

城市地下综合管廊机电技术研究

成世民

中铁雄安建设有限公司 河北 保定 071800

【摘要】：城市地下综合管廊集供电、通信、供热、给排水、燃气等工程于一体，作为城市生命线工程，是城市重要的基础设施之一，尤其是大中城市及北方城镇。本文以哈尔滨市地下管廊为例，进行城市地下综合管廊机电技术研究，提出了相应的技术措施，保证了施工质量和功能的实现，为保障后续城市地下综合管廊正常运转打下坚实的基础。

【关键词】：城市地下综合管廊；机电技术；BIM

1 引言

哈尔滨市地处我国东北边陲，全年结冰期 190 天左右，季节性冻土发育，从 10 月末开始结冻至翌年 5 月底化透，最大冻结深度 1.98m。一旦城市供电、通信、供热、给排水、燃气等管线出现故障，抢修工作漫长而费力，严重影响企业生产和居民生活，因此将上述管线集入城市地下综合管廊，加速建设尤为重要。哈尔滨市地下综合管廊建设二期工程共 9 条路，13 条路段，总长 12194.67m，分别为宏伟路、南直路南、南直路北、长江路、先锋路、向化街、闽江路、化工路、哈东路，包含电力通信给水综合舱、热力舱、蒸汽舱、预留舱。由于工程线路长，工程规模大，施工工序多，互相干扰大，如何保证施工质量和安全，是施工单位需研究解决的问题。本文简单介绍了城市地下综合管廊机电系统组成，梳理出城市地下综合管廊机电系统设计常见问题，通过管理关系接口、全寿命周期 BIM 技术应用、预埋件及预埋槽道、综合调试等技术，能尽可能减少设计遗漏和提升管廊机电系统安装质量，为顺利完成城市地下综合管廊机电系统安装及调试奠定基础。

2 哈尔滨城市地下综合管廊机电系统介绍

2.1 供电系统

供电系统由室外箱式变电站、设备间控制柜、管廊内动力和照明供电系统组成，包括变配电系统、动力配电和控制系统、照明系统、综合管廊防雷接地及电气安全系统、电力监控系统、电力计量系统等。高压采取两路电源供电，消防配电箱电源设双切开关，一主一备，且消防设备专设一套 UPS 供电。其中消防设备、监控与报警系统、应急照明的监控与报警设备，管道紧急切断阀、事故风机为二级负荷；一般照明及其它为三级负荷。

2.2 通信系统

通信系统包含电话系统和无线通讯系统。电话系统用于内外电话联系、控制中心管廊电话话务台与管廊内光纤电话

通讯。无线通讯系统实现管廊内无线覆盖，为应急通讯及运维管理软件移动端提供通信。

2.3 消防系统

防火分区设置为不超过 200m，每个设一套送排风口、逃生口、投料口等。综合舱设自动灭火系统，舱室防火分隔间距不大于 200m，并设置防火墙甲级防火门，防火沙袋堆砌耐火极限大于 3 小时。干线管廊中含电力电缆的舱室，支线综合管廊中容纳 6 根及以上电力电缆的舱室设置自动灭火系统。电力电缆舱消防系统采用非贮压式超细干粉灭火系统。

防护区入口处设置火灾声光报警器和干粉灭火剂喷放指示灯。火灾自动报警系统主要由火灾报警系统、防火门监控系统、超细干粉灭火系统、分布式光纤测温系统组成。消防控制室内设置联动火灾报警主机、消防联动控制器、消防控制室图形显示装置、手动控制盘、超细干粉灭火控制主机、分布式光纤测温火警探测系统、可燃气体探测系统、防火门监控系统。

2.4 排水系统

排水系统设置排水明沟，最低点每隔 200m 设置一个集水坑，坡度不小于 0.2%，主要满足排出结构渗漏水、管道漏水及结构表面凝结水，包含排水明沟、排水立管、排水泵、集水坑及闸阀、逆止阀。

2.5 通风系统

通风系统采取自然通风和机械通风方式，其中天然气管道舱的舱室采用机械进风与机械排风相结合的通风方式。共同管廊按 200m，盾构段按 400m 设置一组新排风系统，通风量采用正常通风换气次数 2 次/小时，事故通风换气次数 6 次/小时。为确保综合管廊平时正常运营及火灾后排风，对管廊内空气温度及通风系统进行监控，采用现场手动及控制中心两级监控。

2.6 环境与附属设备监控、安防系统

监控系统对排水泵、机械风机、供电设备、消防设施进行监测和控制,控制方式采用就地联动控制和远程控制控制方式。控制中心监控主机采用以太网进行管廊内现场控制箱通讯,彩色显示器上能生动形象的反映管廊内各设备状态、仪表检测数据和动力配电的实时数据并报警,监控计算机同时还向 ACU 发出控制命令、启停现场附属设备。

安防系统包括防入侵系统、电子巡查管理系统、视频监控系统三大部分,在监控中心(分控中心)设置一套安防工作站和视频服务器。

2.7 标识系统

标识系统包含引导标识、管道引出标识、安全标识、综合管廊标示桩。

3 常见机电系统设计问题

根据哈尔滨城市地下综合管廊图纸会审及施工过程,结合其余城市地下综合管廊施工经验,地下综合管廊工程设计图纸容易存在以下几点问题。

(1) 部分防火分区设置错误、缺少设备布置图

部分线路防火分区设置错误,不满足不大于 200m 一处且显示不完整;部分线路防火分区引制另一区设备间导致交换机重复设置问题;缺少部分线路超细干粉灭火器布置图;部分线路外部电源引自其他线路的设备间未标注等。

(2) 工程数量表和设备材料表部分型号与数量缺失

工程数量表和设备材料表内强电电缆及配套钢管有型号、数量没有明确值,电缆槽盒、接地扁钢无型号及数量。

(3) 设备线缆型号不统一

设备材料表中镀锌钢管型号不统一;部分线路视频监控系统中采用数字全球摄像机,其他线路均采用枪型红外摄像机,型号不统一;部分线路综合布线系统中采用信息插座和电话插座,其他线路均为无线 AP 与天线,型号不统一;部分线路电话系统中采用 25 对大对数电缆,其他线路采用管廊专用光纤电话主机和光纤电话副机模式,型号不统一。

(4) 系统图、平面图与施工图不一致,部分设备线缆连接方式未明确

防火密闭槽盒型号平面图和施工图不一致;安防设备连接图中入侵报警、红外对射在系统图中采用 2*1.5 电缆,在平面图中显示采用 2*1.0 电缆;电缆引出电缆槽的方式未明确;泵控制箱和插座箱安装于自用桥架侧面固定方式未明确。

(5) 设计不合理、后期维护考虑不周

部分线路设备材料表使用 4 芯多模光缆,未考虑到多模色散影响衰耗;部分线路总配电箱数量设置错误;部分线路设备材料表使用 6 芯单模光缆,未考虑后期维护。

4 机电系统技术研究

4.1 管理关系接口及施工安排建议

城市地下综合管廊管理接口关系主要包含廊体、预埋件、电缆线槽、线缆敷设、机电设备安装与土建、强弱电、风水消防等专业,主要管理接口关系见表 1。

表 1 城市地下综合管廊管理接口关系表

序号	项目	土 建	强 电	弱 电	水暖通 消防	备 注
1	廊体	●	○	○	○	
2	预埋件	●	○	○	○	
3	电缆线槽	○	●	●	△	
4	线缆敷设	○	●	●	△	
5	机电设备	○	●	●	●	

注:●表示强相关,△表示弱相关,○表示不相关。

施工安排建议先进行城市地下综合管廊外部电源线路的报装工作(供电局接入报装是重点),同时进行通风系统和供电系统施工,然后同步廊内照明系统、排水系统、通信系统、消防系统、标识系统施工安装,待通信系统完成后,进行环境监控系统调试。

4.2 全寿命周期 BIM 技术应用

由于城市地下综合管廊结构相对较为统一,在全寿命周期应用 BIM 技术具有较好的优势和条件。首先在设计阶段,组建专业的深化设计部门,对整个施工和设计过程及各专业统一协调,可减少甚至消除设计遗漏与错误。其次在施工阶段,对各专业施工工序过程进行模拟,减少碰撞和返工,通过 BIM 动态模拟施工阶段过程,进行进度管理。采用 BIM 现场施工管理信息技术,通过基于施工模型的深化设计,以及场布、施组、进度、材料、设备、质量、安全、竣工验收等管理应用,实现施工现场信息高效传递和实时共享,提高施工管理水平。最后在运维阶段,通过 BIM4D 虚拟建造场景和大数据应用结合,进行逐年现场运维大数据收集与应用,针对运维存在的关键问题及备品备件进行智能化准备,可明显的降低全寿命周期成本。

4.3 预埋槽道及移动工作站预制技术

(1) 移动工作站预制技术

在预制加工厂建立作业流水线,进行管道加工和焊接预制。机电设施采用标准的模块化设计,使泵组、冷水机组等设备形成自成支撑体系的、便于运输安装的单元模块,进行预拼装、现场分段组装。加工前对通风管道进行深化设计,确定风管规格,尺寸;建立风管自动化生产线,制成半成品薄钢板法兰直风管管段。异形配件采用数控机床,通过离子切割设备自动切割。采用二维码技术,预制完成后核对并贴上二维码标签,现场安装前先扫二维码,确定风管规格和安装位置后安装。

(2) 预埋槽道技术

城市地下综合管廊管线安装采用预埋滑槽的方式,防止了重复密集打孔及设施的腐蚀,减少了管线施工对结构的破坏,提高了机电安装的施工效率,同时相较传统开洞减少了噪声、灰尘、震动对人体健康的影响,提高运营安全性。

4.4 综合调试技术

先分别完成供电系统、通信系统、排水系统、通风系统、消防系统、环境与附属设备监控、安防系统单机单系统调试,合格后填写单机单系统调试用表,同时完成标识系统。随后以消防验收为推手、实现消防系统功能为目的,进行城市地下综合管廊综合调试,实现上述系统之间的联动。

排水泵试运转结束后,应关闭泵的出入口阀门和附属系统的阀门,放尽泵壳和管内的积水,防止生锈。消防用排烟风机、应急照明、消防控制中心用电采用独立回路供电,并在供电末端进行自动切换,切换装置设电气及机械连锁,消防配电装置设明显标志。

结束语

本文通过严寒地区城市地下综合管廊机电系统设计常见问题、机电施工技术研究,提出了相应的技术保证措施,确保了城市地下综合管廊在施工和运营过程中的运行安全。

参考文献:

- [1] 盖晓连,张佰真铭.以哈尔滨市为例浅谈地下综合管廊建设[J].黑龙江科学,2016,7(21):142-143.
- [2] 刘汉涛.长春市临河街地下综合管廊设计与施工技术研究[D].哈尔滨工业大学,2017.
- [3] 李河江,樊行鑫,国计鑫.城市地下综合管廊施工技术研究与应用[J].工程建设与设计,2020(19):123-124+133.