

长沙市轨道交通6号线东延段工程

# 环境影响报告书

(送审稿)



**B** 湖南葆华环保有限公司  
Hunan Bachua Environmental Protection Co.,Ltd.

二〇二〇年九月

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	h1s7c9		
建设项目名称	长沙市轨道交通6号线东延段工程		
建设项目类别	49_171城市轨道交通		
环境影响评价文件类型	报告书		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	长沙市轨道交通六号线建设发展有限公司		
统一社会信用代码	91430100MA4L32R4X1		
法定代表人 (签章)	朱文霞		
主要负责人 (签字)	魏玲		
直接负责的主管人员 (签字)	滕群		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	湖南葆华环保有限公司		
统一社会信用代码	91430111MA4L25905K		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
葛娟	201403553035000003511530223	BH001709	葛娟
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张自强	工程概况及与工程分析、工程沿线环境概况	BH013886	张自强
葛娟	总则、环境影响评价结论	BH001709	葛娟
刘庆	振动环境影响评价、生态环境影响评价、环境风险评价、环境影响经济损益分析、环境管理与监测计划	BH004850	刘庆

刘柯宇	声环境影响评价、地表水环境影响评价、大气环境影响评价、固体废物对环境的影响分析、环保措施及投资估算	BH011954	刘柯宇
-----	---	----------	-----



答



# 目 录

<b>概 述</b>	<b>1</b>
<b>1 总 则</b>	<b>5</b>
1.1 编制依据	5
1.2 环境影响要素识别和评价因子筛选	8
1.3 评价标准	10
1.4 评价工作等级确定	13
1.5 评价范围、评价时段和评价原则	14
1.6 环境保护目标调查	15
<b>2 工程概况和工程分析</b>	<b>20</b>
2.1 现有 6 号线工程概况	20
2.2 拟建 6 号线东延工程概况	25
2.3 与轨道交通 6 号线工程的衔接、依托关系及可行性	35
2.4 工程污染源分析	36
2.5 工程环境影响分析	41
2.6 主要污染物排放量统计	41
<b>3 工程沿线环境概况</b>	<b>43</b>
3.1 自然环境概况	43
3.2 区域环境质量	47
3.3 与规划的符合性分析	49
<b>4 声环境影响评价</b>	<b>52</b>
4.1 主要工作内容	52
4.2 环境噪声现状调查与分析	52
4.3 施工期声环境影响分析与防护措施	54
4.4 运营期声环境影响预测与评价	55
4.5 噪声污染防治措施方案	61
4.6 噪声影响分析小结	65
<b>5 振动环境影响评价</b>	<b>66</b>
5.1 概述	66
5.2 环境振动现状调查与分析	66
5.3 施工期振动环境影响预测评价	69
5.4 运营期振动环境影响预测评价	70
5.5 振动污染防治措施建议	86
5.6 合理规划布局	92
<b>6 地表水环境影响评价</b>	<b>93</b>
6.1 概述	93

6.2	地表水环境现状调查与分析 .....	93
6.3	施工期地表水环境影响分析与减缓措施 .....	96
<b>7</b>	<b>大气环境影响评价 .....</b>	<b>99</b>
7.1	概述 .....	99
7.2	环境空气现状调查与评价 .....	99
7.3	风亭排放异味气体对环境的影响分析 .....	100
7.4	小结及建议 .....	101
<b>8</b>	<b>固体废物对环境的影响分析 .....</b>	<b>102</b>
8.1	固体废弃物产生情况 .....	102
8.2	固体废物排放量及其处置情况 .....	102
8.3	固体废物环境影响分析 .....	103
8.4	小结 .....	103
<b>9</b>	<b>生态环境影响评价 .....</b>	<b>104</b>
9.1	评价原则 .....	104
9.2	评价内容、重点 .....	104
9.3	城郊生态环境现状评价 .....	104
9.4	施工期生态环境影响评价 .....	107
9.5	营运期生态环境影响评价 .....	110
9.6	运营期社会经济环境影响分析 .....	111
9.7	结论与建议 .....	112
<b>10</b>	<b>环保措施及投资估算 .....</b>	<b>114</b>
10.1	施工准备阶段环保措施 .....	114
10.2	施工期环保措施 .....	114
10.3	敏感目标环境污染治理工程措施 .....	115
10.4	环保工程投资 .....	115
<b>11</b>	<b>环境风险评价 .....</b>	<b>117</b>
11.1	概述 .....	117
11.2	施工废水对沿线污水管网、污水处理厂的风险分析 .....	117
11.3	对地下管线风险分析及应急预案 .....	118
11.4	对环境地质风险分析及风险防范措施 .....	118
11.5	土壤环境风险防范措施 .....	120
11.6	风险防范措施对策及应急预案 .....	121
11.7	小结 .....	124
<b>12</b>	<b>环境影响经济损益分析 .....</b>	<b>125</b>
12.1	评价分析方法 .....	125
12.2	环境影响经济损益分析 .....	126
12.3	评价结论 .....	127
<b>13</b>	<b>环境管理与监测计划 .....</b>	<b>128</b>

13.1	建设前期环境管理 .....	128
13.2	施工期环境管理与监控 .....	128
13.3	运营期环境管理和环境监测 .....	133
13.4	污染物排放清单及总量控制指标 .....	134
13.5	环境监理 .....	135
13.6	诱发环境影响的监控与管理 .....	137
13.7	环境影响跟踪评价 .....	137
13.8	工程竣工环保验收 .....	137
<b>14</b>	<b>环境影响评价总结论 .....</b>	<b>142</b>
14.1	工程环境影响评价结论 .....	142
14.2	公众参与结论 .....	145
14.3	环境影响评价结论 .....	146

#### 附表:

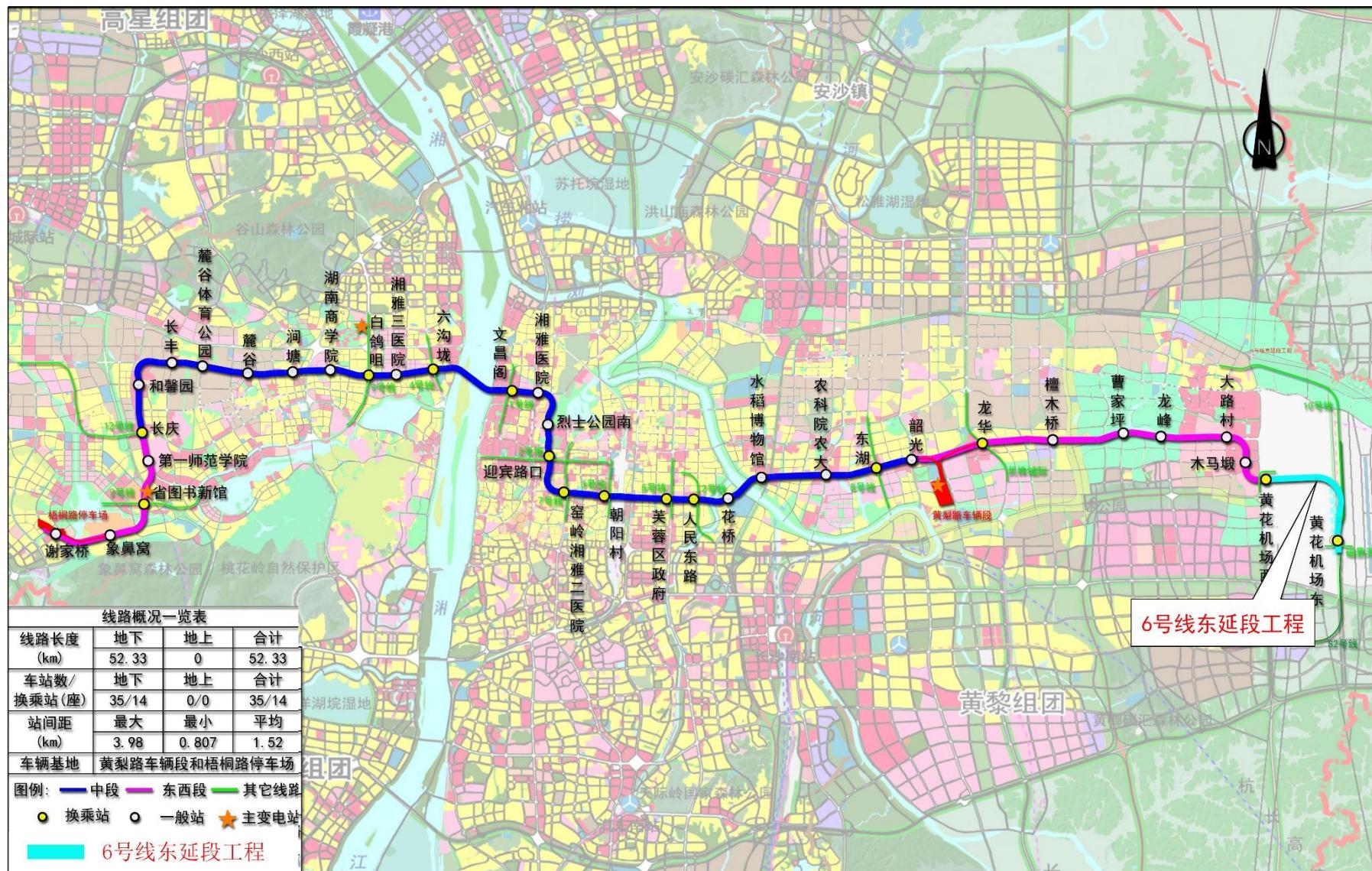
- 附表 1 建设项目环评审批基础信息表;
- 附表 2 建设项目大气环境影响评价自查表
- 附表 3 建设项目地表水环境影响评价自查表
- 附表 4 土壤环境影响评价自查表
- 附表 5 环境风险评价自查表

#### 附件:

- 附件 1 环评委托函;
- 附件 2 长沙市生态环境保护局《关于长沙市城市轨道交通接入 T3 航站楼工程环境影响评价执行标准的函》(长环评函〔2020〕7 号);
- 附件 3 湖南省发展和改革委员会《关于同意开展长沙市城市轨道交通接入 T3 航站楼相关前期工作的通知》(湘发改基础〔2020〕2 号);
- 附件 4 民航局关于长沙黄花国际机场总体规划的批复(民航函〔2019〕1121 号);
- 附件 5 长沙机场改扩建工程项目建议书的批复(发改基础〔2020〕515 号);
- 附件 6 湖南省人民政府专题会议纪要《关于推进长沙机场改扩建工程建设有关问题的会议纪要》(湘府阅〔2020〕44 号);
- 附件 7-1 长沙县自然资源局《关于长沙市城市轨道交通接入 T3 航站楼工程项目不涉及生态保护红线和自然保护地的说明》;
- 附件 7-2 6 号线东延线项目用地范围查询生态保护红线结果;
- 附件 8 监测质保单。

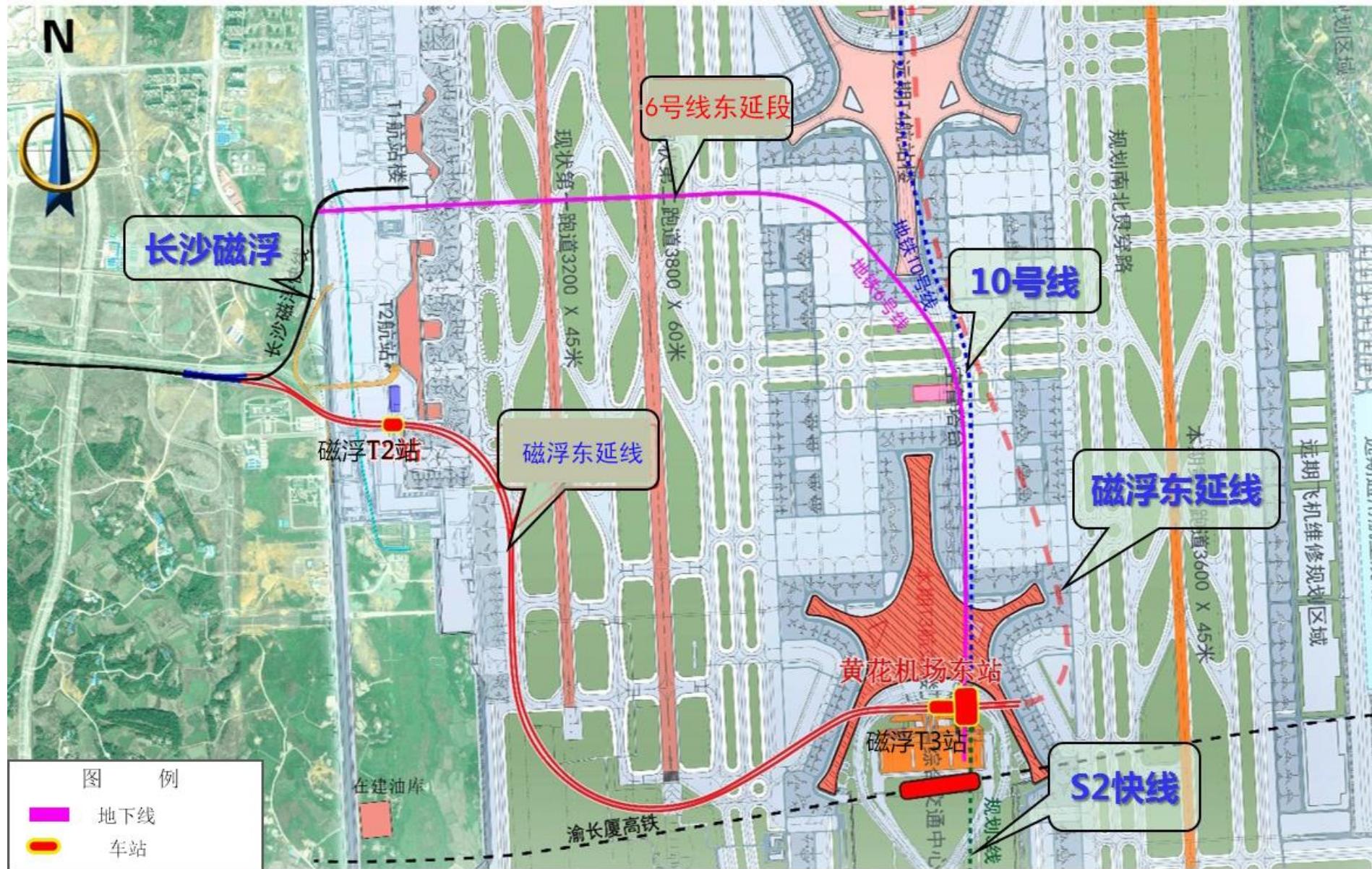
#### 附图:

- 附图 1 长沙市轨道交通 6 号线东延段工程线路平面图;
- 附图 2 长沙市轨道交通 6 号线东延段工程线路纵断面图;
- 附图 3 长沙市轨道交通 6 号线东延段工程噪声、振动环境保护目标及监测布点图;
- 附图 4 黄花机场东站平面布置图;
- 附图 5 长沙市轨道交通 6 号线东延段工程区域水系图;
- 附图 6 本项目与长沙市城市总体规划的关系图。



长沙市轨道交通6号线工程全线走向示意图

长沙市轨道交通6号线东延段工程线路平面示意图



# 概 述

## 1 项目特点

长沙市轨道交通 6 号线东延段工程起于 6 号线黄花机场西站（不含），止于黄花机场东站，线路全长 4.21km，全部为地下线。本工程设黄花机场东站 1 座车站（三线平行换乘），同时预留预埋 10 号线和 S2 号线黄花机场东站的车站土建工程，不新建车辆段、停车场、主变电所及控制中心，与 6 号线共用第二控制中心，利用 8 号线合平路主变电所供电。本工程采用 A 型车，初、近、远期均为 6 辆编组，计划于 2020 年 10 月开工建设，投资估算 31.34 亿元。

本项目延伸至黄花机场 T3 航站楼能进一步促进机场与轨道交通 6 号线的有效衔接，为黄花机场 T3 航站楼联通轨道交通 6 号线、10 号线、S2 线创造了条件，项目的实施大幅度的增加长沙地区与国内外商务、公务、旅游等交往，提升机场运营能力，形成本地区的区域枢纽，为湖南省建立良性互动的综合交通体系提供重要的基础保障。同时，本工程可全面提升黄花机场综合交通枢纽管理水平，完善联通黄花机场和轨道交通体系，实现空陆交通无缝衔接，零距离换乘。

具体线路走向见“长沙市轨道交通 6 号线东延段工程线路走向示意图”。

## 2 环评工作过程

### 2.1 长沙市轨道交通 6 号线东延段工程设计过程

本工程设计单位为中铁六院勘察设计院集团有限公司。长沙市轨道交通六号线建设发展有限公司为长沙市轨道交通集团有限公司的全资子公司。2020 年 5 月，受长沙市轨道交通集团有限公司委托，铁六院启动《长沙市轨道交通 6 号线东延段工程可行性研究报告》编制工作。省发改委委托广州市国际工程咨询有限公司于 2020 年 7 月 29 日召开了《长沙市轨道交通 6 号线东延段工程可行性研究报告》评估会。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。

### 2.2 环境影响评价工作过程

#### 2.2.1 与规划的符合性分析

长沙市轨道交通 6 号线为长沙市轨道交通第三轮建设规划的建设项目，2016 年 7 月 18 日原环保部以环审查〔2016〕101 号“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”对第三轮建设规划环评进行了批复。长沙市轨道交通 6 号线东延段工程，起点从国家发展改革委批复的第三期建设规划批复的在建轨道交通 6

号线终点站长沙机场西航站区引出，终点接入长沙机场改扩建工程拟建的 T3 航站楼综合交通中心。本项目的实施符合《国家发展改革委关于促进枢纽机场联通轨道交通的意见》（发改基础〔2020〕576 号）相关要求，同时《国家发展改革委关于长沙机场改扩建工程项目建议书的批复》（发改基础〔2020〕515 号）中已明确“加强以机场为核心的综合交通枢纽方案研究”“稳定与机场本期扩建工程同步实施的磁悬浮快线、城市轨道交通 6 号线向东航站区沿伸以及长沙至赣州铁路在机场东航站区设站的工程技术方案”。目前，长沙市自然资源与规划局正在推进第三轮线网规划修编，新一轮线网共规划有 18 条线，其中快线 4 条，普线 14 条，至 2035 年规模为 650~750 公里，远景规模将达到 800~1000 公里，将构建出“枢纽+功能中心”锚固的“城市区轨道快线+城市轨道”两级线网结构，形成“多网融合、功能分级、广域覆盖、内外差异”的轨道网络体系。2019 年 4 月，该线网规划修编方案已通过了市规委会审议。本项目将列入第三轮线网规划修编中。

2019 年 12 月，中国民用航空局下发了《民航局关于长沙黄花机场总体规划的批复》（民航函〔2019〕1121 号），文件中综合交通规划的内容：“近期规划在 T3 航站楼综合交通中心地下层建设高铁长沙机场站，接入渝长厦高铁、轨道交通 6 号线及磁悬浮延长线，远期规划接入长浏城际快线、轨道交通 10 号线。”

2020 年 1 月，湖南省发展和改革委员会下发了《湖南省发展和改革委员会关于同意开展长沙市城市轨道交通接入 T3 航站楼相关前期工作的通知》（湘发改基础〔2020〕2 号），文件中同意长沙市开展长沙市轨道 6 号线东延至 T3 航站楼工程等项目的可研、勘察和设计等相关前期工作，并对照长沙市正在编制的新一轮交通线网规划中接入长沙机场的各项目，加快开展各项目相关前期工作，落实接入条件，做好预埋工作，匹配建设时序，实现规范有序建设、持续健康发展。

2020 年 4 月，国家发展和改革委员会文件下发了《国家发展改革委关于长沙机场改扩建工程项目建议书的批复》（发改基础〔2020〕515 号），文件中加强以机场为核心的综合交通枢纽方案研究，统筹协调机场与轨道交通之间的一体化衔接。一是稳定与机场本期扩建工程同步实施的磁悬浮快线、城市轨道交通 6 号线向东航站区沿伸以及长沙至赣州铁路在机场东航站区设站的工程技术方案；二是对未来可能实施的城市轨道交通 10 号线、城际铁路等做好建设条件和空间的预留，打造有机融合、换乘便捷、集约高效的综合交通枢纽。

2020年5月，湖南省人民政府专题会议纪要《关于推进长沙机场改扩建工程建设有关问题的会议纪要》（湘府阅〔2020〕44号）文件中内容，同意地铁在上、高铁和磁浮在下的基本立体布局方案，长沙机场站设计方案中预留10号线和长浏城际线。

### 2.2.2 长沙市轨道交通6号线东延段工程环评概况

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》等相关规定，长沙市轨道交通集团有限公司于2020年6月1日委托湖南葆华环保有限公司负责长沙市轨道交通6号线东延段工程环境影响评价工作。长沙市轨道交通六号线建设发展有限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6号线东延段工程的筹资、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2020年6月5日在长沙市轨道交通集团有限公司网站进行了环境影响评价公众意见调查第一次公示。2020年8月13日，长沙市轨道交通集团有限公司在长沙市轨道交通集团有限公司网站（[http://www.hncsmtr.com/xwzx/tzgg/20200813/15973040842968879\\_1.html](http://www.hncsmtr.com/xwzx/tzgg/20200813/15973040842968879_1.html)）再次进行了环境影响评价公示（含工程环境影响报告书征求意见稿），同时在现场张贴了公告，并于2020年8月17日、2020年8月24日分别在《长沙晚报》A04版、A02版版进行了公示。

### 3 关注的主要环境问题

由于本工程线路主要位于机场改扩建工程征地范围，因此前期由机场建设对其征地范围进行征地拆迁。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市渣土部门指定场地处置等。

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、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

长沙市轨道交通6号线东延段工程，起点从国家发展改革委批复的第三期建设规划批复的在建轨道交通6号线终点站长沙机场西航站区引出，终点接入长沙机场改扩建工程拟建的T3航站楼综合交通中心。该项目的实施符合《国家发展改革委关于促进枢纽机场联通轨道交通的意见》（发改基础〔2020〕576号）相关要求，同时《国家发展改革委关于长沙机场改扩建工程项目建议书的批复》（发改基础〔2020〕515号）中已明确“加强以机场为核心的综合交通枢纽方案研究”，“稳定与机场本期扩建工程同步实施的磁悬浮快线、城市轨道交通6号线向东航站区沿伸以及长沙至赣州铁路在机场东航站区设站的工程技术方案”。长沙市自然资源与规划局正在推进第三轮线网规划修编，2019年4月，该线网规划修编方案已通过了市规委会审议。本项目将列入第三轮线网规划修编中。

本工程建设符合长沙市城市总体规划和长沙县土地利用总体规划。建设长沙市轨道交通6号线东延工程可以实现机场与轨道交通等交通方式高效衔接，建设一批以空铁联程联运为核心的现代航空枢纽，实现空陆交通无缝衔接，零距离换乘。轨道交通是一种先进的城市快速交通系统，它以电力驱动，沿线无大气污染及水环境污染等环境问题，并由于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、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。在切实做好环境保护工作的前提下，本工程是一项社会效益、经济效益和环境效益协调统一的工程，工程建设具有环境可行性。

# 1 总 则

## 1.1 编制依据

### 1.1.1 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、《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018.12.29 修订）；
- 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》（2020.9.1 修订）；
- 7、《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日实施）
- 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年10月26日修订并施行）；
- 14、《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）；
- 15、《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；
- 16、《城镇排水与污水处理条例》国务院令 841 号，2014 年 1 月 1 日起施行；
- 17、《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环境保护部令第 44 号，2017 年 9 月 1 日起施行；
- 18、《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》，生态环境部令第 1 号，2018.4.28；
- 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 年 3 月 25

日施行；

- 21、《环境影响评价公众参与办法》，部令第4号，2019年1月1日施行；
- 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年10月1日起施行）；
- 24、《国家危险废物名录》，环境保护部令第39号，2016.08.01；
- 25、《危险废物贮存污染控制标准》，国家环境保护总局，2013年6月8日；
- 26、《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》环境保护部（环发〔2012〕98号）。

### 1.1.2 地方法律、法规及文件

- 1、《湖南省环境保护条例》（2020.1.1）；
- 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年11月1日起实施）；
- 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）。

### **1.1.3 城市规划及环境功能区划**

- 1、《长沙市城市总体规划（2003-2020）（2014年修订）》；
- 2、《长沙市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》；
- 3、《长沙黄花国际机场总体规划 2019 版》；
- 4、《长沙县土地利用总体规划》；
- 5、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）。

### **1.1.4 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》（HJ2.4-2009）；
- 5、《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）；
- 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）》（HJ 964—2018）；
- 9、《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2014）
- 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）；

### **1.1.5 主要技术文件及资料**

- 1、《长沙市轨道交通 6 号线东延段工程可行性研究报告》（2020 年 5 月）；
- 2、《长沙市轨道交通 6 号线东延段工程水土保持报告》（2020 年 7 月）；

4、《长沙市轨道交通 6 号线东延段工程建设场地地质灾害危险性评估报告》评审意见书；

5、《国家发展改革委关于促进枢纽机场联通轨道交通的意见》发改基础〔2020〕576 号。

### 1.1.6 评价技术线路

环境影响评价技术路线见图 1.1-1。

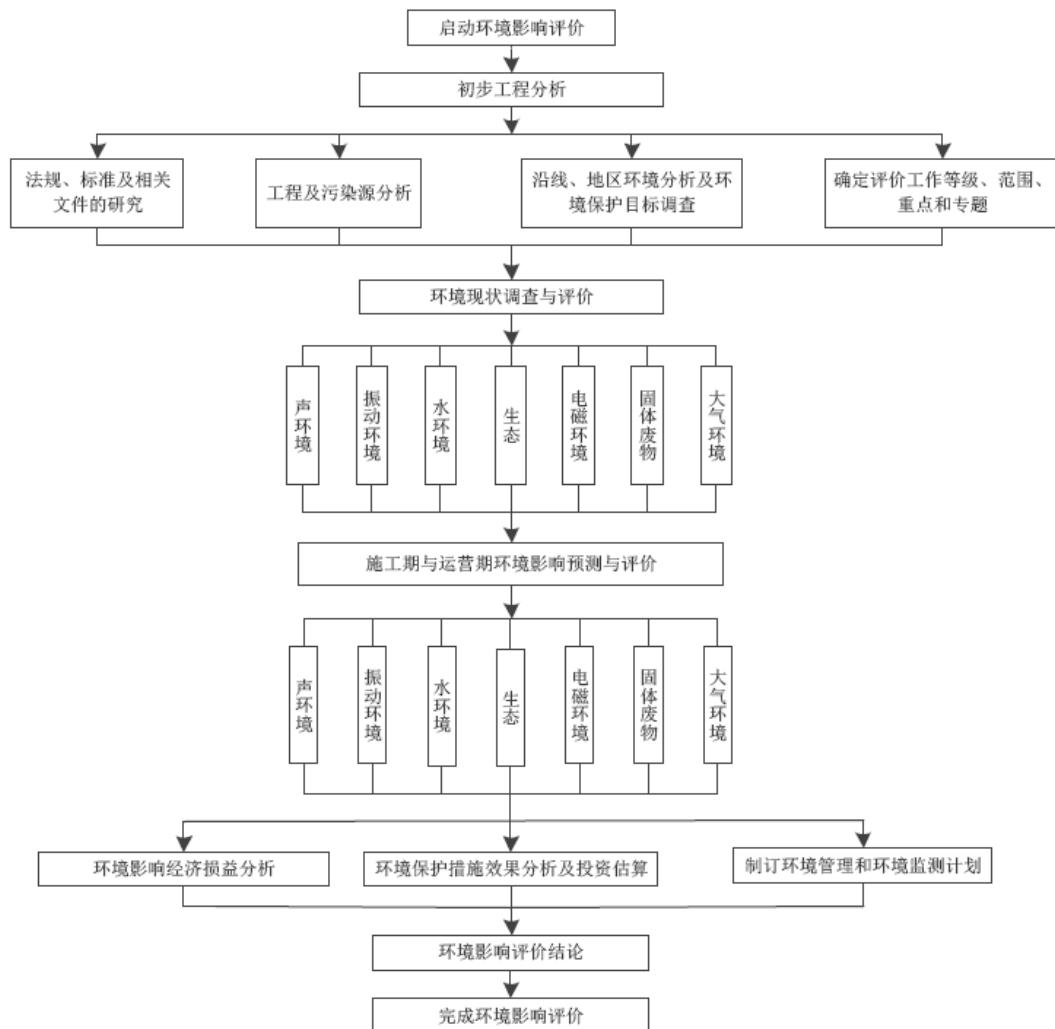


图 1.1-1 城市轨道交通项目环境影响评价技术路线

## 1.2 环境影响要素识别和评价因子筛选

### 1.2.1 环境影响识别

根据轨道交通环境影响特点及本工程沿线环境特征，工程环境影响要素综合识别结果详见下表。

表 1.2-1 工程环境影响要素综合识别

时 段		工程 项 目	环 境 影 响					
施工期	施工准备期	征地、拆迁、施工场地布置	<ul style="list-style-type: none"> <li>●对城市交通和居民出行造成障碍；</li> <li>●造成扬尘或道路泥泞，影响空气质量及农村景观；</li> <li>●拆迁建筑产生弃渣，水土流失；</li> <li>●干扰居民工作、生活，干扰单位正常生产，造成经济损失；</li> </ul>					
	车站施工	基础开挖	<ul style="list-style-type: none"> <li>●影响范围以点为主，主要为噪声、振动、扬尘影响；</li> </ul>					
		地下车站维护结构	<ul style="list-style-type: none"> <li>●噪声、泥浆水污染影响</li> <li>●地下水水位和水质影响</li> </ul>					
		基础混凝土浇筑	<ul style="list-style-type: none"> <li>●形成噪声源，混凝土振捣、输送、振动机械噪声；</li> </ul>					
		施工材料运输，施工人员驻扎	<ul style="list-style-type: none"> <li>●产生噪声、振动、废气及扬尘、弃渣与固体废物环境影响；</li> <li>●弃渣及路基边坡水土流失影响；</li> </ul>					
	隧道施工	明挖、盾构施工	<ul style="list-style-type: none"> <li>●地下水文影响；</li> <li>●产生噪声、振动、扬尘、弃渣环境影响；</li> </ul>					
运营期	通车运营	列车运行（不利影响）	<ul style="list-style-type: none"> <li>●地下车站风亭噪声；</li> <li>●地下线路振动影响；</li> <li>●沿线车站生活污水；</li> <li>●车站、风亭等构筑物城市景观影响；</li> </ul>					
		列车运行（有利影响）	<ul style="list-style-type: none"> <li>●改善区域交通条件，方便居民出行；有利于沿线土地综合开发利用，实现城市总体规划，优化城市结构；</li> <li>●减少了地面交通量，提高车速，减少了汽车尾气和交通噪声造成的污染负荷，从而改善空气和声学环境质量；</li> <li>●改善城市投资环境，有利于持续性发展；</li> </ul>					

从总体上讲，轨道交通工程对环境产生的环境污染影响表现为以能量损耗型（噪声、振动）为主，以物质消耗型（污水、废气、固体废物）为辅；对生态环境影响表现为以城市社会环境的影响（地下水、居民出行、征地拆迁、土地利用、城市交通、城市景观、社会经济等）为主，以农村自然生态环境影响（农村绿地等）为辅。

从本工程环境影响空间概念上可分为地下工程、风亭、冷却塔等；从影响时间序列上可分为施工期和运营期。

### 1.2.2 环境影响要素识别和评价因子筛选

根据本工程建设和运营特点，确定工程在施工期和运营期产生的环境影响的性质，结合工程沿线环境特征及环境敏感程度情况，对本工程行为环境影响要素进行筛选，筛选结果详见下表。

表 1.2-2 工程环境影响评价要素识别与筛选矩阵

评价时段	工程内容	施工与设备	评价项目						
			噪 声	振 动	废 水	大 气	电 磁 辐 射	弃 土 固 废	生 态 环 境
施工期	施工准备阶段	征地						-1	-1
		拆迁				-1		-1	-1
		树木伐移 绿地占用							-1

评价时段	工程内容	施工与设备	评价项目							
			噪声	振动	废水	大气	电磁辐射	弃土固废	生态环境	社会环境
		道路破碎	-2	-2						-1
车站、地下区间施工	运输	-2			-1					
	基础开挖	-2	-2						-1	
	混凝土浇筑			-2						
	地下盾构法施工			-2				-2		
	钻孔、打桩	-2	-2							
运营期	运输	-2			-1					
	综合影响程度判定		一般	一般	较小	较小	/	较小	较小	一般
	列车运行	地下线路		-1		+3	-1			+3
运营期	车站运营	乘客与职工活动			-1			-1		
	地面设施、设备	风亭、风井	-2			-1				
综合影响程度判定			较小	较小	较小	较小	较小	较小	较小	较大

注：单一影响识别：反映某一工程活动对某一个环境要素的影响，其影响程度按下列符号识别：+：有利影响；-：不利影响；1：较小影响；2：一般影响；3：较大影响。

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 1.2-3 环境影响评价因子表

评价阶段	评价项目	现状评价	单位	预测评价	单位
施工期	噪声	昼、夜间等效声级，LAeq	dB (A)	昼、夜间等效声级，LAeq	dB (A)
	振动	铅垂向 Z 振级，VL <sub>Z10</sub>	dB	铅垂向 Z 振级，VL <sub>Z10</sub>	dB
	地表水	pH、COD、BOD <sub>5</sub> 、石油类、氨氮、总磷	mg/L (pH 除外)	pH、SS、COD、BOD <sub>5</sub> 、石油类、氨氮	mg/L (pH 除外)
	大气	PM <sub>10</sub>	mg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub>	mg/m <sup>3</sup>
运营期	噪声	昼、夜间等效声级，LAeq	dB (A)	LAeq, 昼、夜间等效声级，LAeq	dB (A)
	振动	铅垂向 Z 振级，VL <sub>Zmax</sub>	dB	铅垂向 Z 振级，VL <sub>Zmax</sub>	dB
				室内结构噪声	dB (A)
	地表水	pH、COD、BOD <sub>5</sub> 、石油类、氨氮、总磷	mg/L (pH 除外)	pH、SS、COD、BOD <sub>5</sub> 、石油类、氨氮	mg/L (pH 除外)
	大气	PM <sub>2.5</sub> 、CO、O <sub>3</sub>	mg/m <sup>3</sup>	风亭异味	mg/m <sup>3</sup>

### 1.3 评价标准

根据长沙市生态环境局“关于长沙市城市轨道交通接入 T3 航站楼工程环境

影响评价执行标准的函”（长环评函〔2020〕7号）相关内容，本次评价标准具体如下：

### 1.3.1 环境质量标准

#### 1、声环境

声环境执行标准如下表。

表 1.3-1 声环境评价标准表

标准号及名称	标准等级	适用范围	标准值
《机场周围飞机噪声环境标准》GB9660-88	一类区域标准	机场周围的特殊住宅区及居住、文教区	$L_{WECPN} \leq 70\text{dB}$
	二类区域标准	机场周围其他生活区	$L_{WECPN} \leq 75\text{dB}$
《声环境质量标准》GB3096-2008	2类	机场周围以外区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）	昼间：60dB（A）， 夜间：50dB（A）

#### 2、振动

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 1.3-2 振动评价标准表

标准号	标准名称	标准值与等级	适用范围	备注
GB10070-88	《城市区域环境振动标准》	混合区、商业中心区：昼间 75dB，夜间 72dB	位于噪声声功能区划“2类”区内的敏感点	标准等级参照噪声功能区类型确定

#### 3、环境空气

环境空气质量标准执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及 2018 修改单中的二级标准。

表 1.3-3 环境空气质量标准 单位  $\text{mg}/\text{m}^3$

污染物名称	取值时间	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）
SO <sub>2</sub>	年平均	0.06
	24 小时平均	0.15
	1 小时平均	0.50
NO <sub>2</sub>	年平均	0.04
	24 小时平均	0.08
	1 小时平均	0.20
TSP	年平均	0.20
	24 小时平均	0.30
PM <sub>10</sub>	年平均	0.07
	24 小时平均	0.15
CO	24 小时平均	4.00
	1 小时平均	10.00

#### 4、地表水

根据《长沙市地表水环境功能区划方案》规定的水体功能类别，本工程部分下穿铁漏塘河和水塘水库，该段铁漏塘河和水塘水库水体执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准。

**表 1.3-4 《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）（摘）**

项目	pH	COD <sub>cr</sub>	BOD <sub>5</sub> (mg/L)	氨氮 (mg/L)	石油类
GB3838-2002 III类水体	6-9	20	4	1.0	0.05

#### 5、地下水

执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类标准。

#### 1.3.2 污染物排放标准

##### 1、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），营运期变电所厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的2类标准。

**表 1.3-5 噪声排放标准**

标准号及名称	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 55 dB (A)	施工场界外 1m	施工场界
《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）	4a类：昼间 70dB (A)、 夜间 55 dB (A) 2类：昼间 60dB (A)、 夜间 50 dB (A)	变电所厂界外	/

##### 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）。

##### 3、废水

施工期施工废水经隔油沉淀处理后回用于施工工地洒水降尘，回用水执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）标准。

营运期生活污水排入既有城市污水管网（接管至长沙临空经济区综合污水处理中心），从严执行《污水综合排放标准》（GB8978-96）三级标准和《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）。

#### 4、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、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)及2013年修改单；生活垃圾填埋执行《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008)；危险废物收集、贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及2013年修改单。

#### 5、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2类区域标准。

### 1.4 评价工作等级确定

#### 1.4.1 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)、《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，下穿地区均位于机场征地范围内，线路长度小于50km，不涉及特殊生态敏感地区、重点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。

#### 1.4.2 声环境

本项目均为地下敷设，噪声影响主要来自车站风亭和冷却塔噪声，由于本项目大部分位于机场范围内，小部分下穿农村地区，设置的中间风井附近有1处敏感目标，在沿线声环境功能区为GB3096规定的2类区；工程建设后地下车站风亭、冷却塔周围评价范围内敏感目标噪声级增高量在5dB(A)以下，受影响人口数量不大，根据《环境影响评价技术导则一声环境》(HJ2.4-2009)、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。

#### 1.4.3 振动环境

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

#### 1.4.4 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，可纳入长沙临空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，本工程地表水环境评价工作等级确定为三级 B 评价。

#### 1.4.5 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 6 号线工程设置的车辆综合基地和停车场，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。

#### 1.4.6 环境空气

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 HJ2.2-2018《环境影响评价技术导则 大气环境》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），本项目大气环境影响评价不进行评价等级的判定，仅进行大气环境影响分析。

#### 1.4.7 电磁评价

本工程利用 6 号线的主变电所为本工程供电，无新建主变电所，本次不再进行电磁评价。

#### 1.4.8 土壤评价

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。

根据导则 4.2.2 节，IV 类建设项目可不开展土壤环境影响评价。

### 1.5 评价范围、评价时段和评价原则

#### 1.5.1 评价涉及的工程范围

起点站黄花机场西站（不含）～黄花机场东站段线路，车站、车站土建预埋工程等。

#### 1.5.2 各环境要素评价范围

根据《建设项目环境影响评价技术导则—总纲》（HJ2.1—2016）、《环境

影响评价技术导则—城市轨道交通》（HJ453—2018）等相关要求，确定本项目各环境要素的评价范围如下：

**生态环境：**纵向范围与工程设计范围相同。横向范围综合考虑拟建工程的吸引范围和线路两侧土地规划，取线路两侧 150m；临时用地界外 100m。

**声环境：**工程沿线设置的风亭声源周围 30m；地下线冷却塔声源周围 50m。

**振动环境：**地下线的振动评价范围为距线路中心线两侧 50m；地下线室内二次结构噪声影响评价范围为距线路中心线两侧 50m。

**地表水环境：**沿线主要地表水体；车站污水总排放口。

**地下水环境：**本项目不涉及地下水源保护区等环境敏感区域，本次地下水环境影响评价范围为项目施工、运营阶段地下水水位变化的影响区域及沿线评价范围内居民地下水饮用水井。

**大气环境：**本工程不设锅炉房，大气环境影响范围为地下车站风亭周边范围 30m 内区域，施工场界 100m 内区域。

**社会环境：**重要地下管线（通信线、输电线路等）。

### **1.5.3 评价时段**

施工期为 2020 年至 2024 年。

运营期预测年限同设计年限，初期：2027 年；近期：2034 年；远期：2049 年。

### **1.5.4 评价原则**

城市轨道交通环境影响评价是在建设项目建设施工、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。

## **1.6 环境保护目标调查**

### **1.6.1 地表水环境保护目标**

本工程不涉及饮用水源保护区。工程评价范围内主要涉及的地表水体主要为铁漏塘河和谷塘水库，根据《湖南省主要水系地表水环境功能区划》（DB43/023-2005）、《长沙市水功能区划》，本工程以地下盾构形式穿越漏塘河（功能为灌渠、排洪）和谷塘水库（功能为养殖鱼）均为Ⅲ类水体，穿越长度分别为 12m、380m。

## 1.6.2 声环境保护目标

根据设计文件和现场调查：

(1) 风亭、冷却塔的评价范围内

本工程设置的中间风井周围有 1 处居民点。

表 1.6-1 地下线环控设备周边敏感点分布

编号	线路敷设形式	区间	对应线路声源位置	评价范围内敏感点	主要影响噪声源	周边情况概述	执行标准	
1	地下线	黄花机场西站~黄花机场东站	中间风井	新风亭	约 4 户谷塘村居民	距离新风亭 69m	农村地区	2 类
2	地下线			排风亭		距离排风亭 79m	农村地区	2 类
3	地下线			活塞风亭 1		距离活塞风亭 88m	农村地区	2 类
4	地下线			活塞风亭 2		距离活塞风亭 100m	农村地区	2 类
5	地下线	黄花机场东站	车站北段风亭组	无	/	位于规划的 T3 航站楼绿化带内	/	
6	地下线		车站南段风亭组	无	/	位于规划的 T3 航站楼酒店前绿化带内	/	
7	地下线		冷却塔	无	/	位于规划的 T3 航站楼绿化带内，远离敏感点	/	

## 1.6.3 振动环境保护目标

本工程沿线共有 4 处振动环境敏感目标，均为居民住宅。沿线各振动及二次结构噪声敏感点概况见表 1.6-2。

表 1.6-2 振动及二次结构噪声环境保护目标表

序号	保护目标名称	所在区间	线路形式	线路里程及方位		相对距离/m		保护目标概况					地质条件	环境功能区	备注	照片	
				线路里程	方位	水平	垂直	层数	结构	建设年代	建筑类型	规模					
1	谷塘村 1#居民点	机场西站~机场东站	地下线	AK1+770~AK1+930	两侧	0	28.7	1~2 层	砖混	80 年代至今	IV	8 户	居住	中软土	混合区	距黄花机场现边界有跑道约 260m	
2	谷塘村 2#居民点	机场西站~机场东站	地下线	AK1+970~AK2+100	两侧	6	26.3	1~3 层	砖混	80 年代至今	III、IV	5 户	居住	中软土	混合区	距黄花机场现边界有跑道约 450m, 临近 031 县道	

3	谷塘村 3#居民点	机场西站~机场东站	地下线	AK2+230~AK2+290	右侧	28	21.8	1~2 层	砖混	90 年代至今	IV	2 户	居住	中软土	混合区	距黄花机场现边界有跑道约 700m	
4	湖南乐森建材有限公司办公宿舍楼	机场西站~机场东站	地下线	AK1+970~AK2+045	两侧	0	25.5	3~4 层	砖混	2016 年	III	约 30 人	办公、居住	中软土	混合区	宿舍位于厂房旁侧, 距黄花机场现边界有跑道约 520m	

注: “高差”系指轨面与敏感点地面高差, 正值轨面高于敏感点地面, 负值轨面低于敏感点地面。

#### 1.6.4 大气环境保护目标

沿线共有 1 处空气敏感保护目标。

表 1.6-4 环境空气保护目标一览表

编号	线路形 式	车站/区 间	环境敏感点			对应风 亭位置	现状照片
			名称	规模	距离风亭最近 水平距离		
1	地下线	机场西 站~机场 东站	谷塘 村	约 4 户 居民点	距离几中间风 井最近距离约 60m	风亭位 于机场 拆迁部 停车坪 内	

#### 1.6.5 生态环境保护目标

本工程范围内不涉及自然保护区、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及湖北省生态保护红线。

##### (1) 施工期生态环境保护目标

施工场地、施工单位驻地及施工设施会占用土地、破坏地表植被、影响农村生态及农村景观，施工期保护目标主要为农村绿地、景观。

##### (2) 运营期生态环境保护目标

工程投入运营后，主要保护目标为为沿线农村景观，要保证工程新建的人工建筑与周围城市的自然景观和人工景观和谐统一，树立以人为本的服务观念，有利于生态系统良性循环。

## 2 工程概况和工程分析

### 2.1 现有 6 号线工程概况

#### 2.1.1 现有工程概况

长沙市轨道交通 6 号线为东西向骨干线路，工程西起梧桐路站，东至西航站区站，线路全长 47.98km，均为地下线，设站 34 座，均为地下车站，线路东端预留远期延伸至东航站区的条件，线路西端预留远期继续西延伸条件。线路在西侧起点处设梧桐路停车场，在河东东六线西侧设黄梨路车辆段；与 2、12 号线共享梅溪湖主变，与 9 号线共享八方山主变，与 8 号线共享合平路主变；新建第二控制中心，位于长沙市高铁会展新城片区杜花路与黎托路交汇处西北角。

#### 2.1.2 现有工程建设过程及环保审批情况

(1) 2017 年 1 月，中铁第四勘察设计院集团有限公司完成《长沙市轨道交通 6 号线工程环境影响报告书（报批稿）》。

(2) 2017 年 2 月，湖南省环境保护厅以《关于对长沙市轨道交通 6 号线工程环境影响报告书的批复》（湘环评〔2017〕10 号）出具了该工程的批复意见；

(3) 中段：2017 年开工，至 2021 年通车；东段和西段：2018 年开工，至 2022 年通车，目前项目正在建设中。

#### 2.1.3 现有工程建设内容

##### 2.1.3.1 地理位置

长沙市轨道交通 6 号线为东西向骨干线路，途径岳麓、芙蓉、雨花区等 3 个行政区。

##### 2.1.3.2 线路布置

6 号线路西起于梅溪湖儿童公园西侧的梧桐路站，预留往西延伸的条件，途径梅溪湖西延线→东方红路→桐梓坡路→湘江→湘雅路→烈士公园→迎宾路→人民路，东至黄花机场西航站区站上，线路长 47.98km，采用全地下的敷设方式，设站 34 座。

##### 2.1.3.3 工程组成

6 号线工程的组成如下：

- (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 47.98km，其中地下线 47.98km，无高架线。
- (3) 工程沿线设 34 座车站，全为地下车站。

(4) 工程新建黄梨路车辆段 1 座，位于东五线东侧、人民路南侧、东六线西侧和阳光西路以北围合而成的地块

(5) 工程新建共设置 3 座 110kV 主变电所，分别为梅溪湖主变电所、八方山主变电所和合平路主变电所。其中梅溪湖主变电站为 2 号线与 6 号线共享，八方山主变电站为 6 号线与 9 号线共享，合平路主变电站为 6 号线与 8 号线共享。

#### 2.1.3.4 线路工程

##### 1、线路敷设

6 号线工程全部采用地下敷设方式。

##### 2、轨道

(1) 轨距：1435mm；小半径曲线按《地铁设计规范》（GB50157-2013）第 7.2.2 条要求加宽轨距。

(2) 钢轨：正线及配线、出入段线和试车线采用 60kg/m 钢轨，其它车场线采用 50kg/m 钢轨。

(3) 扣件：整体道床采用弹性分开式扣件。

(4) 道床：地下线采用整体道床，并根据环评预测振动情况，采用相应的减振轨道结构；不同类型道床之间衔接应设弹性过渡段。

车辆段、停车场库内线根据工艺要求采用相应的整体道床，地面出入段线和试车线、车场库外线采用碎石道床。

(5) 轨枕铺设数量：

正线：直线和  $R > 400m$  曲线且坡度  $i < 20\%$  的地段：1600 根/km； $R \leq 400m$  曲线或坡度  $i \geq 20\%$  的地段：1680 根/km。

车场线：铺设根数 1440 根（对）/km。

最大超高为 120mm；曲线超高值应在缓和曲线或直线上递减顺接；超高顺坡率一般不大于 2‰，困难时不得大于 3‰。

#### 2.1.3.5 车辆

(1) 车辆选型

6 号线拟采用 A 型车，DC1500V 架空接触网授电。

(2) 车辆尺寸

列车总长  $\leq 140m$ （6 辆编组）

车辆最大宽度：3000mm

车体高度≤3810mm

(3) 列车最大运行速度

最高行驶速度：80km/h

(4) 列车编组

初、近、远期采用 6 辆编

### 2.1.3.6 车站

6 号线工程从梧桐路站至西航站区站，线路长 47.98km，设站 34 座，全部为地下站。

### 2.1.3.7 车辆段

6 号线设黄梨路车辆段 1 座。黄梨路车辆段选址于东五线东侧、人民路南侧、东六线西侧和阳光西路以北围合而成的地块，宽度约为 540m，长度约为 1440m，用地面积为 35.2 公顷。

6 号线黄梨路车辆段定位为大架修段。根据线网车辆大架修设施统筹考虑，6 号线黄梨路车辆段将承担 6、7、8、9 号线车辆厂架修任务。

### 2.1.3.8 供电工程

(1) 供电电源

供电系统采用 110kV/35kV 两级电压集中供电方式。

(2) 主变电所

共设置 3 座 110kV 主变电所，分别为梅溪湖主变电所、八方山主变电所和合平路主变电所。其中梅溪湖主变电站为 2 号线与 6 号线共享，八方山主变电站为 6 号线与 9 号线共享，合平路主变电站为 6 号线与 8 号线共享。

3 座主变电所主变容量均为 40MVA，均为户内式变电所。牵引网采用 DC1500V 架空接触网供电。

### 2.1.3.9 给排水与消防

(1) 给水

各车站、区间沿线配套设施均采用城市自来水为给水水源。地下车站及区间给水系统从车站附近的城市自来水管网中不同管段（不同管网或环状管网）引入 2 根进水管，在站内形成环状管网。车站的生产、生活给水系统与消防给水系统的引入管共设，各系统在站内分设。为保证停车场、车辆段内的生产、生活和消防用水，从市政给水管网不同干管上接两根给水管引至停车场、车辆段。室外给水系统采用生产、生活和消防共用的环状管网给水系

统；室内生产、生活给水系统与消防给水系统分开设置，形成独立管网。当市政供水能力不能满足生产、生活和消防用水时，设加压设施。

## （2）排水

黄梨路车辆段：生活污水经化粪池处理后就近排入市政污水管网进入榔梨污水处理厂集中处理。生产废水经中和、沉淀、隔油、气浮、过滤等工艺处理后回用于中水系统。

梧桐路停车场：生活污水经化粪池处理后就近排入市政污水管网进入规划的雷锋水质净化厂。生产废水经中和、沉淀、隔油、气浮、过滤等工艺处理后回用于中水系统。

车站、控制中心：生活污水经化粪池处理后排入市政污水管道，分别排入服务范围内的污水处理厂进行处理。

## 2.1.3.10 环控

### （1）系统组成

通风空调系统包括隧道通风系统和车站通风空调系统两大部分：隧道通风系统分为区间隧道通风系统和车站隧道通风系统两部分；车站通风空调系统分为车站公共区通风空调系统（简称大系统）、车站设备管理用房通风空调系统（简称小系统）以及空调水系统（简称水系统）。

### （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热风系统组成。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，另一风阀做为事故风阀常闭。

#### （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。

#### （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。

##### ④ 中间风井设置

6 号线工程桐梓坡路站～文昌阁站区间设置有区间中间风井一座，设置于湘江西岸，地面设置 2 个机械风亭、1 个新风亭、1 个排风亭及一个消防出口。

#### 2.1.4 现有工程建设情况

6 号线是我市轨道交通线网规划中东西向骨干线路，项目于 2017 年开工建设，目前正全面开展车站主体和区间盾构施工，并将进一步加大生产力度，力争 2022 年开通试运行。

## 2.2 拟建 6 号线东延工程概况

(1) 项目名称：长沙市轨道交通 6 号线东延段工程。

(2) 建设性质：新建。

(3) 建设地点：湖南省长沙县黄花镇。

(4) 工程内容及建设规模：6 号线东延工程建设范围为起点站黄花机场西站（不含）～黄花机场东，线路全长 4.21km，设站 1 座。6 号线东延工程依托 6 号线主变电站（即合平路主变电所）、控制中心、停车场和车辆基地。

同时，预留预埋 10 号线和 S2 线黄花机场东站及区间的土建预留预埋工程。土建预埋工程仅包括车站的混凝土工程（车站建筑、主体框架等砖砌墙体），不包含机电、装修等工程。

(5) 工程总投资：31.34 亿元，其中环保投资 1049 万元，环保投资与基建投资比为 0.33%。

(6) 建设单位：长沙市轨道交通六号线建设发展有限公司。

(7) 建设时间：计划 2020 年 10 月开工，2024 年 10 月 1 日建成通车。

### 2.2.1 线路走向

6 号线东延工程西接轨道交通 6 号线工程黄花机场西站（在建），依次下穿机场连廊、第一和第二跑道、T4 飞行区（远期）西南角、第二和第三跑道间垂滑、T3 停机坪及 T3 航站楼后，接入黄花机场综合交通中心设黄花机场东站。

10 号线和 S2 线（长沙西-黄花机场）的线路南北向接入黄花机场范围，依次下穿 T4 飞行区（远期）、第二和第三跑道间垂滑、T3 停机坪及 T3 航站楼后，在 T3 航站楼和 T4 航站楼处设站。本次评价仅包含 10 号线黄花机场东站车站及区间的土建预留预埋工程，S2 线黄花机场东站车站及区间的土建预留预埋工程，同时预留 S2 线线路往东延伸的土建条件。

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。

### 2.2.2 线路敷设方式

全程均为地下线。

### 2.2.3 设计年度

初期：2027 年

近期：2034 年

远期：2049 年

#### 2.2.4 项目工程特性表

项目工程特性见表 2.2-1。

表 2.2-1 项目工程特性表

一、项目概况							
项目名称	长沙市轨道交通 6 号线东延工程	建设地点	长沙县黄花镇				
建设单位	长沙市轨道交通六号线建设发展有限公司	建设性质	新建				
建设规模	全长 4.21km	工程投资	约 31.34 亿元				
建设工期	计划 2020 年 10 月开工，2024 年 10 月 1 日通车						
二、主要技术标准							
指标名称	标准						
轨道交通制式及车辆编组	采用城市轨道交通 DC1500V 架空接触网供电的 A 型车，大小交路采用 6 辆编组。						
正线数目	双线						
运行速度	最高设计运行速度 80km/h						
平面曲线最小半径	最小曲线半径 750m；区间正线：一般 450m，困难条件下 350m；车站正线：一般应设在直线上，困难地段设在曲线上时，其半径应不小于 1500m；						
最大纵坡	区间正线：最大坡度宜采用 3‰；区间隧道的线路最小坡度宜采用 3‰；地下车站：车站站台范围内的线路应设在一个坡道上，坡度宜采用 2‰。当具有有效排水措施或与相邻建筑物合建时，可采用平坡。						
竖曲线最小半径	正线区间：一般 5000m；车站端部：一般 3000m						
轨道	轨距	1435mm					
	钢轨	本工程正线采用 60kg/m，材质为 U75V					
	道岔	正线、配线采用 60kg/m 钢轨 9 号道岔。					
	道床	正线及配线采用整体道床。线路通过环境敏感点时，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。					
	轨枕	正线铺设整体道床地段采用 1680 根（对）/km；配线采用 1600 根（对）/km					
	扣件	整体道床采用弹性分开式扣件。					
三、主要工程数量							
工程指标	单位	工程数量	工程指标	单位	工程数量		
线路	总长	km	4.21	车站	总数	座	1
	地下线	km	4.21		地下车站	座	1
	地面线	km	0		高架车站	座	0
车辆段		处	/	停车场		处	/
主变电所		处	/	控制中心		处	/

#### 2.2.5 客流规模预测

客流规模预测见表 2.2-2。

表 2.2-2 6 号线东延段工程客流总体指标

本次工程	线路长度	客运量	客运强度	单向高峰最大断面客流量
/	公里	万人/日	万人/公里	万人次/时
初期	4.21	3.60	0.86	0.14
近期	4.21	5.00	1.19	0.27
远期	4.21	5.94	1.41	0.38

## 2.2.6 行车组织

列车编组: A型车初、近、远期 6 辆编组。最小行车间隔: 2min。

### 1、运行交路

本项目实施后的运行交路如图 2.2-1。

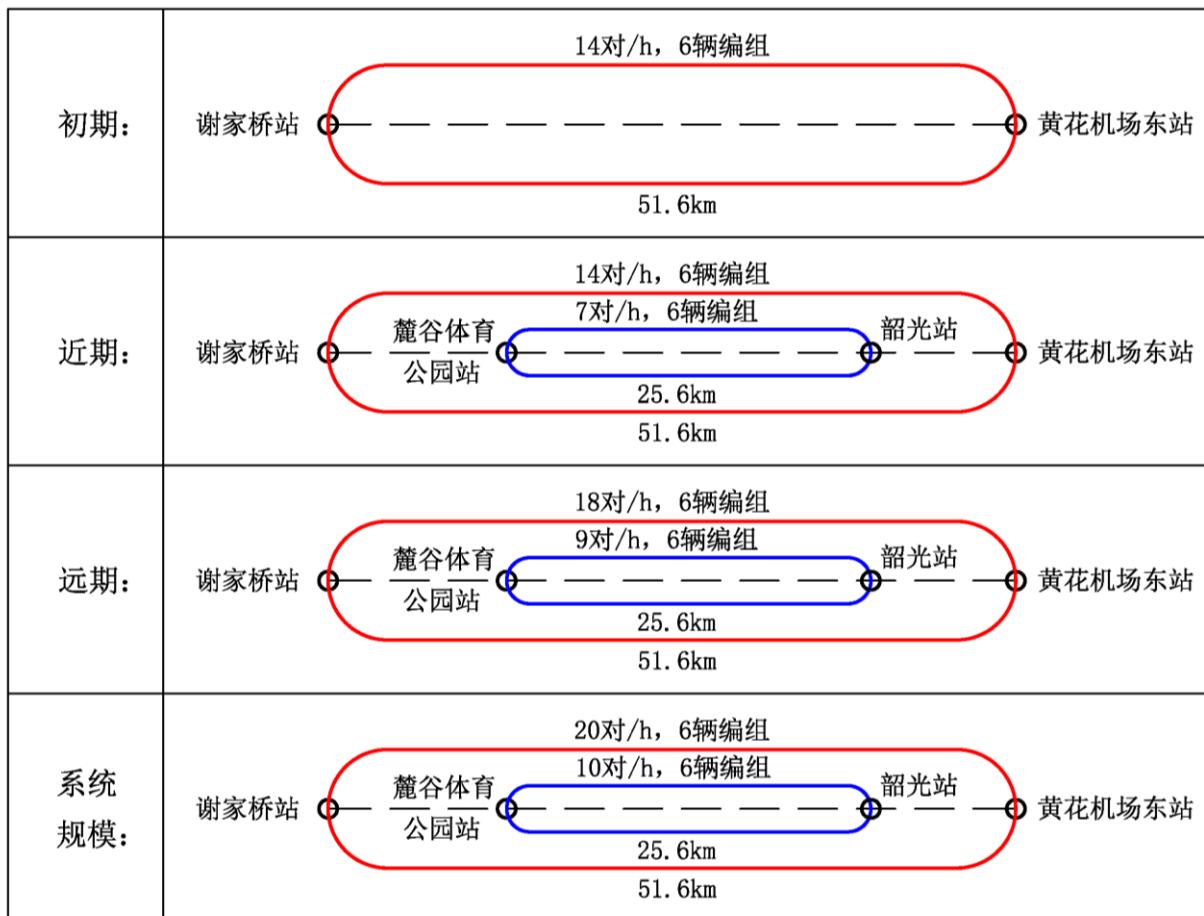


图 2.2-1 本项目运行交路图

### 2、输送能力

表 2.2-3 长沙市轨道交通 6 号线+6 号线东延段工程设计输送能力表

项目	时期	初期 2027年		近期 2034年		远期 2049年		系统					
运营线范围及里程 (km)		谢家桥-黄花机场东 51.6km		谢家桥-黄花机 场东 51.6km		谢家桥-黄花机 场东 51.6km		谢家桥-黄花机 场东 51.6km					
早高峰小时客流断面 (人/小时)		19477		30920		39100		-					
列车编组(辆)与定员		6A-1608 人		6A-1608 人		6A-1608 人		6A-1608 人					
运行交路	大交路 (km)	谢家桥-黄花机场东 51.6km		谢家桥-黄花机 场东 51.6km		谢家桥-黄花机 场东 51.6km		谢家桥-黄花机 场东 51.6km					
	小交路 (km)	-		麓谷体育公园- 韶光 25.6km		麓谷体育公园- 韶光 25.6km		麓谷体育公园- 韶光 25.6km					
高峰小时开行列车对数	大交路 (对/h)	14	14	14	21	18	27	20	30				
	小交路 (对/h)	-		7		9		10					
最小行车间隔 (min)		4.3		2.9		2.2		2.0					
系统设计最大运能 (万人/h)		2.25		3.38		4.34		4.82					
运能裕量/储备 (%)		13.5%		8.4%		9.9%		-					
旅行速度 (km/h)	大交路	33		35		35		35					
	小交路	-		33		33		33					
运用车 (列)	大交路	46	46	43	55	55	70	61	78				
	小交路	0		12		15		17					
备用车(列)		5		5		5		-					
检修车(列)		6		8		10		10					
配属车(列)		57		68		85		88					
每正线公里配车		1.1 列/km		1.3 列/km		1.6 列/km		1.7 列/km					

### 3、配线

6 号线: 6 号线黄花机场东站为终点站, 设在西侧, 站前设单渡线, 站后设折返存车线, 站前左右线互换。

10 号线: 10 号线黄花机场东站为终点站, 设在中间, 站前设单渡线, 站后设折返存车线。

S2 线: S2 线黄花机场东站为终点站, 设在东侧, 站前设单渡线, 站后设折返存车线。

6、10、S2 线均为侧式车站, 相邻的两个侧式站台合为岛式站台, 黄花机场东站的车站形式为两岛两侧六线车站。

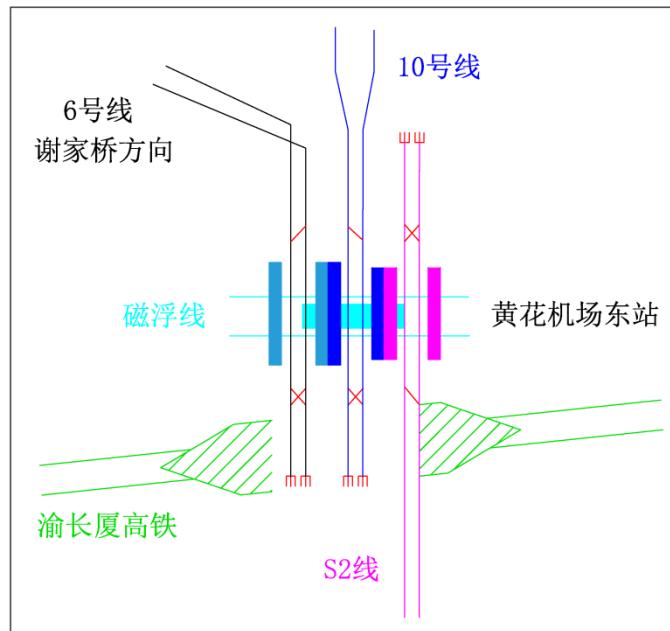


图 2.2-2 黄花机场东站配线方案

6 号线站前区间左右线互换后，磁浮与 6 号线、10 号线、S2 线之间换乘流线更加清晰，不会出现上下行对冲的情况。

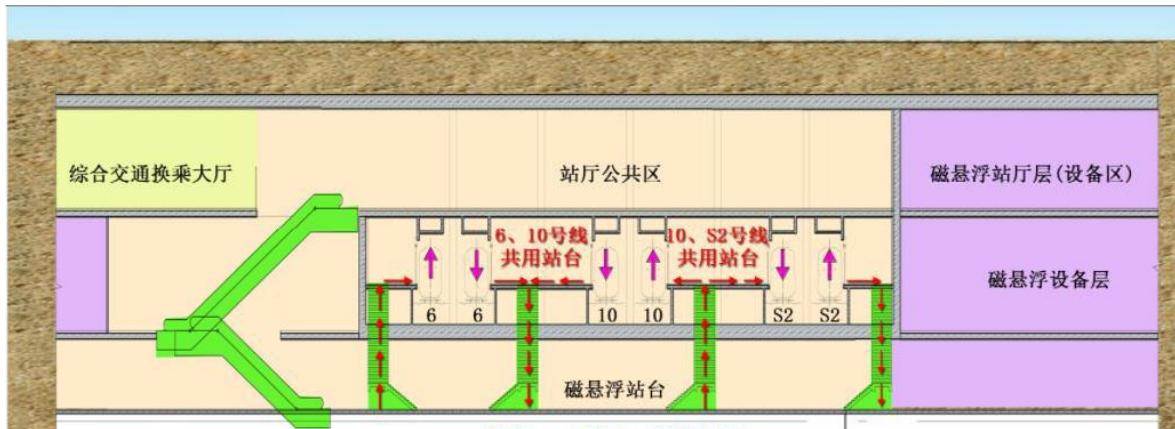


图 2.2-3 黄花机场东站换乘流线

### 2.2.7 全日列车开行计划

从早上 6:00 至晚上 24:00，全天共计运营 18h。其他非营运时间用于车辆和设备系统的检修。全日行车计划见下表。

表 2.2-4 全日行车计划表

时段	初期	近期		远期	
	大交路	大交路	小交路	大交路	小交路
6:00-7:00	10	12		14	
7:00-8:00	14	14	7	18	9
8:00-9:00	14	14	7	18	9
9:00-10:00	10	12		14	
10:00-11:00	10	12		14	
11:00-12:00	10	12		14	
12:00-13:00	10	12		14	
13:00-14:00	10	12		14	
14:00-15:00	10	12		14	
15:00-16:00	10	12		14	
16:00-17:00	10	12		14	
17:00-18:00	14	14	7	18	9
18:00-19:00	14	14	7	18	9
19:00-20:00	10	12		12	
20:00-21:00	8	10		12	
21:00-22:00	6	8		10	
22:00-23:00	6	8		10	
23:00-24:00	6	6		8	
合计	182	208	28	250	36

## 2.2.8 车站

本工程共设 1 座车站，黄花机场东站，为地下站。

表 2.2-5 车站情况统计表

序号	站名	线路	车站形式	换乘	是否设辅助线
1	黄花机场东站	6 号线	地下二层 140×6m 侧	三线站厅层换乘，与磁浮台-台换乘，与高铁通道换乘	单渡线、折返停车线
2		10 号线	地下二层 118×6m 侧		单渡线、折返停车线
3		S2 号线	地下二层 118×6m 侧		单渡线、折返停车线

### 2.2.8.1 黄花机场东站

6 号线黄花机场东站为地下二层侧式车站，车站总长 602m，建筑面积 21186m<sup>2</sup>，10 号线黄花机场东站为地下二层侧式车站，车站总长 569m，建筑面积 17762m<sup>2</sup>，S2 线黄花机场东站为地下二层侧式车站，车站总长 787.8m，建筑面积 21363m<sup>2</sup>，车站标准段总宽 63.3m，长赣高铁地下一层及地下三层节点面积 7364m<sup>2</sup>，磁浮线地下三层节点面积 1577m<sup>2</sup>。

6 号线、10 号线、S2 线黄花机场东站共设置 8 个出入口 4 组风亭，其中 1、2 号出入口为磁浮线公共区安全出入口。出入口及部分风亭结合 GTC 出地面建筑设置，部分风亭设置在综合交通枢纽绿化带范围。

### 2.2.9 轨道

- 1) 钢轨：正线采用 60kg/m 钢轨。
- 2) 轨距：采用 1435mm 标准轨距。本线正线最小曲线半径大于 250m，故所有正线曲线可不设轨距加宽。
- 3) 轨底坡：采用 1/40 轨底坡，道岔区及无轨底坡的两道岔间不足 50m 地段，不宜设置轨底坡。
- 4) 曲线超高：曲线的最大超高值为 120mm，未平衡超高允许值一般不大于 61mm 的，困难时不应大于 75mm；曲线超高值应在缓和曲线内递减；无缓和曲线或其长度不足时，应在直线段递减超高顺坡率不宜大于 2‰，困难条件下不应大于 2.5‰。

地下线的无砟道床地段曲线超高，宜采用外轨抬高超高值的 1/2、内轨降低超高值的 1/2 设置。

- 5) 扣件：整体道床采用弹性分开式扣件。
- 6) 道岔：正线、配线采用 60kg/m 钢轨 9 号道岔。
- 7) 道床：正线及配线采用整体道床。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。
- 8) 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。
- 9) 一般地段轨道结构高度：地下线：560mm（矩形及 U 形结构敞开过渡段整体道床）、740mm（圆形）、650mm（马蹄形）。

### 2.2.10 地下结构

地下线长约 3.62km（不含车站）。区间隧道统计见下表。

表 2.2-6 地下区间长度统计表

序号	区间名称	起点里程	终点里程	区间长度/km	施工方法
1	黄花机场西站~黄花机场东站	AK0+350	AK3+970	3.62	盾构法

## 2.2.11 车辆

考虑到东延段工程与一期贯通运营，本次设计车辆采用与一期工程相同的 DC1500V 接触网供电的 6 辆编组 A 型车。根据长沙市轨道交通线网规划修编方案，10 号线为规划线路，采用 6 辆编组 B2 型车，最高运行速度为 100km/h；S2 线为规划线路，采用 6 辆编组 B2 型车，最高运行速度为 120km/h。车辆主要技术参数见表 2.2-7。

表 2.2-7 车辆主要技术参数表

线别		6 号线车辆	10 号线车辆	S2 线车辆
车辆形式		A2 型车	B2 型车	
车辆轴数		4		
车体基本长度 (mm)	无司机室车辆	22000	1900	
	单司机室车辆	23600	19600	
车钩连接中心点间距 (mm)	无司机室车辆	22800	19520	
	单司机室车辆	24400	20120	
车体基本宽度 (mm)		3000	2800	
车辆最大高度 (受电弓落弓状态, 距轨面) (mm)		≤3810		
受电弓工作高度 (距轨面) (mm)		3980~5800		
车内净高 (mm)		2100~2150		
地板面距轨面高 (mm)		1130	1100	
轴重 (t)		≤16	≤14	
车辆定距 (mm)		15700	12600	
固定轴距 (mm)		2200~2500	2200~2300	
每侧车门数 (对)		5	4	
车门宽度 (mm)		1300~1400		
车门高度 (mm)		≥1800		

## 2.2.12 供电

不新建主变电所。利用 6 号线合平路主变电所供电，合平路主变电所故障退出运行时，由 5 号线长善路主变电所供电。10 号线和 S2 线的主要变电所设置及选址方案需要根据各自线路、车站特点，结合变电站资源分布情况和用地情况综合确定，本工程不新建主变电所。本工程共设置 5 座牵引降压混合变电所（其中 6 号线东延工程新建 2 处，S2、10 号线预留 2 处安装房间）；设置 1 座车站跟随式降压变电所，与 6 号线东延工程设置的黄花机场东站变电所合建。具体设置如下表 2.2-8 所示。

本工程采用 DC1500V 架空接触网供电方式。6 号线工程供电设计方案采用 35kV 双环网的集中供电方式，其中本工程黄花机场东站由合平路主变电所供电，6 号线黄花机场东站变电所通过两回电缆接入黄花机场西站变电所。

**表 2.2-8 本项目变电所设置情况一览表**

序号	站名		牵引降压混合所	跟随式降压所
1	6 号线	黄花机场东站（6 号线）	1	1
2		区间风井（6 号线）	1	
3	S2 号线	黄花机场东站（S2 号线）	预留 1 处安装房间	
4	10 号线	黄花机场东站（10 号线）	预留 1 处安装房间	

### 2.2.13 通风

本工程采用双活塞通风系统，即车站每端设置两个活塞风道，机械风道与活塞风道并联布置，每站机械通风道及设备为四组，有四个隧道通风井。本系统应兼作为排烟系统。

### 2.2.14 给排水

#### （1）给水系统

给水系统采用生活、生产及消防用水分开的给水系统，均采用城市自来水。

#### （2）排水系统

##### ①污水系统

车站生活污水经化粪池初步处理后，就近排入市政污水管网，进入长沙临空经济区污水处理厂统一处理。

##### ②废水系统

本项目产生的废水主要是区间结构渗漏水、消防废水等，抽升排放到市政雨污水管网中。

##### ③雨水系统

地下站露天出入口和敞开式风亭等地面建筑的雨水排入机场雨水系统管网或附近水体。

### 2.2.15 消防系统

车站室内消防给水来自于机场已预留的水源接口，采用临时高压系统，设置储存室内消防用水量的消防水池（有效容积 144m<sup>3</sup>）和增压稳压设施，室外消火栓采用低压供水方式，市政直供。消防给水系统在站厅水平成环状布置，在站台竖向成环；在车站两端分别从环状管网接一路消防水管至区间，站与站之间通过区间消防管道连通。车站需设消防泵加压，泵

房内设二台泵互为备用，消防泵的服务范围为本车站至~6号线黄花机场西站（不含）区间。

## 2.2.16 施工组织与筹措

### 2.2.16.1 施工方法

#### 1、黄花机场东站施工方法

车站施工采用明挖顺筑法。各地下站基坑支护结构型式及施工方法如下表 2.2-9 所示。

表 2.2-9 地下站基坑支护结构型式及施工方法一览表

序号	车站名称		车站型式	施工方法	基坑支护结构型式
1	黄花机场东站		地下二层侧式车站	明挖顺筑法	围护结构型式采用钻孔灌注桩+止水帷幕、土钉等；基坑支撑体系采用轴向压杆式支撑系统（砼支撑、钢管支撑）
2	6号线				
3	10号线				
	S2号线				

#### 2、区间施工方法

##### 1) 黄花机场西站东侧~黄花机场东站北侧

本区间辐射为地下方式，长约 3.62 m，采用盾构法施工。盾构始发井设置于规划 T4 航站楼西侧，现状空地内。盾构井 85（长）×18.4(宽，盾构始发井 22.29m)m，埋深约 29~31m，拟采用明挖法施工。盾构结束后，中间风井利用盾构井使用。

区间采用 4 台盾构机掘进施工，盾构筹划安排如下：

中间风井至黄花机场西站区段采用 2 台盾构机共同掘进，左右线盾构机均由中间风井小里程始发，黄花机场西站大里程接收；右线先期始发掘进，左线再始发掘进，前后应错开一个月；中间风井至黄花机场东站区段采用 2 台盾构机共同掘进，左右线盾构机均由中间风井大里程始发，黄花机场东站小里程接收；右线先期始发掘进，左线再始发掘进，前后应错开一个月；远期 10 号线隧道由黄花机场东站北端头接收，盾构机由站内过站过后在黄花机场东站南端头吊出；远期 S2 号线由黄花机场东站南端头接收吊出。

盾构法是另一种暗挖隧道的施工方法，此法是在盾构机钢壳体的保护下，依靠其前部的刀盘或挖掘机开挖地层，并在盾构机壳体内完成出碴、管片拼装、推进等作业。盾构法具有施工进度快、作业安全、噪音小、管片精度高、衬砌质量可靠、防水性能好、地表沉降小、占用场地少等优点。盾构法施工工艺流程：在置放盾构机的地方打一个垂直井，再用混凝土墙进行加固；将盾构机安装到井底，并装配相应的千斤顶；用千斤顶之力驱动井底部的盾构机往水平方向前进，形成隧道；将开挖好的隧道边墙用事先制作好的混凝土衬砌加固，地压

较高时可以采用浇铸的钢制衬砌加固来代替混凝土衬砌。本工程推荐采用土压平衡式盾构。土压平衡式盾构对不同地层有较强的适应能力，在维持开挖面稳定、开挖土体的排出及环境保护方面较其它类型盾构机有较强的优势。

### 3、工程占地及拆迁

本工程永久用地  $0.035\text{hm}^2$ ，临时用地  $7.3\text{hm}^2$ 。拆迁面积共计  $5505.73\text{m}^2$ 。

### 4、土石方工程

本工程车站和区间的土石方开数量共计  $90.46\text{ 万 m}^3$ ，土石方回填总量约  $28.93\text{ 万 m}^3$ ，弃方  $61.55\text{ 万 m}^3$ ，弃渣由长沙市渣土办统一调度安排。

### 5、建设工期

本工程建设总工期 4 年，计划于 2020 年 10 月开工，2024 年 10 月 1 日通车。

## 2.3 与轨道交通 6 号线工程的衔接、依托关系及可行性

### （1）与轨道交通 6 号线工程的衔接、依托关系

6 号线东延段工程与轨道交通 6 号线工程衔接，黄花机场西站以西段已开工建设，本次黄花机场西站延伸至 T3 航站楼黄花机场东站，可提升黄花机场航空服务水平和机场枢纽运营效率，加强机场与轨道交通的互联互通。本项目的实施可满足广大人民群众安全、便捷、舒适的航空出行需求，加强骨干线对空港组团和黄花机场的辐射，缓解机场地面交通压力，是长沙轨道交通 6 号线东西向骨干线路的重要延伸线。

6 号线东延段工程起于 6 号线工程终点站黄花机场西站，止于黄花机场东站，线路全长  $4.21\text{km}$ ，设地下站 1 座，线路西端与 6 号线工程衔接，与 6 号线贯通运营。

### （2）项目作业、运营方案及依托的可行性

根据设计，6 号线在建黄梨路车辆基地及梧桐路停车场的设计规模能够满足本工程近期配属列车的运用检修需要。6 号线工程全线计划 2022 年开通，早于本项目通车时间，因此本项目车辆可进入黄梨路车辆基地及梧桐路停车场停放、检修。

长沙市轨道交通 6 号线工程黄梨路车辆段定位为大架修段。根据线网车辆大架修设施统筹考虑，6 号线黄梨路车辆段将承担 6、7、8、9 号线车辆厂架修任务。工程包括停车列检库、定临修库、洗车库、综合楼等单体。

根据《长沙市轨道交通 6 号线工程环境影响评价报告书（报批稿）》，车辆段主要排放检修含油污水、车辆洗刷污水及生活污水。污水产生量为  $333\text{m}^3/\text{d}$ ，污水回用量为  $165\text{m}^3/\text{d}$ ，污水排放量为  $168\text{ m}^3/\text{d}$ 。梧桐路停车场生产污水主要来自检修含油污水及车辆洗刷污水。污

水产生量 156m<sup>3</sup>/d，回用水量 108m<sup>3</sup>/d，生活污水产生量为 48m<sup>3</sup>/d。黄梨路车辆段和梧桐路停车场生产废水经“隔栅-隔油-气浮-过滤-消毒”后用于中水系统。生活污水经化粪池处理后，排入城市污水管网，进入城市污水处理厂统一处理，污水出水水质可以满足 GB8978-1996 之三级排放标准的要求。

工程实施后，黄梨路车辆段厂界噪声昼间为 37.2~59.3dB (A)，夜间为 37.2~57.8dB (A)；梧桐路停车场厂界噪声昼间为 43.9~57.7dB (A)，夜间为 41.5~48.7dB (A) 之间，其中黄梨路车辆段东厂界受到试车线影响，噪声相对较大；梧桐路停车场北厂界，受污水处理厂停车列检库影响，噪声相对较大，对照 2 类区标准，黄梨路车辆段与梧桐路停车场厂界噪声昼、夜间均达标。

综上所述，有关黄梨路车辆段和梧桐路停车场污水排放和噪声环境影响维持已批复的长沙市轨道交通 6 号线工程环境影响报告书结论，本次环评不再另做评价。

## 2.4 工程污染源分析

### 2.4.1 噪声源

#### 2.4.1.1 施工期噪声源

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 HJ 2034-2013 《环境噪声与振动控制工程技术导则》，将常用施工机械噪声源强汇于表 2.4-1 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，对其频繁行使经过的施工现场、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 2.4-1 中。

表 2.4-1 工机械及运输车辆噪声源强表单位：dB (A)

施工机械及运输车辆名称	噪声值	
	距离声源 5m	距离声源 10m
液压挖掘机	82~90	78~86
电动挖掘机	80~86	75~83
轮式装载机	90~95	85~91
推土机	83~88	80~85
移动式发电机	95~102	90~98
各类压路机	80~90	76~86

重型运输车	82~90	78~86
振动夯锤	92~100	86~94
打桩机	100~110	95~105
静力压桩机	70~75	68~73
风镐	88~92	83~87
混凝土输送泵	88~95	84~90
砼搅拌车	85~90	82~84
混凝土振捣器	80~88	75~84
空压机	88~92	83~88

#### 2.4.1.2 运营期噪声源

##### 一、主要噪声源分析

长沙市轨道交通 6 号线东延段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 2.4-2 所列。

表 2.4-2 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	空气动力性噪声为其最重要的组成部分	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，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。
		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	
		涡流噪声是叶轮在高速旋转时使周围气体产生涡流，在空气粘滞力的作用下引发为一系列小涡流，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	
冷却塔噪声	轴流风机噪声	配用电机噪声	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（可根据气候作适当调整）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	

注：1、车站风机和空调期冷却塔运行时段为 5: 30~00: 30，计 19 个小时；

2、冷却塔在空调期内开启，开启时间为 5~10 月（可根据气候作适当调整）

##### 二、地下线路风亭及冷却塔噪声源类比调查与监测

根据已批复的《长沙市轨道交通 6 号线工程环境影响报告书》以及《长沙市轨道交通建设规划（2016~2022）环境影响报告书》、北京奥林匹克公园站的测试结果，本项目预测风亭、冷却塔采用的噪声源强值如下：

活塞风亭：声源距离 3m 处为 65dB (A) (安装 2m 长的消声器)；

排风亭：声源距离 2.5m 处为 68dB (A) (安装 2m 长的消声器)；

新风亭：声源距离 2.5m 处为 58dB (A) (安装 2m 长的消声器)；

冷却塔：距塔体 2.1m 处为 67dB (A)，与风机 45 度夹角处为 68.6dB (A)。

## 2.4.2 振动源

### 2.4.2.1 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 2.4-3。

表 2.4-3 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				

### 2.4.2.2 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、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，本次评价源强参考与本工程实际运营条件类似的武汉机场线盘龙城站~宏图大道站区间轨道交通线噪声振动测试源强。

根据《城市轨道交通振动和噪声控制简明手册》，按照最不利原则，A 型车、B 型车按 0.4dB 修正。线路源强具体为：当线路条件为 A 型车，行车速度 66km/h，弹条扣件，普通整

体道床, 60kg/m 无缝钢轨时, 轨道交通 A 型列车在轨道上通过时产生的振动源强  $VL_{zmax}$  为 81.8dB。

本次评价地下线路区段振动源强采用武汉机场线的源强, 源强  $VL_{zmax}$  采用 81.8dB (列车速度 66km/h, 隧道壁高于轨顶面 1.25m 处)。

### 2.4.3 大气污染源

#### 2.4.3.1 施工期大气污染源

施工期主要大气污染源为:

- 1、施工过程中开挖、堆放、运输土方及运输堆放和使用黄沙、水泥等建材所产生的扬尘;
- 2、施工机械和重型运输车辆运行过程中所排放的燃油废气, 其主要污染物为烟尘、二氧化硫 ( $SO_2$ ) 、氮氧化物 ( $NO_x$ ) 和碳氢化合物 ( $C_nH_m$ ) 。
- 3、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。

#### 2.4.3.2 运营期期大气污染源

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。

地下车站风亭排气可能产生一定的异味影响, 运营初期风亭排气异味较大, 主要与地下车站内部装修工程采用的各种复合材料散发的多种有害气体尚未挥发完有关, 随着时间推移, 在下风向 15m 以上已感觉不到风亭异味。

轨道交通运输客运量大, 轨道交通建设可以替代大量的汽车客运量, 从而可相应地大大减少汽车尾气污染物排放量, 有利于改善地面空气环境质量。

### 2.4.4 水污染源

本工程施工期产生的污水主要来自施工作业生产的施工废水、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。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 200 人左右, 每人每天按  $0.1m^3$  排水量计, 每个区间或站点施工人员生活污水排放量约为  $20m^3/d$ , 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。

#### 2.4.4.2 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 1 个车站。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，单个车站产生活污水量约  $10\text{m}^3/\text{d}$ 。按照一般生活污水类比监测结果，其平均水质为 CODcr300 mg/L, BOD<sub>5</sub>90mg/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 2.4-4。

表 2.4-4 运营期废水产生和排放情况表

项目	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	3650	COD	300	1.095	300	1.095	车站生活污水经化粪池处理后排入市政污水管道，纳入城市污水处理厂统一处理
			BOD <sub>5</sub>	90	0.329	90	0.329	
			SS	70	0.256	70	0.256	
			氨氮	25	0.091	25	0.091	
			总磷	4	0.015	4	0.015	

#### 2.4.4.3 电磁污染源

本工程利用 6 号线合平路主变电所供电，不新建主变电所。

#### 2.4.5 固体废物

##### 2.4.5.1 施工期固体废物

本工程将产生弃方 61.55 万  $\text{m}^3$ ，弃渣主要来源于地下车站开挖和盾构土，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。施工期生活垃圾 21.9t/a，委托环卫处置。

##### 2.4.5.2 运营期固体废物

地铁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。变电站的直流电源采用的铅酸蓄电池等其他危险废物，交由有危废处理资质的单位处置。类比已运营变电所情况，本工程运营期变电所生产垃圾的产生情况见表 2.4-5。

表 2.4-5 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
2	废蓄电池	危险废物（废物类）	固态	碱性电池	少量（一般 8~15	委托有资质单

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
		别: HW08, 废物代码 900-044-49)			年更换一次)	位处理

## 2.5 工程环境影响分析

工程环境影响分析见表 2.5-1。

表 2.5-1 工程环境影响分析

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		<ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>施工材料、施工弃土运输干扰农村交通。</li> <li>生产、生活污水排放, 形成水污染源。</li> <li>弃土处置不当易产生水土流失。</li> </ol>
	地下段施工	车站明挖、盖挖及地面设施施工	<ol style="list-style-type: none"> <li>对车辆、道路两侧居民造成通行障碍。</li> <li>土层裸露, 晴而多风天气造成扬尘, 影响环境空气质量。</li> <li>施工泥浆水排放, 影响市政雨污水管道功能。</li> <li>基坑降水不当, 易引起地下水位下降, 地面沉降。</li> <li>基础混凝土浇筑、振捣, 形成噪声、振动源。</li> <li>可能引起地下水水质污染。</li> <li>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。</li> </ol>
			<ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>堆渣场雨天造成道路泥泞, 甚至淤塞下水道。</li> <li>施工泥浆水排放, 影响市政雨污水管道功能。</li> <li>施工弃土运输车辆撒落及扬尘。</li> <li>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。</li> </ol>
			<ol style="list-style-type: none"> <li>形成振动源。</li> <li>对地面建筑产生结构二次噪声。</li> <li>产生的振动对敏感建筑产生影响。</li> <li>地下车站风亭、冷却塔等设备噪声;</li> </ol>
		区间盾构施工	<ol style="list-style-type: none"> <li>促进沿线地区经济的发展。</li> <li>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。</li> <li>方便居民出行, 减少居民出行时间, 提高劳动生产率。</li> </ol>
		车站运营	<ol style="list-style-type: none"> <li>地下车站风亭、冷却塔排放噪声。</li> <li>地下车站风亭排风产生异味。</li> <li>产生固体废物(生活垃圾)。</li> </ol>
		列车运行(不利影响)	<ol style="list-style-type: none"> <li>对地面建筑产生结构二次噪声。</li> <li>产生的振动对敏感建筑产生影响。</li> <li>地下车站风亭、冷却塔等设备噪声;</li> </ol>
		列车运行(有利影响)	<ol style="list-style-type: none"> <li>促进沿线地区经济的发展。</li> <li>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。</li> <li>方便居民出行, 减少居民出行时间, 提高劳动生产率。</li> </ol>
		运营期	<ol style="list-style-type: none"> <li>地下车站风亭、冷却塔排放噪声。</li> <li>地下车站风亭排风产生异味。</li> <li>产生固体废物(生活垃圾)。</li> </ol>

## 2.6 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 2.6-1。

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)				
		CODcr	BOD <sub>5</sub>	SS	氨氮	总磷
污染物产生量	3650	1.095	0.329	0.256	0.091	0.015
污染物削减量	-	/	/	/	/	/
污染物排放量	3650	1.095	0.329	0.256	0.091	0.015

## (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。各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。

### 3 工程沿线环境概况

#### 3.1 自然环境概况

##### 3.1.1 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击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户平原过渡的地带，丘陵起伏；北部为洞庭湖平原，地形平坦开阔，地势较低，最低处在望城县乔口附近，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。

##### 3.1.2 气候条件

长沙属亚热带季风气候，气候特征是：气候温和，降水充沛，雨热同期，四季分明。长沙市区年平均气温 17.2℃，各县 16.8℃~17.3℃，年积温为 5457℃，市区年均降水量 1361.6 毫米，各县年均降水量 1358.6~1552.5 毫米。长沙夏冬季长，春秋季短，夏季约 118~127 天，冬季 117~122 天，春季 61~64 天，秋季 59~69 天。春温变化大，夏初雨水多，伏秋高温久，冬季严寒少。3 月下旬至 5 月中旬，冷暖空气相互交绥，形成连绵阴雨低温寡照天气。从 5 月下旬起，气温显著提高，夏季日平均气温在 30℃ 以上有 85 天，气温高于 35℃ 的炎热日，年平均约 30 天，盛夏酷热少雨。9 月下旬后，白天较暖，入夜转凉，降水量减少，低云量日多。从 11 月下旬至第二年 3 月中旬，节届冬令，长沙气候平均气温低于 0℃ 的严寒期很短暂，全年以 1 月最冷，月平均为 4.4℃~5.1℃，越冬作物可以安全越冬，缓慢生长。

##### 3.1.3 自然条件

拟建长沙市轨道交通 6 号线东段工程（黄花机场西站（不含）~黄花机场东站）走向为由西向东而后拐向南侧，大部分位于黄花国际机场范围。场地现状地势整体较平坦，局部地势较高，地面高程 48.25~66.46m。另黄花机场东站附近存在谷塘水

库（水深约 3~5m），水底部标高约 48.25~50.61m。工程范围内现状主要为民房、大小水塘、河流、农田等，地块内规划用地为交通用地。



图 3.1-1 工程周边自然环境现状

#### 3.1.4 地质构质

据长沙地区区域地质资料，长沙地区位于湘东燕山块断带浏阳河断陷的西南部，北为湘阴断陷，西为雪峰隆起，南与株洲断陷相邻。经历了武陵运动、雪峰运动、加里东运动、印支运动、燕山及喜山运动等多次构造运动。境内地质构造较复杂，以北东向、北北东向最为发育，规模最大，北西向、北北西向次之，且规模较小。以湘江为界，西岸属地层年代相对较老的褶皱丘陵，东侧为地层年代较晚的陆相碎屑沉积白垩地层，受地质历史期风化剥蚀作用的影响，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，以泥质粉砂岩、砾岩为主。

据长沙地区区域地质资料,结合钻探成果,长沙市轨道交通6号线东段工程(黄花机场西站(不含)~黄花机场东站)所在区域附近发育构造主要有石塘铺-唤民塘断裂(F112)等。

### 3.1.5 地层岩性

根据《长沙市轨道交通6号线东段工程KC-5标段(黄花机场西站(不含)~黄花机场东站)初步勘察阶段岩土工程勘察报告》,勘察范围穿越的地层有第四系土层,以及白垩系泥质粉砂岩。第四系包括全新统(Q4)、中更新统(Q2):全新统(Q4)包括人工填土、淤泥质土,中更新统(Q2)包括粉质黏土、粉土。本场地发育的地层自上至下各岩土分层及其特征如下:

#### 1) 第四系全新统人工填土层(Q4ml)

场地内人工填土层主要为沥青路面、素填土,局部为杂填土,一般填土龄期不超过15年。

(1) 沥青路面<1-0>:主要由道路路面及其基层组成,本层直接出露于地表,本层在水平方向上分布在YCK58+505处及站后M6Z2-E018-A、M6Z2-E023-A处。其他地段见该层,本次勘察在3个钻孔中有揭露。层顶标高为59.49~62.42m,层底标高为58.69~61.72m,厚度为0.70~1.00m,平均厚度0.83m。

(2) 素填土<1-1>:褐红色,稍湿,松散~稍密,以黏性土为主,局部含砾石,硬物质含量约10~40%。本层在水平方向上主要分布在YCK59+595~YCK60+765,本次勘察在11个钻孔中有揭露。层顶标高为50.61~66.46m,层底标高为48.85~65.26m,厚度为0.50~2.10m,平均厚度1.00m。

(3) 杂填土<1-2>:杂色,中密,以碎砖块、砼块、碎石等建筑垃圾为主,局部含少量黏性土,硬物质含量约90%。本次勘察在1个钻孔(M6Z2-E117)中有揭露。层顶标高为66.08m,层底标高为60.58m,厚度为5.50m。

#### 2) 第四系全新统淤泥质土层(Q4l)

淤泥质土<1-4-2>:深灰色、灰黑色,流塑。主要为黏粒,质纯,滑腻,含有机质。本次勘察在10个钻孔中有揭露,主要分布于YCK60+764~YCK61+101段。层顶标高为48.25~49.11m,层底标高为44.97~47.75m,厚度为0.60~3.50m,平均厚度为1.40m。实测标贯击数N=2击。

#### 3) 第四系中更新统冲积层(Q2al)

(1) 粉质黏土<3-1>: 褐红色, 可塑~硬塑状, 含少量粉细砂, 摆震反应无, 稍有光泽, 干强度中等, 韧性中等。本层分布于 YCK59+910~YCK60+659 段。本次勘察在 9 个钻孔中均有揭露。层顶标高为 51.66~65.26m, 层底标高为 47.46~59.76m, 厚度为 2.10~5.50m, 平均厚度 3.57m。实测标贯击数  $N=10\sim21$  击, 平均 16.0 击。

(2) 粉土<3-2>: 褐黄, 褐灰色, 松散~稍密, 含粉细砂, 摆振反应中等, 无光泽反应, 干强度低, 韧性低。本层分布于 YCK60+764~YCK61+101 段, 本次勘察在 12 个钻孔中有揭露。层顶标高为 46.61~48.85m, 层底标高为 42.96~46.35m, 厚度为 1.00~4.50m, 平均厚度 3.00m。实测标贯击数  $N=6\sim14$  击, 平均 8.1 击。

#### 4) 白垩系 (K)

根据岩矿鉴定报告, 本场地岩石主要为粉砂质结构, 泥质结构, 岩性为泥质粉砂岩, 个别岩石为细砂结构, 泥质结构, 岩性为泥质细砂岩。

(1) 全风化泥质粉砂岩<6>: 褐红色、棕红色, 风化剧烈, 岩心成砂土状, 原岩结构基本破坏, 岩心浸水易软化崩解。本层主要分布于 YCK59+329~YCK59+786, 本次勘察在 4 个钻孔中有揭露。层顶标高为 56.82~64.78m, 层底标高为 54.72~61.78m, 厚度为 1.70~3.00m, 平均厚度为 2.33m。

(2) 强风化泥质粉砂岩<7-2>: 褐红色, 粉砂质结构, 中厚层状构造, 泥质胶结, 胶结较差, 岩芯破碎, 岩芯呈土柱状、块状为主, 浸水易软化, 局部夹中等风化岩块, 属极软岩。本层在水平方向上较广泛分布于本场地, 本次勘察在 27 个钻孔中有揭露。层顶标高为 23.95~64.92m, 层底标高为 21.49~61.18m, 厚度为 0.60~14.30m, 平均厚度 3.77m。修正动探击数 12.0~36.0 击, 平均 23.3 击。

(3) 中等风化泥质粉砂岩<8-2>: 褐红色、棕红色, 粉砂质结构, 中厚层状构造, 泥质胶结, 岩芯较完整, 岩芯呈柱状、块状为主, 手难折断, 干湿交替易软化、崩解, 属极软岩~软岩。本层在水平方向上广泛分布于本标段场地, 本次勘察所有钻孔中有揭露。层顶标高为 31.65~61.18m, 层底标高为 23.95~47.12m, 厚度为 1.30~29.34m, 平均厚度 12.97m。本层岩石质量指标 (RQD) 约为 5%~90%。

### 3.1.6 水文地质条件

#### (1) 地表水

本段线路距浏阳河最近距离约 12km, 距捞刀河最近距离约 6km。沿线地表水系有铁漏塘河、谷塘水库 (水深约 3~5m)。

## （2）地下水

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三大类，本工程场地包含松散土层孔隙水类型（上层滞水）及基岩裂隙水两大类。

（1）上层滞水：赋存于人工填土中（局部存在），水量较小，季节变化大，不连续。主要靠大气降水、附近水库、地下管线渗漏补给，以蒸发或向下渗透到潜水中的方式排泄。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。由于人工填土层土质不均匀，导致渗透性差异大，局部可能隔水。

（2）基岩裂隙水：主要为承压水，局部为潜水。裂隙多呈闭合状～微张开状，总体一般透水性差，富水性贫乏，但局部地区受构造影响基岩裂隙较发育，透水性稍强，富水性稍好。

其中赋存于人工填土层中的滞水与地表水（水库）有着密切的水力联系，基岩中的地下水总体与地表水体（水库）的水力联系不大。

## 3.2 区域环境质量

### 3.2.1 声环境概况

工程评价范围内共有噪声敏感点1处，位于区间风井评价范围内。敏感点环境噪声现状值昼间为58.3dB，夜间为48.7dB，对照相应标准，昼间及夜间均达标。

### 3.2.2 振动环境概况

工程沿线的振动主要是由既有机场交通及社会生活引起的。现状监测结果表明，沿线敏感点环境振动现状值昼间为56.93～59.23dB，夜间为47.23～52.13dB，均能满足GB10070-88《城市区域环境振动标准》之相应标准限值要求。

### 3.2.3 大气环境质量概况

根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)，本次评价需根据国家或地方生态环境主管部门发布的城市环境空气质量达标情况判断项目是否属于达标区，并根据补充监测数据(特征因子)进行各污染物的环境质量现状评价，因此本次现状评价收集了《2019年长沙市生态环境状况公报》。

#### 3.2.3.1 空气质量达标区判定

根据《2019年长沙市生态环境状况公报》，项目所在区域长沙市各评价因子的浓度、标准及达标判定结果见表3.2-1。

表 3.2-1 区域空气质量现状评价表

区域	污染物	年评价指标	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
长沙市	SO <sub>2</sub>	年平均质量浓度	7	60	11.7	达标
	NO <sub>2</sub>	年平均质量浓度	33	40	82.5	达标
	PM <sub>10</sub>	年平均质量浓度	57	70	81.4	达标
	PM <sub>2.5</sub>	年平均质量浓度	47	35	134.3	超标
	CO	95 百分位日平均浓度	1300	4000	32.5	达标
	O <sub>3</sub>	90 百分位 8h 平均浓度	171	160	106.9	超标

由表 4.1-1 可知, 2019 年长沙市环境空气质量 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub> 的年平均质量浓度以及 CO 的第 95 百分位日平均质量浓度均可达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准限值要求, 但 O<sub>3</sub> 的第 90 百分位 8 小时平均浓度和 PM<sub>2.5</sub> 的年平均质量浓度出现超标。根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018), 判定本项目所在区域为非达标区。

目前长沙市暂未出台大气环境质量限期达标规划。根据《中共长沙市委长沙市人民政府关于印发<长沙市“强力推进环境大治理坚决打赢蓝天保卫战”三年行动计划(2018-2020)>的通知》(长发〔2018〕6号), 目标到 2020 年, 全市主要污染物的排放总量大幅减少, 大气环境质量总体改善, PM<sub>2.5</sub> 年均浓度低于 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM<sub>10</sub> 年均浓度低于 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 空气质量优良天数 292 天以上, 空气优良率达到 80%, 重污染以上天数较 2019 年减少 2 天。对渣土扬尘、道路扬尘、工地扬尘、裸露地块扬尘、机动车排气、非道路移动源排气、涉气排污单位排气、面源污染、油气污染进行管控, 可使长沙市环境空气质量得到明显改善。

### 3.2.4 水环境质量概况

2018 年全市 23 个国、省控水质监测断面年度水质优良率为 95.7%, 较上年上升 4.3 个百分点。其中 I ~ II 类(优)水质断面 10 个, 占 43.5%; III 类(良好)水质断面 12 个, 占 52.2%; IV 类(轻度污染)水质断面 1 个, 占 4.3%, 无 V 类(中度污染)和劣 V 类(重度污染)水质断面。

湘江长沙段水质维持优良, 捞刀河、靳江河总体水质良好, 与上年相比无明显变化。

浏阳河上、中游水质优良, 与上年相比无明显变化。下游段黑石渡、三角洲断面年度水质由 IV 类升为 III 类, 与上年相比水质改善。

沩水上、中游段水质优良，与上年相比无明显变化。下游胜利断面水质轻度污染，年度水质由V类升为IV类，与上年相比污染程度有所减轻。

年嘉湖、千龙湖水质良好，综合营养状态为中营养，与上年相比水质无明显变化。

2018年长沙市地级和县级集中式生活饮用水水源地水质符合或优于国家标准，饮用水源地水质达标率100%，与上年持平。

### 3.3 与规划的符合性分析

#### 3.3.1 国家相关产业政策

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》，本项目属于国家鼓励类第二十二条“城市基础设施”中的城市及市域轨道交通新线建设，符合国家产业政策。

#### 3.3.2 与《长沙县土地利用总体规划（2006-2020年）》（2016年修订版）的符合性分析

拟选址项目6号线东延段线路为地下走线，终点为站为黄花机场东站，位于T3航站楼综合交通中心，为地下二层侧式站台车站，车站不占用建设用地（T3航站楼综合交通中心已在长沙机场改扩建工程项目中完成用地预审，不在本次预审内容内），本次项目选址仅区间风井需要占用建设用地，面积为0.0752公顷，通过将项目用地范围线与长沙县土地利用总体规划数据库叠加分析，用地性质为城镇用地，因此，项目用地性质符合长沙县土地利用总体规划。

#### 3.3.3 与《长沙市城市总体规划2003-2020》（2014年修订）的符合性分析

项目选址为城市总体规划中规划确定的轨道交通6号线的东延线，为城市轨道交通的骨干线路，对城市轨道交通的实施和优化完善具有重要意义，因此，项目选址符合《长沙市城市总体规划2003-2020》（2014年修订）。

#### 3.3.4 项目选址与《长沙市轨道交通线网规划修编》（2011版）的符合性分析

长沙市轨道交通线网总体布局基于长沙市远景年城市空间结构和用地布局，轨道交通线网方案总体结构布局为“米字型构架，双十字拓展”。在与城市空间的吻合上，整体上呈主副中心轴带放射形态。远景轨道交通线网推荐方案由12条线路构成。按线网结构层次划分，线网方案由6条骨干线和6条补充线构成。其中6号线为骨干线，10号线为补充线，11号线（即S2）为衔接中心城区与外围城镇发展组团。

本次 6 号线工程建设范围为起点站黄花机场西站（不含）～黄花机场东，线路全长 4.21km，设站 1 座，是轨道交通 6 号线工程的延长线。是对本规划的进一步落实。同时，预留预埋 10 号线和 S2 线黄花机场东站的车站土建工程。同是对本规划的深化落实，因此项目选址符合《长沙市轨道交通线网规划修编》（2011 版）。

### 3.3.5 与《长沙黄花国际机场总体规划》的符合性分析

根据《民航局关于长沙黄花国际机场总体规划的批复》（民航局〔2019〕1121 号）中的第（十二）条：近期在 T3 航站楼南侧、远期在 T4 航站楼北侧规划综合交通中心。近、远期规划“双井三横”的道路交通快速集散体系，由高速路、快速路及城市主干道组成。近期规划在 T3 航站楼综合交通中心地下层建设高铁长沙机场站，接入渝长厦高铁、轨道交通 6 号线及磁悬浮延长线。远期规划接入长浏城际快线、轨道交通 10 号线。

因此，项目选址符合《长沙黄花国际机场总体规划》（2019 版）的发展与要求。

### 3.3.6 与《湖南省环境保护“十三五”规划》符合性分析

根据《湖南省环境保护“十三五”规划》：树立底线思维，依法划定并严守生态保护红线、资源消耗上限、环境质量底线，将各类开发活动限制在资源环境承载能力之内。在重点生态功能区、生态环境敏感区和脆弱区等区域划定生态红线，确保生态功能不降低、面积不减少、性质不改变；科学划定水源保护区、自然保护区、森林、湿地等领域生态红线，严格自然生态空间征（占）用管理，有效遏制生态系统退化的趋势。合理设定资源消耗“天花板”，加强能源、水、土地等战略性资源管控，强化能源消耗强度控制，做好能源消费总量管理。继续实施水资源开发利用控制、用水效率控制、水功能区限制纳污三条红线管理。划定永久基本农田，严格实施永久保护，对新增建设用地占用耕地规模实行总量控制，落实耕地占补平衡，确保耕地数量不下降、质量不降低。……制定一系列配套政策与制度，确保生态红线划得出守得住。

经分析，本项目线路均为地下线，工程的占地不涉及基本农田，项目运行后可以替代公路汽车运输，减少汽车尾气的排放，因此项目符合《湖南省环境保护“十三五”规划》。

### 3.3.7 项目“三线一单”符合性分析

《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环评〔2016〕

150 号)文件的相关要求:为适应以改善环境质量为核心的环境管理要求,切实加强环境影响评价(以下简称环评)管理,落实“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”约束,更好地发挥环评制度从源头防范环境污染和生态破坏的作用,加快推进改善环境质量。本项目符合“三线一单”相关要求,相符性分析详见表 3.3.7-1。

表 3.3.7-1 本项目“三线一单”符合项分析

内容	符合性分析
生态保护红线	本项目用地范围与生态环境部 2019 年 2 月 25 日版湖南省生态保护红线、二条(2018)年度变更影响进行查询,查询结果如下:本项目与生态保护红线无重叠。因此,本项目不涉及生态红线保护区,符合湖南省及长沙市生态保护红线要求。
环境质量底线	本工程为电力驱动的城市快速交通系统,工程不设锅炉,工程本身不会产生大气污染物;工程新增废水为黄花机场东站少量生活污水,经预处理达标后排入市政污水管网,最终进入城市污水处理厂集中处理,工程建设不会对区域环境质量产生明显影响。
资源利用上线	工程运营后使用清洁的电力能源,不使用煤炭、石油等传统能源,符合国家推荐使用能源的要求。
负面清单	根据,本项目属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》中鼓励类第二十二条“城市基础设施”中的城市及市域轨道交通新线建设,项目建设符合国家产业政策,工程建设可降低城市汽车尾气对城市大气环境影响。

本项目选址不处于生态红线范围内,不会突破区域环境质量底线,不涉及长沙市资源利用上线,不属于负面清单内项目,综上所述,本项目符合“三线一单”的要求。

## 4 声环境影响评价

### 4.1 主要工作内容

(1) 根据现场调查,摸清地下车站风亭、冷却塔周围厂界外评价范围内的噪声敏感点分布,本次声环境现状监测以及现状与预测评价涵盖评价范围内全部敏感点。

(2) 根据工程分析,对工程可能产生的噪声源强进行类比调查与监测。

(3) 根据现状与类比监测和调查资料,采用 HJ453-2018《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》中推荐的预测模式分运营时期对工程后敏感点处环境噪声进行预测,并进行工程噪声源分析,分析敏感点的超标原因及噪声影响程度、人数等。

(4) 为配合沿线区域建设、开发,并给环境管理和城市规划提供依据和建议,给出了风亭、冷却塔等典型声源的噪声防护距离。

(5) 结合本次评价结果,针对超标敏感点提出噪声污染防治措施,经过技术、经济可行性比较之后,推荐出效果较佳、符合工程实际的措施与建议,说明降噪效果。

### 4.2 环境噪声现状调查与分析

#### 4.2.1 环境噪声现状监测

(1) 布点原则

本线为新建工程,环境噪声现状监测主要是为全面把握轨道交通沿线声环境现状以及为环境噪声预测提供基础资料。因此,本次环境噪声现状监测针对全部敏感点布点,监测点一般设置在距离线路最近的第一排敏感点处,重要敏感点或工程后噪声影响范围较大的地段适当增加监测点,使所测量的数据既能反映评价区域的环境现状,又能为噪声预测提供可靠的数据。

(2) 测量仪器

本次环境噪声现状采用杭州爱华噪声测试仪 AWA6228+功能分析,在每次测量前后采用杭州爱华仪器有限公司 AWA6021A 声校准器(2 声压级校准,1 级)声源校正器进行校准。所有测量仪器(包括声源校准器)使用前均在每年一度的计量检定中由具有资质的计量检定部门鉴定合格。

(3) 测量方法及评价量

测量噪声敏感点建筑户外噪声时,测量选在敏感建筑外距墙壁 1m,距地面高度

1.2m 处。现状噪声测量按 GB3096-2008《声环境质量标准》执行，昼间根据敏感点情况，选择在正常工作或正常活动时间内 6: 00~22: 00，夜间选在 5: 00~6: 00 及 22: 00~23: 00 的代表性时段内用积分式声级计连续测量 10min（受交通噪声影响的监测点测量 20min）等效连续 A 声级，用以代表昼、夜间的背景噪声。测量同时记录噪声主要来源。

#### （4）监测单位和监测时间

监测单位：湖南中测湘源检测有限公司

监测时间：2020 年 6 月 28 日~2020 年 6 月 29 日

#### （5）监测结果

针对本次评价范围内的 1 处敏感点，共设置监测点位 1 个，监测布点及监测结果见表 4.2-1。

**表4.2-1 本工程现状敏感点分布及环境噪声现状监测结果表**

序号	保护目标	所在车站	声源	距声源距离 (m)	监测时间	现状值		标准值		超标值		现状主要声源	备注
						昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间		
1	谷塘村居民	黄花机场西站~黄花机场东站区间风井	风亭	活塞：88、100，排风亭：79，新风亭：69	2020.06.28	58.3	48.7	60	50	-	-	社会生活噪声	
					2020.06.29	56.9	48.1	60	50	-	-		

注：

1. 表中距离栏中，地下线“水平距离”为敏感建筑距噪声源（风亭）的水平距离；
2. “-”代表不超标。

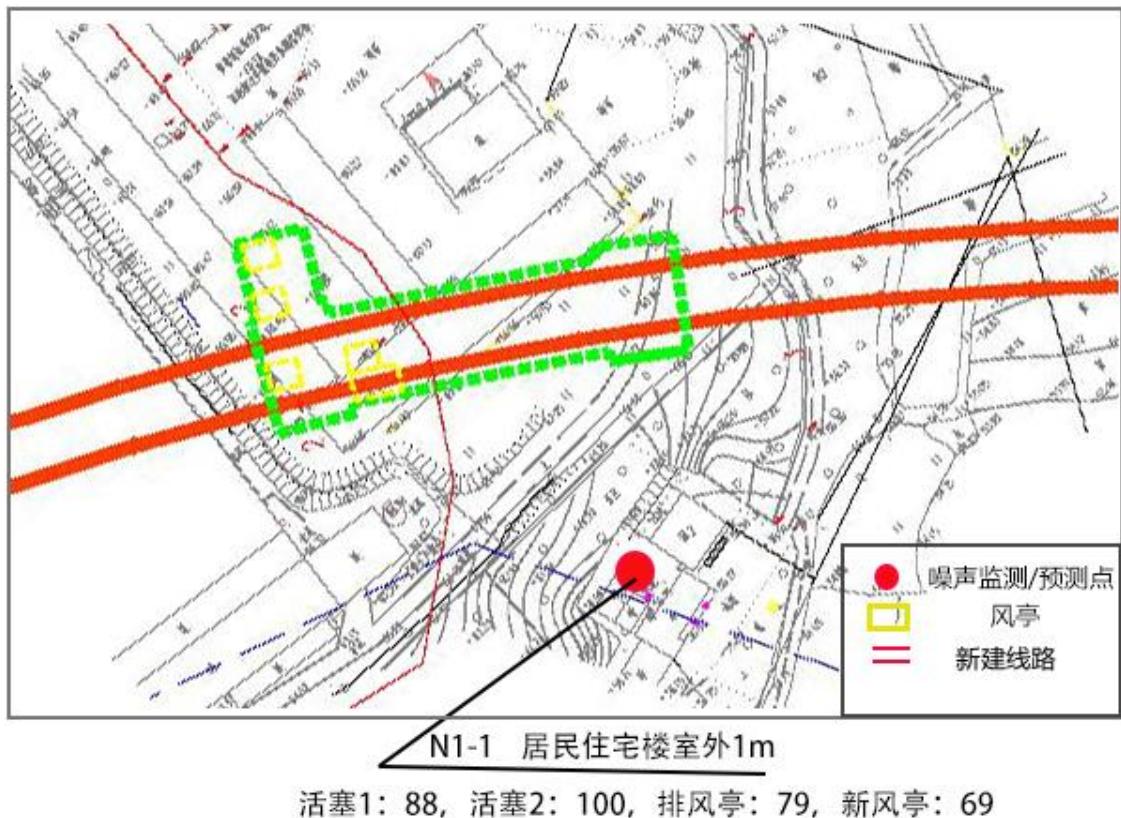


图 4.2-1 本项目噪声监测/预测布点图

#### 4.2.2 环境噪声现状评价

由表 4.2-1 可知, 地下线环控设备周边敏感点环境噪声现状值昼间为 58.3dB, 夜间为 48.7dB, 对照相应标准, 昼间及夜间均达标。

#### 4.3 施工期声环境影响分析与防护措施

##### 4.3.1 施工期噪声污染源

施工场地噪声主要来自于各种施工机械作业和车辆运输, 如大型挖土机、空压机、电锯、打桩机。主要施工机械的噪声源强见第 2 章表 2.2.2-1。

施工各阶段的机械噪声在 30m 处约为 64~83dB (A)。本项目车站采用明挖施工, 主要的施工工序有打桩基础, 底板平整、浇注等, 产生平地机、空压机和风镐等机械作业噪声, 此阶段施工在坑底进行, 施工噪声对地面以上周围声环境影响较小。地下段施工方法为盾构法, 施工噪声对周边环境基本没有影响。高架桥梁段采用现浇法施工, 主要的施工工序有打桩基础, 底板平整、浇注等, 高架车站施工影响时间一般为 2~3 个月, 主要由平地机、空压机和风镐等机械作业噪声。

### 4.3.2 施工期声环境影响防护措施

#### (1) 施工现场合理布局

噪声较大的机械发电机、空压机等尽可能布置在偏僻处或施工场地的中央，应远离办公楼；重型运输车辆的行走路线应尽量避开噪声敏感建筑。

#### (2) 合理选择施工机械设备，加强维修保养

施工单位尽量选用低噪声施工机械设备，并带有消声隔音的附属设备；避免多台高噪声机械设备在同一场地、同一时间使用；加强施工机械维修保养，使其保持正常工作状态。

#### (3) 做好工程防护

在靠近敏感点一侧设置临时围墙、隔声挡板。

## 4.4 运营期声环境影响预测与评价

### 4.4.1 主要预测技术参数

#### (1) 预测年度

初期 2027 年，近期为 2034 年，远期为 2049 年。

#### (2) 列车速度

设计最高运行速度为 80km/h。

#### (3) 运营时间

昼间的运营时段为 6: 00~22: 00，共 16h；夜间的运营时段分别为 5: 00~6: 00、22: 00~23: 00，共 2h（行车时间为 5: 00~6: 00、22: 00~23: 00，共 2h）。

#### (4) 车辆选型

本工程采用 A 型车，初、近、远期均为 6 辆编组。

#### (5) 线路技术条件

线路技术条件：正线及辅助线采用 60kg/m 钢轨。

扣件：弹性分开式扣件；

道床：正线及配线采用整体道床。线路通过环境敏感点时，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) 风亭、冷却塔等环控设备运营时间

新排风风亭、冷却塔运行 19h；活塞风亭运行时间与列车运行时间一致为

6:00~24:00, 共 18h。

#### 4.4.2 噪声源强类比

##### (1) 地下线路风亭及冷却塔噪声源类比调查与监测

根据已批复的《长沙市轨道交通 1 号线一期工程环境影响报告书》、《长沙市轨道交通 6 号线一期工程环境影响报告书》以及《长沙市轨道交通建设规划（2016~2022）环境影响报告书》确定。

本项目预测风亭、冷却塔用的噪声源强值如下：

活塞风亭：声源距离 3m 处为 65dB (A) (安装 2m 长的消声器)；

排风亭：声源距离 2.5m 处为 68dB (A) (安装 2m 长的消声器)；

新风亭：声源距离 2.5m 处为 58dB (A) (安装 2m 长的消声器)；

冷却塔：距塔体 2.1m 处为 67dB (A)；与风机 45 度夹角处为 68.6dB (A)。

#### 4.4.3 预测方法

本次采用模式计算方法进行声环境影响预测。

##### 1、风亭、冷却塔噪声影响预测公式

###### (1) 基本预测公式

风亭、冷却塔噪声等效连续 A 声级按下式计算。

$$L_{Aeq,TR} = 10\lg\left[\frac{1}{T}\left(\sum t10^{0.1(L_{Aeq,Tp})}\right)\right] \quad (\text{式 4.4-1})$$

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 (4.2-2) 计算, 冷却塔按式 (4.2-3) 计算, dB (A)。

$$L_{Aeq} = L_{P0} + C_0 \quad (\text{式 4.4-2})$$

$$L_{Aeq,TR} = 10\lg(10^{0.1(L_{P1}+C_1)} + 10^{0.1(L_{P2}+C_2)}) \quad (\text{式 4.4-3})$$

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)。

$$C_i = C_d + C_a + C_g + C_h + C_f \quad \text{式 (4.4-4)}$$

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 (4.4-5) 和 (4.4-6) 计算，dB；

$C_a$ ——空气吸收引起的衰减，参照 GB/T 17247.1 计算，dB；

$C_g$ ——地面效应引起的衰减，参照 GB/T 17247.2 计算，dB；

$C_h$ ——建筑群衰减，参照 GB/T 17247.2 计算，dB；

$C_f$ ——频率 A 计权修正，dB。

## (2) 几何发散衰减， $C_d$

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。本次预测通过计算新、排风  $D_m$  取 5.2m，活塞风亭  $D_m$  取 5m。

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。

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：

$$C_d = -18 \lg \frac{d}{D_m} \quad \text{式 4.4-5}$$

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：

$$C_d = -12 \lg \frac{d}{D_m} \quad \text{式 4.4-6}$$

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。

#### 4.4.4 环境噪声预测结果与评价

##### 4.4.4.1 地下车站噪声

###### (1) 敏感点处预测结果及评价

本工程新风亭、排风亭、活塞风亭噪声对周围敏感点产生噪声影响，沿线中间风井周围有 1 处敏感点，黄花机场东站设置的风亭和冷却塔周围无敏感点。本项目声环境敏感点的环境噪声预测结果见表 4.4-1。

表 4.4.1 地下线环境噪声预测结果表

敏感点编号	敏感点名称	对应声源	预测点距声源水平距离 (m)				预测点位置	现状噪声/ dB (A)		标准值/ dB (A)		贡献值/ dB (A)		预测值/ dB (A)		增加量/ dB (A)		超标量/ dB (A)	
1	谷塘村居民	中间风井	新风亭	排风亭	活塞风亭 1	活塞风亭 2	住宅 1 楼外 1m	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
			69	79	88	100		58.3	48.7	60	50	46.9	46.9	58.6	50.9	0.3	2.2	-	0.9

本工程沿线涉及的谷塘村居民 1 处敏感点不受冷却塔噪声影响，空调期噪声影响与非空调期一致。由表 4.4-1、4.4-2 中预测结果可知：

谷塘村居民点位于 2 类区内。敏感点昼间和夜间运营时段地铁环控设备噪声贡献值分别为 46.9dB (A)，敏感点处环控设备噪声在叠加了背景噪声之后，昼间、夜间运营时段等效连续 A 声级分别为 58.60dB (A)、50.9dB (A)，分别较现状值增加 0.3dB (A)、2.2dB (A)，对照相应标准限值要求，谷塘村居民夜间运营时段出现超标现象。

本工程沿线涉及的谷塘村居民点不受冷却塔噪声影响，空调期噪声影响与非空调期一致。

**表4.4-3 敏感点超标状况统计结果表**

执行标准类别	敏感点数量(个)	超标敏感点数量(个)		超标量(dB (A))		超标敏感点名称	
		昼间	夜间	昼间	夜间	现状达标、预测超标敏感点名称	现状超标、预测产生增量的敏感点名称
2类	1	0	2	0	0.9	谷塘村居民 1	-

#### (2) 影响范围分析

根据风亭、冷却塔的噪声源强，将各声源（不考虑环境噪声现状值，开阔无遮挡）的防护距离汇于表 4.4-4 中，可作为新建敏感建筑用地规划防护距离。

**表4.4-4 风亭、冷却塔噪声防护距离**

噪声源类别	说明	防护距离(m)			
		GB3096-2008 中的4a类		GB3096-2008 中的2类	
		昼间 (70dB (A))	夜间 (55dB A))	昼间 (60dB (A))	昼间 (50dB (A))
2 台活塞风亭	设置 2m 长片式消声器	*	≥29	≥13	≥56
	设置 3m 长片式消声器	*	*	*	≥16
新风亭+排风亭 +2 台活塞风亭	设置 2m 长片式消声器	≥7	≥44	≥30	≥85
	设置 3m 长片式消声器	*	≥13	≥7	≥23
风亭(2 台活塞 +新风亭+排风 亭)+冷却塔	设置 2m 长片式消声器	≥11	≥62	≥33	≥120
	设置 3m 长片式消声器，采用超低噪声冷却塔和导向消声器	*	≥18	≥11	≥33

表注：“\*”号表示在风亭百页窗外即可达标

由表 4.4-4 可知，在风亭、冷却塔噪声中，冷却塔和排风亭噪声占有主导地位，因此非空调期风亭区周围 4a、2 类区噪声达标防护距离分别为 44m、85m；设置 3m 长片式消声器后，风亭区周围 4a、2 类区噪声达标防护距离分别为 13m、23m；空调期如采用低噪声冷却塔，冷却塔周围 4a、2 类区的噪声防护距离分别为 62m、120m；采用超低噪声冷却塔、风亭区消声器加长至 3m 后，风亭区周围 4a、2 类区的噪声防护距离分别为 18m、33m。由此可见，选用低噪声环控设备或“防治结合”提出针对性的噪声治理方案，可有效控制地下车站风亭区噪声影响。

### （3）规划控制要求

在城市规划和建设过程中，还要结合规划地块建筑功能和属性、地铁的敷设情况，进行具体预测计算，要求声环境功能能够达标或维持现状。

## 4.5 噪声污染防治措施方案

### 4.5.1 概述

根据我国环境保护的“预防为主、防治结合、综合治理”的基本原则以及“社会效益、经济效益、环境效益相统一”的基本战略方针，同时结合本工程沿线人口稠密、土地资源宝贵的现实情况，本着“治污先治本”的指导思想，本工程噪声污染防治措施遵循以下先后顺序：

- (1) 首先从声源上进行噪声控制，选用低噪声的设备及结构类型；
- (2) 最后为体现“预防为主”的原则，结合项目经过区域的城市规划建设，合理规划沿线土地功能区划，优化建筑物布局，避免产生新的环境问题。
- (3) 其次为强化噪声污染治理工程设计，主要是从阻断噪声传播途径和受声点防护着手。

### 4.5.2 噪声污染防治措施

#### 4.5.2.1 选择低噪声风机、冷却塔

##### 1、风机和冷却塔的选型及设计要求

风机和冷却塔是轨道交通地下区段对外环境产生影响的最主要噪声源，因而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）风机选型及设计要求

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

亭设计中注意以下问题：

- ①风亭在选址时，将噪声防护距离尽量远离噪声敏感点，并使风口背向敏感点。
- ②充分利用车站设备及管理用房等非噪声敏感建筑的屏障作用，将其设置在风亭与敏感建筑物之间。
- ③合理控制风亭排风风速，减少气流噪声。

## (2) 冷却塔选型

本项目在设计期间考虑了冷却塔的布置区域，将冷却塔远离噪声敏感目标布置，本项目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4.5-1所列。

表4.5-1 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

由表4.5-1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表4.5-2所列。

表 4.5-2 GB7190.1-2008 规定的各类冷却塔噪声指标

名义冷却流量 $\text{m}^3/\text{h}$	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。

#### 4.5.2.2 机场规划及建筑物合理布局

结合本工程的建设,为了对沿线用地进行合理规划,预防轨道交通运营期的噪声污染,建议:

①规划部门可根据表 4.4-4 中所列的噪声防护距离,结合地铁设计规范,地下车站风亭轮廓线外扩 15 米的规划用地控制范围内严格控制建设对噪声敏感的永久性建筑;如果开发商要自主建设以上敏感建筑物时,必须由开发商来承担建筑隔声的设计与施工,以使建筑物内部环境能满足使用功能的要求。

②科学规划建筑物的布局,临近风亭的第一排建筑宜规划为商业、办公用房等非噪声敏感建筑。

#### 4.5.3 敏感点噪声治理工程

##### 4.5.3.1 地下段环控设备噪声治理

###### (1) 调整风亭、冷却塔位置

根据地铁设计规范要求,设置风亭、冷却塔位置时,使之与敏感点的距离大于 15m,本工程风亭、冷却塔与敏感点距离均大于 15m。

###### (2) 阻隔声源传播途径

对于冷却塔等地面噪声源可采用设置隔声屏障或加高围墙、内侧面贴吸声材料的

措施有效阻断噪声传播途径，起到一定的隔声降噪效果。声屏障具有与主体工程同步设计、同步实施，同时改善室内、室外声环境和不影响居民日常生活等优点。

乔灌结合密植的绿化带可在一定程度上阻隔噪声传播途径，起到一定降噪效果，但由于绿化带需达到一定宽度才能起到降噪效果，如 10m 宽可降噪 1dB(A)，20m 宽绿化林带可降噪 1~3dB (A)，如果增加征地修建绿化带极不经济，因此本次评价建议在风井征地界范围内利用空地种植绿化带缓解噪声影响。

### （3）冷却塔设导向消声器

在冷却塔顶部设导向消声器可有效降低冷却塔顶部排风噪声的影响，降噪效果明显，实施实例见插图 4.5-1。



图 4.5-1 冷却塔导向消声器实施实例

### （4）消声设计

对于排、进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 10dB (A) 左右。此外，尽量加大风道的表面积，并贴吸声材料；出口处设置消声百叶，优化消声百叶几何断面，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。消声器建议采用环保、防菌、防霉材料，以改善站区内外的空气和卫生环境。本工程风亭已设置了 2m 或 3m 长消声器，相关费用纳入到工程投资。

#### 4.5.3.2 防治措施及效果分析

本项目超标敏感点附近的风亭设置 3m 长片式消声器+超低噪声冷却塔措施后，风亭降噪 10dB，采用超低噪声冷却塔降噪 10dB，采取措施后敏感点噪声值达标或维持现状。

### 4.6 噪声影响分析小结

#### 4.6.1 现状评价

工程评价范围内共有 1 处噪声敏感点，位于黄花机场西站~黄花机场东站区间风井附近。谷塘村环境噪声现状值昼间为 58.3dB，夜间为 48.7dB，对照相应标准，昼间及夜间均达标。

#### 4.6.2 预测评价

##### (1) 地下段

非空调期，谷塘村环控设备噪声在叠加了背景噪声之后，昼间、夜间运营时段等效连续 A 声级分别为 58.6dB (A) 、50.9dB (A) ；对照相应标准限值要求，谷塘村夜间运营时段出现超标。

本工程沿线涉及的谷塘村 1 处敏感点不受冷却塔噪声影响，空调期噪声影响与非空调期一致。

#### 4.6.3 噪声污染防治措施方案

##### (1) 合理选择设备及类型

- ①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。
- ②风亭选址和布局：风口不正对敏感建筑。

##### (2) 噪声防治措施

本项目超标敏感点附近的风亭设置 3m 长片式消声器+超低噪声冷却塔措施后，风亭降噪 10dB，采用超低噪声冷却塔降噪 10dB，采取措施后敏感点噪声值达标或维持现状。

## 5 振动环境影响评价

### 5.1 概述

#### 5.1.1 评价内容及工作重点

本次振动环境影响评价以沿线居民、线路沿线规划尚未建设的振动敏感居住用地等为评价对象。

主要工作内容包括：①在现场调查和监测的基础上，对项目建成前的环境振动现状进行监测评价；②振动环境影响预测覆盖全部敏感点，给出各敏感点运营期振动预测量及超标量；③针对环境保护目标的环境振动影响范围和程度，提出振动防护措施，并进行技术、经济可行性论证，给出减振效果及投资估算；④为给环境管理和城市规划部门决策提供依据，本次评价以表格形式给出沿线建筑物的振动达标防护距离。

#### 5.1.2 评价量

振动影响预测量和评价量均为  $VLZ_{max}$ 。室内二次结构噪声影响预测量与评价量为列车通过时段内等效连续 A 声级  $L_{Aeq,Tp}$  (16~200Hz)。

### 5.2 环境振动现状调查与分析

#### 5.2.1 振动环境现状调查

根据工程设计文件和现场调查结果，本工程沿线共有 4 处振动环境敏感点，分别为居民住宅 4 处。经调查，本工程评价范围内不涉及文物和历史优秀建筑。沿线各振动敏感点概况见表 1.6-2。

#### 5.2.2 环境振动现状监测

##### (1) 测量执行的标准和规范

环境振动监测执行 GB10071—88《城市区域环境振动测量方法》。

##### (2) 测量仪器

环境振动测量采用杭州爱华震动测量仪 AWA6256B+分析仪。所有测量仪器使用前均在每年一度的计量检定中由具有资质的计量检定部门鉴定合格。

##### (3) 监测单位、监测日期和时间

监测单位：湖南中诚环境监测技术有限公司

监测日期：2020 年 6 月 28 日、2020 年 8 月 4 日

测量时间：本工程的运营时间为 5: 00~23: 00，振动现状监测选择在昼间 6:

00~22: 00、夜间 5: 00~6: 00 及 22: 00~23: 00 有代表性的时段内进行。环境振动在昼、夜间各测量一次，每次测量 1000s，测量值为测量数据的累积百分 Z 振级 VLZ10 值。

#### （4）测量方法及评价量

环境振动现况测量采用《城市区域环境振动测量方法》中的“无规振动”测量方法进行。每个测点选择昼、夜时段分两次进行测量，连续测量 1000s，以测量数据的累计百分 Z 振级 VLZ10 作为评价值。测点布设于建筑物室外 0.5m 以内平坦坚实的地面上。

#### （5）布点原则

结合工程沿线周边环境现状，目前主要为既有道路交通振动，无强振动源，不足以建筑物构件而产生室内二次结构噪声，故本次仅对评价范围内的环境保护目标进行振动环境现况监测，不进行室内二次结构噪声监测。测点位置布置于敏感建筑物室外 0.5m 内。使所测量的数据既能反映评价区域的环境现状，又能为振动及结构噪声预测提供可靠的数据。

#### （6）测点位置说明及监测结果

本次环境振动现况监测共设置了 2 个监测断面，2 个室外监测点。

##### 5.2.2.1 现状监测结果

沿线敏感点环境振动监测结果见表 5.2-1。

表 5.2-1 环境振动监测点布置及现状监测结果表

序号	保护目标名称	所在区间	线路形式	线路里程及方位		相对距离/m		测点 编号	测点 位置 说明	现状值		标准值		超标值		备注
				线路里程	方位	水平	垂直			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	谷塘村1#居民点	机场西站~机场东站	地下线	AK1+770~AK1+930	两侧	0	28.7	V1-1	室外0.5m	58.13	52.13	75	72	-	-	距黄花机场约260m
2	谷塘村2#居民点	机场西站~机场东站	地下线	AK1+970~AK2+100	两侧	6	26.3	V2-1	室外0.5m	57.83	51.73	75	72	-	-	距031县道较近
3	谷塘村3#居民点	机场西站~机场东站	地下线	AK2+230~AK2+290	两侧	28	21.8	V3-1	室外0.5m	56.93	47.93	75	72	-	-	距黄花机场约700m
4	湖南乐森建材有限公司办公宿舍楼	机场西站~机场东站	地下线	AK1+970~AK2+045	两侧	0	25.5	V4-1	室外0.5m	59.23	47.23	75	72	-	-	距031县道较近

注:

1、相对距离栏中“垂直”系指测点地面相对轨面的高度差，设定轨面高度为“0”，正值代表轨面低于地面，负值代表轨面高于地面；

2、“-”代表不超标。

### 5.2.2.2 振动现状监测结果评价与分析

工程沿线的振动主要是由社会生活引起的，现状监测结果表明，沿线敏感点环境振动现状值昼间为 56.93~59.23dB，夜间为 47.23~52.13dB，均能满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）之相应标准限值要求。

## 5.3 施工期振动环境影响预测评价

### 5.3.1 施工期振动环境影响分析

本工程区间隧道主要采用盾构法施工，盾构法对线路两侧 20m 之外产生的振动影响基本可以忽略，但在线路正上方会有一定的振动影响。

工程开工建设后，将增加大量的载重车辆运输废弃渣土，且多于夜间进行，持续时间占据整个土建工程，因此，运输车辆引起的地面振动也将对施工场界周围的敏感点产生较大影响。

### 5.3.2 施工期振动影响防护措施

#### （1）科学文明施工，合理布设场地

在保证施工进度的前提下，合理安排施工时间；对打桩机类的强振动施工机械的使用要加強控制和管理，同时施工中各种振动性作业尽量安排在昼间进行，避免夜间施工扰民，文明施工。同时通过施工场地的合理布局，强度大的振动源尽量地远离敏感点，达到从源头上延长振动传播距离，使其尽可能发生衰减的目的。对于一些固定振动源，如料场、加工场地等应集中布置；运输车辆的行走线路应合理规划，尽量避开振动敏感点。

（2）在建筑结构较差、基础等级较低的旧房、老房周围施工时，应尽量使用低振动设备，或避免振动性作业。

#### （3）做好地面变形、建筑安全的监测工作

对受施工振动影响较大的敏感点，应事先做好调查和记录，对可能造成房屋开裂、地面沉降等影响应积极采取加固等措施。

（4）合理布置声级、振级较大的施工设备，将施工现场的固定振动源，如料场等相对集中，以缩小振动干扰的范围。如施工期较长，可采用一些应急的减振措施，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；环境要求较高的地段尽量选择暗挖施工。暗挖地面出入口宜选择环境要求较低的位置设置，其四周要采取安

全、防护措施。

## 5.4 运营期振动环境影响预测评价

### 5.4.1 预测工作范围

大量的国内外研究资料和实验结果表明：地铁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 范围内的室内二次结构噪声进行预测评价。

### 5.4.2 振动源强类比调查与分析

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。

根据 HJ453-2018 《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》所规定的振动源强现场实测类比方法，评价单位选择与本工程实际运营条件类似的武汉机场线盘龙城站~宏图大道站区间（地下区段）核算振动源强。现将主要振动源类比调查与监测结果汇于表 5.4-1 中。

表 5.4-1 地下线路振动源强类比调查与监测结果表

测试编号	列车通过速度 (km/h)	列车通过时振动源强 (dB)	监测点位	测试条件说明	本线条件说明
1	66	81.4	单线隧道壁处（远离另一线隧道一侧），高于轨顶面 1.25m，位置见图 5.3-1。	无砟线路、60kg/m 无缝钢轨，普通整体道床，弹条扣件，轨面状况良好，平直线路；B 型车。	无砟线路、60kg/m 无缝钢轨，普通整体道床，弹条扣件，轨面状况良好，平直线路；A 型车。

根据《城市轨道交通振动和噪声控制简明手册》，按照最不利原则，A 型车、B 型车按 0.4dB 修正。线路源强具体为：当线路条件为 A 型车，行车速度 66km/h，弹条扣件，普通整体道床，60kg/m 无缝钢轨时，轨道交通 A 型列车在轨道上通过时产生的振动源强  $VL_{zmax}$  为 81.8dB。本次评价地下线路区段振动源强采用武汉机场线的源强，源强  $VL_{zmax}$  采用 81.8dB（列车速度 66km/h，隧道壁高于轨顶面 1.25m 处）。

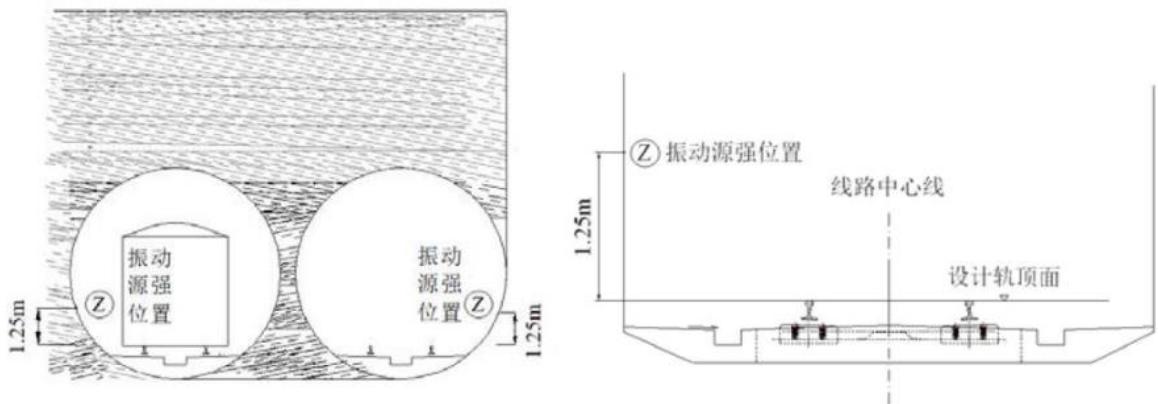


图 5.4-1 地下线振动源强测试位置示意图

### 5.4.3 环境振动预测公式

当列车运行时，车辆和轨道系统的耦合振动，经钢轨通过扣件和道床传到线路基础，再由周围的地表土壤介质传递到受振点，如敏感建筑物，较大的振动会产生环境振动污染。影响环境振动的因素主要包括车辆类型、线路结构、轮轨条件、地质条件、建筑物类型等。

根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2018）确定列车运行振动 VL<sub>Z</sub> 预测及修正项，其基本预测公式如下：

$$VL_{zmax} = VL_{z0max} + C_{VB} \quad (式 5.4-1)$$

式中：

VL<sub>zmax</sub>——预测点处的 VL<sub>zmax</sub>, dB;

VL<sub>z0max</sub>——列车运行振动源强, dB;

C<sub>VB</sub>——振动修正项, dB。按（式 5.4-2）计算。

$$C_{VB} = C_V + C_W + C_R + C_T + C_D + C_B + C_{TD} \quad (式 5.4-2)$$

式中：

C<sub>V</sub>——列车速度修正, dB;

C<sub>W</sub>——轴重和簧下质量修正, dB;

C<sub>R</sub>——轮轨条件修正, dB;

C<sub>T</sub>——隧道型式修正, dB;

C<sub>D</sub>——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。

#### 5.4.3.1 各项预测参数的确定

##### 1) 振动源强

振动源强  $VL_{zmax}$  为 81.8dB。

##### 2) 其它预测参数

影响地铁列车振动的参数主要为列车运行速度、轴重和簧下质量、轮轨条件、隧道型式、地质条件、不同建筑物类型等方面, 其对振级的影响有不同的修正值。

###### ①列车运行速度的影响, $C_v$

列车速度修正量  $C_v$  为:

$$C_v = 20 \lg (v/v_0) \quad (\text{式 5.4-3})$$

式中:

$v$ ——列车通过预测点的运行速度, km/h, 列车参考速度不应低于预测点设计速度的 75%;

$v_0$ ——源强的参考速度, 地下线源强参考速度为 66km/h。

本工程设计速度目标值为 80km/h, 运行速度按列车牵引速度曲线图确定。

###### ②车辆轴重和簧下质量的影响, $C_w$

轴重和簧下质量修正量  $C_w$  为:

$$C_w = 20 \lg (w/w_0) + 20 \lg (w_u/w_{u0}) \quad (\text{式 5.4-4})$$

式中:

$w_0$ ——源强车辆的参考车辆轴重, 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。

###### ③轮轨条件影响, $C_R$

表 5.4-2 中列出不同轮轨条件的振动修正值  $C_R$ 。

表 5.4-2 轮轨条件的振动修正值 (单位: dB)

轮轨条件	修正量 (振动加速度级)
无缝线路	0
有缝线路	+5
弹性车轮	0
线路平面圆曲线半径 $\leq 2000m$	$+16 \times \text{列车速度 (km/h)} / \text{曲线半径 (m)}$

谷塘村 1#、拆迁部、谷塘村 2#曲线半径均为 750m (小于 2000m)，此处列车速度为 75km/h，因此修正量为 $+16 \times 75 / 750 = 1.6$ dB。

④隧道结构影响， $C_T$

表 5.4-3 中列出不同隧道结构的振动修正值  $C_T$ 。

表 5.4-3 隧道型式的振动修正值 (单位: dB)

地铁隧道结构类型	修正量 (振动加速度级)
单线隧道	0
双线隧道	-3
车站	-5
中硬土、坚硬土、岩石隧道 (含单线隧道和双线隧道)	-6

本工程隧道部分为单线隧道，则  $C_T=0$ 。

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，地质条件接近时，可选择工程条件类似的既有轨道交通线路进行实测，采用类比方法确定修正值。如不具备测量条件，本次评价地下线距离衰减修正按下式计算。

线路中心线正上方至两侧 7.5m 范围内：

$$C_D = -8 \lg (\beta(H-1.25)) \quad (\text{式 5.4-5})$$

式中：

$H$ ——预测点至轨顶面的垂直距离，单位 m；

$\beta$ ——土层调整系数。

线路中心线正上方两侧大于 7.5m 范围内：

$$C_D = -8 \lg (\beta(H-1.25)) + a \lg r + b r + c \quad (\text{式 5.4-6})$$

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;

$\beta$ ——土层调整系数, 由下表选取, a、b、c 系数也由下表选取。

表 5.4-4  $\beta$ 、a、b、c 的参考值

土壤类别	土层剪切波波速 VS	$\beta$	a	b	c
软弱土	VS≤150	0.42	-3.28	-0.13	3.03
中软土	150<VS≤250	0.32	-3.28	-0.13~0.06	3.03
中硬土	250<VS≤500	0.25	-3.28	-0.04	3.09
坚硬土、软质岩石、岩石	VS>500	0.20	-3.28	-0.02	3.09

根据《长沙市轨道交通 6 号线东段工程 KC-5 标段（黄花机场西站（不含）～黄花机场东站）初步勘察阶段岩土工程勘察报告》波速测试报告可知, 本工程场地土类型见下表。

表 5.4-5 场地土的类型综合评价表

岩土名称	状态特征	平均剪切波速 Vs(m/s)	土的类型
沥青路面<1-0>	密实	*333.00	中硬土
素填土<1-1>	松散～稍密状	*170.00	中软土
杂填土<1-2>	结构较松散	*150.00	软弱土
淤泥质土<1-4-2>	流塑	122.00	软弱土
粉质黏土<3-1>	可塑～硬塑状	261.00	中硬土
粉土<3-2>	松散～稍密状	219.88	中软土
全风化泥质粉砂岩<6>	坚硬土状	*343.00	中硬土
强风化泥质粉砂岩<7-2>	极软岩	432.84	中硬土
中等风化泥质粉砂岩<8-2>	极软岩～软岩	538.75	软质岩石

注: 表中剪切波速为波速试验成果平均值, 杂填土为经验值。

等效剪切波速的确定: 按要求对所有钻孔进行单孔的等效剪切波速计算。土层的等效剪切波速计算公式如下:

$$v_{se} = d_0 / \sum_{i=1}^n (d_i / v_{si}) \quad (式 5.4-7)$$

式中 :

$V_{se}$ —土层的等效剪切波速 (m/s) ;

$d_0$ —计算深度 (m), 取覆盖层厚度和 20m 二者的较小值;

$d_i$ —第  $i$  层土层的厚度 (m) ;

$v_{si}$ —第  $i$  层土层的剪切波速 (m/s) ;

n—计算深度范围内土层的分层数。

表 5.4-6 等效剪切波速计算结果表

工点	孔号	回填土厚度 (m)	覆盖层厚度 (m)	等效剪切波速 Vs(m/s)	场地类别
黄花机场西站~黄花机场东站区间	M6Z2-E115	3.07	6.47	229.54	II
	M6Z2-E118	9.55	15.75	199.92	II
黄花机场东站	M6Z2-E121	14.22	33.52	186.98	II
	M6Z2-E127	14.33	41.19	185.79	II

根据上述计算可知, 本项目区土壤类别为中软土, 其中  $\beta$  取 0.32,  $a$  取-3.28,  $b$  取-0.0743,  $c$  取 3.03。

⑥建筑物修正,  $C_B$

I 类~VI类建筑修正如表 5.4-7 所示。

表 5.4-7 不同建筑物类型的振动修正值 (单位: dB)

建筑物类型	建筑物结构及特性	振动修正值
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) 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

谷塘村 1#、拆迁部、谷塘村 2#三处敏感点均为 2 层砖混或混凝土结构,  $C_B=-1×2=-2$ 。

⑦行车密度修正,  $C_{TD}$

表 5.4-8 地下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 dr/m	振动修正值 CTD/dB
6<TD≤12	dr≤7.5	+2
		+2.5
TD>12	7.5<dr≤15	+1.5
		+2
6<TD≤12	15<dr≤40	+1
		+1.5
TD>12		
TD≤6	7.5<dr≤40	0

TD 取 14 对/h, 谷塘村 1#、拆迁部、谷塘村 2#三处敏感点  $7.5<dr<15$ , CTD 取+2。

综上, 振动预测参数取值汇总如下:

表 5.4-9 地下线振动预测参数取值汇总表

预测参数	取值结果	
VLz0max		81.8
v0		66
CW		0
CR		1.6
CT		0
CD	β	0.32
	a	-3.28
	b	-0.0743
	c	3.03
CB		-2
CTD		+2

3) 根据预测条件和参数, 确定本工程运营期环境振动预测公式:

(1) 地下线线路中心线正上方至两侧 7.5m 范围内预测公式

$$VLzmax=81.8+C_R+20lg(v/66)-8lg[(0.25(H-1.25)]+C_B+C_{TD} \quad (式 5.4-8)$$

(2) 地下线线路中心线正上方两侧大于 7.5m 范围预测公式

$$VLzmax=81.8+C_R+20lg(v/66)-8lg[(0.25(H-1.25)]-3.28lgr-0.04r+3.09+C_B+C_{TD} \quad (式 5.4-9)$$

#### 5.4.4 预测评价量

沿线地铁影响的居民住宅、学校等敏感点的振动预测量为轨道交通列车通过时段的 VLzmax 值, 评价量为列车通过时段的最大 Z 振级 VLzmax (dB); 评价范围以内敏感点的二次结构噪声预测量和评价量均为 A 计权声压级 Lp (dB(A))

#### 5.4.5 预测技术条件

(1) 预测年度

初期 2027 年, 近期为 2034 年, 远期为 2049 年。

(2) 列车速度

设计最高运行速度为 80km/h。

(3) 运营时间

昼间的运营时段为 6: 00~22: 00, 共 16h; 夜间的运营时段分别为 5: 00~6: 00、22: 00~23: 00, 共 2h (行车时间为 5: 00~6: 00、22: 00~23: 00, 共 2h)。

(4) 车辆选型

本工程采用 A 型车, 轴重≤16t; 初、近、远期均为 6 辆编组, 4 动 2 拖的动力装置

列车。

### (5) 线路技术条件

线路技术条件：正线及辅助线采用 60kg/m 钢轨。

扣件：弹性分开式扣件；

道床：正线及配线采用整体道床。线路通过环境敏感点时，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。

## 5.4.6 振动预测结果与评价

### 5.4.6.1 轨道交通振动影响范围预测

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 5.4-10，可作为新建振动敏感建筑规划控制要求。

表5.4-10 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	33	56
		R≤2000	21	41
	15	R>2000	21	41
		R≤2000	11	28
	20	R>2000	14	32
		R≤2000	8	20
	25	R>2000	10	25
		R≤2000	0	15
	30	R>2000	8	20
		R≤2000	0	11
	40	R>2000	0	14
		R≤2000	0	8

1、注：预测速度为 75km/h。

由表 5.4-10 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 56m 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 41m 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，不宜规划建设振动敏感建筑，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 5.4-10。

#### 5.4.6.2 环境振动预测

##### (1) 预测结果

根据沿线敏感点与轨道交通线路之间的相对位置关系以及工程技术条件、列车运行状况等因素，采用前述预测公式预测出敏感点处的 Z 振级如表表 5.4-11 所列。

表 5.4-11 振动环境保护目标预测结果表 (左线)

序号	保护目标	线路形式	相对距离		预测点编号	预测点位置	源强 VLzmax/dB	列车运行速度 (km/h)	轮轨条件	隧道形式	建筑物类型	建筑物层数	行车密度 (近期)	现状值/dB		预测值/dB		标准值/dB		超标值/dB		超标原因
			水平	高差										昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	谷塘村 1#居民点	地下线	15.5	29.8	V1-1	室外 0.5m	79.06	75	无缝线路, 曲线半径 750	单线隧道	IV	2层	昼间: 14 对/h 夜间: 8 对/h	49.43	51.73	74.8	74.3	75	72	/	2.3	水平距离较近, 建筑修正值较小
2	谷塘村 2#居民点	地下线	13	22.1	V2-1	室外 0.5m	79.06	75	无缝线路, 曲线半径 750	单线隧道	IV	2层	昼间: 14 对/h 夜间: 8 对/h	/	/	76.33	75.83	75	72	1.66	3.83	水平距离较近, 建筑修正值较小

表 5.4-12 振动环境保护目标预测结果表 (右线)

序号	保护目标	线路形式	相对距离		预测点编号	预测点位置	源强 VLzmax/dB	列车运行速度 (km/h)	轮轨条件	隧道形式	建筑物类型	建筑物层数	行车密度 (近期)		现状值/dB		预测值/dB		标准值/dB		超标值/dB		超标原因
			水平	高差									昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间			
1	谷塘村 1#居民点	地下线	0	28.7	V1-2	室外 0.5m	81.8	75	无缝线路, 曲线半径 750	单线隧道	IV	2层	昼间: 14 对/h 夜间: 8 对/h	49.43	51.73	76.96	76.46	75	72	1.96	4.46	水平距离较近, 建筑修正值较小	
2	谷塘村 2#居民点	地下线	18.5	25.6	V2-2	室外 0.5m	81.8	75	无缝线路, 曲线半径 750	单线隧道	III、IV	2层	昼间: 14 对/h 夜间: 8 对/h	/	/	76.43	75.93	75	72	1.43	3.93	水平距离较近, 建筑修正值较小	
3	谷塘村 3#居民点	地下线	28	21.8	V3-1	室外 0.5m	81.8	75	无缝线路, 曲线半径 750	单线隧道	IV	2层	昼间: 14 对/h 夜间: 8 对/h	52.83	52.13	74.17	73.67	75	72	/	1.67	水平距离较近, 建筑修正值较小	
4	湖南乐森建材有限公司办公宿舍楼	地下线	0	25.5	V4-1	室外 0.5m	81.8	75	无缝线路, 曲线半径 750	单线隧道	III	3层	昼间: 14 对/h 夜间: 8 对/h	/	/	75.79	75.29	75	72	0.79	3.29	水平距离较近, 建筑修正值较小	
			27	24.1	V4-2	室外 0.5m	81.8	75	无缝线路, 曲线半径 750	单线隧道	III	3~4层	昼间: 14 对/h 夜间: 8 对/h	/	/	72.34	71.84	75	72	/	/		

## (2) 环境振动预测结果评价与分析

由上表预测结果可知：

工程建成后，对本工程沿线 4 个现状环境敏感点各预测点振动值  $VL_{zmax}$  昼间为 74.17~78.28dB、夜间为 73.67~77.78dB，对照 GB10070-88《城市区域环境振动标准》相应标准，昼间有 3 处敏感点超标 0.79~1.96dB，夜间有 4 处敏感点超标 1.67~4.46dB。

## 2、二次结构噪声预测

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)。二次结构噪声预测结合类比监测以及经验公式计算，预测方法如下。

①依据 HJ453-2018《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》，本次评价采用的列车通过时段二次结构噪声预测模型如下：依据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(HJ453-2018)，本次评价采用的列车通过时段二次结构噪声预测模型如下：

$$L_{p,i} = L_{Vmid,i} - 22 \quad (式 5.4-10)$$

$$L_{Aeq,Tp} = 10 \lg \sum_i^n 10^{0.1(L_{p,i} + C_{f,i})} \quad (式 5.4-11)$$

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)；

$L_{Vmid,i}$ ——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  $1 \times 10^{-9}$ m/s，dB；

$C_{f,i}$ ——第  $i$  个频带的 A 计权修正值，dB；

$i$ ——第  $i$  个 1/3 倍频程， $i=1~12$ ；

$n$ ——1/3 倍频程带数。

## ②开展二次结构噪声类比监测

类比武汉轨道交通 2 号线, 无缝线路, 整体道床, 弹性分开式扣件, 运行速度为 65km/h, 源强振动特征频谱如表 5.4-13:

表 5.4-13 武汉 2 号线振动特征频谱值

频率	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
加速度级 (dB)	56.3	58.5	69.0	76.9	80.2	83.9	98.2	96.8	100.7	100.7	91.6	94.9

选择武汉地铁 2 号线馨悦公寓进行二次结构噪声类比监测, 馨悦公寓为 3 层住宅楼, 砖混结构, 距线路外轨中心线最近水平距离为 10m, 高差为 17m, 监测结果见表 5.4-14。

表 5.4-14 馨悦公寓实测噪声、振动加速度级、速度级

频率	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	总值
声压级 (dB(A))	2.4	0.7	8.1	17.6	20.8	30.1	30.9	32.5	28.1	24.2	25.2	21.2	38.5
速度级 (dB)	61.9	65.1	72.9	83.1	86.7	85.1	83.9	77.2	74.4	68.7	62.2	53.3	91.3
加速度级 (dB(A))	45.7	48.1	57.5	69.9	75.6	75.5	76.4	71.4	70.3	66.7	61.2	51.2	81.9

### ③ 预测二次结构噪声

理论计算表明, 不同频率的速度级  $L_{Vmid}$  与加速度级  $VL$  满足公式:

$$L_{Vmid,i} = VL_i - 20 \log (2\pi f) + 60 \quad (\text{式 5.4-12})$$

式中:  $VL_i$ ——单列车通过时段的建筑物室内空间最大 1/3 倍频程加速度级 (16~200Hz), dB;

$L_{Vmid,i}$ ——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  $1 \times 10^{-9}$  m/s, dB;

$i$ ——第  $i$  个 1/3 倍频程,  $i=1 \sim 12$ 。

$f$ ——1/3 倍频程的中心频率, Hz。

表 5.4-14 馨悦公寓室内实测的加速度级和速度级较好的满足理论公式 5.4-12, 由此可建立二次结构噪声预测公式:

$$L_{p,i} = VL_i - 20 \log (2\pi f) + 60 - 22 \quad (\text{式 5.4-13})$$

室内加速度级  $VL_i$  可由 J453-2018 《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》振动预测

公式计算得到。将馨悦酒店公寓实测振动加速度级, 表 5.4-14 实测加速度级数据代入公式 (5.4-15) 、 (5.4-13) , 可得由实测室内加速级计算的二次结构噪声 41.3dB(A) , 与实测值 38.5dB(A)相比, 预测结果偏保守。公式合理可信。

#### ④添加室内振动加速度级预测的分频修正项

依据 J453-2018 《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》振动预测公式, 现分频预测馨悦公寓室内振动加速度级, 如表 5.4-15:

表 5.4-15 馨悦酒店公寓预测室内加速度级

频率	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
预测加速度级 (dB)	47.4	49.7	60.2	68.0	71.4	75.1	89.3	87.9	91.9	91.9	82.8	86.0

对比表 5.4-11 与表 5.4-12 分频加速度级可知: 分频以后的振动加速度级预测值在 50Hz 以下的频段内较为接近, 在 50Hz 以上的频段偏大, 这是振动在实际衰减过程中, 高频部分易耗散, 高频部分室内振动加速度预测值偏大, 现在依据馨悦酒店公寓加速度实测值添加修正项  $\Delta i$ , 令:

$$\Delta i = V_{Li} \text{ 实测} - V_{Li} \text{ 预测} \quad (\text{式 5.4-14})$$

通过  $\Delta i$  修正分频预测的室内加速度级, 计算结果见表 5.4-16:

表 5.4-16 馨悦公寓  $\Delta i$  修正表

频率	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
预测加速度级 (dB)	47.4	49.7	60.2	68.0	71.4	75.1	89.3	87.9	91.9	91.9	82.8	86.0
实测加速度级 (dB)	45.7	48.1	57.5	69.9	75.6	75.5	76.4	71.4	70.3	66.7	61.2	51.2
$\Delta$	-1.7	-1.6	-2.7	1.9	4.2	0.4	-12.9	-16.5	-21.6	-25.2	-21.6	-34.8

添加室内加速级预测修正项后, 确定二次结构噪声预测公式:

$$L_{p,i} = V_{Li} - 20 \log (2 \pi f) + 60 - 22 + \Delta i \quad (\text{式 5.4-15})$$

$$L_{Aeq,Tp} = 10 \lg \sum_i^n 10^{0.1(L_{p,i} + C_{f,i})} \quad (\text{式 5.4-16})$$

式中:  $L_{p,i}$ ——单列车通过时段的建筑物室内空间最大 1/3 倍频程声压级 (16~200Hz) , dB;

$V_{Li}$ ——单列车通过时段的建筑物室内空间最大  $1/3$  倍频程加速度级预测值 (16~200Hz) , dB;

$L_{Aeq,Tp}$ ——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);

$C_{f,i}$ ——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。

$f$ —— $1/3$  倍频程的中心频率, Hz

$\Delta_i$ ——加速度修正项, 取值为表 5.4-17 所示。

6 号线延长线预测源强振动特征频谱值采用实测武汉轨道交通 2 号线, 无缝线路, 整体道床, 弹性分开式扣件, 运行速度为 65km/h。

表 5.4-17 武汉 2 号线振动特征频谱值

频率	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
加速度级 (dB)	56.3	58.5	69.0	76.9	80.2	83.9	98.2	96.8	100.7	100.7	91.6	94.9

### (1) 二次结构噪声预测结果

根据类比调查测量结果, 结合模式计算得出的沿线敏感建筑物室内二次结噪声预测结果见表 5.4-18~表 5.4-19。

表 5.4-18 室内二次结构噪声预测结果表 (左线)

序号	保护目标名称	线路形式	相对距离/m		预测点编号	预测点位置	预测值/dB (A)		标准值/dB		超标值/dB		超标原因
			水平	高差			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	谷塘村1#居民点	地下线	15.5	29.8	L1-1	一楼室内	43.1	42.6	41	38	2.1	4.6	受距离、埋深影响
2	谷塘村2#居民点	地下线	13	22.1	L2-1	一楼室内	44.6	44.1	41	38	3.6	6.1	受距离、埋深影响

表 5.4-19 室内二次结构噪声预测结果表 (右线)

序号	保护目标名称	线路形式	相对距离/m		预测点编号	预测点位置	预测值/dB (A)		标准值/dB		超标值/dB		超标原因
			水平	高差			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	谷塘村1#居民点	地下线	0	28.7	L1-2	一楼室内	45.4	44.9	41	38	4.4	6.9	受距离、埋深影响
2	谷塘村2#居民点	地下线	18.5	25.6	L2-2	一楼室内	44.7	44.2	41	38	3.7	6.2	受距离、埋深影响
3	谷塘村3#居民点	地下线	28	21.8	L3-1	一楼室内	42.6	42.1	41	38	1.6	4.1	受距离、埋深影响
4	湖南乐森建材有限公司办公宿舍楼	地下线	0	25.5	L4-1	一楼室内	44.3	43.8	41	38	3.3	5.8	受距离、埋深影响
			27	24.1	L4-2	一楼室内	37.7	37.2	41	38	/	/	

## （2）二次结构噪声预测结果分析

从上表中预测结果可知，工程地下段距线路中心线 50m 范围内共有 4 处敏感点。

敏感点室内二次结构噪声预测范围昼间为 34.3dB~45.4dB，夜间为 33.8dB~444.9dB，参照《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）标准限值，昼间谷塘村 1#、2#、3#居民点、湖南乐森建材有限公司办公宿舍楼 4 处室内二次结构噪声预测值超标量为 1.6dB~4.4dB，夜间谷塘村 1#、2#、3#居民点、湖南乐森建材有限公司办公宿舍楼 4 处室内二次结构噪声预测值超标量分别为 4.1dB~6.9dB。

## 5.5 振动污染防治措施建议

### 5.5.1 振动污染防治的一般性原则

为减缓本工程对沿线地面和建筑物的干扰程度，结合预测评价与分析结果，本着技术可行、经济合理的原则，根据地铁振动的产生机理，在车辆类型、轨道构造、线路条件等方面进行减振设计，将降低轮轨接触产生的振动源强值，从根本上减轻轨道交通振动对周围环境的影响。本次评价从以下几方面提出振动防护措施和建议：

#### （1）车辆振动控制

车辆性能的优劣直接影响振源的大小，在车辆构造上进行减振设计对控制轨道交通振动作用重大。根据国内外的有关研究资料，采用弹性车轮可降低振动 4~10dB。此外还可采用阻尼车轮或特殊踏面车轮；在转向架上采取减振措施；减轻一、二系悬挂系统质量；采用盘式制动等措施来降低车辆的振动。因此在本工程车辆选型中，建议除考虑车辆的动力和机械性能外，还应重点考虑其振动防护措施及振动指标，优先选择噪声、振动值低、结构优良的车辆。

#### （2）轨道结构振动控制

轨道结构振动控制主要包括钢轨及线路形式、扣件类型和道床结构等三方面的内容，现分述如下：

##### ①钢轨及线路形式

60kg/m 钢轨无缝线路不仅能增强轨道的稳定性，减少养护维修工作量和降低车辆运行

能耗，而且能减少列车的冲击荷载；因而已在城市轨道交通中得到广泛应用。本工程正线采用 60kg/m 钢轨无缝线路，在车轮圆整的情况下其振动较短轨线路能降低 5~10dB。

#### ②扣件类型

本工程减振要求较高地段可采用 Vanguard 减振扣件或双层非线性减振扣件。

#### ③道床结构

本工程地下线路减振要求较高地段可采用弹性短轨枕整体道床，在需特殊减振的地段，可采用钢弹簧浮置板道床等。

#### （3）线路和车辆的维护保养

地铁线路和车轮的光滑、圆整度直接影响地铁振级的大小，良好的轮轨条件可降低振动 5~10dB。因此在运营期要加强轮轨的维护、保养，定期旋轮和打磨钢轨，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。

#### （4）其他相关控制措施

通过远离环境敏感点、优化线路曲线半径、加大隧道埋深等工程综合措施实现减振。

### 5.5.2 超标敏感点振动污染治理

#### （1）减振措施比选及减振措施原则

不同轨道减振措施造价、减振量、施工与维修难易程度等综合比较见表 5.5-1。

表 5.5-1 不同轨道减振措施综合比较表

减振类型	弹性支撑块式整体道床	GJ-III型轨道减振器扣件、双层非线性减振扣件	Vanguard 减振扣件	橡胶浮置板道床	钢弹簧浮置板轨道
结构特点	主要是利用短轨枕下及侧边设置橡胶垫板进行轨道减振	依靠钢轨侧边及钢轨下橡胶支承进行减振	直接将钢轨与道床脱离, 依靠钢轨侧边橡胶支承进行减振	将道床板置于橡胶支垫上	将道床板置于钢弹簧
预测减振效果平均值 (dB)	9	9	13	13	25
造价估算 (增加, 万元/单线公里)	200	130	400	600	1000
使用寿命	50年内至少要全部更换1~2次	50年内至少要全部更换1~2次	橡胶支承磨损或脱落后需更换	50年内至少要全部更换1~2次	50年内至少要全部更换1~2次
更换对运营影响	可能影响	不影响	不影响	可能影响	可能影响
可施工性	施工难度较大	与普通整体道床相同	与普通整体道床相同、可互换	浮置板可现场浇筑, 需专门施工机具, 施工难度大, 技术成熟	浮置板可现场浇筑, 需专门施工机具, 施工难度大, 技术成熟
可维修性	维修不方便	维修方便	维修方便	可维修	可维修, 维修量少
实践性 (应用地铁国家或城市)	国外普遍应用, 上海、北京、广州	北京地铁5号线、10号线	英国、美国、意大利、西班牙、香港、广州、北京	北京、上海、广州、深圳	欧美、香港、广州、北京

根据《城市轨道交通轨道减振措施效果研究分析报告》, 集合国内外城市轨道交通振动控制应用实例, 本次评价采用减振措施基本原则如下:

①线路下穿敏感点 (距外轨中心线0~5m) 或环境振动超标量 ( $VL_{zmax}$ )  $\geq 8$ dB, 二次结构噪声超标敏感点选择特殊减振措施, 如钢弹簧浮置板整体道床。

②敏感建筑物  $6$ dB  $\leq$  超标量 ( $VL_{zmax}$ )  $< 8$ dB, 距外轨中心线5~10m以内二次结构噪声超标敏感点选择较高减振措施, 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。

③对于其它环境振动超标敏感点, 当超标量  $< 6$ dB 可选择中等减振措施, 如双层非线

性减振扣件。

结合减振措施在工程实施过程中的可操作性和减振措施的有效性，对沿线各超标敏感点里程两端各延长 50m，措施长度不小于一列车编组长度。

鉴于技术的不断进步，环境影响评价建议采用的减振措施可以根据工程实施时的国内外技术情况，调整为减振效果相当、维修方便及造价便宜的其它成熟减振措施。地铁铺轨时，周边环境可能发生改变，老旧住宅存在拆迁的可能性，工程实施中可根据环境变化，按照本次评价振动防治原则，适时调整减振措施；规划敏感点距拟建地铁线路的距离应符合本报告提出的振动达标防护距离要求。

## （2）减振措施及投资估算

评价要求的减振措施如下：

本次评价在敏感点里程两端各延长 50 米来计算减振措施长度。对谷塘村、湖南乐森建材有限公司办公宿舍楼等 4 处超标敏感点，设置特殊和高等减振措施，共计 956 单延米（其中特殊减振共 400 单延米，高等减振共 556 单延米），共需投资 739 万元。

根据《环境噪声与振动控制工程技术导则（HJ2034-2013）》、《城市轨道交通环境振动与噪声控制工程技术规范》（HJ2055-2018），目前国内技术成熟的减振措施可分为一般、中等、较高、特殊和复合式减振措施。本项目振动及室内二次结构噪声治理措施及减振效果分析表见表 5.5-2。

表 5.5-2 振动及室内二次结构噪声治理措施及减振效果分析表 (右线)

序号	保护目标名称	位置	相对距离/m		振动				室内二次结构噪声				减振措施			投资/万元	
					预测值/dB		超标值/dB		预测值/dB		超标值/dB						
			水平	高差	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	减振措施效果	对应里程	长度/m		
1	谷塘村1#居民点	AK1+770 ~ AK1+930 两侧	左线	15.5	29.8	74.8	74.3	/s	2.3	43.1	42.6	2.1	4.6	左线采用高 等减振措施， 预计减振8 dB， 措施后环境振动 达标，二级结构 噪声达标	AK1+720 ~ AK1+980	260	156
			右线	0	28.7	76.96	76.46	1.96	4.46	45.4	44.9	4.4	6.9	右线采用特 殊减振措施， 预计减振10 dB，措施后环 境振动达标，二 级结构噪声达标	AK1+760 ~ AK1+930	170	170
2	谷塘村2#居民点	AK1+970 ~ AK2+100 两侧	左线	13	22.1	76.33	75.83	1.66	3.83	44.6	44.1	3.6	6.1	左线采用高 等减振措施， 预计减振8 dB， 措施后环境振动 达标，二级结构 噪声达标	AK1+960 ~ AK2+105 两侧	145	87
			右线	18.5	25.6	76.43	75.93	1.43	3.93	44.7	44.2	3.7	6.2	右线采用特 殊减振措施，预 计减振10 dB， 措施后环境振动 达标，二级结构 噪声达标	AK1+920 ~ AK2+150	230	230
3	谷塘村3#居民点	AK2+230 ~ AK2+290 右侧	右线	28	21.8	74.17	73.67	/	1.67	42.6	42.1	1.6	4.1	右线采用高 等减振措施，预 计减振8 dB，措 施后环境振动达 标，二级结构噪 声达标	AK2+180 ~ AK2+340	160	96
4	湖南乐森	AK1+970 ~	右	0	25.5	75.79	75.29	0.79	3.29	44.3	43.8	3.3	5.8	右线采用特 殊		合在谷	/

	建材有限公司 公司办公 宿舍楼	AK2+045 右侧	线										减振措施，预 计减振10 dB， 措施后环境振动 达标，二级结构 噪声达标		塘村2# 居民点	
--	-----------------------	---------------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	-------------	--

工程按照上述要求采取相应的特殊减振措施（钢弹簧浮置板轨道）、高等减振措施（减振垫）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。

## 5.6 合理规划布局

参考《地铁设计规范》（GB 50157-2013）正文中相关建议，地铁项目启动后，沿线未纳入本次评价的新建环境敏感点项目，须针对地铁环境影响进行评价，并采取有效的环保达标措施，确保振动等环境影响满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）的要求、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/T 170-2009）的要求，如无法采取有效措施确保新建环境敏感点振动达标，则新建环境敏感点应满足5.4-10小节的建议控制距离要求。

## 6 地表水环境影响评价

### 6.1 概述

#### 6.1.1 评价内容及工作重点

(1) 本工程水污染源主要分布在黄花机场东站站，性质为生活污水，工程本身水污染物性质简单，排放量少。

(2) 根据长沙县污水收集及处理系统建设情况，工程沿线具备完善的城市污水接纳设施，本工程产生的污水有条件纳入既有市政污水管网，由临空污水处理厂集中处理。

(3) 本工程评价范围内涉及的地表水体主要为铁漏塘河（区间隧道下穿），项目周边临近谷塘水库。根据《湖南省主要水系地表水环境功能区划》（DB43/023-2005）和《湖南省人民政府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分方案的通知》（湘政函〔2016〕176号），本工程不涉及饮用水源保护区。

### 6.2 地表水环境现状调查与分析

#### 6.2.1 地表水及环境功能区

本工程评价范围内涉及的地表水体主要为铁漏塘河（区间隧道下穿），项目周边临近谷塘水库和铁漏塘河未划分环境功能，实际功能为排洪，谷塘水库目前为鱼库，水质均执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

#### 6.2.2 水环境质量现状

本工程车站生活废水经预处理后直接排入市政污水管网，进入长沙临空经济区污水厂统一处理，达标后尾水排入榨山港，最终汇入浏阳河。故本次评价引用《长沙县农村环境建设投资有限公司长沙临空经济区综合污水处理中心(一期)工程环境影响报告书》中对榨山港的监测数据。

##### 1、引用监测数据情况

###### (1) 监测断面

在榨山港排污口上游 200m、下游 500m 分别布设 1 个监测断面，共计 2 个。

###### (2) 监测项目

监测项目：pH、COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、氨氮、总磷和石油类，并对河宽、水深、流量、流速进行同步监测。

### (3) 监测时间及频率

于 2017 年 3 月 20 日~22 日连续采样 3 天，每天上、下午各 1 次。

### (4) 评价标准

执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中 III 类标准。

### (5) 监测结果

地表水水质现状监测结果见表 6.2-1。

由表可知，榨山港拟建排污口上、下游水质均符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类标准，当地水环境质量较好。

**表 6.2-1 地表水水质监测结果**

断面	监测项目	单位	样品个数	范围值	超标率 (%)	最大超标倍数	标注限制
榨山港排 污口上游 200m	pH 值	无量纲	3	7.40-7.64	0	0	6-9
	COD <sub>cr</sub>	mg/L	3	12.0-12.4	0	0	≤20
	BOD <sub>5</sub>	mg/L	3	3.7-3.9	0	0	≤4.0
	氨氮	mg/L	3	0.38-0.77	0	0	≤1.0
	总磷	mg/L	3	0.06-0.10	0	0	≤0.20
	石油类	mg/L	3	ND	0	0	≤0.05
榨山港排 污口下游 500m	pH 值	无量纲	3	7.42-7.48	0	0	6-9
	COD <sub>cr</sub>	mg/L	3	16.0-16.7	0	0	≤20
	BOD <sub>5</sub>	mg/L	3	3.6-3.8	0	0	≤4.0
	氨氮	mg/L	3	0.54-0.78	0	0	≤1.0
	总磷	mg/L	3	0.08-0.12	0	0	≤0.20
	石油类	mg/L	3	ND	0	0	≤0.05

## 2、2019 年榨山港水质加密监测情况

### (1) 监测断面

主河断面：黄花与会展交界、榨山港出口、会展与黄兴镇交界断面；

入河排口：斗塘港、画提港、铁漏塘高岸村段。

### (2) 监测项目

COD<sub>Cr</sub>、氨氮、总磷。

### (3) 监测时间及频率

于 2019 年 11 月 26 日~12 月 23 日监测 5 次。

### (4) 评价标准

执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准。

### (5) 监测结果

榨山港水质加密监测结果见表 6.2-2。

由表可知, 监测期间, 主河断面中黄花与会展交界断面的 COD<sub>Cr</sub>因子超过 III类标准值, 超标率为 40%, 其余指标达标; 榨山港出口断面的 COD<sub>Cr</sub>、氨氮、总磷均超过 III类标准值, 超标率分别为 40%、100%、100%; 会展与黄兴镇交界断面的 COD<sub>Cr</sub>、氨氮、总磷均超过 III类标准值, 超标率分别为 20%、60%、100%; 入河排污口中斗塘港断面的 COD<sub>Cr</sub>、氨氮超过 III类标准值, 超标率分别为 40%、20%, 总磷达标; 画提港断面的 COD<sub>Cr</sub>、氨氮、总磷超过 III类标准值, 超标率均为 100%; 铁漏塘高岸村段断面的 COD<sub>Cr</sub>、氨氮、总磷均满足 III类标准值的要求; 综上所述, 2019 年榨山港水质情况较差, 可能受周边村庄未经处理排放的生活污水影响, 水体有机污染较为严重。

表 6.2-2 2019 年榨山港水质监测结果

断面	监测项目	单位	样品个数	范围值	超标率 (%)	最大超标倍数	标准限值
主河断面	COD <sub>Cr</sub>	mg/L	5	14~31	40	0.55	≤20
	氨氮	mg/L	5	0.01~0.742	0	0	≤1.0
	总磷	mg/L	5	0.04~0.09	0	0	≤0.20
	COD <sub>Cr</sub>	mg/L	5	16~25	40	0.25	≤20
	氨氮	mg/L	5	1.01~1.46	100	0.46	≤1.0
	总磷	mg/L	5	0.21~0.28	100	0.4	≤0.20
	COD <sub>Cr</sub>	mg/L	5	15~26	20	0.3	≤20
	氨氮	mg/L	5	0.851~1.92	60	0.92	≤1.0
	总磷	mg/L	5	0.2~0.6	100	2	≤0.20
入河断面	COD <sub>Cr</sub>	mg/L	5	15~25	40	0.25	≤20
	氨氮	mg/L	5	0.164~1.91	20	0.91	≤1.0
	总磷	mg/L	5	0.08~0.16	0	0	≤0.20
	COD <sub>Cr</sub>	mg/L	5	23~44	100	1.2	≤20
	氨氮	mg/L	5	1.94~9.02	100	8.02	≤1.0
	总磷	mg/L	5	0.46~0.81	100	3.05	≤0.20
	COD <sub>Cr</sub>	mg/L	5	10~16	0	0	≤20
	氨氮	mg/L	5	0.095~0.384	0	0	≤1.0
	总磷	mg/L	5	0.03~0.1	0	0	≤0.20

## 6.3 施工期地表水环境影响分析与减缓措施

### 6.3.1 施工期地表水污染源

工程施工期产生的污水主要来自施工作业生产的施工废水、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 30 人左右，每人每天按  $0.1\text{m}^3$  排水量计，每个区间或站点施工人员生活污水排放量约为  $3\text{m}^3/\text{d}$ ，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 COD $150\sim200\text{mg/L}$ 、动植物油  $5\sim10\text{mg/L}$ 、SS $50\sim80\text{mg/L}$ 。施工单位通过租用施工场地附近单位或旅馆房屋作为办公、生活用房，以便施工人员生活污水可以纳入周边既有排水系统集中处理。在生活污水不具备纳入既有排水系统的施工场地，可通过修建生态厕所，收集现场施工人员粪便污水，定期运往污水处理厂集中处理。因此，只要落实上述措施，其施工期生活废水对区域地表水环境影响较小。

#### （2）施工废水及机械车辆冲洗污水

本工程需投入一定的机械设备和运输车辆，机械设备和运输车辆在维修养护时将产生冲洗污水，冲洗污水含泥沙量高，并伴有少量石油类。这部分污水若直接排放容易引起周边地表水体的污染或堵塞周边市政排水管道。工程拟在施工场地修建临时废水收集渠道和隔油沉淀池，将施工废水收集隔油、沉淀处理后，可回用于场地洒水抑尘和施工用水，对周边水环境污染小。

#### （3）隧道施工水环境的影响分析

隧道施工过程中特有的废水有隧道涌水、泥浆水和其他含有少量特殊物质的废水。

##### ① 隧道涌水

工程设计中为了保证工程安全，采取了严密的防排水措施，正常施工条件下这部

分涌水量较小。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，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，通过沉淀后可达标排入市政污水管网，不会对周边水环境造成污染。

## ② 施工泥浆水

施工设备如钻机等产生的废水、喷射水泥浆从中渗出的水，这些隧道施工泥浆废水中主要污染物为 SS，浓度为 150~200mg/L，具有良好的可沉性，类比类似地下工程施工，在施工场地修建临时废水收集渠道与沉砂池，此类泥浆水一般经沉淀池处理后，可回用于场地洒水抑尘和施工用水，对工程周边市政排水系统影响甚微，亦不会对周边水环境造成污染。

### 6.3.2 施工期水污染防治措施

施工期各施工工点废水排放量很小，也无特殊有毒物质，因此，只要从以下几方面加强管理，其对环境的影响将是微小的。

（1）施工期做好施工场地排水体系设计。对于市政排水系统较完善的施工路段，建议施工人员就近租用民房，粪便污水就近排入市政排水系统。

（2）施工场地内设置截水沟、沉淀池和排水管道，截留收集施工场地内的雨水径流、冲洗废水经沉淀处理后回用于场地冲洗、绿化、洒水防尘；盾构施工泥浆水经泥水分离系统处理后污水全部回用，污泥经干化后与工程弃渣一并外运至指定地点由市渣土管理部门统一处置；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，径流污水流入水体。

（3）雨季时施工场地内汇集形成的地表径流，经沉淀池处理后储存于回用水池内用于非雨天的洒水抑尘等环节，多余部分达标排放至周边雨水井。

（4）制定严格的施工管理制度：设置生活垃圾临时堆放点，施工过程中产生的生活垃圾应定点存放，定期由环卫部门清运，严禁乱丢乱弃；严禁向沿线附近水体倾倒残余燃油、机油、施工废水和生活污水；加强对施工人员的教育，加强施工人员的环境保护意识。

（5）施工废水中的石油类主要来自于施工机械的跑冒滴漏，因此为减少废水污染物的影响，应从石油类的源头抓起，加强施工机械设备的养护维修及废油的收集，最大限度地减小排污量。

(6) 施工弃渣应在指定地点堆放，并采取围挡措施；盾构泥浆经泥水分离压滤干化后交由长沙市渣土部门处置，禁止将弃渣和污泥倒入沿线水体。

(8) 施工中应做到井然有序地实施施工组织设计，严禁暴雨时进行挖方和填方施工。雨天时必须在临时弃土、堆料表面覆盖篷布等覆盖物，以防止弃土在暴雨的冲刷下进入机场水渠、漏塘河，对水体造成污染。

(9) 在施工阶段成立有效的环保机构，设立专职或兼职环保人员有效地监管、监控、监督施工过程中的各项环保措施的落实。

### 6.3.3 车站污水排放环境影响及处理措施评价

#### 1、污水性质及水量预测

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及车站设施擦洗污水，这部分污水水质单一，为生活污水。本工程共设 1 座地下车站，污水排放总量约  $10\text{m}^3/\text{d}$ 。

本工程运营期列车清洗及检修作业依托 6 号线工程梧桐路停车场，污水处理规模、处理工艺、处理设备已含在 6 号线工程梧桐路停车场污水处理系统中一并考虑并实施。

#### 2、水质类比预测及处理措施评价

按照一般工程设计，车站在厕所下部设污水池，污水经化粪池处理后排入市政污水管道，生活污水平均水质为 pH: 7.5~8.0, COD: 300 mg/L,  $\text{BOD}_5$ : 90 mg/L, SS: 70 mg/L, 氨氮: 25 mg/L。根据区域污水处理现状及规划情况，本工程黄花机场东站污水均可经既有污水管网进入临空污水处理厂统一处理，执行 GB8978-1996 之三级标准，工程对地表水环境的影响可接受。

## 7 大气环境影响评价

### 7.1 概述

从沿线地区功能分区情况，结合本工程特点，地铁列车采用电力牵引动力无燃料废气排放，大气污染源主要是排（活塞）风亭排放的异味气体对环境有一定的影响。另一方面，本项目投入运营后，将显著减缓地面公交压力，有效减少机动车尾气污染物的排放量，总体而言，对周围大气环境质量有改善作用。

### 7.2 环境空气现状调查与评价

根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)，本次评价需根据国家或地方生态环境主管部门发布的城市环境空气质量达标情况判断项目是否属于达标区，并根据补充监测数据(特征因子)进行各污染物的环境质量现状评价，因此本次现状评价收集了《2019年长沙市生态环境状况公报》。

#### 7.2.1 空气质量达标区判定

根据《2019年长沙市生态环境状况公报》，项目所在区域长沙市各评价因子的浓度、标准及达标判定结果见表 7.2-1

表 7.2-1 区域空气质量现状评价表

区域	污染物	年评价指标	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
长沙市	SO <sub>2</sub>	年平均质量浓度	7	60	11.7	达标
	NO <sub>2</sub>	年平均质量浓度	33	40	82.5	达标
	PM <sub>10</sub>	年平均质量浓度	57	70	81.4	达标
	PM <sub>2.5</sub>	年平均质量浓度	47	35	134.3	超标
	CO	95百分位日平均浓度	1300	4000	32.5	达标
	O <sub>3</sub>	90百分位8h平均浓度	171	160	106.9	超标

由表 7.2-1 可知，2019年长沙市环境空气质量 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub> 的年平均质量浓度以及 CO 的第 95 百分位日平均质量浓度均可达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准限值要求，但 O<sub>3</sub> 的第 90 百分位 8 小时平均浓度和 PM<sub>2.5</sub> 的年平均质量浓度出现超标。根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)，判定本项目所在区域为非达标区。

目前长沙市暂未出台大气环境质量限期达标规划。根据《中共长沙市委长沙市人

民政府关于印发<长沙市“强力推进环境大治理坚决打赢蓝天保卫战”三年行动计划（2018-2020）>的通知》（长发〔2018〕6号），目标到2020年，全市主要污染物的排放总量大幅减少，大气环境质量总体改善，PM<sub>2.5</sub>年均浓度低于40ug/m<sup>3</sup>，PM<sub>10</sub>年均浓度低于64ug/m<sup>3</sup>，空气质量优良天数292天以上，空气优良率达到80%，重污染以上天数较2019年减少2天。对渣土扬尘、道路扬尘、工地扬尘、裸露地块扬尘、机动车排气、非道路移动源排气、排污单位排气、面源污染、油气污染进行管控，可使长沙市环境空气质量得到明显改善。

### 7.3 风亭排放异味气体对环境的影响分析

#### 7.3.1 类比调查方法

由于风亭排放的异味气体是低浓度、多种成分的气态混合物物质，其嗅阈值在 ppb 级，一般在 ppm 级，这样低的浓度和复杂的成份，采用测定各种组分的方法，既不现实，也难以收到预期的效果，现在国内外推荐的方法均是利用人的嗅觉，进行恶臭物质的官能实验方法定性的测出气体恶臭的强度。因此，对风亭排放异味气体的测定，采用官能实验的方法。

#### 7.3.2 地铁风亭排气异味类比调查结果

铁四院曾于2000年~2006年之间，对既有上海地铁的南京东路站、人民广场站、世纪公园站以及广州地铁等多个车站进行了风亭排气异味影响调查。综合类比调查结果可知：

(1) 风亭排放的异味气体，在冬天并没有引起人们的注意，究其原因，冬季温度低，空气干燥，这种低温低湿的环境条件，使得分子的活化能降低，不利于细菌的生长，有些细菌还会死亡，直接导致了地铁隧道空气中的细菌种群数量大量减少，使得风亭排出的气体在冬季异味明显变小。温度越低，污染气体的浓度越低，排出气流扩散的范围也越小，人们就不易察觉。

(2) 类比调查表明，随着时间推移，由于地下车站内部装修工程采用的各种复合材料散发的多种气体已挥发，风亭排气异味影响有显著减少。风亭排气异味在下风向10~15m为嗅阈值或无异味，15m以远已感觉不到风亭异味。需指出的是：调查表明设在道路边的风亭基本上感觉不到异味。

#### 7.3.3 营期风亭排气异味影响分析

根据类比调查，预测各敏感点受地铁排风亭排气异味的影响程度，其影响结果见

表 7.3-1。

表 7.3-1 各敏感点受风亭排气异味的影响程度表

序号	范围	敏感点名称	规模及环境简况	对应风亭	敏感点与风亭最近水平距离 (m)	受影响程度
1	黄花机场西站~黄花机场东站	谷塘村居民	4户，居住	区间风井	活塞风亭：88、100，排风亭：79，新风亭 69	距离15m以外，无影响

由上表可知，本工程 1 处敏感点距离活塞风亭、排风亭 15m 以外，工程运营期不会对周边大气环境敏感点产生明显影响。

#### 7.3.4 风亭异味影响防治措施建议

工程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。

### 7.4 小结及建议

#### 7.4.1 小结

运营初期风亭排气异味主要与地铁内部装修工程采用的各种复合材料散发的多种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。风亭排气异味在下风向 10-15m 为嗅阈值或无异味，15m 以外已感觉不到风亭异味，设在道路边的风亭基本上感觉不到异味。本工程 1 处敏感点距离活塞风亭、排风亭 15m 以外，工程运营期不会对周边大气环境敏感点产生明显影响。

#### 7.4.2 建议

工程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。排风亭风口尽量朝向道路设置、不正对敏感点。

## 8 固体废物对环境的影响分析

### 8.1 固体废弃物产生情况

本项目施工期产生的固废主要为工程弃土及建筑垃圾。运营期产生的固体废物主要为车站候车旅客及工作人员产生的生活垃圾；变电所产生的废蓄电池。固体废物主要来源及种类分析见表 8.1-1。

表8.1-1 固体废物来源及种类

产生阶段	种类		来源分析
施工期	生活垃圾	主要为餐饮、生活垃圾	施工人员生活
	生产垃圾	工程弃土、盾构土、建筑废料	区间及车站开挖施工，房屋拆迁等
运营期	生活垃圾	一次性水杯、矿泉水瓶、饮料瓶、塑料袋、果皮果核、废弃报纸、杂志等	产生的数量不大，主要是旅客在车站候车厅和车上产生。
	生产垃圾	废蓄电池等	来自变电所产生的少量废蓄电池

### 8.2 固体废物排放量及其处置情况

#### 8.2.1 施工期

本项目施工期产生工程弃土、盾构土及工程拆迁建筑废料。施工期产生的生活垃圾交由环卫统一处置。

根据调查，在长沙市所有的开发建设项目所形成的弃渣及回填土，必须由长沙市渣土管理处根据工程地点及消纳场的位置统一调配，弃渣完毕后统一平整、统一实施防护措施。各个消纳场须经渣土处审批同意后才能设立，也不许可业主自行设立弃渣场，其消纳场受纳不同类型开发建设项目产生的渣土。均为长沙市政府批准设立的消纳场。消纳场由专业管理公司进行管理，长沙市城管局渣土办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城管局渣土办承担。

根据长沙市渣土管理处提出弃渣土处理的相关要求：对于线路区间盾构方法施工产生的盾构土，应本着充分再利用盾构土资源的原则，建立专设盾构土消纳场，或消纳至指定的盾构土专用消纳场所，切实减少环境污染和衍生危害。在提供明确的盾构土消纳接受函后，再至长沙市渣土管理处办理渣土处置手续。

### 8.2.2 运营期

运营期车站产生的生活垃圾由环卫统一收集处理；变电所产生的废蓄电池属于危险废物，交由有资质单位处置。

### 8.3 固体废物环境影响分析

(1) 本项目施工期产生的弃土、建筑垃圾属于一般固废，弃渣由长沙市渣土管理处处置。

(2) 本项目施工期产生的生活垃圾统一交由环卫处置，不会对环境产生不利影响。

(3) 本项目运营期中产生废蓄电池属于危险废物，定期交由具有相应资质的单位处理。

(4) 本项目运营期产生的生活垃圾属于一般固废，交由环卫统一处置，不会对环境产生不利影响。

综上所述，本项目施工期和运营期所产生的固体废物通过以上方法处理处置后，对周围的环境影响小。

### 8.4 小结

本项目工程施工期固体废弃物可得到合理处置；运营期产生的固体废物较少，生活垃圾由专门的人员进行打扫和收集后，交由当地的环卫部门统一处理；对于变电所产生的危险废物，定期交由具有相应资质的单位处理。因此，本工程运营期产生的固体废物经妥善处置后，对周围环境影响不大。

## 9 生态环境影响评价

### 9.1 评价原则

- (1) 以区域生态功能影响为出发点, 围绕城市相关规划和生态区划的生态功能进行评价;
- (2) 根据城市生态环境的特点, 对重大影响因子如土地利用、绿地、景观等生态因子进行重点分析;
- (3) 针对城市生态敏感区域预测分析拟建工程的主要环境影响, 分析说明工程产生的影响可能导致的生态变化。

### 9.2 评价内容、重点

#### 9.2.1 评价内容

- (1) 根据城市发展规划及沿线各区域功能定位, 从城市规划布局、交通规划及其他相关规划等方面评述本工程与城市规划和城市组团的关系, 对工程线路进行相关规划符合性及生态适宜性分析;
- (2) 评价区域土地利用功能的变化情况, 绿地、植被等的损失情况;
- (3) 工程弃渣及其处置方式对生态环境的影响, 预测分析可能产生的水土流失的影响;
- (4) 预测分析评价范围内的生态结构稳定性、物种多样性的变化趋势, 说明工程对评价范围内生态结构、功能及其干扰恢复能力的影响;
- (5) 工程地下车站出入口、风亭等地面建筑对景观影响分析。

#### 9.2.2 评价重点

评价重点区域: 沿线地下车站出入口、风亭等地面建筑影响区域。

评价重点内容: 车站、风亭等地面建筑景观与城郊景观协调性分析。

### 9.3 城郊生态环境现状评价

#### 9.3.1 工程沿线土地利用及景观现状

6 号线东延工程与 6 号线工程衔接, 西起黄花机场西站东侧, 依次下穿机场连廊、第一和第二跑道、T4 飞行区(远期)西南角、第二和第三跑道间垂滑、T3 停机坪及 T3 航站楼后, 接入黄花机场综合交通中心设黄花机场东站。工程沿线以城郊生态系统为主。

### 9.3.2 工程地面建筑用地及景观现状

本工程 1 座车站和 1 处区间风井所在位置的土地及景观状况见下表。

表 9.3-2 车站及区间风井所在地及景观现状表

序号	车站名	环境现状及用地性质概况	景观现状
1	区间风井	地块现状为机场扩建拆迁部用地，目前现状为拆迁部生活、工作用的活动板房，停车场、建材厂废弃的锅炉用房	
2	黄花机场东站	地块现状规划为黄花机场 T3 航站楼综合交通中心 (GTC) 地块，目前现状为住宅、灌丛及水塘等。	

### 9.3.3 工程沿线植物及野生动物现状

#### 1、植被状况

根据现场踏勘，沿线地区植被类型主要以城市绿化植被、灌丛植被为主，零星分布有少量林地植被。

城市绿化植被及灌丛植被主要分布于起点过渡段，城市绿化植物主要有悬铃木、杜英、石楠、黄杨、香樟（人工栽培）等。

在工程评价范围内除香樟外，无国家级或省级重点保护植物、名木古树分布，但在马尾松林中分布有零星人工种植的香樟树，香樟树为国家二级保护植物，亦是长沙

市市树，在长沙市分布广泛，亦是江南一带广布种，常作为行道树、风景林、防风林等绿化树种，其适应性强，对土壤要求不严，除盐碱、煤灰土外，都能生长，一年四季可种植，而且经多次移栽的树苗，根系发达，更易成活。评价建议线路施工过程中将工程可能涉及的香樟树搬迁至附近区域，给予保护。如果施工过程中发现有其他国家重点保护植物应尽快报告当地林业部门，以便及时采取挽救措施。

## 2、野生动物现状

本工程主要位于城市郊区，经过长期的开发活动，沿线已无大型野生动物，现有野生动物主要以生活于灌丛及农田中的小型动物为主。沿线野生动物类型以鸟类为主，麻雀为其优势种；两栖类优势种为中华大蟾蜍及泽蛙；爬行类优势种为壁虎；兽类优势种为伏翼及小家鼠。

### 9.3.4 生态功能区划

根据《长沙市生态市建设规划》，结合长沙市的自然地理和社会经济条件，将长沙市划为 5 个类型的生态功能分区。

I 类区：占总面积的 25.73%，该区的生态敏感性最强，系统稳定性差，很容易受到外来干扰的影响，或该区的生态服务功能最重要，是重点保护区。

II 类区：占总面积的 26.18%，该区的生态敏感性强，系统稳定性较差，对外来的干扰抵抗力弱，或这些地区对长沙市的发展具有比较重要的生态服务功能，与整体生态维护关系密切。该区以保护为主，可在合理引导下进行适度发展。

III类区：占总面积的 13.64%，该区地势平坦，抵抗外来干扰的能力较强，同时生态系统服务功能价值一般，较适宜作为城市发展用地。

IV类区：占总面积的 34.33%，该区生态敏感性中等，系统稳定性较好，外界的开发建设活动对它的影响不大，生态服务功能一般，但该区一般多为耕地，是粮食生产的重要基地，而且区域大部分地区水网密度高，该区域开发利用要给予合理的引导。

V类区：占总面积的 0.12%。该区敏感性低，生态环境较差，生态系统服务功能价值低，从生态环境保护的角度来讲，适宜城市的发展。

本线路主要位于 V 类区，因此，项目所在区域生态服务功能一般，敏感性整体较低。

本工程均为地下线，均位于长沙黄花机场和规划的机场扩建范围内，长沙黄花机场主要位于 V 类区，项目所在区域生态服务功能一般，敏感性整体较低。

## 9.4 施工期生态环境影响评价

### 9.4.1 工程占地对生态环境的影响

本项目共计占用土地面积  $7.335\text{hm}^2$ ，其中工程永久占地  $0.035\text{hm}^2$ ，临时占地  $7.3\text{hm}^2$ 。占地类型主要为耕地和建设用地。

本线路占地少是地铁工程的一大特点，工程永久占地主要为车站出入口、风亭占地。车站进入口、风亭占用少量的耕地、建设用地等。

工程临时占地较小，项目建设充分利用现有市政道路，不需要修建施工便道，减少了工程建设的占地面积，为节约用地，区间隧道进程口施工场地尽量与车站施工场地共用。为更好预测工程施工场地占地对沿线环境的影响，评价单位现场调查了长沙地铁等地铁工程的施工情况。根据调查，施工场地多选择在交通道路上及拆迁空地上，在工程施工过程中，采用修筑围墙方式将施工场地与周围环境隔离，避免了对周围环境产生直接影响。在施工场地内，施工机械和施工营地合理布局，未产生杂乱现象。

类比分析，工程临时占地对环境的影响，在采取修筑围墙等防护措施以后，工程建设对周围环境的影响轻微。

### 9.4.2 工程建设对沿线植被、城市绿地的影响分析

本工程对植被的破坏主要表现在车站、风亭等的建设对城市绿地的占用。根据相关资料和现场调查，长沙市轨道交通 6 号线东延段工程沿线评价范围内无基本农田，工程占用的绿地主要为耕地以及常见的道路绿化树种、灌木及草坪，工程需要占用和破坏部分绿地。本工程对于道路绿化乔木采取搬迁移栽方式。总之长沙市轨道交通 6 号线东延段工程车站、风亭等占用绿地面积相对较小，以耕地为主，而工程建成后亦会在本工程用地范围内进行一定面积的绿化补偿，因此，本工程建设不会对长沙城市绿化植被产生明显影响。

### 9.4.3 动物影响分析

沿线野生动物主要分布于车辆基地附近农田区域内，属于农田动物群，代表动物有蟾蜍、青蛙等。在施工过程中，动物栖息地的破坏，工程施工机械产生的噪声、施工人员在评价区域的活动，原材料的堆放等均可直接影响野生动物，但这种影响是短期的，施工活动结束后，附近农田生态环境将会很快得到恢复。

#### 9.4.4 弃渣对生态环境的影响分析

本工程土石方主要为地下车站、区间隧道、风亭的建设，工程土石方开挖 90.46 万  $m^3$ ，主要来源于地下车站开挖 56.69 万  $m^3$ ，盾构土 24.28 万  $m^3$ ，明挖暗埋段开挖 5.76 万  $m^3$ ，表土 0.73 万  $m^3$ ；土石方回填 28.93 万  $m^3$ （包括表土回填 0.73 万  $m^3$ ）；回填土方均利用项目开挖土方，无外借土方；弃方 61.55 万  $m^3$ 。

弃渣主要产生于地下段区间和车站施工作业，主要为固态状泥土。工程弃渣在运输、堆放过程中处理不当会对周围环境产生影响，主要影响为施工场地堆放弃渣因降雨径流冲刷进入下水道，导致下水管网的堵塞、淤积，进而造成工程施工地区暴雨季节地面积水；弃渣陆上运输途中弃土散落，造成运输路线区域扬尘等。施工弃渣应在指定地点堆放，并采取围挡措施；盾构泥浆经泥水分离系统处理后污水全部回用，污泥经压滤干化后与工程弃渣一并外运至指定地点由市渣土管理部门统一处置，禁止将弃渣和污泥倒入沿线水体。

车站主体结构及其附属工程明挖的土石方及风亭的弃方先堆置于施工场地内，晚上由专门的渣土运输车辆按渣土管理处规定的线路、规定的时间运至指定的弃渣场，为避免出现开挖的弃渣不能及时外运的情况，需要在车站施工围挡范围内设置临时堆场，临时堆场存渣容量需满足施工场地施工 2 天产生的废弃土石方量。区间段产生的盾构土先临时堆置在施工场地，需设置专门的盾构土临时存放池，做好地面防渗，待晚上由封闭的渣土运输车辆按渣土管理处制定的线路、规定的时间运至指定的地点进行弃渣。

根据长沙市城市管理局及渣土管理处相关规定，建设单位不得自行设立取、弃土场。本工程所涉及的弃渣场均为长沙市政府批准设立的消纳场。消纳场是政府审批同意后设立，由专业管理公司进行管理，渣土办负责日常弃方、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渣土办承担。

#### 9.4.5 工程水土流失影响分析

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。据上分析，规划实施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挡护设备，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，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；实施建设项目建设全过程管理，尤其加强施工期的水土保持监理工作。

#### 9.4.6 施工期社会环境影响

根据地铁施工期的环境影响类比调查，本工程对城市社会经济的影响着重体现在对城市交通的影响、征地拆迁的影响、城市居民生活的影响、商业经济活动的影响。特别是在交通繁忙地段的地铁车站采用明挖法施工，其地面交通组织的成败是关系到工程能否顺利实施的关键。

##### （1）隧道开挖对邻近建构筑物及地下管线的影响

本线路主要位于黄花国际机场，道路两侧分布有较多的市政管线，地段分布有机场建筑物采用桩基础，以中等风化泥质粉砂岩为基础持力层。部分建构筑物及地下管线靠近隧道边，须进行开挖保护，隧道开挖、降水、爆破、支护不合理都有造成地面沉降、塌陷等的可能性，进而影响邻近建构筑物及地下管线。因此地铁开挖施工应考虑对原有管网、地下构筑物与既有桥基础的影响，在充分查明周边环境前提下，方可进行施工，避免对其造成损坏而产生不良社会影响及经济损失。

##### （2）隧道开挖对当地居民的影响

隧道（基坑）对周边居民、单位环境产生一定影响，施工单位应采取具体的降低噪音的措施，合理进行施工安排，尽量减少对居民休息和正常工作、经营的影响。机

具、器械的堆放及工程的开挖对道路交通的影响比较大，应提前做好疏导、分流工作。施工弃土运输、扬尘，以及燃油为动力的施工机械和运输车辆使用排放的尾气可能影响道路整洁及环境卫，甚至直接降低空气质量。

### （3）工程占地、拆迁影响分析

工程占用道路两侧绿化用地会破坏沿线景观、导致沿线市民生活环境质量的暂时下降，业余活动场地的占用会引起沿线市民业余生活的暂时空白。但随着工程的竣工，市民生活习惯的逐渐适应，活动空间的转移，工程占用土地对沿线居民生活、生产的影响会逐渐得到消解。

本项目需征用土地。为了保护拆迁户的权益，并减轻因征地引起的对市民的不利影响，本工程应积极地采取相应环境保护措施，并妥善安置拆迁户，并依据《城市房屋拆迁行政裁决工作规程》和《城市房屋拆迁管理条例》中的相应规定执行。通过合理的赔偿及安置措施后，拆迁户的生活质量不会因本工程的建设而下降。

### （4）施工对沿线居民生活质量的影响分析

工程施工对沿线居民生活的影响主要表现为：施工噪声和扬尘会引起施工现场的周围局部地区的大气环境、声环境质量在短时间内下降；道路封闭对居民出行带来不便，影响道路两侧商铺的正常营业；对管线的迁移，影响沿线地区水、电、气、通讯设施的正常供应和运行；此外，工程施工阶段，人员相对集中，劳动强度较大，临时性的服务（饮食、住房）条件较差，在施工人群和当地居民中易产生传染性疾病，影响人体健康。施工噪声、扬尘对工程周围居民的正常生活影响较大，必须积极采取措施加强施工期环境保护，以使该影响最小化。但总的说来，工程施工影响是短时和局部的，其影响范围和程度有限，随着施工的结束将自然消失。

## 9.5 营运期生态环境影响评价

### 9.5.1 工程对沿线植物的影响评价

线路所经区域主要为城市既有道路、建设用地等，车站、风亭占用的主要为建设用地，车站出入口占用少部分耕地、宅基地，评价范围内受影响的植被主要为沿线常见物种，不涉及狭域分布种和地区特有物种，不会造成某种植被消失或灭绝。也不会从根本上改变某种植物的遗传结构、空间分布格局和种群更新。因此，建设工程对沿线植物区系、物种组成的影响甚微。

### 9.5.2 工程对沿线景观环境的影响评价

本工程包括地下线、车站、风亭，景观的工程因素主要为车站出入口和风亭等地面附属结构等。对于地下线路的景观影响因素主要为车站、风亭的外形、结构以及与整个建筑带的协调性，本次评价主要从视觉景观和生态景观等方面进行分析。

工程共设地下车站1座，车站均设有相应的车站地面构筑物（含风亭、冷却塔、出入口等）。

根据生态学景观结构与功能统一的原则，地下车站出入口的结构与外观应服从于其方便进出轨道交通的功能。从城市景观的构成因素而言，美的城市应具有清晰易辨的特点，即：对地区、道路、目标等能一目了然，容易掌握城市的全貌和特征，使人的行动轻松，不受困惑，情结安定。

在设计时可首先考虑与T3航站楼建筑物结合；若考虑独立设置，可设计成不同的造型，使其既能与周围建筑物相协调，又能保持一站一景的独特性，点缀城市景观。

城市轨道交通系统是城市结构的重要组成部分，也是城市公共生活的主要空间，它直接参与形成城市的面貌及风格和市民的生存交往环境，成为为居民提供审美观照和生活体验的长期日常性视觉形态审美客体，乃至城市文化的组成部分。

长沙市既是国家历史文化名城，又是具有巨大发展潜力的现代城市，在现代化建设中把握好景观风貌保护是关系到长沙市可持续发展的问题。作为介入到环境中的新建筑，地铁风亭及进出口设置时，应充分考虑城市性质及土地利用格局，符合城市总体规划，注重历史的连续性和文脉的完整性，注重历史遗存与风貌的保护，新与旧的交替衔接和融合，做到与城市风格协调统一、平面布局清晰、空间展开序列完整以及形体、色彩、质感处理协调，从而构建与环境相协调，激发美感的人工景观，创建具有丰富文化内涵和时代特征的现代都市形象，使车站建筑成为周围环境有机整体的一个组成部分。

## 9.6 运营期社会经济环境影响分析

城市轨道交通建设是一项投资大、建设周期长、技术复杂、专业繁多的系统工程。但是工程一旦建成运营，对缓解城市交通压力，促进城市中心片区与城市环线及城郊结合地带经济、社会、人文交流等具有重大作用，工程的社会效益是难以估量的。

### （1）对居民收入的影响

本工程建成后，一方面，将改善城市交通环境，大大缩短居民工作、购物、游玩出行时因交通阻塞而造成的时间损失，加快城市居民的生活、工作节奏；另一方面，轨道交通的建设将带动了工程沿线地区经济的繁荣，给市民的工作就业带来了机遇。因此本工程的实施会对长沙市居民的收入产生积极的影响。

### （2）对区域大气环境和主干道路噪声环境的改善

目前机动车尾气污染物排放已占全市大气污染物排放量的七成以上，成为大气污染的主要来源。轨道交通的综合能耗仅约为普通汽车的 5%，如果运送相同数量的乘客，轨道交通与小汽车相比节省能耗 90% 以上，可极大节约有限的能源，减轻大气污染。同时，轨道交通建设能有效节约城市土地资源，有利于形成地上、地面、地下立体综合交通系统。从资源节约和环境友好的角度来看，本工程的建设有利于充分发挥轨道交通低污染、低能耗、高效率的优势，加快轨道交通建设步伐，实现城市交通的可持续发展。

### （3）对居民居住和出行的影响

本工程与 6 号线工程将望城区、岳麓区、开福区、芙蓉区、雨花区及长沙县共五区一县连接起来，是贯穿长沙西—东方向的径向线路，快速衔接河西副中心、城市主中心、星马片区南部、空港组团和黄花机场，加强城市“一主两次”跨江联系，引导城市东西向拓展，建成后可以快速形成轨道交通网络，分流东西向道路客流的效果非常明显，将大大降低地面公交系统的压力，改善主城区的交通紧张的状况。同时，本工程与沿线交通一起构成多层立体公共交通结构，完善黄花国际机场枢纽交通配套，改善了沿线的投资环境，为招商引资创造有利条件。

总的说来，该项目实施运营后对当地各个领域的发展都有巨大拉动作用，对当地居民是增加收入、提高生活质量、增加就业机会、改善基础设施、改善投资环境、加快城市化进程的好项目，因此项目运营期的社会环境影响突出表现为正效应。

## 9.7 结论与建议

### 9.7.1 结论

（1）本工程建设符合长沙市城市总体规划、土地利用规划、轨道交通建设规划的要求，与长沙市城市其他各相关规划总体协调。

（2）本工程范围内不涉及自然保护区、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环境敏感目标及湖南省生态保护红线。

(3) 轨道交通的建设在节约土地资源和能源方面优势明显，且有利于武汉市土地资源的整合与改造，缓解区域土地利用紧张状况，提高土地利用效率；轨道交通采用电力能源，实现大气污染物的零排放，由于替代了部分地面汽车交通，减少了汽车尾气的排放，因而有利于降低空气污染负荷，符合生态建设要求。

### 9.7.2 建议

(1) 本工程的车站及风亭、出入口设置，在满足工程进出、通风需求的前提下，与周边区域功能相融合、与周边建筑风格、景观相协调。

(2) 本工程在建设过程中加强场区内的绿化和生态建设，注重对该地区生态环境的保护。

## 10 环保措施及投资估算

### 10.1 施工准备阶段环保措施

在施工前，应充分做好各种准备工作，对沿线涉及的道路、供电、通信、给排水及其他有关地下管线进行详细调查，并协同有关部门确定拆迁、改移方案，做好各项应急准备工作，确保社会生活的正常状态。征地拆迁时，必须及时足额发放各类补偿费和补助费，并按要求，及时运走建筑垃圾，并做好堆放时的覆盖工作，严防扬尘、污水等对造成周围环境影响。

### 10.2 施工期环保措施

(1) 施工期的环境影响是多方面的，如生态、噪声、扬尘、污水等，评价建议建设单位在工程招标时，将有关环境保护、文明施工及本报告书所提出的环保措施的内容列入标书，明确施工单位在施工期的环境保护责任与义务，同时加强施工期环境保护的监督与约束。

(2) 施工期除采用“就近便道法”分流车辆外，还应与交通管理部门协商，合理安排施工车辆的路线和时间，减少对城市交通的影响。

(3) 扬尘是施工期最突出的污染源，施工中应切实做好施工开挖面、施工区、渣土堆放和运输等施工活动中的扬尘防治工作。

(4) 建设单位和施工单位积极征求水行政主管部门的意见和要求，并取得临时排水许可证；主要工点应设置临时性的沉砂池和化粪池，并修建排污管线至规定的排放点。

(5) 施工期应按国家标准及长沙市的法规，安排施工方式和时间，防止施工噪声对沿线环境造成严重影响，必要时采取工程措施减低施工噪声。

(6) 对施工临时占用的绿地，工程后原则上应全部采取植物措施予以恢复；对永久占用的城市绿地，应尽可能采取植物措施对建筑硬质空间进行软覆盖。

(7) 妥善处理村民投诉，建议施工单位成立“信访办”，及时解决居民投诉，尽量争取市民的支持和谅解。

(8) 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。

(9) 建设单位和施工单位应按渣土办指定的消纳场地消纳渣土，渣车辆应满足有关规定要求。

(10) 施工过程中如发现地下文物，应立即停止施工，保护现场，并及时通知文物、公安、工商等相关部门，由其派员到场处理。

### **10.3 敏感目标环境污染治理工程措施**

#### **10.3.1 噪声污染治理措施**

工程沿线地下区间风亭周围共 1 处噪声敏感点，预测夜间超标，建议安装 3m 长消声器。

#### **10.3.2 振动污染治理措施**

(1) 在本工程车辆选型中，除考虑车辆的动力和机械性能外，还应重点考虑其振动防护措施及振动指标，优先选择噪声、振动值低、结构优良的车辆。

(2) 工程设计采用 60kg/m 钢轨无缝线路，对预防振动污染具有积极作用。

(3) 运营单位要加强轮轨的维护、保养，定期旋轮和打磨钢轨，对小半径曲线段涂油防护，以保证其良好的运行状态，减少附加振动。

(4) 对谷塘村、乐森建材公司宿舍等 4 处敏感点，设置特殊减振和高等减振措施，共计 956 单延米，需投资 739 万元。

#### **10.3.3 污水处理措施**

黄花机场东站站污水经设计采取的化粪池处理后可就近接入既有市政污水管网，纳入临空污水处理厂统一处理。

#### **10.3.4 大气环境防护建议**

地下车站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。

### **10.4 环保工程投资**

工程投资估算 31.34 亿元，其中环保投资 1049 万元，约占工程总投资 0.33%。工程环保措施及投资汇总见表 10.4-1。

表 10.4-1 工程环保措施及投资一览表

项目	措施项目	投资估算 (万元)
生态环境	在满足工程进出、通风需求的前提下, 地面建筑的形式、体量、高度和色彩等的设计应力求其与周边城市功能相融合、与周边建筑风格、景观相协调	计入工程费
	场地全面实行绿化, 绿化树种满足与周边景观相协调、改善生态平衡、美化、优化沿线环境的要求	计入工程费
水保措施	施工期	水保已计列
噪声治理	预留装消声器费用	50
振动	全线设置减振措施共计956 单延米	739
环境空气保护	施工场地、道路洒水、加盖蓬布	50
	风亭口不正对敏感目标	/
水环境	施工期污水处理设施	60
	1 座车站生活污水经化粪池处理	20
固体废物	施工弃土及建筑垃圾交有资质单位处理, 运营期生活垃圾由专门的人员进行打扫和收集后, 交由当地环卫部门统一处理	计入工程费
环境监测	施工期监测、监控费用, 包括: 地面沉降监控、施工期地下水水质监测、施工期噪声监测、施工期振动监测、施工期扬尘监测	50
	运营期噪声、电磁跟踪监测	10
环境监理	施工期	40
环保竣工验收		30
投资总计		1049

## 11 环境风险评价

### 11.1 概述

环境风险是指突发性事故对环境（或健康）的危害程度，建设项目建设和运营期间发生的可预测突发性事件或事故（一般不包括认为破坏和自然灾害）引起的有毒有害、易燃易爆等物质的泄露，或突发事件产生的新的有毒有害物质，所造成的对人身安全与环境的影响和损害。

通过对工程性质、工程量和工程沿线环境敏感性的分析，本工程属于典型的非污染类建设项目，项目不属于化学原料及化学品制造、石油和天然气开采与炼制、信息化学品制造、化学纤维制造、有色金属冶炼加工、采掘业、建材等风险导则界定的项目类型；工程建设不设置炸药库、油库等设施；工程评价范围内无化工厂、有色金属冶炼厂等，工程建设不会涉及这些工厂企业。项目建设、运行均不会产生现行风险评价技术导则里界定的环境风险，不会导致大气污染环境风险、水环境污染风险以及对以生态系统损害为特征的事故风险。

由于工程下穿了长沙黄花机场，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。建议在施工期、运营期做好相应风险防范工作。

本工程的主要环境风险为施工期泥浆废水非正常排放对污水处理厂和区域排水管网产生环境风险。

### 11.2 施工废水对沿线污水管网、污水处理厂的风险分析

#### 11.2.1 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；涌水和透水都有可能产生环境风险。

#### 11.2.2 危险源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。

### 11.3 对地下管线风险分析及应急预案

由于工程下穿了长沙黄花机场，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。本项目隧道区间及车站基础埋深一般在10~35m之间。线路中心线与管道中心线最小距离为7m。

根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十条第二款：在管道线路中心线两侧各五米地域范围内，禁止取土、采石、用火、堆放重物、排放腐蚀性物质、使用机械工具进行挖掘施工。第三十五条第二款：在管道线路中心线两侧各五米至五十米范围内新建、改建、扩建铁路、公路、河渠，架设电力线路，埋设地下电缆、光缆，设置安全接地体、避雷接地体，施工单位应当向管道所在地县级人民政府主管管道保护工作的部门提出申请。

地下管道中心线五米至五十米范围内施工措施：

- 1) 施工前配合产权单位探明管道具体走向、位置、埋深，并在管道两侧5m处设置警示标志，范围内禁止机械施工作业；
- 2) 桥梁基础采用钢板桩防护、低振动桩基施工，减小对管道周边土体的干扰。
- 3) 施工便道等临时用地设置在线路东侧，保证挖掘机等大型机械作业时尽量远离管道；
- 4) 加强监测，施工期间做好应急预案。

### 11.4 对环境地质风险分析及风险防范措施

#### 11.4.1 环境地质风险分析

1、项目沿线环境地质情况

本项目沿线场地分布的特殊岩土主要为：人工填土、淤泥质土及风化岩。

### (1) 人工填土

本项目沿线地表大多分布有人工填土层，主要为路基回填的素填土，部分为杂填土，颜色较杂，素填土主要为人工堆填的可塑~硬塑状态黏性土，局部含砾石，硬物质含量约 30%。大部分稍压实~欠压实，稍湿~湿。本层在水平方向上分布广泛；在垂直方向上分布不均匀。局部存在上层滞水。工程性质较不稳定，未经处理加固，不宜作为天然地基，基底开挖后可能产生失稳、坍塌，也有可能对基桩产生负摩阻力。

### (2) 软土

本场地淤泥质土(局部含淤泥)在场地局部分布，呈流塑状。本次勘察土工试验结果表明本场地软土层物理力学参数离散性较小；其孔隙比为 1.271~1.510，平均 1.404；压缩系数为  $a_{1-2}=0.69\sim1.24\text{Mpa}^{-1}$ ，平均值为  $0.94\text{Mpa}^{-1}$ ，为高压缩性土；强度指标较小，地基承载力低。根据实验结果结合经验，淤泥质土大部分处于欠固结状态。

### (3) 风化岩

全风化泥质粉砂岩：褐红色、棕红色，风化剧烈，岩芯成砂土状，原岩结构基本破坏，岩芯浸水易软化崩解，遇水后边坡易失稳。

强风化泥质粉砂岩、砂岩：褐红色、棕红色，岩芯呈半岩半砂土状，碎块状，柱状，具遇水易软化、失水易干裂崩解的特点，即遇水后强度会迅速降低，同时其稳固性较差，长时间暴露失水后将产生软化、崩解开裂现象，且该岩层均具有不均匀风化现象，局部发育有风化硬夹层或风化软弱夹层。

## 2、项目环境地质风险

本项目施工时可能引发的环境地质风险分析如下：

车站施工：沿线场地主要分布人工填土、冲积粉质黏土、粉土及强风化、中风化泥质粉砂岩、砂岩，填土（主要为素填土及杂填土）结构较松散，抗剪强度较低，会给围护结构带来较大的压力，强风化泥质粉砂岩、砂岩在围护结构施工过程中易扰动、软化、集水，从而造成强度降低，若在基坑开挖过程中不及时支护，会造成基坑失稳、坑壁坍塌。上述现象的发生会危及周边道路和建筑物安全。

区间隧道施工：沿线场地主要分布人工填土、冲积粉质黏土、粉土及强风化、中风化泥质粉砂岩、砂岩，区间隧道除局部顶板位于粉质黏土、粉土或素填土外，其余主要位于强、中等风化岩层中。若隧道施工过程中对顶板位于粉质黏土、粉土或素填

土中的地段不及时采取措施，可能会造成局部地面沉降或地面塌陷。上述现象的发生会危及周边道路和建筑物安全。

#### **11.4.2 地质风险防范措施**

1、设计阶段应充分搜集既有的资料，调研和分析沿线的不良地质和软土分布情况，掌握地下水的分布和性质，并提前做好相关的安全风险分析和评估。

2、在可行性研究阶段主要是通过对既有资料的分析研究，初步掌握场区的工程地质和水文地质条件，对线路通过区的工程地质条件进行初步评价；启动专项地质灾害评估工作；必要时进行代表性勘探工作；从工程地质角度论证工程方案的可靠性与合理性。

3、在岩土工程的初步勘察阶段对线路敷设形式和不同的地质单元实施初步勘察工作；初步查明沿线的工程地质和水文地质条件；初步查明沿线的不良地质和软土，以及地下水的性质和分布；并应识别设计、施工中与地质有关的风险因素，对线路通过地区的工程地质和水文地质条件进行分析评价

4、在岩土工程的详细勘察阶段应在初步设计的基础上针对不同的工点、不同的结构形式及施工方法查明沿线的工程地质和水文地质条件；评价工程的应性，并对设计施工提出相应的措施和建议。

5、位于待开发区域的建设线路，工程活动和降水会引起周边地层沉降。通过在地下车站与区间设置变形缝，盾构区间管片之间为非刚性连接，明挖区间隔一定距离设置变形缝，可以减小因周边降水导致地层不均匀沉降对地铁结构产生的影响；待开发建设项目建设时，地铁结构作为既有建筑，新建项目应采取一定措施例如注浆等方式来保证地铁结构的不均匀沉降、侧向位移等，以保证地铁的结构安全及运营安全。

6、施工过程中的施工勘察应结合设计和施工进展情况，进行详细的地质风险因素辨识与地质风险评估。

7、线路运营后要做好长期监测工作，研究监测数据变化情况，保证地铁线路运营安全。

8、根据本区段的地质条件选择合适的施工方法。

#### **11.5 土壤环境风险防范措施**

本工程施工过程中有可能会涉及被污染的土壤，受到污染的土壤表土容易在风力和水力的作用下分别进入到大气和水体中，可能通过经口摄入、呼吸吸入和皮肤接触

等多种方式危害人体健康，污染场地未经治理直接开发建设，会给有关人群造成长期的危害。

### 1、施工过程中土壤污染风险对本工程的影响

本工程施工过程中挖到污染的土壤后如果不能及时发现及处置，可能对施工场地环境及人员的健康和安全带来一定影响，危害人员健康，引发癌症和其他疾病等。但由于土壤污染的危害是一个长期积累的过程，一旦发现问题土壤并及时进行处置，对本项目施工人员健康的影响较小。

### 2、施工过程中土壤污染风险防范措施

(1) 在地铁施工中应注意对施工人员采取防护措施，现场施工人员应按规定穿戴胶鞋，施工区应配备防毒面具，一旦出现异味，加强通风，并上报上级管理部门，会商后确定处理措施。

(2) 施工项目部成立土壤污染风险应急指挥小组，以项目经理为组长，项目副经理、项目技术负责人为副组长，项目部其余各岗位管理人员为组员。在挖掘土方的过程中如果发现土壤有异味，现场人员应立即报告组长，及时进行土壤监测及处置，组长即刻到现场进行总指挥，调动组员，组织迅速封锁事故现场，施工作业区内应立即组织人员撤离，并进行周边居民疏散，上报主管部门进一步处理。

3、对于发现的存在污染的土壤，应按照《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发〔2016〕31号）、《关于保障工业企业场地开发利用环境安全的通知》（环发〔2012〕140号）、《场地环境调查技术导则》(HJ 25.1-2014)、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环境保护部公告2017年第72号）、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（2014.11）等文件的要求，明确土壤污染责任主体，并开展污染土壤的修复治理工作。

## 11.6 风险防范措施对策及应急预案

### 11.6.1 施工期环境风险防范措施

#### (1) 预防控制措施

a、设计阶段，设计单位对周围环境、邻近建筑和管线进行详细的调查，为确定地面建筑允许变形量提供基础数据，也为将来可能产生的法律纠纷提供证据。调查内容包括：邻近建筑物的分布、基础形式、建筑年代、地上层数，地下室层数、地下室深度、地下管线的分布与埋深，已存在的裂缝、倾斜、渗漏等。

b、施工前期做好调查研究工作，掌握基坑影响范围内的路面、周围建筑物和管线的状态和允许沉降值；对于具有潜在危险的路面、建筑物和管线提前做好保护措施。

工程地质勘测资料是地下工程施工的重要依据，要通过详细的工程地质勘察，为设计施工提供所需的参数和指标，必要时进行施工条件的工程地质验证。

c、在软弱地层中进行隧道施工时，采用不同的开挖和支护方案及步骤，会对围岩稳定性及施工成本产生较大的影响。因此，施工设计中应根据地质环境特征和邻近建筑物的分布特征，做好施工方案的优化选择。

d、严格控制开挖车站规模，同时应采取稳妥可靠的技术措施。市区段周围管线密集处施工时，应要求施工单位加强监测，根据监测数据，及时调整支护参数。针对临近自来水主水管和大型电缆的路段，建议施工单位采取加长围护桩、提高水泥含量、增加型钢密度、控制降水等措施，防止水管因地面沉降发生爆裂。

e、施工单位要建立健全环境管理制度和工程施工风险应急控制预案，将环境风险的预防、控制纳入安全生产管理体系。

f、明确应急响应系统的人员和设备要求，包括费用预算和支出的分担。确定不同应急响应部门的责任范围，将环境风险应急处理纳入管理范围。

g、建立消防管理制度、易燃易爆物品的管理办法。施工中的危险废物按国家危险废物的处理要求处理处置。

h、做好施工期现场监测预报。通过施工期对整个工程进行系统的监测，了解其变化的态势。利用监测信息预测系统的变化趋势，当出现险情预兆时，做出预警并及时采取措施。制定好应急预案，一旦发生事故，及时控制影响范围。

i、地面沉降是缓变式地质灾害，故必须加强对地面沉降的关注。建议在拟建场地上设置 GPS 水准点，及时掌握地面沉降的发展动态，及时采取必要的防治措施，把可能造成的损失降到最低限度。

## （2）应急处理措施

a、施工中如发现废弃物、不能辨别的物品或不明气体、液体出现时，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、敲击或玩弄。

b、发生工程事故或火灾、爆炸、危险化学品大量泄漏等污染事故时，按工程和消防应急控制预案处理，并及时报告当地环保部门。建议施工前召集国内诸多地铁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。

### 11.6.2 运营期环境风险防范措施

(1) 在设计上应充分考虑对紧急事故的可行性，不仅要对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，提高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。避免由于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。对已出过的事故苗头、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。

## 11.7 小结

综上分析，本项目出现的环境风险是在可接受的水平，采取的环境风险防范措施和风险事故应急预案有效可行。

## 12 环境影响经济损益分析

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。

### 12.1 评价分析方法

采用静态分析法综合评价本项目环境影响经济的损失和效益，从环境经济角度得出结论。

#### （1）环保投资净效益

计算环保投资净效益，其目的是评价工程对环境的影响是以有利的方面为主，还是以不利方面为主。计算公式为：

$$B_{\text{总}} = (B_{\text{措}} - K) + B_{\text{工}} - L_{\text{前}}$$

式中：

$B_{\text{总}}$ ：环保投资净效益；

$B_{\text{措}}$ ：环保投资产生的环境经济效益；

$K$ ：环境保护投资费用；

$B_{\text{工}}$ ：工程环境影响环境经济效益；

$L_{\text{前}}$ ：未投入环保资金时的环境经济损失。

#### （2）环保投资效益比

为了评价环境保护投资的合理性及环境保护的可行性，还必须计算环境保护投资的效费比，计算公式为：

$$E_{\text{总}} = (B_{\text{措}} + B_{\text{工}} - L_{\text{前}}) / K$$

如果  $E_{\text{总}} \geq 1$ ，说明本项目的环境经济效益大于环境保护费用，项目是可以接受的；如果  $E_{\text{总}} < 1$ ，则说明本项目的环境保护费用大于所得的效益，项目应放弃。而且  $E_{\text{总}}$  越大，说明环境保护投资效果越好。

#### （3）环保投资与基建投资比

通过该项指标与国内同类工程对比，以确认其合理性。

## 12.2 环境影响经济损益分析

### (1) 主要环境影响因子

根据本工程的特点和当地具体环境状况，确定参与环境影响经济损益分析的主要环境影响因子为：噪声、生态景观和水污染等。

### (2) 投入环保资金前产生的环境经济损失 $L_{\text{前}}$

#### 噪声产生的环境经济损失 $L_{\text{前声}}$

根据本工程特点，风亭、冷却塔、隧道敞开段周围人群将受到噪声不同程度影响，因此，本报告主要估价地铁、公路隧道敞开段噪声对其周围人群产生的环境经济损失。为了能估价本工程产生噪声造成的环境经济损失，本报告类比选用 1992 年 Planco 对德国轨道交通噪声给乘客产生影响造成环境经济损失的估价系数，即 1.2 元人民币/100 人·公里。

根据设计文件，列车平均旅行速度为 35km/h，每日运营 18 小时，由于轨道交通是比较快捷的交通方式，如果忽略各列车之间短暂的间隙，则可以把线路上运行的列车看作是连续的，噪声源周围社会人群受到连续的噪声影响，而这些人群每天受到的影响程度相当于这些人乘坐地铁按 35km/h 的速度旅行 18 小时受到影响的程度。

估计受本工程噪声影响的人群为 3000 人，则  $L_{\text{前声}}=827.8$  万元/年。

### (3) 环境保护投资费用 $K$

本工程环境保护投资费用 1049 万元，以 4 年平均，则  $K=262.25$  万元/年。

### (3) 环境保护投资产生环境经济效益 $B_{\text{措}}$

#### 噪声治理后受噪声影响人数减少产生的环境经济效益 $B_{\text{措声}}$

根据声环境影响预测结果，针对超标敏感建筑采用加长消声器、采用超低噪声冷却塔等措施后，预计沿线敏感点均能满足标准要求。则  $L_{\text{后声}}=0$  万元/年。

$B_{\text{措声}}=L_{\text{前声}}-L_{\text{后声}}=827.8$  万元/年。

### (5) 工程环境影响环境经济效益 $B_{\text{工}}$

如不采取铁路交通方式，而采用道路交通方式来满足本工程沿线经济社会发展对交通日益增长的需求，则对环境的污染影响程度有所不同。

#### ① 噪声污染环境经济损失比较

为了能比较两种交通方式产生的噪声造成的环境经济损失，道路交通方式的功能应与本工程交通方式的功能相同，交通时速为 80km/h，每日运行 18 小时，而且旅客量

相同；此外，因道路交通全部在地面，交通路线两侧受噪声影响的人数会比地铁多，预计为 10000 人。道路交通沿线人群每天受到的影响程度相当于这些人群采取道路交通方式按 80km/h 的速度旅行 18 小时受到的影响程度。

根据德国资料，道路交通噪声、振动给乘客产生影响而造成环境经济损失的估价系数为 1.7 元人民币/100 人.公里。

经计算，道路交通噪声产生的环境经济损失  $L_{路声}=8935.2$  万元/年。

两种方式噪声污染环境经济效益  $B_{工声}=L_{路声}-L_{前声}=8107.4$  万元/年。

## ②大气污染环境经济损失比较

由于轨道交通是利用电力作为能源，其产生的大气污染非常小，近似认为其对大气污染造成的环境经济损失为 0。

根据大气环境影响评价结论，因本工程的建设而减少汽车尾气排放。道路大气污染造成的环境经济损失按德国道路交通废气给乘客产生影响造成的环境经济损失指标估价，为 0.2 元人民币/100 人.公里。则  $B_{工气}=459.9$  万元/年

## ③工程环境影响环境经济效益 $B_{工}$ 总计

$B_{工}=B_{工声}+B_{工气}=8567.3$  万元/年。

## (6) 环境影响经济损益计算分析

①环保投资净效益  $B_{总}=(B_{措}-K)+B_{工}-L_{前}=8305.5$  万元/年。

$B_{总}>0$ ，说明工程对环境的影响是以有利的方面为主。

②环保投资效益比  $E_{总}=(B_{措}+B_{工}-L_{前})/K=35.8$

$E_{总}>1$ ，说明本项目的环境经济效益大于环境保护费用，环境保护投资效果较好。

③环保投资与基建投资比：

工程投资估算 31.34 亿元，其中环保投资 1049 万元，环保投资与基建投资比为 0.33%，与国内同类工程环保投资比相近，所以其环保投资是合理的。

## 12.3 评价结论

从环境经济角度出发，本工程对环境的影响是以有利的方面为主，环境保护投资效果较好，环保投资是合理的。

## 13 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、科学的跟踪，并进行规范的环境管理与环境监控。

### 13.1 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 10 章。

### 13.2 施工期环境管理与监控

#### 13.2.1 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、监理单位和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，提高环保意识。

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。

### 13.2.2 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。

### 13.2.3 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实有组织性。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，处理后于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影响评价报告书（表）及批复意见，进行环保工程验收或自验。

## 13.2.4 施工期环境监控

(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。

### **13.2.5 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表 13.2-1 中。

表 13.2-1 施工期环境监测计划

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 <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、气象	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

表注\*：（1）监测设备联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<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、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 PM<sub>10</sub> 小时浓超过 200 微克/立方米、PM<sub>2.5</sub> 浓度超过用 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。

### 13.2.6 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。

## 13.3 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。

### 13.3.1 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。

### 13.3.2 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。

### 13.3.3 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 13.3-1。

表 13.3-1 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 <sub>Cr</sub> 、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
土壤	砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、石油类	车辆综合基地	每年 1 次	
噪声	A 声级或等效连续 A 声级	风亭、冷却塔周围敏感点，谷塘村	每 2 年 1 期	
振动	振级	谷塘村	每 2 年 1 期	
废气	NO <sub>2</sub> 、CO、HC、臭气浓度	风亭排放口周围敏感目标，谷塘村	每季一次	

## 13.4 污染物排放清单及总量控制指标

### 13.4.1 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。

表 13.4-1 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	--	--	3650	化粪池处理后接入市政污水管网排入长沙黄花机场污水处理厂	长沙临空经济区污水处理厂
		COD	300	500	1.10		
		BOD <sub>5</sub>	90	300	0.33		
		SS	70	300	0.26		
		氨氮	25	40	0.09		
		总磷	4	8	0.01		
固废	生活垃圾	--	--	--	32.85	委托处理	环卫部门
危废	废蓄电池	--	--	--	少量	委托有资质单位处理	

### 13.4.2 总量控制指标

本项目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

3650t/a、COD1.10t/a、氨氮 0.09t/a，废水污染物总量指标向污水处理厂申请，在污水处理厂的总量中平衡，项目核定的接管量作为考核指标。

所有固废均进行无害化处理处置或综合利用，外排量为 0，不需申请总量。

### 13.5 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。

#### 13.5.1 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。

#### 13.5.2 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向条款：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，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和处置；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工作，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、检验工作；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，必须由长沙市渣土管理处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。各个消纳场须经渣土处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，长沙市城管局渣土办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城管局渣土办承担。

## （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。

### 13.6 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）严格执行：按已制定的城市规划和土地利用规划严格执行，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。

### 13.7 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，尽快开展一次跟踪评价，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。

### 13.8 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13.8-1。

表 13.8-1 工程环保措施“三同时”验收清单—环保措施部分

长沙市轨道交通 6 号线东延段工程						
项目名称	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；备齐防暴雨的挡护设备；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，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，应报经长沙市环保局批准。 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	对谷塘村、湖南乐森建材有限公司办公宿舍楼等 4 处敏感点，设置高等减振措施，共计 956 单延米，需投资 739 万元。 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应的减振措施，减振投资以工	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		

			程概算为准。	声限值及其测量方法标准》(JGJ/T170-2009)的要求。	
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	
	营运期	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	接管	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场建设规定》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“5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、在线监测仪等）	--	--	

表 13.8-2 工程施工期环境监理要求

项目名称	长沙市轨道交通 6 号线东延段工程				
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。	
环境噪声	各施工场地	噪声现场监测	靠近车站、风亭周边的敏感点	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； 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。 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，应报经长沙市环保局批准。 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 高声屏障，减轻施工噪声影响。	三同时
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	

## 14 环境影响评价总结论

长沙市轨道交通 6 号线东延段工程为：西起黄花机场西站（不含），南端止于黄花机场东站，线路全长 4.21km（均为地下线），设 1 座车站。6 号线东延工程依托 6 号线主变电站（即合平路主变电所）、控制中心、停车场和车辆基地。同时，预留预埋 10 号线和 S2 线黄花机场东站及区间的土建预留预埋工程。土建预埋工程仅包括车站的混凝土工程（车站建筑、主体框架等砖砌墙体），不包含机电、装修等工程。

本工程计划 2020 年 10 月开工，2024 年 9 月底建成通车。6 号线东延段工程总投资 31.34 亿元。

### 14.1 工程环境影响评价结论

#### 14.1.1 声环境影响评价

本工程设置的地下车站风亭周围有 1 处居民点。

##### 1、现状评价

地下线环控设备周边敏感点谷塘村居民的监测结果显示：昼夜均能达到 GB3096-2008《声环境质量标准》2 类标准要求。

##### 2、预测评价

谷塘村居民点位于 2 类区内。敏感点昼间和夜间运营时段地铁环控设备噪声贡献值分别为 46.9dB（A），敏感点处环控设备噪声在叠加了背景噪声之后，昼间、夜间运营时段等效连续 A 声级分别为 58.60dB（A）、50.9dB（A），分别较现状值增加 0.3dB（A）、2.2dB（A），对照相应标准限值要求，谷塘村居民夜间运营时段出现超标现象。

##### 3、噪声防治措施

###### （1）合理选择设备及类型

①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。

②风亭选址和布局：风口不正对敏感建筑。

###### （2）噪声防治措施

本项目超标敏感点附近的风亭设置 3m 长片式消声器+超低噪声冷却塔措施后，

风亭降噪10dB，采用超低噪声冷却塔降噪10dB，采取措施后敏感点噪声值达标或维持现状。

### 14.1.2 振动环境影响评价

本工程沿线共有4处振动环境敏感目标，均分别为居民住宅。

#### 1、现状评价

工程沿线敏感点环境振动现状值昼间为56.93~59.23dB，夜间为47.23~52.13dB，均能满足GB10070-88《城市区域环境振动标准》之相应标准限值要求。

#### 2、预测评价

##### (1) 环境振动预测

工程建成后，对本工程沿线4个现状环境敏感点各预测点振动值 VLzmax 昼间为 74.17~78.28dB、夜间为 73.67~77.78dB，对照 GB10070-88《城市区域环境振动标准》相应标准，昼间有3处敏感点超标 0.79~1.96dB，夜间有4处敏感点超标 1.67~4.46dB。

##### (2) 二次结构噪声预测

工程地下段距线路中心线 50m 范围内共有 5 处敏感点。

敏感点室内二次结构噪声预测范围昼间为 34.3dB~45.4dB，夜间为 33.8dB~444.9dB，参照《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) 标准限值，昼间谷塘村 1#、2#、3#居民点、湖南乐森建材有限公司办公宿舍楼 4 处室内二次结构噪声预测值超标量为 1.6dB~4.4dB，夜间谷塘村 1#、2#、3#居民点、湖南乐森建材有限公司办公宿舍楼 4 处室内二次结构噪声预测值超标量分别为 4.1dB~6.9dB。其余敏感点室内二次结构噪声预测值未超标。

#### 3、振动防治措施

①在本工程车辆选型中，建议除考虑车辆的动力和机械性能外，还应重点考虑其振动防护措施及振动指标，优先选择噪声、振动值低、结构优良的车辆。

②本工程正线采用60kg/m钢轨无缝线路，对预防振动污染具有积极作用。

③运营期要加强轮轨的维护、保养，定期旋轮和打磨钢轨，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。

④本工程有谷塘村、湖南乐森建材有限公司办公宿舍楼等4处超标敏感点，设置特殊和高等减振措施，共计956单延米（其中特殊减振共400单延米，高等减振共556单延米），共需投资739万元。

工程按照上述要求采取相应的特殊减振措施（钢弹簧浮置板轨道）、高等减振措施（减振垫）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。

⑤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，不宜规划建设振动敏感建筑，具体控制距离根据埋深和曲线半径的变动而变动。

⑥随着技术的不断进步，环境影响评价建议采用的减振措施可以根据工程实施时的国内外技术情况，调整为减振效果相当、维修方便的其它成熟减振措施。地铁建设时，周边环境可能发生改变，工程实施中可根据环境变化，按照本次评价振动防治原则，适时调整减振措施；规划敏感点距拟建地铁线路的距离应符合本报告提出的振动达标防护距离要求。

#### 14.1.3 地表水环境影响评价

本工程评价范围内涉及的地表水体主要为铁漏塘河。

##### 1、现状评价

本工程车站生活废水经预处理后直接排入市政污水管网，进入长沙临空经济区污水处理厂统一处理，达标后尾水排入榨山港，最终汇入浏阳河。故本次评价引用《长沙县农村环境建设投资有限公司长沙临空经济区综合污水处理中心(一期)工程环境影响报告书》中对榨山港的监测数据。榨山港拟建排污口上、下游水质均符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准，当地水环境质量较好。

##### 2、影响分析

根据区域污水处理现状及规划情况，本工程黄花机场东站污水均可经既有污水管网进入临空污水处理厂统一处理，执行GB8978-1996之三级标准，工程对地表水环境的影响可接受。

#### 14.1.4 空气环境影响评价

地铁列车采用电力牵引动力无燃料废气排放，大气污染源主要是排（活塞）风亭排放的异味气体对环境有一定的影响。另一方面，本项目投入运营后，将显著减缓地面公交压力，有效减少机动车尾气污染物的排放量，总体而言，对周围大气环境质量有改善作用。

运营初期风亭排气异味主要与地铁内部装修工程采用的各种复合材料散发的多种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。风亭排气异味在下风向 10-15m 为嗅阈值或无异味，15m 以外已感觉不到风亭异味，设在道路边的风亭基本上感觉不到异味。本工程 1 处敏感点距离活塞风亭、排风亭 15m 以外，工程运营期不会对周边大气环境敏感点产生明显影响。

#### 14.1.5 固体环境影响评价

本项目工程施工期固体废弃物可得到合理处置；运营期产生的固体废物较少，生活垃圾由专门的人员进行打扫和收集后，交由当地的环卫部门统一处理；对于变电所产生的危险废物，定期交由具有相应资质的单位处理。因此，本工程运营期产生的固体废物经妥善处置后，对周围环境影响不大。

#### 14.1.6 生态环境影响评价

（1）本工程建设符合长沙市城市总体规划、土地利用规划、轨道交通建设规划的要求，与长沙市城市其他各相关规划总体协调。

（2）本工程范围内不涉及自然保护区、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环境敏感目标及湖南省生态保护红线。

（3）轨道交通的建设在节约土地资源和能源方面优势明显，且有利于武汉市土地资源的整合与改造，缓解区域土地利用紧张状况，提高土地利用效率；轨道交通采用电力能源，实现大气污染物的零排放，由于替代了部分地面汽车交通，减少了汽车尾气的排放，因而有利于降低空气污染负荷，符合生态建设要求。

### 14.2 公众参与结论

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》等相关规定，长沙市轨道交通集团有限公司于 2020 年 6 月 1 日委托湖南葆华环保有限公司负责长沙市轨道交通 6 号线东延段工程环境影响评价工作。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 2020 年 6 月 5 日在长沙市轨道交通集团有限公司网站进行了环境影响评价公众意见调查第一次公示。2020 年 8 月 13 日，长沙市轨道交通集团有限公司在其网站（[http://www.hncsmtr.com/xwzx/tzgg/2020813/15973040842968879\\_1.html](http://www.hncsmtr.com/xwzx/tzgg/2020813/15973040842968879_1.html)）再次进行了环境影响评价公示（含工程环境影响报告书征求意见稿），同时在现场张贴了公告，并于 2020 年 8 月 17 日、2020 年 8 月 24 日分别在《长沙晚报》A04 版、A02 版版进行了公示。

根据建设单位完成的环评公众参与调查情况，未收到工程沿线公众反馈意见。

### 14.3 环境影响评价结论

长沙市轨道交通 6 号线东延段工程，是国家发展改革委批复的第三期建设规划批复的在建轨道交通 6 号线终点站长沙机场西航站区引出，接入长沙机场改扩建工程拟建的 T3 航站楼综合交通中心。该项目的实施符合《国家发展改革委关于促进枢纽机场联通轨道交通的意见》（发改基础〔2020〕576 号）相关要求，同时《国家发展改革委关于长沙机场改扩建工程项目建议书的批复》（发改基础〔2020〕515 号）中已明确“加强以机场为核心的综合交通枢纽方案研究”“稳定与机场本期扩建工程同步实施的磁悬浮快线、城市轨道交通 6 号线向东航站区沿伸以及长沙至赣州铁路在机场东航站区设站的工程技术方案”。长沙市自然资源与规划局正在推进第三轮线网规划修编，2019 年 4 月，该线网规划修编方案已通过了市规委会审议。本项目将列入第三轮线网规划修编中。

本工程建设符合长沙市城市总体规划和长沙县土地利用总体规划。建设长沙市轨道交通 6 号线东延段工程可以实现推进机场与轨道交通等交通方式高效衔接，建设一批以空铁联程联运为核心的现代航空枢纽。实现空陆交通无缝衔接，零距离换乘。轨道交通是一种先进的城市快速交通系统，它以电力驱动，沿线无大气污染及水环境污染等环境问题，并由于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、运营期列车运行将产生一定程度和范围的噪声、振动，车站产生污水等污染，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。在切实做好环境保护工作的前提下，本工程是一项符合社会效益、经济效益和环境效益协调统一的工程，工程建设具有环境可行性。