第1章 概述

随着信息社会的发展，建筑越来越成为人类环境的一个组成部分。从工业社会现代化建筑的概念转向面对信息社会的需求，智能建筑正在世界范围内蓬勃发展，并在大量的建筑实践中取得了显著的成效。

由于智能建筑比传统建筑更能够为人们提供理想的工作和生活环境，因此以1984年1月美国联合科技集团UTBS在康乃狄格州哈特福德市（Connecticut Hartford）建设的都市大厦（City Palace）为标志，在美国、欧洲及世界其他地区相继兴起了营造智能建筑的热潮。当前，我国的城市建设正在经历一个前所未有的蓬勃发展阶段，同时也陆续兴建了一些不同智能标准的新型智能建筑。尤其是进入20世纪90年代以来，智能建筑在我国似雨后春笋般地拔地而起，相信将成为21世纪建筑发展的主流。

智能建筑是建筑艺术与计算机和信息技术相互渗透有机结合的产物，是适应现代社会信息化与经济国际化对建筑物的功能、环境和高效率管理的需要，尤其是对建筑物应具备信息通信、办公自动化和建筑设备自动控制与管理等一系列功能的要求而在传统建筑基础上发展起来的。

智能建筑是综合经济实力的象征和综合性科技产业，其发展涉及电力、电子、仪表、建材、钢铁、机械、计算机与通讯等多种行业。20世纪80年代以来，信息处理与通讯技术的迅速发展，推动了信息产业发展，微型计算机性能提高且价格下降到用户能够接受的程度，同时数字程控交换机、光纤通讯、卫星通讯、区域网络与广域网络等取得长足发展，都为智能建筑的兴起奠定了技术基础。

1.1 智能建筑概念

自1984年智能建筑理念提出至今，智能建筑的发展历史较短，目前尚无统一的概念。例如，美国智能化建筑学会（American Intelligent Building Institute）定义“智能建筑”是将结构、系统、服务、运营及其相互联系全面综合，达到最佳组合，获得高效率、高功能与高舒适性的大楼。

考虑到建筑环境必须适应智能建筑的要求，方便有效地利用现代信息和通讯设备并采用建筑设备自动化技术，使建筑物具有高度综合管理的功能，因此，在新加坡规定智能建筑必须具备三个条件：一是具有先进的自动化控制系统，可自动调节大厦内的各种设施，包括室温、湿度、灯光、保安、消防等，创造舒适安全的环境；二是具有良好的通信网络设施，使数据能够在大厦内或层与层之间进行流通；三是能够提供足够的对外通信设施与能力。

由于智能建筑强调多学科、多技术系统综合集成，所以，可以定义智能建筑是采用系统集成方法将计算机技术、通信技术、信息技术与建筑艺术有机结合在一起，通过对建筑设备的自动监控、对建筑内信息资源的管理和对使用者的信息服务，以及将设备监控技

需要全本请访问 www.ertongbook.com

术、资源管理和信息服务与建筑要求优化组合，获得一个投资合理、适应信息社会需要并且具有安全、高效、舒适、便利与灵活特点的建筑物。智能建筑的结构可用图 1-1 表示，它是以大跨度框架式建筑结构为基础，由智能建筑环境内系统集成中心（SIC，System Integrated Center）利用综合布线系统（PDS，Premises Distribution System）形成标准化强电与弱电接口，连接 3A 系统即建筑自动化系统（BAS，Building Automation System）、通讯自动化系统（CAS，Communication Automation System）和办公自动化系统（OAS，Office Automation System），实现 3A 功能即建筑自动化、通信自动化和办公自动化功能。

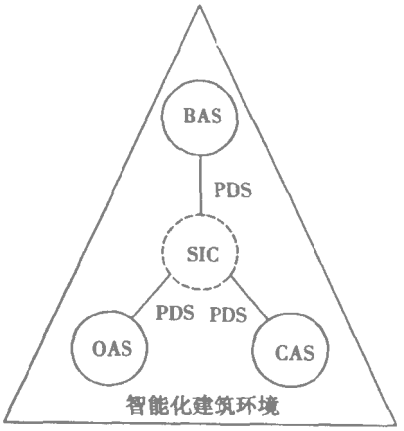


图 1-1　智能建筑结构示意图

建筑环境是智能建筑赖以生存的基础，而智能建筑则以创造舒适安全高效的建筑环境为目标，因此智能建筑应该是一座反映当今高科技成就的建筑物。智能建筑本身的智能功能随着知识产业和科学技术的不断发展而不断提高完善，从而要求建筑环境必然要适应智能建筑发展的需求。所以，智能建筑一般由 SIC、PDS 和 3A 系统五个部分组成并实现智能化功能，其总体构成和功能如图 1-2 所示。

1.1.1　智能建筑系统集成中心（System Integrated Center，SIC）

智能建筑的系统集成中心（SIC）具有各个自动化系统信息总汇集和各类信息综合管理功能，具体要达到以下三方面要求：

（1）汇集建筑物内外各种信息。接口界面要标准化、规范化，以实现各智能化系统之间的信息交换及通讯协议（接口、命令等）。

（2）实现对建筑物内各个智能化及自动化系统的综合管理。

（3）实现对建筑物内各种信息及数据通信的网络化管理，必须具有很强的信息处理及数据通讯能力。

1.1.2　综合布线系统（PDS）

综合布线系统（PDS）是智能建筑连接 3A 系统各种控制及数据信号必备的集成化通用传输系统，它利用无屏蔽双绞线（UTP）或光纤实现建筑物内的语言、数据、监控图像和楼宇控制信号的传输，是智能建筑的基础设施，目前已被 IB 广泛采用。PDS 通常是由工作区（终端）子系统、水平布线子系统、垂直干线子系统、管理子系统、设备子系统及建筑群室外连接子系统等六个部分组成。

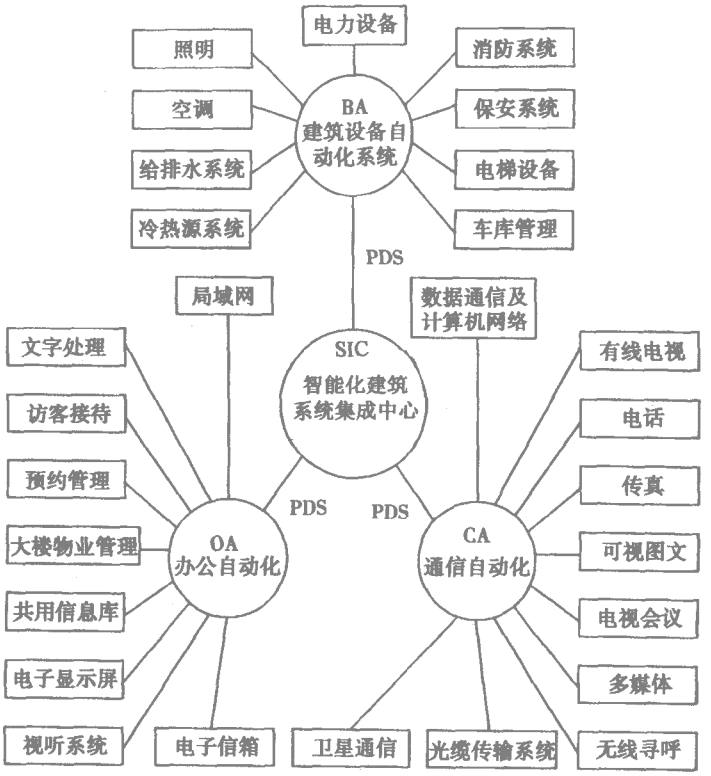


图 1-2 智能建筑总体构成和功能结构图

PDS 克服了传统布线中各系统互不关联，施工管理复杂，缺乏统一标准及适应环境变换灵活性差等缺点。它采用积木式结构，模块化设计，实施统一标准，完全能满足智能建筑高效、可靠、灵活性强的要求。

1.1.3 建筑设备自动化系统（BAS）

建筑设备自动化系统对智能建筑中的暖通、空调、电力、照明、供排水、消防、电梯、停车场、废物处理等大量机电设备进行有条不紊的综合协调、科学的运行管理及维护保养工作。它为所有机电设备提供了安全、可靠、节能、长寿命运行的可信赖的保证。建筑设备自动化系统必须包括以下三个子系统：

(1) 建筑物管理子系统是对建筑物内所有机电设备完成运行状态监视、报表编制、启停控制及维护保养、事故诊断分析的系统。建筑物中央管理系统通过设在现场各被控设备附近的控制分站来完成上述工作。

(2) 安全保卫子系统在具备高度信息化办公室内对安全保卫系统的重要性越来越受到重视。出入口警卫、防盗、防灾、防火、车库管理、商业秘密等都属安全保卫系统。它采用了身份卡、闭路电视、遥感、传感控制等来实现安全保卫要求。

(3) 能源管理子系统的任务是在不降低舒适性的前提下，达到节能因而降低运行费用的目的。

1.1.4 通讯自动化系统（CAS）

通讯自动化系统（CAS）用于高速处理智能建筑内外各种图像、文字、语言及数据之

间的通讯并为 OA 系统提供实现基础。该系统可分为卫星通讯、图文通讯、语言通讯及数据通讯等四个子系统：

（1）卫星通讯突破了传统的地域观念，实现了相距万里近在眼前的国际信息交往联系。起到了零距离零时差信息的重要作用。

（2）图文通讯在当今智能化建筑中，可实现传真，可视数据检索，电子邮件，电视会议等多种通讯业务。由于数字传送和分组交换技术发展及采用大容量高速数字专用通讯线路实现多种通讯方式，使根据需要选定经济而高效通讯线路成为可能。

（3）语言通讯系统可给用户提供预约呼叫、等候呼叫、自动重拨、快速拨号、转向呼叫、直接拨入、用户账单报告、语言邮政（E-mail）等上百种不同特色的通讯服务。

（4）数据通讯系统可供用户建立区域网，以联接其办公区内电脑及其外部设备，从而完成电子数据交换业务（EDI)。多功能自动交换系统还可使不同售卖方电脑相互之间进行通讯。

1.1.5 办公自动化系统（OAS)

办公自动化系统（OAS）用于实现智能建筑中涉及部门多、综合性强、时效性高的行政、财务、商务、档案、报表、文件等信息管理业务。同时，智能建筑中还要处理安全保卫业务，防灾害业务等。没有科学的办公自动化系统来处理这些业务是不可想像的。因此，办公自动化系统被誉为智能建筑忠实可靠的人事、财务、行政、保卫、后勤的总管。

OA 系统是在 CA 系统基础上建立起来的信息系统，主要由日常事务型和决策型两个子系统组成。前一个子系统是通用的，主要是提高人们的工作效率。后一个子系统与人们从事的工作领域有关，是“专门领域的应用信息系统”，如：金融领域的专用信息系统、工业企业领域的专用信息系统、国家宏观经济调控领域的专用信息系统等。

1.2 智能建筑防火要求

近年来，智能建筑发展速度之快，分布范围之广，规模之大，建筑技术之先进和建筑艺术之引人注目，都是过去无法比拟的。智能建筑以及高层建筑的高低错落，鳞次栉比，疏密相间，形成了崭新的城市轮廓并富有时代的特色。智能建筑得以迅猛发展，主要是因为它有以下的特点：

（1）智能建筑内涵容量大，使用灵活性和环境适应性更强，建筑环境设计和管线设计具有适应变化的能力，使建筑开间和隔墙布置可随需要灵活变化，适应租户更换和使用方式变更，以及设备位置和性能的变动。

（2）智能建筑尤其是高层智能建筑使其横向与纵向交通相互融合，使人们在地面上的分布空间化，缩短了人们联系的空间距离，从而节约时间，提高效率。

（3）高层智能建筑向高空延伸，便于有效进行城市规划和布局，缩短城市道路及各种管线设施的长度，节约大量的城市建设总投资；对城市建设而言，其经济优越性显而易见。

（4）在相同的地基面积上，高层智能建筑提供了更多的建筑使用面积和适宜的建筑环境；同时，提高了土地利用率，有利于城市的统一规划和美化。

智能建筑是集合建筑技术、信息技术、通讯技术和建筑艺术高度发展的产物。智能建

筑的发展给建筑科学技术提出了许多值得研究的新课题，它们涉及建筑科学的各个领域，例如城市规划、总体布局、抗震防灾、建筑设计、建筑材料、建筑结构、建筑施工、采暖通风、空调、给水排水、电气设备、消防设施、保安视监、设备优化控制等。从消防安全考虑，智能建筑防火安全性能是确保智能建筑健康发展的重要条件，在追求智能建筑内部功能与外部形式的同时，防火安全性能这一基本要求不容忽视。

1.2.1 智能建筑火灾特点

智能建筑火灾由其自身特点决定，概括起来讲有以下六个方面：

(1) 建筑结构跨度大、特性复杂

智能建筑由于采用大跨度框架结构和灵活的环境布置，使建筑物开间和隔墙布置复杂，随着建筑高度增加，在起火前室内外温差所形成的热风压大，起火后由于温度变化而引起烟气运动的火风压大，因而火灾时烟气蔓延、扩散迅速。同时，高层智能建筑室外风速、风压随着建筑物的高度而增大，当建筑物高度为 90m时，其顶层的风速达 15m/s ；室外风速增大，则火灾烟气蔓延速度急剧加快。

此外，高层智能建筑上下内外联系的主要交通工具是电梯，一旦发生火灾，则疏散困难。当火灾发展而必须切断电源时，普通电梯不能使用，仅能靠疏散楼梯进行安全疏散，费时多。据德国资料，在高度 60m 的智能建筑内，人员安全疏散的时间需 0.5h；高度 150m 的超高层智能建筑则需 2h 以上。

(2) 建筑环境要求高、内部装修材料多

为了加强智能建筑室内空间的艺术效果和实现智能建筑的环境舒适性要求，满足在其中工作、生活的人们的生理和心理的多种需要，智能建筑中的贴墙面层、顶棚吊顶、地毯、灵活和空花隔断、窗帘、家具等均大量采用易燃或可燃材料，且有不少是有机高分子材料，尽管一些可能经过了阻燃处理，但遇火后这些易燃、可燃材料或有机高分子材料将分解出大量的 CO、CO_2 及少量的 HCN、H_2S、HCl、NH_3、HF、SO_2 等有害的烟气和毒气，直接危及人的生命安全。

(3) 电气设备多、监控要求高

在智能建筑中，大量使用各种电气设备，如照明灯具、电冰箱、电视机、电话、自动电梯和扶梯、电炉、空调设备、驱动电机、自备发电机组等，还有通讯、广播电视、大型电子计算机等电气设备，电气设备配电线路和信息数据通信布线系统密如蛛网，若一处出现电火花或线路绝缘层老化碰线短路而发生电气火灾，火灾会沿着线路迅速蔓延。

(4) 人员多且集中

一般智能建筑容纳有成百上千甚至数以万计的人员，一旦发生火灾，人的慌乱心理加上建筑通道复杂及楼层多等，使人员疏散难度大，难以安全疏散逃离。

(5) 建筑功能复杂多样

智能建筑多数是多用途的综合性大楼，往往设有办公室、写字间、会议厅、商业贸易厅、饭店、旅馆、公寓、住宅、餐厅、歌舞厅、娱乐场、室内运动场等，以及建筑自身必要的厨房、锅炉房、变配电室、物资保管室、汽车库、各种库房、不同功能用房，从而造成安全疏散通道曲折隐蔽。

(6) 管道竖井多

智能建筑内部必然设置有电梯及楼梯井、上下水管道井、电线电缆井、垃圾井等，这

需要全本请访问 www.ertongbook.com

些竖井若未加垂直和水平方向隔断措施，一旦烟火窜入，则会产生“烟囱”效应，将使火灾迅速蔓延扩散到上层楼房。

1.2.2 智能建筑的火灾危险性

智能建筑自身的上述特点，使其火灾危险性具有以下四个特征：

（1）火势蔓延快、烟气扩散快

智能建筑的楼梯间、电梯井、管道井、风道、电缆井、排气道等竖向井道，如果防火分隔或防火处理不好，发生火灾时会成为火势迅速蔓延的途径。尤其是高级旅馆、综合楼以及重要的办公楼、科研楼等智能建筑，一般室内可燃物较多，有的智能建筑还有可燃物品库房，一旦起火，燃烧猛烈，容易蔓延。据测定，在火灾初起阶段，因空气对流，在水平方向造成的烟气扩散速度为 0.3m/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0.5～3m/s；烟气沿楼梯间或其他竖向管道井扩散速度为 3～4m/s。如一座高度为 100m 的智能建筑，在无阻挡的情况下，半分钟左右，烟就能沿竖向管道井扩散到顶层。

此外，助长火势蔓延和烟气扩散的因素较多，其中风对智能建筑火灾的影响较大，风速增大，势必会加速火势的蔓延扩大。

（2）人员疏散困难

智能建筑人员集中、楼层跨度大、垂直距离长，人员疏散到地面或其他安全场所的时间长，而发生火灾时由于各种竖井拔气力大，火势和烟雾蔓延快，增加了疏散的困难。

（3）火灾扑救难度大

高层智能建筑发生火灾时，从室外进行扑救相当困难，一般要立足于自救，即主要依靠室内消防设施。但由于目前我国经济技术条件所限，建筑内部的消防设施维护保养还不是很完善，因此，扑救智能建筑火灾往往遇到较大的困难。另外，高层智能建筑的消防用水量是根据我国目前的技术经济水平，按一般高层建筑的火灾规模考虑的，当形成大面积火灾时，其消防用水量显然不足，需要用消防车向高楼供水，因而对消防技术装备提出了更高的要求。

（4）火险隐患多、火灾损失重

智能建筑综合性强、建筑功能复杂、可燃物多，火险隐患多，且容易造成消防安全管理不严，潜在的火险隐患多；一旦起火，易形成大面积火灾，火势蔓延快，扑救疏散困难，势必火灾损失严重。

1.2.3 智能建筑的消防安全要求

鉴于智能建筑的自身特点和火灾危险性，遵循“预防为主、防消结合”的消防工作指导方针，我国《高层民用建筑设计防火规范》（GB50045—95）规定了“立足自防自救，采用可靠的防火措施，做到安全适用、技术先进、经济合理”的消防设计原则，提出了“以自防自救为主，及时、可靠防火，迅速、有效灭火”的智能建筑消防安全要求。

为了智能建筑的消防安全，一般在智能建筑内部设置、装备火灾监测、报警和自动灭火控制系统，一旦发生火灾，发挥设备及设施作用，通过自救将火灾扑灭在初起阶段；同时，在建筑结构方面，设计了一些能够阻断或封闭烟火蔓延的建筑构造及安全可靠的疏散设施，如防火卷帘门、疏散楼梯间等，这些建筑构造具有一定的防火能力，可与火灾自动报警与消防设备控制系统构成联锁联动关系。换言之，智能建筑的消防设施以火灾自动报

警系统、火灾通讯广播和安全疏导系统为核心防火设备，以消火栓系统、水喷淋系统、水雾系统、防排烟系统、气体灭火系统等为主要灭火装置，并通过消防控制中心协调控制这些自动消防系统，完成对火灾的有效探测、数据信息处理、火灾报警与消防设备联锁动作、自动消防系统的设备联动控制，共同构成火灾自动报警与消防设备联动控制系统，即智能建筑火灾自动报警系统。

可见，智能建筑的消防安全要求必须以智能化建筑物的消防安全设计为基础，它包括智能建筑结构防火设计、建筑材料防火安全要求、智能建筑消防设施合理配置、建筑消防设备及其供电系统和建筑物火灾监控系统的良好设计与有机组合等，通过智能建筑中配置的各类消防设备与设施，实现火灾的早期预报和消防设备的有效动作，做到火灾报警及时可靠、消防设备联动迅速有效、智能建筑环境防火安全。

1.3 火灾自动报警系统及其要求

高层建筑以及智能化建筑中的火灾自动报警系统是高层建筑或智能化建筑整个消防系统的一部分，具体地说，是消防系统的电气控制部分和系统集成中心。在建筑工程中，高层建筑及智能化建筑中的火灾自动报警系统设计、施工应当归属建筑电气设计、施工的范畴，是在建筑专业的总体规划下，建筑结构、建筑设备、建筑电气等专业相互密切配合、紧密关联所组成的高层建筑或智能化建筑的消防安全监控系统。

高层建筑或智能化建筑电气设计的内容较为广泛，其重点是强调“消防”和“管理”两个方面。所谓“消防”主要是指建筑物火灾的早期预备及发生火灾后的扑救及疏散问题；所谓“管理”主要是指空调、电梯、供水、供电等机电设备的自动化运行、管理及其节能控制问题。这两个方面的问题对于多功能建筑来说是必须注意的问题，但对于高层建筑或智能化建筑而言，由于其自身起火因素多、火势蔓延快、火灾扑救和人员物资疏散困难等特点，决定了消防安全问题比管理自动化问题更为重要。基于这一基本思想，高层建筑或智能化建筑电气设计必须包含火灾自动报警系统设计内容并构成消防安全集成中心，同时其配电和照明系统、机电设备控制系统、节能控制系统等也必须符合消防安全要求。

1.3.1 火灾自动报警系统基本结构

“火灾自动报警系统”实际上是“火灾探测报警和消防设备联动控制系统”的简称，它是依据主动防火对策，以被监测的各类建筑物、油库等为警戒对象，通过自动化手段实现早期火灾探测、火灾自动报警和消防设备联锁联动控制。所以，火灾自动报警系统主要包括了火灾探测及自动报警系统、自动灭火控制系统和消防疏导指示系统等，其结构示意图如图 1-3 所示。

在火灾自动报警系统中，火灾探测器长年累月地监测被警戒的现场或对象，当监测场所或对象发生火灾时，火灾探测器检测到火灾产生的烟雾、高温、火焰及火灾特有的气体等信号并转换成电信号，经过与正常状态阈值或参数模型分析比较，给出火灾报警信号，通过火灾报警控制器上的声光报警显示装置显示出来，通知消防人员发生了火灾。同时，火灾自动报警系统通过火灾报警控制器启动警报装置，告诫现场人员投入灭火操作或从火灾现场疏散；启动断电控制装置、防排烟设备、防火门、防火卷帘、消防电梯、火灾应急照明、消防电话（投入指挥调度通讯以及分机和主机的直接通话）等减灾装置，防止火灾

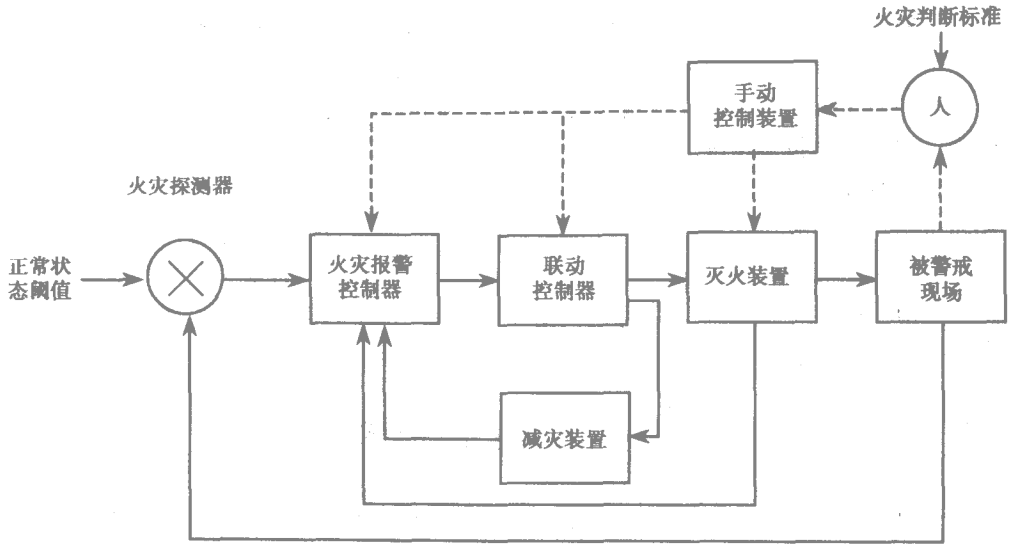


图 1-3　火灾自动报警系统结构示意图

蔓延、控制火势和求助消防部门支援；启动消火栓、水喷淋、水幕及气体灭火系统及装置，及时扑灭火灾，减少火灾损失。一旦火灾被扑灭，整个火灾自动报警系统又回到正常监控状态。显然，要使火灾自动报警系统充分发挥作用，对火灾实现拟人化的监测和分析判断，要求火灾自动报警系统将微电子技术、微机控制技术、智能数据处理技术等技术融入系统主机—— 火灾报警控制器，使之结构紧凑、功能完善、使用灵活方便。

必须指出，在火灾自动报警系统中起主导作用的是人，要求借助系统并尽可能通过值班人员的大脑思维判断，作出发生火灾的结论并启动相应联锁联动装置，控制火势、扑救火灾。所以，我们可以将火灾自动报警系统的组成结构及功能关系绘出如图 1-4所示。

1.3.2　火灾自动报警系统基本性能

综合上述可知，高层建筑及智能建筑中的火灾自动报警系统是以火灾现象为监测对象，根据防灾要求和特点而设计、构成和工作的，是一种及时发现和通报火情，并采取有效措施控制和扑灭火灾而设置在高层建筑或智能化建筑物中的自动消防设施，是将高层建筑或智能化建筑中的火灾消灭在萌发状态，最大限度地减少火灾危害的有力工具。随着社会对消防和救灾抢险工作提出越来越高的要求，消防技术设施和消防技术装备的现代化需求促进了火灾自动报警系统的广泛应用和技术发展，火灾自动报警系统作为有效的消防技术手段之一，也越来越显示出它的重要性。

从高层建筑及智能化建筑中发挥的作用来看，火灾自动报警系统是设置在大跨度框架式建筑结构中的火灾自动报警及消防设备联动控制系统；它以先进的火灾探测技术和独特的报警装置的高分辨率，不单能报出大楼内火警所在的位置和区域，还能进一步分辨出是所连接的哪一个装置在报警以及装置的类型、本大楼消防系统的具体处理方式等；可以使大楼的灯光、照明、配电、音响与广播、电梯等装置，通过中央监控装置或系统实现联动控制，还可以进一步与整个大楼的通信、办公和保安系统联网，实现大楼的综合自动化。当高层建筑或智能化建筑发生火灾时，该系统要及时探测、鉴别并启动通讯系统自动对外

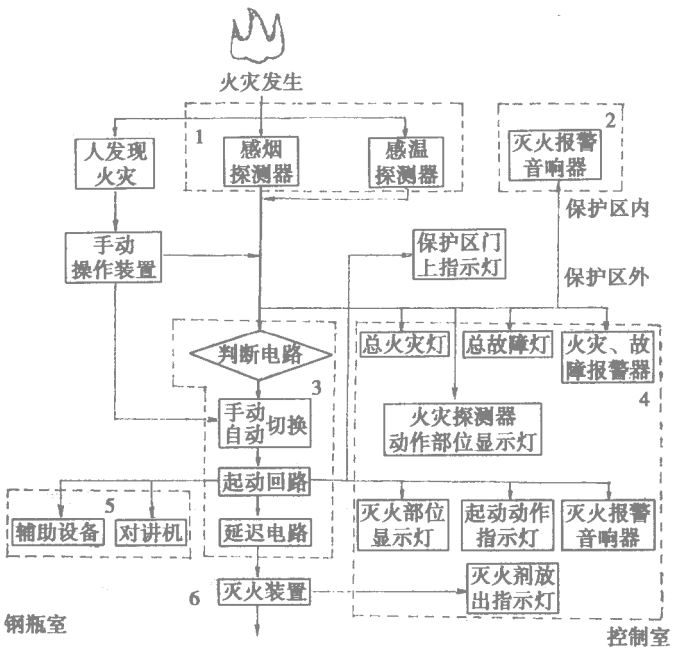


图 1-4　火灾自动报警系统结构及功能关系图

报警，根据各楼层人员情况显示最佳疏导、营救方案，启动各类自动消防子系统，同时自动关闭不必要的电力系统和办公系统，并根据火灾状态分配供水系统，启动防排烟设施等。所以，从消防安全需要出发，高层建筑或智能化建筑火灾自动报警系统应该采用相关规范要求的系统设计模式，并应具备以下几个方面的性能要求：

（1）具有模拟量或智能化火灾探测方法和总线制系统结构；

（2）现场火灾探测器或传感器能采集动态数据并有效传输；

（3）报警控制器具有火灾识别模型，火灾报警可靠及时，误报率低；

（4）系统具有报警阈值自动修正、灵敏度分时调整和火灾模式判优等功能；

（5）系统工作稳定，兼容性强，消防设备联动控制功能丰富，逻辑编程便利；

（6）系统具有数据共享、电源与设备监控、网络服务和消防设备管理功能；

（7）系统具有良好的人机界面和应用软件，具有综合管理和服务能力。

必须指出，智能化建筑一般用于高可靠性、高安全性、舒适性强、反映要求灵敏的对象，或是能源消耗高且有很大节约潜力的对象。尽管智能化建筑对其火灾自动报警系统提出了较高的要求，尤其是在数据共享、设备监控和综合管理方面，性能要求明显高于一般的高层建筑。但是，智能化建筑并不强调是否拥有最先进的火灾自动报警系统及供电照明、通风空调、供水供暖、节能控制等机电设备与系统，而重点在于这些设备系统在满足智能化建筑基本要求的前提下是否有机地联系在一起并可靠地发挥作用。

1.3.3　火灾自动报警系统基本要求

火灾的早期发现和及时扑救具有极其重要的意义，它能将损失控制在最小范围内，并且防止造成灾害或灾害进一步蔓延。在高层建筑及智能化建筑中设置火灾自动报警系统的目的，是要将灾害苗头或者火灾消灭在萌发状态，最大限度地减少火灾危害，满足高层建

筑或智能化建筑消防安全方面的性能要求。一旦发生火灾，火灾自动报警系统应能及时探测、鉴别、判定火灾并启动通讯系统自动对外报警，联动控制配电、广播音响、应急诱导疏散、电梯和自动消防设施，智能显示最佳疏导、营救方案，自动关闭不必要的电力系统、照明系统和办公系统，根据火灾发展状况分配供水系统、启动防排烟设施，以及实现火警信息联网通信等功能。基于这种思想和高层建筑以及智能化建筑以自救为主的消防指导原则，我国的消防技术规范《高层民用建筑设计防火规范》（GB50045—1995）（2002 年版）、《建筑设计防火规范》（GBJ16—1987）（2002 年版）、《建筑内装修设计防火规范》（GB50222—1995）和《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116—1998）等相关规范都对火灾自动报警系统及其技术产品提出了以下的一些基本要求：

（1）确保建筑物火灾探测和报警功能有效，保证不漏报真实火灾；

（2）克服环境因素对系统的影响，减少系统的误报率；

（3）确保系统工作可靠稳定，信号传输准确及时；

（4）要求系统具有设计灵活性和产品成系列兼容性，适应不同工程需要；

（5）要求系统工程适用性强，系统布线简单、灵活、方便；

（6）要求系统应变能力强，为工程调试、系统管理和维护提供方便；

（7）要求系统的性能价格比高；

（8）要求系统联动功能丰富、联动逻辑多样、控制方式有效。

总之，火灾自动报警系统是确保现代高层建筑及智能化建筑免除或减轻火灾危害的极其重要的安全设施，正确合理地设计、安装火灾自动报警系统是现代高层建筑及智能化建筑电气设计、施工的一项重要内容。因此，对于从事消防系统工程和建筑电气技术工作的工程技术人员而言，系统掌握高层建筑及智能化建筑火灾自动报警系统的组成原理、结构特点，熟悉火灾自动报警系统主要设备装置的电路原理、技术性能，掌握消防技术规范的相关要求和火灾自动报警系统工程设计、安装调试等技术规则显然是必不可少的，同时也是保障和提高防灾效能的有力途径。

1.4 火灾自动报警系统发展趋势

1.4.1 火灾自动报警系统现状及特点

火灾自动报警系统的发展历史可以追溯到 19 世纪，1890 年英国人发明了第一只用来探测火灾信息的装置——对温度敏感的感温探测器，此后的半个多世纪感温探测器只是局部地被应用，仅作为一种报警元件。而作为火灾自动报警系统发展标志的火灾探测器——采用放射性同位素源的离子感烟探测器，是到了 20 世纪 50 年代进行研究开发、60 年代初才被推广应用。

随着电子技术、计算机技术的迅猛发展，电子元件日趋小型化、集成化、功能模块化和信息处理智能化，火灾自动报警系统才逐步发展、逐步完善起来，特别是现代建筑朝着高层与群体、综合性与智能化方向发展，又给火灾自动报警系统提出了许多新的课题和技术发展方向，形成了当今的智能化火灾自动报警系统，进而促进了消防科学技术的发展。

从 20 世纪 60 年代初算起，国际先进的火灾自动报警系统的发展有下列一些特点：

（1）有关消防的技术标准与规范较完善。

消防技术问题涉及人们生命财产的安危，因此，无论是消防技术产品的生产、使用等都必须遵循一定的标准与规范。例如，美国早在 1961 年就制定了针对电子计算机房、易燃物仓库等特殊建筑物的“特殊建筑物防火导则”，并且该防火导则于 1972 年正式列入了美国消防协会（NFPA）制订的“美国国家防火标准”，作为法规规范。又如，日本消防厅在 20 世纪 70 年代初制订的“消防技术标准”中，把火灾报警装置列入建筑规范，使其成为必须设置的防火安全设备；前苏联国家建设委员会在 20 世纪 70 年代中期颁布了“建筑物设计中的消防条例”，对各类建筑物的火灾监测及消防自动控制技术做出了规定。此外，欧洲的德国、瑞士、荷兰、瑞典等国家也对消防安全问题及相关技术要求在相应的法规中做出了规定。

（2）火灾自动报警及灭火设备产品趋于系列化、标准化，功能不断增强增多，技术先进。

现代火灾报警及灭火控制设备，在功能方面除了进行火灾信息有效探测、声光报警、联锁防排烟系统、联动自动灭火系统之外，还能够向城市或区域消防结构报警和传递火警信息，进行对讲联络，记忆现场状况等。在消防设备产品研制方面，火灾自动报警系统趋向于减少误动作、提高可靠性、加快灭火速度；消防灭火设备及器材已从手提式发展到固定管网式；控制方式也从手动控制发展为自动控制灭火；灭火介质由液体发展到气体，从卤代烷、二氧化碳发展到灭火效率更高、更洁净的烟隔净、FM200 等介质。

（3）火灾探测及灭火控制系统已由早期人工控制转向快速联锁联动控制，形成对火灾具有一定智能化判断处理能力的火灾自动报警系统。

早期的自动消防系统实际上是以火灾探测和自动报警为主体，在自动报警的基础上，利用消防设备及消防器材人工处理灭火过程。这种早期的火灾探测及灭火方式，速度慢、效果差，难以对大型综合性建筑及复杂环境的火灾做到有效控制，易于贻误灭火时机。

随着电子技术及计算机技术在消防领域的广泛应用，形成了以微型计算机为核心的自动消防控制系统，对火灾信息及火灾现象实现了火灾参数感知、直接图像处理等拟人化的分析处理和灭火控制，有效发挥了自动消防控制系统的作用。尤其是火灾探测报警系统与各类消防设备联锁联动控制的有机结合，为自动消防控制系统发挥作用和及时控制火灾提供了基础。这种系统能够提高对火灾的有效监测和快速判断能力，实现消防设施设备对火灾的快速反应和灭火操作的快速性与可靠性，满足建筑物及工业场所对火灾监测及消防设备控制的实时性要求，做到早期预报、有效控制、及时灭火，通过火灾自动报警系统的智能化判断处理来控制火势、减少火灾危害和火灾损失。

应指出，我国的火灾探测报警技术及其相关产业起步于 20 世纪 70 年代中后期，当时研究部门少，无专业生产厂家，技术水平很落后。自进入改革开放的 20 世纪 80 年代以来，特别是随着我国四化建设和建筑业的蓬勃发展，有力地推动了消防工程技术的发展步伐。消防设备，尤其是监控技术的研究开发、生产和应用有了长足的进步，生产厂家、产品种类和数量以及应用单位都不断增加，技术水平大大提高。据不完全统计，目前国内火灾自动报警设备专业生产厂家超过 90 家，国外生产和应用较为普及的火灾探测报警产品我国都能够生产，国外先进的智能化火灾报警设备我国也完成了系统研究并实现了产品化，产品质量逐年提高，应用范围不断扩大。特别是随着《建筑设计防火规范》、《高层民用建筑设计防火规范》等消防技术法规的逐步贯彻执行，全国的许多重要部门、 重点单位

需要全本请访问 www.ertongbook.com

和要害部位，以及高层建筑、重要仓库、重点引进工程、重要图书馆、档案馆、重要公共建筑等，都装设了火灾自动报警系统，绝大多数为建筑物的防火、灭火发挥了重要作用。为了统一合理地设计、使用火灾自动报警系统及其设备，确保系统的可靠性和有效性，1988年我国制订了全国统一、科学合理的规范《火灾自动报警系统设计规范》（GBJ116—1988），1992年制订了《火灾自动报警系统施工及验收规范》（GB50166—1992），1998年完成《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116—1998）修订并于1999年6月1日起执行。同时，围绕火灾报警技术产品生产体系和质量要求，我国从20世纪80年代至90年代中期制订了较为完整的生产技术方面国家标准，90年代中期开始对生产质量体系进行了ISO 9000系列质量认证管理，有力保障了火灾自动报警系统及其设备的生产、设计和工程应用，使得生产、设计、施工、安装、调试人员有章可循。

我国消防电子行业经历20多年的发展，具有下列一些特点：

（1）建立了火灾自动报警系统产品的工业生产基础，具备了一定的技术实力；

（2）加强了产品质量监督检验、技术标准化和质量体系认证管理工作；

（3）技术引进和消化、吸收相结合，加快了产品的国产化进程；

（4）产品质量稳步提高，系列化产品增多，市场适应能力增强；

（5）工程施工安装队伍扩大，安装质量不断提高。

总之，尽管我国消防科学技术起步较晚，与世界先进国家有一定的差距，但我国消防科学技术的发展速度较快，近年来各类防火设计规范和相关技术标准日趋完善，火灾科学理论研究进步明显并获得工程应用，特别是火灾自动报警系统作为我国20世纪80年代新兴的技术密集型产品，其科研开发和生产技术能力快速提高，大大缩小了与国际先进技术的差距，具备了研究、设计、生产智能化火灾自动报警系统的技术实力，使我国火灾自动报警系统的研制、开发、生产和应用等方面取得了令人瞩目的成就，极大地推动了国产化火灾自动报警系统技术产品的广泛应用。

1.4.2 火灾自动报警系统的研究内容

从消防安全要求来讲，火灾自动报警系统应贯彻以防为主、防消结合的方针，及时发现并报告火情，控制火灾的发展，尽早扑灭火灾，确保人身安全和减少社会财富的损失。为此，在高层建筑及智能化建筑中，对火灾的监测、报警和灭火控制技术以及消防系统的自动化水平提出了较高的要求。

随着科技进步和生产发展，微电子技术、检测技术、自动控制技术和计算机技术等获得了迅猛的发展，并广泛应用到消防技术领域，使得火灾探测与自动报警技术、消防设备联动控制技术、消防通信调度指挥系统、火灾自动报警系统和消防控制中心等，在近年取得了突飞猛进的发展，逐步形成了以火灾探测与自动报警为基本内容，以计算机协调控制和管理各类消防灭火与防火设备为基本手段，具有一定火灾识别能力的智能化火灾自动报警系统。

智能化火灾自动报警系统是涉及火灾自动报警系统各方面的一项综合性消防技术，是现代电子技术和计算机技术在消防中应用的产物，也是现代消防技术的重要组成部分和新兴技术学科。为此，火灾自动报警系统所涉及的研究内容包括下列几个方面：

（1）火灾参数的有效识别与检测技术；

（2）火灾信息处理与自动报警技术；

（3）消防设备联动控制技术；

（4）相关的电气配线技术；

（5）消防系统计算机管理与数据通信技术；

（6）火灾自动报警系统工程设计、施工管理和使用维护技术。

必须指出，火灾自动报警系统是以火灾为监测参数，根据被监测对象防火要求和特点，以及时发现和通报火情，并采取有效措施控制和扑灭火灾而设计、构成和工作的，是将火灾消灭在萌发状态，最大限度地减少火灾危害的有力工具。随着社会对消防和救灾抢险工作提出越来越高的要求，消防技术设施和消防技术装备的现代化需求促进了火灾自动报警系统的技术发展和广泛应用，其研究领域不断拓宽，研究内容不断深入，作为有效的消防技术手段之一，越来越显示出它的重要性。

1.4.3 火灾自动报警系统的发展趋势

火灾自动报警系统的技术发展与微电子技术、计算机技术、通信技术和信息技术密切相关，还包含了光电子技术、传感器技术、自动控制技术、热工技术、特殊材料、化工等专业领域的知识。火灾自动报警系统的发展趋势主要涉及下列几个方面：

（1）昙花一现的模拟量传输和日臻完善的单片机技术。以模拟量数据传输为基础的模拟量火灾自动报警系统曾经是 20 世纪 80 年代兴起的短暂的新一代的火灾自动报警系统。这种模拟量数据传输曾经是从开关量报警控制器集中报警从而可以自动跟踪工作点漂移的一大技术进步。但是从 20世纪 90 年代中后期以来，此项技术已让位于探测器的单片机技术。随着单片机成本的不断下降，探测器与控制器之间早已不存在所谓的模拟量数据传输了。探测器内部具有自己的火灾算法程序，并以此对火灾进行判断。甚至还可以在探测器之间实行组逻辑判断，有利于实现更高可靠级别的火灾计算。探测器只需将判断结果以“数字通讯”的方式告知控制器，或者进行探测曲线的显示即可。数字通讯加上巧妙的纠错措施使得信息传输的抗干扰性能有了极大的提高。目前，国内外各大、小生产厂商均已完成了探测器的单片机智能化，有时也叫嵌入式单片机技术，相比之下，模拟量传输已成了过时的技术了。无论是探测器，还是控制器，它们的智能化程度都在不断提高。探测器的独立分析计算能力越来越强，探测器和控制器之间的网络数字通讯能力也在同步发展着，能力也在越来越强。有的专业生产厂商的产品甚至能够在本接收回路出现问题的时候，把探测数据传导到其他回路或控制器上去进行分析，例如，西门子的 SIGMASYS 系统就能实现这样的功能。同时需要指出的是，火灾算法库的大小无疑是抗误报能力的非常重要的标志之一。近期，国内外有关企业竞相开发、生产先进适用的火灾自动报警系统，其发展特点是智能化程度逐步提高，功能愈来愈完善，计算机应用软件趋向于视窗化。

（2）可寻址开关量火灾报警系统和分级报警式火灾自动报警系统作为“初级智能”的火灾自动报警系统获得普及应用。在此基础上，以火灾模化技术为基础的、具有像人的感觉器官那样高可靠火灾探测功能的高级智能化火灾自动报警系统正在研制，其特点是先进的、高可靠的各类传感器及其与计算机的配合，采用人工神经网络等先进火灾探测算法实现火灾判定，最终产生具有感觉器官和自动消防功能的机器人。我国目前实现了依据火的光谱特性和火灾图像特征，利用图像识别技术判别真假火灾，并获得实际应用。

（3）在国外近期建成的大型综合性高层建筑和智能化建筑中，采用多级计算机分级管理方式的先进的火灾自动报警系统获得应用，适应了智能化建筑将楼宇内防灾、电力、空调、节能、设备监控管理组合在一个完整的计算机管理系统的需要。

（4）20世纪90年代前后火灾自动报警系统自身结构以微型计算机为主体，从多线制系统联接过渡到了总线制。随着现代建筑技术的发展，火灾自动报警系统趋向于以工业控制机为主体，以现场总线为基础实现开放式功能联接。

（5）专用集成电路设计与应用技术将成为智能化火灾参数传感器的核心。目前国外已在一块硅片上集成了相当于人眼的光电转化部分、相当于人视觉神经的信号传输部分和相当于人脑的记忆和演算部分，这种传感器的批量生产将进一步促进火灾自动报警系统的智能化。

（6）以火灾探测算法为基础的烟、温复合式火灾探测器已批量生产并被工程应用，提高了火灾自动报警系统的报警及时性和可靠性。在此基础上的三参数复合式及多参数复合式火灾探测器的研究将有利于现有火灾自动报警系统可靠性的进一步提高。

（7）无线遥控式火灾自动报警系统已在国外逐步实现产品化，这对于消防电子产品，尤其是火灾探测报警系统的及时性具有巨大的推动作用。

（8）计算机多媒体和数据库技术有助于实现计算机火灾报警语音化和长期数据存储，所有火灾预警、火警都采用语音提示人们处置，同时自动纪录火灾现场各种数据参数，供人们分析火灾原因。

（9）以微粒分析和激光技术为基础的高精度火灾参数分析和超早期火灾报警技术，在国外已实现产品化，并且在我国电信、电力、超大规模集成电路生产厂房获得应用，国内相关研究及技术标准需及时跟上。

（10）火灾自动报警系统的核心技术在火灾探测器，火灾探测器的协议开放技术有利于解决火灾探测报警产品互相兼容问题。国外具有协议开放技术的火灾探测器已形成规模化生产能力，国内有个别厂家解决了火灾探测器协议开放问题，但不具备规模生产能力。

第2章 火灾信息探测及数据处理方法

2.1 基本火灾现象

物质燃烧过程是一种伴随有烟、光、热的化学反应过程。在物质燃烧过程中，一般有以下现象产生：

2.1.1 热（温度）

凡是物质燃烧，必有热量释放，使得环境温度升高，这是物质燃烧的基本特征之一。因此，物质燃烧过程所产生的温度变化是重要的火灾特征参数之一。但是，普通可燃物质在燃烧速度非常缓慢的情况下，物质燃烧所产生的热（温度）不易被鉴别出来。

2.1.2 燃烧气体与烟雾

普通可燃物质在燃烧开始时，往往首先释放出燃烧气体。燃烧气体一般由单分子的一氧化碳、二氧化碳等气体，较大的分子团，悬浮在空气中的未燃烧物质微粒等组成，粒径一般在 $0.01\mu m$ 左右，通常称作气溶胶。而烟雾一般是指人眼可见的燃烧生成物，通常粒径在$0.03 \sim 10\mu m$ 的液体或固体微粒。根据光散射定律，一个悬浮在空气中的小粒子，当其粒径大于被反射光的波长时，它才能产生反射光。由于可见光范围在$0.3 \sim 0.7\mu m$，因而只有粒径大于 $0.3\mu m$ 的轻度着色微粒才能反射可见光，即被人眼看到。

由于普通可燃物质在燃烧过程所产生的燃烧气体和烟雾具有流动性和毒害性，能潜入建筑物的任何空间，因此构成物质燃烧过程的又一特征。根据统计数据，火灾中约有 70% 的人员死亡是燃烧气体或烟雾中毒、窒息、挤压作用造成的，所以，物质燃烧过程所产生的燃烧气体和烟雾是重要的火灾探测参数。通常，物质燃烧产生的燃烧气体和烟雾统称为烟雾气溶胶，其粒径一般在$0.01 \sim 10\mu m$。

2.1.3 火焰

火焰是物质燃烧产生的灼热发光的气体部分。物质燃烧到发光阶段，一般是物质的全燃阶段。这时，物质燃烧反应的放热提高了燃烧产物的温度，并引起燃烧产物分子内部电子能级跃迁，因而放出各种波长的光。所以，火焰光作为燃烧的鉴别特征之一，也是重要的火灾探测参数。

2.2 典型火灾过程分析

2.2.1 普通可燃物火灾

普通可燃物质燃烧的表现形式是：物质受热源作用首先产生燃烧气体和发生阴燃并产生烟雾，在氧气供应充足的条件下才能逐步达到完全燃烧，产生火焰并发出一些可见光与不可见光，同时释放大量的热，使得环境温度升高。普通可燃物质由火灾初起阴燃阶段开始，到火焰燃烧、火势渐大，最终酿成火灾的起火过程如图 2-1 所示，其特点是：

（1）初起和阴燃阶段占时较长，

普通可燃物在火灾初起和阴燃阶段尽管产生了烟雾气溶胶，并且大量的烟雾气溶胶可能已经充满建筑内空间，但是环境温度不高，火势尚未达到蔓延发展的程度。如果在此阶段能将重要的火灾信息——烟浓度有效地探测出来，就可以将火灾损失控制在最低限度。

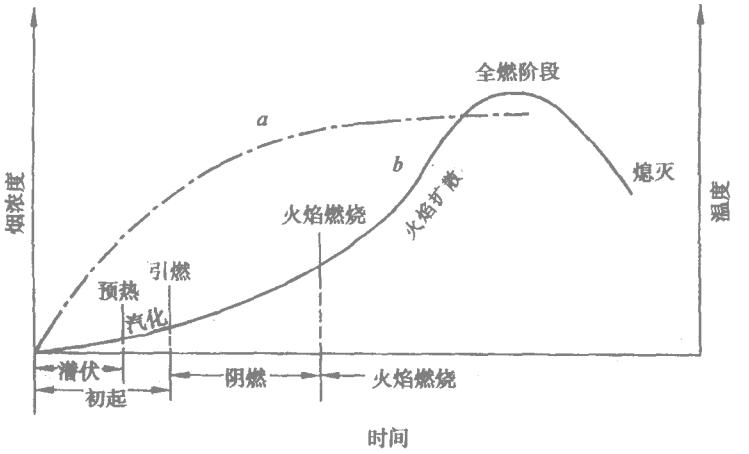


图 2-1 普通可燃物质典型起火过程

a一烟雾气溶胶浓度与时间的关系； b一热气流温度与时间的关系

(2) 火焰燃烧阶段火势蔓延迅速

普通可燃物经过足够的火灾初起和阴燃阶段后，足够的蓄积热量会使着火物质温度升高，并且在物质的着火点开始加速，发展成火焰燃烧，形成火焰扩散，火势开始蔓延，环境温度不断升高，燃烧不断扩大，形成火灾。普通可燃物在此阶段产生的烟雾量相对减少并趋于饱和，但火灾发展所产生的足够热量会引起环境温度的较大变化。如果能将火灾引起的明显的温度变化这一火灾特征参数有效探测出来，也能较及时地控制火灾。

(3) 物质全燃阶段产生强烈火焰辐射

处于全燃阶段的普通可燃物质燃烧会产生各种波长的火焰光，使火焰热辐射含有大量的红外线和紫外线，因此，对火灾形成的红外和紫外光辐射进行有效探测也是实现火灾探测的基本方法之一。但是，对于有较长阴燃阶段的普通可燃物火灾而言，由于普通可燃物在燃烧过程产生有大量烟雾，降低了光的可见度，因此会影响火焰光探测的效果。

综上可见，普通可燃物由开始燃烧到火势渐大，最终酿成火灾的起火过程包括三个阶段：①初起和阴燃阶段占时较长，一般产生大量烟雾和少量的热；②经足够蓄热后，在物质着火点加速，发展成火焰燃烧，形成火势蔓延；③处于全燃阶段的物质燃烧使火焰热辐射含有大量的红外线和紫外线。

必须指出，国家标准对于普通可燃物质规定的标准试验火是脱脂棉纱线和木材，在规定的标准试验环境进行火灾试验，标定相应火灾探测器及其系统性能。

2.2.2 工业企业火灾

在工业生产环境，油品、液化烃等可燃物质起火过程不同于普通可燃物，起火速度快且迅速达到全燃阶段，形成很少有烟雾遮蔽的明火火灾，因而火焰光探测及时有效。此外，当可燃物质是可燃气体或易燃液体蒸汽时，起火燃烧过程也不同于普通可燃物，在可燃气体或易燃液体蒸汽的爆炸浓度范围内由于点火源的作用会引起轰燃或爆炸，这时对可

燃气体或易燃液体蒸汽的浓度探测十分重要。

一般，工业火灾的监控内容包括对具有爆炸和火灾危险的生产工艺过程及储罐区等场所的工艺参数监测，对石油化工等工业生产过程及场所的环境参数探测和造纸厂、电信机房、无人值守变电所等特殊工业环境及特殊行业系统的火灾参数探测，以及对各类监测监控环境中配置的消防设备及系统的联锁联动控制。涉及消防安全监控的工艺参数有工业生产过程中的温度、压力、液位、流量等，环境参数有可燃气体或易燃液体蒸汽的泄漏量及其与空气的混合浓度、环境质量指标等，火灾参数有火灾烟雾浓度、火焰光辐射、火灾温升等。

国家标准对于油品、液化烃类可燃物质规定的标准试验火是有焰燃烧的汽油和无焰燃烧的乙醇，在规定的标准试验环境进行火灾试验，标定相应火焰光探测器及其系统性能。对于可燃气体或易燃液体蒸汽的泄漏监测采用热催化元件、气敏元件和电化学元件实现，并要求具有防爆性能。对于微弱烟雾浓度和恶劣环境烟雾浓度监测采用高精度空气抽样分析技术，利用悬浮状颗粒的分级计数和激光能谱分析实现火灾探测和分析判定。

2.3 火灾信息探测方法

火灾信息探测是以物质燃烧过程中产生的各种火灾现象为依据，以实现早期发现火灾为前提。分析普通可燃物的火灾特点，以物质燃烧过程中发生的能量转换和物质转换为基础，可形成不同的火灾探测方法，如图 2-2所示。

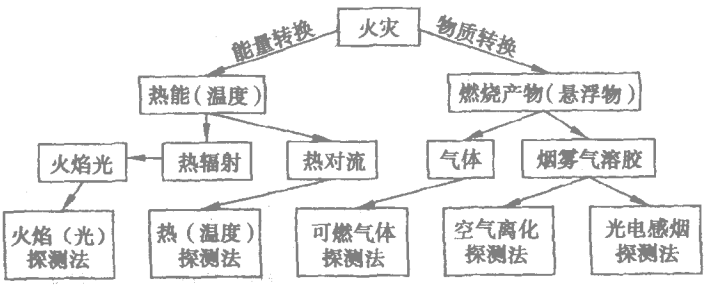


图 2-2 火灾探测方法

2.3.1 空气离化探测法

空气离化探测法是利用放射性同位素（一般选择 Am—241）释放的 α 射线将空气电离产生正、负离子，使得带电腔室（称为电离室）内空气具有一定的导电性，在电场作用下形成离子电流；当烟雾气溶胶进入电离室内，比表面积较大的烟雾粒子利用其吸附特性吸附其中的带电离子，产生离子电流变化。这种离子电流变化与烟浓度有直接线性关系，并可用电子线路加以检测，从而获得与烟浓度有直接关系的电信号，用于火灾确认和报警。

采用空气离化探测法实现的火灾烟雾浓度探测一般称作离子感烟探测，它对火灾初起和阴燃阶段的烟雾气溶胶检测非常灵敏有效，可测烟雾粒径范围在 $0.03 \sim 10\mu m$ 左右。这类火灾探测器是核技术应用产物，在正常使用和良好维护条件下，火灾探测器寿命一般可达10 ~ 15 年。应指出，从环境保护角度考虑，这类火灾探测器报废后需集中由专业机构或部门处理放射源，绝不能随意丢弃。

需要全本请访问 www.ertongbook.com