数据中心消防技术白皮书

Data Center Fire Protection Technology White Paper

中数智慧信息技术研究院

2021 年 6 月

数据中心消防技术白皮书

主编单位：

中数智慧信息技术研究院
北京电信规划设计院有限公司
北京燕华建筑设计有限公司

参编单位：

世源科技工程有限公司
中国移动通信集团设计院有限公司
上海邮电设计咨询研究院有限公司
中讯邮电咨询设计院有限公司
浙江信达可恩消防实业有限责任公司
中城建（北京）建筑设计有限公司
西亚洲际（北京）智能传感科技有限公司
上海能美西科姆消防设备有限公司
上海瑞泰消防设备制造有限公司
罗达莱克斯阀门（上海）有限公司
霍尼韦尔自动化控制（中国）有限公司
瑞士赛库瑞登股份公司
上海威探智能科技有限公司
迈莱孚建筑安全科技（上海）有限公司
山东宏雁电子系统工程有限公司

课题技术负责人： 钟景华

主 要 起 草 人： 贾 峻

参 编 人： 邓 红 王新芳 倪震楚 王 斌 石俊晓 罗志刚 沈 斌
李 杰 王 亮 史 新 董聪聪 周劲松 刘丽雅 郑雯莉
徐 威 黄海涛 宋文超 詹宇欣 赵开文 田灵钦 郑美英
杨 威 王兆萌 童 萌 湛育明 叶愚正 章中林 穆中标
郑 明

主 要 审 查 人： 南江林

序 言

新基建红利与5G应用加速爆发，对于数据中心基础设施和服务器扩容带来巨大促进。互联网企业、云厂商、运营商和第三方提供商纷纷布局未来的数据中心建设，中国数据中心市场规模将会在接下来的几年内爆发式增长。由于数据中心建设存在装饰和保温材料用可燃物多，各类电器设备及线路很多，设备长期连续工作存在元件绝缘击穿短路的危险，操作维护人员对安全制度的疏忽等，造成数据中心存在火灾危险性。本白皮书作为数据中心消防技术参考文献，内容解释由中数智慧信息技术研究院负责。在应用过程中如有修改和补充建议，请将有关资料Email至：Service@chinadcc.org

目录

1 前言 1
1.1 编制背景 1
1.2 规范性引用文件 1
2 术语 3
3 数据中心消防特点 7
3.1 数据中心消防基本原则 7
3.2 数据中心火灾特点及原因 7
3.3 数据中心火灾种类 8
4 数据中心消防要求 10
4.1 防止火灾发生及蔓延 10
4.1.1 建筑防火 10
4.1.2 机电防火 13
4.2 火灾探测与报警 14
4.2.1 火灾探测系统 14
4.2.2 火灾自动报警系统 14
4.2.3 电气火灾监控 15
4.3 扑灭火灾 15
4.3.1 灭火设施种类 15
4.3.2 数据中心灭火设施设置要求 15

4.4 火场疏散与救援 16
4.4.1 安全疏散 16
4.4.2 消防救援 17
4.4.3 防烟排烟系统 18
4.4.4 消防应急照明、疏散指示、火灾警报和消防应急广播 20
4.5 消防安全管理 21
4.5.1 消防安全标准化管理 21
4.5.2 消防设施监管 22
4.5.3 微型消防站 23
4.6 其他 26
4.6.1 消防电源及配电 26
4.6.2 消防排水 27
4.6.3 消防设施抗震 27
4.6.4 气体灭火防护区 27
4.6.5 气体灭火储瓶间 28
4.6.6 消防水泵房 28
4.6.7 消防控制室 29
5 火灾探测及监控技术 30
5.1 火灾自动报警及联动控制 30
5.1.1 概述 30
5.1.2 火灾自动报警系统设计 30
5.1.3 火灾探测器的选择 34

5.1.4 火灾自动报警系统供电 35
5.1.5 消防联动控制设计 36
5.2 可燃气体探测报警系统 45
5.2.1 系统组成及工作原理 45
5.2.2 可燃气体探测器的设置区域及方式 46
5.2.3 可燃气体报警主机的相关要求 46
5.3 吸气式感烟火灾探测器 46
5.3.1 概述 46
5.3.2 系统设计 46
5.3.3 系统维护、管理 51
5.4 电气火灾监控 52
5.4.1 系统概述 52
5.4.2 系统设计 53
5.5 大型数据中心园区消防信息一般性通信模式 55
5.5.1 园区特殊的功能用途 55
5.5.2 园区消防控制中心的分级控制原则 56
6 灭火技术 57
6.1 消防给水系统 57
6.1.1 消防水源 57
6.1.2 消防用水量 58
6.1.3 数据中心园区消防给水系统设置 59
6.1.4 消防给水设施 60

6.2 消火栓系统 71
6.2.1 室外消火栓系统 71
6.2.2 室内消火栓系统 74
6.3 自动喷水灭火系统 76
6.3.1 数据中心常用自动喷水灭火系统 76
6.3.2 自动喷水灭火系统设计 78
6.4 细水雾灭火系统 83
6.4.1 概述 83
6.4.2 细水雾灭火机理 84
6.4.3 系统选择 84
6.4.4 设计参数和水力计算 85
6.4.5 系统水质 86
6.4.6 系统组件 87
6.4.7 管道 89
6.4.8 控制 89
6.4.9 系统安装与调试 90
6.4.10 维护管理 91
6.5 水喷雾灭火系统 91
6.5.1 概述 91
6.5.2 设计参数 91
6.5.3 系统设置 93
6.5.4 系统控制 94
6.6 气体灭火系统 94

6.6.1 概述 94
6.6.2 气体灭火系统设计 98
6.6.3 气瓶压力远程监控系统 101
6.6.4 消防钢瓶爆裂预警探测装置及系统 102
6.6.5 气体灭火系统安装、调试、验收 103
6.6.6 气体灭火系统维护管理 104
6.7 探火管灭火装置 105
6.7.1 概述 105
6.7.2 灭火装置形式 105
6.7.3 设计计算 106
6.7.4 灭火装置选择 107
6.7.5 探火管灭火装置布置要求 107
6.7.6 灭火装置安全要求 108
6.7.7 灭火装置控制 109
6.7.8 探火管灭火装置安装、调试、验收 109
6.7.9 探火管灭火装置维护管理 109
6.8 建筑灭火器配置 110
6.8.1 数据中心的火灾种类和危险等级 110
6.8.2 灭火器选择和配置 110
6.8.3 灭火器配置设计计算 111
7 火场逃生与救援 114
7.1 自然通风与自然排烟 114
7.1.1 自然通风 114

7.1.2 自然排烟 114
7.2 机械防烟排烟系统 115
7.2.1 机械加压送风系统 115
7.2.2 机械排烟系统 119
7.2.3 排烟补风系统 122
7.2.4 防火阀、排烟防火阀、排烟阀 123
7.2.5 防烟排烟风管选择 128
7.3 消防应急照明、疏散指示、消防广播、消防通信 132
7.3.1 消防应急照明和疏散指示系统设计 132
7.3.2 火灾警报与消防广播系统设计 133
7.3.3 消防通信系统设计 134
7.4 消防救援 135
8 智慧消防系统 136
8.1 智慧消防系统概述 136
8.2 智慧消防系统功能 136
8.3 智慧消防运行体系 138
8.3.1 智慧消防系统运行体系架构 138
8.3.2 数据采集 138
8.3.3 数据传输 139
8.3.4 数据分析 141
8.3.5 问题数据处理 141
8.3.6 问题数据推送 141
8.3.7 数据存储 142

8.3.8 数据库 142
8.3.9 数据智能研判 143
8.4 智慧消防平台 143
8.5 智慧消防大数据应用 145
9 消防新技术 147
9.1 全氟己酮灭火系统 147
9.1.1 概况 147
9.1.2 数据中心应用 150
9.1.3 技术特点 150
9.2 非气溶胶灭火贴 151
9.2.1 基本原理 151
9.2.2 国内外发展情况 152
9.2.3 数据中心应用场景 153
9.2.4 技术特点 153
9.3 气体灭火系统防护区的气密性检测 154
9.3.1 基本原理 154
9.3.2 国内外发展情况 156
9.3.3 数据中心应用 156
9.4 气体灭火主从动启动系统 156
附录 A 数据中心相关消防文件 158
A.1 现行消防相关国家标准 158
A.2 现行相关消防行业和地方标准、规章及规范性文件 161

附录 B 数据中心主要功能用房消防设施配置 163
附录 C 吸气式感烟火灾探测器的设计 164
附录 D 园区消防用水量计算示例 174

1 前言

1.1 编制背景

在信息时代下，数据中心已经成为现代社会基础设施的一部分。随着国家新型基础设施建设，数据中心进入了大规模、快速发展时期。数据中心与现代经济生活息息相关，一旦发生火灾事故，造成的社会影响和财产损失难以估量。因此数据中心的消防安全需要格外重视。

本着遵循国家工程建设的基本要求和消防有关的法律法规、贯彻“预防为主，防消结合”的消防工作方针原则，本书根据数据中心的特点和防火、灭火需要，归纳、总结适用于数据中心的先进、成熟的消防技术；合理纳入消防新技术，希望使消防系统能够适应数据中心发展的需求；数据中心不断发展，随着新设备、新材料应用，出现了一些消防疑难问题，对疑难问题提出解决思路，希望广大同行能够共同研究、献言献策。

1.2 规范性引用文件

下列文件对于本白皮书的应用是必不可少的。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本白皮书。

《建筑设计防火规范》GB 50016

《数据中心设计规范》GB 50174

《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222

《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251

《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974

《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084

《水喷雾灭火系统技术规范》GB 50219

《细水雾灭火系统技术规范》GB 50898

《气体灭火系统设计规范》GB 50370

《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140

《建筑灭火器配置验收及检查规范》GB 50444

《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116

《民用建筑电气设计标准》GB 51348

《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB 51309

《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981

《火灾自动报警系统组件兼容性要求》GB 22134

《消防控制室通用技术要求》GB 25506

《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB 50257

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303

《火灾自动报警系统施工及验收标准》GB 50166

《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624

《吸气式感烟火灾探测报警系统设计、施工及验收规范》DB11/1026-2013

《消防安全重点单位微型消防站建设标准（试行）》2015年公消【2015】301号

《探火管灭火装置技术规程》CECS345：2013

2 术语

2.1 数据中心 data center

为集中放置的电子信息设备提供运行环境的建筑场所，可以是一栋或几栋建筑物，也可以是一栋建筑物的一部分，包括主机房、辅助区、支持区和行政管理区等。

2.2 主机房 computer room

主要用于数据处理设备安装和运行的建筑空间，包括服务器机房、网络机房、存储机房等功能区域。

2.3 耐火极限 fire resistance rating

在标准耐火试验条件下，建筑构件、配件或结构从受到火的作用时起，至失去承载能力、完整性或隔热性时止所用时间，用小时表示。

2.4 防火分区 fire compartment

在建筑内部采用防火墙、楼板及其他防火分隔设施分隔而成，能在一定时间内防止火灾向同一建筑的其余部分蔓延的局部空间。

2.5 防烟系统 smoke protection system

通过采用自然通风方式，防止火灾烟气在楼梯间、前室、避难层（间）等空间内积聚，或通过采用机械加压送风方式阻止火灾烟气侵入楼梯间、前室、避难层（间）等空间的系统，防烟系统分为自然通风系统和机械加压送风系统。

2.6 排烟系统 smoke exhaust system

采用自然排烟或机械排烟的方式，将房间、走道等空间的火灾烟气排至建筑物外的系统，分为自然排烟系统和机械排烟系统。

2.7 自然排烟 natural smoke exhaust

利用火灾热烟气流的浮力和外部风压作用，通过建筑开口将建筑内的烟气直接排至室外的排烟方式。

2.8 固定窗 fixed window for fire forcible entry

设置在设有机械防烟排烟系统的场所中，窗扇固定、平时不可开启，仅在火灾时便于人工破拆以排出火场中的烟和热的外窗。

2.9 消防水池 fire reservoir

人工建造的供固定或移动消防水泵吸水的储水设施。

2.10 高位消防水箱 elevated/gravity fire tank

设置在高处直接向水灭火设施重力供应初期火灾消防用水量的储水设施。

2.11 自动喷水灭火系统 sprinkler systems

由洒水喷头、报警阀组、水流报警装置（水流指示器或压力开关）等组件，以及管道、供水设施等组成，能在发生火灾时喷水的自动灭火系统。

2.12 闭式系统 close-type sprinkler system

采用闭式洒水喷头的自动喷水灭火系统。

2.13 湿式自动喷水灭火系统 wet pipe sprinkler system

准工作状态时配水管道内充满用于启动系统的有压水的闭式系统。

2.14 预作用自动喷水灭火系统 preaction sprinkler system

准工作状态时配水管道内不充水，发生火灾时由火灾自动报警系统、充气管道上的压力开关联锁控制预作用装置和启动消防水泵，向配水管道供水的闭式系统。

2.15 细水雾 water mist

水在最小设计工作压力下，经喷头喷出并在喷头轴线下方 1.0m 处的平面上

形成的直径 Dv0.50 小于 200μm，Dv0.99 小于 400μm 的水雾滴。

2.16 细水雾灭火系统 water mist fire extinguishing system

由供水装置、过滤装置、控制阀、细水雾喷头等组件和供水管道组成，能自动和人工启动并喷放细水雾进行灭火或控火的固定灭火系统。

2.17 水喷雾灭火系统 water spray fire protection system

由水源、供水设备、管道、雨淋报警阀（或电动控制阀、气动控制阀）、过滤器和水雾喷头等组成，向保护对象喷射水雾进行灭火或防护冷却的系统。

2.18 内贮压式气体灭火系统 stored pressure gaseous fire extinguishing system

灭火剂在瓶组内用惰性气体进行加压贮存，系统动作时灭火剂靠瓶组内的充压气体进行输送的灭火系统。

2.19 外储压式气体灭火系统 external stored pressure heptafluoropropane extinguishing system

驱动氮气与灭火剂分别储存的七氟丙烷灭火系统。

2.20 预制气体灭火系统 pre-engineered systems

按一定的应用条件，将灭火剂储存装置和喷放组件等预先设计、组装成套且具有联动控制功能的灭火系统。

2.21 组合分配气体灭火系统 combined distribution systems

用一套气体灭火剂储存装置通过管网的选择分配，保护两个或两个以上防护区的灭火系统。

2.22 单元独立气体灭火系统 unit-alone systems

一套气体灭火剂储存装置通过管网，只保护一个防护区的灭火系统。

2.23 泄压口 pressure relief opening

灭火剂喷放时，防止防护区内压超过允许压强，泄放压力的开口。

2.24 火灾自动报警系统 automatic fire alarm system

探测火灾早期特征、发出火灾报警信号，为人员疏散、防止火灾蔓延和启动自动灭火设备提供控制与指示的消防系统。

2.25 消防应急照明和疏散指示系统 fire emergency lighting and evacuate indicating system

为人员疏散和发生火灾时仍需工作的场所提供照明和疏散指示的系统。

2.26 吸气式感烟火灾探测报警系统 aspirating smoke detection fi re alarm system

由采样管网、吸气式感烟火灾探测器、火灾报警及显示控制单元组成，通过分布在探测区域的采样孔，将空气样品抽吸到探测器内进行分析，并显示出所保护区域的烟雾浓度和报警、故障状态的系统。

2.27 探火管 fire detection tube

可自动探测火灾、传递火灾信息，启动灭火装置并能输送灭火剂的充压非金属软管。

2.28 探火管灭火装置 extinguishing equipment with fire detec tion tube

利用探火管探测火灾并能启动的预制灭火装置。

3 数据中心消防特点

3.1 数据中心消防基本原则

当今数字化日益普及，数据的计算、存储、传输离不开数据中心，数据中心在经济生活中的重要性不言而喻，一旦发生火灾事故，造成的影响巨大。

对于数据中心的消防，保护人员生命安全是首要任务；其次，要预防火灾发生，将火灾遏制在燃烧之前；第三，数据中心一旦发生火灾要尽快灭火，避免火势蔓延造成更多设备损毁，并且承担重要业务的数据中心，灭火后要能够快速恢复运行。

3.2 数据中心火灾特点及原因

数据中心出于节能、洁净度及气体消防的要求，机房极少设置外窗，并且数据中心有大量的用电设备，形成了数据中心电气火灾多、散热困难、火灾扑救困难的火灾特点。

数据中心火灾原因多种多样，主要有供配电系统火灾、用电设备火灾、雷电火灾、外部火灾、人为事故引起的火灾。

数据中心内电气设备多，线路复杂，漏电、短路、接触不良、过负荷、线路老化等电气火灾是引起数据中心火灾的主要因素。其中，电池短路（漏液、极板击穿、过充等）发生的火灾占据首位。

空调是机房不可缺少的设备，而空调的电加热器、电加湿器又常常会引起火灾。例如电加热器在风机损坏或风机关掉后，电加热器的热量没有及时散发出去，使周围温度剧烈上升而造成火灾。电加湿器在水蒸发完后得不到及时补充，也会造成火灾。

雷电放电时所产生的电磁效应，能产生高达数十万伏的冲击电压，足以烧毁电力线路和设备，引发绝缘击穿，发生短路引发火灾。雷电放电时所产生的热效

应、静电感应及电磁感应都可能引发火灾。

数据中心与其他用途房间同在一幢建筑内，其他建筑或其他用途房间起火时，火势通过围护结构、门窗及通风管道蔓延至机房引起机房内火灾。

数据中心火灾有些是人为因素造成的，比如在机房里面堆放易燃物品，施工疏漏引发火灾等。

3.3 数据中心火灾种类

数据中心火灾种类一般有固体物质火灾（A 类火灾）、液体火灾（B 类火灾）、物体带电燃烧的火灾（E 类火灾）。数据中心主要房间常见火灾种类见表 1。

表 1 数据中心主要房间火灾种类

功能区	主要房间	火灾种类		
		A 类	B 类	E 类
主机房	服务器机房	✓	–	✓
	网络机房			
	存储机房			
辅助区	进线间	✓	–	✓
	测试机房			
	总控中心，消安防控制室			
	拆包区、备件库			
	打印室			
	维修室			
支持区	柴油发电机房	✓	✓	✓
	变配电室	✓	–	✓
	空调机房、动力站房			
	不间断电源系统用房、电池室			
行政管理区	办公室、值班室、用户工作室	✓	–	✓
	门厅			
	更衣间			

数据中心的电缆桥架（夹层）、电缆沟（隧道）、变配电室等有大量使用高分子绝缘材料的电缆、电气设备，常温下绝缘材料呈现固体形态，一般划定为A类火灾，但在高温环境下这些材料出现熔融、滴落、流淌聚集，形成了实质上的B类火灾，同时产生高温和有毒浓烟，火灾扑救困难。火灾难以扑救的主要原因是这些材料显著的拒水特性，以水作为灭火剂难以快速降低材料内部聚集的高温，往往在停止供水后会发生复燃，这一点需要引起重视。

锂离子电池正逐渐进入数据中心，但锂离子电池火灾复杂，其灭火技术国内尚处于研究阶段，缺少相关的技术文件或规范，需要进一步关注。已有的磷酸铁锂电池模组实体火灾试验表明，在热失控过程中，可出现电解液流淌、电池模组喷射出大量可燃气体的现象，这些气体可以导致轰燃，实际上存在A类火灾同时伴随B类、C类火灾的情况。锂离子电池表面明火被扑灭后，由于电池内部反应物未完全消耗，热失控不能停止，电池会出现复燃现象。这都需要引起足够重视。

4 数据中心消防要求

“预防为主，防消结合”是国家消防工作的方针。采取必要的技术措施、重视维护管理来预防火灾发生和减轻火灾危害、保护人身和财产安全，是数据中心消防的基本目标。

在数据中心的设计、管理中，首先要采取提高本质安全的措施防止火灾发生和蔓延；同时设置有效的报警及时发现火情，配备完善的灭火设施快速扑灭和控制火灾，减小火灾损失，并使得数据中心在火灾后能够快速恢复运行；再要设置合理的安全疏散、救援路径及设施提高火场逃生和救援能力，保护人身安全。

4.1 防止火灾发生及蔓延

4.1.1 建筑防火

数据中心的建筑防火，除应符合现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 的规定外，还应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关要求。

（1）选址

数据中心应选择远离易燃、易爆物品的场所，不应建在公共停车库上方。

当数据中心与其它功能的房间设置在同一幢建筑中时，应尽量远离商业、宾馆、餐饮娱乐等火灾危险性大的场所，并应采取防火措施防止火灾蔓延。

（2）总平面

消防车道和扑救场地的设置应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定。

当数据中心按工业建筑设计建造时，应按厂房火灾危险性分类控制与周边建筑的间距，采用 10#、5#、0#、-10#、-20# 普通轻柴油的数据中心可按丙类厂房控制，采用 -35#、-50# 普通轻柴油的数据中心可按乙类厂房控制。当数据中

心按民用建筑设计建造时，应根据建筑分类、耐火极限等要素，控制与周边建筑的间距。

数据中心室外火灾危险性较大的构筑物是可燃液体储罐、集装箱柴油发动机等。最常用的直埋地下的柴油储罐与建筑、道路等的间距应满足表 2 的规定。集装箱柴发较难定性，规范条文尚无明确规定，可参照临时建筑执行。

表 2 地下直埋柴油卧式储罐与建筑物和园区道路之间最小防火间距

柴油种类及储量 V（m^3）		防火间距（m）						
		建筑物					从储油罐边沿到园区道路边沿	
		一、二级			三级	四级	主要道路	次要道路
		高层民用建筑	高层厂房	裙房及其他建筑				
闪点≥ 45℃	1 ≤ V < 50	20	13	6	7.5	10	3	3
	50 ≤ V < 200	25	13	7.5	10	12.5	3	3
闪点≥ 55℃	5 ≤ V ≤ 200	20	13	6	7.5	10	3	3

（3）建筑

数据中心建于厂房内或工业用地内时，数据中心的建筑防火设计可按照厂房要求执行。采用 10#、5#、0#、-10#、-20# 普通轻柴油的数据中心可按丙类厂房设计，采用 -35#、-50# 普通轻柴油的数据中心可按乙类厂房设计；数据中心建于民用建筑内或非工业用地内时，数据中心的建筑防火设计按照民用建筑要求执行。

数据中心不应布置在燃油、燃气锅炉房等易燃易爆房间的上下层或贴邻。

数据中心的耐火等级不应低于二级。

数据中心与其他建筑物合建时，应单独设置防火分区。当数据中心与其他功

能用房在同一个建筑内时，数据中心与建筑内其他功能用房之间应采用耐火极限不低于 2.0h 的防火隔墙和 1.5h 的楼板隔开，隔墙上开门应采用甲级防火门。

数据中心主要建筑构件的耐火等级、防火分区要求见表 3、表 4。

表 3 数据中心（丙类厂房）主要建筑构件的耐火等级、防火分区

生产的火灾危险性类别	厂房的耐火等级	最多允许层数	每个防火分区的最大允许建筑面积（m^2）			
			单层厂房	高度不大于 24m 厂房	高度大于 24m 厂房	地下或半地下厂房（包括地下或半地下室）
厂房（丙类）	一级	不限	不限	6000	3000	500
	二级	不限	8000	4000	2000	500

表 4 数据中心（民用建筑）主要建筑构件的耐火等级、防火分区

名称	耐火等级	每个防火分区的最大允许建筑面积（m^2）			
		单层民用建筑	高度不大于 24m 民用建筑	高度大于 24m 民用建筑	地下或半地下室
民用建筑	一、二级	2500	2500	1500	500

当建筑内设置自动灭火系统时，表中规定的防火分区最大允许建筑面积可按本表的规定增加 1.0 倍；局部设置时，防火分区的增加面积可按该局部面积的 1.0 倍计算。

（4）其他

数据中心室内装修材料的燃烧性能应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222、《数据中心设计规范》GB 50174 的规定。

数据中心室内装修（包括吊顶、 修墙裙等）材料均应采用不燃或难燃材料。主机房的顶棚、壁板和隔断应为不燃烧体，且不得采用有机复合材料。地面及其他装修应采用不低于 B1 级的装修材料。

防火墙或隔板应从建筑物的楼、地板起直至梁板底部，将其完全封闭。

数据中心的管道在穿越防火隔墙、楼板和防火墙处的孔隙应采用防火封堵材料封堵。

4.1.2 机电防火

（1）暖通防火

通风机房和通风管道不应有燃油管道穿过，且燃油管道不应紧贴通风管道的外壁敷设。

供暖管道应用不燃材料进行隔热，或与可燃物保持必要的距离。

通风和空气调节系统，横向宜按防火分区设置。竖向风管应设置在管井内。

可能散发可燃气体的电池室，排风机应采用防爆型的通风设备，排风设备不应布置在地下或半地下建筑（室）内；排风管应采用金属管道，应直接通向室外安全地点，不应暗设，按厂房设计的数据中心，排风管严禁穿过防火墙和有爆炸危险的房间隔墙；排风系统应设置导除静电的接地装置。送风机应采用防爆型的通风设备，当送风机布置在单独分隔的通风机房内且送风干管上设置防止回流设施时，可采用普通型的通风设备。

通风、空气调节系统的风管在必要部位应设置公称动作温度为70℃的防火阀。防火阀设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016规定。

消防控制室送、回风管的穿墙处应设防火阀。

通风、空气调节系统的风管，除柔性接头、不跨越防火分区且在穿越房间隔墙处设置防火阀的丙类厂房可采用难燃材料外，应采用不燃材料。

设备和风管的绝热材料、用于加湿器的加湿材料、消声材料及其粘结剂，宜采用不燃材料，确有困难时，可采用难燃材料。

（2）电气防火

消防配电干线宜按防火分区划分，消防配电支线不宜穿越防火分区。

消防配电线路应满足火灾时连续供电的需要，其敷设应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016规定。

电力电缆不应与热力管道、柴油发电机房燃油管道敷设在同一管沟内。

配电线路不得穿越通风管道内腔或直接敷设在通风管道外壁上，穿金属导管保护的配电线路可紧贴通风管道外壁敷设。配电线路敷设应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定。

开关、插座和照明灯具靠近可燃物时，应采取隔热、散热等防火措施。

爆炸危险环境电力装置的设计应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的规定。

4.2 火灾探测与报警

4.2.1 火灾探测系统

火灾探测系统是在火灾初期，将燃烧产生的温度、烟雾、热量和光辐射等物理参数，通过感温、感烟和感光等火灾探测器转变成电信号，传输到火灾报警控制器，迅速探测火情，发现人们不易发觉的火灾早期特征，将火灾带来的生命财产损失降到最低。

目前应用最多的火灾探测系统是温烟光火灾探测系统。通过感温探测器、感烟探测器、火焰探测器等来检测现场烟雾浓度的变化、温度的变化、红外光或紫外光光谱强度的变化来判断是否有火灾发生。

此外，还有针对特定因素引起的火灾探测系统，如可燃气体泄露引起火灾的可燃气体探测系统、高大空间配合消防水泡的图像火灾探测系统、在火灾早期探测火灾危险的吸气式烟雾探测系统、以及电气线路老化、电弧故障引起火灾的电气火灾监控系统。

4.2.2 火灾自动报警系统

数据中心应设置火灾自动报警系统，并应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。

可能散发可燃气体的电池室应设置可燃气体报警装置。

A 级、B 级数据中心宜设置吸气式烟雾探测火灾报警系统。

4.2.3 电气火灾监控

电气火灾一般初起于电气柜、电缆隧道等内部，当火蔓延到设备及电缆表面时，已形成较大火势，此时火势往往不容易被控制。电气火灾监控系统能在发生电气故障、产生一定电气火灾隐患的条件下发出报警，提醒专业人员排除电气火灾隐患，实现电气火灾的早期预防，避免电气火灾的发生，具有很强的电气防火预警功能，数据中心为不能中断供电的重要供电场所，应设置电气火灾监控系统。

4.3 扑灭火灾

4.3.1 灭火设施种类

数据中心常见的灭火设施有消火栓系统、自动喷淋系统、气体灭火系统、细水雾灭火系统、水喷雾灭火系统、灭火器等。

4.3.2 数据中心灭火设施设置要求

（1）消火栓系统

数据中心应设置室内、室外消火栓系统，室内消火栓系统宜配置消防软管卷盘。

（2）自动喷水灭火系统

B 级、C 级数据中心的主机房和具有两个或两个以上互为备份的 A 级数据中心主机房，可采用预作用自动喷水灭火系统。

总控中心等长期有人工作的区域应设置自动喷水灭火系统。

除上述房间及不宜用水保护或灭火的房间（如变配电、UPS 室、电池室等）外，高层数据中心应设置自动喷水灭火系统。数据中心按工业厂房设计时，建筑面积大于 500m2 的地下或半地下室应设置自动喷水灭火系统。

（3）气体灭火系统

数据中心的主机房、变配电、UPS 室和电池室宜设置气体灭火系统。

（4 细水雾灭火系统

细水雾灭火系统可用于扑救相对封闭空间内的可燃固体表面火灾、可燃液体火灾和带电设备的火灾，数据中心的主机房、变配电、不间断电源系统、电池室、

柴油发电机房可采用高压细水雾灭火系统。

（5）水喷雾灭火系统

水喷雾灭火系统可用于扑救固体物质火灾、丙类液体火灾和电气火灾，柴油发电机房可采用水喷雾灭火系统。

（6）建筑灭火器配置

数据中心应设置灭火器。

4.4 火场疏散与救援

4.4.1 安全疏散

数据中心最大疏散距离根据建筑定性确定。

数据中心按照厂房进行设计时，数据中心内任一点到最近安全出口的直线距离不应大于表 5 的规定。当主机房设有高灵敏度的吸气式烟雾探测火灾报警系统时，主机房内任一点到最近安全出口的直线距离可增加 50%。

表 5 数据中心（厂房）内任一点到最近安全出口的最大直线距离

单层（m）	多层（m）	高层（m）	地下室、半地下室（m）
80	60	40	30

数据中心按照民用建筑设计时，直通疏散走道的房间疏散门至最近安全出口的直线距离不应大于表 6 的规定。各房间内任一点至房间直通疏散走道的疏散门的直线距离不应大于表 7 的规定。建筑内全部采用自动灭火系统时，采用自动喷水灭火系统的区域，安全疏散距离可增加 25%。

表 6 直通疏散走道的房间疏散门至最近安全出口的最大直线距离

疏散门的位置	单层、多层（m）	高层（m）
位于两个安全出口之间的疏散门	40	40
位于袋形走道两侧或尽端的疏散门	22	20

表 7 房间内任一点至房间直通疏散走道的疏散门的最大直线距离

单层、多层（m）	高层（m）
22	20

建筑面积大于 120m^2 的主机房，疏散门不应少于两个，并应分散布置。建筑面积不大于 120m^2 的主机房，或位于袋形走道尽端、建筑面积不大于 200m^2 的主机房，且机房内任一点至疏散门的直线距离不大于 15m，可设置一个疏散门，疏散门的净宽度不应小于 1.4m。主机房的疏散门应向疏散方向开启，应自动关闭，并应保证在任何情况下均能从机房内开启。走廊、楼梯间应畅通，并应有明显的疏散指示标志。

4.4.2 消防救援

（1）消防车道

数据中心消防车道设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定。数据中心按民用建筑设计时，高层建筑、占地面积大于 3000m2 的单、多层建筑应设置环形消防车道，确有困难时，可沿建筑的两个长边设置消防车道；按工业建筑设计时，高层厂房、占地面积大于 3000m2 的丙类厂房，应设置环形消防车道，确有困难时，应沿建筑物的两个长边设置消防车道。室外柴油储罐区应设置消防车道。消防车道和扑救场地下的室外管线，应能承受消防车的压力。

（2）救援场地和入口

数据中心消防车登高操作场地应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定。建筑物与消防车登高操作场地相对应的范围内，应设置直通室外的楼梯或直通楼梯间的入口。

数据中心应在每层适当位置设置一定数量的外窗以满足消防救援人员进入的要求。数据中心救援窗口宜尽量布置在公共区域。

（3）消防电梯

数据中心为一类高层公共建筑和建筑高度大于 32m 的二类高层公共建筑时

应设置消防电梯；数据中心为建筑高度大于 32 米且设置电梯的高层厂房时，每个防火分区内宜设置 1 台消防电梯。

消防电梯应分别设置在不同防火分区内，且每个防火分区不应少于 1 台。

符合消防电梯要求的客梯或货梯可兼作消防电梯。

消防电梯应设置前室。前室宜靠外墙设置，并应在首层直通室外或经过长度不大于 30m 的通道通向室外。前室使用面积应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定。

消防电梯井、电梯机房与相邻电梯井、电梯机房之间应设置耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙，隔墙上的门应采用甲级防火门。

4.4.3 防烟排烟系统

火灾烟气中含有的多种有毒成分以及高温缺氧、能见度下降等会对人员火场逃生、救援造成极大的危害。通过开启外窗等自然通风设施可以避免烟气在疏散通道内聚集，或采用机械加压送风使烟气不致侵入疏散通道，以利人员的疏散和灭火救援；采取有效的排烟措施排除燃烧产生的烟气和热量，对于保证人员疏散安全、提高灭火救援的效果具有十分重要的作用。

（1）数据中心应设置防烟设施的场所

数据中心应设置防烟设施的场所一般有：a、防烟楼梯间及其前室；b、消防电梯间前室或合用前室。

（2）数据中心应设置排烟设施的场所或部位

数据中心应设置排烟设施的场所或部位见表 8，主机房、电力用房采用气体灭火、细水雾灭火时，不要求设置排烟设施。

表 8 数据中心排烟设施设置

<table>
<tr><th rowspan="2">房间</th><th colspan="2">数据中心按照民用建筑设计</th><th colspan="2">数据中心按照厂房设计</th></tr>
<tr><th>地下房间</th><th>地上房间</th><th>地下房间</th><th>地上房间</th></tr>
<tr><td>总控中心</td><td rowspan="7">建筑面积 >50m² 时应设置</td><td rowspan="7">1、建筑面积 >100m² 时应设置；
2、建筑面积 >50m² 且无窗时应设置。</td><td rowspan="7">建筑面积 >50m² 时应设置</td><td rowspan="7">1、建筑面积 >300m² 时应设置；
2、建筑面积 >50m² 且无窗时应设置。</td></tr>
<tr><td>消防、安防控制室</td></tr>
<tr><td>拆包区</td></tr>
<tr><td>打印室</td></tr>
<tr><td>维修室</td></tr>
<tr><td>办公室、值班室、更衣间、用户工作室</td></tr>
<tr><td>主机房（采用自动喷水灭火系统时）</td></tr>
<tr><td>备件库</td><td>建筑面积 >50m² 且可燃物较多时应设置</td><td>建筑面积 >300m² 且可燃物较多时应设置</td><td>建筑面积 >50m² 且可燃物较多时应设置</td><td>建筑面积 >300m² 且可燃物较多时应设置</td></tr>
<tr><td>疏散走道</td><td colspan="2">长度大于 20m 时应设置</td><td colspan="2">高度大于 32m 的高层厂房：长度大于 20m 时应设置；
其他：长度大于 40m 时应设置。</td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="4">数据中心排烟设施设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》》GB 50016 规定。</td></tr>
</table>

（3）防烟分区划分

设置排烟系统的场所或部位应采用挡烟垂壁、结构梁及隔墙等划分防烟分区。防烟分区不应跨越防火分区。

防烟分区最大允许面积及其长边最大允许长度应符合表 9 的规定。走道宽度不大于 2.5m 时，其防烟分区的长边长度不应大于 60m。

当数据中心按工业建筑设计时，其自然排烟系统防烟分区的长边长度尚不应大于建筑内空间净高的 8 倍。

表 9 防烟分区的最大允许面积及其长边最大允许长度

空间净高 H（m）	最大允许面积（m^2）	长边最大允许长度（m）
H ≤ 3.0	500	24
3.0 < H ≤ 6.0	1000	36
H > 6.0	2000	60m；具有自然对流条件时，不应大于 75m

4.4.4 消防应急照明、疏散指示、火灾警报和消防应急广播

（1）消防应急照明和疏散指示

数据中心的下列部位应设置疏散照明：

a 封闭楼梯间、防烟楼梯间及其前室、消防电梯间的前室或合用前室；

b 建筑面积大于 100 m^2 的地下或半地下公共活动场所；

c 疏散走道；

d 机房。

消防控制室、消防水泵房、自备发电机房、配电室、防排烟机房以及发生火灾时仍需正常工作的消防设备房应设置备用照明。

疏散照明、备用照明的照度要求、灯具设置位置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定。

数据中心应设置灯光疏散指示标志，其设置位置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定。

数据中心内设置的消防疏散指示标志和消防应急照明灯具，除应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB 51309 规定外，还应符合现行国家标准《消防安全标志》GB 13495 和《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945 的规定。

（2）火灾警报和消防广播

发生火灾时，火灾自动报警系统及时准确地发出警报，对保障人员安全具有至关重要的作用，因此火灾自动报警系统应设置火灾声光警报器，并应在确认火灾后启动建筑内的所有火灾声光警报器。

消防广播系统是火灾逃生疏散和灭火指挥的重要设备，在整个消防控制管理系统中起着极其重要作用。集中报警系统和控制中心报警系统应设置消防应急广播。

数据中心同时设有火灾声警报器、消防应急广播时，火灾声警报应与消防应急广播交替循环播放。

4.5 消防安全管理

4.5.1 消防安全标准化管理

数据中心首先需要做好消防安全标准化管理工作。数据中心应按照“政府统一领导、部门依法监管、单位全面负责、公民积极参与”的原则，实行消防安全责任制，建立健全社会化的消防工作网络。

落实逐级消防安全责任制和岗位消防安全责任制，明确逐级和岗位消防安全职责，确定各级、各岗位的消防安全责任人。与各级、各岗位的消防安全责任人签订“岗位消防安全责任书”。结合数据中心特点，建立健全各项消防安全制度和保障消防安全的操作规程，并公布执行。明确消防设施管理的责任部门和责任人，消防设施的检查内容和要求，消防设施定期维护保养的要求。应建立防火巡查和防火检查制度，确定巡查和检查的人员、内容、部位和频次。在防火巡查或防火检查中发现因违反或不符合消防法规而导致的各类潜在不安全因素，应认定为火灾隐患，并及时消除。

通过多种形式开展经常性的消防安全宣传与培训。数据中心对每名员工应当至少每年进行一次消防安全培训，应当组织新上岗和进入新岗位的员工进行上岗前的消防安全培训。主要培训内容包括：有关消防法规、消防安全制度和消防安全操作规程；本单位、本岗位的火灾危险性和防火措施；建筑消防设施、灭火器材的性能、使用方法；报火警、扑救初起火灾以及自救逃生的知识和技能；本单位的安全疏散路线，正确引导人员疏散的程序和方法等；灭火和应急疏散预案的内容、操作程序。

数据中心应根据火灾危险性较大和重点部位的实际情况，制订有针对性的灭火和应急疏散预案。应急预案预案主要内容包括：

– 明确火灾现场通信联络、灭火、疏散、救护、保卫等任务的负责人。规模较大的人员密集场所应由专门机构负责，组建各职能小组。并明确负责人、组成人员及其职责；

– 火警处置程序；

– 应急疏散的组织程序和措施；

– 扑救初起火灾的程序和措施；

– 通信联络、安全防护和人员救护的组织与调度程序和保障措施。

数据中心应定期组织员工熟悉灭火和应急疏散预案，并通过预案演练，逐步修改完善，应至少每半年组织一次消防演练。

数据中心应当建立健全消防档案。消防档案应当包括消防安全基本情况和消防安全管理情况。消防档案应当详实，全面反映单位消防工作的基本情况，并附有必要的图表，根据情况变化及时更新。对消防档案统一保管、备查，并明确消防档案管理的责任部门和责任人，消防档案的制作、使用、更新及销毁的要求。

4.5.2 消防设施监管

2017 年 10 月 10 日，原公安部消防局发布了《关于全面推进“智慧消防”建设的指导意见》（公消 [2017]297 号）。意见要求按照《消防信息化“十三五”总体规划》，综合运用物联网、云计算、大数据、移动互联网等新兴信息技术，加快推进“智慧消防”建设，全面促进信息化与消防业务工作的深度融合，为构建立体化、全覆盖的社会火灾防控体系，打造符合实战要求的现代消防警务勤务机制提供有力支撑，全面提升社会火灾防控能力、消防救援队伍灭火应急救援能力和队伍管理水平，实现“传统消防”向“现代消防”的转型发展。

2018 年 1 月 4 日，上海市工程建设推荐性规范《消防设施物联网系统技术标准》（DG/TJ 08–2251–2018）发布，与 2018 年 5 月 1 日实施。

2020 年 4 月 1 日，国务院安全生产委员会发布发布《全国安全生产专项整

治三年行动计划》的通知（安委【2020】3号）。文件要求积极推广应用消防安全物联网监测、消防大数据分析研判等信息技术，推动建设基层消防网格信息化管理平台，2021年底前地级以上城市建成消防物联网监控系统，2022年底前分级建成城市消防大数据库。

数据中心的各消防系统宜设置物联网信息采集装置并实时采集系统工况，物联网系统信息采集装置宜具有对系统的设计、施工、系统检测、气瓶等设备检测、维护保养等整个全寿命周期的模块化管理功能。

4.5.3 微型消防站

（1）概况

在经济快速发展、交通拥堵的宏观背景下，消防指战员不能第一时间赶赴现场，容易导致小火酿成大火，不能使处置效果最优最大化；有些企业、厂区等远离消防站，延误火灾扑救黄金时间消防力量鞭长莫及；同时也有很多地方消防基础力量比较薄弱，区域发展不均衡等等。为全面提升社会火灾防控能力，推动社会的安全发展，2015年11月，公安部下发了《消防安全重点单位微型消防站建设标准（试行）》、《社区微型消防站建设标准（试行）》，在全国开始逐步开展微型消防站建设。大型数据中心园区为消防安全重点单位，设有消防控制室时需建立微型消防站；多单位合用消防控制室时，可联合建立微型消防站。

微型消防站主要是由单位专兼职消防安全人员组成，配备相应的消防设施、器材，组织进行防火检查、初起火灾扑救等防消一体工作的消防队伍，以“全面覆盖、整合力量、防消一体”为原则，以先期扑救控制初期火灾为目标。

微型消防站是集防火、灭火和处置突发事件为一体的消防站点，实行24小时全天候执勤，具备发现快、到场快、处置快以及机动灵活的特点。辖区所有消防安全重点单位要以救早、灭小和“3分钟”到场扑救初起火灾为目标，依托单位义务消防队伍，配备必要的消防器材，建立微型消防站，积极开展防火巡查和初起火灾扑救等火灾防控工作。

（2）微型消防站的建设

微型消防站的建设，最终目的是要发挥作用，体现救早、灭小，达到快速扑救初起火灾的目标。对于大型数据中心园区内建设微型消防站，需要注重质量建站的原则并合理选配站点人员。要从实战出发选配人员，队员年龄结构搭配合理，日常训练、培训工作持续开展，形成消防战斗力。硬件软件实施需要同时兼顾，将房舍场室、装备器材等硬件和队员个人素质、相互配合能力等软实力二者良好地结合，同时落实，才能真正确保所建站点建之能用、用之有效。再有要立足联动、联训、联勤。实战中，微型消防站一方面主要扑救初起火灾，另一方面又需要与现役队站形成良好的联合作战机制。

微型消防站的建设标准如下：

a 人员配备

微型消防站人员配备不少于 6 人。微型消防站应设站长、副站长、消防员、控制室值班员等岗位。站长应由单位消防安全管理人兼任，消防员负责防火巡查和初起火灾扑救工作。微型消防站人员应当接受岗前培训；培训内容包括扑救初起火灾业务技能、防火巡查基本知识等。

b 站房器材

微型消防站应设置人员值守、器材存放等用房，可与消防控制室合用；有条件的，可单独设置。微型消防站应根据扑救初起火灾需要，配备一定数量的灭火器、水枪、水带等灭火器材；配置外线电话、手持对讲机等通信器材；有条件的站点可选配消防头盔、灭火防护服、防护靴、破拆工具等器材。微型消防站应在建筑物内部和避难层设置消防器材存放点，可根据需要在建筑之间分区域设置消防器材存放点。

c 岗位职责

站长负责微型消防站日常管理，组织制定各项管理制度和灭火应急预案，开展防火巡查、消防宣传教育和灭火训练；指挥初起火灾扑救和人员疏散。消防员负责扑救初起火灾；熟悉建筑消防设施情况和灭火应急预案，熟练掌握器材性能和操作使用方法，并落实器材维护保养；参加日常防火巡查和消防宣传教育。控

制室值班员应熟悉灭火应急处置程序，熟练掌握自动消防设施操作方法，接到火情信息后启动预案。

d 值守联动

微型消防站应建立值守制度，确保值守人员 24 小时在岗在位，做好应急准备。接到火警信息后，控制室值班员应迅速核实火情，启动灭火处置程序。消防员应按照“3 分钟到场”要求赶赴现场处置。微型消防站应纳入公司专职消防队灭火救援联勤联动体系，参与所属区域灭火处置工作。

e 管理训练

所有消防安全重点单位为微型消防站的建设管理主体，微型消防站建成后，应向消防主管部门备案。微型消防站应制定并落实岗位培训、队伍管理、防火巡查、值守联动、考核评价等管理制度。微型消防站应组织开展日常业务训练，不断提高扑救初起火灾的能力。训练内容包括体能训练、灭火器材和个人防护器材的使用等。

（3）微型消防站管理

数据中心园区微型消防站应积极开展日常消防安全检查巡查、灭火应急演练、消防知识宣传。

a 日常管理

微型消防站站长是各项规章制度贯彻落实的具体执行者，应加强教育学习组织，做好日常监督管理，确保正规有序。微型消防站应主动掌握建筑改造施工、消防设施变动等涉及灭火救援有关情况，及时报主管消防部门备案。数据中心园区微型消防站应根据有关制度，加强日常管理，定期开展针对本数据中心园区火灾特点的初起火灾扑救训练、培训或演练。微型消防站实行建设登记备案制度。数据中心园区微型消防站建成后，应及时报主管消防部门备案（有建站要求的，报主管消防部门验收），由主管消防部门统一编号，登记相关信息。数据中心园区微型消防站人员、装备有调整的，应及时报主管消防部门备案。微型消防站应加强档案资料建设，有关建设情况、活动记录应及时存档。

b 值班备勤

数据中心园区微型消防站应制定完善值班备勤制度。根据实际情况提前划定值班备勤地点，落实必要保障措施，确保队员值班备勤期间不离开任务区域，随时做好出动准备。营业期间，数据中心园区微型消防站应科学分班编组，合理安排执勤力量，实行 24 小时值班（备勤），确保战斗力。非营业期间，应落实人员值班巡查。数据中心园区微型消防站应主动加入消防区域联防协作组织，配合做好有关活动，定期开展联勤联训。

c 指挥调度

数据中心园区微型消防站应制定完善灭火救援调度指挥和通信联络程序。微型消防站与队员应保持 24 小时通信联络畅通并定时开展通信测试，确保遇有警情时能第一时间通知到每名值班备勤人员，值班电话不得用于与灭火救援无关的活动。微型消防站应主动纳入消防部门统一调度指挥体系，接受消防部门的统一调度，与消防部门指挥中心应定期组织电话测试。数据中心园区微型消防站应接受消防区域联防协作组织的调派，协助参与消防区域联防协作组织内其它单位的灭火应急处置。

4.6 其他

4.6.1 消防电源及配电

消防用电的负荷等级应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 以及《民用建筑电气设计标准》GB 51348–2019 的相关规定。A 级、B 级数据中心及 C 级数据中心为一类高层民用建筑或建筑高度大于 50m 的厂房时，消防用电应按一级负荷供电；其他 C 级数据中心消防用电应按二级负荷供电。

消防设备应采取消防专用的回路供电，当建筑内的非消防电源被切断时，消防设备应仍能保证正常用电。消防备用电源的供电时间和容量，应满足该建筑火灾延续时间内各消防用电设备的要求。

一级负荷采用双路电源末端切换进行供电；当建筑物由一路 35kV、20kV 或 10kV 电源供电时，二级负荷可由两台变压器各引一路低压回路在负荷端配电箱

处切换供电；当建筑物由双重电源供电，且两台变压器低压侧设有母联开关时，二级负荷可由任一段低压母线单回路供电；三级负荷由单路电源供电。

消防系统配电装置及线路应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

4.6.2 消防排水

数据中心的消防水泵房、地下室、消防电梯的井底、库房应采取消防排水措施。其中消防电梯井底排水泵集水坑的有效容积不小于 $2m^3$，排水泵排水量不小于 10L/s。

为避免消防用水进入机房，主机房、电力用房入口宜设消防排水设施。主机房设置自动喷水灭火系统时，主机房内宜设置消防排水设施。

消防给水系统试验装置处应设置专用排水设施。自动喷水灭火系统等自动水灭火系统末端试水装置处的排水立管管径，应根据末端试水装置的泄流量确定，并不应小于 DN75；报警阀处的排水立管宜为 DN100；减压阀处的压力试验排水管道直径应根据减压阀流量确定，但不应小于 DN100。

室内消防排水宜排入室外雨水管道。室内消防排水设施应采取防止倒灌的技术措施。

4.6.3 消防设施抗震

抗震设防烈度为 6 度及 6 度以上地区的数据中心，消防系统必须进行抗震设计。

防排烟风道及相关设备、DN65 以上的消防管道、内径大于等于 60mm 的电气配管及重力大于等于 150N/m 的电缆梯架、电缆槽盒、母线槽，应进行抗震设防。

数据中心机电设施抗震设计应符合现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的规定。

4.6.4 气体灭火防护区

防护区应有保证人员在 30s 内疏散完毕的通道和出口。

防护区内的疏散通道及出口，应设应急照明与疏散指示标志。防护区内应设

火灾声报警器，必要时，可增设闪光报警器。防护区的入口处应设火灾声、光报警器和灭火剂喷放指示灯，以及防护区采用的相应气体灭火系统的永久性标志牌。灭火剂喷放指示灯信号，应保持到防护区通风换气后，以手动方式解除。

防护区的门应向疏散方向开启，并能自行关闭；用于疏散的门必须能从防护区内打开。

防护区围护结构及门窗的耐火极限均不宜低于 0.5h；吊顶的耐火极限不宜低于 0.25h。

防护区围护结构承受内压的允许压强不宜低于 1200Pa。

防护区内应设置泄压口。

为保证人员安全，设置气体灭火的房间在火灾后应及时进行通风换气。灭火后的防护区应通风换气，地下防护区和无窗或设固定窗扇的地上防护区，应设置机械排风装置，排风口宜设在防护区的下部并应直通室外。通信机房、电子计算机房等场所的通风换气次数应不少于每小时 5 次。

防护区的环境温度应符合规范、标准、产品要求。

4.6.5 气体灭火储瓶间

管网气体灭火系统的储存装置宜设置在专用储瓶间内。储瓶间宜靠近防护区布置，耐火等级不应低于二级，楼面承载能力应能满足载荷要求。

储瓶间的门应向外开启，应有直接通向室外或疏散走道的出口。

储瓶间内应设应急照明；

钢瓶内气体若泄露会使人窒息，发生危险，因此储瓶间应有良好的通风条件。地下储瓶间应设机械排风装置，排风口应设在下部，可通过排风管排出室外。

储瓶间的环境温度应符合规范、标准、产品要求。

储瓶间地面应保证水平，便于设备的安装和连接。

4.6.6 消防水泵房

消防水泵房不宜设在有防振或有安静要求房间的上一层、下一层和毗邻位置，

当必须时，消防水泵应采取降噪减振措施。

独立建造的消防水泵房，耐火等级不应低于二级。

附设在建筑物内的消防水泵房，不应设置在地下三层及以下，或室内地面与室外出入口地坪高差大于 10m 的地下楼层；应采用耐火极限不低于 2.0h 的隔墙和 1.50h 的楼板与其他部位隔开，其疏散门应直通室外或安全出口，且开向疏散走道的门应采用甲级防火门。

消防水泵房应采取防水淹没的技术措施。

消防水泵房应至少有一个可以搬运最大设备的门。

严寒、寒冷等冬季结冰地区的消防水泵房采暖温度不应低于 10℃，当无人值守时不应低于 5℃。

消防水泵房应设置通风和排水设施。

4.6.7 消防控制室

消防控制室是建筑消防系统的信息中心、控制中心、日常运行管理中心和各自动消防系统运行状态监视中心，也是建筑发生火灾和日常火灾演练时的应急指挥中心；在有城市远程监控系统的地区，消防控制室也是建筑与监控中心的接口，其地位十分重要。依据现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116，数据中心应设置消防控制室。

附设在建筑内的消防控制室，宜设置在建筑内首层或地下一层，并宜布置在靠外墙部位；不应设置在电磁场干扰较强及其他可能影响消防控制设备正常工作的房间附近。疏散门应直通室外或安全出口。

单独建造的消防控制室，其耐火等级不应低于二级；

消防控制室内的设备构成及其对建筑消防设施的控制与显示功能以及向远程监控系统传输相关信息的功能，应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 和《消防控制室通用技术要求》GB 25506 的规定。

消防控制室应采取防水淹的技术措施。

5 火灾探测及监控技术

5.1 火灾自动报警及联动控制

5.1.1 概述

数据中心是用于数据计算、处理和存储的重要公共设施。随着对数据中心服务器需求的增加，高热量和高风速将成为常态化。新风系统特性的变化无疑将对如何进行火灾探测带来挑战。数据中心属于高速气流场所，空气流动快，产生的烟雾很快被稀释。在数据中心主机房应设置两组独立的火灾探测器。

消防联动系统是火灾自动报警系统中的一个重要组成部分，火灾探测器探测到火灾信号后，通过火灾自动报警控制系统对灭火及相关子系统进行联动控制，包括消火栓系统的联动控制、消防喷淋系统的联动、气体灭火联动控制、排烟风机的联动控制、防火门监控系统、电动防火（门）卷帘联动控制、电梯的迫降控制、火灾应急广播系统与火灾警报装置、消防专用电话系统、应急照明的联动控制、对火灾区域和相关区域非消防电源进行切断；火灾确认后，自动打开疏散通道上的门禁系统控制的门等。

5.1.2 火灾自动报警系统设计

(1) 基本规定

火灾自动报警系统应设有自动和手动两种触发装置。

火灾自动报警系统设备应选择符合国家有关标准和有关市场准入制度的产品。

系统中各类设备之间的接口和通信协议的兼容性应符合现行国家标准《火灾自动报警系统组件兼容性要求》GB 22134 的有关规定。

任一台火灾报警控制器所连接的火灾探测器、手动火灾报警按钮和模块等设备总数和地址总数，均不应超过 3200 点，其中每一总线回路连接设备的总数不宜超过 200 点，且应留有不少于额定容量 10% 的余量；任一台消防联动控制器

地址总数或火灾报警控制器（联动型）所控制的各类模块总数不应超过 1600 点，每一联动总线回路连接设备的总数不宜超过 100 点，且应留有不少于额定容量 10% 的余量。

系统总线上应设置总线短路隔离器，每只总线短路隔离器保护的火灾探测器、手动火灾报警按钮和模块等消防设备的总数不应超过 32 点；总线穿越防火分区时，应在穿越处设置总线短路隔离器。

水泵控制柜、风机控制柜等消防电气控制装置不应采用变频启动方式。

(2) 系统形式的选择和设计要求

火灾报警控制系统的形式包括区域报警系统、集中报警系统、控制中心报警系统。数据中心根据项目规模一般选用集中型报警系统或控制中心型报警系统。园区型数据中心可根据实际运维需求采用集中报警主机 – 区域报警分机或控制中心报警主机 – 集中报警分机的系统架构进行设计。

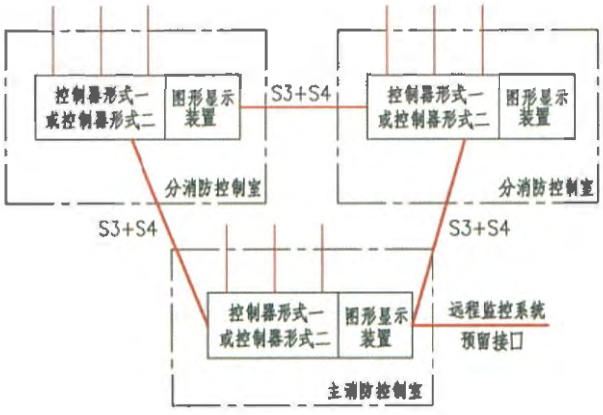


图 1 控制中心型报警系统架构示意图

为保证火灾自动报警系统的稳定性，在数据中心内火灾自动报警系统总线建议采用环形结构。

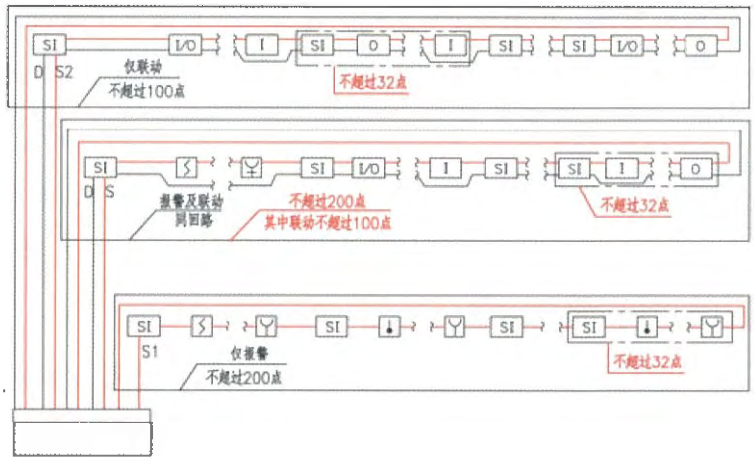


图 2 环形结构系统示意图

火灾报警控制器、消防联动控制器和消防控制室图形显示装置、消防应急广播的控制装置、消防专用电话总机等起集中控制作用的消防设备，应设置在消防控制室内。

系统设置的消防控制室图形显示装置应具有传输现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 附录 A 和附录 B 规定的有关信息的功能。

(3) 报警区域的划分

报警区域的划分应符合下列规定：

a 报警区域应根据防火分区或楼层划分；

b 可将一个防火分区或一个楼层划分为一个报警区域，也可将发生火灾时需要同时联动消防设备的相邻几个防火分区或楼层划分为一个报警区域。

(4) 探测区域的划分

探测区域的划分应符合下列规定：

a 探测区域应按独立房（套）间划分。一个探测区域的面积不宜超过 500m²。从主要出入口能看清其内部，且面积不超过 1000m² 的房间，也可划为一个探测区域；

b 红外光束感烟火灾探测器和缆式线间感温火灾探测器的探测区域的长度，不宜超过 100m；空气管差温火灾探测器的探测区域长度宜为 20m ~ 100m。

下列场所应单独划分探测区域：

a 敞开或封闭楼梯间、防烟楼梯间；

b 防烟楼梯间前室、消防电梯前室、消防电梯与防烟楼梯间合用的前室、走道、坡道；

c 电气管道井、通信管道井、电缆隧道；

d 建筑物闷顶、夹层。

(5) 消防控制室

具有消防联动功能的火灾自动报警系统的保护对象中应设置消防控制室。

消防控制室内设置的消防设备应包括火灾报警控制器、消防联动控制器、消防控制室图形显示装置、消防专用电话总机、消防应急广播控制装置、消防应急照明和疏散指示系统控制装置、消防电源监控器等设备或具有相应功能的组合设备。消防控制室内设置的消防控制室图形显示装置应能显示现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 附录 A 规定的建筑物内设置的全部消防系统及相关设备的动态信息和附录 B 规定的消防安全管理信息，并应为远程监控系统预留接口，同时应具有向远程监控系统传输附录 A 和附录 B 规定的有关信息的功能。

消防控制室应设有用于火灾报警的外线电话。

消防控制室应有相应的竣工图纸、各分系统控制逻辑关系说明、设备使用说明书、系统操作规程、应急预案、值班制度、维护保养制度及值班记录等文件资料。

消防控制室送、回风管的穿墙处应设防火阀。

消防控制室内严禁穿过与消防设施无关的电气线路及管路。

消防控制室不应设置在电磁场干扰较强及其他影响消防控制室设备工作的设备用房附近。

消防控制室内设备的布置应符合下列规定：

a 设备面盘前的操作距离，单列布置时不应小于 1.5m；双列布置时不应小于 2m；

b 在值班人员经常工作的一面，设备面盘至墙的距离不应小于 3m；

c 设备面盘后的维修距离不宜小于 1m；

d 设备面盘的排列长度大于 4m 时，其两端应设置宽度不小于 1m 的通道；

e 与建筑其他弱电系统合用的消防控制室内，消防设备应集中设置，并应与其他设备间有明显间隔。

消防控制室的显示与控制，应符合现行国家标准《消防控制室通用技术要求》GB 25506 的有关规定。

消防控制室的信息记录、信息传输，应符合现行国家标准《消防控制室通用技术要求》GB 25506 的有关规定。

5.1.3 火灾探测器的选择

除卫生间以外，数据中心各个不同功能场所应按照现行《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 和《数据中心设计规范》GB 50174 要求设置火灾探测器。

对火灾初期有阴燃阶段，产生大量的烟和少量的热，很少或没有火焰辐射的场所，应选择感烟火灾探测器。

对火灾发展迅速，可产生大量热、烟和火焰辐射的场所，可选择感温火灾探测器、感烟火灾探测器、火焰探测器或其组合。

对火灾发展迅速，有强烈的火焰辐射和少量烟、热的场所，应选择火焰探测器。

对火灾初期有阴燃阶段，且需要早期探测的场所，宜增设一氧化碳火灾探测器。

对使用、生产可燃气体或可燃蒸气的场所，应选择可燃气体探测器。

应根据保护场所可能发生火灾的部位和燃烧材料的分析，以及火灾探测器的类型、灵敏度和响应时间等选择相应的火灾探测器，对火灾形成特征不可预料的场所，可根据模拟试验的结果选择火灾探测器。

同一探测区域内设置多个火灾探测器时，可选择具有复合判断火灾功能的火灾探测器和火灾报警控制器。

A 级、B 级数据中心宜设置吸气式烟雾探测报警系统。

当数据中心土建部分与机电部分分期建设时，系统应预留封闭冷 / 热通道内的探测器回路。

5.1.4 火灾自动报警系统供电

(1) 基本规定

火灾自动报警系统应设置交流电源和蓄电池备用电源。

火灾自动报警系统的交流电源应采用消防电源，备用电源可采用火灾报警控制器和消防联动控制器自带的蓄电池电源或消防设备应急电源。当备用电源采用消防设备应急电源时，火灾报警控制器和消防联动控制器应采用单独的供电回路，并应保证在系统处于最大负载状态下不影响火灾报警控制器和消防联动控制器的正常工作。

消防控制室图形显示装置、消防通信设备等的电源，宜由 UPS 电源装置或消防设备应急电源供电。

火灾自动报警系统主电源不应设置剩余电流动作保护和过负荷保护装置。

消防设备应急电源输出功率应大于火灾自动报警及联动控制系统全负荷功率的 120%，蓄电池组的容量应保证火灾自动报警及联动控制系统在火灾状态同时工作负荷条件下连续工作 3h 以上。

消防用电设备应采用专用的供电回路，其配电设备应设有明显标志。其配电线路和控制回路宜按防火分区划分。

(2) 系统接地

火灾自动报警系统采用共用接地装置时，接地电阻值不应大于 1Ω。

消防控制室内的电气和电子设备的金属外壳、机柜、机架和金属管、槽等，应采用等电位连接。

由消防控制室接地板引至各消防电子设备的专用接地线应选用铜芯绝缘导线，其线芯截面面积不应小于 4mm^2 。

消防控制室接地板与建筑接地体之间，应采用线芯截面面积不小于 25mm^2 的铜芯绝缘导线连接。

5.1.5 消防联动控制设计

(1) 基本规定

火灾报警控制器和消防联动控制器，应设置在消防控制室内或有人值班的房间和场所。

火灾报警控制器和消防联动控制器等在消防控制室内的布置，应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116–2013 第 3.4.8 条的规定。

火灾报警控制器和消防联动控制器安装在墙上时，其主显示屏高度宜为 1.5m ~ 1.8m，其靠近门轴的侧面距墙不应小于 0.5m，正面操作距离不应小于 1.2m。

集中报警系统和控制中心报警系统中的区域火灾报警控制器在满足下列条件时，可设置在无人值班的场所。

(2) 联动子系统

当某一防火分区发生火灾、感烟和感温探测器（或手动报警按钮）通过“或”“与”的逻辑关系，通过火灾自动报警控制系统对以下灭火及相关子系统进行联动控制：

a 消火栓系统的联动控制；

b 消防喷淋系统的联动；

c 气体灭火联动控制；

d 排烟风机的联动控制；

e 防火门监控系统；

f 电动防火（门）卷帘联动控制；

g 电梯的迫降控制；

h 火灾应急广播系统与火灾警报装置；

i 消防专用电话系统；

j 应急照明的联动控制；

k 对火灾区域和相关区域非消防电源进行切断；火灾确认后，自动打开疏

散通道上的门禁系统控制的门。

(3) 湿式自动喷水灭火系统的联动控制设计

湿式自动喷水灭火系统的联动控制设计，应符合下列规定：

a 联动控制方式，应由消防水泵出水干管上设置的压力开关、高位消防水箱出水管上的流量开关和报警阀组压力开关的动作信号作为触发信号，直接自动启动喷淋消防水泵，联动控制不应受消防联动控制器处于自动或手动状态影响；

b 手动控制方式，应将喷淋消防泵控制箱（柜）的启动、停止按钮用专用线路直接连接至设置在消防控制室内的消防联动控制器的手动控制盘，直接手动控制喷淋消防泵的启动、停止；

c 水流指示器、信号阀、压力开关、喷淋消防泵的启动和停止的动作信号应反馈至消防联动控制器。

(4) 预作用自动喷水灭火系统的联动控制设计

预作用自动喷水灭火系统的联动控制设计，应符合下列规定：

a 联动控制方式，应由火灾自动报警系统、消防水泵出水干管上设置的压力开关、高位消防水箱出水管上的流量开关和报警阀组压力开关的动作信号作为触发信号，直接自动启动喷淋消防水泵，联动控制不应受消防联动控制器处于自动或手动状态影响。火灾自动报警系统应由同一报警区域内两只及以上独立的感烟火灾探测器或一只感烟火灾探测器与一只手动火灾报警按钮的报警信号，作为预作用阀组开启的联动触发信号。由消防联动控制器控制预作用阀组的开启，使系统转变为湿式系统；当系统设有快速排气装置时，应联动控制排气阀前的电动阀的开启。湿式系统的联动控制设计应符合相关规范的规定；

b 手动控制方式，应将喷淋消防泵控制箱（柜）的启动和停止按钮、预作用阀组和快速排气阀入口前的电动阀的启动和停止按钮，用专用线路直接连接至设置在消防控制室内的消防联动控制器的手动控制盘，直接手动控制喷淋消防泵的启动、停止及预作用阀组和电动阀的开启；

c 水流指示器、信号阀、压力开关、喷淋消防泵的启动和停止的动作信号，

有压气体管道气压状态信号和快速排气阀入口前电动阀的动作信号应反馈至消防联动控制器。

(5) 消火栓系统的联动控制设计

联动控制方式，应由消火栓系统消防水泵出水干管上设置的压力开关、高位消防水箱出水管上设置的流量开关等信号作为触发信号，直接自动启动消火栓泵，联动控制不应受消防联动控制器处于自动或手动状态影响。当设置消火栓按钮时，消火栓按钮的动作信号应作为报警信号及启动消火栓泵的联动触发信号，由消防联功控制器联动控制消火栓泵的启动。

手动控制方式，应将消火栓泵控制箱（柜）的启动、停止按钮用专用线路直接连接至设置在消防控制室内的消防联动控制器的手动控制盘，并应直接手动控制消火栓泵的启动、停止。

消火栓泵的动作信号应反馈至消防联动控制器。

(6) 气体灭火系统的联动控制设计

a 气体灭火系统应由专用的气体灭火控制器控制；

b 气体灭火控制器直接连接火灾探测器时，气体灭火系统的自动控制方式应符合下列规定：

a）应由同一防护区域内两只独立的火灾探测器的报警信号、一只火灾探测器与一只手动火灾报警按钮的报警信号或防护区外的紧急启动信号，作为系统的联动触发信号，探测器的组合宜采用感烟火灾探测器和感温火灾探测器，各类探测器应按规范的规定分别计算保护面积。

b）气体灭火控制器在接收到满足联动逻辑关系的首个联动触发信号后，应启动设置在该防护区内的火灾声光警报器，且联动触发信号应为任一防护区域内设置的感烟火灾探测器、其他类型火灾探测器或手动火灾报警按钮的首次报警信号；在接收到第二个联动触发信号后，应发出联动控制信号，且联动触发信号应为同一防护区域内与首次报警的火灾探测器或手动火灾报警按钮相邻的感温火灾探测器、火焰探测器或手动火灾报警按钮的报警信号。

c）联动控制信号应包括下列内容：关闭防护区域的送（排）风机及送（排）风阀门；停止通风和空气调节系统及关闭设置在该防护区域的电动防火阀；联动控制防护区域开口封闭装置的启动，包括关闭防护区域的门、窗；启动气体灭火装置，气体灭火控制器可设定不大于 30s 的延迟喷射时间。

d）平时无人工作的防护区，可设置为无延迟的喷射，应在接收到满足联动逻辑关系的首个联动触发信号后按上述联动控制信号规定执行除启动气体灭火装置外的联动控制；在接收到第二个联动触发信号后，应启动气体灭火装置。

e）气体灭火防护区出口外上方应设置表示气体喷洒的火灾声光警报器，指示气体释放的声信号应与该保护对象中设置的火灾声警报器的声信号有明显区别。启动气体灭火装置的同时，应启动设置在防护区入口处表示气体喷洒的火灾声光警报器；组合分配系统应首先开启相应防护区域的选择阀，然后启动气体灭火装置。

c 气体灭火控制器不直接连接火灾探测器时，气体灭火系统的自动控制方式应符合下列规定：

a）气体灭火系统的联动触发信号应由火灾报警控制器或消防联动控制器发出。

b）气体灭火系统的联动触发信号和联动控制均应符合相关规范的规定。

d 气体灭火系统的手动控制方式应符合下列规定：

a）在防护区疏散出口的门外应设置气体灭火装置的手动启动和停止按钮，手动启动按钮按下时气体灭火控制器应执行符合相关规范规定的联动操作；手动停止按钮按下时，气体灭火控制器应停止正在执行的联动操作。

b）气体灭火控制器上应设置对应于不同防护区的手动启动和停止按钮，手动启动按钮按下时，气体灭火控制器应执行符合相关规范的联动操作；手动停止按钮按下时，气体灭火控制器应停止正在执行的联动操作。

e 气体灭火装置及喷放各阶段的联动控制及系统的反馈信号，应反馈至消防联动控制器。

a）系统的联动反馈信号应包括下列内容：气体灭火控制器直接连接的火灾探测器的报警信号；选择阀的功作信号；压力开关的动作信号。

b）在防护区域内设有手动与自动控制转换装置的系统，其手动或自动控制方式的工作状态应在防护区内、外的手动和自动控制状态显示装置上显示，该状态信号应反馈至消防联动控制器。

(7) 细水雾系统的联动控制设计

细水雾系统的联动控制方式应符合下列规定：

a 应由防护区内的两个独立的火灾探测器或一只火灾探测器与一只手动火灾报警按钮的报警信号，作为细水雾系统启动的联动触发信号；

b 消防控制设备应能进行远程启动、停止消防泵，并能显示消防泵的工作状态、各分区控制阀的启闭状态及细水雾喷放反馈信号。

细水雾灭火系统启动时应联动控制下列设备和运行，并应符合下列规定：

a 除工艺的特殊需要需保留维持系统运行的最低供给量外，防护区内的其他燃料供给应自动切断；

b 防护空间内的通风系统应联动关闭。

(8) 防烟排烟系统的联动控制设计

防烟系统的联动控制方式应符合下列规定：

a 应由加压送风口所在防火分区内的两只独立的火灾探测器或一只火灾探测器与一只手动火灾报警按钮的报警信号，作为送风口开启和加压送风机启动的联动触发信号，并应由消防联动控制器联动控制相关层前室等需要加压送风场所的加压送风口开启和加压送风机启动；

b 应由同一防烟分区内且位于电动挡烟垂壁附近的两只独立的感烟火灾探测器的报警信号，作为电动挡烟垂壁降落的联动触发信号，并应由消防联动控制器联动控制电动挡烟垂壁的降落。

排烟系统的联动控制方式应符合下列规定：

a 应由同一防烟分区内的两只独立的火灾探测器的报警信号，作为排烟口、

排烟窗或排烟阀开启的联动触发信号，并应由消防联动控制器联动控制排烟口、排烟窗或排烟阀的开启，同时停止该防烟分区的空气调节系统；

b 应由排烟口、排烟窗或排烟阀开启的动作信号，作为排烟风机启动的联动触发信号，并应由消防联动控制器联动控制排烟风机的启动；

c 排烟风机入口处的总管上设置的280℃排烟防火阀在关闭后应直接联动控制风机停止，排烟防火阀及风机的动作信号应反馈至消防联动控制器；

d 防烟系统、排烟系统的手动控制方式，应能在消防控制室内的消防联动拉制器上手动控制送风口、电动挡烟垂壁、排烟口、排烟窗、排烟阀的开启或关闭及防烟风机、排烟风机等设备的启动或停止，防烟、排烟风机的启动、停止按钮应采用专用线路直接连接至设置在消防控制室内的消防联动控制器的手动控制盘，并应直接手动控制防烟、排烟风机的启动、停止；

e 送风口、排烟口、排烟窗或排烟阀开启和关阔的动作信号，防烟、排烟风机启动和停止及电动防火阀关闭的动作信号，均应反馈至消防联动控制器。

(9) 防火门系统的联动控制设计

防火门系统的联动控制设计，应符合下列规定：

a 应由常开防火门所在防火分区内的两只独立的火灾探测器或一只火灾探测器与一只于动火灾报警按钮的报警信号，作为常开防火门关闭的联动触发信号，联动触发信号应由火灾报警控制器或消防联动控制器发出，并应由消防联动控制器或防火门监控器联动控制防火门关闭；

b 疏散通道上各防火门的开启、关闭及故障状态信号应反馈至防火门监控器。

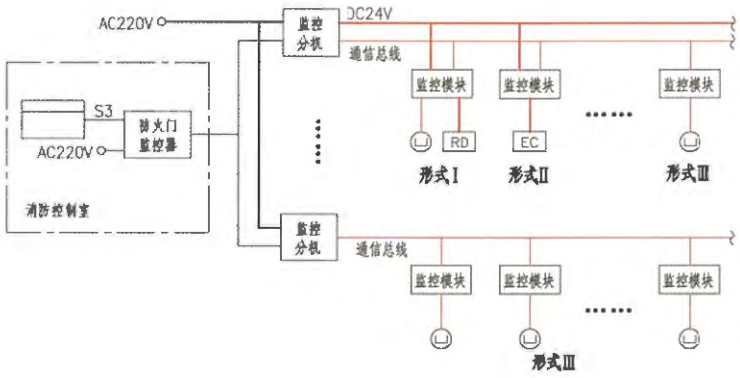


图 3 防火门监控系统示意图

(10) 防火卷帘系统的联动控制设计

防火卷帘的升降应由防火卷帘控制器控制。

疏散通道上设置的防火卷帘的联动控制设计，应符合下列规定：

a 联动控制方式，防火分区内任两只独立的感烟火灾探测器或任一只专门用于联动防火卷帘的感烟火灾探测器的报警信号应联动控制防火卷帘下降至距楼板面 1.8m 处。任一只专门用于联动防火卷帘的感温火灾探测器的报警信号应联动控制防火卷帘下降到楼板面；在卷帘的任一侧距卷帘纵深 0.5m ~ 5m 内应设置不少于 2 只专门用于联动防火卷帘的感温火灾探测器；

b 手动控制方式，应由防火卷帘两侧设置的手动控制按钮控制防火卷帘的升降。

非疏散通道上设置的防火卷帘的联动控制设计，应符合下列规定：

a 联动控制方式，应由防火卷帘所在防火分区内任两只独立的火灾探测器的报警信号，作为防火卷帘下降的联动触发信号，并应联动控制防火卷帘直接下降到楼板面；

b 手动控制方式，应由防火卷帘两侧设置的手动控制按钮控制防火卷帘的升降，并应能在消防控制室内的消防联动控制器上手功控制防火卷帘的降落。

防火卷帘下降至距楼板面 1.8m 处、下降到楼板面的动作信号和防火卷帘控制器直接连接的感烟、感温火灾探测器的报警信号，应反馈至消防联动控制器。

(11) 电梯的联动控制设计

消防联动控制器应具有发出联功控制信号强制所有电梯停于首层或电梯转换层的功能。电梯运行状态信息和停于首层或转换层的反馈信号，应传送给消防控制室显示，轿厢内应设置能直接与消防控制室通话的专用电话。

(12) 火灾警报和消防应急广播系统的联动控制设计

火灾自动报警系统应设置火灾声光警报器，并应在确认火灾后启动建筑内的所有火灾声光警报器。

未设置消防联动控制器的火灾自动报警系统，火灾声光警报器应由火灾报警控制器控制；设置消防联动控制器的火灾自动报警系统，火灾声光警报器应由火灾报警控制器或消防联动控制器控制。

公共场所宜设置具有同一种火灾变调声的火灾声警报器；具有多个报警区域的保护对象，宜选用带有语音提示的火灾声警报器；火灾声警报器设置带有语音提示功能时，应同时设置语音同步器。

同一建筑内设置多个火灾声警报器时，火灾自动报警系统应能同时启动和停止所有火灾声警报器工作。

火灾声警报器单次发出火灾警报时间宜为8s~20s，同时设有消防应急广播时，火灾声警报应与消防应急广播交替循环播放。

集中报警系统和控制中心报警系统应设置消防应急广播。

消防应急广播系统的联动控制信号应由消防联动控制器发出。当确认火灾后，应同时向全楼进行广播。

消防应急广播的单次语音播放时间宜为 10s~30s，应与火灾声警报器分时交替工作，可采取 1 次火灾声警报器播放、1 次或 2 次消防应急广播播放的交替工作方式循环播放。

在消防控制室应能于动或按预设控制逻辑联动控制选择广播分区、启动或停止应急广播系统，并应能监听消防应急广播。在通过传声器进行应急广播时，应自动对广播内容进行录音。

消防控制室内应能显示消防应急、广播的广播分区的工作状态。

消防应急广播与普通广播或背景音乐广播合用时，应具有强制切入消防应急广播的功能。

(13) 消防应急照明和疏散指示系统的联动控制设计

消防应急照明和疏散指示系统的联动控制设计，应符合下列规定：

a 集中控制型消防应急照明和疏散指示系统，应由火灾报警控制器或消防联动控制器启动应急照明控制器实现；

b 当确认火灾后，由发生火灾的报警区域开始，顺序启动全楼疏散通道的消防应急照明和疏散指示系统，系统全部投入应急状态的启动时间不应大于 5s。依据规范要求，各功能房间的应急照明时间可参照表 10。

表 10 消防用电设备持续供电时间

消防用电设备名称	持续供电时间（min）
火灾自动报警装置	≥10
消防控制室	≥180
消火栓、消防泵	＞ 180
配电房、发电机房	≥180
自动喷水系统	＞ 60
水喷雾	＞ 30
干粉灭火系统	＞ 30
防、排烟设备	＞ 180
火灾应急广播	＞ 30
消防电梯	＞ 180
机房、楼梯、疏散走道、公共区域	＞ 30

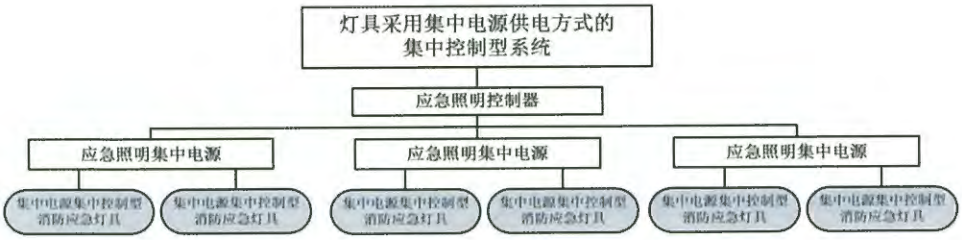


图 4 消防应急照明和疏散指示系统示意图

(14) 相关联动控制设计

消防联动控制器应具有切断火灾区域及相关区域的非消防电源的功能，当需要切断正常照明时，宜在自动喷淋系统、消火栓系统动作前切断。

数据中心IT设备及其相关关键设备的非消防电源宜由管理人员确认火情后，手动确认切断。

消防联动控制器应具有自动打开涉及疏散的电动栅杆等的功能，宜开启相关区域安全技术防范系统的摄像机监视火灾现场。

消防联动控制器应具有打开疏散通道上由门禁系统控制的门和庭院电动大门的功能，并应具有打开停车场出入口挡杆的功能。

5.2 可燃气体探测报警系统

5.2.1 系统组成及工作原理

可燃气体探测系统应由可燃气体探测器、报警控制器和火灾声警报装置组成，能够在保护区域内泄露可燃气体的浓度低于爆炸下限的条件下提前报警，从而预防由于可燃气体泄漏引发的火灾和爆炸事故的发生。

可燃气体探测报警系统由可燃气体报警控制器、可燃气体探测器和火灾声警报器组成，能够在保护区域内泄露可燃气体的浓度低于爆炸下限的条件下提前报警，从而预防由于可燃气体泄漏引发的火灾和爆炸事故的发生。

可燃气体探测系统必须自成系统，可燃气体探测器不应直接接入火灾自动报警控制系统的报警回路，但系统的报警和故障信息可接入火灾报警控制系统，当

可燃气体的报警信号需接入火灾自动报警系统时，应由可燃气体报警控制器接入，但在消防控制中心可燃气体报警信号的显示应与火灾自动报警信号有严格区别。

可燃气体报警控制器发出报警信号时，同时启动保护区现场声光警报装置，并控制相关设备的联动功能，

5.2.2 可燃气体探测器的设置区域及方式

数据中心在以下场所设置可燃气体探测器：燃气发电机房、铅酸电池室、油箱室等。

当可燃气体密度小于空气密度的场所，探测器应设置在被保护区的顶部，当可燃气体密度大于空气密度的场所，探测器应设置在被保护区的下部。可燃气体探测器一般设在可能产生可燃气体部位附近，保护半径应符合《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB50493 的有关规定。

5.2.3 可燃气体报警主机的相关要求

数据中心的可燃气体报警控制主机应设置在消防控制中心，由一级负荷中特别重要负荷供电，UPS 独立设置，采用 TN—S 联合接地方式。

5.3 吸气式感烟火灾探测器

5.3.1 概述

吸气式感烟火灾探测系统的灵敏度是传统探测器的几千倍，可以在火灾极早期的过热、闷烧、或低热辐射和不可见烟生成阶段探测到安全隐患，比传统探测器提早 1~2 个小时提供系统报警信号，为人员疏散、防止火灾蔓延和启动自动灭火设备提供充足的响应时间。采取有效措施消除火灾隐患，避免或减少生命及财产损失。

5.3.2 系统设计

(1) 一般规定

当建筑内未设置其它火灾自动报警系统时，吸气式感烟火灾探测器可独立使

用作为火灾自动报警系统，类型为探测报警型。当建筑内设有其它火灾自动报警系统时，吸气式感烟火灾探测器可作为区域报警器，其信号可接入其它火灾自动报警系统，由其它火灾自动报警系统对其进行监控。

吸气式感烟火灾探测器供电应采用消防专用电源箱供电。

当建筑设有非连续运行通风循环系统时，除设置回风采样探测系统外，还应设计常规探测系统。

保护区域内有腐蚀性 / 毒性 / 可燃气体时，应将采样气体通过排气管引回到探测器区域。

吸气管路和采样孔应有明显的火灾探测器标识。

有过梁、空间支架的建筑，吸气管路应固定在过梁、空间支架上。

吸气式感烟火灾探测器应具有灰尘过滤功能或管路自清洗功能，以延长吸气式感烟火灾探测器使用寿命。

(2) 设计规定

a 每台吸气式感烟火灾探测器的保护区域不应跨越防火分区，一个独立的报警区域不宜超过 2000m^2，一个独立的探测器区域不宜超过 500m^2；

b 每个探测单元的采样管总长不宜超过 200m，同一根吸气管不应穿越防火分区，如果穿越防火分区会导致火灾通过吸气管扩散。采样孔数量不应超过检验报告描述值；

c 在进行管道设计时应了解空气流动路径，管道应布置在烟雾最可能经过的路线上。烟雾传送时间应通过计算确定；

d 吸气式感烟火灾探测器安装于墙上时，其底边距地（楼）面高度不宜小于 1.5m；

e 吸气式感烟火灾探测器所连接的吸气管直径为 25mm，内直径为 20mm。一般采用阻燃 PVC 或 ABS 材质，在具有腐蚀性气体探测区域不能采用金属钢管；

f 当梁突出顶棚的高度超过 600mm 时，每个梁间区域至少应设置一个采样孔，当梁突出顶棚高度小于 200mm 时，可不计梁的影响；

g 非高灵敏度型吸气式感烟火灾探测器的采样管网安装高度不应超过16m，高灵敏度吸气式感烟火灾探测器的采样管网安装高度可超过16m，采样管网安装高度超过16m时，灵敏度可调的探测器应设置为高灵敏度，且应减小采样管长度和采样孔数量；

h 一个探测单元的采样管总长不宜超过200m，单管长度不宜超过100m。同一根采样管不应穿越防火分区。采样孔总数不宜超过100个，单管上的采样孔数量不宜超过25个；

i 当梁高度在200mm至600mm之间时，每个梁区域的采样孔的设置应符合现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166的相关规定；

j 对于内梁高度超过600mm的探测区域，可采用手杖式采样方式，在梁间区域最高点设置采样孔，见图5；

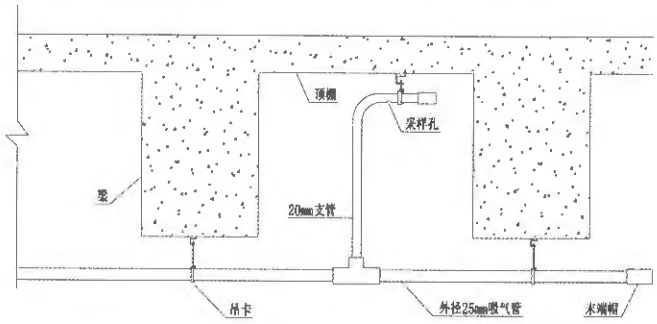


图5 用于梁突出顶棚高度超过600mm区域的采样示意图

k 每个采样孔的最大保护面积应随着空气换气次数的增加相应减少，具体数值应符合表11的要求；

表11 换气次数与采样孔保护面积的对照表

换气次数（次/小时）	一个采样孔最大保护面积（m^2）	采样孔最大水平间距（m）
$60 < n \leqslant 80$	9	3
$30 < n \leqslant 60$	12	3.5
$20 < n \leqslant 30$	23	4.8

换气次数（次 / 小时）	一个采样孔最大保护面积（m^2）	采样孔最大水平间距（m）
$15 < n \leqslant 20$	35	5.9
$12 < n \leqslant 15$	46	6.8
$10 < n \leqslant 12$	58	7.6
$8.6 < n \leqslant 10$	70	8.4
$n \leqslant 8.6$	81	9

1 当建筑设有 24h 连续运行的通风循环系统时，应设置回风采样探测系统，并应符合下列要求：

a) 采样孔应布置在通风系统的回风格栅处，或在从探测器区域回来的气流集中处；

b) 吸气管应安装在风机过滤网的前端；

c) 每个采样孔的最大保护回风口面积不应大于 $0.36m^2$；

d) 每个探测单元最大保护回风口面积不应大于 $45m^2$；

e) 采样孔至空调送风口边的水平距离不应小于 1m，至多孔送风顶棚孔口的水平距离，不应小于 0.3m；

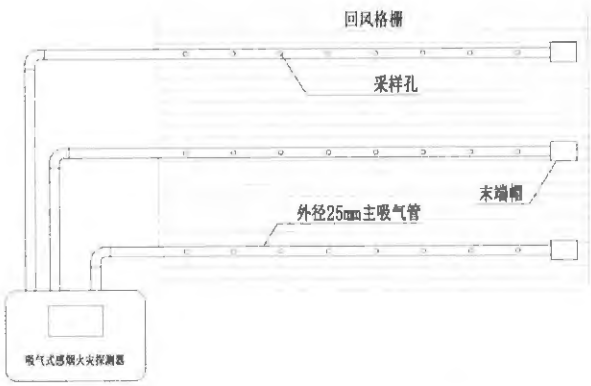


图 6 回风口采样示意图

f) 吸气管的最大距墙间距不应大于吸气管间距的一半。采样孔至墙壁、梁边的水平距离不应小于 0.5m；

g) 吸气管布置在地板下方且气流方向由上而下时，应根据地板的高度、气流的方向和地板透气孔的位置调整吸气管；

h) 天花板吊顶下采样时，当吊顶距地板高度小于 4m 时，宜吸顶布置吸气管，采样孔应对着房间方向。采样孔周围 0.5m 内，不应有遮挡物；

i) 在宽度小于 3m 的内走道顶棚上设置采样孔时，宜居中布置；

j) 吸气管的末端帽可视为一个采样点，此末端帽上开孔除采样功能外还兼有气流平衡的功能。

m 毛细管采样适用于采样管道与采样点不在同一个水平面或垂直面时。通常是将外径为 6~8mm 的可弯曲管道从主干吸气管上分支出来，并穿透一个已有界面，进入被保护区域（设备）内部。毛细管采样方式见图 7。

a) 连接不同采样点的毛细管的长度应尽可能一致；

b) 毛细管布置时，毛细管长度不宜超过 4m。

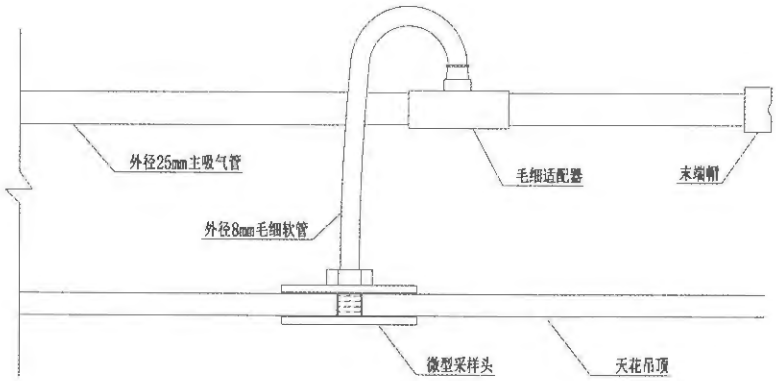


图 7 毛细管采样示意图

n 机柜采样是针对服务器机柜、高低压配电柜、设备架内等采取最直接有效的方法，快速将报警位置确定到最小探测范围。

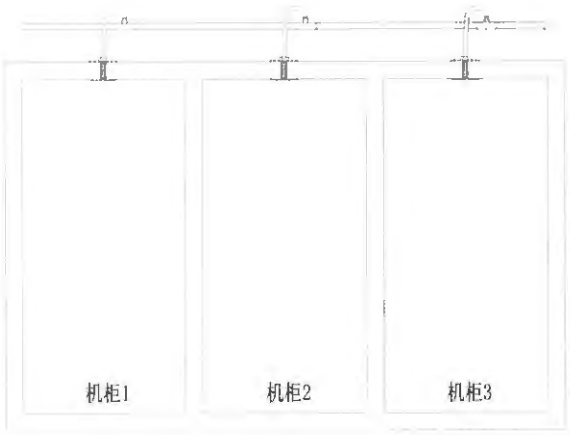


图 8 机柜采样示意图

a) 使用机柜采样时，通常在发现电缆过负荷发热时，就可产生预警；

b) 保护机柜时通常根据机柜内部的通风口位置将采样口设置在合适的位置。

5.3.3 系统维护、管理

(1) 一般规定

a 系统的使用和维护应符合现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收标准》GB50166 的相关规定；

b 系统竣工验收后，未经消防验收与设计单位同意，不应随意变动采样管网的位置、采样孔的数量及开孔大小；

c 系统使用单位应配备经过专业培训，并考试合格的专业人员负责系统的日常管理及操作；

d 系统正式启用时，应具有下列文件资料：

a) 系统竣工图及设备的技术资料；

b) 系统操作规程；

c) 值班员职责；

d) 值班记录和使用图表；

e) 系统维护及维修记录。

(2) 维保要求和主要事项

a 系统应保持连续正常运行，不应随意中断；

b 系统需由经过制造商培训或经制造商授权的人员维护；

c 必须遵守相关的法律规定。在发生火灾事件（火警、故障）后，需要对吸气式感烟火灾探测主机进行保养、维护和检查；

d 如果由于探测器主机故障而须进行更换，那么新的空气采样探测主机必须要进行第一次试运行（要求进行初始重置）。在更换空气采样探测主机时，必须重新设置所有具体的客户配置；

e 根据吸气式感烟火灾探测器主机的使用情况，每个季度（三个月）必须由经制造商培训的或授权的人员至少进行一次维护工作。维护的间隔要能保证功能的可靠性。如果使用过滤器等部件，那么过滤器滤网的清洁及更换也要成为维护工作的主要内容。根据物体上的灰尘和污垢程度不同，过滤器的使用寿命可能变化很大。最佳的过滤器使用寿命是由现场的环境决定的。根据系统使用环境的不同，应定期对探测器的过滤装置进行清洗和更换，每年至少应进行一次。清洗或更换过滤器后，应进行报警和故障功能测试；

f 根据探测区域的环境变化，应由有专业厂家或资质的专业人员及时调整系统设置，如烟雾报警阈值、气流报警阈值等；

g 根据系统使用环境的不同，应定期对采样管网及采样孔进行清洁，每年至少应进行一次。每次清洁前后，应对每根采样管的进气量进行记录和对比。管网清洁后，应进行报警和故障功能测试；

h 每季度应检查和测试系统的下列功能，并填写季度维护记录。

5.4 电气火灾监控

5.4.1 系统概述

电气火灾监控系统是火灾自动报警系统的子系统，主要承担火灾发生前电力系统自身可能引发火灾的监控报警任务。系统由电气火灾监控设备和电气火灾监

控探测器构成；电气火灾监控设备即系统主机，安装于消防控制室，由专人值守，用来监控及记录整个系统的运行状态；电气火灾监控探测器安装于建筑物配电柜或配电箱中，对电气线路及电气设备中的剩余电流、温度、故障电弧等电气参数进行采集、分析，上传至电气火灾监控设备。系统产品应分别符合现行国家标准《电气火灾监控系统》GB 14287 对应子项的有关要求并取得国家消防电子产品质量监督检验中心的型式检验报告，系统设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 及《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 对应条款的有关要求，系统施工及验收应符合现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166 对应条款的有关要求。

数据中心是 IT 设备、电气设备以及电缆敷设密集型场所，包括了 IT 设备和基础设施的供配电电缆，所有供配电电缆的绝缘情况均应进行全面监视，一旦出现监视盲区，电缆因工作条件或不可预见原因造成漏电，不但造成能源的浪费，更关键的是会引起电气火灾并因此造成数据中心 IT 设备的宕机而危及重大生命财产安全。故依据 GB 50116–2013《火灾自动报警系统设计规范》对应 9.1.1 条款，电气火灾监控系统可用于具有电气火灾危险的场所的条例，数据中心设置电气火灾监控系统是非常重要的。

大量工程实际应用效果表明，多数电气火灾监控系统经常发生声光报警，如果没有专业人员使用专业设备对电气线路和设备进行故障排查，很难发现电气火灾隐患，因此许多电气火灾监控系统被人为关停，不仅造成投资浪费，而且遗留下真正的隐患。因此，需要及时委托电气火灾监控系统提供商针对系统报警信息进行现场检测，排查消除电气故障和安全隐患。

5.4.2 系统设计

在实际应用当中，电气火灾监控系统可以由电气火灾监控器、剩余电流式电气火灾监控探测器、测温式电气火灾监控探测器三部分组成，也可由其中部分探测器组成。

电气火灾监控器的报警信息和故障信息应在具有 7 × 24 小时人员值班的数据

中心消防控制室图形显示装置或起集中控制功能的火灾报警控制器上显示，电气火灾监控设备可以上传信息至消防控制室图形显示装置，剩余电流式电气火灾监控探测器应以设置在低压配电系统首端为基本原则，宜设置在第一级配电柜（箱）的出线端。在供电线路泄漏电流大于 500mA 时，宜在其下一级配电柜（箱）设置。

电气火灾监控系统用于 0.4kV 低压配电系统中剩余电流监测、配电箱关键节点温度监测。选择剩余电流式电气火灾监控探测器时，应计及供电系统自然漏流的影响，并应选择参数合适的探测器；探测器报警值宜为 300mA ~ 500mA，具有探测线路故障电弧功能的电气火灾监控探测器，其保护线路的长度不宜大于 100m。

监控探测器与与电气火灾监控设备之间采用二总线连接，理论通信距离为 1200 米，有效通信距离不超过 500 米为宜，大于 500 米推荐使用区域分机，布线线缆采用 NH-RSP 双绞线，导线截面积不小于 2.5m，引入配电箱时用金属软管保护。但是，剩余电流式电气火灾监控探测器禁止设置在消防配电线路中，并且剩余电流式电气火灾监控探测器的设置不应影响供电系统的正常工作，不宜自动切断供电电源。

非独立式电气火灾监控探测器应接入电气火灾监控器，不应接入火灾报警控制系器的探测回路。

电气火灾监控系统的信号应上传至消防控制中心（室），在消防控制中心（室）图形显示装置或集中火灾报警控制器上显示，但该类信息与火灾报警信息的显示应有区别，有利于整体消防系统管理和应急预案的实施。

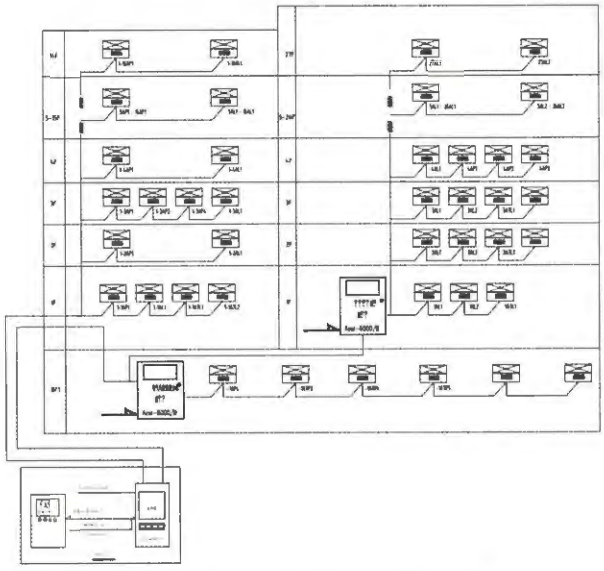


图 9 电气火灾监控设备系统示意图

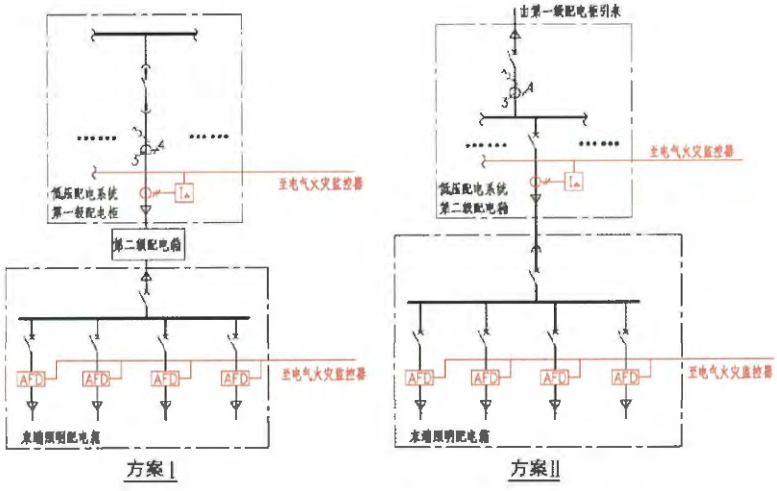


图 10 电箱（柜）内探测器接线示意图

5.5 大型数据中心园区消防信息一般性通信模式

5.5.1 园区特殊的功能用途

随着数据中心建设规模越来越大，园区建筑功能性分类也越来越多，同一园区的使用方不止一家，从而使得园区成为半封闭状态。除了数据机房楼，另有全

方位服务于园区的多功能综合配套楼、餐厅楼、物业楼、动力中心、立体机械停车楼等，可同时满足园区上千人的生产及生活需求。

园区除运维管理人员外，入住产业集群楼的自有人员变动比较频繁，人员组织结构相对复杂，从严格意义上讲园区并非绝对性封闭，而园区的功能定位又是非常重要的数据机房，因此园区的消防安全功能就显得尤为重要。

5.5.2 园区消防控制中心的分级控制原则

由于大型数据中心园区占地面积较大，为了保证救援时间，超出最佳救援半径距离的园区可分为两级控制，即二级分控中心和一级总控中心。园区可分成2个（或更多，根据园区实际情况划分）一级总控中心除对本地块楼宇进行监控，还将收集整个园区其它地块的信息，二级分控制中心只对本地块进行监控，信号实时上传一级总控中心。当园区超出二级监控的范围，还可设置更多级监控中心。

作为园区级一级总控中心，遇到突发自然灾害、重大安全事故、公共卫生事件和社会安全事件时，可以进行总体指挥调度、疏散引导，并采取应急预案处置，是整个园区总的应急指挥场所，对所在区域级的应急系统具有联动功能。

二级分控中心位于各个分组地块指定建筑内，作为地块区域的管理中心，负责辐射对本地块各个单体建筑的弱电设备进行维护管理，可以调用、查看、显示本地块内各个单体建筑的弱电信息，同时对本地块内的单体建筑弱电系统进行授权管理，并向一级总控中心上传本地块报警和控制信息。分组地块分控中心兼为本地块突发事件的应急指挥中心。

6 灭火技术

6.1消防给水系统

6.1.1 消防水源

数据中心消防水源水质应满足水灭火设施的功能要求，市政给水、消防水池、天然水源等可作为消防水源，宜优先采用市政给水。雨水清水池、中水清水池、水景和游泳池可作为备用消防水源，必须作为消防水源时应有保证在任何情况下均能满足消防给水系统所需的水量和水质的技术措施。

数据中心园区宜具备两路消防供水条件。用作两路消防供水的市政给水管网应符合下列要求：

a 市政给水厂应至少有两条输水干管向市政给水管网输水；

b 市政给水管网应为环状管网；

c 应至少有两条不同的市政给水干管上不少于两条引入管向消防给水系统供水。

数据中心园区采用两路消防供水，当其中一条引入管发生故障时，其余引入管在保证满足 70% 生产生活给水的最大小时设计流量条件下，应仍能满足消防给水设计流量。两路消防供水的给水管网示意见图 11。

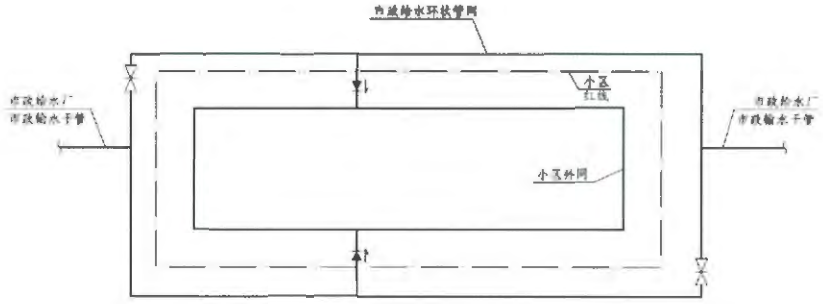


图 11 两路消防供水的给水管网示意图

6.1.2 消防用水量

（1）园区消防用水量

数据中心园区消防水量应按同一时间内发生火灾的起数及各起火灾灭火用水量之和计算。

数据中心园区同一时间内发生火灾的起数见表 12。

表 12 数据中心园区同一时间内发生火灾的起数

建筑类型		同一时间内发生火灾的起数
工业建筑	占地面积≤ 100hm²	1 起
	占地面积＞ 100hm²	2 起 按需水量最大的两座建筑各计 1 起
民用建筑		1 起

注：表中，数据中心为工业建筑时，同一时间内发生火灾的起数按园区内居住人数≤ 1.5 万人计。

（2）一起火灾灭火用水量

数据中心常见消防给水系统包括室外消火栓系统、室内消火栓系统、自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统、细水雾灭火系统等。

一起火灾灭火用水量应按需要同时作用的室内、外消防给水用水量之和计算，两座及以上建筑合用消防给水系统时，应取最大者，并按下列公式计算：

$$V=V_1+V_2$$

$$V_1=3.6\sum_{i=1}^{i=n}q_{1i}t_{1i}$$

$$V_2=3.6\sum_{i=1}^{i=m}q_{2i}t_{2i}$$

式中：V—建筑消防给水一起火灾灭火用水总量（m^3）；

V1—室外消防给水一起火灾灭火用水量（m^3）；

V2—室内消防给水一起火灾灭火用水量（m^3）；

q1i—室外第 i 种水灭火系统的设计流量（L/s）；

t1i—室外第 i 种水灭火系统的火灾延续时间（h）；

n—建筑需要同时作用的室外水灭火系统数量；

q2i—室内第 i 种水灭火系统的设计流量（L/s）；

t2i—室内第 i 种水灭火系统的火灾延续时间（h）；

m—建筑需要同时作用的室内水灭火系统数量。

自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统、细水雾灭火系统、固定消防炮灭火系统等水灭火系统的消防给水设计流量，应分别按现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084、《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219、《细水雾灭火系统技术规范》GB 50898 和《固定消防炮灭火系统设计规范》GB 50338 等的有关规定章节条文执行。

数据中心消火栓系统火灾延续时间见表 13。自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统、细水雾灭火系统、固定消防炮灭火系统等水灭火系统的火灾延续时间分别按各自规范要求确定。

表 13 数据中心消火栓系统火灾延续时间

建筑类型		火灾延续时间（h）
工业建筑		3
民用建筑	高层综合楼	3
	其他	2

6.1.3 数据中心园区消防给水系统设置

数据中心园区往往由多座单体建筑组成，除了数据机房楼，尚有服务于园区的多功能综合配套楼、餐厅楼、物业楼、动力中心等。园区采用一套系统向多栋建筑供应消防给水是一种经济合理的方法，当园区共用消防给水系统时，消防给水系统设置需考虑园区的分区、分期建设，控制系统规模，并可按以下原则设置：

a 按工业建筑设计的数据中心，消防供水的最大保护半径不宜超过1200m，且占地面积不宜大于100hm²。

b 数据中心园区内产权或管理单位不同时，同一产权或管理单位的建筑宜独立设置消防给水系统。

6.1.4 消防给水设施

消防水池及泵房、消防水泵、高位消防水箱、稳压设备、水泵接合器等消防给水设施的选取应满足规范现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《消防给水及消防栓系统技术规范》GB 50974的相关要求。

（1）消防水池

a 消防水池设置条件

数据中心符合下列情况之一时，应设置消防水池：

1）当生产、生活用水量达到最大时，市政给水管网或入户引入管不能满足室内、室外消防给水设计流量；

2）当采用一路消防供水或只有一条入户引入管，且室外消火栓设计流量大于20L/s或建筑高度大于50m；

3）市政消防给水设计流量小于建筑室内外消防给水设计流量。

b 消防水池有效容积

1）市政给水管网能保证室外消防给水设计流量时：

$$V_{水池有效}=V_{室内消防设计用水量}$$

2）市政给水管网不能保证室外消防给水设计流量时：

$$V_{水池有效}=V_{室内消防设计用水量}+V_{室外消防设计用水量不足部分}$$

$$=V_{室内消防设计用水量}+(V_{室外消防设计用水量}-V_{火灾延续时间内的补水容积})$$

火灾延续时间内的连续补水流量应按消防水池最不利进水管供水量计算，并可按下式计算：

$$q_f = 3600Av$$

式中：q_f——火灾时消防水池的补水流量（m^3/h）；

A——消防水池进水管断面面积（m^2）；

v——管道内水的平均流速（m/s）。

消防水池进水管应根据水池有效容积和补水时间确定，补水时间不宜大于48h，但当消防水池有效总容积大于2000m^3时，不应大于96h。消防水池进水管管径应经计算确定，且不应小于DN100。进水管管径和流量应经水力计算确定，当计算条件不具备时，给水管平均流速不宜大于1.5m/s。

消防水池应采用两路消防给水，当消防水池两路补水管补水流量不一致时，补水流量应按流量中较小值计取。

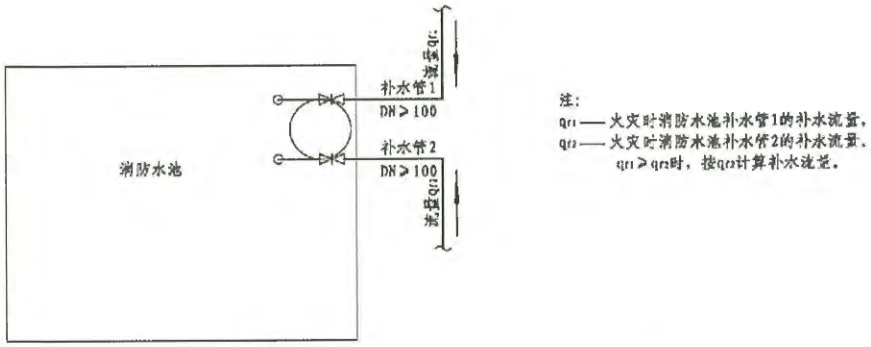


图 12 消防水池补水管管径、补水量示例

3) 消防水池采用两路消防供水且在火灾情况下连续补水能满足消防要求时：

消防水池的有效容积应根据计算确定，但不应小于100m^3，当仅设有消火栓系统时不应小于50m^3。

c 消防水池设置要求

消防水池的总蓄水有效容积大于500m^3时，宜设两格能独立使用的消防水池；当大于1000m^3时，应设置能独立使用的两座消防水池。

储存室外消防用水的消防水池或供消防车取水的消防水池，取水口（井）吸水高度不应大于6.0m。

消防水池的出水、排水和水位应符合下列规定：

➢ 消防水池的出水管应保证消防水池的有效容积能被全部利用；

➢ 消防水池应设置就地水位显示装置，并应在消防控制中心或值班室等地点设置显示消防水池水位的装置，同时应有最高和最低报警水位；

➢ 消防水池应设置溢流水管和排水设施，并应采用间接排水。

d 消防水池水位设置

消防水池设置最高报警水位，是当进水液位控制阀损坏时，水位不断上升，达到最高报警水位时报警，提醒管理人员维修，避免水资源的浪费。

消防水池设置低报警水位，是考虑消防水池水位小于正常水位时报警，提醒管理人员现场查看，保证消防水池的有效储水容积。低报警水位宜低于正常水位 50 ~ 100mm。

消防水池设置最低报警水位，以提醒管理人员消防水池快没水了，在灭火过程中要考虑采取措施保护消防水泵，如紧急补水、手动停泵等。最低报警水位宜高于最低有效水位 50 ~ 100mm。

消防水池水位示意见图 13、图 14。

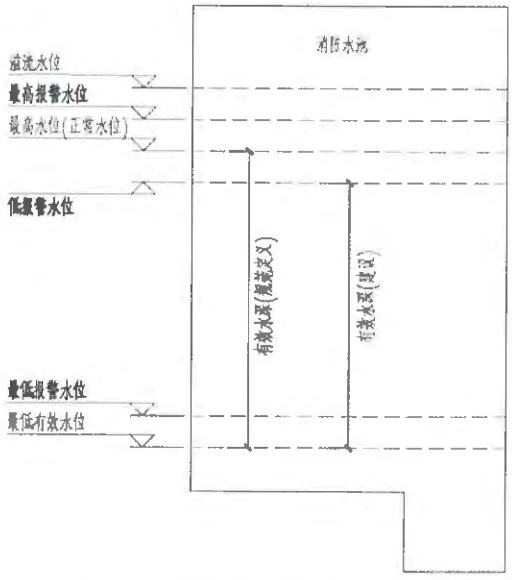


图 13 消防水池水位设置示意图

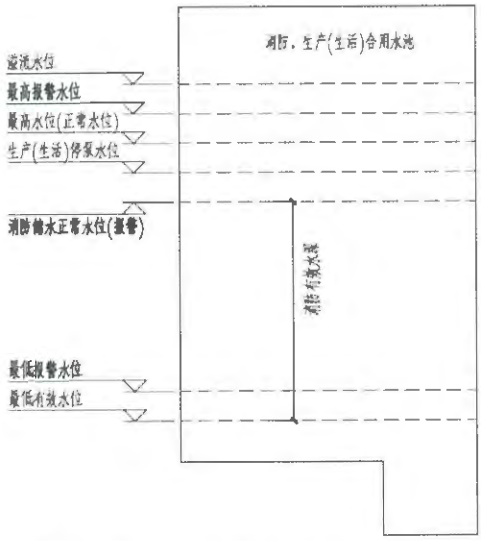


图 14 消防、生产合用水池水位示意图

e 消防水池取水口设置

数据中心储存室外消防用水的消防水池或供消防车取水的消防水池应设置取水口（井），取水口（井）应符合以下要求：

- 取水口（井）与建筑物（水泵房除外）的距离不宜小于 15m；
- 取水口（井）与甲、乙、丙类液体储罐等构筑物的距离不宜小于 40m。

取水口（井）设置见表 14。

表 14 消防水池取水口（井）设置要求

序号	设置原则		设置要求
1	消防取水口（井）保护半径	≤ 150m	每个取水口（井）按 1 个室外消火栓计，可供一台消防车取水，当每格消防水池设多个取水口（井）有困难时，可加大取水口尺寸供 2 台消防车取水。
		> 150m	设室外消火栓泵、室外消防管网及室外消火栓，取水口和室外消火栓联合使用，使得任一建筑均处在取水口或室外消火栓保护范围内。
2	与建筑距离		不宜小于 15m
3	与路边距离		不宜小于 0.5，并不应大于 2m
4	当消防水池分两格（座）时		每格（座）消防水池至少应设 1 个取水口（井）

f 共用水池中消防用水保障措施

消防用水与其他用水（如冷却塔蓄水）共用的水池，应采取确保消防用水量不作他用的技术措施。可采取的技术措施：1）其它用水的出水管置于共用水池的消防水位之上（见图 15）；2）消防用水和其它用水在共用水池隔开，分别设置出水管（见图 16）；3）其它用水出水管采用虹吸管形式，在消防水位处留真空破坏孔（见图 17、18）。

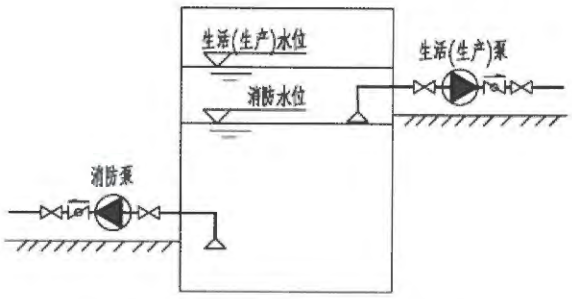


图 15 共用水池消防用水保障措施（一）

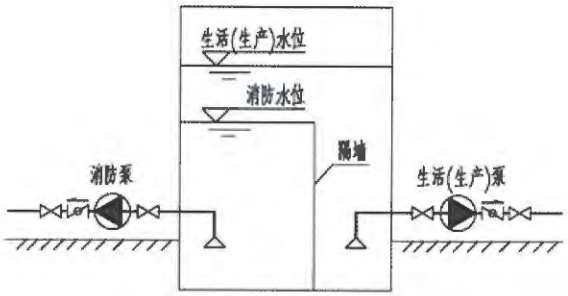


图 16 共用水池消防用水保障措施（二）

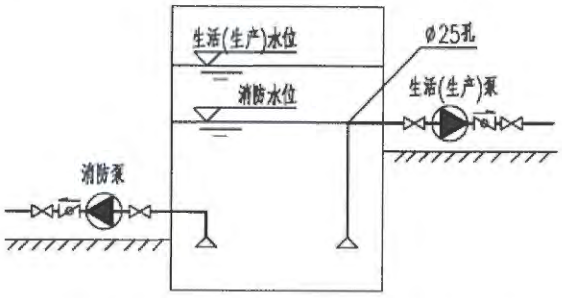


图 17 共用水池消防用水保障措施（三）

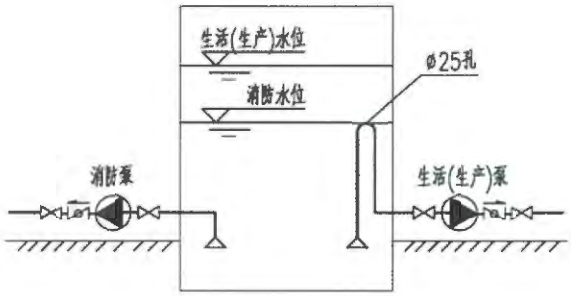


图 18 共用水池消防用水保障措施（四）

（2）消防水泵

a 消防水泵的设置

临时高压消防给水系统、常高压消防给水系统均需设置消防泵。

消火栓给水系统和自动喷水灭火系统宜分别设置消防泵。当与消火栓系统合用消防泵时，自动喷水灭火系统管道应在报警阀前分开。

消防水泵应设置备用泵，其性能应与工作泵性能一致，但下列建筑除外：1）室外消防给水设计流量小于等于 25L/s 的建筑；2）室内消防给水设计流量小于等于 10L/s 的建筑。

b 消防水泵的选用

消防水泵应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974、《消防泵》GB 6245 的要求。

消防水泵宜根据可靠性、安装场所、消防水源、消防给水设计流量和扬程等综合因素确定水泵的形式。

消防水泵的性能应满足消防给水系统所需流量和压力的要求。

消防水泵所配驱动器的功率应满足所选水泵流量扬程性能曲线上任何一点运行所需功率的要求。

消防水泵采用电动机驱动时，应选择电动机干式安装的消防水泵。不能采用潜水泵、管中泵等电动机湿式安装的水泵做为消防水泵。

消防给水同一泵组的消防水泵型号宜一致，且工作泵不宜超过 3 台。多台消

防水泵并联时，应校核流量叠加对消防水泵出口压力的影响。

单台消防水泵的最小额定流量不应小于10L/s，最大额定流量不宜大于320L/s。

消防水泵所需要的扬程宜按下式计算：

$$P = k_2\left(\sum P_f + \sum P_p + 0.01H + P_0\right) \quad (10.1.7)$$

式中：P—消防水泵或消防给水系统所需要的设计扬程或设计压力（MPa）；

k_2—安全系数，可取1.20 ~ 1.40，根据管道的复杂程度和施工中的不确定性取值；

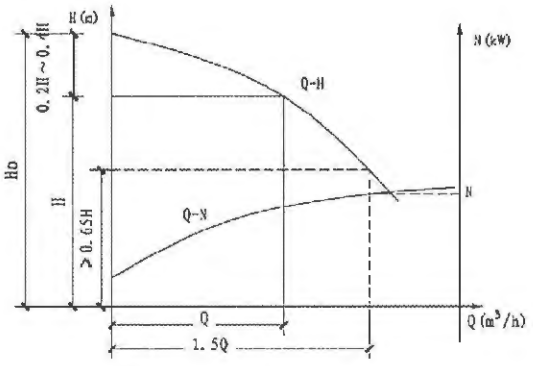
H—高差（m）。当消防水泵从消防水池吸水时，H为最低有效水位至最不利水灭火设施的几何高差；当消防水泵从市政给水管网直接吸水时，H为火灾时市政给水管网在消防水泵入口处的设计压力值的高程至最不利水灭火设施的几何高差。

P_0—最不利点水灭火设施所需的设计压力（MPa）；

P_f—管道沿程水头损失（MPa）；

P_p—管件和阀门等局部水头损失（MPa）；

消防泵流量－扬程性能曲线应为无驼峰、无拐点的光滑曲线，零流量时的压力不应大于设计工作压力的140%，且宜大于设计工作压力的120%。当出流量为设计流量的150%时，其出口压力不应低于设计工作压力的65%，见图19。



注：消防水泵所配驱动器的功率应满足所选水泵流量扬程性能曲线上任何一点运行包括设计流量150%流量时的功率要求。
Q——设计消防流量。
H——设计消防流量时的水泵扬程。
Ho——零流量时的水泵扬程。
N——功率。

图19 消防泵特性曲线要求

c 消防水泵控制要求

消防水泵应由消防水泵出水干管上设置的压力开关、高位消防水箱出水管上的流量开关，或报警阀压力开关等开关信号应能直接自动启动消防水泵。消防水泵房内的压力开关宜引入消防水泵控制柜内。

消防水泵应能手动启停和自动启动，不应设置自动停泵的控制功能，停泵应由具有管理权限的工作人员根据火灾扑救情况确定。消防水泵应设置就地强制启停泵按钮，并应有保护装置。

消防水泵应确保从接到启泵信号到水泵正常运转的自动启动时间不应大于2min。

d 水锤消除装置

消防水泵出水管上的止回阀宜采用水锤消除止回阀，当消防水泵供水高度超过24m时，应采用水锤消除器。当消防水泵出水管上设有囊式气压水罐时，可不设水锤消除设施。

（3）高位消防水箱

a 高位消防水箱设置条件

高层民用建筑、总建筑面积大于10000m² 且层数超过2层的公共建筑和其他重要建筑（如A级数据中心），必须设置高位消防水箱；

其他建筑应设置高位消防水箱，但当设置高位消防水箱确有困难，且采用安全可靠的消防给水形式时，可不设高位消防水箱，但应设稳压泵；自动喷水灭火系统尚需设气压供水设备。气压供水设备的有效水容积，应按系统最不利处4只喷头在最低工作压力下的5min用水量确定；预作用系统设置的气压供水设备，应同时满足配水管道的充水要求。

当市政供水管网的供水能力在满足生产、生活最大小时用水量后，仍能满足初期火灾所需的消防流量和压力时，市政直接供水可替代高位消防水箱。

b 高位消防水箱有效容积

临时高压消防给水系统的高位消防水箱的有效容积应满足初期火灾消防用水

量的要求，高位消防水箱有效容积应符合表 15 规定，高位消防水箱有效容积示意见图 20。

表 15 高位消防水箱有效容积

建筑类型		有效容积
工业建筑	室内消防用水量≤ 25L/s	≥ 12m³
	室内消防用水量＞ 25L/s	≥ 18m³
民用建筑	一类高层公共建筑（建筑高度≤ 100m）	≥ 36m³
	多层公共建筑、二类高层公共建筑	≥ 18m³

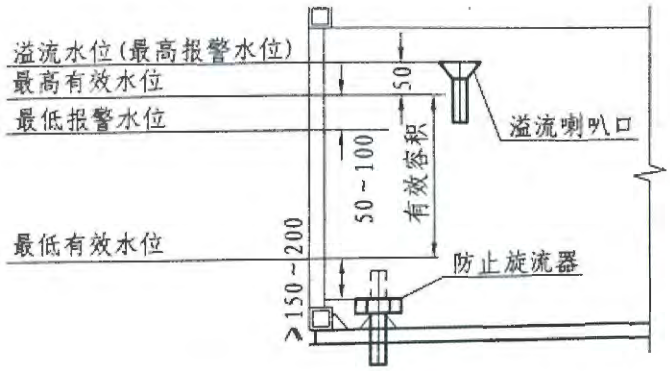


图 20 高位消防水箱有效容积示意图

c 高位消防水箱设置位置

高位消防水箱的设置位置应高于其所服务的水灭火设施，且最低有效水位应满足水灭火设施最不利点处的静水压力，并应符合表 16 的规定。

表 16 高位消防水箱最不利点静水压力

建筑类别		最不利点静水压力
民用建筑	建筑高度超过 100m	≥ 0.15MPa
	一类高层公共建筑	≥ 0.10MPa
	二类高层公共建筑和多层公共建筑	≥ 0.07MPa

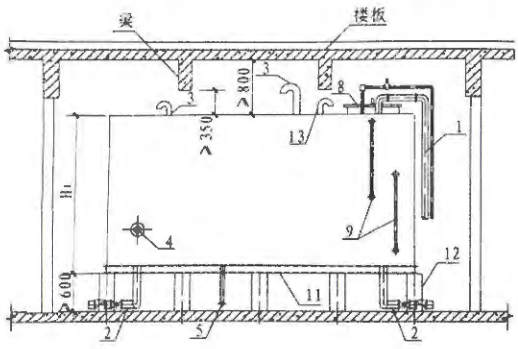
建筑类别		最不利点静水压力
工业建筑	体积＜ 20000m³	≥ 0.07MPa
	体积≥ 20000m³	≥ 0.10MPa

d 高位消防水箱设置要求

当高位消防水箱在屋顶露天设置时，水箱的人孔以及进出水管的阀门等应采取锁具或阀门箱等保护措施；严寒、寒冷等冬季冰冻地区的消防水箱应设置在消防水箱间内，其他地区宜设置在室内，当必须在屋顶露天设置时，应采取防冻隔热等安全措施，使消防水箱环境温度或水温不低于 5℃。

高位消防水箱外壁与建筑本体结构墙面或其他池壁之间的净距，应满足施工或装配的需要，无管道的侧面，净距不宜小于 0.7m；安装有管道的侧面，净距不宜小于 1.0m，且管道外壁与建筑本体墙面之间的通道宽度不宜小于 0.6m，设有人孔的水箱顶，其顶面与其上面的建筑物本体板底的净空不应小于 0.8m。

高位消防水箱进水管的管径应满足消防水箱 8h 充满水的要求，但管径不应小于 DN32，进水管宜设置液位阀或浮球阀；进水管应在溢流水位以上接入，进水管口的最低点高出溢流边缘的高度应等于进水管管径，但最小不应小于 100mm，最大不应大于 150mm；当采用生活给水系统补水时，进水管不应淹没出流，且进水管口的最低点高出溢流边缘的高度尚应符合现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的规定；溢流管的直径不应小于进水管直径的 2 倍，且不应小于 DN100，溢流管的喇叭口直径不应小于溢流管直径的 1.5 倍～ 2.5 倍；高位消防水箱出水管管径应满足消防给水设计流量的出水要求，且不应小于 DN100；高位消防水箱出水管应位于高位消防水箱最低水位以下，并应设置防止消防用水进入高位消防水箱的止回阀；高位消防水箱的进、出水管应设置带有指示启闭装置的阀门。



名称表

编号	名称	编号	名称	编号	名称
1	进水管	6	内人梯	11	型钢底架
2	出水管	7	外人梯	12	基础
3	通气管	8	人 孔	13	电信号管
4	溢流管	9	水位计	—	—
5	泄水管	10	就流防止器	—	—

图 21 消防水箱间剖面示意图

（4）稳压泵

a 稳压泵设置条件

当高位消防水箱不能满足水灭火设施最不利点处的静水压力要求时，应设稳压泵。稳压泵可以与高位消防水箱一起设置在屋顶水箱间，也可以与消防水池一起设置在消防水泵房，稳压泵应设置备用泵。

b 稳压泵流量及压力

稳压泵的设计流量不应小于消防给水系统管网的正常泄漏量和系统自动启动流量；消防给水系统管网的正常泄漏量应根据管道材质、接口形式等确定，当没有管网泄漏量数据时，稳压泵的设计流量宜按消防给水设计流量的 1% ~ 3% 计，且不宜小于 1L/s；消防给水系统所采用报警阀压力开关等自动启动流量应根据产品确定。

稳压泵的设计压力应满足系统自动启动和管网充满水的要求；稳压泵的设计压力应保持系统自动启泵压力设置点处的压力在准工作状态时大于系统设置自动启泵压力值，且增加值宜为 0.07MPa ~ 0.10MPa；稳压泵的设计压力应保持系统最不利点处水灭火设施在准工作状态时的静水压力应大于 0.15MPa。

稳压泵应由消防给水管网或气压水罐上设置的稳压泵自动启停泵压力开关或压力变送器控制。

（5）水泵接合器设置

当数据中心为高层民用建筑、超过五层的其他多层民用建筑、超过 2 层或建筑面积大于 10000m² 的地下或半地下建筑（室）、高层工业建筑和超过四层的多层工业建筑时，室内消火栓给水系统应设置消防水泵接合器。自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统、固定消防炮灭火系统等水灭火系统，均应设置消防水泵接合器。

消防水泵接合器的给水流量宜按每个 10L/s ~ 15L/s 计算。每种水灭火系统的消防水泵接合器设置的数量应按系统设计流量经计算确定，但当计算数量超过 3 个时，可根据供水可靠性适当减少。

水泵接合器应设在室外便于消防车使用的地点，要考虑消防车的停放位置和消防车所需要的转弯半径，其距室外消火栓或消防水池的距离不宜小于 15m，并不宜大于 40m。墙壁消防水泵接合器与墙面上的门、窗、孔、洞的净距离不应小于 2.0m，且不应安装在玻璃幕墙下方。临时高压消防给水系统向多栋建筑供水时，消防水泵接合器应在每座建筑附近就近设置。水泵接合器处应设置永久性标志铭牌，并应标明供水系统、供水范围和额定压力。

6.2 消火栓系统

6.2.1 室外消火栓系统

（1）室外消防给水管网

数据中心应设置室外消火栓系统。

室外消火栓系统分为高压、临时高压和低压给水系统。数据中心园区建筑物室外宜采用低压消防给水系统，当采用市政给水管网供水，除室外消火栓设计流量小于等于 20L/s 时可采用一路消防供水外，应采用两路消防供水；室外消火栓应由市政给水管网直接供水。

室外消火栓采用高压或临时高压消防给水系统时，宜与室内消防给水系统合用。独立的室外临时高压消防给水系统宜采用稳压泵维持系统的充水和压力，见图 22。

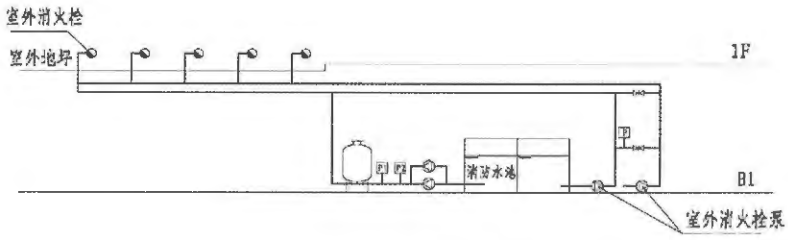


图 22 室外临时高压消防系统稳压示意图

室外消防给水采用两路消防供水时应采用环状管网，但当采用一路消防供水时可采用枝状管网。向室外环状消防给水管网供水的输水干管不应少于两条，当其中一条发生故障时，其余的输水干管应仍能满足消防给水设计流量。消防给水管道应采用阀门分成若干独立段，每段内室外消火栓的数量不宜超过 5 个。建筑的室外给水管道的管径应根据计算得出，但不应小于 100mm。

（2）室外消火栓

数据中心室外消火栓设置应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的规定。

建筑室外消火栓的数量应根据室外消火栓设计流量和保护半径经计算确定，保护半径不应大于 150m，每个室外消火栓的出流量宜按 10L/s ~ 15L/s 计算。

室外消火栓宜沿建筑周围均匀布置，且不宜集中布置在建筑一侧；建筑消防扑救面一侧的室外消火栓数量不宜少于 2 个。

数据中心设有人防工程时，应在出入口附近设置室外消火栓，且距出入口的距离不宜小于 5m，并不宜大于 40m。停车场的室外消火栓宜沿停车场周边设置，且与最近一排汽车的距离不宜小于 7m。

（3）室外消防给水管材

a、室外埋地管道

室外管道埋地时宜采用加强防腐的钢管、球墨铸铁管和钢丝网骨架塑料复合管等管材。管材选择应按系统工作压力、覆土深度、土壤的性质、管道的耐腐蚀能力、可能受到的附加荷载的影响等因素综合确定。不同工作压力下埋地消防管

道管材可按表 17 选用。

表 17 埋地消防管道管材选用表

系统工作压力 H	适用管材
H ≤ 1.20MPa	球墨铸铁给水管、钢丝网骨架塑料复合管
1.20MPa < H ≤ 1.60MPa	钢丝网骨架塑料复合管、加厚钢管、无缝钢管

b、室外架空管道

室外架空管道应选用耐腐蚀、具备防火性能、连接方便可靠的管材。室外架空管道可根据系统工作压力，按表 18 选用。

表 18 架空消防管道管材选用表

系统工作压力 H	适用管材
H ≤ 1.20MPa	热浸镀锌钢管
1.20MPa < H ≤ 1.60MPa	热浸镀锌加厚钢管、热浸镀锌无缝钢管

（4）室外管网敷设

建筑室外给水管网采用架空管道时，其连接方式不宜采用焊接，宜采用法兰、卡压、卡箍（螺纹沟槽连接件）等方式进行连接；当室外架空管道的管径为 DN50 及以下时，应卡压和螺纹的连接方式；当室外架空管道的管径大于 DN50 时，应采用法兰、卡箍的连接方式；当室外架空管道的安装空间狭小时，架空管道应沟槽连接件进行连接；

当室外架空管道处于低于 5℃的环境温度时，架空管道应采取切实可行的防冻措施。

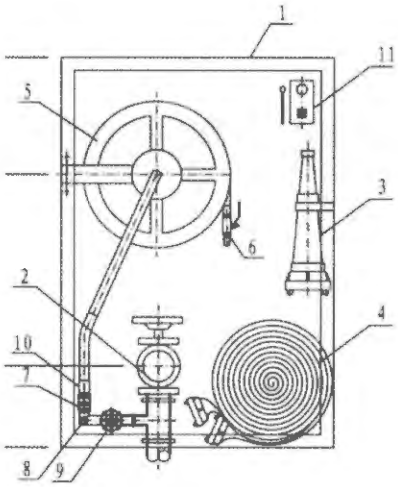
室外消防给水埋地管道的基础、垫层、地基以及回填土压实密度等应满足现行国家的有关标准要求；埋地管道为 DN100 及以上时，埋地管道的三通、堵头以及管道弯头等处应增设钢筋混凝土支墩；消防给水管道不宜穿越建筑基础，当必须穿越时，应采取防护套管等保护措施；埋地金属管道的最小管顶覆土应按地面荷载、埋深荷载和冰冻线对管道的综合影响确定。管道最小管顶覆土不应小于

0.70m；但当在机动车道下时管道最小管顶覆土应经计算确定，并不宜小于0.90m；管道最小管顶覆土应至少在冰冻线以下0.30m。

6.2.2 室内消火栓系统

（1）一般规定

数据中心应设置室内消火栓系统，宜配置消防软管卷盘。数据中心室内环境温度通常不低于4℃，应采用湿式室内消火栓系统。当局部场所室内环境温度低于4℃时，应采取防冻措施。设置室内消火栓的建筑，包括设备层在内的各层均应设置消火栓。带消防软管卷盘的消火栓见图23。



1- 消火栓箱；2- 消火栓；3- 水枪；4- 消防软管卷盘；5- 直流喷雾水枪；6- 快速接口；7- 快速接头；8- 阀门；9- 管套；10- 消防按钮

图23 带消防软管卷盘的消火栓

室内消火栓、阀门等设置地点应设置永久性固定标识。

（2）室内消火栓系统管网

室内消火栓系统管网应布置成环状。当由室外生产生活消防合用系统直接供水时，合用系统除应满足室外消防给水设计流量以及生产和生活最大小时设计流量的要求外，还应满足室内消防给水系统的设计流量和压力要求。室内消火栓竖管管径应根据竖管最低流量经计算确定，但不应小于DN100。消防给水管道的

设计流速不宜大于 2.5m/s。室内消火栓给水管网宜与自动喷水等其他水灭火系统的管网分开设置；当合用消防泵时，供水管路沿水流方向应在报警阀前分开设置。

（3）数据中心消火栓栓口动压和消防水枪充实水柱

室内消火栓栓口动压力不应大于 0.50MPa；当大于 0.70MPa 时必须设置减压装置。数据中心消火栓栓口动压和消防水枪充实水柱要求见表 19。

表 19 数据中心消火栓栓口动压和消防水枪充实水柱

建筑类型		消火栓栓口动压	消防水枪充实水柱
工业建筑		≥ 0.35MPa	13m
民用建筑	高层建筑； 室内净空高度＞ 8m 的场所	≥ 0.35MPa	13m
	其他	≥ 0.25MPa	10m

（4）室内消火栓布置

室内消火栓的布置应满足同一平面有 2 支消防水枪的 2 股充实水柱同时达到任何部位。

室内消火栓应设在走道、楼梯附近等明显易于取用的地点，消火栓的间距应保证同层任何部位有两个消火栓的水枪充实水柱同时到达，以保证建筑物任何部位着火时，都能及时控制和扑救。数据中心消火栓的布置间距不应大于 30m。消防电梯前室应设置室内消火栓，并应计入消火栓使用数量。

消火栓栓口离地面高度宜为 1.10m，栓口出水方向宜向下或与设置消火栓的墙面相垂直。同一建筑物内应采用统一规格的消火栓、水枪和水带。消火栓的栓口直径应为 65mm，水带长度不宜超过 25m，水枪喷嘴口径不应小于 19mm。消防软管卷盘应配置内径不小于 ϕ19 的消防软管，其长度宜为 30m。

数据中心在设置水灭火系统时需重点考虑系统灭火时水渍损失减少到最低限。消火栓箱设置不应降低建筑墙体的防火性能，可采用墙体凹形或者加厚墙的形式。消火栓及其管道应避免布置在计算机房和电力设备间内。

（5）管材及管道敷设要求

埋地管道宜采用球墨铸铁管、钢丝网骨架塑料复合管和加强防腐的钢管等管材，室内架空管道应采用热浸锌镀钢管等金属管材。

埋地管道当系统工作压力不大于 1.20MPa 时，宜采用球墨铸铁管或钢丝网骨架塑料复合管给水管道；当系统工作压力大于 1.20MPa 小于 1.60MPa 时，宜采用钢丝网骨架塑料复合管、加厚钢管和无缝钢管。钢管连接宜采用沟槽连接件（卡箍）和法兰，当采用沟槽连接件连接时，公称直径小于等于 DN250 的沟槽式管接头系统工作压力不应大于 2.50MPa，公称直径大于或等于 DN300 的沟槽式管接头系统工作压力不应大于 1.60MPa。

架空管道当系统工作压力小于等于 1.20MPa 时，可采用热浸锌镀锌钢管；当系统工作压力大于1.20MPa时，应采用热浸镀锌加厚钢管或热浸镀锌无缝钢管。架空管道的连接宜采用沟槽连接件（卡箍）、螺纹、法兰、卡压等方式。当管径小于或等于 DN50 时，应采用螺纹和卡压连接，当管径大于 DN50 时，应采用沟槽连接件连接、法兰连接，当安装空间较小时应采用沟槽连接件连接。

埋地管道的地基、基础、垫层、回填土压实密度等的要求，应根据刚性管或柔性管管材的性质，结合管道埋设处的具体情况，按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收标准》GB 50268 和《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的有关规定执行。消防给水管道不宜穿越建筑基础，当必须穿越时，应采取防护套管等保护措施。

6.3 自动喷水灭火系统

6.3.1 数据中心常用自动喷水灭火系统

自动喷水灭火系统是现有的自动灭火系统中应用最成熟和灭火成功率最高的系统。数据中心常见的自动喷水灭火系统为湿式系统和预作用系统。

（1）自动喷水灭火系统选择

湿式系统管道平时充水，系统简单，闭式喷头受热开启立即喷水。预作用系统在准工作状态时预作用报警阀后配水管道不充水，能防止误喷情况发生；在闭

式喷头尚未动作时由火灾自动报警系统提前启动预作用报警阀组，将系统转化为湿式系统。

湿式系统可用于环境温度不低于4℃且不高于70℃的场所，一般用于数据中心的辅助区（测试机房、总控中心、拆包区、备件库、打印室、维修室等）、行政管理区（如办公室、门厅、值班室、盥洗室、更衣间、用户工作室等）、支持区（如空调机房、消防设施用房、动力站房和柴油发电机房等）。

主机房属于准工作状态时严禁误喷，并严禁管道充水的场所，设置自动喷水灭火系统时一般采用预作用系统。

（2）预作用自动喷水灭火系统自动控制方式选择

预作用自动喷水灭火系统有两种自动控制方式，方式一是仅有火灾自动报警系统直接控制，方式二是由火灾自动报警系统和充气管道上设置的压力开关控制。

采用方式一的预作用系统，配水管道平时既不充水也无需保持一定气压，火灾探测器动作后开启预作用装置，能防止喷头误动作开启供水，但不能及时发现管道漏损。

采用方式二的预作用系统，配水管道平时保持一定气压，可监测管道严密性，以便及时发现管道漏损和喷头意外损坏。火灾探测器和闭式洒水喷头（充气管道上设置的压力开关）两组探测信号，组成“与”门，在两组信号都动作之后才打开预作用装置，能够防止其中一组探测元件误动作时启动系统。该系统存在喷水灭火不及时，不利于控制火灾的缺陷。

对于数据中心主机房，预作用自动喷水灭火系统自动控制方式没有明确规定。考虑发生火灾后，系统能及时喷水、把火灾控制在初期阶段，宜选择方式一。考虑准工作状态严禁管道充水，可以选择方式二。从减少火灾损失角度，建议选择方式一，严格按照施工验收规范和维护保养要求开展日常工作，设计、施工阶段充分考虑管道充水后复位时的排水，就能有效杜绝充水时产生水渍损失的可能性。采用方式一时，配水管道平时可充气，用于检测管道泄漏，管道压力信号为报警信号，不得做为自动喷水灭火系统自动启动信号。

6.3.2 自动喷水灭火系统设计

（1）系统参数

a 基本参数

数据中心自动喷水灭火系统的基本设计参数见表 20。

表 20 数据中心自动喷水灭火系统基本设计参数

最大净空高度 h（m）	建筑性质	火灾危险等级	喷水强度 [L/（min.m²）]	作用面积（m²）
h ≤ 8	民用建筑、厂房	中危险级 I 级	6	160
8 < h ≤ 12	民用建筑	——	12	160
	厂房	——	15	160

注 1、当采用预作用系统时，如果系统采用由火灾自动报警系统和充气管道上设置的压力开关控制预作用装置时，系统的作用面积应按表中规定值的 1.3 倍确定。

注 2、装设网格、栅板类通透性吊顶的场所，系统的喷水强度应按表中规定值的 1.3 倍确定。

注 3、仅在走道设置洒水喷头的闭式系统，其作用面积应按最大疏散距离所对应的走道面积确定。

b 系统的设计流量

系统的设计流量应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 相关规定。

c 预作用系统配水管道充水时间

为了达到系统启动后立即喷水的目的，仅由火灾自动报警系统直接控制的预作用系统，报警阀后配水管道充水时间不宜大于 2min；由火灾自动报警系统和充气管道上设置的压力开关控制的预作用系统，报警阀后配水管道充水时间不宜大于 1min。

（2）系统组件、配件

a 洒水喷头

闭式系统的洒水喷头，其公称动作温度宜高于环境最高温度30℃。数据中心房间温度一般不超过38℃，可采用公称动作温度为68℃的闭式喷头，如遇特殊高温场所，需注意复核喷头公称动作温度。

喷头流量系数K选择参见表21。

表21 喷头流量系数

场所	喷头流量系数K
空间净高≤ 8m	80
8m ＜空间净高≤ 12m	115 或采用非仓库型特殊应用喷头

湿式系统中不做吊顶的场所，配水支管布置在梁下时，采用直立型洒水喷头；吊顶下布置的洒水喷头，采用下垂型洒水喷头或吊顶型洒水喷头，且不宜采用隐蔽式洒水喷头。

预作用系统应采用直立型洒水喷头或干式下垂型洒水喷头。

干式下垂型喷头与普通下垂型喷头不同，接管入口处设管堵头，以防止水进入接管内。火灾时，在喷头玻璃球爆裂、垫圈脱落后，水才能进入接管由喷头喷洒灭火，该喷头可以避免下垂的短立管内积水无法排除的现象。但是因为该喷头的短管长度需提前定制，做好了就无法调节，所以只能根据现场情况定制几种规格的喷头，施工时很难保证喷头安装美观和管道泄水坡度均令人满意，结果往往是配水支管未按0.4%的坡度坡向配水管，局部过低反而影响了排水效果。再者，干式下垂型喷头价格为普通喷头的10倍以上，施工维护复杂，却并不能如设想的那样起到很好的排水效果，故设计预作用系统时，应跟相关专业进行沟通协调，尽量减少必须使用干式下垂型喷头的场所。

喷头如有碰撞风险，宜设置喷头防护罩，保护喷头在使用中免遭机械性损伤。这种专用防护罩不影响喷头动作、喷水灭火性能。

喷头应布置在顶板或吊顶下易于接触到火灾热气流并有利于均匀布水的位置，喷头布置应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 相关规定。

b 报警阀组

当数据中心与其他功能用房合建时，数据中心内的自动喷水灭火系统应设置单独的报警阀组。

对湿式系统、预作用系统，一个报警阀组控制的洒水喷头数应不宜超过 800 只。当配水支管同时设置保护吊顶下方和上方空间的洒水喷头时，应只将数量较多一侧的洒水喷头计入报警阀组控制的洒水喷头总数。

每个报警阀组供水的最高与最低位置洒水喷头，其高程差不宜大于 50m。限制同一报警阀组供水的高、低位置喷头之间的位差，是均衡流量的措施。

预作用系统为了满足充水时间要求，需尽量减小报警阀后管道容积，报警阀组应尽量靠近保护区域设置。

报警阀进出口设置控制阀时，控制阀应采用信号阀或配置能够锁定阀板位置的锁具。

水力警铃应设在有人值班的地点附近或公共通道的外墙上，以保证报警能及时被值班人员或数据中心内其他人员发现。

c 水流报警装置

除报警阀组控制的洒水喷头只保护不超过防火分区面积的同层场所外，每个防火分区、每个楼层均应设水流指示器。水流指示器入口前设置的控制阀应采用信号阀。

d 末端试水装置

每个报警阀组控制的最不利点洒水喷头处应设末端试水装置，其他防火分区、楼层均应设直径为 25mm 的试水阀。

末端试水装置安装于报警阀组控制的最不利点洒水喷头处，工程中可通过调整配水管道路由和管径，改变最不利点位置，以方便末端试水装置或试水阀的设置。

末端试水装置应由试水阀、压力表以及试水接头组成，建议采用有认证的成套设备。试水接头出水口的流量系数，应等同于同楼层或防火分区内的最小流量系数洒水喷头。末端试水装置的出水，应采取孔口出流的方式排入排水管道，排水立管宜设伸顶通气管，且管径不应小于 75mm。末端试水装置如图 24 所示。

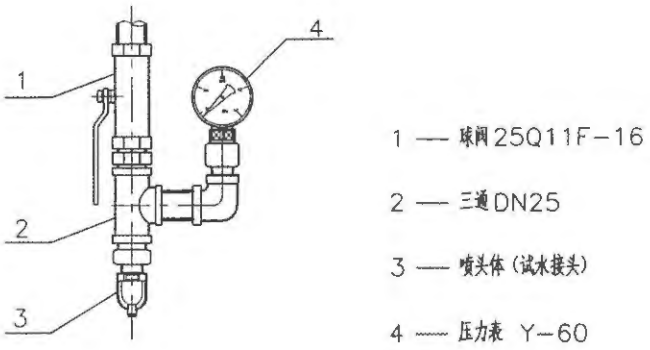


图 24 末端试水装置

末端试水装置和试水阀应有标识，距地面的高度宜为 1.5m，并应采取不被他用的措施。

e 预作用系统的快速排气阀

为在配水管道充水时快速排气，预作用系统的配水管道应设快速排气阀；有压充气管道的快速排气阀入口前应设电动阀，电动阀平时常闭，系统消防泵启动时同一防火分区内所有电动阀打开。

f 其他配件

控制管道静压的区段宜分区供水或设减压阀，控制管道动压的区段宜设减压孔板或节流管。减压设施设置应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的规定。

自动喷水灭火系统应在配水干管顶部、配水管的末端设排气阀，以便管道充水时不存留空气；在管道的最低点设泄水阀，以便检修。

（3）管道

a 管材

自动喷水灭火系统的配水管道可采用内外壁热镀锌钢管、涂覆钢管、铜管、不锈钢管和氯化聚氯乙烯（PVC-C）管。

自动喷水灭火系统常用的管材是内外壁热镀锌钢管。热镀锌钢管的防腐蚀性能远胜于冷镀锌钢管，使用中需要注意区分。

当采用预作用系统时，自动喷水灭火系统可采用防腐性能好的涂覆钢管。涂覆钢管是采用普通钢管为基管，以塑料粉末（如环氧树脂）为涂层材料，在其内表面涂覆一层塑料层，在其外表面涂覆一层塑料层或其他材料防腐层的复合管。该管材需满足《自动灭火系统第 20 部分：涂覆钢管》GB/T 5135.20 的要求。当管径＜ DN50 时采用螺纹连接，管径≥ DN50 时采用沟槽式连接。内外涂覆钢管外形美观且防腐效果较好，可有效延长管道使用寿命，但该管材价格高于内外热镀锌钢管，对施工工艺要求也较高，管道套丝时需将被破坏的涂层处理干净，并用专用修补剂涂覆，方能保证管道严密性和防腐性。

数据中心自动喷水灭火系统采用氯化聚氯乙烯（PVC-C）管时，系统应为湿式系统，并采用快速响应洒水喷头，管材及管件应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的规定。

b 管道设置

当自动喷水灭火系统中设有 2 个及以上报警阀组时，报警阀组前应设环状供水管道。环状供水管道上设置的控制阀应采用信号阀；当不采用信号阀时，应设锁定阀位的锁具。

自动喷水灭火系统高位消防水箱的出水管应设止回阀，并应与报警阀入口前管道连接。

数据中心内配水管两侧每根配水支管控制的标准流量洒水喷头数量不应超过 8 只。同时在吊顶上下设置喷头的配水支管，上下侧均不应超过 8 只。配水支管、配水管控制的标准流量洒水喷头数量，不宜超过表 22 的规定。

表 22 数据中心配水支管、配水管控制的标准流量洒水喷头数量

公称管径（mm）	控制的喷头数（只）
25	1
32	3
40	4
50	8
65	12
80	32
100	64

管道的直径应经水力计算确定，管道水力计算应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的规定。预作用系统为了满足充水时间要求，可通过调整配水干管、配水管管径的方式来减少管道容积。

配水管道的布置，应使配水管入口的压力均衡，数据中心内各配水管入口的压力均不宜大于 0.4MPa。

水平设置的管道宜有坡度，并应坡向泄水阀。充水管道的坡度不宜小于 2‰，预作用系统不充水管道的坡度不宜小于 4‰。预作用系统准工作状态不充水管道的下凹处最低点需设排水阀，并连接排水管将管道积水排出。泄水阀及其连接管的管径可参照表 23 设置。

表 23 泄水管管径

供水管管径（mm）	泄水管管径（mm）
≥100	≤50
65~80	≤40
＜ 65	25

6.4 细水雾灭火系统

6.4.1 概述

细水雾灭火系统能用于扑救相对封闭空间内的可燃固体表面火灾、可燃液体火灾和带电设备的火灾，可用于数据中心的主机房、控制室、变配电室、磁带库、

发电机房等场所或设备的消防保护。

细水雾灭火系统以其无污染，对人体无害，良好的灭火效能，安装、操作、维护简便等优点，日益受到用户青睐。

细水雾灭火系统由供水装置、过滤装置、控制阀、细水雾喷头等组件和供水管道组成。

6.4.2 细水雾灭火机理

细水雾灭火系统对保护对象可实施灭火、抑制火、控制火、控温和降尘的多种方式的保护，其灭火机理可归纳如下：

(1) 高效吸热

由于细水雾的雾滴直径很小，相对表面积较一般水滴大 1680 倍，在火场中能完全蒸发。按 100℃水的蒸发潜热为 2257kJ/kg 计，每只喷嘴喷出的水雾吸热功率约为 300kW。

(2) 窒息

细水雾喷入火场后，迅速蒸发形成蒸汽，体积急剧膨胀，排除空气，在燃烧物周围形成一道屏障阻挡新鲜空气的吸入。当周围的氧气浓度降低到一定水平时，火焰将被窒息、熄灭。

(3) 阻隔辐射热

细水雾喷入火场后，蒸发形成的蒸汽迅速将燃烧物、火焰和烟羽笼罩，对火焰的辐射热具有极佳的阻隔能力，能够有效抑制辐射热引燃周围其它物品，达到防止火焰蔓延的效果。

6.4.3 系统选择

(1) 细水雾灭火系统形式

细水雾灭火系统按系统压力，分为高压细水雾灭火系统、中压细水雾灭火系统；按加压供水设备，分为瓶组式系统、泵组式系统；按喷头形式，分为开式系统、闭式系统；按系统应用范围，分为全淹没应用方式、局部应用方式。细水雾灭火系统参数见表 24。

表 24 细水雾灭火系统参数表

系统型式	高压细水雾灭火系统				中压细水雾灭火系统
	开式系统		闭式系统	闭式预作用系统	开式系统
	泵组系统	瓶组系统	泵组系统	泵组系统	泵组系统
灭火机理	主要为冷却，同时伴有局部稀释氧浓度的窒息灭火				
泵组额定工作压力（MPa）	12 ~ 16	—	12 ~ 16	12 ~ 16	1.5 ~ 3.5
储气瓶（N2）充装压力（MPa）	—	15、20	—	—	—
启动气瓶充装压力（MPa）	—	6	—	—	—
系统工作压力（MPa）	3.5 ~ 16	10 ~ 15	8 ~ 16	8 ~ 16	1.2<P<3.5
喷头最低工作压力（MPa）	3.5、4、7、8、10		8、10		1.2<P<3.5
泵房及防护区环境温度	泵房或储瓶间 5℃ ~ 50℃；防护区 4℃ ~ 50℃				

(2) 数据中心细水雾灭火系统选择

a 主机房、变配电室、电缆隧道、电缆夹层宜选择细水雾开式全淹没应用系统；

b 柴油发电机房宜选择细水雾开式局部应用系统；

c 细水雾灭火系统宜选用泵组系统；

d 数据中心的主机房、变配电室一般采用高压细水雾灭火系统，电缆隧道、电缆夹层、柴油发电机房可采用高压或中压细水雾灭火系统。

6.4.4 设计参数和水力计算

(1) 设计参数

主机房等采用全淹没应用方式的开式系统时，其喷雾强度、喷头的布置间距、安装高度和工作压力，宜经实体火灾模拟试验确定，也可按现行国家标准《细水雾灭火系统技术规范》GB 50898 的有关规定确定。

全淹没应用方式的开式系统，其防护区数量不应大于 3 个。单个防护区的容积和系统设计参数取定应符合现行国家标准《细水雾灭火系统技术规范》GB 50898 规定。

柴油发电机房采用局部应用方式的开式系统时，系统的设计参数应根据产品认证检验时，国家授权的认证检验机构根据现行国家标准《细水雾灭火系统及部件通用技术条件》GB/T 26785 认证检验时获得的试验数据确定，且不应超出试验限定的条件。

开式系统的设计响应时间不应大于 30s。

系统的设计持续喷雾时间应符合表 25 要求。

表 25 系统的设计持续喷雾时间

设置场所	系统设计持续喷雾时间（min）
主机房、变配电室、电缆隧道、电缆夹层	≥ 30
柴油发电机房	≥ 20

(2) 水力计算

细水雾灭火系统的水力计算应符合现行国家标准《细水雾灭火系统技术规范》GB 50898 的规定。

6.4.5 系统水质

细水雾灭火系统水质应符合下列要求：

（1）泵组系统的水质不应低于现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定；

（2）瓶组系统的水质不应低于现行国家标准《瓶（桶）装饮用纯净水卫生标准》GB 17324 的规定；

（3）系统补水水源的水质应与系统的水质要求一致。

6.4.6 系统组件

(1) 细水雾灭火系统采用的产品及组件应符合国家现行相关标准。

(2) 细水雾灭火系统组件、管道和管道附件的公称压力不应小于系统的最大设计工作压力。泵组系统中水泵吸水口至储水箱之间的管道、管道附件、阀门的公称压力不应小于 1.0MPa。

(3) 泵组系统供水装置

a 泵组系统的供水装置宜由储水箱、水泵、水泵控制柜（盘）、安全阀等部件组成。

b 储水箱、泵组系统水泵的设置、应符合现行国家标准《细水雾灭火系统技术规范》GB 50898 的规定。

c 储水箱进出水口处或泵组吸水管上应设置过滤器。过滤器材质应为不锈钢、铜合金或其他耐腐蚀性能相当的材料；过滤器的网孔孔径不应大于喷头最小喷孔孔径的 80%。

(4) 瓶组系统供水装置

a 瓶组系统的供水装置由储水容器、储气容器和压力显示装置等部件组成。

b 储水容器、储气容器均应设置安全阀。

c 瓶组系统的储水量和驱动气体储量应考虑备用量。对于恢复时间超过 48 小时的瓶组系统，应按主用量的 100% 设置备用量。

(5) 阀门

a 分区控制阀

开式系统应按防护区设置分区控制阀。

分区控制阀宜靠近防护区设置，并应设置在防护区外便于操作、检查和维护的位置。

分区控制阀上宜设置系统动作信号反馈装置。当分区控制阀上无系统动作信号反馈装置时，应在分区控制阀后的配水干管上设置系统动作信号反馈装置。

开式系统分区控制阀应具有接收控制信号实现启动、反馈阀门启闭或故障信号的功能；应具有自动、手动启动和机械应急操作启动功能，关闭阀门应采用手动操作方式。

开式系统分区控制阀应在明显位置设置对应于防护区或保护对象的永久性标识，并应标明水流方向。

b 其他阀门、附件

泵组系统每台水泵的出水管应设置止回阀、压力显示装置、安全阀和泄放试验阀等。

泵组系统供水装置安全阀的动作压力应为系统最大工作压力的 1.15 倍。

系统管网的最低点应设置泄水阀。

(6) 喷头

主机房的地板夹层宜选择适用于低矮空间的喷头。

对于设于柴油发电机房等环境条件易使喷头喷孔堵塞的场所，喷头应有相应防护措施且不应影响细水雾喷放效果。

电缆隧道或夹层，喷头宜布置在电缆隧道或夹层的上部，应能使细水雾完全覆盖整个电缆或电缆桥架。

喷头与无绝缘带电设备最小距离不应小于表 26 的规定。

表 26 喷头与无绝缘带电设备的最小距离

带电设备额定电压等级（KV）	最小距离（m）
110 ＜ V≤220	2.2
35 ＜ V≤110	1.1
V≤35	0.5

采用全淹没应用方式的开式系统，防护区内的开口部分宜在系统动作时联动关闭。否则需在开口部位上方增设喷头。

系统应按喷头的型号规格储存备用喷头，其数量不应小于相同型号规格喷头实际设计使用总数的 1%，且分别不应少于 5 只。

6.4.7 管道

采用全淹没应用方式的开式系统，其管网宜均衡布置。

细水雾灭火系统管道应采用冷拔法制造的奥氏体不锈钢钢管，或其他耐腐蚀和耐压性能相当的金属管道。管道材质和性能应符合国家标准《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T 14976–2012 和《流体输送用不锈钢焊接钢管》GB/T 12771–2008 的相关规定。

高压细水雾灭火系统应采用符合现行国家标准《不锈钢和耐热钢牌号及化学成分》GB/T 20878 中规定牌号为 022Cr17Ni12Mo2 的奥氏体不锈钢无缝钢管，或其他耐腐蚀和耐压性能不低于牌号为 022Cr17Ni12Mo2 的金属管道。

补水系统的管道可采用不锈钢焊接钢管。

细水雾灭火系统管道连接件的材质应与管道相同。系统管道宜采用专用接头或法兰连接，也可采用氩弧焊焊接。

设置在有爆炸危险环境中的系统，其管网和组件应采取静电导除措施。

细水雾灭火系统管道应采用防晃金属支、吊架固定在建筑构件上。支、吊架应能承受管道充满水时的重量及冲击。支、吊架应进行防腐蚀处理，并应采取防止与管道发生电化学腐蚀的措施。

6.4.8 控制

泵组系统应具有自动、手动控制方式。瓶组系统应具有自动、手动和机械应急控制方式。

开式系统应在接收到两个独立的火灾报警信号后自动启动。“接收到两个独立的火灾报警信号后自动启动”是指只有当两种不同类型或两独立回路中同一类型的火灾探测器均检测出防护场所的火灾信号时，才能发出启动灭火系统的指令。

在消防控制室内和防护区入口处，应设置系统手动启动装置。

手动启动装置和机械应急操作装置应能在一处完成系统启动的全部操作，并应采取防止误操作的措施。手动启动装置和机械应急操作装置上应设置与所保护场所对应的明确标识。

各防护区入口处应设置声光报警装置和系统动作指示灯。

火灾报警联动控制系统应能远程启动消防水泵或瓶组及开式系统分区控制阀，并应能接收水泵的工作状态、分区控制阀的启闭状态及细水雾喷放的反馈信号。

系统应设置备用电源，主、备电源应能自动和手动切换。

系统启动时，应联动切断带电保护对象的电源，并应同时切断防护区内或保护对象的可燃液体供给。

6.4.9 系统安装与调试

(1) 系统安装

细水雾灭火系统安装应符现行国家标准《细水雾灭火系统技术规范》GB 50898 的规定，其中：

a 喷头与管道的连接采用端面密封或 O 型圈密封，不应采用聚四氟乙烯、麻丝等作为密封材料；

b 管道之间或管道与管接头之间的焊接采用对口焊接。系统管道焊接时，应使用氩弧焊工艺，并应使用性能相容的焊条；

c 管道安装固定后，应进行冲洗。冲洗合格后应进行水压试验，试验压力应为系统工作压力的 1.5 倍。试压合格后采用压缩空气或氮气吹扫，吹扫压力不大于管道设计压力。

(2) 系统调试

系统调试包括泵组、稳压泵、分区控制阀的调试和联动试验。

系统的联动试验对于允许喷雾的防护区，应至少在 1 个区进行实际细水雾喷放试验。对于不允许喷雾的防护区，可进行模拟喷放试验。

开式系统的联动试验，如果进行实际喷放试验，可采用模拟火灾信号启动系统，分区控制阀、泵组或瓶组应能及时动作并发出动作信号，反馈装置及时发出系统启动的反馈信号，相应保护区内的喷头应喷出细水雾。进行模拟喷放试验时，手动开启泄放试验阀，采用模拟信号启动系统，泵组或瓶组及时动作并发出相应

信号，反馈装置应能及时发出系统启动的反馈信号。联动试验时，相应场所入口处的警示灯应动作。当系统需与火灾自动报警系统联动时，可利用模拟火灾信号进行试验。

系统调试合格后应用压缩空气或氮气吹扫，将系统恢复至准工作状态。

6.4.10 维护管理

(1) 使用单位应使系统处于正常运行状态；

(2) 系统的维护管理应由经过培训的人员承担，应按现行国家标准《细水雾灭火系统技术规范》GB 50898 的规定进行日检、月检、季检和年检，检查中发现的问题应及时处理；

(3) 系统发生故障并需停用进行维修时，应经消防责任人批准并在采取相应的防范措施后进行；

(4) 当改变保护区用途或房间布局或可燃物特性等可能影响系统的灭火有效性时，应对系统进行校核或重新设计。

6.5 水喷雾灭火系统

6.5.1 概述

水喷雾灭火系统是在自动喷水灭火系统基础上发展起来的，该系统采用特殊专用水雾喷头，将水流分散为细小的水雾滴来灭火（喷出粒径在0.3~0.8mm左右），细小的水雾滴几乎可完全汽化，冷却效果好。其灭火机理主要是表面冷却、蒸汽窒息、乳化和稀释作用等。水喷雾系统是一种局部灭火系统，可用于扑救固体物质火灾、丙类液体火灾和电气火灾，并可用于乙、丙类液体储存装置的防护冷却。

水喷雾灭火系统一般用于数据中心柴油发电机组的灭火。

6.5.2 设计参数

（1）水雾喷头工作压力

用于灭火时，水雾喷头的工作压力不应小于 0.35MPa。

（2）系统响应时间

系统响应时间是指自启动系统供水设施起，至系统中最不利点水雾喷头喷出水雾的时间。用于灭火时，系统响应时间不应大于 60s。

（3）系统保护面积

水喷雾灭火系统保护面积可按以下原则确定：

a 按保护对象的规则外表面面积确定；

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

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

（4）喷雾强度和持续喷雾时间

系统的供给强度、持续供给时间应符合下表 27 的规定。

表 27 喷雾强度和持续喷雾时间表

防护目的	保护对象		供给强度 L/（min·m^2）	持续供给时间 h
灭火	固体物质火灾		15	1
	液体火灾	闪点 60–120℃的液体	20	0.5
	电气火灾	电缆	13	0.4

（5）喷头基本要求

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：

$$R = Ban\frac{\theta}{2}$$

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（°）

保护对象为发电机、油断路器、汽轮机油箱时，水雾喷头宜布置在保护对象的顶部周围，并应使水雾直接喷向并完全覆盖保护对象。

6.5.3 系统设置

(1) 系统设计流量

水雾喷头的流量应按下式计算：

$$q=K\sqrt{10P}$$

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，取值由喷头制造商提供。

(2) 保护对象所需水雾喷头的计算数量应按下式计算：

$$N=\frac{SW}{q}$$

式中：N——保护对象所需水雾喷头的计算数量（只）；

S——保护对象的保护面积（m^2）；

W——保护对象的设计供给强度 [L/（min · m^2）]。

(3) 系统的计算流量应按下式计算：

$$Q_j=\frac{1}{60}\sum_{i=1}^{n}q_i$$

式中：Qj——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（只）；

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计算。

(4) 系统的设计流量应按下式计算：

$$Q_s=kQ_j$$

式中：Qs——系统的设计流量（L/s）；

k——安全系数，应不小于 1.05。

6.5.4 系统控制

(1) 系统应具有自动控制、手动控制和应急机械启动三种控制方式；

(2) 数据中心柴油发电机房一般采用火灾自动报警系统联动控制。与系统联动的火灾自动报警系统的设计应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的规定，且火灾自动报警系统应采用两个独立火灾探测器的报警信号进行联动控制。

6.6 气体灭火系统

6.6.1 概述

（1）数据中心常用的气体灭火系统

气体灭火系统灭火具有效率高，速度快，灭火后对物体不造成损坏，无污染，不留痕迹，通风后可以迅速恢复使用等优点，已经在数据中心广泛应用。

目前国内数据中心常使用的气体灭火系统主要有：七氟丙烷气体灭火系统、IG541 气体灭火系统、IG100 气体灭火系统等三大类。

（2）气体灭火系统的总体要求

- 灭火性能：灭火效率高，具有良好的灭火性能
- 环境指标：臭氧层的耗损潜能值 ODP 小或为 0；温室效应潜能值 GWP 小或为 0；
- 安全性能：长期贮存稳定性；化学物质及燃烧和分解产物的低度性；对设备腐蚀小；对人体的伤害小；
- 实用性：良好的电绝缘性；快速的分解速度；灭火剂残留物少或为 0；
- 经济性：经济合理，可接受的市场价格。

（3）气体灭火系统的主要技术性能及参数

各种灭火系统的主要技术性能及参数见表 28。

表 28 灭火系统的主要技术性能及参数表

系统类型	七氟丙烷灭火系统			IG541 混合气体灭火系统		IG100 氮气灭火系统	
剂名称	HFC-227ea			IG541 （含：氮气 48.8% ~ 55.2%， 氩气 37.2% ~ 42.8%， 二氧化碳 7.6% ~ 8.4%）		IG100	
剂储存状态	液态			气态		气态	
压力 （20℃）	2.5MPa	4.2MPa	5.6MPa	15MPa	20MPa	15MPa	20MPa
工作压力 ）	4.2MPa	5.3MPa	8.0MPa	17.2MPa	23.2MPa	17.2MPa	23.2MPa
口工作压力 绝对压力）	⩾ 0.6MPa	⩾ 0.7MPa	⩾ 0.8MPa	⩾ 2.0MPa		不得小于厂家注册值	
设计浓度	①图书、档案、票据和文物资料库宜采用 10%； ②油浸变压器室、带油开关的配电室和自备发电机房宜采用 9%； ③通讯机房、电子计算机房宜采用 8%			①固体表面火灾不应小于 36.53%； ②其他火灾类型不应小于规范规定灭火浓度的 1.3 倍		①固体表面火灾不应小于 36 ②液体、气体火灾不应小于 43.7%； ③电子产品及通讯设备火灾（电火灾）不应小于 40.3%	
剂喷放时间 t	主机房，t ⩽ 8s；其他，t ⩽ 10s			48s ⩽ t ⩽ 60s		⩽ 60s	
浸渍时间	主机房，⩾ 5min			⩾ 10min		⩾ 10min	
剂环境温度	−10℃ ~ 50℃			−10℃ ~ 50℃		0℃ ~ 50℃	

系统类型	七氟丙烷灭火系统		IG541 混合气体灭火系统	IG100 氮气灭火系统
方式	全淹没		全淹没	全淹没
剂输送距离（当度）	内贮压系统：2.5MPa ≤ 30m； 4.2MPa ≤ 45m；5.6MPa ≤ 60m 外储压系统：4.2MPa ≤ 150		≤ 150m	15MPa ≤ 150m 20MPa ≤ 200m
区面积 S 与容限制	预制灭火系统： S ≤ 500m² V ≤ 1600m³	组合分配式灭火系统 S ≤ 800m² V ≤ 3600m³	S ≤ 800m² V ≤ 3600m³	S ≤ 800m² V ≤ 3600m³
方式	外储压采用减压阀		15MPa：减压孔板 20MPa：减压阀	15MPa：减压孔板 20MPa：减压阀
机理	抑制燃烧的化学链反应，兼具冷却及降低氧浓度即窒息的物理作用		将燃烧区中氧的浓度降到维持燃烧所需的浓度以下，实现窒灭火；保持人能呼吸的有氧水平	
类型	七氟丙烷灭火系统		IG541 混合气体灭火系统	IG100 氮气灭火系统
剂占地面积	充装量高，瓶组数量少，占地面积小		固定充装量，充装量少，瓶组数量多，占地面积大	
境的影响	有影响		无影响	无影响

系统类型	七氟丙烷灭火系统	IG541 混合气体灭火系统	IG100 氮气灭火系统
备的影响	灭火时产生的氢氟酸，具有腐蚀性	喷嘴末端压力高，可能对吊顶或灯具等有损害	
的危害	七氟丙烷的无毒性反应浓度（NOAEL 浓度）为 9%，有毒性反应浓度（LOAEL 浓度）为 10.5%。 七氟丙烷在灭火过程中会分解出微量的氢氟酸的有害气体，散发着刺鼻的气味，有一定的腐蚀性。	IG541、IG100 的无毒性反应浓度（NOAEL 浓度）为 43% 毒性反应浓度（LOAEL 浓度）为 52%。 可能对人体会出现的危害：机械伤害、噪音伤害、低温伤	

注：表中IG100气体灭火系统参数参照《惰性气体灭火系统技术规程》CECS 312：2012及《建筑给水排水设计
的相关要求。

6.6.2 气体灭火系统设计

（1）一般规定

a 气体灭火防护区宜以单个封闭空间划分；同一区间的吊顶层和架空地板下需同时保护时，可合为一个防护区。防护区的面积、容积要求见表 33；

b 两个或两个以上的防护区采用组合分配系统时，七氟丙烷、IG541、IG100 灭火系统的一个组合分配系统所保护的防护区不应超过 8 个；

c 气体灭火系统的储存装置 72h 内不能重新重装恢复工作时，应按系统原储存量的 100% 设置备用量；

d 防护区内设置预制灭火系统时，其充压压力不应大于 2.5MPa；

e 采用预制灭火系统的防护区，装置数量不宜超过 10 台；

f 设有气体灭火系统的数据中心，应配置专用空气呼吸器或氧气呼吸器；

g 防护区应设置泄压口。泄压口泄压面积应按相应气体灭火系统的设计规定计算。泄压口宜设在外墙上；当防护区无外墙时，可设在与走廊相邻的内墙上。泄压口平时常闭，达到动作压力时开启。七氟丙烷气体灭火系统泄压口应设在防护区净高的 2/3 以上部位，即泄压口下沿不低于防护区净高的 2/3。泄压口安装位置应保证泄压口正常开启，并且便于现场安装，泄压口两侧宜有 0.5 米的净空；

h 储瓶间装置的布置，应便于操作、维修及避免阳光照射。操作面距墙面或两操作面之间的距离不宜小于 1.0 m，且不应小于储存容器外径的 1.5 倍；

i 灭火剂喷放前，防护区内除泄压口外的开口应能自行关闭。

（2）设计计算

a 气体消防系统的设计计算应符合现行国家、地方有关规范、规程的要求；

b 防护区的灭火设计用量应根据防护区内可燃物相应的灭火设计浓度经计算确定。几种可燃物共存时，灭火设计浓度应按照其中最大的灭火设计浓度确定；

c 气体灭火防护区内灭火设计浓度或实际使用浓度，不应大于有毒性反应浓度（LOAEL 浓度）；

d 气体灭火系统的灭火剂储存量，应为防护区的灭火设计用量、储存容器

内的灭火剂剩余量和管网内的灭火剂剩余量之和。组合分配系统的灭火剂储存量，应按照储存量最大的防护区确定；

e 气体灭火系统的设计温度，应采用20℃；

f 七氟丙烷、IG541灭火系统的灭火设计浓度、灭火剂设计喷放时间、灭火浸渍时间的确定及灭火设计用量、系统灭火剂储存量、灭火剂输送管网和防护区泄压口面积的设计计算应符合现行国家标准《气体灭火系统设计规范》GB 50370的相关规定；

g IG100灭火系统的灭火设计浓度、灭火剂设计喷放时间、灭火浸渍时间的确定及灭火设计用量、系统灭火剂储存量、灭火剂输送管网和防护区泄压口面积的设计计算可依据《惰性气体灭火系统技术规程》CECS 312：2012的相关规定执行；

h 七氟丙烷、IG541、IG100灭火设计用量计算中的海拔高度修正系数（K）可按表29计取。

表29 海拔高度修正系数

海拔高度（m）	修正系数
−1000	1.130
0	1.000
1000	0.885
1500	0.830
2000	0.785
2500	0.735
3000	0.690
3500	0.650
4000	0.610
4500	0.565

（3）管材及管道敷设

a 输送气体灭火剂的管道应采用无缝钢管。其质量应符合现行国家标准《输送流体用无缝钢管》GB/T8163、《高压锅炉用无缝钢管》GB5310 等的规定。无缝钢管内外应进行防腐处理，防腐处理宜采用符合环保要求的方式；

b 输送启动气体的管道，宜采用铜管，其质量应符合现行国家标准《拉制铜管》GB1527 的规定；

c 管道的连接，当公称直径小于或等于 80mm 时，宜采用螺纹连接；大于 80mm 时，宜采用法兰连接。钢制管道附件应内外防腐处理，防腐处理宜采用符合环保要求的方式；

d 螺纹连接时，可采用聚四氟乙烯胶带或厌氧胶带作为密封材料；

e 气体灭火剂输送管道不宜穿越结构变形缝；

f 灭火剂输送管道不宜露天设置；

g 经过电池室和变电、配电场所的管网. 以及布设在以上场所的金属箱体等，应设防静电接地；

h 喷头的布置应满足气体灭火剂喷放时在防护区内均与分布的要求，应符合规范、规程的要求；喷头宜贴近防护区的顶面安装，距顶面的最大距离不宜大于 0.5m。

（4）系统控制要求

a 采用气体灭火系统的防护区，应设置火灾自动报警系统，其设计应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的规定，并应选用灵敏度级别高的火灾探测器；

b 管网灭火系统应设自动控制、手动控制和机械应急操作三种启动方式。预制灭火系统应设自动控制和手动控制两种启动方式；

c 采用自动控制启动方式时，根据人员安全撤离防护区的需要，应有不大于 30s 的可控延迟喷射；对于平时无人工作的防护区，可设置为无延迟的喷射；

d 自动控制装置应在接到两个独立的火灾信号后才能启动。手动控制装置

和手动与自动转换装置应设在防护区疏散出口的门外便于操作的地方，安装高度为中心点距地面 1.5m。机械应急操作装置应设在储瓶间内或防护区疏散出口门外便于操作的地方；

e 气体灭火系统的操作与控制，应包括对开口封闭装置、通风机械和防火阀等设备的联动操作与控制；

f 设有消防控制室的场所，各防护区灭火控制系统的有关信息，应传送给消防控制室。

6.6.3 气瓶压力远程监控系统

《气体灭火系统及部件》GB 25972-2010 规定，每个瓶组必须有检漏装置（压力显示器或称重装置），用以检查储存压力或灭火剂泄漏量，当储存压力低于最低工作压力时或压力损失减少 10% 时，应及时加以补充，以确保灭火系统有效灭火。

目前，市场上大部分气体灭火系统采用的的是两种压力表：开关式压力表和持常压式压力表。数据中心储瓶间的钢瓶数量较多，每月需对灭火剂和驱动气体储存容器内的压力进行检查。气瓶压力远程监控系统，可以集中监控气体灭火系统气瓶压力，使相关人员远程掌握气体灭火系统钢瓶的压力状况，对瓶组的安全隐患及时发现排除，保证系统的工作可靠。

气瓶压力远程监控系统可接受压力开关节点信号，亦可接收压力变送器模拟信号、数字远传传输信号：

a 当压力感知元件采用压力开关时，若瓶组内压力低于系统最小工作压力，压力开关动作，输出信号源。监控系统在一个采样周期内读取压力开关输入端口电平数值，并通过基准电路进行比较，可排除噪声干扰信号。当系统确定电平异常时，系统发出声光警报，液晶屏可显示报警瓶组的对应编号；

b 当压力感知元件为压力变送器时，系统可实时显示瓶组压力数值；

c 当压力感知元件为数字探测元件时，系统可实时显示瓶组压力、温度等数值。可结合温度正确判断压力值是否正常。

6.6.4 消防钢瓶爆裂预警探测装置及系统

（1）概述

气体灭火系统在数据中心普遍应用，消防钢瓶压力较高，钢瓶爆炸是气体灭火系统的安全隐患之一，国内已发生多起消防钢瓶爆裂爆炸事故。

钢瓶发生爆裂爆炸之前，表面出现 0.001–0.1mm 的微变形量，而且该变形量发生的时间不确定、位置不确定。当材料的变形量超过 10% 时，钢瓶将会以声速撕裂产生爆炸。消防钢瓶爆裂预警探测装置通过特种传感器，能够全方位及时捕捉到钢瓶在爆裂前表面局部出现的微变形量，从而使得消防钢瓶爆裂预警系统预测到钢瓶爆裂的时刻和部位。

消防钢瓶爆裂预警探测装置具有24 小时实时在线监测气瓶自身的安全状态，在气瓶爆裂爆炸之前定位出险点（问题气瓶），记录并远程传输，有效排除气瓶爆裂爆炸的安全隐患，无及时操作可自动泄压，从而防止气瓶爆裂爆炸事故的发生。采用气体灭火系统的数据中心可配置消防钢瓶爆裂预警探测装置，以实时在线监测消防钢瓶自身的安全状态。

（2）系统说明

消防钢瓶设置消防钢瓶爆裂预警探测装置，对钢瓶进行实时在线监测预警，以防止钢瓶的爆裂爆炸。

a 系统组成

消防钢瓶爆裂预警探测装置及系统由变形量探测线、监控盒、主动泄放装置、控制器和报警网络等组成，见图 25。

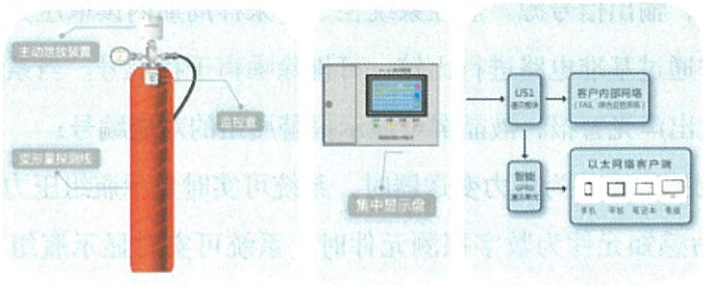


图 25 消防钢瓶爆裂预警探测装置及系统组成

变形量探测线：是按一定的间距，以螺旋方式固化在气瓶外表面，用于监测气瓶表面微形变的传感元件。

监控盒：具有接受变形量探测线的报警信号、进行模拟检查等功能。其上设有工作指示灯、故障指示灯、报警指示灯、模拟检查指示灯等。监控盒预留有主动泄压输出端子，连接主动泄放装置后，可以进一步控制主动泄放装置开启完成泄压动作，防止爆炸的发生。并还可预留有气瓶压力、气体灭火剂水分等参数的测量端。

主动泄放装置：设置在气瓶的容器阀上，接受监控盒的放气驱动信号，动作并完成气瓶的放气泄压过程的部件。

控制器：接受来自多个监控盒的报警信号，集中显示并储存监控盒的地址、数量、报警时间等信息，并能够向外输出爆裂预警探测装置的故障、报警信号的部件。并可预留有线及无线信号传输端。

b 工作原理

消防钢瓶爆裂预警探测装置设置在气瓶的外壁上，在瓶体发生物理爆炸之前，设置在瓶体上的变形量探测线能够感知到气瓶外壁局部的物理微变形，给出报警信号，监控盒接收到探测线的报警信号，将信号传送给控制器，控制器发出声光报警，并在显示窗口显示报警气瓶号，控制器可接受多个监控盒的报警信号，显示并储存监控盒的位置、数量、报警时间、故障等信息，作为一个报警点接入火灾自动报警系统，或者通过通讯模块实现与客户内部网络或者以太网进行通讯。消防钢瓶爆裂预警装置及系统选用了主动泄放装置时，可通过监控盒打开主动泄放装置，使气瓶内气体泄放，压力降低，防止气瓶爆炸的发生。

消防钢瓶爆裂预警探测装置及系统与在线压力监测装置配套集成，共同远程在线监测钢瓶安全状态，可以减少运营管理人员的巡检工作量。

6.6.5 气体灭火系统安装、调试、验收

七氟丙烷气体灭火系统、IG541 气体灭火系统安装、调试、验收应符合现行国家标准《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263 的规定；IG100 气体灭火

系统安装、调试、验收应符合项目所在地地方标准，可参考 CECS 312–2012：《惰性气体灭火系统技术规程》。

（1）系统安装

a 管道支、吊架的最大间距见表 30；

表 30 气体灭火剂输送管道支、吊架的最大间距

公称直径（mm）	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
最大间距（m）	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.3	5.0	5.2

b 管道末端应采用防晃支架固定。支架与末端喷嘴之间的距离不应大于 500mm；

c DN ≥ 50mm 的灭火剂主干管道，其垂直方向和水平方向至少应各安装一个防晃支架；当穿过建筑物楼层时，每层应设一个防晃支架。当水平管道改变方向时，应增设防晃支架；

d 灭火剂储存装置的泄压装置、集流管上的泄压装置的泄压方向不应朝向操作面；

e 气动驱动装置的管道安装后应做气压严密性试验；灭火剂输送管道安装完毕后，应进行强度试验和气压严密性试验。

（2）系统调试、验收

应对所有防护区或保护对象进行模拟启动试验、模拟喷气试验。

设有灭火剂备用量且储存容器连接在同一集流管上的系统应进行模拟切换操作试验。

应对主、备用电源进行切换试验。

6.6.6 气体灭火系统维护管理

七氟丙烷气体灭火系统、IG541 气体灭火系统维护管理应符合现行国家标准《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263 的规定；IG100 气体灭火系统维护管理应符合项目所在地地方标准，可参考 CECS 312–2012：《惰性气体灭火系统

技术规程》。

（1）气体灭火系统应由经过专门培训，并经考试合格的专人负责定期检查和维护；

（2）气体灭火系统应按规定进行日检、月检、季检和年检。及时补充漏损灭火剂、驱动气体，对防护区进行模拟启动试验；

（3）钢瓶的维护管理应按国家现行《气瓶安全技术规程》的规定执行。依据《气瓶安全技术规程》TSG 23-2021，气体灭火系统钢瓶检验周期见表 31。

表 31 气体灭火系统钢瓶检验周期

系统类型	七氟丙烷灭火系统	IG541 混合气体灭火系统	IG100 氮气灭火系统
钢瓶检验周期	每 3 年一次	每 3 年一次	每 5 年一次

6.7 探火管灭火装置

6.7.1 概述

探火管灭火装置，也称为火探管灭火装置或感温自启动灭火装置，是采用探火管自动探测火灾并能启动喷射的预制灭火装置。具有经济实用，灭火迅速等优点。对于空间较大，且只有部分设备需要重点保护的房间（如变配电室），为进一步降低工程造价，可仅对设备（如配电柜）采取局部保护措施。

探火管是可以自动探测火灾、启动灭火装置并能输送灭火剂的充压非金属软管。

6.7.2 灭火装置形式

按工作原理、探火管灭火装置可分为直接式探火管灭火装置和间接式探火管灭火装置。

直接式探火管灭火装置，是将探火管作为火灾探测、装置启动、灭火剂释放部件的灭火装置。间接式探火管灭火装置，是将探火管作为火灾探测及启动部件，释放管、喷头作为灭火剂释放部件的灭火装置。

按应用方式，探火管灭火装置可分为全淹没灭火方式和局部应用灭火方式；全淹没灭火方式是在规定的时间内，向防护区喷放设计用量的灭火剂，并使其均匀地充满整个防护区的灭火方式。局部应用灭火方式，是以设计喷射强度向保护对象直接喷射灭火剂，并持续一定时间的灭火方式。

按充装的灭火剂种类，探火管灭火装置可分为干粉类探火管式灭火装置和气体类探火管式灭火装置。干粉类探火管式灭火装置，主要包括 ABC 干粉探火管灭火装置、BC 干粉探火管灭火装置、超细干粉探火管灭火装置。气体类探火管式灭火装置，主要包括二氧化碳探火管灭火装置、七氟丙烷探火管灭火装置。

6.7.3 设计计算

（1）防护区相关要求

a 直接式七氟丙烷探火管灭火装置保护的防护区最大单体容积不应大于 $6m^3$；直接式二氧化碳探火管灭火装置保护的防护区最大单体容积不应大于 $3m^3$；

b 间接式探火管灭火装置保护的防护区最大单体容积不应大于 $60m^3$；

c 防护区应有实际的底面，且不能关闭的开口面积不应大于总内表面积的 1%；

d 除上述规定外，应按现行国家标准《二氧化碳灭火系统设计规范》GB50193、《气体灭火系统设计规范》GB50370 和《干粉灭火系统设计规范》GB50347 的规定执行。

（2）设计计算

a 全淹没灭火方式灭火剂设计用量，以及释放管和喷头的设计应按现行国家标准《二氧化碳灭火系统设计规范》GB50193、《气体灭火系统设计规范》GB50370 和《干粉灭火系统设计规范》GB50347 的规定执行；

b 局部应用体积法灭火剂设计用量应按下式计算：

$$M=V_L \times q \times t$$

式中：

M– 灭火剂设计用量（kg）：

V_L– 保护对象的计算体积（m^3）

q– 喷射强度 [kg/（·m^3）

t– 喷射时间（s）

c 部用面积法灭火剂设计用应按下式计算：

$$M=t\sum_{i=1} Qi$$

式中：N 一喷头数量；

Qi– 单个喷头的灭火剂质量流量（kg/s）

6.7.4 灭火装置选择

探火管灭火装置适用于数据中心内带有外壳的小型设备，例如：数据机柜、高低压配电柜、环网柜、配电柜、电容柜、UPS 柜、电缆沟、带槽盒的电线电缆槽或桥架、电缆交叉、密集及中间接头等部位、通讯设备、空调主机等。

对于大型变电所的环网柜宜采用间接式探火管。

对于柴油发电机房的储油间，空间狭小无法在房间内放置气体灭火装置时，宜根据厂家提供的技术参数采用相应的探火管装置。

数据中心宜选用七氟丙烷探火管灭火装置，并采用全淹没灭火方式。应符合《探火管灭火装置技术规程》CECS 345：2013、现行国家标准《气体灭火系统设计规范》GB 50370 的规定。

6.7.5 探火管灭火装置布置要求

(1) 局部应用灭火工程设计应符合下列规定：

a. 探火管与保护对象之间不应有遮挡物；

b. 直接式探火管灭火装置设计应采用体积法，间接式探火管灭火装置设计可采用体积法或面积法；

c. 采用体积法设计时，应符合下列规定：

1) 直接式探火管灭火装置保护对象应有实际围封结构，围封结构应有实际的底面，且任一面距保护对象的最大距离不应大于 1.0m，围封结构不能关闭开口的面积不应大于总内表面积的 5%，保护对象的计算体积取实际围封结构的体积；

2) 间接式探火管灭火装置保护对象的计算体积应采用假定的封闭罩的体积，封闭罩的底应是保护对象的实际底面。封闭罩的侧面及顶部当无实际围封结构时，假想面至保护对象外缘的距离为：采用二氧化碳、七氟丙烷时不应小于 0.6m，采用干粉时不应小于 1.5m；

3) 体积法的保护对象应满足注册条件，其喷射强度应取 1.3 倍注册数据，注册方法按《探火管灭火装置技术规程》CECS 345：2013 相关规定执行；

d. 采用面积法设计时，喷头布置应遵循使计算面积内不留空白原则；选择局部应用喷头应基于制造商注册数据；

e. 喷射时间不应小于 1.5 倍灭火时间注册数据；

f. 1 套直接式探火管灭火装置保护的防护区或保护对象不宜大于 6 个；1 个防护区设置的间接式探火管灭火装置不应超过 4 套，并应能同时启动，其动作响应时差不应大于 2s；

g. 探火管灭火装置应在喷放后 48h 内恢复至准工作状态；

h. 探火管宜布置在保护对象的正上方，且距离不应大于 600mm，当探火管布置在保护对象的侧方或下方时，其距离不应大于 160mm。探火管的弯曲半径不宜小于其外径的 15 倍，探火管之间的距离不应大于 1.0m；

i. 直接式探火管灭火装置的探火管最大长度应按注册数据取值，注册方法应按探火管灭火装置技术规程 [附条文说明]CECS 345：2013 相关规定执行。

6.7.6 灭火装置安全要求

安全要求应符合现行国家标准《二氧化碳灭火系统设计规范》GB 50193、《气体灭火系统设计规范》GB 50370 和《干粉灭火系统设计规范》GB 50347 的规定。

6.7.7 灭火装置控制

间接式探火管灭火装置应有自动控制和机械应急操作两种控制方式，直接式探火管灭火装置可采用自动控制一种方式；

探火管灭火装置动作时，应提供灭火装置释放信号；当设有消防控制室时，宜提供有关信号给消防控制室。

6.7.8 探火管灭火装置安装、调试、验收

探火管灭火装置安装、调试、验收见《探火管灭火装置技术规程》CECS345：2013，并应符合现行国家标准《二氧化碳灭火系统设计规范》GB 50193、《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263 和《干粉灭火系统设计规范》GB 50347 的相关规定。

a 灭火剂储存容器的安全泄放装置的泄压方向不应朝向操作面，且不应对人身和设备造成危害；

b 探火管连接部件应采用专用连接件；

c 探火管穿过墙体或设备壳体时，应采用专用保护件或连接件，防止探火管磨损；

d 探火管灭火装置的调试应在灭火装置安装完毕后进行；

e 间接式探火管灭火装置应进行模拟喷放试验，模拟喷放试验应符合现行国家标准《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263 和《干粉灭火系统设计规范》GB 50347 的规定。

6.7.9 探火管灭火装置维护管理

探火管灭火装置维护管理要求见《探火管灭火装置技术规程》CECS 345：2013。

探火管灭火装置应由经过专门培训，并经考试合格的专人负责定期检查和维护。

探火管灭火装置应按规定进行日检、月检、季检和年检。及时补充漏损灭火剂。

探火管应按生产单位标示的使用寿命定期更换。

6.8 建筑灭火器配置

6.8.1 数据中心的火灾种类和危险等级

数据中心不同使用功能的设备用房所对应的火灾种类和危险等级各不相同，数据中心设备用房的火灾种类和灭火器配置危险等级见表 32。

表 32 数据中心设备用房火灾种类和灭火器配置危险等级

设备用房	火灾种类	危险等级
数据机房、网络机房、运营商接入机房	A 类、E 类	严重危险级
变配电室、电力电池室、其他电气设备间	A 类、E 类	中危险级
柴油发电机房	A 类、B 类、E 类	中危险级

6.8.2 灭火器选择和配置

（1）灭火器选择

a 磷酸铵盐干粉灭火器可扑灭数据中心 A 类火灾。磷酸铵盐干粉灭火器、碳酸氢钠干粉灭火器或无金属喇叭喷筒的二氧化碳灭火器可扑灭数据中心 E 类火灾；

b 在同一灭火器配置场所，当选用两种或两种以上类型灭火器时，应采用灭火剂相容的灭火器。磷酸铵盐干粉与碳酸氢钠干粉为不相容的灭火剂。

（2）灭火器最大保护距离和最低配置基准

a 模块机房、运营商接入机房、ECC、变配电室、电力电池室等设备间，其带电火灾为固体带电火灾，按 A 类火灾场所的灭火器最大保护距离和最低配置基准设置，见表 33；

表 33 A 类火灾场所灭火器最大保护距离和最低配置基准

危险等级	灭火器最大保护距离（m）		灭火器最低配置基准	
	手提式灭火器	推车式灭火器	单具灭火器最小配置灭火级别	单位灭火级别最大保护面积（m2/A）
严重危险级	15	30	3A	50
中危险级	20	40	2A	75

b 柴油发电机房等带有可燃液体的电力设备间，其带电火灾为有液体存在的带电火灾，按 B 类火灾场所的灭火器最大保护距离和最低配置基准设置，灭火器的最大保护距离见表 34。

表 34 B 类火灾场所灭火器最大保护距离和最低配置基准

危险等级	灭火器最大保护距离（m）		灭火器最低配置基准	
	手提式灭火器	推车式灭火器	单具灭火器最小配置灭火级别	单位灭火级别最大保护面积(m2/A)
严重危险级	9	18	89B	0.5
中危险级	12	24	55B	1.0

（3）灭火器配置原则

a 灭火器配置的设计与计算应按计算单元进行。灭火器最小需配灭火级别和最少需配数量的计算值应进位取整；

b 每个灭火器设置点实配灭火器的灭火级别和数量不得小于最小需配灭火级别和数量的计算值；

c 灭火器设置点的位置和数量应根据灭火器的最大保护距离确定，并应保证最不利点至少在 1 具灭火器的保护范围内。

6.8.3 灭火器配置设计计算

(1) 灭火器配置的设计计算步骤

a 确定各灭火器配置场所的火灾种类和危险等级；

b 划分计算单元，计算各计算单元的保护面积；

c 计算各计算单元的最小需配灭火级别；

d 根据灭火器的最低配置基准，确定每个灭火器设置点的最小需配灭火级别；

e 根据灭火器的最大保护距离，确定灭火器的设置点位置；

f 复核计算单元内灭火器的灭火级别是否满足计算计算单元的最小需配灭火级别。

(2) 灭火器配置设计的计算单元划分

a 当一个楼层或一个水平防火分区内各场所的危险等级和火灾种类相同时，可将其作为一个计算单元；

b 当一个楼层或一个水平防火分区内各场所的危险等级和火灾种类不相同时，应将其分别作为不同的计算单元；

c 同一计算单元不得跨越防火分区和楼层。

(3) **计算单元的最小需配灭火级别计算**

$$Q = K\frac{S}{U}$$

式中：Q——计算单元的最小需配灭火级别（A或B）；

S——计算单元的保护面积（m^2）；

U——A类或B类火灾场所单位灭火级别最大保护面积（m^2/A或m^2/B）；

K——修正系数。

(4) **修正系数K的规定取值**

表35 修正系数K取值表

计算单元	K
未设室内消火栓系统和灭火系统	1.0
设有室内消火栓系统	0.9
设有灭火系统	0.7
设有室内消火栓系统和灭火系统	0.5
丙类液体储罐区	0.3

(5) 计算单元中每个灭火器设置点的最小需配灭火级别

$$Q_e = \frac{Q}{N}$$

式中：Qe——计算单元中每个灭火器设置点的最小需配灭火级别（A或B）；

N——计算单元中的灭火器设置点数（个）。

7 火场逃生与救援

防烟楼梯间、前室是重要的火场逃生通道，数据中心建筑高度通常小于50米，防烟楼梯间、前室应优先考虑自然通风，不具备自然通风条件时应采用机械加压送风系统。

可靠、有效的排除烟气是人员疏散、火场救援的重要措施，数据中心应根据平面布局，优先采用自然排烟系统，不具备自然排烟条件时应采用机械排烟系统。

数据中心防烟、排烟系统应符合现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251规定。

7.1 自然通风与自然排烟

7.1.1 自然通风

采用自然通风方式的封闭楼梯间、防烟楼梯间，应在最高部位设置面积不小于1.0m²的可开启外窗或开口；当建筑高度大于10m时，尚应在楼梯间的外墙上每5层内设置总面积不小于2.0m²的可开启外窗或开口，且布置间隔不大于3层。

当地下、半地下建筑（室）的封闭楼梯间不与地上楼梯间共用且地下仅为一层时，当首层设置有效面积不小于1.2m²的可开启外窗或直通室外的疏散门时，可采用自然通风方式，不设置机械加压送风系统。

前室采用自然通风方式时，独立前室、消防电梯前室可开启外窗或开口的面积不应小于2.0m²，共用前室、合用前室不应小于3.0m²。

可开启外窗应方便直接开启，设置在高处不便于直接开启的可开启外窗应在距地面高度为1.3m ~ 1.5m的位置设置手动开启装置。

7.1.2 自然排烟

采用自然排烟系统的场所应设置自然排烟窗（口）。

防烟分区内任一点与最近的自然排烟窗（口）之间的水平距离不应大于

30m。当数据中心按工业建筑设计时，防烟分区内自然排烟窗（口）水平距离尚不应大于建筑内空间净高的 2.8 倍；当数据中心按工业建筑设计时，净高大于或等于 6m 的场所，且具有自然对流条件时，防烟分区内自然排烟窗（口）水平距离不应大于 37.5m。

自然排烟窗（口）应设置在排烟区域的顶部或外墙，自然排烟窗（口）的面积、数量、设置位置、开启形式、有效面积应符合现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 规定。

自然排烟窗（口）应设置手动开启装置，设置在高位不便于直接开启的自然排烟窗（口），应设置距地面高度 1.3m ~ 1.5m 的手动开启装置。

7.2 机械防烟排烟系统

7.2.1 机械加压送风系统

（1）机械加压送风系统设置场所

数据中心防烟系统选择应符合现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 规定，应采用机械加压送风系统的场所见表 36。

表 36 数据中心机械加压送风系统设置一览表

场所	建筑高度≤ 50m	建筑高度 > 50m
防烟楼梯间	1、当独立前室、共用前室及合用前室的机械加压送风口未设置在前室的顶部或正对前室入口的墙面时，应采用机械加压送风系统。 2、当不能设置自然通风系统时，应采用机械加压送风系统。	应采用机械加压送风系统。
独立前室、共用前室、合用前室		
消防电梯前室		
封闭楼梯间	不能满足自然通风条件时，应设置机械加压送风系统。（当地下、半地下建筑的封闭楼梯间不与地上楼梯间共用且地下仅为一层，同时首层设置有效面积不小于 1.2m2 的可开启外窗或直通室外的疏散门时，可不设置机械加压送风系统。	

（2）机械加压送风系统组成

机械加压送风系统主要由加压送风口、送风管、加压送风机、风阀、控制系统组成。

（3）加压送风口

a 设置位置

为了保证人员安全疏散、阻挡烟气进入需要防烟的部位，加压送风口设置位置不宜影响人员疏散，且不宜设置在被门挡住的部位。

加压送风口设置应利于压力均衡，楼梯间宜每隔 2 层 ~ 3 层设一个送风口，前室应每层设一个送风口；对于旧楼改造的数据中心，受条件所限，楼梯间可采用直灌式加压送风系统，当数据中心为 32m ＜建筑高度≤ 50m 的高层建筑时，应采用楼梯间两点部位送风的方式，送风口之间距离不宜小于建筑高度的 1/2。

b 加压送风口形式

楼梯间宜设置常开式百叶送风口，前室应设置常闭式加压送风口。

常闭式加压送风口可采用专用加压送风口或常闭型电动多叶调节阀加百叶风口形式。常闭式加压送风口应具有手动、自动开启功能。

c 加压送风口风速：送风口的风速不宜大于 7m/s。

（4）加压送风机及风机房

a 加压送风机风量

加压送风机风量应符合现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 规定。

直灌式加压送风时，送风量应在常规送风量基础上增加 20%。

当楼梯间的地上部分与地下部分共用机械加压送风系统时，送风量应为地上部分、地下部分的加压送风量之和。

b 加压送风机形式

加压送风风机宜采用轴流风机或中、低压离心风机。

c 加压送风机进风口位置

为了保证加压送风系统输送的是能使人员正常呼吸的空气，故要求加压送风机的进风必须是室外不受火灾和烟气污染的空气。一般应将进风口设在排烟口下方，并保持一定的高度差；必须设在同一层面时，应保持两风口边缘间的相对距

离，或设在不同朝向的墙面上，并应将进风口设在该地区主导风向的上风侧。

送风机进风口设置应符合以下要求：

➢ 送风机的进风口应直通室外；

➢ 送风机的进风口宜设在机械加压送风系统的下部；

➢ 送风机的进风口不应与排烟风机的出风口设在同一面上，当确有困难时，送风机的进风口与排烟风机的出风口应分开布置，且竖向布置时，送风机的进风口应设置在排烟出口的下方，其两者边缘最小垂直距离不应小于 6.0m；

➢ 水平布置时，两者边缘最小水平距离不应小于 20.0m。

d 加压送风机房

加压送风机应设置在专用机房内。送风机房应采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和 1.50h 的楼板与其他部位分隔，机房开向建筑内的门应采用甲级防火门。

（5）加压送风管道

加压送风管道内壁为金属时，设计风速不应大于 20m/s；送风管道内壁为非金属时，设计风速不应大于 15m/s。

机械加压送风系统应采用管道送风，且不应采用土建风道。送风管道应采用不燃材料制作且内壁应光滑，竖向设置的加压送风管道应独立设置在管道井内，管道耐火极限应符合表 37 要求。

表 37 加压送风管耐火极限

设置位置		耐火极限
竖向送风管道	独立设置在管道井内	不限
	未设置在管道井内或与其他管道合用管道井	⩾ 1.00h
水平送风管道	吊顶内	⩾ 0.50h
	未设置在吊顶内	⩾ 1.00h

（6）机械加压送风系统的控制

机械加压送风系统控制应满足以下要求：

a 机械加压送风系统应与火灾自动报警系统联动，其联动控制应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定；

b 加压送风机应具备现场手动启动、通过火灾自动报警系统自动启动、消防控制室手动启动、系统中任一常闭加压送风口开启时加压风机应能自动启动的功能；

c 当防火分区内火灾确认后，应能在 15s 内联动开启常闭加压送风口和加压送风机。对于楼梯间，应开启该防火分区楼梯间的全部加压送风机；对于前室及合用前室，应开启该防火分区内着火层及其相邻上下层前室及合用前室的常闭送风口，同时开启加压送风机；

d 机械加压送风系统宜设有测压装置及风压调节措施。走廊至前室至楼梯间的压力呈递增分布，余压值应满足表 38 要求；

表 38 前室、楼梯间与走道之间压差

位置	压差（Pa）
前室与走道之间	25Pa ～ 30Pa
楼梯间与走道之间	40Pa ～ 50Pa

e 消防控制设备应显示防烟系统的送风机、阀门等设施启闭状态。

（7）机械加压送风场所外窗设置要求

为了保证机械加压送风的效果，采用机械加压送风的场所不应设置百叶窗，且不宜设置可开启外窗。

为了便于灭火救援，保障救援人员生命安全、不延误灭火救援时机，应在楼梯间的顶部设置可破拆的固定窗，以及时排出火灾烟气及热量。设置机械加压送风系统的封闭楼梯间、防烟楼梯间，应在其顶部设置不小于 $1m^2$ 的固定窗；靠外墙的防烟楼梯间，应在其外墙上每 5 层内设置总面积不小于 $2m^2$ 的固定窗。

7.2.2 机械排烟系统

（1）机械排烟系统设置场所

数据中心要求设置排烟设施的场所，当不具备自然排烟条件时应采用机械排烟方式。

（2）机械排烟系统组成

机械排烟系统主要由排烟口、排烟管、排烟风机、排烟防火阀、控制系统组成。

（3）机械排烟系统设置要求

a 机械排烟系统横向布置时，每个防火分区的机械排烟系统应独立设置，即风机、风口、风管都应独立设置；

b 排烟系统与通风、空气调节系统应分开设置；当确有困难时可以合用，但应符合排烟系统的要求，且当排烟口打开时，每个排烟合用系统的管道上需联动关闭的通风和空气调节系统的控制阀门不应超过 10 个。

（4）排烟口

a 排烟口设置位置

防烟分区内任一点与最近的排烟口之间的水平距离不应大于 30m。

排烟口应设在储烟仓内，但走道、室内空间净高不大于 3m 的区域，其排烟口可设置在其净空高度的 1/2 以上；当设置在侧墙时，吊顶与其最近边缘的距离不应大于 0.5m。

排烟口的设置宜使烟流方向与人员疏散方向相反，排烟口与附近安全出口相邻边缘之间的水平距离不应小于 1.5m。

b 吊顶内排烟口设置要求

封闭式吊顶上设置的烟气流入口的颈部烟气速度不宜大于 1.5m/s；非封闭式吊顶的开孔率不应小于吊顶净面积的 25%，且孔洞应均匀布置。

c 排烟口手动开启装置

火灾时由火灾自动报警系统联动开启排烟区域的排烟阀或排烟口，应在现场设置手动开启装置。

d 排烟口风速

排烟口的风速不宜大于 10m/s。

（5）排烟风机及风机房

a 排烟风机风量

排烟风机风量应符合现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 的规定。

b 排烟风机性能

排烟风机应满足 280℃时连续工作 30min 的要求，国内生产的普通中、低压离心风机或排烟专用轴流风机基本能满足。

排烟风机应与风机入口处的排烟防火阀连锁，当该阀关闭时，排烟风机应能停止运转，以防烟火扩散到其他部位。

c 排烟风机室外烟气出口位置

为了保证加压送风机和补风机的吸风口不受到烟气的威胁，满足人员疏散和消防扑救的需要，排烟风机烟气出口宜朝上，并应高于加压送风机和补风机的进风口，排烟风机室外排出口与加压送风机和补风机的进风口之间距离应符合加压送风机进风口与排烟风机出风口间距规定。

d 排烟风机房

排烟风机应设置在专用机房内，风机房应采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和 1.50h 的楼板与其他部位分隔，机房开向建筑内的门应采用甲级防火门。

受条件所限，排烟与通风空调共用系统时，排烟风机与排风风机的合用机房尚应符合下列规定：

- 机房内应设置自动喷水灭火系统；
- 机房内不得设置用于机械加压送风的风机与管道；
- 排烟风机与排烟管道的连接部件应能在 280℃时连续 30min 保证其结构完整性。

（6）排烟管道

排烟管道内壁为金属时，设计风速不应大于 20m/s；排烟管道内壁为非金属时，设计风速不应大于 15m/s。

机械排烟系统应采用管道排烟，且不应采用土建风道。排烟管道应采用不燃材料制作且内壁应光滑。

排烟管道及其连接部件应能在 280℃时连续 30min 保证其结构完整性。

为了防止火灾蔓延，竖向设置的排烟管道应设置在独立的管道井内，水平设置的排烟管道应设置在吊顶内，排烟管道耐火极限应符合表 39 要求。

表 39 排烟风管耐火极限

设置位置			耐火极限
竖向排烟管道	独立设置在管道井内		≥0.50h
水平排烟管道	吊顶内	非走道	≥0.50h
		走道	≥1.00h
	非吊顶内		≥1.00h
穿越防火分区			≥1.00h

为了防止排烟管道本身的高温引燃周边的可燃物，排烟风管应采取隔热措施。当吊顶内有可燃物时，吊顶内的排烟管道应采用不燃材料进行隔热，并应与可燃物保持不小于 150mm 的距离；当排烟风管未设置在吊顶内时，排烟风管与可燃或难燃物之间的间隙不应小于 150mm，或排烟风管外覆厚度不小于 50mm 的不燃材料隔热。

（7）机械排烟系统的控制

机械排烟系统控制应满足以下要求：

a 机械排烟系统应与火灾自动报警系统联动，其联动控制应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定；

b 排烟风机应具备现场手动启动、通过火灾自动报警系统自动启动、消防控制室手动启动、系统中任一排烟阀或排烟口开启时排烟风机自动启动、与排烟

风机前排烟防火阀连锁关闭的功能；

c 常闭排烟口（阀）应具备火灾自动报警系统自动开启、消防控制室手动开启和现场手动开启功能，其开启信号应与排烟风机联动。当火灾确认后，火灾自动报警系统应在 15s 内联动开启相应防烟分区的全部排烟阀、排烟口、排烟风机和补风设施，并应在 30s 内自动关闭与排烟无关的通风、空调系统；

d 活动挡烟垂壁应具有火灾自动报警系统自动启动和现场手动启动功能，当火灾确认后，火灾自动报警系统应在 15s 内联动相应防烟分区的全部活动挡烟垂壁，60s 以内挡烟垂壁应开启到位；

e 当火灾确认后，担负两个及以上防烟分区的排烟系统，应仅打开着火防烟分区的排烟阀或排烟口，其他防烟分区的排烟阀或排烟口应呈关闭状态；

f 消防控制设备应显示排烟系统的排烟风机、补风机、阀门等设施启闭状态。

（8）固定窗设置

因使用需求，数据中心存在大量无窗房间。采用自动喷水灭火系统的数据中心，当设置机械排烟系统时，应在外墙或屋顶设置可破拆的固定窗，以在火灾规模较大后及时地排出烟和热，既可为人员疏散提供安全环境，又可在排烟过程中导出热量，防止建筑物在高温下出现倒塌等恶劣情况，并为消防队员扑救时提供较好的内攻条件。

固定窗的设置部位和面积应符合现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 的要求。

7.2.3 排烟补风系统

（1）排烟补风系统设置场所

数据中心的地下室以及地上建筑面积不小于 500m² 的房间，当设置排烟系统时，应相应设置补风系统。

（2）补风系统

补风系统可采用自然进风方式和机械送风方式。

自然进风可通过疏散外门、手动或自动可开启外窗进风，但防火门、窗不得

用作补风设施。

机械送风方式的补风机应设置在专用机房内。补风系统应与排烟系统联动开启或关闭。补风管道耐火极限不应低于 0.50h；跨越防火分区的补风管道，其耐火极限不应小于 1.50h。

（3）补风量、补风口要求

补风系统应直接从室外引入空气，且补风量不应小于排烟量的 50%。

补风口与排烟口设置在同一空间内相邻的防烟分区时，补风口位置不限；当补风口与排烟口设置在同一防烟分区时，补风口应设在储烟仓下沿以下；补风口与排烟口水平距离不应少于 5m。

机械补风口的风速不宜大于 10m/s，人员密集场所补风口的风速不宜大于 5m/s；自然补风口的风速不宜大于 3m/s。

7.2.4 防火阀、排烟防火阀、排烟阀

（1）防火阀设置部位

通风、空气调节系统的风管在下列部位应设置公称动作温度为 70℃的防火阀：

a 穿越防火分区处；

b 穿越通风、空气调节机房的房间隔墙和楼板处；

c 穿越重要或火灾危险性大的场所（如机房、电力用房、消防设施用房、制冷设施用房、ECC 等）的房间隔墙和楼板处；

d 穿越防火分隔处的变形缝两侧；

e 竖向风管与每层水平风管交接处的水平管段上。

（2）排烟防火阀设置部位

排烟管道在下列部位应设置排烟防火阀：

a 垂直风管与每层水平风管交接处的水平管段上；

b 一个排烟系统负担多个防烟分区的排烟支管上；

c 排烟风机入口处；

d 穿越防火分区处。

（3）防火阀、排烟防火阀、排烟阀要求

a 防火阀、排烟防火阀、排烟阀应符合现行《建筑通风和排烟系统用防火阀门》GB 15930 规定；

b 防火阀、排烟防火阀、排烟阀等必须符合国家有关消防产品标准的规定；

c 防火阀、排烟防火阀、排烟阀对比见表 40。

表 40 防火阀、排烟防火阀、排烟阀对比

比较项目	防火阀	排烟防火阀	排烟阀（口）
安装位置	安装在通风、空气调节系统风管上	安装在机械排烟系统的管道上	安装在机械排烟系统各支管端部（烟气吸入口）处
平时状态	开启	开启	关闭
火灾时状态	当管道内温度达到 70℃时关闭	当管道内温度达到 280℃时关闭	火灾或需要排烟时手动和电动打开
启闭方式	宜具备手动、电动关闭方式		应具备手动、电动开启方式
作用	隔烟阻火。在一定时间内能满足漏烟量和耐火完整性要求。		排烟。需满足漏风量要求
构造	一般由阀体、叶片、执行器和温感器等部件组成		一般由阀体、叶片、执行机构等部件组成

d 常用规格

防火阀、排烟防火阀、排烟阀按外形分为矩形阀门和圆形阀门。圆形阀门常用规格见表 41，矩形阀门常用规格见表 42。

表 41 圆形阀门常用规格

Φ	120	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400
法兰规格	扁钢 20×4		扁钢 25×4						角钢 25×3		
Φ	450	500	560	630	700	800		900		1000	
法兰规格	角钢 25×3				角钢 30×3						

表 42 矩形阀门常用规格

H	W												
	120	160	200	250	320	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
120	✓	✓	✓	✓									
160		✓	✓	✓	✓								
200			✓	✓	✓	✓	✓						
250				✓	✓	✓	✓	✓	✓				
320					✓	✓	✓	✓	✓	✓			
400						✓	✓	✓	✓	✓	✓		
500							✓	✓	✓	✓	✓	✓	
630								✓	✓	✓	✓	✓	
800									✓	✓	✓	✓	✓
1000											✓	✓	✓
1250												✓	✓

e 常见执行机构

防火阀、排烟防火阀、排烟阀常见执行机构见表 43。

表 43 常见执行机构

执行机构类型	图片	功能描述
手动执行机构		1. 温感器动作关闭阀门 2. 手动复位 3. 输出动作信号
电控电磁铁执行机构		1. 手动关闭阀门 2. 温感器动作关闭阀门 3. 电信号指令关闭阀门 4. 手动复位

执行机构类型	图片	功能描述
全自动机构		1. 手动关闭阀门 2. 温感器动作关闭阀门 3. 电信号指令关闭阀门 4. 手动或电动复位
弹簧复位执行机构（进口）		1. 执行器常通电，阀门保持开启 2. 手动关闭阀门 3. 温感器动作，执行器供电断开，通过弹簧作用关闭阀门 4. 手动或电动复位

f 性能要求

防火阀或排烟防火阀的耐火时间应不小于 1.50h。

防火阀或排烟防火阀的漏风量应符合表 44 规定。

表 44 防火阀、排烟防火阀漏风量

漏风量	防火阀、排烟防火阀	排烟阀（口）
平时漏风量	在环境温度下，使叶片两侧保持 300Pa±15Pa 的气体静压差，其单位面积上的漏风量（标准状态）应≤ 500m^3/（m^2·h）	使排烟阀叶片两侧保持 1000Pa±15Pa 的气体静压差，其单位面积上的漏风量（标准状态）应不大于 700m^3/（m^2·h）
火灾时漏风量	在规定的耐火时间内，使叶片两侧保持 300Pa±15Pa 的气体静压差，其单位面积上的漏烟量（标准状态）应≤ 700m^3/（m^2·h）	—

防火阀、排烟防火阀、排烟阀的执行机构应是经国家认可授权的检测机构检验合格的产品。

防火阀、排烟防火阀、排烟阀应具备复位功能，其操作应方便、灵活、可靠。具有远距离复位功能的阀门，当通电动作后，应具备显示阀门叶片位置的信号输出。

防火阀或排烟防火阀应具备温感器控制方式，使其自动关闭。执行机构中的温感器元件上应标明其公称动作温度。

防火阀和排烟防火阀宜具备手动、电动关闭方式；排烟阀应具备手动、电动开启方式。手动操作应方便、灵活、可靠。

阀门执行机构中电控电路的工作电压宜采用 DC24V 的额定工作电压，其额定工作电流应不大于 0.7A。在实际电源电压低于额定工作电压 15% 和高于额定工作电压 10% 时，阀门应能正常进行电控操作。

g 材质要求

阀体、叶片、挡板、执行机构底板及外壳宜采用冷轧钢板、镀锌钢板、不锈钢板或无机防火板等材料制作。

排烟阀的装饰口宜采用铝合金、钢板等材料制作。

轴承、轴套，执行机构中的棘（凸）轮等重要活动零部件，采用黄铜、青铜、不锈钢等耐腐蚀材料制作。

各类弹簧的制作应符合相应的国家标准要求。

h 隔热型防火阀

防火阀作为避免火灾通过风管蔓延至其他房间的重要设施，其可靠性、稳定性、耐火性能尤为重要，隔热型防火阀的漏风量、耐火性能、隔热性能优于普通防火阀，适合数据中心消防安全的需要。

隔热型防火阀可采用嵌墙式方式安装在防火隔墙上，这样可以在防火阀关闭后，阀片与防火隔墙一起形成防火隔断，在防止火灾蔓延的同时，减少防火阀安装空间。嵌墙式安装适用于防火隔墙的耐火时间要求不大于隔热型防火阀的耐火极限的场所，防火阀四周与防火隔墙之间的孔洞必须用防火封堵材料进行封堵。

隔热型防火阀与普通防火阀对比见表 45。

表 45 隔热型防火阀与普通防火阀对比表

比较项目	隔热型防火阀	普通防火阀	备注
阀片材质	硅酸盐板	镀锌钢板	硅酸盐板，具备良好的隔热性能，可防止高温通过阀片从防火阀的一端传递到另一端。
平时漏风量	在环境温度下，使叶片两侧保持 300Pa±15Pa 的气体静压差，其单位面积上的漏风量（标准状态）应≤ 200 $m^3/(m^2 \cdot h)$	在环境温度下，使叶片两侧保持 300Pa±15Pa 的气体静压差，其单位面积上的漏风量（标准状态）应≤ 500$m^3/(m^2 \cdot h)$	
火灾时漏风量	在规定的耐火时间内，使叶片两侧保持 300Pa±15Pa 的气体静压差，其单位面积上的漏烟量（标准状态）应≤ 200 $m^3/(m^2 \cdot h)$。	在规定的耐火时间内，使叶片两侧保持 300Pa±15Pa 的气体静压差，其单位面积上的漏烟量（标准状态）应≤ 700$m^3/(m^2 \cdot h)$。	
隔热性	在规定的耐火时间内，防火阀阀片的背火侧表面的平均温升不应超过 140℃，而任意一点的最大温升不应超过 180℃。	—	

7.2.5 防烟排烟风管选择

（1）风管的强度和严密性

风管强度应符合现行行业标准《通风管道技术规程》JGJ/T 141 的规定。

风管的允许漏风量 L[$m^3/(h \cdot m^2)$] 应符合表 46。

表 46 风管的允许漏风量

风管类别		风管系统工作压力 $P_{风管}$（Pa）	
		$P_{风管} \leqslant 500$	$500 < 系统工作压力\ P_{风管} \leqslant 1500$
加压送风管	金属矩形风管	$L_{low} \leqslant 0.1056 P_{风管}^{0.65}$	$L_{mid} \leqslant 0.0352 P_{风管}^{0.65}$
	金属圆形风管、非金属风管	金属矩形风管规定值的 50%	
排烟风管	金属矩形风管	$L_{mid} \leqslant 0.0352 P_{风管}^{0.65}$	
	金属圆形风管、非金属风管	金属矩形风管规定值的 50%	

（2）风管的耐火极限

管道耐火极限的判定必须按照《通风管道耐火试验方法》GB/T 17428 的测试方法进行，当耐火完整性和隔热性同时达到时，方能视作符合要求。

有耐火极限要求的管道，可以采用复合金属风管（镀锌钢板风管外覆岩棉及低密度硅酸钙防火板）（图 26）或自撑式防火板风管（气凝胶硅酸钙防火板直接制作风管）（图 27）。

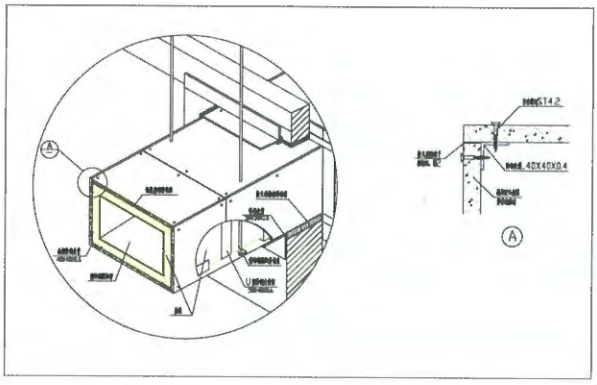


图 26 复合金属风管构造示意图

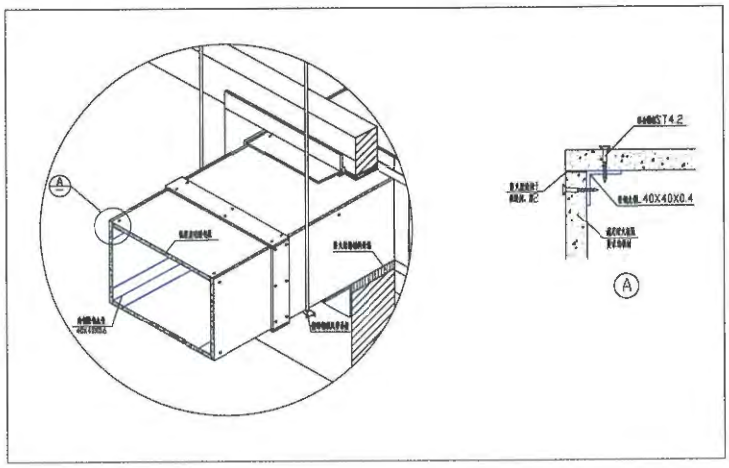


图 27 自撑式防火板风管构造示意图

复合金属风管、自撑式防火板风管的管材厚度应根据耐火极限要求进行选择（见表 47），并应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的规定。管道的重量不能超过 30kg/m2，整体管道必须通过 GB 17428—2009《通风管道耐火试验方法》并应取得耐火极限型式检测报告，以证明整体风管的完整性及隔热性同时合格。防火板应为 A 级不燃材料，板材应不因受潮变形，不发生返卤，不开裂和粉化。

表 47 复合金属风管、自撑式防火板风管板材厚度表

复合金属风管										自撑式防火板风管			
镀锌钢板壁厚（mm）			岩棉板厚度（mm）	低密度硅酸钙板厚度（mm）						气凝胶硅酸钙板厚度（m			
				耐火极限						耐火极限			
风管直径 D 或边尺寸 B（mm）	送风系统	排烟系统		0.5h	0.75h	1.0h	2.0h	2.5h	3h	0.5h	0.75h	1.0h	2
D（B）≤ 320	0.5	0.75	50	8	8	8	9	12	12	15	20	20	
< D（B）≤ 450	0.6	0.75	50	8	8	8	9	12	12	15	20	20	
< D（B）≤ 630	0.75	1	50	8	8	8	9	12	12	15	20	20	
< D（B）≤ 1000	0.75	1	50	8	8	8	9	12	12	15	20	20	
< D（B）≤ 1500	1	1.2	50	8	8	8	9	12	12	15	20	20	
< D（B）≤ 2000	1.2	1.5	50	8	8	8	9	12	12	15	20	20	

注 1：低密度硅酸钙板性能参数：导热系数≤ 0.18 W/（m℃），密度≤ 800kg/m³，含水率≤ 5%，湿涨率≤ 0.25%，热收缩率≤ 0.2%，抗折强度≥ 8MPa，纵横强度比≥ 58%；

注 2：岩棉板性能参数：导热系数≤ 0.04 W/（m℃），密度≤ 100kg/m³。

注 3：气凝胶硅酸钙板性能参数：导热系数≤ 0.089 W/（m℃），密度≤ 500kg/m³，含水率≤ 5%，湿涨率≤ 0.25%，热收缩率≤ 0.2%，抗折强度≥ 4MPa，纵横强度比≥ 58%

7.3 消防应急照明、疏散指示、消防广播、消防通信

7.3.1 消防应急照明和疏散指示系统设计

消防应急照明和疏散指示系统是在发生火灾时，为人员疏散和消防作业提供照明和疏散指示的建筑消防系统。系统设计包括灯具布置、系统配电、系统在非火灾状态下的控制设计、系统在火灾状态下的控制设计，集中控制型系统尚应包括应急照明控制器和系统通讯线路的设计，需遵循现行国家标准《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB 51309 的相关规定。

（1）一般要求

消防应急照明和疏散指示系统应架构简洁、控制简单，应确保系统本身对人员的安全疏散和灭火救援活动不存在安全隐患，同时应确保系统在火灾等紧急情况发生时能够及时、可靠的动作，为人员安全疏散提供必要的照度条件、提供准确的疏散指示信息。数据中心应采用集中控制型消防应急照明和疏散指示系统。

消防应急灯具、应急照明控制器、应急照明集中电源、应急照明配电箱等系统部件应符合国家强制性产品标准《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945 和相关市场准入制度的要求。

（2）消防应急照明系统

从节能环保的角度出发，应急照明灯具应选择节能型光源，灯具后备保障电源的蓄电池宜优先选择安全性高、不含重金属等对环境有害物质的蓄电池。

（3）消防疏散指示系统

在系统设计前，应根据建筑物的疏散预案、结构形式、使用功能和管理方式等因素，将建筑物的水平疏散区域合理的划分为不同的疏散单元，并根据具体情况开展各疏散单元的疏散设计。同一平面层具有多个防火分区的场所，宜按防火分区划分疏散单元；一个防火分区包括多个楼层的场所，宜按楼层划分疏散单元。疏散单元划分后，应按照下列程序确定每一个疏散单元的疏散指示方案：

a 确定疏散单元不同区域的疏散路径

应根据该疏散单元安全出口或疏散出口的部位、安全出口或疏散出口的宽度、

疏散通道的设置情况，分别确定该疏散单元不同区域的疏散路径。疏散路径应包括人员向安全出口或疏散出口疏散时所需连续经过的有围护结构的疏散走道、开敞空间内两侧有围护结构或无围护结构的疏散通道。

b 确定疏散单元各区域疏散路径的流向

应根据建筑物的疏散预案确定该疏散单元各区域疏散路径的流向。对于只有一种疏散预案的区域，应按照最短路径疏散的原则确定该区域各疏散路径的流向；对于需要根据不同的疏散预案变更疏散出口的区域，应根据不同的疏散预案分别确定该区域各疏散路径的流向。

c 确定疏散单元的疏散指示方案

根据建筑物的疏散预案确定该疏散单元的疏散指示方案。对于具有一种疏散预案的场所，按照各疏散路径的流向确定该场所各疏散走道、通道上设置的指示疏散方向的消防应急标志灯具的箭头指示方向；对于具有两种及以上疏散预案的场所，需按照不同疏散预案对应的各疏散路径的流向确定该场所各疏散走道、通道上设置的方向标志灯的箭头指示方向，同时按照不同疏散预案对应的疏散出口变更情况，确定各疏散出口设置的指示出口消防应急标志灯具的工作状态，即预先分配的疏散出口不能再用于疏散时，该出口设置的出口标志灯“出口指示标志”的光源应熄灭、“禁止入内”指示标志的光源应点亮。

7.3.2 火灾警报与消防广播系统设计

（1）火灾警报系统

火灾自动报警系统均应设置火灾声光警报器，并在发生火灾时发出警报，其主要目的是在发生火灾时对人员发出警报，警示人员及时疏散。

火灾光警报器应设置在每个楼层的楼梯口、消防电梯前室、建筑内部拐角等处的明显部位，且不宜与安全出口指示标志灯具设置在同一面墙上。

火灾声警报器单次发出火灾警报时间宜为8s~20s，同时设有消防应急广播时，火灾声警报应与消防应急广播交替循环播放。每个报警区域内应均匀设置火灾声警报器，其声压级不应小于60dB；在环境噪声大于60dB的场所，其声压级应高

于背景躁声 15dB。扬声器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应小于 3W，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直线距离不大于 25m，走道末端距最近的扬声器距离不应大于 12.5m。在环境噪声大于 60dB 的场所设置的扬声器，在其播放范围内最远点的播放声压级应高于背景噪声 15dB。

（2）消防广播系统

火灾自动报警系统采用集中报警系统和控制中心报警系统时应设置消防应急广播。在火灾发生时，应急广播信号通过音源设备发出，经过功率放大后，由广播切换模块切换到广播指定区域的音箱实现应急广播。

消防广播系统的主机及功放设计应注意确保在火灾确认后，应能同时向全楼进行广播。

7.3.3 消防通信系统设计

目前，消防通信系统对内或对外互相联系和及时报警的主要方式是电话通信。消防通信系统应为独立的消防灭火通信联络和指挥调度的应急设施，在火灾发生时，进行紧急联络呼叫、发布抢救命令和互相信息联系等过程中应保证畅通无阻和正常运行。

消防通信系统不得与其它通信系统合用，应成为独立的消防通信网络系统。在综合布线系统中不应包含有消防通信系统的布线部分，但它们可以互相作为备用的通信系统，以保证通信畅通无阻和运行安全可靠。

消防水泵房、发电机房、配变电室、计算机网络机房、主要通风和空调机房、防排烟机房、灭火控制系统操作装置处或控制室、企业消防站、消防值班室、总调度室、消防电梯机房及其他与消防联动控制有关的且经常有人值班的机房应设置消防专用电话分机。消防专用电话分机，应固定安装在明显且便于使用的部位，并应有区别于普通电话的标识。设有手动火灾报警按钮或消火枪按钮等处，宜设置电话插孔，并宜选择带有电话插孔的手动火灾报警按钮。避难层应每隔 20m 设置一个消防专用电话分机或电话插孔。

消防控制室或消防控制中心是火灾扑救的现场指挥调度中心。为了及时发布防灾灭火命令，保证消防工作正常进行，消防控制室、消防值班室或企业消防站等处，应设置可直接报警的外线电话。

7.4 消防救援

数据中心应在每层适当位置设置一定数量的外窗以满足消防救援人员进入的要求。由于节能及气体灭火系统的要求，数据中心机房内极少设置外窗，建议救援窗口布置在公共区域。消防救援窗口的净高度和净宽度均不应小于 1.0 米，下沿距室内地面不宜大于 1.2 米，间距不宜大于 20 米且每个防火分区不应少于 2 个，设置位置应与消防车登高操作场地相对应。窗口的玻璃应易于破碎，并应设置可在室外易于识别的明显标志。

当数据中心设有消防车登高操作场地时，场地与对应建筑间不应设置妨碍消防车操作的蓄冷罐及架空管线等障碍物。

8 智慧消防系统

8.1 智慧消防系统概述

“智慧消防”即利用物联网、人工智能、虚拟现实、移动互联网 + 等最新技术，配合大数据云计算平台、火警智能研判等专业应用，实现消防的智能化。通过建立完善的消防管理体系，排查建筑防火的安全隐患，保证消防设施的完好率，组织初起火灾扑救演练及应急救援指挥，达到消防安全的“归零管理”，即管理体系零死角，建筑防火零隐患，消防设施零缺陷，初起火灾扑救及应急响应零延时。

8.2 智慧消防系统功能

智慧消防系统将建筑的消防设施进行互联（数据采集并上传），实现信息共享与应用，完善系统报警联动、单位管理等功能，见图 28。

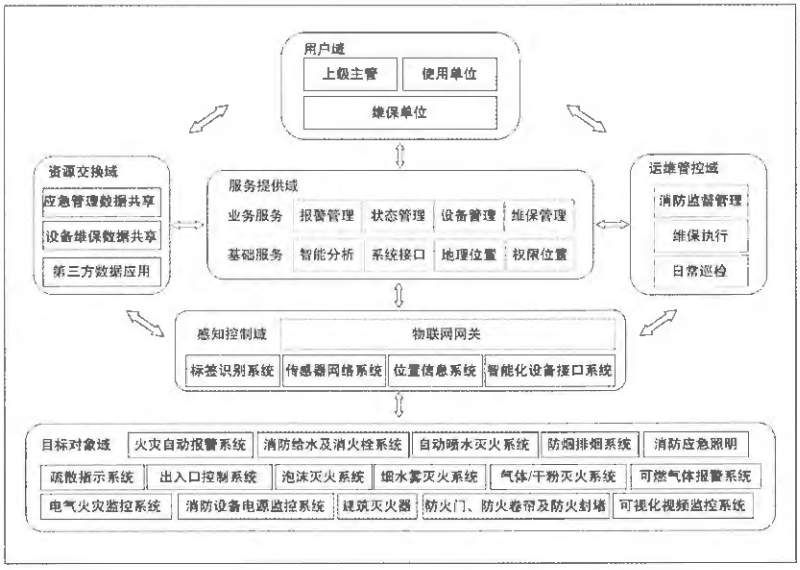


图 28 智慧消防系统功能示意

（1）消防安全管理

智慧消防系统可为单位提供消防安全管理信息的数据录入、编辑服务。对单位基本情况、建筑信息、堆场信息、储罐信息、装置信息、重点部位信息、消防安全管理制度、消防部门填发的法律文书、消防设施定期检查信息、火灾隐患及整改情况信息、火灾信息、防火巡查记录、消防奖罚情况记录等的信息进行管理。

在智慧消防系统中录入相应的信息与规定流程，通过系统进行管理、提醒与推送。

（2）消防设施监控

智慧消防系统可将所有消防设施通过物联网接入平台，实时将各消防设施运行情况及数据传输至智慧消防系统，监测消防设施运行情况，及时发现故障及报警，第一时间解决。

消防设施类包括消防给水及消火栓系统、自动喷水灭火系统、火灾自动报警系统、气体灭火系统、电气火灾监控系统、消防应急照明和疏散指示系统、防火门及卷帘系统、防烟排烟系统、消防设备电源监控系统、细水雾灭火系统、水喷雾灭火系统、探火管灭火装置、建筑灭火器、可燃气体报警系统。

（3）建筑防火可视化

智慧消防系统可通过视频对消防车道、消防登高面、消防救援场地、灭火救援窗、消防通道、安全出口与疏散出口、疏散走道与避难走道、疏散楼梯与楼梯间进行监控，掌握建筑疏散逃生与救援通道情况，及时发现隐患，及时整改。

安装智能分析摄像头，对画面进行智能分析，对占用、堵塞、锁闭安全出口及疏散通道的情况及时进行报警。

（4）初起火灾扑救及应急救援指挥

在发生应急事件的时候，平台可根据接收到的各设备的实时状况，判断现场风、水、电等的情况，根据平台模拟计算出最佳的解决方案及目前首要的工作，并根据已输入平台的应急预案进行调整，将指令发送给相应的工作人员进行现场调度，指挥各小组有序开展工作，并实时通过数据与视频接收现场情况，根据现

场情况对预案进行修改，指导初起火灾扑救工作和人员应急疏散。

8.3 智慧消防运行体系

8.3.1 智慧消防系统运行体系架构

智慧消防系统运行体系架构如图 29 所示。

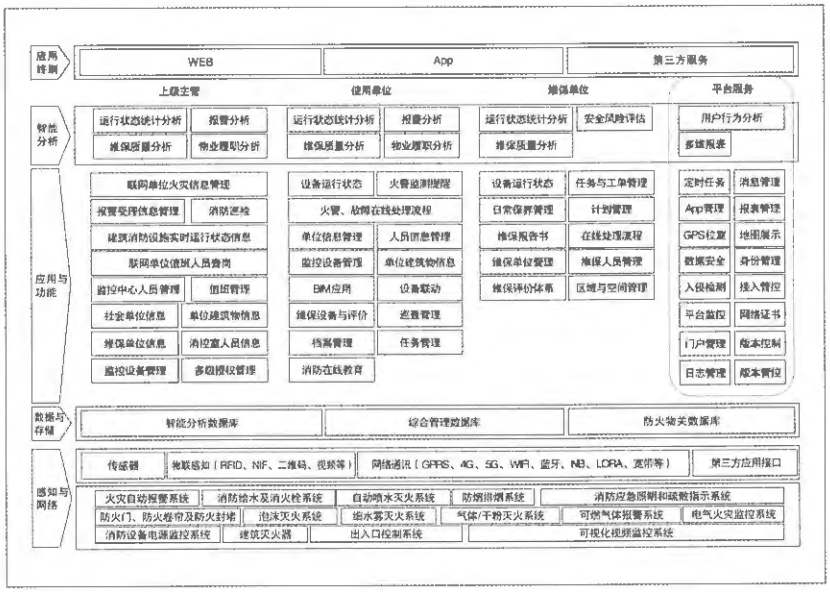


图 29 智慧消防系统运行体系架构图

8.3.2 数据采集

（1）数据采集方式

1）定性采集：通过信息采集装置与火灾报警控制器通讯实现数据采集并上传；

2）定量采集：通过基本的传感器、RFID/ 二维码 /NFC 等感知器件对消防设施、设备的电子信号和身份进行识别，再通过信息采集装置采集上传；

3）视频、图像采集：通过视频监控系统服务器联网接入。

（2）采集的数据

智慧消防系统需采集的数据包括：

1）消防安全管理数据

消防安全组织及其职责、消防安全制度及其落实、消防安全重点部位、火灾危险源的确定和管理、火灾隐患及重大火灾隐患的判定、消防档案、消防安全宣传教育培训的主要内容和形式。

2）建筑消防设施数据

各消防系统或器材的压力、液位、报警、动作、故障等实时运行状态数据及维保、检测、安全评估等消防设施的全寿命周期数据。

3）建筑防火数据

消防车道管理数据，消防登高面、消防救援场地和灭火救援窗管理数据，安全出口与疏散出口管理数据，疏散走道与避难走道管理数据，疏散楼梯与楼梯间管理数据等。

4）初起火灾扑救及应急救援指挥数据

单位基本情况、应急组织机构、火情预想、初起火灾处置和程序、报警和接警处置程序、应急疏散的组织程序和措施、安全防护救护和通信联络的程序及措施、灭火和和应急疏散计划图、其他注意事项及应急预案演练计划、评估与总结。

8.3.3 数据传输

应用于智慧消防系统的无线传输技术见表 48。

由于智慧消防业务的多样性，因此对网络的需求差异较大。实际应用中需综合考虑带宽、覆盖范围、网络容量、可靠性、电池寿命、成本、交互频率和扩展性等因素，从而选取最佳方案。

目前，智慧消防系统无线传输技术的发展趋势是以低功耗广域网络为主。可以预计，在未来的几年时间，以 Lora、Sigfox、NB-IoT 为代表的低功耗广域网络传输技术将逐渐成为智慧消防系统传输层连接技术的主流。

通讯传输的基本要求应符合现行国家标准《城市消防远程监控系统》GB 26875 的有关规定。传输网络应确保其传输的可靠性，传输网络宜采用运营商专线的方式直接接入城市的骨干网，信息采集装置到智慧消防系统的传输网络可采用公用通信网或专用通信网，数据传输网络宜采用无线传输。

表 48 应用于智慧消防系统的无线传输技术

无线传输技术		适用范围	优点	缺点
高功耗、高速率	如 2G、3G、4G、5G 蜂窝技术	适合于 GPS 导航与定位、视频监控等实时性要求较高的大流量传输应用。	带宽较大，传输速率较高。	传输依赖于基站，地下室或地区可能出现通信不畅的情
低功耗、低速率	Lora	适合于远程设备运行状态的数据传输。	不需要建设基站，一个网关便可控制较多设备，并且布网方式较为灵活，可大幅度降低建设成本，传输距离远，抗干扰性强。	使用各种不相关的节点转息，路由迂回，增加了系统性和总功耗。
	Sigfox		没有传统无线网络的包袱，针对物联网的特点，压缩成本，广泛覆盖，提升速率。	将数据发回传感器、设备（能力）受到严重限制，信号可能成为问题。
	NB-IoT		低功耗、低成本、强连接、广覆盖。	传输依赖于基站，网络覆盖不佳。
高功耗、高速率	WIFI	适合于智能设备以及 M2M 之间的连接及数据传输。	成本低廉、活性高、可靠性高、安全性高、施工周期短。	难以形成统一的标准，电池效果不理想，可接入设备数少。
	蓝牙		抗干扰能力较强，安全性较高。	不能直接连接云端，传输速较慢，组网能力比较弱，而络节点少，不适合多点布控
低功耗、低速率	ZigBee	适合局域网设备的灵活组网应用。	低功耗、低成本、低复杂性、低延时、网络容量大、安全可靠。	抗干扰性差，通信距离短，未开源。

智慧消防系统的传输协议应符合现行国家标准《城市消防远程监控系统第3部分：报警传输网络通信协议》GB/T 26875.3的有关规定。智慧消防系统信息运行中心至消防数据交换应用中心的传输协议宜采用标准协议。信息采集装置至智慧消防系统信息运行中心的传输协议、传感器至信息采集装置或智慧消防系统信息运行中心的传输协议采用标准协议。传感器的信号接口应符合现行国家标准《信息技术传感器网络第701部分：传感器接口：信号接口》GB/T 30269.701的有关规定。

智慧消防系统应通过身份认证、传输加密、数据校验等方式确保数据传输的安全性，并应符合现行国家标准《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239的有关规定。

8.3.4 数据分析

数据分析包括：

（1）对消防设施报警和运行管理信息为主的消防设施动态信息进行分析；

（2）对涉及日常管理类表、接处警类表、预警警告报表、人员管理类表、责任落实表、建筑物类表、消防设施类表、系统管理类表、预案演习表等数据的管理、维护；

（3）对正常范围内的数据及正常录入的数据进行及时存储，对于异常数据除存储外推送至下一层级进行处理。

8.3.5 问题数据处理

对接警报警类数据、消防设施、器材异常数据及建筑防火安全隐患数据进行提醒，提示火警、异常或隐患的位置，系统平台可以通过平面图、列表等形式实时显示火警、异常或隐患信息、并提供图标闪烁、报警音提示。

对日常管理过程中不完整的数据或者未按计划节点录入的数据，进行图标闪烁、报警音提示等。

8.3.6 问题数据推送

对问题数据设定推送时间及推送层级：

对日常管理数据不完善及未及时录入信息提示，推送至值班人员、维保单位、单位消防安全管理人。

对接警报警类数据，先推送至现场值班人员及单位消防安全管理人，如超过设定时限未进行信息反馈，则再向上一级反馈，如再次超时则再向上推送一级，直至单位消防安全责任人或最高管理者；如确认火警的，则直接推送至全部人员。

8.3.7 数据存储

智慧消防平台的数据存储可以分为两种：一种是运行中心自带的本地存储设备，另一种是通过服务器上传到云平台。本地存储设备可以快速调取所需数据，云平台不受设备限制，可以随时通过网络访问。

系统的应用主要分为两大类：一类是结构化数据为主的数据库应用（如数据库记录存储等）；另一类是以非结构化数据为主的文件应用（如地图影像数据、上传图片信息等）。数据库应用对数据 IO 读写频繁，对容量要求较小，非结构化数据等文件类应用对读写要求不高，对容量要求很大，因此在本地存储时，要考虑到对不同应用采用不同的硬盘进行数据存储，对数据库应用采用 15000 转高转速 FC 或 SAS 硬盘，而文件应用类数据采用大容量、高性价比的 SATA 硬盘。接入业务系统的多样化决定了对配置的硬盘转速、容量有不同类型要求。

8.3.8 数据库

智慧消防系统平台数据库架构见图 30。

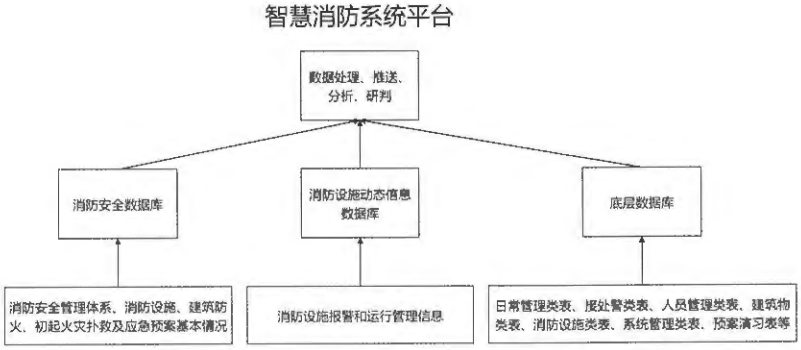


图 30 智慧消防系统数据库架构图

（1）消防安全数据库包括消防安全管理体系、消防设施、建筑防火、初起火灾扑救及应急预案基本情况；

（2）消防设施动态信息数据库主要包括消防设施报警和运行管理信息；

（3）底层数据库涉及日常管理类表、接处警类表、人员管理类表、建筑物类表、消防设施类表、系统管理类表、预案演习表等；

（4）在平台数据中对各类数据进行归类，例如基础物联数据、交互业务数据、智能分析结果数据、视频数据、流程和培训媒体发布数据等；

（5）对涉及日常管理类表、接处警类表、预警警告报表、人员管理类表、责任落实表、建筑物类表、消防设施类表、系统管理类表、预案演习表等数据库的管理、维护；

（6）对智慧消防云服务器的统一管理，包括物联数据服务器、视频服务器、应用媒体服务器、APP 应用服务器、云计算服务器、数据交互服务器、安全服务器、通讯服务器、认证服务器、云储存备份服务器。

8.3.9 数据智能研判

根据智慧消防系统运行平台录入的信息设定报警阈值，建立数据模型，根据监测到的各种信息进行汇总做出预判，并在平台上提示可能发生的情形，并提示需进行的下一步工作，对现场工作进行指导。

8.4 智慧消防平台

智慧消防平台的功能包含物资管理、人员管理、任务管理、消息管理、数据统计分析、设备自动化监控等。

智慧消防平台软件可设置以下功能：

（1）人员注册及权限分级功能

站点管理员帐号可以指定普通帐号的账户名称和人员基本信息。普通账号人员进行信息确认及密码修改。

超级管理员可以在需要新开站点时，新增、修改站点信息，设置站长等权限

管理账号。

（2）地图显示功能

显示消防安全重点部位、火灾危险源、信息管理中心、分中心、微型消防站、物资仓库、专业消防站等地图位置信息。

（3）人员管理功能

根据操作员权限浏览在线、离线人员信息，可根据各种查询条件组合查询人员信息，可以查看人员培训情况、待完成任务和已完成任务等详细信息。

可以新增、修改人员信息，查询人员的签到在岗记录，导出人员的基本信息。

（4）设施、器材管理功能

平台建立消防设施、器材的管理台帐，当设施或器材异常时，平台可以自动将其在设备列表中高亮显示，并结合消防控制室图形显示装置，显示设备所在位置。

平台可以根据设施异常情况自动派单，提醒相应责任人处理异常。设施及器材的维修及更换严格执行“10485”机制，即 10 分钟响应，48 小时内维修完成，需更换零配件的，在 5 个工作日内完成。时长超过该机制的，逐级上报，直至处理完成，以此保证消防设施的零缺陷运行。

（5）事件管理功能

按权限下发任务，由机构等级的上一级发给下一级，逐级下发，不可越级；平台或管理人员可以给执行人员下发任务。实现对任务下发、执行、结果的全周期闭环管理，对隐患上传、处置、确认检查的全周期闭环管理，对求助接收、响应、结果确认的全周期闭环管理，对火灾发生、调度、处置、结果确认的全周期闭环管理。

（6）系统管理功能

物资种类管理，可以定义物资的种类，可随时扩展配置。

隐患种类管理，可定义上报隐患的种类，可随时扩展配置，可对重点巡查部位进行巡查记录管理，记录重点部位的名称、描述、图像、视频，可对重点部位

的状态进行比对判断。

操作记录，记录各层级操作员在管理系统的一切与数据变更相关的操作记录。

（7）机构管理功能

可根据实际需求灵活增加机构信息，同时机构以树状图显示。

（8）消息管理功能

可通过平台发送消息，同时可以查看登录人接收到的消息。

（9）数据分析功能

可对日常数据进行采集、汇总、分析，并输出分析报告，便于针对性管理和精准性决策。

（10）教育培训功能

线上设置培训模块，进行消防培训。培训对象包括：机关、团体和企事业的消防安全责任人，消防安全管理人员，专职、义务消防队员，消防工程的施工、维修保养、监理、自动消防系统操作的人员，易燃易爆危险物品生产、储存、运输、销售、装卸的管理人员，消防产品的检验维修人员，消防安全重点单位有关人员等。培训内容包括：燃烧基础知识、消防管理与消防法规、电气防火、化学危险品防火、建筑防火、公共娱乐场所及家庭防火、建筑消防设施与行业消防安全、初起火灾的扑救与人员逃生、实际操作灭火器材，模拟灭火演练等。

8.5 智慧消防大数据应用

通过对原始采集的消防数据资源进行数据清洗、比对、整理及融合处理，成为准确、有效的“智慧消防”大数据，供系统调取并进行大数据分析利用，以此实现消防安全的“归零管理”。

智慧消防大数据可应用于：

（1）消防安全管理体系

利用大量详实的数据作为日常消防安全管理的支撑，使消防安全管理越来越完善。对于管理过程中产生问题最多的环节，分析是否是单位消防安全运行体系出现了问题，还是某些环节职责不明确，人员不到位造成，通过数据分析支撑改

善消防安全管理工作，建立更好的消防安全管理体系。

生成分析报表，如年度火警、火灾时间、地点、频率表，帮助单位明确消防安全管理的关键节点。

对于消防工程施工、维保单位可建立优秀名单与黑名单制度。公布上一年度所有联网单位中故障率低、运行稳定建筑消防工程的施工方和维保方，同时也要公布故障率高、不能正常运行的建筑消防工程施工方和维保方，作为建设项目选择施工与维保单位的参考依据，对于问题突出的单位还要依据消防法等法律法规进行相应处理。

（2）消防设施

系统以年为单位进行统计分析，公开发布上一年度运行稳定且故障率低的产品品牌、型号，并形成准入制度，对于新的建设项目，名单中故障率过高或多次出现突出问题的品牌将禁止使用，并推荐给其它单位作为其建设项目选择消防系统产品的参考依据。

（3）建筑防火

对于日常运行过程中反复出现的故障或问题进行挖掘与分析，成立专项小组查找问题原因，辨别是否为建筑防火原因，例如平面布局不合理、安全疏散不符合要求、装修保温材料不合格等，确认后制定整改方案，立项实施。

（4）初起火灾扑救及应急救援指挥

根据已输入的初起火灾扑救及应急救援指挥预案，结合火灾实时数据，智能选择最佳预案，指挥现场人员实施灭火救援工作。

9 消防新技术

随着信息技术的高速发展，数据中心的规模和数量高速增长，数据中心在功能和结构上也越来越复杂，对消防提出了越来越高的要求。本章介绍了几种适用于数据中心的消防新技术，这些新技术尚处于发展阶段，大部分尚未在国内广泛使用。本章对消防新技术的介绍，旨在为数据中心从业人员提供一些技术参考。

9.1 全氟己酮灭火系统

9.1.1 概况

全氟己酮是一种重要的哈龙灭火剂替代品，其化学结构和 3M 公司的 Novec 1230 灭火剂相同，是氟化酮类的化合物，常温常压下是一种无色、无味的液体。

全氟己酮的蒸发热是水的 1/25，蒸汽压是水的 25 倍，这些性质使它易于汽化并以气态存在，主要依靠吸热达到灭火效果，可以扑灭 A、B、C、E 类火灾。吸热灭火的原理是由于全氟己酮会与空气形成混合气体，这一混合气体比空气的储热能力要强，这就意味着其能在工作时移走更多的热量。全氟己酮具有现有商品化的哈龙替代品的储热能力。全氟己酮的灭火设计浓度一般为 4–6%，远低于七氟丙烷灭火剂的灭火设计浓度（8–10%）。全氟己酮的无毒性反应（NOAEL）浓度为 10%，大于七氟丙烷灭火剂的无毒性反应（NOAEL）浓度（9%），安全余量比较高。

与七氟丙烷灭火系统类似，全氟己酮灭火系统也分为管网灭火系统和预制灭火系统。管网灭火系统主要由灭火剂钢瓶、驱动瓶、选择阀、集流管、控制管路、信号反馈装置、检漏装置、管路、喷头等组成。灭火剂和高压氮气储存在钢瓶内，系统启动灭火时，瓶头阀和选择阀打开，气体灭火剂在高压气体驱动下通过管路，从喷头射出，快速气化，通过吸热降温实现灭火。按防护区数量，可以分为单元独立系统和组合分配系统。预制灭火系统是按一定的应用条件，将灭火剂储存装置和喷放组件等预先设计、组装成套且具有联动控制功能的灭火系统。预制灭火

系统又称为柜式气体灭火装置，由灭火剂钢瓶、管路、喷嘴、信号反馈部件、检漏部件、驱动部件等组成。

全氟己酮灭火剂与七氟丙烷灭火剂的对比见表 49、表 50、表 51。

表 49 七氟丙烷与全氟己酮灭火剂物化性质对比表

项目	单位	七氟丙烷	全氟己酮
绝缘强度，1atm（N2=1.0）		2	2.3
蒸汽压（25℃时）	Pa	0.404	5.85
水溶性（25℃时）	%	0.06	＜0.001
汽化热（在沸点时）	kJ/kg	132.6	88.0
液体黏度（25℃时）	厘泊	0.184	0.524
比容（25℃下 1atm 下）	m^3/kg	0.1374	0.0719
密度（25℃下 1atm 下的气体）	g/mL	0.03	0.0136
密度（25℃下饱和液体）	g/mL	1.407	1.6
凝固点	℃	−131.1	−108
沸点（1atm）	℃	−16.4	49.2
相对分子量		170.03	316.04
化学式		CF_3CHFCF_3	$CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$

表 50 七氟丙烷与全氟己酮灭火剂灭火浓度和安全性对比表

项目	单位	七氟丙烷	全氟己酮
无毒性反应浓度（NOAEL）	%	9	10
参考灭火设计浓度	%	8~10	4~6
安全余量	%	3~20	67~150
单位质量需要的最小安全体积（20℃下 1atm）	m^3	1.526	0.719

注：1. 安全余量 =（无毒性反应浓度 − 参考灭火设计浓度）/ 参考灭火设计浓度

2. 单位质量需要的最小安全体积指 1kg 灭火剂在不超过无毒性反应浓度时的最小体积。

表 51 七氟丙烷与全氟己酮灭火剂环保性对比表

项目	七氟丙烷	全氟己酮
臭氧层的耗损潜能值（ODP）	0	0
温室效应潜能值（GWP）	3500	1
大气中存留寿命（ALT）	31 年	5 天

七氟丙烷等传统氢氟烃灭火剂由于具有明显的温室效应，被蒙特利尔议定书基加利修正案列入限控清单。故全氟己酮作为新一代洁净灭火剂中的佼佼者引起了广泛的关注。

全氟己酮灭火剂在国外的应用有近 20 年历史。2001 年 5 月，美国 3M 公司推出了商品名称为 Novec 1230 的新型洁净灭火剂，并在 2001 年 9 月在美国进入商业推广阶段，并取得了美国 UL、FM 认证，全氟己酮灭火剂被 NFPA 2001 版标准收录为洁净气体灭火剂，后来又被编入 ISO 14520 标准（ISO 14520–5）。

近年来，随着中国企业科技水平提升，国内已有多家氟化工企业独立开发出全氟己酮灭火剂产品，打破美国垄断，出口欧洲、中东、东南亚等地区。但不同企业的生产原料、反应路线、生产工艺、产品性能不尽相同，尚没有统一的国家、行业标准，目前各企业以自行规定的企业标准作为指导生产、检验和质量控制的依据。

目前标准制定的工作也有了部分进展。山东省地方标准《全氟己酮灭火系统设计、施工及验收规范》DB37T 3642–2019 由山东省市场监督管理局发布，于 2019 年 9 月 6 日实施，是国内首个关于全氟己酮灭火系统的标准。该地方标准主要有系统组件、设计要求、管网灭火系统、预制灭火系统、系统施工、系统验收、维护管理等章节，其中预制灭火系统除了包括柜式灭火装置，还包括了框架式、探火管式、悬挂式等多种形式，以及自动跟踪定位系统。

国家市场监督管理总局标准技术管理司 2020 年 5 月 9 日下达了《全氟己酮灭火剂》国家标准的制订计划，主要起草单位是应急管理部天津消防研究所，该标准非等效采用 ISO 国际标准 ISO 14520–5：2016。该国家标准将规定全氟己酮

灭火剂的通用要求、试验方法、检验规则、包装、标示、充装、运输和储存。

中国工程建设协会的《2019 年第二批协会标准 制订、修订计划》中，也批准了《预置式全氟己酮灭火装置》制订立项申请，主要起草单位也是应急管理部天津消防研究所。该团体标准将规定预置式全氟己酮灭火装置的分类和标记、性能要求、试验方法、检测规则、包装运输和储存。

9.1.2 数据中心应用

全氟己酮作为高效洁净的气体灭火剂已经被国际消防届接受、认可和广泛使用，它具有灭火浓度低、灭火效率高、安全系数高、不导电、无残留等特点，适用于不宜用其他灭火剂扑救和灭火后不能有大的二次污染的火灾场所，例如数据中心。随着对传统哈龙、七氟丙烷、三氟甲烷等气体灭火剂越来越严格的限制使用，环保性能良好的全氟己酮灭火剂使用将越来越广泛。

9.1.3 技术特点

（1）主要优点

a 全氟己酮灭火剂有优异的环保性能：其臭氧损耗潜能值（ODP）为 0，温室效应潜能值（GWP）等于 1，大气存留寿命只有 5 天，是可用于替代七氟丙烷的灭火剂；

b 全氟己酮灭火剂安全无毒，灭火浓度低，安全余量高，在使用时对人体更安全；

c 全氟己酮常温下是液体，可以在常压状态下安全地使用普通容器在较宽的温度范围内储存和运输（包括空运）；

d 全氟己酮对常用的橡塑密封材料，如氯丁橡胶、丁基橡胶、氟化橡胶、三元乙丙橡胶、硅聚酯等无明显化学反应，因而在使用全氟己酮灭火的系统中这些密封材料可以正常工作。对常用的金属，如碳钢、铜、铝、不锈钢等材料亦无腐蚀，不会损害电子部件和线路，不会造成二次损害；

e 有研究表明，全氟己酮对扑灭锂离子电池火灾的性能优于七氟丙烷；

f 通过全氟己酮灭火剂的理化性能及灭火性能等重要特性与七氟丙烷灭火

剂进行对比，结果表明全氟己酮灭火剂具备高效灭火，环境友好等优点，具有广泛的应用前景。

（2）值得注意的问题

a 有研究表明，全氟己酮在灭火过程中，高温裂解时有剧毒气体全氟异丁烯和毒性气体一氧化碳产生。全氟己酮灭火系统启动后，防护区内不能有人员滞留；

b 全氟己酮极易吸收水分，产生酸性物质，可腐蚀金属部件及密封件。应在生产、储存、灌装阶段采取措施严格控制灭火剂中的水分；

c 国内全氟己酮灭火剂尚没有统一的国家或行业标准，产品国家标准刚刚立项起草，产品标准目前按照ISO标准执行。国内仅有少数企业能生产该灭火剂；

d 全氟己酮灭火系统用于数据中心场景，尚缺全尺度灭火试验的支撑，也缺少设计标准的支撑。

9.2 非气溶胶灭火贴

9.2.1 基本原理

非气溶胶灭火贴是一种基于微泡胶囊技术，结合可自粘技术的柔性复合灭火材料。它由硅质胶凝物、橡胶树脂等材料，通过特殊工艺混合为直径100纳米以下的微泡胶囊，并制成不干胶形态的灭火产品。适合配电箱、数据机柜、蓄电池壳体、电脑机箱等小空间应用。

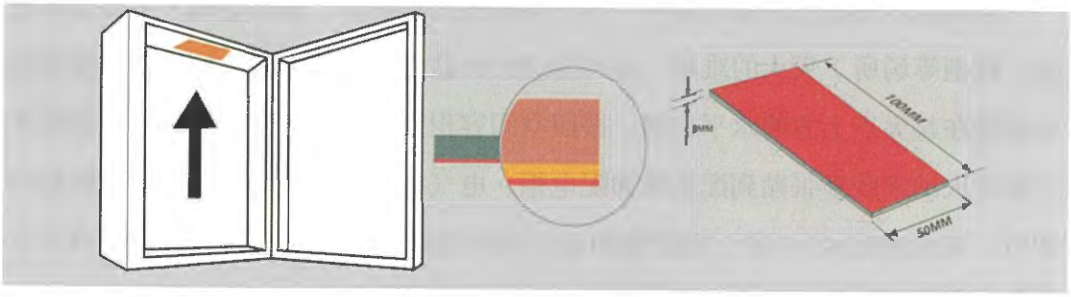


图31 非气溶胶灭火贴安装示意

非气溶胶灭火贴采用微泡胶囊技术，当非气溶胶灭火贴达到预设温度（目前主要设定响应温度为 110℃）时，其内的微泡胶囊外壳迅速破裂释放出灭火介质

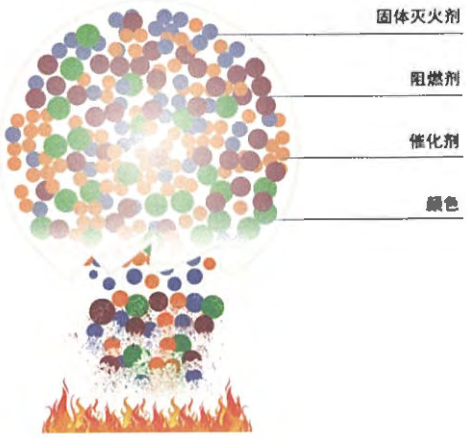


图 32 非气溶胶灭火贴灭火原理

非气溶胶灭火贴使用方便简单，只需将非气溶胶灭火贴后的背胶撕开，粘贴在需要保护的区域上方即可。粘贴非气溶胶灭火贴后，正常环境下可保护配电箱 7~10 年，任何时候受限空间内元器件发生火灾，只要空气温度达到非气溶胶灭火贴启动温度，非气溶胶灭火贴就会自动启动，将起火点火灾扑灭。日常巡检时，只需观察非气溶胶灭火贴颜色是否改变，如颜色或表面平整度发生变化，说明产品已经过期或者发生作用，启动灭火过。

9.2.2 国内外发展情况

目前国内外同类产品比较少，非气溶胶灭火贴破解了在小空间（主要是配电箱、机柜等场所）灭火的难题。非气溶胶灭火贴内置安装于需保护设备，直接粘贴在潜在起火点上方的水平位置。按照空间容积计算使用产品的面积，直接将小空间灭火纳米胶囊张贴到配电箱和配电柜、电气接线盒、电缆桥架、信息机柜内即可。灭火时间≤ 30 秒。微胶囊的聚合物外壳能确保灭火气体可在数年内有效工作。在达到预设定温度时外壳迅速自毁释放出灭火气体，使每个单独的微胶囊成为一个独立的微型灭火器。在达到预设定启动温度实施智能灭火时，可以智能

并严格控制灭火气体释放量，从而最大程度确保室内人员安全。此类产品目前已通过产品标准备案和国家权威机构的检测认证。

非气溶胶灭火贴将特殊灭火剂、阻燃剂、催化剂、稳定剂等原材料分别精加工成 10 纳米以下的小胶囊，然后将各类小胶囊按照一定比例混合封装后，即成 1 微米以下的灭火材料。最后通过加入橡胶树脂、着色剂、催化剂等材料生成非气溶胶灭火贴。作为阻燃剂，可与众多原材料配合使用，隔断自由基，阻止燃烧链。作为灭火剂，灭火无残留物，洁净环保灭火，可灭 ABCDE 类火。微泡胶囊在额定温度时瞬间破裂，多种配方纳米级原材料迅速在空间内发生化学裂解反应，排解氧气的同时，化合物阻止燃烧的自由基。

9.2.3 数据中心应用场景

在数据中心中，非气溶胶灭火贴可用于主机房、变配电室、电池室、电力室、空调机房等区域，可以对各种机柜、配电箱、电源柜、电缆桥架、蓄电池壳体内的相对封闭的空间进行保护，实现火灾精准灭火。

这样的应用方式可以降低消防系统的投入，跟传统消防系统不同，火灾发生后，无需对整个房间进行药剂整体喷放，无需人员撤离，不会造成人员误伤。

9.2.4 技术特点

非气溶胶灭火贴是一种基于微泡胶囊技术，结合可自粘柔性技术的复合灭火材料，可内置安装于需保护设备，直接粘贴在潜在起火点上方水平位置的新型灭火产品。

（1）主要优点

a 解决局部相对封闭的小空间内的火灾扑救问题，避免“小火”变“大火”，避免相对封闭空间内火灾难以扑救的问题；

b 设计、安装简单，只需要按照保护空间容积进行计算，直接将非气溶胶灭火贴张贴到配电箱、配电柜、电气接线盒、电缆桥架内即可。不需要打孔穿线，不对设备做任何改动；

c 可根据应用场景定制成不同的形态，如粉末、液态灭火涂料、灭火胶、

灭火豆、灭火绳等，满足不同空间、不同材质的灭火需求；

d 具有灭火次数多（重复10次）、灭火速度快（3–60秒）、环保（720h降解）、完全智能化、无残留物、使用耐受环境宽泛（动作温度可调110–320℃）。

（2）主要缺点

a 由于非气溶胶灭火贴的启动原理是基于温度感应，较大空间内空气温度要到达启动温度需要火灾规模较大，其技术特点也决定了最大的缺点：对开放空间和超大尺寸的受限空间灭火性能较差；

b 国内尚没有非气溶胶灭火贴相关的设计、施工和验收标准；

c 与探火管灭火系统的应用有同样的障碍：目前的相关标准都是对防护区整体提出灭火系统的要求。仅对防护区内火灾风险性大的设备进行针对性保护，是否能被消防相关部门认可，尚有较大争议。

9.3 气体灭火系统防护区的气密性检测

9.3.1 基本原理

由于气体灭火系统大多被应用在重要场所，因此对系统的有效性必须加以验证。气体灭火介质需一定的灭火浓度，并要求有一定的浸渍时间才能达到理想的灭火效果。由于灭火剂费用昂贵，对环境有破坏等原因，消防监督员在实地验收气体灭火系统时一般不会采用实际喷放测试方法，仅是在拆除瓶头阀的状态下测试系统的联动性能。这种联动性能的测试无法发现现场存在的一些问题，如分界面下降的测量、浓度变化情况、泄漏途径等。

欧美国家早在二十世纪八十年代就非常重视防护区的密封性。当时是通过实效的灭火气体喷射来获取停留时间，从而通过这个停留时闻来判断防护区的密封性。后来EPA（美国国家环境保护局）提出哈龙气体是破坏臭氧层最强的化学品之一，从此不再鼓励进行防护区喷射测验，而是采用鼓风门气密性检测。用鼓风门测试系统模拟排放并测量房间的泄漏，结合烟雾示踪技术，便捷有效的对建筑物的渗漏源进行检测，并使用计算机对试验得到的参数进行模拟泄漏计算，主要

通过“停留时间”、“峰值压力”和“泄压面积”这三个数据对系统的可靠安全性做出科学评价。

（1）峰值压力

当灭火剂喷射时，在防护区内会形成一个瞬时的压力脉冲，这个压力强度如果超过了建筑物所能承受的压力极限，那么将会造成不可估量的破坏，这种压力就是峰值压力。峰值压力的基本原理很简单：在固定的容积内，大量气体迅速涌入，容积内的气压就会增加，围护房间必须有足够的排气面积来对超出承压极限的压力进行减压，只有这样，喷射时产生的瞬时高气压才能得到有效的缓冲释放，从而保证了防护区的设备及建筑物不会因此受到损坏。峰值压力的大小取决于体积泄漏率、灭火剂浓度、灭火剂的喷射时间、灭火剂湿度、温度等因素。其中最重要的因素是体积泄漏率，如果泄漏面积过大，将导致防护区内的气体浓度和停留时间无法维持在一定的安全范围之内，灭火效果将大打折扣，火灾复燃的隐患将会增大。

（2）停留时间

停留时间是指灭火剂和空气的接触面下降到最小保护高度位置所需的时间。灭火剂不仅要达到设计浓度，并且浓度要持续到具体的时间段。当灭火剂从围护房间底部泄漏，空气从天花板进入围护房间填补灭火剂流失的空间时，灭火剂与空气的接触面就会下降。接触面在设备的上方时，设备会受到保护。一旦接触面接触到设备或下降至低于设备的位置，那么设备就不再受到保护。

（3）泄压面积

为达到标准规定的快速扑灭初起火灾和避免其它副作用的目的，气体灭火系统要求在极短时间内将灭火剂喷放完毕，其直接结果是防护区内压力的急剧升高，可能使围护结构因峰值压力过高遭到破坏。因此灭火剂喷放时泄压面积的设置，实现内部超压的适时泄放和灭火停留时间内避免灭火剂的过多溢出是保证灭火成功的重要因素。在停留时间内，围护房间应预留足够的泄压面积来避免灭火剂喷射造成的损害，同时也要保证房间足够紧密保留灭火剂。该试验方法符合美国消

防协会标准 NFPA 12A《卤代物 1301 灭火系统》附录 B 及英国标准 BS 5306，在美国、英国得到各地消防机构和保险商的认可，作为其工程验收及认证规范中的一个必不可少的环节。

9.3.2 国内外发展情况

目前国内对于防护区的气密性检测基本没有进行，外资企业的业主往往会主动要求在项目交付使用之前进行这项测试，或者是由于购买防火财产保险的需要，才要求开展气密性测试。美国 FM 公司规定，凡是使用气体灭火系统的环境，必须通过鼓风门气密性测试，并且要每 12 个月进行一次。

9.3.3 数据中心应用

数据中心中设置气体灭火系统的防护区，如主机房、电力室、电池室区域，有大量电子信息设备和重要电力设备，是数据中心消防重点防护区域。消防验收时对这些防护区增加气密性检测，可更加直观的检验气体灭火系统的有效性及可靠性。

通过鼓风门气密性测试会增加气体灭火系统的建造成本，但是常规的实际喷放实验，实验后需要重新充灌灭火剂，即使实验时采用灭火介质的代用品，也同样增加建造成本且工作繁琐，同时由于实际排放时间很短，实际存在的一些问题不容易发现。

9.4 气体灭火主从动启动系统

目前国内组合分配式的气体灭火系统主要采用启动瓶来启动，即按防护区设置对应的启动瓶和启动管路。选择阀一般为气动选择阀。防护区发生火灾时，气体灭火控制器启动对应的启动瓶电磁驱动装置，释放驱动气体，开启对应的选择阀和相应数量的灭火剂储存瓶。灭火剂经集流管、灭火剂输送管道和喷嘴喷出实施灭火。

气体灭火主从动启动系统则采用了一种特殊的启动方式：将某些灭火剂储存瓶设为主动瓶，其他储存瓶设为从动瓶，不再设置启动瓶。选择阀需为电控选择阀。

防护区发生火灾时，气体灭火控制器启动对应电控选择阀和主动瓶组上的电磁驱动装置，主动瓶组内灭火剂在流向集流管时，开启对应的从动瓶，兼具启动瓶功能。主动瓶和从动瓶的灭火剂经集流管、灭火剂输送管道和喷嘴喷出实施灭火。

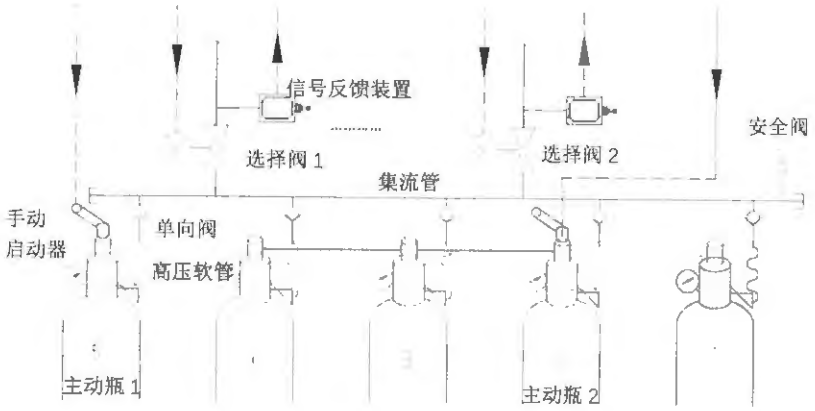


图 33 主从动启动系统控制原理图

该系统主要优点是取消了启动瓶，系统控制简单，系统更为可靠，机械应急操作更为简单、快速，维护保养更为简单。采用了电控选择阀，体积小，启动更可靠。主要缺点是国内尚无可靠供应商，采用国外产品造价相对较高。

附录 A 数据中心相关消防文件

A.1 现行消防相关国家标准

- 数据中心设计规范 GB50174–2017
- 数据中心基础设施运行维护标准 GB/T51314–2018
- 数据中心基础设施施工及验收规范 GB50462–2015
- 建筑设计防火规范 GB50016–2014（2018 年版）
- 自动喷水灭火系统设计规范 GB50084–2017
- 自动喷水灭火系统施工及验收规范 GB50261–2017
- 消防给水及消火栓系统技术规范 GB50974–2014
- 建筑防烟排烟系统技术标准 GB51251–2017
- 消防应急照明和疏散指示系统技术标准 GB51309–2018
- 火灾自动报警系统设计规范 GB50116–2019
- 火灾自动报警系统施工及验收标准 GB50166–2019
- 消防联动控制系统 GB16806–2006
- 气体灭火系统设计规范 GB50370–2005
- 气体灭火系统施工及验收规范 GB50263–2007
- 细水雾灭火系统技术规范 GB50898–2013
- 水喷雾灭火系统技术规范 GB50219–2014
- 建筑灭火器配置设计规范 GB50140–2005
- 建筑灭火器配置验收及检查规范 GB50444–2008
- 建筑内部装修设计防火规范 GB50222–2017
- 建筑钢结构防火技术规范 GB51249–2017
- 防火卷帘、防火门、防火窗施工及验收规范 GB50877–2014
- 建筑消防设施的维护管理 GB25201–2010

- 城市消防远程监控系统技术规范 GB50440–2007
- 建设工程施工现场消防安全技术规范 GB50720–2011
- 社会单位灭火和应急疏散预案 编制及实施导则 GB/T38315–2019
- 给水排水管道工程施工及验收规范 GB50268–2008
- 建筑内部装修防火施工及验收规范 GB50354–2005
- 城市消防规划规范 GB51080–2015
- 柜式气体灭火装置 GB16670–2006
- 气体灭火系统及部件 GB25972–2010
- 推车式灭火器 GB8109–2005
- 民用建筑电气设计标准 GB51348–2019
- 固定消防给水设备第 1 部分：消防气压给水设备 GB27898.1–2011
- 固定消防给水设备第 2 部分：消防自动恒压给水设备 GB27898.2–2011
- 固定消防给水设备第 3 部分：消防增压稳压给水设备 GB27898.3–2011
- 固定消防给水设备第 4 部分：消防气体顶压给水设备 GB27898.4–2011
- 固定消防给水设备第 5 部分：消防双动力给水设备 GB27898.5–2011
- 消火栓箱 GB/T14561–2019
- 室内消火栓 GB3445–2018
- 室外消火栓 GB4452–2011
- 消防水泵接合器 GB3446–2013
- 消防水带 GB6246–2011
- 火灾报警控制器 GB4717–2005
- 点型感烟火灾探测器 GB4715–2005
- 点型感温火灾探测器 GB4716–2005
- 火灾探测报警产品的维修保养与报废 GB29837–2013
- 独立式感烟火灾探测报警器 GB20517–2006
- 特种火灾探测器 GB15631–2008

- 电气火灾监控系统第 1 部分：电气火灾监控设备 GB14287.1–2014
- 电气火灾监控系统第 2 部分：剩余电流式电气火灾监控探测器 GB14287.2–2014
- 电气火灾监控系统第 3 部分：测温式电气火灾监控探测器 GB14287.3–2014
- 电气火灾模拟试验技术规程 GB/T27902–2011
- 建筑防火封堵应用技术标准 GB/T51410–2020
- 空调通风系统运行管理标准 GB50365–2019
- 线型感温火灾探测器 GB16280–2014
- 重大火灾隐患判定方法 GB35181–2017
- 消防应急照明和疏散指示系统 GB17945–2010
- 20kV 及以下变电所设计规范 GB50053–2013
- 低压配电设计规范 GB50054–2011
- 供配电系统设计规范 GB50052–2009
- 建筑物电子信息系统防雷技术规范 GB50343–2012
- 建筑物防雷设计规范 GB50057–2010
- 民用闭路监视电视系统工程技术规范 GB50198–2011
- 电子工程建设术语标准 GB/T50780–2013
- 通用用电设备配电设计规范 GB50055–2011
- 防火门监控器 GB29364–2012
- 建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范 GB50242–2002
- 消防水枪 GB8181–2005
- 消防软管卷盘 GB15090–2005
- 消防技术文件用消防设备图形符号 GB/T4327–2008
- 消防设备电源监控系统 GB28184–2011
- 细水雾灭火系统及部件通用技术条件 GB/T26785–2011

- 建筑材料及制品燃烧性能分级 GB8624–2012
- 自动喷水灭火系统第 1 部分：洒水喷头 GB5135.1–2003
- 自动喷水灭火系统第 2 部分：湿式报警阀、延迟器、水力警铃 GB5135.2–2003
- 自动喷水灭火系统第 3 部分：水雾喷头 GB5135.3–2003
- 自动喷水灭火系统第 5 部分：雨淋报警阀 GB5135.5–2018
- 自动喷水灭火系统第 6 部分：通用阀门 GB5135.6–2018
- 自动喷水灭火系统第 7 部分：水流指示器 GB5135.7–2018
- 自动喷水灭火系统第 8 部分：加速器 GB5135.8–2003
- 自动喷水灭火系统第 10 部分：压力开关 GB5135.10–2006
- 自动喷水灭火系统第 11 部分：沟槽式管接件 GB5135.11–2006
- 自动喷水灭火系统第 14 部分：预作用装置 GB5135.14–2011
- 自动喷水灭火系统第 17 部分：减压阀 GB5135.17–2011
- 自动喷水灭火系统第 18 部分：消防管道支吊架 GB/T5135.18–2010
- 自动喷水灭火系统第 21 部分：末端试水装置 GB5135.21–2011

A.2 现行相关消防行业和地方标准、规章及规范性文件

- 建设工程消防设计审查验收管理暂行规定（建设部令〔2020〕第 51 号）
- 《建设工程消防设计审查验收工作细则》住房和城乡建设部
- 《建设工程消防设计审查、消防验收、备案和 抽查文书式样》住房和城乡建设部
- 机关、团体、企业、事业单位消防安全管理规定（公安部令第 61 号）
- 注册消防工程师管理规定（中华人民共和国公安部令 第 143 号）
- 消防安全重点单位 微型消防站建设标准（试行）
- 《消防技术服务机构从业条件》（应急〔2019〕88 号）
- 建筑消防设施检测技术规程 XF503–2004

- 固定灭火系统驱动、控制装置通用技术条件 XF 61–2010
- 细水雾灭火装置 XF1149–2014
- 消防控制室图形显示装置软件通用技术要求 XF/T847–2009
- 灭火器箱 XF139–2009
- 外储压七氟丙烷灭火系统技术规程 CECS386–2014
- 探火管灭火装置技术规程 CECS345–2013
- 化学氧消防自救呼吸器 XF411–2003
- 塑料管道阻火圈 XF304–2012
- 建筑防火封堵应用技术规程 CECS154–2003
- 钢结构防火涂料应用技术规范 CECS24–1990
- 建筑钢结构防火技术规范 CECS200–2006
- 消防产品 消防安全要求 XF1025–2012
- 消防产品现场检查判定规则 XF588–2012
- 社会消防技术服务管理规定（公安部令第 136 号）
- 火灾事故调查规定（公安部令第 108 号、121 号）
- 消防监督检查规定（公安部令第 120 号）
- 消防产品监督管理规定（公安部令第 122 号）
- 社会消防安全教育培训规定
- 探火管式灭火装置 XF1167–2014
- 灭火器维修 XF95–2015
- 吸气式感烟火灾探测报警系统设计、施工及验收规范 DB11/1026–2013
- 吸气式感烟火灾探测报警系统设计、施工及验收规范 DBJ15–48–2005
- 《气瓶安全技术规程》TSG 23–2021
- 上海市数据中心基础设施设计规程 DG/TJ 08–2125–2013

附录 B 数据中心主要功能用房消防设施配置

表 B.1 数据中心主要功能用房消防设施配置

消防系统	主机房			变配电室、不间断电源系统和电池室	柴油发电机房
	A 级	B 级	C 级		
火灾自动报警系统	应				
吸气式烟雾探测火灾报警系统	宜		可	可	–
电气火灾监控	应				
疏散指示	应				
消火栓系统	应				
自动喷水灭火系统	可（当两个或两个以上数据中心互为备份时）	可		–	–
气体灭火系统	宜			宜	可
细水雾灭火系统	可				
水喷雾灭火系统	–			–	宜
探火管灭火系统	可			可	–
灭火器	应				
排烟系统	视数据中心建筑类型、房间建筑面积设置（采用自动喷水灭火系统时）			–	–

附录 C 吸气式感烟火灾探测器的设计

本附录概述了在以下应用场景中使用吸气式感烟火灾探测器产品来保护数据中心设施的设计建议和设计方法：

- 一般区域，没有围堵或隔离
- 密闭的冷通道 / 热通道或分隔的区域
- 其他基于风险的保护和探测的方法

C.1 关键术语

采样点开孔数量是影响吸气式感烟火灾探测器灵敏度的主要因素，为了澄清起见，以下是与讲述内容有关的一些关键术语：

- 传输时间：（烟雾）气溶胶从采样孔传输到吸气式感烟火灾探测器的时间。
- 最大传输时间：（烟雾）气溶胶从最远端的采样孔传输到吸气式感烟火灾探测器最长时间。
- 响应时间：从源头产生燃烧气溶胶到在吸气式感烟火灾探测器上指示出烟雾状态之间的时间。
- 反应时间：（烟雾）气溶胶达到规定的报警浓度（例如末端测试条件）与在吸气式感烟火灾探测器上开始报警之间的时间。

C.2 使用场所的探测系统灵敏度

探测系统灵敏度及其使用场所确定见表 C.1。

表 C.1 探测系统灵敏度及其使用场所

系统灵敏度	系统灵敏度指标	适用场所	必备条件
高	吸气式感烟火灾探测器灵敏度 × 实际孔数 < 0.5%obs/m	1. 换气次数≥ 20 次的场所； 2. 采用回风探测系统的场所； 3.A 类、B 类和 C 类保护对象	1. 采用绝对烟雾浓度探测技术； 2. 每台吸气式感烟火灾探测器允许的采样孔数量不宜超过 100 个
非高	0.5%obs/m ≤吸气式感烟火灾探测器灵敏度 × 实际孔数< 2%obs/m	B 类和 C 类保护对象	每台吸气式感烟火灾探测器允许的采样孔数量不宜超过 40 个

C.2.1 吸气式感烟火灾探测器保护对象分级

吸气式感烟火灾探测器的保护对象应根据其使用性质、重要程度、火灾危害性、疏散和扑救难度等分为 A 类、B 类和 C 类，并符合表 C.2 的规定。

表 C.2 吸气式感烟火灾探测器保护对象分级

等级	保护对象
A 类	电信机房、数据中心、信息中心等
B 类	重要的计算机房、微波站、博物馆、图书馆、资料、档案馆，以及环境复杂、人员疏散困难的超大空间等
C 类	腐蚀性和有毒危险物品库房、医院的手术室和扫描室及核磁共振室、地铁大厅、体育馆、会展中心、高架物品库等

C.2.2 其他关键参数

吸气式感烟火灾探测器设计的其他关键参数是天花板高度以及活动地板和回风吊顶的高度。本系统设计适用于具有以下属性的数据中心，当受保护空间的高度超过规范和惯例的通常情况时，需考虑设计要求的变化，但这不在本设计的讨论范围内：

- 高架地板：I 级设施的典型高架地板高度为 0.3m，II 级 0.45m，III 级

0.76–0.9m），IV 级 0.76–1.1m。一般情况下，在高架地板空间内布置一层探测管网就足够了。

- 回风吊顶：高度不超过 1.0m，因此在回风吊顶内部进行一层探测管网足够了。

- 天花板高度：通常，数据中心的净天花板高度在 3.0m 和 6.0m 之间。因此，一般不考虑天花板高度对吸气式感烟火灾探测器设计和使用的限制。例如，按照 FIA（Fire Industry Association）标准（（February 2012）Code of Practice for Design, Installation, Commissioning & Maintenance of Aspirating Smoke Detector（ASD）Systems, Middlesex, UK）的要求，高灵敏和非高应用，对于普通高度分别为 10.5 m 或 8.0 m 的天花板高度，场外响应没有对吸气式感烟火灾探测器采样孔的间距或灵敏度方面的限制。对于高灵敏应用，可调整采样孔的间距以满足由于极高速的气流导致对所需的探测性能的要求。

C.3 设计应用场景

由于实际上每个吸气式感烟火灾探测器采样孔（或采样点）都代表一个单点型探测器，因此本系统包含的关键标准或变量集中于吸气式感烟火灾探测器设计，主要涉及以下方面：

- 采样孔间距
- 采样孔位置
- 采样孔方向（相对于进风方向）

C.3.1 开放空间探测设计方法

在低能量密度的设施中，例如数据备份中心，托管低压电信设备的区域以及具有关键设备或存储的支持区域，不需要围护。对于出于空气流通目的而具有升高的地板空间和 / 或回风吊顶的房间，这些空间被视为“开放区域”，而出于烟雾探测系统设计的目的，可不考虑分隔。

一般开放空间包含如下三种探测方法：

a 平面天花板的下侧；

b 深梁 / 梁下空间；

c 内部通风室空间（高架地板和天花板上方的空隙）。

C.3.1.1 平面天花板下侧的探测方法

图 C.1 说明了吸气式感烟火灾探测器采样孔如何位于天花板的下面。

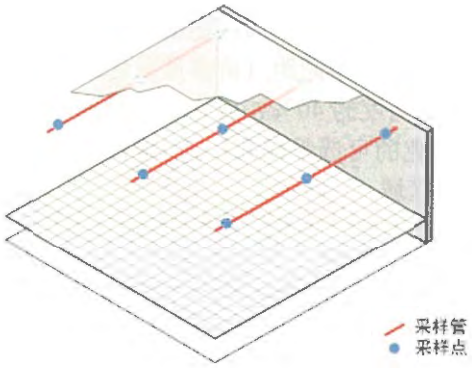
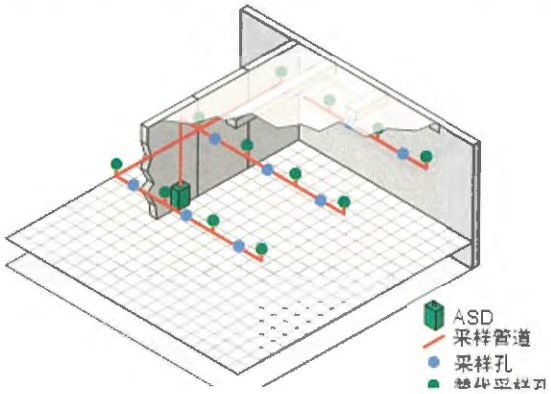


图 C.1 火灾探测位置（天花板下侧）

变量	设计建议
间距	对于气流 60 ＜ n ≤ 80 参考换气次数与采样点保护面积的对照表

C.3.1.2 深梁 / 梁下区域的探测方法

图 C.2 说明了吸气式感烟火灾探测器采样孔如何位于横梁 / 托梁下方或深梁



下区域。

图 C.2 火灾探测位置（天花板下侧 – 深梁 / 托梁）

变量	设计建议
间距	1、手杖深度＜天花板高度的 10%： 在手杖底部应用天花板间距（请参见蓝色的采样孔） 2 手杖深度≥天花板高度的 10%： （i）横梁间距＜天花板高度的 40%：在横梁的底部使用平行于横梁的天花板间距和垂直于横梁的一半间距（请参见蓝色的采样孔） （ii）梁间距≥天花板高度的 40%：应在每个梁间区域的天花板上放置一个采样孔（请参见绿色的可选采样孔）。 请注意，可能需要多个采样孔才能覆盖给定的梁间区域
方向	垂直向下

C.3.1.3 内部通风室（高架地板和天花板上方的空间）的探测方法

图 C.3 说明了在高架地板或天花板上方的空间中安装了电线电缆和电子控制设备时，吸气式感烟火灾探测器采样孔如何位于活动地板的顶部或天花板上方。

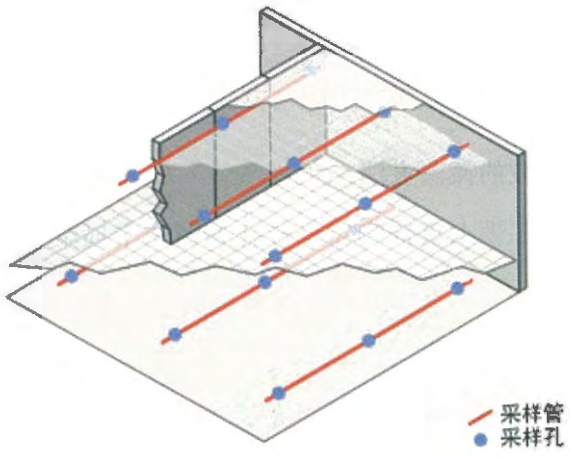


图 C.3 火灾探器测布置（高架地板或天花板通风室）

变量	设计建议
间距	建议设计用于高灵敏的吸气式感烟火灾探测器，特别是如果它是唯一安装的烟雾探测系统且没有其他形式的探测器，例如， 相关的管道或通风口保护。
放置位置	在活动地板内或天花板通风间上方，探测器安装在主房间内，末端帽也位于主房间内，用作调试和维护测试点，以方便检修
方向	面对气流方向； 在可能的情况下，请考虑使用吸气式感烟火灾探测器一级采样孔。

C.3.2 冷热通道探测设计方法

由于物理阻塞或分离而导致的冷通道/热通道遏制或隔间需要特殊的设计考虑。

本节介绍了可满足大多数密闭或隔离配置的探测方法，即：

a 热通道遏制（行）；

b 热通道遏制（回风管）；

c 冷通道遏制（行）；

d 仅包含天花板的密闭冷通道；

e 回风格栅。

C.3.2.1 热通道（行）的探测方法

图 C.4 说明了吸气式感烟火灾探测器采样孔如何在密闭热通道（行）内设置。

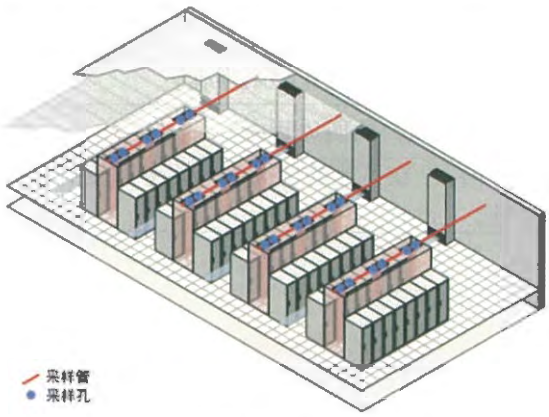


图 C.4 火灾探测位置（密闭热通道：行，活动地板 / 回风吊顶）

变量	设计建议（热通道 行）
间距	每个天花板回风孔有 2 至 4 个采样孔。
放置位置	在每个密闭的热通道区域内部，设计为回风口。
方向	面对气流方向； 在可能的情况下，请考虑使用吸气式感烟火灾探测器一级采样孔。

C.3.2.2 热通道遏制（回风管）的探测方法

图 C.5 说明了吸气式感烟火灾探测器采样孔如何在密闭热通道（回风管）内设置。

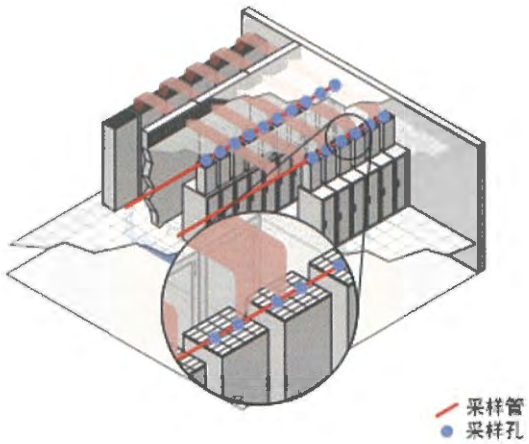


图 C.5 火灾探测位置（密闭热通道：带回风管导管的活动地板）

变量	设计推荐（热通道回风管）
间距	每个天花板回风孔有 2 至 4 个采样孔。
放置位置	在每个设计为回风口的回风管内。
方向	面对气流方向； 在可能的情况下，请考虑使用吸气式感烟火灾探测器一级采样孔。

C.3.2.3 冷通道遏制（行）的探测方法

图 C.6 说明了吸气式感烟火灾探测器采样孔如何在密闭冷通道（行）内设置。冷空气在高架地板空间中向上流动，迫使热气流从机柜的后部汇入开放区域，而热空气则直接在开放空间中返回 HVAC，或者通过顶棚通风系统密闭地循环。

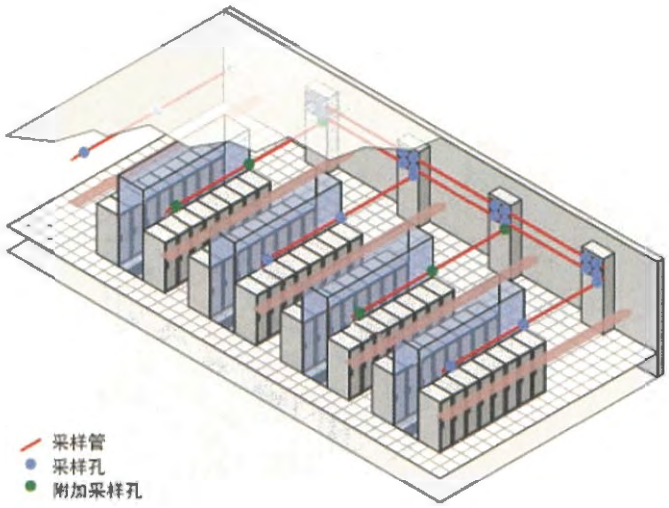


图 C.6 火灾探测位置（冷通道遏制：活动地板，有 / 没有天花板顶通风室）

变量	设计建议（与热通道间隔一致）
间距	至少将取样管与热通道的第二排对齐（请参阅蓝色的取样孔）。 当气流流速较高时，将采样管对准每一行。
放置位置	天花板下面 在用于开放空间的 HVAC 的回风格栅上，或在用于通过天花板上通风室进行密闭式流通的天花板的回风口上； 每个 HVAC 回风口或格栅设置 2 至 4 个采样孔。
方向	在天花板层，垂直向下 在回风格栅或通风口处，面对气流方向； 在可能的情况下，请考虑使用吸气式感烟火灾探测器一级采样孔。

C.3.2.4 带有天花板的密闭冷通道的探测方法

图 C.7 说明了如何将吸气式感烟火灾探测器采样孔放置在密闭冷通道内，无高架地板且仅具有回风吊顶的配置中。冷空气从天花板空间向下供应，迫使热气流从机柜后部汇入开放区域，而热空气则直接返回开放空间中的 HVAC。

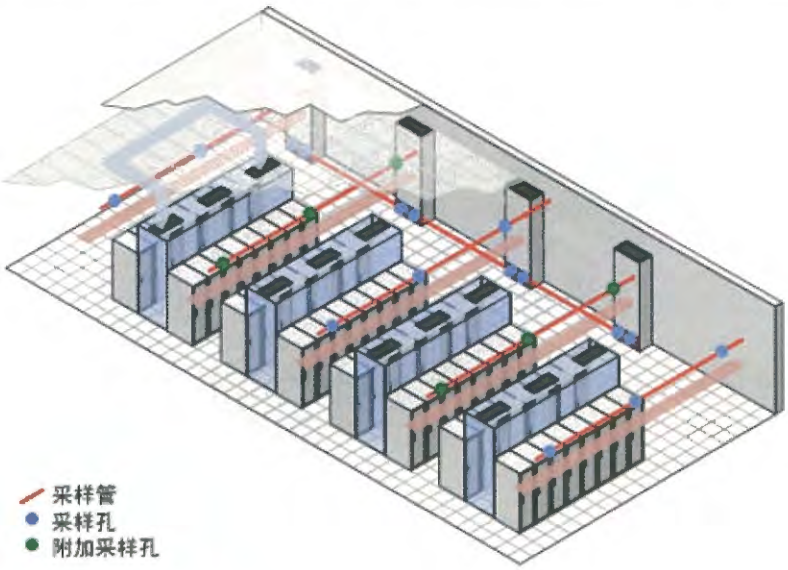


图 C.7 火灾探测位置（冷通道遏制：天花板顶通风室，无活动地板）

变量	设计建议（仅带顶棚的密闭冷通道空间）
间距	至少将取样管与热通道的第二排对齐。当气流流速较高时，将采样管对准每一行。
放置位置	天花板下面 在 HVAC 的回风格栅上，每个 HVAC 回风格栅设置 2 至 4 个采样孔
方向	在天花板层，垂直向下 在回风格栅处，面对气流方向；在可能的情况下，请考虑使用吸气式感烟火灾探测器一级采样孔。

C.3.2.5 回风格栅的探测方法

图 C.8 说明了吸气式感烟火灾探测器采样点如何设置于回风格栅的前面。

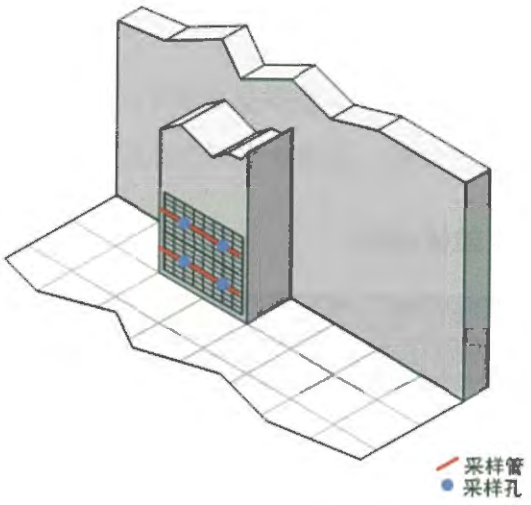


图 C.8 火灾探测位置（回风格栅）

变量	设计建议（回风格栅）
间距	每个采样孔的格栅最大保护面积为 0.36 平方米。通常，使用 2 至 4 个采样孔覆盖单个进气口。当较大的格栅需要两排或更多排采样管时，采样管应设计多根。
放置位置	安装在整个格栅上，管子支架的高度约为 2.5 厘米
方向	面对气流方向； 在可能的情况下，请考虑使用吸气式感烟火灾探测器漏斗采样孔。

附录 D 园区消防用水量计算示例

示例：某数据中心园区各建筑单体参数见表 D.1，园区消防给水系统包含有室外消火栓系统、室内消火栓系统、自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统。

表 D.1 数据中心各建筑单体参数

建筑	占地面积（m^2）	层数	建筑高度（m）	建筑类型	建筑面积（m^2）
A01、A02 数据中心	4837	4	22.50	多层丙类厂房	19993
A03~A06 数据中心	4893	4	21.50	多层丙类厂房	20380
B01 动力配套楼	2253	2	15.5	多层丙类厂房	4507
B02 动力配套楼	5269	2/−1	14.70	多层丙类厂房	8311
C01 维护配套用房	1885	7/−1	29	高层民用建筑	16127

消防系统为园区所有建筑物服务，火灾起数按一起火灾考虑，消防用水量如表 D.2 所示：

表 D.2 数据中心消防用水量

建筑名称	消防系统	设计流量（L/s）	火灾延续时间（L/s）	消防用水量（m^3）	
				小计	合计
数据中心（A01~A06）（V > 50000m^3）	室外消火栓系统	40	3	432	756
	室内消火栓系统	20	3	216	
	自动喷水系统	30	1	108	
动力配套楼 B01（20000m^3<V<50000m^3）	室外消火栓系统	30	3	324	729
	室内消火栓系统	20	3	216	
	水喷雾灭火系统	105	0.5	189	
动力配套楼 B02（V > 50000m^3）	室外消火栓系统	40	3	432	837
	室内消火栓系统	20	3	216	
	水喷雾灭火系统	105	0.5	189	
维护配套用房 C01（V > 50000m^3）	室外消火栓系统	40	2	288	612
	室内消火栓系统	30	2	216	
	自动喷水系统	30	1	108	

注：表中消防系统设计流量仅为示意。

园区一起火灾最大消防用水量按动力配套楼 B02 确定，为 837m^3。

数据中心消防技术白皮书

中数智慧信息技术研究院
地址：北京市西城区车公庄大街乙五号鸿儒大厦 A 座 4 层 BC 室
邮编：100044
电话：010-68005907、68004202
网址：www.cdcc2009.com