

安顺市中心城区地下综合管廊一期建设工程消防系统设计

李 拓¹, 周建华¹, 郭 静²

(1. 广州市市政工程设计研究总院有限公司, 广东 广州 510062; 2. 生态环境部华南环境
科学研究所, 广东 广州 510655)

摘 要: 安顺市中心城区地下综合管廊一期工程总长度为 8.5 km, 管道舱容纳给水管 DN500、通信管道 16 孔; 电力舱容纳 10 kV 电缆 16 回、110 kV 高压电缆 2 回; 燃气舱容纳 DN250 燃气管; 污水舱容纳 DN400 ~ DN500 污水管。对综合管廊各舱室进行了火灾危险性分析, 介绍了各舱室防火分区设置与疏散设计, 讨论了综合管廊灭火设施的合理设置。在各舱室设置手提式灭火器, 在电力舱设置超细干粉自动灭火系统。分析了自动灭火系统的参数选择、设计计算与系统布置, 并介绍了自动灭火系统与火灾自动报警系统、通风系统的消防联动控制设计。工程通过合理配置灭火设施并进行系统联动设计, 构建了安全高效的消防体系, 为类似项目设计提供参考。

关键词: 综合管廊; 消防系统; 超细干粉自动灭火系统; 联动控制

中图分类号: TU998.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)22-0066-05

Design of Fire Extinguishing System for Utility Tunnel in Central District of Anshun City

LI Tuo¹, ZHOU Jian-hua¹, GUO Jing²

(1. Guangzhou Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Guangzhou 510062, China;
2. South China Institute of Environmental Science, MEE, Guangzhou 510655, China)

Abstract: The total length of the utility tunnel (phase I) in central district of Anshun City was about 8.5 km. The pipeline cabin contained DN500 water supply pipeline and 16 holes in communication pipelines; the power cabin contained 16 cycles of 10 kV cable and 2 cycles of 110 kV high voltage cable; the gas cabin contained DN250 gas pipeline; the wastewater cabin contained DN400 - DN500 pipeline. The fire risk analysis of each cabin of the utility tunnel was carried out. The fire prevention zoning and evacuation design of each cabin were introduced. The reasonable setting of fire extinguishing facilities of the utility tunnel was discussed. Hand-held fire extinguishers were installed in each cabin and ultra-fine dry powder automatic fire extinguishing system was installed in the power cabin. The parameters selection, design calculation and system layout of automatic fire extinguishing system were analyzed. The fire fighting linkage control design of automatic fire extinguishing system, automatic fire alarm system and ventilation system were also introduced. The project constructed a safe and efficient fire extinguishing system through rational allocation of fire extinguishing facilities and linkage system design, which could provide reference for similar projects design.

Key words: utility tunnel; fire extinguishing system; ultra-fine dry powder automatic fire

extinguishing system; linkage control

1 工程概况

安顺市中心城区地下综合管廊一期工程位于贵州省安顺市北航路延伸段,道路规划宽度为50 m,双向6车道布置,道路中央有8 m的绿化带,是一条由东北向西南的城市主干道。地下综合管廊总长约8 497 m,西起北二十四号路,东至两六路(见图1),管廊全线布置在道路中央绿化带下方。工程沿线设置1座控制中心,4座变电所。

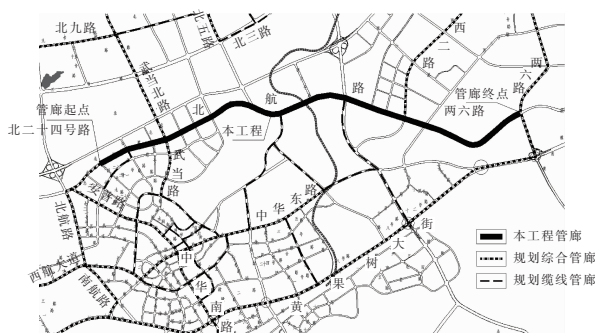


图1 总平面图

Fig. 1 General layout

本工程综合管廊容纳的市政管线包括:10 kV 电力电缆16回,110 kV 高压电缆2回;通信管道16孔;燃气管线DN250;污水管道DN400~DN500,以及部分路灯电缆及交通控制线等。结合北航路市政管线的种类、数量及道路绿化带的宽度,地下综合管廊采用两种断面形式。三舱断面形式包括管道舱、电力舱、燃气舱,管廊外框尺寸为 $B \times H = 10.7 \text{ m} \times 4.45 \text{ m}$,长度约2 624 m。四舱断面形式包括管道舱、电力舱、燃气舱、污水舱,管廊外框尺寸为 $B \times H = 10.7 \text{ m} \times 5.85 \text{ m}$,长度约5 873 m。

2 火灾危险性分类

依据《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015)要求,对本项目综合管廊各舱室火灾危险性分类如下:

a. 管道舱:容纳管线为给水管、中水管、通信电缆12孔、路灯电缆及交通控制线,舱室火灾危险性类别丙类。

b. 电力舱:容纳管线为10 kV 电力电缆、110 kV 高压电缆,舱室火灾危险性类别丙类。

c. 污水舱:容纳管道为污水管道DN400~DN500,舱室火灾危险性类别丁类。

d. 燃气舱:容纳管线为天然气管道DN250,舱室火灾危险性类别甲类。

3 防火分区与疏散设计

为了将火灾限制在最小的区域,按照规范要求及技术经济比较,综合管廊按不超过200 m设置一个防火分区进行划分,分隔形式采用防火墙加防火门。防火墙耐火等级为一级,防火门采用甲级防火门。管线穿越防火分隔处采用防火封堵措施,管廊内电缆采用阻燃电缆。

管道舱设置49个防火分区,吊装口(兼作逃生口、自然进风口)50个。电力舱设置49个防火分区,吊装口(兼作逃生口、自然进风口)50个。污水舱设置27个防火分区,吊装口(兼作逃生口)35个。燃气舱设置49个防火分区,吊装口(兼作逃生口)50个。

每个防火分区的人员出入口或逃生口为第一安全出口,在每个防火分区尽端防火墙上设置一个可由本防火分区向相邻防火分区疏散的防火门作为每个防火分区的第二安全出口,防火分区内任意一点至安全出口的直线距离 $\leq 50 \text{ m}$ 。

4 灭火设施设计

依据《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015)第7.1.8条,综合管廊应在沿线、人员出入口、逃生口等处设置灭火器材。同时依据第7.1.9条,干线综合管廊中容纳电力电缆的舱室应设置自动灭火系统。故本工程在管道舱、电力舱、污水舱、燃气舱均设置手提式灭火器,电力舱设置自动灭火系统(见表1)。

表1 各舱室火灾危险等级与灭火设施设计^[1]

Tab. 1 Fire hazard grade and extinguishing facilities design of each cabin

项 目	火灾类别	火灾危险等级	灭火设施
管道舱	A、E	中危险级	手提式灭火器
电力舱	A、E	中危险级	手提式灭火器、自动灭火系统
污水舱	A	轻危险级	手提式灭火器
燃气舱	C	严重危险级	手提式灭火器

针对管道舱、污水舱而言,按照其容纳管线类别及火灾危险性,可能发生A、E类火灾,仅设置手提式灭火器即能满足灭火要求。

针对燃气舱而言,其火灾危险性虽然最高但其舱室内火灾类别却比较特殊。燃气舱内可能的火灾隐患为燃气管道以及管廊的附属设施管线。针对附属设施管线,其灭火设施设置与管道舱、污水舱一致。而针对燃气管道,若其发生泄漏可能导致 C 类火灾,其最优解决措施是迅速关闭燃气管道的分段阀及进出管道的紧急切断阀,并开启防爆通风。

故本工程在管道舱、污水舱、燃气舱设置手提式灭火器即能满足消防要求。

5 手提式灭火器设置

本工程手提式灭火器选用磷酸铵盐干粉灭火器。由于《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015)与《建筑灭火器配置设计规范》(GB 50140—2005)在灭火器设置间距上的要求不一致,本工程按照较严者即《建筑灭火器配置设计规范》

(GB 50140—2005)的规定执行。

在管道舱、电力舱、污水舱,对应 A 类场所中危险级的设置要求,按照最大保护距离每 20 延米设置 MF/ABC3 灭火器 2 具;燃气舱,对应 C 类场所严重危险级的设置要求,按照最大保护距离每 9 延米设置 MF/ABC3 灭火器 2 具。并在每个舱室的逃生口、人员出入口处布置手提式灭火器。每个配置点处均设置灭火器箱,并在箱内配备防毒面具 2 个。

6 自动灭火系统设计

6.1 系统选择

电力舱内设置自动灭火系统,其保护对象为电力电缆,所选择的自动灭火系统应满足带电火灾的消防要求。常见适用系统:七氟丙烷灭火系统^[2]、水喷雾灭火系统^[3]、细水雾灭火系统^[4]、超细干粉灭火系统^[5-6]等,4 种灭火系统对比见表 2。

表 2 自动灭火系统对比

Tab. 2 Comparison of automatic fire extinguishing system

项目	七氟丙烷灭火系统	水喷雾灭火系统	细水雾灭火系统	超细干粉灭火系统
灭火介质	七氟丙烷	水	水	超细干粉
灭火机理 ^[7]	冷却、窒息	表面冷却、窒息、乳化、稀释	水雾雾滴吸热冷却、隔氧窒息、辐射热阻隔、浸湿	化学抑制、隔离、窒息
应用场合	A、B、C、E 类	A、B、E 类	A、B、E 类	A、B、C、E 类火灾
灭火时间	迅速	较长	较长	迅速
系统组成	较复杂	复杂	复杂	一般
资金投入	较高	较高	高	一般
运维要求	一般	较高	较高	一般
安装空间	需设置气瓶间	需设置多组泵房	需设置多组泵房	安装空间小,不占用管廊断面
缺点	初期投入高,气瓶间及管网占用管廊空间	用水量大,泵房及水池占地大,主管占用空间大	初期投入高,系统复杂,管道及配件压力较高,泵房占用空间大	需定期更换干粉灭火剂(5~6 年) ^[8]

对系统的灭火效果、系统组成的复杂性、资金的综合投入以及系统的管理维护等进行综合分析后,本工程推荐采用超细干粉自动灭火系统。

6.2 超细干粉自动灭火系统设计

6.2.1 参数选择

对电力舱内电力电缆采用超细干粉进行全淹没灭火保护,传统建筑消防设计依照《干粉灭火装置技术规程》(CECS 322:2012)中对干粉灭火装置全淹没灭火的配置计算中灭火设计浓度的规定,仅在第 3.2.5 条说明为:“设计灭火浓度不应小于经权威机构认证合格的灭火浓度的 1.2 倍,单位面积设计灭火用量不应小于经权威机构认证合格的单位面积灭火用量的 1.2 倍”。权威机构认证的灭火浓度及单位面积灭火用量这一说法较为模糊,不同设备

厂家取得的认证结果也不一致。鉴于综合管廊涉及主干市政管线的安全运行,是重要的市政工程,为保证本工程灭火装置实际应用的可靠性,本工程亦参照了要求较为严格的福建省地方标准《超细干粉自动灭火装置设计、施工及验收规范》(DB 35/T 1153—2011),按其第 4.2.1 条对全淹没应用方式超细干粉灭火剂设计用量的计算方法,考虑危险等级补偿系数及防护区不密封度补偿系数,可以使设计用量更加安全合理。故本工程电力舱超细干粉灭火系统灭火剂设计用量计算如下:

$$M \geq M1 + \sum M2 \quad (1)$$

$$M1 = V1 \times C \times K1 \times K2 \quad (2)$$

$$M2 = M1 \times \delta1 \quad (3)$$

式中 M ——超细干粉灭火剂实际用量,kg

7.3 火灾联动

进、排风口的防火阀与风机联锁控制,同时开关。各舱室防火阀均为防烟防火阀,可实现温度达到70℃时熔断关闭、手动关闭、电信号关闭、电动复位、手动复位。

7.4 事故后通风

电力舱:发生火灾时,由消防控制中心发出指令,自动关闭事故分区及相邻分区的通风设备、风阀以及相应的进排风口,再开启超细干粉自动灭火系统灭火。待灭火完成后,开启事故后排风工况。

管道舱、污水舱:发生火灾时,由消防控制中心发出指令,自动关闭事故分区及相邻分区的通风设备、风阀以及相应的进排风口。待灭火完成后,开启事故后排风工况。

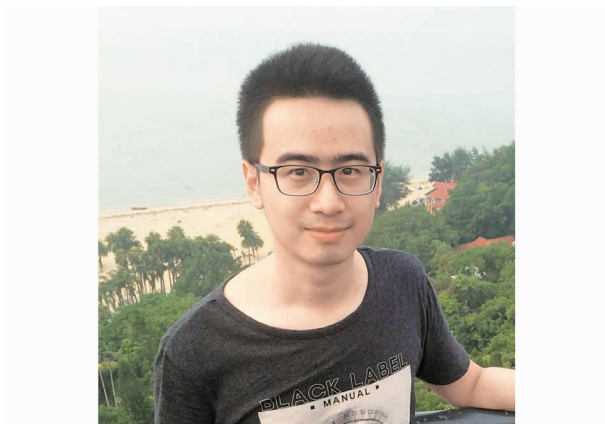
各防烟防火阀的手动复位装置设在相邻防火分区,以便于灾后恢复工作,在人员进入火灾事故区域前实现通风换气,以提供良好的工作环境。

8 结语

相对于传统的市政管线敷设方式,综合管廊的火灾危险性及扑救难度均较大。防火分区的合理划分与防火封堵的设置是控制管廊火灾蔓延的有效措施。手提式灭火器的合理配置是初期火灾经人工扑灭的有效保证。通过对比常用的管廊自动灭火措施,本工程电力舱选取超细干粉自动灭火系统,有利于管廊内管线的安全运营与高效管理。自动灭火系统的控制需与综合管廊的火灾报警系统、通风系统联动设计,以确保系统在消防工况下能及时有效地运行。

参考文献:

- [1] GB 50140—2005,建筑灭火器配置设计规范[S].北京:中国计划出版社,2005.
GB 50140 - 2005, Code for Design of Extinguisher Distribution in Buildings [S]. Beijing: China Planning Press, 2005 (in Chinese).
- [2] GB 50370—2005,气体灭火系统设计规范[S].北京:中国计划出版社,2006.
GB 50370 - 2005, Code for Design of Gas Fire Extinguishing Systems [S]. Beijing: China Planning Press, 2006 (in Chinese).
- [3] GB 50219—2014,水喷雾灭火系统技术规范[S].北京:中国计划出版社,2015.
GB 50219 - 2014, Technical Code for Water Spray Fire Protection Systems [S]. Beijing: China Planning Press, 2015 (in Chinese).
- [4] GB 50898—2013,细水雾灭火系统技术规范[S].北京:中国计划出版社,2015.
GB 50898 - 2013, Technical Code for Water Mist Fire Extinguishing System [S]. Beijing: China Planning Press, 2015 (in Chinese).
- [5] GA 602—2013,干粉灭火装置[S].北京:中国标准出版社,2014.
GA 602 - 2013, Dry Powder Fire Extinguishing Equipment [S]. Beijing: Standards Press of China, 2014 (in Chinese).
- [6] GA 578—2005,超细干粉灭火剂[S].北京:中国标准出版社,2006.
GA 578 - 2005, Super Fine Powder Fire Extinguishing Agent [S]. Beijing: Standards Press of China, 2006 (in Chinese).
- [7] 公安部消防局. 消防安全技术实务[M].北京:机械工业出版社,2016.
Fire Department of Ministry of Public Security. Practice of Fire Safety Technology [M]. Beijing: China Machine Press, 2016 (in Chinese).
- [8] 黎洁,蓝优生. 综合管廊自动灭火系统的选择研究[J]. 广东土木与建筑, 2018, 25(7): 61-63.
Li Jie, Lan Yousheng. Study on the selection of automatic fire extinguishing system for utility tunnel [J]. Guangdong Architecture Civil Engineering, 2018, 25(7): 61-63 (in Chinese).



作者简介:李拓(1986—),男,苗族,贵州都匀人,硕士,工程师,主要从事市政污水处理、城市综合管廊等设计研究工作。

E-mail: tonybow@qq.com

收稿日期:2019-03-28