

Exploration of Soil and Water Conservation Measures Design for 160km/h High Speed Subway

Siwei Wang¹ Ming Huang¹ Jun Gao² Chuanli Chen¹ Xuanjun Guo²

1. Guangdong Water Conservancy and Electric Power Survey, Design and Research Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510611, China

2. The Pearl River Water Conservancy Commission the Pearl River River Water Conservancy Research Institute, Guangzhou, Guangdong, 510611, China

Abstract

With the development of the economy and the process of urbanization, the drawbacks of traditional subways in long-distance urban commuting have gradually become prominent. Various regions are trying to build and operate high-speed subways, and have successively built and put into operation subway lines with speeds of 120km/h and 140km/h. In recent years, Beijing and Guangzhou have successively started the construction of 160km/h high-speed subways. The high-speed subway project has a large span and complex terrain and landforms along the line. If soil erosion protection is not done well, the harm of soil erosion during the construction process will be very serious. The paper takes the Guangzhou Metro Line 22 project as an example to explore the design of soil and water conservation measures for the 160km/h high-speed subway project, for the reference of practitioners in soil and water conservation.

Keywords

high-speed subway; soil and water conservation; control measures

160km/h 高速地铁水土保持措施设计探索

王思伟¹ 黄明¹ 高俊² 陈传莉¹ 郭炫均²

1. 广东省水利电力勘测设计研究院有限公司, 中国·广东 广州 510611

2. 珠江水利委员会珠江水利科学研究院, 中国·广东 广州 510611

摘要

随着经济发展以及城镇化的进程,传统地铁在城市长距离通勤中的弊端逐渐突出,各地均在尝试建设运行高速地铁,相继建成投产了120km/h、140km/h的地铁线路。近年来北京、广州相继开始了160km/h高速地铁的建设。高速地铁项目跨度大,沿线地形地貌类型复杂,若不做好水土流失防护工作,建设过程中的水土流失危害将非常严重。论文以“广州市轨道交通二十二号线工程”为例,探讨160km/h高速地铁项目的水土保持措施设计,以供广大水土保持相关从业者参考。

关键词

高速地铁;水土保持;防治措施

1 引言

中国是全世界经济发展最快的国家之一,地铁逐渐成为全国各大主要城市的主要交通工具之一。随着经济的发展以及城镇化的进程,目前国内北京、上海、广州等一线城市的城市规模日渐扩大,传统地铁在城市长距离通勤中的弊端逐渐突出,各地均在尝试建设运行高速地铁,相继建成投产了120km/h、140km/h的地铁线路。近年来北京、广州两地相继开始了160km/h高速地铁的建设。

水土流失已成为中国的头号环境问题,高速地铁项目

跨度较大,沿线地形地貌类型复杂,建设工期长,跨越雨季,伴随着大量土石方的开挖回填,存在较为严重的水土流失隐患,若不做好水土流失防护工作,项目建设过程中的水土流失危害将非常严重。为保护水土资源,减轻项目建设对环境的影响,项目需在开工建设之前完成水土保持方案设计。论文以“广州市轨道交通二十二号线工程”为例,探讨160km/h高速地铁项目的水土保持措施设计,以供广大水土保持相关从业者参考。

2 项目概况

2.1 基本情况

“广州市轨道交通二十二号线工程”位于广州市番禺区和荔湾区,线路起于番禺区番禺广场,至荔湾区白鹤潭,

【作者简介】王思伟(1989-),男,中国四川邛崃人,本科,工程师,从事水土保持设计咨询研究。

连接广州南站和白鹅潭枢纽。线路全长约 30.8km, 均为地下线。车站平均站间距 4.3km, 最大站间距 7.2km, 最小站间距 2.1km。全线共设置 8 座车站, 设置停车场 1 处。建成后运行速度 160km/h。

项目占地类型主要有果园、旱地、河流水面、其他林地、其他草地、城镇住宅用地、公用设施用地和城镇村道路用地等。项目施工共产生土石方约 1085.19 万 m³, 回填总量 198.18 万 m³, 外借总量 117.95 万 m³, 弃方 1004.96 万 m³ [1]。

2.2 线路走向

线路起始于番禺广场站, 出站后线路下穿沙墟村, 之后转向西依次沿着东环路、市广路行进, 并在 X939 路口设置祈福站。线路下穿钟村后转向兴业大道向西行进, 之后向北行进至广州南站, 出站后在广珠动车所东侧设置陈头岗站, 线路自陈头岗出站后下穿大石水道后向北行进, 至西三村南侧设西三站, 之后线路下穿西三村、珠江转向西北, 在玉兰路东侧设东沙工业园站。继而线路下穿环城高速后向北行进至西朗站, 最后线路沿着东激北路向北行, 在芳村大道与花地大道交叉口设置终点站白鹅潭站。

3 项目区环境概况

场地在大地构造上位于华南褶皱系(一级构造单元), 粤北、粤东北-粤中拗陷带(二级构造单元), 粤中拗陷(三级构造单元)南部, 东莞断陷盆地(四级构造单元)。工程从南往北地貌单元主要为珠江三角洲冲积平原(滨海沉积区)和剥蚀残丘等地貌。项目区土壤成土较复杂, 土壤共分 3 个土类: 水稻土、基水地和赤红壤; 沿线植被以人工植被为主, 主要为道路绿化带, 如榕树、芒果以及绿篱和花卉等。

项目所在地属于北回归线以南地区, 属南亚热带季风气候, 冬季多偏北风, 空气干燥; 夏季多东南风, 光照充足、气温高、湿度大。年平均气温 22.2℃, 多年平均降雨量 1921.66mm, 历年最大 24 小时降雨量 284.9mm。线路沿线河道纵横、水塘密布。

4 项目水土流失特征

地铁项目具有占地面积大、动用土石方量巨大、对环境影响大等特点 [2]。项目土建施工期间扰动原地貌, 破坏植被, 使得土壤抗侵蚀能力下降, 施工期产生的弃渣需外运处理, 若处置地点不落实, 弃渣随意倾倒, 将造成严重的水土流失 [3]。

而高速地铁项目一般还具有站间距大、区间长度长 [4]、线路转弯半径大等特点。项目位于城市建成区, 沿线地面及地下环境复杂, 故而对项目线路的选址选线等更为苛刻, 项目主体工程等诸多设计将更加具有唯一性, 在选线选址等方面很难兼顾水土保持因素, 使得项目水土保持措施设计面临较大的挑战。

5 水土保持措施设计

5.1 防治责任范围及防治分区

按工程布局 and 施工布置将项目建设区划分为车站工程

区、区间工程区、停车场工程区、施工临建区、临时堆土场和改移河涌区 6 个水土流失防治分区。

5.2 防治措施

5.2.1 车站工程区

该区场地施工期间将基本实现地面硬化, 主体设计考虑了该区施工后期在车站出入口的局部绿化工程措施, 方案设计新增措施主要考虑表土剥离。

一是表土剥离。对项目区内植被覆盖区域进行表土剥离工程, 共需剥离表土约 0.16hm², 剥离厚度约 30cm, 共计剥离表土约 0.05 万 m³, 临时堆放于沿线临时堆土场中, 后期运至停车场工程区用于后期绿化覆土。

二是施工要求。根据工程施工工艺的特殊性, 本着“预防为主、防治结合”的原则, 提出施工应采取的预防保护措施为:

①合理安排施工季节, 尽量避免雨季施工。不能避免时, 应做好雨季施工防排水工作, 保证主体工程区施工期间排水通畅, 不出现积水浸泡工作面的现象。②本工程大部分区段位于城市主城区, 白天施工时无法做到土方的随挖、随运, 夜间将土方及时运走, 减少松散土体的暴露时间。③合理安排施工进度, 衔接好各施工程序, 做到工序紧凑、有序, 做好各项施工中的土石方合理调运和消纳, 尽量减少人为水土流失的发生。④土石周转及弃渣过程中运输车辆增加盖板, 防止散落造成土石流失。⑤及时配套完成各项水土保持措施, 以减少施工期土壤流失量。

5.2.2 区间工程区

工程线路全长 30.8km, 均为地下线。沿线设车站 8 座, 车站平均站间距 4.3km, 最大站间距 7.2km, 最小站间距 2.1km。

根据现场调查情况, 主体工程已考虑了区间施工区域的临时排水、沉沙池、集水井等水土保持措施, 可有效降低施工中的水土流失现场, 方案设计不再新增水土保持措施。

5.2.3 停车场工程区

工程新建陈头岗停车场 1 处。主体设计已考虑了陈头岗停车场的混凝土排水沟措施, 以及施工后期的场区绿化和边坡景观绿化等水土保持措施。方案设计新增后期场地绿化前的表土回填措施。

在施工完毕后新增该区绿化前的表土回填措施。表土来源项目前期的表土剥离, 共回填表土约 1.31 万 m³。

5.2.4 施工临建区

主体工程已考虑了施工临建区的栽植乔木、栽植乔木、栽植灌木、栽植草被植物、铺草皮、撒播草籽、临时排水沟、临时排水管、沉沙池、集水井、彩条布苫盖等水土保持防护措施。方案设计新增表土剥离工程, 施工后期对临时占用的园地和耕地进行全部整地后交还给原土地所有人。

考虑对植被覆盖区域在施工前期实施表土剥离工程, 共需剥离表土约 4.19hm², 剥离厚度约 30cm, 共计剥离表土约 1.26 万 m³, 临时堆放于沿线临时堆土场中, 后期运至停车场工程区用于后期绿化覆土。

施工结束后对临时占用的园地和耕地进行全部整地后

交还给原土地所有人。经计算本区共整地 16.74hm²。整地结束后,占用的园地和耕地交还给原土地所有人复耕。

5.2.5 临时堆土区

根据现场调查,项目现场有表土可供剥离,且现场局部具备临时堆土的条件,因此设置临时堆土区。临时堆土区主要占地类型为旱地,方案设计新增该区施工期间临时堆土的临时排水、沉沙、拦挡和苫盖等水土保持防护措施,施工结束后进行全面整地。

一是植物措施。

全面整地:工程临时堆土区占用耕地,在使用完毕后进行全面整地,整治完毕后交还给原土地使用权人,本区全面整地面积 0.81hm²,将占用的耕地交还原土地所有人复耕。

二是临时措施。

①编织土袋拦挡。在堆土坡脚设置编织土袋拦挡,土袋装土取用开挖的土方,土袋挡墙高 0.5m、宽 0.5m,需布置编织土袋约 400m,装土 100m³。施工结束后,拆除土袋,就近填平。

②临时排水沟、沉沙池。为防止施工期雨水汇集,强降雨天气下暴雨冲刷后引起水土流失,对周边农田及水道造成不良影响,考虑沿临时堆土区周边设置临时排水沟。

A. 设计标准及原则。本工程区域水系较发达,根据《水土保持综合治理技术规范》规定:临时截、排水沟工程采用 10 年一遇设计标准,并采用《广东省水文图集》计算设计暴雨。

B. 设计暴雨。集雨面积约为 0.05km²,远小于 10km²,雨量点面转换系数为 1.0,查暴雨参数等值线图及《广东省水文图集》,本区年最大 24 小时雨量均值 130mm;变差系数 $C_v = 0.4$; $C_s = 3.5C_v$,查皮尔逊曲线得 $K_p=10\%=1.535$,则 $H_{24p=10\%}=130 \times 1.535=199.6\text{mm}$ 。

C. 设计洪水。由于场区面积较小,且无实测水位和流量资料,在推求设计洪水洪峰流量及洪量时根据《广东省洪峰流量经验公式》,对小汇水面积的洪峰流量及洪量加以计算,其公式如下:

$$Q_p = C_p \times H_{24} \times F^{0.84}$$

式中: Q_p ——某频率的洪峰流量 (m³/s);

C_p ——随频率而变的系数, $P = 10\%$ 时的 $C_p = 0.044$;

H_{24} ——24 小时设计暴雨 (mm);

F ——集雨面积 (km²)。

经计算,10 年一遇洪峰流量为 0.33m³/s。临时排水沟断面尺寸为宽 0.4m、深 0.4m 的矩形断面,临时排水沟采用 120mm 砖砌沟槽,外抹 20mm 厚水泥砂浆。纵坡 1‰,设计流速为 0.36m/s,满足不淤、不冲流速条件,即 $0.15\text{m/s} < \text{设计流速} < 5.2\text{m/s}$ 。

临时堆土场编织土袋外侧设置临时排水沟,以排导周边径流对堆土的不利影响。排水沟断面采用宽 0.4m、深 0.4m 的矩形断面,120mm 砖砌沟槽,水泥砂浆抹面 2cm 防护,排水沟转角和出口处设沉沙池,尺寸为:长 4m、宽 2m、

深 1.5m,采用 24cm 砖进行衬砌。

经测算,临时排水沟总长约 400m,需土方开挖 154m³、砖砌 74m³、水泥砂浆抹面 520m²;沉沙池共设 2 座,沉沙池土方开挖 48m³、砖衬砌 20m³、水泥砂浆抹面 64m²。

③塑料彩条布苫盖。为防止施工期降雨对表土的淋蚀,同时减少扬尘的发生,补充在临时堆土表面覆盖塑料彩条布,经计算共需塑料彩条布约 8100m²。

5.2.6 改移河涌区

主体工程对该区已设计铺草皮等水土保持措施。方案设计要求施工单位对河岸两侧绿化不到位的空地补植草皮,尽量减少地面裸露,减少可能发生的水土流失,不再新增水土保持防护措施。

6 水土流失防治效果分析

广州市轨道交通二十二号线工程自 2016 年起,全线分站点分区间开工。至于 2022 年 3 月 31 日开通运营首通段(番禺广场站至陈头岗站),目前项目已部分完成投入运行使用,部分尚在建设过程中。根据 2022 年 8 月遥感解译结果,项目已完工区段沿线已无扰动图斑,现场已无施工扰动,地面植被覆盖良好,已完成了现场恢复,因项目建设造成的水土流失已基本得到治理,水土保持措施防治效果初见成效;项目在建段(陈头岗站-芳村站),正在进行全面建设,由于水土保持措施的实施,项目扰动范围被严格地控制在批复的防治责任范围内部,未对周边环境产生水土流失危害。项目 2022 年 8 月总扰动面积为 8.62 公顷,其中首通段(番禺广场站至陈头岗站)扰动面积为 0,在建段(陈头岗站—芳村站)扰动面积为 8.62 公顷。

7 结语

随着城市化进程加快,人口、资源、环境之间的矛盾日益加剧,地铁等轨道交通项目建设是大势所趋^[9]。高速地铁作为连接中心城区与远郊的主要交通方式,今后将在全国各主要大城市推广建设。高速地铁项目,扰动面积广,建设期长,水土流失潜在风险较大。在施工过程中应根据各防治分区的水土流失特点,合理设计各分区的水土保持措施,并严格按照“三同时”制度实施,以减少建设期间的水土流失危害。

参考文献

- [1] 黄明.广州市轨道交通二十二号线工程水土保持方案报告[Z].广东省水利电力勘测设计研究院有限公司,2020.
- [2] 崔万晶.城市轨道交通项目水土流失特点及防治措施[J].中国水土保持,2015(12):58-60.
- [3] 王峰利.地铁项目水土流失特点及水土保持临时措施探讨[J].亚热带水土保持,2017(4):56-58.
- [4] 叶至盛.长大高速地铁土建工期缩短方法与实践[J].中国铁路,2022(7):32-37.
- [5] 储召蒙.深圳地铁8号线一期工程水土流失危害及防治对策[J].水生态保护与管理,2018(1):39-41.