

市政综合管廊系统的特征与设计要点研究

王甲飞 张娟

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

摘要：市政综合管廊系统是一个为排水、通信、供电、供热、燃气等基础设施统一建设构筑的地下空间。优化市政综合管廊系统设计，能够实现对市政设施的统筹管理，提高城市地下空间利用率，延长管线系统使用寿命，且全寿命成本效益显著。因此，为切实发挥市政综合管廊系统运行效益，应严格遵守相关设计准则，开展系统线路设计、横断面设计、结构设计以及通风设计等工作，充分把控设计要点，进一步促进市政建设事业可持续发展。

关键词：市政综合管廊系统；特征；设计准则；设计要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.13.096

市政工程是政府基于责任与义务在管辖范围内建设的建筑物与公共设施，包括路桥工程、给排水工程、燃气管道工程、通信电缆工程、供电管线工程等，从美化城市形象，为城市居民创造便捷、舒适生活环境角度考虑，近些年政府加大财政投入，大力建设市政工程^[1]。与此同时，各大城市在不断发展，为满足居民工作、生活需求，市政基础设施必须不断更新，为便于后期检修、养护、维护，我国引进了市政综合管廊系统，将给排水、供热、供电、通信、燃气、消防等管线统一规划建设在一个空间。但从现状来看，市政综合管理系统建设过程，尚有诸多不足之处，在设计方面需多加完善，严格把控设计质量。

一、市政综合管廊系统的特征概述

市政工程建设是一个持续性、综合性的项目，引进综合管廊系统的建设理念，在地下构筑一个统一的空间，为给排水、通信、供电、供热、燃气等基础设施建设提供一个统一的平台，便于后期更新维护。与此同时，市政综合管廊系统与城市道路配套建设，是一个保障城市正常运营的生命线工程，系统的建设主要呈现出以下特征，即：

(1) 市政设施统筹管理。市政基础设施关系到城市的生产与生活，任一工程设施出现问题，都会影响到城市的正常运营，建设市政综合管廊系统，统一规划建设各类基础设施，可实现市政基础设施的统筹管理，定期养护维修，如若设施突发故障，无需开挖道路即可进行检修，减少设施维护检修对于居民生活造成的不良影响，进而大大节约人力、物力资源。

(2) 提高城市地下空间利用率。随着我国城市的发展，人口的增加，人均占有土地面积降低，土地资源进展，大量市政基础设施从地上转移到地下，建设综合

管廊系统，统筹规划市政基础设施，能够提升城市地下空间的利用率，而且能够为后续地下空间开发打下了良好的基础^[2]。

(3) 延长管线系统使用寿命。建设综合管廊系统，统筹规划各类管道系统，可创造良好的运营环境，避免管线遭受地下水及土壤中化学物质的腐蚀，便于后期保养维护，有效延长管线系统的使用寿命。

(4) 全寿命成本效益显著。从建设阶段来看，市政综合管廊系统造价比较高，但是在投入使用后，后期运维成本比较低，而且工程的建设，能够为市政管线运维、检修提供极大的便利，在管线养护、检修及更换时，无需反复开挖路面，可以节省大量的管线运维成本，而且能够避免对城市道路交通的干扰，进而保证系统运行全寿命成本效益的提升。

二、市政综合管廊系统建设现状问题分析

虽然市政综合管理系统特征鲜明，但在实际建设期间，仍存在一些问题。具体而言，主要问题如下：

(一) 建设成本高，利益分配不够明确

市政综合管廊系统规模大，建设成本高，且不适合分期进行建设，需一次性投入。在此情况下，如果各管线单位之间未能密切配合，容易出现投资费用分担难以明确的情况，进而导致利益分配不够明确、合理，影响系统建设工作的顺利、有序进行。

(二) 设计及施工技术难点较多

一方面，从现状来看，国内在市政综合管廊建设方面的行业规范尚且有待健全、优化，在此情况下导致设计标准、计算方法、施工规范显得不够完善，会使市政综合管廊系统设计、运行受到较大程度的影响。另一方面，在市政综合管理系统建设期间，考虑到对城市的影响能够有效降低，装配式结构需预制，以此使预构件质量得到有效保证^[3-4]。然而，因在施工技术难点较多，难以保证构件现场安装、连接的稳定性及安全性。

(三) 管道准入问题明显

在市政综合管廊系统当中，涉及的市政设施较多，且各市政管道之间存在相互干扰的情况，这样会使其安全、稳定运行受到影响。以燃气管线为例，在电力管线发生故障起火时，未能及时处理，会引发爆炸安全事故。与此同时，其他相关管道系统，在管道发生故障的情况下，或受到腐蚀物质的影响，缺少维护保养，会使管道耐久性受到影响。

三、市政综合管廊系统优化设计要点分析

为预防控制市政综合管廊系统建设问题的发生，从

根源上杜绝,需优化市政综合管理系统设计。结合实践经验来看,市政综合管理系统优化设计要点具体如下,包括:

(一) 遵循相关设计原则

为优化市政综合管理系统设计,首先需遵循相关设计基本原则,即:

(1) 遵循国家相关规定原则。在市政综合管理系统设计过程,需遵循国家相关规定,如市政综合管廊系统设计规范、电力工程电缆设计规范等等^[5]。并确保综合管廊建设于合适的区域,如在线缆与管道交叉集中部位,可进行综合管廊系统的建设。此外,基于地下条件复杂时,加上环境限制大,管线数量比较多,可进行综合管廊系统建设。

(2) 城市美观原则。在市政综合管廊系统设计过程中,需确保相关市政工程线缆转移至地下,如供水、供电、供热以及通讯线缆等,均需于管廊内集中,并对智能检测系统进行合理设置,配套设计检修口、吊装口,使集中检修、维护保养工作能够顺利、有效进行。此外,在维护地上区域干净、整洁、卫生的基础上,有助于体现城市空间环境的美观。

(3) 保留功能性原则。市政综合管廊系统设计过程需遵循保留功能性基本原则,即保留防水功能、通风功能、防漏电功能、隔热功能、防潮功能等等。究其原因,主要是因为综合管廊囊括的管道与线缆较多,且在运行方面具备各自的要求,所以需保留以上各项功能,以此使市政综合管廊系统当中的各类管道、线缆的安全性得到有效保证,进一步使维修成本得到有效控制。

(4) 经济性原则。上述提到市政综合管廊系统建设规模大,投入成本高。因此,在综合管廊建设期间,需遵循经济性原则,即控制各阶段建设成本,优化设计,确保工程建设所需人工、机械设备、材料、工艺技术等费用控制在合理范围内,在严格把控工程造价成本的基础上,提高市政综合管廊系统运行的经济性。

(二) 优化线路设计

基于平面线形设计层面,市政综合管廊系统通常和城市道路配套建设,这样能够有效利用道路地下空间,同时能够借助道路横断面规划,统筹建设市政基础设施,简化管廊系统设计,无需再占有道路以外的地下空间,可谓一举两得。在空间位置上,管廊系统一般建设在城市道路中央绿化带下方,与道路绿化系统相匹配,便于管线分支设计^[6]。不过,在城市道路建设中,涉及跨越河流的桥梁,在这一路段,综合管廊系统需要局部转折绕行,避开桥梁基础,在这一段的设计中,需要设置沉降缝,以防管廊结构因为沉降差异而开裂。在纵断面线形设计上,应该严格把控管廊结构埋深、纵向变化这两个要点,综合考虑雨水支管、燃气支管等从综合管廊顶部穿越的因素,合理设置综合管廊系统的最小埋深,而且根据绿化植被的种植要求,覆土厚度必须超过

1.5m。在设计穿越道路路口的管廊结构时,为避让重力流管道,可采取局部下卧或上抬的交叉设计方案,如果内部涉及重力流管道,需基于重力流排水要求合理设计。

(三) 优化横断面设计

横断面的设计包含以下两个部分,即:

(1) 管廊外形设计。在满足受力安全、便于施工要求的基础上,展开管廊外形设计,埋深较小的管廊系统,一般选用框架结构,埋深较大的管廊系统,受到较大的土压力,应选用管型或圆形结构,由于市政综合管廊系统施工需占用较多资源及土地,影响到城市道路交通及环境,应该尽量提升施工效率,缩短施工时间,首选预制装配式施工工艺,在工厂中预制管廊系统节段,运输至施工现场,安装连接即可,施工效率高,质量有保障^[7-8]。因此,当前市政综合管廊系统通常会选用钢筋混凝土框架结构或者管型结构,这两种结构具备自稳特性,受力性能优良,安装施工便捷高效,完全符合施工需求。

(2) 管廊内部管线的空间配置。基于通信、供热、供水等管线设施的特征、准入问题,优化空间布局规划,确保断面紧凑,便于后期运维管理,满足市政基础设施长期运营使用的要求,一般来说,上端会设置轻介质、小断面、出线多的管道,下端会设置重介质、大断面、出线少的管道,中间布设方便运维、检修人员通行及作业的人行通道,部分管道故障发生率高,需频繁维修,应该设置在靠近人行通道的位置,便于检修,管道与管道、管道与墙体之间应该留有足够的间距,确保管线安全运行。

(四) 优化结构设计

在市政综合管廊结构设计期间,首先应通过结构计算分析,确定管廊的尺寸,考虑到管廊结构处于地下,必须具备基本的耐腐蚀性能,结构厚度不得小于25cm,且钢筋保护层厚度不得小于5cm,在管廊结构内部,钢筋层保护厚度可适当减小,但也不得小于2.5cm^[9-10]。此外,在管廊结构设计中,应关注防水、防腐构造设计,受到地下水腐蚀,管廊结构耐久性、承载力会下降,管廊内部敷设的管线系统使用寿命也会缩短,因此,必须严格把控防水构造设计,以较高的防水要求,进行管廊结构设计,提升构造连接处的防水等级,采用防水复合层加止水橡胶带的防水构造,表面再涂抹防水涂料,在防水处理时,填入防腐材料,达到防腐要求,管廊内部金属构件需进行特别的防腐处理,在除锈后,涂抹环氧沥青层,形成防腐层。

(五) 优化通风系统设计

通风系统为市政综合管廊中重要系统之一,为优化通风系统设计,首先需合理选择综合管廊通风方式。基于管廊建设期间,自然进风和机械排风相结合为应用较为广泛的一种通风方式,即于排风井将排风装置固定

好,以排风井负载压力为依据,及时排除管道当中产生的有害气体、余热等。需注意,相关市政综合管廊系统建设期间,因受到场地的影响,难以达到负载上的排风压力,对此需对排风管合理安装,在诱导处理通风的情况下,确保通风系统运行的有效性及安全性。其次,在综合管廊通风系统设计过程,还需控制通风系统火灾工况模式,针对管廊通风系统当中的防烟防火阀,合理设置扭转度数,确保管廊当中火灾产生的废气能够及时有效地排出,避免二次起火情况的发生。基于关闭通风系统处理方面,需发挥消防控制中心的作用,通过信号的探测、采集,及时将关闭指令发出,在通风系统安全关闭的基础上,保证通风系统后续运行的可靠性及安全性。此外,在通风系统设计过程,因风机于管廊外面的风井中安装,风机运行期间,容易产生噪声,使周边环境受到一定程度的影响。所以,需对风机设备噪声进行有效处理,即需选择使用低噪声风机,并在合适的区域部位安装风机,如有必要还可以合理安装消音器,使风机设备噪声得到有效处理,并保证综合管廊通风系统运行的经济性 & 绿色性。

(六) 优化防火系统设计

防火系统,是市政综合管廊系统中重要的部分,为优化防火系统设计,需注重防火分区设计的优化,确保不同分区之间的间距控制在 <200 米。与此同时,确保选用的防火材料性能优良,优化综合管廊承重结构安装,保证可以承受 >3 小时的火烧。并且,基于防火分区,需确保防火墙、防火门、阻燃包等设施配置完全,确保排水沟具备完整的水封,以此使火灾能够得到及时有效控制。在综合管廊T口部位,需对防火分离设施加以健全,并合理应用耐高温材料,通过防火墙的构建,使火灾的蔓延得到有效防止。此外,防火需遵循“预防为主,防治结合”的基本原则,所以在防火系统设计过程中,需对综合管廊火灾自动报警系统进行设计,使火灾的预防控制效果增强。

其中,在火灾报警中,感烟火灾探测器为重要的装置之一,所以在综合管廊火灾自动报警系统设计时,需合理设置感烟火灾探测器,在对火情有效感应及探测的基础上,确保可以及时发出报警信号,并使消防设备被触发,达到及时快速灭火的作用。具体而言,可以处于市政综合管廊舱室顶部位置进行感烟火灾探测器的安装,确保此装置和灭火系统之间维持良好的连接关系,在发生火灾情况下,经感烟火灾探测器,对灭火系统发出相应的指令。与此同时,还有必要进行感温火灾探测器的安装,于内部空间比较小的支线综合管廊中安装,并利用此探测器,实时监测空间内部温度,在监测温度比火警参数高的情况下,报警信号触发,使火灾事故得到有效预防控制^[11-12]。此外,基于综合管廊出入口、逃生口、各路段,需进行防火墙装置的安装,处于火情发生初期阶段,利用防火漆,可以在上述火灾探测器将

报警信号发出,然后启动,从而使火势的蔓延、扩张得到有效避免,该装置可自动操作,也可手动操作,这样若自动控制系统自动操作失控,换为手动操作,可以保证防火墙安全启动,避免出现无法启动情况的发生。当然,还可以配套设计电气火灾监控系统,利用此系统实现预先预警,使火灾得到有效预防控制。

四、结语

综上所述,在城市发展过程中,需根据其发展战略重新规划格局,更新市政基础设施,比如随着城市人口的迅速增长,必须重新设计给排水系统,方能满足城市生产及生活供水要求,且市政工程后期需要持续运营维护,方可保证工程的正常运行,提供城市生产及生活所需的能源。市政工程覆盖整个城市,系统更新、维护、检修会影响到城市交通及居民生活,通过引进综合管廊系统,将市政管线统一敷设于固有空间,后期的运维管理会更加方便,不会对外界产生太大干扰,优势显著。总体而言,为充分发挥市政综合管廊系统的优点,应该基于城市发展战略,作出合理设计,把握系统设计要点,提升设计质量,进一步为市政综合建设事业稳步、可持续发展奠定坚实的基础。

参考文献

- [1] 刘雪君,白建国,高将.BIM技术在市政综合管廊中的应用价值分析[J].江苏建筑,2020(05):124-126.
- [2] 孟华,张守奇,荆珂.城市新区综合管廊的设计与探讨[J].科学技术创新,2020(19):103-105.
- [3] 张欣宇,吴芝奇.谈BIM在市政综合管廊设计中的应用[J].工程建设与设计,2020(12):120-121.
- [4] 黄桢.市政污水管纳入综合管廊的设计要点及影响探析[J].居舍,2019(03):124.
- [5] 薛延丰.BIM技术在市政综合管廊施工阶段的应用[J].工程技术研究,2020,5(09):107-108.
- [6] 高雪刚.城市地下综合管廊的设计和施工研究[J].城市住宅,2020,27(03):205-206.
- [7] 龙照现.市政工程地下综合管廊设计分析[J].城市建设理论研究(电子版),2020(09):43.
- [8] 龚银川,魏兵,范联恩.浅谈城市市政综合管廊的建设[J].建材与装饰,2020(07):187-188.
- [9] 马铨.关于BIM在市政综合管廊设计中的应用[J].居舍,2020(07):108.
- [10] 肖菊.城市综合管廊火灾自动报警系统设计[J].电子技术与软件工程,2020(03):125-126.
- [11] 王方斌,陈忠良.修建综合管廊的市政道路管线综合设计要点研究[J].江西建材,2019(11):60+62.
- [12] 弓旭平.市政工程综合管廊设计与施工要点探讨[J].中国住宅设施,2019(07):50-51.