

第1章 认识智能建筑消防系统



教学过程建议



学习内容

- ◆ 1.1 智能建筑消防系统认知
- ◆ 1.2 智能建筑火灾形成及灭火原理
- ◆ 1.3 智能建筑防火设计
- ◆ 1.4 消防法律法规
- ◆ 实训1 智能建筑消防系统认知训练



学习目标

- ◆ 具有建筑物的位置、布局，建筑物的耐火等级和使用性质等综合分析能力
- ◆ 能结合智能建筑及燃烧特性构成认知系统
- ◆ 熟悉消防系统工程相关图纸的基本内容
- ◆ 具有使用相关手册、法规和规范的能力



技术依据

- ◆ 《消防法》
- ◆ 《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)
- ◆ 《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116—2013)



教学设计

- ◆ 消防事件联动案例导入→播放消防视频、动画→分析智能建筑消防系统→给出工程图→布置查找各种消防设施→引出消防系统组成→组织现场调研→认知智能建筑消防系统→强化标准、规范及职业素质养成

1.1 智能建筑消防系统认知

教师任务：引导学生讨论智能建筑的构成和特点，理解智能建筑与消防系统的关系；播放消防录像和动画，演示智能建筑消防系统联动案例，给出消防工程设计图，让学生对消防系统有明确的了解，学会识别不同的部件，认清各类标识。

学生任务：学习、研讨、参与讲解，按照给出的消防工程设计图寻找部件，理解消防系统的构成，完成任务单，如表 1-1 所示。

表 1-1 任务单

序号	项 目	内 容
1	智能建筑与消防系统的关系	
2	智能建筑消防系统的组成	
3	智能建筑消防系统的分类	
4	消防工程设计图中的主要部件及图例	
5	消防标志的识别	

随着现代通信技术、计算机网络技术及现场总线控制技术的飞速发展，数字化、网络化和信息化正日益融入人们的生活，新材料、新结构、新设备层出不穷，智能化的概念渗透到各行各业及人们生活中的方方面面，相继出现了智能住宅小区、智能医院等。同时，新型不规则建筑、高层建筑不断涌现，城市建筑密集而结构复杂，致使火灾环境发生了重大变化，火灾隐患也随之增加，智能建筑消防系统对火灾的监测、预防和控制起到了至关重要的作用。智能建筑消防系统是设计及实施人员根据建筑物的实际情况，遵循现行国家标准及消防法律法规（如《建筑设计防火规范》《火灾自动报警系统设计规范》等）进行设计和实施的防火系统。

1.1.1 智能建筑与消防系统

1. 智能建筑的构成和特点

智能建筑在世界各地不断崛起，已成为现代化城市的重要标志，它是为适应现代社会信息化与经济国际化的需要而兴起的，是随着计算机技术、通信技术和现代控制技术的发展和相互渗透而发展起来的，并将继续发展下去。

(1) 智能建筑的构成

智能建筑是指利用系统集成方法，将智能型计算机技术、通信技术、控制技术、多媒体技术和现代建筑艺术有机结合，通过对设备的自动监控，对信息资源的管理，对使用者的信息服务及其建筑环境的优化组合，所获得的投资合理，适合信息技术需要并具有安全、高效、舒适、便利和灵活特点的现代化建筑物。

智能建筑主要由五个子系统构成，即建筑设备自动化系统（BA）、通信自动化系统（CA）、办公自动化系统（OA）、火灾报警与消防联动自动化系统（FA）、安全防范自动化系统（SA），简称 5A 系统。智能建筑就是通过综合布线系统将五个子系统进行有机综合，使建筑物具有了安全、便利、高效、节能的特点。

(2) 智能建筑的火灾特点

智能建筑创造了安全、健康、舒适宜人的办公、生活环境，能最大限度地节省能源，满足用户对不同环境功能的要求。因此，智能建筑火灾防控工作也成为我国保障民生的一项重要任务，智能建筑有如下火灾特点。

① 火势蔓延快。

建筑越高，风速越大，热对流效应越明显，火灾的蔓延扩大速度也越快；建筑内楼梯间、电梯井、管道井、风道、电缆井等竖向井道多，如果防火设施不到位，发生火灾时就好像一座座高耸的烟囱，成为火势迅速蔓延的途径，形成“烟囱效应”。

据测定，在火灾初期阶段，因空气对流，在水平方向造成的烟气扩散速度为 0.3 m/s ，在火灾燃烧猛烈阶段，由于高温状态下的热对流而造成的水平方向烟气扩散速度为 $0.5\sim 3\text{ m/s}$ ；烟气沿楼梯间或其他竖向管井扩散速度为 $3\sim 4\text{ m/s}$ ，一座高度为 100 m 的高层建筑，在无阻挡的情况下，半分钟左右，烟气就能顺竖向管井扩散到顶层。

② 起火因素多。

智能建筑结构复杂，设计、施工难度大，稍有疏忽就会埋下火灾隐患；装修过程中使用大量的高分子材料，耐火等级低，容易燃烧；智能建筑内部功能复杂，电气化和自动化程度高，电气设备多且用电负荷大，漏电、短路等故障的概率增加，容易形成点火源；建筑内单位多，人员密集，流动性大，各项管理制度不容易落到实处，火灾隐患和漏洞就容易出现，人为因素引发火灾的概率也会增加。

③ 疏散难度高。

高层建筑层数多，垂直距离长，疏散到地面或其他安全场所的时间长；建筑内人员众多，影响消防员登梯的速度和人员疏散的时间；当火灾发生时，各竖井空气流动畅通，火势和烟气向上蔓延快，普通电梯会自动切断电源停止使用；多数高层建筑安全疏散主要是封闭楼梯，而楼梯间内一旦窜入烟气，就会严重影响疏散。这些都是导致难以在较短时间内将人员全部撤离危险区的原因。

④ 经济损失大。

智能建筑中的 OA、CA 等系统中各种电气设备众多，一旦发生火灾，这些设备极易燃烧，将会造成巨大的经济损失。

2. 智能建筑与消防系统的关系

智能建筑消防系统是智能建筑的一个重要组成部分。

智能建筑一般都是重要的办公大楼、金融中心、高级宾馆和公共设施，这些建筑如果发生火灾后果不堪设想。由于这类高层建筑的起火原因复杂，火势蔓延途径多，人员疏散困难，消防人员扑救难度大，因此，对于智能建筑，在人力防范的基础上必须依靠先进的科学技术建立先进的、行之有效的自动化消防系统，把火灾消灭在萌芽状态，最大限度地保障智能建筑内部人员、财产的安全，把损失控制到最低。

智能建筑消防系统的方针是“预防为主，防消结合”，任务是有效监测建筑火灾、控制火灾、迅速扑灭火灾，保障人民生命和财产安全，保障国民经济建设。

智能建筑消防系统的基本工作原理：当某区域出现火灾时，先将探测到的火灾信号输入区域报警控制器，再由集中报警控制器传送到中心监控系统，由该中心判断火灾位置后即发出指令，指挥自动喷洒装置、气体/液体灭火器进行灭火。与此同时，紧急发出疏散广播开启事故照明装置和避难诱导灯，此外，还可启动防火门、防火阀、排烟门、卷闸、排烟风机等

进行隔离和排烟等措施。

消防事件联动案例如图 1-1 所示。

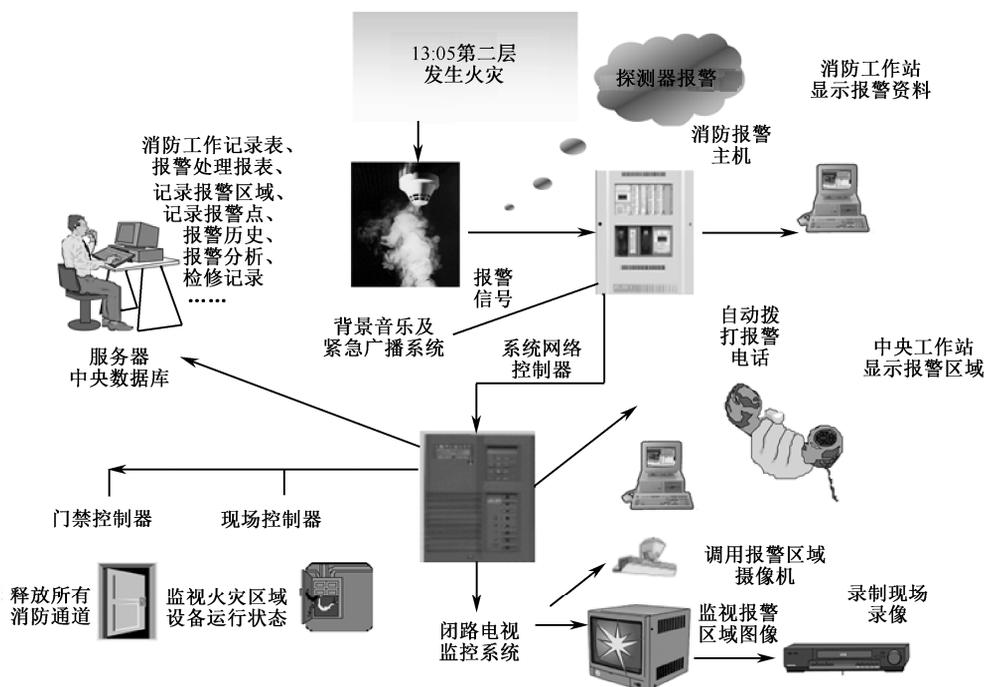


图 1-1 消防事件联动案例

当建筑的第二层发生火灾时，消防事件联动过程如下。

火灾区域探测器报警，报给消防报警主机，主机显示相应编号，自动拨打报警电话报警，消防工作站显示报警资料，背景音乐及紧急广播系统指挥疏散，系统网络控制器使闭路电视监控系统开始工作，调用报警区域摄像机、监视报警区域图像、录制现场录像；现场控制器监视火灾区域设备运行状态；门禁控制器释放所有消防通道；服务器中央数据库工作内容包括消防工作记录表、报警处理报表、记录报警区域、记录报警点、报警历史、报警分析、检修记录等。

1.1.2 智能建筑消防系统的形成及发展

1. 智能建筑消防系统的形成

火灾与消防是一个非常古老的命题。在各类自然灾害中，火灾是一种不受时间、空间限制，发生频率很高的灾害。

中国古代的消防，作为社会治安的一个方面，没有独立分离出来设置专门的机构。从汉代中央管理机构的“二千石曹尚书”和京城的“执金吾”开始，均为“主水火盗贼”或“司非常水灾”“擒讨奸猾”，可见消防机构同治安机构始终在一起，这种治安消防体制直到社会分工已相当细化的今天。随着经济、社会的发展，火灾也随之增加，而消防治理、消防技术也在与时俱进。

我国智能建筑消防系统形成于 20 世纪 80 年代中期，随着高层、超高层建筑的增加及商场、超市等人群聚集场所规模的迅速扩大，消防安全的重要性日益突出，与此同时，智能建

筑技术的发展与成熟,使得越来越多的智能建筑采用了智能消防系统。

2. 智能建筑消防系统的现状及发展

随着我国城市化进程的进一步加快,城市建设日新月异,现代化宾馆、饭店、工业厂房、办公大楼、居民住宅等高层建筑和建筑群体不断涌现,仓储规模日趋扩大。这些场所内往往聚集的人员多、物资多、财产贵重,火灾危险性大。传统的以人为本的消防管理模式和依靠外部救援的灭火作战方式根本不能适应这些场所的消防要求。在这种情况下,建筑自动消防设施对于迅速探知并扑灭火灾,提高建筑物抵御火灾的能力、保护建筑物消防安全,确保人民生命财产安全起到了至关重要的作用。

随着行业的不断发展,主管部门陆续发布了相关法规政策、监管措施,消防产品的检验方法和检验手段不断更新,消防验收标准更加细致完善,随着无线互联网、物联网和智能建筑技术的发展,一些先进的防火防灾理念相继出现,无线报警系统和消防云成了行业新的技术热点。实现建筑自动消防设施的普遍应用,即“建筑消防自动化”,是我国在21世纪消防发展的重要战略任务,依靠科技进步提高自动化控制水平是社会发展的必然趋势。

1.1.3 智能建筑消防系统的组成和分类

智能建筑消防系统的主要功能是自动捕捉火灾探测区域内火灾发生时的烟雾或热气,从而发出声光报警并控制自动灭火系统,同时联动其他设备的输出接点,控制事故照明及疏散标记、事故广播及通信、消防给水和防排烟设施,以实现监测、报警和灭火的自动化。

1. 智能建筑消防系统的组成

一个完整的智能建筑消防系统是由火灾自动报警系统、灭火自动控制系统和避难诱导系统三个子系统组成的。

火灾自动报警系统由探测器、手动报警按钮、报警器和警报器等构成,以完成火情的检测并及时报警。

灭火自动控制系统由各种现场消防设备及控制装置构成。现场消防设备种类很多,它们按照使用功能可以分为三大类:第一类是灭火装置,直接用于扑火,如液体、气体、干粉等喷洒装置;第二类是灭火辅助装置,用于限制火势、防止火灾扩大,如防火门、防火卷帘、挡烟垂壁等;第三类是信号指示系统,用于报警并通过灯光与声响来指挥的各种设备。

避难诱导系统由事故照明装置和避难诱导灯等设施组成,其作用是当火灾发生时,引导人员逃生。

2. 智能建筑消防系统的分类

按报警和消防方式,可将智能建筑消防系统分为两种类型。

(1) 自动报警,人工消防

当火灾发生时,在本层的火灾报警器发出信号,同时显示出某一层或某分区发生火灾,消防人员根据报警情况采取消防措施。如中等规模的旅馆在客房等处设置火灾探测器,当火灾发生时,在本层服务台的火灾报警器自动发出信号,同时在总服务台显示出某一层发生火灾,消防人员根据报警情况采取消防措施。

(2) 自动报警, 自动消防

当火灾发生时, 火灾报警器自动发出信号, 同时显示发生火灾的区域, 在火灾发生处可自动喷洒水, 进行消防。在消防中心的报警器附近设有直接通往消防部门的电话, 消防中心在接到火灾报警信号后, 立即发出疏散通知(利用紧急广播系统)并开启消防水泵和电动防火门等设备。

1.1.4 智能建筑消防系统常用图例及标志

做消防工程设计和实施时, 消防工程图是必不可少的, 看任何一份图纸都要先学会看图例。在消防系统应用过程中, 消防标志用于说明建筑配备各种消防设备、设施, 标志安装的位置, 并引导人们在事故发生时采取合理、正确的行动。

1. 智能建筑消防系统常用图例

消防报警及联动系统工程图绘制时, 名称和图形都要采用国家标准规定使用的图形符号。消防报警及联动控制系统常用的基本符号如表 1-2 所示, 消防工程辅助符号如表 1-3 所示, 消防工程灭火器符号如表 1-4 所示, 消防工程固定灭火器系统符号如表 1-5 所示, 消防工程灭火设备安装处符号如表 1-6 所示, 消防工程自动报警设备符号如表 1-7 所示, 消防管道及配件符号如表 1-8 所示, 自动灭火系统图例如表 1-9 所示。

表 1-2 消防报警及联动控制系统常用的基本符号

名称	图形	名称	图形
手提式灭火器		灭火设备安装处所	
推车式灭火器		控制和指示设备	
固定式灭火系统(全淹没)		报警息动	
固定式灭火系统(局部应用)		火灾报警装置	
固定式灭火系统(指出应用区)		消防通风口	

表 1-3 消防工程辅助符号

名称	图形	名称	图形
水		阀门	
手动启动		泡沫或泡沫液	
出口		电铃	
无水		入口	
发声器		BC类干粉	
热		扬声器	
ABC类干粉		烟	
电话		卤代烷	

续表

名 称	图 形	名 称	图 形
火焰		光信号	
二氧化碳		易爆气体	

表 1-4 消防工程灭火器符号

名 称	图 形	名 称	图 形
清水灭火器		卤代烷灭火器	
推车式 ABC 类干粉灭火器		泡沫灭火器	
二氧化碳灭火器		推车式卤代烷灭火器	
BC 类干粉灭火器		推车式泡沫灭火器	
水桶		ABC 类干粉灭火器	
推车式 BC 类干粉灭火器		沙桶	

表 1-5 消防工程固定灭火器系统符号

名 称	图 形	名 称	图 形
水灭火系统（全淹没）		ABC 类干粉灭火系统	
手动控制灭火系统		泡沫灭火系统（全淹没）	
卤代烷灭火系统		BC 类干粉灭火系统	
二氧化碳灭火系统			

表 1-6 消防工程灭火设备安装处符号

名 称	图 形	名 称	图 形
二氧化碳瓶站		ABC 干粉罐	
泡沫罐站		BC 干粉灭火罐站	
消防水泵站			

表 1-7 消防工程自动报警设备符号

名 称	图 形	名 称	图 形
消防控制中心		火灾报警装置	
感温探测器		感光探测器	
手动报警装置		感烟探测器	
气体探测器		报警电话	
火灾警铃		火灾报警扬声器	

表 1-8 消防管道及配件符号

名 称	图 例	名 称	图 例
闸 阀		异径管	
压力调节阀		偏心异径管	
升降式止回阀		堵板	
旋启式止回阀		法兰	
减压阀		法兰连接	
电动闸阀		丝堵	
滚动闸阀		入口	
自动截门		流量孔板	
带手动装置的截门		放气管	
浮力调节阀		防雨罩	
密闭式弹簧安全阀		地漏	
开启式弹簧安全阀		压力表	
放气阀		U 型压力表	
自动放气阀		自动记录压力表	
立管及立管上阀门		水银/温度计	
挡住阀		二次蒸发器	
疏水器		室外架空管道固定支架	
∩型补偿器		室外架空煤气道管 单层支架	
套管补偿器		室外架空煤气道管 摇摆支架	
波型、鼓型补偿器		漏气检查点	
离心水泵		防火器	
手摇泵		地沟 U 型膨胀穴	
喷射泵		地沟安装孔	
热交换器		地沟及检查井	
立式油水分离器 (用于压缩空气) $D_g \leq 80$		弹簧支 (吊) 架	
卧式油水分离器 (用于压缩空气) $D_g \geq 100$		单、双、三接头立式集水器 (用于压缩空气)	
导向支架		地沟排风口	
吊架		流量计	

表 1-9 自动灭火系统图例

图例	名称	图例	名称	图例	名称	图例	名称	图例	名称
	感烟探测器		压力开关		非消防电源 控制器		消防给水管		消防水泵结合器
	感温探测器		水流指示器		排烟风机 控制箱		消防自动喷水灭火给水管		室内单口消火栓
	手动报警器		单输入模块		厂区消防水泵 控制箱		水幕灭火给水管		室内双口消火栓
	手动报警按钮 (带插孔)		总线隔离器		喷淋加压泵 控制箱		雨淋灭火给水管		室外消火栓
	火灾扬声器		双输入/双输出模块		空调机		水流指示器		自动喷头平面图 (开式、闭式)
	消防栓报警按钮		双动作切换模块		稳压泵控制箱		湿式报警阀——系统		自动喷头系统图 (开式)
	单输入模块		防火阀(70℃)		消防电话模块		雨淋阀——系统		自动喷头系统图 (闭式下喷)
	信号阀		排烟防火阀 (280℃)		消防电话分机		水警铃		自动喷头系统图 (闭式上喷)

2. 消防工程设计图示例

消防报警及联动系统的平面图主要反映报警设备及联动设备的平面布置、线路的敷设等，如图 1-2 所示就是某大楼使用 JB-QB-DF1501 火灾报警控制器和 HJ-1811 联动控制器构成的火灾报警及联动控制系统楼层平面布置图。

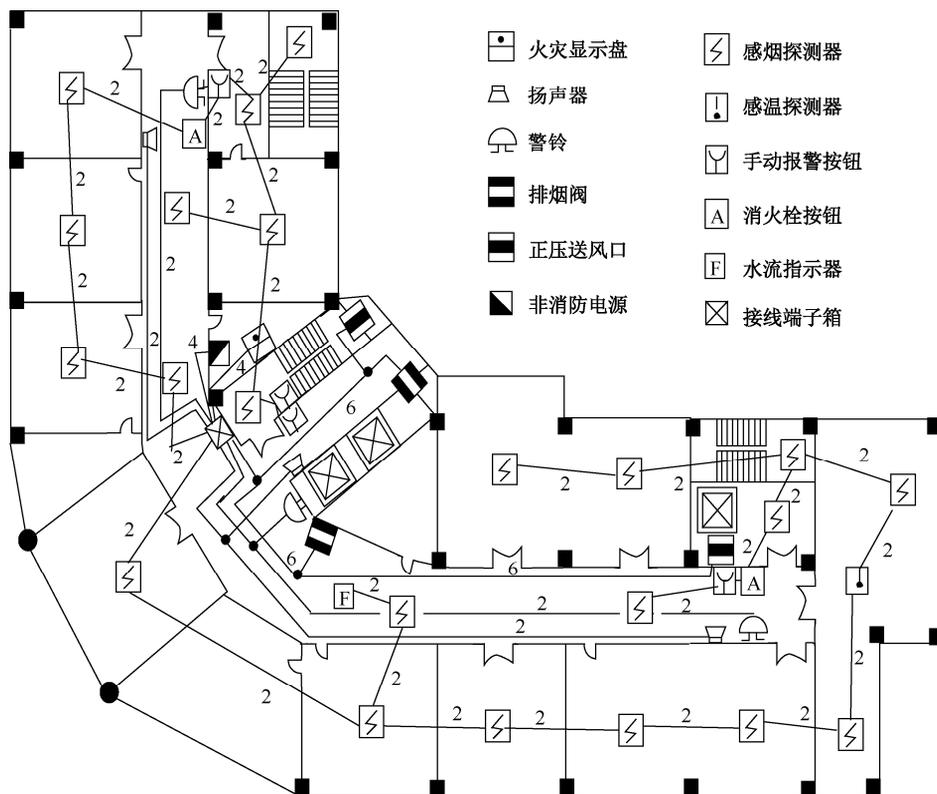


图 1-2 某大楼消防报警及联动系统楼层平面图

图中给出了火灾显示盘、警铃、扬声器、非消防电源、水流指示器、正压送风口、排烟阀、消火栓按钮等的平面位置。在熟悉系统图和平面图的基础上，还应全面熟悉联动设备的

控制。

3. 消防标志

火灾事故往往因为在发生事故的初期人们看不到消防标志、找不到消防设施，导致不能采取正确的疏散和灭火措施，造成大量人员伤亡事故。消防标志牌用于提示消防设施的目标方位，它们不但是消防官兵处理火险时的好帮手，也是群众在火灾危急关头的救命符。消防标志如图 1-3 所示，主要分为消防设施标志、危险场所与危险部位标志和安全疏散标志三大类。



图 1-3 消防标志

(1) 消防设施标志

消防设施标志主要涉及如下几个方面。

① 配电室、发电机房、消防水箱间、水泵房、消防控制室等场所的入口处应设置与其他房间区分的识别类标志和“非工勿入”的警示类标志。

② 消防设施配电柜（配电箱）应设置区别于其他设施配电柜（配电箱）的标志；备用消防电源的配电柜（配电箱）应设置区别于主消防电源配电柜（配电箱）的标志；不同消防设施的配电柜（配电箱）应有明显区分的标志。

③ 供消防车取水的消防水池、取水口或取水井、阀门、水泵接合器及室外消火栓等场所应设置永久性固定的识别类标志和“严禁埋压、圈占消防设施”的警示类标志。

④ 消防水池、水箱、稳压泵、增压泵、气压水罐、消防水泵、水泵接合器的管道、控制阀、控制柜应设置提示类标志和相互区分的识别类标志。

⑤ 室内消火栓给水管道应设置与其他系统区分的识别类标志，并标明流向。

⑥ 灭火器的设置点、手动报警按钮设置点应设置提示类标志。

⑦ 防排烟系统的风机、风机控制柜、送风口、排烟窗应设置注明系统名称、编号的识别类标志和“消防设施严禁遮挡”的警示类标志。

⑧ 常闭式防火门应设置“常闭式防火门，请保持关闭”的警示类标志；防火卷帘底部地面应设置“防火卷帘下禁放物品”的警示类标志。

(2) 危险场所与危险部位标志

危险场所与危险部位标志主要涉及如下几个方面。

① 危险场所、危险部位的室外、室内墙面、地面及危险设施处等适当位置应设置警示类标志，标明安全警示性和禁止性规定。

② 危险场所、危险部位的室外、室内墙面等适当位置应设置安全管理规程，标明安全管

理制度、操作规程、注意事项及危险事故应急处置程序等内容。

③ 仓库应当画线标志, 标明仓库墙距、垛距、主要通道、货物固定位置等; 储存易燃、易爆危险物品的仓库应当设置标明储存物品的类别、品名、储量、注意事项和灭火方法的标志。

④ 易操作失误引发火灾危险事故的关键设施部位应设置发光性提示标志, 标明操作方式、注意事项、危险事故应急处置程序等内容。

(3) 安全疏散标志

安全疏散标志主要涉及如下几个方面。

① 安全疏散标志应根据国家有关消防技术标准和规范设置, 并采用符合规范要求的灯光疏散指示标志、安全出口标志, 标明疏散方向。

② 商场、市场、公共娱乐场所应在疏散走道和主要疏散路线的地面上, 增设能保持视觉连续性的自发光或蓄光疏散指示标志。

③ 单位安全出口、疏散楼梯、疏散走道、消防车道等处应设置“禁止锁闭”“禁止堵塞”等警示类标志。

④ 消防电梯外墙面上要设置消防电梯的用途及注意事项的识别类标志。

⑤ 公众聚集场所、宾馆、饭店等住宿场所的房间内应设置疏散标志图, 标明楼层疏散路线、安全出口、室内消防设施位置等内容。

1.2 智能建筑火灾形成及灭火原理

教师任务: 火灾的形成过程及灭火原理是研究和研发各类消防系统及设备的理论基础, 通过分组研讨和集中讲解相结合的方式使学生掌握火灾形成的原因及灭火原理。

学生任务: 以“火灾如何形成”“如何灭火”为主题, 学习研讨完成任务单, 如表 1-10 所示。

表 1-10 任务单

序号	项 目	内 容
1	燃烧的条件	
2	火灾形成的原因	
3	火灾发展的阶段	
4	火灾蔓延的途径	
5	灭火方法及原理	
6	闪点、燃点、爆炸极限	

由于人类的不安全行为和可燃物的不安全状态所构成的物质燃烧条件, 火会演变成危及人类生命财产的火灾。

1.2.1 智能建筑火灾的形成

火灾是指在时间或空间上失去控制的燃烧所造成的灾害。

1. 火灾的分类

(1) 按照燃烧对象的性质分类

火灾根据可燃物的类型和燃烧特性，分为 A、B、C、D、E、F 六类。

A 类火灾：固体物质火灾。这种物质通常具有有机物质的性质，一般在燃烧时能产生灼热的余烬。例如，木材、棉、毛、麻、纸张等引发的火灾。

B 类火灾：液体或可熔化固体物质火灾。例如，汽油、煤油、原油、甲醇、乙醇、沥青、石蜡等引发的火灾。

C 类火灾：气体火灾。例如，煤气、天然气、甲烷、乙烷、氢气、乙炔等引发的火灾。

D 类火灾：金属火灾。例如，钾、钠、镁、钛、锆、锂等引发的火灾。

E 类火灾：带电火灾。例如，变压器等设备引发的电气火灾。

F 类火灾：烹饪器具内的烹饪物，如动物油脂或植物油脂等引发的火灾。

(2) 按照火灾事故所造成的灾害损失程度分类

按照火灾事故所造成的灾害损失程度可将火灾划分为特别重大火灾、重大火灾、较大火灾和一般火灾四个等级，如图 1-4 所示。

特别重大火灾：指造成 30 人以上死亡，或者 100 人以上重伤，或者 1 亿元以上直接财产损失的火灾。

重大火灾：指造成 10 人以上 30 人以下死亡，或者 50 人以上 100 人以下重伤，或者 5000 万元以上 1 亿元以下直接财产损失的火灾。

较大火灾：指造成 3 人以上 10 人以下死亡，或者 10 人以上 50 人以下重伤，或者 1000 万元以上 5000 万元以下直接财产损失的火灾。

一般火灾：指造成 3 人以下死亡，或者 10 人以下重伤，或者 1000 万元以下直接财产损失的火灾。

(注：“以上”包括本数，“以下”不包括本数。)

【安全事故等级】							
报告： 调查：	(市) 县	(省) 市	(国) 省	(国) 国			
一般	3人 10人 1000万	较大	10人 50人 5000万	重大	30人 100人 1亿	特别重大	(死亡) (重伤) (直接经济损失)
节点就高不就低(3-1-3; 1-5-1; 1-5-1)							
【注释】死亡≠失踪，重伤≠轻伤，直接≠间接							

图 1-4 火灾等级划分

2. 火灾形成的条件

火灾受可燃物质的类型、着火的性质、可燃物质的分布、着火场所的条件、新鲜空气的供给程度及环境温度等因素的影响。

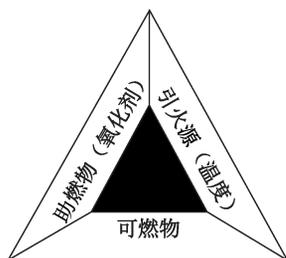


图 1-5 着火三角形

(1) 燃烧的条件

燃烧是指可燃物与氧化剂作用发生的放热反应，通常伴有火焰、发光和(或)发烟现象。燃烧可分为有焰燃烧和无焰燃烧，具有三个特征，即化学反应、放热和发光。

燃烧的发生和发展，必须具备三个必要条件，即可燃物、助燃物(氧化剂)和引火源(温度)。只有这三个条件同时具备，才可能发生燃烧现象，无论缺少哪一个条件，燃烧都不可能发

生,如图 1-5 所示。但并不是这三个条件同时存在,就一定会发生燃烧现象,这三个条件还必须相互作用才能发生燃烧现象。

① 可燃物。

凡是能与空气中的氧或其他氧化剂起化学反应的物质,均称为可燃物,如木材、氢气、汽油、煤炭、纸张、硫等。可燃物按其物理状态分为气体可燃物、液体可燃物和固体可燃物三种类别。可燃烧物质大多是含碳和氢的化合物,某些金属如镁、铝、钙等在某些条件下也可以燃烧,还有许多物质如肼、臭氧等在高温下可以通过自己分解而放出光和热。

② 助燃物(氧化剂)。

凡是与可燃物结合能导致和支持燃烧的物质,即能与可燃物发生氧化反应的物质,称为助燃物或氧化剂。燃烧过程中的氧化剂主要是空气中游离的氧,另外如氟、氯等也可以作为燃烧反应的氧化剂。

③ 引火源(温度)。

凡是能引起物质燃烧的点燃能源,统称为引火源。常见的引火源有明火、电弧、电火花、雷击、高温等。

④ 链式反应。

有焰燃烧都存在链式反应。当某种可燃物受热,它不仅会气化,而且该可燃物的分子会发生热解作用从而产生自由基。自由基是一种高度活泼的化学形态,能与其他自由基和分子反应,而使燃烧持续进行下去,这就是燃烧的链式反应。

因此,燃烧的充分条件是:一定的可燃物浓度,一定的氧气含量,一定的点火能量及未受抑制的链式反应。对于无焰燃烧,前三个条件同时存在,相互作用,燃烧即会发生;对于有焰燃烧,除以上三个条件外,燃烧过程中存在未受抑制的自由基,形成链式反应,使燃烧能够持续下去,这也是燃烧的充分条件之一。

(2) 燃烧的类型

燃烧按其形成的条件和瞬间发生的特点一般分为闪燃、着火、自燃和爆炸四种类型。

闪燃是物质遇火能产生一闪即灭的燃烧现象。

着火是可燃物质在空气中与火源接触,达到某一温度时,开始产生有火焰的燃烧,并在火源移去后仍能继续燃烧的现象。

自燃是可燃物质在没有外部火花、火焰等火源的作用下,因受热或自身发热积热不散引起的燃烧。

爆炸是由于物质急剧氧化或分解反应产生温度、压力增加或两者同时增加的现象。

3. 火灾形成的原因

火灾是影响人类正常生产工作的重要因素之一,引起火灾的因素有千万种,有自然因素,如雷击、物质自燃等,但从目前发生的火灾来看,更多的还是人为造成的。所以要想防止火灾的发生,必须提高消防意识,熟悉各类火灾的特性,做好消防安全的防范措施。

(1) 电气造成的火灾

电气原因引起的火灾在我国火灾中居于首位。有关资料显示,全国因电气原因引发的火灾占火灾总数的 32.2%。

在智能建筑中,用电设备复杂,用电量大,电气管线纵横交错,火灾隐患多。电气设备过负荷、电气线路接头接触不良、电气线路短路等是引起火灾的直接原因。其间接原因是电

气设备故障或电气设备设置和使用不当所造成的，如将功率较大的灯泡安装在木板、纸等可燃物附近，将荧光灯的镇流器安装在可燃基座上，以及用纸或布做灯罩紧贴在灯泡表面，在易燃、易爆的车间内使用非防爆型的电动机、灯具、开关等。

(2) 人为造成的火灾

违反相关规定、工作疏忽或人为纵火是造成火灾的直接原因。例如，如使用不合格的熔断丝，或者用铜、铁丝代替熔断丝，电气设备超负荷，熔断丝熔断冒火，电器、导线过热起火等；在建筑内乱接临时电源、滥用电炉等造成火灾；乱扔烟头，致使未熄灭的烟头引燃可燃物；在禁止吸烟处违章吸烟引发火灾；人为纵火；因不懂灭火常识，使小火酿成火灾。

(3) 液体燃烧造成的火灾

可燃液体挥发出来的蒸气与空气形成的混合物，遇火源能够发生闪燃的最低温度称为闪点。闪点是判断液体火灾危险性大小及对可燃性液体进行分类的主要依据。可燃性液体的闪点越低，其火灾危险性也越大。例如，汽油的闪点为 $-50\sim-20^{\circ}\text{C}$ ，煤油的闪点为 $43\sim72^{\circ}\text{C}$ ，显然汽油的火灾危险性就比煤油大。根据闪点的高低，可以用来确定生产、加工、储存可燃性液体场所的火灾危险性类别：闪点 $<28^{\circ}\text{C}$ 的为甲类； $28^{\circ}\text{C}\leq$ 闪点 $<60^{\circ}\text{C}$ 的为乙类；闪点 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 的为丙类。部分液体物质的闪点如表 1-11 所示。

在加工使用储存易燃液体时，要严格根据各种液体的闪点大小采取相应的安全措施。例如，对甲类易燃液体，其储存的环境温度一般不能超过 30°C ，闪点不同的物质，也不能代替使用，使用闪点较低的液体作为生产燃料时，预热温度不能超过其闪点，如果温度接近或超过其闪点，也就可能发生火灾。

表 1-11 部分液体物质的闪点

物 质	闪 点 ($^{\circ}\text{C}$)	物 质	闪 点 ($^{\circ}\text{C}$)
煤油	43~72	汽油	-50~-20
柴油	60~90	煤焦油	65~100
甲苯	4	乙苯	15
甲醇	11	乙醇	12
二硫化碳	-30	乙醚	-45

(4) 固体燃烧造成的火灾

燃点又叫着火点，是可燃物质开始持续燃烧所需要的最低温度，部分固体物质的燃点如表 1-12 所示。一般来说，燃点高于 300°C 的固体称为可燃固体，燃点低于 300°C 的固体称为易燃固体。

表 1-12 部分固体物质的燃点

物 质	燃 点 ($^{\circ}\text{C}$)	物 质	燃 点 ($^{\circ}\text{C}$)
橡胶	350	黄磷	60
软木	470	赤磷	260
木材	400~470	硫黄	190
横造纸	450	铁粉	315~320
漂白布	495	镁粉	520~600
木炭	320~400	铝粉	550~540

续表

物 质	燃 点 (°C)	物 质	燃 点 (°C)
泥煤	225~280	高温焦炭	440~600
无烟煤	440~500	可可粉	420
环氧树脂	530~540	咖啡	410
聚四氟乙烯	670	淀粉 (谷类)	380
聚酰胺 (尼龙)	500	米	440
肥皂	430	砂糖	350

易燃固体在常温下以固态形式存在, 燃点较低, 遇火受热、撞击、摩擦或接触氧化剂能引起燃烧的物质, 称为易燃固体。如赤磷、硫黄、松香、樟脑、镁粉等。其中燃点越低分散程度越大的易燃固体危险性越大, 尤其是粉状的易燃物与空气中的氧混合达到一定比例后遇明火会爆炸。

可燃固体在常温下以固态形式存在。可燃性固体是指容易燃烧的固体, 在运送中的条件下容易燃烧或经摩擦后有可能起火的固体。可燃固体燃烧属于自发反应。

有些可燃性固体具有自燃现象, 即可燃物质达到某一温度时, 与空气接触, 无须引火即可剧烈氧化而自行燃烧, 发生这种情况的最低温度为自燃点。如木材, 当受热超过 100°C 时开始分解出可燃性气体, 同时释放出少量热量, 当温度达到 260~270°C 时, 释放出的热量剧烈增加, 木材可依靠自身产生的热量来提高温度, 并使其温度超过燃点温度而达到自燃温度, 产生火焰并燃烧。

(5) 气体燃烧造成的火灾

对于可燃气体 (包括上述的液体蒸气和粉尘等不同形态的物质), 通常以与空气混合后的体积分数或单位体积中的质量等来表示遇火源会发生爆炸的最高或最低的浓度范围, 称为爆炸浓度极限, 简称爆炸极限。遇到明火能引起爆炸的最高混合气体浓度称为爆炸上限 (上限), 遇到明火能引起爆炸时的最低混合气体浓度称为爆炸下限 (下限), 上限和下限的间隔称为爆炸范围, 只有在这两个浓度之间, 才有爆炸的危险。爆炸极限通常用体积分数 (%) 表示, 部分可燃气体在空气和氧气中的爆炸极限如表 1-13 所示。

如果可燃物质在混合物中的浓度低于下限, 由于空气所占的比例很大, 可燃物质浓度不够, 因此遇到明火, 既不会爆炸, 也不会燃烧; 如果可燃物质在混合物中的浓度高于上限, 因空气不足, 缺少助燃的氧气, 遇到明火不会燃烧或爆炸, 但若重新遇到空气, 仍有燃烧或爆炸的危险。

表 1-13 部分可燃气体在空气和氧气中的爆炸极限

物 质 名 称	在空气中 (体积分数, %)		在氧气中 (体积分数, %)	
	下限	上限	下限	上限
氢气 (I 级: 下限<10%) (甲类)	4.0	75.0	4.7	94.0
乙炔 (I 级) (甲类: 下限<10%)	2.5	82.0	2.8	93.0
甲烷 (I 级) (甲类)	5.0	15.0	5.4	60.0
乙烷 (I 级) (甲类)	3.0	12.45	3.0	66.0
丙烷 (I 级) (甲类)	2.1	9.5	2.3	55.0
乙烯 (I 级) (甲类)	2.75	34.0	3.0	80.0

续表

物质名称	在空气中 (体积分数, %)		在氧气中 (体积分数, %)	
	下限	上限	下限	上限
丙烯 (I级) (甲类)	2.0	11.0	2.1	53.0
氨 (乙类: 下限 $\geq 10\%$)	15.0	28.0	13.5	79.0
环丙烷 (I级) (甲类)	2.4	10.4	2.5	63.0
一氧化碳 (乙类: 下限 $\geq 10\%$)	12.5	74.0	15.5	94.0
乙醚 (I级) (甲类)	1.9	40.0	2.1	82.0
丁烷 (I级) (甲类)	1.5	8.5	1.8	49.0
二乙烯醚 (I级) (甲类)	1.7	27.0	1.85	85.5

除助燃物条件外,对于同种可燃气体,其爆炸极限受以下几个方面影响。

① 火源能量的影响。引燃混合气体的火源能量越大,可燃混合气体的爆炸极限范围越宽,爆炸危险性越大。

② 初始压力的影响。可燃混合气体初始压力增加,爆炸范围增大,爆炸危险性增加。值得注意的是,干燥的一氧化碳和空气的混合气体,压力上升,其爆炸极限范围缩小。

③ 初温的影响。混合气体初温越高,混合气体的爆炸极限范围越宽,爆炸危险性越大。

④ 惰性气体的影响。可燃混合气体中加入惰性气体,会使爆炸极限范围变窄,一般上限降低,下限变化比较复杂。

爆炸极限是评定可燃气体火灾危险性大小的依据,爆炸范围越大,下限越低,火灾危险性就越大;爆炸极限是评定气体生产、储存场所火险类别的依据,也是选择电气防爆形式的依据;根据爆炸极限可以确定建筑物耐火等级、层数、面积、防火墙占地面积、安全疏散距离和灭火设施。

1.2.2 智能建筑火灾的蔓延途径

1. 建筑火灾发展的几个阶段

建筑火灾发展过程大致可分为初期增长阶段、充分发展阶段和衰减阶段,如图 1-6 所示。

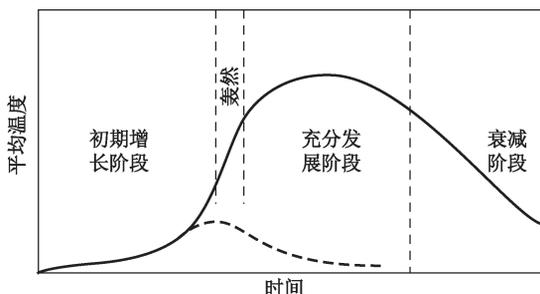


图 1-6 建筑室内火灾温度-时间曲线

(1) 初期增长阶段

初期增长阶段从出现明火算起,此阶段燃烧面积较小,只局限于着火点处的可燃物燃烧,局部温度较高,室内各点的温度不平衡,其燃烧状况与敞开环境中的燃烧状况差不多。

燃烧的发展大多比较缓慢,有可能形成火灾,也有可能中途自行熄灭,燃烧发展不稳定。火灾初期阶段持续时间的长短不定。

(2) 充分发展阶段

在建筑室内火灾持续燃烧一定时间后,燃烧范围不断扩大,温度升高,室内的可燃物在高温的作用下,不断分解释放出可燃气体,当房间内温度达到 $400\sim 600^{\circ}\text{C}$ 时,室内绝大部分可燃物起火燃烧,这种在限定空间内可燃物的表面全部卷入燃烧的瞬变状态称为轰燃。通常,轰燃的发生标志着室内火灾进入全面发展阶段。

轰燃发生后,室内可燃物出现全面燃烧,可燃物热释放速率很大,室温急剧上升,并出现持续高温,温度可达 $800\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 。之后,火焰和高温烟气在火风压的作用下,会从房间的门窗、孔洞等处大量涌出,沿走廊、吊顶迅速向水平方向蔓延扩散。同时,由于烟囱效应的作用,火势会通过竖向管井、共享空间等向上蔓延。轰燃的发生标志了房间火势失控,同时,产生的高温会对建筑物的衬里材料及结构造成严重影响。

(3) 衰减阶段

在火灾充分发展阶段的后期,随着室内可燃物数量的减少,火灾燃烧速度减慢,燃烧强度减弱,温度逐渐下降,一般认为火灾衰减阶段是从室内平均温度降到其峰值的80%时算起。随后房间内温度下降显著,直到室内和室外温度达到平衡为止,火灾完全熄灭。

2. 建筑火灾蔓延的传热基础

在建筑火灾中,燃烧物质所放出的热能通常是以热传导、热对流和热辐射三种方式来传播,并影响火势蔓延和扩大的。

(1) 热传导

热传导又称导热,属于接触传热,是连续介质就地传递热量而又没有各部分之间相对的宏观位移的一种传热方式。不同物质的导热能力各异,通常用热导率来表示物质的导热能力。

对于起火的场所,热导率大的材料,利于火势传播和蔓延。

(2) 热对流

热对流又称对流,是指流体各部分之间发生相对位移,冷热流体相互掺混引起热量传递的方式。工程上常把具有相对位移的流体与所接触的固体表面之间的热传递过程称为对流换热。

在建筑发生火灾过程中,一般来说,通风孔洞面积越大,热对流的速度越快;通风孔洞所处位置越高,对流速度越快。热对流对初期火灾的发展起重要的作用。

(3) 热辐射

热辐射是物体通过电磁波来传递能量的方式,是一种非接触传递能量的方式。最典型的例子是太阳向地球表面传递热量的过程。

火场上的火焰、烟气都能辐射热能,辐射热能的强弱取决于燃烧物质的热值和火焰温度。物质热值越大,火焰温度越高,热辐射也越强。

3. 建筑火灾的烟气蔓延

当建筑发生火灾时,烟气流动的方向通常是火势蔓延的一个主要方向。

(1) 烟气的扩散路线

烟气扩散流动速度与烟气温度和流动方向有关,烟气在水平方向的扩散流动速度较小,

烟气在垂直方向的扩散流动速度较大，了解烟气的扩散路线可以更好地制定防烟策略。

当高层建筑发生火灾时，烟气在其内的流动扩散一般有三条路线。

第一条：也是最主要的一条，着火房间→走廊→楼梯间→上部各楼层→室外。

第二条：着火房间→室外。

第三条：着火房间→相邻上层房间→室外。

(2) 烟气流动的驱动力

烟气流动的驱动力包括室内和室外温差引起的烟囱效应、外界风的作用、通风空调系统的影响等。

① 烟囱效应。

如果室内空气温度高于室外空气温度，则室内空气将发生向上运动，建筑越高，这种流动越强。在竖井中，由于浮力作用产生的气体运动十分显著，通常称这种现象为烟囱效应。在火灾过程中，烟囱效应是造成烟气向上蔓延的主要因素。

② 火风压。

火风压是指建筑内发生火灾时，在起火房间内，由于温度上升，气体迅速膨胀，对楼板和四壁形成的压力。火风压的影响主要在起火房间。

烟囱效应和火风压不同，它能影响全楼。

③ 外界风的作用。

一般来说，风朝着建筑吹过来会在建筑的迎风侧产生较高滞止压力，这可增强建筑内的烟气向下风方向的流动。

(3) 烟气蔓延的途径

火灾时，建筑内烟气呈水平流动和垂直流动。

① 孔洞开口蔓延。

在建筑内部，火灾可以通过一些开口来实现水平蔓延，如可燃的木质户门。

② 穿越墙壁的管线和缝隙蔓延。

当室内发生火灾时，室内上半部处于较高压力状态下，该部位穿越墙壁的管线和缝隙很容易把火焰、高温烟气传播出去，造成蔓延。

③ 闷顶内蔓延。

由于烟火是向上升腾的，因此顶棚上的入孔、通风口等都是烟火进入的通道。闷顶内很容易造成火灾水平蔓延，并通过内部孔洞再向四周的房间蔓延。

④ 外墙面蔓延。

在外墙面，高温烟气流会促使火焰蹿出窗口向上层蔓延。

1.2.3 灭火的基本原理与方法

灭火主要可采用冷却灭火、隔离灭火、窒息灭火、化学抑制灭火等方法。

1. 冷却灭火

在一定条件下，将可燃物的温度降到着火点以下，燃烧即会停止。对于可燃固体，将其冷却在燃点以下；对于可燃液体，将其冷却在闪点以下，燃烧反应就可能中止。用水扑灭一般固体物质引起的火灾，主要是通过冷却作用来实现的。水喷雾灭火系统的水雾，其水滴直径小，比表面积大，和空气接触范围大，极易吸收热气流的热量，也能很快地降低温度，

效果更为明显。

2. 隔离灭火

将可燃物与氧气、火焰隔离，就可以中止燃烧、扑灭火灾。例如，自动喷水泡沫联用系统在喷水的同时喷出泡沫，泡沫覆盖于燃烧液体或固体的表面，在发挥冷却作用的同时，将可燃物与空气隔开，从而可以灭火。再如，可燃液体或可燃气体火灾，在灭火时，迅速关闭输送可燃液体或可燃气体管道的阀门，切断流向着火区可燃液体或可燃气体的输送，同时打开可燃液体或可燃气体通向安全区域的阀门，使已经燃烧或即将燃烧或受到火势威胁的容器中的可燃液体、可燃气体转移。

3. 窒息灭火

可燃物的燃烧是氧化作用，一般氧浓度低于 15%时，就不能维持燃烧。在着火场所内，可以通过灌注不燃气体，如二氧化碳、氮气、水蒸气等，来降低空间的氧浓度，从而窒息灭火。此外，水喷雾灭火系统工作时，喷出的水滴吸收热气流热量而转化成水蒸气，当空气中水蒸气浓度达到 35%时，燃烧即停止，这也是窒息灭火的应用。

4. 化学抑制灭火

由于有焰燃烧是通过链式反应进行的，如果能有效地抑制自由基的产生或降低火焰中的自由基浓度，即可使燃烧中止。化学抑制灭火使用的灭火剂常见的有干粉和七氟丙烷。化学抑制灭火，可有效地扑灭初期火灾。

1.3 智能建筑防火设计

教师任务：讲解，结合案例，引导学生进行建筑分类，确定建筑构件的燃烧性能、耐火极限及建筑耐火等级，了解建筑布局要注意的问题。

学生任务：研讨、理解、学习，完成任务单，如表 1-14 所示，根据教师提供的案例进行分析。

表 1-14 任务单

序号	项 目	内 容
1	民用建筑的分类	
2	建筑构件的燃烧性能	
3	建筑构件的耐火极限	
4	建筑耐火等级	
5	建筑选址要求	
6	建筑防火间距	

在建筑设计中应采取防火措施，以预防火灾发生和减少火灾对生命财产的危害和损失。建筑防火包括火灾前的预防和火灾时的措施两个方面，前者主要为确定耐火等级和耐火构造，控制可燃物数量及分隔易起火部位等；后者主要为进行防火分区，设置疏散设施及排烟、灭火设备等。智能建筑防火设计的基本依据是建筑的性质、类别及有关规范、规程（或文件）条文。规范对所涉及建筑的位置、布局，建筑的耐火等级和使用性质及内部的消防设施要求逐条做出了规定。简而言之，设计时按所设计建筑的具体状况，对应于规范中的指标

(或参数) 及相关要求合理选定。

1.3.1 建筑分类与耐火等级

1. 建筑分类

(1) 按使用性质分类

按使用性质, 建筑可分为民用建筑、工业建筑及农业建筑。

① 民用建筑。按照《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014), 根据民用建筑高度和层数又可分为单层、多层民用建筑和高层民用建筑。高层民用建筑根据其建筑高度、使用功能和楼层的建筑面积可分为一类和二类。具体分类如表 1-15 所示, 表中未列入的建筑, 其类别应根据本表类比确定。例如, 宿舍、公寓=公共建筑, 裙房=高层民用建筑; 商业服务网点是指设在首层或首层+二层, 分隔单元 $\leq 300\text{ m}^2$ 的小型营业用房; 医疗建筑、省级及以上的广播电视和防灾指挥调度建筑、网局级和省级电力调度、藏书超过 100 万册的图书馆、书库等重要公共建筑, 当建筑高度 $>24\text{ m}$ 时, 为高层公共建筑一类, 当建筑高度 $\leq 24\text{ m}$ 时, 为单层、多层公共建筑。

表 1-15 民用建筑的分类

名称	高层民用建筑		单层、多层民用建筑
	一类	二类	
住宅建筑	建筑高度 $>54\text{ m}$ 的住宅建筑(包括设置商业服务网点的住宅建筑)	$27\text{ m}<$ 建筑高度 $\leq 54\text{ m}$ 的住宅建筑(包括设置商业服务网点的住宅建筑)	建筑高度 $\leq 27\text{ m}$ 的住宅建筑(包括设置商业服务网点的住宅建筑)
公共建筑	1.建筑高度 $>50\text{ m}$ 的公共建筑; 2.建筑高度为 24 m 以上部分($24\text{ m}<$ 建筑高度 $\leq 50\text{ m}$),任一楼层(不包括 24 m 高度所在楼层)建筑面积 $>1000\text{ m}^2$ 的商店、展览、电信、邮政、财贸金融建筑和其他多种功能组合的建筑(不包括住宅与公共建筑组合建造); 3.医疗建筑、重要公共建筑($24\text{ m}<$ 建筑高度 $\leq 50\text{ m}$); 4.省级及以上的广播电视和防灾指挥调度建筑、网局级和省级电力调度($24\text{ m}<$ 建筑高度 $\leq 50\text{ m}$); 5.藏书超过 100 万册的图书馆、书库($24\text{ m}<$ 建筑高度 $\leq 50\text{ m}$)	除住宅建筑和一类高层公共建筑外的其他高层民用建筑	1.建筑高度 $>24\text{ m}$ 的单层公共建筑 2.建筑高度 $\leq 24\text{ m}$ 的其他公共建筑

住宅建筑是指供单身或家庭成员短期或长期居住使用的建筑。

公共建筑是指供人们进行各种公共活动的建筑, 包括教育、办公、科研、文化、商业、服务、体育、医疗、交通、纪念、园林、综合类建筑等。

② 工业建筑。工业建筑是指工业生产性建筑, 如主要生产厂房、辅助生产厂房等。工业建筑按照使用性质的不同, 分为加工、生产类厂房和仓储类库房两大类。

③ 农业建筑。农业建筑是指农副产业生产建筑, 主要包括暖棚、牲畜饲养场、蚕房、烤