

设计经验

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.12.015

寒冷地区干式消火栓系统在敞开式车库中的应用

翟加君

(天津市建筑设计院, 天津 300074)

摘 要: 北方寒冷地区敞开式车库的消防是一个比较难以解决的问题。采用湿式消防系统时,为满足冬季正常使用需要采取管道防冻措施,通常的保温做法无法避免管道冻结,采用电伴热又会增加日常的运行费用,实际应用效果难以保证。应用干式消火栓系统是一种较为适宜的选择,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。其设计过程中存在较多与湿式系统不同的地方,通过对系统组成、快速启闭装置的选择、管网充水时间的控制、管网布置原则、快速排气阀门的选择和系统控制等内容进行分析总结,提供一套较为完整的实施方法供工程应用中参考。

关键词: 敞开式车库; 干式消火栓系统; 快速启闭装置; 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(2020)12-0081-05

Application of Dry Hydrant System in Open Garage in Cold Area

ZHAI Jia-jun

(Tianjin Architecture Design Institute, Tianjin 300074, China)

Abstract: Fire control of open garage in cold areas of north China is a relatively difficult problem to solve. When adopting wet fire protection system, the pipeline anti freezing measures should be taken to meet the needs of normal use in winter. The usual insulation method could not avoid the pipeline freezing. The use of electric heat tracing increased the daily operation cost, and the actual application effect was difficult to guarantee. The application of dry hydrant system was a more suitable choice. The dry hydrant system was a hydrant system that did not fill water in the pipe network at ordinary times and filled water into the cross mains in case of fire. Compared with the wet system, there were many differences in the design process. Through the analysis and summary of system composition, selection of quick opening and closing devices, control of pipe network water filling time, principle of pipe network layout, selection of quick exhaust valve and system control, a set of complete implementation process was provided for reference in engineering applications.

Key words: open garage; dry hydrant system; quick opening and closing device; water filling time of pipeline network

近年来随着经济发展及建筑设计实用性的提高,敞开式车库在我国北方城市工程建设中日渐增多。与普通车库相比,其优点是在满足停车的前提下保证空气流通,避免有害气体长期停留在车库内,而大量通风排烟管道的减少可以降低车库层高,提

高车库使用率。在我国现行规范中要求敞开式车库“任一层车库外墙敞开面积大于该层四周外墙体总面积的25%,敞开区域均匀布置在外墙上且其长度不小于车库周长的50%的汽车库”^[1]。做到满足规范要求意味着车库的温度和室外温度一致,在常年

最低温度0℃以上地区没有冰冻问题,因此消火栓系统可以按照常规车库设计,而对于北方寒冷地区车库消火栓系统的防冻是一个很难保证的问题。

1 车库消火栓系统的设计及冬季防冻计算

温度有保证的车库应当采用湿式消火栓系统,管道充满水,其环境温度在规范要求范围之内(不低于0℃,且不高于70℃)的场所应用没有问题。而寒冷地区温度经常在0℃以下,如按照湿式系统设计,防冻问题必须解决,管道防冻计算如下^[2]:

$$\ln \frac{d+2\delta}{d} = 2\pi\lambda \left\{ \frac{3.6KZ}{(G_1C_1 + G_2C_2) \ln \frac{t_1 - t_0}{t_4 - t_0}} - R_1 \right\} \quad (1)$$

式中 d ——管道外径,m

δ ——保温层厚度,m

λ ——选用的保温材料的导热系数,超细玻璃棉、玻璃棉、矿渣棉、水泥珍珠岩、水泥蛭石、聚乙烯泡沫塑料、聚氨酯硬泡沫塑料分别为0.041、0.051、0.060、0.069、0.105、0.047~0.042、0.037~0.033 W/(m·℃)

K ——支、吊架影响修正系数,一般室内管道 $K=1.2$,室外管道 $K=1.25$

Z ——保持不冻结的时间,h

G_1 ——单位长度内水的质量,kg/m

C_1 ——水的比热,按4.186 kJ/(kg·℃)计

G_2 ——单位长度管道的质量,kg/m

C_2 ——管道材料的比热,钢材、铸铁按0.480 kJ/(kg·℃)计

t_1 ——管内水温,℃

t_0 ——周围环境温度,℃

t_4 ——水的终温,按0℃计

R_1 ——管道保温层外表面到周围空气的放热阻力,m·℃/W

充满水的消防管道仅依靠保温无法达到防冻的目的,按照环境温度为-1℃进行计算,对于DN100的消防管道在50 mm超细玻璃棉保温材料厚度保温下能够保持不发生冻结的时间是2.79 h。以天津地区气象条件为例,其最冷月平均最低温度为-8.2℃,极端最低温度为-22.9℃。以-8.2℃计算按上述同等条件下不发生冻结的时间是0.96 h,无法满足使用要求。因此现在工程通用做法是消火栓系

统充水管道采用电伴热加保温的防冻方式,而对于电伴热同样以天津地区进行计算,管道单位长度热损失量(W/m)计算参照下式^[3]:

$$q = 1.3 \times \frac{2\pi(T_0 - T_a)}{\frac{1}{\lambda} \ln \frac{D_1}{D_0} + \frac{1}{D_1 \alpha_s}} \quad (2)$$

按DN100管道计算,保持5℃水温时管道实际散热量约为13.45 W/m,选用低温屏蔽型电伴热带其在相应温度下输出功率为16.6 W/m,考虑1.1的未预见系数,按500 m管道估算则耗电量为9.13 kW,可见冬季运行长期采用电伴热防冻费用相当可观。因此实际运行中虽然设计有电伴热,为减少运行费用,用户经常将其关闭,即使设计有措施也同样无法保证工程的正常运行,所以对于敞开式车库选用干式消火栓系统较为适宜。

2 干式消火栓系统的概念及其组成

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”^[4]。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,有的系统还需要设空压机等辅助设备,干式消火栓系统示意图见图1。

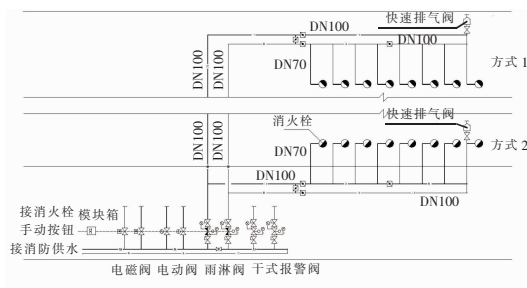


图1 干式消火栓系统示意

Fig.1 Schematic diagram of dry hydrant system

快速启闭装置用于分隔充水管道与非充水管道,设置在与湿式系统分界的地方,用于火灾发生时快速打开阀门使系统充水转换成湿式消火栓系统,快速排气阀门设置在系统最高处,用于排除系统内空气达到快速充水的目的。

3 快速启闭装置的选择

在干式消火栓系统中快速启闭装置的选择至关重要,需合理选用快速启闭装置,在火灾发生时使其快速开启,使干式消火栓系统快速转换为湿式系统,及时满足供水灭火的要求。规范建议的几种快速启

闭装置包括干式报警阀、雨淋阀、电磁阀和电动阀, 对比见表 1、图 2。

表 1 几种快速启闭装置的对比

Tab. 1 Comparison of several quick opening and closing devices

项 目	电动阀	电磁阀	干式报警阀	雨淋阀
动作原理	由电动执行机构(一般是用电机)和阀门连接起来驱动,开或关动作完成需要一定的时间模拟量	利用电磁线圈产生的磁场来拉动阀芯,从而改变阀体的通断	阀门进口侧充水,出口侧充以压缩气体,当气压低于某一定值时能使水自动流入系统并进行报警的单向阀	通过火灾探测器的火警信号后,直接开启雨淋阀上的电磁阀,使压力腔水快速排出,工作腔内的水迅速推开阀瓣,开启雨淋阀,系统充水
操控方式	电动、手动、消火栓按钮开启,消防控制室联动及手动开启	电动、手动、消火栓按钮开启,消防控制室联动及手动开启	自动、手动、消防控制室联动及手动开启	电动、手动、消火栓按钮开启,消防控制室联动及手动开启
阀门开启时间	需要一定的开启时间	可实现快速开启	可实现快速开启	可实现快速开启
阀门与系统控制	需要联动阀门,通过系统设置的压力流量开关启动消防泵	需要联动阀门,通过系统设置的压力流量开关启动消防泵	阀门开启后可通过阀组的压力开关报警,通过系统设置的压力流量开关启动消防泵	阀门开启后可通过阀组的压力开关报警,通过系统设置的压力流量开关启动消防泵
阀门选用要求	符合国家相关阀门规范要求,还应满足开启时间不得超过 30 s	符合国家相关阀门规范要求,还应满足选用弹簧非浸泡在水中式、失电开启型、有紧急断电启动按钮	参照《自动喷水灭火系统第 4 部分:干式报警阀》(GB 5135.4—2003)	参照《自动喷水灭火系统第 5 部分:雨淋报警阀》(GB 5135.5—2018)



图 2 快速启闭装置

Fig. 2 Quick opening and closing devices

4 管网充水时间的控制

消防规范规定的干式消火栓的充水时间不应大于 5 min。对于 I、II、III 类停车库,规范要求室内消火栓用水量不应小于 10 L/s,按照此流量,以热镀锌钢管为例, DN100 管道的流速为 1.2 m/s,对应 5 min 的管道长度为 360 m,而对于空管按照水泵性能曲线,管道未充满水前水泵出口压力低于设计压力,流量大于设计流量,按照规范,消防水泵流量上限为

设计流量的 150%,出口压力不低于 65%,以此种情况考虑计算充水管道长度时,则流量按 15 L/s 计,对应流速为 1.8 m/s,相应控制管道长度为 540 m。因此满足 5 min 充满水的情况下保守管道长度为 360 m,极限管道长度为 540 m。以耐火等级一、二级设置自动喷水灭火系统的多层汽车库为例,其单个防火分区面积为 5 000 m²,经过多个工程实例核算,单个防火分区内消火栓管道长度可控制在 360 ~ 540 m 之间,当快速启闭装置距离消防泵较近时可考虑采用不超过上限长度,较远时可采用接近下限值长度,因此推荐干式消火栓以每个防火分区设置一个系统为宜,具体还需经过计算以复核供水时间,对于选用电动阀的系统需要根据所选阀门相应减掉 30 s 的电动阀开启时间。

5 管道布置的考虑,进水与排气的结合

干式消火栓的管道布置应该综合考虑进水与排气的关系,合理规划进水走向与排气方向,使之方向一致,管道应该坡向快速启闭装置,而排气阀应该设置在快速启闭装置的远端管道最高处,管道布置连接快速启闭装置出口后应尽快接入系统干管,以各个支路管线到排气阀的距离相等为好,可以实现快速排气充水,达到工作状态。

进水与排气示意图 3。

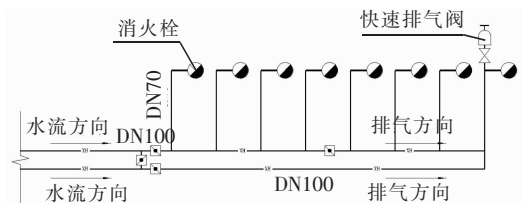


图3 进水与排气

Fig. 3 Water inlet and exhaust

6 快速排气阀门的选择

快速排气是干式消防栓系统转换为湿式系统的重要条件,排气阀常见种类有微量排气阀、快速排气阀和复合式排气阀三种。排气阀要在规定的时间内排除管道内的空气使之充水,同时管道排气还应均匀一致,不至于出现管道内水气混杂的情况。按前述管道长度, DN100 管道 360 m 长度空气体积约为 2.826 m^3 , 540 m 长度空气体积约为 4.239 m^3 , 5 min 排除需要排气阀的总排气量分别为 $33.9 \text{ m}^3/\text{h}$ 和 $50.9 \text{ m}^3/\text{h}$, 这两个数值与相应的水流量 $36 \text{ m}^3/\text{h}$ 和 $54 \text{ m}^3/\text{h}$ 也是相吻合的。在选用排气阀时,微量排气阀排除气体流量小,在规定时间内达不到系统要求,因此可选用快速排气阀和复合式排气阀。除系统需求的排气阀外,不充压缩气体的系统根据工程实际情况,管道出现上升、下降部位以及管网顶部还可相应增设自动排气阀以辅助系统排气,减少充水时间。

充压缩气体的系统快速启闭装置采用干式报警阀,其快速排气阀前还应设置电磁阀以保证平时有压气体不泄漏。

7 系统管道内泄水的考虑

干式消防栓系统充水后再次恢复必须保证系统内水的泄空,尤其在冬季格外重要,由于干式系统空管部位没有防冻措施,一旦有水就会发生冻结,势必影响系统的正常运行。

车库消防栓管道布置,对于泄水来说,理想的方式是下行上给式(见图4方式2),栓口与墙面成 90° (见图5),在干式干管靠近快速启闭装置处设置泄水阀门以便泄空积水,同时此种布置方式也有利于每个消防栓处积水的泄空;由于车库布局等因素通常设计中管道会布置成上行下给式(见图4方式1),此方式横管布置在上方,连接每个消防栓的支管从横管下接消防栓,横管泄水还可以通过启闭装置前的泄水阀泄空,每个支管的泄空就需要着重考

虑,在工程实践中推荐栓口向下的消防栓(见图5),可以打开消防栓完成支管的泄水,不用另行设计泄水阀门,维护管理较为方便。

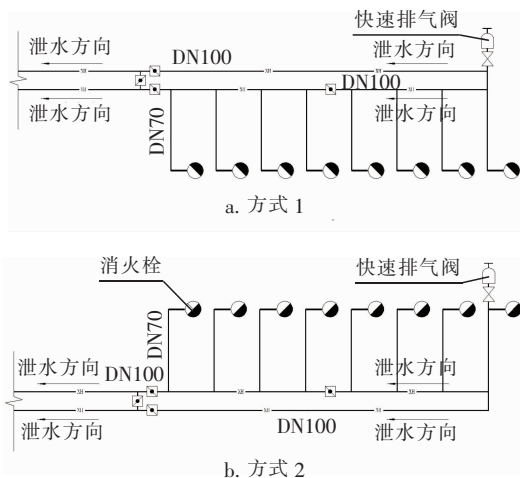


图4 管道布置

Fig. 4 Pipeline arrangement

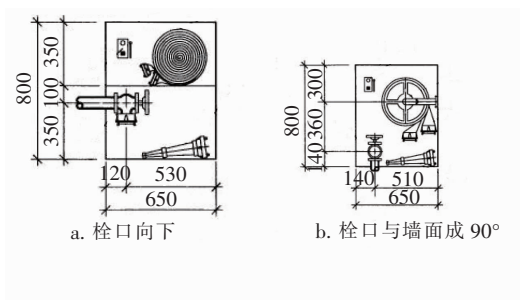


图5 消防栓安装方式

Fig. 5 Hydrant installation modes

8 系统控制

干式消防栓系统快速启闭装置采用干式报警阀时,系统充以有压气体,消防栓开启后有压气体压力下降,开启干式报警阀同时系统通过快速排气阀排气完成干湿转换,系统控制为自动控制;当快速启闭装置采用雨淋阀、电动阀、电磁阀时,使用消防栓需要开启上述阀门充水,系统控制为半自动控制,其阀门的启动方式,现行《消防给水及消防栓系统技术规范》(GB 50974—2014)要求“在消防栓箱处应设置直接开启快速启闭装置的手动按钮”^[4]。快速启闭装置的开启控制为干式消防栓系统的关键,消防栓按钮按下,消防联动控制器通过自动或直接手动方式,打开快速启闭装置使系统充水。除上述开启方式外,还可以在快速启闭装置处开启使系统充水。干式消防栓系统消防水泵的启动应由消防水泵出水干管上设置的压力开关、高位水箱出水管上的流量

开关和报警阀组压力开关直接启动消防泵;采用雨淋阀组的干式消火栓系统应由火灾自动报警系统、消防水泵出水干管上设置的压力开关、高位水箱出水管上的流量开关和报警阀组压力开关直接启动消防泵满足灭火要求。

9 实际应用

干式消火栓系统在天津地区多个敞开式车库项目中得到应用,以某住宅停车库为例,该建筑首层为敞开式车库,上部为多栋高层住宅,车库消火栓采用干式消火栓系统(图1方式1),充水的消防干管在冰冻线以下埋设,按建筑防火分区分设报警阀室(图1中以一个防火分区为例),报警阀室内设置快速启闭阀门,本项目中采用雨淋阀组,每个防火分区的干式消火栓管道呈环状布置,接自两个雨淋阀,雨淋阀前为充水的消防干管。

干式消火栓管道为便于安装,结合车库布局将横干管敷设在结构梁下,管道坡向报警阀室以方便泄水,管道最高点设置快速排气阀,排气阀安装在梁间位置,通过计算管网总的空气量,合理选用快速排气阀,保证在允许的时间内完成排气充水过程。消火栓的选择尽量采用栓口向下的消火栓,部分采用栓口与墙面成 90° 时,在支管下部设置管堵可供充水检测维护时泄水使用。

该项目已经过消防部门审批且已竣工验收完毕投入使用,尤其在冬季阶段便于维护管理,减少了冻结隐患,节约了日常维护费用,并提高了系统的整体可靠性,获得了较好的使用效果。

10 结语

在干式消火栓系统的应用过程中,充水时间的保证是首要问题,只有保证了充水时间才能满足消防的要求。由于存在干湿交替的可能,管道更容易发生锈蚀,管材需要选择优质镀锌钢管(无缝钢管)或内外涂塑消防管道以确保系统的使用寿命。另外系统较湿式系统存在多个控制组件,应用中各组件的可靠性必须得到保证才能确保系统正常运行。

参考文献:

- [1] GB 50067—2014,汽车库、修车库、停车场设计防火规范[S]. 北京:中国计划出版社,2015.
GB 50067 - 2014, Code for Fire Protection Design of Garage, Motor Repair Shop and Parking Area [S]. Beijing: China Planning Press, 2015 (in Chinese).
- [2] 中国建筑设计研究院有限公司. 建筑给水排水设计手册[M]. 3版. 北京:中国建筑工业出版社,2019.
China Architecture Design & Research Group. Design Manual for Building Water Supply and Drainage [M]. 3rd ed. Beijing: China Architecture & Building Press, 2019 (in Chinese).
- [3] 16S401,管道和设备保温、防结露及电伴热[S]. 北京:中国计划出版社,2016.
16S401, Pipeline and Equipment Insulation, Dew Prevention and Electrical Tracing [S]. Beijing: China Planning Press, 2016 (in Chinese).
- [4] GB 50974—2014,消防给水及消火栓系统技术规范[S]. 北京:中国计划出版社,2014.
GB 50974 - 2014, Technical Code for Fire Protection Water Supply and Hydrant Systems [S]. Beijing: China Planning Press, 2014 (in Chinese).



作者简介:翟加君(1971—),男,天津人,大学本科,高级工程师,从事建筑给排水工程设计工作。

E-mail:zhaijiajun@163.com

收稿日期:2019-08-23