

城市轨道交通与市政管网统筹建设协同性探析^{*}崔宇 杨京生^{**} 吕志成 李凯

(北京市市政工程设计研究总院有限公司, 100082, 北京//第一作者, 工程师)

摘要 目的:协调城市轨道交通系统与市政管网系统在道路地下空间内的相互关系,做到两者均能安全、经济、高效地发展,是工程建设面临的一大挑战,开展两者统筹建设的协同性研究意义重大。**方法:**从城市轨道交通系统建设角度出发,结合市政管网系统提质建设的需求,采用案例分析方法,对新建城区、建成区、既有线改造 3 种不同情境下与市政管网的协同性进行研究分析,为解决时序、空间上的可能矛盾提供解决思路与方法。**结果及结论:**在新建城区中,应采用综合管廊结合轨道预留的方式,做好地下空间的管控与合理利用;在建成区新建城市轨道交通线路时,采用随轨道交通同步建设骨干市政管廊或节点型管廊的方式,将站点的交通导改、管线拆改与规划市政需求等相协调;在城市更新背景下的既有城市轨道交通线路改造中,可同步进行市政管线局部的提质改造,而小型管廊可作为一种置换空间的手段。

关键词 城市轨道交通;市政管网;综合管廊;地下空间;统筹建设

中图分类号 U231.1;TU990.3

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.07.010

Exploration on Synergy of Urban Rail Transit and Municipal Pipeline Network Coordinated Construction

CUI Yu, YANG Jingsheng, LYU Zhicheng, LI Kai

Abstract Objective: Coordinating the interactive relation between URT (urban rail transit) systems and municipal pipeline networks in the underground space of roads to achieve safe, economic, and efficient development for both presents a major challenge in engineering construction. Therefore, conducting research on synergy of the coordinated construction of the two systems is of great significance. **Method:** Starting from the perspective of URT system construction and in combination with the needs for quality improvement of municipal pipeline networks, case analysis method is adopted to analyze the synergy between the two systems in three different scenarios: newly-built urban areas, established areas, and existing

line renovation, providing solutions and methods to resolve possible conflicts in time and space. **Result & Conclusion:** In newly-built urban areas, the comprehensive utility tunnel with the reserved space for rail transit should be used to control and reasonably utilize the underground space. For the new URT line construction in established areas, a backbone municipal or nodal utility tunnel should be built along with the rail transit system, coordinating traffic guidance for stations, pipeline relocations, and planned municipal demands. In the context of urban renewal, the upgrading of municipal pipeline networks can be carried out in parallel with the renovation of existing URT lines, and small utility tunnels can be used as a means of space substitution.

Key words urban rail transit; municipal pipeline network; utility tunnel; underground space; coordinated construction

Author's address Beijing Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., 100082, Beijing, China

城市轨道交通系统一般是在城市人口、经济和交通量发展到达一定规模后才进行建设的,而市政管网系统建设基本都要随城市发展而同步进行,两者共同布设在城市路网的地下空间范围内,彼此相互比邻。文章从城市轨道交通建设时的 3 种不同场景出发,分析两者在道路地下空间内协调建设所面临的问题,并结合市政管网发展的需求和提质增效方法的思考,综合国内外实践,探索这 3 种建设场景下的城市轨道交通协同建设路径。

1 城市轨道交通建设的现状问题

1.1 新建城区的城市轨道交通建设

城市新的空间往往集中了土地利用、公共服务、交通出行、市政管网、地下空间开发等多种功能,其开发具有很大可变性。

轨道交通作为大体量、快速的绿色公共交通系

^{*} 住房和城乡建设部城市建设司课题(12020230125)

^{**} 通信作者

统,可高效串联城市各区间、城市重要功能节点,与更广泛的区域交通网络衔接,因此具有比较强的社会效益和经济效益,能起到提升土地价值、吸引人口、拉动城市经济的作用。

但城市轨道交通系统的基建投资大、后期运营成本较高。城市新建城区往往利用常规公共交通系统就可满足近期需求,因此在新建城区先期开发中应特别注意,在实现城市空间功能的同时应合理降低轨道交通系统投资。同时,城市建设也将面临轨道交通预留与建设时序控制等问题。

1.2 城市建成区的城市轨道交通建设

1) 我国大城市于20世纪90年代开始,在现有道路交通体系上进行规模化的城市轨道交通规划建设。城市轨道交通系统多建于城市主次干路等重要道路下,其建设往往需大量迁改市政管线,使得建设成本增高。根据北京某轨道项目的可研预测,平均新建一座车站的市政管线改移费可达5 000万元。

2) 各地对城市建成区主要道路下各种市政管线的管理要求和程序也不同。有研究显示:所需改移管线的种类较多、工程量大、产权单位协调难度大,改移临时占地面积也较大,且受迁改时序的限制,故迁改周期长,严重影响了地铁工程的建设工期^[1]。

3) 部分市政管线因难以迁改而成为控制因素。给水干管、高压电缆等改移对用户影响较大,排水干线多为重力流且埋深较深,易成为影响轨道车站方案的控制因素。因此,造成部分车站埋深增加,并有舒适性、功能性等交通品质受损现象^[2]。

1.3 既有城市轨道交通线的运营问题

部分设施亟待进行提质改造并提升安全需求。北京等城市的地铁建设时间跨度较长,受不同时期的发展理念、建设条件、需求变化等影响,一些地铁站及周边公共空间的功能、品质亟待改善。北京城市总体规划(2016—2035年版)中也明确提出“加强轨道交通车站地区功能、交通、环境一体化规划建设。”

受不同时期的经济发展、技术进步和需求变化等多种因素共同作用,城市现状直埋管线也频繁面临超期服役、自身结构缺陷和受外力破坏等问题。而地铁站附近的市政管线多为直埋敷设,存在安全隐患,如产生事故可能对轨道交通设施产生次生灾害。

1.4 既有城市轨道交通周边市政管网的提质改造

1) 增容扩建困难:市政管网系统须提质改造,因与运营中的城市轨道交通存在协调关系,故需经过反复论证,管线增容扩建也较为困难。

2) 远期规划落地困难:市政管网与城市轨道交通线网规划的建设时序不协调,轨道建设时,规划管线尚无实施计划,而远期管线实施时又面临规划落地困难的问题。

2 市政管网发展需求

我国城市发展步入了“存量提质”的更新发展阶段。近些年借鉴国外经验,国家在政策上大力推动市政管网以综合管廊形式建设,这对于解决“马路拉链”等问题及增强城市安全韧性的作用凸显。但综合管廊建设本身也存在当期投资较高、既有城区建设困难等现实问题。为经济、高效地提高整个市政管网系统的安全与韧性,各地又因地制宜提出了“节点型综合管廊”“小型综合管廊”等方式,为市政管网提质改造给出了可借鉴的方法。

2.1 市政管网系统提质增效的思考

1) 新建城区市政管网系统的韧性、弹性、适应性和经济性是建设考虑的重点因素,可结合实施条件,建设以综合管廊为骨干、直埋与架空相结合的市政管网系统。市政管网应分层分级分区布设,其中,主干管线廊化敷设,并耦合市政能源场站、贯通市政负荷密集区,这样可以提高市政管网系统的抗冲击性、安全保证度,以集约高效利用地下空间资源。

2) 城市化完成程度较高的城区,如北京市在首都功能核心区等道路空间狭小的城区,结合城市更新工程,以简配的小型综合管廊形式,辅以高水平的运维手段,织补市政管网末端,以实现市政管网安全运行,焕发城市活力。结合建设情况,在穿越铁路、河道、高速公路、地下交通隧道、南水北调等重要市政管线,以及轨道交通站点和区间交通枢纽等重要设施处,在不宜反复开挖的重要道路、地下管线密集或地下空间局促路段建设节点型综合管廊,可提升管线的安全性及运维的便利性。

2.2 城市轨道交通设施的统筹要求

在城市轨道交通不同建设情境下,适时考虑随轨建设骨干型及节点型综合管廊,是市政综合管网提质增效的新契机。与常规综合管廊建设相比,随轨建设还有统筹施工、设施共享等优势。

3 协同建设路径分析

3.1 新建城区

从城市轨道交通建设在新建城区中的定位出发,探讨其与路网、市政管网的空间关系,在规划层面实现地下空间的分层管控,并统筹不同项目建设的合理时序,将会是今后规划的工作重点。国办发[2018]52号文件《关于进一步加强城市轨道交通规划建设管理的意见》的要求:城市人口、经济需达到一定规模后方可开展城市轨道交通线网的建设^[3]。因此,新建城区内对城市轨道交通线网近期多采用预留空间方式,待满足政策和实际需求时再建设。而作为保障城市对外交通、吸引人口、产业落户的城际轨道线路,通常会与城市新建区同期建设。

3.1.1 统筹建设思路

1) 市政管网系统与综合交通系统的空间关系。近年,在以绿色慢行为主要交通形式的小街区密路网规划理念指导下,北京城市副中心等新建区域,各级道路断面宽度减小而路网密度增加,这为主次干道路下空间的综合利用提出了更高的要求。而市政主干管线肩负市政场站之间或区域之间的传输功能,多数设在具有贯通区域功能的主次干路下^[4]。城市轨道交通因高客流量、线网的贯通性等原因,同样多数设在主次干路下。因此,应更加重视地下空间的竖向规划和管控效果的保证。在规划层面,用地宜结合两侧用地空间预留出直埋管线拆改空间,以便减小轨道交通滞后建设的影响与代价。城市轨道交通(预留)与市政管网空间关系示例见图1。

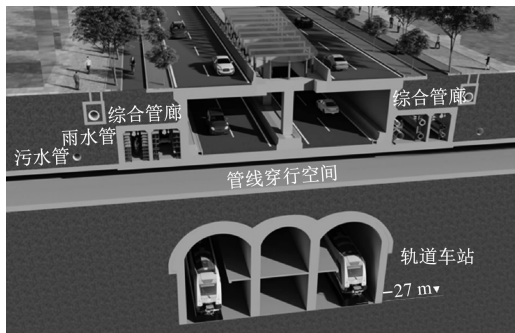


图1 轨道交通(预留)与市政管网空间关系示意图

Fig.1 Diagram of the spatial relation between rail transit (reserved) and municipal pipeline network

2) 建设时序应统筹。城市道路空间涉及市政

管网及城市轨道交通等地下设施,应一体化设计,做好时序控制以避免重复建设、影响地上空间的开发。切实遵守“先交通后项目、先地下后地上、先环境后建设”的准则,研究重要交通枢纽的一体化实施。

3.1.2 实践探索

3.1.2.1 雄安新区

雄安新区为担负城际交通功能的雄忻高铁轨道车站及区间(地下建设)将近期一次性实施,位于新区规划主干东西轴线道路下。其中,城际高铁站将被打造为集合城际轨道交通、城市轨道交通、公交及城市服务等综合功能的、站城一体交通枢纽。

但除综合交通枢纽之外的城市轨道交通工程确定为近期空间预留、远期实施,而市政管网随道路先行实施,先期建设完备的道路交通系统、市政管网系统等可实现与主城区的衔接,以达到发展的需求。

规划中,新区对公共地下空间的管控坚持“竖向分层、横向连通”要求:在地面下0~10 m的浅层,主要布局轨道交通车站、地下人行通道、地下商业街、地下道路、地下停车库、直埋管线、综合管廊等设施,为城市公共活动提供空间。地面下10~30 m为次浅层地下空间,主要布局轨道交通区间及站台、主干型综合管廊、地下市政场站、地下物流仓储设施等。

3.1.2.2 城市新建区

很多城市的新建区面临近远期建设的协同问题。北京地铁7号线东延伸段的城市轨道交通工程与综合管廊于重要市政道路下,其一次性同步建设,既满足了交通功能,解决了架空线的问题,增强了市政管网的韧性,同时同步建设实现了共享交通导行、临时占地和基坑维护等,节省了工程费用。而石家庄正定新区经客流预测及相关可行性论证,该段轨道约5年具备建设运营的条件,同期实施土建部分避免反复开挖建设,因此采取城市轨道交通结构预埋为主来应对^[5]。

3.2 城市建成区

国内外有不少城市,都有结合新建轨道区间及车站而建设干线市政管廊或节点型综合管廊的案例,这对两者协同建设有较好的示范效果。

3.2.1 城市轨道交通与骨干市政管廊同步建设

日本及我国台湾地区十分注重城市轨道交通

与综合管廊同步规划、设计、施工^[6],从其实践经验来看,两者共同建设,一方面可以显著降低建设费用;另一方面,可以缩短两项工程的总体建设时间,减小对城市功能、周边环境等方面的影响,具有较好的社会、经济、环境效益。

台北市城市轨道交通信义捷运线工程全长约 6 km,规划综合管廊与信义线同期共建实施,以满足区域市政管网规划需求。捷运线沿线区间段采用隧道施工,车站段采用明挖施工。综合管廊根据捷运线方案也分为隧道段和明挖段,管廊位于地铁上方,深度均较地铁设施为浅,沿线有雨水调蓄设施需求时,排水箱涵设置在最上端,具体如图 2 所示。

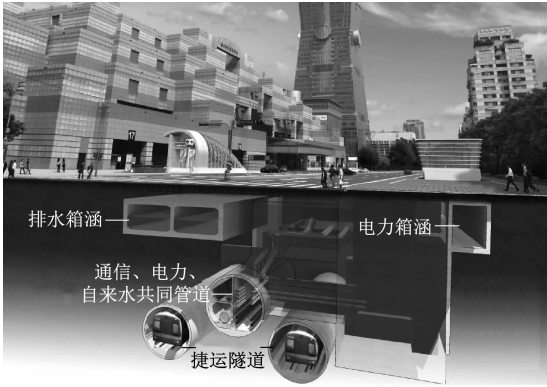


图 2 台北信义捷运线与同步建设的综合管廊地下空间关系示意图

Fig. 2 Relation diagram of utility tunnel underground space built in sync with Taipei Xinyi Line

3.2.2 城市轨道交通与节点型综合管廊同步建设

在轨道区间段,结合管线需求,预留过路管线设施空间,以减小远期实施对城市轨道交通的影响。在轨道车站段,综合车站实施方案、工筹方案、市政管线规划需求等多种因素,在车站建设范围内以直埋与节点型综合管廊相结合布置的方式敷设市政管线。当车站周围有永久占地空间条件时,可结合拆迁改移及规划需求建设管廊;当车站周围没有永久占地空间条件时,可采用临时导改与永久规划管线相结合的直埋形式建设市政管线。

北京轨道交通 22 号线运河商务区站,位于北京市通州区通胡路和北运河东滨河路路口。该车站明挖施工需拆改大量现有管线。车站覆土较浅,日后规划市政管线的穿越存在难度,且现路口交通量大,后期建造市政管线将会对区域交通造成很大影响。解决方案提出统筹规划管线建设及现状管

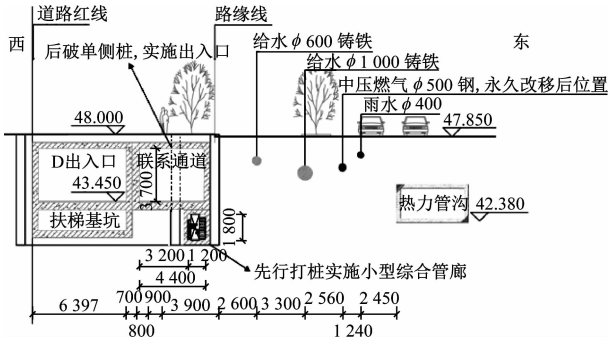
线拆改需求,在该车站范围建设节点型综合管廊。车站以通胡大街为界分两期实施,先实施南半幅,后实施北半幅,路口段进行盖挖。考虑路口处较多现有管线对车站实施的制约性,故先实施管廊主体,再将现管线一次性改移入廊,为南半幅车站实施创造条件。管廊的建设在集约利用地下空间的同时,降低了拆改管线的难度,也为规划管线分期实施创造了条件,并预留了弹性空间。

以节点型管廊的形式统筹各市政管线敷设,与常规建设项目相比,大大缩短了工期,增强了市政管网安全可靠度,同时工程投资还略有降低。

3.3 城市轨道交通既有线改造

城市轨道交通既有站点作为与城市公共空间联系最紧密的地段,其改造可带动站点周边的存量资源提质增效。改造面临交通导改、管线拆改等问题,小型综合管廊可以作为解决问题、集约空间、补短板增韧性的有利手段。此外,也可结合既有轨道线路、地下空间、地下人行通道等的改造工程作为契机,将急需提质的市政管网进行局部的改造,建设市政管网连通性的骨干通道,如北京地铁 8 号线三期的王府井站改造工程^[1]就是一例。

又如北京地铁菜市口站改造工程。北京地铁 4 号线 2009 年建成通车,受各种因素影响,菜市口站周边未能实现规划,乘客舒适感有所损失。2022 年,菜市口站及周边一体化改造项目被列为北京市公共空间改造提升示范工程的试点项目。改造方案可实现市政管线一次性导改,在降低工程投资的同时可缩短施工工期,降低交通导改对居民出行的影响。小型综合管廊改移方案见图 3。直埋与小型管廊改移方案的对比情况见表 1。



注:除标高单位为 m 外,其余数值单位均为 mm。

图 3 小型综合管廊改移方案

Fig. 3 Relocation plan of small utility tunnel

表 1 直埋与小型管廊改移方案对比表

Tab.1 Comparison of direct-burial and small utility tunnel relocation plans

比较项目	直埋改移方案	小型管廊改移方案
改移 管线	2 孔照明电力管线及部分通信管线临时迁改、大量通信线缆二次改移、DN500 中压燃气永久迁改等	电力、通信均为一次拆改、DN500 中压燃气永久迁改等
交通 导改 情况	①36 孔混凝土管通信临改需占临时用地,通信二次拆改(贴建恢复)时占用部分非机动车道; ②燃气永久迁改等占用机非隔离带空间	①电力通信的改移与出入口建设共用交通导改涉及占地; ②燃气永改占用机非隔离带空间
建设 时序	先行实施燃气管的永久迁改等,实施少量电力通信的临时迁改,36 孔通信混凝土管的临时迁改,继而施工出入口,待出入口实施完成后将通信管线永久迁入	先进行 DN500 中压燃气拆改,打结构桩铺设节点管廊,将电力、通信管线一次拆改迁入节点管廊,再行局部破西侧结构桩,实施地铁出入口改造
投资 测算	投资约为 1 800 万元	投资约为 1 200 万元(含小型管廊)

4 结语

城市轨道交通的发展应重视与市政管网的协调统筹建设:①新建城区应特别加强规划空间管控效果,统筹建设时序,将近期市政管网和远期城市轨道交通设施空间的关系协调预留好,以避免矛盾;②城市建成区建设轨道交通线路时,需协调好现有管线与规划管网的关系,有条件时可采用综合管廊与直埋管线结合等建设方式,以减少市政管网重复迁改的现象;③既有城市轨道交通车站改造时,可将其视为市政管网系统实现局部提质的契机。另外,建议加强政策的支持及引导,突出政府主导作用,建立有效统筹机制,编制市政管网系统的实施方案以满足城市轨道交通建设全周期的使

用需求。

参考文献

[1] 许乃星. 城市轨道交通与沿线市政设施协同建设时序研究[J]. 公路与汽运, 2019(4):39.
XU Naixing. Study on the time sequence of coordinated construction of urban rail transit and municipal facilities along the line[J]. Highways & Automotive Applications, 2019(4):39.

[2] 王志刚. 城市轨道交通可持续发展探索——让轨道交通嵌入城市[C]//中国城市科学研究会数字城市专业委员会. 智慧城市与轨道交通. 北京:中国城市出版社,2015:141.
WANG Zhigang. Exploration of urban rail transit sustainable development—of urban rail transit-embedding rail transit into cities [C]// Chinese Society for Urban Studies Digital City Professional Committee. Smart City and Rail Transit. Beijing: China Urban Publishing House Press, 2015:141.

[3] 江永, 明瑞利. 我国城市轨道交通发展形势和政策探讨[J]. 都市快轨交通, 2021, 34(2): 35.
JIANG Yong, MING Ruili. Development situation and policies of urban rail transit in China[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2021, 34(2):35.

[4] 白涛. 基于“窄路密网”城市发展模式的管线综合规划优化策略研究[J]. 中国市政工程, 2021(2):46.
BAI Tao. Research on optimization strategy of pipeline comprehensive planning based on narrow road & dense network urban development mode[J]. China Municipal Engineering, 2021(2):46.

[5] 王琦, 牛斌. 石家庄正定新区地铁 1 号线二期市政预留工程设计[J]. 城市轨道交通研究, 2021, 24(10):17.
WANG Qi, NIU Bin. Design of Metro Line 1 phase II municipal re-served project in Zhengding New District of Shijiazhuang City [J]. Urban Mass Transit, 2021, 24(10):17.

[6] 何建军, 张健君. 城市综合管廊与轨道交通共建设计探讨[J]. 中国给水排水, 2018, 34(4): 47.
HE Jianjun, ZHANG Jianjun. Discussion on design of urban utility tunnel and rail transit common construction[J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(4): 47.

(收稿日期:2023-01-11)

(上接第 53 页)

[5] 李燕, 王芳. 北京的人口、交通和土地利用发展战略: 基于东京都市圈的比较分析[J]. 经济地理, 2017, 37(4): 5.
LI Yan, WANG Fang. Beijing's population, transportation and land use strategies: compared with the Tokyo metropolitan area [J]. Economic Geography, 2017, 37(4): 5.

[6] 夏海山, 张丹阳. 规划思维转型与轨道交通站城一体化发展[J]. 华中建筑, 2019, 37(6): 59.
XIA Haishan, ZHANG Danyang. Planning thinking transition and integrated development of rail transit station-city[J]. Huazhong Architecture, 2019, 37(6): 59.

(收稿日期:2022-11-20)