

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.22.013

寒冷地区机场下穿通道干式消火栓系统设计探讨

姚璐, 赵乐乐

(民航机场规划设计研究总院有限公司, 北京 100029)

摘要: 针对寒冷地区机场下穿通道采用湿式电伴热消火栓系统能耗大、运行费用高等问题,结合现行规范、图集及工程实践,提出了干式消火栓系统的设计方案。以哈尔滨太平国际机场二期扩建项目下穿通道工程为例,对于干式消火栓系统管道容积计算、启闭装置选择、系统控制方式、管网布置形式以及水锤防护等进行多角度分析并给出了计算方法及控制方式,同时将干式消火栓系统启闭装置与下穿通道内设置的火灾自动报警系统联动,通过远程控制节省系统中干湿转换的时间,为干式消火栓系统提供了更广泛的利用空间。

关键词: 下穿通道; 干式消火栓系统; 管网充水时间

中图分类号: TU998.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2022)22-0080-04

Discussion on Design of Airport Underpass Dry Fire Hydrant System in Cold Area

YAO Lu, ZHAO Le-le

(China Airport Planning & Design Institute Co. Ltd., Beijing 100029, China)

Abstract: Application of wet electric heat tracing fire hydrant system in airport underpass in cold area has problems such as high energy consumption and high operating cost. According to the current standard, atlas and engineering practice, a design scheme of dry fire hydrant system was proposed. The pipe volume calculation, switching device selection, system control method, pipe network layout and water hammer protection of dry hydrant system in Harbin Taiping international airport phase II project were analyzed from multiple perspectives, and the calculation method and control method were introduced. In addition, the switching device of dry fire hydrant system was linked with the automatic fire alarm system set in the underpass. Through remote control, the time of dry and wet conversion in the system is saved, and a wider space for the application of dry fire hydrant system is provided.

Key words: underpass; dry fire hydrant system; water filling time of pipeline network

1 研究背景

根据《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014, 2018年版,以下简称《建规》),哈尔滨太平国际机场二期扩建项目下穿通道内应设置消火栓系统,考虑到哈尔滨最冷月平均温度 -24.8°C ,最低温度达到 -38.1°C ,如果采用湿式消火栓系统,常规的保温做法无法避免管道冻结,而采用电伴热方式,对于冬季较长的哈尔滨地区,能耗较大,运行费用较高。

同时根据《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB 50974—2014,以下简称《消规》)第7.1.5条,严寒、寒冷等冬季结冰地区城市隧道及其他构筑物的消火栓系统,应采取防冻措施,并宜采用干式消火栓系统和干式室外消火栓。为此,从绿色机场和规范层面来看,哈尔滨机场下穿通道采用干式消火栓系统将是一种较为适宜的选择。

干式消火栓系统在下穿通道或隧道方面的工

程应用案例较少,相应规范和图集还未有明确的充水时间计算、系统控制等方面的指导。笔者针对哈尔滨太平国际机场二期扩建项目下穿通道工程,提出干式消火栓系统的控制方式及管道容积的计算方法,为其在工程中的应用提供理论支持。

2 项目概况

哈尔滨太平国际机场二期扩建下穿通道工程分为1号和2号通道工程(见图1)。1号通道长度1 223.5 m;2号下穿通道设置两条支线,支1线连接垂滑北侧机坪,支2线连接垂滑南侧除冰机坪,并通过地面道路连接1号通道。2号通道主线长度1 594 m,支1线长361.5 m,支2线长409.889 m。

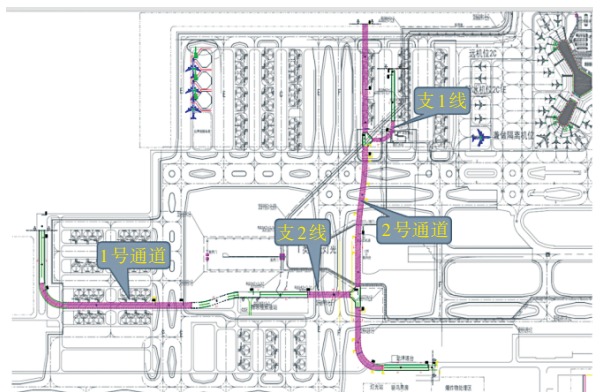


图1 下穿通道平面布置

Fig.1 Plane layout of underpass

参照《建规》,1号、2号下穿通道分别属于三类和二类隧道,均需设置消火栓系统。在通道内开敞段高度超过3 m的位置及通道封闭段设置室内消火栓,消火栓间距按开敞段不大于50 m、箱涵段不大于30 m设置,以保证任何部位都有两支水枪的充实水柱同时到达。

下穿通道消防用水由飞行区消防泵房统一提供,消防泵房设计流量200 L/s,扬程0.60 MPa,同时保证飞行区跑道、站坪及飞行区内建筑单体、下穿通道的室内外消防流量。

3 干式消火栓系统设计

干式消火栓系统为“平时管网内不充水,火灾时向配水管网充水的消火栓系统”。干式消火栓系统平时管道内充满空气,因此系统除包括湿式系统的水泵、管道、消火栓箱以及相应的阀门、附件、电气控制单元之外,还应增设快速启闭装置和快速排气阀门,有的系统还需设置空压机等辅助设备^[1]。

3.1 快速启闭装置的选择

干式消火栓系统可采用电磁阀、电动阀、干式报警阀、雨淋阀四种快速启闭装置。使用干式报警阀、雨淋阀需要土建配合,并设置排水措施,在本项目中机场滑行道附近有限高要求,若单独设置房间,投资较大且不利于实施;市面上未见尺寸大于DN50的电磁阀,因此本设计采用电动阀作为快速启闭装置,设计时需考虑30 s的电动阀开启时间。

3.2 系统控制方式

根据《消规》第7.1.6条及图集《消防专用水泵选用及安装(一)》(19S204—1),当采用雨淋阀、电磁阀和电动阀时,应在消火栓箱处设置直接开启快速启闭装置的手动按钮。干式系统设计时,采用电动阀作为快速启闭装置将干式系统转换为湿式系统。

电动阀及消防水泵的启停控制方式可采用自动控制、手动控制两种形式。

① 自动控制

根据《建规》,一、二类隧道应设置火灾自动报警系统。基于本项目1号和2号通道均设计火灾自动报警系统,为此,干式消火栓系统电动阀及消防水泵可实现自动控制,即火灾自动报警系统与电动阀联动,在火灾自动报警系统输出信号的同时联动开启电动阀和消防水泵,实现干湿转换的自动控制。

采用此办法可节省消防队员接到报警信号后赶赴火场,再手动启动电动阀后的充水等待时间,为系统设计提供更大的操作空间。

② 手动控制

a. 在下穿通道入口附近设置消防控制盘,控制盘可显示不同位置的电动阀,发生火灾时,由消防队员根据报警位置手动开启着火点附近的电动阀。

b. 消防报警信号上传至消防控制室,由管理员判断确定发生火灾后,远程启动电动阀和消防水泵。

无论是自动控制还是手动控制,为保证消防水泵的顺利开启,均可于电动阀后管道上设置流量及压力开关,自动启动消防水泵。

3.3 充水时间的取值

《消规》规定,干式消火栓系统的充水时间不应大于5 min。其条文解释:针对“《建规》(GB 50016—2006)干式系统充水时间不应大于90 s”,该参数过小,致使隧道内的干式系统要分成若干子系统,造成管道系统复杂,投资增加。但随后发布的《建规》

(GB 50016—2014, 2018年版)规定采用干式给水系统时,管道的充水时间不宜大于90 s,并未采纳5 min的要求。

根据调研,大部分设计人员参照《建规》90 s要求设计干式系统,系统管网容积大的工程不宜采用干式消火栓系统。根据《消规》,结合本项目的控制方式,干式消火栓系统的充水时间可按不应大于5 min设计,考虑到电动阀开启时间,按4.5 min取值。

3.4 管道容积的计算

下穿通道消防用水由飞行区消防泵房统一提供,采用室内、外消防水泵合用的方式,消防泵设计能力远大于下穿通道室内消防设计流量的特殊运行工况,目前没有明确的干湿转换充水时间及管道容积的计算公式。笔者参考现行规范图集总结了以下几种方法。

① 干式管道容积=泵实际出水流量×管道充水时间。快速启闭装置启动后,充水时间和实际充水流量决定了单个启闭装置所控制的管道容积。对于一般的干式系统,其设计流量与实际充水流量相同,管道容积=管设计流量×充水时间。然而对于本工程,消防水泵的流量110 L/s、管道排气阀的排气能力设计取670 m³/h均大于设计流量,因此判断此时管道充水速度应大于消防设计流量计算下的充水速度。

以项目中2号通道为例,消防水泵单泵流量110 L/s,扬程600 kPa(60 m, 1 m≈10 kPa,下同),2用1备,下穿通道室内消防设计流量20 L/s,主管长度4.8 km,消火栓数量140个,管道总容积87 m³。

a. 对一般的干式系统,按通道内消防设计流量计算管道容积,如表1所示。

表1 消防设计流量下的管道容积

Tab.1 Pipe volume under fire design flow

选取管径	通过流量/(L·s ⁻¹)	所需水泵扬程/m	水泵扬程/m	管道流速/(m·s ⁻¹)	管道容积(4.5 min充水时间)/m ³
DN125	20	53	68	1.48	4.9
DN150	20	45	68	1.15	5.5

注: 以DN125的管道为例,管道流量为20 L/s时,管道流速1.48 m/s,对应沿程损失计算出水泵所需扬程53 m。水泵真实能够提供的扬程根据水泵性能曲线上流量20 L/s时所对应的扬程选取68 m。

b. 按照实际充水流量计算管道容积。本工程消防水泵单泵流量110 L/s,扬程60 m,排气阀排气能力按照670 m³/h设计,启闭装置和排气阀同时开启后,管道泄压,启动消防水泵,排气能力远高于水泵供水能力,以表1中DN125管道为例,若管道流量为110 L/s,管道内流速达到8.1 m/s。500 m管长的管道沿程损失高达189 m,水泵真实扬程无法支撑;通过反复试算,管道内的通过流量为32.1 L/s时,通过沿程损失计算的水泵所需扬程为67 m,与查水泵性能曲线所得的水泵扬程一致,认为此通过流量为合理流量。表2为根据水泵扬程能满足的合理流量对应的管道容积。

表2 拟合流量下的管道容积

Tab.2 Pipe volume under fitting flow

选取管径	通过流量/(L·s ⁻¹)	所需水泵扬程/m	水泵扬程/m	管道流速/(m·s ⁻¹)	管道容积(4.5 min充水时间)/m ³
DN125	32.1	67	67	2.39	7.9
DN150	48.0	67	67	2.51	12.0

通过表1和表2对下穿通道设计流量和实际消防流量进行对比分析,认为在泵的实际供水能力远大于下穿通道消防设计流量的情况下,单个启闭装置所控制的管道容积=拟合后的泵实际出水流量×充水时间。

以上计算方法忽略了电动阀打开后、水泵启动前短时间的水流涌入状态,及气水混合状态下的特殊流速,如有条件,建议采用模型模拟充水流量和时间来指导工程设计。在无实验数据支撑条件下,笔者建议计算管道容积时,充水时间考虑增加10 s的安全余量。

② 根据图集《消防专用水泵选用及安装(一)》(19S204—1),干式报警阀阀后管道容积不宜超过3 000 L,当利用电动阀作为快速启闭装置时,参考干式报警阀设计的管道容积。

③ 按照《全国民用建筑工程设计技术措施:给水排水》,预作用系统配水系统充水时间不宜大于2 min,一个报警阀配水管道容积控制在1 500 L,如果设置快速排气阀,管道容积控制在3 000 L;类比干式消火栓系统的充水时间,充水时间4.5 min,对应一个电动阀后配水管道容积为6 750 L。

综合上述几种方法,采用电动阀作为快速启闭装置将干式消火栓系统转换为湿式系统与预作用

系统相似,笔者建议按水泵实际出水流量、扬程计算电动阀数量,同时复核一个电动阀后容积小于6 750 L。

3.5 管道系统的布置

① 环状布置

根据国标图集《消防给水及消火栓系统技术规范》图示(15S909),干式系统可布置成环状;本设计中由于下穿通道距离较长,需分成几个子系统,即从湿式消防环干管接出多个子环管(见图2)。

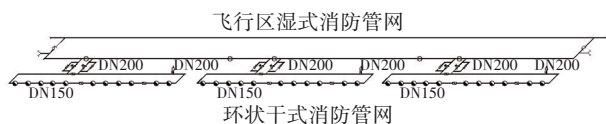


图2 干式环状系统示意

Fig.2 Schematic diagram of dry fire hydrant annular system

电动阀的开启可靠性不如报警阀组,设计时考虑在电动阀处设置旁通管道^[2],如图3所示,旁通管道起到两个作用:a.若电动阀故障,则手动开启旁通阀供水。b.应对消防管道进行干湿交替运营的方式,每年的春季打开旁路手动阀,关闭快速电动阀,使管道内充满水;当冬季来临时同时关闭旁路手动阀及电动阀,使管道处于干式状态。

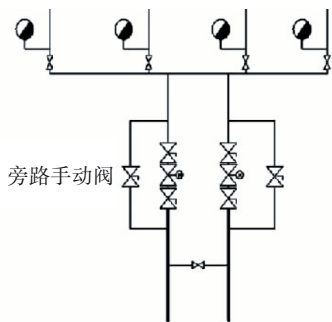


图3 电动阀设置示意

Fig.3 Schematic diagram of electric valve setting

② 枝状布置

《消防专用水泵选用及安装(一)》(19S204—1)要求:干式消火栓系统快速启闭装置后的配水管网应为枝状。枝状消火栓布置供水的安全可靠性较低,且一个电动阀能控制的消火栓个数存在争议。笔者建议下穿通道内干式消火栓系统按环状布置。

3.6 排气阀的布置

快速排气阀的作用是在发生火灾时迅速排除消防管道气体,使水充满管道,灭火后泄水时能够

补充气体。由于下穿通道地势是中间低、两头高,火灾时,管道系统从敞开端入口进水,排气阀主要依靠系统水压力驱除管道中的气体,因此除了要在下穿通道的中部设置快速排气阀外,还要在沿程设置。

3.7 泄水阀的设置、管道保温及防水锤措施

为保障干式消火栓系统充水后再次恢复使用,必须保证电动阀后水的泄空,尤其在冬季,避免干式系统空管部位快速冻结;同时干湿系统转化时,流量变化容易造成水锤效应,为此,应注意管道泄水及消防水泵防水锤设计。本设计在通道内管道最低点设置泄水阀,泄水管间接排至通道内排水沟。干式管道系统使用后,在手动关闭电动阀的同时需及时开启泄水阀及最低点消火栓排除管道内残水,以防管道冻结。通道内消防管道设置40 mm柔性泡沫橡胶保温防结露。消防泵房出水管上安装复合多功能阀门、水锤吸纳器等装置改善管道内的水锤问题,确保系统安全。

4 结论及建议

在寒冷地区,相比湿式消火栓系统,干式消火栓系统不需要保温,节省投资运行费用,应得到更广泛的利用。干式消火栓系统启闭装置与下穿通道内设置的火灾自动报警系统联动,可实现远程控制,节省系统中干湿转换的时间,为干式消火栓系统提供了更广泛的利用空间。

参考文献:

- [1] 翟加君. 寒冷地区干式消火栓系统在敞开式车库中的应用[J]. 中国给水排水, 2020, 36(12): 81-85.
ZHAJIAJUN. Application of dry hydrant system in open garage in cold area [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(12): 81-85 (in Chinese).
- [2] 王艳敏. 对干式消火栓系统设置要求的探讨[J]. 低温建筑技术, 2017, 39(6): 8-10.
WANG Yanmin. Requirements discussion for the dry fire hydrant system [J]. Low Temperature Architecture Technology, 2017, 39(6): 8-10 (in Chinese).

作者简介:姚璐(1982—),女,浙江宁波人,硕士,高级工程师,从事机场建筑给排水和市政给排水工程设计工作。

E-mail: 402730410@qq.com

收稿日期: 2021-09-02

修回日期: 2021-10-22

(编辑:孔红春)