

火灾探测报警系统 原理与应用

娄悦 主编

HUOZAI TANCE BAOJING XITONG
YUANLI YU YINGYONG



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

火灾探测报警系统原理与应用 / 姜悦主编. —杭州:
浙江大学出版社, 2018. 3
ISBN 978-7-308-18033-7

I. ①火… II. ①姜… III. ①火灾监测—报警系统—
高等职业教育—教材 IV. ①TU998-13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 047698 号

火灾探测报警系统原理与应用

姜悦 主编

责任编辑	王元新
责任校对	汪淑芳
封面设计	周灵
出版发行	浙江大学出版社 (杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007) (网址: http://www.zjupress.com)
排 版	杭州好友排版工作室
印 刷	虎彩印艺股份有限公司
开 本	787mm×1092mm 1/16
印 张	8.5
字 数	207 千
版 印 次	2018 年 3 月第 1 版 2018 年 3 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-308-18033-7
定 价	27.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcs.tmall.com>

前言

PREFACE

近些年,我国社会经济高速发展,城市化进程不断向前推进,越来越多的人口涌入城市。为了协调城市日益紧张的用地需求和不断增多的人口之间的矛盾,城市中出现了越来越多的高楼大厦。火灾是现代建筑中最频发的灾害,特别是一些高层、超高层建筑,一旦发生火灾,损失是相当巨大的。通过火灾探测报警系统及时发现并报告火情,以便及时疏散人员、控制火势的发展、尽早扑灭火灾,就成了确保人身安全、将损失降低到最小范围并防止造成灾害的先决条件。随着从事消防专业的人员需求大大增加,越来越多的消防从业人员需要掌握火灾探测报警系统的理论知识和实践技能。然而,相关的专业书籍比较缺乏,特别是针对高职层次消防工程技术专业学生,能够将火灾探测报警系统的理论知识和实践技能有机结合在一起的专业教材更是少之又少。

本教材采用“基于零件封装式的动态螺旋递进”的教学理念,以消防行业特点和就业岗位需求导向为出发点,注重理论知识和实践技能相结合,将“教学课堂”和“工作现场”两个不同情境的事物有机地融为一体,把培养能够胜任火灾探测报警系统安装、调试及运行等岗位的应用型技术人才作为目标。全书分为绪论和6个模块,其中:模块一 火灾探测器的原理与应用;模块二 手动火灾报警按钮的原理与应用;模块三 火灾报警控制器的原理与应用;模块四 地址码模块的原理与应用;模块五 火灾显示盘的原理与应用;模块六 火灾声光报警器的原理与应用。全书内容新颖,通俗易懂,实践性强,每个模块的“学习目标”强调各个模块的学习内容及要求;“基础知识”介绍基础理论知识;“实践应用”培养实践技能;“复习思考”便于学生对本模块的学习进行回顾与反思。

本书可作为高职高专院校消防工程、智能楼宇、物业管理等专业的教材,同时也可作为消防工程技术人员的参考书籍。

本书由浙江警官职业学院娄悦老师主编,在编写过程中参考了大量技术资料,吸取了众多火灾探测报警设备的新技术、新成果;同时得到了浙江警官职业学院安全防范系,特别是消防工程技术专业全体同仁的大力支持,在此一并表示感谢。由于编者水平有限,书中难免有不妥和错误之处,恳请读职批评指正。

目 录

CONTENTS

绪 论	1
一、概 述	1
二、系统组成	3
三、工作原理	5
模块一 火灾探测器的原理与应用	7
一、学习目标	7
二、基础知识	7
三、实践应用	25
四、复习思考	30
模块二 手动火灾报警按钮的原理与应用	32
一、学习目标	32
二、基础知识	32
三、实践应用	35
四、复习思考	40
模块三 火灾报警控制器的原理与应用	41
一、学习目标	41
二、基础知识	41
三、实践应用	47
四、复习思考	92
模块四 地址码模块的原理与应用	94
一、学习目标	94
二、基础知识	94
三、实践应用	98
四、复习思考	112

模块五 火灾显示盘的原理与应用.....	113
一、学习目标	113
二、基础知识	113
三、实践应用	115
四、复习思考	121
模块六 火灾声光警报器的原理与应用.....	122
一、学习目标	122
二、基础知识	122
三、实践应用	124
四、复习思考	129

绪 论

一、概 述

(一)现代建筑火灾危险性的特点

现代建筑由于自身所具有的特点,使其存在以下火灾危险性。

1. 火势蔓延快、烟气扩散快

现代建筑内部设置有楼梯间、电梯井、风道、电缆井、管道井等竖向井道,如果防火分隔或防烟分隔处理不好,火灾发生时就会成为火势和烟气迅速蔓延的通道。特别是一些高级旅馆、综合大楼以及重要的办公楼、科研大楼等现代建筑,室内可燃物比较多,有些现代建筑还设置有可燃物品库房,一旦起火,燃烧猛烈,特别容易蔓延。

根据相关资料显示,烟气沿竖向井道扩散的速度为 $3\sim 4\text{m/s}$,假设一座高度为 100m 的现代建筑底层发生火灾,在无任何阻挡的情况下,烟气沿竖向井道扩散到顶层只需要半分钟左右的时间。

2. 人员疏散困难

现代建筑内人员较多且集中,楼层跨度大且垂直距离长,发生火灾时人员疏散到地面或其他安全场所所需要的时间也较长,据资料显示,在高度为 60m 的现代建筑内,人员安全疏散的时间需要 0.5h ,而对于高度为 150m 的超高层现代建筑则需要 2h 以上;而且,由于现代建筑采用大跨度框架结构和灵活的环境布置,其开间和隔墙布置复杂,安全疏散通道曲折隐蔽,这就增加了人员疏散的难度,使建筑内人员难以安

全疏散逃离。另外,由于各种竖井上拔气力大,所以火势和烟雾蔓延快,增加了人员疏散的难度。

3. 火灾扑救难度大

现代建筑发生火灾时,从室外进行扑救的难度是相当大的,一般都要立足于自救,即主要依靠现代建筑本身的消防设施。但是,由于目前我国的经济技术条件限制,建筑内部消防设施的维护与保养还不很完善,因此扑救现代建筑火灾往往会遇到比较大的困难。

另外,现代建筑的消防用水量是根据我国目前的技术水平、按照一般高层建筑的火灾规模来计算的,当形成大面积火灾时,其消防用水量则明显不足,需要使用消防车向较高楼层加压供水,因而对消防技术装备的要求也比较高。

4. 火险隐患多、火灾损失重

现代建筑具有综合性强、功能复杂、可燃物多等特点,且存在消防安全管理不严、火险隐患较多等问题。因此,一旦发生火灾,容易形成大面积火灾,火势蔓延快,扑救疏散困难,火灾损失严重。

(二)火灾探测报警系统

综上所述,火灾是现代建筑中最频发的事故,特别是一些高层、超高层建筑,一旦发生火灾,其损失是相当巨大的。如何及时发现并报告火情,以便及时疏散人员、控制火势的发展、尽早扑灭火灾,就成了确保人身安全、将损失降到最低的先决条件,这就给火灾探测报警工作提出了很高的要求。

火灾探测报警系统能够及时、准确地探测初起火灾,同时做出报警响应,从而使得建筑物内的人员有充足的时间在火灾尚未发展、蔓延至威胁生命安全的程度时即疏散至安全地带,它是保障人员生命安全最基本的建筑消防系统。

二、系统组成

火灾探测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四部分组成。

(一) 触发器件

在火灾探测报警系统中,能够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:火灾探测器和手动火灾报警按钮,如图 0-1 所示。



(a) 火灾探测器



(b) 手动火灾报警按钮

图 0-1 触发器件

火灾探测器是能够响应火灾参数(如烟雾、温度、火焰光、特征气体等)并自动发出火灾报警信号的器件。

手动火灾报警按钮是现场人员在发现火情后,通过手动操作的方式发出火灾报警信号的器件,也是火灾探测报警系统中必不可少的组成部件之一。

(二) 火灾报警装置

在火灾探测报警系统中,用于接收、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。另外,还有一些诸如中继器、区域显示器、火灾显示盘、消防控制室图形显示装置等功能不完整的火灾报警装置,它们可视为火灾报警控制器的演变或补充。火灾报警控制器和火灾显示盘如图 0-2 所示。



图 0-2 火灾报警装置

(三)火灾警报装置

在火灾探测报警系统中,用于发出区别于环境声和/或光的火灾警报信号的装置称为火灾警报装置。其主要包括:火灾声光警报器、消防警铃等,如图 0-3 所示。它以声、光等方式向报警区域发出火灾警报信号,以警示现场人员立即采取安全疏散、灭火救灾等措施。

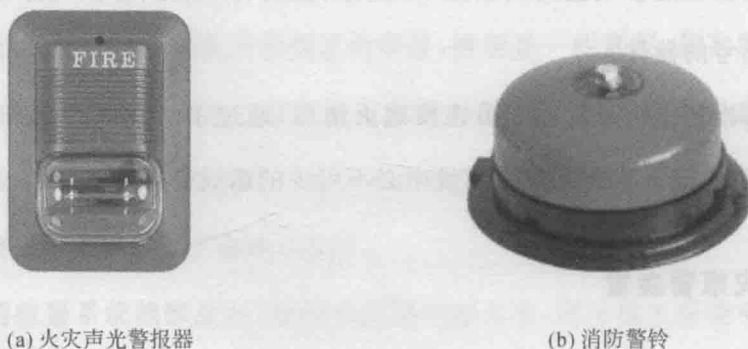


图 0-3 火灾警报装置

(四) 电源

火灾探测报警系统的电源包含主电源和备用电源两个部分。主电源应采用消防电源,即向消防用电设备供给电能的独立电源;备用电源宜采用蓄电池。

三、工作原理

火灾探测报警系统的工作原理如图 0-4 所示。

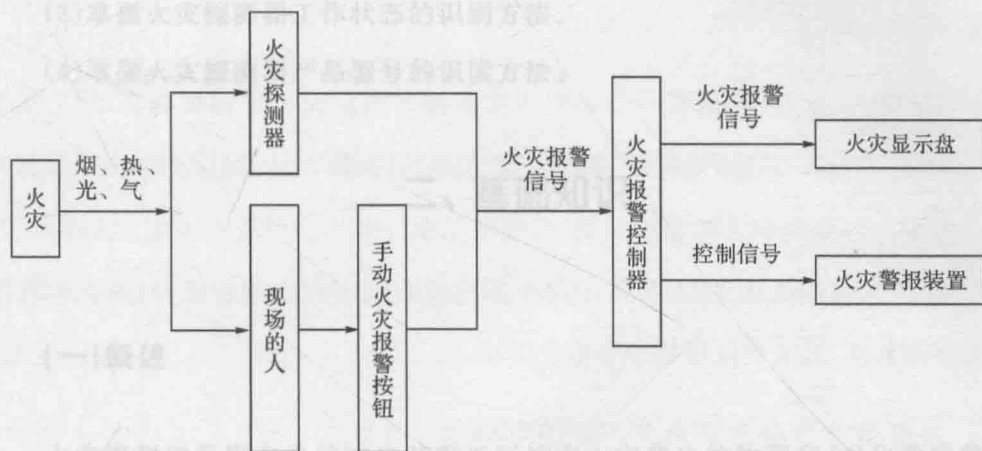


图 0-4 火灾探测报警系统工作原理

火灾发生时,安装在保护现场的火灾探测器能够将由火灾产生的烟雾、高温、火焰及火灾特有的气体等信号转换成电信号,经过与正常状态阈值或参数模型分析比较,产生火灾报警信号并传输至火灾报警控制器;而在火灾现场的人员若发现火情,也可以触发安装在现场的手动火灾报警按钮,使其发出火灾报警信号并传输至火灾报警控制器。

火灾报警控制器接收到火灾报警信号后,经处理,一方面发出火警声光报警信号,显示并记录发生火警的位置和时间;另一方面将火灾报警信号传送至设置在各防

火分区所设置的火灾显示盘。是最基本的一种。另外,还有一些增加中报警、声光指示

当火灾被确认之后,火灾报警控制器可以控制设置在保护区域内的火灾警报装置发出火灾警报信号,向处于被保护区域内的人员警示火灾的发生。

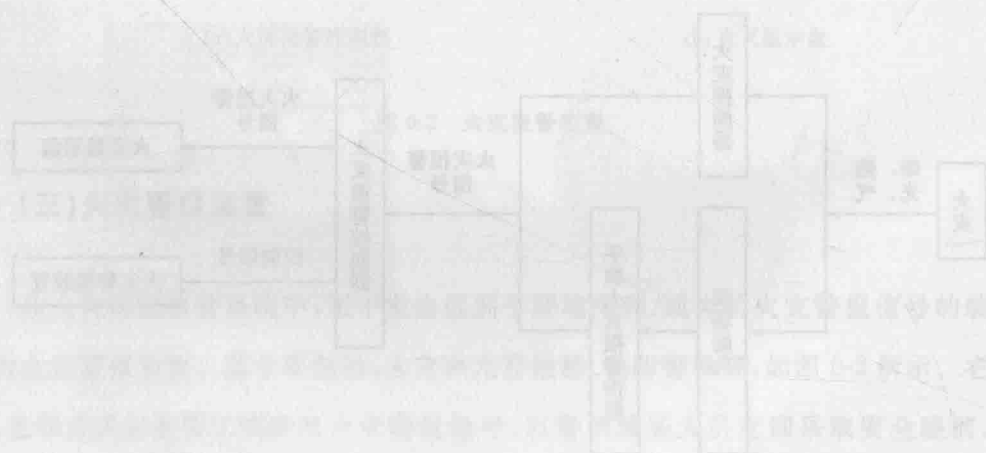


图 1-2 火灾报警系统示意图

火,报警,要... 火灾报警系统... 火灾报警控制器... 火灾探测器... 手动报警按钮... 火灾显示盘... 声光警报器...

模块一 火灾探测器的原理与应用

一、学习目标

- (1)掌握火灾探测器的概念、分类和性能指标。
- (2)掌握典型火灾探测器的工作原理。
- (3)掌握火灾探测器工作状态的识别方法。
- (4)掌握火灾探测器产品型号的识读方法。

二、基础知识

(一)概述

火灾探测器是用来自动响应其附近区域由火灾产生的物理和/或化学现象的探测器件,是火灾探测报警系统的重要组成部分,是系统的“感觉器官”。

火灾探测器能够监视被保护区域内有无火灾发生,一旦发现火情,就对火灾的特征物理量(烟雾浓度、温度、火焰光强度、特征气体浓度等)进行分析、处理、判断,如果判定为火灾,则立即发出火灾报警信号。

(二)分类

1. 按照待测火灾参数的不同分类

燃烧或热解所产生的烟雾、高温气体、火焰光、特征气体等被称为“待测火灾参

数”。火灾探测器正是以“待测火灾参数”为依据进行火灾探测、分析和判断的。

(1)感烟火灾探测器:响应悬浮在其周围大气中的燃烧和/或热解产生的固体或液体微粒的火灾探测器。

(2)感温火灾探测器:响应其周围气流的异常温度和/或温升速率的火灾探测器。

(3)感光火灾探测器:响应火焰光发出的特定波段电磁辐射的火灾探测器,又被称为“火焰探测器”。

(4)气体探测器:响应燃烧或热解产生的特征气体的火灾探测器。

(5)复合火灾探测器:同时具有两个或两个以上火灾参数的探测能力,或者具有一个火灾参数两种灵敏度的探测能力的火灾探测器。

2. 按照监视范围的不同分类

(1)点型火灾探测器:响应一个小型传感器附近的火灾产生的物理和/或化学现象的火灾探测器件,其监视范围是一个以火灾探测器为圆心、一定长度为半径的圆形区域。

(2)线型火灾探测器:响应某一连续线路附近的火灾产生的物理和/或化学现象的火灾探测器件,其监视范围是一个带状区域。

3. 按照信号传输方式的不同分类

(1)编码型火灾探测器:可设置地址码,用于标识火灾探测器的身份。

(2)非编码型火灾探测器:不可设置地址码,无法标识火灾探测器的身份。

(3)无线型火灾探测器:可设置地址码,与火灾报警控制器之间无须导线连接,信号传输采用无线方式。

(4)混合型火灾探测器:混合型火灾探测器一般为编码/无线混合型或非编码/无线混合型。

4. 按照使用环境的不同分类

(1)陆用型火灾探测器:最通用的火灾探测器。

(2)船用型火灾探测器:对工作环境的温度、湿度等要求均高于陆用型火灾探测器。

5. 按照防爆性能的不同分类

(1)非防爆型火灾探测器:无防爆要求,目前民用建筑中使用的绝大部分火灾探测器属于这一类。

(2)防爆型火灾探测器:具有防爆性能、用于有防爆要求的石油和化工等场所的工业型火灾探测器。

(三)典型火灾探测器工作原理

1. 感烟火灾探测器

烟雾是火灾的早期现象,利用感烟火灾探测器可以最早感受火灾信号即火灾参数。感烟火灾探测器是目前世界上应用较普及、数量较多的火灾探测器。据统计,感烟火灾探测器可以探测 70% 以上的火灾。目前,典型的感烟火灾探测器如表 1-1 所示。

表 1-1 典型感烟火灾探测器

点型	离子感烟火灾探测器	
	光电感烟火灾探测器	减光式光电感烟火灾探测器
		散射光式光电感烟火灾探测器
线型	红外光束感烟火灾探测器	
	激光感烟火灾探测器	

(1)离子感烟火灾探测器

离子感烟火灾探测器的核心部件是感烟电离室,其基本结构如图 1-1 所示。感烟电离室的两个电极板 P_1 和 P_2 之间的空气分子受到放射源²⁴¹Am 不断放出的 α 射线照射,高速运动的 α 粒子撞击空气分子,使得 P_1 和 P_2 之间的空气分子电离为正、负离子。这样,电极板之间原来不导电的空气就具有了导电性。在电场的作用下,正、

负离子有规则地定向运动,使得电离室呈现出典型的伏安特性,形成离子电流。当火灾发生时,由火灾产生的烟雾及燃烧产物即烟雾气溶胶进入感烟电离室,表面积较大的烟雾粒子将吸附其中的正、负离子,引起离子电流的变化。

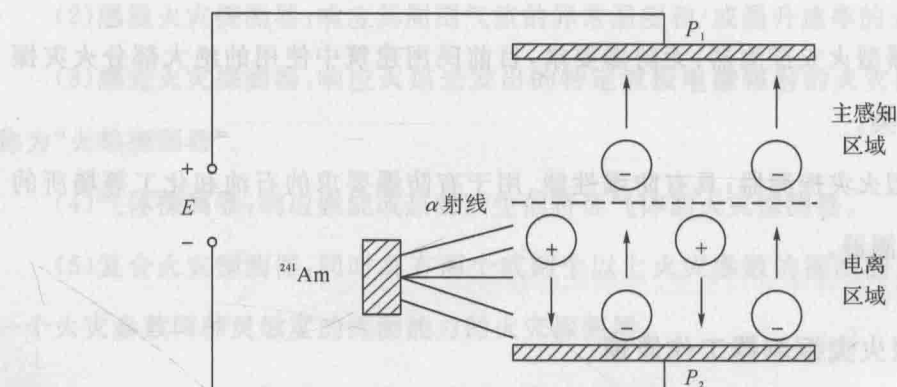


图 1-1 感烟电离室基本结构

离子感烟火灾探测器包含两个感烟电离室:检测用电离室和补偿用电离室。其中,检测用电离室采用开室结构,烟雾容易进入;补偿用电离室采用闭室结构,烟雾难以进入。两个感烟电离室反向串联,并在两端外加电压 E ,其基本结构如图 1-2 所示。

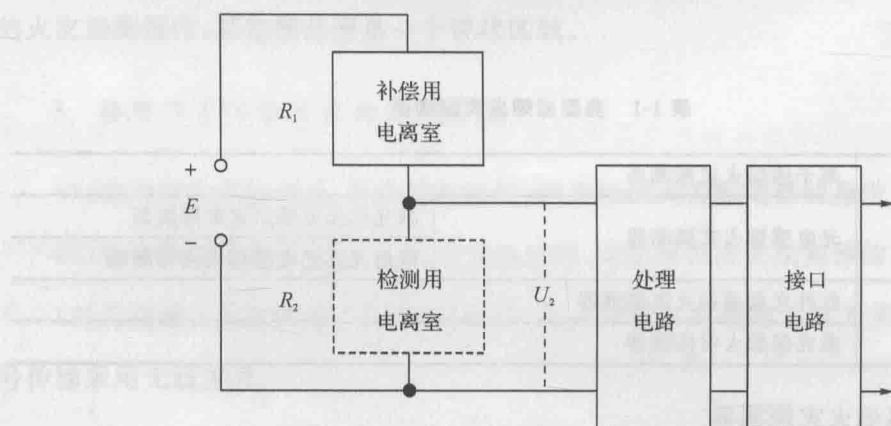


图 1-2 离子感烟火灾探测器基本结构

当火灾发生时,由燃烧产生的烟雾及燃烧产物即烟雾气溶胶进入检测用电离室,表面积较大的烟雾粒子将吸附其中的正、负离子,使其导电性变差,即引起 R_2 增大。

由于检测用电离室两端电压 $U_2 = E / (1 + R_1 / R_2)$, R_2 的增大即引起 U_2 的增大。 U_2 的大小反映了烟雾浓度的大小, 据此可通过处理电路对 U_2 进行阈值放大比较、类比判断处理或火灾参数运算, 最后通过接口电路发出火灾报警信号。

(2) 光电感烟火灾探测器

光电感烟火灾探测器是利用烟雾粒子对光的吸收或散射作用改变光的传播特性这一基本性质研制的。根据烟雾粒子对光的吸收或散射作用, 光电感烟火灾探测器又可以分为减光式光电感烟火灾探测器和散射光式光电感烟火灾探测器两种类型。

■ 减光式光电感烟火灾探测器

减光式光电感烟火灾探测器的核心部件是检测暗室, 其基本结构如图 1-3 所示。定值电阻 R_1 和检测暗室中的光敏电阻 R_2 串联, 并在两端外加电压 E , 那么 R_2 两端的电压 $U_2 = E / (1 + R_1 / R_2)$ 。

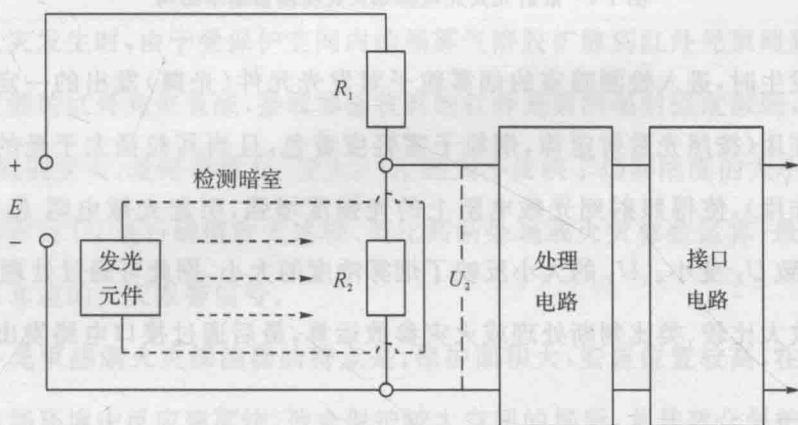


图 1-3 减光式光电感烟火灾探测器基本原理

火灾发生时, 进入检测暗室的烟雾粒子对发光元件发出的平行光产生吸收和散射作用, 使得照射到光敏电阻上的光强度减弱, 引起光敏电阻 R_2 阻值变大, 最终导致 U_2 变大。 U_2 的大小反映了烟雾浓度的大小, 据此可通过处理电路对 U_2 进行阈值放大比较、类比判断处理或火灾参数运算, 最后通过接口电路发出火灾报警信号。

■ 散射光式光电感烟火灾探测器

散射光式光电感烟火灾探测器的核心部件也是检测暗室, 其基本结构如图 1-4