

设计经验

地下机械车库自动喷水灭火系统设计探讨

陈 星, 朱 瑞

(中国建筑西南设计研究院有限公司, 四川 成都 610042)

摘 要: 当前我国大城市汽车保有量逐年上升,受土地资源限制,改建或新建的地下机械车库数量日益增多。地下机械车库封闭性强,火灾起火快,自喷系统对其初期火灾有显著的抑制作用。机械车库自喷系统设计可咨询当地消防部门,选择合适的自动喷水灭火形式;机械车库车辆载车板两端需增设侧喷喷头,侧喷喷头宜选用 K115 边墙型快速响应喷头,工作压力不小于 0.10 MPa,开放数量参考仓库货架内开放洒水喷头数量;考虑到侧喷喷头安装高度的影响,计算设计流量时先计算支管流量系数,再用节点法计算作用面积内全部开放喷头同时喷水总流量,工程设计中可根据项目自喷系统实际布置情况,参考此计算方法对系统设计流量进行计算。

关键词: 地下机械车库; 自动喷水灭火系统; 工作压力

中图分类号: TU998.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)24-0039-04

Discussion on Design of Sprinkler System for Underground Mechanical Garage

CHEN Xing, ZHU Rui

(China Southwest Architectural Design and Research Institute Corp. Ltd., Chengdu 610042, China)

Abstract: At present, the car ownership in big cities in China is increasing year by year. Restricted by land resources, the number of underground mechanical garages renovated or newly built is increasing day by day. The underground mechanical garage has strong closure and fast fire initiation, and the sprinkler systems has a significant suppression effect on its initial fire. The sprinkler system of the mechanical garage can consult the local fire department to select the appropriate form of automatic sprinkler system. The side sprinkler should be added at both ends of the vehicle board of the mechanical garage. The K115 side wall sprinkler should be chosen for the side spray head. The operating pressure is not less than 0.10 MPa, the open quantity refers to the number of open sprinkler in the shelf of the warehouse. Considering the influence of the installation height of the side sprinkler, the flow coefficient of branch pipe was first calculated for the open side nozzle, and then the total flow rate of all open side nozzles in the area of action was calculated by the nodal method. According to the actual layout of project sprinkler system, the design flow of the system can be calculated with reference to this calculation method.

Key words: underground mechanical garage; sprinkler system; operating pressure

相对于传统车库而言,机械车库在节地、安全性、环境效益甚至经济效益等方面都有显著优势^[1]。目前,我国已有 600 多座城市拥有机械式车

库,一、二、三线城市普及率基本达到 100%。机械车库的结构和形式很多,其中升降横移类停车设备凭借其对场地适应性强、土建要求低的特点,泊位在

各类机械停车设备中所占比例高达 89.8%^[2]。地下机械车库出入口少,封闭性强,发生火灾时起火快,燃烧猛,下层车辆着火若不能及时扑灭会很快向上蔓延,造成巨大的经济损失。自动喷水灭火系统主要用于扑灭初期火灾,张新^[3]实验结果表明,自喷系统在设计工况下,可有效降低火场内测点温度,阻止火灾蔓延,将火灾消灭在初期阶段。

1 地下车库自喷系统设计

1.1 自喷系统选择

根据《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》(GB 50067—2014,以下简称《车库规》)7.2.1 条规定:停车数大于 10 辆的地下、半地下汽车库,机械式汽车库均应设置自动灭火装置。第 7.2.3 条规定 I 类地下汽车库宜采用泡沫-水喷淋系统^[4]。依照规范选择地下机械车库常用的自喷系统,根据管道警戒状态是否充水,分为湿式系统和预作用系统;根据喷洒的灭火介质不同,又可分为水喷淋系统与泡沫-水喷淋系统。

1.1.1 湿式系统与预作用系统

湿式自喷系统结构相对简单,由闭式喷头探测火灾,喷头爆裂即喷水,系统可靠性高,在火灾初期灭火效果较好。但因地下车库一般不采暖,冬季自喷管道充水存在冰冻危险的地下车库若选用湿式系统,需要采取电伴热等防冻措施,既增加了投资,又降低了系统的安全性。因此,湿式系统不适用于有冰冻风险且不采暖的地下车库。

不适合湿式系统的场所,可采用预作用系统。根据已有设计案例,预作用系统用于地下车库是经济可行的,在此系统基础上增加一套泡沫系统可组成预作用泡沫-水喷淋系统。但此系统用于机械车库还存在一些弊病。如图 1 所示,下层车位会由上层干管接出支管,增设边墙型喷头。

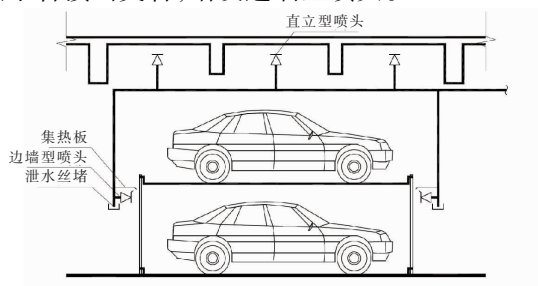


图1 机械车库喷头常见布置示意

Fig. 1 Schematic diagram of common arrangement of sprinklers in mechanical garage

在进行消防验收、试水、试压等检验后,预作用阀后管道存水需彻底泄空以防冬季冻结,而下返管道存水泄空比较困难。目前工程中采取在每个下返管道末端设泄水丝堵来排放本段下返管道存水^[4],但此做法不利于后续的施工和维护。

1.1.2 水喷淋系统与泡沫-水喷淋系统

水喷淋系统组成简单,投资相对较小。汽车库火灾包括 A 类固体火灾和 B 类可燃油火灾,水喷淋系统对初期火灾灭火效果好,但当油箱燃裂导致汽油外泄产生 B 类火灾后,水喷淋系统便无能为力。汽车存放超过 300 辆的 I 类汽车库,发生火灾经济损失大,《车库规》措辞宜采用泡沫-水喷淋系统。两系统由于作用面积不同,导致系统工作压力、设计流量、配水管控制标准喷头数有很大差异。两系统投资差距悬殊,规范措辞为“宜”,允许稍有选择,故可咨询当地消防部门,综合确定采用何种喷淋灭火系统。

1.2 喷头设置类型和布置方式

地下机械车库主要采用升降横移类停车设备,在此对此类机械车库进行设计研究。车库天花板区域,水喷淋系统根据《自动喷水灭火系统设计规范》(GB 50084—2017,以下简称《喷规》)按设计喷水强度为 $8 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 布置喷头;泡沫-水喷淋系统根据《泡沫灭火系统设计规范》(GB 50151—2010)按设计喷水强度为 $6.5 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 布置喷头。常见的喷头布置方式见图 1。由于天花板区域通常不做吊顶,故此区域喷头采用直立型快速响应洒水喷头,设置在停车位的上方或侧上方,并符合《喷规》喷头间距和喷水强度的要求,在满足上述要求下,尽量在梁间均匀布置。同时在停车的载车板下部每个停车位前后两端增设边墙型快速响应喷头,并在此喷头上设置集热板,喷头和集热板的设置位置应不影响载车板升降和水平移动。根据需要可选择在下返管道末端设置泄水丝堵。

1.3 系统工作压力和设计流量

对上述喷淋系统进行模拟计算,天花板区域安装 K80 直立型快速响应喷头,工作压力不小于 0.07 MPa,以常用柱距 7.8 m 井字梁结构梁窝中均匀布置喷头,其安装高度视为 $\pm 0.00 \text{ m}$ 。每个载车板下部前后两端设 K115 边墙型快速响应喷头,工作压力不小于 0.10 MPa,双层机械车库侧喷喷头安装高度为 -2.4 m ,三层机械车库侧喷喷头安装高度分别

为 -2.4 m 和 -4.2 m。

当采用水喷淋系统时,作用面积为 160 m²;采用泡沫-水喷淋系统时,作用面积为 465 m²。作用面积内直立型喷头全部开放,水喷淋系统侧喷喷头开放数量参考《喷规》表格 5.0.8 仓库危险等级 I 级,喷头层数一层开放 6 个,两层开放 12 个,恰为一组车位设置的侧喷喷头数量。泡沫-水喷淋系统根据重要性,侧喷喷头开放数量参考仓库危险等级 II 级,喷头层数一层开放 8 个,两层开放 14 个。图 2 为双层机械车库最不利点处作用面积内同时开放的喷头数量和平面布置,其余车库类型可参考。

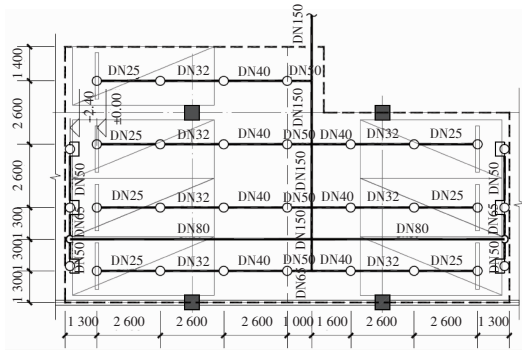


图 2 双层机械车库水喷淋模拟计算示意

Fig. 2 Schematic diagram of water sprinkler systems simulation calculation for double-deck mechanical garage

采用节点法,按最不利点处作用面积内喷头同时喷水的总流量确定系统设计流量,并求出该工况下所需的入口压力。目前大部分计算软件不能识别喷头所在标高,计算下层侧喷时,没有考虑高差对喷头喷洒流量的影响。所以模拟计算前应先计算侧喷支管相对于±0.00 m 主管压力下的流量系数,以此来计算作用面积内全部开放喷头的节点流量。采用预作用系统或湿式设计流量和工作压力没有变化,故仅计算水喷淋系统和泡沫-水喷淋系统的差异,具体计算结果见表 1。

表 1 自喷系统模拟计算结果

Tab. 1 Simulation calculation results of sprinkler systems

项目	车库类型	侧喷 开放 数/个	设计流量/ (L·s ⁻¹)	入口 压力/ kPa	平均喷水强 度/(L· min ⁻¹ ·m ⁻²)
水喷淋 160 m ²	普通车库	—	34.33	177.6	12.87
	双层机械车库	6	48.34	178.8	18.12
	三层机械车库	12	59.30	160.8	22.24
泡沫- 水喷淋 465 m ²	普通车库	—	80.84	132.2	10.43
	双层机械车库	8	99.00	148.6	12.77
	三层机械车库	14	106.82	129.9	13.78

根据计算结果,得出如下结论:

- ① 采用水喷淋系统时,系统设计流量普通车库宜≥35 L/s,双层机械车库宜≥50 L/s,三层机械车库宜≥60 L/s,末端作用面积内管网入口压力宜≥180 kPa;
- ② 采用泡沫-水喷淋系统时,系统设计流量普通车库宜≥85 L/s,双层机械车库宜≥100 L/s,三层机械车库宜≥110 L/s,末端作用面积内管网入口压力宜≥150 kPa;
- ③ 对于同种喷淋系统,普通车库和双层机械车库可考虑采用相同的管径表,三层机械车库为避免系统流量过高,支管管径宜放大一级进行设计。

2 工程实例分析

某医疗综合楼位于河北省石家庄市,该工程为一类高层公共建筑,建筑高度为 76.84 m,地下 2 层,地上 17 层。其中,地下二层为三层机械车库及医技用房;地下一层为双层机械车库、餐厅及设备用房。李停等^[5]在设计自喷系统时,采用预作用水喷淋系统,设计流量按最不利的三层机械车库区域着火计算确定,天花板区域取 30 L/s,侧喷喷头开放 10 个,每个按 1.92 L/s 计,系统设计流量取 50 L/s。表 1 中对应设计流量为 59.30 L/s,模拟计算流量大于 50 L/s 的原因为李停等推求得出三层机械车库侧喷喷头开放 10 个,笔者参照《喷规》取喷头开放 12 个;李停等^[5]仅在天花板区域采用节点法喷头流量,载车板侧喷喷头流量采用累加法计算,笔者则按照《喷规》第 9.1.3 条,对作用面积内所有开放喷头均采用节点法计算系统设计流量。

某银行生产基地位于四川省成都市,设有业务处理中心、厨房餐厅、宿舍楼、中心金库、数据中心机房等,最高建筑高度为 120.3 m。设有 2 层地下室,地下室建筑面积约 6.6×10⁴ m²,地下一层为三层机械车库,地下二层为普通车库。车库共拥有 1 433 个车位,其中机械车位 453 个。采用湿式泡沫-水喷淋系统,车库柱距为 8.1 m,天花板上喷喷头间距为 2.7 m,标高为±0.00 m;两层载车板处侧喷喷头标高分别为 -2.40 m 和 -4.20 m。计算车库自喷系统设计流量,最不利处作用面积 465 m² 内上喷喷头全部开启,侧喷喷头开放 14 个。系统计算流量为 107.52 L/s,系统设计流量取 110 L/s。地下室设有泡沫罐和比例混合器,泡沫混合比为 3%,持续喷洒泡沫时间为 10 min。报警阀和泡沫罐设在地下一层泡

沫罐间内,设计选用 PGNL2000 型立式泡沫罐,有效容积为 2.0 m^3 。

某康养产业示范基地位于四川省攀枝花市,项目总用地面积高达 9 km^2 。其中某地块为临湖山丘地形,建有 31 栋别墅、3 栋多层住宅、一座会所及单层地下室,总建筑面积约 $3.4 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。地下室包含设备用房和机动车库,地下机动车库共 183 个停车位,属 II 类汽车库,采用水喷淋系统,最不利处为地下车库按中危险 II 级,喷水强度为 $8 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 设防,最不利处为车库和设备机房连接处,此处建筑平面分隔较多,最不利作用面积内开放上喷头 28 个,喷头均处于同一标高,采用节点法,系统计算流量为 38.45 L/s ,设计流量取 40 L/s 。

另有某地块建设含有 27 栋多层住宅、一栋多层商业、4 栋高层住宅及地下室。高层住宅区域最高建筑高度为 94.10 m ,其地下车库拥有车位数 616 个,含有单列双层机械车位、二重列双层机械车位共 376 个。地下车库区域采用湿式泡沫-水喷淋系统,车库柱距为 7.8 m ,上喷头标高为 $\pm 0.00 \text{ m}$;载车板处侧喷头标高为 -2.40 m 。考虑增设侧喷头开放 8 个,系统计算流量为 99 L/s ,设计流量取 100 L/s 。

3 结语

① 由于泡沫-水喷淋系统与水喷淋系统造价差距悬殊,《车库规》规定为 I 类地下汽车库宜采用泡沫-水喷淋系统,允许稍有选择,故设计时可咨询当地消防部门,综合确定采用何种喷淋灭火系统。

② 机械车库载车板两端需增设侧喷头,侧喷头宜选用 K115 边墙型快速响应喷头,工作压力不小于 0.10 MPa 。作用面积内侧喷头开放数量参考《喷规》表格 5.0.8,建议水喷淋系统双层机械车库侧喷头开放 6 个,三层机械车库侧喷开放 12 个;泡沫-水喷淋系统双层机械车库侧喷开放 8 个,三层机械车库侧喷开放 14 个。

③ 工程设计时,受项目实际情况所限,自喷系统喷头布置间距、管网连接方式、管径配置、机械车位载车板高度等因素存在差异,自喷系统设计流量应按照实际布置计算确定,模拟计算的方法和结果可作参考。

参考文献:

[1] 王辉. 机械式立体车库的特点研究及其应用[D]. 长

沙:湖南大学,2008.

Wang Hui. Research on the Characteristics of Mechanical Stereo Garage and Its Application[D]. Changsha: Hunan University, 2008 (in Chinese).

[2] 龚建平. 2017 年停车设备工作委员会秘书处工作报告[EB/OL]. <http://www.cnpark-ing.org/xhdt/343.html>, 2018-11-30.

Gong Jianping. Report on the work of the secretariat of the parking equipment working committee in 2017 [EB/OL]. <http://www.cnpark-ing.org/xhdt/343.html>, 2018-11-30 (in Chinese).

[3] 张新. 地下机械式汽车库火灾模型试验及蔓延机理研究[D]. 长沙:中南大学,2012.

Zhang Xin. Study on Model Fire Test and Fire Spread Mechanisms in Underground Mechanical Car Park [D]. Changsha: Central South University, 2012 (in Chinese).

[4] 刘玖玲,徐京晖. 对大型地下机械车库消防方式的探讨[J]. 给水排水,2004,30(6):56-58.

Liu Jiuling, Xu Jinghui. Discussion on fire control system for big size underground mechanical vehicle yard [J]. Water & Wastewater Engineering, 2004, 30(6): 56-58 (in Chinese).

[5] 李停,欧云峰,姜坤. 某医疗综合楼自动喷水灭火系统设计实例[J]. 山西建筑,2017,43(6):146-147.

Li Ting, Ou Yunfeng, Jiang Kun. The design example of automatic sprinkler system in a medical complex building [J]. Shanxi Architecture, 2017, 43(6): 146-147 (in Chinese).



作者简介:陈星(1992-),男,四川成都人,硕士,工程师,注册设备工程师,主要从事建筑给排水相关设计工作。

E-mail: chenxing@foxmail.com

收稿日期:2019-04-17