟，例如某一玻璃钢厂生产的低噪声型（DBNL3 型）和超低噪声型（CDBNL3 型）冷却塔的声学测试数据如表 8.2-1 所列。

表8.2-1 低噪声型和超低噪声型冷却塔噪声值

型号	低噪声型（DBNL3 型）		超低噪声型（CDBNL3 型）	
	距离（m）	噪声值 dB（A）	距离（m）	噪声值（dB）
150	3.732	58.5	4.6	54.0
	10	52.0	10	47.5
175	3.732	59.5	4.6	55.0
	10	53.0	10	48.5
200	4.342	60.0	5.7	55.0
	10	54.0	10	49.6
250	4.342	61.0	5.7	56.0
	10	55.6	10	50.6
300	5.134	61.0	6.4	56.0
	10	56.8	10	51.8
350	5.134	61.5	6.4	56.5
	10	57.3	10	52.3

由上表中各型号冷却塔的噪声值看出，超低噪声冷却塔比低噪声冷却塔低 5dB（A）左右。评价建议建设单位和设计部门在采用超低噪声冷却塔时，严把产品质量关，其噪声指标必须达到或优于 GB7190.1-2008 规定的超低噪声型冷却塔噪声指标。GB7190.1-2008 规定的各类冷却塔噪声指标如下表 8.2-2 所列。

表8.2-2 GB7190.1-2008 规定的各类冷却塔噪声指标

名义冷却流量 m ³ /h	噪声指标			
	P 型	D 型	C 型	G 型
8	66.0	60.0	55.0	70.0
15	67.0	60.0	55.0	70.0
30	68.0	60.0	55.0	70.0

50	68.0	60.0	55.0	70.0
75	68.0	62.0	57.0	70.0
100	69.0	63.0	58.0	75.0
150	70.0	63.0	58.0	75.0
200	71.0	65.0	60.0	75.0
300	72.0	66.0	61.0	75.0
400	72.0	66.0	62.0	75.0
500	73.0	68.0	62.0	78.0
700	73.0	69.0	64.0	78.0
800	74.0	70.0	67.0	78.0
900	75.0	71.0	68.0	78.0
1000	75.0	71.0	68.0	78.0

注：P—普通型，D—低噪声型，C—超低噪声型，G—工业型。

此外，根据现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告，部分冷却塔采用了超低噪声横流式冷却塔并在排放口设置导向消声器。根据预测结果及现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程环保措施情况，本次评价建议各评价范围内有声环境保护目标的冷却塔均采用与现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程相同的超低噪声横流式冷却塔并在排放口设置导向消声器。

8.2.2.3 措施降噪效果分析

根据前文噪声预测结果，在采取 2m 长片式消声器和低噪冷却塔的基础上，5 处已建声环境保护目标受多设备噪声叠加影响，夜间均不同程度出现超标，超标范围为 1.88~9.26dB（A），需进一步采取噪声控制措施降低设备噪声对周边环境的影响，即采取加长片式消声器至 3~4 米、选用超低噪声横流式冷却塔并在排放口设置导向消声器，在风亭组与冷却塔周边进行绿化的加强措施后，各声环境保护目标均可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应类标准。

8.2.3 噪声控规距离

8.2.3.1 噪声达标距离预测结果

根据前文预测结果，采取 2m 长片式消声器后，本工程风亭组在距离风亭百叶窗外 17m 可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准，在距离风亭百叶窗 33m 可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准；在采取低噪冷却塔后，在距冷却塔 18m 可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准，在距冷却塔 35m 可满足《声环境

质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准。

本项目风亭及冷却塔周边 5 处在建/规划用地均位于 4a 类区域，即风亭组 4a 类区达标距离 17 米、冷却塔 4a 类区达标距离 18 米。

8.2.3.2 防护距离相关政策要求

(1) 根据《关于做好城市轨道交通项目环境影响评价工作的通知》(环办〔2014〕117 号)，“四、严格控制环境振动及其他影响，……，合理布局风亭和冷却塔，风亭排风口的设置尽量远离敏感点，一般不应小于 15 米。”

(2) 根据《环境影响评价技术导则城市轨道交通》(HJ453-2018)，“b.风亭、冷却塔的噪声防护距离不宜小于 10m，在有条件的区域，不宜小于 15m。”

8.2.3.3 噪声控规距离

由于规划用地暂无建设方案和建设时序，本工程风亭已采取片式消声器、冷却塔采取超低噪声冷却塔的降噪措施且建设在前，本次对周边规划用地布局依据噪声达标距离、《关于做好城市轨道交通项目环境影响评价工作的通知》(环办〔2014〕117 号)、《环境影响评价技术导则城市轨道交通》(HJ453-2018)提出反馈建议：以噪声达标距离 18 米作为规划用地与冷却塔的控制距离；以相关政策要求的 17 米作为规划用地与风亭的控制距离。

8.3 振动污染防治措施建议

8.3.1 施工期振动措施

为使本工程施工振动环境影响降低到最低限度，需从以下几方面采取有效的控制对策：

(1) 科学合理的施工现场布局是减少施工振动的重要途径，在满足施工作业的前提下，应充分考虑施工场地布置与周边环境的相对位置关系，并充分利用地形、地物等自然条件，减少振动的传播对周围敏感点的影响；施工车辆，特别是重型运输车辆的运行途径，应尽量避免避开振动敏感区域。

(2) 在保证施工进度的前提下，优化施工方案，合理安排作业时间，限制夜间进行有强振动污染严重的施工作业，并做到文明施工。

(3) 区间段采用盾构法施工的，应事先对离隧道较近的敏感点详细调查、做好记录，对可能造成的房屋开裂、地面沉降等影响采取加固等预防措施。

(4) 加强对沿线距离较近、受影响较大、抗振性能较差的敏感点建筑进行实时监测，

一经发现振动过大、建筑物出现房屋开裂、地面沉降等异常情况，及时停止施工，经有关部门研究决定采取加固等有效的措施，在确保敏感点建筑安全的情况下，方可继续施工。

(5) 施工单位和生态环境部门应做好宣传工作，以减轻或消除人们的“恐惧”感，使人们在心理上有所准备，并做好必要的安全防护措施。加强施工单位的环境管理意识，根据国家和地方有关法律、法令、条例、规定，施工单位应积极主动接受生态环境部门监督管理和检查。在工程施工和监理中设专人负责，确保施工振动控制措施的实施。

8.3.2 运营期振动措施

8.3.2.1 减振措施设置原则

参照《长沙市城市轨道交通第三期建设规划调整环境影响报告书》及审查意见的要求，本次评价减振措施设置主要依据以下原则：

- (1) 以振动预测结果的 VL_{Zmax} 值采取减振措施。
- (2) 保护建筑物距外轨中心线 0~5m 或环境振动超标量 (VL_{Zmax}) $\geq 8\text{dB}$ 的敏感点或二次结构噪声超标量 $\geq 5\text{dB(A)}$ 的敏感点，选择特殊减振措施，如钢弹簧浮置板整体道床或经实际验证具有同等减振效果的减振措施。
- (3) 保护建筑物距外轨中心线 5~10m 或 $3\text{dB} \leq$ 超标量 (VL_{Zmax}) $< 8\text{dB}$ 的敏感点或 $3\text{dB(A)} \leq$ 二次结构噪声超标量 $< 5\text{dB(A)}$ 的敏感点，选择高等减振措施，如橡胶隔振垫减振道床或经实际验证具有同等减振效果的减振措施。
- (4) 对于其它环境振动超标且超标量 (VL_{Zmax}) $< 3\text{dB}$ 的敏感点或二次结构噪声超标且超标量 $< 3\text{dB(A)}$ 的敏感点，选择中等减振措施，如双层非线性减振扣件或经实际验证具有同等减振效果的减振措施。
- (5) 文物保护单位超标选择特殊减振措施。
- (6) 在综合各环境敏感点减振措施等级的基础上，对减振措施段进行整合和优化：
 - ①对于桩号重复的减振措施段采取高等级的减振措施；
 - ②对于长度不足一个车长的减振措施，向敏感点桩号前后延伸至一个车长；
 - ③对于两段间距不足一个车长的减振措施，直接延长至首尾相接；
 - ④对于单独一个敏感点，轨道减振措施两端各延长 50 米。

表8.3-1 轨道减振措施等级划分及适用条件

减振等级	结构类型	频率范围 (Hz)	减振效果	减振应用
中等减振	轨下	≥ 40	4~7 分贝	超标量 (V_{LZmax}) <3dB 的敏感点或二次结构噪声超标且超标量<3dB(A) 的敏感点
高等减振	枕下、道床下	E31.5	8~9 分贝	3dB≤超标量 (V_{LZmax}) <8dB 的敏感点或 3dB(A)≤二次结构噪声超标量<5dB(A)的敏感点、线路及线路外轨中心线 5~10m 内敏感点
特殊减振	道床下	≥ 20	2~10 分贝	超标量 (V_{LZmax}) ≥8dB 的敏感点或二次结构噪声超标量≥5dB(A)的敏感点、线路正上方及线路外轨中心线 5m 内敏感点

8.3.2.2 中等减振措施比选

(1) 中等减振方案一：弹性短轨枕式整体道床

弹性短轨枕式整体道床与普通短枕式整体道床基本相同，只是为了提高道床的减振性能，将短轨枕底部设计为平面，在短轨枕四周及底部包上橡胶套垫，短轨枕下设减振垫层（微孔橡胶垫板）。该方案曾在广州、上海、武汉等城市轨道交通有过应用。现场测试表明，这种减振型轨道下的振动加速度比一般整体道床低 30%，减振效果约 8~12dB，运营后技术状态良好，可满足中等减振地段的要求。该道床结构简单、施工方便。

缺点是橡胶套靴因埋入道床不易维修更换，国内地铁通过前几年使用，发现弹性短轨枕道床由于材料和施工质量难以控制，其本身缺点就更加难以克服，目前国内地铁新建线路就很少再继续推荐采用，本次评价不考虑该方案。

(2) 中等减振方案二：轨道减振器扣件

即科隆蛋，该扣件为弹性分开式，无挡肩，采用硫化工艺将橡胶圈与承轨板、底座粘接成整体，利用橡胶剪切变形取得较好的弹性。该扣件使钢轨在车轮荷载作用下有较大的挠曲，从而降低上部建筑的力学阻抗，减小振动的激发。

早期国产 I 型减振器扣件，因橡胶配方、制造工艺等原因，经多年运营使用，减振性能有较大衰减，目前不再使用。随着原材料的改进和生产工艺技术的发展，新型轨道减振器扣件的减振效果及寿命有所提高，扣件节点垂直刚度 16~20kN/mm，与普通弹性扣件相比，减振效果为 8~10dB，可满足中等减振地段的要求。

(3) 中等减振方案三：LORD 粘结垫板减振扣件

LORD 粘结垫板减振扣件是将带孔橡胶和金属底板硫化粘结为整体，利用硫化垫板的橡胶孔变形进行减振，可通过调整橡胶的材质来调节扣件的刚度，利用橡胶的压缩变形，达到减振要求。该扣件将弹性材料粘结在金属垫板表面，显著提高了其抗疲劳强度，从而延长结构使用寿命。其垂直静刚度 15~22.5kN/mm，动静刚度比小于 1.4，减振效果可满足中等减振要求。

该扣件使用寿命长达 30 年，与钢轨大修周期匹配，并适用于道岔区及小阻力扣件。该扣件缺点是初期投资较高，扣件磨损或脱落需整体更换。

(4) 中等减振方案四：双层非线性减振扣件

双层非线性减振扣件采用分离式结构设计，其结构主要由轨下橡胶垫、上层铁垫板、中间橡胶垫、下层铁垫板 and 自锁机构等组成。轨下和中间胶垫采用非线性弹性设计。扣件垂向静刚度 10~15kN/mm，减振效果可满足中等减振要求。该扣件优点是利用两层橡胶垫板的非线性压缩变形实现扣件减振，橡胶垫板与铁件分离，可实现独立部件单独更换，其独特的自锁机构稳定性较好，有利于扣件的组装和拆卸。

该扣件优点是中间橡胶垫失效时更换较方便，更换后铁垫板仍可继续使用，维修成本大大降低。缺点是铁垫板构造复杂，零部件较多；组装时中间垫板被预压，影响其减振效果。更换时由于锁定稳固，现场拆换中间垫板工效较差。

另外，该减振扣件刚度较低，且橡胶垫板长期处于大变形使用状态，根据橡胶材料的性能判断，其使用寿命无法与剪切型减振扣件相比，且运营线路较少采用，实际减振效果尚需进一步验证。

(5) 方案比选

本次评价考虑的轨道减振器扣件、LORD 粘结垫板减振扣件以及双层非线性减振扣件三种减振方案均已在国内多个城市地铁成功铺设多年，造价相当，具体技术经济比较见下表。

表8.3-2 中等减振轨道方案技术经济比较表

轨道类型	轨道减振器扣件	LORD 粘结垫板减振扣件	双层非线性减振扣件
结构特点	铁垫板和橡胶通过硫化粘接成整体，利用橡胶的剪切或压缩变形减	铁垫板和橡胶通过硫化粘接成整体，利用橡胶的压缩变形减	分离式结构，利用两层非线性弹性垫减振

	振	振	
结构高度	67mm, 较一般扣件加高 27mm	50mm, 较一般扣件加高 0mm	60mm, 较一般扣件加高 20mm
节点静刚度	6~20kN/mm	15 ~22.5kN/mm	10~15kN/mm
动静比	1.3	1.4	1.3
减振效果 (dB)	8~10	3~6	6~10
可施工性	良好	良好	良好
可维修性	可维修, 需整体更换	可维修, 需整体更换	维修更换方便
曲线应用	小半径曲线地段不太有利	可适应小半径曲线	可适应小半径曲线
应用情况	北京、上海、南京、成都、广州等地铁	上海、北京地铁	广州、上海、成都等地铁
在普通道床基础上增加造价	200 万/km	250 万/km	250 万/km

综上所述, 弹性短轨枕减振效果与施工质量关系较大, 套靴与短轨枕绑扎不密贴或套靴中夹入杂物, 则减振性能难以保证, 且橡胶套靴一旦失效后, 更换非常不方便。LORD 粘结垫板减振扣件和双层非线性减振扣件均属于压缩型减振扣件, 相比于轨道减振器扣件的减振幅值较小, 减振效果稍差; LORD 粘结垫板减振扣件造价较高, 维修时也需要整体更换, 不推荐采用; 双层非线性减振扣件刚度较低, 橡胶垫板在列车通过时处于大变形使用状态, 根据橡胶材料的性能判断, 其使用寿命无法与剪切型减振扣件相比, 且运营线路较少采用, 实际减振效果尚需进一步验证。

本次评价中等减振地段暂推荐采用轨道减振器扣件, 造价 200 万/km, 符合规划环评的要求, 且与长沙地铁 1、2、3 号线的选型保持一致。

8.3.2.3 高等减振措施比选

(1) 高等减振方案一：梯形轨枕轨道系统

梯形轨枕轨道系统是一种预制钢筋混凝土纵梁支撑轨道结构, 由预应力纵向长梁和钢轨形成复合轨道, 两个纵向长梁中间用钢管连接形成框架, 在预应力纵向长梁下设置弹性垫板, 使其浮于混凝土基础之上, 属轻型化的浮置板轨道结构。该轨道结构具有自重轻、低振动、易维修、寿命长、施工便捷等特点。

梯形轨枕轨道系统采用低刚度的弹性垫板支撑和纵向轨枕参振质量体系进行减振设计, 属于轻型的“质量-弹簧”系统。与弹性道床垫减振道床相比, 由于其减轻了参振质量, 减振效果低于弹性道床垫减振道床, 但是与弹性短轨枕相比, 减振效果略优于弹性短轨枕轨

道，减振效果满足高等减振要求。梯形轨枕已经在北京地铁四、五号线，广州二号线延长线等地铁线路中得到应用

(2) 高等减振方案二：橡胶隔振垫减振轨道

橡胶隔振垫减振轨道是将整体道床与基础分离，做成具有足够刚度和质量的道床板，并浮置于橡胶隔振垫构成质量弹簧系统。其减振原理是在轨道上部建筑和基础之间插入一个固有频率很低的线性谐振器，防止由钢轨传来的振动透入基础。橡胶隔振垫采用高质量的橡胶，整体铺设在整体道床或碎石道床下方及侧面作为弹性面支撑，将道床整体包裹，在列车荷载作用下，道床的动下沉变形一般不超过 3mm。橡胶隔振垫底部由密布的圆锥形粒子支撑，有利于隔振垫减振性能的发挥和系统排水。该系统减振效果满足高等减振要求，使用寿命可达到 50 年以上。

橡胶隔振垫减振轨道具有减振效果良好，施工方便、快速，不影响过轨管线的布置，可适用于小半径曲线及道岔区减振的特点，而且由于轨道板四周基本上由绝缘的橡胶垫层与混凝土基底隔离，还可以有效防止轨道迷流的发生，具有很好的绝缘性能。

目前，橡胶隔振垫板已经实现国产化。隔振垫的缺点是维修更换困难。目前，结合其他城市的应用经验，通过采用短板形式（如 3m 或 5m 长），采用特制设备可起吊并更换下部减振垫。另外，隔振垫的供货和施工质量需要严格控制。

(3) 减振方案三：固体阻尼钢弹簧浮置板减振道床

固体阻尼钢弹簧浮置板减振道床的减振原理和结构形式与现在已经使用在特殊减振地段的钢弹簧浮置板相同（液体阻尼），同属于“质量-弹簧”体系，主要区别是对隔振器进行了改进，采用固体阻尼，使得隔振器材造价有了大幅度降低，其减振效果满足高等减振要求。

这种轨道结构简单，使用寿命长，性能稳定；近年来相关施工单位优化施工组织方案，采用钢筋笼方案铺设，单工作面每天可铺设 50m。目前国内中量级钢弹簧浮置板技术已基本成熟，在北京地铁 4 号线已铺设使用。

(4) 方案比选

以上三种高等减振方案的技术经济比较见下表。

表8.3-3 高等减振轨道方案技术经济比较表

减振措施	在普通道床基础上		施工速度 (m/d)	优点	缺点	应用情况
	增加造价 (万元/km)	减振效果 (dB)				
梯形轨枕	700	满足高等减振要求	50	弹性垫板可更换，直线段铺设较方便	性价比低，曲线段施工及养护维修均较困难，不适用于道岔区，易发生异常振动、噪声及轮轨磨耗，管线过轨困难，影响疏散	北京、上海、广州
橡胶隔振垫减振轨道	800	满足高等减振要求	50	性价比高，施工便捷，不影响过轨管线，道岔区及曲线段使用方便	地下线橡胶垫更换困难，施工中需采取措施保证没有泥沙淤积	成灌线、广深港客专；香港、高雄、深圳、杭州
固体阻尼钢弹簧浮置板轨道	1000	满足高等减振要求	50	减振效果较好，隔振器使用寿命 30 年以上且更换简便。	管线过轨困难，不均匀沉降时隔振器检修困难；造价高。	上海、北京

综上所述，以上三种方案的减振效果都可满足高等减振地段要求。其中梯形轨枕造价较高，曲线地段适用性差，且对过轨管线及紧急情况下的乘客疏散不利，不推荐采用。固体阻尼钢弹簧浮置板造价昂贵，不推荐采用。橡胶隔振垫减振道床在城市轨道交通和高速铁路均有大量应用，减振效果好，性价比高，可适应高速行车下的平稳性和安全性。

因此，本次评价高等减振段措施推荐采用橡胶隔振垫减振道床，造价 800 万/km，与长沙地铁 1、2、3 号线的选型保持一致。

8.3.2.4 特殊减振措施比选

液体阻尼钢弹簧浮置板减振道床是将浮置板置于螺旋钢弹簧隔振阻尼器（液体阻尼）上，减振原理与橡胶浮置板轨道基本相同，钢弹簧隔振器的承载能力比传统点式支撑的橡胶垫强，可将浮置板的质量设计得更大以更有效降低系统固有频率，系统设计自振频率可降到 8Hz 以下，减振性能更好，减振效果满足特殊减振要求，同时可消除固体声。

钢弹簧浮置板减振道床施工工艺经过改进，浮置板既可以预制，也可以现场直接浇筑，施工技术成熟，精度易保证。钢弹簧疲劳寿命长，减振性能持久稳定，容易更换，是隔振系统中技术先进、成熟的设备，这种结构已在国内地铁工程中大量采用，效果很好。减振措施增加造价约 1300 万元/km。

综合考虑，目前国内已运营地铁线路均有钢弹簧浮置板成功应用的先例，也得到了国

内环评界的一致肯定。

因此，本次评价特殊减振地段措施推荐采用液体阻尼钢弹簧浮置板减振道床，造价 1300 万/km，符合规划环评的要求，且与长沙地铁 1、2、3 号线的选型保持一致。

8.3.2.5 环境保护目标减振措施

根据前文确定减振措施设置的原则，综合考虑振动影响预测结果、二次结构噪声预测结果及线路与敏感点的平面距离，本次评价拟对 13 个振动保护目标提出减振措施，经整合优化后工程正线共设置减振措施 5877m，总投资 4626.7 万元，占线路总长的 30.80%。其中：

左线中等减振 7 段共设置 1220m（单线）；高等减振 1 段共设置 165m（单线）；特殊减振 3 段共设置 1550m（单线）；右线中等减振 8 段共设置 1234m（单线）；高等减振 2 段共设置 463m（单线）；特殊减振 3 段共设置 1245m（单线）。

减振措施布设情况及措施效果预测详见下表 8.3-4~8.3-7。

表8.3-4 长沙市轨道交通5号线延长线工程减振措施综合判断表																			
区间	序号	预测点 编号	保护目标名称	线路 形式	相对距离/m			桩号范围		模型预测		类比预测		二次结构噪声		三期建设规划调整环评 及审查意见中距离要求		综合减振措施	
					左	右	垂直			左	右	左	右	左	右	左	右	左	右
大托铺至牛角塘	1	V01	王家巷居民点	地下	0	0	16.3	AK11+014	AK11+200	特殊减振	特殊减振	特殊减振	特殊减振	特殊减振	特殊减振	特殊减振	特殊减振	特殊减振	特殊减振
大托铺至牛角塘	2	V02	天悦和苑二期小区	地下	7	3	25	AK11+250	AK11+365	中等减振	中等减振	高等减振	高等减振	中等减振	特殊减振	高等减振	特殊减振	高等减振	特殊减振
牛角塘至中信广场	3	V06	天心区税务局先锋税务所	地下	44	59	21.2	AK12+367	AK12+387	中等减振	中等减振	中等减振	中等减振	/	/	/	/	中等减振	中等减振
牛角塘至中信广场	4	V10	规划商住地块 01	地下	0	0	28.4	AK13+020	AK13+445	中等减振	中等减振	高等减振	高等减振	中等减振	中等减振	特殊减振	特殊减振	特殊减振	特殊减振
中信广场至湘雅医院（天 心院区）	5	V11	先锋新宇南区	地下	0	0	28.4	AK13+640	AK13+838	高等减振	高等减振	高等减振	高等减振	中等减振	中等减振	特殊减振	特殊减振	特殊减振	特殊减振
中信广场至湘雅医院（天 心院区）	6	V12	友阿奥特莱斯	地下	0	0	25.3	AK13+772	AK14+208	中等减振	中等减振	高等减振	高等减振	中等减振	中等减振	特殊减振	特殊减振	特殊减振	特殊减振
湘雅医院（天心院区）至 长沙理工大学	7	V13	湘雅医院天心院区 （在建）	地下	3	18	27.6	AK14+327	AK14+572	中等减振	/	高等减振	高等减振	中等减振	/	特殊减振	/	特殊减振	高等减振
湘雅医院（天心院区）至 长沙理工大学	8	V15	先锋街道先锋经济合作社	地下	49	63	25.1	AK14+684	AK14+721	中等减振	中等减振	中等减振	中等减振	/	/	/	/	中等减振	中等减振
湘雅医院（天心院区）至 长沙理工大学	9	V16	长沙市基督教城南教堂	地下	42	59	25.4	AK14+745	AK14+882	中等减振	/	中等减振	中等减振	/	/	/	/	中等减振	中等减振
湘雅医院（天心院区）至 长沙理工大学	10	V19	湘煌建筑商业楼	地下	32	18	26.2	AK15+088	AK15+136	/	/	中等减振	中等减振	/	/	/	/	中等减振	中等减振
湘雅医院（天心院区）至 长沙理工大学	11	V20	湖南理工大学医院	地下	43	26	26.6	AK15+138	AK15+213	/	中等减振	中等减振	中等减振	/	/	/	/	中等减振	中等减振
长沙理工大学至金海路	12	V25	古樟树社区公共服务中心	地下	26	43	18.7	AK16+370	AK16+415	中等减振	中等减振	中等减振	中等减振	/	/	/	/	中等减振	中等减振
省公共交易中心至毛竹塘 （终点）	13	V38	长沙永济医院	地下	20	34	25.5	AK19+512	AK19+596	中等减振	中等减振	中等减振	中等减振	/	/	/	/	中等减振	中等减振

表8.3-5 长沙市轨道交通5号线延长线工程左线敏感点减振措施表

区间	减振措施				涉及敏感点			
	措施起讫点		长度（m）	措施等级	名称	起讫点		预测措施等级
大托铺至牛角塘	AK10+972	AK11+235	263	特殊减振	王家巷居民点	AK11+014	AK11+200	特殊减振
大托铺至牛角塘	AK11+235	AK11+414	165	高等减振	天悦和苑二期小区	AK11+250	AK11+365	高等减振
牛角塘至中信广场	AK12+310	AK12+430	120	中等减振	天心区税务局先锋税务所	AK12+367	AK12+387	中等减振
牛角塘至中信广场	AK12+968	AK13+215	247	中等减振	规划商住地块 01	AK13+020	AK13+445	中等减振
牛角塘至中信广场	AK13+215	AK13+470	255	特殊减振				特殊减振
中信广场至湘雅医院（天心院区）	AK13+588	AK14+615	1032	特殊减振	先锋新宇南区	AK13+640	AK13+838	特殊减振
中信广场至湘雅医院（天心院区）					友阿奥特莱斯	AK13+772	AK14+208	特殊减振
湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学					湘雅医院天心院区（在建）	AK14+327	AK14+572	特殊减振
湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	AK14+627	AK14+747	120	中等减振	先锋街道先锋经济合作社	AK14+684	AK14+721	中等减振
湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	AK14+747	AK14+926	179	中等减振	长沙市基督教城南教堂	AK14+745	AK14+882	中等减振
湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	AK15+030	AK15+255	225	中等减振	湖南理工大学医院	AK15+138	AK15+213	中等减振
长沙理工大学至金海路	AK16+314	AK16+459	145	中等减振	古樟树社区公共服务中心	AK16+370	AK16+415	中等减振
省公共交易中心至毛竹塘（终点）	AK19+462	AK19+646	184	中等减振	长沙永济医院	AK19+512	AK19+596	中等减振

表8.3-6 长沙市轨道交通5号线延长线工程右线敏感点减振措施表

区间	减振措施				涉及敏感点			
	措施起讫点		长度 (m)	措施等级	名称	起讫点		预测措施等级
大托铺至牛角塘	AK10+968	AK11+259	291	特殊减振	王家巷居民点	AK11+014	AK11+200	特殊减振
大托铺至牛角塘	AK11+259	AK11+377	118	高等减振	天悦和苑二期小区	AK11+250	AK11+365	高等减振
牛角塘至中信广场	AK12+311	AK12+493	182	中等减振	天心区税务局先锋税务所	AK12+367	AK12+387	中等减振
牛角塘至中信广场	AK12+985	AK13+184	199	中等减振	规划商住地块 01	AK13+020	AK13+445	中等减振
牛角塘至中信广场	AK13+184	AK13+470	286	特殊减振				特殊减振
中信广场至湘雅医院（天心院区）	AK13+588	AK14+256	668	特殊减振	先锋新宇南区	AK13+640	AK13+838	特殊减振
中信广场至湘雅医院（天心院区）					友阿奥特莱斯	AK13+772	AK14+208	特殊减振
湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	AK14+271	AK14+616	345	高等减振	湘雅医院天心院区（在建）	AK14+327	AK14+572	高等减振
湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	AK14+627	AK14+747	120	中等减振	先锋街道先锋经济合作社	AK14+684	AK14+721	中等减振
湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	AK14+747	AK14+926	179	中等减振	长沙市基督教城南教堂	AK14+745	AK14+882	中等减振
湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	AK15+032	AK15+092	60	中等减振	湘煌建筑商业楼	AK15+088	AK15+136	中等减振
湘雅医院（天心院区）至长沙理工大学	AK15+092	AK15+227	165	中等减振	湖南理工大学医院	AK15+138	AK15+213	中等减振
长沙理工大学至金海路	AK16+314	AK16+459	145	中等减振	古樟树社区公共服务中心	AK16+370	AK16+415	中等减振
省公共交易中心至毛竹塘（终点）	AK19+462	AK19+646	184	中等减振	长沙永济医院	AK19+512	AK19+596	中等减振

表8.3-7 长沙市轨道交通5号线延长线工程振动环境敏感点措施后达标分析表

区间	序号	预测点 编号	保护目标名称	采取措施前右 线贡献值		采取措施前左 线贡献值		减振措施		减振效果		采取措施后左线贡 献值		采取措施后右线贡 献值		现状值		标准值		左线影响达标 分析		右线影响达标 分析	
				昼间	夜间	昼间	夜间	右线	左线	右线	左线	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
大托铺至牛角塘	1	V01	王家巷居民点	77.2	76.7	77.2	76.7	特殊减振	特殊减振	10.0	10.0	67.2	66.7	67.2	66.7	54.05	44.09	70	67	达标	达标	达标	达标
大托铺至牛角塘	2	V02	天悦和苑二期小区	67.6	67.1	67.6	67.1	高等减振	特殊减振	6.0	10.0	61.6	61.1	57.6	57.1	57.59	43.69	70	67	达标	达标	达标	达标
牛角塘至中信广 场	3	V06	天心区税务局先锋 税务所	69.1	68.6	68.1	67.6	中等减振	中等减振	3.0	3.0	66.1	65.6	65.1	64.6	63.89	38.04	70	67	达标	达标	达标	达标
牛角塘至中信广 场	4	V10	规划商住地块 01	74.5	74.0	74.5	74.0	高等减振	高等减振	10.0	10.0	64.5	64	64.5	64	56.21	37.61	75	72	达标	达标	达标	达标
中信广场至湘雅 医院（天心院 区）	5	V11	先锋新宇南区	72.3	71.8	72.3	71.8	特殊减振	特殊减振	10.0	10.0	62.3	61.8	62.3	61.8	59.88	36.60	70	67	达标	达 标	达标	达 标
中信广场至湘雅 医院（天心院 区）	6	V12	友阿奥特莱斯	74.1	73.6	74.1	73.6	特殊减振	特殊减振	10.0	10.0	64.1	63.6	64.1	63.6	56.05	36.71	75	72	达 标	达标	达标	达标
湘雅医院（天心 院区）至长沙理 工大学	7	V13	湘雅医院天心院区 （在建）	68.7	68.2	67.0	66.5	特殊减振	高等减振	10.0	6.0	58.7	58.2	61	60.5	55.64	36.83	70	67	达标	达标	达标	达标
湘雅医院（天心 院区）至长沙理 工大学	8	V15	先锋街道先锋经济 合作社	70.7	70.2	69.8	69.3	中等减振	中等减振	6.0	3.0	64.7	64.2	66.8	66.3	53.64	35.79	70	67	达 标	达标	达标	达标
湘雅医院（天心 院区）至长沙理 工大学	9	V16	长沙市基督教城南 教堂	68.6	68.1	67.4	66.9	中等减振	中等减振	3.0	3.0	65.6	65.1	64.4	63.9	53.64	35.79	75	72	达标	达标	达标	达标
湘雅医院（天心 院区）至长沙理 工大学	10	V19	湘煌建筑商业楼	66.9	66.4	68.2	67.7	/	中等减振	0.0	3.0	66.9	66.4	65.2	64.7	58.06	36.09	70	67	达标	达标	达标	达标
湘雅医院（天心 院区）至长沙理 工大学	11	V20	湖南理工大学医院	67.2	66.7	68.6	68.1	中等减振	中等减振	3.0	3.0	64.2	63.7	65.6	65.1	58.06	36.09	70	67	达标	达标	达标	达标
长沙理工大学至 金海路	12	V25	古樟树社区公共服 务中心	71.7	71.2	70.3	69.8	中等减振	中等减振	6.0	3.0	65.7	65.2	67.3	66.8	54.68	43.57	70	67	达标	达标	达标	达标
省公共交易中心 至毛竹塘（终 点）	13	V38	长沙永济医院	69.0	68.5	67.7	67.2	中等减振	中等减振	3.0	3.0	66.0	65.5	64.7	64.2	52.30	36.64	70	67	达标	达标	达标	达标

根据上表分析结果，本工程各超标保护目标按照本次评价提出的要求采取对应的减振措施后，各敏感点的振动和二次结构噪声可以达到《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）、《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》（JGJ/T170-2009）相应的标准。

8.3.2.6 运营管理措施

线路和车轮的光滑、圆整度直接影响振级的大小，良好的轮轨条件可降低振动5dB~10dB。因此在运营期要加强轮轨的维护、保养，定期旋轮，对小半径曲线段涂油防护，以保证其良好的运行状态，以减少附加振动。

加强运行期减振措施维护和敏感点振动监测，对损坏的减振措施及时维修更换，对不能达标的敏感点路段提高减振措施等级。

8.4 地表水污染防治措施

8.4.1 施工期水污染防治措施

8.4.1.1 施工废水

施工期间，施工场地内设置截水沟、沉砂池、隔油池和排水管道，施工废水经过沉砂、除渣和隔油等处理后，优先回用于车辆冲洗、场地洒水抑尘等环节，无法回用时排入市政污水管网。施工期间，对施工废水收集、暂存及处置提出以下要求：

（1）源头控制及提高水利用率措施

①施工废水处理达标后优先回用于洒水抑尘，提高水利用效率，减少施工废水排放量。

②进出口洗车废水宜净化后循环使用，减少废水产生量。

③选择先进盾构设备，使用环保型泡沫剂，合理配比盾构泡沫浓度，盾构土在施工场地内堆存时采用苫盖、地面防渗、四周截排水沟，减少盾构土经雨水淋溶产生渗出液。

④雨季对开挖基坑采用防水布遮挡，避免增加基坑废水量。

（2）施工废水收集措施

①施工现场围挡内四周设置排水沟，洗车平台四周设置防溢座和污水导流渠，将所有施工污水引至沉淀池，污水沉淀时间应大于2小时，防止施工污水溢出工地。

②基坑废水采取集水井收集沉淀

③设置盾构土暂存池，收集盾构土沉淀脱出的分离水。

④配备水泵、排水软管，当施工废水收集设施无法正常运行或无法满足收集处理规模时，利用水泵和排水软管收集施工废水至施工场地内沉淀池处理。

(3) 施工废水治理措施

①设备机械清洗维护废水、车辆清洗废水为含油废水，应进行隔油+沉淀预处理，处理后废水优先回用，不能回用时应满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准排入市政污水管网，而后进入城镇污水处理厂进一步处理达标排放。

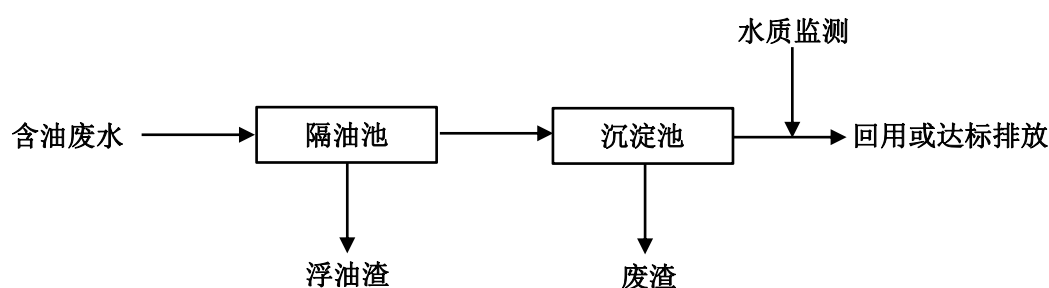


图 8.4-1 含油废水推荐处理工艺

②基坑废水、施工场地冲洗废水为含泥废水，应进行沉淀预处理（根据进水水质 pH、SS 浓度，必要时可进行 pH 调节、加入絮凝剂，保证沉淀效果），处理后废水优先回用，不能回用时应满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准排入市政污水管网，而后进入城镇污水处理厂进一步处理达标排放。

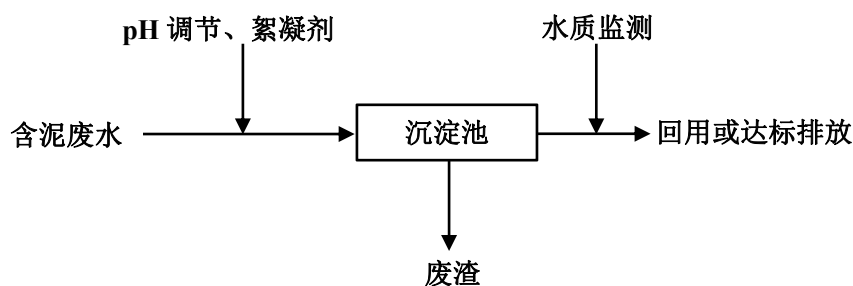


图 8.4-2 含泥废水推荐处理工艺

③盾构土渗出废水

根据《湖南省盾构渣土处理技术标准》（DBJ43/T515-2020），“4.1.3 施工现场应对盾构渣土采取现场处理或脱水后再外运”、“6.2.3 采用土压平衡盾构施工的盾构渣土进入集中处理工厂的盾构渣土收集系统（不含临时收集池）前，宜根据收运车辆和收运方式的需要进行破碎、脱水等处理。”。

本工程采用土压平衡盾构施工，设置有盾构土暂存池收集和临时贮存盾构土，暂存期间，盾构土将产生渗出废水，盾构土渗出废水中主要水污染物包含 pH、SS、LAS（阴离子表面活性剂）等，其中以 LAS 为最主要污染物。对盾构土渗出废水应进行沉淀处理，并在施工过程中对盾构土渗出废水 pH、SS、LAS（阴离子表面活性剂）等开展检测，必要时添加 LAS 去除剂，经处理满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 中的三级标准排入市政污水管网，而后进入城镇污水处理厂进一步处理达标排放。

根据既有的长沙市轨道交通 3 号线、4 号线、5 号线各施工场地施工废水（含盾构土渗出废水）监测结果，通过沉淀处理后，各施工场地施工废水可满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准。

（4）措施可行性

类比《长沙市轨道交通 5 号线一期工程竣工环境保护验收调查报告》，各施工场地施工废水经处理后，污染物排放浓度为 SS8~24mg/L、COD10~23mg/L、氨氮 0.309~1.50mg/L、石油类 0~0.142mg/L、BOD₅ 2.9~4.6mg/L，各污染物均能满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 三级标准要求。

本项目施工期采用的水污染防治措施与现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程线路一致，可有效处置施工期废水。





图 8.4-3 现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程部分站点施工期水污染防治设施

8.4.1.2 生活污水

本工程各施工营地生活污水通过化粪池预处理后排入市政污水管网，而后进入城镇污水处理厂进一步处理达标排放，其中施工营地食堂产生的废水，应采取隔油预处理后，排入市政污水管网一并处理。

采取措施后，施工期生活污水可得到有效处置。

8.4.2 运营期水污染防治措施

本工程运营期污水主要来自车站，性质为生活污水。

沿线车站乘客、职工生活污水经收集预处理满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准排入市政污水管网，而后进入城镇污水处理厂进一步处理达标排放。

根据前文 6.4 章节分析，运营期沿线车站周边均有成熟的市政污水管网，运营期污水均有条件排入市政污水管网进入暮云污水处理厂或雨花污水处理厂进行集中处理。暮云污水处理厂或雨花污水处理厂均为城市生活污水集中处理厂，处理工艺能较好去除废水中的污染物，且处理厂处理规模、处理工艺等均能满足本项目运营期废水处理依托需求，本项目废水可得到妥善处置。

综上所述，本工程运营期废水排放对地表水影响较小。

8.5 地下水污染防治措施

8.5.1 施工期地下水污染防治措施

（1）施工活动采用“先探-注浆-检验-再挖”。施工中应采用超前地质钻探、地质雷达、红外探水等超前地质预报手段，提前了解施工区地质、地下水情况，及时调整相关施工内容，保护地下水和土壤环境。

（2）施工出现塌方、冒顶、涌（突）水等事故需要注浆加固等特殊固壁处理时，应采用无毒、无害的环保注浆材料，杜绝工后因渗浸污染地下水和土壤。

（3）加强基坑废水疏导、固废临时贮存、施工废水收集处理设施管理，避免施工活动对地下水补给排及水质影响，避免污染施工区土壤环境质量。

8.5.2 运营期地下水污染防治措施

根据《环境影响评价技术导则城市轨道交通》（HJ453-2018）8.4 及《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）要求，本期工程不新增建设停车场，运营期对地下水环境基本无影响，无需采取额外的污染防治措施。

8.6 大气环境保护措施

8.6.1 施工期大气污染防治措施

（1）总体要求

①建设单位和施工单位应严格执行《湖南省大气污染防治条例》、《长沙市持续提升空气质量坚决打赢蓝天保卫战三年行动计划（2021—2023 年）》（长发〔2021〕13 号）、《长沙市施工工地扬尘防治管理规范》（长蓝天办〔2018〕100 号）、《长

沙市人民政府办公厅关于加强房屋建筑和市政基础设施工程视频监控和扬尘在线监测工作的通知》（长政办发〔2022〕43号）等大气污染防治政策。

②鼓励建设单位和施工单位在确保施工废气满足国家、地方政策并达标排放的基础上，采取更严格的废气污染防治措施，改善长沙市环境空气质量。

③严格执行《长沙市施工工地扬尘防治管理规范》（长蓝天办〔2018〕100号）中“8个100%”，扬尘防治措施分别是：施工工地现场围挡和外架防护100%全封闭，围挡保持整洁美观，外架安全网无破损；施工现场出入口及车行道路100%硬化；施工现场出入口100%设置车辆冲洗设施；易起扬尘作业面100%湿法施工；裸露黄土及易起尘物料100%覆盖；渣土实施100%密封运输；建筑垃圾100%规范管理，必须集中堆放、及时清运，严禁高空抛洒和焚烧；非道路移动工程机械尾气排放100%达标，严禁使用劣质油品，严禁冒烟作业。

（2）施工围挡措施

①根据交通疏导和施工方案，按照《长沙市住房和城乡建设局长沙市城市管理和综合执法局关于进一步规范全市施工围挡管理工作的通知》（长住建发〔2021〕59号）要求，沿工地四周连续设置封闭的新型装配式围挡（B类）。施工围挡应坚固、稳定、整洁、美观。

②围挡以外不得堆放建筑材料、建筑垃圾和生活垃圾等。

③工地主要出入口围挡上应设置施工工地扬尘污染防治监管公示牌，公示扬尘污染防治措施、负责人、扬尘监督管理主管部门等信息。

④施工场地原则上只设1个场地出入口，出入口须采用钢板、混凝土、礁渣或细石等进行路面硬化，并辅以洒水、喷洒抑尘剂等措施加强保洁清扫。

（3）车辆冲洗措施

①车站等施工场地出入口必须设置洗车设施，车辆驶出工地必须清洗，出口路面见本色，冲洗装置应从工程开工之日起设置，并保留至工程竣工。

②车辆冲洗应设置沉淀池，污水不得直接排入市政管网，沉淀池、排水沟中积存的污泥应定期清理。

（4）场地硬化措施

①施工场地内的主要道路、材料堆码、加工场地必须采用混凝土进行硬化。

②施工场地原则上只设 1 个场地出入口，出入口须采用钢板、混凝土、礁渣或细石等进行路面硬化，并辅以洒水、喷洒抑尘剂等措施加强保洁清扫，场内硬化路面不少于 30 米，场外须与公共道路连接。

（5）物料使用与覆盖措施

①优化施工物料贮存量，减小贮存区面积并做好覆盖措施。

②施工场所采用的水泥、灰土、砂石等易产生扬尘的细颗粒建筑材料应密闭存放或采用防尘网进行覆盖等措施。

③建筑工程施工现场应当专门设置集中堆放建筑垃圾、工程渣土的临时堆放场，堆放高度不超过围挡，并用防尘网进行覆盖；建筑垃圾、工程渣土在 48 小时内完成清运，不能按时完成清运的建筑垃圾，应采取围挡、遮盖等防尘措施，不能按时完成清运的土方，应采取固化、覆盖或绿化等扬尘控制措施。

（6）洒水降尘措施

①土方施工时应分层分区有序开挖，并采取洒水、喷淋等降尘措施。

②施工现场必须配备洒水车、雾炮机，在围挡（墙）四周、冠梁、第一道砼支撑上设置喷淋降尘系统，喷淋范围应覆盖整个施工区域。

③喷射混凝土作业应采用湿喷作业法，或采取其他有效降尘措施。

④混凝土桩头破除、砼支撑切割等易产生扬尘的施工活动必须采用湿作业工法。

⑤洒水降尘水源优先使用本项目处理达标的施工废水。

（7）拆迁扬尘防护措施

①本工程征占地涉及少量工程拆迁作业，在房屋拆除时，对被拆除的房屋必须采取洒水或喷淋降尘措施（人工拆除时，洒水或喷淋措施可能导致房屋结构疏松而危及施工人员安全时除外），当空气质量为重度污染（空气质量指数 201-300）和气象预报风速达到 5 级以上时，暂停拆除作业。

②拆迁建筑垃圾应及时清运出场，装运过程中须洒水、喷淋压尘处理；未能及时清运堆放时间超过 48 小时的，应采取临时洒水、用防尘网覆盖等措施。

（8）土方开挖扬尘防护措施

①项目在车站施工时采取明挖施工作业，开挖形成的基坑及边坡裸露土面应及时进行支护和表面喷浆固化处理，未能及时固化的，须采取喷淋和用防尘网进行覆盖；非开挖作业面裸土场地裸露时间超过 48 小时的，应采用防尘网进行覆盖。

②土石方施工过程中，松散土方应及时归拢并清运出场；未能及时清理的松散土方，应归拢压实并采用防尘网进行覆盖，堆土不得超过围挡高度，且与围挡保持安全距离

③开挖施工完毕后，应对土方工程产生的裸露土面采取有效抑尘措施，裸露时间超过 3 个月的，应进行绿化；裸露时间少于 3 个月的，应采取防尘网进行覆盖。

④当空气质量为重度污染（空气质量指数 201-300）和气象预报风速达到 5 级以上时，暂停土方施工，并做好覆盖工作。

（9）渣土运输及设备尾气防治措施

①运输渣土、砂石、预拌商品混凝土等各类建筑材料的车辆应符合相关规定要求，渣土、砂石装载的最高面，必须低于车厢板上边缘 10cm，不得沿途撒漏；运输预拌商品混凝土的车辆，其出料口要加装防泄漏装置。

②挖掘机、推土机等施工设备尾气排放应符合相关标准，禁止使用在运行过程中“冒黑烟”并会造成大气污染的施工设备。

③本项目建设区位于长沙市 24 小时禁止高排放非道路移动机械使用范围，施工活动禁止使用达不到《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》（GB20891-2014）中规定的第三阶段排放标准的，或排放可见烟的装载机、推土机、挖掘机、空气压缩机、发电机组等非道路移动机械，但不符合低排区排放标准的非道路移动机械通过技术改造升级，经具备资质的第三方检测机构检测，其尾气排放满足低排区排放标准的，可以在低排区内使用。

④本项目鼓励优先使用新能源或清洁能源非道路移动机械。

⑤施工单位应向市生态环境主管部门报备登记非道路移动机械，对长沙市行政区域非道路移动机械排气污染防治实施统一监督管理，组织实施非道路移动机械排气检测有关工作，对非道路移动机械实施环保号牌登记管理，并对社会公布。

（10）裸露地扬尘防治措施

①土地征收、房屋拆迁施工完毕后，暂不建设的场地应设置围墙，裸露场地采取有效抑尘措施，裸露时间超过 3 个月的，应进行绿化；裸露时间少于 3 个月的，应采用铺装、固化或防尘网覆盖等措施，防止扬尘。

②施工完毕后，建设单位对占地范围内裸露地面进行绿化、透水铺装或者覆盖。

（11）施工生活垃圾臭气控制措施

①施工现场应设置独立垃圾站或垃圾池，建筑垃圾应分类集中存放、遮盖严密，运输消纳应符合相关规定。

②垃圾站或垃圾池远离人群居住区布设，并进行定期消毒。

③生活垃圾按照环卫部门要求统一清运至指定的收集地点。

(12) 现场管理措施

①施工单位应在施工组织设计中编制扬尘污染防治技术措施专篇或单独编制扬尘污染防治方案，明确扬尘治理责任人，按要求采取扬尘防治措施。

②施工现场应设置大门，建立门卫制度和清扫制度。

③应按规定设置视频监控系统 and 扬尘在线监测系统。扬尘在线监测系统设备安装位置与基坑或项目主体结构水平距离不大于 10 米，且应在建设工地远程视频监控范围内；设备顶端距离地面高度不低于 3 米。建设工地视频监控资料保存期与建设期一致。施工期扬尘监测数据进行保存，并纳入环保竣工验收资料归档，按照国家规定适时向公众公开。

8.6.2 运营期大气污染防治措施

(1) 风亭周边设置 15m 的大气环境防护距离，排风口不正对环境空气环境保护目标。

(2) 不宜在距离排风口 15m 范围内新建对大气环境敏感的建筑物或设施，如居住区、学校等。

(3) 风亭周围加强绿化，种植本地乡土种常绿灌木。

8.7 固体废物处置措施

8.7.1 施工期污染防治措施

1、生活垃圾、普通弃土、建筑垃圾污染防治措施

(1) 施工人员集中的生活营地，要设兼职的环境卫生管理人员，负责营区的生活垃圾集中统一回收，交环卫部门统一处理；

(2) 对可再利用的废弃物回收利用。各类垃圾要及时清扫、清运、不得随意倾倒，做到每班清扫、每日清运；

(3) 工程产生的弃方基本为地下隧道及车站开挖弃渣，优先进行综合利用，从源头减少弃方产生量。

(4) 加强出渣管理，及时清运，不宜长时间堆积，不得在建筑工地外擅自堆放余泥渣土，做到工序完工场地清洁。

(5) 建设项目优先考虑优化施工调度，弃土即产即运。在现场暂存时，应在施工场地内设置固体废物贮存区，分区堆存表土、盾构土、普通土，并按《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）要求进行地面防渗，并采取苫盖等遮挡措施，减少淋溶液产生。

(6) 严格遵守《长沙市城市市容和环境卫生管理办法》、《长沙市城市建筑垃圾运输处置管理规定》、《长沙市建筑垃圾资源化利用管理办法》中的有关规定，余泥等散料运输必须有资质的专业运输公司运输，车辆运输散体物料和废弃物时，必须密闭、包扎、覆盖，不得超载、沿途撒漏；运载土方的车辆必须在规定的时间内，按指定路段行驶，尽量缩短在闹市区及居民区等敏感地区的行驶路程；运输过程中散落在路面上的泥土要及时清扫。

2、盾构土污染防治措施

根据设计资料，本工程正线区间隧道采用土压平衡式盾构施工方式，施工过程中将产生盾构渣土 70.83 万 m³。经现场调查，本工程沿线无土壤污染性企业分布。

根据《湖南省盾构渣土处理技术标准》（DBJ43/T515-2020），“不能完成现场处理的盾构渣土应通过盾构渣土处理厂实现集中处理”。

根据长沙市望城区城市管理和综合执法局《关于长沙市轨道交通 5 号线延长线工程相关事项的回复》，长沙市轨道交通 5 号线延长线工程产生的盾构土可由专用建筑垃圾处置基地处置，详见附件 9。两处盾构土处置基地是长沙市规划的盾构土集中处置场，符合《长沙市渣土消纳场布局规划（2018-2025 年）》，盾构土处置去向符合《湖南省盾构渣土处理技术标准》相关规定。

8.7.2 运营期防治措施

对于运营期沿线各车站及停车场产生的生活垃圾，运营管理部门应在站、段内合理布置垃圾箱（桶），安排管理人员及时清扫并进行分类后集中送环卫部门统一处理。

9 环境影响经济损益分析

9.1 环境经济效益分析

环境影响经济损益分析的主要任务是衡量建设项目需要投入的环保投资所能收到的环境保护效果，通过综合计算环境影响因子造成的经济损失、环境保护措施效益以及工程环境效益，对环境影响做出总体经济评价。因此，在环境影响经济损益分析中除需计算用于控制污染所需的投资和费用外，还要核算可能收到的环境与经济实效。

城市轨道交通是社会公益性建设项目，其票价一般实行政府指导价，运营后企业的经济效益不突出，大多需要政府财政补贴，但所带来的社会经济效益可观，其中部分效益可以量化计算，部分难以用货币值估算。

可量化社会效益主要包括节约旅客在途时间的效益；提高劳动生产率的效益和减少交通事故的效益，减少噪声及大气排放的环境效益等；不可量化社会效益主要包括改善交通结构、改善区域投资环境、创造区域发展条件、提高人民生活质量、节省城市用地、缓解交通压力等。

9.1.1 环境直接经济效益

(1) 节约旅客在途时间的效益（A1）

由于轨道交通快速、准时，而地面公共交通由于其性能及道路的限制，乘客每次乘轨道交通可较地面公共交通节省更多的时间。

$$A1=Q \times T1 \times \text{工作客流系数} \times B。$$

式中：A1—节约时间效益，万元/年。

Q—客运量，万人/年。根据本项目工可报告，长沙市轨道交通5号线延长线工程客流量预测2032年客运量约3650万人，年客运量；

工作客流系数—本次评价考虑乘客中50%为生产人员。

B—乘客单位时间的价值，元/人·小时；2023年长沙市全市生产总值达到14331.98亿元，人均国内生产总值136325元，每月工作20.83天，每天工作8小时，人均小时国内生产总值为：68.15元/小时。

T1—节约时间，小时：根据本工程工可方案，拟建工程2032年平均运距6.9公里，以此与同等距离公共交通相比较，节约时间约0.41小时（本项目取时速80公里/小时，公共交通时速14公里/小时）。

根据计算结果，本工程节约旅客在途时间的效益 A1 为：50993.24 万元/年。

(2) 提高劳动生产率的效益 (A2)

提高劳动生产率的效益是指乘坐轨道交通与乘坐公共交通相比，乘客在精神上和体力上的疲劳减轻，从而在工作中劳动生产率得到相应提高所产生的效益。

$$A2 = (0.50 \times Q/Y) \times T2 \times F \times B$$

式中：A2—提高劳动生产率效益，万元/年。

Q—客运量，万人/年。根据本项目工可报告，长沙市轨道交通 5 号线延长线工程客流量预测 2032 年客运量 3650 万人，年客运量；

Y—往返次数，次/人：对上下班乘客而言，一般乘次在 2~4 次之间，本次评价取 2.5 次/人。

T2—日工作时间：以 8 小时计。

F—提高劳动生产率幅度，参照类似工程效益计算，提高劳动力生产幅度取 5.6%。

B—乘客单位时间的价值，元/人·小时；根据前文计算结果为 68.15 元/小时。根据计算结果，提高劳动生产率的效益 A2 为：22287.78 万元/年。

(3) 居民出行条件改善的效益 (A3)

$$A3 = 0.50 \times H \times B \times T3$$

式中：A3—居民出行条件改善的效益，万元/年；

H—影响区居民节约出行时间人数。其人数与地铁预测客流相近，以 2032 年客运量 3650 万人计；

T3—节约时间，小时：本工程拟设站点 7 个，使乘坐公共交通的站点加密，出行者步行到站及候乘时间缩短。步行速度按 3 公里/小时，平均缩短步行到站距离以 50 米计，则平均节约时间 1 分钟；候乘时间平均缩短 0.5 分钟计，则这一地区乘坐公共交通者往返一次平均节约时间 3 分钟，折合约 0.05 小时。

B—乘客单位时间的价值，元/人·小时；根据前文计算结果为 68.15 元/小时。根据计算结果，居民出行条件改善的效益 A3 为：6218.69 万元/年

(4) 代替公交车的效益 (A4)

本项目建成后，长沙市地面交通客流将明显减少，可减少公交车辆的投资费用和运营成本，并可减少配套设施及道路拓宽费用。根据长沙城市公交系统历史最大客运

能力年份的平均客运能力可计算各年轨道交通可替代的公交车数量，据此计算各年公交客流减少的效益（A4）。

按客流量预测 2032 年为 3650 万人，每辆每年按 35 万人计，公交车购置费以 50 万元/辆计，2032 年起公交车运营成本以 21.4 万元/辆计，配套设施及道路拓宽费用以 10 万元/辆计，线路客流不均衡系数以 1.4 计，公交车的使用年限以 10 年计，可得公交客流减少产生的效益 A4 为 1414.24 万元/年。

(5) 减少环境空气污染经济效益（A5）

城市地面交通机动车燃油会产生大量的含 CO、NO₂、TSP 等污染物的有害气体，导致城市区域环境空气质量下降，而城市轨道交通的能源采用电力可大大减少空气污染负荷。

项目建成后，将减少和替代了地面交通车辆，相应地减少了各类车辆排出的废气对长沙市环境空气的污染，有利于改善沿线区域的环境空气质量，提升了长沙市生态环境品质。根据国内外有关道路交通废气产生的环境经济损失估价资料，

本次评价取 0.35 元/100 人·公里作为地面公共交通废气环境经济损失计算系数，减少环境空气污染经济效益估算方法见下式。

$$A5 = (N \times V \times T5 + Q2 \times S) \times R \times 365$$

式中：A5—道路废气产生的环境经济损失，元/年

N—拟建工程两侧受道路废气影响的人数，以 6 万人计。V—平均时速，取平均时速 40 公里/小时。

Q2—日客运量，2032 年日客运量 10 万人。

T5—每日运行时间，本次取 18 小时/日。

S—旅客平均旅行距离，2032 年平均运距 6.9 公里。

R—减少环境空气污染经济效益计算系数，本次取 0.35 元/100 人公里。

根据计算结果，减少环境空气污染经济效益 A5 为：5606.95 万元/年。

9.1.2 环境间接经济效益

城市轨道交通建设项目对区域社会、经济、文化发展的间接效益是巨大的，属于无形效益的外部效益，难以用货币计量和定量评价，故本次采用定性评价方法描述，具体包括以下方面：

(1) 本项目建成后可有效地疏散地面拥挤的车流、人流，且具有准时、快速、舒适、安全的特点，是综合交通体系中不可或缺的交通形式，对改善长沙市内交通整体结构布局，缓解长沙市内交通紧张状况，提高环境质量将起到重要作用。

(2) 本项目的建设可满足经济建设快速发展的需要，同时带动了相关第二、第三产业的发展。轨道交通作为现代化的交通工具，运用了很多高新技术，这也促进了有关国内企业提高技术含量、填补技术空白，增加城市的综合竞争力。

(3) 本项目的建设，紧密联系了长沙南部片区（暮云组团中心、圭塘东片及香樟南片等）与长沙市中心，将极大地促进城市沿线地带的快速发展。方便乘客换乘，提高了交通系统的综合效益。

(4) 本项目建成后可以促进运输结构的合理化，改善交通条件，改善投资环境，吸引外商投资，发展广泛外向型经济。

(5) 本项目实施期间，由于增加建材、物资及劳动力的需求，刺激了其他相关产业的发展，可为社会创造更多的就业机会和信息交流。

9.1.3 环境经济效益合计

轨道交通为社会公益性项目，项目实施后，在获得一定经济效益的同时，也获得了良好的社会效益和环境效益，其可量化的效益见下表。

表 9.1-1 项目经济效益一览表

序号	项目	数量（万元/年）
A1	节约旅客在途时间	50993.24
A2	提高劳动生产率	22287.78
A3	居民出行条件改善	6218.69
A4	代替公交车	1414.24
A5	减少环境空气污染	5606.95
效益合计		86520.9

由上表统计可知，项目产生的可量化经济效益为 86520.9 万元/年。

9.2 环境经济损失分析

9.2.1 生态环境经济损失

生态环境损失是指因工程占用土地对植被破坏、土地资源生产力下降等产生的环境经济损失，以及噪声、废水等污染物处置经济损失。参考长沙既有地铁情况，结合项目特点，项目生态环境经济损失见下表。

表 9.2-1 工程实施环境经济损失一览表

序号	项目	数量（万元/年）
1	生态环境破坏环境经济损失	50
2	噪声污染环境经济损失	600
3	水环境污染环境经济损失	10
合计		660

9.2.2 环保投资

本项目工程总投资为 59.09 亿元，其中环保工程投资 6722.7 万元，占总投资的 1.14%。环保投资详见表 9.2-2。

表 9.2-2 环保投资估算一览表

时段	环境要素	环保设施	实施部位	实施效果	费用估算 (万元)
施工期	噪声	低噪设备、优化布置及施工组织、施工场地围挡和临时施工隔声屏	施工场地	施工场界达标	350
	废气	车辆清洗池、围挡、喷淋设施	施工场地	施工废气（颗粒物计）满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）的无组织排放监控浓度限值	500
	废水	施工沉砂池、截排水沟、隔油沉砂池、集水坑	施工场地	1.施工期生活污水排入市政污水管网； 2.车站设置沉砂池，施工废水沉淀处理后回用施工，不外排。	260
	固体废物	1.施工期生活垃圾交环卫处置； 2.土石方合法合规处置； 3.施工场地内设置土石方临时贮存场，分区堆存，并对渣土类别的属性进行鉴别，根据相关管理办法的要求及时完善相应的措施。	施工场地	1.生活垃圾分类收集，全部交由环卫部门处置； 2.土石方临时贮存场按《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）进行地面防渗； 3.盾构土处理按《湖南省盾构渣土处理技术标准》（DBJ43/T515-2020）相关要求进行处理； 4.固体废物处置率 100%。	460
	生态恢复	1.施工场地和临时施工占地全部进行生态恢复，恢复原则为原绿地恢复成绿地，原建设用地恢复成建设用地并硬化。 2.按相关规定对树木移植并养护。	施工场地	施工临时占地恢复率 100%。	250
施工期环保费用小计					1820
运营期	噪声	1.采用声学性能优良的风机、冷却塔采用低噪设备，冷却塔宜采用《机械通风冷却塔第 1 部分：中小型开式冷却塔》（GB/T 7190.1-2018）噪声分级 I 级。 2.牛角塘站、中信广场站、湘雅医院（天心院区）站、长沙理工大学站、金海路站新风亭、排风亭设置不低于 3m 长片式消声器，活塞风机前后设不低于 3m 长片式消声器；其余车站设置不低于 3m 长片式消声器，活塞风机前后设不低于 3m 长片式消声器。 3.加强车轮打磨、轨道润滑及维护。	地下车站排风亭、冷却塔；地下线路	1、各环境保护目标声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）。	135

	环境振动	1.整合优化后工程正线共设置减振措施 5877m，其中： ①左线中等减振 7 段共设置 1220m（单线）；高等减振 1 段共设置 165m（单线）；特殊减振 3 段共设置 1550m（单线）。 ②右线中等减振 8 段共设置 1234m（单线）；高等减振 2 段共设置 463m（单线）；特殊减振 3 段共设置 1245m（单线）。	地下轨道线	敏感点振动环境质量达《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）相关标准限值要求。	4626.7
	废气	1.风亭周边及停车场内绿化。	地下车站	风亭周边满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中的二级标准限值的要求。	60
	废水	生活污水配置隔油池等预处理设施。	地下车站	污废水达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准排入市政污水管网。	45
	固体废物	1.生活垃圾转交环卫处置。	地下车站	1.生活垃圾分类收集，全部交由环卫部门处置； 2.固体废物处置率 100%。	36
运营期环保费用估算小计					4902.7
总环保费用估算					6722.7

9.3 环境经济损益分析

本次主要通过工程环境效益、工程环境经济损失、工程环保投资，对工程环境影响的总体费用效益作出评价，计算公式如下：

$$B_{\text{总}} = A_{\text{总}} - E_{\text{总}} - D_{\text{总}}$$

式中： $B_{\text{总}}$ —环境经济损益，万元/年；

$A_{\text{总}}$ —环境经济效益，万元/年；

$E_{\text{总}}$ —环境经济损失，万元/年；

$D_{\text{总}}$ —环保投资，万元/年。

表 7.3-1 项目实施后环境经济损益分析表

项目	数量（万元/年）
环境经济效益	86520.9
环境影响损失	660
环保投资	6722.7
环境经济损益	77542.8

综上，本项目的建设对沿线区域的社会环境和经济发展具有较高的积极促进作用，工程的实施虽会对沿线生态环境产生短期破坏和污染而造成环境经济损失，但在工程采取环保措施后，可将工程环境损失控制在最小范围内。

本项目的建设将带来巨大的社会效益和环境效益，可大大减少地面城市道路建设给区域空气环境、声学环境质量带来的污染影响，符合经济效益、社会效益、环境效益同步增长的原则。

10 环境管理与监测计划

为了保护本工程沿线环境，确保工程的各种不良环境影响得到有效控制和缓解，必须对本工程的全过程进行严格、科学地跟踪，并进行规范的环境管理与环境监控。

10.1 建设前期环境管理

建设前期的环境管理是指工程设计及施工发包工作中的环境管理。

设计阶段，建设单位、设计单位将环境影响报告书中提出并经环境保护主管部门正式批复核准的各项环保措施落实到工程设计中，并将环保工程投资纳入工程概（预）算中，以实现环保工程“三同时”中的“同时设计”的要求。各级建设部门和环保部门等有关主管部门实施监督管理职能。

工程发包过程中，建设单位应将环保工程摆在与主体工程同等重要地位在工程施工招标文件中予以明确，按环境影响报告书的有关要求对施工单位的施工组织方案提出环境保护要求，优先选用环保意识强、环保工程业绩好、能力强的施工单位和队伍，为文明施工、各环保要求能高质量地“同时施工”奠定基础。

环境影响评价建议采取的环保措施（建议）详见本报告第8章。

10.2 施工期环境管理与监控

10.2.1 环境管理体系及职责

施工期的环境管理实行包括施工单位、监理单位 and 建设单位在内的三级管理体制，并接受长沙市有关管理部门的监督检查。其中施工单位是本阶段各项环保措施的实施单位，同时要求设计单位做好配合和服务。

在这一管理体系中，首先强化施工单位自身的环境意识和环境管理。各施工单位应配备专职或兼职人员负责施工期的环境保护工作，对施工场地的污水排放、扬尘、施工噪声等环境污染控制措施进行自我监督管理。这些人员应是经过培训、具备一定能力和资质的工程技术人员，并赋予相关的职责和权力，使其充分发挥一线环保监管职责。实行环境管理责任制和环境保护考核制，组织主要领导进行环境保护知识培训，增强环保意识。

监理单位应将环境影响报告书、环保工程施工设计文件及施工合同中规定的各项环保工程及措施作为监理工作的重要内容，对环保工程质量严格把关，并监督施工单位落实施工中应采取的各项环保措施。施工结束，应提交环境监理报告。

建设单位施工期环境管理的主要职能督促施工单位建立、健全施工管理制度和

管理体系，鼓励施工单位按 ISO14001 环境管理体系（EMS）进行施工环境管理、按 18000 职业安全健康管理体系（OSHMS）进行施工人员的安全健康管理；在于把握全局，及时掌握全线施工环保动态，当出现重大环保问题或纠纷时，积极组织力量解决，并协助各施工单位处理好与环保部门、公众及利益相关各方的关系。

10.2.2 监督体系

从工程施工的全过程而言，环保、交通、环卫等部门是工程施工环境监督的主体，而在某一具体或敏感环节，银行、审计、司法、新闻媒体也是监督体系的重要组成部分。施工监理是监督部门与施工单位、建设单位联系的纽带。

10.2.3 环境保护行动计划

（1）施工准备期环境保护行动计划

①在施工准备阶段环境保护的主要内容为征地、拆迁过程中如何保护被征地、拆迁单位和居民的利益。建设单位应严格按照国家和长沙市有关征地拆迁安置办法对被拆迁单位、居民按自愿原则确定合理的补偿、安置方式。征地拆迁过程中任何单位和个人的不良行为都是对国家和被征地拆迁单位、居民利益的损害。因此，实施过程中司法、银行、审计、新闻媒体因其特有的职能，这些单位的监督具有重要的意义。

②在施工前期，建设单位应组织有关部门全体员工的环境意识培训；组织重要岗位人员，包括建设单位、工程监理单位、施工单位施工现场管理人员和施工单位项目经理、现场环保负责人员等参加环境管理知识培训；组织直接参与管理的地铁公司和施工单位有关人员参加环境管理技能培训。

（2）施工期环境保护行动计划

①施工期噪声控制

应合理安排施工时间，避免运输车辆噪声对学校、医院、集中居民住宅区等敏感点干扰。根据预测，本工程施工期间，施工机械对场地周边声环境影响较大，高噪声机械噪声超标严重，因此根据有关规定要求，施工单位应在工程开工前十五日内向沿线环保局提出申报。

②施工期振动控制

在保证施工进度的前提下，优化施工方案，合理安排作业时间，限制夜间进行有强振动污染严重的施工作业，并做到文明施工。此外还应加强施工期对线路正上方通过的敏感建筑和Ⅲ类建筑结构房屋路段地表不均匀沉降的观测。

③施工期水环境保护

施工驻地生活污水、运输车辆冲洗废水应实现有组织性。生活污水中的粪便污水经化粪池处理，车辆冲洗水集中在施工驻地进行，并与其他机械冲洗水进行沉淀处理，处理后与生活污水一同排入城市排水管网。同时根据有关规定要求，施工单位应向长沙市市政排水主管部门申领施工工地临时排水许可证。

④施工扬尘

施工场地应根据气候变化进行定期洒水，并保证施工场地的整洁，减少二次污染源的聚集。

⑤运输车辆

由于本工程规模较大，尤其是盾构施工期间，大量的弃土外运和施工材料的运输，大量施工车辆的进出将给周边地区城市道路形成压力。因此，为减少交通压力，施工单位应合理进行车流组织，在繁忙干道，施工单位应将常规车流量、行驶路线、时段通报交通管理部门，时段选择宜避开交通高峰期；突击运输或长大构件运输应提前通报交通管理部门，以便于其组织力量进行交通疏导。

⑥生活垃圾

施工驻地生活垃圾应袋装、定点堆置，交由城市环卫部门处置。其中餐饮业及食堂产生的餐厨垃圾应当委托清洁企业单独收集、运输、处理。禁止将餐厨垃圾交给其他单位和个人。

⑦工程竣工验收

工程完工和正式运营前，建设单位应按照建设项目环境保护工程竣工验收办法进行环保工程验收或自验。

10.2.4 施工期环境监理

（1）征地拆迁再安置情况在施工期由建设单位和政府有关部门委托专人进行跟踪调查，定期了解再安置人员的情况，并形成书面报告。

（2）在施工期，施工单位的环保专职人员（兼职人员）应督促施工部门落实本报告中关于施工期的各项环保措施，并负责本单位的环保设施的施工管理和竣工验收。环境监理人员应按设计文件和施工进度对施工期间的各项监控项目进行检查。定期（每月）向上级主管部门报告监控项目执行情况。

对社会经济环境影响的监控由项目所在地区的环保部门执行。

10.2.5 施工期环境监测

施工期环境监测对掌握工程施工对周围环境产生的影响、并及时采取有效的污染防治对策和措施等具有十分积极的作用，根据本工程性质及工点分布、作业方式等，将本工程施工期环境监测的主要内容汇于下表 10.2-1 中。

表 10.2-1 施工期环境监测计划一览表

监测项目	监测参数	监测点	采样频率	检测时间	监测单位
废水	pH、SS、石油类、COD	施工场地废水、盾构施工场地泥浆废水及 1 处车站施工生活、生活废水。	每季一次		有资质的监测单位
大气	PM _{2.5} 、PM ₁₀ 、TSP	建筑面积 5 万平方米以下的建筑工地在工场主出入口设置 1 个监测点；建筑面积在 5-20 万平方米之间的建筑工地在施工场地主要出入口、主导下风向或环境敏感点等位置设置 2 个监测点。	安装在线监测系统，并与长沙市住建委管理平台联网		监测设备要求见表注*
噪声	A 声级或等效连续 A 声级	施工场界及周围噪声敏感点			
振动	振级	盾构井、风亭施工场界及周围敏感点，如谷塘村等	不定期抽样监测	分昼夜 2 个时段进行，检测连续时间为 2 天以上。	有资质的监测单位
地面沉降及地下水	对基坑围护结构、周边建筑物的水平和垂直位移量，围护结构的受力变化情况，地下水位的变化情况，土压力的变化情况，以及基坑内氧气量，有害气体含量等进行严密监测。监测设施：地下水位利用施工基坑降水井进行监测。	1 处地下车站施工降水点附近	每天一次	施工降水期间	有资质的监测单位
盾构渣土	pH、阴离子表面活性剂、COD、汞、镉、铬、六价铬、砷、铅、镍、铜、锌	1 个正线区间盾构土	每个区间 1 次，共 3 次，必要时加密监测频次		有资质的监测单位

表注*：（1）监测设备获得计量器具型式批准证书（CPA）、制造计量器具许可证（CMC）、中国环保产品认证（CCEP）等相关证书和检测报告，杜绝“三无”产品（无品牌、无国家认证、无省级以上环保监测部门检测数据）。监测设备需符合《污染源在线自动监控（监测）系统数据传输标准》HJ/T212-2005。

（2）监测设备具备监测 PM_{2.5}、PM₁₀、噪声、气象等参数的能力，具备报警灯装置，各监测模块与数据采集子系统采用一体化设计结构。设备 PM₁₀ 小时浓度超过 200 微克/立方米、PM_{2.5} 浓度超过 100 微克/立方米时，系统及时进行预警预报。

（3）建设工程项目业主单位应在规定时间内上传数据到指定平台，并保证数据传输率和有效率均在 85% 以上。

10.2.6 地面沉降引起的居民住宅等敏感建筑安全监控及应急预案

(1) 对基坑围护结构、周边建筑物的水平和垂直位移量，围护结构的受力变化情况，地下水位的变化情况、土压力的变化情况进行严密监测。

(2) 构建车站明挖段两侧附近和暗挖段上方沉降控制观测网站系统，现场设置摄像头，信息化实时监控施工现场，监测时段为工程开挖后直至“洞通”，实时向总监理工程师反馈现场信息，以便及时对设计参数和施工方法进行调整，保证安全。

10.3 运营期环境管理和环境监测

运营期环境管理是一项长期的管理工作，必须建立完善的管理机构和体系，并在此基础上建立健全各项环境监督和管理制度。

10.3.1 管理机构、人员设置及主要职责

为加强工程运营期环境管理，确保各项环保设施的正常运转，评价建议运营公司需配专职环保管理人员 1-2 名。

专职环保人员的职责是：负责全公司及对外的环境管理；做好教育和宣传工作，提高各级管理人员和工作人员的环保意识和技术水平；制定轨道交通运营期的环境管理办法和污染防治设施的操作规程，定期维护、保养和检修污水处理设备、风亭、风塔噪声治理设施等，保证其正常运行；配合环保主管部门进行环境管理、监督和检查工作；配合环保主管部门解决各种环境污染事故的处理等。

10.3.2 运营期环境管理的重点

根据本工程环境影响特征和本报告评价结果，本工程运营期环境管理的重点为：地下车站环控的监控和管理；地下区段列车振动对沿线振动环境质量的监控和管理；车站排水设施的管理和处理效果的监控；上述三方面亦是容易产生污染事故和环境纠纷的领域，应给予特别关注。

10.3.3 环境监测

环境监测计划的目的是评价各项减缓措施的有效性，以及对运营过程中未预测到的环境问题及早作出反应，根据监测数据制定政策，改进或补充环保措施。运营期环境监测项目、频率和时间汇总见表 10.3-1。

表 10.3-1 运营期环境监测计划

监测项目	监测参数	监测点	采样频率	监测单位
废水	pH、石油类、COD _{Cr} 、SS、氨氮	车站污水进入污水处理厂的接管口	每季一次	有资质的监测单位
噪声	A 声级或等效连续 A 声级	风亭、冷却塔附近	每 2 年 1 期	

振动	振级	王家巷居民点、天悦和苑二期、先锋先字南区、友阿奥特莱斯	每2年1期	
废气	NO ₂ 、CO、HC、臭气浓度	风亭排放口附近	每半年一次	

10.4 污染物排放清单及总量控制指标

10.4.1 本项目污染物排放清单

拟建项目生产运行阶段产生的主要污染物来源为：车站排放的生活污水、固体废物等。

项目应严格落实各项环境保护措施，减少污染物的排放量，严格执行“三同时”制度，确保各环境保护措施能够和生产工艺“同时设计、同时施工、同时投产使用”。在此基础上，通过本项目工程分析，确定本项目主要污染物的排放清单情况汇总如表 13.4.1-1。

表 10.4-1 本项目主要污染物排放清单

污染源	排放源	污染物名称	排放浓度 (mg/L)	排放标准 (mg/L)	排放量 t/a	采取的污 染防治措 施	排放去向
废水	沿线车站	废水量	--	--	25550	接入市政 污水管网 排入暮云 污水处理 厂或雨花 污水处理 厂	港子河或 圭塘河
		COD	300	500	7.665		
		BOD ₅	90	300	2.300		
		SS	70	300	1.789		
		氨氮	25	40	0.639		
		总磷	4	8	0.102		
固废		生活垃圾	--	--	32.85	委托处理	环卫部门

10.4.2 总量控制指标

本工程投产后项目不需申请大气总量；沿线车站的废水接管考核量为：废水量 25550t/a、COD7.665t/a、氨氮 0.639t/a，废水污染物总量指标均纳入城市污水处理厂总量指标管理，本次评价核定的接管量作为仅作为本工程的考核指标。

10.5 环境监理

工程建设的环境监理是工程监理的重要组成部分，环境监理工程师受业主委托，对本报告书提出的工程施工期和运营期的环境保护措施的落实、实施进行环境监理，对所有实施环保项目的专业部分和工程承包商的环境保护工作进行监督、检查和管理，切实保护好工程影响区的环境。

施工期环境监理师是依照国家和地方的环境保护法律、法规、工程设计文件和

工程承包合同，对工程承包商进行环境监理。根据工程特点和施工区环境状况，环境监理可采取检查、旁站和指令文件等监理方式。其主要工作任务是：

（1）在施工现场和生活营地对所有承包商的环境保护工作进行监督检查，防止或减缓施工作业引起的环境污染和生态破坏。

（2）派出监理人员对承包商施工区和生活区进行现场检查和监测，全面监督和检查环保措施的落实，对不符合标准的地方提出限期整改要求，并编写工程建设环境监理日志。

（3）根据环境保护法律、法规、工程设计文件和工程承包合同，协助环境管理机构和有关部门处理因本工程引发的环境污染与环境纠纷。

（4）编写环境监理工作周报、月报和年报，提出存在的重大环境问题和解决问题的建议。

（5）参加工程阶段验收和竣工验收。

10.5.1 环境监理的确定和工程监理方案

在实施监理前，监理单位应根据与本工程有关的环保规范和标准、工程设计文件、工程施工合同及招投标文件、工程环境监理合同等编制工程监理方案，编制内容包括工程概况、监理依据、环境监理范围、阶段、期限、工作目标、工作制度、人员设备进出现场计划、监理质量控制等。

10.5.2 环境监理工程内容和方法

（1）环境监理工作内容

①施工前期环境监理

污染防治方案的审核：根据施工工艺，审核施工工艺中的“三废”排放环节，排放的主要污染物及设计中采用的治理措施的可行性；污染物的最终处置方式和去向应在工程前期按有关文件规定和处理要求，做好计划，并向环保主管部门申报后具体落实。

审核施工承包合同中的环境保护专项条款：施工承包单位必须遵循环境保护有关要求，以专项条款的方式在施工承包合同中体现，在施工过程中据此加强监督管理、检查、监测，减少施工期对环境的污染，同时对施工单位的文明施工管理水平和素质进行审核。

②施工期环境监理

监督检查施工过程中各类机械设备是否依据有关法规控制噪声污染；监督检查

施工工地生活污水和生活垃圾是否按规定进行了妥善处理 and 处置；监督检查施工现场道路是否畅通，排水系统是否处于良好的使用状态，施工现场是否有积水；施工期间对施工人员做好环境保护方面的培训 work，培养大家爱护环境的意识；做好施工期污染物排放的环境监测、检查、检验 work；参与调查处理施工期的环境污染事故和环境纠纷。

本工程污水均可接入周边市政污水管网，并最终排入污水处理厂进行集中处理，因此工程运营期一般不会对地表水水质产生不良影响。工程正式开工后，车站主体结构及区间段开挖出来的土石方先堆置于临时弃渣场，再由专门的弃渣运输车辆运出，运输车辆须持长沙市城市管理局颁发的《长沙市渣土运输核准证》，弃渣堆置场地及运输路线应由渣土管理部门确定。弃渣运输过程中，弃渣运输单位应严格按照长沙市渣土运输的相关规定，按照指定路线，运输到相应的弃渣堆置场地。长沙市所有的开发建设项目所形成的弃渣及回填土，必须由长沙市渣土事务中心根据工程地点及消纳场、取土场的位置统一调配，弃渣完毕后统一平整、统一实施防护措施。各个消纳场须经事务中心审批同意后才能设立，也不许可业主自行设立弃渣场和取土场，其消纳场受纳不同类型开发建设项目产生的渣土。消纳场由专业管理公司进行管理，长沙市渣土事务中心负责消纳场的日常弃方、借方调配及监督管理，并负责指导消纳场后期的整理及恢复措施，消纳场的水土保持责任由其管理公司及长沙市渣土事务中心承担。

（2）监理工作方法

现场监理采取巡视、旁站的方式，提示施工单位定期对施工现场污水、废气、噪声进行现场监测。当环境监理人员检查发现环境污染问题时，应立即通知承包商现场负责人进行纠正，并将通知单同时抄送监理部和业主代表。承包商接到环境监理工程师的通知后，应对存在的问题进行整改。

10.6 诱发环境影响的监控与管理

本工程将改善沿线交通状况，刺激沿线区域经济发展，带动工商业及房地产的迅速发展。由工程引起的这些发展和变化必然诱发一系列的环境问题，如沿线人口增加、环境负荷加大、环境污染加重、综合环境质量下降等，针对这些诱发的环境问题，地方环保和规划部门应进行全面监控。诱发环境影响的监控重点应放在以下三个方面：

（1）科学、合理的规划：结合本工程尽早制定沿线土地利用规划，限制某些对

环境不利的产业发展，限制居民区、学校、医院等敏感点向噪声源靠近。

（2）严格执法：按已制定的城市规划和土地利用规划严格执法，绝不因眼前利益而牺牲长远效益，确保可持续发展的基本条件。

（3）部门协作：地方环保部门应与轨道公司、城建、规划等相关部门合作，密切配合，共同保护沿线的环境质量。

10.7 环境影响跟踪评价

根据《长沙市轨道交通建设规划（2016-2022）环境影响报告书》审查意见：在规划实施过程中，适时开展环境影响跟踪评价。《规划》修编时应重新编制环境影响报告书。

因此，建议在本工程投入运营 5 年后，适时开展一次跟踪评价，采取调查问卷、现场走访、座谈会等形式征求有关单位、专家和公众的意见，对项目实施后实际产生的环境影响与环境影响评价文件预测可能产生的环境影响之间的比较分析和评估，实施中所采取的预防或者减轻不良环境影响的对策和措施有效性的分析和评估；公众对项目实施所产生的环境影响的意见等。

10.8 工程竣工环保验收

建设单位在工程试运营阶段应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的要求，开展工程竣工环保验收工作，为给工程竣工环保验收提供方便，将“三同时”验收清单汇于表 10.8-1。

表 10.8-1 工程环保措施“三同时”验收清单—环保措施部分

项目名称	长沙市轨道交通 5 号线延长线工程				
类别	污染源	污染物	治理措施（设施数量、规模、处理能力等）	处理效果、执行标准或拟达要求	完成时间
生态环境、绿化	施工期：施工过程应做到“边施工、边防护、边绿化”，防止水土流失，施工方案应减少土地占用和植被破坏；施工期避开集中的暴雨季节、大风季节；备齐防暴雨的防护设备；表土开挖过程对表土进行妥善的临时堆置和防护；修建临时排水设施，临时排水设施应与永久性排水设施相结合；减少开挖量，及时清运弃土和建筑垃圾，落实工程弃渣去向，弃渣场应堆置整齐、稳定、排水畅通；加强场地临时绿化，严格控制施工开挖扰动范围，对排水设施出口加强调查观测，保证排水通畅，施工场地洒水；风亭、出入口等与周边景观相协调。			施工期环境监理	三同时
	运营期：绿化景观维护；地铁风亭、进出口设置与周边景观相协调，与长沙历史文化名城风貌一致。			绿化，景观协调	
环境噪声	施工场地	噪声	①选用低噪声施工设备，噪声较大的机械应远离居民区等声环境敏感点。 ②使用商品混凝土，施工场地内不进行混凝土搅拌作业。 ③禁止打桩和夜间施工，确需使用的，应报经长沙市生态环境局批准。 ④严格按噪声控制标准对各类环境噪声源进行严格控制，禁止进行产生噪声超标和扰民的建筑施工作业。 ⑤对于距离施工场地较近的敏感点，应设置临时 3~4m 高隔声屏障，减轻施工噪声影响。	施工期环境监理，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12532-2011）标准中相应要求	
	车站、风亭、冷却塔	噪声	风亭组加装消声器、冷却塔采用超低噪声冷却塔	满足《工业企业厂界噪声排放标准》（GB12348-2008）中相关标准要求	
环境振动	列车、轨道	振动	对工程正线共设置减振措施 5877m，总投资 4626.7 万元，占线路总长的 30.80%。其中： 左线中等减振 7 段共设置 1220m（单线）；高等减振 1 段共设置 165m（单线）；特殊减振 3 段共设置 1550m（单线）；右线中等减振 8 段共设置 1234m（单线）；高等减振 2 段共设置 463m（单线）；特殊减振 3 段共设置 1245m（单线）。工程实施过程中，应结合线位摆动、敏感目标变化等情况，依据本项目环评提出的减振原则，对敏感目标所在区段的轨道实施相	评价范围内敏感点满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）相关标准限值、二次结构噪声满足《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》（JGJ/T170-2009）的要求。	

			应的减振措施，减振投资以工程概算为准。		
固体废物	施工场地	渣土、建筑垃圾	按照渣土处置方案和长沙市渣土办的要求合理堆放、遮盖和清运等	施工期环境监理	
	运营期	生活垃圾	环卫部门定期清运	环卫部门定期清运	
地表水	施工废水	COD、SS、石油类等	施工场地设置化粪池、沉淀池、隔油池	施工期环境监理	
	车站生活污水	COD、SS、氨氮等	预处理后接管排入城市污水管网	污水接入市政污水管网	
环境大气	施工场地	扬尘	1、工地四周设围挡，配置洒水车； 2、场地硬化； 3、设置洒水喷淋设备； 4、设置洗车平台； 5、建筑材料应按规定要求分类堆放，设置标牌； 6、建筑垃圾、土方、渣土清运； 7、移动机械使用合格的油品； 8、预拌混凝土搅拌站需按照《长沙市绿色环保型混凝土搅拌站建设规定》的要求，完成绿色环保改造，实施清洁生产； 9、建筑工地应安装扬尘在线监测系统，应在土地平整施工前完成设备安装及调试工作，并与市住建委管理平台联网。在工程项目的大门口醒目位置设置扬尘污染防治“6个100%”监管公示牌	施工期环境监理	
	风亭	异味	1、风亭距敏感建筑均能满足15m以上的要求； 2、设计风亭建筑设计时应将排风口朝道路一侧，进风口背朝道路一侧； 3、排风亭等风道内壁采用环保型、防菌、防霉材料； 4、出风口采取过滤、除臭措施。	满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中的二级标准限值的要求	
事故应急措施	应急预案			查应急预案是否设置和运行	
环境管理（机构、监测能力等）	委托有资质的机构进行管理和监测			--	
清污分流、排污口规范化设置（流量计、在线监测等）	--			--	

表 10.8-2 工程施工期环境监理要求

项目名称	长沙市轨道交通 5 号线延长线工程				
监理工程内容	监理地点	监理方法	监理重点	监理要求	完成时间
生态环境、绿化	各施工场地	现场调查	黄花机场东站出入口	施工过程应做到“边施工、边防护、边绿化”，防止水土流失；风亭、出入口等与周边景观相协调；加强监控。	三同时
环境噪声	各施工场地	噪声现场监测	靠近车站、风亭周边的居民	<p>施工期环境监理，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12532-2011）标准中相应要求；</p> <p>①选用低噪声施工设备，噪声较大的机械应远离居民区、学校等声环境敏感点。</p> <p>②使用商品混凝土，施工场地内不进行混凝土搅拌作业。</p> <p>③禁止打桩和夜间施工，确需使用的，应报经长沙市环保局批准。</p> <p>④严格按噪声控制标准对各类环境噪声源进行严格控制，禁止进行产生噪声超标和扰民的建筑施工作业。</p> <p>⑤对于距离施工场地较近的敏感点，应设置 3~4m 高临时声屏障，减轻施工噪声影响。</p>	
环境振动	各施工场地	现场监测	临近施工场地的居民住宅	满足 GB10070-88《城市区域环境振动标准》要求。	
固体废物	施工场地	现场调查	渣土、建筑垃圾等	合理堆放、遮盖和清运等	
地表水	施工废水	现场调查、监测 COD、SS、石油类等	各个车站生活污水、生产废水处理情况	施工场地设置生态厕所、化粪池、沉淀池、隔油池，污水经达标处理后排入市政管网。	
大气治理	施工场地	现场调查	扬尘	工地四周设围挡，粉状物料用篷布遮盖，施工场地加强洒水降尘等	

11 环境影响评价结论

11.1 建设项目概况

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程（即原长沙市轨道交通 5 号线南延工程）位于长沙市天心区与雨花区，属于长沙市轨道交通 5 号线一期工程南向的延伸工程。

长沙市轨道交通 5 号线延长线工程整体呈东西走向，主要沿万家丽路、环保大道、天心大道、规划强体路敷设，线路全长约 9.24km，全地下敷设；共设 7 座车站，均为地下车站。本期工程不新建停车场及主变，利用一期工程水渡河车辆段和天际岭主变。本工程运营期拟采用 B 型车，初、近、远期均为 6 辆编组，列车最高运行速度为 80km/h。

工程总投资估算约 59.09 亿元，折合 6.40 亿元/正线公里，其中环保投资为 6722.7 万元，占比为 1.40%；计划施工周期为 51 个月。

11.2 产业政策及相关规划符合性

（1）产业政策符合性

本工程属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第一类鼓励类二十二城镇基础设施“1.城市公共交通：城市公共交通建设，城市道路及智能交通体系建设，城市交通管制系统技术开发及设备制造，城市轨道交通新线建设，既有停车设施改造，停车楼、地下停车场、机械式立体停车库等集约化的停车设施建设，停车场配建电动车充换电设施”中的城市轨道交通新线建设项目，属于鼓励类项目，符合国家产业政策。此外，根据《市场准入负面清单（2022 年版）》，本工程符合湖南省主体功能区划，不属于《市场准入负面清单（2022 年版）》中的禁止准入项目，属于许可准入类项目。

综上所述，本工程符合国家产业政策。

（2）相关规划符合性

本工程为现有长沙市轨道交通 5 号线一期工程的延长线工程，为《长沙市城市轨道交通第三期建设规划（2017-2022 年）》中规划的轨道交通建设项目，原名为长沙市轨道交通 5 号线南延工程，后因线位部分区间位于军事控制区范围，无法按原规划实施，该段线站位进行了优化调整，调整后工程线位设置与规划总体保持一致，在线路长度、线路局部走向方面进行了轻微调整，但线路形式、车站数量、车辆形式、编组方式均未发生变化。

工程均落实了《长沙市轨道交通建设规划（2016-2022 年）环境影响报告书》（环审〔2016〕101 号）及其批复的相关要求。

本工程也符合《长沙市轨道交通线网修编》（2020 年修订）、《长沙市城市总体规划（2003-2020 年）（2014 年修订）》、《湖南省“十四五”现代化综合交通运输体系发展规划》、《长沙市“十四五”交通运输发展规划（2021-2025）》、《长沙市“十四五”国土空间发展规划》、《长沙市国土空间规划（2021-2035 年）》（公示版）、《长沙市历史文化名城保护规划（2016-2020 年）》、《长沙市“十四五”生态环境保护规划（2021-2025 年）》、长沙市“三线一单”等规划要求。

综上，本工程建设符合产业政策及相关规划。

11.3 环境现状评价结论

11.3.1 环境空气

根据长沙市生态环境局公布的《2023 年长沙市生态环境质量状况公报》中对长沙市环境空气质量统计数据，长沙市 2023 年 PM_{2.5} 年平均质量浓度尚未达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，属于环境空气质量不达标区。

根据《长沙市大气环境质量限期达标规划（2020-2027）》中（五）积极调整运输结构，强化移动源污染防治。大力发展城市公共交通，加强城市轨道交通建设，基本建成“米字型构架，双十字拓展”轨道交通网络主骨架，加快建设快速公交系统（BRT）、线网。到 2027 年，全市公共交通机动化出行分担率达到 61%以上。本工程为轨道交通建设项目，采用电能作为驱动，为绿色公共交通项目。本工程投运后可缓解城区交通压力，减少道路汽车尾气排放，对改善区域大气环境有利。

11.3.2 地表水环境

根据长沙市生态环境局公布的《2023 年长沙市生态环境质量状况公报》中对长沙市地表水环境质量统计数据，2023 年，长沙市地表水水质总体为优，全市 32 个国、省控断面年度水质优良率为 100%。其中，I 类水质断面 2 个，占 6.2%；II 类水质断面 27 个，占 84.4%；III 类水质断面 3 个，占 9.4%；无 IV 类、V 类、劣 V 类水质断面。市级和县级集中式生活饮用水水源地水源达标率和水量达标率均保持 100%，连续 11 年水质达标率均保持在 100%。

综上所述，工程所在区域地表水环境质量现状较好。

11.3.3 声环境

本次评价委托湖南启帆检测技术有限公司 2024 年 11 月 5 日~5 月 6 日期间对本工程各车站风亭、冷却塔周边声环境保护目标进行了一期环境现状监测。根据监测结果，本工程各监测点昼间、夜间声环境监测结果均可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）对应标准限值要求。

11.3.4 环境振动

本次评价委托湖南启帆检测技术有限公司于 2024 年 11 月 10 日~14 日对本工程沿线的部分有代表性的振动环境保护目标进行了一期振动环境质量现状监测。根据上表监测结果，本工程各监测点环境振动 VLz10 值昼间为 51.86~63.89dB，夜间为 35.21~46.37dB，均可满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）相应标准限值要求。

11.3.5 生态环境

根据现场调查与卫片遥感解译，本工程沿线主要为城镇生态系统，其他生态系统所占面积均相对较小。沿线大部分区域均位于城市建成区，土地利用率高，高楼林立，植被覆盖率较低，无原生植被，现存植被以城市道路两侧的行道树等栽培的景观植被为主；仅在起点至牛角塘站区间存在成片的林地、耕地以及零散分布的坑塘。沿线生态环境现状一般。

本工程沿线未发现重点野生保护动物与植物，也未发现古树名木分布。经本工程与各类生态敏感区的范围叠图可知，工程不涉及生态敏感区，距离最近的生态敏感区为天际岭国家森林公园，位于本工程终点北侧约 840m，本工程建设对其无影响。

11.4 主要环境影响及环保措施

11.4.1 生态环境影响及环保措施

（1）施工期生态环境影响及保护措施

本工程对生态环境的影响大部分发生在施工期，施工期对生态环境影响和破坏的途径主要是主体工程占用土地，改变土地利用性质，造成沿线耕地减少，植被覆盖率降低；车站等采用明挖法施工会破坏植被，影响土壤结构和肥力；工程活动扰动可能影响生态系统的生态平衡，对沿线生物的生存产生不利影响。

施工期拟采取如下保护措施：

- ①施工场地选址应避让植被良好区域。

②施工期要严格控制施工工序，严格划定施工作业范围，合理布置施工场地，采取“永临结合”方式，尽量减少临时占地。施工时设立警示标志，采取围栏、围护等措施，在满足工程施工要求的前提下，限定工程占用与扰动范围，同时对施工人员进行环境保护意识教育，严禁随意扩大施工作业带，防止施工人员和施工机械车辆随意进入生态保护红线范围。

③施工过程中贯彻水土保持思想，做好施工组织，施工过程中采取设置排水沟、沉砂池、护坡等水土保持临时措施，减少水土流失；

④严格规定施工车辆的行驶便道和行驶路线，防止施工车辆在有植被的地段任意行驶而破坏植被资源，并做好保护相邻地带树木绿地等植被。

⑤建设单位和施工单位应加强与沿线的市政相关主管部门衔接，及时确定工程产生土石方的消纳场和渣土的运输线路；并对消纳场做好水土保持，以防雨水冲刷造成水土流失、污染水体、堵塞排水管道。

⑥严格执行城市管理绿化条例，施工过程中应注意保护相邻地带的树木绿地等植被；

⑦对城市绿化，在施工范围内严格按法规执行，临时占用绿地要报批并及时恢复，砍伐或迁移树木要报批，不得随意修剪树木。

⑧保护城市景观，地下车站出入口及风亭设计，尽量从造型、与周围环境的协调程度以及周边绿化等方面考虑，其设计结构和外观宜保持统一风格。

(2) 运营期生态环境影响及保护措施

本工程为轨道交通项目，对生态影响主要发生在施工期，运营期无新增占地，对生态环境的影响较小。

11.4.2 声环境影响及环保措施

(1) 施工期声环境影响及保护措施

本工程各车站均采用明挖法施工，个别车站局部采用盖挖法或暗挖法施工。施工噪声来自施工设备作业噪声，如空压机、挖掘机、风镐等，此外，些施工作业如搬卸、安装、拆除等也会产生噪声。施工噪声具有点多、面广又具有间隙性、起伏性、突发性的特点。此外，施工期土石方调配，设备和材料运输频繁行驶经过的施工现场、施工便道和既有道路周围环境将产生较大干扰，因此，重型车辆的交通运输噪声也是需要关注的移动声源。

施工期拟采取如下声环境保护措施：

①落实施工环境监理与环境监测计划。按照《湖南省环境保护条例》、长沙市噪声污染防治政策等，加强施工管理，编制并实施噪声污染防治方案，并根据环境影响评价意见采取措施控制噪声污染。施工单位需贯彻各项施工管理制度、施工环境监理，确保施工噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），在施工期应定期按监测计划开展监测。施工单位进行工程承包时，应将有关施工噪声控制措施纳入承包内容，并在施工和工程监理过程中设专人负责，以确保控制施工噪声措施得到落实。

②合理安排施工作业时间。夜间禁止打桩。建议选用低噪设备，并在夜间避免使用移动式发电机、装载机、风镐、空压机等高噪设备。如因工程的特殊需要必须夜间连续施工作业的，施工单位应当于夜间施工前按照有关法律法规办理。

③优化施工布局，合理布置施工现场。在保证施工作业的前提下，适当考虑施工现场布局与噪声环境的关系，将施工现场的固定噪声源相对集中，对施工场地采取施工声屏障围挡，并合理布置施工设备、尽量避免施工设备临近环境保护目标一侧。

④积极采取降低噪声污染措施。积极推广使用先进的低噪声施工设备、设备和工艺。对高噪设备采取减振、隔音设施。对临近居民区的施工场地设置临时硬质围挡或声屏障措施，确保施工场界噪声达标。

⑤对运输车辆交通运输噪声污染进行防治。运输车辆选用性能、车况较好的运输车辆，从源头降低噪声源强；加强运输车辆的检修和维护，保持较低的噪声源；弃渣等运输车辆的运输线路选择，尽可能选择远离声环境保护目标集中的区域，严格按照相关部门审批的路线进行运输；运输车辆经过声环境保护目标时应减速慢行，车辆运输中尽量避免鸣笛，减轻对居民的影响和干扰；运输线路必须经过声环境保护目标集中区域时，尽可能合理安排运输时间和频次，避免夜间重型车辆噪声对周边声环境保护目标的影响。

⑥加强宣传，倡导科学管理和文明施工，建立环保信誉档案。建立施工噪声管理责任制、施工现场值班制度和建设（施工）单位环保信誉档案。对防治建筑施工噪声污染做出显著成绩的单位和个人予以表彰，对违法施工的除处罚外，视其情节予以通报批评、取消建筑文明工地的评比资格等。

（2）运营期声环境影响及保护措施

本工程正线全部采用地下敷设，且不新建停车场，不新建地面线，不新建主变电所。本工程运营期主要噪声影响为新建车站冷却塔、风亭产生的噪声对周边环境的影响。

根据预测结果，本工程风亭与冷却塔评价范围内的 10 处保护目标中有 5 处超标。

运营期拟采取如下声环境保护措施：

①选用低噪声型的风亭与冷却塔，合理控制风亭排风风速，减少气流噪声；各评价范围内有声环境保护目标的冷却塔均采用超低噪声横流式冷却塔并在排放口设置导向消声器；各评价范围内有声环境保护目标的风亭采取 2~4m 长片式消声器。

②本次对周边规划用地布局依据噪声达标距离、《关于做好城市轨道交通项目环境影响评价工作的通知》（环办〔2014〕117 号）、《环境影响评价技术导则城市轨道交通》（HJ453-2018）提出反馈建议：以噪声达标距离 45 米作为规划用地与冷却塔的控制距离；以相关政策要求的 21 米作为规划用地与风亭的控制距离。

11.4.3 振动环境影响及环保措施

（1）施工期振动环境影响及保护措施

本工程采用明挖法进行施工的地下车站在地面开挖、材料运输、地下车站结构施工等施工过程中将产生振动影响，主要振动源来自于施工时各种重型机械，如挖掘机、打桩机、振捣机、风镐、推土机等。本工程区间线路主要采用盾构法施工，类比同类型施工路线，区间隧道采用盾构施工对线路两侧地面产生的振动影响较小，仅在盾构机顶进过程中有轻微的振动，顶进过后振动影响即消失，对地面环境影响较小。

为使本工程施工振动环境影响降低到最低限度，拟采取如下控制措施：

①科学合理的施工现场布局是减少施工振动的重要途径，在满足施工作业的前提下，应充分考虑施工场地布置与周边环境的相对位置关系，并充分利用地形、地物等自然条件，减少振动的传播对周围敏感点的影响；施工车辆，特别是重型运输车辆的运行途径，应尽量避开振动敏感区域。

②在保证施工进度的前提下，优化施工方案，合理安排作业时间，限制夜间进行强振动污染严重的施工作业，并做到文明施工。

③区间段采用盾构法施工的，应事先对离隧道较近的敏感点详细调查、做好记录，对可能造成的房屋开裂、地面沉降等影响采取加固等预防措施。

④加强对沿线距离较近、受影响较大、抗振性能较差的敏感点建筑进行实时监测，一经发现振动过大、建筑物出现房屋开裂、地面沉降等异常情况，及时停止施工，经有关部门研究决定采取加固等有效的措施，在确保敏感点建筑安全的情况下，方可继续施工。

⑤施工单位和生态环境部门应做好宣传工作，以减轻或消除人们的“恐惧”感，使人们在心理上有所准备，并做好必要的安全防护措施。加强施工单位的环境管理意识，根据国家 and 地方有关法律、法令、条例、规定，施工单位应积极主动接受生态环境部门监督管理和检查。在工程施工和监理中设专人负责，确保施工振动控制措施的实施

(2) 运营期振动环境影响及保护措施

本工程地下线运营期产生的环境振动会对线位上方及两侧振动环境保护目标产生振动与二次结构噪声影响，主要影响因素包括车辆条件、运行速度、轮轨条件、轨道结构、隧道结构、隧道埋深、地质条件、地面建筑物类型、敏感建筑距线路的距离等

根据预测结果，本工程运营期在未采取专项减振工程措施时，曲线半径 >2000 地下线路区段地铁外轨中心线 60m 以外区域；曲线半径 ≤ 2000 范围内的地下线路区段，地铁外轨中心线 69m 以外区域的地表振动可满足 GB10070—88《城市区域环境振动标准》之“交通干线两侧”、“混合区、商业中心区”及“工业集中区”标准要求。

根据预测结果，本工程正线 37 个保护目标振动预测贡献值为 61.5~77.2dB。其中 24 个达标，13 个超标，超标值为 0.1~9.7dB，9 个超标 3dB 以下，2 个超标 3~8dB，1 个超标 8dB 以上。

根据《长沙市城市轨道交通第三期建设规划调整环境影响报告书》及审查意见的减振措施设置原则，结合本工程预测结果，拟针对预测超标的振动环境保护目标采取如下减振措施：

对 13 个振动保护目标提出减振措施，经整合优化后工程正线共设置减振措施 5877m，总投资 4626.7 万元，占线路总长的 30.80%。其中：

左线中等减振 7 段共设置 1220m（单线）；高等减振 1 段共设置 165m（单线）；特殊减振 3 段共设置 1550m（单线）；右线中等减振 8 段共设置 1234m（单线）；高等减振 2 段共设置 463m（单线）；特殊减振 3 段共设置 1245m（单线）。

此外，在运营期要加强轮轨的维护、保养，定期旋轮，对小半径曲线段涂油防护，以保证其良好的运行状态，以减少附加振动。加强运行期减振措施维护和敏感点振动监测，对损坏的减振措施及时维修更换，对不能达标的敏感点路段提高减振措施等级。

11.4.4 地表水环境影响及环保措施

(1) 施工期地表水环境影响及保护措施

本工程施工期产生的污水主要来自施工作业产生的施工废水、施工人员产生的生活污水、暴雨时冲刷浮土及建筑泥沙等产生的地表径流污水及地下水等。

其中施工废水包括开挖和钻孔产生的泥浆水、机械设备运转的冷却水和洗涤水；地表径流污水主要包括暴雨地表径流冲刷浮土、建筑砂石、垃圾产生的夹带大量泥沙且携带水泥、油类等各种污染物的污水。如管理不善，污水将使施工路段周围地表水体或市政管网中泥沙含量有所增加，污染周围环境或堵塞城市排水管网系统，虽然水量不大，但影响时间较长。

施工期拟采用如下水污染防治措施：

①施工期间，施工场地内设置截水沟、沉砂池、隔油池和排水管道，施工废水经过沉砂、除渣和隔油等处理后，优先回用于车辆冲洗、场地洒水抑尘等环节，无法回用时排入市政污水管网。

②各施工营地生活污水通过预处理后排入市政污水管网，而后进入城镇污水处理厂进一步处理达标排放，其中施工营地食堂产生的废水，应采取隔油预处理后，排入市政污水管网一并处理。

（2）运营期地表水环境影响及保护措施

本工程运营期污水主要来自车站，性质为生活污水。

沿线车站乘客、职工生活污水经收集预处理满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准排入市政污水管网，而后进入城镇污水处理厂进一步处理达标排放。

11.4.5 地下水环境影响及环保措施

本工程施工期间对地表水环境可能产生影响的途径主要为施工废水、生活污水、堆场淋溶水下渗可能对地下水造成污染；对隧道区间采用盾构法进行施工的过程中可能遇到施工涌水，可能会对地下水产生污染。

拟采取如下防治措施：

（1）施工活动采用“先探-注浆-检验-再挖”。施工中应采用超前地质钻探、地质雷达、红外探水等超前地质预报手段，提前了解施工区地质、地下水情况，及时调整相关施工内容，保护地下水和土壤环境。

（2）施工出现塌方、冒顶、涌（突）水等事故需要注浆加固等特殊固壁处理时，应采用无毒、无害的环保注浆材料，杜绝工后因渗浸污染地下水和土壤。

(3) 加强基坑废水疏导、固废临时贮存、施工废水收集处理设施管理，避免施工活动对地下水补给排及水质影响，避免污染施工区土壤环境质量。

11.4.6 大气环境影响及环保措施

(1) 施工期大气环境影响及环保措施

工程施工期间对大气环境产生影响的最主要因素是扬尘污染和施工设备燃油废气。拟采取如下措施：

①严格执行《湖南省大气污染防治条例》、《长沙市持续提升空气质量坚决打赢蓝天保卫战三年行动计划（2021—2023 年）》（长发〔2021〕13 号）、《长沙市施工工地扬尘防治管理规范》（长蓝天办〔2018〕100 号）、《长沙市人民政府办公厅关于加强房屋建筑和市政基础设施工程视频监控和扬尘在线监测工作的通知》（长政办发〔2022〕43 号）等大气污染防治政策。

②鼓励建设单位和施工单位在确保施工废气满足国家、地方政策并达标排放的基础上，采取更严格的废气污染防治措施，改善长沙市环境空气质量。

③严格执行《长沙市施工工地扬尘防治管理规范》（长蓝天办〔2018〕100 号）中“8 个 100%”，扬尘防治措施分别是：施工工地现场围挡和外架防护 100% 全封闭，围挡保持整洁美观，外架安全网无破损；施工现场出入口及车行道路 100% 硬化；施工现场出入口 100% 设置车辆冲洗设施；易起扬尘作业面 100% 湿法施工；裸露黄土及易起尘物料 100% 覆盖；渣土实施 100% 密封运输；建筑垃圾 100% 规范管理，必须集中堆放、及时清运，严禁高空抛洒和焚烧；非道路移动工程机械尾气排放 100% 达标，严禁使用劣质油品，严禁冒烟作业。

④根据交通疏导和施工方案，按照《长沙市住房和城乡建设局长沙市城市管理和综合执法局关于进一步规范全市施工围挡管理工作的通知》（长住建发〔2021〕59 号）要求，沿工地四周连续设置封闭的新型装配式围挡（B 类）。施工围挡应坚固、稳定、整洁、美观。

⑤施工场地原则上只设 1 个场地出入口，出入口须采用钢板、混凝土、礁渣或细石等进行路面硬化，并辅以洒水、喷洒抑尘剂等措施加强保洁清扫。

⑥车站等施工场地出入口必须设置洗车设施，车辆驶出工地必须清洗，出口路面见本色，冲洗装置应从工程开工之日起设置，并保留至工程竣工。

⑦施工场地内的主要道路、材料堆码、加工场地必须采用混凝土进行硬化；施工场地原则上只设 1 个场地出入口，出入口须采用钢板、混凝土、礁渣或细石等进行路面硬化，并辅以洒水、喷洒抑尘剂等措施加强保洁清扫，场内硬化路面不少于 30 米，场外须与公共道路连接。

⑧优化施工物料贮存量，减小贮存区面积并做好覆盖措施；施工现场所采用的水泥、灰土、砂石等易产生扬尘的细颗粒建筑材料应密闭存放或采用防尘网进行覆盖等措施；建筑工程施工现场应当专门设置集中堆放建筑垃圾、工程渣土的临时堆放场，堆放高度不超过围挡，并用防尘网进行覆盖；建筑垃圾、工程渣土在 48 小时内完成清运，不能按时完成清运的建筑垃圾，应采取围挡、遮盖等防尘措施，不能按时完成清运的土方，应采取固化、覆盖或绿化等扬尘控制措施。

⑨施工现场必须配备洒水车、雾炮机，在围挡（墙）四周、冠梁、第一道砼支撑上设置喷淋降尘系统，喷淋范围应覆盖整个施工区域；土方施工时应分层分区有序开挖，并采取洒水、喷淋等降尘措施；喷射混凝土作业应采用湿喷作业法，或采取其他有效降尘措施；混凝土桩头破除、砼支撑切割等易产生扬尘的施工活动必须采用湿作业工法

⑩运输渣土、砂石、预拌商品混凝土等各类建筑材料的车辆应符合相关规定要求，渣土、砂石装载的最高面，必须低于车厢板上边缘 10cm，不得沿途撒漏；运输预拌商品混凝土的车辆，其出料口要加装防泄漏装置；优先使用新能源或清洁能源非道路移动机械；裸露场地采取有效抑尘措施，裸露时间超过 3 个月的，应进行绿化；裸露时间少于 3 个月的，应采用铺装、固化或防尘网覆盖等措施，防止扬尘。

（2）运营期大气环境影响及环保措施

本工程建成后，不新建锅炉，列车采用电力动车组，无机车废气排放。仅地下车站风亭排气可能产生一定的异味影响。

运营期拟采用如下保护措施：

①风亭周边设置 15m 的大气环境防护距离，排风口不正对环境空气环境保护目标。

②不宜在距离排风口 15m 范围内新建对大气环境敏感的建筑物或设施，如居住区、学校等。

③风亭周围加强绿化，种植本地乡土种常绿灌木。

11.4.7 固体废物产生及处置情况

(1) 施工期固体废物产生及处置情况

施工期固体废物主要包括工程普通弃土、盾构土、建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。

对于生活垃圾，通过在施工营地设兼职的环境卫生管理人员，负责营区的生活垃圾集中统一回收，交环卫部门统一处理。

对于普通弃土、建筑垃圾，优先进行综合利用，从源头减少弃方产生量；加强出渣管理，及时清运，不宜长时间堆积，不得在建筑工地外擅自堆放余泥渣土，做到工序完工场地清洁；建设项目优先考虑优化施工调度，弃土即产即运；严格遵守《长沙市城市市容和环境卫生管理办法》、《长沙市城市建筑垃圾运输处置管理规定》、《长沙市建筑垃圾资源化利用管理办法》中的有关规定，余泥等散料运输必须有资质的专业运输公司运输，车辆运输散体物料和废弃物时，必须密闭、包扎、覆盖，不得超载、沿途撒漏；运载土方的车辆必须在规定的时间内，按指定路段行驶，尽量缩短在闹市区及居民区等敏感地区的行驶路程；运输过程中散落在路面上的泥土要及时清扫。

对于盾构土，根据《湖南省盾构渣土处理技术标准》（DBJ43/T515-2020），“不能完成现场处理的盾构渣土应通过盾构渣土处理厂实现集中处理”，均拟转运至长沙市内专用建筑垃圾处置基地处置。

(2) 运营期固体废物产生及处置方式

本期工程不新建停车场与主变电所，运营期固体废物主要为车站乘客、职工产生的生活垃圾。

根据工程分析，本工程运营期生活垃圾产生总量为 32.85t/a，定点分类收集后转交环卫处置。

11.4.8 环境风险及应急措施

本工程主要环境风险为施工活动对市政燃气管道、市政污水管网的破坏风险；施工期泥浆废水等施工废水不达标排放对污水处理厂和区域排水管网产生的环境风险；施工涌水风险；火灾引发的次生或伴生环境污染事故可能带来环境空气、地下水或地表水污染。

本工程在实施了评价提出的风险防范措施后，环境风险可控。

本工程投入运营后，应根据机构组成与《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管

理办法（试行）》的相关要求，编制项目的突发环境事件应急预案，制定详细的环境风险事故防范措施和事故应急处理处置措施，进一步减小项目发生的环境风险事故概率，减轻由环境风险引起的环境影响。

11.5 公众参与结论

环境影响评价工作期间，建设单位根据《环境影响评价公众参与办法》（部令第4号）等有关规定要求开展了公众参与工作。2024年10月9日，建设单位在长沙市轨道交通集团官方网站上进行了第一次公示。

2025年6月24日在长沙市轨道交通集团有限公司官方网站进行了征求意见稿公示，公示时间为十个工作日，在征求意见稿网络公示期间，同步开展了报纸、现场张贴公示，于2025年6月26日、6月27日在三湘都市报进行了2期报纸公示，于线路涉及的天心区大托铺街道办、天心区先锋街道办、雨花区洞井街道办、雨花区同升街道办以及下辖的大托新村村民委员会、新宇社区居民委员会等村委进行了现场张贴公示，公示期间，收到多封意见反馈邮件，具体采纳方式见本项目公众参与说明。

11.6 综合结论

长沙市轨道交通5号线延长线工程属于《长沙市城市轨道交通第三期建设规划（2017-2022年）》中规划的建设项目，工程建设符合《产业结构调整指导目录（2024年本）》等产业政策，符合《长沙市轨道交通线网修编》（2020年修订）、《长沙市国土空间规划（2021-2035年）》等规划要求。本工程作为长沙主城区东部骨干线路的延伸，与1号线、长株潭城际、规划长株快线共同构建南部片区向长株潭三市主城区轴线放射型的“轨道+城际”骨架交通通道网络。轨道交通是一种先进的城市快速交通系统，它以电力驱动，能替代部分地面交通而减少了汽车尾气排放，有利于改善城市的大气环境，是一种绿色交通工具。

本工程施工期、运营期将产生一定程度和范围的大气、噪声、振动、污水等污染，对周围环境造成一定程度的不利影响。建设单位严格落实设计和本报告提出的环保措施后，本工程对环境的负面影响可以得到有效控制和减缓。

在切实做好环境保护工作，落实“三同时”制度的前提下，本工程建设从环境影响的角度分析是可行的。