

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50219—95

水喷雾灭火系统设计规范

Code of design for water
spray extinguishing systems

1995-01-14 发布

1995-09-01 实施

国家技术监督局
中华人民共和国建设部

联合发布

王 红 路

中华人民共和国国家标准

水喷雾灭火系统设计规范

Code of design for water
spray extinguishing systems

GB 50219—95

主编部门：中华人民共和国公安部

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：1995年9月1日

中国计划出版社

1995 北 京

(京)新登字 078 号

中华人民共和国国家标准
水喷雾灭火系统设计规范

GB 50219-95



中华人民共和国公安部 主编

中国计划出版社出版

(北京市西城月坛北小街 2 号)

新华书店北京发行所发行

固安印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 2 印张 51 千字

1995 年 8 月第一版 1995 年 8 月第一次印刷

印数 1 — 10100 册



统一书号:1580058·301

定价:4.00 元

关于发布国家标准 《水喷雾灭火系统设计规范》的通知

建标[1994]807号

根据国家计委计综[1987]2390号文的要求,由公安部会同有关部门共同编制的《水喷雾灭火系统设计规范》,已经有关部门会审。现批准《水喷雾灭火系统设计规范》GB50219-95为强制性国家标准。自1995年9月1日起施行。

本标准由公安部负责管理,其具体解释等工作由公安部天津消防科学研究所负责,出版发行由建设部标准定额研究所负责组织。

中华人民共和国建设部
一九九五年一月十四日

目 次

1 总 则	(1)
2 术语、符号	(2)
2.1 术语	(2)
2.2 符号	(3)
3 设计基本参数和喷头布置	(4)
3.1 设计基本参数	(4)
3.2 喷头布置	(5)
4 系统组件	(7)
5 给 水	(8)
6 操作与控制	(9)
7 水 力 计 算	(10)
7.1 系统的设计流量	(10)
7.2 管道水力计算	(11)
7.3 管道减压措施	(11)
附录 A 本规范用词说明	(13)
附加说明	(14)
附:条文说明	(15)

1 总 则

1.0.1 为了合理地设计水喷雾灭火系统,减少火灾危害,保护人身和财产安全,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建、改建工程中生产、储存装置或装卸设施设置的水喷雾灭火系统的设计;本规范不适用于运输工具或移动式水喷雾灭火装置的设计。

1.0.3 水喷雾灭火系统可用于扑救固体火灾,闪点高于 60°C 的液体火灾和电气火灾。并可用于可燃气体和甲、乙、丙类液体的生产、储存装置或装卸设施的防护冷却。

1.0.4 水喷雾灭火系统不得用于扑救遇水发生化学反应造成燃烧、爆炸的火灾,以及水雾对保护对象造成严重破坏的火灾。

1.0.5 水喷雾灭火系统的设计,除应执行本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

2 术语、符号

2.1 术 语

2.1.1 水喷雾灭火系统 water spray extinguishing system

由水源、供水设备、管道、雨淋阀组、过滤器和水雾喷头等组成,向保护对象喷射水雾灭火或防护冷却的灭火系统。

2.1.2 传动管 transfer pipe

利用闭式喷头探测火灾,并利用气压或水压的变化传输信号的管道。

2.1.3 响应时间 response time

由火灾自动报警系统发出火警信号起,至系统中最不利点水雾喷头喷出水雾的时间。

2.1.4 水雾喷头 spray nozzle

在一定水压下,利用离心或撞击原理将水分解成细小水滴的喷头。

2.1.5 水雾喷头的有效射程 effective range of spray nozzle

水雾喷头水平喷射时,水雾达到的最高点与喷口之间的距离。

2.1.6 水雾锥 water spray cone

在水雾喷头有效射程内水雾形成的圆锥体。

2.1.7 雨淋阀组 deluge valves unit

由雨淋阀、电磁阀、压力开关、水力警铃、压力表以及配套的通用阀门组成的阀组。

2.2 符 号

符 号

表 2.2

编号	符号	单 位	涵 义
2.2.1	R	m	水雾锥底圆半径
2.2.2	B	m	水雾喷头的喷口与保护对象之间的距离
2.2.3	θ	°	水雾喷头的雾化角
2.2.4	q	L/min	水雾喷头的流量
2.2.5	p	MPa	水雾喷头的工作压力
2.2.6	K	——	水雾喷头的流量系数
2.2.7	N	——	保护对象的水雾喷头的计算数量
2.2.8	S	m ²	保护对象的保护面积
2.2.9	W	L/min · m ²	保护对象的设计喷雾强度
2.2.10	Q_i	L/s	系统的计算流量
2.2.11	n	——	系统启动后同时喷雾的水雾喷头数量
2.2.12	q_i	L/min	水雾喷头的实际流量
2.2.13	p_i	MPa	水雾喷头的实际工作压力
2.2.14	k	——	安全系数
2.2.15	i	MPa/m	管道的沿程水头损失
2.2.16	v	m/s	管道内水的流速
2.2.17	D_i	m	管道的计算内径
2.2.18	h_r	MPa	雨淋阀的局部水头损失
2.2.19	B_R	——	雨淋阀的比阻值
2.2.20	Q	L/s	雨淋阀的流量
2.2.21	H	MPa	系统管道入口或消防水泵的计算压力
2.2.22	Σh	MPa	系统管道沿程水头损失与局部水头损失之和
2.2.23	h_0	MPa	最不利点水雾喷头的实际工作压力
2.2.24	Z	m	最不利点水雾喷头与系统管道入口或消防水池最低水位之间的高程差

3 设计基本参数和喷头布置

3.1 设计基本参数

3.1.1 水喷雾灭火系统的设计基本参数应根据防护目的和保护对象确定。

3.1.2 设计喷雾强度和持续喷雾时间不应小于表 3.1.2 的规定：

设计喷雾强度与持续喷雾时间 表 3.1.2

防护目的	保护对象		设计喷雾强度 (L/min · m ²)	持续喷雾 时间(h)
灭火	固体火灾		15	1
	液体火灾	闪点 60~120℃ 的液体	20	0.5
		闪点高于 120℃ 的液体	13	
	电气火灾	油浸式电力变压器、油开关	20	0.4
		油浸式电力变压器的集油坑	6	
		电 缆	13	
防护冷却	甲乙丙类液体生产、储存、装卸设施		6	4
	甲乙丙类液体储罐	直径 20m 以下	6	4
		直径 20m 及以上		6
	可燃气体生产、输送、装卸、储存设施和灌瓶间、瓶库		9	6

3.1.3 水雾喷头的工作压力，当用于灭火时不应小于 0.35MPa；用于防护冷却时不应小于 0.2MPa。

3.1.4 水喷雾灭火系统的响应时间，当用于灭火时不应大于 45s；当用于液化气生产、储存装置或装卸设施防护冷却时不应大于 60s；用于其他设施防护冷却时不应大于 300s。

3.1.5 采用水喷雾灭火系统的保护对象，其保护面积应按其外表

面面积确定,并应符合下列规定:

3.1.5.1 当保护对象外形不规则时,应按包容保护对象的最小规则形体的外表面面积确定;

3.1.5.2 变压器的保护面积除应按扣除底面面积以外的变压器外表面面积确定外,尚应包括油枕、冷却器的外表面面积和集油坑的投影面积;

3.1.5.3 分层敷设的电缆的保护面积应按整体包容的最小规则形体的外表面面积确定。

3.1.6 可燃气体和甲、乙、丙类液体的灌装间、装卸台、泵房、压缩机房等的保护面积应按使用面积确定。

3.1.7 输送机皮带的保护面积应按上行皮带的上表面面积确定。

3.1.8 开口容器的保护面积应按液面面积确定。

3.2 喷头布置

3.2.1 保护对象的水雾喷头数量应根据设计喷雾强度、保护面积和水雾喷头特性按本规范式 7.1.1 和式 7.1.2 计算确定,其布置应使水雾直接喷射和覆盖保护对象,当不能满足要求时应增加水雾喷头的数量。

3.2.2 水雾喷头、管道与电气设备带电(裸露)部分的安全净距应符合国家现行有关标准的规定。

3.2.3 水雾喷头与保护对象之间的距离不得大于水雾喷头的有效射程。

3.2.4 水雾喷头的平面布置方式可为矩形或菱形。当按矩形布置时,水雾喷头之间的距离不应大于 1.4 倍水雾喷头的水雾锥底圆半径;当按菱形布置时,水雾喷头之间的距离不应大于 1.7 倍水雾喷头的水雾锥底圆半径。水雾锥底圆半径应按下式计算:

$$R = B \cdot \lg \frac{\theta}{2} \quad (3.2.4)$$

式中 R ——水雾锥底圆半径(m);

B ——水雾喷头的喷口与保护对象之间的距离(m);

θ ——水雾喷头的雾化角($^{\circ}$)。 θ 的取值范围为 30、45、60、90、120。

3.2.5 当保护对象为油浸式电力变压器时,水雾喷头布置应符合下列规定:

3.2.5.1 水雾喷头应布置在变压器的周围,不宜布置在变压器顶部;

3.2.5.2 保护变压器顶部的水雾不应直接喷向高压套管;

3.2.5.3 水雾喷头之间的水平距离与垂直距离应满足水雾锥相交的要求;

3.2.5.4 油枕、冷却器、集油坑应设水雾喷头保护。

3.2.6 当保护对象为可燃气体和甲、乙、丙类液体储罐时,水雾喷头与储罐外壁之间的距离不应大于 0.7m。

3.2.7 当保护对象为球罐时,水雾喷头布置尚应符合下列规定:

3.2.7.1 水雾喷头的喷口应面向球心;

3.2.7.2 水雾锥沿纬线方向应相交,沿经线方向应相接;

3.2.7.3 当球罐的容积等于或大于 1000m^3 时,水雾锥沿纬线方向应相交,沿经线方向宜相接,但赤道以上环管之间的距离不应大于 3.6m;

3.2.7.4 无防护层的球罐钢支柱和罐体液位计、阀门等处应设水雾喷头保护。

3.2.8 当保护对象为电缆时,喷雾应完全包围电缆。

3.2.9 当保护对象为输送机皮带时,喷雾应完全包围输送机的机头、机尾和上、下行皮带。

4 系统组件

4.0.1 水雾喷头、雨淋阀组等必须采用经国家消防产品质量监督检测中心检测,并符合现行的有关国家标准的产品。

4.0.2 水雾喷头的选型应符合下列要求:

4.0.2.1 扑救电气火灾应选用离心雾化型水雾喷头;

4.0.2.2 腐蚀性环境应选用防腐型水雾喷头;

4.0.2.3 粉尘场所设置的水雾喷头应有防尘罩。

4.0.3 雨淋阀组的功能应符合下列要求:

4.0.3.1 接通或关断水喷雾灭火系统的供水;

4.0.3.2 接收电控信号可电动开启雨淋阀,接收传动管信号可液动或气动开启雨淋阀;

4.0.3.3 具有手动应急操作阀;

4.0.3.4 显示雨淋阀启、闭状态;

4.0.3.5 驱动水力警铃;

4.0.3.6 监测供水压力;

4.0.3.7 电磁阀前应设过滤器。

4.0.4 雨淋阀组应设在环境温度不低于 4℃、并有排水设施的室内,其安装位置宜在靠近保护对象并便于操作的地点。

4.0.5 雨淋阀前的管道应设置过滤器,当水雾喷头无滤网时,雨淋阀后的管道亦应设过滤器。过滤器滤网应采用耐腐蚀金属材料,滤网的孔径应为 4.0~4.7 目/cm²。

4.0.6 给水管道应符合下列要求:

4.0.6.1 过滤器后的管道,应采用内外镀锌钢管,且宜采用丝扣连接;

4.0.6.2 雨淋阀后的管道上不应设置其他用水设施;

4.0.6.3 应设泄水阀、排污口。

5 给 水

5.0.1 水喷雾灭火系统的用水可由市政给水管网、工厂消防给水管网、消防水池或天然水源供给,并确保用水量。

5.0.2 水喷雾灭火系统的取水设施应采取防止被杂物堵塞的措施,严寒和寒冷地区的水喷雾灭火系统的给水设施应采取防冻措施。

6 操作与控制

6.0.1 水喷雾灭火系统应设有自动控制、手动控制和应急操作三种控制方式。当响应时间大于 60s 时,可采用手动控制和应急操作两种控制方式。

6.0.2 火灾探测与报警应按现行的国家标准《火灾自动报警系统设计规范》的有关规定执行。

6.0.3 火灾探测器可采用缆式线型定温火灾探测器、空气管式感温火灾探测器或闭式喷头。当采用闭式喷头时,应采用传动管传输火灾信号。

6.0.4 传动管的长度不宜大于 300m,公称直径宜为 15~25mm。传动管上闭式喷头之间的距离不宜大于 2.5m。

6.0.5 当保护对象的保护面积较大或保护对象的数量较多时,水喷雾灭火系统宜设置多台雨淋阀,并利用雨淋阀控制同时喷雾的水雾喷头数量。

6.0.6 保护液化气储罐的水喷雾灭火系统的控制,除应能启动直接受火罐的雨淋阀外,尚应能启动距离直接受火罐 1.5 倍罐径范围内邻近罐的雨淋阀。

6.0.7 分段保护皮带输送机的水喷雾灭火系统,除应能启动起火区段的雨淋阀外,尚应能启动起火区段下游相邻区段的雨淋阀,并能同时切断皮带输送机的电源。

6.0.8 水喷雾灭火系统的控制设备应具有下列功能:

6.0.8.1 选择控制方式;

6.0.8.2 重复显示保护对象状态;

6.0.8.3 监控消防水泵启、停状态;

6.0.8.4 监控雨淋阀启、闭状态;

6.0.8.5 监控主、备用电源自动切换。

7 水力计算

7.1 系统的设计流量

7.1.1 水雾喷头的流量应按式计算:

$$q = K \sqrt{10P} \quad (7.1.1)$$

式中 q ——水雾喷头的流量(L/min);

P ——水雾喷头的工作压力(MPa);

K ——水雾喷头的流量系数,取值由生产厂提供。

7.1.2 保护对象的水雾喷头的计算数量应按式计算:

$$N = \frac{S \cdot W}{q} \quad (7.1.2)$$

式中 N ——保护对象的水雾喷头的计算数量;

S ——保护对象的保护面积(m²);

W ——保护对象的设计喷雾强度(L/min·m²)。

7.1.3 系统的计算流量应按式计算:

$$Q_s = 1/60 \sum_{i=1}^n q_i \quad (7.1.3)$$

式中 Q_s ——系统的计算流量(L/s);

n ——系统启动后同时喷雾的水雾喷头的数量;

q_i ——水雾喷头的实际流量(L/min),应按水雾喷头的实际工作压力 p_i (MPa)计算。

7.1.4 当采用雨淋阀控制同时喷雾的水雾喷头数量时,水喷雾灭火系统的计算流量应按系统中同时喷雾的水雾喷头的最大用水量确定。

7.1.5 系统的设计流量应按式计算:

$$Q_d = k \cdot Q_s \quad (7.1.5)$$

式中 Q_d ——系统的设计流量(L/s);

k ——安全系数,应取 1.05~1.10。

7.2 管道水力计算

7.2.1 钢管管道的沿程水头损失应按下列式计算:

$$i = 0.0000107 \frac{v^2}{D_i^{5.3}} \quad (7.2.1)$$

式中 i ——管道的沿程水头损失(MPa/m);

v ——管道内水的流速(m/s);宜取 $v \leq 5$ m/s;

D_i ——管道的计算内径(m)。

7.2.2 管道的局部水头损失宜采用当量长度法计算,或按管道沿程水头损失的 20%~30% 计算。

7.2.3 雨淋阀的局部水头损失应按下列式计算:

$$h_r = B_R Q^2 \quad (7.2.3)$$

式中 h_r ——雨淋阀的局部水头损失(MPa);

B_R ——雨淋阀的比阻值,取值由生产厂提供;

Q ——雨淋阀的流量(L/s)。

7.2.4 系统管道入口或消防水泵的计算压力应按下列式计算:

$$H = \Sigma h + h_0 + Z/100 \quad (7.2.4)$$

式中 H ——系统管道入口或消防水泵的计算压力(MPa);

Σh ——系统管道沿程水头损失与局部水头损失之和(MPa);

h_0 ——最不利点水雾喷头的实际工作压力(MPa);

Z ——最不利点水雾喷头与系统管道入口或消防水池最低水位之间的高程差,当系统管道入口或消防水池最低水位高于最不利点水雾喷头时, Z 应取负值(m)。

7.3 管道减压措施

7.3.1 管道采用减压孔板时宜采用圆缺型孔板。减压孔板的圆缺

孔应位于管道底部,减压孔板前水平直管段的长度不应小于该段管道公称直径的 2 倍。

7.3.2 管道采用节流管时,节流管内水的流速不应大于 20m/s,长度不宜小于 1.0m,其公称直径宜按表 7.3.2 的规定确定。

节流管公称直径(mm)

表 7.3.2

管道	50	65	80	100	125	150	200	250
节流管	40	50	65	80	100	125	150	200
	32	40	50	65	80	100	125	150
	25	32	40	50	65	80	100	125

附录 A 本规范用词说明

A. 0.1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

(1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

(2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

(3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”或“可”;

反面词采用“不宜”。

A. 0.2 条文中指定应按其它有关标准、规范执行时,写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

附加说明

本规范主编单位、参加单位 和主要起草人名单

主 编 单 位:公安部天津消防科学研究所

参 加 单 位:中国石油化工总公司北京设计院

水利部电力部西北勘测设计院

中国市政工程华北设计院

大连市消防支队

主要起草人:甘家林 何以申 张建国 王永新 李婉芳

李国生 张兴权 穆桐林 冯修远 马 恒

中华人民共和国国家标准

水喷雾灭火系统设计规范

GB 50219—95

条文说明

制 订 说 明

本规范是根据国家计委计综〔1987〕2390号文的通知,由公安部天津消防科学研究所会同中国石油化工总公司北京设计院、水利部电力部西北勘测设计院、中国市政工程华北设计院和大连市消防支队等五个单位共同编制的。

编制过程中,规范编制组遵照国家的有关方针、政策和“预防为主、防消结合”的消防工作方针,在全面总结我国水喷雾灭火系统科学与工程实践经验,参考美国、日本、英国等发达国家相关技术标准与文献资料的基础上,针对我国工程应用的现状,并广泛征求科研、设计、生产单位和消防监督机构及院校等部门的意见,最后经有关部门共同审查定稿。

本规范共分七章和一个附录。内容包括:总则,术语、符号,设计基本参数和喷头布置,系统组件,给水,操作与控制,水力计算等。

鉴于本规范系初次编制,希望各单位在执行过程中注意积累资料,总结经验,如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料寄交公安部天津消防科学研究所(地址:天津市南开区津淄公路92号,邮政编码:300381),以便今后修改时参考。

目 次

1 总 则	(19)
3 设计基本参数和喷头布置	(29)
3.1 设计基本参数	(29)
3.2 喷头布置	(35)
4 系统组件	(42)
5 给 水	(46)
6 操作与控制	(47)
7 水 力 计 算	(51)
7.1 系统的设计流量	(51)
7.2 管道水力计算	(52)
7.3 管道减压措施	(55)

1 总 则

1.0.1 本条提出了制定本规范的目的,即合理地设计水喷雾灭火系统。

水喷雾灭火系统是利用水雾喷头在一定水压下将水流分解成细小水雾滴进行灭火或防护冷却的一种固定式灭火系统。该系统是在自动喷水系统的基础上发展起来的,不仅安全可靠,经济实用,而且具有适用范围广,灭火效率高的优点。

水喷雾系统与自动喷水系统相比较具有以下几方面的特点:

一、保护对象:系统的保护对象主要为火灾危险性大,火灾扑救难度大的专用设施或设备。

二、适用范围:该系统不仅能够扑救固体火灾,尚可扑救液体火灾和电气火灾。

三、水喷雾不仅可用于灭火而且可用于控火和防护冷却。

由于具备以上特点,水喷雾系统在工业发达国家的应用很普遍,尤其在工业领域中的石化、交通和电力部门获得了十分广泛的应用。近年来我国引进的大型成套石化、电力设备均配置了水喷雾系统,充分说明了该系统的应用已经很普及。我国从 60 年代开始研究水喷雾系统,并于 70 年代将研究成果应用在变压器的保护等方面。为进一步推动水喷雾系统的应用,针对应用中存在缺乏配套产品和工程应用技术薄弱这两个环节,公安部天津消防科研所与有关单位协作,按照公安部下发的科研计划,从 1982 年开始对水喷雾系统进行了全面深入的研究,先后完成了“自动喷水雨淋系统的研究”、“液化石油气贮罐火灾受热时喷水冷却试验的研究”和“液化石油气贮罐区固定式水喷雾消防系统工程应用技术的研究”三个部级重点课题的研究任务,实现了系统产品的配套和工程应

用技术的基本完善,使水喷雾系统的应用出现欣欣向荣的局面。我国现行的《建筑设计防火规范》、《高层民用建筑设计防火规范》以及石化、电力部门的有关规范均对应设置水喷雾系统的场所作出了明确规定,为水喷雾系统的应用提供了依据。十几年来,我国各省市均已不同行业的单位设置了水喷雾系统,保护对象包括油浸式电力变压器、液化石油气储罐、输煤装置等,其应用范围和数量正在逐步扩大。由于我国目前尚无水喷雾系统的配套规范,在已经投入运行和正在设计施工的系统均存在较多问题,其中包括产品质量、施工质量和管理不善等问题,但更突出的问题仍集中在设计方面,设计上的无章可循,使一些工程设计不尽合理完善,造成直接影响水喷雾系统的正常工作,制定本规范的目的就是为了解决这些问题,为水喷雾系统的设计提供依据,同时也为消防监督管理部门提供监督和审查的依据。

1.0.2 本条规定了本规范的适用范围和不适用范围。

一、适用范围。

本规范属于固定灭火系统工程建设国家规范,其主要任务是提出解决工程建设中设计水喷雾灭火系统的技术要求,国家标准《建筑设计防火规范》、《高层民用建筑设计防火规范》及石化、电力部门的有关规范均对应设置水喷雾系统的场所做出了明确的规定,本规范与上述国家标准配套并衔接,因此适用于各类新建、扩建、改建工程中的生产、储存装置或装卸设施设置的水喷雾系统。

二、不适用范围。

由于在车、船等运输工具中设置的水喷雾装置及移动式水喷雾装置均执行其本行业规范或一些相关的规定,而且这些水喷雾装置通常不属于一个完整的系统,因此对于本规范是不适用的。

1.0.3 本条规定了采用水喷雾系统灭火和防护冷却的适用范围。

规定水喷雾系统用于灭火的适用范围的依据如下:

一、水喷雾的灭火机理。

根据国内外多年来对水喷雾灭火机理的研究,一致的结论是

当水以细小的水雾滴喷射到正在燃烧的物质表面时会产生以下作用：

(一)表面冷却。相同体积的水以水雾滴形态喷出时比直射流形态喷出时的表面积要大几百倍，当水雾滴喷射到燃烧表面时，因换热面积大而会吸收大量的热迅速汽化，使燃烧物质表面温度迅速降到物质热分解所需要的温度以下，使热分解中断，燃烧即中止。表面冷却的效果不仅取决于喷雾液滴的表面积，同时还取决于灭火用水的温度与可燃物闪点的温度差，闪点愈高，与喷雾用水两者之间温差愈大，冷却效果亦愈好。对于气体和闪点低于灭火所使用的水的温度的液体火灾，表面冷却是无效的，大量的试验证明闪点低于 60℃ 的液体火灾通过表面冷却来实现灭火的效果是不理想的。

(二)窒息。水雾滴受热后汽化形成原体积 1680 倍的水蒸气，可使燃烧物质周围空气中的氧含量降低，燃烧将会因缺氧而受抑或中断，实现窒息灭火的效果取决于能否在瞬间生成足够的水蒸气并完全覆盖整个着火面。

(三)乳化。乳化只适用于不溶于水的可燃液体，当水雾滴喷射到正在燃烧的液体表面时，由于水雾滴的冲击，在液体表层造成搅拌作用，从而造成液体表层的乳化，由于乳化层的不燃性使燃烧中断。对于某些轻质油类，乳化层只在连续喷射水雾的条件下存在，但对粘度大的重质油类，乳化层在喷射停止后仍能保持相当长的时间，这一点对防止复燃是十分有利的。

(四)稀释。对于水溶性液体火灾，可利用水雾稀释液体，使液体的燃烧速度降低而较易扑灭。灭火的效果取决于水雾的冷却、窒息和稀释的综合效应。

以上四种作用在水雾喷射到燃烧物质表面时通常以几种作用同时发生，并实现灭火的。

由于水喷雾所具备的上述灭火机理，使水喷雾具有适用范围广的优点，不仅在扑灭固体可燃物火灾中提高了水的灭火效率，同时由

于它细小水雾滴的形式所具有的不会造成液体火飞溅、电气绝缘度高的特点,在扑灭可燃液体火灾和电气火灾中得到广泛的应用。

二、国内进行水喷雾灭火适用范围的研究。

我国从 1982 年由公安部天津消防科研所对水喷雾系统的应用和适用范围进行了全面深入的研究,不仅对各种固体火灾如木材、纸张等进行了各种灭火实验,而且着重对扑灭液体火灾和电气火灾进行了一系列试验。

水喷雾可以可靠地扑灭闪点高于 60°C 的液体火灾,试验数据见表 1:

试验数据表

表 1

燃烧	闪点 ($^{\circ}\text{C}$)	油盘 面积 (m^2)	油层 厚度 (mm)	预燃 时间 (s)	喷头 数量	喷头 间距 (m)	安装 高度 (m)	平均密度 ($\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$)	灭火时间 (s)
0*柴油	>38	1.5	10	60	4	2.5	3.5	12.8	5~34
煤油	>38	1.5	10	60	4	2.5	3.5	12.8	80~105
变压器油	140	1.5	10	60	4	2.5	3.5	12.8	3~8

为了对国内自行研制的水雾喷头的电气绝缘性能进行评价,公安部天津消防科研所委托天津电力试验所对该所研制的水雾喷头进行了电绝缘性能试验。试验布置如图 1。

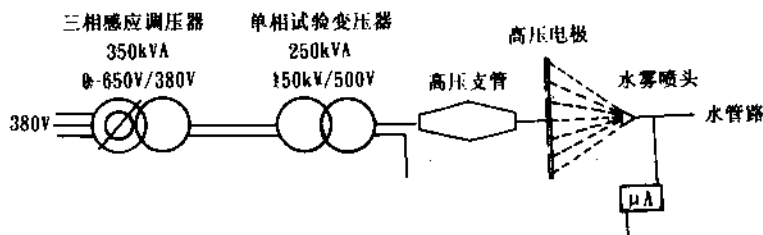


图 1 电绝缘性能试验布置图

试验在高压雾室进行,高压电极为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的镀锌钢板,水喷雾灭火系统包括水雾喷头、管路、水泵、水箱,全部用 10mm 厚的环氧布板与地面绝缘,试验时高压电极上施加交流工频电压 146kV ,水雾喷头距离高压电极 1m ,在不同水压下向高压电极喷射水雾,此时通过微安表测得的电流数值如表 2。

微安表测得的电流数值

表 2

喷头种类	水压		0.2MPa		0.35MPa		0.45MPa		0.6MPa		不喷水时分 布电容感应 的电流
	电流 (μA)		总电 流	泄漏 电流	总电 流	泄漏 电流	总电 流	泄漏 电流	总电 流	泄漏 电流	
ZSTWA—80			227	80	208	61	197	50	190	43	147
ZSTWA—50			183	59	176	52	173	49	173	49	124
ZSTWA—30			133	18	125	10	120	5	117	2	115
ZSTWB—80			173	53	164	44	148	28	146	26	120
ZSTWB—50			193	47	174	28	176	30	178	32	146
ZSTWB—30			190	34	173	17	175	19	168	12	156

试验条件:水电阻率, $2500\Omega\text{cm}$; 室温 $28 \sim 30^\circ\text{C}$; 湿度, 85% ; 气压, 0.1MPa 。

试验结果说明,水雾喷头工作压力愈高,水雾滴直径愈小,泄漏电流也愈小;在工作压力相同的条件下,流量规格小的水雾喷头的泄漏电流小,同时也说明研制的两种型号水雾喷头用于电气火灾的扑救是安全的。

上述试验充分证明了水喷雾系统用于电气火灾的扑救是十分安全的。

三、国外有关规范的规定。

(一)美国 NFPA—15“固定式防火水喷雾系统规范”中有关规定如下:

1—4 适用范围。

1—4.1 水雾系统可用于防护特定事故和设备,可以单独使

用,也可以作为其他防火安全系统或设备的一部分。

1—4.2 水喷雾系统可用于下列事故的防护;

(a)气体和易燃液体火灾;

(b)诸如变压器、油开关、电机、电缆盘和电缆隧道等电气设施发生的火灾事故;

(c)普通可燃物如纸张、木材和纺织品火灾;

(d)某些固体危险物火灾。

1—5 用途:水喷雾能有效地用于下列目的中的一种或几种:

(a)灭火;

(b)控制燃烧;

(c)暴露防护;

(d)预防火灾。

在附录中对上述四种目的的解释如下:

(a)利用水雾冷却和产生的水蒸气窒息,以及使有些易燃液体乳化和稀释等手段均可实现灭火,在有些情况下这些手段是同时发生作用来实现灭火的。

(b)控制燃烧是通过对燃烧物喷射水雾的方法来实现的,凡是利用水雾进行彻底灭火效果不理想的燃烧物或不需要彻底灭火的情况下均可采用控制燃烧。

(c)暴露防护是利用向暴露在火灾中的建筑或设备直接喷射水雾从而驱除或减少火焰传递的热量来实现的,水雾屏障比直接向燃烧物喷水雾的效果差,但在合适的情况下,可利用其将着火区分割。但同时应考虑风阻、热气流等不利因素的影响。

(d)预防火灾,利用水雾溶解、稀释、驱散或冷却易燃物或将易燃物蒸气浓度降到燃烧极限以下来实现。

(二)日本《消火设备概论》将水雾的防护目的划分为四类:

①灭火;②抑制和控制火势;③防止火灾蔓延;④预防火灾。

并解释如下:

抑制和控制火势。

对于低闪点的油品,水喷雾虽不能彻底灭火,但可抑制燃烧,对可燃气体火,为防止灭火后的二次爆炸,可用水喷雾使燃烧在受控条件下进行。

防止蔓延。

对于应重点保护的电气设施、可燃液体储罐和输送机皮带等,使用水喷雾覆盖和冷却,可防止火灾的蔓延或扩大。

预防火灾。

当装有可燃液体或气体的装置的温度超过某一值时可能发生火灾或爆炸危险,利用具有冷却效果的水雾可控制装置的温度。

(三)英国消防委员会《关于中速和高速水喷雾系统的临时规则》将水喷雾系统的防护目的划分为两类,即高速水喷雾系统用于闪点高于 66℃ 液体火灾的灭火,中速水喷雾系统用于闪点低于 66℃ 液体火灾的控制和冷却。

水喷雾系统可用于防护冷却目的,其适用范围的依据如下:

防护冷却是水喷雾系统的重要用途,对于发生火灾时不宜灭火的保护对象或采用水喷雾不能灭火的场所,水喷雾系统可以向保护对象提供安全的保护措施,使保护对象在火灾条件下或在受到火灾威胁时免遭破坏,为采取其他灭火手段和事故处理措施争取时间。

如液化气储罐发生火灾时,储罐内尚有剩余可燃气体时就将火扑灭,残余的可燃气体泄漏出来与空气混合到一定浓度,遇明火就会发生爆炸,产生更大的危害。因此当这种火灾发生时,应先将可燃气体的气源切断,同时维持残余气体继续燃烧,直到切断可燃气体的泄漏后,才可将火扑灭。当残余气体继续燃烧时,应对着火罐及相邻罐进行喷水冷却保护,使储罐不会因受热发生损坏。事实证明这种事故处理方法是行之有效的,并且在国外及国内得到了广泛的应用。

美国和日本的规范将防护目的划分为四类,但按其效果仍可归纳为两类,其后三类的概念均可由防护冷却来表达。我国水喷雾

系统的应用起步较晚,应用主要集中在两类保护对象,一是变压器的灭火,二是液化气储罐的防护冷却,今后随着水喷雾系统的应用普及,将会有更多的场所和保护对象采用,但其防护目的仍不外灭火和防护冷却两大类,或者二者兼有。因此本规范综合国外和国内应用的具体情况将水喷雾系统的防护目的划分为两类。

另外美国和日本基本是以具体的保护对象来规定适用范围的。本规范是采用我国消防规范标准对火灾类型的划分方式来规定水喷雾系统的适用范围的。

因此本条规定是综合了国外有关规范的内容和国内多年来开展水喷雾灭火及防护冷却试验研究成果的基础上制订的。

水喷雾系统防护目的与雾滴粒径举例见表 3。

水喷雾系统防护目的与雾滴粒径举例

表 3

防 护 对 象		灭 火		抑制火灾		防止蔓延		预防着火	
		粗	微	粗	微	粗	微	粗	微
航空	发动机试验室		0		0				
工业	喷气喷射试验室		0		0				
化 学 工 业	蒸 馏 塔			0	0	0		0	
	热 交 换 器			0	0	0		0	
	蒸 压 器			0	0	0		0	
	油加热装置	0		0	0			0	
	贮 罐			0	0			0	
	各种装置及支柱台架			0	0			0	
	各 种 阀			0	0			0	
	泵 类			0	0			0	
	集 合 管			0	0			0	
	高架油罐冷却塔			0	0			0	
	压力过滤机	0		0	0	0		0	
	离心式分离器		0	0	0	0		0	
	硝化纤维素制品								
电 气 机 械	变 压 器	0	0	0	0	0	0	0	0
	油浸断路器	0	0			0	0	0	0
	电 动 机	0	0			0			
	发 电 机	0	0			0			
	液 压 系 统	0	0	0	0	0		0	0

续表 3

防 护 对 象		灭 火		抑制火灾		防止蔓延		预防着火	
		粗	微	粗	微	粗	微	粗	微
制 粉	添 筒	0	0			0	0	0	0
	机 械 设 备	0	0			0	0	0	0
	压 力 机	0	0			0	0	0	0
	干 燥 机	0	0			0	0	0	0
	挤 压 机	0	0			0	0	0	0
	一 般 机 器	0	0			0	0	0	0
	分 离 塔	0	0			0	0	0	0
精 炼 工 厂	装 车 场			0	0	0		0	
	配 管 系 统			0	0	0		0	
	泵 房			0	0	0		0	
	槽			0	0	0		0	
	分 离 罐			0	0	0		0	
	贮 罐			0	0	0		0	
船 舶	机 械 室 一 般 舱 室	0	0	0	0	0	0	0	0
	火 药 库	0	0					0	0
	起 重 塔	0	0					0	0
其 他 工 业	硫 磺 仓 库	0	0	0	0	0		0	
	干 燥 炉	0	0						
	肥皂干燥炉	0							
	铝 轧 机	0	0						
	空调过滤材料	0	0						
	大豆挤榨机	0	0						
	延展机、拨摸机			0	0	0		0	
	搅拌混合装置	0	0						
	粉尘收集器	0	0						
	淬 火 油 槽	0	0						
	地 下 仓 库	0	0						
	大豆、亚麻油调合装置	0	0						

1.0.4 本条规定了水喷雾系统的不适用范围,包括两部分内容。

第一部分是不适宜用水扑救的物质,可划分为两类,第一类为过氧化物,如过氧化钾、过氧化钠、过氧化钡、过氧化镁,这些物质遇水后会发生剧烈分解反应,放出反应热并生成氧气。当与某些有机物、易燃物、可燃物、轻金属及其盐类化合物接触能引起剧烈的分解反应,由于反应速度过快可能引起爆炸或燃烧。

第二类为遇水燃烧物质,这类物质遇水能使水分解,夺取水中的氧与之化合,并放出热量和产生可燃气体造成燃烧或爆炸的恶果。这类物质主要有:金属钾、金属钠、金属钙、碳化钙(电石)、碳化铝、碳化钠、碳化钾等。

第二部分为使用水雾会造成爆炸或破坏的场所,这里主要指以下几种情况:

一、高温密闭的容器内或空间内,当水雾喷入时,由于水雾的急剧汽化使容器或空间内的压力急剧升高,造成破坏或爆炸的危险。

二、对于表面温度经常处于高温状态的可燃液体,当水雾喷射至其表面时会造成可燃液体的飞溅,致使火灾蔓延。

3 设计基本参数和喷头布置

3.1 设计基本参数

3.1.1 设计基本参数包括设计喷雾强度、持续喷雾时间、水雾喷头的工作压力和系统响应时间,并根据水喷雾系统的防护目的与保护对象的类别选取。

3.1.2 本条规定了水喷雾灭火系统的喷雾强度和持续喷雾时间。喷雾强度是系统在单位时间内向每平方米保护面积提供的最低限度的喷雾量。喷雾强度和持续喷雾时间是保证灭火或防护冷却效果的基本设计参数。本条按防护目的,针对不同保护对象规定了各自的喷雾强度和持续喷雾时间。其主要依据如下:

一、国外同类数据的规定。

喷雾强度:

1. 按防护目的的规定。

美国 NFPA—15 中对不同防护目的规定的喷雾强度如下:

防护目的	喷雾强度(L/min · m ²)
灭 火	8~30
控 火	10~20
防止火灾蔓延	8~10

日本保险协会对不同防护目的规定的喷雾强度如下:

防护目的	喷雾强度(L/min · m ²)
灭 火	30
控 火	20
防 火	10

2. 按保护对象的规定。

美国 NFPA—15 的规定:

保护对象	喷雾强度(L/min · m ²)
普通可燃物灭火	8~20
可燃液体灭火	20
电缆灭火	6~30
可燃气体、液体容器 与钢结构防护冷却	10.2
变压器表面	10.2
变压器周围地面	6
皮带输送机(传动 装置及皮带)	10.2

日本有关法规的规定:

保护对象	喷雾强度(L/min · m ²)
通讯机房	4
汽车库、停车场	20
液化石油气储罐及设备	7
变压器表面	10
变压器周围地面	6

英国有关法规的规定:

保护对象	喷雾强度(L/min · m ²)
液化石油气储罐	10.2
室外变压器	24

持续喷雾时间:

美国 NFPA—15 对水喷雾系统的持续喷雾时间作为一个工程判断问题处理。对防护冷却要求系统能持续喷雾数小时不中断。

日本保险协会规定水喷雾系统的持续喷雾时间不应小于 90min。日本消防法、日本液化石油气保安规则对具体保护对象的持续喷雾规定如下:通讯机房和贮存可燃物的场所,汽车库和停车场要求水源保证不小于持续喷雾 20min 的水量。

二、国内规范的规定。

1. 固体火灾。《自动喷水灭火系统设计规范》中规定严重危险级建筑物的设计喷水强度：

生产建筑物 $10\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$

储存建筑物 $15\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$

消防水量按火灾延续时间不小于 1h 计算。

2. 电气火灾。油浸式电力变压器、电缆等的喷雾强度的依据来源于《变电站设计防火规范》。

3. 防护冷却。《建筑设计防火规范》规定液化石油气储罐防护冷却的用水供给强度不应小于 $0.15\text{L}/\text{s} \cdot \text{m}^2$ ，火灾延续时间按 6h 计算；规定甲、乙、丙类液体贮罐冷却水延续时间，直径不超过 20m 的按 4h 计算，直径超过 20m 的按 6h 计算。

三、国内外有关试验数据。

(一)英国消防研究所皮·内斯发表的论文“水喷雾应用于易燃液体火灾时的性能”，对试验数据介绍如下：

1. 高闪点油火，灭火要求的喷雾强度为 $9.6 \sim 60\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ ；

2. 水溶性易燃液体火，灭火要求的喷雾强度为 $9.6 \sim 18\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ ；

3. 变压器火灾，喷雾强度为 $9.6 \sim 60\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ ；

4. 液化石油气储罐， $9.6\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ ；

(二)英国消防协会 G·布雷发表的论文“液化气储罐的水喷雾保护”中指出：只有以 $10\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 的喷雾强度向储罐喷射水雾才能为火焰包围的储罐提供安全保护。

(三)美国石油协会(API)和日本工业技术院资源技术试验所分别在本世纪 50 年代和 60 年代进行了液化气储罐水喷雾保护的试验，结果均表明对液化石油气储罐的喷雾强度大于 $6\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 即是安全的，采用 $10\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 的喷雾强度是可靠的。

(四)公安部天津消防科研所 1982 年至 1984 年进行了液化石油气贮罐受火灾加热时喷雾冷却试验，对一个被火焰包围的球面罐壁进行喷雾冷却，获得与美、英、日等国同类试验数据基本一致

的结论,即 $6\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 喷雾强度是接近控制壁温,防止储罐干壁强度下降的临界值; $10\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 喷雾强度可获得露天有风条件下保护储罐干壁的满意效果。

3.1.3 此条规定的主要依据。

一、防护目的。

水雾喷头均须在一定工作压力下才能使出水形成喷雾状态。一般来说,对一种水雾喷头而言,工作压力愈高其出水的雾化效果愈好。此外,相同喷雾强度下,雾化效果好有助于提高灭火效率。灭火时,要求喷雾的动量较大,雾滴粒径较小,因此需要向水雾喷头提供较高的水压;防护冷却时,要求喷雾的动量较小,雾滴粒径较大,需要提供给喷头的水压不宜太高。

二、国外同类规范。

美国防火协会与日本损害保险料率算定会规则规定,用于灭火时水雾喷头的最低工作压力为 0.35MPa 。

日本《水喷雾灭火设备》按照不同的防护目的给出的喷头工作压力如下:

灭火: $0.25 \sim 0.7\text{MPa}$;

防护: $0.15 \sim 0.5\text{MPa}$ 。

三、国产水雾喷头性能。

虽然水雾喷头的种类很多,但通常其喷雾工作压力均不低于 0.2MPa 。目前我国生产的水雾喷头,多数在压力大于或等于 0.2MPa 时,能获得良好的水量分布和雾化要求,满足防护冷却的要求;压力大于或等于 0.35MPa 时,能获得良好的雾化效果,满足灭火的要求。

综合以上三个方面,尤其是根据我国水雾喷头产品现状和水平,确定了喷头最低工作压力。

3.1.4 水喷雾系统应用于火灾危险性大、火灾蔓延速度快、灭火难度大的保护对象。当发生火灾时如不及时灭火或防护冷却将造成较大的损失或严重后果,因此水喷雾系统不仅要保证足够的喷

雾强度和持续喷雾时间,而且要保证系统能迅速启动喷雾。响应时间是评价水喷雾系统启动快慢的性能指标,也是系统设计必须考虑的基本参数之一,其他固定灭火系统均对此项性能有类似的规定。

本条针对不同防护目的和保护对象规定了水喷雾系统的响应时间。

美国 NFPA-15 中 4-4.3.1(b)规定用于暴露防护的自动水喷雾系统设计应达到在被保护表面产生积炭以前和由于高温可能使盛放易燃液体或气体的容器损坏前马上操作的要求,所以,要求在监视系统工作后 30s 内水喷雾系统应立即工作,从喷嘴喷出有效的水雾。

此外,某些外国标准与规范推荐水喷雾系统与火灾自动报警系统联网自动控制,系统组成中采用雨淋阀控制水流,并使其能自动或手动开启的作法均是为了保证系统响应火灾而启动的时间。

3.1.5 不论是平面的还是立体的保护对象,在设计水喷雾系统时,按设计喷雾强度向保护对象表面直接喷雾,并使水雾覆盖或包围保护对象是保证灭火或防护冷却效果的关键。保护对象的保护面积是直接影响布置水雾喷头,确定系统流量和系统操作的重要因素,因此是不可忽略的系统设计参数。

3.1.5.1 将保护对象的外表面面积确定为保护面积是本条规定的基本原则。对于外形不规则的保护对象,则规定为首先将其圆整成能够包容保护对象的规则体或规则体的组合体,然后按规则体或组合体的外表面面积确定保护面积。

上述确定保护面积的基本原则是国际上的习惯作法;在决定不规则保护对象的保护面积时,首先将其归纳为简单的几何图形,圆筒形或长方体等,这便是设计的初步。

3.1.5.2 本款规定了油浸式电力变压器保护面积的确定方法,对此各国均有类似的规定。

美国 NFPA-15:对变压器的防护应考虑它整个外表面的喷

雾,包括变压器和附属设备的外壳,贮油箱和散热器等。

美国 VIKING 公司:外形凹凸不平而且有许多突出物的变压器,在决定面积时可以作为一个整体圆整为简化的图形。

日本消防法中对变压器保护面积的确定方法如图 2。

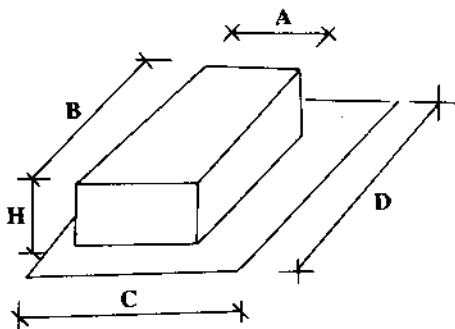


图 2 变压器保护面积的确定方法

A——变压器宽度;B——变压器长度;C——集油坑宽度;

D——集油坑长度;H——变压器高度

$$\text{保护面积 } S = (CD - AB) + 2(A + B)H + AB$$

3.1.5.3 本款根据 3.1.5.1 款的规定,要求分层敷设的多层电缆,在计算保护面积时按包容多层电缆及其托架总体的规则体的外表面面积确定;对于单层敷设的电缆,保护面积按其所占空间的上表面面积确定。

3.1.6 本条的适用范围:

1. 液化气灌装间、实瓶库和火灾危险品生产车间、散装库房等以保护建筑物为目的而设置的水喷雾灭火系统;

2. 以灭火或防护冷却为主要目的,但建筑物内部容纳的可燃物品或设备的高度较低,占据的空间较小,如泵房、压缩机房等。

为此本条规定将保护面积按平面处理并以建筑物的使用面积确定。

3.1.7 本条规定出于以下考虑:

1. 皮带及输送物占据其包容体的空间较小,按包容体确定保护面积将使水雾喷头的布置数量和系统的流量偏大;

2. 按上行皮带上表面面积确定保护面积仍能作到使上下二层皮带置于喷雾的包围之中,且下行返回皮带仍能被由上行皮带淌下来的水灭火。

3.1.8 对用于扑救贮罐、容器内部液体火灾的水喷雾系统,则要求喷雾覆盖整个液面。因此本条规定按贮罐、容器的液面面积确定其保护面积。

3.2 喷头布置

3.2.1 合理地布置水雾喷头,可以使喷雾均匀地完全覆盖保护对象,确保喷雾强度。因此,水雾喷头的布置是保证系统有效工作的一项重要措施,也是系统设计的一个重要环节。本条规定了确定喷头的布置数量和布置喷头的原则性要求。

水雾喷头的布置数量按保护对象的保护面积,喷雾强度和选用喷头的流量特性经计算确定;水雾喷头的位置根据喷头的雾化角、有效射程按满足喷雾直接喷射并完全覆盖保护对象表面布置。当计算确定的布置数量不能满足上述要求时,适当增设喷头直至喷雾能够满足直接喷射并完全覆盖保护对象表面的要求。

各国对布置水雾喷头的要求均有类似的规定:

美国 NFPA-15 中 4-8.2 规定:喷头的位置应能将保护区用喷雾覆盖住,喷头的布置应根据其特性确定,应注意使水打到目标表面。喷头布置不当将降低喷雾强度和系统的效率。

日本《水喷雾消防设备规则》规定:喷头应根据保护对象的整个表面、有效空间、水雾喷头的喷雾形状和有效射程进行配置。水雾喷头的安装,要保证喷雾能包围保护对象(平面的、立体的),要求水雾喷头能直接向燃烧表面或冷却的部位喷雾,任何障碍物不得影响喷雾。

3.2.2 由于水雾喷头喷射的雾状水滴是不连续的间断水滴,所以

具有良好的电绝缘性能,因此水喷雾系统可用于扑灭电气设备火灾。但是,水雾喷头和管道,均要与带电的电器部件保持一定的距离。

鉴于上述原因,水雾喷头、管道与高压电气设备带电(裸露)部分的最小安全净距是设计中不可忽略的问题,各国相应的规范、标准均作了具体规定。

美国 NFPA-15 中 1-9:水喷雾系统的设备与带电无绝缘电气元件的间距规定见表 4。

水雾设备与带电无绝缘电气元件的间距 表 4

标称 线电压 (kV)	最高 线电压 (kV)	设计 BIL (kV)	最小间距	
			(ch)	(mm)
13.8	14.5	110	7	178
23	24.3	150	10	254
34.5	36.5	200	13	330
46	48.3	250	17	432
69	72.5	350	25	635
115	121	550	42	1067
138	145	650	50	1270
161	169	750	58	1473
230	242	900	76	1930
		1050	84	2134
345	362	1050	84	2134
		1300	104	2642
500	550	1500	124	3150
		1800	144	3685
765	800	2050	167	4242

注:当电压高至 161kV 时,应根据 NFPA70 即国家电气规程选取间距值。当电压等于或大于 230kV 时,应根据国家电气安全规程 ANSI C-2 中表 124 选取间距。

日本对水雾喷头与不同电压的带电部件之间最小间距的有关规定见表 5。

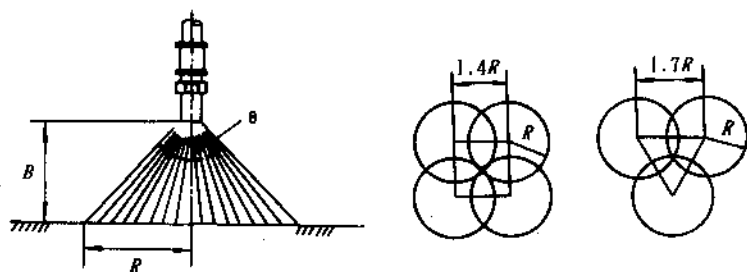
水雾喷头与不同电压的带电部件之间的最小间距 **表 5**

公称电压 (kV)	损保规则 (mm)	东京电力标准 (mm)
3		150
6	150	150
10	300	200
20	430	300
30	610	400
40	810	
50		
60	1120	700
70		800
80	1320	
100	1630	1100
120	1960	
140	2260	1500
170	2700	
200	3150	2100
250		2600

喷头、管道与高压电气设备带电(裸露)部分的最小安全净距本规范采用我国现行的国家标准或行业标准中的有关规定。

3.2.3 本条根据水雾喷头的水力特性规定了喷头与保护对象之间的距离。在水雾喷头的有效射程内,喷雾的粒径小且均匀,灭火和防护冷却的效率,超出有效射程后喷雾性能明显下降,且可能出现漂移现象。因此限制水雾喷头与保护对象之间的距离是十分必要的。

3.2.4 对 3.1.6 条适用的保护对象,当保护面积按平面处理时,其水雾喷头的布置方式通常为矩形或菱形。为使水雾完全覆盖,不出现空白,必须保证矩形布置时的喷头间距不大于 $1.4R$,菱形布置时的喷头间距不大于 $1.7R$,如图 3 所示。



(1)水雾喷头的喷雾半径

(2)水雾喷头间距及布置形式

图3 水雾喷头的平面布置方式

R ——水雾锥底圆半径(m); B ——喷头与保护对象的间距(mm);

θ ——喷头雾化角

本条规定的依据出自日本《液化石油气保安规则》。

对立体保护对象,其表面为平面的部分亦可按上述方法布置水雾喷头。

3.2.5 本条规定油浸式电力电压器布置水雾喷头的要求。

油浸式电力电压器是水喷雾灭火系统重要的应用对象,其不规则的外形使水雾喷头的布置较为困难。美国 VIKING 公司在《水喷雾灭火系统的应用与设计》中对变压器的水雾喷头布置作了较详细的介绍。

设计一套变压器的水喷雾灭火系统是比较困难的。最主要原因是它的不规则形状和要照顾到保持对高压电器的距离。总的来说,变压器的表面对于喷出来的水雾干扰极大,比保护油罐的设计更为复杂,为了这个缘故,必须采用多一点的水雾喷头予以补充。通常实际喷水量要比计算中的喷水量为高,因为必须要照顾到整个变压器都会被水雾覆盖。在系统设计前,最好取得变压器的顶部、侧面和底部的详图,决定不同形状的变压器面积,最好将变压器的形状归纳为简单的几何图形。如果变压器的形状凹凸不平,而且有很多突出物,也可以将图形略为放大。简化的变压器图形,除了底部外,所有露出来的面积都要计算,然后将管道包围着这个几

何图形。

变压器通常被一圈一圈的管道包围,而喷头就均匀地和适当地安装于管道上。所有喷咀必须安装在适当位置上,以便符合设计要求。布置的准则是要达到足够的喷雾强度和完全覆盖,但又不会过量,通常最顶一层的管道是安装于变压器最顶部附近。

在设计过程中,最重要而必须考虑的事情,就是喷头及管道与电器设备之间的安全距离,所有喷咀及管道与非绝缘的电力部件或带电部分必须符合要求。

通常最好避免管道横越变压器的顶部,所以大部分顶部喷头的设计都是从旁边安装的,但是横越散热器之间的管道是允许的。水雾最好避免直接喷在带电高压套管上。

水雾喷在平滑而垂直的表面是最理想的,但变压器有很多配件或形状是突出的,可能会影响喷雾不能完全覆盖,这时便须加装喷头,以补充因突出的地方布水的不足。

最初的设计面积和喷水量往往比布置水雾喷头后的喷水量少。如果水量过多或过少,可以将喷头的口径或压力调整,便可得出一个最理想的设计水量。因为变压器的不规则形状,可能使喷头的数目比预期的多,同时为了要照顾到喷头与管道对带电设备的安全距离,可能喷头的数量是不能减少的,这时,实际需要的流量会比最初设计的多。变压器水雾喷头布置见图4。

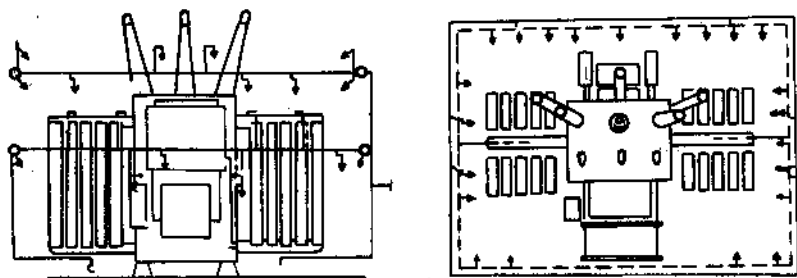


图4 变压器水雾喷头布置示意图

3.2.6 喷头布置要求以规定的喷雾强度完全覆盖整个罐体表面,以达到利用水雾的直接喷射罐壁的冲击冷却效果。水对罐壁的冲击能使罐壁迅速降温,并可去除罐壁表面的含油积炭,有利于水膜的形成。在保证喷射水雾在罐壁表面成膜效果的前提下,尽量使喷头靠近被保护表面,以减少火焰的热气流与风对水雾的影响,减少水雾在穿越被火焰加热的空间时的汽化损失。根据国内进行的喷水成膜性能试验并参照国外的有关规定,本规范要求喷头与储罐外壁之间的距离不大于 0.7m。

3.2.7 球罐的喷头布置规定了喷头喷口的方向和水雾锥之间的相对位置,使喷雾在罐壁均匀分布形成完整连续的水膜。容积等于或大于 1000m^3 的球罐布置喷头的要求放宽,主要考虑了水在罐壁沿经线方向的流淌作用。

喷头布置除考虑罐体外,对附件,尤其是液位计、阀门等容易发生泄漏的部位应同时设置喷头保护,对有防护层的钢结构支柱可不设置喷头。

本条规定主要依据于国外有关规范,如美国 NFPA-15 等。各国规范对液化气贮罐水雾喷头布置均有类似规定:

喷头的位置应仔细考虑,以保证在着火时整个罐体表面有足够的水量,喷咀的定位分布应能使喷雾覆盖住容器和可能发生泄漏的地方,如法兰、活接头、泵、阀门等等。

当设计一套喷雾装置时,对于风的影响必须加以考虑,通常喷头与罐壁的距离不得超过 600mm,特别是可能被某些附属装置如安全阀等遮挡的地方,喷头与罐壁的距离更小一些为好。

3.2.8、3.2.9 电缆和输送机皮带的外形虽然是规则的,但细长比很大,由于多层布置的电缆和上行皮带对喷雾的阻挡作用,本条规定水雾喷头按使水雾直接喷射包容多层电缆和上行及下行皮带整体的规则形体表面,且能使水雾包围电缆和上行及下行皮带的要求布置。

规定本条的依据是美国 NFPA-15:

当用水雾防护电缆托盘和电缆敷设线路,并安排喷咀时,要使电缆管道或管子、支架和托板所在的水平或垂直面区域内均能喷射到 $12.2\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 密度的水而受到保护。

输送机皮带安装喷咀后,可以自动喷湿皮带上部皮带和其输送物及下部返回皮带。喷咀的排列和喷雾方式应是包围式的。

4 系统组件

4.0.1 本条规定了设计水喷雾灭火系统时选用组件的要求。

一、水喷雾灭火系统属于消防专用的给水系统,与生产、生活给水系统相比,对其组件有很多特殊的要求,例如产品的耐压等级,工作的可靠性,自动控制操作时的动作时间等,都有更为严格的规定。因此本条规定水喷雾灭火系统中的关键部件——水雾喷头和雨淋阀组,均要采用经过国家消防产品质量监督检查中心检测合格的产品。国外有关规范以及我国其他固定灭火系统设计规范均对此作出了相同的规定。

二、我国 80 年代初开始研制和生产水喷雾灭火系统组件产品,目前已有若干个厂家生产多种规格、不同结构的组件,水雾喷头、雨淋阀、压力开关等组件的国家标准或已经颁布执行或正在制订中。国家消防产品质量监督检查中心也已经开展检测工作,这样就完全可以满足水喷雾灭火系统对产品的需求,也为本规范的制订打下了物质基础。

4.0.2 离心雾化型水雾喷头喷射出的雾状水滴是不连续的间断水滴,故具有良好的电绝缘性能。它不仅可以有效扑救电气火灾,而且不导电,适合在保护电气设施的水喷雾灭火系统中使用。撞击型水雾喷头是利用撞击原理分解水流的,水的雾化程度较差,不能保证雾状水的电绝缘性能,因此不适用于扑救电气火灾。

本条规定了含有腐蚀性介质的场所和粉尘场所对水雾喷头选型的要求。

众所周知,消防系统一旦安装调试完毕,开通使用后就长期处于备用状态。不难设想,不符合防腐要求的水雾喷头如果长期暴露在腐蚀性环境中就会很容易被腐蚀,当发生火灾时必然影响水雾

喷头的使用效率。

水雾喷头内部装有雾化芯的居绝大多数。装有雾化芯的水雾喷头,其内部的有效水流通道的截面积较小,如长期暴露在粉尘场所内,其内部水流通道很容易被堵塞,所以本条规定要配带防尘罩。对防尘罩的要求是:平时防尘罩罩在水雾喷头的喷口上,发生火灾时防尘罩在系统给水的水压作用下打开或脱落,不影响水雾喷头的正常工作。

4.0.3 水喷雾灭火系统是典型的固定灭火系统,其标准的组成要求采用雨淋阀组。对此,国内外规范的要求是一致的。雨淋阀是一种消防专用的水力快开阀,具有既可远程遥控、又可就地人为操作两种开启阀门的操作方式,因此能够满足水喷雾灭火系统的自动控制、手动控制和应急操作三种控制方式的要求。此外,雨淋阀一旦开启,可使水流在瞬间达到额定流量状态。以上特性是通用的自控阀门所不具备的,当水喷雾灭火系统远程遥控开启雨淋阀时,除电控开阀外尚可利用传动管液动或气动开阀。

除雨淋阀外,阀组尚要求配套设置压力表,水力警铃和压力开关,水流控制阀和检查阀等,以满足监测水喷雾灭火系统的供水压力,显示雨淋阀启闭状态和便于维护检查等要求。

4.0.4 本条规定了雨淋阀组设置地点的要求。

1. 为防止冬季冻坏充水管道,对设置地点的环境温度提出了要求;

2. 为保护雨淋阀组免受日晒雨淋的损伤,以及非专业人员的误操作,要求其设在室内或专用阀室内;

3. 为了便于调试和维护检查,要求设置地点有排水设施;

4. 为使人员迅速实施应急操作及时启动系统和保障人员安全,要求将雨淋阀组设在既靠近保护对象,又便于操作的地点。

4.0.5 过滤器是水喷雾灭火系统必不可少的组件,在系统供水管道上选择适当位置设置过滤器是为了保障水流的畅通和防止杂物破坏雨淋阀的严密性,以及堵塞电磁阀、水雾喷头内部的水流

通道。

各国均规定水喷雾灭火系统必须设置过滤器。

美国 NFPA—15:

水喷雾系统应装主管滤净器。如需安装单个喷咀滤净器时,滤净器的类型应能将水中足以堵住喷咀孔的颗粒物滤除。选择滤净器时要小心,尤其对喷咀水通路狭小时更得谨慎。要考虑滤网的穿孔尺寸、容积合理,无积聚物形成又无过多的摩擦损耗,还要考虑检查和清洗是否方便。

日本《水喷雾灭火设备规则》:

过滤器是用以防止尘埃等杂物进入管道和阀门,使之不致影响正常的放水状态。应在管或阀门部位设置过滤器。过滤器网目(网孔)的大小即过水孔的大小应小于水雾喷头或通水设备最小过水口径的 $\frac{1}{2}$ 。过滤器过水孔的总面积应为与过滤器相连接的水管内径面积的4倍以上。过滤器的结构应便于杂物的清除,选用过滤器的材质应考虑防锈和强度。

规定的滤网孔径是结合目前国产水雾喷头内部水流通道的口径确定的。 $4.0\sim 4.7$ 目/ cm^2 过滤网不仅可以保证水雾喷头不被堵塞,而且过滤网的局部水头损失较小。

4.0.6 本条规定了水喷雾灭火系统管道的要求。水喷雾灭火系统具有工作压力高、流量大、灭火与防护冷却喷雾强度高,水雾喷头易堵塞等特点,因此要合理地选择管道材料。为了保证过滤器后的管道不再有影响雨淋阀、水雾喷头正常工作的锈渣生成,本条规定过滤器后的管道采用内外镀锌钢管。管道“宜采用丝扣连接”的含意在于:公称直径小于或等于100mm的管道采用丝扣连接;公称直径大于100mm的管道,当采用丝扣连接有困难或无法采用丝扣连接的管道用法兰连接。

无论是用于灭火或是防护冷却的水喷雾系统,必须有可靠的供水保障,因此为系统设置独立的供水管道是十分必要的。当在雨

淋阀后设置其他用水设施时将可能发生由于水量分配的不均匀而影响水喷雾系统的正常工作,甚至使系统的供水压力和供水量无法满足设计工作压力和设计流量的要求。

为了防止管道内因积水结冰而造成管道的损伤,在管道的最低点和容易形成积水的部位设置泄水阀及相应的排水设施,使可能结冰的积水排尽。

设置管道排污口的目的是为了便于清除管道内的杂物,其位置设在使杂物易于聚积且便于排出的部位。

5 给 水

5.0.1 水喷雾灭火系统属于水消防系统范畴,其对水源的要求与消火栓、自动喷水灭火系统相同,即:可由市政给水管网、消防水池或天然水源供给;对大型企业中设置的水喷雾灭火系统,本条规定其用水可由企业内部独立的消防给水管网供给。无论采用哪种水源,本条规定均要求能够确保水喷雾灭火系统持续喷雾时间内所需的用水量。

5.0.2 本条规定当水喷雾灭火系统采用消防水池或天然水源时,要采取防止杂草、树叶和其他杂物堵塞取水设施、管道或损伤水泵的措施。如在取水口处设置护栏、设过滤网、沉淀池等。

我国南北地区的温差很大,在东北、华北和西北的严寒和寒冷地区,设置水喷雾灭火系统时,要求对给水设施和管道采取防冻措施,如保温、伴热、采暖和泄水等,具体方式要根据当地的条件确定。

6 操作与控制

6.0.1 本条规定的水喷雾灭火系统的控制要求,是根据系统应具备快速启动功能并针对凡是自动灭火系统应同时具备应急操作功能的要求规定的。国外同类规范均有类似规定。

美国 NFPA—15:

水喷雾系统的设计应能使其在许可的时间内将火扑灭。自动监测装置应能很快地感测出阴燃或慢起的燃火。自动水喷雾系统的设计应在监测系统工作后的 30s 以内从水雾喷头喷出有效的水雾。

美国 VIKING 公司《水喷雾灭火系统的应用和设计》:

整个水喷雾灭火系统可由人工、定温式感应器、差定温式感应器、红外线感应器或紫外光感应器、烟雾感应器、危险气体感应器、压力开关等启动。而威景水喷雾控制系统可由手动、水动、气动、电动或任何以上几种的组合操作,发动水雾控制阀及水泵等,并通过水雾喷嘴喷出水雾。同时在现场附近安装有一紧急手动操作装置,可以在紧急时刻,手动启动阀门。此外,在控制室内也可透过水雾控制屏启动水喷雾系统。

日本《水喷雾灭火设备规则》:

水喷雾灭火设备可手动或通过报警设备自动操作。采用手动还是自动,取决于防火对象的危险性质和要求。一般情况下采用自动方式。

自动控制方式和其他一般自动灭火设备一样,使用闭式喷头或与火灾报警设备联锁进行启动。由火灾报警器发出火灾信号,并将信号输入控制盘,由控制盘再将信号分别传送给自动阀,加压送水设备,并自动喷水雾。

水喷雾灭火设备的控制阀门的开闭,除自动外,还必须能手动操作。这里所说的手动操作,不是用人力,而是用机械、空气压力、水压力或电气等。

三种控制方式:

自动控制:指水喷雾灭火系统的火灾探测、报警部分与供水设备、雨淋阀组等部件自动联锁操作的控制方式;

手动控制:指人为远距离操纵供水设备、雨淋阀组等系统组件的控制方式。

应急操作:指人为现场操纵供水设备、雨淋阀组等系统组件的控制方式。

对 3.1.4 条规定响应时间大于 60s 的水喷雾系统,本条规定可以仅采用手动控制和应急操作两种控制方式。

6.0.2 本条规定自动控制的水喷雾灭火系统,其配套设置的火灾自动报警系统按《火灾自动报警系统设计规范》的规定执行。

6.0.3 在条件恶劣的场所设置水喷雾灭火系统时,要因地制宜地选择火灾探测器。除通用型火灾探测器外可选用感温电缆式、空气管式感温探测器,或采用闭式喷头探测火情。当采用闭式喷头作火灾探测器时,要求与传动管配合使用。

传动管直接启动系统:传动管和雨淋阀的控制腔直接连接,雨淋阀控制腔与传动管同时降压,雨淋阀在其入口水压作用下开启,并联锁启动系统。

传动管间接启动系统:传动管的压降信号通过压力开关传输至报警控制器启动系统。

6.0.4 传动管的长度限制援引自美国防火协会 NFPA—15《水喷雾固定防火系统标准》,闭式喷头布置间距的限制援引自英国。

6.0.5 由于水喷雾灭火系统可以扑救多种类型的火灾,而且当用于严重危险类场所或保护对象时,不仅灭火与防护冷却效果好而且用水量较少,所以应用范围很广泛。当用于工业场所时,往往系统防范的面积很大或对象很多,在这种情况下,为了使系统的用水

量不致过大,要求设计在确保灭火或防护冷却效果的前提下,采用雨淋阀控制同时喷雾的水雾喷头数量的方法控制系统的喷雾区域,达到控制系统流量的目的。遇到上述情况时,需将保护场所内布置的水雾喷头按灭火或防护冷却时的实际需求划分成若干组,并设置若干个雨淋阀分别控制各组水雾喷头。

6.0.6 根据《建筑设计防火规范》第 8.2.7 条规定:液化气贮罐区应安装固定冷却水设备,着火罐及其 1.5 倍罐径范围内相邻罐应防护冷却。本规范 3.1.4 条规定用于液化气设施的水喷雾灭火系统的响应时间不应大于 60s。

鉴于上述要求,当罐区内设有多座液化气贮罐时,采取将罐区内贮罐划分为若干个喷雾区域,设置若干个雨淋阀的形式组成水喷雾灭火系统,并能在任何一个贮罐发生火灾时,按着火罐及其 1.5 倍罐径范围内相邻罐同时喷雾防护冷却的方式操作与控制雨淋阀的设计是合理的。

6.0.7 本条规定了用于皮带输送机的水喷雾灭火系统的操作与控制要求。

水喷雾灭火系统分段喷雾保护输送距离较长的皮带输送机,将有利于控制系统用水量 and 降低水渍损失。

皮带输送机发生火灾时,起火区域的火灾自动探测装置应动作。在输送机传动机构停机前,引燃的皮带或输送物将继续前移并可能移至起火区域下游一段距离,因此用于保护皮带输送机的水喷雾系统,其控制装置应在切断输送机电源的同时,开启起火点及其下游相邻区域的雨淋阀,同时向两个喷水区喷水。

美国 NFPA—15 中 4—4.3.5(b)规定了保护皮带输送机的水喷雾系统的防护范围应扩展到相邻区域的皮带或设备,系统的控制装置应能自动启动下游相邻区域的防护系统。

因此,本条规定与美国防火协会 NFPA—15 标准的有关规定是一致的。

6.0.8 本条规定了水喷雾灭火系统控制设备的功能要求。

根据系统应有三种控制方式的规定,要求控制设备具有选择控制方式的功能。

控制设备在接收火灾报警器的火警信号后动作,重复显示保护对象状态有利于操作人员确认火灾和火警部位,以便于手动遥控。

监控消防水泵、雨淋阀状态将便于操作人员判断系统工作的可靠性及系统的备用状态是否正常。

7 水力计算

7.1 系统的设计流量

7.1.1 $q=K\sqrt{10P}$ 为通用算式。不同型号的水雾喷头具有不同的 K 值。设计时按生产厂给出的 K 值计算水雾喷头的流量。

7.1.2 本条规定了保护对象确定水雾喷头用量的计算公式,水雾喷头的流量 q 按公式(7.1.1)计算,水雾喷头工作压力取值按防护目的和水雾喷头特性确定。

7.1.3 本条规定了确定水喷雾灭火系统计算流量的要求。

当保护对象发生火灾时,水喷雾灭火系统通过水雾喷头实施喷雾灭火或防护冷却,因此本规范规定系统的计算流量按系统启动后同时喷雾的水雾喷头流量之和确定,而不是按保护对象的保护面积和设计喷雾强度的乘积确定。

针对该系统保护对象火灾危险性大、蔓延迅速、扑救困难的特点,本条采用与《自动喷水灭火系统设计规范》中第7.1.1条规定中要求雨淋、水幕和严重危险级系统水力计算按最不利处作用面积内每个洒水喷头实际流量确定系统流量相同的作法,规定水喷雾灭火系统的计算流量,从最不利点水雾喷头开始,沿程按同时喷雾的每个水雾喷头实际工作压力逐个计算其流量,然后累计同时喷雾的水雾喷头总流量确定为系统流量。

美国标准 NFPA—15 对水喷雾灭火系统的水力计算有相同的规定,从最不利点水雾喷头开始,沿程向系统供水点推进,并按实际压力逐个计算水雾喷头流量,并以所有同时喷雾水雾喷头的总流量确定系统流量。计算应包括管道、阀门、过滤器和所有改变水流方向的接头的水压损失和标高的改变等因素对流量的影响。

7.1.4 本条规定了当水喷雾灭火系统利用雨淋阀控制喷雾范围

时确定系统计算流量的要求。

可燃气体和甲、乙、丙类液体贮罐区,输送机皮带,油浸式电力变压器,电缆隧道以及车间、库房等,具有保护对象数量多、保护面积大或其细长比大的特点。因此,根据保护对象及其火灾的特点,按保护对象数量或保护面积划分一次火灾的喷雾区域,合理地控制水喷雾系统的喷雾范围,对降低系统造价、节约用水以及减少水害有利。设计按保护对象或保护面积划分区域局部喷雾的水喷雾系统,其系统的计算流量按各局部喷雾区域中同时喷雾的最大用水量确定。

7.1.5 本条规定水喷雾灭火系统的设计流量按计算流量的1.05~1.10倍确定。鉴于水喷雾灭火系统按同时喷雾水雾喷头实际流量确定的系统计算流量接近设计流量,故系统计算流量的安全系数取较小数值。

7.2 管道水力计算

7.2.1 《自动喷水灭火系统设计规范》在确定管道沿程水头损失计算公式时,综合考虑了以下因素:

1. 自动喷水灭火系统管道计算与室内给水系统管道计算的一致性;

2. 据《美国工业防火手册》介绍,“经过实测,自动喷水灭火系统管道在使用20~25年后,其水头损失接近设计值”。在我国30年代安装于工业、民用建筑中的自动喷水灭火系统管道,至今已有50年以上的历史,有的因锈蚀而堵塞,更多的仍在继续使用,所以管道沿程水头损失的计算公式宜偏于安全。

为了与包括《自动喷水灭火系统设计规范》和《建筑给水排水设计规范》在内的我国有关规范相协调,使各规范消防管道沿程水头损失计算具有一致性,本规范仍采用苏联 $\phi \cdot A \cdot$ 舍维列夫计算公式。

沿程水头损失的不同公式计算结果比较见表6。

不同公式计算结果比较表

表 6

流 量		管 径 (mm)	流 速 (m/s)	管道沿程水头损失(mH ₂ O/m)		
L/min	L/s			公式 I	公式 II	公式 III
80	1.33	25	2.3	0.776	0.513	0.292
160	2.67	32	2.66	0.667	0.438	0.274
400	6.67	50	3.02	0.492	0.319	0.225
800	13.33	70	3.67	0.514	0.331	0.230
1200	20.00	80	3.93	0.467	0.299	0.222
1600	26.67	100	3.02	0.190	0.121	0.104
2400	40.00	150	2.25	0.0543	0.034	0.0328
公式选用的国家				中国	前苏联	美、英、德、日

注：公式 I —— 舍维列夫计算公式；

公式 II —— 满宁计算公式；

公式 III —— 海登—威廉计算公式。

7.2.2 本条规定了水喷雾灭火系统管道局部水头损失的确定要求。

消防管道局部水头损失的确定，国内外有关规范均采用当量长度法计算或沿程水头损失百分比计算的方法。本规范要求系统计算流量按同时喷雾水雾喷头的工作压力和流量实际计算，因此管道局部水头损失采用当量长度法较为合理。

美、英、日等国的规范均采用当量长度法计算。

当采用当量长度法计算时，可参考表 7。

局部水头损失当量长度表(管材系数 C=120)

表 7

名称	管径直径(mm)											
	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300
45°弯头	0.3	0.3	0.6	0.6	0.9	0.9	1.2	1.5	2.1	2.7	3.3	4.0
90°弯头	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	3.1	3.7	4.3	5.5	6.7	8.2

续表 7

名称	管径直径(mm)											
	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300
90°长弯头	0.6	0.6	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	2.7	4.0	4.9	5.5
三通、四通	1.5	1.8	2.4	3.1	3.7	4.6	6.1	7.6	9.2	10.7	15.3	18.3
蝶阀				1.8	2.1	3.1	3.7	2.7	3.1	3.7	5.8	6.4
闸阀				0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8
止回阀	1.5	2.1	2.7	3.4	4.3	4.9	6.7	8.3	9.8	13.7	16.8	19.8
U型过滤器	12.3	15.4	18.5	24.5	30.8	36.8	49	61.2	73.5	98	122.5	
Y型过滤器	11.2	14	16.8	22.4	28	33.6	46.2	57.4	68.6	91	113.4	

注:本表根据美国 NFPA—15 表 A—7—2(d)等值长度表综合编制,过滤器部分是
根据日本资料 $C=100$ 的数值经换算成 $C=120$ 的数据列入。

尽管采用当量长度法较按沿程水头损失百分比计算的精度要高,但仍然属于估算的方法。

由于管道局部水头损失占沿程水头损失的比例较小,我国有关规范都规定局部水头损失可采用沿程水头损失百分比计算:

《自动喷水灭火系统设计规范》第 7.1.4 条指出:局部水头损失可采用当量管道长度法计算或按管网沿程水头损失的 20% 计算;

《建筑给水排水设计规范》第 2.6.1 条指出:当生活、生产、消防共用给水管网时,局部水头损失为 20%;当为消火栓系统消防给水管网时,局部水头损失为 10%;当为生产、消防共用给水管网时,局部水头损失为 15%。

《给水排水设计手册》第 2 册“闭式自动喷水灭火系统”要求估算局部水头损失时,按沿程管道水头损失的 20% 计算。

鉴于水喷雾灭火系统采用雨淋阀,且设置过滤器等因素,本规范规定当局部水头损失采用沿程水头损失百分比计算时,按沿程水头损失的 20%~30% 计算。

7.2.3 雨淋阀的比阻值(B_R)或局部水头损失的数据由生产厂提供。

7.2.4 本条规定了设计水喷雾灭火系统时确定消防水泵扬程的要求和确定市政给水管网、工厂消防给水管网给水压力的要求。当按公式(7.2.4)计算时, h_0 的选取要符合 3.1.3 条的规定, Σh 的计算要包括雨淋阀的局部水头损失。

7.3 管道减压措施

7.3.1 圆缺型减压孔板按下式计算:

$$X = \frac{G}{0.01 D_0 \sqrt[3]{\Delta P \cdot r}} \quad (1)$$

式中 G ——重量流量(kg/h);

D_0 ——管道内径(mm);

ΔP ——差压(mmH₂O);

r ——操作状态下重度(kg/m³)。

计算步骤:

先按上式算出 X 值,由 X 值查表 8 得 n 。

根据 $n = \frac{h}{D_0}$ 求出 h (圆缺高度)。

由 n 在表 8 中查出 α , 在表 9 中查出 m , 代入下式进行验算:

$$G = 0.01252 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D_0 \sqrt[3]{\Delta P \cdot r} \quad (2)$$

式中 ε ——按 1 考虑。

流量系数及函数 X 与圆缺孔板相对高度的关系

表 8

n	α	X	n	α	X
0.00	0.6100	0.00000	0.06	0.6106	0.01866
0.01	0.6100	0.00130	0.07	0.6108	0.02348
0.02	0.6101	0.00359	0.08	0.6110	0.02861
0.03	0.6101	0.00657	0.09	0.6113	0.03406
0.04	0.6102	0.01016	0.10	0.6116	0.03982
0.05	0.6104	0.01422	0.11	0.6119	0.04575

续表 8

n	α	X	n	α	X
0.12	0.6122	0.05206	0.38	0.6413	0.2800
0.13	0.6127	0.05853	0.39	0.6437	0.2911
0.14	0.6131	0.06526	0.40	0.6462	0.3023
0.15	0.6136	0.07222	0.41	0.6488	0.3136
0.16	0.6140	0.07944	0.42	0.6516	0.3252
0.17	0.6147	0.08682	0.43	0.6546	0.3369
0.18	0.6153	0.09438	0.44	0.6577	0.3496
0.19	0.6159	0.10212	0.45	0.6609	0.3613
0.20	0.6166	0.11003	0.46	0.6643	0.3737
0.21	0.6174	0.1181	0.47	0.6678	0.3863
0.22	0.6182	0.1261	0.48	0.6714	0.3990
0.23	0.6191	0.1349	0.49	0.6752	0.4120
0.24	0.6200	0.1435	0.50	0.6790	0.4251
0.25	0.6209	0.1522	0.51	0.6830	0.4385
0.26	0.6220	0.1610	0.52	0.6870	0.4520
0.27	0.6231	0.1701	0.53	0.6912	0.4651
0.28	0.6242	0.1792	0.54	0.6944	0.4789
0.29	0.6254	0.1883	0.55	0.7000	0.4939
0.30	0.6267	0.1981	0.56	0.7046	0.5084
0.31	0.6281	0.2077	0.57	0.7093	0.5231
0.32	0.6996	0.2175	0.58	0.7142	0.5379
0.33	0.6313	0.2275	0.59	0.7192	0.5529
0.34	0.6331	0.2377	0.60	0.7243	0.5681
0.35	0.6349	0.2480	0.61	0.7296	0.5838
0.36	0.6370	0.2585	0.62	0.7350	0.5994
0.37	0.6390	0.2671	0.63	0.7405	0.6153

续表 8

n	α	X	n	α	X
0.64	0.7463	0.6317	0.80	0.8635	0.9325
0.65	0.7522	0.6481	0.81	0.8789	0.9549
0.66	0.7583	0.6648	0.82	0.8897	0.9776
0.67	0.7645	0.6818	0.83	0.9009	1.0009
0.68	0.7709	0.6990	0.84	0.9119	1.0239
0.69	0.7774	0.7164	0.85	0.9244	1.0488
0.70	0.7841	0.7340	0.86	0.9360	1.0725
0.71	0.7905	0.7515	0.87	0.9496	1.0983
0.72	0.7977	0.7698	0.88	0.9628	1.1237
0.73	0.8052	0.7886	0.89	0.9764	1.1495
0.74	0.8131	0.8075	0.90	0.9904	1.176
0.75	0.8214	0.8273	0.91	1.0051	1.023
0.76	0.8300	0.8473	0.92	1.0198	1.299
0.77	0.8391	0.8679	0.93	1.0357	1.257
0.78	0.8486	0.8891	0.94	1.0511	1.284
0.79	0.8584	0.9106	0.95	1.0675	1.312

圆缺相对高度与圆缺截面比的关系

表 9

n	m	n	m	n	m	n	m
0.00	0.0000	0.07	0.0307	0.14	0.0850	0.21	0.1528
0.01	0.0011	0.08	0.0379	0.15	0.0940	0.22	0.1633
0.02	0.0047	0.09	0.0445	0.16	0.1033	0.23	0.1740
0.03	0.0086	0.10	0.0520	0.17	0.1128	0.24	0.1848
0.04	0.0133	0.11	0.0598	0.18	0.1225	0.25	0.1957
0.05	0.0186	0.12	0.0679	0.19	0.1324	0.26	0.2067
0.06	0.0244	0.13	0.0763	0.20	0.1425	0.27	0.2179

续表 9

n	m	n	m	n	m	n	m
0.28	0.2293	0.44	0.4238	0.60	0.6264	0.75	0.8043
0.29	0.2408	0.45	0.4365	0.61	0.6388	0.76	0.8152
0.30	0.2524	0.46	0.4492	0.62	0.6512	0.77	0.8260
0.31	0.2641	0.47	0.4619	0.63	0.6636	0.78	0.8367
0.32	0.2751	0.48	0.4746	0.64	0.6759	0.79	0.8472
0.33	0.2818	0.49	0.4873	0.65	0.6881	0.80	0.8575
0.34	0.2998	0.50	0.5000	0.66	0.7002	0.81	0.8676
0.35	0.3119	0.51	0.5127	0.67	0.7122	0.82	0.8775
0.36	0.3241	0.52	0.5254	0.68	0.7241	0.83	0.8872
0.37	0.3364	0.53	0.5381	0.69	0.7359	0.84	0.8967
0.38	0.3488	0.54	0.5508	0.70	0.7476	0.85	0.9060
0.39	0.3612	0.55	0.5635	0.71	0.7592	0.86	0.9150
0.40	0.3736	0.56	0.5762	0.72	0.7707	0.87	0.9237
0.41	0.3860	0.57	0.5889	0.73	0.7821	0.88	0.9321
0.42	0.3985	0.58	0.6015	0.74	0.7933	0.89	0.9402
0.43	0.4111	0.59	0.6160				

7.3.2 节流管如图 5 所示,设置在水平管段上,节流管管径可比干管管径缩小 1~3 号规格,节流管两侧大小头局部水头损失,可按表 10 的当量长度进行计算。图 5 中要求 $L_1=D_1$ 、 $L_3=D_3$ 。

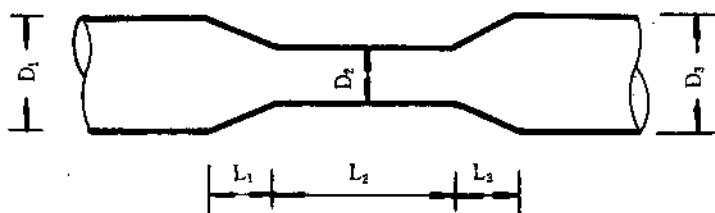


图 5 节流管示意图

节流管大小头损失当量长度表

表 10

$D_1=D_3$ 干管(mm)	50	70	80	100	125	150	200	250
D_2 节流管(mm)	40	50	70	80	100	125	150	200
当量长度(m)	0.6	1.0	1.0	1.3	1.7	1.5	4.5	4.0
D_2 节流管(mm)	32	40	50	70	80	100	125	150
当量长度(m)	2.1	3.5	3.5	5.3	6.0	5.3	15.8	14
D_2 节流管(mm)	25	32	40	50	70	80	100	125
当量长度(m)	5.7	9.5	9.5	12.4	16.2	14.3	42.8	38