

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.14.014

长沙某综合管廊工程消防系统构建与探讨

张建兵^{1,2}, 韩 懿³

(1. 天津大学 环境科学与工程学院, 天津 300350; 2. 天津市政工程设计研究总院有限公司, 天津 300051; 3. 天津城建大学 环境与市政工程学院, 天津 300384)

摘 要: 经技术、经济比选五种常用的自动灭火系统后,长沙某综合管廊工程消防系统确定采用超细干粉自动灭火系统。采用体积法进行灭火设计计算,灭火浓度为 0.15 kg/m^3 ,每具装置的充装量为 5 kg ,电力舱和综合舱灭火装置布置间距分别为 3.3 m 和 3.2 m 。经检验,电力舱和综合舱自动灭火系统开口面积分别占总内表面积的 1.56% 和 1.59% ,均小于 5% ,满足全淹没灭火方式的条件。

关键词: 综合管廊; 消防系统; 自动灭火系统; 手提式灭火器

中图分类号: TU990.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2021)14-0089-04

Construction and Discussion of an Urban Utility Tunnel Fire Protection System in Changsha

ZHANG Jian-bing^{1,2}, HAN Yi³

(1. School of Environmental Science and Engineering, Tianjin University, Tianjin 300350, China;
2. Tianjin Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300051, China;
3. School of Environment and Municipal Engineering, Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384, China)

Abstract: After technical and economic comparison of five kinds of common automatic fire extinguishing systems, ultrafine dry powder automatic fire extinguishing system was adopted in the fire protection system design of an urban utility tunnel project in Changsha. The fire extinguishing design was calculated by volumetric method, and the fire extinguishing concentration, filling capacity of each device and spacing of fire extinguishing devices in power cabin and integrated cabin were determined, which were 0.15 kg/m^3 , 5 kg , 3.3 m and 3.2 m , respectively. After inspection, percentages of the open area in total internal surface area of the automatic fire protection system in the power cabin and integrated cabin were 1.56% and 1.59% , respectively, both less than 5% , which met the conditions of the total submergence fire extinguishing mode.

Key words: utility tunnel; fire protection system; automatic fire extinguishing system; portable fire extinguisher

常见的综合管廊自动灭火消防系统主要有超细 干粉系统、高压细水雾系统、水喷雾系统、气溶胶系

统等形式。但是,关于城市综合管廊自动灭火消防系统的选择、设计及建设,国家标准《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015,以下简称《管廊规范》)的相关规定不够明确,一般需进行技术、经济比选,并征求当地消防部门意见后确定,各个地方城市综合管廊消防系统的做法也不太统一。

1 工程概况

长沙某综合管廊工程长度约3.88 km,共分为两舱,分别为由高压电力电缆组成的电力舱室以及由给水、中水、低压电力电缆、通信管线组成的综合舱室。管廊内部净尺寸为 $(3.0\text{ m}+3.1\text{ m})\times 3.3\text{ m}$,管廊总宽度为7.05 m,总高度为4.0 m。入廊管线主要包括DN600给水管、DN200~DN500中水管、25孔通信线缆及10、110、220 kV电力电缆,综合管廊标准断面如图1所示。

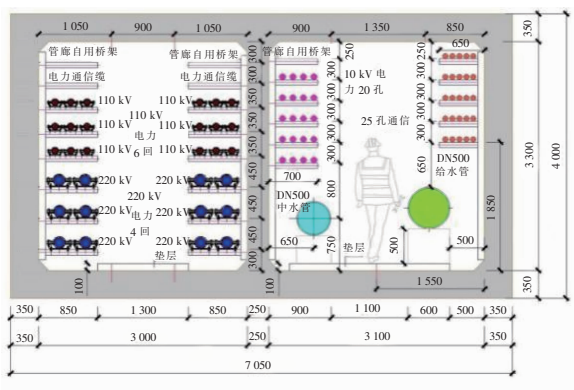


图1 综合管廊标准断面

Fig. 1 Standard cross-section of utility tunnel

2 灭火器的配置

依据《管廊规范》第7.1.8条,管廊内应设置灭火器,灭火器的配置按《建筑灭火器配置设计规范》(GB 50140—2005,以下简称《灭火器规范》)要求计算确定。本工程高压电力舱室和综合舱室火灾种类为A类和E类。依据《管廊规范》表7.1.1,敷设阻燃电力电缆的电力舱室火灾危险性类别为丙类,综合舱室内敷设电力电缆、通信线缆、给水管道(钢管)和再生水管道(钢管),该四种管线对应的舱室火灾危险性类别分别为丙类、丙类、戊类和戊类,依据《管廊规范》第7.1.2条,舱室火灾危险性类别应按火灾危险性较大的管线确定,因此,综合舱室火灾危险性类别为丙类。依据《灭火器规范》,本工程高压电力舱室和综合舱室危险等级均按照中危险级计算确定灭火器的配置。

灭火器的配置设计计算依据《灭火器规范》第7.3.1条,以电力舱室灭火器设施配置设计计算为例,计算单元的保护面积为一个防火分区的保护面积,管廊的计算长度取200 m,保护面积为 $3\times 200=600\text{ m}^2$ 。危险等级为中危险级,火灾种类为A类和E类,单位灭火级别最大保护面积为 $75\text{ m}^2/\text{A}$,修正系数K取0.7,结果计算得出单元的最小需配灭火级别为5.6A,依据《灭火器规范》第7.1.1条,取整为6A。依据《灭火器规范》第6.2.1条,每具灭火器最小配置灭火级别为2A,计算单元中灭火器的设置点数为 $6\div 2+1=4$ 。

综合管廊的每个防火分区的长度不超过200 m,由于A类火灾场所灭火器,在中危险级场所中最大保护距离不大于20 m;E类火灾场所的灭火器最低配置基准不应低于该场所内A类(或B类)火灾的规定。因此,可以间隔不大于40 m设置一组灭火器,每200 m防火分区内共设置6处(防火门处、投料口、人员出入口、逃生口等处),每处配置灭火器数量为2具。灭火器选用磷酸铵盐干粉灭火器,型号为MF/ABC4。

3 自动灭火系统的设计

依据《管廊规范》第7.1.9条,在本工程的高压电力舱室和综合舱室内需设置自动灭火系统。密闭环境内发生的电气火灾,可以采用超细干粉灭火、高压细水雾灭火、水喷雾灭火、气溶胶灭火、气体灭火等灭火系统。

3.1 方案比选

目前常见的综合管廊自动灭火消防系统主要有超细干粉系统、高压细水雾系统、水喷雾系统、气溶胶系统、气体灭火系统等。

超细干粉自动灭火系统灭火效率较高,对火灾可以实现早期抑制,并在火灾分区空间内长时间悬浮,实现全淹没方式灭火,系统简单,无需布置管网,同时系统对保护物基本没有损害,但大范围应用时,系统的可靠性降低、运行管理工作量较大、费用也随之增大^[1]。高压细水雾自动灭火系统虽然灭火所用水量较少,但系统设计要求采用不锈钢管材,且需要单独设置消防泵房,初始投资相对较高。同时,高压细水雾规范要求闭式系统每套泵组所带喷头数量不超过100个,全淹没开式系统防护区数量不大于3个,从而限制了其在综合管廊中的应用^[2]。水喷雾自动灭火系统安全可靠、造价相对较低、运行管

理方便,但系统管道需占用部分管廊断面空间,需要单独设置消防泵房^[3]。气溶胶自动灭火系统发生剂对金属具有腐蚀作用,气溶胶及其分解物极易造成二次污染,目前,国家取消了气溶胶的3C认证,严格来讲,气溶胶灭火系统就不能用了。气体自动灭火系统相对比较复杂,全淹没方式灭火,单个防火区间灭火剂用量较大,运行维护工作量大,不宜用于城市地下综合管廊消防系统。

经安全、技术、经济综合分析,并征求当地消防部门建议,该工程确定采用超细干粉自动灭火系统。

3.2 方案设计

① 体积法灭火计算

$$N = V_1 C / m \quad (1)$$

式中: N 为干粉灭火装置的配置数量,具; m 为单具灭火装置的充装量,取5 kg; V_1 为保护对象计算体积, m^3 ; C 为灭火设计浓度,不小于0.125 kg/ m^3 ,且 C 的取值不小于经认证合格的灭火浓度的1.2倍,取 $0.125 \times 1.2 = 0.15$ kg/ m^3 。

V_1 采用保护对象假定的封闭体的体积。本项目电力舱和综合舱两个舱室均布置超细干粉自动灭火系统,其中电力舱高3.3 m,宽3.0 m,一个防火分区的长度约200 m,体积为1 980 m^3 ;综合舱高3.3 m,宽3.1 m,一个防火分区长度约200 m,体积为2 046 m^3 。

② 计算结果

电力舱: $N = 1980 \times 0.125 \times 1.2 / 5 = 59.4$,取60具;灭火装置间距 $L = 200 / 60 = 3.33$ m,取间距3.3 m。

综合舱: $N = 2046 \times 0.125 \times 1.2 / 5 = 61.4$,取62具;灭火装置间距 $L = 200 / 62 = 3.23$ m,取间距3.2 m。

③ 结果检验

电力舱室:当采用电引发器启动时,灭火剂总用量不宜超过50 kg,单具灭火装置的充装量为5 kg,每个灭火单元灭火装置数量为10具,每个灭火单元的长度为33 m。

当发生火灾时,每个灭火单元及相邻灭火单元的灭火装置启动。

每个灭火单元的总内表面积为 $33 \times (3.0 + 3.3) \times 2 + 3.0 \times 3.3 \times 2 = 435.6$ m^2 ;

三个灭火单元的总内表面积为 $3 \times 33 \times (3.0 + 3.3) \times 2 + 3.0 \times 3.3 \times 2 = 1267.2$ m^2 ;

其中开口的面积为 $3.0 \times 3.3 \times 2 = 19.8$ m^2 ;

开口面积占总内表面积的百分比为 $19.8 / 1267.2 = 1.56\% < 5\%$,满足全淹没灭火方式的条件。

综合舱:当采用电引发器启动时,灭火剂总用量不宜超过50 kg,单具灭火装置的充装量为5 kg,每个灭火单元灭火装置数量为10具,每个灭火单元的长度为32 m。

当发生火灾时,每个灭火单元及相邻灭火单元的灭火装置启动。

每个灭火单元的总内表面积为 $33 \times (3.1 + 3.3) \times 2 + 3.1 \times 3.3 \times 2 = 442.86$ m^2 ;

三个灭火单元的总内表面积为 $3 \times 33 \times (3.1 + 3.3) \times 2 + 3.1 \times 3.3 \times 2 = 1287.66$ m^2 ;

其中开口的面积为 $3.1 \times 3.3 \times 2 = 20.46$ m^2 ;

开口面积占总内表面积的百分比为 $20.46 / 1287.66 = 1.59\% < 5\%$,满足全淹没灭火方式的条件。

3.3 系统布置

本项目综合管廊工程设计采用超细干粉灭火系统,每个防火分区作为一个保护区,系统采用全淹没灭火方式。电力舱选用5 kg超细干粉灭火装置,在管廊顶部每隔3.3 m布置1套超细干粉灭火装置。综合舱选用5 kg超细干粉灭火装置,在管廊顶部每隔3.2 m布置1套超细干粉灭火装置。综合管廊灭火装置断面见图2。

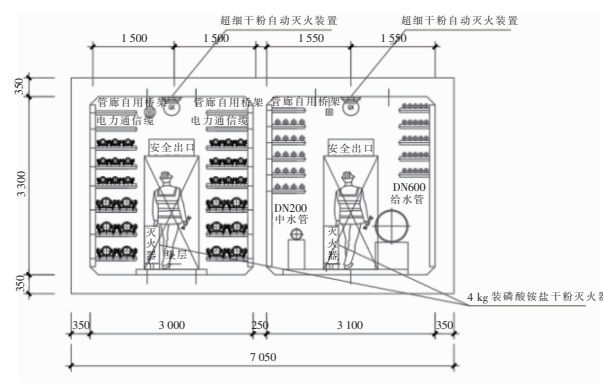


图2 综合管廊灭火装置断面

Fig.2 Cross-section of utility tunnel fire extinguishing device

4 结语

目前,已建成的综合管廊消防系统大都采用超细干粉自动灭火系统,也有部分采用水喷雾灭火系统。超细干粉灭火系统灭火效率高,速度快,体积

小,系统简单,安装、调试及后期维护方便,但在使用寿命上,需要5年更换药剂,10年更换装置,大范围应用时,费用也随之增大。水喷雾灭火系统对环境无污染,水作为灭火剂,来源广,价格低,但系统较复杂,附属设施较多,占用安装空间较大。因此,超细干粉灭火系统、水喷雾灭火系统均可作为综合管廊内发生火灾时的自动灭火措施,设计选择时应考虑当地经济水平、消防发展水平、建设规模、火灾类别等,并按照相关设计标准及当地消防部门意见确定。

参考文献:

- [1] 张云,王华,陈艳平. 地下综合管廊消防设计的再探讨[J]. 给水排水,2017,43(8):117-119.
ZHANG Yun, WANG Hua, CHEN Yanping. Further discussion on fire protection design of underground utility tunnel[J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(8):117-119(in Chinese).
- [2] 寇殿良,袁建平,陈雪梅. 高压细水雾灭火系统在综合

管廊中的应用[J]. 中国给排水,2018,34(20):72-75.

KOU Dianliang, YUAN Jianping, CHEN Xuemei. Application of high-pressure water mist fire extinguishing system in utility tunnel[J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(20):72-75(in Chinese).

- [3] 薛学斌,殷吉彦,周洲,等. 城市综合管廊相关问题探讨[J]. 给水排水,2017,43(1):137-141.
XUE Xuebin, YIN Jiyan, ZHOU Zhou, et al. Probe into related problems of urban underground pipe gallery[J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(1):137-141(in Chinese).

作者简介:张建兵(1985-),男,河北邯郸人,博士,高级工程师,从事水污染控制与技术、给排水工程设计、综合管廊规划与设计工作。

E-mail:zjb1127@126.com

收稿日期:2020-10-20

修回日期:2020-12-22

(编辑:孔红春)

(上接第88页)

0.497元/m³。新增单位电耗0.092kW·h/m³。

5 结论

该污水厂提标改造工程通过对现有氧化沟的各分区进行容积调整、在好氧区添加MBBR填料,同时增加高效沉淀池+回转式精密过滤器过滤等深度处理工艺,使出水水质稳定提标至一级A排放标准。

参考文献:

- [1] 崔玉川,刘振江,张绍怡. 城市污水厂处理设施设计计算[M]. 2版. 北京:化学工业出版社,2011.
CUI Yuchuan, LIU Zhenjiang, ZHANG Shaoyi. Calculation of Treatment Facilities for Municipal Sewage Plant[M]. 2nd ed. Beijing: Chemical Industry Press, 2011(in Chinese).
- [2] 袁青松. MBBR工艺强化处理城镇污水的应用研究

[D]. 杭州:浙江大学,2015.

YUAN Qingsong. Study on the Application of MBBR Process to Strengthen the Treatment of Urban Sewage[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2015(in Chinese).

- [3] 季民. 废水处理移动式生物膜轻质填料:CN95207708.6[P]. 1996-02-14.
JI Min. Mobile Biofilm Carrier for Wastewater Treatment: CN95207708.6[P]. 1996-02-14(in Chinese).

作者简介:彭江喜(1982-),男,江西上饶人,本科,高级工程师,注册公用设备工程师(给排水)、咨询工程师(投资)、监理工程师、注册土木(道路)工程师,主要从事市政给排水及环境工程设计、研究工作。

E-mail:37282210@qq.com

收稿日期:2020-12-04

修回日期:2021-01-02

(编辑:孔红春)