

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2025.04.013

地铁工程市政管线迁改典型作法与特殊管线设计

吴强¹, 张丰琼²

(1. 海南省交通规划勘察设计研究院有限公司, 海南 海口 570206; 2. 四川全丰新材料科技有限公司, 四川 德阳 618000)

摘要: 市政管线迁改是地铁建设的主要影响因素,如何提高其设计效率与技术水平是地铁设计的重要问题。以成都地铁6号线为背景,在典型站点管线迁改方面,摸索出结合站点工法分期迁改的方法,形成标准化成果;在特殊的高风险管线迁改方面,结合实际条件提出不同的创新解决方案并得以实施,涵盖运营中高压电力隧道分节移动方案、大断面污水渠与锦江河堤结构同体方案以及大管径燃气管线在地铁站半盖挖工法中原位保护方案。设计方案为高效推进地铁建设提供了保障,可以为类似项目提供参考。

关键词: 管线迁改; 特殊管线; 地铁; 分期迁改; 主体结构; 附属结构; 管线综合
中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2025)04-0080-06

Typical Practice for Municipal Pipeline Relocation and Special Pipeline Design in Subway Engineering

WU Qiang¹, ZHANG Feng-qiong²

(1. Hainan Communications Planning Surveying and Designing Institute Co. Ltd., Haikou 570206, China; 2. Sichuan Quanfeng New Material and Technology Co. Ltd., Deyang 618000, China)

Abstract: The relocation of the municipal pipeline is a critical factor in subway construction. Enhancing the design efficiency and technical proficiency of pipeline relocation is a significant concern in subway design. Regarding the pipeline relocation for metro line 6 in Chengdu, a phased relocation approach for station construction was determined, and a standardized methodology for improving the design efficiency was established. Regarding the relocation of special high-risk pipelines, various innovative solutions were developed and implemented based on specific conditions. These included the segmented movement plan of an operating high-voltage power tunnel, the scheme of large-section sewage channel and the Jinjiang River embankment sharing the structure, and the scheme of in-situ protection of large-diameter gas pipelines during the half-cover excavation method adopted by the subway station. The design scheme facilitated the efficient advancement of subway construction. Therefore, it can serve as a valuable reference for similar projects.

Key words: pipeline relocation; special pipeline; subway; phased relocation; main structure; accessory structure; pipeline integration

地铁规划路线多位于市政道路红线范围内,其站点布置与现状市政管线存在诸多空间冲突,建设时需进行大量的管线迁改工作。在成都地铁项目建设工期网络计划图的关键线路中,市政管线迁改

配套工程控制网络计划多处关键工作,其迁改工期占总工期的40%左右,是地铁建设工期的主要影响因素。如何有效提高管线迁改设计效率、助力地铁站点方案稳定、指导管线迁改高效实施以及配合地铁主体工程建是地铁设计的重要问题。

经多期地铁建设,管线迁改设计已积累了较多案例,其中文献[1]从给排水管线迁改设计经验方面进行总结,文献[2]、[3]从管线迁改的原则与案例设计方面进行研究,文献[4]~[6]从管线迁改施工和设计管理角度进行探讨。然而,系统性梳理与研究地铁工程市政管线迁改设计方法的文献较少,需要更多的总结与探索。以成都地铁6号线为背景,以典型的半盖挖法地铁站配套管线迁改工程设计为案例,根据各阶段工作需要,分步骤提出对应的管线迁改方案,同时在特殊的高风险大管径燃气、电力隧道以及污水渠与河堤同体共建结构等方面进行了专项研究,旨在为类似管线迁改设计工程提供参考,也可以为地铁的安全与高效建设提供创新方法及保障措施。

1 地铁工程市政管线迁改原则与思路

1.1 迁改设计原则

管线迁改设计以地铁站点的设计方案为依据,初衷是服务于城市发展的正常运转和地铁站点的建设与运维。在考虑安全前提下的主要设计原则如下:①迁改顺序应遵从工程总体计划统筹,先急后缓,先深后浅,先大后小,先主体结构后附属结构;②迁改永临结合,优先考虑永久性迁改,临时性迁改次数能少则少,其规模能小则小;③迁改周期长、影响大、代价高的管线优先采用原地保护方法,其他管线采取迁改与原位拨移保护并存的方法;④管线迁改中应注重高风险种类管、重力排水管、主管等,其次是低风险种类管、压力管、支管;⑤现状管线与规划管线的管位统筹布置。

1.2 迁改设计思路

管线迁改设计结合地铁站点方案设计以及管线现状与规划,需要地铁参建各方共同出谋划策,最终成果将体现多方智慧,是安全、经济、合理的方案。主要设计思路如下:①以地铁站点设计实施方法与步骤为前提,管线迁改对应分期进行方案研究;②以产权单位要求为基础,方案兼顾实施与运维需要;③尊重现状与规划,方案考虑近远期结合;

④加强与参建各方沟通,方案成果需高度一致。

2 管线迁改主要技术措施

管线迁改技术措施是结合管线的种类、材料、风险程度、重要性以及产权单位的要求等因素综合考虑而采取临时或永久的技术措施,常见方式有绕迁、悬吊、支托、就地保护等,不同种类管线迁改的主要技术措施分别如下:

① 电力和通信管线在临时迁改时,低压管线优先采用线缆包裹后原位悬吊保护,包裹线缆有余长可小距离拨移后悬吊保护;高压等重要及风险大的管线原则上采用原位保护,若出现空间冲突则换位一次性永迁。

② 燃气和给水等压力钢主管,与站点空间无冲突或距离近时优先考虑加固或换管后悬吊保护,必要时设置支墩与桁架支撑;有冲突时移位迁改,后续有悬吊需求时可预留悬吊保护条件;燃气和给水管的支管迁改影响面小、工期短,优先考虑迁改。

③ 雨水和污水管具有管径大、坡度小、埋置深和造价高等特点,与站点空间冲突时则尽量采用短距离路线迁改,方案需要考虑绕行水头损失;无空间冲突但影响大的管线,应对比先临时迁改后恢复的方案与加固后悬吊保护方案的优缺点,择优推荐;雨水和污水管为重力排水管线,原则上不采用倒虹吸形式;由于施工开挖条件受限,常采用非开挖顶管法。

3 典型站点管线迁改方案

成都地铁6号线长约51 km,共38个地铁站,配套的管线迁改设计需统一思路和作法,为高效实施提供保障,以半盖挖法施工的典型地铁站——沙湾站的管线迁改设计方案为例进行研究与分析。

3.1 地铁站施工方法

地铁沙湾站沿线道路红线宽度为30 m,双向六车道,施工期间交通不中断,两侧各有5 m的绿地。地铁沙湾站为两层地铁站,岛式站台;采用半盖挖法施工,顶板覆土厚度为4~5 m,共分三期施工,一期施工道路西侧围护桩及半盖挖顶板,二期施工道路东侧围护桩、开挖土方及顺作主体结构,三期施工附属设施。

3.2 现状管线

地铁沙湾站现状管线包括DN800雨水管、DN800污水管,均单侧布置;给水管3根,其中1根

DN1 400 输水管, 2 根 DN300 配水管; 燃气管 2 根, 分别为 DN159 和 DN133, 10 kV 电力管 2 根, 均双侧布置; 通信管多根, 布置于多处。现状管位横断面如图 1 所示。

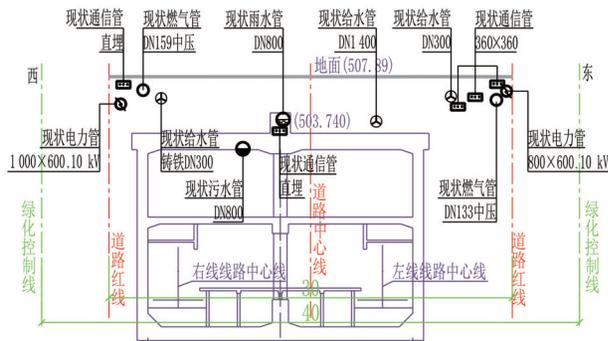


图 1 现状管位横断面

Fig.1 Cross section of current pipe position

3.3 管线迁改总体思路

根据地铁主体与附属设施分三期施工的工作面、交通疏解空间需求以及最后的管线恢复需要, 共分四期对现状管线进行迁改。

电力与通信管线优先考虑原位保护或悬吊保护方案, 通信管位多, 最终应进行归总处理。

输水主干管管径大、迁改影响大, 采用一次永久迁改方案; 配水管和燃气管管径小、施工影响小, 可采用临时迁改方案。

雨水与污水管迁改工程量大, 采用一次永久迁改方案。

3.4 分期迁改成果

地铁沙湾站管线迁改结合地铁站施工工期, 共进行四期的迁改, 分期迁改根据需要可分多个步骤实施。

① 一期迁改

一期迁改需求: 西侧道路红线至地铁站结构中line范围内市政管线需全部迁离, 为地铁西侧维护桩与半盖挖施工提供作业空间。

一期迁改设计: 永久迁改西侧 5.04 m 处钢筋混凝土 DN800 污水管线, 将其扩容为 DN1 400 至东侧 12.6 m; 临时迁改西侧 12.43 m 处中压钢质 DN159 燃气管线至东侧 2.51 m; 临时迁改西侧 2.04 m 处钢筋混凝土 DN800 雨水管线至东侧 6.51 m; 临时迁改西侧 11.11 m 处钢质 DN300 给水管线至西侧 15.19 m; 永久废除西侧 2.3 m 直埋通信管线。一期迁改管位横断面如图 2 所示。

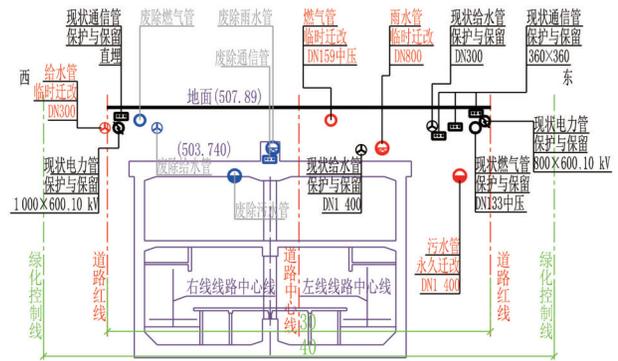


图 2 一期迁改管位横断面

Fig.2 Cross section of the first phase relocation

② 二期迁改

二期迁改需求: 道路中线至地铁站东侧维护桩范围内市政管线需全部迁离, 为地铁东侧维护桩与开挖施工提供作业空间; 此外, 地铁的西侧顶板上可供设置市政管线。

二期迁改设计: 永久迁改东侧 4.88 m 处钢质 DN1 400 给水管线至西侧 7.67 m; 永久迁改东侧 2.51 m 处中压钢质 DN159 燃气管线至西侧 11.51 m; 临时迁改东侧 13.82 m 处中压钢质 DN133 燃气管线至西侧 2.33 m; 永久迁改东侧 6.51 m 处钢筋混凝土 DN800 雨水管线至西侧 5.03 m; 永久迁改西侧 15.19 m 处钢质 DN300 给水管线至西侧 10.36 m。二期迁改管位横断面如图 3 所示。

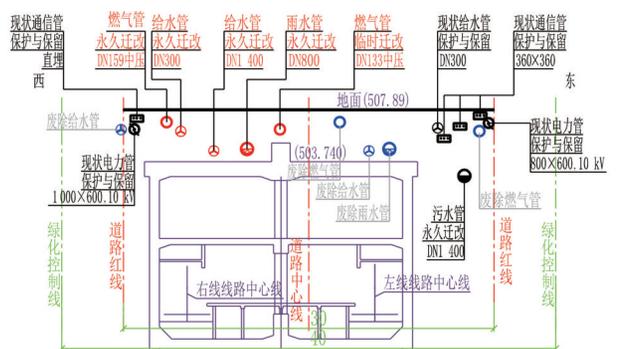


图 3 二期迁改管位横断面

Fig.3 Cross section of the second phase relocation

③ 三期迁改

三期迁改需求: 地铁站两侧维护桩至建筑后退范围内部分市政管线需迁离, 为地铁附属结构施工提供作业空间; 地铁的顶板上可供设置市政管线。

三期迁改设计: 还建东侧 10.44 m 处钢质 DN300 给水管线; 永久迁改西侧 2.33 m 处中压钢质 DN133 燃气管线至东侧 8.94 m, 并调整管径为

DN159。三期迁改管位横断面如图4所示。

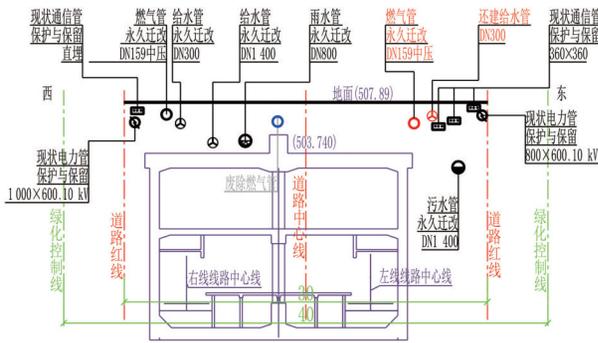


图4 三期迁改管位横断面

Fig.4 Cross section of the third phase relocation

④ 四期迁改(永久迁改成果)

地铁运营对周边市政管线施工的安全风险较大,最终管线迁改方案应满足城市远期发展需要,设计时应综合考虑现状管线、地铁占用地下空间情况,避免管线频繁交叉、检查井过密等现象。地铁主体范围顶板覆土厚度较大时,优先考虑管线原位恢复,并避免布置在快车道范围;主体顶板埋深较小时,原位恢复困难,则向两侧拓展。

最终迁改需求:为了服务于地铁站的施工,市政管线经三期迁改后,大部分已按照永久管位和标准实施,四期仅通信管线和电力浅沟需迁改。

最终阶段迁改设计:永久迁改并合并东侧12.24 m和13.88 m两处各9孔通信管线至东侧6.94 m;恢复西侧14.12 m处断面1 000 mm×600 mm电力浅沟及东侧14.44 m处断面800 mm×600 mm电力浅沟。为表达清晰,永久迁改平面图仅截取地铁站部分平面范围,具体如图5所示。

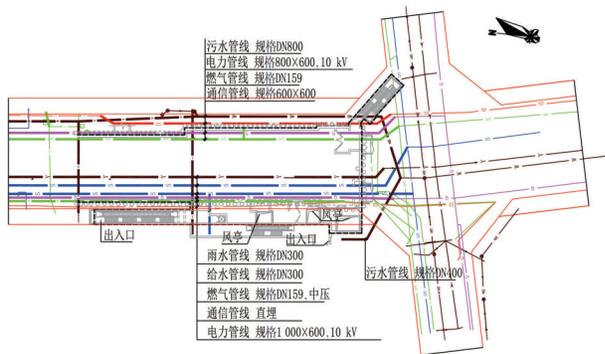


图5 永久迁改平面

Fig.5 Permanent relocation plan

4 特殊管线迁改方案设计

特殊管线迁改往往是地铁建设的控制性节点,

其设计影响地铁站总体方案的稳定以及实施的安全与工期,需要进行专项重点研究。该项目主要包括高风险的电力隧道与大管径燃气管线迁改方案研究、污水渠与锦江河堤同体共建方案研究。

4.1 电力隧道整体移动方案

龙灯山停车场咽喉段西侧有现状2.5 m×3.1 m矩形明挖电力隧道,其下穿宽8 m渠道,隧道顶覆土厚1 m;由于停车场与渠道高程冲突,渠道需向下调整2.5 m,故电力隧道需同步进行调整。

矩形电力隧道为现浇钢筋混凝土结构,壁厚35 cm,纵向间距20 m设置1道沉降缝。主要考虑水平和竖向水土压力而设有环向的主筋,沿纵向仅设分布钢筋,因此自身不具备纵向大跨度架空能力。

电力隧道内有多回路110 kV电力线在运营,不具备断电迁改条件,同时电线中带有智慧系统,触动传感器可能发生跳闸,迁改电力隧道存在较高风险。经调查,现状电缆线有约1 m的余长可供平稳移动,但不具备平面改移条件。基于此,解决电力隧道与渠道高程冲突问题可采取以下两种方案:

① 原位抬升保护方案

电力隧道局部抬升4.92 m,使渠道控制点处电力隧道的底板底部与渠道顶标高一致,渠道两侧电力隧道设置陡坡连接段,其纵坡为10.0%,满足电力隧道纵坡要求,并根据需要设1处泵坑,抬升保护方案纵剖面如图6所示。

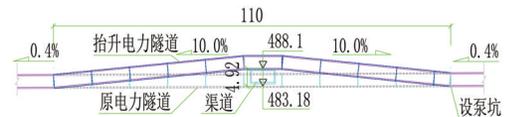


图6 抬升保护方案纵剖面

Fig.6 Vertical section of lifting protection scheme

② 原位下降保护方案

电力隧道局部下降3.18 m,使渠道控制点处电力隧道的顶板顶部与渠道结构底标高一致,渠道两侧隧道设置陡坡连接段,纵坡分别为8.33%和10.0%,满足电力隧道纵坡要求,根据需要在最低点处设1处泵坑,下降保护方案纵剖面如图7所示。



图7 下降保护方案纵剖面

Fig.7 Vertical section of descent protection scheme

③ 实施方法与推荐方案

以上两种方案的连接段总长分别为 110 和 70 m, 施工方法基本一致, 具体如下: 实施抬升、下降方案时采用绳锯将现状隧道切割为多节, 每节长 10 m。由于电力隧道自身不具备纵向大跨度架空能力, 在移动前需对每节隧道进行加固。加固方案为在侧墙外侧底部设置 2 根矩形纵梁, 纵梁与下穿隧道的工字钢连接, 工字钢间距 1 m, 形成对电力隧道的支撑加固作用, 作法如图 8 所示。

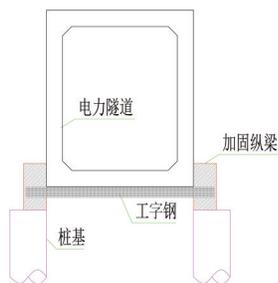


图 8 电力隧道加固作法示意

Fig.8 Schematic diagram of power tunnel reinforcement method

将每节隧道端部设置的桩基作为移动隧道的支点, 抬升或下降就位后采用贫混凝土浇筑填充隧道底空间作为基础。节间采用四周植筋加外包钢筋混凝土等措施进行连接。由于下降保护方案具有影响长度小、高程变化小等优势, 综合考虑后选择下降保护方案。

4.2 污水渠与河堤同体共建

地铁三官堂站为南北走向, 其东北侧近期建设 13 号线换乘站, 采用通道换乘方式, 地铁顶板覆土约 3.0 m; 站点西侧紧邻锦江重力式垂直面河堤, 悬空面高约 5 m; 沿河堤走向陆侧有直径 1.8 m、埋深约 7 m 的市政污水管线, 规划扩容管径至 2.4 m。东侧污水管绕行对地铁口及换乘站影响较大, 站点西侧紧邻河堤, 为确保安全, 地铁主体施工需要破除河堤后恢复。结合现状与规划条件提出以下两种管线迁改方案:

① 西线方案

管线沿河堤位置由北向南布置, 其东侧紧邻地铁的维护桩, 西侧位于地铁防水双排咬合桩斜上方, 污水渠与河堤同体共建, 其结构断面为“b”字形, 具体设计如图 9 和图 10 所示。排水渠断面为 U 形, 宽 2.4 m, 高 3 m, 排水渠上方设置高约 4 m 的挡土板。

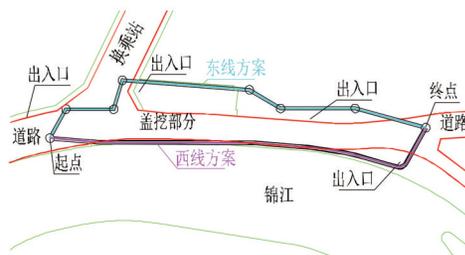


图 9 污线管线迁改平面

Fig.9 Plan of sewage pipeline relocation

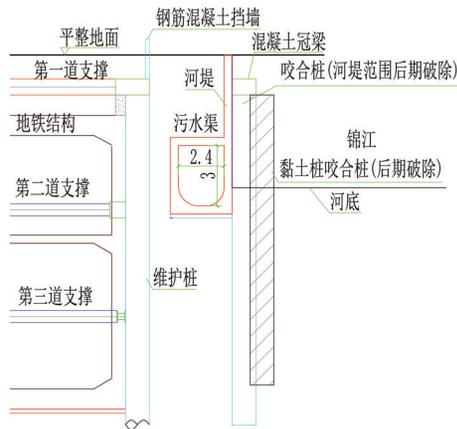


图 10 污水渠与河堤一体设计

Fig.10 Integrated design of sewage channel and river embankment

② 东线方案

管线向东沿地铁主体绕行, 部分管位超出道路红线需要协调, 管线埋深 7 m, 与地铁站厅层有冲突, 两条地铁线换乘通道需下降 2 m, 同时北侧出入口需局部下降 2 m。东线方案采用管径 2.4 m 承接管, 顶管方法施工。

③ 施工方法与方案比较

西线方案改迁路线短, 同时与河堤同体, 工程造价低, 对地铁客流换乘影响小; 地铁的建设需要先破除河堤后进行恢复, 施工采用明挖法, 两者同体同步施工, 工期较短。东线方案采用圆形预应力混凝土管, 管线绕行长, 对地铁客流换乘影响大, 采用顶管法施工, 工期长, 工程造价高。经综合比较, 推荐采用西线方案, 设置污水渠与河堤同体共建。

4.3 大管径压力管线悬吊保护

由于实施风险较大, 通常在设计大管径压力管线时尽量避免采用悬吊保护的方案, 但对于特殊站点而言, 在采取安全措施的前提下, 悬吊保护方案也是可行的选择。

地铁玉双路站沿线现状市政管线密集, 经论

证,位于地铁站顶板范围的DN720燃气管线需采用原位悬吊保护方案,其与地铁的关系如图11所示。地铁采用半盖挖的施工方法,施工顺序:首先在燃气管两侧施工混凝土临时灌注桩立柱、角钢立柱、混凝土联系梁和工型钢梁;接着人工间隔分段开挖土方,包裹绝缘泡沫板与保护钢板;再采用U型螺栓穿钢管与防晒彩钢瓦,上紧螺母调整U型螺栓受力,使燃气管受力均匀;最后采用半盖挖法施工地铁站顶板,并浇注顶板上燃气管线基础。燃气管线保护作法见图12。

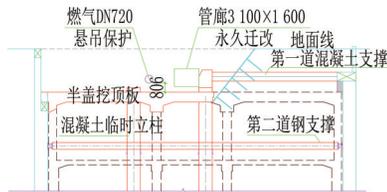


图11 燃气管线与地铁关系

Fig.11 Relationship between gas pipeline and subway

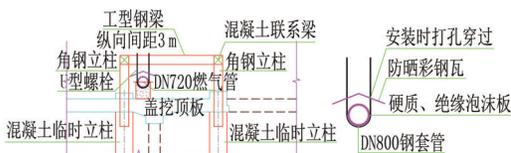


图12 燃气管线保护

Fig.12 Protection of gas pipeline

5 结语

① 以典型地铁站的配套市政管线迁改工程为基础,建立管线迁改设计导图与标准,并结合实际情况不断提高和完善设计方法,以减少管线迁改对地铁工期与造价的影响。

② 特殊的管线迁改工程控制站点工期网络计划多处关键工作,对地铁建设工期有着重大影响,采用合理的设计方案与实施方法可提高管线迁改效率。

③ 地铁工程市政管线迁改设计是地铁设计的主要组成部分,对地铁站点方案稳定起到关键作用,在设计管理中应重视管线迁改设计方法。

参考文献:

- [1] 张卿. 深圳地铁6号线给排水管线迁改工程设计经验总结[J]. 城市道桥与防洪, 2018(7): 337-340, 358, 32.
ZHANG Qing. Summarization of design experience from

water supply and drainage pipeline removal and reconstruction project of metro line 6 in Shenzhen [J]. Urban Roads Bridges & Flood Control, 2018(7): 337-340, 358, 32(in Chinese).

- [2] 孟凡良,徐辉. 深圳地铁3号线施工中管线迁改设计[J]. 城市道桥与防洪, 2011(11):117-119.

MENG Fanliang, XU Hui. Design in pipeline removal and reconstruction of Shenzhen metro No. 3 line project[J]. Urban Roads Bridges & Flood Control, 2011(11):117-119(in Chinese).

- [3] 靳云辉,秦川,郝静,等. 成都地铁6号线建设中的市政管线迁改设计[J]. 中国给水排水, 2018, 34(2): 50-55.

JIN Yunhui, QIN Chuan, HAO Jing, et al. Design of municipal pipeline reconstruction during subway construction of Chengdu metro line 6[J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(2): 50-55(in Chinese).

- [4] 许志勇. 郑州地铁施工对污水水管网的影响及建议[J]. 河南水利与南水北调, 2021, 50(10):84-85.

XU Zhiyong. Influence and suggestions of Zhengzhou metro construction on sewage and rainwater pipe system [J]. Henan Water Resources and South-to-North Water Diversion, 2021, 50(10): 84-85(in Chinese).

- [5] 邹森,吴禄源,王磊. 某地铁车站深基坑开挖对临近管线的影响分析[J]. 铁道标准设计, 2016, 60(3): 106-111.

ZOU Miao, WU Luyuan, WANG Lei. Impact analysis of deep metro foundation pit excavation on adjacent underground pipelines [J]. Railway Standard Design, 2016, 60(3): 106-111(in Chinese).

- [6] 王社江,赵立锋,黄琦明,等. 基于横跨地铁车站既有轨道交通运营电力线缆原位保护的连续墙施工方法研究[J]. 隧道建设, 2020, 40(S1):337-342.

WANG Shejiang, ZHAO Lifeng, HUANG Qiming, et al. Study on construction method of diaphragm wall of foundation pit of metro station crossing underneath operation power cable of existing rail transit based on in-situ protection [J]. Tunnel Construction, 2020, 40(S1):337-342(in Chinese).

作者简介:吴强(1978-),男,海南定安人,正高级工程师,注册土木工程师(道路工程),主要从事道路与桥梁工程设计与管理工作。

E-mail: 11589903@qq.com

收稿日期:2023-11-22

修回日期:2024-05-06

(编辑:沈靖怡)