

目 录

概 述.....	1
一、项目背景.....	1
二、建设项目特点.....	1
三、环境影响评价工作过程概述.....	2
四、分析判定相关情况.....	2
五、关注的主要环境问题及环境影响.....	10
六、环境影响报告书主要结论.....	10
七、致谢.....	10
1 总则.....	12
1.1 编制依据.....	12
1.2 评价目的与原则.....	15
1.3 环境影响识别和评价因子选择.....	16
1.4 评价标准.....	17
1.5 评价等级及评价范围.....	20
1.6 评价内容、评价重点及评价因子.....	22
1.7 环境保护目标.....	23
1.8 相关规划及环境功能区划.....	31
2 工程概况与工程分析.....	32
2.1 工程概况.....	32
2.2 工程分析.....	53
2.3 方案比选.....	63
3 环境概况与现状评价.....	67
3.1 自然环境概况.....	67
3.2 环境质量现状.....	72
3.3 地下水源地.....	80
4 施工期环境影响预测与评价.....	82
4.1 生态影响分析.....	82
4.2 振动环境影响分析.....	85
4.3 声环境影响分析.....	86
4.4 地表水环境影响分析.....	88
4.5 地下水环境影响分析.....	89
4.6 空气环境影响分析.....	92
4.7 固体废物环境影响分析.....	94
5 运营期环境影响预测与评价.....	95
5.1 生态环境影响评价.....	95
5.2 振动环境影响预测与评价.....	97
5.3 声环境影响预测与评价.....	111
5.4 地表水环境影响评价.....	122
5.5 地下水环境影响预测与评价.....	126
5.6 环境空气影响分析.....	130
5.7 固体废物环境影响分析.....	133

5.8 电磁环境影响分析	134
6 环保措施及技术可行性论证.....	137
6.1 施工期环境保护措施	137
6.2 运营期环境保护措施	144
6.3 环保投资估算	155
7 环境影响经济损益分析.....	157
7.1 环境经济损失分析	157
7.2 环境经济效益分析	158
7.3 环境影响经济损益分析	160
7.4 小结	160
8 环境监理与环境监测计划.....	161
8.1 环境管理	161
8.2 环境监测	164
8.3 施工期环境监理计划	165
8.4 竣工环境保护验收	168
9 环境影响评价结论.....	171
9.1 工程概况	171
9.2 工程与规划相容性	171
9.3 环境振动	171
9.4 声环境	173
9.5 地表水环境	174
9.6 地下水环境	175
9.7 生态环境	175
9.8 电磁环境	176
9.9 环境空气	176
9.10 固体废物	177
9.11 环境影响评价总结论	177

概 述

一、项目背景

地铁16号线是《西安市城市轨道交通第三期建设规划（2019-2024年）》规划建设都市区轨道交通线网中的一条区域快线，线路起于铁路南客站，向北经过昆明池、中央商务区、能源金贸中心，跨渭河向北串联秦汉新城、空港新城至泾河新城，形成一条南北向的快速客运通道，与线网中的12、18号线共同构成西咸新区内的南北向轨道交通骨架，覆盖了西咸新区的各主要功能区域，支撑大西安新中心发展格局。同时，线路沿科技创新轴布设，轨道对大西安新中心新轴线具有重要的引领带动作用。

本次评价的地铁16号线一期工程线路全长15.03km，设置9座地下车站，1座沙河滩车辆基地；线路位于大西安新中心新轴线的核心区域，对引导中央商务轴土地的合理开发，支撑城市近期建设，引领打造公交化绿色出行，充分发挥轨道交通的TOD（以公共交通为导向）功能意义重大。

二、建设项目特点

（1）本项目为新建城市轨道交通项目，行业类别属于交通运输类。

（2）项目线路长 15.03km，设车站 9 座、车辆基地一座，主变电站位于车辆基地内，项目设计速度为 100km/h。正线全部为地下线，采用无缝轨道。

（3）项目施工期车站、区间及车辆基地等的土建施工持续时间长，施工土方量大，投入的材料、人员、施工机械数量多，主要为扬尘影响、噪声影响。正线地下区间隧道主要采用盾构法（占比 92.5%），对周边环境影响较小。

（4）运营期环境影响主要为列车产生的振动及二次结构噪声影响、风亭和冷却塔产生的噪声影响，针对项目特点对沿线敏感点采取减振措施，并提出规划控制建议。

（5）项目的建设将改变沣东新城交通结构，提高客运能力，缓解地面交通拥堵问题，减少的汽车尾气的排放和缓解城市地面交通噪声污染，符合经济效益、社会效益、环境效益同步增长的原则。

（6）项目位于城镇建成区，沿线主要分布有居民小区、村庄以及学校；设计线路目前穿越西安市沣皂地下水源地、西北郊地下水源地二级保护区，科统三路站位于沣皂地下水水源地二级保护区范围内。

三、环境影响评价工作过程概述

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》中有关规定，该项目应实施环境影响评价，并编制环境影响报告书。为此，西咸新区轨道交通投资建设有限公司委托中圣环境科技发展有限公司承担该项目的环境影响评价工作。

环评单位组织专业技术人员对工程沿线环境现状进行了详细踏勘，并先后与建设单位和设计单位进行沟通，收集了大量相关资料，在深入调查项目环境敏感点，环境质量现状监测、分析相关资料的基础上，对设计文件进行分析和研究，按照环境影响评价技术导则及有关环保法规要求，2020 年 2 月完成了项目环境影响报告书的编制工作。

四、分析判定相关情况

1 政策法规符合性分析

(1) 与国家产业政策的符合性

本工程属《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中鼓励类项目“二十二、城市基础设施—城市及市域轨道交通新线建设”。因此，项目建设符合国家产业政策。

(2) 项目与水污染防治法的符合性分析

本项目线路穿越沣皂水源地二级保护区和西北郊水源地二级保护区，科统三路站位于沣皂地下水水源地二级保护区范围内。根据《中华人民共和国水污染防治法》第六十六条，“禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目，已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭”，建设单位应将科统三路站调出沣皂水源地保护区或由政府部门调整沣皂水源地保护区。陕西省西咸新区开发建设管理委员会已启动沣皂水源地整体迁建工作；西安市西北郊饮用水水源保护区调整文件正按程序报批。待西北郊水源地保护区范围调整、沣皂水源地保护区迁建取得陕西省人民政府同意的批复，且根据批复后的水源地保护区调整方案，本工程线路和车站满足法律法规等要求后项目建设可行。

2 规划符合性分析

表 1 建设项目与相关规划符合性分析表

序号	相关规划	规划内容	符合性分析
1	《关中平原城市群发展规划》 (2017-2035)	国家发改委和住建部联合制定，以发改规划〔2018〕220号文同意发布。该规划在综合交通系统建设重点工程中对“轨道交通”提出完善西安地铁线网，适时启动新一轮城市轨道交通建设规划研究。	西安地铁16号线一期工程属于《西安市城市轨道交通第三期建设规划（2019-2024年）》中规划实施的线路，有助于完善西安地铁线网。
2	《关中城市群核心区总体规划》	2016年省住建厅组织编制完成了《关中城市群核心区总体规划》，其中“都市区综合交通规划”中“建设轨道上的西安国际化大都市”提出：打造都市区一体化、多层次的轨道交通体系，加强都市区轨道线网统筹协调，客运枢纽建设，实现高铁、城际轨道、城市轨道交通和城市客运系统的衔接，优化都市区交通结构，引导绿色交通出行。建设分层次、多中心的轨道网络。外围距离较大的组团中心之间，采用轨道快线实现快速联系，包括10号线、15号线、16号线、17号线、19号线。通过3条轨道快线和7条轨道普线实现跨区域的快速轨道交通联系。各城市组团完善内部的网络体系。	项目属于该规划中16号线的一期工程，与《关中城市群核心区总体规划》相符。
3	《关中城市群核心区战略规划》（2016年）	增加关中城市群城际交通系统，串联各城市中心及区域重大交通设施；加快建设关中城市群大运量城市轨道交通；大幅提高公共交通服务水平，加强机场、铁路客运站与城市中心的公共交通联系；全面改善自行车、步行等慢行交通出行环境；强调交通需求管理和控制，引导居民的公交出行等是未来关中城市群实现绿色交通发展模式转型的有力支撑。	拟建项目位于西咸新区范围内，地处关中城市群核心地带，符合关中城市群核心区交通发展策略。16号线沿都市区的创新发展轴南北向布置。其中一期工程南起沣东小镇，北至能源三路，为西咸新区正在发展建设的中心区域，以轨道交通的建设来引导创新发展轴土地的合理开发，充分发挥轨道交通的TOD功能，促进关中城市群“一轴两带、双中心”空间格局的形成。因此本项目建设符合《关中城市群核心区战略规划》。

序号	相关规划	规划内容	符合性分析
4	《关中城市群都市区城市轨道交通线网规划》(2016 年)	《关中城市群都市区城市轨道交通线网规划》由 23 条轨道交通线路组成,其主体网络形态呈“棋盘+环+放射”结构,规划线路总长度 986.0km,其中西安市域范围内线路长度 691.1km,西咸新区范围内线路长度为 238.4km,咸阳市区范围内线路长度 56.5km。西安市轨道交通线网共分为市区线(1~8 号线)和市域线(包含市域快线)(9~23 号线)两个层次,线网内密外疏,主城区外围轨道交通线网运量大、密度低,以较大站间距和高速线路串联外围主要功能新区,成为该层面综合客运系统中的骨干交通运输方式。	地铁 16 号线一期工程南起沣东小镇,北至能源三路,属于《关中城市群都市区城市轨道交通线网规划》中市域线(包含市域快线)(9~23 号线)层次。
5	《西咸新区总体规划》(2016-2035 年)	《西咸新区总体规划(2016-2035)》提出:构建西咸新区“一心双轴,一河五组团”的空间结构,其中双轴中的创新发展轴是指南北纵贯沣东新城、秦汉新城、空港新城的现代化大西安新中心新轴线。以建设田园新城绿色交通体系为目标,贯彻公交优先原则,规划便捷交通网络、倡导绿色交通方式,构建立体化交通系统;形成覆盖西咸新区、连接西咸两市、辐射西安大都市圈,高效便捷的综合交通体系;实现新城 15 分钟通勤,跨区半小时可达的同城效应。	项目选址位于西咸新区沣东新城、能源中心范围内,沿线分布有西咸新区城市发展轴、阿房宫高铁站、能源中心核心区,同时线路南北向布置,与大西安 1、5、11、14、19 号线等多条东西向城市轨道交通线路形成多点换乘,构建 16 号线沿线区域快速交通体系的同时,最大程度地支持了西咸新区与各个方向的联系。
6	《沣东新城分区规划》(2010-2020 年)	构筑和谐的、可持续发展的区域内部交通体系。协调交通与土地利用的关系,协调区内交通、进出交通、过境交通之间关系,协调货运交通和客运交通之间关系;引导城市合理功能布局的实现,引导城市合理交通方式结构的形成;构建组织合理、设施完善、衔接顺畅、安全高效、可持续发展的综合交通运输体系。	16 号线一期工程(沣东小镇至科统三路段)由南向北依次串联沣东新城镐京立体城、科学城科技统筹板块、三桥现代商贸板块,是典型的轨道交通引导新区轴向发展线路,符合沣东新城构建和谐的、可持续发展的区域内部交通体系的城市交通发展策略,同时对沣东新城沿线区域的建设形成大力支持,带动沿线经济发展,引导沣东新城城市空间格局的形成。

序号	相关规划	规划内容	符合性分析
7	《能源金融贸易区总体规划》(2016-2030 年)	规划区位于西咸新区的沣东新城北部，东临太平河，西至沣河，北至渭河，南至科统片区，总用地面积 27.09km ² 。区域交通发展策略为以积极的姿态融入大西安都市区，形成区域一体化的交通模式；构建立体化交通网络，创造便捷的外部交通条件；以实现交通网络和交通基础设施加快建设，引导带动园区发展和支撑城市空间发展布局，形成公路、铁路为主的多层次、多功能、协调综合的运输体系。“以人为本”，提倡以绿色交通为主导的可持续交通发展模式，优先发展公共交通；TOD 引导交通体系化建设，注重交通与用地协调、环境协调，多种交通方式和谐发展。建设快捷、安全、高效、绿色的城市道路运行系统。	16 号线一期工程由南向北沿着大西安新中心轴线、能源中心片区发展轴线敷设，是典型的轨道交通引导新区轴向发展线路，符合能源金融贸易区“以人为本”，提倡以绿色交通为主导的可持续交通发展模式，优先发展公共交通的城市交通发展策略，同时对能源金融贸易区沿线区域的建设形成大力支持，带动沿线经济发展，引导能源金融贸易区城市空间格局的形成。项目选址符合《能源金融贸易区总体规划》。
8	《大西安新中心新轴线总体规划》	东至西安绕城高速，西至沣渭大道，北至沣渭三角洲，南至京昆高速，总用地面积约 122km ² ，包括中央商务区、科技统筹区、昆明池片区和文教园片区。全力打造“一区一节点”，即“西部开发开放创新发展示范区和“一带一路”国际交流合作重要节点”，推动大西安国家中心城市和国际化大都市建设，承载起大西安世界城市的新梦想。	16 号线一期工程(科统六路至能源三路段)由南向北沿着大西安新中心轴线敷设，是典型的轨道交通引导新区轴向发展线路，将对新轴线沿线区域的建设形成大力支持，带动沿线经济发展。因此，项目选址符合《大西安新中心新轴线总体规划》。
9	《大西安新中心轴线地区地下空间专项规划》(2017 年)	规划形成“一心、一轴、四点、五片区”的空间结构。中轴线地区结合地铁站点以及地面商务办公功能，主要以公共设施配套和停车为主，包括地下步行廊道、下沉绿地广场。同时通过下沉广场、地下通道等打造南北畅通的地下步行体系。	地铁 16 号线一期工程，沿线主要涉及地下环隧、下穿城市道路、换乘轨道交通线路、地下公共服务设施等地下空间开发类型。本项目的线路敷设方式、线路平面、线路纵断面、车站埋深、车站出入口及车站风亭等，充分考虑沿线地下空间的开发要求，有利于地下空间的一体化综合开发。
10	《大西安 2050 空间发展战略规划》	2018 年 11 月由西安市规划局组织编制的《大西安 2050 空间发展战略规划》发布，为继续拉开城市骨架，规划采取“多轴线、多中心、多组团”的空间发展模式，形成“三轴三带多中心”的大西安空间结构。其中第二条是科技创新轴位于西侧，沿沣河纵贯西咸新区、高新区，以商贸、科创、临空经济职能为主。	本项目正是位于科技轴上，项目的建设形成一条南北向的快速客运通道，与线网中东西向的线路形成多点换乘，构建都市区快速交通体系的同时，最大程度地支持了西咸新区与各个方向的联系，与线网中的 12、18 号线共同构成西咸新区内的南北向轨道交通骨架，覆盖了西咸新区的各主要功能区域，同时串联了西咸新区的五大新城组团。因此，项目的建设符合该规划。

序号	相关规划	规划内容	符合性分析
11	《西安市城市总体规划（2008-2020）》（2017 年修改）	《西安市城市总体规划（2008-2020）》（2017 年修改）中“城市近期建设重点”提出：西安城市总体规划在优化调整城市功能和旧城更新的同时，重点发展外围副中心城市、组团，提高副中心城市、组团对人口、产业的吸纳能力。西咸新区等紧挨城市中心区的各外围组团是西安国际化大都市向外围拓展的重点区域，是西安发展国际化大都市的重要支撑，是推动城市产业转型升级的基础。	本项目的建设形成一条南北向的快速客运通道，与线网中的其他线路共同构成西咸新区内的南北向轨道交通骨架，覆盖了西咸新区的各主要功能区域，同时串联了西咸新区的五大新城组团。因此，项目的建设符合该规划。
12	《西安市城市轨道交通第三期建设规划（2019-2024 年）》	《西安市城市轨道交通第三期建设规划（2019-2024 年）》已于 2019 年 6 月取得国家发改委批复（发改基础〔2019〕1049 号），轨道交通线网规划由 23 条轨道交通线路组成，其主体网络形态呈“棋盘+环+放射”结构，规划线路总长度 986.0km，其中西安市域范围内线路长度 691.1km，西咸新区范围内线路长度为 238.4km，咸阳市区范围内线路长度 56.5km。建设规划包括 1 号线三期工程、2 号线二期工程、8 号线、10 线一期工程、14 号线、15 号线一期工程、16 号线一期工程等 7 个项目，总长 150km，项目建成后，形成 12 条线路运营、总长 423km 的轨道网。其中 16 号线一期工程自沣东小镇至能源三路站，线路长 15.1km，设车站 8 座，投资 88.57 亿元，项目建设工期为 5 年。建设时序为 2019.06-2024.06。	16 号线一期工程（沣东小镇至能源三路站）设计阶段工程与原线网规划、建设规划在线路走向、建设规模、行车组织与交路、车辆基地等方面基本一致，综合考量了线路沿线的环境敏感点、工程施工条件、成本及可行性，对张旺渠～科统三路段线路路由、车站设置等进行了进一步研究和调整，基本符合《西安市城市轨道交通第三期建设规划（2019-2024 年）》。本工程建设内容与《西安市城市轨道交通第三期建设规划（2019-2024 年）》相关内容对照详见表 2

表 2 本工程与《建设规划》相关内容对比一览表

比较项目		《建设规划》	《可研报告》	差异	主要变化
建设规模	起终点	沣东小镇至能源三路	沣东小镇至能源三路	无	无
	总长 (km)	15.1	15.03	-0.07	线路起点向北调整, 缩短 560m, 终点往南优化调整, 缩短 180m; 张旺渠~科统三路段线路路由调整, 引起该段线路增长 670m。
	敷设方式 (km)	全为地下线	全为地下线	无	无
车站	个数 (座)	8	9	+1	因张旺渠~科统三路段线路优化调整, 增加 1 座车站
	车站形式	地下站: 8	地下站: 9	+1	
车辆编组		B 型车, 6 辆编组	B 型车, 6 辆编组	无	无
初期配属车辆		13 列/78 辆	13 列/78 辆	无	无
行车组织与交路		初期采用一个交路, 近、远期采用大小交路运行, 近期大交路为南客站~能源三路、小交路为沣东农博园~能源三路; 远期大交路为南客站~永乐, 小交路为沣东农博园~高泾南路	初期采用一个交路, 近、远期采用大小交路运行, 近期大交路为南客站~能源三路、小交路为沣东农博园~能源三路; 远期大交路为南客站~永乐, 小交路为沣东农博园~高泾南路	无	无
车辆基地占地 (ha)		35	39.01	+4.01	(1) 将太平河及保护范围用地、规划尚航五路占地一并纳入统计。 (2) 考虑规划用地的完整性, 将太平河西侧一些无法布置场段设施的用地纳入场段占地范围。
控制中心		控制中心与 17、18、19 号线共用, 位于 16 号线沙河滩车辆基地内。	控制中心与 17、18、19 号线共用, 位于 16 号线沙河滩车辆基地内。	无	无

比较项目	《建设规划》	《可研报告》	差异	主要变化
永久征地（亩）	580.3	695.6	+115.3	（1）车辆基地征地面积增加约 60.15 亩；（2）增加一座车站，征地约 13.4 亩；（3）车站总平面图调整、出入线敞口位置变化等引起征地面积增加约 36.5 亩。

3 与规划环评及审查意见的符合性分析

《西安市城市轨道交通建设规划（2017-2023 年）环境影响报告书》已于 2017 年 3 月 20 日取得中华人民共和国环境保护部的审查意见（环审〔2017〕36 号）。相对于规划环评，本次项目在设计过程中对张旺渠～科统三路段线路路由、车站设置等进行了进一步研究和优化调整。本项目科统三路站位于水源地二级保护区范围内，建设单位应将科统三路站调出沔皂水源地保护区或由政府部门调整沔皂水源地保护区。陕西省西咸新区开发建设管理委员会已启动沔皂水源地整体迁建工作；西安市西北郊饮用水水源保护区调整文件正按程序报批。待西北郊水源地保护区范围调整、沔皂水源地保护区迁建取得陕西省人民政府同意的批复，且根据批复后的水源地保护区调整方案，本工程线路和车站满足法律法规等要求后项目建设可行。本工程对规划审查意见落实情况详见表 3。

表 3 本工程对规划环评审查意见的落实情况

序号	规划环评审查意见	落实情况
1	坚持绿色发展理念。结合关中城市群都市区的发展定位和方向、人口分布及生态环境保护要求，统筹考虑轨道交通对关中城市群都市区布局的引导作用，做好《规划》线路、车站布局与城市综合交通枢纽、大型综合商业中心等的有序衔接，切实做好《规划》与城市总体规划、土地利用总体规划及城市地下综合管廊规划等地下空间利用规划的协调，适时优化《规划》方案，体现土地资源集约节约利用原则。	落实
2	严守生态保护红线。10 号线线路方案应严格遵守自然保护区相关法律法规要求，结合环境影响比选论证结论采取避让、减缓等措施，避免对泾渭湿地自然保护区产生不良环境影响。《规划》线路应避让饮用水源一级保护区，二级保护区内不应布置车站和车辆基地。	科统三路站位于水源地二级保护区范围内，建设单位应将科统三路站调出沔皂水源地保护区或由政府部门调整沔皂水源地保护区。新区已启动计划沔皂水源地整体迁建工作，西安市西北郊饮用水水源保护区调整文件正按程序报批
3	强化噪声和振动影响控制。线路穿越中心城区以及已建、拟建大型居住区、文教区等环境敏感目标集中的区域时，应采取地下敷设方式。线路下穿居住、文教、办公、科研、文物保护单位等敏感路段，应结合环境影响评价结论，采取有效减振措施。	落实，本工程线路全部采取地下敷设方式，对于下穿居住区采取了特殊减振措施。
4	加强相关规划衔接。做好车辆基地，主变电所等规划用地与西安市、咸阳市城市总体规划和土地利用总体规划的协调，确保符合相关规划和环境保护要求。	落实，本工程车辆基地、主变电站选址均与西安市城市总体规划和土地利用总体规划相协调，符合相关规划。
5	强化水污染防治措施。做好《规划》实施与相关污水处理厂建设时序的衔接，未纳入城市管网的场站污水应严格处理，避免对河流、地下水造成不良环境影响。临近饮用水水源保护区的场站及设施应采取严格的防渗措施，避免对地下水水源地产生不良环境影响。	落实，本工程污水均纳入城市污水管网。对车辆基地采取分区防渗，避免对地下水水源地产生不良环境影响。
6	加强沿线规划控制。线路两侧用地控制区域内不宜新建居民住宅、学校、医院等环境敏感建筑。加强对车辆基地等周边土地的规划控制和集约利用。优化车站出入口、风亭、冷却塔、主变电站等配套设施的布局和景观设计，确保与城市环境协调。	落实，对线路两侧及车站周围区域提出规划控制建议，优化车站出入口、风亭、冷却塔、主变电站等配套设施的布局和景观设计，确保与城市环境协调。

4 选址合理性分析结论

依据陕西省城乡规划设计研究院编制的《西安地铁 16 号线一期工程选址论证报告》，西咸新区地铁 16 号线一期工程项目选址符合区域社会经济发展需求，符合城乡规划的相关规定，与周边用地能够兼容，与周边区域在交通、能源、文物保护、公共服务设施等方面能良好衔接和协调。

根据 2019 年 9 月建设项目选址意见书（西咸规建选字第 00-2019-009 号），“本项目穿越西安市沣皂水源地、西北郊水源地二级保护区，新区计划对沣皂水源地进行整体迁移，对西北郊水源地进行局部优化调整，目前正按程序报批。在西北郊水源地及沣皂水源地保护区调整方案获得省政府批复前，不得开工建设。”

五、关注的主要环境问题及环境影响

（1）振动环境影响评价：沿线施工期及运营期振动对居民区、学校、医院等环境保护目标的影响；

（2）声环境影响评价：沿线车站、车辆基地在施工期及运营期噪声对周边居民区、学校、医院等环境保护目标的影响；

（3）环境保护措施及可行性论证。

六、环境影响报告书主要结论

西安地铁 16 号线一期工程基本符合产业政策、城市总体规划、《西安市城市轨道交通第三期建设规划（2019-2024 年）》等相关规划，工程线路基本沿城市主干道布线，选线合理。线路全线采用地下形式，减少了拆迁和占地数量，体现了环保原则。工程在施工和营运过程中会对城市生态环境造成一定影响，并产生噪声、振动等不利环境影响，在认真执行“三同时”、落实设计和本项目环境影响报告书提出的各项环保措施后，落实可研和报告书提出的各项环保措施后，主要污染物可实现达标排放，对周围环境的不利影响较小，满足环境质量标准要求。待沣皂水源地迁建和西北郊水源地调整取得陕西省人民政府批复，且根据批复后的水源地保护区调整方案，本工程线路和车站满足法律法规等要求后项目建设可行。

七、致谢

项目组在资料收集和报告编制过程中得到了陕西省生态环境厅、西咸新区生态环境局、沣东新城生态环境局、中铁第一勘察设计院集团有限公司、陕西盛中建环境科技有

限公司和西咸新区轨道交通投资建设有限公司的支持和帮助，在此表示一并表示感谢！

1 总则

1.1 编制依据

1.1.1 委托书

西咸新区轨道交通投资建设有限公司《西安市地铁 16 号线一期工程（沣东小镇~能源三路）环境影响评价委托书》，2020.1.17（附件 1）

1.1.2 国家法律

- (1) 《中华人民共和国环境保护法（修订）》，2015.1.1；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法（修订）》，2018.12.29；
- (3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2016.11.7；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法（修正）》，2017.6.27；
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法（修正）》，2018.10.26；
- (6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2018.12.29；
- (7) 《中华人民共和国土地管理法》，2004.8.28；
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》，2011.3.1；
- (9) 《中华人民共和国清洁生产促进法》，2012.7.1；
- (10) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》，2014.7.29；
- (11) 《中华人民共和国城乡规划法》，2015.4.24；
- (12) 《中华人民共和国防洪法》，2016.7.2；
- (13) 《中华人民共和国节约能源法》，2016.7.2；
- (14) 《中华人民共和国水法》，2016.7.2；
- (15) 《中华人民共和国文物保护法》，2017.11.5；
- (16) 《中华人民共和国河道管理条例》，2018.3.19。

1.1.3 国务院行政法规及规范

- (1) 国务院《关于加强城市快速轨道交通建设管理的通知》（国办发[2003]81 号），2003.9.27；
- (2) 国务院《土地复垦条例》（国务院令第 592 号），2011.3.5；
- (3) 国务院《关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发〔2013〕37 号），2013.9.10；

- (4) 国务院《关于印发水污染防治行动计划的通知》(国发〔2015〕17 号), 2015.4.2;
- (5) 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), 2016.5.28;
- (6) 国务院《“十三五”生态环境保护规划》(国发〔2016〕65 号), 2016.11.24;
- (7) 国务院《建设项目环境保护管理条例》(国令第 682 号), 2017.10.1;
- (8) 国务院办公厅《关于进一步加强城市轨道交通规划建设管理的意见》(国办发〔2018〕52 号), 2018.7.13。

1.1.4 部门规章及规范

- (1) 国家环境保护总局《电磁辐射环境保护管理办法》(国家环境保护总局 18 号令), 1997.3.25;
- (2) 国家环境保护总局《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》(环发〔2003〕94 号), 2003.5.27;
- (3) 环境保护部《地面交通噪声污染防治技术政策》(环发[2010]7 号), 2010.1.11;
- (4) 环境保护部《关于切实加强风险防范严格环境影响评价环境管理的通知》(环发 2012〔1998〕号), 2012.8.7;
- (5) 环境保护部办公厅《关于做好城市轨道交通项目环境影响评价工作的通知》(环办〔2014〕117 号), 2014.12.31;
- (6) 环境保护部《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》(环发〔2015〕178 号), 2016.1.4;
- (7) 环境保护部《国家危险废物名录》(环境保护部令第 39 号) 2016.8.1;
- (8) 环境保护部《建设项目环境影响评价分类管理名录》(部令第 44 号), 2018.4.28。

1.1.5 地方性法规及相关规划

- (1) 陕西省人民代表大会《陕西省文物保护管理条例》, 2018.5.31;
- (2) 陕西省人民代表大会《陕西省实施<中华人民共和国土地管理法>办法》, 2010.3.26;
- (3) 陕西省环境保护厅《关于切实加强建设项目环境保护管理工作的通知》(陕环发〔2013〕12 号), 2013.2.1;
- (4) 陕西省人民政府《陕西省铁腕治霾打赢蓝天保卫战三年行动方案(2018-2020 年)(修订版)》(陕政发〔2018〕16 号), 2018.9.22;

- (5) 陕西省西咸新区开发建设管理委员会关于印发《西咸新区铁腕治霾打赢蓝天保卫战三年行动实施方案（2018-2020 年）》的通知，2018.6.29；
- (6) 《关中-天水经济区发展规划（2009）》；
- (7) 《关中平原城市群发展规划》；
- (8) 《关中城市群核心区总体规划》；
- (9) 《大西安立体综合交通发展战略规划（2014）》；
- (10) 《大西安战略发展总体规划》；
- (11) 《西安市城市总体规划（2008~2020 年）修改》；
- (12) 《西咸新区总体规划（2016-2035 年）》；
- (13) 《关中城市群都市区城市轨道交通线网规划》，2016.11；
- (14) 《西安市城市轨道交通建设规划（2017~2023 年）》；
- (15) 《西安市城市轨道交通第三期建设规划（2019-2024 年）》。

1.1.6 环境影响评价技术导则及规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ 453-2018）；
- (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 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；
- (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) 声环境功能区划分技术规范（GB/T15190-2014）；
- (12) 《地铁设计规范》（GB50157-2013）。

1.1.7 有关资料

- (1) 中铁第一勘察设计院集团有限公司《西安市地铁 16 号线一期工程（沣东小镇~能源三路）可行性研究报告》，2019.9；
- (2) 长安大学《西安市城市快速轨道交通近期建设规划（2017-2023 年）环境影响

报告书》，2017.3；

（3）中华人民共和国环境保护部关于《西安市城市快速轨道交通近期建设规划（2017-2023 年）环境影响报告书》的审查意见；

（4）国家发展改革委《关于西安市城市轨道交通第三期建设规划（2019-2024 年）的批复》，发改基础[2019]1049 号，2019.6.12；

（5）陕西省文化遗产研究院《西安市城市轨道交通建设规划（2017-2023）文物影响评估报告》，2016.11。

1.2 评价目的与原则

1.2.1 评价目的

（1）以可持续发展战略为指导思想，贯彻“预防为主，保护优先”、“开发与保护并重”及环境影响评价指导设计、施工、环境管理的原则，落实建设资源节约型、环境友好型社会的科学发展观，通过对工程沿线评价范围内的自然环境现状调查、监测与分析，评价沿线的环境质量现状。

（2）对拟建工程在施工期和运营期对周围环境的影响进行预测评价，明确工程可能对环境产生的影响对象、范围及程度，从环境保护角度论证本项目建设的可行性。

（3）根据拟建工程对环境的影响程度，对工程设计文件中提出的治理措施进行必要的论证；提出相应的改善措施与建议，控制污染物排放，将工程对环境造成的不利影响降至最小，达到工程建设和环境保护协调发展的目的。

1.2.2 评价原则

环境影响评价原则：突出环境影响评价的源头预防作用，坚持保护和改善环境质量。

（1）依法评价；（2）科学评价；（3）突出重点。

以国家有关环境保护法律、法规、文件为依据，以城市可持续发展战略和污染物源头控制为指导思想，本次环评充分利用已有资料，并补充必要的现状调查、监测，从而充分了解和掌握工程设计和环境现状。在此基础上，根据工程特点和沿线环境特点，以沿线环境敏感点为主，采用点线结合的原则，对工程建设可能产生的环境影响进行分析和评价，依据评价结果提出技术上可行、经济上合理的环境保护措施及建议，从而尽可能减小工程施工、营运对区域环境的影响。

1.3 环境影响识别和评价因子选择

1.3.1 环境因素的影响性质识别

地铁项目是一项投资高、施工期长、规模大、影响区域范围广的工程，因此在环境影响因子的识别和评价因子的筛选上，应考虑不同建设期（施工期、运营期）的环境影响特点。本工程环境影响识别见表 1.3-1。

表 1.3-1 工程环境影响识别

评价时段	工程内容		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	征地							-1
		拆迁				-2		-2	-1
		道路破碎	-2	-2		-1		-1	
		运输	-2	-1		-2			
	施工过程	基础开挖	-2	-2		-1		-1	-1
		混凝土浇筑	-1		-1				
		地下施工		-1	-2			-3	-1
		钻孔、打桩	-2	-2					
		运输	-2	-1		-2			
	综合影响程度判定		较大	较大	较大	较大		较大	较大
运营期	列车运行	地下线		-3					
		出入段线	-3	-1					
	车站运营	乘客与职工活动			-1			-1	
	变电所	变压器	-1				-1		
	地面设施设备	风亭、冷却塔(空调期)	-2			-1			
	车辆基地	列车出入、检修	-2						
		生产与生活			-1	-1		-1	
		绿化美化	+1			+1			+1
	综合影响程度判定		较大	较大	一般	较小	较小	一般	较小

注：（1）“+”表示正面影响，“-”表示负面影响；

（2）“1”表示轻微影响，“2”表示一般影响，“3”表示较大影响。

1.3.2 评价因子

根据本工程的环境影响特点，各环境要素的评价因子详见表 1.3-2。

表 1.3-2 环境影响评价因子汇总表

评价时段	评价项目	评价因子
施工期	声环境	等效连续 A 声级
	振动环境	铅垂向 Z 振级
	地表水环境	SS、COD、BOD ₅ 、氨氮、石油类
	环境空气	PM ₁₀ 、TSP
	生态	景观、水土流失量、占地、植被损失等
	固体废物	建筑拆迁垃圾、生活垃圾

评价时段	评价项目	评价因子
运营期	声环境	等效连续 A 声级
	振动环境	铅垂向 Z 振级, 二次结构噪声、振动速度
	地表水环境	pH、COD、BOD ₅ 、氨氮、石油类、SS 等
	地下水环境	石油类
	环境空气	风亭异味
	生态	景观、土地利用、动植物资源等
	固体废物	生活垃圾, 车辆基地生产生活垃圾
	电磁环境	工频电场、工频磁场

1.4 评价标准

结合工程特点和所在区域的环境功能区划,确定本项目环境影响评价标准如表 1.4-1 至表 1.4-6。

1.4.1 环境质量标准

- (1) 空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准。
- (2) 沣河地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类标准, 太平河地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) V 类标准。
- (3) 地下水质量执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III 类标准。
- (4) 本项目为地下线, 车站车辆基地影响范围的现状敏感点执行行 2 类标准。
- (5) 振动执行《城市区域环境振动标准》(GB10070-88) 标准。

1.4.2 污染物排放标准

- (1) 施工期扬尘执行《施工场界扬尘排放限值》(DB61/1078-2017) 中限值要求。风亭排气执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93) 表 1 中的二级(新改扩建)标准和表 2 的规定; 食堂油烟执行《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001)。
- (2) 车站、车辆基地污水排水城市污水管网后进入城市污水处理厂, 执行废水《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 三级标准。
- (3) 施工噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011); 车辆基地场界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 标准。
- (4) 二级结构噪声执行《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)。
- (5) 危险废物排放执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 及其修改单(环境保护部 2013 年第 36 号公告); 生活垃圾排放执行建设部《城市生活垃圾管

理办法》（第 157 号令）和《生活垃圾转运站运行维护技术规程》（CJJ109-2006）的规定。一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）。

（6）110KV 主变电站电磁执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）。

表 1.4-1 环境影响评价标准

项目	标准类别	引用标准	执行等级与标准限值		适用范围
声环境	质量标准	《声环境质量标准》 (GB3096-2008)	1 类	昼间：55dB 夜间：45dB	1 类功能区内敏感点、评价范围内的学校、医院等
			2 类	昼间：60dB 夜间：50dB	2 类功能区内敏感点、评价范围内的学校、医院等
			3 类	昼间：65dB 夜间：55dB	3 类功能区
			4a 类	昼间：70dB 夜间：55dB	4 类功能区内敏感点（学校、医院等除外）
	排放标准	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）	2 类	昼间：60dB 夜间：50dB	车辆基地厂界
		《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）	/	昼间：70dB 夜间：55dB	施工场地
环境振动	质量标准	《城市区域环境振动标准》 (GB10070-88)	居民、文教区	昼间：70dB 夜间：67dB	居住区、学校、医院、敬老院等
			交通干线两侧	昼间：75dB 夜间：72dB	道路两侧居住区等
			混合区、商业中心区	昼间：75dB 夜间：72dB	居住、商业混合区、商业中心区
	排放标准	《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》（JGJ/T170-2009）	0、1 类	昼间：38dB 夜间：35dB	0、1 类功能区内敏感点
			2 类	昼间：41dB 夜间：38dB	2 类功能区内敏感点
			3、4 类	昼间：45dB 夜间：42dB	3、4 类功能区内敏感点（学校、医院等除外）
环境空气	质量标准	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)	二级	见表 1.4-2	评价范围
	排放标准	《恶臭污染物排放标准》 (GB14554-93)	二级	臭气浓度：20	风亭排气
		《施工场界扬尘排放限值》 (DB61/1078-2017)	/	表 1.4-3	施工场界扬尘
		《饮食业油烟排放标准》 (GB18483-2001)	/	油烟 2.0mg/m ³	车辆基地食堂油烟
地表水	质量标准	《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002)	III 类标准 V 类标准	表 1.4-4	评价区沣河段 太平河段
	排放标准	《污水综合排放标准》 (GB8978-1996)	三级	见表 1.4-5	污水进入城市污水管网
地下水	质量标准	《地下水质量标准》 (GB/T 14848-2017)	III 类标准	表 1.4-6	车辆基地周边水井
电磁环境	排放标准	《电磁环境控制限值》 (GB8702-2014)	公众暴露控制限值	工频电场： 4kv/m 工频磁感应强度： 0.1mT	110KV 主变电站
固体废物	排放标准	《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)	-	-	一般固体废物
		《危险废物贮存污染控制标准》 (GB18597-2001)	-	-	运营期车辆基地产生的危险废物、主变电站事故油

表 1.4-2 环境空气质量标准（二级）

污染物	取样时间	浓度值 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
SO_2	年平均	60
	24 小时平均	150
	1 小时平均	500
CO	24 小时平均	4000
	1 小时平均	10000
O_3	日最大 8 小时平均	160
	1 小时平均	200
PM_{10}	年平均	70
	24 小时平均	150
$\text{PM}_{2.5}$	年平均	35
	24 小时平均	75
NO_2	年平均	40
	24 小时平均	80
	1 小时平均	200

表 1.4-3 施工期扬尘排放标准

序号	标准	污染物	监控点	施工阶段	小时平均浓度限值 (mg/m^3)
1	《施工场界扬尘 排放限值》 (DB61/1078-2017)	施工扬尘 (TSP)	周界外浓度 最高点	拆除、土方及地基处理 工程	≤ 0.8
2				基础、主体结构及装饰 工程	≤ 0.7

表 1.4-4 地表水环境评价标准（ mg/L ）

评价因子 评价标准	氨氮	化学需氧量	pH	生化需氧量	石油类
GB3838-2002III类标准	≤ 1.0	≤ 20	6~9	≤ 4	≤ 0.05
GB3838-2002V 类标准	≤ 2.0	≤ 40	6~9	≤ 10	≤ 1.0

表 1.4-5 污水综合排放标准（ mg/L ）

评价因子 标准值	pH	SS	COD	BOD ₅	氨氮	石油类
车站、车辆基地污水 GB8978-1996 三级标准	6-9	≤ 400	≤ 500	≤ 300	-	≤ 20

表 1.4-6 地下水质量标准（ mg/L ）

类别	评价因子	标准限值	单位	标准名称及级(类)别
1	pH	6.5~8.5	无量纲	《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017) III类
2	溶解性总固体	≤1000	mg/L	
3	氯化物	≤250		
4	硝酸盐氮	≤20		
5	亚硝酸盐氮	≤1.00		
6	氨氮	≤0.5		
7	耗氧量	≤3.0		
8	总硬度	≤450		

类别	评价因子	标准限值	单位	标准名称及级(类)别
9	硫酸盐	≤ 250		
10	挥发酚	≤ 0.002		
11	氟化物	≤ 1.0		
12	氰化物	≤ 0.05		
13	汞	≤ 0.001		
14	砷	≤ 0.01		
15	六价铬	≤ 0.05		
16	铅	≤ 0.01		
17	铁	≤ 0.3		
18	锰	≤ 0.1		
19	镉	≤ 0.005		
20	石油类	/		
21	总大肠菌群	≤ 3.0	MPN ^b /100mL	
22	细菌总数	≤ 100	CFU/mL	

1.5 评价等级及评价范围

根据工程情况,结合沿线环境功能及沿线环境特征,依据评价技术导则的要求,确定各主要环境要素的评价等级如下:

1.5.1 评价等级

(1) 生态环境

按照《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ/T19-2011)的相关要求,本项目线路长 15.03km,出入线长 1.58km;永久用地面积 43.86 hm²,主要分布在车站出入口和风亭冷却塔、沙河滩车辆基地;临时占地面积 13.31hm²,包括临时材料场、铺轨基地、施工场地、临时堆土场等,主要分布在车站附近。占地不属于导则的特殊和重要生态敏感区,为一般区域,占地面积小于 20km²,线路长度小于 50km。确定本工程生态环境影响评价等级为“三级”。

表 1.5-1 生态影响评价工作等级判定表

判定依据	影响区域生态敏感型	工程占地(水域)范围		
		面积 $\geq 20\text{km}^2$ 或长度 $\geq 100\text{km}$	面积 $2\text{km}^2\sim 20\text{km}^2$ 或长度 50~100km	面积 $\leq 2\text{km}^2$ 或长度 $\leq 50\text{km}$
	特殊生态敏感区	一级	一级	一级
	重要生态敏感区	一级	二级	三级
	一般区域	二级	三级	三级
本项目	一般区域	项目线路全长 16.61km, 占地 57.17hm ²		
判定结果		三级		

(2) 声环境

本工程属新建项目,线路为地下隧道形式敷设。工程沿线区域为 4 类声功能区、2

类区。考虑到地下车站风亭、冷却塔周围以及车辆基地周围区域环境噪声增加较大。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009），确定声环境影响评价工作等级为“一级”。

表 1.5-2 声环境评价工作等级判定

判定依据	声环境功能区	环境敏感目标噪声级增量	影响人口数量变化	等级
	0 类	>5dB (A)	显著增多	一级
	1 类, 2 类	≥3dB (A), ≤5dB (A)	较多	二级
	3 类, 4 类	<3dB (A)	不大	三级
本项目	2 类、4 类	>5dB (A)	较多	一级

(3) 振动

根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2018）中 4.7 条有关规定，项目振动环境影响评价不划分评价等级。

(4) 环境空气

本工程列车采用电力牵引，工程运行区域无废气排放。车辆基地设餐饮有食堂油烟排放，车站主要大气影响为风亭异味，根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2018）中 4.7 条有关规定，本次环境空气影响评价可不进行评价等级的判定。

(5) 地表水环境

废水主要是车站和车辆基地产生的生活生产废水，经处理后均能排入城市污水管网，本项目污水均属于间接排放。根据《环境影响评价技术导则—地表水环境》（HJ2.3-2018），间接排放建设项目评价等级三级 B 评价，确定本项目地表水环境评价等级为三级 B。

(6) 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ 610-2016），此建设项目车辆基地为Ⅲ类项目，地下水评价范围内西北郊集中水源井，地下水环境敏感程度为敏感，评价等级为二级。其余段为Ⅳ类项目，不开展地下水环境影响评价，项目总体地下水评价等级为二级。

表 1.5-3 地下水环境评价工作等级判定表

判定依据	环境敏感程度	项目类别		
		I 类	II 类	III 类
	敏感	一	一	二
	较敏感	一	二	三
本项目	不敏感	二	三	三
	车辆基地为Ⅲ类项目，地下水环境敏感程度为敏感			
	二级			

(7) 电磁环境

根据《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2014），本项目 110kV 变电站为户内式，电磁环境评价等级为三级。

综上所述，各环境要素的评价等级见表 1.5-4。

表 1.5-4 各环境要素评价等级

环境要素	评价等级
生态环境影响评价	三级评价
声环境影响评价	一级评价
振动环境影响评价	/
环境空气影响评价	/
地表水环境影响评价	三级 B
地下水环境影响评价	二级评价
电磁环境影响评价	三级评价

1.5.2 评价范围

本工程各环境要素的评价范围见表 1.5-5。

表 1.5-5 环境影响评价范围

环境要素	适用区域	评价范围
生态环境	车辆基地、场站临时用地等	用地界限外扩 200m
声环境	车站风亭及冷却塔	冷却塔周围 50m；风亭周围 30m
	车辆基地	厂界外 50m
	主变电站	厂界外 30m
环境振动	环境振动、二次结构噪声	线路中心线两侧 50m 以内区域（曲率半径 $\leq 500m$ 的路段扩大到 60m 范围）
	文物遗址	路中心线两侧 60m 以内区域
环境空气	地下车站	地下车站排风亭周围 30 m 以内区域。
地表水环境	排入城市污水管网	车站和车辆基地污水排放口
地下水环境	车辆基地	车辆基地上游（南侧）、东侧各 860m，西侧以沣河为界、北侧以渭河为界。
电磁辐射	110KV 变电所	变电所外 30m

1.6 评价内容、评价重点及评价因子

1.6.1 评价内容

本工程评价内容包括工程施工期对生态环境、城市景观、噪声、振动、大气环境、地下水环境的影响；运营期噪声、振动对沿线学校、医院、集中居民区等敏感点的影响；变电所电磁辐射影响；生活污水和生产废水的达标分析；地下车站的地面风亭对城市环境空气的影响；固体废弃物处置及对周围环境的影响等。

表 1.6-1 环境影响评价主要内容

时段	评价专题	评价内容
施工期	声环境	施工机械与运输车辆噪声
	环境振动	施工机械与运输车辆振动
	地表水环境	施工生产废水和生活污水
	地下水环境	施工生产废水和生活污水
	大气环境	扬尘、机械尾气
	生态环境	土地利用、生态景观、水土流失等
	固体废物	弃土、建筑垃圾等
运营期	声环境	风亭、冷却塔运行噪声、车辆基地和主变电站厂界噪声
	环境振动	列车运行振动、二次结构噪声
	电磁环境	主变电站电磁影响
	地表水环境	车站生活污水、车辆基地生活污水和生产废水
	地下水环境	车辆基地废水
	大气环境	风亭异味、食堂油烟
	生态环境	城市景观、土地利用
	固体废物	车站、车辆地生产生活垃圾

1.6.2 评价重点

本工程评价重点为振动环境影响评价、声环境影响评价、方案比选、环境保护措施等。

1.6.3 评价时段

施工期：本工程计划 2020 年 5 月开工建设，2024 年 9 月试运行，2024 年 12 月全线建成通车试运营；

运营期：初期 2027 年，近期 2034 年，远期 2049 年。

1.7 环境保护目标

1.7.1 环境振动保护目标

本工程正线全部为地下线，车辆基地出入段有部分地面线。根据工程可行性研究报告和实地现场调查，评价范围内有现状振动敏感目标 9 处（含文物保护单位 1 处），据西咸新区控制性详细规划，规划用地 16 处振动敏感目标。各振动环境保护目标位置、规模及与工程的关系见表 1.7-1 和表 1.7-2。

1.7.2 声环境保护目标

本工程正线全部为地下线，噪声敏感目标为车辆基地周围、地下车站风亭组周围区域声敏感目标。

1.7.3 大气环境保护目标

地下车站排风亭周围 30m 以内环境保护目标。

1.7.4 地表水环境保护目标

项目污废水经预处理后进入沣东市政污水管网，最终排入上林苑污水处理厂和沣东南污水处理厂，项目地表水环境保护目标为沣河、太平河。

1.7.5 地下水环境保护目标

本项目涉及的地下水保护目标主要为西北郊水源地、沣皂水源地和车辆基地周围居民分散饮用水井，具体见表 1.7-6。

表 1.7-6 本项目地下水环境保护目标表

序号	名称	位置	环境敏感区概况	工程行为	保护对象
1	西北郊水源地	沣东新城	西北郊地下水水源地 1999 年 12 月由西安市人民政府批准公布。该水源地位于西安市西北郊的沣河入渭处，水井主要傍沣河、渭河、太平河布置，分南北两线。北线有 29 眼井，临渭河成东西方向布设，水源以渭河侧渗和雨水补给为主。南线有 17 眼井，沿太平河与北线几乎平行分布。	16 号线一期正线侵入西北郊水源地监控区长度约 120m，侵入水源地二级保护区长度约 180m；沙河滩车辆基地出入线侵入水源地监控区约 120m，侵入水源地二级保护区约 970m。距离能源三路站 360m。	饮用水水源地
2	沣皂水源地	沣东新城	沣皂地下水源地 1996 年 6 月由陕西省人民政府批准公布，类型为地下水。水井沿沣河东岸平行成排布设，有供水水井 26 眼；皂河水源地位于西安市西郊三桥镇西南方向，水井主要分布在皂河以西区域，有水井 21 眼，正常运行 16 眼。	地下穿越沣河水源地二级保护区约 1.22km；其中科统三路站位于水源地二级保护区范围内；车站 200m 范围内无水源井分布。距离沣东三路站 330m。	

1.7.6 生态环境保护目标

本工程不涉及特殊生态环境敏感区，本次评价以土地资源、城市景观为城市生态环境保护目标。

1.7.7 电磁环境保护目标

本工程新建主变电站 1 处，位于车辆基地内，30m 范围内无环境保护目标。

表 1.7-1 环境振动敏感保护目标（现状）

序号	所在行政区	保护目标	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	功能区	现场照片
					起始~终止	方位	近轨	远轨	埋深	层数	结构	建筑类型	规模			
1	沣东新城	张旺渠村	沣东小镇~张旺渠	地下	CK24+700 ~CK25+200	下穿	0	13	16.8	1~3	砖混	III	约 38 户 140 人。	中硬土	混合区	
2	沣东新城	七里镇安置小区	张旺渠~沣东大道	地下	CK27+650 ~CK27+850	左侧	24	41	27.8	27	混凝土	II	居民回迁房，户数 430 户，约 1300 人	中硬土	交通干线两侧	
3	沣东新城	协同创新港		地下	CK28+830 ~CK28+960	左侧	42	61	15.6	5	混凝土	III	项目涵盖研发办公楼、研发中试楼、学研广场三种建筑形态，共计 14 栋楼	中硬土	居民文教区	
4	沣东新城	大沃城	科统六路~上林	地下	CK34+800 ~CK35+200	右侧	46	66	25.0	33	混凝土	II	临街 4 栋居民楼约 800 户 2400 人。	中硬土	交通干线两侧	

序号	所在行政区	保护目标	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	功能区	现场照片
					起始~终止	方位	近轨	远轨	埋深	层数	结构	建筑类型	规模			
5	沣东新城	国润城	路	地下	CK34+800 ~CK35+100	左侧	48	68	25.0	33	混凝土	II	临街 4 栋居民楼约 800 户约 2400 余人	中硬土	交通干线两侧	
6	沣东新城	西北工业大学阳光城小学	上林路~能源中心	地下	CK36+650 ~CK36+880	右侧	31	48	16.9	4	混凝土	III	师生约 1100 人，教师夜间住宿	中硬土	文教区	
7	沣东新城	渭水园小区	能源中心~能源三路	地下	CK37+800 ~CK37+930	右侧	47	64	14.4	18	混凝土	II	临街 1 栋居民楼约 160 户约 500 人。	中硬土	交通干线两侧	

序号	所在行政区	保护目标	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	功能区	现场照片
					起始~终止	方位	近轨	远轨	埋深	层数	结构	建筑类型	规模			
8	沣东新城	七彩曙光艺术幼儿园	车辆基地出入线	地下	CK0+200~CK0+300	下穿	0	6	15.1	2	砖混	IV	师生约 200 人，夜间不住宿。	中硬土	文教区	
9	沣东新城	镐京遗址	沣东小镇~张旺渠	地下	CK24+550~CK25+330	右侧	18	31	25.9	第一批全国重点文物保护单位,我国西周王朝的都城遗址。				中硬土	/	

表 1.7-2 环境振动敏感保护目标（规划）

序号	所在行政区	保护目标	所在区间	线路形式	线路里程及方位		相对距离/m			地质条件	功能区
					起始~终止	方位	近轨	远轨	埋深		
1	沣东新城	二类居住用地	沣东小镇~张旺渠	地下	CK23+500~CK23+630	左侧	30	42	17.8	中硬土	交通干线两侧
2	沣东新城	二类居住用地		地下	CK24+100~CK24+500	左侧	31	44	16.8	中硬土	交通干线两侧
3	沣东新城	二类居住用地		地下	CK25+450~CK25+840	右侧	30	43	20.7	中硬土	交通干线两侧
4	沣东新城	二类居住用地	张旺渠~沣东大道	地下	CK25+900~CK26+300	两侧	0	13	21.7	中硬土	交通干线两侧
5	沣东新城	二类居住用地		地下	CK26+300~CK27+100	右侧	42	55	27.8	中硬土	交通干线两侧
6	沣东新城	教育科研用地	科统三路~科统六	地下	CK32+580~CK33+070	右侧	36	52	13.2	中硬土	文教区

序号	所在行政区	保护目标	所在区间	线路形式	线路里程及方位		相对距离/m			地质条件	功能区
					起始~终止	方位	近轨	远轨	埋深		
7	沣东新城	教育科研用地	路	地下	CK32+900~CK33+070	左侧	34	51	13.6	中硬土	文教区
8	沣东新城	教育科研用地	科统六路~上林路	地下	CK33+370~CK33+500	左侧	43	59	14.6	中硬土	文教区
9	沣东新城	教育科研用地		地下	CK33+700~CK33+900	左侧	0	22	20.9	中硬土	文教区
10	沣东新城	教育科研用地		地下	CK33+370~CK33+500	右侧	34	51	14.6	中硬土	文教区
11	沣东新城	教育科研用地		地下	CK33+500~CK33+900	右侧	0	22	16.1	中硬土	文教区
12	沣东新城	二类居住用地		地下	CK34+380~CK34+800	左侧	36	56	25.0	中硬土	交通干线两侧
13	沣东新城	教育科研用地		地下	CK35+400~CK35+520	左侧	5	22	30.2	中硬土	文教区
14	沣东新城	二类居住用地	上林路~能源中心	地下	CK36+030~CK36+300	右侧	6	21	26.5	中硬土	混合区
15	沣东新城	二类居住用地		地下	CK36+030~CK36+300	左侧	30	45	26.5	中硬土	混合区
16	沣东新城	二类居住用地	车辆基地出入线	地下	CK0+900~CK1+200	两侧	0	6	6.0	中硬土	混合区

表 1.7-3 风亭、冷却塔噪声敏感保护目标

序号	保护目标名称	所在车站	风亭组	声源	距声源/m	保护目标概况				声环境功能区	现场照片	
						层数	结构	规模	使用功能			
1	西咸青年创业园	能源三路站	2 号风亭冷却组	活塞风井	45.3	3	混凝土	/	办公	4a		
				活塞风井	40.1							
				排风井	27.7							
				新风井	35.1							
2	国润城 6#楼	上林路站	3 号风亭冷却组	活塞风井	27.4	33	混凝土	132 户 约 400 人	住宅	4a		
				活塞风井	29.3							
				排风井	33.6							
				新风井	43.2							
				冷却塔	31.5							
3	国润城 7#楼		3 号风亭冷却组	活塞风井	72.8	33	混凝土	132 户 约 400 人	住宅	4a		
				活塞风井	82.3							
				排风井	91.6							
				新风井	106.7							
				冷却塔	43.7							

表 1.7-4 车辆基地周围噪声敏感保护目标

序号	保护目标名称	距厂界/m	保护目标概况				声环境功能区	现场照片
			层数	结构	规模	使用功能		
1	北营村	西南角 6m	1~3	砖混	20 户 80 人	住宅	2 类	

表 1.7-5 风亭周围 30m 范围内大气敏感保护目标

序号	保护目标名称	所在车站	风亭组	声源	距声源/m	保护目标概况				大气环境功能区	现场照片
						层数	结构	规模	使用功能		
1	西咸青年创业园	能源三路站	2 号风亭冷却组	活塞风井	45.3	3	混凝土	/	办公	2 类	
				活塞风井	40.1						
				排风井	27.7						
				新风井	35.1						
2	国润城 6# 楼	上林路站	3 号风亭冷却组	活塞风井	27.4	33	混凝土	132 户 约 400 人	住宅	2 类	
				活塞风井	29.3						
				排风井	33.6						
				新风井	43.2						
				冷却塔	31.5						

1.8 相关规划及环境功能区划

1.8.1 环境功能区划

评价区域环境功能区划见表 1.8-1。

表 1.8-1 所在区域环境功能区划分一览表

类别	本项目所在地情况	功能区类别	划分依据
环境空气	二类功能区的一般管控区	一般管控区	《西咸新区环境保护规划（2018-2020）》
地表水	太平河	V 类	《西安市剿劣水三年行动方案暨 2018 年工作方案》
	沣河	咸阳三里桥 III 类 未央区农场西站 IV 类	《陕西省水功能区划》
声环境		本工程沿线现状属于 2 类、4 类声功能区。	《西安市城市区域环境噪声标准区域划分通知》（2007.4）
生态环境	项目位于渭河谷地农业生态区	一级区划为关中平原城乡一体化生态功能，二级区划为关中平原城镇及农业区	《陕西省生态功能区划》

1.8.2 相关规划

本项目涉及的相关规划见表 1.8-2。

表 1.8-2 项目涉及相关规划一览表

序号	相关规划
1	《关中平原城市群发展规划》（2017-2035）
2	《关中城市群核心区总体规划》
3	《关中城市群核心区战略规划》（2016 年）
4	《关中城市群都市区城市轨道交通线网规划》（2016 年）
5	《大西安 2050 空间发展战略规划》
6	《西安市城市总体规划（2008-2020）》（2017 年修改）
7	《西咸新区总体规划（2016-2035）》
8	《沣东新城分区规划》（2010-2020 年）
9	《能源金融贸易区总体规划》（2016-2030 年）
10	《大西安新中心新轴线总体规划》
11	《大西安新中心轴线地区地下空间专项规划》（2017 年）
12	《西安市城市轨道交通第三期建设规划（2019-2024 年）》
13	《西咸新区环境保护规划（2018-2020）》

2 工程概况与工程分析

2.1 工程概况

2.1.1 项目基本情况

项目名称：西安地铁 16 号线一期工程（沣东小镇~能源三路）

建设单位：西咸新区轨道交通投资建设有限公司

建设性质：新建

路线长度：15.03km，全部为地下线

建设地点：西咸新区沣东新城

总投资：106.31 亿元

设计年度：初期 2027 年，近期 2034 年，远期 2049 年。

2.1.2 线路走向及建设规模

（1）线路走向

地铁 16 号线沿大西安新中心新轴线布设，是唯一一条贯穿并辐射西咸新区五大新城的快速轨道交通线路。本次评价工程内容为地铁 16 号线一期工程（沣东小镇~能源三路），线路南起于昆明五路与丰镐大道交叉路口的沣东小镇站，该站为地下二层岛式站，线路自该站引出后沿丰镐大道向北敷设，于昆明二路交叉路口设张旺渠站，与在建 5 号线二期形成“L”型换乘，为地下三层岛式站；出站后线路转向东沿昆明一路敷设，而后转向北下穿连霍高速，然后继续向北沿复兴大道敷设，于复兴大道与沣东大道交叉路口设沣东大道站，该站为地下二层岛式站，站后设双停车线，出站后沿复兴大道向北敷设，于沣东三路路口设沣东三路站，与规划 11 号线形成“L”型换乘，线路出站后继续沿复兴大道向北敷设，于规划科统三路路口设科统三路站，于统一一路路口设科统六路站，线路出站后折向东北沿沣泾大道向北敷设，于世纪大道路口设上林路站，与运营 1 号线二期形成通道换乘，为地下三层岛式站，线路出站后下穿陇海铁路，沿金融一路向北敷设，于金融一路与丰裕路路口设能源中心站，出站后折向沣泾大道，于沣泾大道与能源三路路口设能源三路站，与规划 19 号线形成通道换乘，为地下二层岛式站，该站既是 16 号线一期工程的终点站，也是沙河滩车辆基地的接轨站。

（2）建设规模

地铁 16 号线一期工程全长 15.03km，均为地下线，共设 9 座车站，其中换乘站 4

座。新建沙河滩车辆基地 1 处，与地铁 17、18、19 号线共享大架修设施。在沙河滩车辆基地新建主变电所 1 座，故障时由五号线一期和平村主变支援供电；新建控制中心 1 座，与地铁 17、18、19 号线共用，并预留 2 条线的接入条件。项目工程组成见表 2.1-1，主要工程数量见表 2.1-2。

表 2.1-1 西安地铁 16 号线一期工程组成表

类别	专业工程	工程内容	工程指标及技术参数
土建工程	线路工程	正线	沣东小镇站~能源三路站，线路全长 15.03km，均为地下线。
		出入线	沙河滩车辆基地出入线长 1.58km
	隧道工程	地下区间隧道总长 12389.40m(双延米)，其中盾构法区间隧道长 11442.977m；明挖法区间隧道长 526.08m；浅埋暗挖法区间隧道长 420.353m。车辆基地出入线地下区间长度 1066.803m。 地下隧道断面形式主要为圆型、矩型、马蹄型	
	轨道工程	正线、试车线及库内线铺设无缝线路，车场库外线铺设有缝线路。 正线、配线及试车线采用 60kg/m 钢轨 9 号道岔，车场线采用 50kg/m 钢轨 7 号道岔。 正线、配线采用长枕式整体道床。车辆段库外线采用新 II 型混凝土枕碎石道床，库内线按检修工艺要求采用整体道床。	
	车站及附属建筑	本工程共设车站 9 座（换乘站 4 座），平均站间距 1.78km，最大站间距为 3.288km，最小站间距为 0.985km	
	车辆基地	沙河滩车辆基地	位于沣泾大道以东、尚航三路以西、能源三路以北、能源北路以南地块，总占地约 39.01hm ² ，围墙内占地 34.46hm ² ，由车辆段、物资总库、综合维修中心三部分组成。负责线网 16、17、18、19 号线共 4 条线车辆的大架修任务，设置大架修 3 列位，承担本线列车定临修、周月检、列检、停放和洗刷清扫等日常维护保养任务以及沿线设备的维修、材料设备供应。车辆基地内不设喷漆房
设备系统	车辆系统	采用普通轮轨系统 B 型车，初、近、远期均为 4 动 2 拖 6 辆编组，列车总长度 118.36m，车辆长 19.52m，宽 2.8m，高 3.81m。额定载客量 1260 人/列，最高运行速度 100km/h。	
	供电系统	采用 110/35kV 集中供电方式，直流 1500V 架空接触网授流。一期工程设沙河滩主变电所 1 座，牵引降压混合变电所 8 座，独立降压变电所 2 座，跟随式变电所 7 座	
	通风空调系统	地下车站设置全封闭站台门配置通风空调系统，包括隧道通风系统和车站通风空调系统两大部分。区间采用双活塞通风模式，车站公共区采用一次回风全空气系统。	
	采暖系统	各车站采用空调采暖，车辆基地采用干热岩集中供暖。	
	给排水系统	各车站、区间及沿线附属建筑采用城市自来水。9 个车站生活污水经化粪池处理后排入市政污水管网，车辆基地生活污水和生产废水分别经处理后汇集一并排入市政污水管道系统。	
	行车组织	初期采用一个大交路方案，开行 12 对/h；近、远期均按 2:1 比例开行大小交路方案，分别开行 21 对/h、30 对/h。列车早 5:30 开始运营，晚 23:30 结束运营，全天共计运营 18 小时，其余时间用于线路和设备维修。	
依托工程	供电系统	沙河滩主变电所	新建，位于沙河滩车辆基地西侧地块，为本线供电，故障时，利用五号线一期工程和和平村主变电所支援供电
	控制中心	控制中心设置于本线沙河滩车辆基地内，由 16 号线负责实施，考虑 16、17、18、19 号线共用并预留 2 条线的接入条件。	

类别	专业工程	工程内容	工程指标及技术参数
	污水处理厂	16 号线一期工程沿线涉及上林苑污水处理厂、沣东南污水处理厂。	
环保工程	振动防治	对于超标的振动敏感点，采取减振措施路段共 6390 单延米（其中高等减振 1610 单延米，特殊减振 4780 单延米）	
	噪声防治	风亭、冷却塔：对于超标敏感点，本次环评建议设置风亭风机消声器、采用超低噪音冷却塔，从源头降噪；风亭、冷却塔边界与敏感建筑物的水平间距不小于 15m，并要求在噪声防护距离范围内不宜规划建设居住、文教、医疗等敏感建筑。 车辆基地场界采用实心砖混结构墙体封闭，墙高为 3m。	
	废水	各车站的生活水经化粪池处理后排入市政管网；车辆基地洗车废水经洗车机自带废水净化装置处理后部分回用，剩余部分废水与检修废水进入自建污水处理站经隔油沉淀、气浮工艺处理，生活污水经隔油池、化粪池处理后与生产废水汇集一并排入市政污水管网。	
	大气	车辆基地食堂设有油烟净化装置。	
	固废	生活垃圾设置分类收集箱，由环卫部门统一清运；在车辆基地西北角、太平河西侧设置 1 座危险废物贮存间，危险废物收集后定期交由有资质单位处置。	

表 2.1-2 西安地铁 16 号线一期工程主要工程数量

主要指标名称		单 位	指标值	备注
线路长度	正线	km	15.03	沣东小镇站~能源三路站，全为地下线
车站	地下站	座	9	换乘站 4 座
车辆基地	数量	处	1	沙河滩车辆基地（总用地含控制中心 2.14 hm ² ）
	占地面积	hm ²	39.01	
控制中心	数量	处	1	控制中心位于本线沙河滩车辆基地内，由 16 号线负责实施，并考虑 16、17、18、19 号线共享
主变电所	数量	座	1	新建，主变电所位于沙河滩车辆基地；主变电所故障时，利用五号线一期和平村主所进行支援供电
	占地面积	hm ²	0.35	

2.1.3 线路

（1）线路敷设方式

16 号线一期工程正线全长 15.03km，全部为地下线。

沙河滩车辆基地出入线自能源三路站引出，下穿 16 号线正线，以地下线沿能源北路敷设，过尚航四路后逐渐出地面进入车辆段，出入线长 1.58km。

（2）主要技术标准

①正线数目：双线，采用右侧行车制。

②设计最高行车速度：100km/h。

③轨距：1435mm。

④最小曲率半径：

区间正线一般 300m，困难地段 250m；

车站正线一般位于直线上，困难条件下曲线半径不应小于 1000m；

辅助线一般 200m，困难地段 150m。

⑤正线及车辆基地出入线上，两相邻曲线间无超高的夹直线长度不宜小于 0.5V，困难情况下不得小于 20m。

⑥正线及辅助线的圆曲线最小长度不宜小于 20m，困难情况下不得小于一节车辆的全轴距。

⑦线路纵坡

区间正线最大纵坡为 30‰，困难地段最大纵坡为 35‰；

出入线最大纵坡为 35‰，困难地段最大纵坡为 40‰；

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。

⑧竖曲线半径：正线区间 5000m，困难时 2500m；车站端部 3000m，困难时 2000m；出入线、车场线 2000m。

2.1.4 车站建筑

(1) 车站设置

本工程共设车站 9 座，均为地下站，其中换乘站 4 座，分别为张旺渠站、沣东三路站、上林路站、能源三路站，分别与 5 号线二期、11 号线、1 号线二期、19 号线换乘。平均站间距 1.78km，最大站间距 3.288km，为张旺渠至沣东大道站区间，最小站间距 0.985km，为沣东大道至沣东三路站区间。工程车站设置情况见表 2.1-3。

(2) 车站施工工法

本工程车站均采用明挖顺作法施工，部分车站局部铺盖法施工。

明挖施工的特点是可以适用于各种不同的地质情况，减少线路埋深，施工工艺简单，技术成熟，在有条件进行交通疏解、有施工场地并不受地下管线影响的条件下，尽可能采用明挖法施工，有利于节约投资和减少施工难度。

明挖顺作法施工是从地面向下开挖至基坑底面后，再自下而上浇注车站结构，然后回填土方，恢复路面。

(3) 出入口、风亭、冷却塔

本工程地下车站一般设置 2~4 个出入口，除沣东大道、上林路站设有 3 组风亭外，其余各站设有 2 组风亭，每个车站冷却塔 1 套（各 2 台），采用超低噪音设备。工程 9 处地下车站风亭 30m 评价范围内有声敏感目标 2 处，冷却塔 50m 评价范围内有声敏感

目标 2 处。

工程风亭、冷却塔与周边环境保护目标分布情况见表 2.1-4。

表 2.1-3 西安地铁 16 号线一期工程车站设置表

序号	车站名称	有效站台 中心里程	车站位置	结构型式	施工 工法	基坑支护	地下水控 制方式	备注
1	沣东小镇站	AK13+845.000	丰镐大道与昆明五路 交叉路口	地下二层单柱双 跨箱型框架结构	明挖 顺作法	钻孔灌注桩+钢管内支撑	坑外降水	地下 2 层岛式，起点 站
2	张旺渠站	AK15+796.937	丰镐大道与昆明二路 交叉口南侧	地下三层双柱三 跨箱型框架结构	明挖 顺作法	钻孔灌注桩+钢管内支撑	坑外降水	地下 3 层岛式，与在 建 5 号线二期换乘
3	沣东大道站	AK19+185.000	沣东大道与复兴大道 交叉路口	地下二层双柱三 跨箱型框架结构	明挖 顺作法，局 部铺 盖法	钻孔灌注桩+钢管内支撑	坑外降水	地下 2 层岛式
4	沣东三路站	AK20+070.000	沣东三路与复兴大道 交叉路口南侧	地下二层双柱三 跨箱型框架结构	明挖 顺作法	钻孔灌注桩+钢管内支撑	坑外降水	地下 2 层岛式，与远 期 11 号线换乘
5	科统三路站	AK21+330.000	科统三路与复兴大道 十字路口北侧	地下三层双柱三 跨箱型框架结构	明挖 顺作法	钻孔灌注桩+钢管内支撑	坑外降水	地下 3 层岛式
6	科统六路站	AK23+220.000	沣泾大道与统一路交 叉口	地下二层单柱双 跨箱型框架结构	明挖 顺作法	钻孔灌注桩+钢管内支撑	坑外降水	地下 2 层岛式
7	上林路站	AK25+025.000	世纪大道与沣泾大道 十字路口南侧	地下三层双柱三 跨箱型框架结构	明挖 顺作法，局 部铺 盖法	钻孔灌注桩+钢管内支撑	坑外降水	地下 3 层岛式，与一 号线二期换乘
8	能源中心站	AK26+950.000	金融一路与丰裕路交 叉口	地下二层单柱双 跨箱型框架结构	明挖 顺作法	钻孔灌注桩+钢管内支撑	坑外降水	地下 2 层岛式

序号	车站名称	有效站台 中心里程	车站位置	结构型式	施工 工法	基坑支护	地下水控 制方式	备注
9	能源三路站	AK28+060.000	沣泾大道与能源三路 交叉口	地下二层双柱三 跨箱型框架结构	明挖 顺作 法	钻孔灌注桩+钢管内支撑	坑外降水	地下 2 层岛式，与远 期 19 号线换乘

表 2.1-4 风亭、冷却塔位置及周围环境情况

序号	车站名称	风亭、冷却塔位置		风亭 30m 内声环境敏感 点	冷却塔 50m 内声环境敏 感点
1	沣东小镇站	1 号风亭组、冷却塔	位于丰镐大道与昆明五路交叉口西南侧绿地内	无	无
		2 号风亭组	位于丰镐大道与昆明五路交叉口西北侧绿地内	无	无
2	张旺渠站	1 号风亭组	位于丰镐大道东侧绿地内	无	无
		2 号风亭组	位于丰镐大道东侧绿地内	无	无
3	沣东大道站	1 号风亭组	位于沣泾大道南侧绿地内	无	无
		2 号风亭组	位于沣泾大道南侧绿地内	无	无
		3 号风亭组	位于沣泾大道北侧绿地内	无	无
4	沣东三路站	1 号风亭组	位于车站南段绿化带	无	无
		2 号风亭组	位于路口东南象限的绿化带	无	无
5	科统三路站	1 号风亭组	位于复兴大道路中绿化带	无	无
		2 号风亭组	位于复兴大道路中绿化带	无	无
6	科统六路站	1 号风亭组、冷却塔	位于统一路南侧地块	无	无
		2 号风亭组	位于统一路北侧地块	无	无
7	上林路站	1 号风亭组	位于沣泾大道道路西侧红线内	无	无
		2 号风亭组	位于沣泾大道道路西侧红线内	无	无
		3 号风亭组、冷却塔	位于沣泾大道道路西侧红线内	1 处	2 处
8	能源中心站	1 号风亭组、冷却塔	位于丰裕路南侧绿化带	无	无
		2 号风亭组	位于丰裕路北侧绿化带	无	无
9	能源三路站	1 号风亭组	位于能源三路南侧绿化带	无	无
		2 号风亭组、冷却塔	位于能源三路北侧绿化带	1 处	无

2.1.5 结构工程与施工方式

(1) 区间结构工程

一期工程正线地下区间隧道总长 12389.40m（双延米），其中盾构法区间隧道长度 11442.977m（占 92.5%）；明挖法区间隧道长度 526.08m（占 4.2%）；浅埋暗挖法区间隧道长度 420.353m（占 3.3%）。车辆基地出入线地下区间长度 1066.803m，明挖法隧道长 876.803m，明挖 U 型槽长 190m。

正线轨面均为单洞单线隧道，断面形式主要为圆形隧道（盾构区间）、矩形隧道（明挖区间），个别路段为马蹄形隧道（暗挖区间）。隧道区间断面形式见图 2.1-2。

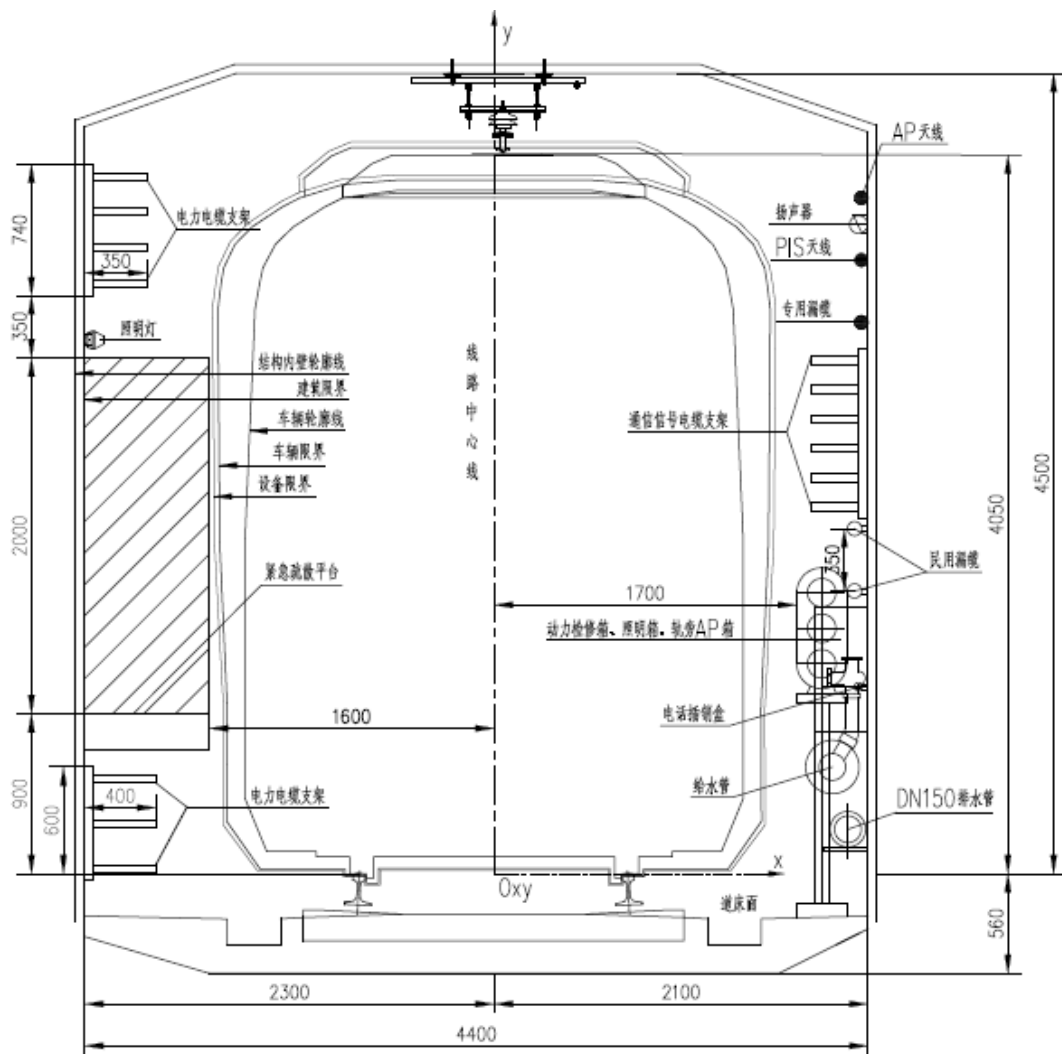


图 2.1-2b 隧道区间典型横断面示意图（矩形）

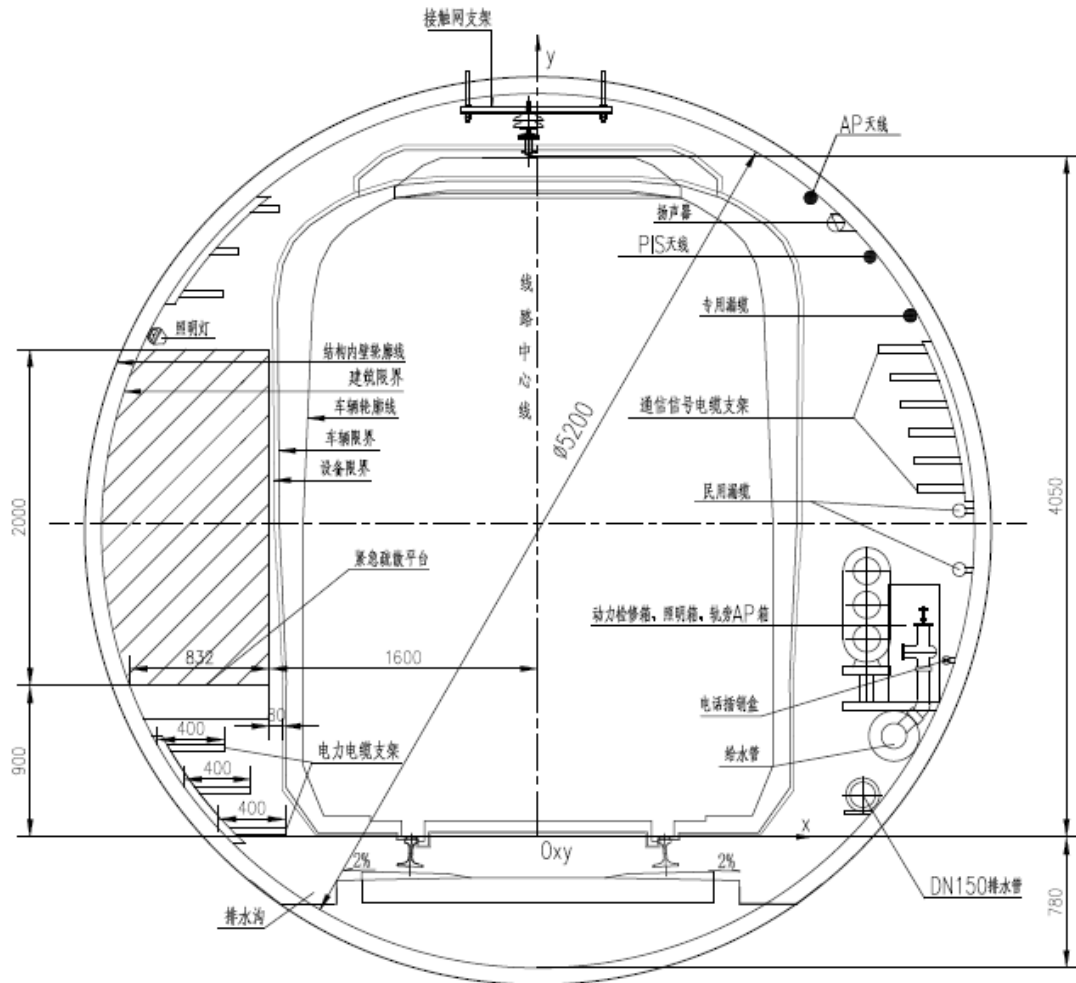


图 2.1-2b 隧道区间典型横断面示意图（圆形）

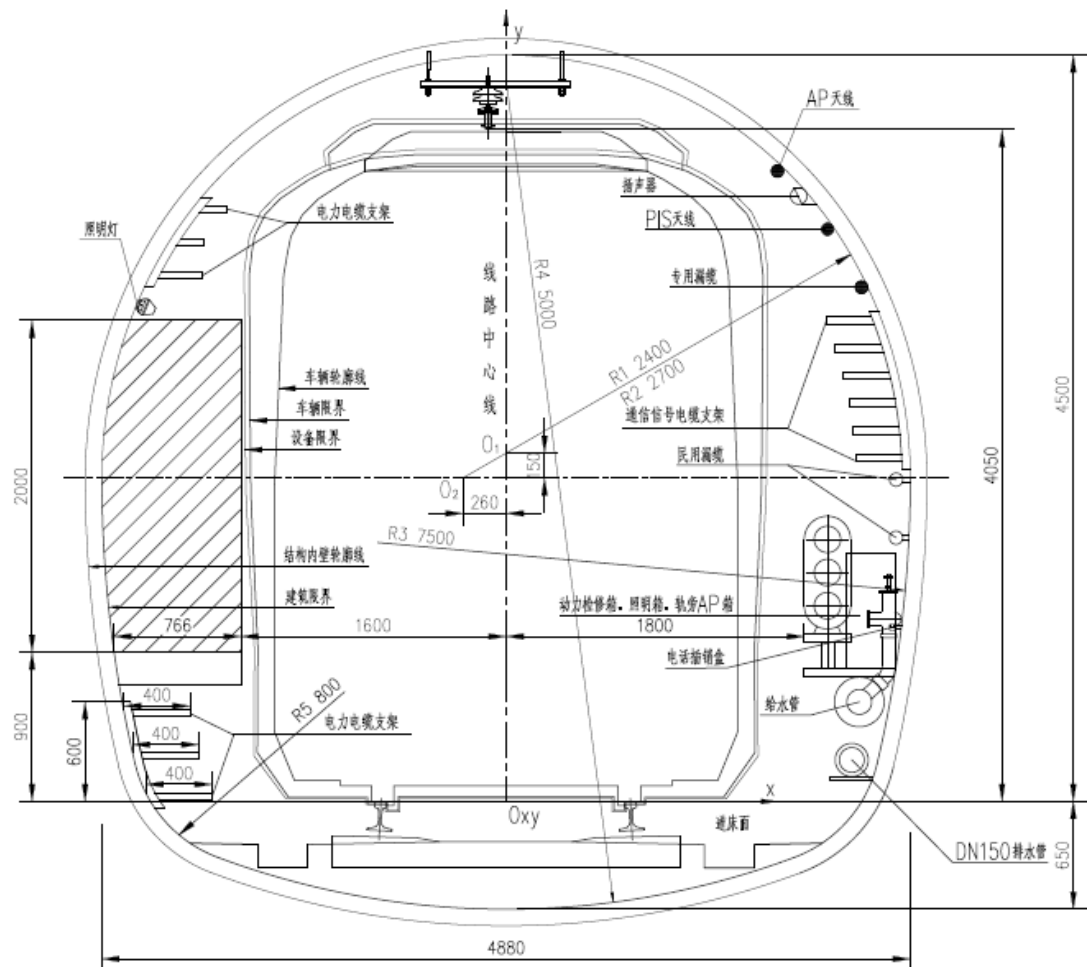


图 2.1-2c 隧道区间典型横断面示意图（马蹄形）

(2) 区间施工方式

本工程全线区间隧道主要采用浅埋暗挖法、盾构法和明挖法施工。

盾构法是指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、衬砌背后注浆，再向前推进等作业。

浅埋暗挖法（亦称矿山法或新奥法）适宜在岩石地层或无地下水的松软地层中施工，对岩石地层采取分部或全断面开挖，喷锚支护或喷锚支护复合衬砌；在地质条件较差的地层宜采取台阶法或分步开挖法，采用地层预加固，钢拱锚喷结构作初期支护，然后再施作二次衬砌。

工程区间隧道的施工方法及结构形式详见表 2.1-5 及图 2.1-3。

表 2.1-5 各段区间隧道施工方法及结构形式

序号	区间名称	长度 (m)	区间工法	结构形式
1	起点~沣东小镇	193.14	浅埋暗挖法(含明挖补风井 15m)	马蹄形断面
2	沣东小镇~张旺渠	1754.232	盾构法	圆形断面

②功能定位及任务

沙河滩车辆基地功能定位为大架修基地，负责线网 16、17、18、19 号线共 4 条线车辆的大架修任务，设置大架修 3 列位，本次预留规模为 6 列位。且承担本线配属车辆定临修、周月检、列检、停放和洗刷清扫等日常维护保养任务以及沿线设施设备的维修、材料供应。

③总平面布置

沙河滩车辆基地包括车辆段、综合维修中心、物资总库三个部分，车辆段负责车辆的运用、检修工作，综合维修中心负责本线各机电、建筑设施等的维修，物资总库负责 16 号线的材料供应。车辆基地内不设喷漆房。

车辆基地整体采用运用库和检修库尽端式横列、顺接布置。设有大架修 3 列位（本次大架修预留 6 列位），定修 1 列位，临修 1 列位，周月检 3 列位，停车列检 24 列位，牵出线 1 条、试车线 1 条。调机及工程车存放线 3 条，卸料线 3 条。

停车列检库与周月检库合设，大架修库与定临修库、静调库、吹扫库合设，不落轮镟库设置在检修库和运用库咽喉区中部。调机及工程车库单独设置，洗车线位于咽喉区，八字往复进行洗车作业。除上述设施外，车辆段内设有综合楼（含综合维修中心、办公楼、食堂、公寓）、牵引降压混合变电所、换热站、污水处理站、工建料棚、物资总库、杂品库、调机与平板车存放线、门卫等设施。

④出入线方案

沙河滩车辆基地出入线自能源三路站后交叉渡线引出，与正线四线并行向北敷设，之后线路折向东下穿正线右线后以地下线沿能源北路敷设，采用 $R=240m$ 的曲线转向东沿能源北路敷设。受车辆段咽喉区位置控制线路随后采用一组 $R=250m$ 的 S 曲线下穿地块，线路敞口段洞门设置于尚航六路西侧，出入段线下穿车辆基地内南北向高压线后接入沙河滩车辆基地。出入线长 1.58km，设三处曲线，半径分别为 240m、250m 和 250m，纵断面最大坡度 34.4‰。

（2）控制中心

控制中心作为运营管理机构的重要部门，是全线各系统中央级设备的设置场所，是行车指挥中枢，是对全线列车运行、牵引供电、环境与设备及火灾报警实行监控和调度指挥的中心。

本工程在沙河滩车辆基地内部太平河西侧新建一座控制中心，为 16、17、18、19

号线共用并预留 2 条线的接入条件。

2.1.7 轨道

正线、试车线及库内线铺设无缝线路，车场库外线铺设有缝线路。正线铺轨 31.907 铺轨公里，全部为地下线；出入段线铺轨 3.169 铺轨公里；车场线铺轨 13.34 铺轨公里。

轨距：1435mm。

钢轨：正线、配线及试车线采用 60kg/m 钢轨，车场线采用 50kg/m 钢轨。

轨底坡：正线采用轨底坡 1/30；车场线采用轨底坡 1/40。道岔及道岔间不足 50m 的直线地段不设轨底坡。

扣件：整体道床采用弹性分开式扣件；试车线、出入线碎石道床采用弹条 II 型扣件，库外线碎石道床采用弹条 I 型扣件。

道岔：正线、配线及试车线采用 60kg/m 钢轨 9 号道岔，车场线采用 50kg/m 钢轨 7 号道岔。

轨枕及道床：正线、配线采用长枕式整体道床。车辆段库外线采用新 II 型混凝土枕碎石道床，库内线按检修工艺要求采用整体道床。

曲线超高：最大曲线超高值 120mm，未被平衡超高值一般不大于 61mm，困难时不应大于 75mm。地下线曲线超高设置方式为半超高，地面线超高设置方式为全超高，超高顺坡率一般不大于 2‰。

2.1.8 客流预测与行车组织、运营管理

(1) 客流量预测

根据设计资料，16 号线全线客流预测结果见表 2.1-6。

表 2.1-6 西安地铁 16 号线各特征年主要客流指标表

指标			单位	研究年度		
				初期	近期	远期
全日	线路长度		km	15.03	28.46	67.1
	客运量		万人	17.91	44.29	82.50
	平均运距		km	5.08	9.03	14.15
	负荷强度		万人/km	1.18	1.55	1.23
早高峰	客运量		万人	2.25	6.36	12.72
	上行	最高断面单向客流量	万人/h	1.16	2.40	2.55
		最大断面位置	--	科统三路~科统六路	张旺渠~沣东大道	科统三路~科统六路
	下行	最高断面单向客流量	万人/h	0.45	1.10	3.31
		最大断面位置	--	科统六路~科	科统六路~科	能源三路~能

指标			单位	研究年度		
				初期	近期	远期
				统三路	统三路	源中心
	平均运距		km	5.86	9.30	14.99
晚高峰	客运量		万人	1.87	5.43	10.61
	上行	最高断面单向客流量	万人/h	0.37	1.11	2.73
		最大断面位置	--	科统三路～科统六路	科统三路～科统六路	上林路～能源中心
	下行	最高断面单向客流量	万人/h	0.96	1.96	2.35
		最大断面位置	--	科统六路～科统三路	沣东大道～张旺渠	上林路～科统三路
	平均运距		km	5.83	9.25	14.25

(2) 运输能力

本工程各设计年度运输能力见表 2.1-7。

表 2.1-7 西安地铁 16 号线设计运输能力表

项目	设计年度	初期	近期	远期
高峰小时单向最大断面流量 (万人次/h)		1.16	2.40	3.31
列车编组辆数 (辆)		6		
列车载客量 (人/列)		1260		
最小列车运行间隔时间 (min)		5.0	2.9	2.0
高峰小时列车对数 (对/h)		12	21	30
高峰小时单向设计客运能力 (万人次/h)		1.51	2.65	3.78
运能余量 (%)		23.2%	9.4%	12.4%

(3) 行车交路

16 号线初期采用一个大交路，即沣东小镇~能源三路，开行列车 12 对/h；近、远期均按 2:1 比例开行大小交路方案，分别开行 (14、7) 对/h、(20、10) 对/h，近期大交路为南客站~能源三路，小交路为沣东农博园~能源三路；远期大交路为南客站~永乐，小交路为沣东农博园~高泾南路。列车运行交路见图 2.1-7。

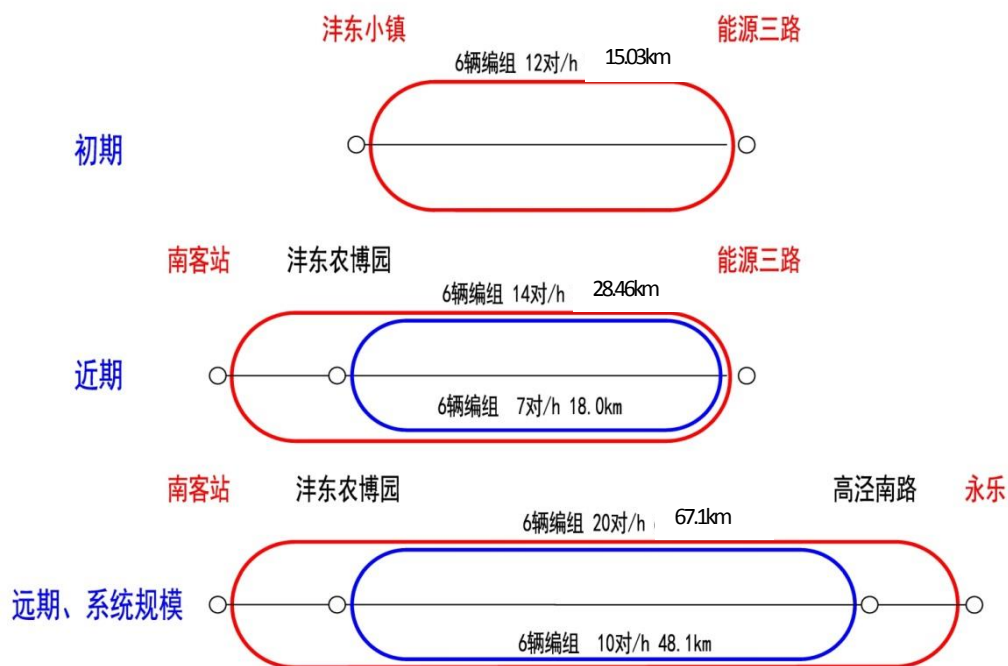


图 2.1-7 西安地铁 16 号线列车运行交路图

(4) 运营时间

列车运营时间为早 5:30 开始运营，晚 23:30 结束运营，全天共计运营 18 小时，其余时间用于线路和设备维修。

(5) 行车计划

根据设计，运营初期全日开行列车 164 对，近期全日开行列车 236 对，远期全日开行列车 302 对，全日行车计划见表 2.1-8。

表 2.1-8 西安地铁 16 号线一期工程全线全日行车计划

运行时间段	列车对数 (对/h)				
	初期	近期		远期	
		大交路	小交路	大交路	小交路
5:30~6:30	6	8		10	
6:30~7:30	8	10		12	
7:30~8:30	12	14	7	20	10
8:30~9:30	10	12	6	16	8
9:30~10:30	10	12	6	16	8
10:30~11:30	10	12		15	
11:30~12:30	10	12		15	
12:30~13:30	10	12		15	
13:30~14:30	10	12		15	
14:30~15:30	10	12		15	
15:30~16:30	10	12		15	
16:30~17:30	10	12	6	16	8
17:30~18:30	12	14	7	20	10
18:30~19:30	10	12	6	16	8

运行时间段	列车对数 (对/h)				
	初期	近期		远期	
		大交路	小交路	大交路	小交路
19:30~20:30	8	10		12	
20:30~21:30	6	8		8	
21:30~22:30	6	8		8	
22:30~23:30	6	6		6	
合计	164	198	38	250	52

2.1.9 车辆

采用普通轮轨系统 B 型车,初、近、远期均为 4 动 2 拖 6 辆编组,列车总长度 118.36m,车辆长 19.52m,宽 2.8m,高 3.81m。额定载客量 1260 人/列,最高运行速度 100km/h。车辆主要技术指标见表 2.1-9。

本线配属车辆包括运用车、备用车和检修车三部分,各设计年度车辆配备见表 2.1-10。

表 2.1-9 车辆主要技术指标

序号	指标名称	单位	指标参数值
1	型号及编组	/	6B
2	列车长度	m	118.36
3	受电方式	/	接触网
4	车辆长度	mm	Tc: ≤20140mm, M、Mp: ≤19520mm
5	车辆宽度	mm	2800
6	车辆高度	mm	3810
7	最高运行速度	km/h	100
8	车辆构造速度	km/h	110
9	0-100km/h 平均加速度	m/s ²	≥0.5
10	常用制动平均减速度 (100~0km/h)	m/s ²	1.0
11	紧急制动平均减速度 (100~0km/h)	m/s ²	1.2
12	列车空重	t	≤204
13	列车轴重	t	≤14

表 2.1-10 车辆配置表

设计年度		初 期 (2027 年)	近 期 (2034 年)	远 期 (2049 年)
项目				
列车 配置	运用车 (列/辆)	10/60	26/156	84/504
	检修车 (列/辆)	1/6	3/18	9/54
	备用车 (列/辆)	2/12	3/18	4/24
	配属车 (列/辆)	13/78	32/192	97/582

2.1.10 供电系统

本工程用电负荷主要是电动列车 (直流)、各车站及区间的环控、动力、照明、通信、信号等用电设备负荷。供电系统采用集中供电方式,主变电所进线电压 110kV,中压环网电压等级 35kV。

一期工程在沙河滩车辆基地西侧新建 1 座主变电所，占地约 0.35 公顷，主变故障时，利用五号线一期工程和平村主变电所支援供电。主变电所两回 110kV 外部电源初步从沣渭 330kV 变电站两段 110kV 母线引入，安装两台变压器，近期主变压器安装容量为 2×25MVA。沙河滩主变电所位置见图 2.1-5。

根据本线负荷分布、供电系统继电保护配置便利性，一期工程共设置 2 个供电分区。每个供电分区均从主变电所 35kV 侧两段母线上分别引接一路电源，实现两路不同的电源对车站变电所供电。

牵引供电采用 DC1500V 架空接触网授流方式。

工程正线设置 7 座牵引变电所，最大所间距为 3695m，最小所间距为 1110m，平均所间距为 2369m；车辆基地单独设置 1 座牵引变电所。沣东三路站、科统六路站各设降压变电所 1 座，沣东大道站、能源三路站、控制中心各设跟随变电所 1 座，张旺渠-沣东大道区间风井设区间跟随变电所 1 座，出入段线洞口处设置洞口跟随变电所 1 座，车辆基地内设跟随式变电所 2 座。

供电分区及正线牵引变电所分布见表 2.1-11 和表 2.1-12。

表 2.1-11 供电分区

主变电所名称	供电分区名称	供电范围	备注
沙河滩主变电所	供电分区一	沣东小镇、张旺渠、沣东大道	当沙河滩主变电所故障退出运行时，由 5 号线一期工程和和平村主变电所为供电范围内牵引、动力照明一、二级负荷支援供电。考虑线路延伸和可扩展性，在沣东小镇站和能源三路站预留环网联络柜位
	供电分区二	沣东三路、科统三路、科统六路、上林路、能源中心、能源三路、车辆基地	

表 2.1-12 正线牵引变电所分布方案

牵引变电所	沣东小镇	张旺渠	沣东大道	科统三路	上林路	能源中心	能源三路
所间距 (m)	1952	3288	2245	3695	1925	1110	

2.1.11 环控系统

本工程地下车站设置全封闭站台门配置通风空调系统。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轨行区排风系统；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。

(1) 隧道通风系统

一期工程隧道通风采用双活塞通风模式，车站轨行区排热风机（TEF）与区间隧道事故风机（TVF）分别单独设置，排热风机采用变频控制。配线区间隧道采用设置射流

风机组辅助排烟的纵向通风/排烟方式。

（2）地下车站通风空调系统

①公共区通风空调系统

车站公共区通风空调系统常采用一次回风全空气系统，空调机房一般设在车站两端，各负责半个车站的通风空调。每端的空调机房内设置一台组合式空调器，对应一台小新风风机、回排风机、排烟风机。

②设备管理用房通风空调系统

设备管理用房根据工艺要求及规范规定设置不同形式的通风系统和空调系统。

③车站空调水系统

全线地下车站每站各设置一座冷冻水机房，内设水冷式冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、分集水器，冷却塔设于室外地面。

（3）车辆基地、控制中心、主变电站通风空调系统

工艺性通风与空调系统：采用全空气空调系统，如对温湿度有特殊要求的个别机房，可采用恒温恒湿空气处理机。

舒适性通风与空调系统：根据实际情况可采用全空气中央空调系统、多联机空调系统或分散式空调形式。

通风系统（采用机械通风时）：对有通风换气要求或产生余热余湿的房间，根据实际情况可采用集中通风系统或局部通风形式。所有卫生间均采用自带止回阀的卫生间专用通风器对生产过程中产生的废气经过局部通风净化系统处理，达到环境排放要求后排放。高大厂房通风系统（采用机械通风时）根据实际情况设集中通风系统或局部通风系统保证通风需要。

车辆基地采用干热岩集中供暖，在大库辅助边跨、综合楼等建筑中人员办公及住宿房间，冬季利用冷暖型多联机空调系统作为辅助热源。

2.1.12 给排水系统

（1）给水系统

各车站、区间及沿线附属建筑采用城市自来水。地铁车站室内生产、生活给水系统应与消防给水系统分开设置，室外生产、生活给水系统和消防给水系统可共用管网。

生产给水系统主要供给空调系统循环冷却补充水、冲洗用水及检修车辆、设备用水；生活给水系统主要供给车站及附属建筑人员饮用水、厕所用水、盥洗水及部分房间的洗

涤池用水。车站冲厕用水优先采用城市中水，管网系统与其它生活用水分开设置，从城市中水管网中引入，无市政中水水源的车站预留中水接口。

给水系统引入管起端应设置倒流防止器或其他有效的防止倒流污染的装置。车站生产、生活给水管道与消防给水管道在市政引入管后分开设置，单独计量。

（2）排水系统

排水系统分为污水、废水和雨水三类。污水系统包括生产和生活污水排水系统；雨水系统包括车站出入口、低风亭等雨水系统和隧道洞口敞开段雨水系统；废水系统包括结构渗漏水、消防废水、冲洗废水等。

采用分流制，各类污、废水分类集中后，就近排入市政排水系统。一期工程建成后沿线地面道路上均有较完善的市政排水系统。

地下车站和区间内的粪便污水、结构渗漏水、生产、冲洗及消防废水和隧道洞口的雨水可分类集中，由排水泵提升，就近排入道路上的市政雨、污水管网（粪便污水经化粪池处理后排放）。地下车站内设废水泵房、污水泵房、局部排水泵房等，区间设主排水泵站，隧道洞口处设雨水泵站。

①废水排水系统

地下车站站厅层的冲洗废水、结构渗漏水及消防废水经地漏或横截沟收集，由排水立管引入站台层线路两侧的排水明沟，站台层的废水直接排入线路排水明沟，由排水明沟将废水汇入车站端头的废水泵房，泵房内安装潜污泵 2 台，平时一用一备，消防时两台同时运行。泵房内的废水经泵提升至地面泄压井后就近排入市政排水管道。

②污水排水系统

车站员工卫生间和公共卫生间的粪便污水和生活污水，经管道收集后由污水泵提升至室外泄压井减压，化粪池处理后就近排入市政污水管网。

车辆基地的生产废水经隔油沉淀池处理后，浮油及大颗粒杂质基本被去除，再经过气浮油水分离工艺处理，去除剩余乳化油、合成洗涤剂等污染物，处理后的生产废水与生活污水汇合，排入市政污水管道。即洗车废水经自带废水净化装置处理后 80%回用，剩余 20%废水与检修废水混合进入自建污水处理站经隔油沉淀、气浮处理。生活污水经小型隔油池、化粪池等处理构筑物预处理后，与生产废水一起经提升后就近排入市政污水管道。

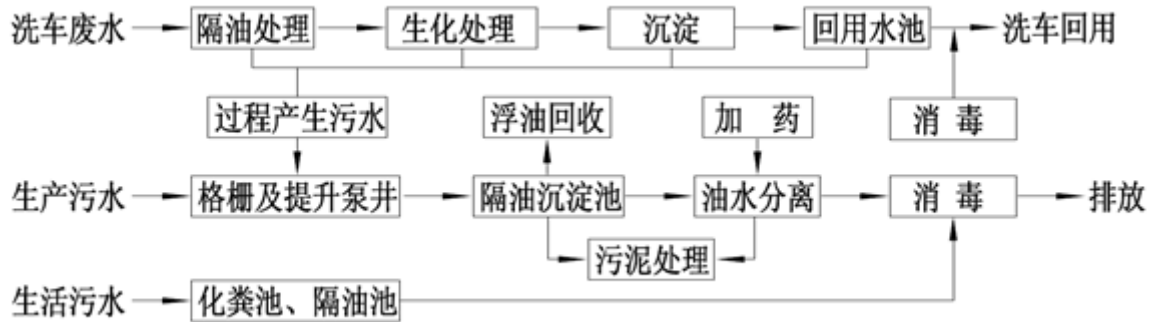


图 2.1-8 车辆基地污水处理工艺流程图

根据设计资料，各车站、沙河滩车辆基地的污水量见表 2.1-13。

表 2.1-13 西安地铁 16 号线一期工程污水排放量估算表

项目		污水排放量 (m³/d)	小计 (m³/d)
车站生活污水		90	90
车辆基地	生产废水	208	273
	生活污水	65	
合计			363

③雨水排水系统

在地下车站出入口、敞开风亭处当雨水不能自流排除时，设置雨水泵站，雨水泵站内安装两台雨水泵，依次轮换工作，必要时同时运行。雨水经泵提升到地面泄压井后，就近接入市政雨水管道系统。

2.1.13 工程占地及土石方数量

(1) 工程占地及拆迁

本工程永久用地面积 43.86 hm²，主要分布在车站出入口和风亭、沙河滩车辆基地；临时占地面积 13.31hm²，包括临时材料场、铺轨基地、施工场地、临时堆土场等，主要分布在车站附近。工程占地情况统计见表 2.1-14。

16 号线一期工程拆迁面积共计 6988m²，其中车辆基地拆迁大棚 4108m²，出入线拆迁房屋 2880m²。

表 2.1-14 工程占地情况表

序号	项目	占地面积 (hm²)	占地性质 (hm²)		占地类型 (hm²)			
			永久占地	临时占地	城镇建设用地	城镇住宅用地	耕地	荒草地
1	车站	17.81	4.50	13.31	5.80	2.14	5.29	4.58
2	主变电所	0.35	0.35					0.35
3	车辆基地	39.01	39.01				39.01	
4	合计	57.17	43.86	13.31	5.8	2.14	44.3	4.93

(2) 土石方

本工程地下车站、区间隧道、车辆基地土石方总量为 438.22 万 m³，其中挖方 295.11

万 m³，填方 143.11 万 m³，借方 66.66 万 m³，弃方 218.66 万 m³。借方从合法料场商购解决，弃方全部运至当地指定消纳场处理。

表 2.1-15 西安地铁 16 号线一期工程土石方情况统计表 单位：万 m³

序号	项目	挖方	填方	借方	弃方
1	车站	173.76	47.15		126.61
2	正线区间+出入线	109.48	17.43		92.05
3	主变电所	0.25	0.25		
4	车辆基地	11.62	78.28	66.66	
5	合计	295.11	143.11	66.66	218.66

2.1.14 工期安排与投资预算

(1) 工期安排

本工程计划 2020 年 5 月开工建设，2024 年 9 月试运行，2024 年 12 月全线建成通车试运营，建设总工期 4.5 年。

(2) 投资估算

本工程投资估算总额约为 1135593.32 万元。

2.2 工程分析

2.2.1 环境影响概况

工程实施产生的环境影响可分为两个阶段，即施工期环境影响及运营期环境影响。

(1) 施工期

施工期环境影响主要包括征地拆迁等施工准备工作，区间、车站、车辆基地、主变电站等土建施工，以及土建完成后的装修及设备调试阶段。以上各阶段活动产生的环境影响见图 2.2-1。

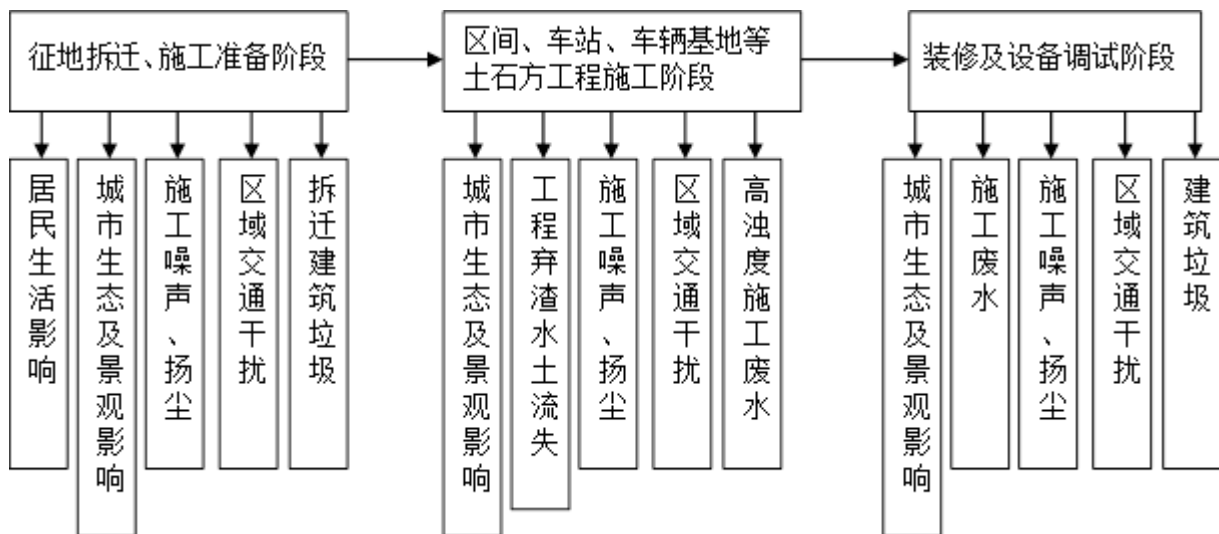


图 2.2-1 施工期环境影响示意图

施工期各阶段的持续时间差异较大，工作内容不同，产生的环境影响范围、程度、方式、时间不同。其中，工程车站、区间及车辆基地等的土建施工持续时间长，施工土方量大，投入的材料、人员、施工机械数量多，对交通干扰较大，是施工期环境影响较大的时段。

(2) 运营期

运营期主要环境影响为地下段列车运营产生的振动影响，风亭和冷却塔运行以及车辆基地车辆列检、检修、固定机械设备等产生的噪声影响。工程运营期环境影响示意图见图 2.2-2。

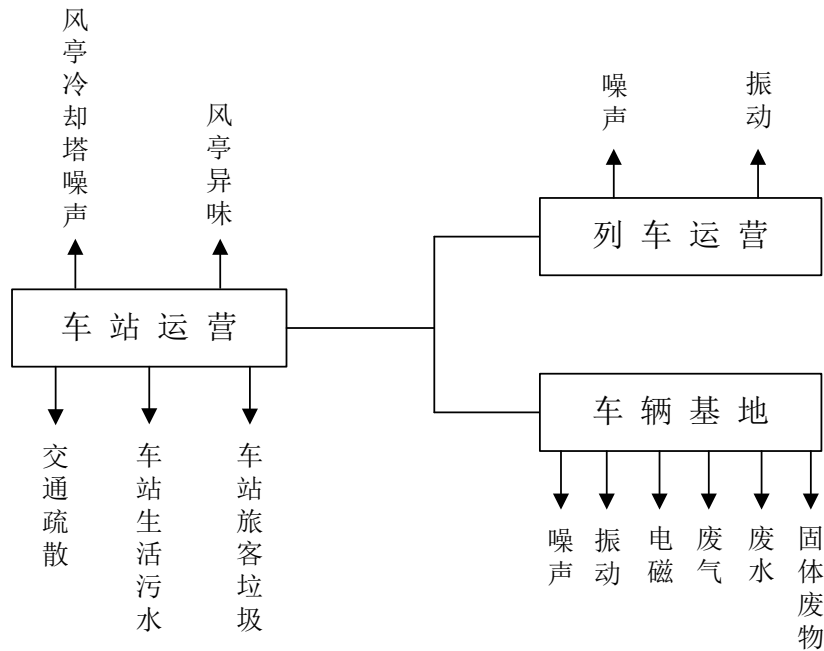


图 2.2-2 运营期环境影响示意图

2.2.2 主要污染源分析

2.2.2.1 污染源特征分析

本工程施工期、运营期环境影响主要污染源特征分析详见表 2.2-1。

表 2.2-1 工程主要污染源特征分析表

时段	污染类型	排放位置	排放方式
施工期	噪声	施工机械、运输车辆	点源排放，通过空间传播
	振动	施工机械、运输车辆	点源排放，通过土层传播
	水	施工场地、施工营地	市政排水管道
	气	施工场地、运输线路沿线	直接排放
	固体废物	隧道、车站、车辆基地等开挖土方 拆迁、车站、车辆基地装修等建筑垃圾	集中堆放
运营期	噪声	车辆检修、整备、车站风亭、冷却塔	点源，空间辐射传播
	振动、二次结构噪声	列车运行	移动线源，土层传播
	电磁	110kV 主变电所	空间辐射
	水	车站生活污水	经化粪池处理后排入市政污水管网
		车辆基地生产废水、生活污水	生产废水经隔油、沉淀、气浮等工艺处理，生活污水经隔油池、化粪池处理后与生产废水汇集一并排入市政污水管网
	气	地下车站风亭异味、车辆基地食堂油烟	风亭、食堂烟囱点源排放
	固体废物	车站、车辆基地	集中收集、填埋、回收

2.2.2.2 污染物源强分析

(1) 噪声

①施工期

本工程施工期噪声源主要为动力式施工机械产生的噪声。根据工程建设常用施工机械，并结合本工程特性，工程土方施工阶段产生施工噪声的主要施工机械有推土机、挖掘机和装载机，基础施工阶段主要施工机械有平地机、空压机和打桩机，结构施工阶段主要施工机械包括振捣器、混凝土泵等。根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013），主要施工机械噪声源强见表 2.2-2。

表 2.2-2 各种施工机械设备的噪声声级

施工阶段	施工设备	测点与声源距离 (m)	A 声级 dB (A)
土方阶段	液压挖掘机	5	82~90
	推土机	5	83~88
	轮胎式装载机	5	90~95
	重型运输车	5	82~90
基础阶段	各式打桩机	10	95~105
	平地机	5	90
	空压机	5	88~92
结构阶段	混凝土振捣器	5	80~88
	混凝土输送泵	5	88~95
	各类压路机	5	80~90

②运营期

一期工程全线为地下线，建成后，对环境产生的噪声影响主要是地下车站的风亭、冷却塔运行噪声，车辆基地停车列检及检修作业噪声等。

1) 地下线路风亭、冷却塔噪声源强

对外界产生噪声影响的环控系统主要有风亭、冷却塔。风亭噪声对环境的影响较小，单纯风亭噪声中，排风亭和活塞风亭影响相对较大，新风亭噪声影响较小。一般一个车站设置一套冷却塔，每套 2 台，仅在 6~9 月的空调期内开启，非空调期内冷却塔噪声对外环境不产生影响。

本项目设计拟对新风亭设置 3m 长消声器，排风亭设置 3m 长消声器，活塞风亭设置 2m 长消声器，车站设置屏蔽门，各站采用超低噪音冷却塔制冷。由于本项目各种机电设备尚未完成招标，因此，本次评价风亭噪声源强引用与本工程条件相似的西安市地铁 1 号线皂河站风亭的源强监测值，冷却塔源强引用与本工程条件相似的西安市地铁 1 号线五路口站冷却塔的源强监测值。噪声源强测试结果来源于《西安市地铁噪音源强测试研究报告》（长安大学，2017 年 6 月）。

本项目风亭、冷却塔采用的噪声源强值如下：

活塞风亭：机械风机运行时为 65dB (A)；机械风机不运行时为 57.2dB (A)（在

风道内安装 2m 长的消声器)；

排风亭：56.2dB (A) (在风道内安装 3m 长的消声器)；

新风亭：51.4dB (A) (在风道内安装 2m 长的消声器)；

超低噪音冷却塔：塔体当量距离处为 60.3dB (A)，出风口 45°角方向、离风口 1 倍出风口直径处 67.2dB (A)，两台同时运行。

2) 车辆基地噪声源强

沙河滩车辆基地高噪声设施有洗车机库、污水处理站、运用库、检修库、变电所等。其中，洗车库、污水处理站等设施仅昼间运行，停车、列检运用库，车辆在车辆基地内行车速度极低 (<5km/h)，噪声级较小。主要固定噪声源强见表 2.2-3。

表 2.2-3 车辆基地主要固定噪声源强表

声源名称	运用库	洗车库	污水处理站	联合检修库	变电所	换热站
距声源距离 (m)	3	5	5	3	1	1
声源源强 (dB(A))	73	72	72	73	71	75
运转情况	昼夜	昼间	昼间	昼夜	昼夜	昼夜, 仅在供暖季运行

(2) 振动

①施工期

施工期振动污染源主要来自施工机械作业产生的振动。预计施工时产生振动影响的主要施工机械有：盾构机、空压机、压路机、装载机、挖掘机、推土机、钻孔灌浆机等。此外，运输物料的重型车辆也是主要振动源之一。主要施工机械和运输车辆的振动源强见表 2.2-4。

表 2.2-4 施工机械振动源的强度 单位：VLzmax/dB

机械名称	距振源距离 (m)			
	5	10	20	30
风镐	88~92	83~85	78	73~75
挖掘机	82~84	78~80	74~76	69~71
推土机	83	79	74	69
压路机	86	82	77	71
空压机	84~85	81	74~78	70~76
振动打桩锤	100	93	86	83
重型运输车	80~82	74~76	69~71	64~66
柴油打桩机	104~106	98~99	88~92	83~88
钻孔—灌浆机		63		
盾构机		80~85		

可见，施工期打桩机的振动源强最大，影响范围广。另外重型运输车辆振动源强虽

然较小，但由于其活动范围大，是工程建设期主要振动影响源之一。

②运营期

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，引起地面建筑的振动。

轨道交通运营期的振动强度与列车运行速度、轨道、线路条件等参数有关，根据西安地铁 1 号线地下段测试结果，结合本工程的列车线路和轨道条件，本评价选取振动源强见表 2.2-5。

表 2.2-5 列车运行振动类比源强 单位：VLzmax/dB

项目	类比线路	列车条件	地质条件	线路条件	测量结果
地下线	西安地铁 1 号线(汉城路~开远门)	B 型车, 14t 轴重, V=75km/h	地层主要为第四系全新统冲洪积层、上更新统冲积层	60kg/m 无缝钢轨、弹性分开式 DTVI2 型扣件、无砟轨道	73.9
	本工程地下线	B 型车, 14t 轴重, V=100km/h	第四系全新统冲洪积层、第四系上更新统冲积层	60kg/m 无缝钢轨、DTVI2 型扣件、无砟轨道	/

(3) 电磁环境

本工程对电磁环境的影响主要是主变电站因高电压或大电流而形成感应，会产生电磁辐射。本工程车辆采用 1500v 直流电牵引，在沙河滩车辆基地新建 1 座 110kV 主变电所。根据类比西安市地铁一号线金花地上主变电电磁环境监测结果，110kV 主变电所围墙外 1m 处工频电场小于 4.51v/m；工频磁场小于 $0.258 \times 10^{-3} \text{mT}$ ，远低于相关标准要求，且因周边 50m 范围无环境敏感点分布，电磁环境影响较小。

(4) 地表水环境

①施工期

1) 施工人员生活污水

按照施工组织设计，线路施工驻地由施工单位自行租借或自行建造解决。由于施工人员居住条件简陋、生活简单，生活污水排放量较少，主要是以施工人员洗涤污水和食堂洗涤污水为主，根据对地铁二号线施工废水排放情况的调查，每个车站的施工人员在 150 人左右，运输车辆 3~5 台。施工人员生活污水排放量按每人每天 0.04m^3 计算，则每个施工工点生活污水排放为 $6 \text{m}^3/\text{d}$ ，生活污水中主要污染物为 COD、动植物油、SS 等。施工人员生活污水水质为 COD：200~300mg/l，动植物油：5~10mg/l，SS：20~80mg/l。

施工营地设置临时化粪池，施工人员生活污水经化粪池处理后排入附近的市政污水管网。

2) 施工场地废水及施工机械车辆冲洗废水

施工场地、运输车辆的泥砂冲洗等过程也产生一些废水排放，这些废水浊度较高、泥沙含量较大。根据地铁工程对施工污水的调查，施工机械车辆冲洗排水水质为 COD： $50\sim 80\text{mg/L}$ ，石油类： $1.0\sim 2.0\text{mg/L}$ ，SS： $150\sim 200\text{mg/L}$ 。

施工期生产废水产生量虽然不大，但工程施工期较长，若不采取措施，施工期产生的污水对其周围区域的水环境将产生负面影响。环评建议在各个施工场地设置多级沉淀池，澄清水用于施工机械的冲洗，或排入市政排水管网。

②运营期

运营期污水主要来自各车站的生活污水、车辆基地车辆检修、洗刷的生产废水和员工产生的生活污水。

a. 车站水污染源

车站排水分两部分，一是结构渗漏水、清扫水、消防废水、车站径流雨水等，这部分废水量较大，但水污染物含量极低，可经雨水管道集中排至市政雨水管网；二是车站乘客及员工产生的生活污水，水量较小，经化粪池处理后排至市政污水管道，主要污染物为 COD、BOD₅、氨氮、SS 等。一期工程 9 个车站产生生活污水量约 $90\text{m}^3/\text{d}$ 。

其中沣东小镇、张旺渠、沣东大道、沣东三路、科统三路、科统六路 6 个站生活污水经化粪池处理后通过市政管网进入沣东南污水处理厂，上林路站、能源中心、能源三路 3 个站生活污水经化粪池处理后通过市政管网进入上林苑污水处理厂。

b. 车辆基地水污染源

车辆基地排水也分两部分，一是列车冲洗、检修作业排放的生产废水，产生量约 $208\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物为石油类、COD、SS、LAS，其中含油检修废水（ $200\text{m}^3/\text{d}$ ）进入污水处理站经隔油沉淀池、气浮油水分离工艺处理，洗车废水经车辆段洗车库自带废水净化装置处理后 80%回用，剩余 20%（ $8\text{m}^3/\text{d}$ ）废水与检修废水混合进入污水处理站经隔油、沉淀、气浮等工艺处理；二是职工办公、生活产生的生活污水，产生量约 $65\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物为 COD、BOD₅、氨氮、动植物油等，生活污水经小型隔油池、化粪池预处理后，与生产废水一起经提升后就近排入市政污水管网，最终进入上林苑污水处理厂。

生产废水量按用水量的 100%计，生活污水量按用水量的 85%计算。

根据工程的污水排放量和水质类比资料，运营期主要污染物源强见表 2.2-6。污水产排具体情况详见表 2.2-7。

表 2.2-6 工程运营期主要污染物源强分析 单位 mg/L

项目		污、废水产生量 (m³/d)	pH	BOD ₅	COD	SS	氨氮	石油类	动植物油	LAS
9个车站	生活污水	90	7.5~8.0	200	400	200	25	/	/	/
车辆基地	生产废水	208	7.5~8.0	100	300	350	7.9	25	/	15
	生活污水	65	7.5~8.0	200	400	200	25	/	15	/
合计		395								

表 2.2-7 工程运营期污水产排情况一览表 单位 mg/L

项目	污水类别	排水量 (m³/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)	处理方式及排放去向
沿线车站	生活污水	32850	COD	400	13.14	340	11.17	经化粪池处理后排入市政污水管网
			BOD	200	6.57	182	5.98	
			SS	200	6.57	140	4.60	
			氨氮	25	0.82	24.25	0.80	
沙河滩车辆基地	生活污水	23725	COD	400	9.49	340	8.07	经隔油池、化粪池处理消毒后排入市政污水管网
			BOD	200	4.75	182	4.32	
			SS	200	4.75	140	3.32	
			氨氮	25	0.59	24.25	0.58	
			动植物油	15	0.36	6	0.14	
	生产废水	75920	COD	300	22.78	165	12.53	洗车废水经配套废水净化装置处理后部分回用，剩余废水与检修含油废水经隔油沉淀、气浮、消毒后排入城市污水管网
			BOD	100	7.59	60	4.56	
			SS	350	26.57	140	10.63	
			氨氮	7.9	0.60	7.66	0.58	
			石油类	25	1.90	7.5	0.57	
			LAS	15	1.14	15	1.14	

(5) 大气

①施工期

工程施工期主要大气污染物有：土方开挖、堆放、运输过程产生的扬尘，水泥、黄沙等建筑材料在风力作用下的扬尘；施工机械和运输车辆排放的燃油废气（主要污染物为 NO_x、CO、CmHn 等）。

施工期大气污染受天气条件影响很大，风力越大扬尘影响越大，但对于燃油废气的扩散则有利。随着施工的结束，污染也会随之消失。通过洒水、蓬布覆盖等措施可以有

效防治扬尘污染。

②运营期

列车采用电力牵引，不排放大气污染物，项目运营期主要大气污染来自车辆基地和地下车站风亭。

车辆基地采用干热岩集中供暖，不会产生锅炉烟气污染物排放。地下车站运营初期风亭排气可能会对近距离范围产生异味影响，根据对西安地铁二号线风亭异味的类比调查，分析得到风亭下风向 15m 外已基本感觉不到异味，风亭异味对环境空气质量影响程度较小。

项目在车辆基地设置一座职工食堂，就餐人数以 629 人计，排风量以 $20000\text{m}^3/\text{h}$ 计，灶头日煎炒时间约 4.5h，年运营 365 天。食堂食用油用量按 $30\text{g}/\text{人}\cdot\text{d}$ 计，则日耗油量为 $18.87\text{kg}/\text{d}$ ，年耗油量 $6.89\text{t}/\text{a}$ 。据类比调查，不同的烧炸工况，油烟气中烟气浓度及挥发量均有所不同，油的平均挥发量为总耗油量的 2.83%，经估算，本项目日产生油烟量为 $0.53\text{kg}/\text{d}$ ，年产生油烟量为 $0.19\text{t}/\text{a}$ ，产生浓度为 $5.93\text{mg}/\text{m}^3$ 。

根据《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）要求，其油烟最高允许排放浓度均不得超过 $2.0\text{mg}/\text{m}^3$ ，环评要求在职工食堂安装净化效率 $\geq 75\%$ 的油烟净化装置，经油烟净化器处理后其排放浓度与排放量分为 $1.48\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $48.7\text{kg}/\text{a}$ ，油烟废气通过专用管道油烟竖井引至所在建筑物最高层屋顶排放，符合《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）中的相关要求，不会对周围环境产生较大的影响。

本工程的建成，将替代部分地面公共交通数量，相应减少了汽车尾气排放量，对改善西咸新区环境空气质量将起到积极的作用。

（6）固体废物

①施工期

工程施工期产生的固体废物主要来自地下区间和车站开挖土方、施工人员的生活垃圾、拆迁建筑产生的建筑垃圾等。

根据可研报告，本工程开挖产生弃土方 218.66 万 m^3 。工程共拆迁建筑物 6988m^2 ，按建筑垃圾 $0.65\text{m}^3/\text{m}^2$ 估算，产生的建筑垃圾约 0.45 万 m^3 。工程产生的弃土及拆迁建筑垃圾均外运至市政部门指定的弃土场、建筑垃圾消纳场填埋。

②运营期

运营期固体废物比较少，有各车站管理人员、乘客候车的生活垃圾，其中乘客在车

站的停留时间很短，产生的垃圾量较少，主要为饮料瓶、水果皮、车票残票等。车辆基地垃圾主要来自管理人员生活垃圾、污水处理站污泥以及车辆维修保养等少量危废。

a. 生活垃圾

根据对上海、北京已运营地铁车站的调查，车站乘客垃圾为 40~80kg/d，本工程车站 9 处，车站乘客生活垃圾产生量 720kg/d、262.8t/a（按每个车站最大 80kg/d 估算）；生产及办公人员产生的生活垃圾按 0.5kg/人·d 计，工程运营管理人员为 1215 人，则运营期生活垃圾产生量为 607.5kg/d、221.7t/a。运营期每年生活垃圾产生总量为 484.5t/a，在各车站及车辆基地内合理设置垃圾箱，生活垃圾经分类收集后送环卫部门统一处理。

b. 一般工业固体废物

车辆基地检修车间产生的少量金属切屑、废旧零部件等属于一般工业固废，收集后回收利用。

c. 危险废物

项目产生的危险废物主要为：废铅蓄电池、废矿物油、含油污泥、废油抹布等。各危废产生情况见表 2.2-8。

废矿物油、废油抹布、含油污泥等收集于危险废物暂存间，定期交由有危险废物处理资质的单位处置。

工程运营期废蓄电池来源于车辆定期更换的电动车组用蓄电池。每列动车组蓄电池 2 组，电池使用寿命约 36 个月，所有更换下来的废蓄电池交由厂家定期回收，妥善处置，不外排。

本次在车辆基地西北侧地块内新建危废贮存间 1 座，评价要求危废贮存间满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001），做到防风、防雨、防晒、防渗漏“四防”要求，贮存危险废物时应按危险废物的种类和特性进行分区贮存，每个贮存区域之间宜设置挡墙间隔，并建立危险废物贮存的台账制度。

表 2.2-8 本项目危险废物产生情况表

序号	固体废物名称	产生工序	主要成分	废物类别	产生量 (t/a)	处置措施
1	废铅蓄电池	列车蓄电池更换	碱性含铅、镉镍、汞离子等溶液	HW49	若干	由厂家定期回收
2	废矿物油	车辆维修、拆解	发动机、制动器、变压器等产生的废润滑油	HW08	0.6	交有资质单位处置
3	含油污泥	废水处理设施	油/水分离设施产生的废油、油泥及废水处理产生的浮渣和污泥	HW08	2	

4	废含油抹布	机加工	沾染的机油	HW49	0.3	
---	-------	-----	-------	------	-----	--

2.2.3.3 运营期主要污染物产、排情况

本工程运营期污染物以污废水、固体废弃物为主，主要污染物产生及排放情况详见表 2.2-9。

表 2.2-9 主要污染物产生、治理及排放情况 单位：t/a

类别	污染物名称	产生量	削减量	排放量
废气	食堂油烟	0.19	0.141	0.049
废水	排水量 13.25万 m ³ /a	COD	45.41	13.65
		BOD ₅	18.91	4.06
		SS	37.89	19.34
		氨氮	2.01	0.06
		动植物油	0.36	0.22
		石油类	1.9	1.33
		LAS	1.14	0
固体废物	生活垃圾	484.5	484.5	0
	一般固废	若干	若干	0
	危险废物	2.9	2.9	0

2.2.3 生态环境影响分析

工程施工前的征地、拆迁会影响民众的生产、生活，地下车站出入口、风亭占地，以及车辆基地、施工场地平整会造成局部植被的损失，地下车站风亭口设置将破坏少量的城市绿地，影响城市生态及景观。

(1) 征地

本工程总占地面积 57.17hm²，分为永久占地和临时占地，其中永久占地 43.86hm²，占地类型主要为耕地；临时占地 13.31hm²，占地类型主要为荒草地，分布在既有道路上，并尽量和永久用地合设，以减少占地。

(2) 拆迁

16 号线一期工程拆迁面积共计 6988m²，其中车辆基地拆迁 4108m²，出入线拆迁房屋 2880m²。

工程拆迁将对拆迁户的生活造成较大影响，特别是拆迁住宅房屋，对生活影响很大，必须进行妥善安置。

(3) 土石方

本工程土石方主要来源于区间隧道区、地下车站区、车辆基地开挖，其中挖方 295.11 万 m³，填方 143.11 万 m³，借方 66.66 万 m³，弃方 218.66 万 m³。

工程开挖产生的土石方在优先用于工程填方外，其余弃土运输到指定的弃渣消纳场集中弃置。

(4) 城市绿地与植被

工程建设将占用部分城市绿地，损失少量树木。根据统计，工程全线占用城市绿地主要位于地下车站出入口、风亭等处。

(5) 城市交通

工程地下线路开挖产生的大量挖方需通过城市道路外运，外部的建筑材料、设备等需要运到施工现场，运输过程占用了部分城市道路，增大了道路的负荷。此外，工程施工过程需要对施工场地进行拦挡围护，将占用部分地面道路，从而使道路的通行能力降低，容易引起交通阻塞。

工程建成运营后，将改善城市交通条件，缓解城市道路交通压力。

2.3 方案比选

2.3.1 张旺渠站至科统三路站线站位方案比选

根据区域内规划、道路及轨道交通线情况，共有 2 个路由方案比选，即在张旺渠至科统三路沿站东一路方案和沿复兴大道方案。本次环评围绕工程实施条件，着重从声环境、振动环境、生态环境及社会环境等环境因素方面对此线路走向进行了方案比选。

(1) 方案简介

方案一：沿复兴大道方案

线路出张旺渠站后转向东沿昆明一路敷设，于复兴大道路口转向北下穿新西宝高速后继续沿复兴大道向北敷设，于沣东大道路口设沣东大道站，于沣东三路路口设沣东三路站，于科统三路路口设科统三路站，线路长度：5.53km。

方案二：沿站东一路方案

线路出张旺渠站后继续向北沿丰镐大道敷设，下穿新西宝高速后转向站东一路，于沣东二路路口设阿房宫火车站，线路出站后转向复兴大道，于科统三路路口设科统三路站，线路长度：4.86km。

(2) 工程比选

张旺渠站至科统三路站线位方案工程比选情况见表 2.3-1。

表 2.3-1 张旺渠站至科统三路站线位方案综合比较表

项目	方案一：沿复兴大道方案	方案二：沿站东一路方案
----	-------------	-------------

线路长度	5.53km	4.86km
最小曲线半径	R=400m	R=600m
运营条件	一般	较好
对地块影响	切割 4 处地块	切割 5 处地块
道路条件	复兴大道道路红线宽度为 60m、130m	站东一路道路红线宽 40m
工程风险	下穿新西宝高速高架桥处结构最小净距 2m，风险较大	下穿新西宝高速高架桥处结构最小净距 8m，风险较小
阿房宫火车站衔接	通过与 11 号线换乘衔接阿房宫火车站	直接衔接阿房宫火车站
对大西安新中心新轴线覆盖	本段于复兴大道设站 3 座，对复兴大道两侧商业地块发展有利，规划符合性较好	本段于复兴大道设站 1 座，对大西安新中心新轴线覆盖不足，不利于周边高品质地块开发建设
结论	推荐	比选

综上所述，本次工程推荐为方案一：沿复兴大道方案。

(3) 环境影响比选

对以上两个方案，从环境保护方面进行比较分析，见表 2.3-2。

表 2.3-2 张旺渠站至科统三路站线位方案环境影响比选表

比较项目		方案一：沿复兴大道方案	方案二：沿站东一路方案	分项比选意见
声环境		无敏感点分布	无敏感点分布	相当
振动影响		下穿交通设施用地，振动影响较小。	下穿部分规划居住用地，振动影响较大。	方案一优
水环境		线路隧道穿越沣河地下水源地二级保护区 600m	阿房宫火车站位于沣河地下水源地准保护区内，线路隧道地下穿越水源地二级保护区 800m	水源地迁建后相当
生态环境	与规划的协调性	线路穿越交通设施用地，对现状及规划干扰较小	线路穿越居住用地、行政办公用地，对现状及规划干扰较大	方案一优
社会环境	拆迁影响	该段线路不涉及拆迁	该段线路不涉及拆迁	相当
	施工期交通干扰	对交通环境有一定影响	对交通环境有一定影响	相当
	对文物的影响	暂未发现，有破坏地下未知文物的可能性	暂未发现，有破坏地下未知文物的可能性	相当
比选结论：方案一优				

可见，从环境影响的角度看，方案二对振动环境敏感点影响较大，线路穿越居住用地、行政办公用地，对现状及规划干扰较大，方案一对振动环境敏感点影响小，线路穿越交通设施用地，与周围环境协调性较好，对现状及规划干扰较小，线路以浅埋隧道穿越沣河地下水源地二级保护区 600m，且两侧 200m 范围内无水源井分布，影响较小。故综合考虑，方案一为推荐方案，与工程推荐方案吻合。

2.3.2 上林路站至能源三路站线站位方案比选

线路从上林路站引出后向北至能源三路段敷设通道主要有两个，沿金融一路和沣泾大道敷设。沣泾大道为串联新区各组团的南北向主要通道，道路红线宽 100m，西侧为部分居住以及商业用地，东侧为居住用地，沣泾大道以东已基本实现规划，现状分布有渭水园、巴塞阳光、西西安小镇等住宅小区。金融一路为能源金贸区核心区南北向轴心的主要道路，道路红线宽 30m，两侧规划为密集的商业用地；能源中心周边规划有台湾基泰城市广场、宝能总部经济、陕建工第二总部、天众新材料研究院、中天集团西北总部等重点项目及超高层建筑，轴心上规划有中央公园绿廊，未来将结合周边地块进行地下空间开发，规划建设品质较高，本次对 16 号线上林路至能源三路段沿金融一路方案和沿沣泾大道方案进行了研究比选。

（1）方案简介

方案一：沿沣泾大道方案

线路出上林路站后沿沣泾大道西侧走行，正交下穿陇海铁路路基段，随后继续沿沣泾大道路由折向北，于沣泾大道与丰裕路路口处设能源中心站，出站后继续向北走行至能源三路路口设能源三路站，线路长度 3.05km。

方案二：沿金融一路方案

线路出上林路站后转入金融一路向北敷设，于金融一路与丰裕路路口处设能源中心站，线路出能源中心站后北侧为 CBD 在建高层及地下停车及环路系统，该处地下二层空间连片贯通，结构埋深约 14m，区间需加大埋深下穿地下空间，受此影响车站需设为地下三层站，但车站由于受两侧配线（南侧单渡线，北侧交叉渡线）影响规模较大，且该区域地质为砂层暗挖风险大，车站和道岔区考虑采用明挖法，与在建的地下车库已无同期实施条件，因此能源三路站岔区及车站主体需避开地下空间范围，致使有效站台无法靠近主客流通道的能源三路设置需向北偏移一个路口，线路长度 3.09km。

方案三：由金融一路转沣泾大道方案

线路出上林路站后折向北，下穿沣泾大道西侧商业地块后，下穿陇海铁路路基段，随后进入金融一路沿路中向北走行，于金融一路与丰裕路路口处设能源中心站。线路出能源中心站后，以一组 $R=400/R=350$ 曲线绕避 CBD 在建地块向东转入沣泾大道，走行至能源三路路口设能源三路站，线路长度 3.06km。

三种方案的平面走向见示意图 2.3-2。

（2）工程比选

上林路站至能源三路站线位方案工程比选情况见表 2.3-3。

表 2.3-3 上林路站至能源三路站线位方案综合比较表

比较项目	方案一：沿沣泾大道方案	方案二：沿金融一路方案	方案三：由金融一路转沣泾大道方案
线路长度	3.05km	3.09km	3.06km
最小曲线半径	R=1000m	R=1000m	R=350m
运营条件	条件较好不限速	条件较好不限速	能源中心站后区间 R=400/R=350 曲线限速
对地块影响	沿路敷设未切割地块	下穿 1 处商业地块	下穿 2 处商业地块
道路条件	沣泾大道宽 100m，条件较好	沣泾大道宽 100m，条件较好	金融一路宽 30m，对车站布设构成限制，沣泾大道宽 100m，条件较好
客流吸引	较均衡的覆盖沣泾大道两侧的居住和商业地块客流	对轴心两侧商业办公高层大量通勤客流覆盖较好，但能源三路站向北偏离东西向主客流通道能源三路一个路口	能源中心站对轴心通勤客流照顾较好，能源三路位于主路口，可辐射部分轴心通勤客流以及东侧居住客流
工程风险	风险较低	出入线两次下穿西宝客专，且左右两线下穿同一桥跨，工程风险较大	风险较低
规划符合性	对沣泾大道两侧居住地块照顾较好，偏离 CBD 轴心约 340m	能源中心站设于 CBD 核心区轴心位置，对轴心周边的高品质规划提供有力支撑	能源中心站设于 CBD 核心区轴心位置，对轴心周边的高品质规划商业办公板块提供有力支撑
推荐排序	比选	比选	推荐

综上所述，本次工程推荐为方案三：由金融一路转沣泾大道方案。

(3) 环境影响比选

对以上三个方案，从环境保护方面进行比较分析，见表 2.3-4。

表 2.3-4 上林路站至能源三路站线位方案环境影响比选表

比较项目	方案一：沿沣泾大道方案	方案二：沿金融一路方案	方案三：由金融一路转沣泾大道方案	分项比选意见
声环境	1 处敏感点	无敏感点分布	无敏感点分布	方案二、三优
振动影响	4 处振动敏感点	1 处振动敏感点	1 处振动敏感点	方案二、三优
水环境	车站均避开西北郊水源地保护区范围	能源三路站位于西北郊水源地二级保护区	车站均避开西北郊水源地保护区范围	方案一、三优
生态环境	与规划的协调性 线路穿越市政设施用地，对现状及规划干扰较小	线路穿越商业、市政设施用地、公园绿地，对现状及规划干扰较小	线路穿越商业、市政设施用地、公园绿地，对现状及规划干扰较小	相当
社会环境	拆迁影响 该段线路不涉及拆迁	该段线路不涉及拆迁	该段线路不涉及拆迁	相当
	施工期交通干扰 对交通环境有一定影响	对交通环境有一定影响	对交通环境有一定影响	相当

	扰				
	对文物的影响	暂未发现，有破坏地下未知文物的可能性	暂未发现，有破坏地下未知文物的可能性	暂未发现，有破坏地下未知文物的可能性	相当
比选结论：方案三优					

可见，从环境影响的角度看，方案一对声环境和振动环境敏感点影响较大，线路穿越市政设施用地，对现状及规划干扰较小；方案二对声环境和振动环境敏感点影响小，线路穿越商业、市政设施用地、公园绿地，对现状及规划干扰较小，但能源三路站位于西北郊水源地二级保护区内，对水源地影响较大；方案三对声环境和振动环境敏感点影响小，线路穿越商业、市政设施用地、公园绿地，对现状及规划干扰较小，且车站均避开西北郊水源地保护区范围，不存在不可控制的环境影响因素。故综合考虑，方案三为推荐方案，与工程推荐方案吻合。

3 环境概况与现状评价

3.1 自然环境概况

3.1.1 自然地理

地铁 16 号线一期线路位于西咸新区的沣东新城。西咸新区位于陕西省西安市和咸阳市建成区之间，区域范围涉及西安、咸阳两市所辖 7 县（区），东临高陵县和未央区，北接三原、泾阳县，西邻户县和兴平市，总面积 882km²。新区东距西安市中心 10km，西距咸阳市中心 3km，是西安国际化大都市未来拓展的重点区块。

3.1.2 地形地貌

地铁 16 号线一期位于渭河冲积平原—关中平原的中部，总体上呈 NS 向展布，沿线地势平坦开阔，地貌上属漫滩、一级阶地，高程位于 381.1~394.0m 之间，其中能源三路站及以北段为漫滩区，其它段为一级阶地区，由于多年人工改造，地貌分界已不明显。

3.1.3 地质

3.1.3.1 地层岩性

沿线涉及地层主要有第四系全新统、上更新统地层，现就本工程涉及的 45 米深度范围内的地层分述如下：

(1) 第四系全新统（Q₄）：

素填土（Q₄^{ml}）：素填土仅分布于市政道路路面路基，局部段落分布有黄土弃土以及少量建筑垃圾和生活垃圾。市政道路路面路基厚度约 0.8m 人工填土经压密，密实。

为 II 级普通土。

黄土状土 (Q_4^{al})：褐黄色，主要成份以粉粒为主，可塑-硬塑。大孔隙、针状孔隙及虫孔发育，有铁锰质及钙质条纹，含蜗牛壳，云母片等，具垂直节理，局部夹有薄层细砂，黄土状土的厚度整体呈由南向北有逐渐变薄的趋势，厚度 1.0~10.0m。为 II 级普通土。

细砂 (Q_4^{al})：灰黄色，稍湿-饱和，为表层主要地层之一。砂质纯净，主要成份为石英、长石、云母及少量暗色矿物。局部夹有粉质黏土。本层在场地分布稳定，级配良稍密-密实，为 I 级松土。

中砂 (Q_4^{al})：灰黄色，稍湿-饱和，为上部主要地层之一。主要成份为石英、长石、云母等。局部地段夹有细砂或粗砂，细粒含量 0.2%~12.25%。水平成层理清晰，厚度约 3.5m，中密，级配良好，为 I 级松土。

粗砂 (Q_4^{al})：灰黄色，饱和。主要成份为石英、长石、云母及暗色矿物。含少量圆砾，密实。段落分布不连续，常以透镜体形式分布于 2-5 中砂层下部。级配良好，为 I 级松土。

圆砾 (Q_4^{al})：杂色，饱和，多数呈密实，磨圆度较好，亚圆~圆状，分选性一般，级配较好，母岩成分主要为石英岩、变质砂岩、板岩及灰岩等。砂质、砂砾充填，一般多为粗砂，粒径一般 2~20mm，充填物含量占 20%~40%，局部夹有泥质充填物。

卵石 (Q_4^{al})：杂色，饱和，密实，磨圆度较好，亚圆~圆状，分选性一般，级配较好，母岩成分主要为石英岩、变质砂岩。砂质、砂砾充填，一般多为粗砂，粒径一般 20~60mm，含量约 50%~60%，部分颗粒大于 60mm，局部夹有泥质充填物。

(2) 第四系上更新统 (Q_3)：

粉质黏土 (Q_3^{al})：深灰色，可塑-硬塑。针状孔隙较发育，含铁锰质，云母片，偶见蜗牛壳残片，土质均匀。该层分布不稳定，局部仅表现为薄层透镜体，II 级普通土。

细砂 (Q_3^{al}) 灰色~灰黄色，饱和，主要成份为石英、长石、云母及暗色矿物。含少量圆砾，密实。该层多呈透镜体分布分布于 3-7 中砂层中。为 I 级松土。

中砂 (Q_3^{al}) 灰色~灰黄色，饱和，主要成份为石英、长石、云母及暗色矿物。局部夹薄层粉质黏土透镜体，含少量圆砾。水平成层，密实。厚度大于 15 m。为 I 级松土。

粗砂 (Q_3^{al+pl})：灰色~灰黄色，饱和，主要成份为石英、长石、云母及暗色矿物。含少量圆砾和卵石。密实，该层分布不连续，呈中厚层透镜体分布。为 I 级松土。

3.1.3.2 地质构造

场区位于渭河断陷盆地中段南部--西安凹陷西部。西安凹陷是渭河断陷盆地中的沉积中心之一，周边为四条深大断裂带所切围，其东边界为长安—临潼断裂，西为哑柏断裂，南为秦岭山前断裂，北为渭河断裂，凹陷内新生代地层厚逾 7000m，其中第四系地层厚达 500~1000m。区内构造形迹主要表现为隐伏断裂构造。

场区附近主要有皂河断裂和渭河断裂。

(1) 皂河断裂

根据西安市地铁 5 号线一期地震安评报告，该断裂大致沿皂河河谷方向延伸，断裂走向北西，倾向南西，长约 52km。最新研究表明其上断点埋深在 50-70m 之间，最新活动时代在晚更新世早期至中更新世晚期，全新世没有活动。线路距离断裂最近约 1km。

(2) 渭河断裂

渭河断裂是一条纵贯渭河盆地中西部的大断裂，西起宝鸡，经武功、兴平、过咸阳后继续往东，在高陵南交于渭南-泾阳断裂上，总长大于 200km。近场区渭河断裂属于周至—西安断陷北部边界断裂，是渭河断裂活动性较强的一个段落，位于渭河北岸，为全新世活动断裂。

3.1.3.3 不良地质、特性岩土

地铁 16 号线一期沿线主要的不良地质作用有饱和砂土地震液化、人为坑洞、地裂缝。主要特殊性岩土主要为人工填土、湿陷性土。

(1) 饱和砂土地震液化

线路北段地下水位较浅，分布较厚饱和粉、细砂层，根据收集资料，主要表现为星点状液化，深度一般不超过 15m。

(2) 人为坑洞

人为坑洞主要为墓穴、渗井、窖、窑等，深度一般在 10 米以内，其中渗井较深，多采用混凝土滤管，管径 50~60cm，井深 10~30m，作灌溉用。

(3) 地裂缝

根据西安市地铁 1 号线二期、5 号线一期、5 号线二期、3 号线二期地裂缝勘察成果，结合地裂缝的分布走向分析，本工程张旺渠以北段不存在地裂缝；张旺渠以南段在 YAK14+300 附近穿越 f3 断裂。具体见沣东小镇-张旺渠段地裂缝勘察报告。

(4) 填土

主要由素填土、杂填土组成，成分杂乱，厚薄不均，极不均匀、大孔隙，高压缩性是其特点，一般不能做为工程基础的持力层。

在部分拆迁区有建筑垃圾分布，河流阶地上断续分布有淘砂后遗留的坑以及沿线分布的砖瓦窑取土形成坑的回填，厚度一般 3.0~10.0m，少部分大于 15.0m。由于早期沣河沿线河沙开采后回填，成份复杂，主要以砖瓦、碎块、建筑垃圾等组成，可能含少量的素填土包裹体及生活垃圾，素填土中也可能含杂填土的包裹体等，在填土底部一般有薄层的软化层。由于年代久远，早期大型采砂坑回填区已不易区分辨认。

(5) 湿陷性黄土

在一级阶地上部的黄土状土存在湿陷性，一级阶地多为非自重湿陷性场地，湿陷等级 I~II 级，湿陷土层厚度一般为 2.0~10.0m。

3.1.3.4 地裂缝

地裂缝主要分布在沣东小镇-张旺渠段。

线路穿越地裂缝在西安已运营及在建地铁线路中多次遇到，积累了较为成熟的工程处理措施经验。在工程设计中对地裂缝变形带的地基不均匀性进行处理，对结构预留足够的变形空间，加强地裂缝带的防排水，加强地裂缝带结构的刚度和强度等工程措施。同时提请政府管理部门通过立法，严格禁止开采沿线深层地下水。

3.1.4 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），在 II 类场地条件下，场地基本地震动峰值加速度值为 0.20g，抗震设防烈度 8 度，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.40s。根据收集资料，本工程场地类别主要为 II 类，部分段落为 III 类。对 III 类场地条件下，地震动加速度反应谱特征周期为 0.55s。

3.1.5 气象气候

西咸新区属于暖温带半湿润大陆性季风气候，春季干旱，夏季炎热，秋季潮湿多雨，冬季寒冷干燥。据气象资料，西咸新区的主要气象指标如下表 3.1-1。

表 3.1-1 西咸新区主要气象指标

项目	指标	项目	指标
多年平均气温(℃)	13.7	多年平均相对湿度(%)	70
极端最高气温(℃)	41.8	主导风向	NE
极端最低气温(℃)	-20.6	多年平均风速(m/s)	1.8
多年平均降水量(mm)	574.0	最大风速(m/s)	18.0NW
最大日降水量(mm)	1585	瞬时最大风速(m/s)	25.6NW
多年平均蒸发量(mm)	1189.0	土壤最大冻结深度采用值(cm)	60

3.1.6 河流

沿线附近分布的地表水体主要有渭河、沔河、太平河。

1) 渭河是拟建工程区内最大河流,为黄河最大的一级支流,发源于甘肃省渭源县鸟鼠山,主要流经陕西省关中平原的宝鸡、咸阳、西安、渭南等地,至渭南市潼关县汇入黄河。全长 818km,流域面积 134766km²,多年平均径流量 299m³/s。渭河在陕西省境内长 502.2km,流域面积 33784km²。两岸为渭河冲积阶地,河床比降小,河槽变迁大。由于受区域地质及地貌影响,渭河两岸支流呈不对称分布,属常年流水河。位于线路北端(出入线段)约 1.1 公里处,渭河河堤已按照百年防洪水位进行加固。

2) 沔河是黄河支流渭河右岸支流,位于关中中部西安西南,正源沔峪河源出西安市长安区(原长安县)西南秦岭北坡南研子沟,流经喂子坪,出沔峪口,先后纳高冠、太平、漓河,北行经沔惠、灵沼至高桥入咸阳市境,与渭河平行东流,在草滩农场西入渭河。其中滚水坝上游段,水面宽度 60~80m,水深约 3~5m,滚水坝下游段水面断续,宽度一般不超过 20m,水深不超过 1m。线路在沔河右侧与沔河并行,最近点阿旁宫段距离为 600m。

3) 太平河位于陕西省西安市西南距城区十八公里的户县境内,发源于秦岭的静峪脑,全长 32km,流域面积 200.09 km²,山区集水面积 163.5km²,平原区面积 36.59 km²,总落差 203.8m,出山后又纳入神水峪、紫沟峪、子房峪、土地峪、牛心峪的流水,回流至长安县境内的郭村,流入沔河。最大泄水量约为 360m³/s,最小 0.2 m³/s,河水出山后,在户县境内长 7km,山外冲洪积漫滩宽 4 至 5km。

3.1.7 水文地质条件

(1) 地下水位、地下水类型、含水层

第四系孔隙潜水含水层:主要由 Q₄^{al}、Q₃^{al} 砂层、粉质粘土组成,潜水含水层的底板埋深一般在 30~60m,个别地段达 80m 左右,由于长期开采地下水,原浅层承压含水层中的地下水的承压性减弱或丧失,承压水对地铁工程的影响甚微。

地下水位受季节的影响而变化,依据区域水文地质资料,地下水位的年变化幅度 1~3m。地下水位线路北段地下水位埋深一般小于 10,线路南段地下水位埋深介于 10~30m。

(2) 地下水补、径、排

大气降水及沔河、渭河侧向补给为地下水的主要补给来源。地下水的迳流方向呈自北向南流动。

地下水的排泄主要为人工开采（灌溉及生活用水）、蒸发等。

（3）水文地质评价

工程位于漫滩、一级阶地区，含水层以中-强透水的中、粗、砾砂为主，地下水主要为第四系孔隙潜水。地下水位北段埋深小于 10m；南段 10~20m，大气降水补给为主，水量丰富。45.0m 深度范围的地下水的综合渗透系数 20~30m/d，沿线水文地质分区属于弱-中等富水区。

沿线地下水水质一般，对混凝土结构具微腐蚀性，但局部受污水渗漏影响局部地段地下水水质被污染，地下水对混凝土结构具弱腐蚀性。

3.2 环境质量现状

3.2.1 环境空气质量现状

本次环境空气质量基本污染物现状评价引用陕西省环境保护厅办公室 2019 年 1 月 11 日发布的《2018 年 12 月及 1~12 月全省环境空气质量状况》中西咸新区沣东新城环境空气常规六项污染物统计结果，对区域环境空气质量现状进行分析。

表 3.2-1 2018 年 1~12 月西咸新区沣东新城环境空气质量状况统计表

污染物	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
PM ₁₀	年平均质量浓度	136	70	194.3	不达标
PM _{2.5}	年平均质量浓度	70	35	200	不达标
SO ₂	年平均质量浓度	15	60	25	达标
NO ₂	年平均质量浓度	58	40	145	不达标
CO	日平均 95 百分位浓度	2000	4000	50	达标
O ₃	日最大 8 小时平均第 90 百分位浓度	188	160	117.5	不达标

根据以上监测结果可知，西咸新区沣东新城 SO₂ 的年均浓度值和 CO 的日平均第 95 百分位浓度值均达到国家环境空气质量二级标准；NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 的年均浓度值及 O₃ 的日最大 8 小时平均第 90 百分位浓度值均超过国家环境空气质量二级标准，故项目所在区域属于不达标区。

3.2.2 地表水环境质量现状评价

为了解项目区域地表水水质现状，现状委托陕西盛中建环境科技有限公司对太平河地表水环境质量进行监测，在 16 号线一期工程跨太平河处设置两个监测断面。1#断面

位于项目上跨段上游约 500m 附近，2#断面位于项目下游 1000m 附近，监测时间为 2019 年 12 月 19~21 号，每天上下午各采样 1 次，每个断面每次只取一个混合水样，采样及分析按照国家环保部发布的《环境监测技术规范》（地面水环境部分）执行。

3.2.2.1 监测项目

监测项目共 5 项：悬浮物、化学需氧量、pH 值、生化需氧量、石油类，同步测量河流流速、流量、水深、河宽、水温等水文参数。

3.2.2.2 监测结果

表 3.2-2 太平河河流监测断面水质现状

河流	断面名称	指标	悬浮物	化学需氧量	pH	生化需氧量	石油类
太平河	1#太平河上游	平均值（mg/L）	8.33	28.67	7.37	5.87	0.01
		最大超标倍数	/	/	/	/	/
	2#太平河下游	平均值（mg/L）	7	26	7.04	5.43	0.01
		最大超标倍数	/	/	/	/	/
V 类			/	40	6~9	10	1.0

由表 3.2-2 可知，太平河上述各断面的 5 个监测项目均满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）V 类标准要求。

3.2.3 地下水环境质量现状

3.2.3.1 项目区地下水水井点位的选取

为了解工程沿线地下水水质现状，在 16 号线车辆基地周边村庄布设 3 口水质监测井，监测单位为陕西盛中建环境科技有限公司，监测时间为 2019 年 12 月 19~20 日，引用了 2 口井水质监测结果。

监测结果见表 3.2-4。

表 3.2-4 车辆基地周围地下水水质监测结果

编号 监测项目	1#北营村 1 号水井		2#沙河滩村 1 号水井		3#郑家村水井		评价标准(III 类)
	2019.12.19	2019.12.20	2019.12.19	2019.12.20	2019.12.19	2019.12.20	
钾 (K ⁺) (mg/L)	2.01	1.99	0.46	0.47	0.47	0.48	/
钠 (Na ⁺) (mg/L)	101	100	46.5	43.8	45.0	42.0	/
钙 (Ca ²⁺) (mg/L)	77.4	76.8	2.44	2.37	2.24	2.14	/
镁 (Mg ²⁺) (mg/L)	30.8	30.4	5.89	5.91	5.48	5.78	/
硫酸盐 (mg/L)	178	195	16.4	15.5	16.5	15.8	250
氯化物 (mg/L)	53.8	60.0	10.6	9.57	9.82	9.95	250
总硬度 (mg/L)	336	341	48	51	55	52	450
碳酸根 (mg/L)	ND (5)	ND (5)	ND (5)	ND (5)	ND (5)	ND (5)	/
重碳酸根 (mg/L)	367	380	138	132	121	124	/
氨氮 (mg/L)	0.028	0.029	0.031	0.028	0.032	0.029	0.5
亚硝酸盐氮 (mg/L)	0.013	0.014	ND (0.001)	ND (0.001)	ND (0.001)	ND (0.001)	1
六价铬 (mg/L)	0.013	0.014	ND (0.004)	ND (0.004)	ND (0.004)	ND (0.004)	0.05
溶解性总固体 (mg/L)	826	820	280	281	282	284	1000
硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	1.27	1.37	0.187	0.157	0.195	0.180	20
石油类 (mg/L)	ND (0.01)	ND (0.01)	ND (0.01)	ND (0.01)	ND (0.01)	ND (0.01)	/

1#北营村 1 号水井， 2# 沙河滩村 1 号水井，3#郑家村水井以及引用的监测水井的监测因子指标均满足《地下水环境质量标准》（GB/T 14848-2017）III标准要求。通过收集资料和现场调查了解距离项目相对较近的地下水井，井深在 70~230 米。

3.2.4 声环境现状监测与评价

本次评价委托陕西盛中建环境科技有限公司对工程沿线声环境质量现状进行了监测。

3.2.4.1 声环境现状监测

（1）布点原则

西安地铁 16 号线车站风亭声源周围 30m、冷却塔声源周围 50m 以及车辆基地车辆基地 150m 以内的声敏感建筑。监测点布设在距线路最近的首排房屋（征地边界线内的房屋不考虑）。

（2）监测方法

声环境现状测量按《声环境质量标准》（GB3096-2008）中有关规定执行。每一测点分昼间和夜间进行两次测量，选择昼间（06：00~22：00）和夜间（22：00~06：00）有代表性的时段分别连续测量 20min 的等效连续 A 声级，用以代表敏感点昼间和夜间的声环境水平。

3.2.4.2 监测结果评价分析

根据监测，地铁工程车辆基地及风亭、冷却塔周围敏感点昼间和夜间噪声监测值满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应功能区标准要求。

表 3.2-5 地铁工程车辆基地周围声敏感点现状监测（单位：dB(A)）

序号	敏感点	使用功能	噪声功能区	2019.12.19-20		2019.12.20-21		标准值		达标情况
				昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	北营村	住宅	2 类区	53.4	43.5	53.2	43.7	60	50	达标

表 3.2-6 地铁工程地下站风亭、冷却塔噪声现状监测（单位：dB(A)）

序号	敏感点	使用功能	噪声功能区	2019.12.19-20		2019.12.20-21		标准值		达标情况
				昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	西咸青年创业园 1 号	办公	4a 类区	55.6	45.0	55.5	44.9	70	55	达标
2	西咸青年创业园 2 号	办公	4a 类区	56.0	45.6	56.4	45.4	70	55	达标
3	西咸城投公司 1 号	办公	4a 类区	56.7	46.1	56.8	45.7	70	55	达标
4	西咸城投公司 2 号	办公	4a 类区	55.1	44.5	56.1	44.7	70	55	达标
5	国润城（6 号楼）	住宅	4a 类区	54.5	43.0	54.3	43.0	70	55	达标
6	国润城（7 号楼）	住宅	4a 类区	53.1	42.1	53.0	42.2	70	55	达标
7	国际丝路中心大厦	办公	4a 类区	52.8	42.9	52.1	42.0	70	55	达标
8	国际科创商务广场	办公	4a 类区	52.9	41.3	52.6	41.7	70	55	达标
9	西北工业大学阳光城小学	学校	2 类区	52.1	42.6	51.9	42.0	60	50	达标

3.2.5 环境振动现状监测与评价

3.2.5.1 环境振动现状调查

西安地铁 16 号线一期工程主要沿城市规划的主、次干道行进。根据调查，线路两侧的振动敏感建筑主要是居民住宅，其建筑类型多为 II 类，现状主要振动源为社会生活等无规振动。

3.2.5.2 环境振动现状监测

(1) 监测单位

本评价环境振动现状监测委托陕西盛中建环境科技有限公司进行监测。

(2) 布点原则

线路外轨中心线两侧 50m 以内区域。对振动评价范围内所有振动敏感点进行监测，监测点布设在工程拆迁后敏感点距铁路最近的第一排建筑物室外 0.5m 以内平坦坚实的地面上。

(3) 监测方法

环境振动测量执行《城市区域环境振动测量方法》（GB10071-88）、《声环境质量标准》。

环境振动测量为昼间、夜间铅垂向累计百分 Z 振级 VL_{Z10} 。环境振动测试选择在昼间 6:00~22:00、夜间 22:00~6:00 的代表性时段内进行，昼、夜间各测量一次，每次测量时间不少于 1000s。

3.2.5.3 监测结果评价分析

工程沿线环境振动现状监测结果汇总见表 3.2-7。

根据调查，本工程沿线两侧的振动敏感建筑主要是居民住宅，其建筑类型多为 II 类，少数敏感点离城市道路相对较远，现状振动主要来自社会生活等无规振动。

根据监测，各敏感点 VL_{Z10} 昼间的振动监测值为 51.76~67.26dB，夜间监测值为 51.96~60.66dB，均符合 VL_{Z10} 的昼夜监测值均满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）中相应功能区标准要求。

表 3.2-7 环境振动敏感点现状监测单位 dB

序号	所在行政区	敏感点名称	所在区间	线路形式	相对距离/m		测点编号	测点位置	线路里程及方位			监测值(VL _{Z10})		标准值(VL _{Z10})		超标量(VL _{Z10})		现状主要振源
					水平	垂直			起始里程	终止里程	方位	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	沣东新城	张旺渠村	沣东小镇~张旺渠	地下	0	16.8	V1	室外0.5m	CK24+700	CK25+200	两侧	51.8	52.0	75	72	-	-	沣泾大道
2	沣东新城	大沃城	科统六路~上林路	地下	46	25.0	V2	室外0.5m	CK34+800	CK35+200	右侧	60.6	54.2	75	72	-	-	沣泾大道
3	沣东新城	国润城	科统六路~上林路	地下	48	25.0	V3	室外0.5m	CK34+800	CK35+100	左侧	60.5	53.7	75	72	-	-	沣泾大道
4	沣东新城	西北工业大学阳光城小学	上林路~能源中心	地下	31	16.9	V4	室外0.5m	CK36+650	CK36+880	右侧	55.6	54.7	70	67	-	-	上林路
5	沣东新城	渭水园小区	能源中心~能源三路	地下	47	14.4	V5	室外0.5m	CK37+800	CK37+930	右侧	56.6	55.0	75	72	-	-	上林路
6	沣东新城	西咸金融服务港	能源中心~能源三路	地下	53	14.4	V6	室外0.5m	CK37+600	CK37+900	右侧	67.3	60.7	75	72	-	-	上林路

7	沣东新城	七彩曙光艺术幼儿园	车辆基地出入线	地下	0	15.1	V7	室外 0.5m	CK0+200	CK0+300	右侧	59.9	54.1	70	67	-	-	上林路
---	------	-----------	---------	----	---	------	----	------------	---------	---------	----	------	------	----	----	---	---	-----

3.2.6 电磁环境现状监测与评价

3.2.6.1 电磁环境现状调查

本评价环境电磁环境现状监测委托陕西盛中建环境科技有限公司进行监测。

本工程正线为全地下，所经区域均为有线电视覆盖区，本工程运行不会影响沿线居民的有线电视正常收看。

3.2.6.2 电磁环境现状监测

(1) 布点原则

根据项目沿线环境特征等情况，选取工程主变电所四周电磁环境监测点位。

(2) 监测方法

测量 110 kV(含)以上变电站边界及其评价范围内电磁环境保护目标的工频电场、工频磁感应强度。每个监测点位连续测 5 次，每次测量观测时间不小于 15s，并读取稳定状态的最大值。

3.2.6.3 监测结果评价分析

工程主变电所四周电磁环境监测结果汇总见表 3.2-8。

本工程新建车辆基地主变电所围墙外 30m 评价范围内无电磁环境敏感点分布，投入运行后，其工频电场、磁场较低，接近环境背景值，远低于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中工频电场 4kV/m，工频磁场 100 μ T 的限值。

表 3.2-8 地铁 16 号线一期主变电站电磁环境现状监测

编号	监测点位	监测值		标准值		超标量		达标情况
		工频电场强度 (V/m)	磁感应强度 (μ T)	工频电场强度	磁感应强度	工频电场强度	磁感应强度	
1	车辆基地主变电所厂界东	0.29	0.0067	4kV/m	100 μ T	-	-	达标
2	车辆基地主变电所厂界南	0.30	0.0070			-	-	达标
3	车辆基地主变电所厂界西	0.29	0.0070			-	-	达标
4	车辆基地主变电所厂界北	0.66	0.0126			-	-	达标

3.3 地下水源地

3.3.1 西北郊水源地

西北郊地下水水源地 1999 年 12 月由西安市人民政府批准公布。该水源地位于西安

市西北郊的沣河入渭处，水井主要傍沣河、渭河、太平河布置，分南北两线。北线有 29 眼井，临渭河成东西方向布设，水源以渭河侧渗和雨水补给为主。南线有 17 眼井，沿太平河与北线几乎平行分布。该水源地西侧部分水井地处咸阳市境内，属跨行政区水源地。

西北郊地下水水源地一级保护区是以开采井为中心，半径为 30m—40m 的范围内；二级保护区向河侧以沣河、渭河为边界；背河侧以边沿井向外延伸 540m，用平滑曲线连结的范围内。

16 号线一期工程正线侵入西北郊水源地监控区长度约 120m，侵入水源地二级保护区长度约 180m；沙河滩车辆基地出入线侵入水源地监控区约 120m，侵入水源地二级保护区约 970m。

3.3.2 沣皂水源地

沣河地下水水源地位于西安市西北郊，该地下水水源地水井沿沣河东岸平行成排布设，有 26 眼井，因西成客专工程关闭 9 眼井。皂河地下水水源地位于西安市西郊三桥镇西南方向，水井主要分布在皂河以西区域，有 21 眼井，现正常运行 16 眼。

沣皂地下水水源地一级保护区以开采井为中心，半径为 30m 的范围内。沣河地下水源地二级保护区：向河侧以沣河为界，长 4000m；背河侧由边沿井向外延伸 550m，用平滑曲线连结的范围内。皂河地下水源地二级保护区：由边沿井向外延伸 200m，以平滑曲线连结的范围内。

16 号线一期工程地下穿越沣河水源地二级保护区约 1.22km；其中科统三路站位于水源地二级保护区范围内；车站 200m 范围内无水源井分布。

4 施工期环境影响预测与评价

4.1 生态影响分析

以可持续发展为指导思想，贯彻“预防为主、保护优先”、“开发与保护并重”的原则，从保护生态环境的要求出发，以地铁线路穿越的敏感保护目标为重点，注重保护生态敏感区域及土地资源、文物古迹、城市绿地和景观、野生动植物及古树名木、旅游资源等，防止水土流失，避免人为灾害。

施工期对生态环境的影响主要为：工程对城市土地资源及综合开发利用影响分析；工程对动植物影响分析；工程水土流失影响分析。

4.1.1 工程占地对土地资源的影响分析

本工程总占地面积 57.17hm^2 ，分为永久占地和临时占地，其中永久占地 43.86hm^2 ，临时用地 13.31hm^2 。

工程永久占地为车辆基地、主变电站、地下线车站出入口、风亭（冷却塔）等工程所占用，一经征用，其原有的土地功能将会发生改变；工程永久占地将使评价区域的建设用地面积增加，上述工程均属点状分布，对整个评价范围而言，工程永久占地对沿线地区的土地利用格局影响轻微。依据《西安市城市总体规划（2008～2020 年）》和《西安市城市轨道交通第三期建设规划（2019-2024 年）》，本工程占用的永久占地均在总体规划及快速轨道交通建设调整规划设定的建设用地范围之内。

本项目临时占地主要是临时堆土场、施工生产生活区用地等临时工程的占地，工程临时占用建设用地主要在施工期对既有道路交通产生干扰影响。针对临时占地，应避免占用城市绿地，施工过程中应尽量缩小对植被的破坏范围，加强道路两侧及绿化林木的保护，对于有成活能力的树木、苗木尽可能采取移栽措施，以减少对既有植被的破坏。工程结束后将对其采取绿化恢复、工程治理措施或进行复垦。

综上所述，本项目建设虽然占用了一定的土地资源，但相对于沿线的各类土地利用类型及城市地面交通建设而言，占地数量较小，在城市土地规划范围之内。在站位的设置上基本上在大型居住、商业及工业、休闲娱乐区，土地利用格局未发生大的改变；项目充分地利用了城市空间和地域，不仅拓展了城市建设用地，缓解城区用地紧张状况，同时还开拓了地下空间，分流了城区沿线大量的客流。轨道交通建设对城市用地的带动和诱导作用，对组团的发展具有积极的促进作用，不仅是解决交通拥挤问题，更重要的

是引导城市空间布局由分散向集约、内聚转变。

4.1.2 工程建设对植被的影响分析

经现场踏勘，拟建车站现状大多为农田、村庄，沣东大道主变现状为荒草地，沙河滩车辆基地地块土地利用现状为农田，部分车站进出口、风亭（冷却塔）占用城市绿地或者道路绿化带，造成植被、景观破坏，覆盖度降低，植物死亡或者影响植物正常生长等。

本工程对评价区植被的影响主要是工程施工过程中造成的植被破坏而导致的生物量减少以及植被覆盖率降低等方面。工程施工将造成车辆基地、地下线车站出入口、风亭（冷却塔）等永久占地内植被破坏和施工营地、临时堆土场地等临时用地内植被的暂时性消失。由于这些植物种类均为区域内常见种，分布范围广，因此本工程建设不会造成评价区域内植物种类的减少，也不会造成区域植物区系发生改变。

本次评价要求，对中央分隔带、绿地、苗圃等区域的生长良好、树龄较轻的植物应先进行异地移植保护，工程建设部门应与西安市园林管理部门进行衔接，将移植植物作为下一阶段工程绿化或其他区域绿化树种，以节约资金，促进工程节能环保。

4.1.3 工程建设对动物的影响分析

工程永久和临时占地缩小了野生动物的活动空间，对部分动物的活动区域、栖息区域、觅食范围产生一定的影响；施工人员进驻及施工机械、车辆的噪声将迫使动物离开施工附近区域；植被的破坏将使有些动物的栖息地和活动范围遭到破坏和缩小。对于一些生活在近郊的鸟类而言，多数种类在道路两侧、居住区内高大密集的乔木或郊区林木、农田中营巢繁殖，由于植被的破坏，将会导致部分鸟类向邻近地区迁移。

由于地铁沿线常见野生动物的适应性较强，且区域内有许多动物的替代生境，动物比较容易找到栖息场所。并且地铁施工范围小，工程建设和运营对野生动物影响的范围不大，且车辆通过影响时间较短，因此工程对动物不会造成大的影响。

4.1.4 水土流失影响分析

4.1.4.1 土石方平衡分析

本工程土石方主要来源于区间工程区、地下车站区、车辆基地、主变电站及建筑垃圾。本工程共挖方 295.11 万 m^3 ，填方 143.11 万 m^3 ，借方 66.66 万 m^3 ，弃方 218.66 万 m^3 。工程产生的弃方和建筑垃圾，若任意堆放或弃置，将占用土地，破坏地表植被，影响动物栖息，同时，如若未采取水土保持措施，极易诱发水土流失，导致城市下水道堵

塞、河流淤积及周边生态环境的恶化。本项目产生的土石方应首先着眼于自身消纳，尽量减少外弃量，如回用于车辆基地场地平整等。开挖出的渣土应及时清运，如需在施工场地临时堆放，应采取覆盖、围挡及临时排水等措施。

渣土应按城市管理行政管理部门规定的时间、速度和路线运输，运输车辆具备全密闭运输机械装置或密闭苫盖装置、安装行驶及装卸记录仪和相应的建筑垃圾分类运输设备，不得沿途泄漏、抛撒，且运输至经批准的消纳、综合利用场地。施工场地应实行封闭施工，出入口道路硬化并配备相应的冲洗设施，并应有专人负责现场管理，对不符合市容环境要求的车辆不准驶出现场。

工程施工准备期对项目区内耕地进行表土剥离工作，表土的剥离厚度根据工程绿化用土量进行核算，工程共需剥离表土 13.29 万 m^3 。采用机械剥离为主，人工剥离为辅的方式进行表土的剥离工作。表土堆放期间，为防水土流失，采取临时种草，临时拦挡，临时排水沟等措施进行表土防护。

4.1.4.2 水土流失影响分析

工程造成的水土流失主要是自然因素和人为因素综合作用形成。自然因素包括降雨、地形、地貌、地质构造、土壤、植被等影响因子；人为因素包括土石方开挖、填筑、土石料和弃渣运输等影响因子。就本工程而言，造成水土流失的主要时段在施工期，主要影响因子为降雨及土石方开挖，因此暴雨季节的施工较易形成水土流失。

由于地表开挖、回填、弃土和运土，如果管理不善，会引起严重的水土流失。工程永久占地将使原地貌的水土保持功能降低，加剧土壤侵蚀和水土流失；临时用地将使原地貌水土保持功能短期丧失或改变，随着工程结束后原土地功能和植被的恢复，临时用地和部分采取植物措施的永久用地，其水土保持功能可以逐渐得以恢复。根据本项目水土流失的预测，确定施工期为本工程水土流失重点防治时段。建设产生的水土流失量最大的工程区为车站工程和车辆基地。因此，施工期这二个区域应为本工程水土流失防治和监测的重点区段。

本工程地下车站推荐采用明挖法和盖挖法施工，隧道施工采用明挖法、盾构法和矿浅埋暗挖法。明挖法施工不仅破坏路面、移动地下管线，而且施工作业面宽，动土面积大，开挖土方量多，并要回填，水土流失比盖挖法严重。盖挖法在施工地下连续墙时，因排除钻孔及地下水渗漏而产生的泥浆水，也会引起水土流失。盾构法和浅埋暗挖法对地表影响较小，产生水土流失的区域主要是出渣口。车辆基地是面积最大的施工场地，

施工过程中既要开挖，又要回填，必然会引起水土流失。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，本工程施工的同时需按照水保专题要求采取一系列有效措施，将水土流失控制在最小范围。

4.1.5 文物影响分析

工程区间隧道距离镐京遗址最近距离 18m，区间隧道施工采用对环境影响最小、沉降控制最有效的盾构法施工，尽量降低对遗址的影响，同时尽量加大埋深以降低振动对文物的影响。参考西安市地下文化层一般位于地面以下 8 米范围内，在至少覆土 10 米的地下进行地铁施工作业，不会对镐京遗址造成直接破坏，工程在此区间轨道埋深为 25-28m，对文化层不会有较大影响。工程实施对镐京遗址的影响，在可控范围内。

(1) 按照《中华人民共和国文物保护法》的规定，施工建设前应由文物考古部门配合，在敷设区域开展详细的考古勘探和调查工作，摸清站位范围内地下文化遗存的内涵、文化层存厚等现状，做好相关信息的收集工作，如遇重大考古发现应及时根据情况动态调整建设规划方案。

(2) 尽量加大埋深以降低振动对文物的影响。穿绕镐京遗址的隧道施工法，应选择对环境影响最小、沉降控制最有效的盾构法施工。盾构机穿绕文物时，注意控制土压力及掘进速度，保持平稳推进。加强同步和二次注浆，做好注浆量和注浆压力双控制。

(3) 进行工程实时监测，制定完善的监测方案和相应的保护预案，做到信息化施工。

(4) 对遗址区周边环境卫生加强管理，禁止在该区域内随意倾倒垃圾、排放污水等行为。加强监管，禁止在该区域内进行任何破坏景观地貌的生产活动。

4.2 振动环境影响分析

4.2.1 施工期振动源

施工振动包括重型机械运转，重型运输车辆行驶，钻孔、打桩、锤击、大型挖土机和空压机的运行，回填中夯实等施工作业产生的振动。施工作业产生振动的影响通常在距振源 30m 以内。

4.2.2 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,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。

本工程站场施工主要采用明挖法,其振动影响主要发生在路面破碎和主体结构施工阶段,各高频振动机械对周围的建筑影响较大,其影响半径约 50m。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。

受本工程施工振动影响的敏感点主要位于车站附近,由于这些敏感点距离施工场地较近,施工振动不可避免地会对其造成影响。此外,隧道下穿的振动敏感点在施工期也受到一定的影响,在施工期地下施工应根据地质情况和施工现场情况采取相应加固措施,以防止振动和地面沉降的影响。

同时,环评建议对距线路水平距离在 50m 内的振动敏感建筑物,在施工阶段采取注浆等加固措施,并在建筑物基础处设位移监测点,观察沉降、倾斜变形,设置专人观测敏感建筑物外观并做好原始记录,直至地下施工作业脱离影响区,且地表滞后变形逐渐稳定。

4.3 声环境影响分析

4.3.1 施工期噪声源分析

施工噪声是城市轨道交通工程施工中遇到的主要环境问题之一,当施工在人口稠密的市区进行时,使施工场地周围居民受到噪声的影响,工程建设周期长使噪声问题显得比较严重。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、钻孔机、打桩机。按不同施工阶段的施工设备参考源强最大值考虑,计算出的施工噪声的影响范围见表 4.3-1。

表 4.3-1 施工机械噪声源强一览表(单位: dB(A))

施工阶段	施工设备	距声源距离			标准值	
		20m	40m	50m	昼间	夜间
土方阶段	翻斗车	78	72	70	75	55
	装载机	76	70	68		
	推土机	83	77	75		
	挖掘机	78	72	70		
基础阶段	各式打桩机	99	93	91		
	平地机	78	72	70		

施工阶段	施工设备	距声源距离			标准值	
		20m	40m	50m	昼间	夜间
结构阶段	空压机	80	74	72		
	风 镐	76	70	68		
	混凝土搅拌机	83	77	75		
	振捣棒	78	72	70		
	电 锯	78	72	70		

由上可知，土方阶段的机械噪声在 50m 处约为 68~75dB，基础阶段的机械噪声在 50m 处约为 68~91dB，结构阶段的机械噪声在 50m 处约为 70~75dB。考虑到施工机械的非连续作业时间，即除基础阶段的打桩作业外，其余施工机械噪声在 50m 处昼间可满足施工场界噪声标准，但夜间超标；打桩机则因其源强声级较高，传播距离远，其影响距离可远至 100m。

施工过程中，往往是多种机械同时工作，各种噪声源相互叠加，噪声级将更高，辐射范围将更大。夜间按《中华人民共和国环境噪声污染防治法》要求，除抢修、抢险作业和因生产工艺要求或者特殊需要必须连续作业的除外，夜间不得进行施工，考虑地铁施工的特殊性，夜间特殊作业持续时间一般 0.5~1h。

4.3.2 施工期声环境影响分析

施工期间，在明挖地下车站、明挖区间以及车辆基地施工时的不同阶段，将对施工场地周边的敏感目标产生噪声影响。

(1) 各种施工方法施工噪声分析

不同的施工方法在各施工阶段产生的施工噪声的影响程度、影响范围、影响周期也不同，结合对既有轨道交通施工场地施工噪声的调查，各种施工方法产生的施工噪声影响情况见表 4.3-2。

表 4.3-2 各阶段施工噪声影响分析

施工方法	土方阶段	基础阶段	结构阶段
明挖法（地下车站）	主要的施工工序有基坑开挖、施作维护结构、弃碴运输等，产生挖掘机、推土机、翻斗车等机械作业噪声和运输车辆噪声，此阶段噪声影响主要集中在基坑开挖初期，随着挖坑的加深，施工机械作业噪声影响逐步减弱，当施工至 5~6m 深度以下后，施工作业噪声主要为运输车辆噪声。	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。	主要的施工工艺有钢筋切割和帮扎、混凝土振捣和浇注，产生振捣棒、电锯等机械作业噪声，此阶段施工由坑底由下而上进行，只有在施工后期才会对周围声环境产生影响，影响时间短。
明挖法（区间隧道）	主要的施工工序有基坑开挖、施作维护结构、弃碴运输等，产生挖掘机、推土机、翻斗车等机械作业噪声和运输车辆噪声，此阶段噪声影响主要集中在基坑	主要的施工工序为底板平整，产生平地机、空压机和风镐等机械作业噪声。此阶段施工坑底进行，施工噪声对地面以上周围声	/

施工方法	土方阶段	基础阶段	结构阶段
	开挖初期，随着挖坑的加深，施工机械作业噪声影响逐步减弱，当施工至 5~6m 深度以下后，施工作业噪声主要为运输车辆噪声。	环境影响较小。	
盾构法（区间隧道）	盾构法为地下施工，对地面以上声环境不产生施工噪声影响。		

由上表可知，各种施工方法中，明挖法虽然影响时间贯穿整个施工过程，但是属于坑内半开放式施工，影响范围比地面现浇施工法小。区间隧道施工方法中，盾构法为地下施工，对地面声环境不产生施工噪声影响。

16 号线一期工程正线地下区间总长度：12389.40m（双延米），其中盾构法区间隧道长度 11442.977m（占 92.5%）；明挖法区间隧道长度 526.08m（占 4.2%）；浅埋暗挖法区间隧道长度 420.353m（占 3.3%）；车辆基地出入线主要采用明挖法施工。由此可见明挖法施工主要集中在车站、出入线以及少量隧道段，且明挖法施工噪声影响主要集中在基坑土石方阶段及底板平整阶段，对外环境噪声影响相对较小。

（2）施工阶段运输车辆声环境影响

工程在施工材料、弃土的运输过程中，重型运输车辆噪声将影响运输道路两侧噪声敏感目标。运输的施工材料主要有商品混凝土、钢材、木材等。根据类比测试资料，距载重汽车 10m 处的声级为 79~85dB（A），30m 处为 72~78dB（A）。由于本工程施工将使沿线城市道路车流量增加，加重了交通噪声的影响。

4.4 地表水环境影响分析

工程施工期废水主要有施工作业开挖、钻孔、连续墙维护和盾构施工产生的泥浆水，施工人员产生的生活污水，施工机械及运输车辆冲洗和修理产生的含油废水，桥梁施工废水，及下雨冲刷浮土、建筑泥沙等产生的地表径流污水等。这些废水进入水体，增加水体的 SS、COD、氨氮、石油类等污染物含量，对水环境将产生一定影响。但随着工程施工的结束，这些污染将随之消失。

（1）施工人员生活污水

按照施工组织设计，线路施工驻地由施工单位自行租借或自行建造解决。由于施工人员居住条件简陋、生活简单，生活污水排放量较少，主要是以施工人员洗涤污水和食堂洗涤污水为主，根据对地铁二号线施工废水排放情况的调查，每个车站的施工人员在 150 人左右，运输车辆 3~5 台。施工人员生活污水排放量按每人每天 0.04m³ 计算，则每个施工工点生活污水排放为 6m³/d，生活污水中主要污染物为 COD、动植物油、SS

等。施工人员生活污水水质为 COD: 200~300mg/l, 动植物油: 5~10mg/l, SS: 20~80mg/l。

根据西安市市政设施管理局城市排水监测站对地铁二号线体育场站施工工地沉淀后的生活污水进行的监测, 结果未超过《污水综合排放标准》(GB8798-1996) 三级排放标准, 监测结果见表 4.4-1。

在工程施工场地内构筑集水沉砂池, 以收集高浊度泥浆水和含油废水, 经过沉砂、除渣和隔油等处理后排入市政管网。施工营地尽量租借当地的民房, 生活污水纳入城市既有的排水系统, 避免生活污水直接排入水体, 施工营地厕所配套建设临时化粪池或采用移动式生态卫生厕所, 生活污水经化粪池处理后排入城市污水管道中。各施工工地、项目部、生活营地所产生的废、污水情况相似, 经过预处理后均可纳入市政污水管网, 最终进入污水处理厂处理, 基本不会对市政污水处理系统和当地地表水产生影响。

表 4.4-1 施工工地生活污水监测结果

序号	污染物浓度 (mg/L)				
	COD	pH	SS	氨氮	动植物油
1	97.28	6.44	108.11	2.541	3.53
2	95.36	6.75	106.29	2.632	3.48
3	99.21	6.76	101.31	2.491	3.92
4	98.31	6.55	112.59	2.537	4.01
5	98.05	6.08	110.61	2.725	4.12
6	96.29	6.22	109.77	2.677	3.97
8	99.01	6.73	110.44	3.091	3.61
9	98.81	6.25	121.03	3.027	3.53
《污水综合排放标准》 三级标准	150	6~9	200	25	20
注: 以上数据来自地铁二号线环境监理报告					

(2) 施工场地生产废水及施工机械车辆污水

施工场地废水主要由砂、石料杂质清洗和混凝土制作产生, 沉淀后循环使用。机械设备和运输车辆在维修养护时产生冲洗污水, 排放水水质为 COD: 50~80mg/l, 石油类: 1.0~2.0mg/l, SS: 150~200mg/l, 环评建议在各个施工场地设置多级沉淀池, 澄清水用于施工机械的冲洗, 或排入市政排水管网。

4.5 地下水环境影响分析

4.5.1 施工期地下水影响源

根据类比调查, 地铁工程施工时产生的废水主要有以下几类:

① 施工人员生活污水

施工人员居住、生活条件简单，生活污水量较少，并且主要以洗涤污水和食堂清洗污水为主。根据对地铁工程施工废水排放情况的调查，建设中一般每个区间或站点有施工人员 150 人左右，每人每天按 0.04m^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 $6\text{m}^3/\text{d}$ ，生活污水中主要污染物为 COD、动植物油、SS 等。随意排放易造成对沿线包气带以及地下水体污染。

② 施工场地污水及施工机械车辆冲洗污水

施工场地废水浑浊、泥沙含量较大。本工程需投入大量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。根据地铁工程对施工废水的调查，施工机械车辆冲洗排水水质为 COD： $50\sim 80\text{mg/L}$ ，石油类： $1.0\sim 2.0\text{mg/L}$ 、SS： $150\sim 200\text{mg/L}$ 。这部分污水若直接排放容易引起受纳沟渠的淤积，对下部土壤包气带及浅层地下水体产生污染。

③ 散体建筑材料的运输与堆放

在车站、隧道施工营地附近，建筑材料和弃土往往直接长久堆放在地表。露天堆放的建筑材料和弃土（渣）在降水渗滤、浸泡后，发生一系列的物理、化学、微生物变化，形成的渗滤液携带少量污染物质在水动力的作用下，进入地表水和浅层地下水，进而补给深层地下水，造成周围地区的土壤和地下水污染。

④ 施工排水

隧道区间施工时，防水等级均按照《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008），区间隧道及连接通道等附属的隧道结构防水等级为二级，不允许漏水，结构表面可有少量湿渍。总湿渍面积不大于总防水面积的 $2/1000$ ，任意 100m^2 防水面积上的湿渍不超过 3 处，单个湿渍的最大面积不大于 0.2m^2 。地下车站按照《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008），防水等级为一级，不允许渗水，结构表面无湿渍。区间隧道及地下车站开挖疏干地下水，主要以常规的金属盐类为主，无其他特殊有毒有害污染物。而且其水质与现状周边的地下水水质相同，不属于污水，可排入附近市政管网，不会对周边地下水环境造成污染。

⑤ 施工注浆和施工泥浆

施工注浆对水环境的影响主要为注浆液的影响，注浆材料多为单液水泥浆、水泥浆+水玻璃或改水性玻璃。以水泥为主包括添加一定量的附加剂，用水配制成浆液，采用

单液方式注入，这样的浆液称为单液水泥浆。广泛应用于普通铸造、精密铸造、造纸、陶瓷、粘土、选矿、高岭土、洗涤等众多领域。注浆剂没有重金属、剧毒类、有机类污染物，无毒无害。

施工泥浆水主要来自施工设备如盾构钻机等产生的泥浆，钻孔等施工中广泛使用的泥浆护壁。泥浆成分中除膨润土和水外，一般添加有两种添加剂：包括 CMC 和纯碱。其中 CMC 是一种纤维素醚，由天然纤维经化学改性获得，属于一种水溶性好的聚阴离子纤维化合物，无色无味无毒，广泛应用于食品、医药、牙膏等行业，起到增稠、保水、助悬浮等作用。纯碱（碳酸钠）是重要的化工原料之一，广泛应用于轻工日化、建材、化学工业、食品工业、冶金、纺织、石油、国防、医药等领域，食用级纯碱用于生产味精、面食等。

4.5.2 施工期地下水影响分析

一般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，生活污水通过市政污水管道进入城市污水处理厂集中处理。按照一般工程设计，在施工场地内设置了截水沟、沉淀池和排水管道，截留收集施工场地内的冲洗废水及施工泥浆污水等，经过沉淀处理后排入市政管网，泥浆经干化后交渣土管理部门处置。

在车站、隧道施工营地附近，尽量减少长久堆放小颗粒、易飘散的建筑材料和弃土（渣），从源头上避免或减少扬尘污染发生的频次。在施工过程中，应加强对散体建筑材料的保管，必要时可覆盖防水油布，避免因降雨径流冲刷、车辆漏洒、扬尘等环节造成建筑材料颗粒物淋滤入渗进入地下水体。

隧道和地下车站施工采取了严密的防排水措施，正常施工条件下不会产生涌水。开挖时产生的渗水，水质与现状地下水水质相同，不会对周边地下水环境造成污染。

施工注浆对水环境的影响主要为注浆液的影响。通过以上分析，可以看出注浆中主要成分是水 and 水泥，泥浆中主要成分是水，作为添加的水玻璃、膨润土、CMC、纯碱等物质含量极小。其次，以上添加剂没有重金属、剧毒类、有机类污染物，且无毒添加剂含量低，对水环境的影响较小。再次，施工过程中，注浆、泥浆使用时段较短，水泥注浆固化快，成型后具备较强的防腐防渗性能，而一般泥浆自带收集系统，循环利用。这些施工泥浆水中主要污染物为 SS，具有良好的可沉性，一般经沉淀池处理后，可排入站址边市政污水管网，对工程周地下水环境的影响不大。

4.5.3 施工期对水源地的影响分析

本项目未在地下水源地保护区内设生活营地，不会产生施工人员生活污水，因此不存在生活污水对地下水保护区的污染。施工期过程主要的生产废水为混凝土搅拌及预制构件制作过程的生产废水，此类废水以悬浮物为主，但若直接排放对周围环境将产生较大影响。本次评价要求水源保护区内禁止设置混凝土拌合场等临时工程。施工器械的维修和清洗将依托周边的车辆维修清洗机构，水源地保护范围内不设置维修清洗点。

施工注浆对水环境的影响主要为注浆液的影响，注浆中主要成分是水 and 水泥，添加剂没有重金属、剧毒类、有机类污染物；注浆、泥浆使用时段较短，水泥注浆固化快，成型后具备较强的防腐防渗性能，而一般泥浆自带收集系统，循环利用。

施工过程中建筑材料和弃土（渣），若不及时处理，则可能在降雨的淋滤作用下，对水源保护区产生影响。本次评价要求，水源地保护范围内产生的施工弃渣应及时妥善处置，禁止在保护区内堆存。

综上所述，严格采取以上措施后，则施工期严格做好场地地面、沉淀池、管道等设施的防渗措施，就能有效阻隔污染物进入地下含水层。因此，工程施工基本不会对地下水水质产生影响，能够维持地下水水质现状。

4.6 空气环境影响分析

工程在施工期间对周围环境空气的影响主要有：施工过程挖掘、回填、渣土堆放、装卸过程中产生的扬尘污染、车辆运输过程中引起的二次扬尘；施工机械和运输车辆排放的汽车尾气；施工过程中恢复地面道路时使用沥青所带来的大气影响。

（1）施工期扬尘影响评价

1) 施工面开挖

本项目车站、风亭、区间隧道工作井等的修筑，车辆基地修建，无论采用明挖、暗挖或盖挖方式，均会产生很多施工裸露面。施工裸露面在干燥、多风的气象条件下，易产生扬尘。

此外，本工程施工产生的渣土多为粘质粉土，渣土含水量高时粘性较大，不易产生扬尘。但其表面干燥后，会形成粒径很小的粉土层，在装卸、移动、汽车行驶等人为活动或自然风速达到相应的启动风速时，这些细小尘土就会扬起漂移到空气中、形成扬尘。

由类比的施工场地扬尘监测调查可知，无围挡的施工扬尘较大，有围挡情况下施工扬尘有明显改善。随着与施工场地距离的增加，工地下风向 TSP 浓度逐渐减小，在有围

挡的情况下，距离施工场界下风向 50m 时，施工场界扬尘排放即可满足《施工场界扬尘排放限值》（DB61/1078-2017）的要求。

沣东新城属于典型的中温带干旱、半干旱大陆性季风气候，其特点：春季干旱多风，夏季短暂炎热，秋季日光充足，冬季漫长严寒，春秋两季气候变化剧烈，四季气候变化明显，差异较大，降雨量少而集中，蒸发强烈，干燥多风，温差大。结合气候特点，本工程施工时会对厂界外有一定的施工扬尘污染影响，但影响是局部的和暂时性的，可以通过施工厂界外设施围挡、施工场地定期降尘洒水、裸露施工面及时覆盖、避免在干燥大风情况下施工作业及加强管理、文明施工等加以减缓。

2) 车辆运输

车辆运输过程中产生的扬尘主要有：①车辆在施工区行驶时产生扬尘；②渣土在装运过程中撒落到道路上，经车辆碾压、搅动形成扬尘。③运输车辆驶出施工场地时，其车轮和底盘由于与渣土接触，通常会携带一定数量的泥土，若车辆冲洗措施不力，携带出的泥土将遗撒到道路上，从而形成扬尘。

根据西安市同类工程施工作业扬尘污染类比监测结果，工程施工作业时，在天气晴朗、施工现场未定时洒水，施工运输扬尘在路边为 $11.03\text{mg}/\text{m}^3$ ，20m 处为 $2.89\text{mg}/\text{m}^3$ ；定时洒水后路边为 $2.11\text{mg}/\text{m}^3$ ，20m 处为 $1.40\text{mg}/\text{m}^3$ 。路边洒水除尘率为 81%，20m 处洒水除尘率为 52%。表明西安地区施工期运输扬尘对评价范围内的环境空气影响较为明显，定期洒水可有效的降低扬尘影响。

对于施工场地，有条件时地坪应硬化处理，并采取设置围挡、定期洒水、定期清扫、场地出入口设置车轮清洗区等措施；对于运输车辆，应严格控制，严禁超载和超速行驶，并要求装载土方的车辆加盖篷布；对于运输道路，可采取道路硬化、定期洒水、定期清扫等措施。采取上述措施后，可有效控制运输扬尘污染。

（2）施工机械尾气影响分析

本工程施工时会使用载重汽车、推土机、挖掘机等各类施工机械和车辆，以燃油为动力的施工机械和运输车辆会在施工场地附近排放一定量的废气，使得所在地区废气排放量在总量上有所增加，但只要加强设备及车辆的养护，严格执行西安市关于机动车辆的规定，其对周围大气环境将不会有明显的影响。本工程区间隧道主要采用盾构法施工，对城市道路的破坏较少，恢复路面用热沥青较少，对周围环境的影响不大。

（3）车站装修环境影响分析

本工程在对车站构筑物进行装修时（如表面粉刷、油漆、喷涂、裱糊、镶贴装饰等），使用的装修材料可能含有多种挥发性有机物质，主要污染物有：甲醛、苯、甲苯等，以上污染物会对施工人员身体健康造成一定的损害。建议本项目使用符合《室内装饰装修材料有害物质限量》要求的环保型建筑涂料、木器涂料、胶粘剂、防水材料等产品。在加强通风、选用环保型建筑材料、加强个人防护等条件下，车站装修产生的废气对人员健康和外环境空气的影响十分有限。

4.7 固体废物环境影响分析

施工期产生的固体废物主要包括施工建筑垃圾和施工人员生活垃圾。线路沿沣泾大道、站东一路、复兴大道、金融一路敷设，沿线现状以村庄、用地为主；本工程的实施将会引起部分拆迁，主要集中于（科统三路—能源三路）工程。16 号线一期工程拆迁面积 21370m²，按建筑垃圾 0.65m³/m² 估算，产生的建筑垃圾约 1.39 万 m³。建筑垃圾按《西安市建筑垃圾管理办法》执行，运至西咸新区建筑垃圾消纳场。建设单位应委托有经营建筑垃圾运输资质的单位清运，且必须在工程开工前向西咸新区环境卫生管理部门申报建筑垃圾处置计划，并签订市容环境卫生责任书。同时建设单位在申请《建设工程施工许可证》时，应当出示市容环境卫生责任书。

施工期施工人员产生的生活垃圾中有机质丰富，如不妥善处理，及时清除，容易滋生各种病虫害，影响市容、环境卫生以及危及人群（市民和施工人员）的身体健康，同时，施工人员聚集地多为地下车站、隧道出口，生活垃圾极易进入地下含水层而污染地下水水质。施工人员生活垃圾由垃圾桶、垃圾车等收集后由环卫部门定期清运。

5 运营期环境影响预测与评价

5.1 生态环境影响评价

5.1.1 工程对城市生态和景观影响分析概述

由于城市生态系统属于典型的人工生态系统，因此本工程的建设和运营对于城市生态环境影响是有限的，主要体现在地铁地面构筑物对城市景观的影响。城市景观主要受城市性质、城市发展规划、周边环境特征等因素制约。为了比较全面的反映景观受影响的敏感情况，本环评从城市生态学景观和城市视觉景观分别对整个景观的特性和视觉景象是否容易受到影响以及在面对环境改变时的适应能力进行影响分析。视觉景观是人们观察周围环境的视觉总体。城市视觉景观是城市自然景观、建筑景观及文化景观的综合体。生态学景观是不同生态系统的聚合，由模地、拼块和廊道组成。城市生态学景观是指城市所有空间范围或城市布局的空间结构和外观形态。城市景观主要受城市性质、城市发展规划、周边环境特征等因素制约。景观阈值是景观对外界干扰的忍受能力、同化能力和遭到破坏后的自我恢复能力的量度。它包括生态学和视知觉等两个方面的含义。为了比较全面的反映景观受影响的敏感情况，可以对整个景观的特性和视觉景象是否容易受到影响以及在面对环境改变时的适应能力进行研究。对景观的敏感度和阈值的评价是景观保护、规划和管理的基本依据。

西安地铁 16 号线一期线路所经地区大部分由城市人工建筑、道路等共同组成，呈现典型的的城市生态景观。沿线分布有大量的居住区、商业中心、大型公共设施、企业、科教单位与城郊农田等功能缀块，由于沿线各区域人口较为稠密，地面道路交通廊道不畅，制约了各缀块之间的人流、物流、能量、信息的迁移，使沿线地区景观生态体系的稳定性受到一定影响。

5.1.2 工程对城市生态影响分析

城市的景观生态结构脆弱，自我调节能力低，需高度依赖外界的物流、能流等生态流的输入、输出，以维持自身的稳定。交通廊道是城市生态系统能流、物流、信息流、人口流等的必经之路，交通廊道的通畅才能保证城市功能的完善。

本工程主要以地下线的形式敷设，运营后发挥的纽带作用将沿线大量的居住区、商业区、交通枢纽、大型公共设施、科教及企业单位等城市基本功能块结构合为一个完整的结构体系，提高了沿线地区各功能块的通达性，使沿线功能块之间各种生态流输入、输出运行通畅，从而保证了城市的高效运转，提高城市景观生态体系的稳定性，确保了

城市的健康发展。

5.1.3 工程对城市景观环境影响分析

(1) 地下车站、风亭景观协调性分析

本工程全线共设地下车站 9 座，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，使人的行动轻松情结安定。车站出入口、风亭由于其占地面积少、建筑体量小，在繁华的主城区，其醒目程度较低，但位于主城区的车站及风亭的建筑形式、体量、高度、色彩等设计必须与周边风景区及文物保护单位的景观相一致，并要充分考虑到不同区域功能定位及绿化特色；在主城区外围，车站的醒目程度比较高，但整体上其景观敏感度较低，设计上也有发挥的空间，容易实现与周围景观环境的协调。

风亭建筑物设计首先应考虑与既有或新建建筑物结合，其次考虑独立设置，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，美化城市生活环境，使每个出入口、风亭都成为城市一件艺术品。对于地下车站出入口，设计时尽量从其造型、与周围环境的协调程度、夜间灯光以及周边绿化等方面考虑，其设计结构和外观宜保持统一风格，一方面能提高城市印象能力，给人们一种视觉上的享受，另一方面，既方便本地区居民的进出，更方便外埠游客、商务出差人员等乘坐轨道交通。

在规划、设计地面建筑物时出入口和风亭等尽量与周围建筑物结合设置，且在满足使用功能的前提下建筑物的体量尽可能减小，需充分考虑车站所在区域的地块性质及土地利用格局，因地制宜灵活布置，做到车站建筑形式多样化，与区域景观风格协调统一。

根据现阶段设计，车站站址多设在道路交汇处，出入口一般分列道路两侧或十字路口的 4 个象限内，风亭和冷却塔多紧邻道路红线设置，也有与地面建筑物合建。沿线各车站的地面建筑物与周边景观异质度低，不会产生大的影响。

(2) 车辆基地景观协调性分析

为城市发展节约土地资源，改善城市绿地景观，协调场段与周边用地关系，车辆基地采用上盖物业开发设计。利用在运用库、咽喉区上盖顶板开发和车辆基地周围开发，将地铁车辆基地完全隐匿于城市，使大规模大体量的轨道交通车辆基地真正与城市融为一体，因此车辆基地建成后与周边景观协调性好。车辆基地的建设破坏了原有的城市景

观，为了改善车辆基地生产生活环境，在周边可绿化范围内其景观设计、绿化美化上，应优先考虑当地乡土植物，以道路为骨架，建筑物空地为辅，采取行道树、景观建造的手段，植乔、灌、草坪，形成错落有致、景观别致的绿化景观。

（3）内部景观影响分析

西安地铁 16 号线一期车站在以功能为主的情况下，适度装饰，通过一些关键视点的室内视觉设计，起到画龙点睛的作用，提高整个空间的艺术层次。其装修设计总原则是：安全、卫生、经济、适用、美观，并能充分体现方便、舒适、快捷的交通建筑特点和古城深厚的历史文化底蕴。各车站装修设计需在体现全线统一模式（或符号）的前提下，分别采用不同的艺术手法，并结合不同的材料、色彩、肌理等，体现出各车站的个性美。车站站台层、站厅层、地面、出入口以及与车站相连的物业开发区、地下步行街、商店等公共区域，设置足够、明显而引人注目的导向、指示牌，导向指示牌尺度大小、表示内容和符号、字体、颜色醒目，且简洁明了，制作精致美观，富有时代气息，高度及宽度应符合乘客的视觉要求。

车站建筑装饰材料的选材与西安市建材事业发展相协调，因地制宜地充分利用该地区的建材资源。内部建筑材料、地面设计、吊顶形式均以简洁为易，站厅、站台公共区保证足够的净高，避免给乘客产生压抑感，材料颜色选择以淡雅为主，具体可参照已建成的二号线及三号线工程。

5.2 振动环境影响预测与评价

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），本次评价对地下线路外轨中心线两侧 50m 评价范围的敏感目标振动环境影响进行预测分析。

5.2.1 预测技术条件

（1）设计年度

初期为 2027 年，近期为 2034 年，远期为 2049 年。

（2）运营时间

列车运营时间为早 5：30 至晚 23：30，全日运营 18h。

（3）车辆条件

列车编组：B 型车、6 辆编组，车长 118.36m；

列车轴重：14t。

（4）运行速度

各预测点的运行速度按工程牵引计算结果曲线图确定。

（5）轨道工程

钢轨：正线、配线、出入线及试车线采用 60kg/m 钢轨 9 号道岔，车场线采用 50kg/m 钢轨。

扣件：整体道床采用弹性分开式扣件；试车线、出入线碎石道床采用弹条 II 型扣件，库外线碎石道床采用弹条 I 型扣件。

道岔：正线、辅助线采用 60kg/m 钢轨 9 号道岔，车辆基地线采用 50kg/m 钢轨 7 号道岔。

道床：正线、配线采用长枕式整体道床。车辆基地库外线采用新 II 型混凝土枕碎石道床，库内线按检修工艺要求采用整体道床。正线、试车线及库内线铺设无缝线路，车场库外线铺设有缝线路。

（6）隧道形式

正线为单线隧道、出入线为双线隧道。

5.2.2 预测模式

本次预测按照《环境影响评价技术导则——城市轨道交通》（HJ453-2018）进行。预测模式如下：

$$VL_{Z\max} = VL_{Z0\max} + C_{VB} \quad (\text{式 5-1})$$

式中：

$VL_{Z\max}$ ——预测点处的 $VL_{Z\max}$ ，dB；

$VL_{Z0\max}$ ——列车运行振动源强，确定方法详见附录B，dB；

C_{VB} ——振动修正，按式（D-2）计算，dB。

$$C_{VB} = C_V + C_W + C_R + C_T + C_D + C_B + C_{TD} \quad (\text{式 5-2})$$

式中： C_V ——列车速度修正，dB；

C_W ——轴重和簧下质量修正，dB；

C_R ——轮轨条件修正，dB；

C_T ——隧道型式修正, dB;

C_D ——距离衰减修正, dB;

C_B ——建筑物类型修正, dB;

C_{TD} ——行车密度修正, dB。

a) 列车速度修正, C_V

1) 当列车运行速度 $v \leq 100 \text{ km/h}$ 时, 速度修正 C_V 按式 (4-24) 计算。

$$C_V = 20 \lg \frac{v}{v_0} \quad (\text{式 5-3})$$

式中: v ——列车通过预测点的运行速度, km/h, 列车参考速度应不低于预测点设计速度的75%;

v_0 ——源强的列车参考速度, km/h。

b) 轴重和簧下质量修正, C_W

当车辆轴重和簧下质量与源强车辆给出的轴重和簧下质量不同时, 其轴重和簧下质量修正 C_W 按式 (4-25) 计算。

$$C_W = 20 \lg \frac{W}{W_0} + 20 \lg \frac{W_u}{W_{u0}} \quad (\text{式 5-4})$$

式中: W_0 ——源强车辆的参考轴重, t;

W ——预测车辆的轴重, t;

W_{u0} ——源强车辆的参考簧下质量, t;

W_u ——预测车辆的簧下质量, t。

c) 轮轨条件修正, C_R

轮轨条件的振动修正值见表 5.2-1。

表 5.2-1 轮轨条件的振动修正值

轮轨条件	振动修正值 CR/dB
无缝线路	0
有缝线路	+5
弹性车轮	0
线路平面圆曲线半径 $\leq 2000 \text{ m}$	$+16 \times \text{列车速度}(\text{km/h}) / \text{曲线半径}(\text{m})$
注: 对于车轮出现磨耗或扁疤、钢轨有不均匀磨耗或钢轨波浪形磨耗、固定式辙叉的道岔、交叉或其他特殊轨道等轮轨条件下, 振动会明显增大, 振动修正值为0~10dB。	

d) 隧道型式修正, C_T

隧道型式的振动修正值见表 5.2-2。

表 5.2-2 隧道型式的振动修正值

隧道型式	振动修正值 CT/dB
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

e) 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城市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,其距离衰减修正按式(4-26)~式(D-7)计算。

1) 地下线

线路中心线正上方至两侧7.5 m范围内:

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

式中: H ——预测点地面至轨顶面的垂直距离, m;

β ——土层的调整系数, 由表5.2-3选取。

线路中心线正上方两侧大于7.5m范围内:

$$C_D = -8\lg[\beta(H - 1.25)] + a\lg r + br + c \quad (\text{式 5-6})$$

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;

β ——土层调整系数, 由表5.2-3选取。

式(4-26)、(4-27)中的可参考表5.2-3选取 a 、 b 、 c 。

表 5.2-3 β 、 a 、 b 、 c 的参考值

土体类别	土层剪切波波速 V_s^a (m/s)	β	a	b^b	c
软弱土	$V_s \leq 150$	0.42	-3.28	-0.13	3.03
中软土	$150 < V_s \leq 250$	0.32	-3.28	-0.13~-0.06	3.03
中硬土	$250 < V_s \leq 500$	0.25	-3.28	-0.04	3.09
坚硬土、软质岩石、岩石	$V_s > 500$	0.20	-3.28	-0.02	3.09

a 剪切波波速 V_s 依据GB/T 50269、GB 50011 进行测试和计算。多层土层应按下列公式计算等效剪切波速 V_s :

土体类别	土层剪切波速 V_s^a (m/s)	β	a	b ^b	c
$V_s = d_0 / t$ $t = \sum_{i=1}^n (d_i / V_{si})$ 式中: V_s——土层等效剪切波速, m/s; d_0——计算深度, 取隧道轨顶面至预测点地面高度, m; t——剪切波在地面至计算深度之间的传播时间, s; d_i——计算深度范围内第 i 土层的厚度, m; V_{si}——计算深度范围内第 i 土层的剪切波速, m/s; n——计算深度范围内土层的分层数。 ^b 剪切波波速 V_s 越快, b 取值越大, 按照剪切波波速 V_s 线性内插计算 b。					

f) 建筑物类型修正, C_B

建筑物越重, 大地与建筑物基础的耦合损失越大, 建议尽量采用类比测量法, 如不具备测量条件, 可将建筑物分为六种类型进行修正, 见表 5.2-4。

表 5.2-4 建筑物类型的振动修正值

建筑物类型	建筑物结构及特性	振动修正值 C_B /dB
I	7 层及以上砌体 (砖混) 或混凝土结构 (扩展基础)	-1.3×层数 (最小取-13)
II	7 层及以上砌体 (砖混) 或混凝土结构 (桩基础)	-1×层数 (最小取-10)
III	3~6 层砌体 (砖混) 结构或混凝土结构	-1.2×层数 (最小取-6)
IV	1~2 层砌体 (砖混)、砖木结构或混凝土结构	-1×层数
V	1~2 层木结构	0
VI	建筑物基础坐落在隧道同一岩石上	0

g) 行车密度修正, C_{TD}

行车密度越大, 在同一断面会车的概率越高, 因此宜考虑地下线和地面线两线行车的振动叠加, 振动修正值见表 5.2-5。

表 5.2-5 地下线和地面线行车密度的振动修正值

平均行车密度 TD (对/h)	两线中心距 d /m	振动修正值 C_{TD} /dB
$6 < TD \leq 12$	$d \leq 7.5$	+2
$TD > 12$		+2.5
$6 < TD \leq 12$	$7.5 < d \leq 15$	+1.5
$TD > 12$		+2
$6 < TD \leq 12$	$15 < d \leq 40$	+1
$TD > 12$		+1.5
$TD \leq 6$	$7.5 < d \leq 40$	0

注: 平均行车密度修正宜按照昼、夜间实际运营时间分开考虑。

5.2.3 本工程环境振动参考源强

地下线类比条件相似的西安地铁 1 号线地下段测试结果, 数据来源于《西安市地铁

振动源强测试研究报告》。确定本次评价源强：当列车运行速度 $V=75\text{km/h}$ 时，测点为切线为垂向的隧道洞壁处，测点振动源强为 $73.9\text{dB}(\text{VLzmax})$ ，类比条件见表 5.2-6。

表 5.2-6 地下线振动类比源强结果（单位：dB）

项目	类比线路	列车条件	地质条件	线路条件	测量结果
地下线	西安地铁 1 号线（汉城路～开远门）	B 型车，14t 轴重， $V=75\text{km/h}$	地层主要为第四系全新统冲洪积层、上更新统冲积层	60kg/m 无缝钢轨、弹性分开式 DTVI2 型扣件、无砟轨道	73.9
	本工程地下线	B 型车，14t 轴重， $V=100\text{km/h}$	第四系全新统冲洪积层、第四系上更新统冲积层	60kg/m 无缝钢轨、DTVI2 型扣件、无砟轨道	/

5.2.4 环境振动预测结果及分析

（1）振动敏感点预测情况

根据以上预测模式和方法，结合工程情况，预测得工程沿线环境振动敏感点的运营期环境振动值，见表 5.2-7、5.2-8。

表 5.2-7 环境现状敏感点振动预测值

序号	保护目标名称	工程形式	相对距离/m			预测点位置	源强/dB	预测速度V(km/h)	轮轨条件	隧道型式	建筑类型	行车密度/对		近轨预测值VLzmax/dB		远轨预测值VLzmax/dB		标准值		近轨超标量(VLzmax)		远轨超标量(VLzmax)		超标原因
			近轨	远轨	埋深							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	张旺渠村	隧道	0	13	16.8	室外0.5m	73.9	100	无缝	单线	III	14	7	73.7	73.2	72.6	72.1	75	72	-	1.2	-	0.1	地铁运营振动
2	七里镇安置小区	隧道	24	41	27.8	室外0.5m	73.9	95	无缝	单线	II	14	7	72.0	71.5	70.6	70.1	75	72	-	-	-	-	
3	协同创新港	隧道	42	61	15.6	室外0.5m	73.9	80	无缝	单线	III	14	7	68.1	67.6	66.8	66.3	70	67	-	0.6	-	-	地铁运营振动
4	大沃城	隧道	46	66	25.0	室外0.5m	73.9	80	无缝	单线	II	14	7	66.1	65.6	64.8	64.3	75	72	-	-	-	-	
5	国润城	隧道	48	68	25.0	室外0.5m	73.9	80	无缝	单线	II	14	7	65.9	65.4	64.6	64.1	75	72	-	-	-	-	
6	西北工业大学阳光城小学	隧道	31	48	16.9	室外0.5m	73.9	80	无缝	单线	III	14	7	70.3	69.8	69.0	68.5	70	67	0.3	2.8	-	1.5	地铁运营振动
7	渭水园小区	隧道	55	64	14.4	室外0.5m	73.9	70	无缝	单线	II	14	7	66.4	65.9	65.8	65.3	75	72	-	-	-	-	
8	七彩曙光艺术幼儿园	隧道	0	6	15.1	室外0.5m	73.9	30	无缝	双线	IV	7	7	62.6	62.6	62.6	62.6	70	67	-	-	-	-	

表 5.2-8 规划振动敏感目标振动预测值

序号	保护目标名称	工程形式	相对距离/m			预测点位置	源强/dB	预测速度V(km/h)	轮轨条件	隧道型式	建筑类型	行车密度/对		近轨预测值VLzmax/dB		远轨预测值VLzmax/dB		标准值		近轨超标量(VLzmax)		远轨超标量(VLzmax)		超标原因
			近轨	远轨	埋深							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	二类居住用地	隧道	30	42	17.8	室外0.5m	73.9	85	无缝	单线	II	14	7	69.1	68.6	68.1	67.6	75	72	-	-	-	-	
2	二类居住用地	隧道	31	44	16.8	室外0.5m	73.9	85	无缝	单线	II	14	7	69.2	68.7	68.2	67.7	75	72	-	-	-	-	
3	二类居住用地	隧道	30	43	20.7	室外0.5m	73.9	90	无缝	单线	II	14	7	69.0	68.5	68.0	67.5	75	72	-	-	-	-	
4	二类居住用地	隧道	0	13	21.7	室外0.5m	73.9	80	无缝	单线	II	14	7	74.0	73.5	72.9	72.4	75	72	-	1.5	-	0.4	地铁运营振动
5	二类居住用地	隧道	42	55	27.8	室外0.5m	73.9	95	无缝	单线	II	14	7	67.5	67.0	66.6	66.1	75	72	-	-	-	-	
6	教育科研用地	隧道	41	57	13.2	室外0.5m	73.9	80	无缝	单线	II	14	7	68.8	68.3	67.7	67.2	70	67	-	1.3	-	0.2	地铁运营振动
7	教育科研用地	隧道	43	60	13.2	室外0.5m	73.9	80	无缝	单线	II	14	7	68.7	68.2	67.5	67.0	70	67	-	1.2	-	0.0	地铁运营振动
8	教育科研	隧道	43	59	14.6	室外	73.9	95	无缝	单线	II	14	7	71.7	71.2	70.6	70.1	70	67	1.7	4.2	0.6	3.1	地铁运

序号	保护目标名称	工程形式	相对距离/m			预测点位置	源强/dB	预测速度V(km/h)	轮轨条件	隧道型式	建筑类型	行车密度/对		近轨预测值VLzmax/dB		远轨预测值VLzmax/dB		标准值		近轨超标量(VLzmax)		远轨超标量(VLzmax)		超标原因
			近轨	远轨	埋深							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
	用地					0.5m																		营振动
9	教育科研用地	隧道	0	22	20.9	室外0.5m	73.9	85	无缝	单线	II	14	7	73.2	72.7	71.0	70.5	70	67	3.2	5.7	1.0	3.5	地铁运营振动
10	教育科研用地	隧道	34	51	14.6	室外0.5m	73.9	85	无缝	单线	II	14	7	71.2	70.7	69.9	69.4	70	67	1.2	3.7	-	2.4	地铁运营振动
11	教育科研用地	隧道	0	22	16.1	室外0.5m	73.9	90	无缝	单线	II	14	7	74.7	74.2	72.5	72.0	70	67	4.7	7.2	2.5	5.0	地铁运营振动
12	二类居住用地	隧道	36	56	25.0	室外0.5m	73.9	80	无缝	单线	II	14	7	67.7	67.2	66.2	65.7	75	72	-	-	-	-	
13	教育科研用地	隧道	5	22	30.2	室外0.5m	73.9	95	无缝	单线	II	14	7	72.6	72.1	70.4	69.9	70	67	2.6	5.1	0.4	2.9	地铁运营振动
14	二类居住用地	隧道	6	21	26.5	室外0.5m	73.9	100	无缝	单线	II	14	7	73.6	73.1	71.5	71.0	75	72	-	1.1	-	-	地铁运营振动
15	二类居住用地	隧道	30	45	26.5	室外0.5m	73.9	100	无缝	单线	II	14	7	70.6	70.1	69.5	69.0	75	72	-	-	-	-	
16	二类居住用地	隧道	0	6	6	室外0.5m	73.9	30	无缝	双线	II	7	7	66.3	66.3	66.3	66.3	75	72	-	-	-	-	

根据振动预测结果，全线 8 处现状敏感点，运营期列车运行振动 V_{Lzmax} 昼间预测值在 66.3~73.7dB 之间，夜间预测值在 66.3~73.2dB 之间，对照沿线各敏感点所在区域的振动标准值，共有 3 处敏感点超标；昼间超标量为 0.3dB，夜间超标量为 0.6~2.8dB。

全线 16 处规划敏感点，运营期列车运行振动 V_{Lzmax} 预测值昼间在 66.3~74.7dB 之间，夜间在 66.3~74.2dB 之间，对照沿线各敏感点所在区域的振动标准值，共有 9 处敏感点超标；昼间超标量为 1.2~4.7dB，夜间超标量为 1.1~7.2dB。

(2) 工程振动达标距离

《地铁设计规范》(GB50157—2013)“23.3.3”条对地铁沿线各类功能区敏感建筑的控制距离作出了明确规定，其控制距离及振动限值见表 5.2-9。可见，若不考虑建筑物类型，居民、文教、机关区控制距离为 55~60m，混合区、商业中心区、交通干线两侧区域为 45~50m。

表 5.2-9 轨道中心线距各类区域敏感目标的控制距离及振动限值表

区域名称	建筑物类型	控制距离	Z 振级 V_{Lz} (dB)	
		(m)	昼间	夜间
居民、文教、机关区	I	20~25	70	67
	II	35~40		
	III	55~60		
混合区、商业中心区、交通干线两侧区域	I	15~20	75	72
	II	25~30		
	III	45~50		

本工程设计速度目标值为 100km/h，埋深为 15~35m。据此，计算得到本线地下区段振动影响达标距离，结果详见表 5.2-10。

表 5.2-10 振动影响达标距离表

线路形式	行车速度 (km/h)	埋深 (m)	达标距离 (m)			
			“混合区、商业中心区”、“工业集中区”、“交通干线道路两侧”标准		“居民、文教区”标准	
			昼间 (75dB)	夜间 (72dB)	昼间 (70dB)	夜间 (67dB)
地下线	100	15	0	17	45	85
		20	0	10	31	66
		25	0	0	22	54
		30	0	0	16	44
		35	0	0	13	37

注：预测技术条件：直线段、无缝线路、单洞隧道，轨间距 15m，地质条件为中软土。

由上表可以看出，本工程地下线外轨中心线 17m 以远的振动可以满足《城市区域环境振动标准》(GB10070-88)之“交通干线两侧、混合区、商业中心区、工业集中区”

标准要求，外轨中心线 85m 以远的振动可满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）之“居民、文教区”标准要求。

5.2.5 二次结构噪声预测与分析

研究表明，列车运行时轮轨相互撞击所产生的振动，经钢轨通过扣件和道床传到隧道结构，再由隧道结构传向大地，通过土壤传递到建筑物基础，使建筑物基础振动从而引起房屋地面、墙体、梁柱、门窗及室内家具等振动，从而使建筑物内产生二次结构噪声。不同的地质条件、不同地面建筑物结构类型、基础所产生的振动是不相同的，因此由其产生的二次结构噪声也不相同。

根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2018），对于隧道上方或距外轨中心线 50m 范围的振动环境保护目标应进行室内二次结构噪声影响评价。

5.2.5.1 二次结构噪声预测方法

对于室内二次结构噪声评价范围内的振动环境保护目标，其列车通过时段建筑物室内二次结构噪声空间最大 1/3 倍频程声压级 $L_{P,i}$ （16~200Hz）预测计算见下式。

$$L_{P,i}=L_{Vmid,i}-22 \quad (5-7)$$

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；

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

i ——第 i 个 1/3 倍频程， $i=1 \sim 12$ 。

式（4-28）中适用于高度 2.8m 左右、混响时间 0.8s 左右的一般装修的房间（面积约 10~12m² 左右）。如果偏离此条件，需按式（4-29）进行计算，

$$L_{P,i}=L_{Vmid,i}+10\lg\sigma-10\lg H-20+10\lg T_{60} \dots\dots\dots (5-8)$$

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

i ——第 i 个 1/3 倍频程， $i=1 \sim 12$ ；

σ ——声辐射效率，在通常建筑物楼板振动卓越频率时声辐射效率 σ 可近似取 1；

H ——房间平均高度，m；

T_{60} ——室内混响时间，s。

单列车通过时段的建筑物室内空间最大等效连续A声级 $L_{Aeq,TP}(16\sim 200\text{Hz})$ 按式(5-9)计算。

$$L_{Aeq,TP} = 10 \lg \sum_i^n 10^{0.1(L_{p,i} + C_{f,i})} \dots\dots\dots (5-9)$$

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倍频程声压级（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=1～12；

n——1/3 倍频程带数

5.2.5.2 二次结构噪声影响预测结果及分析

沿线评价范围内敏感建筑物内二次结构噪声预测情况见表 5.2-13~14。

根据二次结构预测结果，全线 8 处现状敏感点，运营期列车运行振动二次结构噪声预测值在 31.9~46.1dB 之间，对照沿线各敏感点所在区域的标准值，共有 4 处敏感点超标；昼间超标量为 0.1~5.1dB，夜间超标量为 1.6~8.1dB。

全线 16 处规划敏感点，运营期列车运行振动二次结构噪声预测值昼间在 32.3~40.7dB 之间，对照沿线各敏感点所在区域的标准值，共有 6 处敏感点超标；昼间超标量为 0.6~2.7dB，夜间超标量为 1.6~5.7dB。

表 5.2-13 工程沿线各敏感目标二次结构噪声预测结果表

序号	保护目标名称	线路形式	相对距离/m			预测速度 V(km/h)	建筑物类型	预测值 /dB (A)		标准值		超标量				超标原因
			近轨	远轨	埋深			近轨	远轨	昼间	夜间	近轨		远轨		
												昼间	夜间	昼间	夜间	
1	张旺渠村	隧道	0	13	16.8	100	III	46.1	45.0	41	38	5.1	8.1	4.0	7.0	地铁运营振动
2	七里镇安置小区	隧道	24	41	27.8	95	II	38.0	36.6	45	42	-	-	-	-	
3	协同创新港	隧道	42	61	15.6	80	III	38.1	/	38	35	0.1	3.1	/	/	地铁运营振动
4	大沃城	隧道	46	66	25.0	80	II	32.1	/	45	42	-	-	/	/	
5	国润城	隧道	48	68	25.0	80	II	31.9	/	45	42	-	-	/	/	
6	西北工业大学阳光城小学	隧道	31	48	16.9	80	III	41.5	40.2	38	35	3.5	6.5	2.2	5.2	地铁运营振动
7	渭水园小区	隧道	55	64	14.4	70	II	32.4	/	45	42	-	-	/	/	
8	七彩曙光艺术幼儿园	隧道	0	6	15.1	30	IV	36.6	36.6	38	35	-	1.6	-	1.6	地铁运营振动

注：“-”表示不超标，“/”表示超出评价范围。

表 5.2-14 工程沿线规划敏感目标二次结构噪声预测结果表

序号	保护目标名称	线路形式	相对距离/m			预测速度 V (km/h)	建筑物类型	预测值/dB (A)		标准值		二次结构超标量				超标原因
												近轨		远轨		
			近轨	远轨	埋深			近轨	远轨	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	二类居住用地	隧道	30	42	17.8	85	II	35.1	34.1	45	42	-	-	-	-	
2	二类居住用地	隧道	31	44	16.8	85	II	35.2	34.2	45	42	-	-	-	-	
3	二类居住用地	隧道	30	43	20.7	90	II	35.0	34.0	45	42	-	-	-	-	
4	二类居住用地	隧道	0	13	21.7	80	II	40.0	38.9	45	42	-	-	-	-	
5	二类居住用地	隧道	42	55	27.8	95	II	33.5	/	45	42	-	-	/	/	
6	教育科研用地	隧道	41	57	13.2	80	II	34.8	/	38	35	-	-	/	/	
7	教育科研用地	隧道	43	60	13.2	80	II	34.7	/	38	35	-	-	/	/	

序号	保护目标名称	线路形式	相对距离/m			预测速度 V (km/h)	建筑物类型	预测值/dB (A)		标准值		二次结构超标量				超标原因
												近轨		远轨		
			近轨	远轨	埋深			近轨	远轨	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
8	教育科研用地	隧道	43	59	14.6	95	II	37.7	/	38	35	-	2.7	/	/	地铁运营振动
9	教育科研用地	隧道	0	22	20.9	85	II	39.2	37.0	38	35	1.2	4.2	-	2.0	地铁运营振动
10	教育科研用地	隧道	34	51	14.6	85	II	37.2	/	38	35	-	2.2	/	/	地铁运营振动
11	教育科研用地	隧道	0	22	16.1	90	II	40.7	38.5	38	35	2.7	5.7	0.5	3.5	地铁运营振动
12	二类居住用地	隧道	36	56	25.0	80	II	33.7	/	45	42	-	-	/	/	
13	教育科研用地	隧道	5	22	30.2	95	II	38.6	36.4	38	35	0.6	3.6	-	1.4	地铁运营振动
14	二类居住用地	隧道	6	21	26.5	100	II	39.6	37.5	41	38	-	1.6	-	-	地铁运营振动
15	二类居住用地	隧道	30	45	26.5	100	II	36.6	35.5	41	38	-	-	-	-	
16	二类居住用地	地下	0	6	6.0	30	II	32.3	32.3	41	38	-	-	-	-	

注：“-”表示不超标，“/”表示超出评价范围。

5.2.6 车辆基地上盖物业振动影响分析

为加强土地集约利用，本工程拟对车辆基地进行上盖物业开发。车辆基地车辆进出可能对上盖物业造成一定的振动及二次结构噪声影响。由于目前设计阶段仅对上盖物业开发方案进行了概念设计，无法准确确定开发物业基础与轨道的准确距离，因此无法准确计算场段轨道振动对上盖物业的影响，本次评价依据相关资料和研究成果进行类比分析。

参考华南理工大学曾泽民《地铁车辆基地列车运行引发振动与噪声效应的现场试验研究》，根据对深圳地铁塘朗车辆基地列车试车线运行对上盖物业振动实测结果，上盖建筑楼内振动见表 5.2-15。

表 5.2-15 塘朗车辆基地上盖物业振动（室内）加速度级实测结果

楼层	1 层	2 层	4 层	7 层	14 层
VLzmax/dB	44.5	45.0	64.9	66.1	62.8

注：实测线路车速为 40-45km/h

可见，塘朗车辆基地上盖物业室内振动值在 44.5~66.1dB 之间，满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）中“居民、文教区”标准要求。在上盖物业各楼层振动实测数据的基础上，该文根据著名铁路噪声与振动研究专家南普敦大学教授 David Thompsom 在其专著《Railway Noise and Vibration: Mechanisms, Modelling and Means of Control》针对铁路引起的建筑结构二次辐射噪声经验公式，计算不同楼层的二次结构噪声，见表 5.2-16。

表 5.2-16 塘朗车辆基地上盖物业二次结构噪声计算结果

楼层	1 层	2 层	4 层	7 层	14 层
二次结构噪声 /dB	31.4	28.4	52.0	52.0	49.2

根据研究可见，上盖物业 4 层以上的室内二次结构预测值超过《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 类区标准（昼间 41dB、昼间 38dB）。考虑到以上研究成果是在试车速度为 40-45km/h 的基础上取得的，本次西安地铁 16 号线车辆基地物业开发主要位于咽喉区和运用库上方，列车行驶速度相对较低，因此对上盖物业的振动及二次结构噪声影响不会超过以上研究成果。

5.2.7 镐京遗址振动影响分析

拟建地铁 16 号线近轨距离镐京遗址 18m，远轨距离遗址 31m，埋深 26m，根据《古建筑防工业振动技术规范》（GB/T 50452-2008）采用插值法估算地铁运营时近轨和远轨产生的地面振动速度 V_r 为 0.368mm/s 和 0.286mm/s；当距离为 1~3 倍隧道埋深是乘以

1.2, 故地铁运营时产生的地面振动速度 V_r 为 0.441mm/s 和 0.343mm/s。超出 0.15mm/s 的限值要求, 建议采取减振措施。

5.3 声环境影响预测与评价

因本工程主线全为地下线, 工程对外环境产生影响的噪声源主要有车站风亭、冷却塔噪声, 车辆基地车辆出入、试车噪声以及主变电的厂界噪声。根据工程的性质和工程所在区域的环境噪声现状, 确定本次评价采用模式法进行预测, 分别预测风亭、冷却塔噪声、车辆基地厂界和主变电站厂界噪声等效连续 A 声级。

5.3.1 风亭、冷却塔噪声影响预测与评价

5.3.1.1 风亭、冷却塔噪声预测模式

风亭、冷却塔噪声等效声级基本预测计算式如下式所示:

$$L_{Aeq,TR} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} (\sum t 10^{0.1(L_{Aeq,TP})}) \right] \quad (5-1)$$

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, 单位 dB(A);

T——规定的评价时间, 单位 s;

t——风亭、冷却塔的运行时间, 单位 s;

$L_{Aeq,TP}$ ——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 5-2 计算, 冷却塔按式 5-3 计算, dB(A)。

$$L_{Aeq,TP} = L_{P0} + C_0 \quad (5-2)$$

$$L_{Aeq,TP} = 10 \lg (10^{0.1(L_{P1} + C_1)} + 10^{0.1(L_{P2} + C_2)}) \quad (5-3)$$

式中:

L_{P0} ——风亭的噪声源强, 单位 dBA;

L_{P1} 、 L_{P2} ——冷却塔进风侧和顶部排风扇处的噪声源强, 单位 dB(A)。

C_0 、 C_1 、 C_2 ——风亭及冷却塔噪声修正量, 按式 5-4 计算, dB(A)。

$$C_i = C_d + C_a + C_g + C_h + C_f \quad (5-4)$$

式中:

C_i ——风亭及冷却塔噪声修正量, $i=0,1,2$, 单位 dBA;

C_d ——几何发散衰减, 单位 dB;

C_a ——空气吸收引起的衰减, dB;

C_g ——地面效应引起的衰减, dB;

C_h ——建筑群衰减, dB;

C_f ——频率 A 计权修正, dB。

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。

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、冷却塔的距离大于其 2 倍当量距离 D_m 时, 风亭、冷却塔噪声具有点声源特性, 可根据点声源的几何发散衰减计算方法 (忽略声源指向性的影响时), 确定其噪声辐射的几何发散衰减 C_d , 可参照 GB/T 17247.2, 按下式计算:

$$C_d = -18 \lg \frac{d}{D_m} \quad (5-5)$$

式中:

D_m ——源强的当量距离, 单位 m;

d ——声源至预测点的距离, 单位 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, 风亭噪声不再符合点声源衰减特性, 其噪声辐射的几何发散衰减 C_d 可按下式简单估算:

$$C_d = -12 \lg \frac{d}{D_m} \quad (5-6)$$

当预测点到风亭的距离小于当量直径 D_m 时, 风亭噪声接近面源特征, 不再考虑其几何发散衰减。

5.3.1.2 风亭、冷却塔噪声预测源强及预测条件

本工程全线为地下线, 工程对外环境产生影响的噪声源主要有风亭、冷却塔噪声。涉及敏感点的新风亭设置 3m 长消声器, 排风亭设置 3m 长消声器, 活塞风亭设置 2m 长消声器, 车站设置屏蔽门, 本次评价风亭噪声源强引用与本工程条件相似的西安市地铁 1 号线皂河站风亭的源强监测值, 冷却塔源强引用与本工程条件相似的西安市地铁 1

号线五路口站冷却塔的源强监测值。

本项目风亭、冷却塔采用的噪声源强值如下：

活塞风亭：机械风机运行时为 65dB（A）；机械风机不运行时为 57.2dB（A）（在风道内安装 2m 长的消声器）；

排风亭：56.2dB（A）（在风道内安装 3m 长的消声器）；

新风亭：51.4dB（A）（在风道内安装 2m 长的消声器）；

冷却塔：塔体当量距离处为 60.3dB（A），出风口 45°角方向、离风口 1 倍出风口直径处 67.2dB（A），两台同时运行。

5.3.1.3 风亭、冷却塔噪声影响预测与评价

（1）风亭、冷却塔噪声预测结果

根据风亭、冷却塔噪声预测方法、模式、参数和各测点的声环境现状值，本工程风亭、冷却塔噪声预测结果见表 5.3-2。

表 5.3-2 车站风亭、冷却塔环境噪声影响预测结果表 (单位: dB(A))

序号	敏感点	车站	敏感点位置	预测时段	现状值/dB(A)		贡献值/dB(A)		预测值/dB(A)		标准值/dB(A)		超标量/dB(A)		环境噪声增量/ dB(A)		超标原因
					昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	西咸青年创业园	能源三路站	距离新风亭、排风亭、活塞风亭、活塞风亭分别为 35.1m、27.7 m、45.3 m、40.1m	非空调期	56.4	45.6	51.8	47.5	57.7	49.7	60	50	-	-	1.3	4.1	达标
				空调期	56.4	45.6	51.8	47.5	57.7	49.7	60	50	-	-	1.3	4.1	
2	国润城6#楼	上林路站	距离新风亭、排风亭、活塞风亭、活塞风亭、冷却塔分别为 43.2m、33.6m、27.4 m、29.3m、31.5m	非空调期	54.5	43	54.7	50.4	57.6	51.1	70	55	-	-	3.1	8.1	受风亭冷却塔和交通噪声影响
				空调期	54.5	43	57.7	56	59.4	56.2	70	55	-	1.2	4.9	13.2	
3	国润城7#楼	上林路站	距离新风亭、排风亭、活塞风亭、活塞风亭、冷却塔分别为 106.7m、91.6m、72.8 m、82.3m、43.7m	非空调期	53.1	42.2	46.7	42.5	54.0	45.4	70	55	-	-	0.9	3.2	达标
				空调期	53.1	42.2	53.2	52.5	56.2	52.9	70	55	-	-	3.1	10.7	

可以看出,评价范围内敏感点 3 处,风亭、冷却塔附近环境噪声敏感点现状监测值叠加后得到的预测结果为非空调期昼间 54.0~57.7dB(A),夜间 45.4~51.1dB(A),空调期昼间 56.2~59.4dB(A),夜间 49.7~56.2dB(A),其中 1 处敏感点空调期夜间噪声超标外(夜间噪声超标 1.2dB(A)),其余各敏感点的昼间、夜间的预测值均达标。

5.3.2 车辆基地噪声预测与评价

5.3.2.1 车辆基地噪声预测模式

(1) 车辆基地固定声源设备噪声衰减公式

车辆基地强噪声设备如为空压机、锻造设备、风机等可视为声源点,其噪声传播衰减计算公式:

$$L_{p\text{固}} = L_{p\text{固}0} - 20 \lg \left(\frac{r}{r_0} \right) \quad (4-7)$$

式中: $L_{p\text{固}}$ ——预测点的 A 声级, dB;

$L_{p\text{固}0}$ ——声源参考位置 r_0 处的声级, dB;

r ——预测点至声源的位置, m;

r_0 ——预测点至声源的位置, m。

(2) 车辆基地出入线预测方法

1) 基本预测计算式

列车运行噪声效声级基本预测计算式如式(5-8)所示。

$$L_{Aeq,p} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \left(\sum n_i t_{eq} 10^{0.1(L_{pA})} \right) \right] \quad (5-8)$$

式中:

$L_{Aeq,p}$ ——评价时间内预测点的等效计权 A 声级, 单位 dB(A);

T ——规定的评价时间, 单位 s;

n_i ——T 时间内列车通过列数;

t_{eq} ——列车通过时段的等效时间, 单位 s;

列车运行噪声的作用时间采用列车通过的等效时间 t_{eq} , 其近似值按式(5-9)计算。

$$t_{eq} = \frac{l}{v} \left(1 + 0.8 \frac{d}{l} \right) \quad (5-9)$$

式中:

l ——列车长度, 单位 m;

v ——列车运行速度, m/s;

d ——预测点到外轨中心线的水平距离, 单位 m。

$L_{P,A}$ ——单一列车通过预测点的等效声级, 按式 (5-10) 计算, 为 A 计权声压级, 单位 dB (A)。

$$L_{P,A} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m L_{P0,i} \pm C \quad (5-10)$$

式中:

$L_{P0,i}$ ——列车最大垂直指向性方向辐射的噪声源强, 单位 dB (A);

m ——列车通过列数, ≤ 5 ;

C ——噪声修正项, 单位 dB (A), 按式 (5-11) 计算。

$$C = C_V + C_t + C_d + C_a + C_g + C_b + C_\theta + C_{f,i} \quad (5-11)$$

式中:

C_V ——速度修正;

C_t ——线路和轨道结构修正;

C_d ——几何发散衰减;

C_a ——空气吸收衰减;

C_g ——地面效应引起的衰减;

C_b ——声屏障插入损失;

C_θ ——垂向指向性修正;

$C_{f,i}$ ——频率计权修正。

2) 速度修正, C_V

当列车运行速度 $v < 35 \text{ km/h}$ 时, 速度修正项 C_V 按式 (5-12) 计算。

$$\Delta L_{\text{曲线}} = 10 \lg \frac{v}{v_0} \quad (5-12)$$

式中：

v_0 ——源强参考速度，单位 km/h。

v ——列车通过预测点的运行速度，单位 km/h；

当列车运行速度 $35\text{km/h} \leq v \leq 160\text{km/h}$ 时，地面线速度修正项 C_v 按式（5-13）计算。

$$\Delta L_{\text{曲线}} = 30 \lg \frac{v}{v_0} \quad (5-13)$$

3) 线路、轨道结构和轮轨条件的修正 C_t 下表。

表 5.3-3 不同线路和轨道条件的噪声修正值

线路类型	噪声修正值/dB
线路平面圆曲线半径 (R)	$R < 300\text{m}$
	$300\text{m} \leq R \leq 500\text{m}$
	$R > 500\text{m}$
有缝线路	+3
道岔和交叉	+4
坡道 (上坡, 坡度 $> 6\%$)	+2

4) 几何发散衰减, C_d

几何发散衰减按式 (5-14) 计算。

$$\Delta L_{\text{几何}} = -10 \lg \frac{\frac{4d_0^2 + l^2}{4d_0^2 + l^2} + \frac{l}{d_0} \left(\frac{d}{2d_0} \right)}{\frac{4d^2 + l^2}{4d^2 + l^2} + \frac{l}{d} \left(\frac{d}{2d} \right)} \quad (5-14)$$

式中：

d_0 ——源点至声源的直线距离，单位 m；

d ——预测点至外轨中心线的水平距离，单位 m；

l ——列车长度，单位 m。

5) 垂向指向性修正, C_θ

垂向指向性修正量 C_θ 可按式 (5-15) 和式 (5-16) 计算。

当 $-10^\circ \leq \theta < 21.5^\circ$ 时，

$$C_\theta = -0.02 (21.5 - \theta)^{1.5} \quad (5-15)$$

当 $21.5^\circ \leq \theta < 50^\circ$ 时，

$$C_\theta = -0.0165 (\theta - 21.5)^{1.5} \quad (5-16)$$

当 $\theta < -10^\circ$ 时，按照 -10° 进行修正；当 $\theta > 50^\circ$ 时，按照 50° 进行修正。

式中：

θ ——声源到预测点方向与水平面的夹角，单位度。声源位置为高于轨顶面以上 0.5m，预测点高于声源位置角度修正，预测点低于声源位置角度为负。

6) 空气吸收衰减, C_a

空气吸收衰减 C_a 按式 (5-17) 计算。

$$C_a = -\alpha d \quad (5-17)$$

式中：

α ——大气吸收引起的纯音衰减系数，单位 dB/m;

d ——预测点至外轨中心线的水平距离，单位 m。

7) 地面效应引起的衰减, C_g

当声波越过疏松地面或大部分为疏松地面的混合地面时，地面效应引起的衰减量 C_g 按式 (5-18) 计算。

$$C_g = -\left[4.8 - \frac{200}{f} \left(17 + \frac{300}{f}\right)\right] \leq 0 \quad (5-18)$$

式中：

d ——预测点至外轨中心线的水平距离，单位 m;

h_m —— 传播路程的平均离地高度，单位 m。

8) 声屏障插入损失, C_b

声屏障插入损失 C_b 按式 (5-19) 计算。

$$C_b = \begin{cases} 10 \log \frac{3\pi \sqrt{(1-t^2)}}{4 \arctan \sqrt{\frac{1-t}{1+t}}} & t = \frac{40 f \delta}{3c} \leq 1 \\ 10 \log \frac{3\pi \sqrt{(t^2-1)}}{2 \ln(t + \sqrt{t^2-1})} & t = \frac{40 f \delta}{3c} > 1 \end{cases} \quad (5-19)$$

式中：

f ——声波频率，单位 Hz;

δ ——声程差，单位 m;

c ——声速，单位 m/s。

$$L_{p \text{ 固}} = L_{p \text{ 固 } 0} - 20 \lg \left(\frac{r}{r_0} \right) \quad (5-7)$$

式中： $L_{p_{固}}$ ——预测点的 A 声级，dB；

$L_{p_{固0}}$ ——声源参考位置 r_0 处的声级，dB；

r ——预测点至声源的位置，m；

r_0 ——预测点至声源的位置，m。

(3) 环境噪声预测方法

环境噪声预测按式 (5-20) 计算。

$$L_{p_{固},\square} = 10 \lg \left[10^{0.1(L_{p_{固},\square\square})} + 10^{0.1(L_{p_{固},\square})} \right] \quad (5-20)$$

式中：

$L_{Aeq,TR}$ ——评价时间内预测点处列车或设备运行等效连续 A 声级，单位 dB(A)；

$L_{Aeq,b}$ ——评价时间内预测点处背景噪声等效连续 A 声级，单位 dB(A)。

5.3.2.2 车辆基地噪声源强

沙河滩车辆基地高噪声设施有洗车机库、污水处理站、运用库、检修库、变电所等。其中，洗车库、污水处理站等设施仅昼间运行，停车、列检运用库，车辆在车辆基地内行车速度极低 (<5km/h)，噪声级较小。主要固定噪声源强见表 2.2-3。

车辆基地出入线的列车噪声源强类比西安市地铁 1 号线灞河停车场出入线源强，试车线类比广州地铁 1 号线芳村车辆基地试车线源强。见表 5.3-4。

变电站运行期间的可听噪声主要来自主变压器产生的噪声。根据国内外类似电气设备的制造水平和运行情况以及类比同等电压等级及规模主变噪声监测资料，110kV 主变噪声源强为 65dB(A)。

表 5.3-4 车辆基地出入线、试车线噪声源强表

线声源	测点位置	A 声级 (dB(A))	测点相关条件
出入场线	距轨道中心线 7.5m	75	V=20~30km/h，碎石道床
试车线	距轨道中心线 7.5m	84	V=60km/h，碎石道床

5.3.2.3 车辆基地噪声影响预测与评价

根据西安地铁 16 号线沿线声功能区划，本工程车辆基地处于 2 类区，本次评价对车辆基地厂界噪声和评价范围的北营村的环境噪声进行了预测，见下表。

表 5.3-5 车辆基地厂界及环境噪声预测结果表

序号	测点名称	测点编号	测点位置	现状值/dB (A)		本工程厂界噪声排放值/dB (A)		环境噪声预测值/dB (A)		标准值/dB (A)		超标量/dB (A)	
				昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	北厂界	C1	厂界外 1m	/	/	45.3	41.0	/	/	60	50	-	-
2	南厂界	C2	厂界外 1m	/	/	45.4	44.9	/	/	60	50	-	-
3	东厂界	C3	厂界外 1m	/	/	43.5	35.1	/	/	60	50	-	-
4	西厂界	C4	厂界外 1m	/	/	42.2	41.9	/	/	60	50	-	-
5	北营村	C5	/	53.4	43.7	32.8	30.6	53.4	43.9	60	50	-	-

根据预测结果，车辆基地厂界噪声排放值符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）厂界噪声排放值，北营村符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类区标准。

5.3.2.4 车辆基地预留上盖物业及预留用地开发项目的噪声影响分析

在土地资源稀缺和能源紧张的当前形势下，地铁停车场、车辆基地上盖物业与周边土地实现一体化开发这一模式，很好地将城市轨道交通与城市整体规划结合起来，在改善城市交通的基础上，优化了城市布局、集约利用了土地资源、改变了城市近郊环境、创造了经济效益，这也是轨道交通发展的优势体现。但同时，地铁车辆基地噪声对上盖物业、预留用地开发会带来噪声影响。

车辆基地为地面车辆基地，运用库、洗车库、污水处理站、变电所、换热站、维修车间等均有建筑墙体隔声，但出入线、库外咽喉区、试车线位于室外，其上盖对咽喉区、试车线噪声可起到一定的隔声作用，但噪声仍能通过盖下四周传播至周围、绕射至盖上，试车线在昼间运行，且频次较低 影响相对较小，而咽喉区车辆出库集中于早晨 5:50-7:30，入库集中于夜间 10:50-12:30，运行时间比较敏感，对上盖物业和周边开发项目均有影响。

(1) 车辆基地线路特点及振动噪声特性

车辆基地线路主要分 4 大部分：出入线（地面段）、试车线、库外线（包括咽喉区）、各种库内线等。车辆基地除试车线以外，其余地段均为空车低速运行。列车运行产生的振动及噪声干扰主要来源于列车经过咽喉区道岔群“有害空间”及钢轨接头时产生的振动和“咣当”声、列车经过小半径曲线时产生的曲线摩擦啸叫声。由于车辆基地早发车的时间比正线早，而晚收车的时间比正线晚，故振动及噪声的影响时段比正线更长。所以，轨道减振降噪措施需要从以上振动源及其传播途径上来进行减振、隔振、降噪设计。

(2) 车辆基地轨道减振降噪建议措施

1) 无缝线路设计

在条件允许的地段，车辆基地线路应尽量铺设成无缝线路，减少钢轨接头数量，以便减少钢轨接头冲击引起的振动和噪声影响。一般试车线有条件铺设成无缝线路。

2) 轨道减振

车辆基地库外线采取减振垫道床+阻尼钢轨，库内线中等减振措施。

3) 减振接头夹板

减振接头夹板是国铁有关部门研制的，目前已成为国铁“专线 3419”标准图。减振接头夹板在中部一定长度范围内加高至钢轨轨顶以上，用在钢轨接头非工作边侧。车轮碾过钢轨接头时，同时与减振接头夹板顶部和底部接触，使轨顶面由中断变为连续，缓解了轨缝和相邻轨端错牙台阶的影响，从而减轻了轮轨冲击，也减少了钢轨端部的冲击

掉块和塑性变形等病害，改善了轮轨关系。根据国铁在石太线小半径曲线地段的铺设实测，铺设减振接头夹板的钢轨接头比一般的钢轨接头振动加速度降低 50% 以上，钢轨轨底下沉减少 20%，列车通过时轮轨噪声可降低 5dB。由于有效降低了接头冲击，减振接头夹板能减少接头病害，可节省维修成本。目前，天津地铁 1 号线高架桥普通线路地段，深圳蛇口车辆基地、成都地铁 1 号线、长沙 3 号线等需上盖物业开发的车辆基地均采用了减振接头夹板，效果良好。

本工程出入段线地面线、试车线、库内线、库外线，在无法取消钢轨接头地段均推荐采用减振接头夹板。

4) 钢轨涂油器

钢轨涂油器是一种减缓曲线钢轨磨耗的涂油润滑装置。推荐在半径 $R \leq 450\text{m}$ 的曲线地段外股钢轨安装自动涂油器，减少钢轨侧面磨耗及减少由摩擦和不均匀磨耗引起的轮轨振动与噪声。

5) 其他措施

- ①对钢轨顶面不平度进行打磨，使轨面平顺，保证轮轨接触良好，减少振动和噪音。
- ②严格控制轨道设备如扣件、道岔等制造公差，为铺设高质量的轨道系统打下基础。
- ③严格控制轨道施工质量，特别是咽喉区道岔群的施工质量，并对轨道进行经常性的养护维修，使轨道结构保持在良好工作状态。

5.4 地表水环境影响评价

本工程沿地铁走向附近规划有较完善的市政污水管网系统，可提供纳管条件。因此各车站、车辆基地日常运营中工作人员生活污水、生产废水经处理后可排入市政污水管网。

1、车站污水排放环境影响评价

本工程共需建设 9 座车站，所排污水主要为车站工作人员的办公生活污水、车站设施卫生擦洗污水和站内厕所的粪便污水。沿线车站污水性质单一，主要污染因子为 COD、BOD₅、氨氮等。

根据现场调查及相关部门反馈意见，本工程运营期各车站污水均有条件纳入既有或规划中的市政污水管网，进入相应城市污水处理厂集中处理。类比已建轨道交通工程各污水设施的排污情况，车站生活污水经化粪池处理后的主要污染物源强值见表 5.4-1。根据污水水质预测结果，对照评价标准，采用标准指数法对车站污水达标情况进行评价。

表 5.4-1 车站排污设施排放的主要污染物源强分析 (单位 mg/L)

项目		pH	BOD ₅	COD	SS	氨氮	石油类	动植物油
车站	生活污水	7.5~8.0	182	340	140	24.25	/	/
《污水综合排放标准》 三级标准		6~9	300	500	400	/	/	/
标准指数		/	0.61	0.68	0.35	/	/	/

本工程车站污水经化粪池处理以后,水质能满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准的要求,进入城镇污水处理厂进行处理后达标排放。

2、沙河滩车辆基地污水排放环境影响评价

沙河滩车辆基地排水分两部分,一是列车冲洗、检修作业排放的生产污水,主要污染物为 COD、BOD₅、SS、石油类等;二是职工办公、生活污水,主要污染物为 COD、BOD₅、氨氮等。

生产废水进入自建污水处理站经隔油沉淀、气浮处理;生活污水经小型隔油池、化粪池预处理后,与生产废水一起经提升后就近排入市政污水管网。根据污水水质分析结果,对照评价标准,采用标准指数法对车辆基地污水达标情况进行评价。

表 5.4-2 车辆基地排污设施排放的主要污染物源强分析 (单位 mg/L)

项目 (废水量 m ³ /d)		pH	BOD ₅	COD	SS	氨氮	石油类	动植物油
车辆基地	生活污水 65	7.5~8.0	182	340	140	24.25	/	/
	生产废水 208	7.5~8.0	60	165	140	7.66	7.5	/
总排口 273		7.5~8.0	89	207	140	12	6	/
《污水综合排放标准》 三级标准		6~9	300	300	500	400	20	100
标准指数	总排口	/	0.30	0.41	0.35	/	0.29	/

本次类比已运行的地铁二号线车辆基地生产废水进行采样监测的检测结果, 监测结果见表 5.4-3。地铁二号线车辆基地的生产废水经沉淀、隔油、气浮处理后排入市政污水管道系统, 此处理工艺和 16 号线一期工程车辆基地的处理工艺相同。

表 5.4-3 西安市地铁二号线车辆基地生产废水水质监测结果

监测点位	监测日期	样品编号	监 测 项 目					
			pH	SS	COD	BOD ₅	氨氮	石油类
进水	2017.2.19	第一次	7.80	126	14.1	2.9	2.15	ND0.04
		第二次	7.88	135	15.6	3.4	2.28	0.05
		第三次	7.86	129	14.8	3.2	2.23	ND0.04
	2017.2.20	第一次	7.82	109	13.2	2.4	2.29	0.05
		第二次	7.91	124	14.5	3.1	2.37	0.07
		第三次	7.87	115	13.8	2.7	2.32	0.06
出水	2017.2.19	第一次	7.73	105	12.1	2.0	2.06	ND0.04
		第二次	7.79	118	13.7	2.5	2.14	ND0.04
		第三次	7.76	111	12.9	2.3	2.11	ND0.04
	2017.2.20	第一次	7.71	103	12.4	2.1	2.04	ND0.04
		第二次	7.75	114	13.1	2.4	2.17	ND0.04
		第三次	7.69	106	12.7	2.2	2.06	ND0.04
执行标准	《污水综合排放标准》 三级标准		6~9	/	≤500	≤300	/	≤20

由表 5.4-3 的监测结果可知: 车辆基地产生的污水经相应处理后水质满足《污水综合排放标准》三级标准 (GB8978-1996) 三级标准要求, 进入城镇污水处理厂进行处理后达标排放。

3、市政污水管网及污水厂依托可行性

根据现场调查及相关部门反馈意见, 本工程运营期各车站、车辆基地的污废水均有条件纳入既有或规划中的市政污水管网, 进入相应城市污水处理厂集中处理。根据设计资料, 本工程各车站、车辆基地污废水经处理后拟接入的市政污水管网见表 5.4-4。根据沿线污水处理厂收水范围, 各车站、车辆基地污废水最终接入的城市污水处理厂见表 8.2-7。

表 5.4-4 项目各车站、车辆基地污废水排放去向

序号	车站名称	污水类型	拟接入市政污水管网名称	排水去向
1	沣东小镇站	生活污水	丰镐大道西侧 DN1600	沣东南污水处理厂
2	张旺渠站	生活污水	丰镐大道西侧 DN1600	沣东南污水处理厂
3	沣东大道站	生活污水	沣东大道北侧 DN400、南侧 DN400；复兴大道东侧 DN2000	沣东南污水处理厂
4	沣东三路站	生活污水	复兴大道东侧 DN2000	沣东南污水处理厂
5	科统三路	生活污水	规划复兴大道	沣东南污水处理厂
6	科统六路	生活污水	复兴大道西侧 DN500	沣东南污水处理厂
7	上林路站	生活污水	沣泾大道西侧 DN800、东侧 DN800	上林苑污水处理厂
8	能源中心站	生活污水	规划金融一路 DN500	上林苑污水处理厂
9	能源三路站	生活污水	沣泾大道西侧 DN1600	上林苑污水处理厂
10	沙河滩车辆基地	生活污水、生产废水	规划能源三路北侧 DN600	上林苑污水处理厂

表 5.4-5 受纳污水处理厂概况

序号	污水处理厂名称	概况
1	上林苑污水处理厂	服务面积为 7hm ² ，处理规模为 4 万 m ³ /日。
2	沣东南污水处理厂	采用较为先进的污水处理工艺生物反应池+终沉池+纤维转盘滤池，其设计规模为 20 万 m ³ /日，先期日处理规模达到 4 万 m ³ /日，规划承担沣河以东、绕城高速以西、科源北路以南、昆明池以北总计约 31.7km ² 的污水处理任务。

若车站及车辆基地所在区域的污水管网与各线路运营不同步，为避免运营期发生污水外排情况。环评要求现状无污水管网的车站在土建施工阶段预留污废水收集池的建设条件，如区域污水管网建设滞后则各车站，污水暂时收集定期外运至城市污水处理厂处理不外排。同时，工程在实施过程中，关注周围污水管网和污水处理厂建设情况，在条件成熟时，污水优先纳入市政排水系统。

5.5 地下水环境影响预测与评价

5.5.1 水文地质特征

工程位于漫滩、一级阶地区，含水层以中-强透水的中、粗、砾砂为主，地下水主要为第四系孔隙潜水。大气降水补给为主，水量丰富。45.0m 深度范围的地下水的综合渗透系数 20~30m/d，沿线水文地质分区属于弱-中等富水区。地下水位受季节的影响而变化，依据区域水文地质资料，地下水位年变化幅度 1~3m。地下水位线路北段地下水位埋深一般小于 10，线路南段地下水位埋深介于 10~30m。

第四系孔隙潜水含水层：主要由 Q_4^{al} 、 Q_3^{al} 砂层、粉质黏土组成，潜水含水层的底板埋深一般在 30~60m，个别地段达 80m 左右，由于长期开采地下水，原浅层承压含水层中的地下水的承压性减弱或丧失，承压水对地铁工程的影响甚微。

大气降水及沣河、渭河侧向补给为地下水的主要补给来源。地下水的迳流方向呈自北向南流动。地下水的排泄主要为人工开采（灌溉及生活用水）、蒸发等。

5.5.3 正常状况下车辆基地排水对地下水水质影响分析

车辆基地排水分两部分，一是列车冲洗、检修作业排放的生产污水，主要污染物为 COD、石油类等；二是职工办公、生活污水，主要污染物为 COD、BOD₅、氨氮等。

车辆基地运营后，正常状况下生产废水经隔油、气浮预处理，生活污水经隔油化粪池预处理后，与生产废水一起经提升后就近排入市政污水管网。由此可见，正常情况下本工程运用所废水对周围的地下水无影响。

5.5.4 非正常状况下对地下水水质影响分析

本次预测以车辆基地检修废水对地下水环境的影响为重点。由于污染物在地下水中的迁移转化过程十分复杂，存在包括吸附、沉淀、生物吸收、化学与生物降解等作用。本次预测评价本着风险最大原则，在模拟污染物扩散时并不考虑吸附、化学反应等降解作用，仅考虑典型污染物在对流、弥散作用下的扩散过程及其规律。隔油池进行防渗处理，非正常状况下，防渗层破裂，废水下渗到地下水，从而致使地下水受到污染。评价按隔油池（4.5m³）水量下降 1/5 后得以发现处理，石油类在《地下水质量标准》GB/T14848-2017 中无标准，地表水质量标准（GB3838-2002）中Ⅲ类水的标准也是以人体健康基准值为依据，因此石油类参考 GB3838-2002Ⅲ类水的标准对其进行地下水水质预测评价。

① 评价范围确定

采用公式法 $L=\alpha \times K \times I \times T / n e$ 确定评价范围, 经计算, L 为 1714m, 车辆基地附近地下水流向基本呈自南向北, 因此, 评价调查范围确定为车辆基地上游(南侧)、东侧各 860m, 西侧、北侧以太平河为界。

② 计算方法的选择

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016), 此时的地下水质预测评价采用一维稳定流动一维水动力弥散问题中的一维无限长多孔介质柱体, 示踪剂瞬时注入模型计算, 参数根据区内实际水文地质情况选取。

③ 计算公式的选择

$$C(x,t) = \frac{m/w}{2n\sqrt{\pi D_L t}} e^{-\frac{(x-u)^2}{4D_L t}}$$

式中:

x -距注入点的距离, m;

t -时间, d;

$C(x,t)$ - t 时刻 x 处的示踪剂浓度, g/L;

m -注入的示踪剂质量, kg;

w -横截面面积, m^2 ;

u -水流速度, m/d;

n -有效孔隙度, 无量纲;

D_L -纵向弥散系数, m^2/d ;

π -圆周率。

$$u = K \frac{I}{n}$$

各参数选取见下表 5.5-2:

表 5.5-2 参数选取一览表

参数	m 石油类 (kg)	w (m^2)	K (m/d)	n	I	u (m/d)	D_L (m^2/d)
数值	0.0225	170	30	0.35	0.002	0.17	1.7

④ 计算结果

根据选用的预测模式, 不同污染因子随时间和位置变化的浓度预测结果如下:

表 5.5-3 石油类随时间和位置变化的迁移结果 单位: mg/L

$\begin{matrix} x \text{ (m)} \\ t \text{ (d)} \end{matrix}$	5	20	40	60	100	200	300
30	0.0149	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90	0.0073	0.0083	0.0032	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
100	0.0066	0.0081	0.0038	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000
160	0.0041	0.0062	0.0056	0.0024	0.0000	0.0000	0.0000
240	0.0024	0.0041	0.0053	0.0042	0.0006	0.0000	0.0000
360	0.0012	0.0022	0.0036	0.0043	0.0023	0.0000	0.0000
420	0.0009	0.0016	0.0028	0.0038	0.0030	0.0000	0.0000
600	0.0003	0.0006	0.0013	0.0022	0.0033	0.0003	0.0000
720	0.0002	0.0004	0.0008	0.0014	0.0028	0.0009	0.0000
840	0.0001	0.0002	0.0004	0.0009	0.0020	0.0016	0.0000
960	0.0001	0.0001	0.0003	0.0005	0.0014	0.0021	0.0002
1000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0004	0.0013	0.0023	0.0002

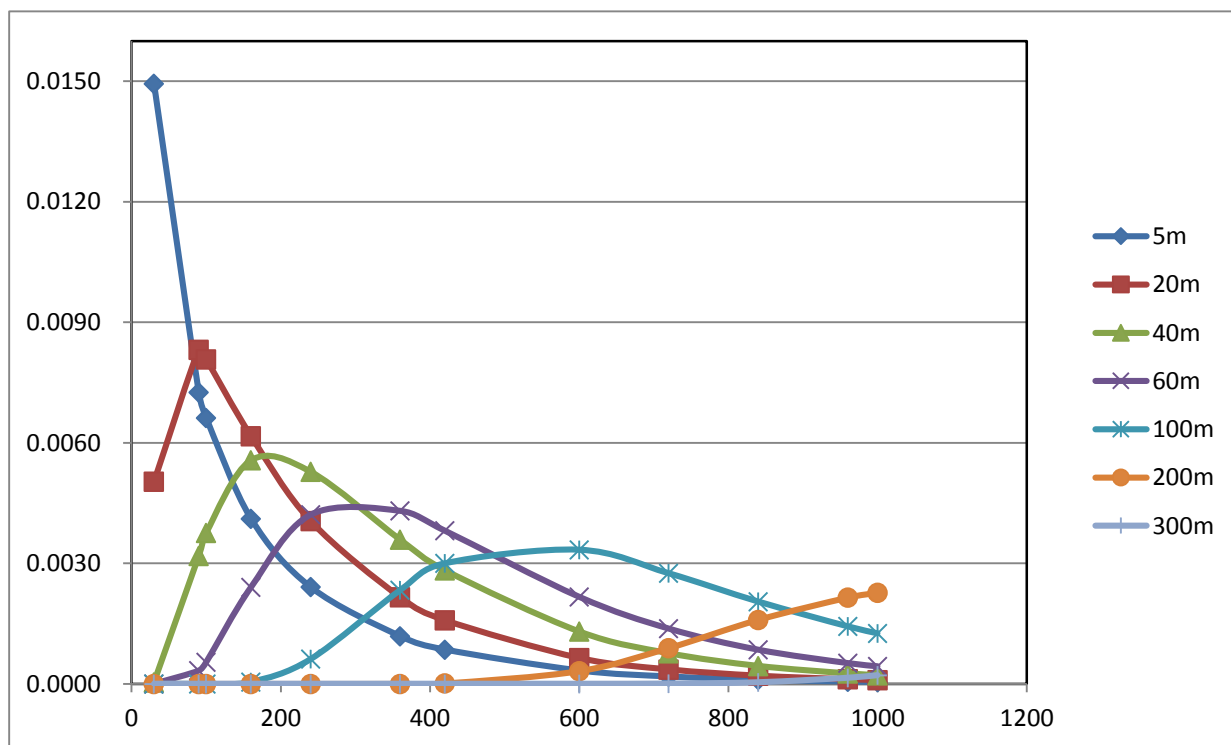


图 5.5-1 石油类随时间和位置变化的迁移图

由本次计算的结果可以看出：随着隔油池防渗层破裂发生时间的延续，同一距离点处地层中石油类含量先增大后减小，其污染物浓度的扩散范围在增加。

在 $x=5\text{m}$ 处，约在 $t=30\text{d}$ 时石油类的浓度达到其峰值，约为 0.0149mg/L 左右，仍小于其标准值 0.05mg/L ，随着距离的增大，其浓度在其它地方也不可能超过其标准值。

由以上影响预测结果可见，在 30d 时不会使车辆基地下游 5m 距离以外的地下水中石油类含量超标。可见，在风险最大化条件下，车辆基地检修废水发生泄漏，其污染对

区域地下水环境影响都较为有限，如果考虑吸附、化学反应等降解作用，预测结果中污染物对地下水质的影响将更小。

5.5.5 地下水源地影响分析

16 号线一期工程正线侵入西北郊水源地监控区长度约 120m，侵入水源地二级保护区长度约 180m；沙河滩车辆基地出入线侵入水源地监控区约 120m，侵入水源地二级保护区约 970m；穿越沣河水源地二级保护区约 1.22km。两处水源地主要开采承压水，开采深度为 100~200m，线路穿越深度 15-30m 位于潜水层，地铁正常运行时对外不排放污染物，对水源井的开采影响较小。

沙河滩车辆基地污水处理站发生污水泄漏下渗进入地下水，根据上述预测可知，污染物影响较小，且被太平河阻隔在该河的南岸、水源地二级保护区的边缘处，严格落实报告书提出的防渗措施后，对水源地的水质造成影响很小，也不会影响水源地的正常生产。

5.6 环境空气影响分析

本工程建成后，列车采用电力动车组，无机车废气排放，大气污染物排放主要有车辆基地食堂油烟和地下车站的风亭异味，对环境空气影响很小。轨道交通较公汽快捷舒适，同时可减少汽车尾气污染物排放量，降低空气中的可吸入颗粒物浓度。

5.6.1 风亭排气异味环境影响分析

(1) 风亭排气异味成因

轨道交通车辆运行时的动力系统会使空气的温度升高，乘客进入地铁带进了灰尘，人群呼出的 CO_2 气体使空气中 CO_2 浓度增高，乘客的汗液挥发，地铁内部装修工程采用的各种复合材料散发的多种有害气体，以及地铁内长期不见阳光（阳光对细菌和病毒具有杀灭作用），在阴暗潮湿的环境下孳生的霉菌散发的霉味气体等，各种气态有机物质混合在一起，在相互作用下，使风亭的排风产生了一定的异味。

(2) 风亭排气异味类比调查

2012 年 5 月 14 日~2012 年 5 月 22 日，陕西省环境监测总站对西安市城市快速轨道交通二号线（铁路北客站~会展中心段）安远门站 1 号风亭（排风亭）进行了臭气浓度的监测，监测结果见 5.6-1。

表 5.6-1 风亭臭气浓度及其他相关指标检测结果

车站	监测点位置	监测项目	1 天				评价标准
			8: 00	10: 00	12: 00	14: 00	
安远门站	排风口外 1m	臭气浓度	≤10	≤10	20	25	《恶臭污染物排放标准》（GB14554-1993） 二级 20（无量纲）
	排风口外 3m	臭气浓度	≤10	≤10	≤10	19	
	排风口外 6m	臭气浓度	≤10	≤10	≤10	≤10	
	排风口外 9m	臭气浓度	≤10	≤10	≤10	≤10	
	排风口外 1m、3m、6m、9m	风向	东南	东南	东南	东南	/
		风速（m/s）	0.5	0.3	0.3	0.4	/
		气温（℃）	18	23	23	27	/
		湿度（%）	35	35	36	30	/

监测结果表明：安远门站风亭排风口除 1m 处在 14:00 时段监测值略有超标之外，其他臭气浓度监测结果均达标。经过分析，认为超标主要原因是风亭以外的其他瞬时臭气浓度污染源（交通车辆等）影响所致。

此外，安远门站处风亭在 8 点、10 点、12 点的所有监测点处（排风口外 1m、3m、6m、9m）处的臭气浓度监测结果全部达标。

《西安市城市轨道交通建设规划（2017-2023 年）环境影响报告书》及其批复（环审[2017]36 号）明确要求：“加强沿线规划控制。线路两侧用地控制区域内不宜新建居

民住宅、学校、医院等环境敏感建筑。加强对车辆基地等周边土地的规划控制和集约利用。优化车站出入口、风亭、冷却塔、主变电站等配套设施的布局和景观设计，确保与城市环境协调。”规划环评建议地铁排风亭与周边敏感建筑应有不低于 15m 的控制距离。

本工程沿线共有 2 个大气环境保护目标与风亭距离均大于 15m，风亭异味对环境空气质量影响程度较小。且根据线地铁二号线一期竣工环境保护验收调查报告，地铁二号线一期工程地铁车站风亭在所有车站风亭下风向边界处的臭气浓度检测结果全部达标（满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中的二级标准），类比可知本项目风亭异味对外环境的影响甚微。

总的来说，本项目营运初期可能存在风亭的异味影响，但随着地铁营运时间的延长以及地铁车站环保型装修材料的普及使用，车站风亭异味影响范围会越来越小，车站风亭异味臭气浓度可满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中的二级（新改扩建）标准。

5.6.2 车辆基地职工餐厅油烟环境影响分析

项目在车辆基地设置一座职工食堂，就餐人数以 629 人计，排风量以 20000m³/h 计，灶头日煎炒时间约 4.5h，年运营 365 天。食堂食用油用量按 30g/人·d 计，则日耗油量为 18.87kg/d，年耗油量 6.89t/a。据类比调查，不同的烧炸工况，油烟气中烟气浓度及挥发量均有所不同，油的平均挥发量为总耗油量的 2.83%，经估算，本项目日产生油烟量为 0.53kg/d，年产生油烟量为 0.19t/a，产生浓度为 5.93mg/m³。

根据《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）要求，其油烟最高允许排放浓度均不得超过 2.0mg/m³，环评要求在职工食堂安装净化效率≥75%的油烟净化装置，经油烟净化器处理后其排放浓度与排放量分为 1.48mg/m³、48.7kg/a，油烟废气通过专用管道油烟竖井引至所在建筑物最高层屋顶排放，符合《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）中的相关要求，不会对周围环境产生较大的影响。

本环评要求建设单位安装符合要求的油烟净化器，油烟废气处理达标后方可通过管道油烟竖井引至所在建筑物最高层屋顶排放，不得侧排。

5.6.3 工程替代公共汽交通减少的污染物排放量

大气中的 NO_x 浓度与机动车保有量呈明显的正相关，而轨道交通采用电力动车组，无废气排放，且由于轨道交通方便、快捷、舒适的乘车环境，有利于吸引大量地面公交客流，从而减少地面公汽、出租车尾气排放，可有效降低规划区机动车尾气污染物的排

放量。项目建成后，将替代大量机动车交通，缓减地面道路交通的拥挤程度，相应减少了机动车尾气对城市空气的污染，有利于改善空气质量。

考虑到轨道交通客运量由以下两类运输方案进行转运，方案一：轨道交通客运量均由公交车承担；方案二：轨道交通客运量由公交车承担 80%，由出租车承担 20%。每辆公交车按 6000(人·km)/日(即 120km/日×50 人)载客量计算，每辆出租车按 360(人·km)/日(即 180km/日×2 人)，则折算结果见表 5.6-3。

表 5.6-3 轨道交通线位客运周转量表

运输方案	项目	初期	近期	远期
轨道交通	客运周转量(万人·km/日)	101.75	444.54	1215.73
方案一	折算成公交车(辆次/日)	170	741	2026
方案二	折算成公交车(辆次/日)	136	593	1621
	折算成出租车(辆次/日)	565	2470	6754

根据交通部科技研究项目《中国公路线源污染物排放强度的计算方法》，机动车单车污染物排放因子见表 5.6-4，据此计算得项目建成后替代公共交通减少汽车尾气排放量见表 5.6-5。

表 5.6-4 污染物单车排放因子

污染物	CO	HC	NO _x
轻型车单车排放因子 g/(km.veh)	36.291	3.310	2.881
中型车单车排放因子 g/(km.veh)	33.249	4.519	4.671

资料来源：邓顺熙，李百川等. 中国公路线源污染物排放强度的计算方法. 交通运输工程学报, 2001, 4(1): 83-86.

表 5.6-5 项目替代公交汽车所减少的污染物排放量

污染物	单位	替代公汽运输减少的汽车尾气污染物排放量					
		初期		近期		远期	
		方案一	方案二	方案一	方案二	方案一	方案二
CO	kg/d	676.62	4233.90	2956.10	18497.68	8084.36	50587.55
	t/a	246.97	1545.37	1078.98	6751.65	2950.79	18464.45
HC	kg/d	91.96	410.36	401.78	1792.85	1098.78	4903.09
	t/a	33.57	149.78	146.65	654.39	401.05	1789.63
NO _x	kg/d	95.05	369.19	415.29	1612.95	1135.73	4411.11
	t/a	34.70	134.75	151.58	588.73	414.54	1610.05

可见，工程建成后，可使沿线汽车污染物排放量得到很大程度的削减，营运近期，方案一(轨道交通客运量均由公交车承担)，CO、HC 和 NO_x 在营运近期的削减量分别为 1078.98t/a、146.65t/a 和 151.58t/a；方案二(轨道交通客运量由公交车承担 80%，由出租车承担 20%)，CO、HC 和 NO_x 在营运近期的削减量分别为 6751.65t/a、654.39t/a 和 588.73t/a，项目建设具有明显的环境效益。

5.7 固体废物环境影响分析

5.7.1 生活垃圾

运营期固体废物比较少，有各车站管理人员、旅客的生活垃圾，其中旅客在车站的停留时间很短，产生的垃圾量较少，主要为饮料瓶、水果皮等。车辆基地垃圾主要来自管理人员生活垃圾、车辆清扫垃圾等。营运期每年生活垃圾产生总量为 484.5t/a，经沿线各车站、车辆基地等设置的垃圾收集系统收集后，统一交由地方环卫部门集中处理，不会对环境造成大的影响。

5.7.2 生产垃圾

本工程生产垃圾主要来自车辆基地检修、清洗和少量的机械加工作业。

5.7.2.1 危险废物

本工程车辆基地维修和拆解过程中会产生废铅蓄电池、废矿物油、含油污泥、废油抹布等，属于危废。如处置不当进入环境，会对大气、水体、土壤、生态和人体健康会产生危害。建设单位应按照《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ 2025-2012）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单的要求在车辆基地内设置合规的危险废物贮存间并严格做好防渗措施，在委托处置前应送至贮存间暂存；处置时必须将其交给持有《危险废物经营许可证》的单位进行运输、利用、处理、处置，严禁擅自倾倒、排放或交未经认证的取得经营资格的单位进行处理、处置。

本工程运营期废蓄电池来源于车辆定期更换的电动车组用蓄电池。每列动车组蓄电池 2 组，电池使用寿命约 36 个月。工程车辆编组方案为 4 动 2 拖 6 辆编组。由于废蓄电池属于危险性固体废物，其暂存、运输、处置应满足危险废物管理、处置的要求，本线路运营期所有更换下来的蓄电池交由厂家定期回收，妥善处置，不会对环境造成影响。

5.7.2.2 一般工业废物

车辆基地检修车间产生的少量金属切屑、废旧零部件等属于一般工业固废，收集后回收利用。严禁随意倾倒、排放。

5.8 电磁环境影响分析

本工程在沙河滩车辆基地新建 1 座 110kv/35kv 主变电所,30m 评价范围内无电磁环境敏感点分布。30m 评价范围内无电磁环境敏感点分布。为了解本项目 110kv/35kv 主变电所建成以后其工频场强对周围环境的影响,本次评价根据陕西省辐射环境监督管理站(陕辐环监字(2014)第 220 号)(2014 年 10 月 11 日)的西安市地铁一号线金花地上变电站电磁环境的测量结果作类比分析,监测点位布置见图 5.8-1,类比表见 5.8-1,气候条件见表 5.8-2,监测结果见表 5.8-3。

变电站的测量选择以围墙为起点,测点间距为 5m,依次测至 500m 处或达到本底水平。受场地条件限制,110kV 地铁金花变电站电磁环境监测距离最远至厂界 30m 处。

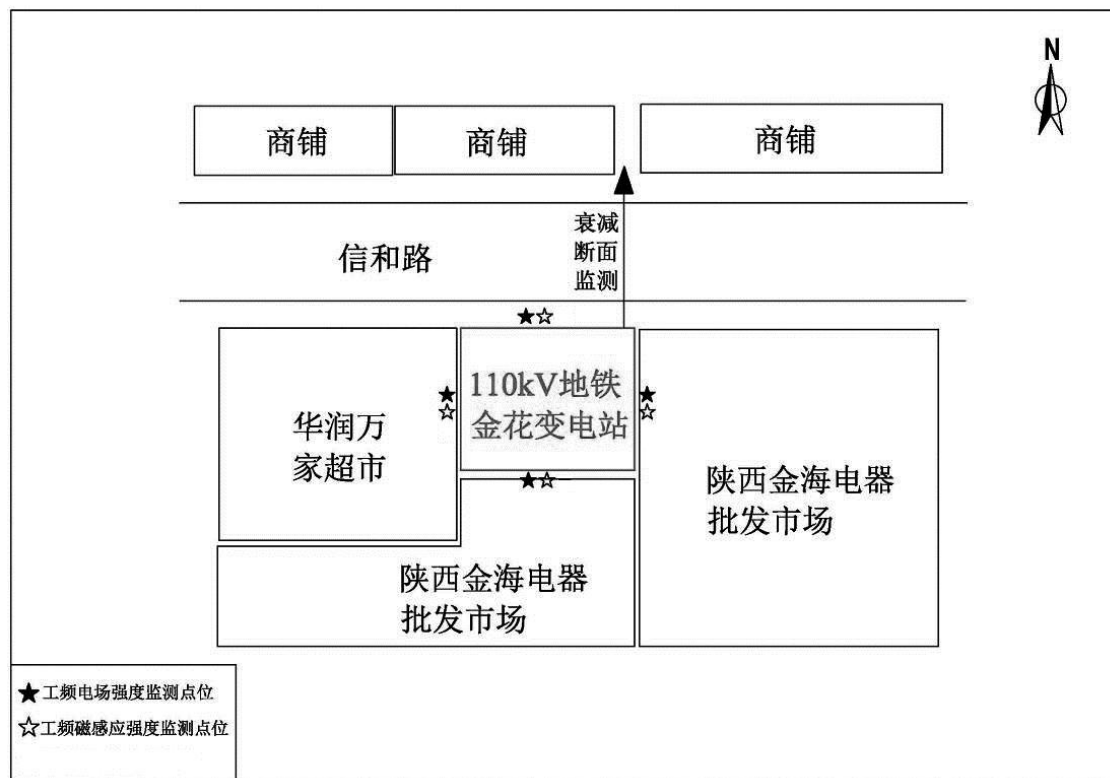


图 5.8-1 110kV 地铁金花地上变电站位置示意图

表 5.8-1 主变电站电磁辐射类比条件对照表

项 目 类比条件	本工程主变	金花主变
进线电压	110KV	110KV
输出电压	35KV	35KV
类型	油浸式变压器	油浸式变压器
形式	地上	地上

表 5.8-2 监测点地理位置和气候条件一览表

序号	名称	测点位置	气象条件
----	----	------	------

序号	名称	测点位置	气象条件
1	110kV 地铁金花变电站	天气：晴 海拔：546m 北纬（N）：34 度 16 分 26.3 秒 东经（E）：108 度 59 分 33.4 秒 时间：2013-06-19 14:00	大气压：965hPa 温度：36.1℃ 湿度：20% 风速：0 m/s

表 5.8-3 西安市地铁一号线金花地上变电站周围电磁环境监测结果

测点序号	监测位置	测试高度 m	工频电场强度 V/m	工频磁感应强度 μT
1	变电站东厂界	1.5	4.416	0.275
2	变电站南厂界	1.5	4.264	0.149
3	变电站西厂界	1.5	4.213	0.142
4	变电站北厂界	1.5	4.517	0.166
5	北墙外 1m	1.5	4.526	0.167
6	5m	1.5	4.254	0.109
7	10m	1.5	4.061	0.058
8	15m	1.5	4.109	0.039
9	20m	1.5	4.265	0.025
10	25m	1.5	4.243	0.021
11	30m	1.5	4.237	0.013

西安市地铁一号线金花地上变电站工频电场强度衰减曲线见图 5.8-2；工频磁感应强度衰减曲线见图 5.8-3。

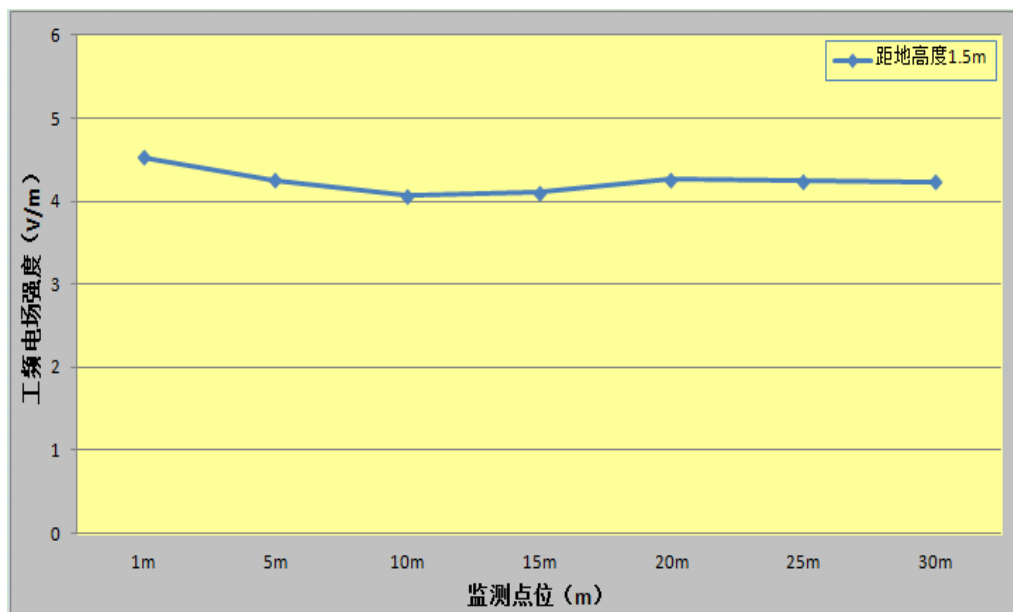


图 5.8-2 110kV 地铁金花变工频电场强度衰减曲线图

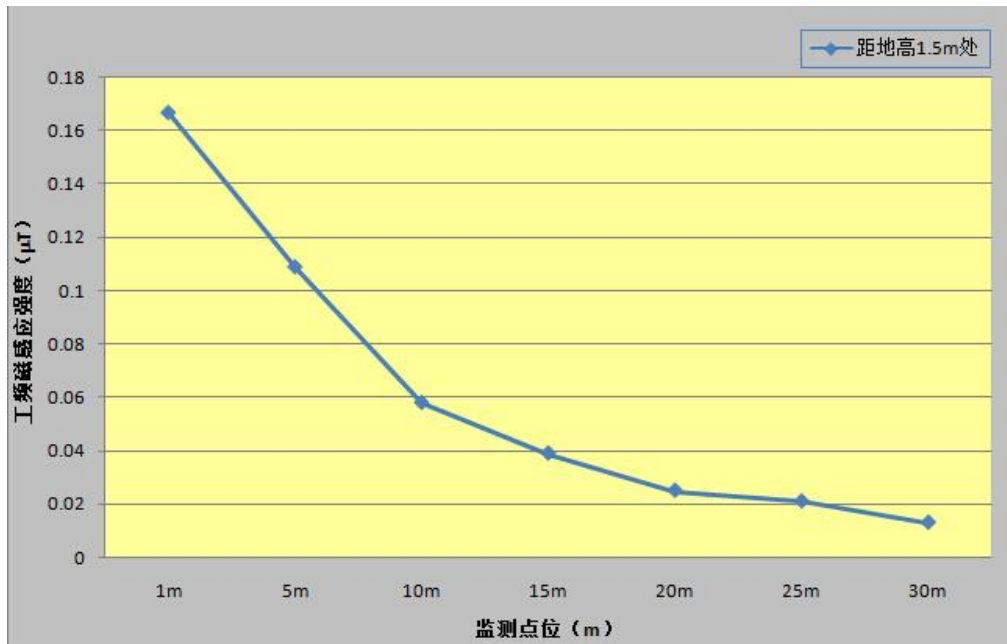


图 5.8-3 110kV 地铁金花变工频磁感应强度衰减曲线图

金花地上变电站电磁监测结果表明：

1) 工频电场强度：110kV 地铁金花地上变电站附近及变电站北侧外 30m 民房处工频电场强度最大值为 4.237V/m，满足《电磁环境控制限值》（GB8702—2014）中 4kV/m 的标准要求。

2) 工频磁感应强度：110kV 地铁金花地上变电站附近及变电站北侧外 30m 工频磁场强度最大值为 0.013μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702—2014）中 100μT 限值的要求。

类比可知，本工程主变电所投入运营后，其产生的工频电场、工频磁场均符合《电磁环境控制限制限值》（GB8702-2014）中的工频电场强度不大于 4kv/m，工频磁场强度不大于 100μT 的限值。

6 环保措施及技术可行性论证

6.1 施工期环境保护措施

6.1.1 生态环境影响的防护与恢复措施

(1) 土地资源保护措施

为尽量减小工程占地对城市用地规划的影响,建议通过政府对土地利用方式进行规划和调整,加大对后备土地资源的开发,提高土地的利用率和产出,尽量减少工程占地造成的损失,以保证城区用地的可持续发展。

(2) 动植物保护措施

①工程占地应尽量缩小对植被的破坏范围,临时施工场地应避免占用城市绿地,尽量选择在硬化地面设置;加强道路两侧及绿化林木的保护,对于有成活能力的树木、苗木尽可能采取移栽措施,以减少对既有植被的破坏。

②项目用地范围内植物防护措施除考虑主体工程防护和水土保持功能外,还应考虑具有景观及环保作用,使水保、绿化、美化、环保有机结合为一体。

③绿化措施的实施,其树种和草种的选择以当地优良树种为主,适当引进新的优良树种和草种,以保障植物绿化的效果及栽植的成活率。

(3) 城市生态和景观保护措施

①对于地铁露出地面工程,如风亭及车站出入口等,充分结合周边环境,选择合适的结构型式、样式,使其建筑融于城市建筑风格中,并成为现代化城市的动态景观。

②建议对主要敏感地段的车站出入口及风亭进行特意景观设计,设计时应考虑与周围建筑、广场公共设施及历史文化景观相协调。

③临时施工场地使用结束后,应对场地及时进行清理,清除油渍和垃圾,平整地面,以恢复原有地貌。

④运输建筑材料和土石方的车辆,应按规定配置防洒落装备,装载不宜过满,保证运输过程中不洒落;运输车辆必须按指定的道路行走,并限速行驶,减少产尘量,并定时对车辆进行冲洗,以避免对城区的污染。

⑤施工场地边界应设置明显标志,场地内合理布局,材料应码放整齐;材料仓库和临时材料堆放场应防止物料散漏污染,仓库四周应有疏水沟系,防止雨水浸湿引起物料流失;临时堆放场应有遮盖篷遮蔽,防止水泥等物料溢出污染空气环境。

(4) 水土保持措施

①对于施工期间的施工场地、临时生活区、机械停放场等临时施工设施周边设排水沟，施工结束及临时设施拆除后，改造其被占压、破坏的地表，恢复原使用功能。

②在施工现场施工区域两侧采用挡板与外界隔离，对临时堆渣采用防雨布遮盖。工程排水需经沉砂池沉降后方可排放，防止泥沙直接进入城市下水道或水体；对施工过程中产生的弃土、弃渣要及时清运，避免随意排放，造成水土流失；施工中注意原料的合理利用，避免原料沿途洒落而产生新的水土流失。

③对车辆基地场地周围及场内开挖形成的开挖面，根据实际情况采取相应的防护措施，并在场地内设相应的排水系统。在车辆基地场地主体建筑物周围、道路及可绿化地带采取乔、灌、花、草相结合种植植物进行绿化和美化。

④站场周围可栽植少量本土乔木，如国槐、栾树等进行绿化美化。

⑤工程弃土应根据设计文件的要求，工程弃渣及建筑垃圾及时清运至定点的弃渣场地，并进行平整。

（5）文物保护措施

16 号线一期工程未穿越镐京遗址保护范围，线路在昆明八路～昆明二路区段从镐京遗址一般保护范围外西侧向南展线，采用地下敷设方式，距镐京遗址一般保护范围最近 18m，为进一步降低施工期对国家重点文物保护单位的影响，主要采取以下措施：

①按照《中华人民共和国文物保护法》、《陕西省文物保护管理条例》的相关规定，在工程实施前应由文物考古部门配合，在敷设区域对镐京遗址开展详细的考古勘探和调查工作，摸清控制范围内地下文化遗存的内涵、文化层存厚等现状，做好相关信息的收集工作，如发现文物，则需在必要的考古发掘清理进行完毕后，工程方可实施。

②尽量加大埋深以降低振动对文物的影响。穿绕镐京遗址的隧道施工法，应选择对环境的影响最小、沉降控制最有效的盾构法施工。盾构机穿绕文物附近时，注意控制土压力及掘进速度，保持平稳推进。

③对遗址附近的沣东小镇站进行特意景观设计，使其与周边自然环境、历史风貌相协调。

④制定应急预案，加强施工监测。应急预案报请专家审查后落实，根据相关方案备妥应急物料，在施工现场进行抢险演练。

6.1.2 振动环境影响防护措施

（1）科学文明施工，合理布设场地

优化施工方案，并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强控制和管理，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。施工场地要合理布局，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、加工场地等应集中安置；运输车辆的走行线路应合理规划，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。

6.1.3 噪声影响防护措施

在本工程施工期间，距施工场界最近的声环境敏感点将受到不同程度的施工噪声影响。受沿线建筑物布局和既有道路影响，地下车站的施工场地空间普遍较狭窄，因此，场地内各类施工机械和设备的布置相对比较集中，对外辐射的噪声水平也相应较高，应严格制定降噪措施，保证施工场界处的噪声水平满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。

(1) 合理布置施工场地，科学安排作业时间

①施工单位应当制定施工现场噪声污染防治管理制度并公告，把产生噪声的设备、设施布置在远离居住区的一侧；

②对于噪声辐射水平较高的机械，如发电机、空压机等尽量布置在偏僻处或隧道内，也可搭设封闭式机棚，并尽可能远离居民区、学校等敏感点，运输车辆频繁出入的场地应安排在远离居民区的一侧；

③高噪声设备的使用应向当地环保部门申报；

④施工作业时间应限制在 7:00~12:00、14:00~22:00 时间范围内，如因生产工艺上要求必须连续作业或者特殊需要，确需在 22 时至次日 7 时期间进行施工的，建设单位和施工单位应当在施工前到工程所在地区建设行政主管部门提出申请，经批准后方可进行夜间施工，并应当向周围居民公告；

⑤承担夜间材料运输的车辆，运输过程严格限制非必要鸣笛，装卸材料应做到轻拿轻放，最大限度地减少噪声扰民。

(2) 尽量选用低噪声的机械设备和工法

在满足土层施工要求的条件下，尽量选择低噪声的成孔机具，避免使用高噪声的冲击沉桩、成槽方法。同时要求采用商品混凝土，避免施工场地设置混凝土搅拌机，减少噪声辐射污染。

（3）采取工程降噪措施

在站场施工场界应修建高 2m 以上的围墙或围挡，隔断施工噪声的直接传播。

（4）突出施工噪声控制重点场区

建设单位应当会同施工单位做好周边居民工作，并公布施工期限。对于站场附近受施工噪声影响较大的敏感点，建设单位应针对各自具体情况，制订详细、合理的降噪方案；如出现施工噪声严重影响居民的日常生活时，应采取修建临时隔声墙或或靠敏感点一侧建工房，以起到隔声作用，减轻噪声影响。

（5）优化施工方案，合理安排工期，明确施工噪声控制责任

在施工招投标时，应将施工噪声控制列入承包内容，在合同中予以明确，并确保各项控制措施的落实。对人为的施工噪声应有管理制度和降噪措施，并进行严格控制。

6.1.4 水环境保护措施

（1）地表水

①严格执行国家和地方相关要求，建设单位和施工单位应妥善对施工废水的排放进行组织设计，严禁施工污水乱排、乱流污染道路、周围环境。

②在工程施工场地内构筑集水沉砂池，以收集高浊度泥浆水和含油废水，经过沉砂、除渣和隔油等处理后排入市政管网。施工营地尽量租借当地的民房，生活污水纳入城市既有的排水系统，避免生活污水直接排入水体，施工营地厕所配套建设临时化粪池或采用移动式生态卫生厕所，生活污水经化粪池处理后排入城市污水管道中。

③车辆基地施工营地和料场的选址尽量远离太平河，防止对水体的污染。当堆料场存放含有害物质的建材如水泥等应设蓬盖，必要时设围栏，防止被雨水冲刷流入水体。施工废水严禁排入太平河内，防止施工废水对水体的污染。

④对含油污水排放量较大的施工点应设小型隔油池、集油池，含油污水经过处理后排入污水管道。

⑤施工机械维修点应设在硬化地面或干化场，防止机械维修、清洗污水对地下水、土壤的污染。加强施工机械的检修，严格进行施工维修管理，在维修台车下铺垫绵纱等吸油材料，用以吸收滴漏油污，避免施工机械的跑、冒、漏、滴油，其他施工机械、运

输车辆等产生的少量含油污水，采用绵纱吸收后将其打包外运至垃圾场集中处理，最大限度的减少施工机械废水对环境的污染。

（2）地下水

为全面控制工程施工对地下水环境的不利影响，针对工程实施对地下水环境的影响环节及因素，建议在工程设计及施工中采取如下保护措施：

①在基坑开挖和隧道掘进中保证施工机械的清洁，并严格文明、规范施工，避免油脂、油污等跑冒滴漏进而污染地下水。做好施工、建筑、装修材料的存放、使用管理，避免受到雨水、洪水的冲刷而进入地下水环境。

②施工机械维修点应设在硬化地面或干化场，防止机械维修、清洗污水对地下水、土壤的污染。加强施工机械的检修，严格施工管理，可有效地减少施工机械废水对地下水环境的污染。

③施工期产生的生活垃圾应集中管理，统一处置，以免废液渗入地下污染水质。

6.1.5 大气环境影响防治措施

为了减轻施工期扬尘对周围环境影响，施工单位在施工作业过程中应严格执行《陕西省大气污染防治条例》、《陕西省铁腕治霾打赢蓝天保卫战三年行动方案（2018-2020 年）（修订版）》、《陕西省建筑施工扬尘治理行动方案》、《西咸新区铁腕治霾打赢蓝天保卫战三年行动实施方案（2018-2020 年）》等相关规定，评价提出以下具体要求：

（1）依据《陕西省大气污染防治条例》第五十七条、第五十八条：建设单位应当在施工前向工程主管部门、环境保护行政主管部门提交工地扬尘污染防治方案，将扬尘污染防治纳入工程监理范围，所需费用列入工程预算，并在工程承包合同中明确施工单位防治扬尘污染的责任。施工单位应当按照工地扬尘污染防治方案的要求施工，在施工现场出入口公示扬尘污染控制措施、负责人、环保监督员、扬尘监管行政主管部门等有关信息，接受社会监督，并采取相应防尘措施。

（2）施工工地周边必须设置 2.0m 以上的硬质围墙或围挡。围挡底端应设置防溢座，围挡之间以及围挡与防溢座之间无缝隙。对围挡落尘应当定期进行清洗，保证施工工地周围环境整洁。施工工地现场出入口地面必须硬化处理并设置车辆冲洗台以及配套的排水、泥浆沉淀设施，冲洗设施到位并保持完好。车辆在驶出工地前，应将车轮、车身冲洗干净，不得带泥上路。

（3）各类施工工地内堆放的易产生扬尘污染物料及临时堆土场堆放的土方，应当

密闭存放或及时进行覆盖。采取洒水压尘措施，缩短起尘操作时间；建筑和拆迁施工现场的弃土、弃料及其它建筑垃圾，应及时清运，在 48 小时内不能及时清运的，应采取覆盖等防尘措施。出现四级以上大风天气时，禁止进行土方和拆除施工等易产生扬尘污染的施工作业，并应当采取防尘措施。

(4) 施工场地的主要道路应铺设厚度不小于 20 厘米的混凝土路面，施工工地应采取湿法作业、清洗覆盖等措施，并对施工现场道路、作业区、生活区的地面进行硬化处理，并辅以洒水等降尘措施。遇干旱季节、连续晴天天气，对弃土表面、道路和露天地表洒水，以保持其表面湿润，减少扬尘产生量。每天洒水 1~2 次，扬尘排放量可减少 50~70%。

(5) 施工工地出入口必须设立环境保护监督牌。必须注明项目名称、建设单位、施工单位、防治扬尘染污现场监督员姓名和联系电话、项目工期、环保措施、辖区环保部门举报电话等内容。

(6) 强化施工期环境管理与监理，增强施工人员环保意识，制定合理的建设施工计划，缩短工期，采取集中力量逐项施工方法，坚决杜绝粗放式施工现象发生；加强对施工车辆的保养，确保施工车辆尾气达到《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法》（GB20891-2007）中的第 I 阶段标准限值。

(7) 依照《陕西省建筑施工扬尘治理行动方案》和《陕西省建筑施工扬尘治理措施 16 条》，工程开工前，施工现场出入口及场内主要道路必须硬化，其余场地必须绿化或固化；施工现场运送土方、渣土的车辆必须封闭或遮盖，严禁沿路遗漏或抛撒；施工现场必须设置固定垃圾存放点，垃圾应分类集中堆放并覆盖，及时清运，严禁焚烧、下埋和随意丢弃。

(8) 严格施工扬尘监管。建立施工工地管理清单。将施工工地扬尘污染防治纳入文明施工管理范畴，建立扬尘控制责任制度，扬尘治理费用列入工程造价。重点区域建筑施工工地要做到工地周边围挡、物料堆放覆盖、土方开挖湿法作业、路面硬化、出入车辆清洗、渣土车辆密闭运输“六个百分之百”，安装在线监测和视频监控设备，并与当地有关主管部门联网。建议施工场地设置颗粒物在线监测仪，对施工场地扬尘排放情况进行实时监测。

(9) 项目施工期在路面恢复过程中应采用商品沥青混凝土，不得在现场进行熬炼、搅拌，并且在摊铺时最好在有二级以上的风力条件下进行，减小项目路面恢复过程对周边环境的影响。

6.1.6 固体废弃物影响防护措施

(1) 严禁在工地焚烧各种垃圾废弃物。对固体废弃物中的有用成分先分类回收，确保资源不被浪费。

(2) 施工期间加强出渣管理，施工现场的建筑垃圾应按照建筑垃圾管理条例，不得在建筑工地外擅自堆放建筑垃圾，做到工完场清。

(3) 车辆在运输建筑垃圾的过程中，必须密闭、包扎、覆盖、不得超载、沿途撒漏；运载土方的车辆必须在规定的时间内，按指定路段行驶，尽量缩短在闹市区及居民区等敏感地区的行驶路程；运输过程中散落在路面上的泥土要及时清扫。

(4) 施工场地产生的生活垃圾，应定点放置，最后由城市环卫部门集中清理。

(5) 施工机械产生的废机油、润滑油等危险废物统一收集交有资质单位处置。

(6) 加强各类有毒、有害、易燃、易爆危险品的检查、管理，使用完后应做好容器（包括）的回收及现场的清理工作，不得随意丢弃。

6.1.7 工程穿越水源地保护措施

本次环评要求施工期对线路地下穿越沣河水源地、西北郊水源地采取以下措施：

①水源地保护区范围内禁止设置各种临时施工场地、堆料场、施工车辆冲洗维修点及施工营地，更不得进行取土和弃渣活动。要严格划定施工活动范围，施工人员不得随意进入工区以外的保护地域。

②为保护地下水水源地水质环境，水源保护地范围内不得排放污废水，所有污废水收集后进入城市污水管道，进入城市污水处理厂处理。

③鉴于水源地的敏感性，在线路下穿水源地区段盾构施工时，应采用绿色环保的防水材料，降低对水源地水质的潜在风险。

④加强施工机械的检修，避免施工机械的跑、冒、滴、漏油，避免施工机械废水对地下水环境的污染。

⑤施工现场设置分类垃圾收集箱，用于回收施工垃圾和生活垃圾，杜绝现场的垃圾污染；加强对施工人员的管理，禁止将施工、生活垃圾倾倒入水源地保护区。

⑥对穿越饮用水水源地二级保护区段线路，施工期应加强对临近水源井进行水位、水质的环境监测，建立应急预案，保证地下水井饮用水源的安全。

6.2 运营期环境保护措施

6.2.1 振动防治措施及建议

6.2.1.1 措施采取原则

根据国内其它城市轨道交通的有关减振措施情况，目前技术成熟的减振措施可见表 6.2-1，结合本工程敏感点超标量和工程实施的可行性情况，本次评价将选择技术可行、经济合理的减振措施。

表 6.2-1 减振措施技术经济比较表

减振措施	预计减振效果/dB	应用实例	可维修性	经济技术比较
中等减振措施 (减振器)	5	广州地铁、上海地铁	维修方便	增加投资约 180 万元/km (单线)，投资较低，效果较好
高等减振措施 (减振浮置板道床)	5~10	深圳	维修方便	增加投资约 700 万元/km (单线)，技术成熟，投资相对较大，效果好
特殊减振措施 (钢弹簧浮置板)	>10	广州地铁、深圳地铁、北京地铁	可维修，维修量少	增加投资约 1500 万元/km (单线)，投资很大，效果很好；一次投资，使用寿命长，维护方便

依据西安市城市轨道交通建设规划（2017~2023）环境影响报告书，及《地铁设计规范》（GB50157-2013）中减振级别规定，结合本项目沿线敏感目标具体情况，本项目对于地铁运营引起环境振动 VL_{Zmax} 和二次结构噪声超标的敏感点，采用以下减振轨道设置原则：

1) 按振动预测最大值来设置措施。

2) 中等减振措施

环境振动 VL_{Zmax} 超标不大于 5dB。

3) 高等减振措施

① 环境振动 VL_{Zmax} 超标为 5~10dB (含 10dB)；

② 线路距敏感建筑 7.5m 以上且二次结构噪声超标不大于 5dB 地段。

4) 特殊减振措施

① 环境振动 VL_{Zmax} 超标大于 10dB 地段；② 线路正下穿敏感建筑（即：线路距敏感建筑 7.5m 以内）；③ 线路距敏感建筑 7.5m 以上且二次结构噪声超标大于 5dB 地段；

5) 减振措施两端考虑一定长度的延长，对沿线各超标敏感点两端各延长 20m，措施长度不小于一列车长度（即 120m）。当两段减振措施间距较近的地段考虑采取过渡减振措施。

鉴于技术的不断进步，工程实施时可根据国内外技术情况，调整为与环境影响评价

要求的减振措施效果相当、维修方便及造价便宜的其它成熟的减振措施

6.2.1.2 文物保护措施

根据《西安市城市轨道交通建设规划（2017~2023 年）环境影响报告书》，为了了解地铁二号线列车运行对钟楼产生的振动影响，机械工业勘察设计研究院对西安明城墙、钟楼进行了振动速度监测，监测结果表明，西安明城墙、钟楼各个监测点的振动速度幅值均满足国家规范《古建筑防工业振动技术规范》（GB/T 50452-2008）中的振动限值 0.15~0.2mm/s 的要求。说明本工程采取的钢弹簧浮置板道床减振效果明显。故评价建议对振动影响范围的镐京遗址设置减振措施，减振里程范围为 CK24+530~CK25+350。

6.2.1.3 减振措施

根据运营期振动预测结果表，现状敏感点中有 4 处敏感振动预测值超标，建议采取减振措施，具体见表 6.2-2。规划振动敏感目标中的 9 处敏感振动预测值超标，本次评价按照《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ 453-2018）提出振动达标距离，作为后期建设的控制参考距离，并给出了相应条件的减振措施，具体见表 6.2-3。采取措施后，各敏感点的环境振动可满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）的要求。工程实施过程中，应结合线位摆动、敏感目标拆迁及变化等情况，结合沿线用地规划，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，减振投资以工程概算为准。

同时，环评建议运营期对振动敏感建筑物设监测点位，对其沉降、变形和振动影响进行定期监测，发现问题及时提出整改措施。

在本项目采取减振措施合计 5680 延米，其中中等减振 390 延米，高等减振 940 单延米，特殊减振 4350 延米，投资 7253 万元。现状敏感目标减振措施路段共 2160 延米（其中高等减振 170 单延米，特殊减振 1990 延米），合计投资 3104 万元。规划敏感目标保护减振措施 3520 延米（其中中等减振 390 延米，高等减振 770 延米，特殊减振 2360 延米），投资 4149 万元。

表 6.2-2 运营期振动现状保护目标建议减振表 （单位：dB）

序号	保护目标名称	线路形式	相对距离/m			振动超标量(VLzmax)				二次结构超标量				减振措施								投资/万元	采取措施后效果
						近轨		远轨		近轨		远轨		左线				右线					
			近轨	远轨	埋深	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	等级	起始	终止	长度/m	等级	起始	终止	长度/m		
1	张旺渠村	隧道	0	13	16.8	-	1.2	-	0.1	5.1	8.1	4.0	7.0	措施在镐京遗址处考虑									振动及二次结构噪声达标
2	七里镇安置小区	隧道	24	41	27.8	-	-	-	-	-	-	-	-										
3	协同创新港	隧道	42	61	15.6	-	0.6	/	/	0.1	3.1	/	/	高等	CK28+810	CK28+980	170					119	振动及二次结构噪声达标
4	大沃城	隧道	46	66	25.0	-	-	/	/	-	-	/	/										
5	国润城	隧道	48	68	25.0	-	-	/	/	-	-	/	/										
6	西北工业大学阳光城小学	隧道	31	48	16.9	0.3	2.8	-	1.5	3.5	6.5	2.2	5.2	特殊	CK36+630	CK36+810	180	特殊	CK36+630	CK36+810	180	540	振动及二次结构噪声达标
7	渭水园小区	隧道	55	64	14.4	-	-	/	/	-	-	/	/										
8	七彩曙光艺术幼儿园	隧道	0	6	15.1	-	-	-	-	-	1.6	-	1.6	特殊	CK0+180	CK0+320	140	特殊	CK0+180	CK0+320	140	420	振动及二次结构噪声达标
9	镐京遗址	隧道	18	31	25.9	近轨和远轨地面振动速度 Vr 为 0.441mm/s 和 0.343mm/s。超出 0.15mm/s								特殊	CK24+760	CK25+330	570	特殊	CK24+550	CK25+330	780	2025	振动达标

表 6.2-3 运营期振动规划区保护目标建议减振表 （单位：dB）

序号	保护目标名称	线路形式	相对距离/m			振动超标量(VLzmax)				二次结构超标量				减振措施										采取措施后效果
						近轨		远轨		近轨		远轨		左线				右线				投资/万元		
			近轨	远轨	埋深	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	等级	起始	终止	长度/m	等级	起始		终止	
1	二类居住用地	隧道	30	42	17.8	-	-	-	-	-	-	-	-											
2	二类居住用地	隧道	31	44	16.8	-	-	-	-	-	-	-	-											
3	二类居住用地	隧道	30	43	20.7	-	-	-	-	-	-	-	-											
4	二类居住用地	隧道	0	13	21.7	-	1.5	-	0.4	-	-	-	-	特殊	CK25+980	CK26+320	340	特殊	CK25+980	CK26+320	340	1020	振动及二次结构噪声达标	
5	二类居住用地	隧道	42	55	27.8	-	-	/	/	-	-	/	/											
6	教育科研用地	隧道	41	57	13.2	-	1.3	/	/	-	-	/	/					中等	CK33+070	CK33+250	180	32	振动及二次结构噪声达标	
7	教育科研用地	隧道	43	60	13.2	-	1.2	/	/	-	-	/	/	中等	CK33+070	CK33+280	210					38	振动及二次结构噪声达标	
8	教育科研用地	隧道	43	59	14.6	1.7	4.2	/	/	-	2.7	/	/	高等	CK33+350	CK33+520	170					119	振动及二次结构噪声达标	
9	教育科研用地	隧道	0	22	20.9	3.2	5.7	1.0	3.5	1.2	4.2	-	2.0	特殊	CK33+680	CK33+920	240	措施在 11 号敏感点考虑				360	振动及二次结构噪声达标	
10	教育科研用地	隧道	34	51	14.6	1.2	3.7	/	/	-	2.2	/	/					高等	CK33+350	CK33+500	150	105	振动及二次结构噪声达标	
11	教育科研用地	隧道	0	22	16.1	4.7	7.2	2.5	5.0	2.7	5.7	0.5	3.5	措施在 9 号敏感点考虑				特殊	CK33+500	CK33+920	420	630	振动及二次结构噪声达标	
12	二类居住用地	隧道	36	56	25.0	-	-	/	/	-	-	/	/											
13	教育科研用地	隧道	5	22	30.2	2.6	5.1	0.4	2.9	0.6	3.6	-	1.4	特殊	CK35+380	CK35+540	160	高等	CK35+380	CK35+540	160	352	振动及二次结构噪声达标	
14	二类居住用地	隧道	6	21	26.5	-	1.1	-	-	-	1.6	-	-	高等	CK36+010	CK36+300	290	特殊	CK36+010	CK36+300	290	638	振动及二次结构噪声达标	
15	二类居住用地	隧道	30	45	26.5	-	-	-	-	-	-	-	-											
16	二类居住用地	地下	0	6	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-	特殊	CK0+920	CK1+200	280	特殊	CK0+910	CK1+200	290	855	减缓振动及二次结构噪声	

6.2.1.4 车辆基地减振建议

根据类比分析,地铁运营期车辆基地上盖物业因列车振动引起的建筑室内二次结构噪声可能存在超标,因此建议对车辆基地采取以下减振措施,工程实施过程中,可根据场段物业开发性质、建筑布局等调整情况,根据本项目环评提出的减振原则,对减振措施进行相应调整:

(1) 无缝线路设计

车辆基地线路应尽量铺设成无缝线路,减少钢轨接头数量,以便减少钢轨接头冲击引起的振动和噪声影响。一般试车线有条件铺设成无缝线路。

(2) 轨道减振

车辆基地试车线、库外线采用减振垫道床措施,库内线采中等减振措施,预留阻尼钢轨设置条件。

(3) 减振接头夹板

出入段线地面线、试车线、库内线、库外线,在无法取消钢轨接头地段均推荐采用减振接头夹板。

(4) 钢轨涂油器

涂油器可减少钢轨侧面磨耗及减少由摩擦和不均匀磨耗引起的轮轨振动与噪声,根据上盖业态动态情况预留钢轨涂油器设置条件。

(5) 其他措施

- ①对钢轨顶面不平度进行打磨,使轨面平顺,保证轮轨接触良好,减少振动和噪音。
- ②严格控制轨道设备如扣件、道岔等制造公差,为铺设高质量的轨道系统打下基础。
- ③严格控制轨道施工质量,特别是咽喉区道岔群的施工质量,并对轨道进行经常性的养护维修,使轨道结构保持在良好工作状态。

6.2.1.5 其他减振建议

(1) 源头控制

车辆性能的优劣直接影响振级的大小,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。建议在车辆选型时,优先选择重量轻、低噪声、低振动的新型车辆。

(2) 科学管理

在运营期要加强轮轨的养护、维修,以保持车轮的圆整,使列车在良好的轮轨条件下运行,保持轨道的平直,以减少附加振动。

(3) 优化工程设计

隧道的主体结构及其他基础结构（如进出通道、给排水管道、通风管道等），应远离地面建筑物及其基础，不能与这些结构有刚性连接或搭接的部分，否则应采取隔离措施，避免隧道振动传播到地面建筑物中，使建筑物内振动加剧，形成二次辐射噪声污染。

（4）合理规划布局

做好轨道交通沿线用地控制，根据本工程车辆选型及振动预测结果，参照《地铁设计规范》（GB50157-2013）的相关规定，在振动防护距离范围内，不宜规划建设振动敏感建筑。明确规划建设其他功能建筑时应考虑地铁振动影响，进行建筑物减振设计。规划部门在对土地审批时应对沿线地块进行审核，并要求相关建筑考虑减振设计。

6.2.2 噪声防治措施

6.2.2.1 风亭组噪声防护措施

（1）风亭组噪声防护措施原则

1）对于不满足《关于做好城市轨道交通项目环境影响评价工作的通知》（环办[2014]117 号）对车站风亭组控制距离要求的风亭组，通过调整风亭组位置、调整车站位置、搬迁敏感目标等措施，使风亭组与敏感建筑距离满足控制距离的要求。

2）现状达标、运营期超标的敏感目标和现状超标、运营期噪声预测值较现状增加量超过 1dB 的敏感目标所对应的风亭组，通过采取调整风亭组位置、调整风亭口朝向、延长消声器等措施，使风亭组与敏感建筑距离满足控制距离的要求，并且保证敏感目标的声环境质量达标或基本维持现状。

（2）风亭组噪声防治措施

1）优化设计风亭的位置，保持一定防护距离

结合环办[2014]117 号和规划环评要求，地下车站排风亭的位置在选择时，应尽量远离居民住宅，排风亭风口与敏感点距离尽可能大于 15m。

2）敏感点噪声强化措施

因空调期部分风亭组有冷却塔运行，因此，空调期噪声影响相对非空调期大。本次评价以空调期噪声预测结果作为依据采取噪声防治措施。

对于超标敏感点，本次环评根据每个敏感点超标的程度建议采取以下强化噪声防治措施：①增加风亭消声器的长度至 2.5m-4m，从源头降噪。消声器每加长 1m 可降噪约 10dB（A）②冷却塔均采用超低噪音冷却塔，可降低源强约 5dB（A）；同时视冷却塔噪声影响程度，对部分距离敏感点较近的冷却塔采取排风口设置导向消声器措施，排放

口采取消声器措施可降低排风口噪声约 10dB (A)。

在采用上述综合噪声防治措施后,风亭、冷却塔周围的敏感点声环境质量将达到相应标准要求,具体详见表 6.2-4。

表 6.2-4 受风亭组影响敏感点噪声防治措施

序号	敏感点	车站	预测值/dB(A)		标准值/dB(A)		超标量/dB(A)		采取措施
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	西咸青年创业园	能源三路站	57.7	49.7	60	50	-	-	达标
			57.7	49.7	60	50	-	-	
2	国润城 6#楼	上林路站	57.6	51.1	70	55	-	-	排风口设置导向消声器或者采取超低噪音冷却塔
			59.4	56.2	70	55	-	1.2	
3	国润城 7#楼	上林路站	54.0	45.4	70	55	-	-	达标
			56.2	52.9	70	55	-	-	

3) 其他降噪措施

排风亭为高风亭型式的,其排风口要背对敏感建筑物,并保持风亭适当高度。

选择低噪声风机和冷却塔: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。评价对风机、冷却塔选型提出以下要求:

①风机选型要求

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。

②冷却塔选型

冷却塔一般设置于地面,其辐射噪声直接影响外环境,如要阻隔噪声传播途径,必须将其全封闭,全封闭式屏障不仅体量大,对冷却塔通风亦产生影响。因而最佳途径是采用超低噪声冷却塔,严格控制其声源噪声值。评价建议全线冷却塔均采用超低噪音冷却塔。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。如选用的冷却塔排风口有朝向,则冷却塔安装时排风口应背对敏感建筑。

6.2.2.2 车辆基地噪声防护措施

(1) 车辆基地设备采用低噪声设备。设备采取减振措施、风机采取消声措施。

(2) 车辆基地轨道噪声振动影响一般是联合产生,为了避免车辆基地段地铁列车运行产生的振动、噪声影响所开发物业的商业价值,轨道系统需配合采取减振降噪的措施。

施，以满足上盖物业开发的条件。主要建议措施如下：

1) 无缝线路设计

在条件允许的地段，车辆基地线路应尽量铺设成无缝线路，减少钢轨接头数量，以便减少钢轨接头冲击引起的振动和噪声影响。一般试车线有条件铺设成无缝线路。

2) 轨道减振

车辆基地试车线、库外线采用减振垫道床措施，库内线采中等减振措施，预留阻尼钢轨设置条件。

3) 减振接头夹板

出入段线地面线、试车线、库内线、库外线，在无法取消钢轨接头地段均推荐采用减振接头夹板。

4) 钢轨涂油器

涂油器可减少钢轨侧面磨耗及减少由摩擦和不均匀磨耗引起的轮轨振动与噪声,根据上盖业态动态情况预留钢轨涂油器设置条件。

(3) 其他措施

①对钢轨顶面不平度进行打磨，使轨面平顺，保证轮轨接触良好，减少振动和噪音。

②严格控制轨道设备如扣件、道岔等制造公差，为铺设高质量的轨道系统打下基础。

③严格控制轨道施工质量，特别是咽喉区道岔群的施工质量，并对轨道进行经常性的养护维修，使轨道结构保持在良好工作状态。

6.2.2.3 风亭、冷却塔规划控制建议

(1) 规范及相关规定要求

根据《关于做好城市轨道交通项目环境影响评价工作的通知(环办[2014]117 号)》，应合理布局风亭和冷却塔，风亭排风口的设置尽量远离敏感点，一般不应小于 15m。根据《西安市城市轨道交通建设规划（2017~2023 年）环境影响报告书》，对于城市中心等敏感建筑密集区，建议参照《地铁设计规范》（GB 50157-2013）中的相关防护距离要求，风亭、冷却塔距敏感建筑距离不得小于 15m。

风亭组的噪声防护距离应按照《地铁设计规范》（GB 50157-2013）“29.2.4”进行控制，车站风亭组 15m 噪声防护距离内（4 类区）不宜规划建设居民区、学校、医院等敏感建筑，各类功能区敏感建筑的控制距离及噪声限值如下表。

表 6.2-5 风亭组距各类区域敏感点的控制距离及噪声限值

区域类别	控制距离	噪声限值 (dB(A))	
	(m)	昼	夜

1	≥ 30	55	45
2	≥ 20	60	50
3	≥ 10	60	55
4a	$\geq 10^*$	70	55

注：“*”表示在有条件的新区，不宜小于 15m。

(2) 达标距离预测

本项目车站风亭、冷却塔一般设计组合有“活塞风亭+新风亭+排风亭”、“活塞风亭+新风亭+排风亭+冷却塔”、“冷却塔”，本次评价按不同声功能区的要求，预测相应的达标距离（不考虑声环境现状值），见表 6.2-6。

表 6.2-6 风亭组达标距离预测结果

声源类型	达标距离		
	4a、3 类	2 类	1 类
活塞风亭+新风亭+排风亭	12	20	38
冷却塔	16	29	55
活塞风亭+新风亭+排风亭+冷却塔	19	36	68

(3) 规划建议

结合西安市轨道交通的建设，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) 科学规划建筑物的布局，临近风亭、冷却塔的建筑物宜规划为商业、办公用房等非噪声敏感建筑。

2) 对于新开发区，规划部门可根据表 6.2-5、表 6.2-6 中所列的噪声防护距离进行规划控制。后期规划的敏感建筑距风亭组距离如不满足防护距离要求，则应自行对噪声敏感建筑物采取有效的噪声防护措施。

3) 本项目车站风亭、冷却塔一般设置在道路两侧 4a 类区域内，因此，本项目“活塞风亭+新风亭+排风亭”、“活塞风亭+新风亭+排风亭+冷却塔”、“冷却塔”的建议防护距离分别为 15m、19m、16m。该噪声防护距离内（4 类区）不宜规划建设居民区、学校、医院等敏感建筑。

6.2.2.4 其他噪声防治措施建议

运营期通过加强运营管理，可有效地降低轨道交通噪声对外环境的影响，主要有以下几点：

(1) 定期修整车轮踏面

车轮在运行一段时间后，踏面就会出现程度不等的粗糙面，当车轮上有长度为 18m 以上一系列的粗糙点时，应立即进行修整。试验证明车轮有磨平、表面粗糙、不圆时噪声级要提高 3~5dB (A)。

（2）保持钢轨表面光滑

由于钢轨表面的光滑度直接影响到轮轨噪声的大小，因此在运营一段时间后就需用打磨机将焊接头的毛刺、钢轨出现的波纹以及粗糙面磨平。采用该措施后，可使轮轨噪声较打磨前降低 5~6dB（A）。

6.2.3 水污染防治措施

（1）车站污水处理措施

本工程各车站污水主要为生活污水，各站生活污水经化粪池处理后排水水质满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准，处理后的污水就近接入周边既有和规划市政污水管网，纳入城市污水处理厂统一处理。

（2）车辆基地污水处理措施

本工程沙河滩车辆基地洗车废水经自带废水净化装置处理后大部分回用，剩余洗车废水与检修废水混合进入污水处理站经格栅、隔油沉淀、气浮等工艺设备处理，生活污水经隔油池、化粪池预处理后，与生产废水汇集通过总排口排入市政污水管网，进入城市污水处理厂。车辆基地产生的污水经相应措施处理后水质均满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准，设计污水处理工艺可行。洗车机自带的废水净化装置处理工艺主要为隔油沉淀、好氧生化处理、过滤等工序，处理好的回用水暂存于回用水池中，处理后的水质能满足《城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2002）车辆冲洗的要求。

部分车站及车辆基地所在区域的污水管网与线路运营不同步，为避免运营期发生污水外排情况，环评要求现状无污水管网的车站在土建施工阶段预留污废水收集池的建设条件，如区域污水管网建设滞后，则各车站污水暂时收集定期外运至城市污水处理厂处理不外排。同时，工程在实施过程中，关注周围污水管网和污水处理厂建设情况，在条件成熟时，污水优先纳入市政排水系统。

6.2.4 地下水环境保护措施

本项目地下水污染防治措施应按照“源头控制、分区防控、污染监控、应急响应”相结合的原则，从污染物的产生、入渗、扩散、应急响应进行控制，具体要求如下：

（1）源头控制措施

源头控制主要包括在工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应措施，防止和降低污染物跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降到最低程度。

对车辆基地产生的废水进行合理的处理和综合利用，以先进工艺、管道、设备、污

水储存,尽可能从源头上减少可能污染物的产生;严格按照国家相关规范要求,对工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应的措施,以防止和降低可能污染物的跑、冒、滴、漏,将废水泄漏的环境风险事故降低到最低程度;优化排水系统设计,检修废水、列车洗刷废水、生活污水等在厂区内收集及预处理后通过管线送厂内污水处理站处理;管线铺设尽量采用“可视化”原则,即管道尽可能地上铺设,做到污染物“早发现、早处理”,以减少由于埋地管道泄漏而可能造成的地下水污染,厂区内的污水管道、排水管道采取防渗措施,各种管道连接处要严格符合要求,以阻断各类废水下渗的通道。

(2) 分区防渗措施

根据本项目污染物产生特征,主要为运营期车辆基地生产废水、生活污水等。各场地天然包气带的防污性能变化不大,但总体而言产生的特征污染物主要为 COD、BOD₅、SS、氨氮、石油类等常规污染物,不涉及重金属等持久性污染物。

依据《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016) 11.2.2 节分区防控措施的具体要求,项目涉及场地根据预测分析结果和建设项目场地包气带特征及其防污性能,提出防渗技术要求。根据建设项目场地天然包气带防污性能、污染控制难易程度和污染物特性确定防渗级别。

根据本项目场地天然包气带的防污性能、污染控制难易程度及污染物的类型,将厂区划分为重点防渗区、一般防渗区和简单防渗区。重点污染防治区:确保防渗层渗透系数 $<10^{-9}\text{cm/s}$ 。一般污染防治区:指裸露地面的生产功能单元,污染地下水环境的物料泄漏容易及时发现和处理的区域,确保防渗层渗透系数 $<10^{-7}\text{cm/s}$ 。简单防渗区:地面硬化。项目分区防渗见表 6.2-6、图 6.2-1。

表 6.2-7 项目分区防渗布置

项目	重点防渗区	一般防渗区	简单防渗区
车辆基地	危废贮存间、事故油池、隔油沉淀池、废水处理站	化粪池、污水管道	检修库、运用库、联合车库、洗车库、工建料棚等其他设施用房采用防水硬化地面

(3) 地下水污染监控

为保护地下水环境,本次评价要求在车辆基地厂界下游布设地下水监控井,定期对周边地下水水质进行跟踪监测,监测因子包括 COD、石油类、BOD₅、SS、氨氮等。并及时回馈数据,若监测发现超过允许值或出现异常情况,应马上采取措施,并启动相应的应急预案,及时处理。

采取以上措施后,可有效防止污染物泄露污染地下水,地下水污染防治措施可行。

6.2.5 大气污染防治措施

(1) 风亭异味控制措施

本工程风亭口位置设置基本合理，建议在风亭设计中采取以下措施：

①严格落实《西安市城市轨道交通建设规划（2017-2023 年）环境影响报告书》及其批复（环审[2017]36 号）中风亭周边规划控制的要求，特别是规划环评关于地铁排风亭与周边敏感建筑应有不低于 15m 的控制距离的要求。

②为减轻周围居民忧虑，建议风亭建筑设计时应遵循“进风口朝向敏感点一侧、背向道路，排风口背向敏感点、朝向道路一侧”的原理进行布置。考虑到风对异味影响的输送作用，风亭位置宜位于敏感点的主导风向的下风向。地面进风风亭应设在空气洁净的位置，并设在排风亭的上风侧，排风亭口部的设置宜避开当地年最多的风向。

(2) 食堂油烟治理措施

本工程沙河滩车辆基地内的职工食堂规模属于中型，环评要求建设单位安装净化效率不小于 75%的油烟净化设施，经处理后的油烟废气通过专用管道油烟竖井引至所在建筑物最高层屋顶排放，不会对周围环境产生较大的影响。

6.2.6 固体废物污染防治措施

本项目营运期固体废弃物主要为乘客及车站管理人员等排放的生活垃圾，车辆基地生产、管理人员生活垃圾、污水处理站污泥以及车辆维修保养等少量危废，若不进行妥善处理将对环境造成一定影响，为此，提出以下固体废物防治措施：

(1) 沿线各车站垃圾可采用不锈钢垃圾桶进行分类收集，由城市环卫部门统一处理。

(2) 车辆基地产生的一般工业固体废物暂存于工件料棚，后委托专业单位回收利用，贮存场所设置满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001) 及其修改单的相关要求。

(3) 车辆基地检修作业产生的少量废油、生产废水处理后的含油污泥以及废蓄电池等危险废物，应采用符合标准的容器盛装，并加强管理，设置专用的贮存场所，对危险废物进行集中分类存放，并交由有危险废物处置资质的单位进行处置。

(4) 在沙河滩车辆基地设置一座符合《危险废物收集、贮存、运输技术规范》(HJ 2025-2012)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 及其修改单的要求的危废暂存间，应满足“四防”（防风、防雨、防晒、防渗漏）要求，按危险废物的种类和

特性进行分区贮存，设有隔离间隔断。并由专人管理维护，建立危险废物管理台账、设置警示标志等。

(5) 运营期各类危险废物的收集、贮存、转移和处置应严格执行《危险废物收集、贮存、运输技术规范》(HJ 2025-2012)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)相关要求，转移运输必须严格执行《危险废物转移联单管理办法》。

6.2.7 电磁辐射防护措施

(1) 依据《地铁设计规范》(GB50157-2012)，地面设置的 110kV 及以上电压等级的变电所宜远离居民区等敏感建筑，其边界与敏感建筑物的水平间距宜大于 30m。

(2) 沙河滩主变电所的进出电缆设于地下，并应布设在远离敏感点的一侧，埋设深度尽量加深，并对电缆进行良好的屏蔽和滤波，对主要设备采取有效的接地和电磁屏蔽。

(3) 本工程地上产生的工频电场、磁场远低于国家推荐的标准，但为消除居民的心理顾虑，建设单位应在建设前与主变电所附近民众、相关单位进行充分沟通，消除、解决民众的疑虑和提出的问题，体现工程建设与社会的和谐。

6.2.8 工程穿越水源地保护措施

(1) 对临近水源地保护区的能源三路站、沙河滩车辆基地，其污水处理设施、管道和危险废物贮存间采取防渗处理措施，确保不污染地下水。

(2) 对穿越饮用水水源地二级保护区段线路，运营期应加强对临近水源井进行水位、水质的跟踪监测，避免对水源地正常运行造成影响。

6.3 环保投资估算

西安地铁 16 号线一期工程环保措施及环保投资费用总计为 11048 万元，包括生态防护、噪声振动治理、污水处理、危废处理、施工期扬尘污染防治措施等，本项目设计拟对新风亭设置 3m 长消声器，排风亭设置 3m 长消声器，活塞风亭设置 2m 长消声器，车站设置屏蔽门，风亭组消声器费用不计入本次环保投资估算。见表 6.3-1。

表 6.3-1 环保措施及投资估算一览表

分类	内容	数量	单位	单价 (万元)	环保投资 汇总(万元)
振动污染防治措施	减振措施	5680	延米	/	7253
噪声污染防治措施	采用超低噪音冷却塔	18	套	16	288
废污水治理	施工期废 污水处理	化粪池、沉砂池、隔油池	/	/	50
	车站污水	化粪池	9	座	3
					27

分类		内容	数量	单位	单价 (万元)	环保投资 汇总(万元)
	处理					
	车辆基地 污废水处理	化粪池	2	座	3	6
		隔油池	1	座	3	3
		废水处理站	1	套	160	160
地下水	车辆基地、 能源三路 站	车辆基地危废暂存间、隔油沉淀池、事故油池、废水处理站其他污水处理设施、化粪池、污水管等防渗。能源三路站化粪池、污水管等防渗	/	/	/	200
废气 污染 防治	车辆基地	食堂油烟净化装置	1	套	8	8
	施工期扬尘污染防治	临时堆土场、料场遮盖，洒水抑尘、清洗设施等	/	/	/	150
固废		主变电站事故油池	1	个	3	3
		危废暂存间	1	座	30	30
生态防护		车辆基地绿化	154000	m²	/	2450
施工期 环境监理		对周围沿线生态景观、噪声、振动治理等进行环境监理				120
环境管理		环境监测（施工期+运营期）				300
合计						11048

7 环境影响经济损益分析

城市轨道交通工程的建设,对于带动和引导城市空间结构调整,缓解城市交通压力,加快沿线土地综合开发均具有重要意义,但在工程建设和运营中,也会给沿线环境带来一些不利的影响。本次对工程实施后的环境经济损益分析,除对环保工程的效益和成本进行论述分析外,亦对工程社会效益进行分析。本项目的计算期为 30 年,建设期 4.5 年。

7.1 环境经济损失分析

本工程的环境经济损失可分为施工期和运营期,主要由两部分组成,第一部分为因本项目建设各类环境污染物排放并造成一定的生态破坏,相对无本项目会造成一定的环境经济损失,这部分环境经济损失以排污费或环境保护税来衡量。根据《中华人民共和国环境保护税法》,征收环境保护税的,不再征收排污费。第二部分为为控制本项目环境污染和生态破坏,以使各类污染物能够达标排放,需要采取相应的环境保护措施,从而须有一定的环保措施投入,这部分环境经济损失可以环保措施费来衡量。

7.1.1 环境污染环境经济损失

采用“有”“无”对比法,即考虑本项目实施和不实施本项目的情况下,因新增污染物排放所增加的可货币化的排污费用。根据目前执行的有关收费标准及规定,本项目新增的废水纳管排放时,建设单位应交纳的废水排污费=废水年排放量 $\times$ 排水单价(1.42 元/ m^3),本项目污水年排放量约 13.25 万 m^3/a ,则排污费约 18.8 万元/a; 建筑垃圾处理费=建筑垃圾量 $\times$ 处理单价(根据市物发[2016]105 号,按 70 元/ m^3),本项目外运土方量(含拆迁垃圾)约 219.11 万 m^3 ,则处理费约 15337.7 万元;运营期生活垃圾处置费=生活垃圾年产生量 $\times$ 处置单价=484.5t/a $\times$ 16.5 元/t=7.99 万元/a;运营期固体废物处理费=固体废物年产生量 $\times$ 对应的处置单价(由处置协议约定),约为 20 万元/a;本项目主要大气污染物不属于《中华人民共和国环境保护税法》中的应税污染物,不考虑缴纳环境护税;应税噪声的应纳税额为超过国家规定标准的分贝数对应的具体适用税额,本项目运营期噪声采取措施后不超标,不考虑缴纳环境护税。

综上所述,因本项目实施排放各类环境污染物造成的环境经济损失=18.8 $\times$ 30+15337.7+7.99 $\times$ 30+20 $\times$ 30=16741.4 万元。

7.1.2 生态破坏环境经济损失

工程地下区间、车站施工，车辆基地等设施将临时占用或永久征用土地，同时对用地界内或影响施工的房屋建筑进行拆迁，并对拆迁居民重新安置，在拆迁安置过程中还可能对环境造成二次污染和损失。根据设计文件，本工程永久征用土地 43.86 hm²，临时用地 13.31hm²，工程拆迁量 6988m²，这些损失都是无法量化的。

7.1.3 环境保护措施费用

本工程主要采取了轨道减振措施、消声器降噪、绿化补偿、生产和生活污水处理设施、废气防治措施等，措施费用合计为 12710 万元。西安地铁 16 号线一期工程环保工程投资估算见表 6.3-1。

7.2 环境经济效益分析

本工程的环境经济效益可从直接效益、间接效益两块分析计算，其中，直接经济效益包括节约旅客在途时间的效益、提高劳动生产率的效益、减少交通事故的效益、减少噪声污染经济效益、减少环境空气污染经济效益。

7.2.1 社会经济效益

(1) 节约旅客在途时间的效益

随着社会经济的发展，人们的时间观念越来越强，对交通工具的现代化程度要求越来越高。轨道交通系统具有准时、节时的特点，快捷的运输优势产生了节约出行时间的效益。运输时间节约效益通过乘客在途时间价值计算，该效益实际上有两部分组成。一部分指乘客乘本线比不乘本线，而乘其他地面交通车辆时所节省下来的时间；另一部分从全市的角度出发，由于公交客运速度的提高，节约了地面公交客流的在途时间。人均时间价值以乘客旅行时间缩短可以创造的价值来考虑（时间价值）。

时间价值按城市居民人均可支配收入来测算，根据西安市经济发展规划和人口规划，测算近、远期单位时间价值为 68.54 元和 99.71 元。乘坐轨道交通比常规公交更快捷，本工程计算期可节约时间效益合计 216.99 亿元。

(2) 提高劳动生产率的效益

由于轨道交通与普通公交运输相比，舒适度高，加上减少了挤车带来的烦躁和疲劳，使乘坐轨道交通的旅客较乘坐公交的乘客有较高的劳动生产率，根据相关资料，预计提高 5.0% 的效率。工程计算期提高劳动生产率可产生效益合计为 271.3 亿元。

(3) 减少交通事故的效益

随着经济的发展，我国机动车辆高速增长，交通事故频繁发生。所造成的死亡和伤残不仅给社会造成负担，而且对个人的身心都将造成无法估价的损失，同时在经济上也将造成直接和间接地损失。快速轨道交通是一种全封闭的运输系统，可大幅度降低乘客的交通事故损失，据有关资料统计，轨道交通替代道路交通减少交通事故损失费为 0.0015 万元/万人次。工程计算期可减少交通事故效益合计 344 万元。

（4）减少公交系统投资效益

地铁 16 号线一期工程运行后，可提高公交服务水平，替代公交车运输部分乘客，节约运营成本产生效益，包括公交车购置费、公交车配套设施费、道路拓宽及维修、公交运营成本四项，合计约 46.58 亿元。

7.2.2 环境直接经济效益

（1）西安地铁 16 号线一期工程均为地下线，相对于地面交通运输方式，有利于降低城市交通噪声污染。

（2）城市地面交通机动车燃油会产生大量的含 CO、NO_x、HC 等污染物的有害气体，导致城市区域环境空气质量下降，而城市轨道交通的能源采用电力可大大减少空气污染负荷。

本项目因采用电力机车替代了部分地面交通，营运初期可削减 CO、HC、NO_x 量分别为 246.97t/a、33.57t/a、34.7t/a；营运近期可对应削减 1078.98t/a、146.65t/a、151.28t/a；营运远期可对应削减 2950.79t/a、401.05t/a、414.54t/a。根据《中华人民共和国环境保护税法》表 5，上述应税大气污染物中 CO 的污染当量值最大（16.7kg），为简便计，应纳税额统一以 CO 计，这样得出的应纳税额是最少的，也即用本项目替换地面交通废气排放的环境收益是最保守的。根据《陕西环境保护税适用税额和应税污染物项目数方案》，陕西省应税大气污染物适用税额为 1.2 元/污染当量。从而可得出本项目营运初期、营运近期、营运远期可量化的大气环境效益分别为：2.27 万元/a、9.89 万元/a、27.06 万元/a，考虑到本项目营运期长达 30 年，因此，本项目建设还是具有一定大气环境效益的。

7.2.3 间接经济效益

除上述可以定量计算的效益以外，本项目还有许多其他目前尚无法或不易用货币来计量的效益，主要包括改善交通结构，促使城市布局更合理，进一步加快城市的经济发展，促进本工程沿线的综合开发，土地增值等社会效益。

城市轨道交通建设项目对区域社会、经济、文化发展的间接效益是巨大的，属于无

形效益的外部效益，故本次采用定性评价方法描述。具体包括以下方面：

(1) 改善交通布局 and 结构，缓解交通系统拥挤状况，提高路网运行速度和道路通行能力，减少机动车油耗，减少环境污染。

(2) 促进地区旅游业的发展，改善城镇合理布局，加快城镇建设。改善沿线投资环境，带动相关产业发展。

(3) 尤其是带动线路沿线片区等正在开发建设的区域的发展，地铁 16 号线一期工程的建设将有力地改善这些区域的投资环境，提高沿线土地价值，同时带动相关产业发展。

(4) 增加就业机会，减缓就业压力，促进社会稳定。

7.3 环境影响经济损益分析

本项目可量化的经济损益分析见表 7.3-1。

表 7.3-1 项目可量化环境经济损失收益表

项目		计算期合计（万元）
损失	环境污染环境经济损失	-16741.4
	环保工程成本	-11048
	损失合计	-27789.4
收益	节约旅客在途时间效益	+2169977
	提高劳动生产率效益	+2712958
	减少交通事故的效益	+344
	减少公交系统投资效益	+465820
	替代城市地面交通削减废气排放效益	+39.22
	效益合计	+5349138
净效益		+5321348.82

可见，工程建设后，计算期内的环境经济效益为 5321348 万元，项目具有明显的环境效益。

7.4 小结

综上所述，西安地铁 16 号线一期工程（沣东小镇～能源三路）的建设，对沿线影响区的社会环境有积极的促进作用，工程实施虽然会对沿线区域环境产生一定影响而造成环境经济损失，但工程采取环保措施后，可将工程环境损失控制在最小范围内。本项目建设将带来巨大的社会效益和环境效益，避免了地面城市道路建设给振动环境、声环境质量带来的污染影响，符合经济效益、社会效益、环境效益同步增长的原则。

8 环境监理与环境监测计划

为了保护工程沿线的环境，确保工程建设引起的各种不良影响得到有控制和缓解，本次评价针对性地提出环境管理与环境监测计划，对本工程全过程进行科学、规范的环境管理和监控。

8.1 环境管理

通过环境管理，使西安地铁 16 号线一期的建设符合国家经济建设和环境建设同步规划、同步发展和同步实施的“三同步”方针，环保措施得以具体落实，使地方环保部门具有监督的依据；将地铁建设期和运营期给环境带来的不利影响，通过环保防治措施的实施管理减轻到最低程度，使本工程建设经济效益、社会效益和环境效益得以同步协调、持续的发展。

8.1.1 建设前期环境管理

根据环境保护部的有关规定，本项目建设前期各阶段环境保护工作采用如下方式：

(1) 在编制可研的同时，由建设单位委托有环境评价甲级证书的单位编制《环境影响报告书》，作为指导初步设计、工程建设，执行“三同时”制度和环境管理、城市规划的依据。

(2) 在初步设计阶段编制环境保护篇章，具体落实《环境影响评价报告书》及批复意见的各项环保措施，并将环保投资纳入工程概算。

(3) 在工程招投标过程中，施工招标文件中应有环境保护的有关内容；并对照《环境影响报告书》及批复意见提出的要求，审查施工单位的施工组织方案；在签订合同时，明确施工单位在环境管理方面的职责；通过这些措施为“三同时”制度的落实奠定基础。

8.1.2 施工期环境管理

施工期环境管理由建设单位、监理单位、施工单位组成管理体系，主要责任单位为施工单位，监理单位对环境工程实行日常管理，同时，设计单位应做好配合和服务工作。工程指挥部、西安市环保局及各分区环保局定期及不定期对环境工程进行检查。工程完工和正式运营前，应按国家环境保护部规定的建设项目环境保护工程竣工验收办法进行环境工程竣工验收。

8.1.3 运营期环境管理

(1) 本工程的运营管理工作由西咸新区轨道交通投资建设有限公司负责，由公司

成立的环保部门具体负责管理范围内环保工作的业务指导和监督，协助计划部门审核、安排环保设施新建投资计划，负责公司各部门之间及与地方政府各级环保主管部门之间的协调工作。沿线各站段具体负责环保设施的运转和维护，配合环保监测部门进行日常监测工作。

(2) 环保部门及其授权监测部门将监管沿线污染源的排污情况，并对超标排放及污染事故、纠纷进行处理、处罚。

8.1.4 环境管理、执行、监督机构的落实

地铁营运单位应成立专门的环境管理机构，环境管理机构及人员配置整体建议见表 8.1-1，管理机构管理职责为：

(1) 制定地铁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施、车辆基地、车辆基地调车机车、内燃轨道车作业将排放少量废气处理设施和各站风亭噪声治理设施等，以保证这些设施的正常运行。

(2) 配合环境保护主管部门进行环境管理、监督和检查工作。

(3) 做好环境教育和宣传工作，提高各级管理人员和工作人员的环境保护意识和技术水平。

(4) 配合环境保护主管部门解决各种环境污染事故的处理等。

表 8.1-1 环境管理机构及人员设置表

部 门	人员设置	职 责
运营单位	专职管理干部 1~2 名	负责全公司环境管理
各车站	每站台兼职环境管理人员 1 名	负责站台噪声、通风、除尘、污水设备等环境管理
车辆基地、车辆基地污水处理站	专职环境管理人员和操作人员 各 2~3 名	污水处理进出口水质控制、检验；污水处理设备的保养、维修

8.1.5 环境管理计划

本工程环境管理计划详见表 8.1-2。

表 8.1-2 环境管理计划表

管理阶段	环保措施	实施机构	管理机构	监督单位
建设前	1、环境影响评价； 2、优化设计、减少用地、保护植被等； 3、做好绿化设计和施工临时用地的恢复设计； 4、优化污水处理设计，保证污水达标排放； 5、设计中采取各种工程措施降低噪声、振动环境影响； 6、优化设计线路及站点位置；	环评单位、设计单位	建设单位	环保部门

管理阶段	环保措施	实施机构	管理机构	监督单位
施工期	1、合理调配作业的地点、时间，禁止施工噪声扰民； 2、运输车辆加盖蓬布，施工便道定期洒水降尘； 3、施工废水经隔油沉淀处理后达标排放，生产、生活垃圾集中堆放清运，不得随意丢弃； 4、施工临时用地施工结束后及时清理、恢复； 5、地下线弃碴及建筑垃圾及时清运至有关部门指定地点。 6、加强施工期环境监测；对穿越饮用水水源地二级保护区段线路，施工期应加强对临近水源井进行水位、水质的环境监测，建立应急预案，保证地下水井饮用水源的安全。 7、优化地下线施工方法及施工组织，保证污水达标排放，减小施工对既有建筑物的影响。 8、水源地保护区范围内禁止设置各种临时施工场地、堆料场、施工车辆冲洗维修点及施工营地，更不得进行取土和弃渣活动。要严格划定施工活动范围，施工人员不得随意进入工区以外的保护地域。	施工单位	建设单位	环保部门
运营期	1、环保设施的日常维护； 2、日常环保管理工作； 3、环境监测计划的实施； 4、固体废物清运。 5、加强对临近水源井进行水位、水质的跟踪监测，避免对水源地正常运行造成影响。	各站段环保室	运营单位	环保部门

8.1.6 污染物排放清单

在采取环保措施后，本项目主要污染源及污染物均能做到达标排放，主要污染物排放清单见表 8.1-3。

表 8.1-3 污染物排放清单

污染类别	污染源	污染物名称	排污口位置	拟采取的环保措施及主要运行参数
大气污染物	车辆基地食堂	油烟	站场食堂油烟排气筒	环评要求在各站食堂安装净化效率 $\geq 75\%$ 的油烟净化装置，经处理后油烟排放浓度 $< 2.0\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足《饮食业食堂油烟排放标准》（GB18483-2001）要求，通过预留烟道升顶排放。
水污	站场生活	COD	化粪池出口	站场设置化粪池

染物	污水（市政管网）	BOD ₅		
		石油类		
		动植物油		
		NH ₃ -N		
	车辆基地生活污水/生产废水（市政管网）	COD	化粪池出口、隔油气浮设施出口	车辆基地生活污水设化粪池+隔油池，生产废水设隔油+气浮装置
		BOD ₅		
		石油类		
		动植物油		
		NH ₃ -N		
固体废物	站场及生活区	生活垃圾	生活办公区	送当地环卫部门统一处理
	维修区	维修废物	维修工区	维修工区及变压器站产生的废机油等危险废物交有资质单位处置。
声环境	车辆检修、地下站风亭、冷却塔	噪声	车辆基地、车站风亭、冷却塔	合理布局、选择噪声振动低的设备，风亭组加消声器、采用超低噪音冷却塔
振动环境	列车运行	振动	\	高等减振措施、特殊减振措施

8.2 环境监测

8.2.1 环境监测计划

根据本项目的工程特征，本工程按施工期和运营期分期制定环境监测方案，运营期参照《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017）的要求开展污染源监测和环境质量监测。施工期环境监测一般在施工高峰期进行，各类机械设备、污染控制设施运转正常；运营期环境监测一般在地铁、车站、车辆基地和车辆基地正常运转，其内各类机械设备、污染控制设施正常运行时进行。本项目环境监测计划见表 8.2-1。

表 8.2-1 环境监测计划内容要求一览表

实施阶段	监测内容	监测时间及频率	监测地点	监测项目	实施机构
施工期	空气	施工高峰期连续监测 5 天	施工繁忙地段场界外 5m、50m、100m；临时堆土场。	TSP	建设单位委托具有相关能力的地方监测单位
	噪声	施工高峰期连续监测 2 昼夜	车站、地面工程施工场地界外 5m；施工场地附近学校、医院、居民敏感点。	等效连续 A 声级	
	振动	基础施工阶段昼夜进行监测	邻近各车站、车辆基地及车辆基地施工场界的振动敏感	VL _{z10} 、VL _{zmax}	
	废水	每季 1 次，每次监测 2d	基坑排水排放口；洗车水、泥浆水等处理设施排放口。	pH、SS、石油类、COD	
	地下水	定期跟踪监测	车辆基地附近和科统三路附近地下水源井	水质因子	

实施阶段	监测内容	监测时间及频率	监测地点	监测项目	实施机构
	地面沉降	施工中跟踪监测	距离外轨中心线 50m 以内的敏感点	地基沉降	
运营期	振动	每年 4 次, 分昼夜 2 个时段	所有振动环境敏感点	VL _{z10} 、VL _{zmax}	建设单位委托具有相关能力的地方监测单位
	噪声	每年 4 次, 分昼夜 2 个时段	所有声环境敏感点	等效连续 声级 A 声级	
	污废水	每季 1 次, 每期监测 2d	车辆基地、车站污水排放口	COD、BOD ₅ 、石油类、pH、SS、氨氮	
	地下水	每年至少 2 次, 每次 2d	车辆基地附近和科统三路附近地下水源井	pH、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、石油类、溶解性固体、总硬度、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、亚硝酸盐和氨氮	
	地面沉降	跟踪监测	车站施工降水影响区的环境敏感点	地基沉降	

8.2.2 环境监测费用

按照以上监测工作, 估算监测费用如下:

施工期: 10 万元/年×5 年=50 万元;

运营期: 10 万元/年×25 年=250 万元 (由项目营运公司支付)

8.3 施工期环境监理计划

施工期环境监理是一种先进的环境管理模式, 它能和工程建设紧密结合, 使环境管理工作融入整个工程施工过程中, 变被动的环境管理为主动的环境管理, 变事后管理为过程管理, 可有效地控制和避免工程施工过程中的生态破坏和环境污染。

8.3.1 环境监理范围

工程施工期环境监理范围包括时间和空间。时间范围为监理合同规定的时间范畴, 包括施工准备阶段、施工阶段、竣工验收阶段和缺陷责任期。空间范围为工程施工区与施工影响区。包括主体工程沿线, 出入段线沿线, 车辆基地、车辆基地施工驻地以及承担大量工程运输的当地既有道路。工程施工全过程中, 采取常驻工地及时监管、工点定期巡视和不定期的重点抽查, 辅以仪器监控的监理方式; 通过施工期环境监理, 及时发现问题, 提出整改要求, 并及时检查落实情况。

8.3.2 环境监理机构设置方式

施工期环境监理由建设单位委托具备资质的监理单位，对施工期的环保措施执行情况进行环境保护监理。

8.3.3 环境监理工作划分及工作内容

环境监理分为环保工程监理和环保达标监理。工程环保监理主要由工程土建监理工程师承担，在完成 ze 理工作的同时，同步进行环境监理工作。工作要点见表 8.3-1。

表 8.3-1 工程环保监理重点工作内容

监理项目	分 项	监 理 内 容
生态环境	绿化工程	工程进度是否严格符合时令； 施工是否严格按设计要求； 绿化数量和成活率是否符合要求。
	施工料场	是否做了挡风和防暴雨浸蚀措施； 工程废料是否处理得当。
	施工驻地	生活和生产垃圾是否集中收集、及时清运。
	工程临时用地	施工结束后是否得到及时恢复。
声环境	施工场地	大型施工场地是否远离学校、医院、居住区等敏感建筑； 重噪音施工场区是否采取临时隔声措施； 施工噪声是否符合相应环境噪声标准。
	施工作业	是否在未经有主管部门的批准下，在市区噪声敏感建筑物集中区域内进行夜间连续施工作业，因特殊需要并在批准条件下进行连续夜间作业时是否采取了有效的隔声措施。
	施工机械	是否采用低噪声设备，设备性能是否达标。
	人员防护	施工机械操作工人及现场施工人员是否按劳动卫生标准控制工作时间； 是否在高噪声作业中采取戴耳塞、头盔等个人防护措施。
振动环境	施工场地	暗挖施工时，地面出入口周围是否采取了安全的防护措施； 是否未经有关部门批准进行夜间连续作业； 敏感点附近施工是否采取了有效的减振措施。
水环境	施工场地	施工场地是否设置临时沉淀池将含泥沙的雨水、泥浆经沉淀池进行沉淀处理。水源地保护区范围内禁止设置各种临时施工场地、堆料场、施工车辆冲洗维修点及施工营地，更不得进行取土和弃渣活动。要严格划定施工活动范围，施工人员不得随意进入工区以外的保护地域。对临近水源保护区的能源三路站、沙河滩车辆基地，其污水处理设施、管道和危险废物贮存间采取防渗处理措施，确保不污染地下水。
环境空气	施工场地	施工现场是否设置高度不低于 2m 的围挡； 运输道路是否定期洒水； 车辆离开施工场地是否进行冲洗； 运输垃圾、渣土的车辆是否装得过满，是否实行密闭式运输； 在拆迁和开挖时，是否及时喷水，使作业面保持一定的湿度； 垃圾、渣料在未及时清运的情况下，是否集中堆放并采取覆盖或固化措施。
固体废物	施工垃圾	施工期建筑垃圾是否按设计文件及时清运至指定地点； 施工场地产生的生活垃圾，是否定点放置，是否由城市环卫部门集中清理，做到了日产日清。

环保工程监理还需对保护营运和施工期的环境而设置的各种环保单项工程进行监

理，本环保工程包括：

- (1) 生态保护：沿线城市景观、绿地系统保护、场区水土保持。
- (2) 噪声振动防护：根据环境影响评价报告，对噪声、振动超标的敏感点采取相应的降噪减振措施。
- (3) 水污染防治：根据环境影响评价报告，对施工场区和车站、车辆基地、车辆基地采取的水处理措施。

8.3.4 环境监理程序及实施方案

(1) 环境监理程序

环境监理实施程序见图 8.3-1。

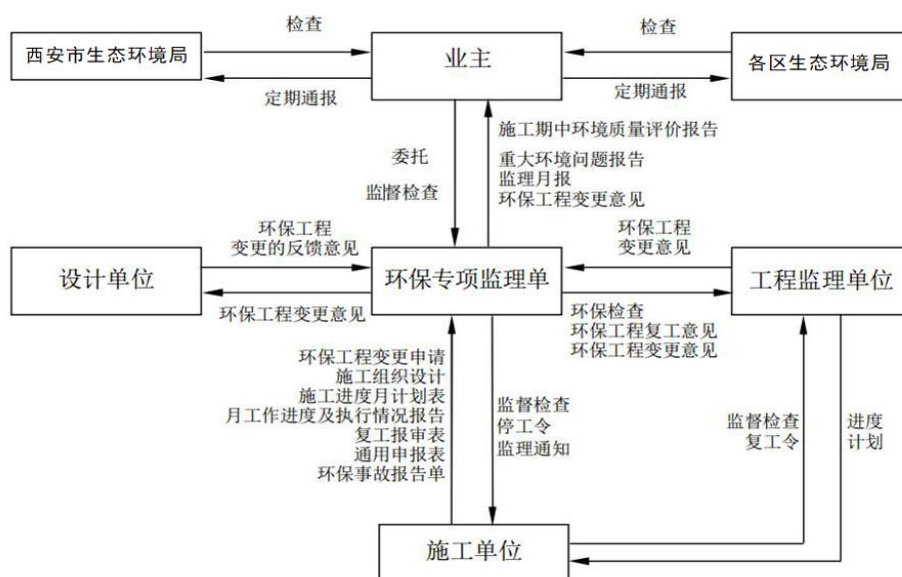


图 8.3-1 环境监理程序

(2) 实施方案

- 1) 环保专项监理工程师，按月、季向业主送环保工程施工进度、质量控制、工程数量等报表，竣工、检验报告；
- 2) 不定期及时向业主报送施工中各种突发环境问题及其处理情况；
- 3) 发现环境问题及时与工程建设监理单位协商处理；
- 4) 属于设计中遗漏、错误需要变更设计的环保工程，按变更类别，按程序规定分别报送业主，设计、施工和工程建设监理单位；
- 5) 及时处理业主和地方主管部门执法检查中发生的环保问题。

8.3.5 环境监理费用

施工期环境监理费用：24 万元/年×5 年=120 万元。

8.4 竣工环境保护验收

建设项目竣工环境保护验收是环境管理的重要内容，为防止环境污染和生态破坏，严格执行“三同时”制度、贯彻落实中华人民共和国环境影响评价法，本工程在施工结束，经过一段时间试运营后，建设单位需及时开展项目竣工环境保护验收工作。本项目未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

8.4.1 验收范围

(1) 与项目有关的各项环保设施，包括为防治污染和保护环境所建成或配套建成的治理工程、设备、装置和监测手段，以及各项生态保护设施等；

(2) 环境影响报告书及其批复文件和有关设计文件规定应采取环保措施。

8.4.2 验收清单

工程建成后，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收管理办法》中有关规定，及时向陕西省环保行政主管部门申请，进行环境保护竣工验收。本项目环境保护验收建议清单见表 8.4-1。

表 8.4-1 本工程环保竣工验收清单一览表

环境要素	验收清单				验收标准
	污染源及污染物		环保措施	数量	
振动	列车运营	铅垂向 Z 振级、二次结构噪声	高等、特殊减振措施	高等减振 1700 延米、特殊减振措施 5150 延米	《城市区域环境振动标准》（GB10070-1988）
噪声	风亭、冷却塔、车辆基地	等效连续 A 声级	采用低噪声设备、风亭组设置消声器、采用超低噪声冷却塔、车辆基地周围设置围墙	/	《声环境质量标准》（GB3096-2008）
	规划噪声控制措施	风亭、冷却塔	地下车站	对于新开发区，规划部门可根据表 6.2-5、表 6.2-6 中所列的噪声防护距离进行规划控制。	
水	车站	生活污水	化粪池	9	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准
	车辆基地	生活生产废水	新增生活污水经化粪池、隔油池处理，生产废水经隔油沉淀、气浮工艺处理	/	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准
	车辆基地	隔油池、事故油池、污水处理设施、危废暂存间	车辆基地危废暂存间、隔油沉淀池、事故油池、废水处理站其他污水处理设施、化粪池、污水管等防渗。能源三路站化粪池、污水管等防渗	/	《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）防渗要求
空气	车站风亭	异味	排风亭排风口背向居民住宅，风亭与敏感点距离满足规划控制要求	/	/
	车辆基地	食堂油烟	食堂油烟净化装置	1 套	《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）
固废	车站	生活垃圾	收集交给环卫部门处置		/
	车辆基地	生活垃圾	收集交给环卫部门处置		/
	车辆基地	危险废物	设置危废暂存间，定期交给有资质单位处置	1	《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单
生态	/		临时用地的生态恢复、绿化、景观设计	-	检查有无落实

环境要素	验收清单			验收标准
	污染源及污染物	环保措施	数量	
环境				
施工期 环境监 理	对周围沿线生态景观、噪声、振动治理等进行环境监理			检查有无落实
环境监 测	环境监测（施工期+运营期）			检查有无落实

9 环境影响评价结论

9.1 工程概况

地铁 16 号线一期工程是《西安市城市轨道交通第三期建设规划（2019-2024 年）》规划建设的都市区轨道交通线网中的一条区域快线。初期 2027 年，近期 2034 年，远期 2049 年。项目总投资为 106.31 亿元。

地铁 16 号线一期工程南起沣东小镇，北至能源三路，全长 15.03km，全部为地下线。设 9 座车站，含换乘站 4 座。平均站间距 1.78km，最大站间距 3.288km，为张旺渠至沣东大道站区间，最小站间距 0.985km，为沣东大道至沣东三路站区间。一期工程设一座车辆基地，为沙河滩车辆基地，主变电站位于车辆基地内。

9.2 工程与规划相容性

项目建设符合产业政策、城市总体规划、城市用地总体规划、《西安市城市轨道交通第三期建设规划（2019-2024 年）》，本项目线路穿越沣皂水源地二级保护区和西北郊水源地二级保护区，科统三路站位于沣皂地下水水源地二级保护区范围内。根据《中华人民共和国水污染防治法》、《西安市城市轨道交通建设规划（2017-2023 年）环境影响报告书》规划环评审查意见，建设单位应将科统三路站调出沣皂水源地保护区或由政府部门调整沣皂水源地保护区。

依据陕西省城乡规划设计研究院编制的《西安地铁 16 号线一期工程选址论证报告》，西咸新区地铁 16 号线一期工程项目选址符合区域社会经济发展需求，符合城乡规划的相关规定，与周边用地能够兼容，与周边区域在交通、能源、文物保护、公共服务设施等方面能良好衔接和协调，项目环保措施符合城乡环境保护要求。

根据 2019 年 9 月建设项目选址意见书（西咸规建选字第 00-2019-009 号），“本项目穿越西安市沣皂水源地、西北郊水源地二级保护区，新区计划对沣皂水源地进行整体迁移，对西北郊水源地进行局部优化调整，目前正按程序报批。在西北郊水源地及沣皂水源地保护区调整方案获得省政府批复前，不得开工建设。”

9.3 环境振动

9.3.1 环境振动现状

根据监测，各敏感点 VL_{z10} 昼间的振动监测值为 51.76~67.26dB，夜间监测值为 51.96~60.66dB，均符合 VL_{z10} 的昼夜监测值均满足《城市区域环境振动标准》

(GB10070-88) 中相应功能区标准要求。

9.3.2 环境振动预测

根据振动预测结果, 全线 8 处现状敏感点, 运营期列车运行振动 V_{Lzmax} 昼间预测值在 66.3~73.7dB 之间, 夜间预测值在 66.3~73.2dB 之间, 对照沿线各敏感点所在区域的振动标准值, 共有 3 处敏感点超标; 昼间超标量为 0.3dB, 夜间超标量为 0.6~2.8dB。

全线 16 处规划敏感点, 运营期列车运行振动 V_{Lzmax} 预测值昼间在 66.3~74.7dB 之间, 夜间在 66.3~74.2dB 之间, 对照沿线各敏感点所在区域的振动标准值, 共有 9 处敏感点超标; 昼间超标量为 1.2~4.7dB, 夜间超标量为 1.1~7.2dB。

根据二次结构预测结果, 全线 8 处现状敏感点, 运营期列车运行振动二次结构噪声预测值在 31.9~46.1dB 之间, 对照沿线各敏感点所在区域的标准值, 共有 4 处敏感点超标; 昼间超标量为 0.1~5.1dB, 夜间超标量为 1.6~8.1dB。

全线 16 处规划敏感点, 运营期列车运行振动二次结构噪声预测值昼间在 32.3~40.7dB 之间, 对照沿线各敏感点所在区域的标准值, 共有 6 处敏感点超标; 昼间超标量为 0.6~2.7dB, 夜间超标量为 1.6~5.7dB。

9.3.3 防治措施

根据运营期振动预测结果表, 现状敏感点中有 4 处敏感振动二次结构预测值超标, 建议采取减振措施。规划区敏感目标中中有 9 处敏感振动二次结构预测值超标, 建议采取减振措施。采取措施后, 各敏感点的环境振动可满足《城市区域环境振动标准》(GB10070-88) 的要求。工程实施过程中, 应结合线位摆动、敏感目标拆迁及变化等情况, 结合沿线用地规划, 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, 减振投资以工程概算为准。

同时, 环评建议运营期对振动敏感建筑物设监测点位, 对其沉降、变形和振动影响进行定期监测, 发现问题及时提出整改措施。

在本项目采取减振措施合计 5680 延米, 其中中等减振 390 延米, 高等减振 940 单延米, 特殊减振 4350 延米, 投资 7253 万元。现状敏感目标减振措施路段共 2160 延米 (其中高等减振 170 单延米, 特殊减振 1990 延米), 合计投资 3104 万元。规划敏感目标保护减振措施 3520 延米 (其中中等减振 390 延米, 高等减振 770 延米, 特殊减振 2360 延米), 投资 4149 万元。

9.4 声环境

9.4.1 现状评价

根据监测，地铁工程车辆基地及风亭、冷却塔周围敏感点昼间和夜间噪声监测值满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应功能区标准要求，项目评价区声环境质量现状较好。

9.4.2 预测评价

（1）风亭、冷却塔

评价范围内敏感点 3 处，风亭、冷却塔附近环境噪声敏感点现状监测值叠加后得到的预测结果为非空调期昼间 54.0~57.7dB(A)，夜间 45.4~51.1dB(A)，空调期昼间 56.2~59.4dB(A)，夜间 49.7~56.2dB(A)，其中 1 处敏感点空调期夜间噪声超标外（夜间噪声超标 1.2dB(A)），其余各敏感点的昼间、夜间的预测值均达标。

（2）车辆基地

根据预测结果，车辆基地厂界噪声排放值符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）厂界噪声排放值，北营村符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类区标准。

9.4.3 噪声污染防治措施方案

（1）风亭、冷却塔

由于本工程设计中车站的风亭与冷却塔大多设置居民集中区域，其带来的噪声影响值与环境噪声现状值相比要大很多。因空调期部分风亭组有冷却塔运行，因此，空调期噪声影响相对非空调期大。本次评价以空调期噪声预测结果作为依据采取噪声防治措施。

评价建议全线冷却塔均采用超低噪音冷却塔。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。如选用的冷却塔排风口有朝向，则冷却塔安装时排风口应背对敏感建筑。

科学规划建筑物的布局，临近风亭、冷却塔的建筑宜规划为商业、办公用房等非噪声敏感建筑。对于新开发区，规划部门可根据报告中所列的噪声防护距离进行规划控制。

（2）车辆基地

车辆基地轨道噪声振动影响一般是联合产生，为了避免车辆基地段地铁列车运行产生的振动、噪声影响所开发物业的商业价值，轨道系统需配合采取减振降噪的措施，以

满足上盖物业开发的条件。主要建议措施如下：

1) 无缝线路设计

在条件允许的地段，车辆基地线路应尽量铺设成无缝线路，减少钢轨接头数量，以便减少钢轨接头冲击引起的振动和噪声影响。一般试车线有条件铺设成无缝线路。

2) 轨道减振

车辆基地试车线、库外线采用减振垫道床措施，库内线采中等减振措施，预留阻尼钢轨设置条件。

3) 减振接头夹板

涂油器可减少钢轨侧面磨耗及减少由摩擦和不均匀磨耗引起的轮轨振动与噪声,根据上盖业态动态情况预留钢轨涂油器设置条件。

4) 钢轨涂油器

推荐在半径 $R \leq 450\text{m}$ 的曲线地段外股钢轨安装自动涂油器，减少钢轨侧面磨耗及减少由摩擦和不均匀磨耗引起的轮轨振动与噪声。

9.5 地表水环境

(1) 太平河 2 个监测断面的 5 个监测项目均满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅴ类标准要求。

(2) 车站污水处理措施

本工程各车站污水主要为生活污水，各站生活污水经化粪池处理后排水水质满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准，处理后的污水就近接入周边既有和规划市政污水管网，纳入城市污水处理厂统一处理。

(3) 车辆基地污水处理措施

本工程沙河滩车辆基地洗车废水经自带废水净化装置处理后大部分回用，剩余洗车废水与检修废水进入自建污水处理站经隔油沉淀、气浮工艺处理，生活污水经隔油池、化粪池预处理后，与生产废水汇集通过总排口就近排入市政污水管网，进入城市污水处理厂。

部分车站及车辆基地所在区域的污水管网与各线路运营不同步，为避免运营期发生污水外排情况，环评要求现状无污水管网的车站在土建施工阶段预留污废水收集池的建设条件，如区域污水管网建设滞后，则各车站污水暂时收集定期外运至城市污水处理厂处理不外排。同时，工程在实施过程中，关注周围污水管网和污水处理厂建设情况，在

条件成熟时，污水优先纳入市政排水系统。

9.6 地下水环境

(1) 1#北营村 1 号水井， 2# 沙河滩村 1 号水井， 3#郑家村水井以及引用的监测水井的监测因子指标均满足《地下水环境质量标准》(GB/T 14848-2017) III标准要求。

(2) 本次预测以车辆基地检修废水对地下水环境的影响为重点，评价按隔油池防渗层发生泄漏进行预测分析，在 30d 时不会使车辆基地下游 5m 距离以外的地下水中石油类含量超标。可见，在风险最大化条件下，车辆基地检修废水发生泄漏，其污染对区域地下水环境影响都较为有限，如果考虑吸附、化学反应等降解作用，预测结果中污染物对地下水质的影响将更小。

(3) 车辆基地危废贮存间、事故油池、隔油沉淀池、废水处理站需取相应的防渗措施，池底及四周采用防渗混凝土，池内表面涂刷水泥基渗透结晶型防渗涂料（渗透系数不小于 10^{-10}cm/s ），采取上述防渗漏措施，确保不污染地下水。为保护地下水环境，评价建议运营期在沙河滩车辆基地厂界处布设地下水监控井，定期对周边地下水水质进行跟踪监测，并及时回馈数据，若监测发现超过允许值或出现异常情况，应马上采取措施，并启动相应的应急预案，及时处理。

(4) 对临近水源地保护区的能源三路站、沙河滩车辆基地，其污水处理设施、管道和危险废物贮存间采取防渗处理措施，确保不污染地下水。运营期应加强对临近水源井进行水位、水质的跟踪监测，避免对水源地正常运行造成影响。

9.7 生态环境

(1) 本工程总占地面积 57.17hm^2 ，分为永久占地和临时占地，其中永久占地 43.86hm^2 ，临时用地 13.31hm^2 。工程永久占地为车辆基地、主变电站、地下线车站出入口、风亭（冷却塔）等工程所占用，一经征用，其原有的土地功能将会发生改变；工程永久占地将使评价区域的建设用地面积增加，上述工程均属点状分布，对整个评价范围而言，工程永久占地对沿线地区的土地利用格局影响轻微。本项目临时占地主要是临时堆土场、施工生产生活区用地等临时工程的占地，工程临时占用建设用地主要在施工期对既有道路交通产生干扰影响。针对临时占地，应避免占用城市绿地，施工过程中应尽量缩小对植被的破坏范围，加强道路两侧及绿化林木的保护，对于有成活能力的树木、苗木尽可能采取移栽措施，以减少对既有植被的破坏。工程结束后将对其采取绿化恢复、工程治理措施或进行复垦。

(2) 经现场踏勘, 拟建车站现状大多为农田、村庄, 沙河滩车辆基地地块土地利用现状为农田, 部分车站进出口、风亭(冷却塔) 占用城市绿地或者道路绿化带, 造成植被、景观破坏, 覆盖度降低, 植物死亡或者影响植物正常生长等。

(3) 本工程土石方主要来源于区间工程区、地下车站区、车辆基地、主变电站及建筑垃圾。本工程共挖方 295.11 万 m^3 , 填方 143.11 万 m^3 , 借方 66.66 万 m^3 , 弃方 218.66 万 m^3 。工程产生的弃方和建筑垃圾, 若任意堆放或弃置, 将占用土地, 破坏地表植被, 影响动物栖息, 同时, 如若未采取水土保持措施, 极易诱发水土流失, 导致城市下水道堵塞、河流淤积及周边生态环境的恶化。

(4) 工程区间隧道距离镐京遗址最近距离 18m, 区间隧道施工采用对环境影响最小、沉降控制最有效的盾构法施工, 尽量降低对遗址的影响, 同时尽量加大埋深以降低振动对文物的影响。参考西安市地下文化层一般位于地面以下 8 米范围内, 在至少覆土 10 米的地下进行地铁施工作业, 才不会对镐京遗址造成直接破坏, 工程在此区间轨道埋深为 25-28m, 对文化层不会有较大影响。

9.8 电磁环境

本工程正线为全地下, 本工程运行不会影响沿线居民的有线电视正常收看。

本工程新建主变电所围墙外 30m 评价范围内无电磁环境敏感点分布, 投入运行后, 其工频电场、磁场较低, 接近环境背景值, 远低于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中工频电场 4kV/m, 工频磁场 100 μ T 的限值。

9.9 环境空气

(1) 根据以上监测结果可知, 西咸新区 SO_2 、 NO_2 、CO、 O_3 的年均浓度值均达到国家环境空气质量二级标准; PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 的年均浓度值均超过国家环境空气质量二级标准, 故项目所在区域属于不达标区。

(2) 项目营运初期可能存在风亭的异味影响, 但随着地铁营运时间的延长以及地铁车站环保型装修材料的普及使用, 车站风亭异味影响范围会越来越小, 车站风亭异味臭气浓度可满足《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93) 中的二级(新改扩建) 标准。

(3) 本项目的食堂油烟废气经油烟净化器处理后其排放浓度为 1.48 mg/m^3 , 经处理后的油烟废气通过专用管道油烟竖井引至所在建筑物最高层屋顶排放, 符合《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001) 中的相关要求, 不会对周围环境产生较大的影响。

(4) 工程建成后, 可使沿线汽车污染物排放量得到很大程度的削减, 营运近期,

方案一(轨道交通客运量均由公交车承担), CO、HC 和 NO_x 在营运近期的削减量分别为 1078.98t/a、146.65t/a 和 151.58t/a; 方案二(轨道交通客运量由公交车承担 80%, 由出租车承担 20%), CO、HC 和 NO_x 在营运近期的削减量分别为 6751.65t/a、654.39t/a 和 588.73t/a, 项目建设具有明显的环境效益。

9.10 固体废物

(1) 本项目运营期产生的固体废弃物主要为沿线车站、车辆基地生活、生产垃圾等。营运期每年生活垃圾产生总量为 484.5t/a, 经沿线各车站、车辆基地等设置的垃圾收集系统收集后, 统一交由地方环卫部门集中处理, 不会对环境造成大的影响。

(2) 检修车间产生的少量金属切屑属于一般工业废物集后回收利用。严禁随意倾倒、排放。

(3) 本工程车辆基地维修和拆解过程中会产生废铅蓄电池、废矿物油、含油污泥、废油抹布等, 属于危废。如处置不当进入环境, 会对大气、水体、土壤、生态和人体健康会产生危害。设单位应按照《危险废物收集、贮存、运输技术规范》(HJ 2025-2012)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 及其修改单的要求在车辆基地内设置合规的危险废物贮存间并严格做好防渗措施, 在委托处置前应送至贮存间暂存; 处置时必须将其交给持有《危险废物经营许可证》的单位进行运输、利用、处理、处置, 严禁擅自倾倒、排放或交未经认证的取得经营资格的单位进行处理、处置。

9.11 环境影响评价结论

西安地铁 16 号线一期工程基本符合产业政策、城市总体规划、《西安市城市轨道交通第三期建设规划(2019-2024 年)》等相关规划, 工程线路基本沿城市主干道布线, 选线合理。线路全线采用地下形式, 减少了拆迁和占地数量, 体现了环保原则。工程在施工和营运过程中会对城市生态环境造成一定影响, 并产生噪声、振动等不利环境影响, 在认真执行“三同时”、落实设计和本项目环境影响报告书提出的各项环保措施后, 落实可研和报告书提出的各项环保措施后, 主要污染物可实现达标排放, 对周围环境的不利影响较小, 满足环境质量标准要求。待沣皂水源地迁建和西北郊水源地调整取得陕西省人民政府批复, 且根据批复后的水源地保护区调整方案, 本工程线路和车站满足法律法规等要求后项目建设可行。