DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.251147

轨道交通工程中的管线综合规划研究
——以昆山为例

汪　斌[1,2]
(1.昆山市自然资源和规划局,江苏 昆山 215300; 2.昆山市地下管线管理所,江苏 昆山 215300)

摘　要: 随着苏州市域轨道交通 11 号线的实质化建设,昆山成为事实上全国第一个县级城市中开展轨道交通建设的城市,昆山轨道交通管线综合规划符合精准、细致、深入、规范的要求,为实现以轨道为核心的城市集约化发展做好高质量服务工作。在此基础上,昆山轨道交通管线综合规划重点关注多规融合、节点竖向设计优化、空间利用优化、未来空间预留等管线综合规划技术,重视空间尺度精准化及流程明晰化,并推荐将综合管廊与轨道交通同步实施,以期为同类型规划的编制提供参考。

关键词: 轨道交通;管线综合;地下空间
中图分类号: TU990.3　　**文献标志码:** A　　**文章编号:** 1009-7716(2026)01-0048-04

Research on Synthetic Planning of Pipelines in Rail Transit Engineering: A Case Study of Kunshan

WANG Bin[1,2]
(1. Bureau of Natural Resources and Planning of Kunshan, Kunshan 215300, China; 2. Underground Pipeline Management Office of Kunshan, Kunshan 215300, China)

Abstract: With the substantive construction of Suzhou Rail Transit Line 11, Kunshan has become, in fact, the first county-level city in China to carry out rail transit construction. The synthetic planning of rail transit line in Kunshan meets the requirements of precision, meticulousness, depth and standardization to provide high-quality services for the realization of urban intensive development centered on rail transit. On this basis, the synthetic planning of rail transit pipelines in Kunshan focuses on the pipeline synthetic planning technologies such as multi-plan integration, vertical design optimization of nodes, space utilization optimization, and future space reservation. Emphasis should be placed on the precision of spatial scale and the clarification of processes, and it is recommended that the utility tunnels be implemented simultaneously with the track in order to provide a reference for the compilation of similar plans.

Keywords: rail transit; pipeline integrated; underground space

0　引　言

当前昆山全市增量建设用地资源紧缺,通过土地立体开发实现节约集约利用,鼓励轨道交通地区充分利用浅层地下空间是未来的重点发展趋势。在此背景下,苏州市域轨道交通 11 号线(以下简称“11 号线”)让昆山成为事实上全国第一个县级城市中开展轨道交通建设的城市,轨道交通线路的建设和沿线 TOD 开发建设活跃,地下空间开发利用在城市中扮演的角色越来越重要。11 号线昆山段地铁线路及车站均布置在昆山市繁华地区和市民工作生活区,沿线路段共涉及 8 段道路,分别为前进路、晨曦路、夏东街、章基路、站东路、童泾路、绿地大道、光明路,共计约 37.3 km。这些道路市政管线种类齐全,有给水、雨水、污水、电力、通信(包含军用光缆)、燃气、热力等 7 大类,管线建设年代、管线材质、管线规格、管线完好程度不一,部分管线为周边区域的主干通道。11 号线主要采用盾构施工,站点结构采用开挖施工,因此开挖范围内管线需进行永久或临时迁移,施工完毕后需恢复临时改迁管线,道路恢复时亦需要恢复临时迁改管线,还要考虑同步实施市政管线规划、综合管廊规划等[1],避免远期道路二次开挖,造成马路拉链、影响轨道交通运营安全[2]。轨交工程中的管线综合规划有利于统筹利用周边区域浅层地下空间[3]、有利于进一步降低管线迁改对沿线生产生活

收稿日期: 2025-08-29
作者简介: 汪斌(1991—),男,硕士,工程师,从事国土空间规划编制、市政工程管理等工作。

的影响[4]、有利于提升轨交工程设计施工的可靠性[5]。

1　轨道交通工程中管线管理特征与需求

轨道交通线位一般选择城市客流量较大的交通走廊,线路两侧用地开发强度高、人岗密度大,而地下管线的种类、密度和级别在此类区域通常较高。11 号线及其车站均布置在昆山市商业服务业繁华地区或者市民工作生活区,依附于道路的地下浅层空间敷设有给水、雨水、污水、电力、通信(含军用光缆)、热力、天然气等。这些管线的建设年代、材质、规格、完好程度相差较大,但大部分都是给区域服务的主干通道,轨交施工期间也必须保障通畅,不能中断影响城市生产、生活。在轨交工程建设期间管线综合规划管理,需要充分整合城市总体规划、区域详细规划以及各管线行业发展规划,校核管线规模,按照近期满足使用需求,远期预留管线发展空间的要求,优化管线综合规划,用以指导下阶段各层级的管线专项方案设计、相关行政部门许可审批等内容[6]。

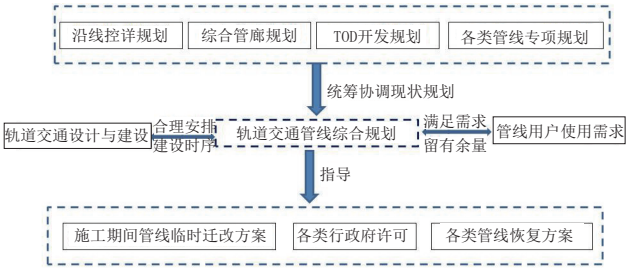

图 1　轨道交通管线综合规划编制关系图

11 号线工程是我国首条跨省衔接的轨交线路,总投资近 300 亿元,施工时间长、影响范围大,与其配套的市政管线工程是一项综合性技术服务,其难度远超一般的管线综合项目。在昆山建设 11 号线期间,管线疏解涉及城市规划、交通运输、道路工程、结构工程、桥梁工程、工程经济等多个专业,管线综合规划的重点集中在以下 3 点:一是沿线管线用户多,既要注意保护轨道交通,又要注意保护管线安全;二是部分穿越轨道交通的重大管线需要保留,施工期间要注意时序安排和加固措施;三是老城区段地下空间紧张,管位不足,部分管线需要通过特殊措施突破正常管线安全间距。因此管线综合规划需强化跨专业协同,预解潜在冲突,优化整体管网布局;密切衔接轨交建设、沿线区域规划,协同优化轨交设计及相关市政系统设计,避免因前期规划失误造成事后补救的浪费[7]。

2　地下管线与轨道交通的关联特征分析

2.1　与轨道交通区间段的关联特征分析

轨道交通工程为里程数较长的线型工程,此次 11 号线昆山境内 37.3 km,涉及到管线迁改的共有 35 km,除去 26 个车站外,均为盾构区间段。考虑到不同区位的开发强度,将其分为老城段、近郊段、新城段,针对不同的区间段实施不同的管线规划策略。

老城段主要是前进路(叶荷河—青阳港段),此区域为昆山旧城中心,道路红线宽度相对较窄,两侧地块基本建成,管线建设年代较早,需重新梳理现状管线系统,从全局角度优化管线系统,对现状功能状况较差的管道进行更新,为提升系统安全性进行一定的织补与完善。老城段典型路段管线综合现状如图 2 所示。

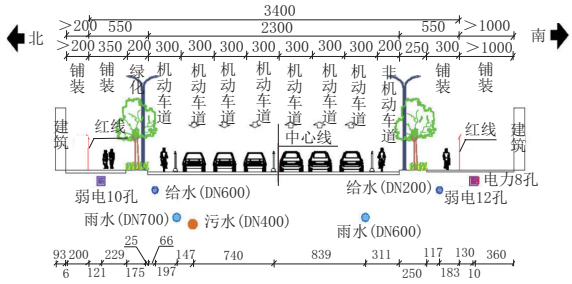

图 2　老城段典型路段管线综合现状(单位:cm)

近郊段及新城段主要是前进西路、前进东路以及各区镇道路,此区域处于城市建设关键期,管线建设年代较晚,运行状况良好,管线需求规划主要体现“完善、韧性、前瞻”理念,保留现状管线主干系统并加以完善,同时为远期可能新增的新型管线预留管位。

2.2　与轨道交通站点的关联特征分析

11 号线工程的绝大部分地下车站沿轨道走行方向横跨道路交叉口布设;少量位于路段中的站点则通过地下通道衔接相邻地块或路口;另有极少数超长站体可同时覆盖两个交叉口范围。车站主体结构方面,其宽度(含端头井)普遍为 25~30 m,基本覆盖道路红线范围。整体站体长度通常介于 200~400 m,其侧翼通常延伸出连接地面的出入口通道,并配置设备管理用房等附属设施。竖向布置方面,车站平均埋深约 20 m。受地质条件、工程造价、环境制约及重要设施避让等因素影响(如示例中的 11 号线),顶板覆土厚度多控制在 3~5m 区间。车站常规布局包含站厅层与站台层,每层净高约 7~8 m(见图 3)。由于地下空间的高度集约化,车站主体与市政管线系

统在平面与竖向空间上存在显著冲突:二者不仅平面投影重叠率高,在竖向布置上也紧密交错,导致施工期与运营期均面临复杂的空间竞争与干扰。因此,管线综合规划需要注重解决各种类管线的空间布局方案,避免与轨道交通工程产生不可调和的矛盾,指导下一阶段的管线方案设计[8]。

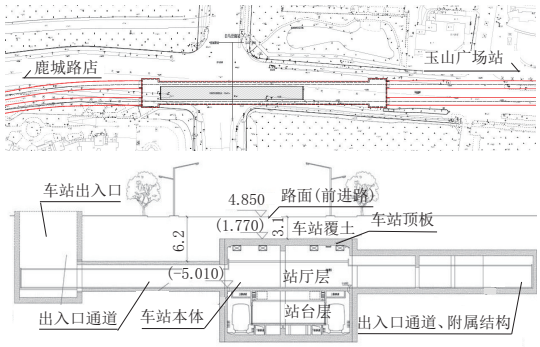

图3　轨道交通11号线站点平面及剖面示意图(单位:m)

2.3　轨道交通工程建设期间管线迁改特征分析

根据昆山市轨道交通工程建设过程中管线迁改经验,市政管线需实施多阶段空间适配策略:首先在主体结构施工前,对基坑影响区管线进行临时迁离;主体完工后将管线回迁至顶板区,释放侧向空间实施附属工程;最终结合道路修复同步完成管线终位敷设。该过程通常需2~3次迁移,复杂节点达4次以上,涉及车站、区间风井等线性工程节点的三维空间资源调度。鉴于工程体量庞大(周期4—5年)及地质突变、支护变形等不确定因素,需建立动态调适机制,通过BIM正向设计实现管线路由的实时优化[9]。在此期间,管线综合规划需贯穿轨交工程的工可至施工全周期,其有效性依赖过程性监控指标(如空间紧凑度、冲突整改率、工期吻合度),通过精细化流程管控可保障轨交与市政系统的高效协同。

3　高质量发展背景下轨道交通管线综合规划工作要点

3.1　规划思路与设计要点

轨道交通工程的管线综合规划是实现以轨道交通为核心的地下空间集约化发展的重要技术支撑,其有效性直接依赖于规划实施的精准性、细致性、规范性与系统性。该项规划需重点着力于两个相互关联的维度:空间尺度上的精准化控制,以及建设流程上的全过程管理。

一是在空间规划方面,重点关注多边界约束下的精细化空间资源配置。轨道交通车站多位于城市高密度建成区,空间资源紧张,各类管线迁改与交通组织方案面临严峻的空间限制。因此,规划需在平面与竖向层面实现高精度协调。具体而言,应对管线实体尺寸、顶管工作井结构及围护要求、管线施工工艺进行精确计算与评估;同时,需综合考虑车站围护结构、加固区范围、施工通道尺寸及大型机械作业面要求等工程要素。此外,与周边建构筑物的安全距离、临时交通便道的宽度及行车动态净空需求等敏感控制条件亦须纳入空间分析框架。可通过BIM等技术手段深度精细化的空间拟合,最大程度保障管线系统、车站结构及地面交通之间的高效协同与安全互馈[10]。

二是在建设流程方面,规划需与轨道交通工程各阶段深度耦合,形成全周期、递进式的动态管控机制。在工程可行性研究阶段,应重点识别车站影响区内的重要管线,通过避让或保护性设计优化车站布局方案[11];至初步设计阶段,需结合地形条件、用地边界、工程筹划及交通组织方案,统筹经济性、安全性与可实施性,制定详尽的管线迁改设计;进入工程实施阶段,则应根据施工现场实际条件的变化——如地质异常、支护结构变形或交通流调整等,及时对管线迁改方案进行适应性修正,以指导后续工程设计与现场作业。这一贯穿前期研究至施工落地的流程化管理,能够显著增强规划的可操作性与对实况的响应能力。

3.2　轨道沿线管廊的同步设计与施工

昆山市地下综合管廊与轨道11号线位置关系主要分为与轨道11号线平行、与轨道11号线区间段垂直相交、与轨道11号线站点垂直相交三类。为减少综合管廊施工对城市交通以及轨道交通运营安全的影响,应统筹考虑轨道沿线管廊:与轨道11号线平行的管廊应结合轨道交通同步设计与施工;与轨道11号线区间段或站点垂直相交的管廊应纳入综合管廊与轨道交通同步建设中,并通过预制箱涵、预留管廊绕行空间、与轨道交通站点附属结构合建等方式[12]为未来建设与轨道11号线垂直相交的管廊提供实施条件。在入廊管线选择方面,轨道交通沿线管廊应尽量考虑为干线综合管廊,其内部管线主要为输送性干管,沿线服务功能较弱。排水管道因其位置与综合管廊的线路路由差异较大,二者埋深存在较大高差,造成可实施性差、接驳困难、运维成本高等缺点,因此不进入综合管廊。中压燃气管道距离综合管廊线路路由也存在较大差距,且燃气管不能下穿和与建筑物合建,进入管廊内需单独增加舱

室,增加工程造价,因此也不进入综合管廊[13]。最终入廊管线为电力、通信和给水管线。

因地制宜结合轨道交通工程推进综合管廊建设,是破解高密度城区管线敷设空间瓶颈、实现地下资源高效配置的关键路径。管廊与轨道交通工程的一体化协同开发,通过三维空间集约化利用与竖向功能整合,可显著提升城市地下空间综合承载效能,成为城市高质量发展的重要基础设施支撑[14]。

3.3　预留规划管线空间

11 号线穿越昆山全境,轨道工程及道路恢复完成后原则上短期内不允许大面积开挖施工,因此应根据城市设计及地块更新需求合理预留管线容量及管位。管线规划既要突出“更新、织补”,也要体现“完善、前瞻”。对各类管线未来发展的需求预测及空间预留,是管线综合规划的核心任务之一。在临时搬迁阶段,对于管线规模需要进行精细化地排查和交底,根据现状情况控制搬迁排管规模,并适当预留轨交建设周期内所需的扩增规模;管线复位阶段,在现状管线规模的基础上,更需要对远期新增管线进行准确预判[15]。为确保规划管线规模的合理性,应在严格落实上位市政规划指标的前提下,合理测算轨交周边区域的远期市政荷载,并结合各管线权属单位的建设计划,按照“满足使用+合理预留”为原则,降低冗余。以通信管线为例,其服务对象覆盖江苏有线、移动、联通、电信等多家弱电单位,迁改管线的管孔规模是重要指标,需要更为精细的测算与预判。此外,改迁后的通信管线应采取“共沟、共槽、共井”的集约化敷设模式,实现容量与需求的精准匹配。

4　结　语

城市轨道交通的管线综合规划是高度耦合的多专业协同工程,贯穿于规划、设计、建设直至运营的全生命周期,通过在多维空间约束下统筹轨道、市政、建筑等多系统接口,对整体方案持续调整并优化,实现地上、地下空间资源的最优配置与土地立体化利用。管线综合规划的高水平完成,取决于跨部门协同机制的闭环运行、各个阶段的零缝隙衔接及规划成果的可实施性验证。不管是从事管线规划的设计还是管理,都须兼具空间规划能力与建筑、结构、施工、运维的纵向知识谱系,以系统思维统筹冲突消解、资源优化与风险预控,为工程全生命周期提供一体化技术解决方案。

参考文献:

[1] 刘力.随地铁建设综合管廊的设计探索[J].特种结构,2019,36(3):42-46.
[2] 刘君伟.管线基坑施工工序对地铁隧道结构变形影响研究[J].市政技术,2020,,38(6):101-106.
[3] 顾民,陈小鸿.城市道路地下空间的集约利用研究[J].城市交通,2005(2):56-59.
[4] 钱伯阳.管线综合规划提前介入重大市政项目的作用[J].上海城市规划,2011(2):74-77.
[5] 黄倩.浅谈轨道交通建设中前期管线搬迁工程的造价管理[J].建设监理,2021(7):47-49.
[6] 冯伟民,徐峥,黄浩.探索适应轨道交通超常规发展的管线综合规划[J].上海城市规划,2009(2):20-24.
[7] 陈锦全,朱安邦.高密度地区市政管线高质量统筹规划和建设模式创新[J].中国给水排水,2024,40(24):40-45.
[8]王健.浅谈上海轨道交通车站的市政管线改造规划[J].城市道桥与防洪,2015(7):252-254.
[9] 王瑞.精细化管理视角下的上海轨道交通车站管线综合规划[J].上海城市规划,2020(4):126-131.
[10]叶欣.基于BIM技术的地铁车站空间环境设计研究[J].人民公交,2024(22):140-142.
[11] 吴强,张丰琼.地铁工程市政管线迁改典型作法与特殊管线设计[J].中国给水排水,2025,41(4):80-85.
[12] 朱佳友.轨道交通工程与城市综合管廊衔接关键技术[J].工程技术研究,2020,5(11):125-126.
[13] 刘诺晨,邓大鹏,任柯伟,等.城市地下综合管廊入廊管线的分析[J].安徽建筑,2019,26(7):29-31.
[14] 杜永帮,徐恢荣,王建新.深圳市轨道交通共建综合管廊建设实践[J].现代城市轨道交通,2021(增刊1):12-16.
[15] 冯世杰.城市轨道交通综合管线设计体系的转变与更新[J].铁道标准设计,2013(11):123-126.