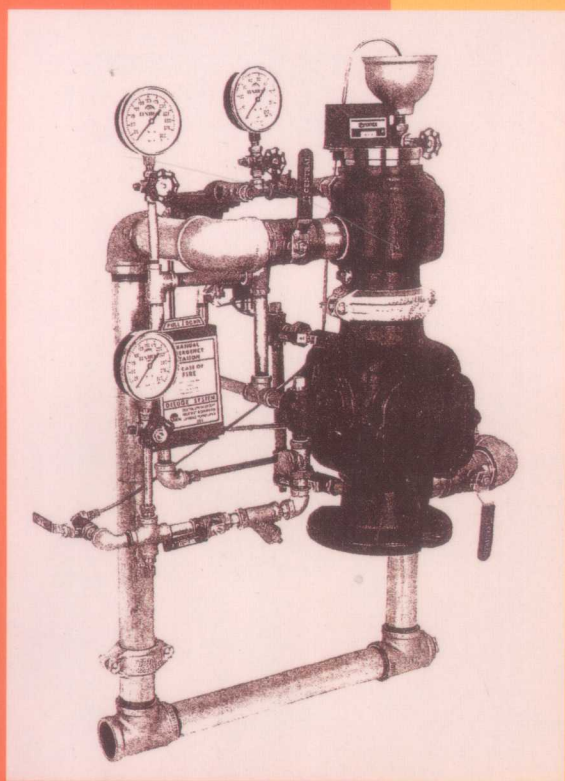


自动喷水灭火系统

——设备 设计 运行

主编 李念慈 李悦 余威



中国建筑工业出版社

自动喷水灭火系统

——设备 设计 运行

主编 李念慈 李 悦 余 威

中国建筑工业出版社

尊敬的读者：

感谢您选购我社图书！建工版图书按图书销售分类在卖场上架，共设22个一级分类及43个二级分类，根据图书销售分类选购建筑类图书会节省您的大量时间。现将建工版图书销售分类及与我社联系方式介绍给您，欢迎随时与我们联系。

★建工版图书销售分类表（见下表）。

★欢迎登陆中国建筑工业出版社网站www.cabp.com.cn，本网站为您提供建工版图书信息查询，网上留言、购书服务，并邀请您加入网上读者俱乐部。

★中国建筑工业出版社总编室 电 话：010—58934845 传 真：010—68321361

★中国建筑工业出版社发行部 电 话：010—58933865 传 真：010—68325420
E-mail: hbw@cabp.com.cn

建工版图书销售分类表

一级分类名称（代码）	二级分类名称（代码）	一级分类名称（代码）	二级分类名称（代码）
建筑学 (A)	建筑历史与理论 (A10)	园林景观 (G)	园林史与园林景观理论 (G10)
	建筑设计 (A20)		园林景观规划与设计 (G20)
	建筑技术 (A30)		环境艺术设计 (G30)
	建筑表现·建筑制图 (A40)		园林景观施工 (G40)
	建筑艺术 (A50)		园林植物与应用 (G50)
建筑设备·建筑材料 (F)	暖通空调 (F10)	城乡建设·市政工程· 环境工程 (B)	城镇与乡(村)建设 (B10)
	建筑给水排水 (F20)		道路桥梁工程 (B20)
	建筑电气与建筑智能化技术 (F30)		市政给排水工程 (B30)
	建筑节能·建筑防火 (F40)		市政供热、供燃气工程 (B40)
	建筑材料 (F50)		环境工程 (B50)
城市规划·城市设计 (P)	城市史与城市规划理论 (P10)	建筑结构与岩土工程 (S)	建筑结构 (S10)
	城市规划与城市设计 (P20)		岩土工程 (S20)
室内设计·装饰装修 (D)	室内设计与表现 (D10)	建筑施工·设备安装技 术 (C)	施工技术 (C10)
	家具与装饰 (D20)		设备安装技术 (C20)
	装修材料与施工 (D30)		工程质量与安全 (C30)
建筑工程经济与管理 (M)	施工管理 (M10)	房地产开发管理 (E)	房地产开发与经营 (E10)
	工程管理 (M20)		物业管理 (E20)
	工程监理 (M30)	辞典·连续出版物 (Z)	辞典 (Z10)
	工程经济与造价 (M40)		连续出版物 (Z20)
艺术·设计 (K)	艺术 (K10)	旅游·其他 (Q)	旅游 (Q10)
	工业设计 (K20)		其他 (Q20)
	平面设计 (K30)	土木建筑计算机应用系列 (J)	
执业资格考试用书 (R)		法律法规与标准规范单行本 (T)	
高校教材 (V)		法律法规与标准规范汇编/大全 (U)	
高职高专教材 (X)		培训教材 (Y)	
中职中专教材 (W)		电子出版物 (H)	

注：建工版图书销售分类已标注于图书封底。

本书是笔者继《建筑消防给水系统的设计施工监理》及《建筑消防工程技术》之后的有关自动喷水灭火系统的专著。

本书是依据我国 2003~2008 年国家颁布的有关自动喷水灭火系统的 16 个产品标准、两个方法标准,并结合美国 NFPA13 标准,全面介绍自动喷水灭火系统设备、设计方法、投运及维护。全书有图 516 个,表格 311 个。图式新颖,原理清晰、图文并茂。

本书融入建筑火灾理论,以全新的理念来解析自动喷水灭火系统的技术内涵,帮助读者加深对喷淋系统的认识,正确地掌握和应用规范。

本书采用数学运算方法来预测闭式喷头在现场条件下的响应时间。该方法是笔者依据现行的顶棚射流温度场、速度场计算公式和闭式喷头的热敏性能公式得出,用以预测闭式喷头在火场中的响应时间,帮助读者正确地选用和布置喷头,加深对设计规范的认识和理解。

本书对国内外 12 种报警阀的结构、工作原理和控制方式进行了详细介绍。对 7 个大类喷头的性能和选用要求进行了评述,对 5 大类系统与泡沫供给装置联用的系统构成、特点、适用条件,联动控制要求、系统设计进行了全面论述;以火灾理论为指导,以标准为依据,结合常见的设计和安装的错误进行评述,内容丰富、翔实。

针对我国技术专业划分的特殊情况,本书还重点介绍了自动喷水灭火系统中与联动控制有关的标准和技术要求,帮助给水专业工程师对火灾自动报警系统及其控制设备的基本了解,为了保证自动喷水灭火系统的灭火效果,对联动控制设计提出技术要求。

本书可供消防工程设计、施工、监理等人员使用,也可供消防监督人员、消防检测人员、设备管理人员、消防技术咨询人员使用,还可供大专院校相关专业师生使用。

* * *

责任编辑:胡明安

责任设计:赵明霞

责任校对:袁艳玲 刘 钰

本书编委会

主 审 张明灿

主 编 李念慈 李 悦 余 威

编著者 李桂芳 张 刚 吴思军 赵焰林

徐向芳 向 东 万月明

前 言

美国宾夕法尼亚州费城米兰广场 1 号高层办公大厦，是一座 38 层的大厦，1991 年 2 月 23 日发生火灾，起火点在 22 层，起火后 20min 消防队到达现场，由于室内消火栓减压装置调节不当，水压低，后找来工具调节正常后，火灾已蔓延到 25~26 层之间，尽管调集了 316 名消防队员，但火势已不是一般消防力量所能控制的，为了防止大楼坍塌，消防人员只能撤退。当大火烧了 11 个小时而无法控制时，天色已明，火灾蔓延到 30 层时，火势突减，终被控制。

原来这座大厦在 1968 年建造时，按当时的法规只在地下层，30 层、31 层、34 层、35 层设有自动喷水灭火系统，其余楼层仅设火灾报警系统。在火场清理中发现，30 层共开启了 9 只喷头就将火势控制住，为消防人员扑救提供了条件，经过消防人员的扑救，火灾终被扑灭。这场火灾证明了在火灾初起时控制火势的重要性，也显示了自动喷水灭火系统在火场中的威力。这场火灾烧毁了 9 个楼层，3 名消防队员牺牲，24 名消防人员受伤，最终还是由自动喷水灭火系统将火势控制住。

美国宾夕法尼亚州莫里斯镇，克·马特公司仓库，建筑面积 $360\text{m} \times 390\text{m}$ ，建于 1976 年，是一个玩具、塑料轮胎；汽配、塑料制品；食品气雾剂；易燃、可燃液体等混杂储存仓库，可以说克·马特公司所有销售的商品，都能在仓库中找到。该仓库设有自动喷水灭火系统，供水总管直径为 $\phi 300\text{mm}$ ，蓄水池储水量达 1136m^3 。

起火原因是一箱易燃的气雾清洁剂从货架上掉下，气瓶裂，易燃气体挥发后，被升降运装车引燃起火，正值中午 12 时 25 分。由于无法及时扑灭，大火将货品引燃，造成屋顶坍塌，砸坏喷淋系统，使系统失效。后经消防队员扑救，耗用水 6800m^3 ，将火扑灭。经消防队员检查，在火灾初起时，喷淋系统及时响应开启，但因喷水强度不能满足火场的实际需要，杯水车薪，无济于事。经查，火场中除大量固体可燃物外，有石油基气雾剂 58 万桶，酒精基气雾剂 48 万桶，打火机用丁烷液体 1.9 万桶，丁烷打火机 10.9 万个，丙烷钢瓶 4.2 万个，有 178m^3 易燃液体存储在普通容器内，另有几千个塑料轮胎。其可燃物的燃烧性质和数量，以及火灾荷载密度远远超过了设计时火灾危险等级，而且货品存放混杂零乱。这是一起典型的在实际使用时提高了火灾危险等级，导致喷淋系统不堪重负而灭火失败的案例。

1995 年 1 月 20 日郑州天然商厦，因电气短路发生火灾，自动喷水灭火系统因无消防电源而形同虚设，火灾过火面积达 6700m^2 ，火灾直接经济损失 2090 万元。

改革开放以来，我国消防事业的发展也和经济的发展一样，迅猛发展，大量的消防技术法规和规范的颁布、修订，推动着我国消防技术的进步，近年来自动喷水灭火系统在各类建筑中普遍应用，设计安装的技术水平有较大提高，特别是某些省开展了消防专项监理，有的还请有丰富设计安装经验的专家对在建和在用的自动喷水灭火系统进行大检查，对设计、安装和使用中存在的问题，进行讲评，这种求真务实的培训，对贯彻标准、规

范，提高自动喷水灭火系统的设计安装水平，起到了很好的促进作用。可以说，本书就是这些实践活动的总结。

自动喷水灭火系统是建筑中最经济、最有效的消防投入，它的有效性取决于设计、安装、维护和保护对象的防火管理这四个方面。任何一个环节的疏漏，都会导致系统失效，使自动喷水灭火系统成为无效的投入。而且系统失效会使建筑物在火灾中遭受更大的损失。本书的宗旨在于使自动喷水灭火系统的专业技术人员，从认识建筑火灾着手，了解自动喷水灭火系统在火灾中的启动过程和启动条件，从而自觉地执行规范，正确地设计安装和管理自动喷水灭火系统，确保自动喷水灭火系统的有效性和可靠性。

笔者在海南省和浙江省工作期间，承蒙省市消防部门领导的支持和帮助，参与了大量消防技术工作，经历了大量消防工程实践，积累了大量消防技术经验，特别是在历年的消防技术讲课时，与消防干部、设计人员交流，使笔者受益非浅，在此表示衷心感谢！

本书在写作过程中，唯恐有误，虽经反复验证，仔细斟酌，但由于笔者水平有限，难免会有不当之处，恭请读者批评指正。

李念慈

本书主要计算公式明细

序号	主要公式名称及算式	公式符号及单位	首次出现	
			章	节
1	临界热释放速率计算： $Q_{li} = 7.8A_i + 378A_w \sqrt{H_w}$	Q_{li} ——发生轰燃的临界热释放速率 (kW)； A_i ——房间的地板，顶板，墙的全部内表面积 (m ²)； A_w ——房间开口面积 (m ²)； H_w ——房间开口自身高度 (m)。	2	2
2	固体可燃物火焰锋面移动的距离 L ： $L = V \cdot t$	L ——固体可燃物火焰锋面移动距离 (m)； V ——固体可燃物火焰锋面移动速度 (m/s)； t ——固体可燃物明火点燃后，燃烧持续时间 (s)。	2	2
3	固体火灾的热释放速率： $Q = at^2$	Q ——燃烧热释放速率 (kW)； a ——火灾增长系数 (kW/s ²)； t ——火灾持续时间 (s)。	2	2
4	房间火灾持续时间： $t = 1.285q$ $t_M = 0.06835q_M$	t ——火灾持续时间 (min)； q ——房间火灾荷载 (kg/m ²)； t_M ——按火灾荷载密度计算的火灾持续时间 (min)； q_M ——房间的火灾荷载密度 (MJ/m ²)。	2	3
5	喷淋下的热释放速率： $Q = Q_0 \cdot \exp\left[-\frac{(t-t_0)}{3} \cdot w^{1.85}\right]$	Q_t ——计算时刻的热释放速率 (kW)； Q_0 ——初始热释放速率 (kW)； $(t-t_0)$ ——喷水时间 (s)； w ——喷水密度 (mm/s)。	2	3
6	艾耳波特顶棚射流公式： $r > 0.18H$; $(T-T_0) = \frac{5.38 \times Q_c^{2/3}}{r^{2/3} \cdot H}$ $r > 0.15H$; $u = \frac{0.195 \times Q_c^{1/3} \cdot H^{1/2}}{r^{5/6}}$	$(T-T_0)$ ——计算点处顶棚射流温度与环境温度差 (°C)； Q_c ——计算时刻的火源热释放速率对流部分 (kW)； u ——计算点顶棚射流的流速 (m/s)； r ——计算点距火羽流撞击点中心的水平距离 (m)； H ——顶棚高度 (m)。	2	4
7	闭式喷头的 RTI 和 t_r ： $RTI = \frac{-t_r \cdot u^{1/2}}{\ln[1-(\Delta T_{en}/\Delta T_g)]}$ $-t_r = \frac{RTI \cdot \ln[1-(\Delta T_{en}/\Delta T_g)]}{u^{1/2}}$	RTI ——喷头的响应时间系数 (m·s) ^{1/2} ； t_r ——喷头 (ESFR) 在标准热气流中的动作时间 (s)； u ——标准热气流流速 (m/s)； ΔT_{en} ——等于 $(T-T_0)$ (°C) 为热气流温度与环境温度差； ΔT_g ——喷头在液浴试验中的平均动作温度与环境温度之差 (°C)。	2	5

续表

序号	主要公式名称及算式	公式符号及单位	首次出现	
			章	节
8	闭式喷头在火场条件下的 RTI_c ; $RTI_c = RTI \sqrt{H \cdot R}$	RTI_c ——闭式喷头在火场条件下的响应时间系数 ($m \cdot s$) ^{1/2} ; H ——顶棚高度 (m); RTI ——喷头标定的响应时间系数 ($m \cdot s$) ^{1/2} ; R ——喷头距火羽流撞击点中心的水平距离 (m)。	2	5
9	闭式喷头在火场中的响应时间 (m); $-t_r = \frac{RTI_c \cdot \ln[1 - (\Delta T_{ce} / \Delta T_g)]}{u^{1/2}}$	ΔT_{ce} ——喷头所在处顶棚射流温度与环境温度之差 (°C); ΔT_g ——喷头公称动作温度与环境温度之差 (°C); u ——喷头所在处顶棚射流的流速 (m/s); RTI_c ——喷头在火场中实际的响应时间系数 ($m \cdot s$) ^{1/2} ; t_r ——喷头在火场中响应时间估算值 (s)。	2	5
10	喷头流量系数 K ; $K = Q / \sqrt{10 \cdot P}$	K ——喷头流量系数 [$L / (\min \cdot MPa^{1/2})$]; Q ——喷头在对应压力下的流量 (L/min); P ——喷头喷水时的水压 (MPa)。	5	5
11	喷头流量系数的换算系数 $K = m \cdot K_m$	K ——喷头的公制单位流量系数 [$L / (\min \cdot MPa^{1/2})$]; K_m ——喷头的英制单位流量系数 [$US_{gal} / (\min \cdot lbf / in^2)$]; m ——两种单位流量系数的换算系数, $m=14.417$ 。	5	5
12	作用面积的长边 L ; $L \geq 1.2A^{1/2}$	L ——作用面积的矩形长边长度 (m); A ——规范规定的作用面积 (m ²)。	7	2
13	正方形布置喷头的边长 S ; $S = \left(\frac{K \sqrt{10P}}{W} \right)^{1/2}$	S ——正方形布置喷头的喷头间距 (m); K ——喷头流量系数; P ——喷头工作压力 (MPa); W ——所满足的喷水强度 [$L / (\min \cdot m^2)$]。	7	3
14	矩形布置喷头的边长 X 、 Y $X \cdot Y = \left(\frac{K \sqrt{10P}}{W} \right)$	X ——矩形的长边 (m); Y ——矩形的短边 (m); 其余符号同“13”。	7	3
15	菱形布置喷头的边长 X 、 Y $X = (A_s / 0.8665)^{1/2}$ $Y = (A_s \times 0.8665)^{1/2}$	X ——菱形布置喷头时, 菱形的底边长 (m); Y ——菱形布置喷头时, 菱形的高 (m); A_s ——单只喷头的保护面积 (m ²)。	7	3

续表

序号	主要公式名称及算式	公式符号及单位	首次出现	
			章	节
16	正方形布置喷头的工作压力 P ： $P = 0.1 \left(\frac{A_s \cdot W}{K} \right)^2$	P ——满足单只喷头保护面积及喷水强度时，喷头所需工作压力 (MPa)； 其余符号及单位同“13”。	7	3
17	边墙型喷头的单只喷头保护面积 A_s ： $A_s = \frac{0.75q}{w}$	A_s ——边墙型喷头单只喷头的保护面积 (m^2)； q ——边墙型喷头流量 (L/min)； w ——保护区所需喷水强度 [L/(min· m^2)]。	7	3
18	防火分隔水幕的喷头间距 S ： $S = \frac{n \cdot q}{q_k}$	S ——采用雨淋喷头的防火分隔水幕的喷头间距 (m)； n ——喷头排数； q ——喷头的单个流量 (L/s)； q_k ——规定的喷水强度 [L/(s·m)]。	7	3
19	雨淋喷头防火分隔水幕菱形布置时的 R 和 D ： $R = S/1.73 \quad D = 1.5R$	R ——喷水圆半径 (m)； D ——菱形布置雨淋喷头时、水幕的排距 (m)； S ——菱形布置雨淋喷头时，配水支管上喷头间距 (m)。	7	3
20	防护冷却水幕的喷头间距： $S = q/q_k$	S ——防护冷却水幕的喷头间距 (m)； q ——单只喷头的喷水量 (L/min)； q_k ——所需喷水强度 [L/(s·m)]。	7	3
21	管道流速校核公式： $U = K_c \cdot Q$	U ——管道流速 (m/s)； K_c ——流速系数， $K_c = \frac{4}{1000\pi d^2}$ ； Q ——管道流量 (L/s)； d ——管道内径减去 1mm，(m)。	7	5
22	单位管道长度的水头损失： $i = AQ^2$	i ——单位管道长度的水头损失 (mH ₂ O/m)； Q ——管段流量 (L/s)； A ——管径所对应的比阻值，查表 7-56 和表 7-57。	7	5
23	管道流速校核公式： $U = K_c \cdot Q$	U ——管段流速 (m/s)； Q ——管段流量 (L/s)； K_c ——与管径所对应的流速系数，查表 7-60。	7	5

续表

序号	主要公式名称及算式	公式符号及单位	首次出现	
			章	节
24	低压侧流量调高公式: $Q_{\text{H}} = Q_{\text{L}} \sqrt{P_{\text{H}}/P_{\text{L}}}$	Q_{H} ——较低压力一侧被调高后的流量 (L/min); Q_{L} ——较低压力一侧原流量 (L/min); P_{H} ——较高压力一侧的压力 (MPa); P_{L} ——较低压力一侧的压力 (MPa)。	7	5
25	气压罐最低工作压力 P_1 : $P_1 = H + \Sigma h_1 + \Sigma h_2 + h$	P_1 ——气压罐最低工作压力 (mH ₂ O); H ——气压罐在 P_1 压力时, 罐内水位线与最不利点喷头之间的高程差 (m)。罐位于喷头之上为“-”值, 反之为“+”值; Σh_1 ——由气压罐至最不利喷头的沿程阻力损失 (mH ₂ O); Σh_2 ——由气压罐至最不利喷头的局部阻力损失 (mH ₂ O); h ——系统中最不利点喷头所需工作压力 (mH ₂ O)。	6	4
26	气压罐总容积公式: $V_Z = \frac{V_1 \cdot \beta}{(1 - \alpha)}$	V_Z ——气压罐总容积 (m ³); β ——气压罐容积附加系数; V_1 ——气压罐不动用水容积 (m ³); α ——气压罐工作压力的压力比, 取值 0.5~0.9 之间, 压力比为绝对压力比。	6	4
27	人工气流下, 火灾探测器响应所需的最小火源功率 Q_c : $Q_c > \left(\frac{V_a \cdot r^{5.6}}{0.195 \cdot H^{1.2}} \right)^3$ $Q_{c1} > 1.13 H V_a^3$	Q_c ——探测器在火羽流撞击点中心范围之外时, 探测器响应所需的最小火源功率 (kW); Q_{c1} ——探测器在火羽流撞击中心范围内, 探测器响应所需的最小火源功率 (kW); H ——顶棚高度 (m); r ——探测器与撞击点中心的水平距离 (m); V_a ——探测器处的人工气流速度 (m/s)。	8	3
28	热屏障内探测器响应所需的最小火源功率 Q_c : $Q_c > \left[\frac{\delta_{\text{TL}} \cdot (H - L)^{5.3}}{24 \cdot 4} \right]^{3.2}$	Q_c ——处在热屏障内的火灾探测器响应所必需的最小火源功率 (kW); δ_{TL} ——热气层温度与环境温度之差; H ——顶棚高度 (m); L ——热气层厚度 (m)。	8	3

目 录

第 1 章 建筑火灾与消防安全	1
第 2 章 建筑火灾与水灭火的基本知识	3
第 1 节 自动喷水灭火系统的效用	3
第 2 节 建筑火灾的发展过程及热释放速率	8
第 3 节 火灾荷载、火灾荷载密度及火灾持续时间	27
第 4 节 顶棚及顶棚射流	31
第 5 节 闭式喷头在火场中开放时间的预测	41
第 6 节 自动喷水灭火系统的灭火、控火机理	44
第 3 章 自动喷水灭火系统的类型	52
第 1 节 湿式自动喷水灭火系统	52
第 2 节 干式自动喷水灭火系统	54
第 3 节 预作用系统	56
第 4 节 重复启闭预作用系统	58
第 5 节 雨淋系统	59
第 6 节 水幕系统	61
第 7 节 湿式—泡沫联用系统	65
第 8 节 系统类型比较	68
第 4 章 报警阀及其阀组的控制方式	71
第 1 节 国家标准 GB 5135 对报警阀的技术要求	71
第 2 节 国家标准对水流报警装置和加速器的技术要求	81
第 3 节 湿式报警阀的结构和工作原理	84
第 4 节 湿式报警阀组及系统的主要组件	93
第 5 节 干式报警阀的结构和工作原理及组件	106
第 6 节 雨淋阀的类型、结构、工作原理	127
第 7 节 雨淋阀组的传动控制方式	152
第 8 节 预作用装置的组成及系统控制方式	163
第 9 节 三类报警阀在结构、功能上的差异	179
第 10 节 自动喷水灭火系统与泡沫供给装置联用的系统类型、控制方式	180
第 5 章 喷头	207
第 1 节 闭式喷头的发展历程	207
第 2 节 国家标准对喷头的定义和分类、检验要求	209
第 3 节 喷头的基本构造	278
第 4 节 喷头的分类和简介	297

第5节 闭式喷头的三个重要性能参数	328
第6节 闭式喷头的选用	337
第7节 我国的新型喷头及其水灭火装置介绍	347
第6章 自动喷水灭火系统的设施和设备	364
第1节 通用阀门	364
第2节 系统的排水和排气设施	395
第3节 系统的三大试验装置	405
第4节 系统的增压设施	417
第5节 自动喷水灭火系统的水泵接合器	430
第6节 喷淋系统用水泵	434
第7章 自动喷水灭火系统设计	457
第1节 系统管网	457
第2节 系统设计的基本参数	482
第3节 喷头的布置要求	502
第4节 喷湿墙面是布置喷头的基本要求	534
第5节 系统设计方法——水力计算法	540
第8章 自动喷水灭火系统的联动控制	560
第1节 联动控制设备的组成和控制的基本原则	560
第2节 自动喷水灭火系统联动控制设备的性能要求	561
第3节 自动喷水灭火系统联动控制设计应注意的问题	570
第4节 自动喷水灭火系统的联动过程和要求	595
第9章 自动喷水灭火系统的运行维护	619
第1节 水源设施的检验	621
第2节 给水增压设施的检验、投运	626
第3节 喷淋泵的试运转及维护	633
第4节 系统管网及阀门的检查和系统充水投运	640
第5节 系统排水, 排气设施的检查	643
第6节 系统供气设施的检查调试	644
第7节 系统自动控制组件的检查	646
第8节 泡沫供应装置的检查投运	653
第9节 管道支吊架的检查	658
第10节 报警阀组的调试和系统投运	676
第10章 报警阀组常见故障及故障处理	699
第1节 湿式报警阀的常见故障及故障处理	699
第2节 干式报警阀组常见故障及故障处理	711
第3节 雨淋阀组常见故障及故障处理	719
本书主要参考书目	723

第 1 章 建筑火灾与消防安全

在全球范围内从 1942 年至 1996 年的 50 余年间全世界共发生一次死亡百人以上建筑火灾共 17 起, 总计死亡人数为 3780 人。在 1977 年至 1994 年间我国曾发生过三次严重的建筑火灾: 1977 年 2 月 18 日新疆石河子俱乐部火灾死亡 694 人, 1994 年 12 月 8 日新疆克拉玛依友谊馆火灾死亡 325 人, 其中 288 各为优秀儿童, 1994 年 11 月 27 日辽宁阜新歌舞厅火灾死亡 233 人。此外, 2000 年 12 月 25 日河南洛阳东都商厦火灾死亡 309 人。建筑火灾对人类生命财产安全产生重大威胁, 建筑是人类的活动空间, 集中了人类的财富, 建筑火灾会造成生命财产的重大损失。从我国历年火灾损失统计资料可以看出, 随着经济的发展, 火灾的年损失呈上升趋势, 在 20 世纪 50 年代, 我国年平均火灾损失为 5000 万元, 而在 2000 年我国年平均火灾损失达 15 亿元, 增长了 30 倍。

建筑环境的不安全因素和人的不安全行为的相互作用是建筑火灾发生的根本原因。人们为了追求舒适的生活, 大量使用可燃材料, 充分地利用能源, 因此建筑火灾的发生具有必然性, 但是建筑火灾仍然是小概率事件, 存在可燃物只是发生火灾的物质基础, 并不表示一定要发生火灾, 只有构成燃烧的因素发生相互作用, 火灾才会发生, 因此, 火灾具有偶然性。偶然性存在于必然性之中, 必然性是偶然发生火灾的基础, 而一次偶然的火灾却表达了建筑发生火灾的必然性。

对抗建筑火灾的威胁, 是人类的本能决定的。人们虽然在建筑中设置了主动或被动的消防设施, 但仍然不能保证把火灾危险降到零, 因为消防系统是有序和无序的统一体, 系统总要从有序向无序方向演化, 渐变孕育事故, 因此, 没有一劳永逸的防线, 也就没有绝对的安全。

消防需要投入, 而消防投入是没有产出的, 它的投入价值只有在发生火灾时才能体现, 因此, 消防投入也和安全投入一样, 具有风险性。合理设防, 有效设防, 避免无效投入和重复投入是避免投入风险的最好办法。我们在建筑空间内活动、生活, 享受到建筑给我们的舒适和美的感受, 同时, 也必须承担建筑火灾的风险, 接受我们能够承受的火灾损失。这是确定消防设防水平的原则。

消防技术是在人们与建筑火灾的长期斗争中发展起来的。消防技术有很强的服务性。建筑艺术的发展和功能的多样性是建筑消防技术的催生剂, 推动着建筑消防技术的发展, 可以说自动喷水灭火技术就是在为建筑艺术和建筑功能的服务中发展起来的。消防技术标准是消防技术的集中体现, 是为了给人们在建筑火灾中的生命安全提供最低限度的保障。应当看到, 社会在不断发展, 需求无止境, 而标准总是滞后的, 因此标准应力求避免不合理, 不必要, 或干扰建筑物的正常用途及使用功能的要求, 所以, 只要消防设防到位, 就没有因消防而不能使用的建(构)筑物。

自动喷水灭火系统是建筑中最有效、投入最小的主要防火设施, 自动喷水灭火系统的设置对建筑功能的干扰最小, 由于自动喷水灭火系统能将建筑火灾控制在初起阶段, 所

以，在美国 NFPA101《建筑物构筑物火灾生命安全保障规范》中，凡设有符合规范要求的自动喷水灭火系统的建筑，在建筑防火的其他指标方面都可以有条件地适当放宽，这足以证明自动喷水灭火系统在建筑消防中占有重要地位。

但是自动喷水灭火系统对建筑所提供的保护是有条件的，当由于设计，安装、管理不当时，自动喷水灭火系统会失效，而失效的系统带来的危害有时比不安装系统的危险性还要大，因此，正确设计系统，按规范安装系统，有效地维护系统显得非常重要。这一切都要求从事喷淋技术的人员必须对建筑火灾的发展，以及喷淋系统在建筑火灾中的作用有足够的了解和认识。才能保证喷淋系统把火灾控制在初起阶段，为减少损失发挥作用。

第 2 章 建筑火灾与水灭火的基本知识

第 1 节 自动喷水灭火系统的效用

自动喷水灭火系统对建筑火灾的效用，是以其社会效用和对火灾的控制来评价的。

一、自动喷水灭火系统的社会效用

系统的社会效用是指自动喷水灭火系统对人的生命、财产、环境的保护效果。建筑火灾会造成人员伤亡、财产损失、环境恶化，如果从火灾统计中能反映出不设自动喷水灭火系统的场所和设有自动喷水灭火系统场所发生火灾的平均死亡人数和财产损失对比，就能证明自动喷水灭火系统的社会效用。

表 2-1 是美国从 1982 年至 1991 年的 10 年间每千次建筑火灾平均死亡人数及死亡人数减少百分比。从表中可知，在不设自动喷水灭火系统的场所，场所的火灾危险性高、死亡人数多，而安装自喷系统后，死亡人数减少的百分比就高，这足以证明自喷系统在火灾中对人员生命有很好的保护效果。

美国 10 年间每千次火灾平均减少死亡人数百分比 表 2-1

产业类别	每千次火灾死亡人数		减少百分比②
	不设自动喷水灭火系统的场所	设有自动喷水灭火系统的场所	
公共场所	1.3	0.1	91
教育产业	0.4	0.3	8
保健产业①	4.2	2.1	51
旅馆、汽车旅馆	7.5	2.6	65
商业和办公房	1.1	0.4	65
制造业产业	2.0	1.2	37

①只对老年人与病人保健场所的统计。

②表中数据为原资料数据，其中减少百分比的个别数据计算有误。

根据 NFPA 在 20 世纪 80 年代 10 年间的统计，凡是安装有自喷系统保护，而且系统得到正常维护的建筑，发生火灾时，除极个别发生爆炸性火灾和消防救援人员死亡外，没有一次死亡 2 人以上的火灾记录。

喷淋系统之所以能够最大限度地减少火灾的人员伤亡和财产损失，是因为喷淋系统能够在消防人员到达之前将火灾控制住，防止轰燃的发生，为人员逃生赢得时间。

喷淋系统对财产的减损效果，则以每次火灾平均的直接财产损失来表示。

表 2-2 是美国 1982 年至 1991 年间统计的每次火灾的平均财产损失（直接损失）及其减少百分比。

美国 1982 年至 1991 年 10 年间统计的每次火灾平均财产损失 表 2-2

产业类别	每次火灾平均的财产损失（美元）		估算的减少百分比
	不设自动喷水灭火系统的场所	设有自动喷水灭火系统的场所	
公共场所	16100	6200	61
教育产业	11200	3300	71
保健产业与劳改场所	2400	800	65
公 寓	6500	3400	47
旅馆及汽车旅馆	10200	4500	56
办 公 楼	16400	6400	61
百货商场、其他商店	24800	12400	50
制造业产业	27800	12900	53

在表中所谓“设有自动喷水灭火系统的场所”并没有扣除在火灾中因设备原因不能正确发挥系统正常效用的系统。如局部安装自动喷水灭火系统时，火灾发生在没有设喷头的部位；安装老式系统；设计不正确或安装不正确的系统；维护管理不善的系统等，因此，表中的损失是被高估了的。

表 2-3 是美国 NFPA 机构统计的从 1980 年至 1983 年美国工业企业火灾中每次火灾平均直接财产损失，以及有无喷淋设备时，财产损失的减少百分比。

美 NFPA 统计工业企业平均每次火灾损失（美元） 表 2-3

部门或企业类型	无喷淋设备	有喷淋设备	减少百分比
国防部、公用事业	20700	8800	57%
塑料生产企业	59900	36400	39%
木材厂	22600	12600	44%
金属生产企业	15100	5300	65%
汽车制造业	19000	5600	70%
制浆、造纸工业	16800	4800	71%
机械制造业	17700	3300	81%
设备安装等工业	34600	4900	86%

注：统计年限为 1980 年至 1983 年。

二、自动喷水灭火系统对火灾的控制成功率

表 2-4 是美国 NFPA 统计的从 1925 年至 1964 年的 40 年间，各类建筑火灾中自动喷水灭火系统的灭火控火成功率。

自动喷水灭火系统灭火控火率统计表（1925~1964 年） 表 2-4

建筑类别	控火灭火成功概率、次数		控火灭火失败概率、次数		动作次数与总动作次数的百分比	
	次 数	%	次 数	%	总次数	%
学 校	204	91.9	18	8.1	222	0.30
公共建筑	259	95.6	12	4.4	271	0.36
办公楼	403	97.1	12	2.9	415	0.6
住 宅	943	95.5	43	4.4	986	1.3
公共集会场所	1321	96.6	47	3.4	1368	1.8