

实验室采用非隔热型防火玻璃时的防护冷却系统设计

王爽莉* 王冬月

中国中轻国际工程有限公司, 北京 100026

[摘要]实验室采用非隔热型防火玻璃时的防护冷却系统应根据消防规范中相关规定进行设计。此文对防护冷却系统相关的规范条文进行梳理, 结合某实验室的工程实例介绍防护冷却系统设计, 对今后的实验室采用非隔热型防火玻璃时的防护冷却系统设计具有参考价值。

[关键词]实验室; 防火玻璃; 防护冷却系统

DOI: 10.33142/ect.v3i6.16882

中图分类号: TU545

文献标识码: A

Design of Protective Cooling System For Laboratory Using Non Insulated Fire-Resistant Glass

WANG Shuangli*, WANG Dongyue

China Light Industry International Engineering Co., Ltd., Beijing, 100026, China

Abstract: When using non insulated fire-resistant glass in the laboratory, the protective cooling system should be designed according to the relevant provisions of the fire protection regulations. This article summarizes the relevant regulatory provisions for protective cooling systems and introduces the design of protective cooling systems based on an engineering example from a certain laboratory. It has reference value for the design of protective cooling systems when using non insulated fire-resistant glass in future laboratories.

Keywords: laboratory; fireproof glass; protective cooling system

引言

随着时代的变迁和我国科技日新月异的变化, 医疗水平的发展、化工生产技术的提高和科学研究息息相关。近年来, 在医药、化工等行业建设中, 实验室逐渐成为了不可或缺的一项。目前在实验室的消防设计中, 由于《建筑防火通用规范》为 2023 年新实施, 关于实验室设置防护冷却系统设计实例较少, 本文在整理相关规范的基础上, 结合实际工程进行分析说明。

1 防护冷却系统的用途及适用范围

1.1 防护冷却系统的用途

在实验室建筑设计上, 通常采用防火玻璃隔墙来替代防火隔墙。这样设计的目的是实验室内外的光线自由传播可以提供良好的采光环境, 同时光线透过玻璃, 实验室的空间感得到了增强。在消防设计时, 《建筑防火通用规范》GB 55037—2022 实施指南中对于替代防火隔墙的防火玻璃墙的耐火性能提出了更新的要求, 防火玻璃墙应同时具备要求的耐火完整性能和耐火隔热性能。防火玻璃按照耐火性能分为隔热型防火玻璃(A类)和非隔热型防火玻璃(C类)。规范中另外提到当采用非隔热型防火玻璃(C类)时, 应采用防护冷却自动喷水灭火系统等设施进行保护。在实际工程中, 由于隔热型防火玻璃的制作工艺特点导致防火玻璃的使用年限不能满足实验室的使用需求, 所以考虑到采用非隔热型防火玻璃并设置防护冷却系统, 既能满足使用需求, 又能起到冷却玻璃的作用, 保证火灾发生后受困人员和消防人员的通行。

1.2 防护冷却系统与防护冷却水幕系统的区别

阐述了防护冷却系统的功能后, 我们发现防护冷却系统与防护冷却水幕系统功能基本一致。但是防护冷却系统和防护冷却水幕系统在系统形式、系统组成方面都有着明显的区别, 如表 1 所示。

表 1 防护冷却系统和防护冷却水幕系统的组成及用途

系统类别	系统形式	系统组成	用途
防护冷却系统	闭式系统	闭式喷头	用于冷却防火卷帘、防火玻璃墙等防火分隔设施
		湿式报警阀组	
防护冷却水幕系统	开式系统	水幕喷头	用于冷却防火卷帘、防火玻璃墙等防火分隔设施
		雨淋报警阀组	

通过上表中的对比可知, 两个系统最大的区别就是防护冷却系统为闭式系统, 防护冷却水幕系统为开式系统, 另外在适用范围以及水力计算等方面也有所不同。

1.3 防护冷却系统的适用范围

根据《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084—2017 (以下简称自喷规范) 第 5.0.15 条第 1 款, 防护冷却系统喷头设置高度不应超过 8m。所以当喷头设置高度超过 8m 的场所, 可采用防护冷却水幕系统。

2 工程实例的防护冷却系统设计

2.1 工程概况

本工程为某化工园区内的实验楼, 承担整个园区贯穿生产过程的采样及产品的质检、实验。建筑性质为多层丙类厂房, 耐火等级为二级。建筑共三层, 每层一个防火分区。建筑呈一字型布局, 东西向走廊, 南侧和北侧实验室

均采用非隔热型防火玻璃与中间走廊隔断。

2.2 系统组成

供水设施：包括消防水池、消防水泵、稳压装置等，确保持续供水。

管网系统：报警阀、输水管道、阀门、水流指示器、喷头。

控制系统：联动火灾自动报警系统，火灾时自动启动水泵并报警。

2.3 工作原理

火灾发生时，系统通过温度感应（如喷头玻璃球破裂）或火灾报警信号自动启动。喷头向防火玻璃表面喷水形成水膜，吸收热量并降低玻璃温度，防止其因高温破裂导致火势蔓延。

2.4 喷头选型

根据“自喷规范”第 6.1.6 条，自动喷水防护冷却系统可采用边墙型洒水喷头。条文解释中提到，目前国内外还有一种专门用于保护防火分隔设施的窗式喷头等特殊类型喷头。窗式喷头是国外最先研发的一种用于保护热增强型玻璃或钢化玻璃的喷头，属于快速响应喷头的一种。公安部天津消防研究所曾开展过普通边墙型喷头和保护玻璃专用窗式喷头的洒水分布性能试验，以及以木垛火、油盘火和织物火等为火源的实体防护冷却性能试验。研究发现，在布水方面，由于窗式喷头溅水盘的特殊设计和喷头快速响应的热敏能力，使得其布水效果更好，能形成完全均匀的水膜，几乎能做到保护对象全覆盖。在实体火灾场景防护冷却方面，采用窗式喷头和普通边墙型喷头均没有出现较高温度情况下骤然降温而破裂的现象。因此，采用窗式喷头或普通边墙型喷头均可对玻璃分隔构件进行冷却保护。普通边墙型喷头的优点是应用较成熟，且在

保护玻璃的同时对其下方一定范围内火源兼具灭火功能，缺点是所保护玻璃上边缘左右两侧存在盲区，不能对玻璃进行完全保护。窗式喷头的优点是喷洒曲线要好于普通边墙型，缺点是目前尚无国家产品标准且无灭火功能。因此，本项目选择普通边墙型喷头，并通过增大普通边墙型喷头的安装密度和工作压力来减少自动喷水冷却系统保护中的死角范围。

2.5 喷头布置

根据“自喷规范”第 5.0.15 条第 3 款，喷头的设置应确保喷洒到被保护对象后布水均匀，喷头间距应为 $1.8\text{m}\sim 2.4\text{m}$ ，并参照图集《自动喷水灭火系统设计》19S910（以下简称自喷图集）中规定，喷头距墙距离为 $0.1\text{m}\sim 1.2\text{m}$ ，如图 1、图 2 所示；喷头溅水盘与防火分隔设施的水平距离不应大于 0.3m ，与顶板的距离应符合“自喷规范”第 7.1.15 条的规定，如图 3、图 4 所示。

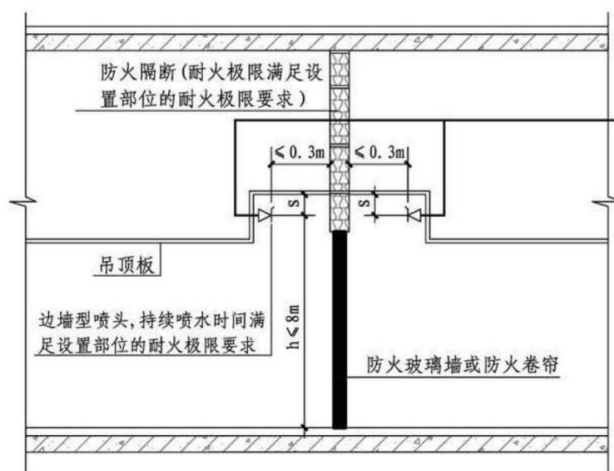


图3 防护冷却系统洒水喷头布置剖面图

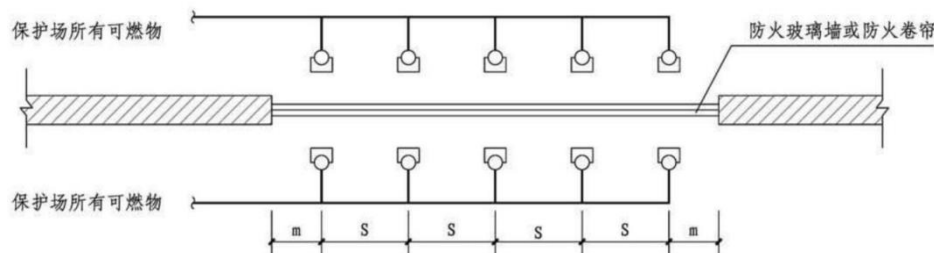


图1 防护冷却系统洒水喷头两侧布置平面图

图中： $1.8\text{m}\leq S$ （喷头间距） $\leq 2.4\text{m}$ ， $0.1\text{m}\leq m$ （距墙距离） $\leq 1.2\text{m}$ 。

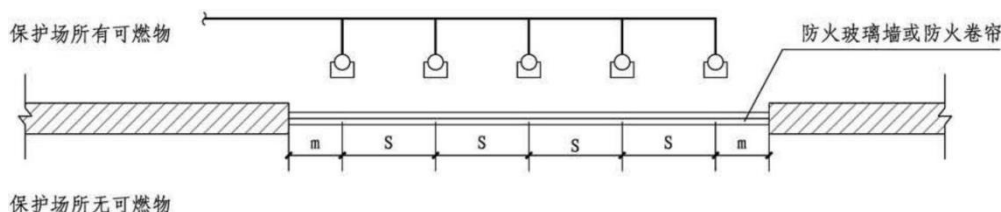


图2 防护冷却系统洒水喷头单侧布置平面图

喷头类型		喷头溅水盘与顶板的距离S (mm)
边墙型标准覆盖面积洒水喷头	直立式	$100 \leq s \leq 150$
	水平式	$150 \leq s \leq 300$
边墙型扩大覆盖面积洒水喷头	直立式	$100 \leq s \leq 150$
	水平式	$150 \leq s \leq 300$

由于普通边墙型喷头在玻璃墙上的喷水形式呈伞形,在玻璃的上边缘左右两侧角落均有少量盲区,应尽可能增大喷头密度,因此本项目设计喷头间距为2m。

2.6 水力计算

根据“自喷规范”第 5.0.15 条第 1 款,喷头设置高度不应超过 8m;当设置高度为 4m~8m 时,应采用快速响应洒水喷头:

根据“自喷规范”第 5.0.15 条第 2 款,喷头设置高度不超过 4m 时,喷水强度不应小于 $0.5\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$;当超过 4m 时,每增加 1m,喷水强度应增加 $0.1\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ 。

本项目实验室及走廊吊顶高度为 3.6m，采用普通边墙型喷头，流量系数为 K=80，喷水强度为 0.5L/（s.m）。根据《消防设施通用规范》GB 55036—2022 第 4.0.5

根据“自喷规范”第 9.1.1 条, 喷头的流量为:

$$q = \sqrt{10P} = 80 \text{ L/min} = 1.33 \text{ L/s} \quad (1)$$

本工程考虑到使用功能为实验室,设有自动喷水灭火系统,危险等级为中危险Ⅱ级,作用面积为 160m²。防护冷却系统最小计算长度为:

$$L \geq 1.2 \times \sqrt{160} = 15.18 \text{m} \quad (2)$$

本工程按照一侧走廊连通房间开启最多喷头考虑,喷头间距为 2m,共设置 9 个喷头,防护冷却系统计算长度大于最小计算长度,喷头布置如图 5 所示。

经上述计算, 系统的设计流量为:

$$Q=1.33 \times 9 \times 1.15=13.8 \text{ L/s (取 } 15 \text{ L/s)} \quad (3)$$

根据“自喷规范”第 5.0.15 条第 4 款,持续喷水时间不应小于系统设置部位的耐火极限要求。根据《建筑防火通用规范》GB 55037—2022 第 6.4.9 条,用于防火分隔的防火玻璃墙,耐火性能不应低于所在防火分隔部位的耐火性能要求。根据《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 (2018 年版)第 3.2.1 条规定,疏散走道两侧的隔墙耐火极限为 1h。因此,本项目设计防护冷却时间为 1h,系统的一次防护冷却用水量为 54m³。

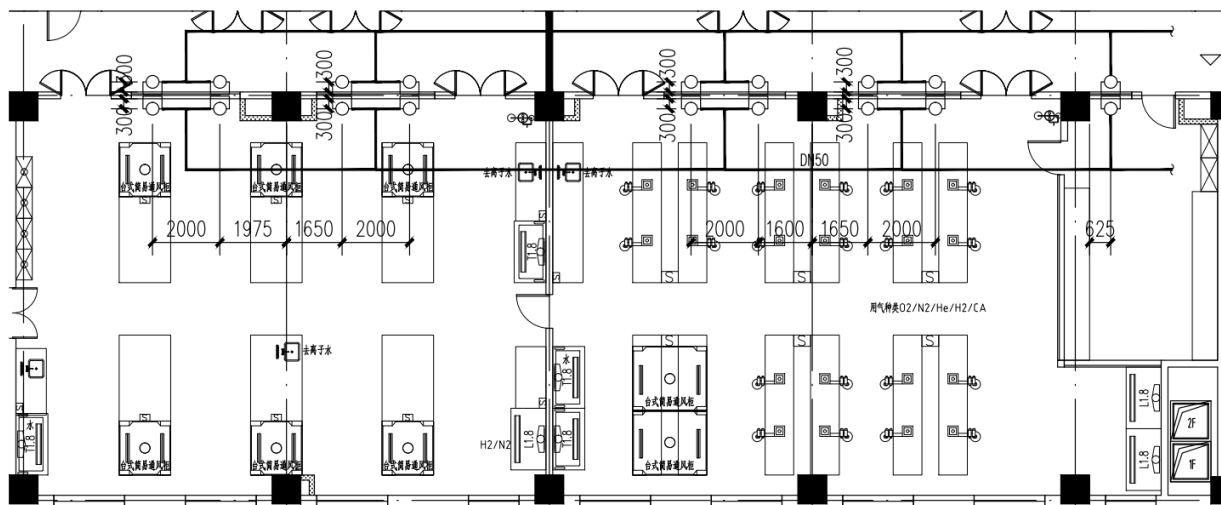


图 5 实验室防护冷却系统洒水喷头布置平面图

2.7 系统供水方式

根据“自喷规范”第5.0.15条,当采用防护冷却系统保护防火卷帘、防火玻璃墙等防火分隔设施时,系统应独立设置。笔者认为由于自动喷水灭火系统与防护冷却系统的持续喷水时间不同、设计流量不同、压力不同,所以防护冷却系统的消防水泵和供水管网均应独立,不与自动喷水灭火系统合用。

2.8 排水设施

玻璃底部设置排水设施,如地漏、排水沟等,连接实验室排水系统,避免造成玻璃底部积水影响实验室设备安全。

2.9 与其他系统的协同设计

2.9.1 与火灾自动报警系统联动

防护冷却系统应与火灾自动报警系统联动。当火灾探测器检测到火灾信号后,将信号传输至火灾报警控制器,控制器发出指令30s内自动启动消防泵和开启报警阀组,使防护冷却系统开始工作。同时,系统的动作信号应反馈至消防控制室,便于消防人员及时掌握系统运行状态。

2.9.2 监测系统

设置水流指示器和压力开关对系统的水流状态和压力进行监测。水流指示器可实时监测管网内的水流情况,当系统启动喷水时,水流指示器动作并向消防控制室发送信号。压力开关用于监测管网压力,当压力低于设定值时,及时发出报警信号,提醒维护人员进行检查和维修,确保系统始终处于正常工作状态。

2.9.2 与实验室通风系统联动

系统启动时,自动关闭防火玻璃附近的通风管道防火阀,避免气流影响喷水效果。

2.9.3 与防火玻璃构造配合

玻璃安装框架需预留喷头安装孔,避免影响喷水角度。

3 施工过程存在问题及解决措施

3.1 存在问题

施工时喷头位置偏移,或喷头与玻璃之间的障碍物(如管道、设备)遮挡,导致水流无法覆盖玻璃边缘或拼接缝,形成冷却盲区,影响喷水效果。

3.2 解决措施

施工前应核对喷头布置图,确保安装位置与设计一致。当存在障碍物遮挡时,应清除障碍物,或调整喷头位置避开遮挡。安装后应进行喷水试验,检查水流覆盖范围。

4 后期系统维护与保养

定期对防护冷却系统进行维护保养是确保其正常运行的关键。首先应制定维护计划。每月应检查消防水泵的

运行情况,包括水泵的启动、停止、运行声音、振动等,确保水泵性能良好。每季度对管网进行检查,查看是否有漏水、锈蚀等情况,及时修复损坏的管道和配件。每年对喷头进行清理和检查,清除喷头堵塞物,检查喷头的喷洒性能是否正常。定期对火灾自动报警系统与防护冷却系统的联动功能进行测试,避免系统长期处于“休眠”状态,保证在火灾发生时系统能够可靠启动。在定期维护的同时,应建立维护记录档案,及时处理解决发现的问题并做好记录。

5 结语

实验室采用非隔热型防火玻璃时,应采用防护冷却自动喷水灭火系统进行保护。设置此系统的目的是既可以保证防火玻璃的耐火完整性能,同时又改善了非隔热型防火玻璃的耐火隔热性能。本文对相关规范进行了列举和汇总,并结合工程实例总结了防护冷却系统的设计要点。在设计过程中,需注意以下2点:

(1)应根据喷头的设置高度,选取合适的喷头类型。

当选用普通边墙型喷头时,应增大普通边墙型喷头的安装密度和工作压力来减少自动喷水冷却系统保护中的死角范围。

(2)当设置场所设有自动喷水灭火系统时,计算系统的设计流量,计算长度应大于最小计算长度。

[参考文献]

- [1]GB50084-2017 自动喷水灭火系统设计规范.中华人民共和国城乡建设部,2017[Z].
- [2]GB50016-2014 (2018年版) 建筑设计防火规范.中华人民共和国城乡建设部,2018[Z].
- [3]GB55037-2022 建筑防火通用规范.中华人民共和国城乡建设部,2022[Z].
- [4]GB55037-2022 建筑防火通用规范实施指南.中华人民共和国城乡建设部,2022[Z].
- [5]GB55036-2022 消防设施通用规范.中华人民共和国城乡建设部,2022[Z].
- [6]GB55036-2022 消防设施通用规范实施指南.中华人民共和国城乡建设部,2022[Z].
- [7]19S910 自动喷水灭火系统设计.中国建筑标准设计研究院,2019[Z].

作者简介:王爽莉(1990—),女,汉族,北京人,本科,学士,工程师,工作单位为中国中轻国际工程有限公司,主要研究方向为给排水及消防;王冬月(1992—),女,汉族,辽宁黑山人,研究生,硕士,工程师,工作单位为中国中轻国际工程有限公司,主要研究方向为给排水及消防。