

地下综合管廊设计要点探讨

贾丹

北京市市政工程设计研究总院有限公司深圳分院

摘要:从断面确定原则、管线入廊原则、入廊管线种类和规模确定、管廊分舱设计原则方面分析了综合管廊断面确定方式。分析了综合管廊平纵布置的相关原则,管廊平纵与道路断面、市政需求、相交管线及构筑物等因素密切相关。通过对管廊平纵横设计要点的探讨总结,以期对综合管廊的设计有所参考和帮助。

关键词:综合管廊断面;入廊管线;平面;竖向

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.21.109

引言

近年来,我国城镇建设高速发展,城市基础设施建设速度相对落后,“拉链马路”“空中蜘蛛网”“管道爆管”等现象日益严重,对城镇的正常运转和生产生活产生了严重的影响。为了提高城市地下管线建设及运维管理水平,保障城市安全运行,提高城市综合承载能力和城镇化发展质量,国家从战略层面提出了稳步推进城市地下综合管廊建设的目标和要求。

从1832年开始,巴黎建设了世界上第一条综合管廊,此后综合管廊经历了180多年的研究、改良和实践,其技术已日趋成熟,在国外发达国家的很多城市已经得到了广泛的应用^{[1][2]}。1958年北京市天安门广场下的综合管廊开启了我国综合管廊漫长的探索之路,我国综合管廊先后经历了概念阶段、争议阶段和快速发展阶段,到2015年进入到了赶超和创新阶段,2018年后进入了有序推进阶段。截至到2022年6月底,我国已建和在建管廊7500km,近期国家连续发出信号,结合老旧小区改造将继续推进城市综合管廊的建设,预计到十四五末,我国综合管廊的建设里程将超过10000km,我国将成为名副其实的综合管廊超级大国。

但是由于社会发展、经济建设的影响,特别是2015年到2018年的超常规建设发展,我们的城市综合管廊建设出现了各种各样的问题,这就对规划、设计、建设、管理和运维等各参与提出了要求,需要上述相关方主动了解需求,总结经验,创新发展思路,发挥专业优势,有序进行全面推进,探索出一条我国综合管廊适宜发展的特色路线,推动我国城市地下综合管廊的可持续发展。笔者从设计角度出发,结合项目经验,对综合管廊设计要点进行分析,以供相关技术人员参考。

一、综合管廊断面确定

(一)综合管廊断面确定原则

综合管廊的断面的确定,直接关系到综合管廊的安全、功能、造价,是管廊设计的首要问题和重要关键技术。综合管廊断面的确定与建设条件、施工方法、入廊

管线种类和管线所需的空间有关,同时还要考虑各类管线的敷设空间、维修空间、管廊附属空间及扩容空间的需求。

1) 断面形式,综合管廊断面形式主要有圆形和矩形两种,半月形或带拱顶的矩形因为断面利用率不高或施工比较复杂,在管廊工程中使用较少。

在管廊埋深较浅,地面条件许可的情况下采用明开挖方进行施工,施工方便,投资少,明挖法施工的断面形式通常为矩形。在管廊埋深较深,或地面不允许开挖,以及穿越河道、地铁、轨道等障碍时,通常采用盾构法或顶管法施工,断面形式为圆形。

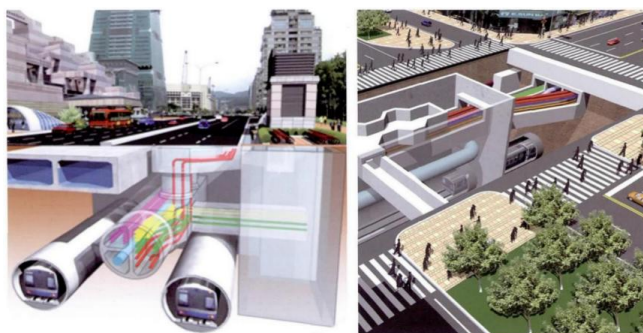


图1.1 台北信义线综合管廊示意图(与地铁同时建设)

2) 综合管廊的断面应根据各入廊管线自身所需的空间、运维空间、附属照明、通风、消防、给水、排水等设施所需的空间确定,同时还需综合考虑管廊建设条件如敷设位置的地质状况、沿线建构筑物情况、沿线重大管线情况、交通情况等,作综合研究后来确定经济合理的断面。

3) 综合管廊断面净高应根据入廊管线的种类、规格、数量、安装及检修要求等综合确定,不宜小于2.4m。综合管廊断面净宽应根据入廊管线的种类、规格、数量、运输、安装、运行、维护等要求综合确定。当综合管廊舱室内两侧敷设管道或者设置支架时,检修通道宽度不宜小于1.0m;当综合管廊内仅单侧敷设管道或者设置支架时,检修通道宽度不宜小于0.9m。

(二) 管线入廊原则

综合管廊的建设可以解决城市道路反复开挖、拉链马路的问题,提高城市市政道路地下空间集约利用率,提升城市形象。判断一种市政管线是否应当纳入综合管廊,可以从技术、社会和经济3个方面进行评估^[3]。

1) 技术因素。一种管线是否应当入廊,首先应从技术角度去分析该管线能否入廊,是否存在技术瓶颈或安全隐患,例如高压燃气不建议入廊,和隧道合建时燃

气管道不建议入廊等，重力流管道太深或太浅不建议入廊等。

2) 社会因素。建设综合管廊能很大程度上解决中国城市反复开挖的“马路拉链”、街道网式架空线的“空中蜘蛛网”问题，保障市民的出行，提升市容环境，集约利用地下空间。虽然一次性投资较大，但从长远来看，其实是节省了许多综合投资，而且对促进社会经济发展，形成经济效益，提高城市基础设施建设和管理说，改成城市面貌等都具有不可估量的重要作用，所以应将符合条件的管线尽可能纳入综合管廊实施。

3) 经济因素。综合管廊一次性投资较大，管线入廊后日常管养、维护成本也较高。不加研究筛选的全部种类管廊入廊势必会导致管廊总体横断面尺寸、甚至埋深增大，维护成本增加。在考虑入廊管线种类时，应考虑其纳入管廊的经济效益，根据地方经济条件合理选择入廊管线种类及规模。

(三) 入廊管线种类和规模确定

1) 电力、通讯缆线

电力、通信缆线通常数量较多，埋地敷设需占用大量地下空间，其检修在市政管线中也是最为频繁的，扩容的可能性较大，采用集中建设的方式能极大程度高效集约利用地下空间，也为后期扩容提供便利。同时电力、通信缆线可与多类管线进行组合设置于同一廊道内，将其纳入综合管廊较为经济、合理。因此，一般考虑将电力通信缆线纳入综合管廊内敷设。

2) 给水管道、原水管道、再生水管道

给水管、再生水管敷设、覆盖范围广泛，各道路下均有敷设，城市区域内敷设的给水管、再生水管，一般兼具转输及服务功能。与其他管线相比，给水、再生水管容易发生渗漏，检修、维护较为频繁。给水、再生水、原水管道可与排水、热力、电力、通信管线中的任意管线进行组合，纳入综合管廊较为经济、合理，也为管道的升级和扩容提供便利。原水管道为输水干管，管道重要性较高，沿线分支少，可与给水、再生水、热力、电力、通信管线中的任意管线进行组合，纳入管廊较为经济、合理。

3) 燃气管道

燃气管道因考虑安全性，要求单独设置于综合管廊一个舱室内，不容许与其他管线组合敷设于同一舱室内。燃气管线入廊可以有效保护燃气管道，减少工程施工及地质灾害等对燃气管道的破坏，也可避免燃气管道检修带来的道路反复开挖等民生问题。在管廊的燃气舱室内设置探测器可以有效地监测管廊内燃气管道的泄漏、破损等情况，并及时报警。

然而，由于燃气管线入廊需单独敷设于一个舱室内，管廊空间利用率较低，且考虑安全因素，管廊内监控、检测、报警、安防等系统比较复杂、严格。燃气管道入廊一次性建设投资较大。建议经济状况较好、建设标准较高的城市可以考虑燃气入廊。

4) 热力管道

热力管道一般压力较大，为8~10MPa，管材多为钢管外套保温层，虽然管道外套保温层具有隔水作用，能对热力管道起到保护作用，但实践证明，埋地敷设的热力管道往往会受到不同程度的腐蚀。例如滨海地区地下水腐蚀性较大，管道每隔几年就需要更换，热力管道纳入综合管廊能有效地延长管道的使用寿命，避免由于管道维修引起的“拉链马路”现象。所以，热力管线一般也纳入综合管廊中

5) 排水管道

排水管道分为雨水管道和污水管道，为市政管线中检修、维护次数最少的管线。污水管道又分为压力污水管和重力污水管两种，一般而言，压力污水管道可以参照给水管道做法直接纳入综合管廊。而重力污水管及雨水管道管径一般较大，其建设规模按照远期规划规模一次建成，雨污水管道入廊后将大大增加管廊断面，导致投资增加。且污水会产生硫化氢、甲烷等有毒、易燃、易爆气体，需额外考虑通风、防渗漏等安全措施，宜单独设舱，进一步增加管廊投资及建设难度；雨水管道一般直接服务于周边地块，沿线需预留密集雨水口，雨水支管也较多，这将增加管廊节点实施难度；但雨污水入廊可减少因检修带来的路面反复开挖问题，降低城市运行管理成本。

在高程适宜，满足上下游排水接入且不明显增加管廊埋深的情况下，经济条件较好的城市可选择雨污水入廊。

根据上述各类管线入廊特点的分析，电力、通信、给水、原水、再生水、热力等管线入廊受制条件少，管廊空间利用率高，一般情况应纳入综合管廊。

燃气入廊需要单独设置舱室，比较占用空间，经济状况较好、建设标准较高的城市可选择将其纳入管廊。

雨水、污水管线入廊将大大增加管廊断面甚至埋深，使投资明显增加。对于城市道路红线内满足雨污水管线入廊敷设要求，经济状况较好的城市，可根据需要，局部采取雨水、污水管线入廊。

(四) 综合管廊分舱设计原则

分舱原则除了遵循《城市综合管廊工程技术规范（GB 50838—2015）》，还应根据各专业规范要求及各专业运行公司的相关要求。

《城市综合管廊工程技术规范（GB 50838—2015）》强条规定天然气管道应在独立舱室内敷设；蒸汽管道应在独立舱室内敷设；热力管道不应与电力电缆同舱敷设。给水、再生水、电力、通信、雨污水管线原则上均可布置于同一舱室，但各专业运行公司可能有不同要求。比如中国南方电网《地下综合管廊（电力仓）建设导则（2020年版）》要求110kV及以上高压电力不能与中低压电力同舱，应设置独立舱室^[4]。

受当前体制机制、运维水平、技术水平的限制，综合管廊要求分舱设置。但分舱一方面将增加土建投入，

同时也会使附属系统更为复杂，前期一次性投资和后期运维费用都将相应增加。因此，确定入廊管廊种类、规模及管廊分舱问题上，应多与规划及产权单位沟通，充分比选方案的最优性，使得管廊分舱既能满足规划及产权近远期需求，又能经济适用。

二、综合管廊平面设计

综合管廊平面设计首先应遵循《城市综合管廊工程技术规范（GB 50838—2015）》，还应根据道路横断面、绿化带和地下空间开发情况等确定。

综合管廊一般随城市道路布设，布置在道路两侧地块对市政管线的需求较大的一侧，以减少管线分支口设置。当道路一侧靠近山体时，管廊应设置在地势较低的一侧，避免管廊开挖难度及施工造价。

根据规范，综合管廊的每个舱室需设置人员出入口、吊装口、逃生口、通风口、管线分支口等各类孔口，其中通风口一般高出地面，其他口部根据管理维护需要，经常开启。所以综合管廊平面位置一般靠近道路人行道布置，综合管廊人员出入口、通风口、吊装口等设施应与道路景观及功能的结合，通常设置在绿化带内。



图2.1 综合管廊及风亭在道路横断面位置布置示意图

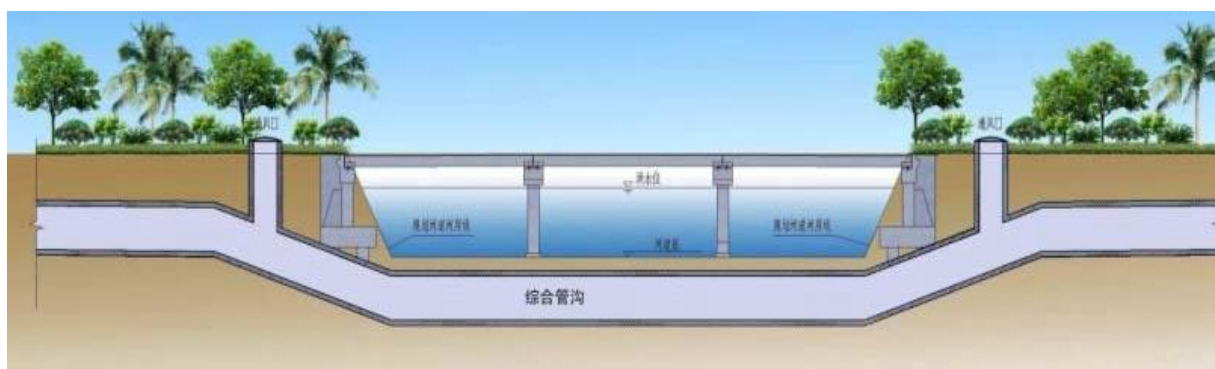


图3.1 管廊穿越河道示意图

结语

综合管廊安全建设是解决“拉链马路”“空中蜘蛛网”社会问题的治本之策，也是中国城市基础设施现代化的必要措施，是国家及各地方稳健发展的重要抓手。综合管廊建设涉及的部门、程序、专业多，系统较为复杂，工程量较为庞大，其建设水平是衡量一个城市乃至一个国家基础设施建设水平的重要标识之一，因此需要设计者系统思维，优化综合管廊平纵横设计，设计高水平具有前瞻性的综合管廊。

三、综合管廊竖向设计

综合管廊的埋深应根据地下设施的竖向规划、道路行车荷载、绿化种植及设计冻土深度等因素综合确定，综合管廊的埋深应满足管廊本体抗浮要求；满足管廊附属设施如投料口、通风口、箱式变电站等设施对设备空间和操作空间的要求，一般情况下综合管廊覆土厚度不应小于3.0m，局部节点处覆土不应小于0.7m。综合管廊的竖向设计应考虑管廊内管道检修时自流排水需求，其最小纵坡不应小于0.2%；最大纵坡应考虑各类管线敷设、运输、维护方便，一般控制在15%以内。若超过10%，需在管廊内通道部位设防滑地坪或台阶。

当遇到其他交叉管线及建构筑物时，须要满足管廊内部管线交叉、管廊与埋地管线交叉、管廊检修（疏散）通道交叉的畅顺。为避让相交重力流管道或河道时，一般采取下穿的方式通过，当下穿河道时，综合管廊外顶离河底不应小于2.5m。管廊与污水管、其他人工、自然设施竖向处理原则为：

1) 管廊与河道的竖向交叉

管廊与河道交叉时，一般采取下穿的方式通过。建（构）筑物顶部与天然河床的垂直距离应满足其行业技术标准和管理规定，并应大于天然河道的冲刷深度，且不应小于2.5米。

2) 管廊与其他埋地管线的竖向交叉

通常情况下，管廊与既有管线交叉，管廊避让既有管线；管廊与规划压力管线交叉，压力管线避让管廊；管廊与规划重力流管线交叉，管廊避让重力流管线。管廊在与其他直埋管线的交叉时，一般采取管廊下穿通过的方式。

参考文献

- [1]姜金延, 陈晓红. 综合管廊研究与概述[J]. 城市道桥与防洪, 2020(6): 278-282.
- [2]王长祥, 屈凯等. 国外综合管廊建设概览[J]. 特种结构, 2019, 36(04): 49-57.
- [3]陈方. 综合管廊总体及关键节点设计实例研究[J]. 设计与技术, 2023, (02): 94-97.
- [4]陆敏博, 王新庆, 王志红. 城市综合管廊标准断面设计要点探讨[J]. 给水排水, 2016, 42(8): 115-117.