高等学校智能建筑技术系列教材

建筑设备自动化系统

王可崇　乔世军
王晓丽　张　建　编著

人民交通出版社

序　　言

高等学校智能建筑技术系列教材是根据 1999 年 12 月在北京召开的有 15 所高等学校参加的‘智能建筑系列课程内容体系改革的研究与实践’课题研讨会的精神，由高等学校智能建筑技术系列教材编审委员会组织编写的。

本系列教材以适应和满足高等学校自动化专业教学和科研的需要、培养智能建筑技术人才为主要目标，同时也面向从事智能建筑建设的科研、设计、施工、运行及管理单位，提供智能建筑技术标准、规范以及必备的基础理论知识。

智能建筑技术是一门跨专业的新兴学科，我们真诚地希望，使用本系列教材的广大读者提出宝贵意见，以便不断完善教材的内容，改进我们的工作。

系列教材主编赵义堂，副主编寿大云，主审王谦甫。

高等学校智能建筑技术系列教材编审委员会

2000 年 8 月

高等学校智能建筑技术系列教材
编审委员会成员

名誉主任：赵义堂　张忠晔

主　　任：裴立德

副 主 任：涛大云　任庆昌　苏　曙

委　　员：（以姓氏笔画为序）

王可崇　王　娜　王晓丽　王　波　方潜生　马海武

白　莉　齐保良　乔世军　刘　玮　刘国林　刘永芬

仲嘉霖　何仁平　杨国清　张志荣　骆德民　段培永

赵三元　原　野　黄民德　黄琦兰　韩　宁　彭　玲

戴　恋　覃　考　蒋　中　谭克艰　薛立军

秘 书 长：涛大云（兼）

前　言

我国智能建筑的快速发展不断对相关技术人才的培养提出了新的要求，因而，作为高等院校实施教育的一个重要环节，编写一套体现当今智能建筑技术特色的系列教材是十分必要的。1997 年哈尔滨建筑大学（现已与哈尔滨工业大学合并）被指定为建设部面向 21 世纪教改项目《楼宇自动化系列课程教学内容改革的研究与实践》的主持单位，在建设部人事教育司领导下，与该项目其他参与院校的共同工作一段时间并取得阶段性成果后，1999 年 12 月在北京召开了“智能建筑系列课程内容体系改革的研究与实践”课题研讨会，会议期间组成了高等学校智能建筑技术系列教材编审委员会，本书就是根据系列教材编审委员会审定的教学大纲编写的。本书也是哈尔滨工业大学“十五”规划重点立项教材。

建筑设备自动化系统（BAS）作为智能建筑的重要组成部分，其相关技术内容历来受到业内人士的重视。本书作为“建筑设备自动化系统”课程的教材，作者结合多年相关教学、科研和工程项目的经验，在编写中综合考虑了各院校、各专业的不同特点，大部分章节内容安排得相对独立、完整，便于各院校、各专业结合自己的课程体系和自身特点灵活实施课堂教学。本书针对现代化建筑，尤其是智能建筑的特点，结合建筑设备自动化系统新产品、新技术、新规范与标准，论述了系统的基本原理与应用技术，给出了系统设计、工程实施及系统维护与管理的原则与方法。本书突出技术理论的先进性与运用的规范性，努力做到理论与实践相结合，使之通俗易懂便于自学。

书中除对建筑设备自动化系统的三大子系统（建筑设备监控系统、火灾自动报警系统、公共安全防范系统）作了详细叙述外，还对相关的基础知识（如集散系统、现场总线、计算机网络与数据通信等）作了较为详细的描述；此外，在讲述智能建筑系统集成之前，作为基础知识，对控制网络与信息网络的集成技术也作了简要的介绍。

本书由哈尔滨工业大学电气工程及自动化学院王可崇担任主编，编写第 1、3、7、9 章；哈尔滨工业大学建筑设计研究院乔世军担任副主编，编写第 2、5、8 章；吉林建筑工程学院信息工程王晓丽编写第 4 章；河北建筑工程学院机电系张建编写第 6 章；北京林业大学信息学院燕飞、韩宁参加了第三章的编写；全书由王可崇统稿。

借此机会，作者衷心感谢北京林业大学教授寿大云老师和人民交通出版社刘永芬编辑在编写过程中所给予的各方面的帮助。感谢霍尼韦尔中国公司上海代表处王清先生对第 9 章工程范例提供了有关资料。感谢许多朋友的大力协助和支持。感谢本书所列参考文献的作者们。

由于编写者水平有限，教学与实践经验也不足，书中不妥和错误之处在所难免，敬请广大读者及同行专家批评指正。

作　者

2003 年 6 月

目　　录

第一章　概述 …… 1
1.1　建筑设备自动化系统的兴起与发展 …… 1
1.2　BA 系统设计原则与方法 …… 9
1.3　系统工程实施与工程管理 …… 12
第二章　系统服务功能与网络结构 …… 17
2.1　系统构成 …… 17
2.2　系统服务功能 …… 22
2.3　系统网络结构 …… 27
2.4　信号传输与数据通信 …… 44
第三章　BA 系统的计算机控制系统 …… 61
3.1　概述 …… 61
3.2　集散控制系统 …… 64
3.3　现场总线与 LonWorks 技术 …… 82
3.4　典型系统简介 …… 106
第四章　建筑设备自动化系统监控原理 …… 124
4.1　空调系统的监控原理 …… 125
4.2　冷热源系统监控原理 …… 128
4.3　给排水系统的监控原理 …… 133
4.4　供配电系统监控原理 …… 136
4.5　照明系统监控原理 …… 139
4.6　电梯系统监控原理 …… 141
第五章　BA 系统工程设计 …… 143
5.1　系统设计标准与系统监控功能的确定 …… 143
5.2　监控点属性与监控表编制 …… 146
5.3　传感器与执行器选择 …… 150
5.4　分站规划与配置 …… 152
5.5　中央站硬件与软件配置 …… 154
5.6　控制网络与信息管理网络 …… 157
5.7　BA 系统与安全管理、火灾报警系统的互连 …… 164
5.8　监控管理中心 …… 167
5.9　系统供电与系统布线 …… 169
第六章　公共安全防范系统 …… 172
6.1　系统功能与组成 …… 172
6.2　电视监控系统 …… 178

6.3 入侵报警系统 …… 193
6.4 出入口控制系统制系统 …… 202
6.5 巡更系统 …… 206
6.6 访客管理系统 …… 206
6.7 停车场管理系统 …… 208
第七章 火灾自动报警系统 …… 212
7.1 系统功能与组成 …… 212
7.2 火灾探测器与报警控制装置 …… 216
7.3 联动控制装置 …… 251
7.4 消防电源、消防通信与广播系统 …… 257
第八章 智能建筑系统集成 …… 264
8.1 智能建筑系统集成的基本概念 …… 264
8.2 BAS、CNS、OAS 集成设计 …… 272
8.3 智能建筑系统集成设计 …… 284
第九章 系统工程实例 …… 290
9.1 系统组成 …… 290
9.2 系统结构 …… 291
9.3 监控内容 …… 293
主要参考文献 …… 306

第七章　火灾自动报警系统

7.1　系统功能与组成

7.1.1　智能建筑对火灾自动报警系统的要求

智能建筑多以高层和超高层为主，并且多为高级宾馆和高级办公大楼，其电气设备的种类多、用量大，内部陈设与装修材料大多是易燃的，火灾隐患较普通建筑物大为增加。高层建筑物一旦起火，建筑物内部的管道、竖井、楼梯和电梯等如同一座座烟筒，拔火力很强，使火势迅速扩散，给人员及物资的疏散带来较多困难。高层建筑发生火灾时，从外部扑救难度较大，主要靠建筑内部的消防设施来扑救。因此，随着社会发展，财富增长和高层、超高层现代建筑的兴起，对消防和救灾抢险工作提出了越来越高的要求。

火灾自动报警系统应能及时发现和通报火情，并采取有效措施控制、扑灭火灾。装有火灾自动报警系统的建筑物，当火灾发生时，由于火灾报警及时，火灾在初期阶段就被消灭，从而大大减少了火灾造成的损失。因而自动报警系统是随时警惕火灾，及时报警和输出联动灭火信号的忠实哨兵，是早期报警的有力手段，特别是在高层建筑物和人员密集的公共场所。

按我国的有关规定，建筑物根据其性质、火灾危险程度、疏散和救火难度等因素，把建筑物的防火分为二大类：

(1)一类防火建筑。它指的是楼层在 19 层及以上的普通住宅。建筑高度超过 24m 的高级住宅、医院、百货大楼、广播大楼、高级宾馆以及主要的办公大楼、科研大楼、图书馆、档案馆等都属于一类防火建筑。

(2)二类防火建筑。二类防火建筑指的是 10 ~ 18 层的普通的住宅、建筑高度超过 24m，但又不超过 50m 的教学大楼、办公大楼、科研大楼、图书馆建筑物都属于二类防火建筑。

由于建筑物的多样性，防火保护对象的多样性以及形成火灾的不同场合及特点，自然而然地要求设置多种形式的相适应的消防系统和报警装置。

7.1.2　火灾自动报警系统的基本组成与功能

火灾自动报警系统一般由触发器件、火灾报警装置、火灾警报装置和电源 4 部分组成。复杂系统还包括消防联动控制装置。

(1)触发器件

在火灾自动报警系统中，自动或手动产生火灾报警信号的器件称为触发器件。主要包括火灾探测器和手动报警按钮。火灾探测器是能对火灾参数(如烟、温、光、火焰辐射、可燃气体浓度等)产生响应，并可自动生成火灾报警信号的器件。按响应火灾参数的不同，火灾探测器分成感温火灾探测器、感烟火灾探测器、感光火灾探测器、可燃气体火灾探测器和复合火灾探测器 5 种基本类型。不同类型的火灾探测器适用于不同类型的火灾和不同的场所。在实际应

用中,应当按照现行国家标准的有关规定合理选择。火灾探测器是火灾自动报警系统中应用量最大、应用面最广、最基本的触发器件。近年来随着火灾探测报警技术的发展,一种称为模拟量火灾探测器的新型探测器得到了应用。这种火灾探测器的输出信号是代表被响应火灾参数值的模拟量信号或与其等效的数字信号。与传统的有阈值火灾探测器(或称开关量火灾探测器)不同的是这种火灾探测器没有阈值,它只相当于一个传感器,本身并不判断火警。模拟量火灾探测器的的应用,有利于提高火灾探测报警系统报警准确性和智能化程度,是探测报警系统技术进步的一个重要标志。

另一类触发器件是手动火灾报警按钮。它是手动方式产生火灾报警信号,启动火灾自动报警系统的器件,也是火灾自动报警系统中不可缺少的组成部分之一。

(2)火灾报警装置

在火灾自动报警系统中,用以接收、显示和传递火灾报警信号,并能发出控制信号和具有其他辅助功能的控制指示设备称为火灾报警装置。火灾报警控制器就是其中最基本的一种。火灾报警控制器是火灾自动报警系统中的核心组成部分,具备为火灾探测器供电,接收、显示和传输火灾报警信号,对自动消防设备发出控制信号等功能。火灾报警控制器按其用途不同,可分为区域火灾报警控制器、集中火灾报警控制器和通用火灾报警控制器三种基本类型。近年来,随着火灾探测报警技术的发展和模拟量、总线制、智能化火灾探测报警系统的逐渐应用,在许多场合,火灾报警控制器已不再分为区域、集中和通用三种类型,而统称为火灾报警控制器。

在火灾报警装置中,还有一些如中继器、区域显示器、火灾显示盘等功能不完整的报警装置,它们可视为火灾报警控制器的演变或补充,在特定条件下应用,与火灾报警控制器同属火灾报警装置。

(3)火灾警报装置

在火灾自动报警系统中,用以发出声、光火灾警报信号的装置称为火灾警报装置。火灾警报器就是一种最基本的火灾警报装置,它以声、光音响方式向报警区域发出火灾警报信号,以警示人们采取安全疏散、灭火救灾措施。

(4)消防控制设备

在火灾自动报警系统中,当接收到来自触发器件的火灾报警信号时,能自动或手动启动相关消防设备及显示其状态的设备,称为消防控制设备。主要包括火灾报警控制器,自动灭火系统的控制装置,室内消火栓系统的控制装置,防烟排烟系统及空调通风系统的控制装置,常开防火门、防火卷帘的控制装置,电梯回降控制装置,以及火灾应急广播、火灾警报装置、火灾应急照明与疏散指示标志的控制装置等 10 类控制装置中的部分或全部。消防控制设备一般设置在消防控制中心,以便于实行集中统一控制。也有的消防控制设备设置在被控消防设备所在现场,但其动作信号必须返回消防控制室,实行集中与分散相结合的控制方式。

(5)电源

火灾自动报警系统属于消防用电设备,其主要电源应当采用消防电源,备用电源采用蓄电池。系统电源除为火灾报警控制器供电外,还为与系统相关的消防控制设备等供电。

7.1.3 火灾自动报警系统的基本形式

火灾自动报警系统的基本保护对象是工业与民用建筑。各种保护对象的具体特点千差万别,对火灾报警系统的功能要求也不尽相同。从技术的角度看,火灾自动报警系统的结构形式

可以做到多种多样；但从标准化的要求看，系统结构形式应当尽可能统一，避免五花八门。根据现行国家标准规定，火灾自动报警系统基本形式有三种：区域报警系统、集中报警系统和控制中心报警系统。在工程设计中应根据保护对象的分级规定、功能要求及工程规模的大小，合理确定火灾自动报警系统的形式。

(1)区域报警系统

区域报警系统由通用型报警控制器或区域报警控制器、火灾探测器、手动报警器和火灾警报装置等组成，系统中也可设置一些功能简单的消防联动控制设备，其组成如图 7.1 所示。区域报警系统可独立应用于小型建筑，也可作为集中报警系统和控制中心报警系统中的最基本组成设备，一般用于二级保护对象。

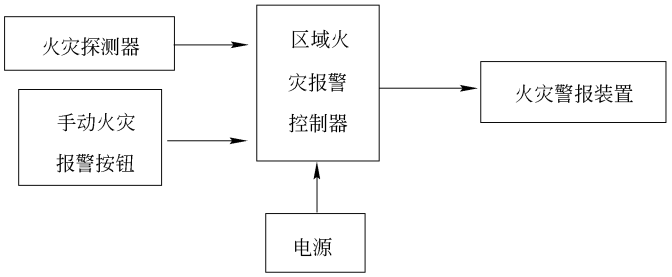


图 7.1　区域报警系统示意图

(2)集中报警系统

集中报警系统由集中火灾报警控制器、区域火灾报警控制器、火灾探测器和联动控制设备等组成，或由火灾报警控制器、区域显示器、火灾探测器和联动控制设备等组成，属于功能较复杂的火灾自动报警系统。随着计算机技术在火灾自动报警系统中的应用，带有地址码的火灾探测器、手动报警按钮、输入模块和输出模块等，都可以通过总线将信息传输给报警控制器并实现联动控制。集中报警系统的典型结构如图 7.2 所示，一般用于一级和二级保护对象。

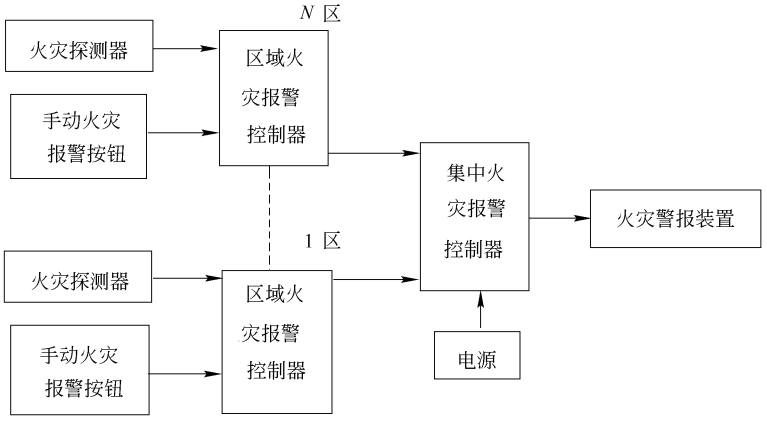


图 7.2　集中报警系统示意图

按消防规范规定，集中报警系统中应设置一台集中火灾报警控制器和两台及两台以上区域火灾报警控制器(或一台火灾报警控制器和两台及两台以上区域显示器)，应设置消防联动控制设备。而且，集中火灾报警控制器或火灾报警控制器，应能显示火灾报警、故障报警的部位，显示包括保护对象重点部位、消防设备所在位置及疏散通道的平面图或模拟图，显示系统

供电电源的工作状态等 亦可控制消防设备的启、停，并显示其工作状态，对于消防水泵、防烟和排烟风机的启、停，除能自动控制外，还应能手动直接控制。

(3)控制中心报警系统

控制中心报警系统由至少一台集中报警控制器、一台专用联动消防控制设备、两台以上区域报警控制器和火灾探测器等组成。控制中心设置集中报警控制器、图形显示设备、电源装置和联动控制器，和控制中心相连的受控设备有区域报警控制器和火灾探测器等。有的厂家的报警控制器允许一定数量的输入、输出控制模块进入报警控制总线，不用单独设置联动控制器。控制中心报警系统的典型结构如图 7.3 所示，一般用于规模大，需要集中管理的群体建筑及超高层建筑，为智能型建筑中消防系统的主要类型。其中消防控制设备根据需要可以下列部分或全部控制装置组成 集中报警控制器、室内消火栓系统的控制装置 ;自动喷水灭火系统的控制装置 泡沫、干粉灭火系统的控制装置 卤代烷、二氧化碳等管网灭火系统的控制装置 ;电动防火门、防火卷帘的控制装置 通风空调、防烟排烟设备及电动防火阀的控制装置 电梯的控制装置 火灾事故广播设备的控制装置 消防通信设备等。系统应能集中显示火灾报警部位信号和联动控制状态信号，比如控制消防的启、停、显示启泵按钮的状态 控制自动喷水灭火系统的启、停、显示报警阀、闸阀及水流指示器的工作状态 显示消防水泵的工作、故障状态等。

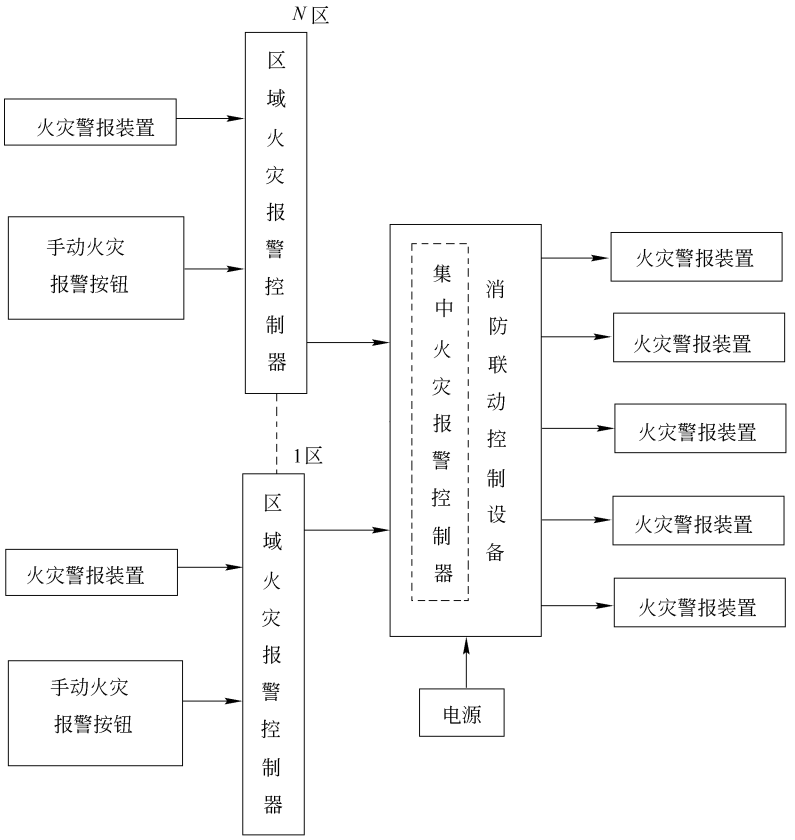


图 7.3　控制中心报警系统示意图

另外，火灾自动报警系统从智能化方面又可分为主机智能系统和分布式智能系统两类。

主机智能系统采用模拟量探测器作为火灾传感器，探测器本身不判定火警，只是将代表敏感现象值的一个真实的模拟信号或一个同敏感值等效的数字编码通过总线传给主机，由主机

内置软件将探测器传回的信号与火警典型信号比较,以决定报警与否。这种主机智能系统的灵敏度信号特征模型可根据探测器所在的环境特点设定,并且由于探测器内部设有专用芯片,可自动补偿各类环境中干扰和灰尘积累对探测器灵敏度的影响,对电干扰及线路分布参数的影响进行自动处理,从而为实现各种智能特性,减少误报,实现准确报警提供了技术基础。但因整个系统的监测、判断功能全部要由主机完成,因此系统软件程序复杂,而且探测器巡检周期长,会造成探测点大部分时间失去控制,降低系统的可靠性。

分布式智能系统将主机智能系统中对探测信号的处理,判断功能分散配置在终端传感器和控制器中。在这种系统中,探测器具有一定的智能,它对火灾特征信号直接进行分析和智能处理,作出恰当的智能判决,然后将这些判决信息传递给控制器。控制器再做进一步的智能处理,完成更复杂的判决并显示判决结果。分布智能系统中探测器与控制器是通过总线进行双向信息交流的,控制器不但收集探测器传来的火灾特征信号分析判决信息还对探测器的运行状态进行监视和控制。由于探测器有了一定的智能处理能力,因此控制器的信息处理负担大为减轻,可以从容不迫地实现多种管理功能,提高了系统的稳定性和可靠性。并且,在传输速率不变的情况下,总线可以传输更多的信息,使整个系统的响应速度和运行能力大大提高。

7.2 火灾探测器与报警控制装置

7.2.1 火灾探测器

1.火灾探测器的分类

物质在燃烧过程中,通常会产生烟雾,同时释放出称之谓气溶胶的燃烧气体,它们与空气中的氧发生化学反应,形成辐射大量红外线和紫外线的火焰,导致周围环境温度逐渐升高。这些烟雾、温度、火焰和燃烧气体称为火灾参量。

火灾探测器的基本功能就是对烟雾、温度、火焰和燃烧气体等火灾参量作出有效反应,即通过敏感元件,将表征火灾参量的物理量转化为电信号,送到火灾报警控制器。火灾探测器种类很多,通常它可以按照其结构形式、被探测参数以及使用环境进行分类,其中以被探测参数分类最为多见,也多为通常工程设计所采用。

按结构形式可分为点型火灾探测器和线型火灾探测器两种。点型火灾探测器是目前采用最为普遍的探测器,设置于被保护区域的某“点”。线型火灾探测器常设置于某些特定环境区域,如电缆隧道这样一些窄长区域。它可以是管状的线管式火灾探测器,也可以是不可见的红外光束线型火灾探测器。

按被探测参数可分为感烟火灾探测器、感温火灾探测器、感光(火焰)火灾探测器、可燃气体火灾探测器以及复合火灾探测器等几大类。每种类型的火灾探测器根据其工作原理又可分为若干种,具体分类如图 7.4 所示。

2.火灾探测器的构造

火灾探测器通常由敏感元件、相关电路、固定部件及外壳等三部分组成。

(1)敏感元件

它的作用是感知火灾形成过程中的物理或化学的火灾参量,如烟雾、温度、幅射光、气体浓度等,并将其转换为模拟量,它是火灾探测器的核心部件。

(2)相关电路

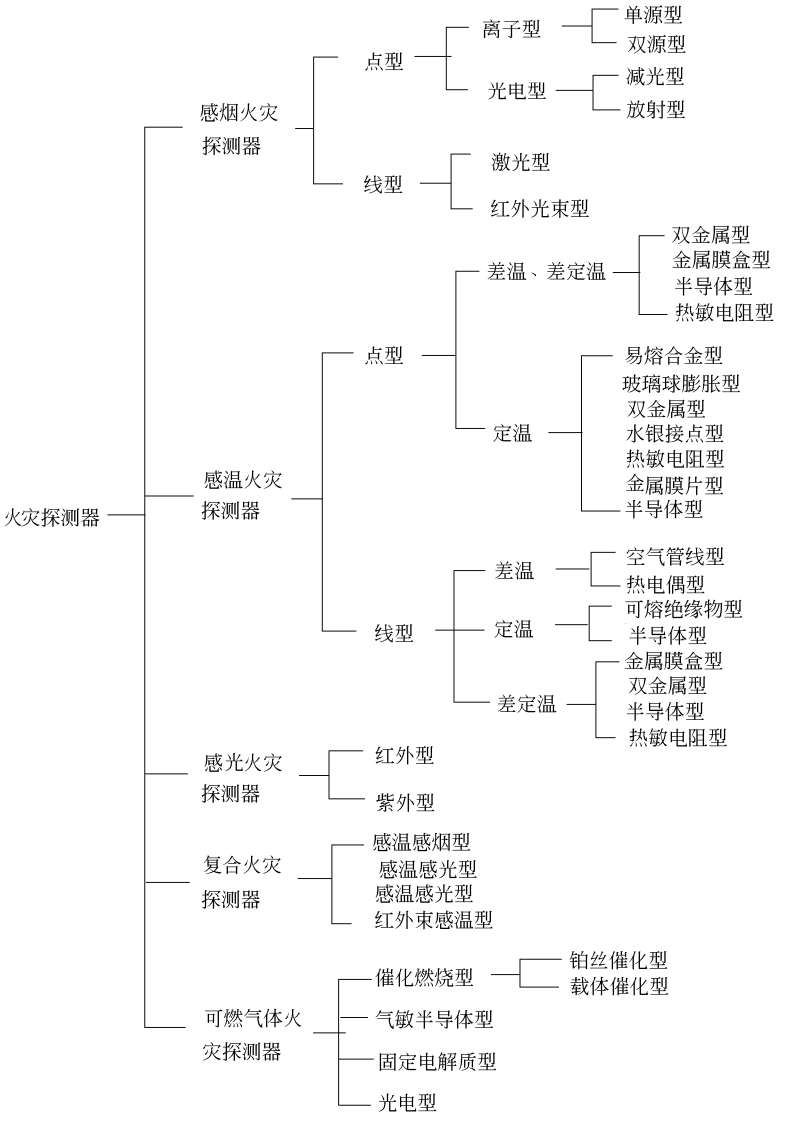


图 7.4　火灾探测器分类

它的作用是对敏感元件感知并转换的模拟电信号进行放大和处理。通常由转换电路、保护电路、抗干扰电路、指示电路和接口电路等组成，如图 7.5 所示。

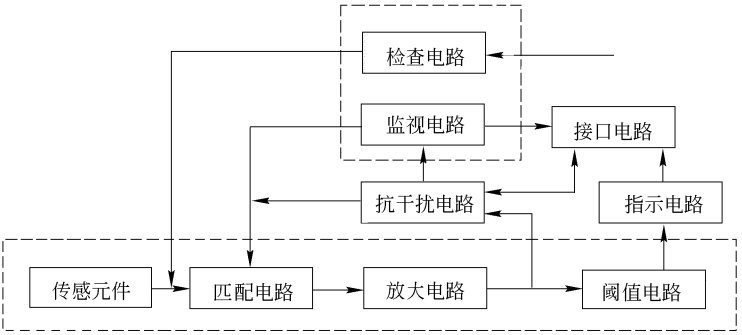


图 7.5　火灾探测器电路框图

①转换电路

其作用是将敏感元件输出的电信号进行放大和处理，使之成为满足火灾报警系统传输需要的模拟载频信号或数码信号。它通常由匹配电路、放大电路和阈值电路（有的消防报警系统探测器的阈值比较电路被取消，其功能由报警控制器取代）等部分组成。

②保护电路

用于监视探测器和传输线路故障的电路，它由监视电路和检查电路两部分组成。

③抗干扰电路

为了提高火灾探测器信号感知的可靠性，防止或减少误报，探测器必须具有一定的抗干扰功能，如采用滤波、延时、补偿和积分电路等。

④指示电路

显示探测器是否动作，给出动作信号，一般在探测器上都设置动作信号灯。

⑤接口电路

用以实现火灾探测器之间、火灾探测器和火灾报警器之间的信号连线。

(2) 固定部件和外壳

用于固定探测器。其外壳应既能保证烟雾、气流、光源、温度等物理和化学量达到敏感元件，又能尽可能地防止灰尘及其他非剐知信号的进入。

3.感烟火灾探测器

(1)离子感烟火灾探测器

①感烟电离室

在放射性同位素作用下使空气产生电离电流的装置称为电离室。感烟电离室是离子感烟探测器的核心传感器件，其工作原理如图 7.6 所示。电离室可分为单极型和双极型两种。双极型电离室的特点是放射性同位素 Am^{241} 不断放出的 α 射线使整个电离室的空气都被电离。单极型电离室（如图 7.6 所示）的特点是电离室的一部分被 α 射线所照射，成为电离区；而未被 α 射线所照射的部分则为非电离区，称为主探测区。电离区空气中的氮和氧分子在放射性同位素 Am^{241} 不断放出的 α 射线粒子的高速撞击下，空气分子被电离成正离子和负离子，这些正负离子在两极板间电场的作用下，分别向正极和负极运动形成电离电流。与此同时，在电离区和主探测区的交界处会出现一个临界面，它阻止电离区的负离子进入主探测区，使离子的流动速度降低。因此，在相同电压、相同烟雾浓度的条件下，单极型电离室烟雾吸附离子的机会比双极型电离室大，其电离电流的变化也更大，也就是说可以得到较大的电压变化量，从而提高了离子感烟探测器的灵敏度。所以，单极型电离室结构的离子感烟探测器更常用。需要说明的是，探测器电离室中的电离电流是非常微弱的，在洁净空气条件下一般约为 50pA 左右，在探测到火灾的条件下，可能降到 30pA 以下。因此，可把离子感烟探测器看成是一个微电流测量装置。

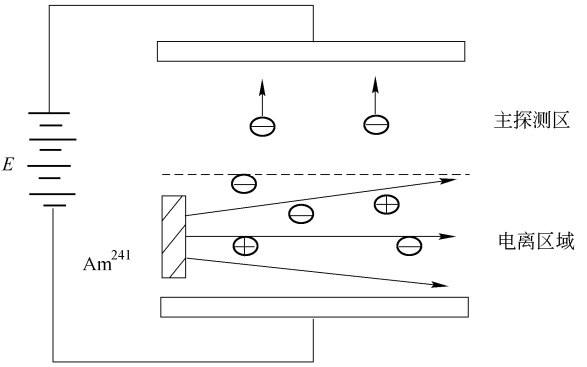


图 7.6　单极型电离室

②双源双室式离子感烟探测器

在实际的离子感烟探测器中，是将两个单极型电离室串联起来，一个作为检测电离室（也叫外电离室），结构上做成烟雾容易进入的形式，另一个作为补偿电离室（也叫内电离室），做成烟粒子很难进入，而空气又能缓慢进入的结构形式。电离室采用串联的方式，主要是为了减少环境温度，湿度，气压等自然条件的变化对电离电流的影响，提高离子感烟探测器的环境适应能力和稳定性。如图 7.7 所示。

当有火灾发生时，烟雾粒子进入检测电离室后，烟粒子的重量比离子重 10 万倍，被电离的部分正离子和负离子吸附到烟雾粒子上去，因此离子在电场中运动速度比原来降低，而且在运动过程中正离子和负离子互相复合的几率增加，这样就使到达电极的有效粒子更少了。另一方面，由于烟粒子的作用，α 射线被阻挡，电离能力降低了很多，电离室内产生的正负离子数就少。这些微观的变化反映在宏观上，就是烟雾粒子进入检测电离室后，使得电离电流减少，相当于检测电离室的空气等效电阻增加，因而引起施加在两个电离室两端分压比的变化。从图 7.7 检测电离室和补偿电离室的电压—电流变化特性，可以清楚地看出电压、电流的变化与燃烧生成物的关系。

从图 7.8 电流特性曲线可以看出，在正常情况下，探测器两端的外加电压 V_0 等于补偿电压 V_1 与检测电压 V_2 之和，即 $V_0 = V_1 + V_2$。

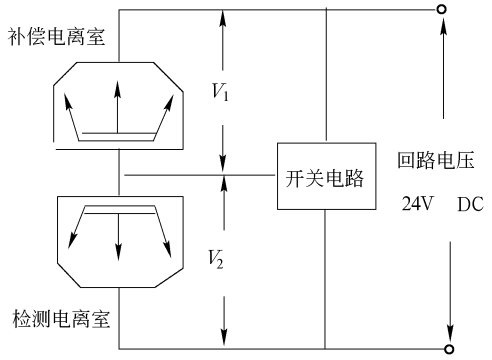


图 7.7　检测电离室和补偿电离室

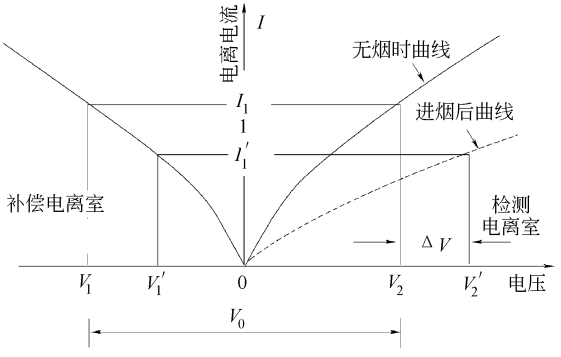


图 7.8　检测电离室和补偿电离室电压—电流特性曲线

当有火灾发生时，烟雾进入检测室后，电离电流从正常的 I_1 减少到 I'_1，也就是相当于检测室的阻抗增加，此时，检测室两端的电压从 V_2 增加到 V'_2，增加电压值 $\Delta V = V'_2 - V_2$。

由于检测室与补偿室分压比的变化，即检测室的电压增加了 ΔV，当 ΔV 增加到一定值时，开关控制电路动作，发出报警信号。并通过导线将此报警信号传输给报警控制器，实现了自动报警的目的。

离子感烟探测器的原理方框图如图 7.9 所示。它有检测电离室和补偿电离室、信号放大回路、开关转换电路、火灾模拟检测回路、故障自动检测回路、确认灯回路等组成。

信号放大回路通过高输入阻抗的 MOSFET 场效应型晶体管作为阻抗耦合后对电压信号进行放大，当烟雾进入检测电离室，并使电压信号达到规定值以上时，送出放大后的动作触发信号。

开关转换电路是用经过放大后的信号触发正反馈开关电路，将火灾信号传输给报警控制器。正反馈开关电路一经触发导通，就能自保持，起到记忆的作用。

为了防止探测器至报警器间发生电路断线，或者探测器安装接触不良，探测器被取走等问

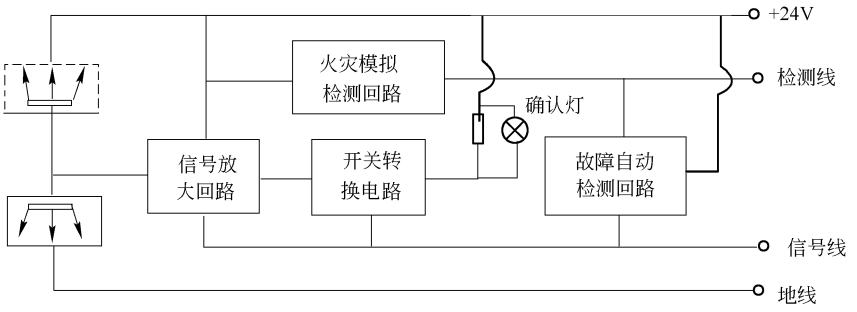


图 7.9　离子感烟探测器方框原理图

题发生，故障自动检测回路能够及时发出故障报警信号，以便及时进行检查维修。

离子感烟探测器的电路，是由许多电子元器件组成的，电子元器件的损坏将会导致探测器误报警或不报警，为了检查电子元器件是否损坏，可以通过火灾模拟检查回路加入火灾模拟信号，若有问题可以及时维修。确认灯点亮表明探测器动作，以便在现场判定已报警的探测器。为了在确认灯损坏时不影响探测器的正常工作，在确认灯的二端并联一电阻。

③单源双室离子感烟火灾探测器

上面介绍了双源双室离子感烟火灾探测器的工作原理。另外还有单源双室离子感烟火灾探测器，其工作原理同双源双室，但结构完全不同，如图 7.10 所示。图中 AC 间构成补偿电离室，AB 间构成检测电离室。它利用一块放射源形成

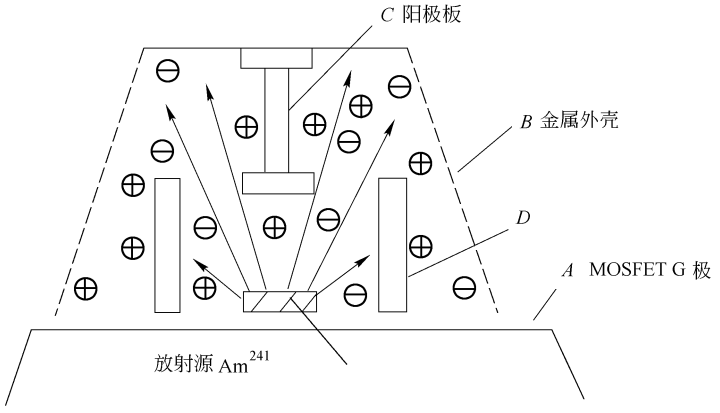


图 7.10　单源双室离子感烟探测器结构示意图

两个电离室。这种探测器的优点，不仅是省了一块放射源，使放射源剂量减少，安全性提高 还在于二个电离室基本上都是敞开的，这使得环境条件的变化对两个电离室的影响基本是相同的，因而提高了探测器对环境的适应能力，特别是抗潮湿能力。因此，新研制的离子感烟探测器几乎毫无例外的采用单源双室结构。

④探测器感烟灵敏度档次的整定

感烟灵敏度（或称作响应灵敏度）是探测器响应烟粒子数浓度的相对敏感程度。在生成的烟相同的条件下，高的感烟灵敏度意味着可响应较低的烟粒子浓度。感烟灵敏度档次是用标准烟（试验气溶胶）在烟箱中标定感烟探测器的几个不同的响应阈值的范围。通常，为了满足不同工作场所的使用需要，可把探测器做成 3 个感烟灵敏度档次。

感烟灵敏度档次的整定通常有两种方法，一种方法是“电调整法”，即将双源双室或单源双室探测器的触发电压按不同档次响应阈值的设定电压调准，从而可得到相应档次的烟粒子数浓度。

但“电调整法”增加了电路电子元件，使探测器的可靠性下降。目前，不少产品用参考室“机械调整法”整定探测器感烟灵敏度档次。机械调整法实际上是改变放射源片对中间电极的距离。由于电离室的初始阻抗 R_0 与极间距离 L 成正比，因此，当 L 减小时，R_0 减小；反之，当 L 增大时，R_0 增大。图 7.11 显示出采样室电压变化量与烟浓度 y 值的关系。图中，曲线“+”代表较高灵敏度；“N”代表正常灵敏度；“-”代表较低灵敏度。

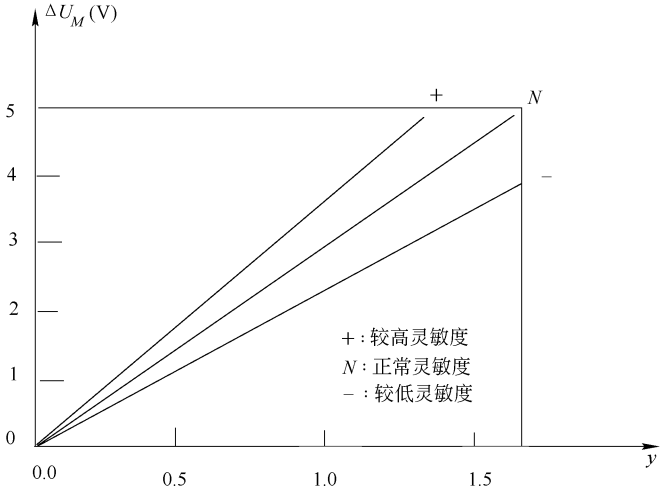


图 7.11　采样室电压变化量 ΔU_M 与烟浓度 y 值的关系

不同的生产厂家根据产品情况，确定了不同的感烟灵敏度档次，如有的厂家确定为：

$Y_1 = 0.1 \sim 0.5$　　一级感烟灵敏度

$Y_2 = 0.5 \sim 0.9$　　二级感烟灵敏度

$Y_3 = 0.9 \sim 1.3$　　三级感烟灵敏度

有的厂家确定为：

$Y_1 = 0.5 \sim 0.8$　　一级感烟灵敏度

$Y_2 = 0.8 \sim 1.0$　　二级感烟灵敏度

$Y_3 = 1.0 \sim 1.2$　　三级感烟灵敏度

(2)光电感烟火灾探测器

众所周知，烟粒子和光相互作用时，能够发生两种不同的过程。粒子以同样波长再辐射已经接收的能量，再辐射可在所有方向上发生，但通常在不同方向上其强度不同，这个过程称作散射。另一方面，辐射能可以转变成其他形式的能，如热能、化学反应能或不同波长的辐射，这些过程称作吸收。在可见光和近红外光谱范围内，对于黑烟，光的衰减以吸收为主；而对于灰白色烟，则主要受散射制约。光电感烟探测器就是利用烟粒子对光的散射和吸收的原理研制、发展起来的一种新型的火灾探测器。

光电感烟火灾探测器分为减光式和散射光式，分述如下。

①减光式光电感烟火灾探测器

减光式光电感烟探测器又可分为点型和线型两种类型。

点型减光式光电感烟探测器的检测室为特殊结构的暗室，外部光线射不进去，但烟雾粒子可以进入暗室。暗室内装有发光元件和受光元件。在正常情况下，发光元件发出的光直射在受光元件上，产生一个固定的光敏电流。在火灾发生时，探测器的检测室内进入大量烟雾，发光元件的发射光受到烟雾的遮挡，使受光元件接受的光量减少，光敏电流减少，当光敏电流减少到某个设定值时，探测器发出报警信号。其原理示意图如图 7.12 所示，目前这种探测器应用较少。

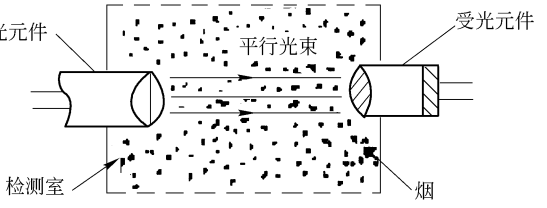


图 7.12　点型减光式光电感烟探测器原理

线型减光式光电感烟探测器在原理上与点型探测器相似，但在结构上有区别。点型探测器中发光和受光元件同在一个暗室内，整个探测器为一体化结构。而线型减光式发光元件和受光元件是分为两个部分安装的，两者相距一段距离。其原理示意图如图 7.13 所示。光束通过的路径上无烟时，受光元件产生一固定光敏电流，无报警输出。当光束通过的路径上有烟时，则光束受到烟雾的遮挡而使到达受光元件的光能量减弱，受光元件产生的光敏电流减少，电流减少到一定程度则探测器发出报警信号。在此，发射光束可以是图 7.13 所示的激光束，也可以是红外光束。

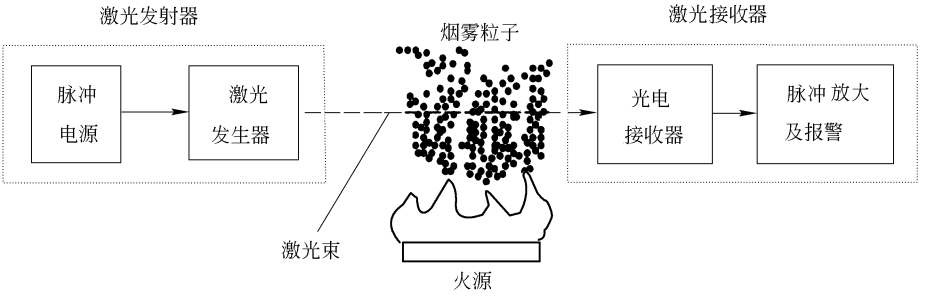


图 7.13　线型减光式光电感烟探测器原理

红外光束线型感烟火灾探测器是应用烟粒子吸收或散射红外光使红外光束强度发生变化的原理而工作的一种火灾探测器。这种探测器也由发射器和接收器两部分组成。其具有保护面积大、安装位置较高、在相对湿度较高和强电场环境中反应速度快等优点。适宜保护较大的室内、外场所，尤其适宜保护难以使用点型探测器甚至根本不可能使用点型探测器的场所。

该探测器的光路示意图如图 7.14 所示。在正常情况下，红外光束探测器的发射器发送一

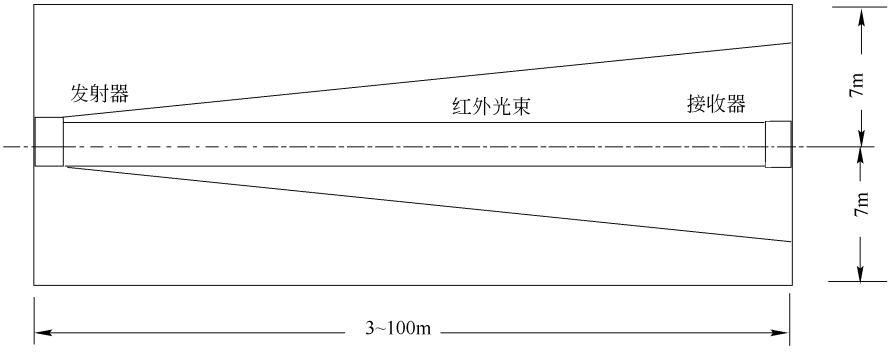


图 7.14　线型红外光束感烟探测器光路示意图