

自动喷水灭火系统几个问题的辨析

黄晓家 李彦军 孙学成 姜 宁

提要 作者通过对自动喷水灭火系统设计、施工和审查的工程实践,对自动喷水灭火系统的报警阀设置位置、喷头的选择和布置、消防水泵接合器、自动喷水灭火系统屋顶水箱稳压等存在的问题进行辨析。

关键词 自动喷水灭火系统 报警阀 喷头 消防水泵接合器

0 前言

在古代我国宫廷内就设有装满水的铜缸,以备火灾发生时用来灭火,所以自古以来水就被用来做灭火剂。因它来源广、无污染、灭火效果佳,目前仍被大力推广,已从以消火栓为基本消防向以自动喷水灭火系统为基本消防转移,并且还向水雾和超细水雾方向发展,以便代替气体灭火系统,所以水是至今为止最广泛的灭火剂^[1~5]。

自动喷水灭火系统自 19 世纪 50 年代在西方被发明应用以来^[3],因其灭火成功率高,对生命和财产有更高的可靠性保护,已成为最基础的消防设施,这也正是美国政府为什么规定其官员必须住在设自动喷水灭火系统宾馆的原因。我国在改革开放以前,因投资原因,自动喷水灭火系统在工程中应用较少。随着改革开放的深入和我国国力的增强,自动喷水灭火系统已广泛应用于工程建设中,由于大量的工程实践,对其应用有了更多更深入的了解。为保证自动喷水灭火系统的可靠性,提高其灭火率,本文通过工程实践对自动喷水灭火系统中存在的弊病进行辨析。

1 报警阀的作用与设置

自动喷水灭火系统是由穿孔管发展而来^[3]。其实在原始的自动喷水灭火系统中并没有报警阀,仅有喷头和水源供水装置。但随着自动喷水技术的进步和对其可靠性和灭火成功率要求的提高,应运而生了报警阀和水流指示器等报警装置。可见报警阀对系统的可靠性和灭火成功率有着举足轻重的作用。

1.1 报警阀的作用

报警阀的作用和功能有 3 个: 提高系统的可

靠性和灭火成功率; 自动直接启动消防泵; 就地或远距离报警,提醒人员尽快疏散。

文献[6]规定:任何一个自动喷水灭火系统的立管(即报警阀)保护任何一楼层的最大面积应如下:中轻危险场所为 $4\ 831\ \text{m}^2$;严重危险等级管道不进行水力计算,系统管道直径按规范规定的管道表选择时为 $2\ 332\ \text{m}^2$,如果进行管道水力计算则为 $3\ 716\ \text{m}^2$;高架库为 $2\ 332\ \text{m}^2$ 。但并未规定一个报警阀的服务总面积。

自动喷水灭火系统的大小文献[6]有如下的规定:干式系统干式报警阀控制的系统管道容积不得超过 $2\ 839\ \text{L}$,系统管道容积超过 $1\ 893\ \text{L}$ 时,应设置快速排气装置;对于预作用系统任何一个预作用报警阀控制的喷头数不得超过 1 000 个;而对于湿式报警阀的系统大小没有规定。可见在工程实践中对于干式、预作用系统要使系统设计既符合系统每层服务面积的要求,又要符合系统大小的规定;而对湿式系统则仅满足每层服务面积的要求即可。

文献[7~8]规定:湿式报警阀和预作用报警阀控制的喷头数不得超过 800 个;干式系统有排气装置,干式报警阀控制的喷头数不得超过 500 个或者 $2\ 500\ \text{L}$ 的管道容积,无排气装置干式报警阀控制的喷头数不得超过 250 个或者 $1\ 500\ \text{L}$ 的管道容积。

可见国内外规范对自动喷水系统的大小或服务面积都有规定,最大的区别是 NFPA 对湿式系统没有规定一个报警阀仅能带 800 个喷头,而国内规范规定为 800 个喷头。文献[6]规定了报警阀在每层的服务面积值,主要是考虑当报警阀维修时影响的面积不能太大,即是增加系统的可靠性;预作用系统

和干式系统美国规范与我国基本相同。可见国内外对报警阀的服务面积和控制喷头数为系统可靠性确定因素之一,其目的是尽可能减少对服务对象的影响。

1.2 报警阀的设置

报警阀的设置应满足报警阀的3个功能以及控制面积和系统大小的规定,全面体现其可靠性、就地或远距离报警、提醒人员疏散、自动启泵等功能的要求。如果报警阀的设置不能满足上述功能的要求,则其设置和布置就是失败的。

报警阀设置的数量可根据本文1.1节的技术要求经计算确定,而报警阀的设置位置目前在工程实际应用中呈现多样化的趋势。据调查,基本有以下几种类型:所有报警阀设在地下室的消防水泵房内,水力警铃也设在地下室;所有报警阀设在下一层,水力警铃引至首层室外;所有报警阀设在首层,水力警铃引至首层室外;报警阀在其服务面积的就近地点的公共走廊和楼梯等疏散通道的附近,水力警铃也设在楼梯附近。从投资节省减少管道用量,以及满足报警阀的3个功能来看,第 种方式最能满足要求,特别是达到就地报警提醒人员疏散的目的。水力警铃设在地下室或室外基本达不到就地报警提醒人员疏散的目的。但当建筑物设有消防广播时,水力警铃的报警作用可弱化,第 ~ 种方案也可;当无消防广播时,最好采用第 种方案,这样水力警铃能起到报警作用。

文献[9]规定报警阀的水力警铃能发出高频高强度声音,当水力警铃喷嘴进口处压力分别为0.2,0.3,1.0 MPa时,距水力警铃3 m处的三个位置的响度平均值不应小于85 dB,且每个测点的数值不低于80 dB;当喷嘴进口压力为0.05 MPa时,三次试验的响度平均值不低于70 dB。

文献[10]规定当声源的尺度小于其波长时,在媒质中辐射的声强可以看作是各个方向均匀的,这种声源称为点声源。水力警铃发出高频高强度声音应为点声源。点声源的传播声压衰减公式如下:

$$L_P = L_W - 11 - 20lg R \tag{1}$$

式中 L_P ——声压级, dB;

L_W ——声功率级, dB;

R ——测声点至声源的距离, m。

根据式(1),假设 $R = 3$ m,此处水力警铃的声

表1 水力警铃声强与距离的关系

距声源距离 R/ m	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
警铃声强/ dB	80.0	74.0	70.5	68.0	66.0	64.4	63.0	61.9	60.9	60
声强衰减/ dB		6.0	9.5	12.0	14.0	15.6	17.0	18.1	19.1	20

强为80 dB,则与 R 成倍数距离处的声强见表1。

文献[11]提供的室内噪声级见表2。由此可见场所的不同噪声级不同,当水力警铃报警时由于噪声背景值的不同所要求能听见的声级也不同。由于铃声在建筑物内传播时遇到隔墙等固体物质亦会产生衰减,加之铃声和建筑物内的其他噪音值的频率不同,一般考虑其传播的距离为15 m左右。此处的铃声级约为66 dB,大于一般室内允许噪声级45 dB,一般建筑物内的工作人员能听见铃声。所以自动喷水系统报警阀的水力警铃应设置在报警阀服务区的就近疏散通道处,其作用范围可考虑为15 m左右。

表2 室内允许噪声级

房间名称	播音室	音乐厅	剧院	医院	电影院, 会堂
允许噪声级/ dB	25 ~ 30	30 ~ 35	30 ~ 35	35 ~ 40	35 ~ 40
房间名称	教室	住宅	办公室	饭店	
允许噪声级/ dB	35 ~ 40	35 ~ 40	40 ~ 45	50 ~ 55	

上述水力警铃的报警范围按15 m考虑,基本与文献[12]规定相当:民用建筑内的火灾应急广播应设置在走道和大厅等公共场所,每个扬声器的额定功率不小于3 kW,其数量应能保证从一个防火分区内的任何部位到最近一个扬声器的距离不大于25 m,走道内最后一个扬声器至走道末端的距离不应大于12.5 m。

2 喷头的选择与布置

喷头的选择和布置是灭火成败的关键,因此设计和施工中对此问题必须重视,在此仅就设计中易出现的问题进行辨析。

2.1 喷头的选择

喷头的选择国内外文献[6~8]都有严格的规定,但设计和施工中往往会忽略这一问题,从而造成不必要的浪费和事故。在此列举一些选用喷头不当事例,以供同行在设计和施工中注意。

美国规范文献[6]规定,住宅自动喷水灭火系统的喷头应为住宅专用喷头,该喷头为快速反应喷头,即喷头的响应指数必须是 $RTI \geq 50(m \cdot s)^{0.5}$ 。对于玻璃球喷头而言,玻璃球直径必须不大于3 mm。原

因是住宅的自动喷水灭火系统为降低成本,往往与生活给水系统合并,且其设计给水量相对较少,若不采用快速反应喷头,会造成火灾大了自动喷水灭火系统无法有效地控制。再者关键是住宅疏散出口仅有一个,快速反应喷头可以增加人员的疏散时间,提高生命安全性。所以住宅自动喷水灭火系统的设计一定要选用快速反应住宅专用喷头。目前本人调查到有的高级住宅或超过 100 m 的超高层住宅采用普通 68 吊顶型喷头,这样的设计应是不合理的。

我国规范没有规定热源对喷头动作温度选择的影响,仅规定喷头的动作温度应是环境温度加 30,而对于热源不足以影响整个空间的温度,但可使局部空间温度有所升高的场所没有规定喷头的选择。而文献[6]规定了这种情况下喷头动作温度的选择,一般在采暖通风管道、加热器、不保温的蒸汽管道、天窗等应采用中高温度的喷头,以防止因采用 68 普通喷头而经常爆破,造成不必要的水渍损失。设计中对于开水房、蒸饭间、工业厂房的用蒸汽点等特殊部位应特别注意。

文献[6]规定喷淋型(Spray Sprinkler)快速反应喷头仅应用于湿式系统或轻危险、中危险等级场所,不能应用于干式和预作用系统,以及严重危险等级场所。有的工程采用快速反应喷头,在地下室的车库也采用快速反应喷头,这时就出现问题,一般车库采用干式自动喷水系统,采用快速反应喷头就不符合文献[6]。另如有的设计在严重危险等级场所采用快速反应喷头,由于严重危险场所发生火灾时,燃烧加速度快,快速释放大量的热量,由于快速反应喷头对热更敏感,有可能造成大面积的喷头开启,从而使开启喷头数量超过设计水平,导致喷水强度不足而无法灭火。

喷头选择最好不采用传统/普通型喷头,最好是向上安装采用直立型喷头,向下安装采用下垂型喷头,侧墙式安装采用侧墙型喷头,这样喷头效率高。目前在工程中常见到用传统/普通型喷头代替直立型喷头和下垂型喷头,这样喷水效率约低 20%~40%左右,不利于灭火。

所以喷头的选择应根据系统类型、设置场所危险等级、喷头的 RTI 值、喷头热敏元件、喷头密封元件、环境温度以及安装方式等因素通盘考虑,选择适

合于工程特殊条件的喷头。

2.2 喷头的布置

喷头的布置除考虑障碍物的遮挡外,还应考虑火灾时烟羽流对其动作的影响,以及喷头动作后喷头之间的相互影响。对于上述 3 个问题一般工程技术人员对第一个问题较为重视,而对后两个问题不够重视。这主要体现在:较多的工程中发现直立型喷头的安装距吊顶的距离太大,设计和施工应根据规范规定安装喷头,使其距吊顶的距离符合要求;大开间双向对开布置侧墙式喷头,没有采用错开布置,侧墙式喷头的间距应根据喷头喷水曲线和柱侧间距来布置,喷头之间距离较近,当一个喷头动作后,由于喷头的冷却作用,可能跳过这个邻近喷头,下一个喷头动作,从而造成灭火的延误和失败,喷头最小间距应根据喷头喷水曲线通过计算确定。总之喷头的布置除考虑障碍物的遮挡外,一定要考虑火灾烟羽流和喷头布水曲线的影响。

3 消防水泵接合器的布置

文献[6,14]规定自动喷水灭火系统至少有 1 个自动供水系统,而文献[14]规定当为严重危险等级场所时,应有 2 个自动供水系统。自动喷水灭火系统的消防水泵接合器是 1 个手动供水系统,是自动喷水灭火系统自动供水系统的一个补充,设计中必须考虑。

文献[7,15]规定自动喷水灭火系统应设置消防水泵接合器。文献[7]规定数量不小于 2 个,并根据流量确定,消防水泵接合器的 15~40 m 范围内应有室外消火栓。

目前工程中常见的是 2 个或者更多的消防水泵接合器设置在一起,这样不便于消防车操作和管网的有效利用。如果是采用墙壁式消防水泵接合器,当火灾靠近水泵接合器时,会影响其使用。由于设置在一起,而无法用消防车向系统供水,这些都是水泵接合器设在一起的弊病。设计中应尽量避免,采用分散设置的方式。

4 自动喷水灭火系统屋顶消防水箱稳压

关于自动喷水灭火系统的稳压,目前常用的方法为稳压泵稳压和屋顶水箱稳压 2 种。前者一般在设计中不存在问题,而对于屋顶水箱稳压,经常出现最不利点试水时,系统不动作,原因是水箱高度不足。

production wastewater. Under the optimum conditions, the COD level in the raffinate of the first stripping could be reduced to less than 500 mg/L and the highest COD removal efficiency was 95 %. The COD value and the color of the raffinate can meet the National Wastewater Discharge Standard after firstly treated with active carbon and then lime neutralization. The efficiency of stripping was 100 % and the extractant could be recycled without changing its properties. The extracted organics from wastewater could be condensed more than 8 times and the COD of the concentrated solution was approximately 8.0×10^4 mg/L. Its main constituents were Reactive Brilliant Red K2BP could be recovered by salting out process.

Hydrolytic Acidification, Biological Contact Oxidation and Air Floatation Process Treating Meat Packing Wastewater

..... Hu Fengping et al (54)

Abstract : Hydrolytic acidification, biological contact oxidation and air floatation process has been adopted to treat meat packing wastewater with capacity of 4 000 m³/d in a foodstuff enterprise in Luoyang City, Henan Province. The performance seems fair when the inlet COD and BOD are 600 mg/L and 300 mg/L, an effluent with COD < 80mg/L and BOD < 25 mg/L has been obtained. The SS and oil contents in the effluent were < 60 mg/L and < 15 mg/L respectively. This meets the national wastewater discharge standard for meat processing (GB13457-92) as well as the local wastewater discharge standard.

Operation and Control of Pre Action Automatic Sprinkling Fire System

Fang Ruqing et al (56)

Abstract : Pre-Action Automatic Sprinkling Fire System is a stable fire facility consisting of an auto-alarm system and automatic sprinkling fire system. In this paper some main stipulations and operations are described related to the quasi-working status, the fire distinguish procedure, the emergency disposal etc in this system.

Discussion on Automatic Water Sprinkling System

Huang Xiaojia et al (66)

Abstract : On the basis of the author's experiences in the design, construction and examination of the automatic water sprinkling systems, some common problems are discussed such as the installation location of alarm valve, the selection and distribution of nozzles, the coupling of fire pumps and the roof pressure maintaining tank.

On Design of Spraying System for Multi-Sectional Underground Dynamo House

Peng Hailin (70)

Abstract : The underground diesel engine house in basement of the Wal-Mart Supermarket in Fuzhou City, Fujian Province, is designed as a space composed of multi-sectional zones. The designed water spraying fire system shall protect numerous objects dispersing in a large area. In this case, the water spraying devices in different fire zone shall be controlled apart by several deluge valve control units.

Application of High Effective Electro-Magnetic Speed Regulation

Yang Banghua (81)

Abstract : In 1998 the Second Waterworks in Ma'anshan City, Anhui Province was reconstructed with the capacity being increased from 130 to 230 thousand cubic meters per day. Four pumping assemblies composed of centrifugal pump type 28SA-10JC with nominal discharge of 3 000 cubic meters per hour and delivery head of 47 m and electric motor Y500-8 with input voltage of 10kV are installed in the output water pumping station. These new type electro-magnetic governed assemblies are working normally with evident benefits after they were put into operation.

Computer-Aided Dispatching System of Pumping Station

Zhao Yihua (85)

Abstract : The sewage and rain-water and sewage pumping stations in the economical development zone in Tianjin City were taken as an example to elaborate the function and structure of computer-aided dispatching and control system of pumping stations in urban and industrial area. The modernized management and control have been realized on a pumping station control model established on modern engineering cybernetic theory.