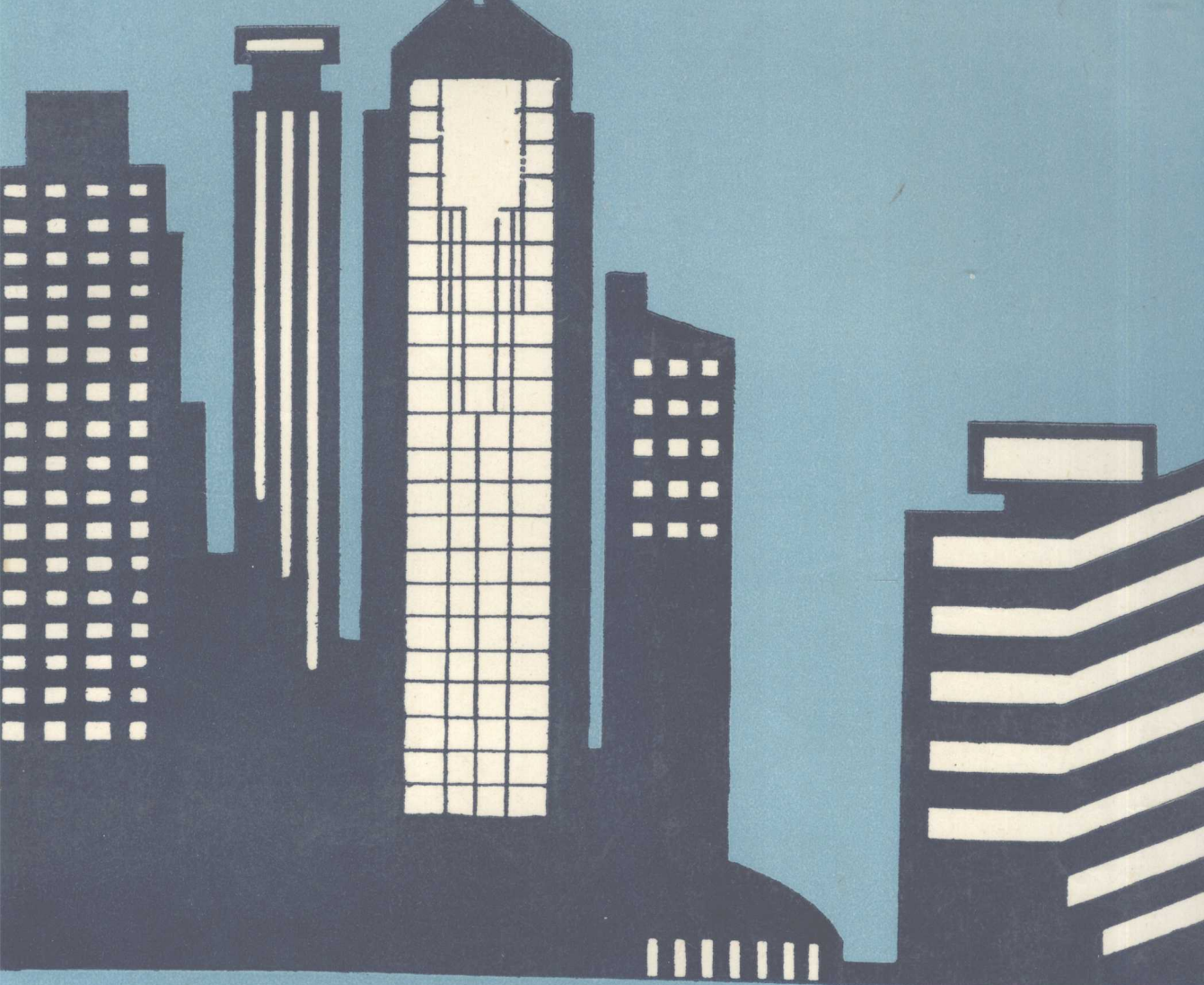




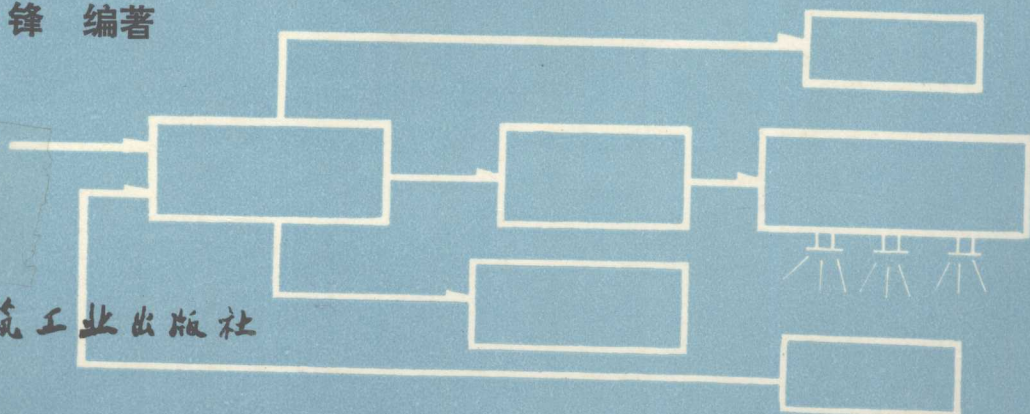
高层建筑

消防监控系统工程技术基础

汪纪锋 编著



中国建筑工业出版社



高层建筑消防监控系统 工程技术基础

汪纪锋 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

消防自动监控系统是现代建筑,特别是现代高层建筑实现火灾自救的重要设施。本书正是为适应日益迅猛发展的现代高层建筑和消防技术现代化、自动化的需要而编著的。

全书共六章,系统而全面地介绍了现代高层建筑消防自动监控系统的基本原理及工程应用技术。重点介绍了消防监控系统中报警显示子系统、辅助联锁子系统和灭火联动子系统的组成结构、基本功能、联锁联动方式、典型应用电路等内容。同时,对高层建筑消防自动监控系统的工程设计原理、工程安装技术及工程维护规则等应用技术作了侧重阐述。书中附录了一些工程技术资料,增强了工程实用性。

本书可作为消防工程专业和建筑电气及其自动化专业师生相应课程的教学参考书籍,也可供从事消防系统工程设计、安装维护等工作的工程技术人员参考。

高层建筑消防监控系统 工程技术基础

汪 纪 锋 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市朝阳区小红门印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 16³/₄ 字数: 408 千字

1993年7月第一版 1993年7月第一次印刷

印数: 1—3,000册 定价: 11.50元

ISBN 7—112—01932—X/TU·1471

(6955)

前 言

随着社会文明进步、科学技术高度发展，人类活动逐步步入国际都市化社会。自然，那种以“形体高、楼层多、功能全、群体化”为基本特色的现代多功能高层建筑必将在世界建筑中独树一帜，蓬勃发展。现代高层建筑的出现不仅缓解了城市用地紧张，而且也给城市仪容增色不少，给人们生活工作提供了方便舒适的环境，无容置疑，现代高层建筑可以被视为城市现代化的标志之一。但也不能忽视问题的另一面，高层建筑因其自身结构特点，也给城市增加了许多潜在的火灾危险性，给人们生命财产构成了一种无形的巨大威胁。对于这一点，国内外都已有过惨痛的教训。因此，本世纪末开展的“国际减灾十年”活动，火灾灾害被列在前列，并强调建筑火灾要能立足于自救。因此，火灾防护的研究便成为当代一门极其重要的科学。

高层建筑一旦发生火灾，能够实现“自救”功能的设施是消防自动监控系统。消防自动监控系统能够及时而准确地发现火情并自动地将其扑灭在阴燃初期，达到“防患于未然”的目的。因而，世界各国有关建筑防火规范都作出明确规定：高层建筑按其使用功能、性质，都应当设计、安装相应的消防（火灾）自动监控系统。显然，消防监控系统已成为现代高层建筑消防安全的必需设施。

消防工程的基本方针是“以防为主、以消为辅、防消结合”。从某种意义上说：“消”（消灭火灾、扑灭火灾）是被动策略，而“防”（监测火情、预防火灾）则是主动策略。如何实施主动策略？也只有依靠消防自动监控系统。

基于上述认识，作者编著了《高层建筑消防监控系统工程技术基础》一书。本书力图从消防工程角度和高层建筑中建筑电气工程角度，将消防自动监控系统作为一个完整体系进行阐述，既注重监控系统的理论性，更注重监控系统的工程实践性。以期能够既适宜于

工程技术人员设计、安装、维护工作需要，又适宜于高校有关专业师生教学、科研工作之需要。

高层建筑消防自动监控技术是主要涉及消防技术、建筑电气技术、自动控制技术、电子技术等学科知识而形成的一个交叉边缘领域（如图1所示）。基于这一点，于是：

本书首先在第一、二章中结论性地简介了火灾基本理论、灭火介

质应用性能，以及高层建筑防火构造的基本特性等内容。这些知识对于从事高层建筑消防自动监控系统设计和安装工作的工

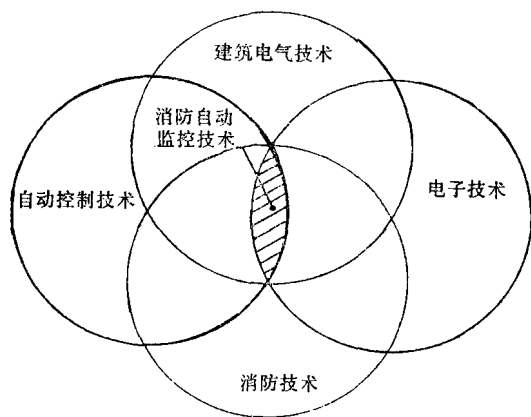


图1 交叉边缘领域——消防自动监控技术

程技术人员来说，都是必不可少的最基本的消防技术知识。

本书第三章详细介绍了目前普遍应用的几种典型火灾探测器的结构原理、典型电子电路、技术性能指标等。从控制工程角度讲，影响整个消防自动监控系统准确性和可靠性的关键问题之一，就是火灾探测器的应用是否正确合理。鉴于此，本章还对火灾探测器的工程应用及其安装、调试规则作了较深入的阐述，以期获得正确合理的工程应用。

第四章讨论了高层建筑消防自动监控系统的基本原理及其组成系统的核心部件—火灾自动报警装置，着重研究了它的基本功能及其基本单元的电子电路，比如，声、光报警显示单元，巡回检测单元，故障检查单元，延时单元，输出单元等等。同时，也对具有微型计算机的消防自动监控系统结构组成及其接口技术作了扼要介绍。

第五章，针对消防自动监控系统中的自动灭火联动系统和主要的连锁控制系统作了全面的介绍。对于灭火联动系统，重点讨论了以水为介质的消火栓灭火系统、以气体二氧化碳为介质的二氧化碳灭火系统、以卤化物为介质的1211自动灭火系统等；对于连锁控制系统，则讨论了疏散指导系统、消防水泵系统、排烟连锁系统、防火门及防火卷帘等连锁装置的连锁电路及其相应结构。

第六章，对高层建筑消防监控系统电气设计原则、消防中心功能及其设计应用实例作了介绍，其中包括具有微型计算机的消防自动监控系统实例。

本书的宗旨在于：全面深入地阐述高层建筑消防自动监控系统的理论及其工程应用，使其更具系统性、条理性和实用性，以适应现代建筑迅猛发展的需要。根据这一宗旨，本书在编著上着力表现以下特色：

- 1.理论联系实际。既注重理论分析，更注重工程实际的应用，特别是系统的工程设计、施工、安装等方面的应用；

- 2.突出高层建筑中消防自动监控系统的理论及应用，反映了高层建筑中建筑电气技术的特色；

- 3.突出消防工程（系统）中电气控制理论及应用，体现了消防技术向自动化方向发展的特色；

由于消防自动监控技术是一门交叉边缘学科，涉及知识面广泛，加之编者学识有限，因此，书中错漏难免，敬请指正。另外，编写中引用了一些著作者的资料文献，在此一并致谢。

把高层建筑消防自动监控系统作为一个完整体系进行专门论述的书籍目前尚不多见，故“始生之物，其形必丑”。本书作为“抛砖”，总希望能引“玉”，这也是编著者的初衷。

1993.1.于重庆建筑工程学院

目 录

绪言	(1)	六、变形缝	(35)
一、概述	(1)	七、传送带	(35)
二、国内、外消防科技发展概况	(2)	第六节 高层建筑中的消防监控系统	
第一章 火灾理论及建筑防火基本知识		概说	(36)
.....	(4)	一、消防自动监控系统的基本组成	
第一节 火和火灾	(4)	结构	(36)
一、火灾原因	(4)	二、高层建筑对其消防监控系统规	
二、起火条件	(5)	模的要求	(38)
三、火灾燃烧产物	(5)	第二章 灭火介质	(42)
四、火焰温度与色泽	(6)	第一节 水	(42)
第二节 火灾的发展及蔓延	(6)	一、物理性质	(42)
一、火灾温度曲线	(6)	二、灭火作用	(42)
二、燃烧速度	(9)	三、水在灭火时的使用形态及应用	
三、燃烧温度	(11)	范围	(43)
四、基于热对流在室内形成的蔓延	(13)	四、水的禁用场所	(44)
五、基于外墙窗口向上层的蔓延	(15)	第二节 泡沫灭火剂	(44)
六、基于辐射热通过窗口向邻近建		一、概述	(44)
筑物的蔓延	(16)	二、灭火原理	(45)
第三节 烟(雾)	(17)	三、性能指标	(45)
一、烟的基本性质	(19)	第三节 各种泡沫灭火剂的运用及特	
二、烟的流动与扩散	(21)	点	(47)
三、物质的发烟量 Q_s 和发烟速度		一、概述	(47)
V_{sK}	(23)	二、化学泡沫灭火剂	(47)
第四节 高层建筑火灾及其特点	(24)	三、蛋白泡沫灭火剂	(48)
一、高层建筑火灾案例分析	(25)	四、氟蛋白泡沫灭火剂	(48)
二、高层建筑火灾特点	(27)	五、水成膜泡沫灭火剂	(50)
三、高层建筑火灾起火原因	(29)	六、抗溶性泡沫灭火剂	(51)
第五节 高层建筑中建筑构造防火		第四节 干粉灭火剂	(52)
要求	(29)	一、分类	(52)
一、防火墙	(30)	二、成分	(53)
二、电梯井和管道井	(30)	三、灭火原理	(53)
三、防火门	(31)	四、性能指标	(55)
四、防火卷帘	(34)	五、应用范围	(56)
五、室外疏散楼梯	(34)	第五节 卤代烷灭火剂	(57)

一、概述.....	(57)	五、探测区域及其划分.....	(96)
二、灭火原理.....	(57)	六、探测区域内探测器的设置数 N	(97)
三、性能指标.....	(57)	七、探测器的安装规则.....	(99)
四、应用范围.....	(59)	第四章 消防自动监控系统及其主要	
五、蒙特利尔议定书——卤代烷与		设备装置.....	(104)
世界环境保护.....	(59)	第一节 概述.....	(104)
第六节 二氧化碳灭火剂.....	(60)	一、消防自动监控系统原理框图.....	(104)
一、概述.....	(60)	二、几个术语的定义.....	(106)
二、灭火原理.....	(61)	第二节 自动报警装置.....	(108)
三、性能指标.....	(61)	一、自动报警装置的基本功能.....	(108)
四、应用范围.....	(61)	二、火灾预告报警和紧急报警.....	(109)
第七节 其它灭火剂.....	(62)	三、自动报警装置的选择.....	(111)
一、组分.....	(62)	第三节 自动报警装置中的基本单元.....	(112)
二、灭火原理.....	(62)	一、区域报警装置中的基本单元.....	(113)
三、物理性质.....	(62)	二、集中报警装置中的基本单元.....	(113)
第三章 火灾探测器.....	(64)	第四节 自动报警装置实例.....	(115)
第一节 感烟探测器.....	(64)	一、HZI 系列自动报警装置.....	(115)
一、离子感烟探测器.....	(64)	二、BJIK 系列自动报警装置.....	(122)
二、光电感烟探测器.....	(71)	三、FJ—2700系列报警装置.....	(126)
三、激光感烟探测器.....	(72)	第五节 消防监控系统配线设计计算.....	(130)
第二节 感烟探测器的灵敏度及其测		一、区域报警装置的配线设计计算.....	(131)
定.....	(73)	二、集中报警装置配线设计计算.....	(132)
一、烟雾的光学浓度.....	(73)	三、配线计算实例.....	(132)
二、探测器灵敏度的标定.....	(74)	四、工程设计、施工中的注意点.....	(136)
三、探测器灵敏度的测定.....	(75)	第六节 自动报警灭火控制装置.....	(137)
第三节 感温探测器.....	(76)	一、装置起动方式.....	(137)
一、定温式探测器.....	(76)	二、延时和制动.....	(138)
二、差温及差定温探测器.....	(78)	三、灭火声响和光显示.....	(138)
三、感温探测器的主要性能指标.....	(80)	四、灭火输出信号.....	(138)
第四节 感光探测器.....	(81)	第七节 自动报警灭火控制装置实例.....	(139)
一、红外感光探测器.....	(81)	一、系统组成及其功能.....	(139)
二、紫外感光探测器.....	(83)	二、操作键使用及其原理.....	(140)
第五节 辅助火灾探测器.....	(85)	三、灭火起动电路和延迟电路.....	(142)
第六节 探测器的接线形式.....	(87)	四、其它操作与功能.....	(143)
一、探测器的外形结构.....	(87)	第八节 具有微处理机的消防自动监	
二、探测器的运用形式和线制.....	(89)	控系统.....	(143)
第七节 探测器的工程安装使用规范.....	(93)	一、系统构成原理.....	(143)
一、探测器安装高度 H_0 的确定.....	(93)	二、接口技术.....	(144)
二、探测器类型与安装高度 H_0 的		三、工程系统的微机技术应用.....	(146)
关系.....	(93)	第五章 灭火联动系统及辅助连锁	
三、探测器的保护面积 A 和保护半		系统.....	(151)
径 R	(94)	第一节 消防疏散指导系统.....	(151)
四、探测器的安装间距 a 、 b	(95)	一、火灾事故照明与疏散指示标志.....	(151)

二、疏散设备	(152)
第二节 火灾事故广播、火警电铃和 紧急电话系统	(155)
第三节 防排烟设施的控制	(157)
第四节 防火门及防火卷帘的控制 ...	(160)
一、防火门	(161)
二、防火卷帘门	(161)
第五节 消防水泵的控制	(163)
一、室内消火栓(箱)	(163)
二、消防水泵控制电路	(164)
三、消防水恒压泵控制	(165)
四、消防水泵控制实例	(166)
第六节 消防水灭火系统	(168)
一、室内消火栓灭火系统	(168)
二、自动喷水灭火系统	(172)
三、水幕设备	(178)
第七节 二氧化碳灭火系统	(179)
一、二氧化碳的物理化学特性	(179)
二、二氧化碳灭火系统应用范围 ...	(180)
三、灭火系统	(180)
四、系统启动操作	(182)
第八节 卤代烷灭火系统	(184)
一、1211基本物理化学性能	(185)
二、1211灭火效能	(187)
三、1211灭火系统	(188)
第九节 固定干粉灭火系统	(192)
一、干粉类型	(192)
二、干粉灭火效能	(193)
三、干粉灭火系统	(194)
四、干粉灭火系统启动装置	(194)
第六章 系统工程设计及应用实例	(196)

第一节 工程设计概述	(196)
一、消防监控系统工程设计范畴 ...	(196)
二、工程设计原则与要求	(197)
三、工程设计步骤与图纸	(198)
第二节 监控系统工程设计基本要点	(200)
一、自动控制与手动控制问题	(200)
二、区域报警(监控)系统	(200)
三、集中报警(监控)系统	(201)
四、消防控制中心问题	(201)
五、系统接地问题	(201)
六、系统供电(消防设备供电)	(201)
七、系统布线	(203)
第三节 消防控制中心	(204)
第四节 应用实例	(209)
一、广州中国大酒店	(209)
二、中央电视塔	(211)
三、中国国际信托投资公司大厦 ...	(217)
四、辽西商业大厦	(224)
附录一 消防设施图形符号	(232)
附录二 消防电子合格产品一览表	(234)
附录三 火灾危险性分类及防范 措施	(245)
附录四 爆炸和火灾危险场所等级、 类别及其电气设备选型 ...	(247)
附录五 主要建筑构造的耐火等级	(250)
附录六 探测器及报警元件安装 详图范例	(251)
参考文献	(260)

绪 言

一、概述

自从人类生存于地球以来,就同火结下了不解之缘。人类的生活、生产活动几乎无一不与火有关。火的利用具有划时代的意义,它使人类从野蛮愚昧时代走向文明与进步时代。恩格斯曾经指出:“人们只是在学会了摩擦取火之后,才第一次迫使某种无生命的自然力替自己服务。”“火的使用和动物的驯养,这两种进步就直接成为人的新的解放手段”(《自然辩证法》)。没有火的利用,就没有今天人类社会的发展,也就没有今天的物质文明和精神文明。即使在科学技术高度发达的今天,也不能离开火。

人类在利用火的同时,就开始了对火的控制。这有两方面的含义:一方面,火作为一种自然力,被人类发现和利用,这一事实本身,就是一种控制;另一方面,就是控制火的危害。因为一旦对火失去了控制,火就好比一匹脱缰的野马,横冲直撞,肆意肆虐。可以毫不隐讳地说,直到今天,人类对火的认识还是有限的,对火也还不能完全有效地加以控制。

无数事实告诉我们:失去控制的火(本书中“失去控制的火”指的是违背了人们意志而发生的火灾)将使人类社会蒙受巨大损失,付出巨大代价。火灾,吞噬掉大片森林、草原,使宝贵的自然资源遭到严重破坏;火灾,也使人们辛勤劳动创造的物质财富化为灰烬;更为严重的是,火灾还常常夺去人们的健康和生命,给人们肉体和精神上带来无穷的痛苦。所以,在人类社会的发展过程中,要保障生产、生活以及人类自身安全,就必须对火有足够的认识,以加强对火的控制,有效地同火灾作斗争。

在科学技术高度发展的今天,世界逐步趋向国际都市化社会生活,因此,标志着当代科学技术发展水平和体现当代文明与进步的现代化建筑群体、现代化高层建筑以及现代化多功能建筑如雨后春笋蓬勃发展。这类现代化建筑具有建筑面积广、楼层多、规模大、功能全、标准高、人员密集、电气电子设备繁多等特点;在建筑上,竖直孔洞多(如,电梯井、楼梯间、管道井、电缆井等),现代化易燃、可燃装饰贴面材料多,因而,现代化建筑引发火灾的可能性增大,而且,一旦发生火灾,火势猛烈、蔓延迅速、人员疏散十分困难、火灾扑救更困难,由此造成的人员伤亡、经济损失则是相当严重的。比如,1970年美国纽约第一贸易大楼火灾,烧伤30多人,死亡2人,经济损失近千万美元;1974年巴西圣保罗焦马大楼火灾,烧伤300余人、死亡179人。经济损失300万美元;1973年法国奥丽机场中控大楼起火,烧毁全部重要设施,经济损失达3000万英镑,机场被迫关闭。无疑,由于现代建筑自身的特点,给建筑物的消防工作带来了新课题,对消防技术,特别是建筑物消防自动监控技术,提出了更高的要求。因此,对于现代建筑群体、现代高层建筑、现代多功能建筑,为了预防和及早发现火灾,或一旦发生火灾,建筑物能够进行自救,消防自动监控系统则是现代建筑必不可少的安全监控设施。

二、国内、外消防科技发展概况

尽管人类从一开始利用火为自己服务时起，就已经注意到防止和控制火造成的危害了，但是，消防作为一门科学，一门专门研究如何预防和控制火灾的综合性学科，它的诞生还是较晚的。所谓“消防”，就是预防和消灭（扑救）火灾的简称，其任务就是与火灾作斗争。

第一只用来探测火灾信息的装置——火灾探测器，是英国人于1890年发明的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。而采用放射性同位素源的离子感烟探测器，只是到了本世纪60年代初才被推广应用。

随着电子技术的迅猛发展，电子元件日趋小型化、集成化、功能模块化，消防自动监控系统才逐步发展、逐步完善起来。特别是世界现代建筑朝着高层与群体发展，又给消防提出了许多新课题，进而促进了消防科学技术的发展。

从60年代初算起，世界先进国家消防自动化技术的发展有如下一些特点：

1. 有关消防的标准与规范较完善。

消防问题涉及人们生命财产的安危，因而，不论是消防产品的生产、使用等都必须遵循一定的标准与规范。显然，这些标准与规范也就是消防工程（系统）的法规。

美国早在1961年就制订了“特殊建筑物防火导则”（比如：电子计算机机房、易燃物仓库等特殊建筑物）。该防火导则于1972年正式列入“美国国家防火标准”，作为法定规范；

70年代初，日本消防厅制订了“消防技术标准”，把报警装置列入建筑规范，使其成为必须设置的安全防火设备，所以，70年代后，日本建筑物出现大的火灾的情况不多；

70年代中期，原苏维埃国家建设委员会颁布了“建筑物设计中的消防条例”，对各类型建筑物的消防自动控制技术作了规定；

此外，北欧的瑞士、荷兰、瑞典等国也对消防问题在相应的法规中作出了规定。

2. 自动报警及灭火设备产品趋于系列化、标准化且功能增强增多，技术特性先进，并不断改进。

当今的火灾报警及灭火设备，除了进行火灾声、光报警、连锁排烟系统、联动自动灭火系统之外，还能向城市（或地区）消防队报警，进行对讲联络，记忆现场状况等等。在消防设备产品研制方面，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（器械）已从手提式发展到固定式（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，从二氧化碳发展到卤代烷气体等。

3. （自动）灭火系统已由早期型向近代快速自动型发展。

早期的（自动）灭火系统，实际上是自动报警，人工处理灭火（利用灭火器械）。这种早期的灭火方式，速度慢、效果差，易于贻误灭火时机。

当报警系统与灭火系统联动后，就形成了近代的快速自动灭火系统——自动喷洒灭火系统。这种系统提高了灭火的快速性和可靠性。进一步，当报警系统再与排烟系统、疏散系统等连锁之后，就形成了当今先进的（常规）消防自动监控系统。消防监控系统在提早预报、有效灭火、减少人员伤亡、减轻物资损失等方面，较单一的自动喷洒灭火系统又进了一步。

随着微型计算机在各行各业的广泛应用，目前带有微型计算机的消防自动监控系统，在国外现代化建筑物中已普遍使用。而更为现代化的高级消防自动监控系统还配有电视监控装置，对被监控现场火情进行直接图象监控。

我国的消防自动化技术，是70年代中期才开始发展的，起步较晚，研究部门较少，相对地说还很落后。自进入改革开放的80年代以来，随着四化建设迅速发展，特别是建筑事业的蓬勃发展，有力地推动了消防工程的发展步伐。消防设备，特别是消防监控、火灾自动报警设备的生产和应用有了长足的进步，生产厂家、产品种类和产量以及应用单位，都不断有所增加。据不完全统计，目前国内生产火灾自动报警设备的厂家已超过50家；国外生产和应用比较普遍的几种典型的火灾探测器产品我国都能生产，各种火灾探测器的年产量估计可达10万只以上；产品的质量逐年有所提高，应用范围也不断扩大。特别是随着《高层民用建筑设计防火规范》、《建筑设计防火规范》等消防技术法规的逐步贯彻执行，全国许多重要部门、重点单位和要害部位，如国家计委和一些省、市、自治区的电子计算中心，北京、上海、广州、深圳、大连、青岛等大城市和经济特区的许多高层建筑、高级旅馆、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，都装设了火灾自动监控系统或火灾自动报警系统。据调查，这些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、使用消防监控系统及其设备，以确保监控系统的可靠性，1988年又针对消防自动监控系统制订了全国统一的、科学合理的规范——《火灾自动报警系统设计规范》，因而使得设计、施工、安装、调试人员有章可循。

由于消防系统涉及到人民生命财产，生存安危，极具重要性，所以消防工程问题隶属国家公安部消防局领导。目前我国有四个力量雄厚、得到公安部承认的消防科研机构：天津消防科研所、上海消防科研所、沈阳消防科研所、四川消防科研所。它们各有自己的主要研究课题，各施其责。

天津消防科研所：主要承担火灾理论、防火检查技术、火灾原因鉴定技术、火灾统计分析技术、石油化工消防技术、工程防爆抑爆技术、自动灭火系统工程应用技术、工程防火设计规范标准、建筑构件耐火性能，以及新型灭火剂的开发与质量检验技术的研究。

上海消防科研所：负责消防队伍技术装备、消防队员防护装备、火场勘查与火灾原因调查、消防队伍灭火战术与灭火装备应用技术、各种移动式灭火器具的开发与质量检验技术等研究。

沈阳消防科研所：研究火灾报警技术、火场通讯和城市消防调度指挥技术、静电火灾危险性检测技术、电器火灾原因鉴定，以及消防电子产品标准化和质量检验等。

四川消防科研所：负责建筑火灾传播规律、建筑防火分隔技术、建筑材料阻火阻燃技术、建筑材料热解产物及毒性分析、防火建筑质量鉴定、自动洒水灭火技术等研究。

综上所述，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，特别是在自动监控技术方面还有较大差距，但我国消防科学技术的发展速度却是较快的，特别是近年来发展更快，各类防火设计规范日趋完善。因此，我们相信，随着我国改革开放的进一步深化，在迅猛发展的现代建筑事业的推动下，通过消防科技工作者的努力，我们一定会在不久的将来步入世界消防科技先进行列，为我国四个现代化建设服务，为当代消防科学技术的发展、为当代文明与进步作出贡献。

第一章 火灾理论及建筑防火基本知识

本章简介火、火灾的基本理论知识。特别讨论了高层建筑火灾及其特点，这对建筑物内消防自动监控系统的合理、正确设计，无疑是十分有益的。本章最后一节介绍消防自动监控系统的组成结构框图，从控制工程角度提示了本书所涉及的主要内容，指出了消防自动监控系统各子系统的职能及其相互联系。

第一节 火 和 火 灾

火是物质燃烧的过程，燃烧是一种放热、发光的极其复杂的化学现象。

火具有双重性。一方面，作为一种自然力，被人们所控制利用，造福于人类；另一方面，一旦对火失去控制，火就会肆意横行，形成火灾，给人类带来危害。

按照我国消防法规规定：凡是烧毁个人财产损失折款在50元以上，或烧毁国家、集体财物损失折款在100元以上，以及因火而造成死亡或重伤一人的，都叫火灾。凡损失不足上述标准的着火事故，则通称火警。火灾与火警通常是指违背人们意志而发生的非正常性的着火事故。

应当指出，消防监控系统的职能就是要监测和扑灭那些已成灾和尚未成灾的火，而特别是后者，所以本书中所说的“火”、“火警”、“火灾”并非只是消防法规中所说的那种已成灾的“火灾”或“火警”，而且也包括那些尚未成灾的火。

一、火灾原因

形成火灾的原因较多，但总起来说，可以分为三类：

1. 人为的失火或纵火

比如厂房车间中焊接（气焊、电焊）、烘烤（电烘箱）、熬炼等用火不慎；

住宅内烧饭、照明（电灯、蜡烛）不小心；

公共场所吸烟，乱扔烟头、火柴梗、故意放火等。

2. 设备故障

设备保温材料不良或破裂，比如烟囱、炉灶表面过热或炉体裂缝而窜火。

电气火灾，由电而引起的火灾。主要是：因用电设备过负荷、短路等故障，致使过大电流引燃导线绝缘层而形成火灾；盛装易燃气体、液体的设备外壳接地不好，产生静电效应引起燃烧或爆炸等。电气火灾目前已成为现代高层建筑起火的一个重要的原因，特别不能忽视。

3. 自然现象

雷击起火。在落雷较多的地区，建筑物上防雷保护设施不可靠或安装不良受雷击而起火。

自燃起火。自燃起火是一种物理化学现象。比如成堆的可燃木屑、粮食或稻草乃至垃

圾，由于本身含有一定的水份，经微生物作用，内部便生霉、发热，温度升高，在空气中的氧气作用下，久而久之便自行起火燃烧。这就是因微生物作用而引起的一种自燃现象。

值得重视的是，起火可以由明火（焰火）引起，也可以由暗火（温度）引起。

二、起火条件

着火是一种放热、发光的复杂化学现象，是物质分子游离基的一种链锁反应。因而，起火必须具备如下三个条件：

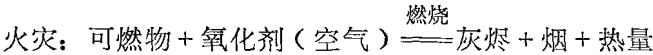
- （1）存在着能够燃烧的物质；
- （2）有助燃的氧气或氧化剂；
- （3）有使可燃物质燃烧的火源。

只有上述三个条件同时具备，并相互接触才能起火。

可以说，了解了起火燃烧的条件，对于我们进行灭火是十分重要的，灭火剂之所以能灭火，就是它能抑制这三个起火条件中的一个、两个或全部而实现灭火的。

三、火灾燃烧产物

物质燃烧而形成的火灾，其大量产物是热量和烟。我们可粗略地表示为：



从消防监测、控制角度，“火灾产物”通常是指烟和热量。

烟是包含一氧化碳（CO），二氧化碳（CO₂），氢（H₂），水蒸汽（H₂O）以及许多有毒气体。如氯气（Cl₂），光气（COCl₂）等在内的混合物，它是燃烧时的重要产物，我们将在第三节讨论它。

燃烧的另一主要产物是热量。其中一部分向外辐射传播，大部分则使燃烧产物烟气的温度提高。

燃烧产物的发热量与参与燃烧的物质和是否完全燃烧有关。表1-1给出了常见的木材燃烧的发热量。

木 材 燃 烧 的 发 热 量 表 1-1

<i>m</i>	1.0	0.9	0.8		0.0
<i>n</i>	0.0	0.1	0.2		1.0
<i>Q</i> (kJ/kg)	14.897	13.867	12.837		4.597

注：表中，*m*——表示可燃物完全燃烧部分；
n——表示可燃物不完全燃烧部分；
Q——真发热量，系指有机物燃烧的发热量，而不包括水的汽化热。

从表中可以看出，当物质不完全燃烧时，产生的热量将减少。

燃烧产物的温度通常与下列因素有关：

- （1）燃烧物质的种类（木材、塑料、棉织品等），因为各种物质燃烧时发热量*Q*是不同的；
- （2）周围空气的温度、湿度；
- （3）参与燃烧的空气量，空气量过多或过少都会产生不完全燃烧，使发热量减少，温度降低。但通常火灾产物温度都在1000℃以上。以木材燃烧为例，完全燃烧时，产物温

度理论值为1890℃；而实测木屋火灾最高温度为1100℃～1300℃。

四、火焰温度与色泽

火灾时，可以通过火焰的色泽，粗略地判断火灾产物温度。表 1-2 给出了火灾时，火焰色泽与温度，辐射热之间的关系。

火焰温度与色泽（完全黑体的情况）表 1-2

颜 色	温度（℃）	辐射热 [10 ³ kJ/m ² ·h(kcal/m ² ·h)]
黑	<400	<42.3(10.1)
稍有红色	500	74.1(17.7)
暗红色	700	185.9(44.4)
樱红色	900	392.2(93.7)
鲜明樱红色	1000	544.2(130.0)
橙黄色	1100	736.7(176.0)
鲜明橙黄色	1200	973.2(232.5)
白 热	1300	1264.2(302.0)
耀眼白热	1500	2051.1(490.0)以上

第二节 火灾的发展及蔓延

熟悉和了解火灾的发生发展及其向周围的蔓延理论和特点，对于合理、准确地进行火灾监测报警和自动灭火设计都是必不可少的。

一、火灾温度曲线

火灾都是从可燃物被点燃开始，可燃物在室内的某一位置燃烧，蓄积热量，靠火焰燃烧或靠热辐射，使周围的可燃物迅速提高温度，并在短时间内起火燃烧。这时房间内的温度直线上升，燃烧由一点扩大到整个房间，室内的可燃物，绝大多数都被引燃，出现全面燃烧的现象。燃烧演变成火灾。火灾未发展到全面燃烧之前的阶段，叫做火灾初起阶段。

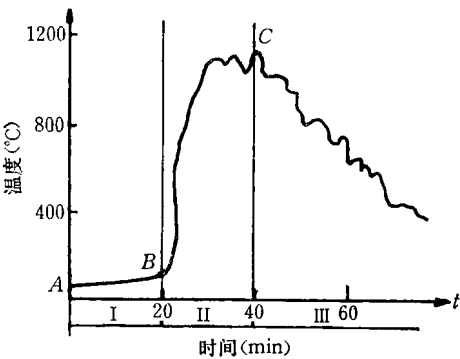


图 1-1 火灾温度（发展过程）曲线

从火灾实验可得到，火灾在房间内发展过程中，温度与时间变化的关系曲线，即火灾温度—时间曲线，见图1-1。

火灾温度曲线的 *AB* 段，代表全面燃烧以前火灾发展的初起阶段。这时房间内的温度不平衡，除靠近起火点以外，其它各点的温度都比较低，燃烧的面积不大，人员可以从容疏散。

曲线上的 *B* 点，为全面燃烧的起点，火灾进入了发展阶段。房间内的可燃物都被引燃，温度迅速提高，直到室内燃烧产生的热与通过外围结构散失的热量接近平衡，温升速度才逐渐放慢，继而达到火灾的最高温度，即达到曲线上的 *C* 点。

越过 *C* 点，因为这时室内的可燃物已经基本烧尽，火焰突破外围结构（窗玻璃破碎、屋顶

烧穿)，热量被大量排除，火灾温度便开始下降。火灾发展阶段截止。由C点开始接续而来的，是火灾温度衰减的熄灭阶段。但熄灭阶段初期的温度，也是很高的，它仅次于火灾的最高温度，所以这时它仍有引起相邻房间，或邻近建筑物起火的危险。

根据经验，燃烧时，房间内的温度不仅随时间变化，而且房间内不同位置温度的数值也不一样。所以，通常所说，房间的火灾温度，实际指的是室内温度的平均值（平均气温）。

火灾发展三个阶段各自持续的时间，以及标志到达某一阶段的温度值，都是由燃烧当时的条件决定的，是千差万别的。因而同样的火灾是不存在的。

为了科学实验制定防火措施以及设计火灾监控系统的目的，世界各国都作了建筑火灾实验，并根据不同情况，概括地制订了一个能代表一般火灾温度发展规律的标准“温度—时间曲线”。我国标准火灾温度—时间曲线的规定如下表1-3。

标准火灾温度曲线值				表 1-3
时 间(min)	温 度(℃)	时 间(min)	温 度(℃)	
5	535	90	975	
10	700	180	1050	
15	750	240	1090	
30	840	360	1130	
60	925			

其它各国也有他们自己的规定，但这些曲线之间的差别很小，大体上是一致的，见图1-2。

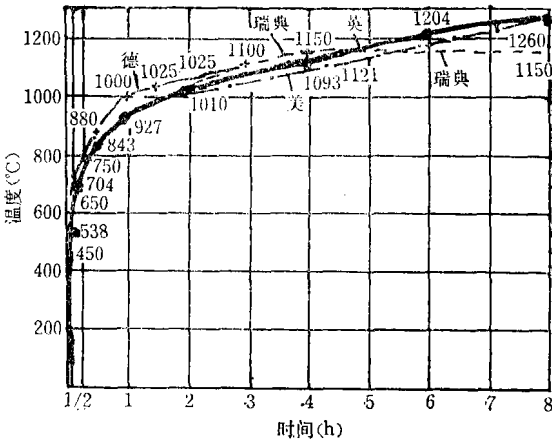


图 1-2 各国标准的火灾温度曲线

1.火灾的初起阶段

火灾初起阶段的温度，大多都是比较低的，所以很少有人注意研究初起阶段火灾的温度。但初起阶段温度持续的时间，对疏散人员、抢救物资、保障灭火人员安全，具有很重要的意义。

火灾初起时，燃烧发出的热量，通过热交换、提高房间内各种物体的温度，使可燃物受热分解出可燃气体。这种在短时间内，分解出的可燃气体，与室内的空气混合，形成爆炸性气体混合物，然后再由起火点处的明火点燃。气体混合物在室内瞬时爆燃，同时又引燃房间内的一切易燃物，产生更多的热，使火灾迅猛发展。

可燃物从受热到起火燃烧，所需要的时间，是受火源的类型、可燃物的化学性质、建筑结构采用的材料、开启门窗，以及是否有良好的通风等条件决定的。

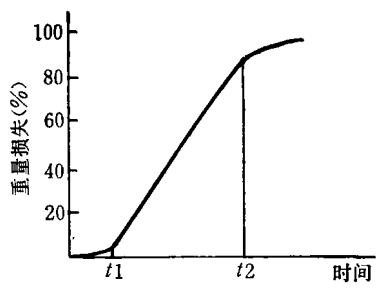
躺在床上睡觉吸烟起火和洒了汽油引火的条件不同，效果也不一样。

大面积可燃材料的墙和吊顶，因为它有较大的燃烧面积，能使火焰在表面迅速蔓延，放出大量的热，助长火势发展，缩短火灾酝酿的时间，是加速缩短初起阶段持续时间的重要条件。

建筑材料的燃烧性能，在火灾初起阶段的作用比较明显。因为起火点周围可燃材料烧完后，不燃材料的墙和楼板，是不会把火蔓延开来的。在燃烧面积小，温度低，燃烧不稳定的条件下，因为周围仅有的可燃物被烧尽，燃烧会自行中断。然而，如果燃烧发生在木板墙脚下、草纸板吊顶下面，则燃烧会因为点燃了上述的可燃结构而扩大蔓延，发展成灾。

在火灾初起阶段的头几分钟，如果能够被人及早发现，用少量的水便可把火浇灭，不会发展成灾。火灾自动报警器和自动灭火装置，就是为了使人们能及早发现，并抓住有利时机，把火及时扑灭的设施。

显然，初期阶段的重要意义在于：为火灾监控系统提供了一个早期报警和及早控制灭火的可能性。



2.火灾的发展阶段和熄灭阶段

图 1-3 代表燃烧在一个房间内，可燃材料重量随时间变化的曲线。 t_1 近似地等于火灾初起阶段持续的时间，这时的重量损失比较小。在 t_1 点后面，火灾转入发展阶段，重量损失速度剧烈加快，这是因为突然间点燃了室内所有的可燃物，即达到“全面燃烧”的结果。全面燃烧后，在火灾发展阶段，直到可燃材料的大部被烧尽以前，重量损失的速度，是接近不变的。根据实验，这个“大部分”往往是指大于80%。同时实验还表明，火灾持续时间长的，其衰减速度比持续时间短的要慢。持续时间1小时以下的，火灾温度衰减速度，大约是每分钟10℃，持续时间大于1小时的，其衰减速度，大约每分钟7℃。

火灾发展阶段，室内的可燃物都在猛烈燃烧，这段时间的长短与起火的原因无关，而主要决定于燃烧物质的性质、数量和取得空气的条件。

为减少火灾损失，就要利用防火分隔的结构措施，把火限制在起火的部位，不得向外蔓延；并适当地选用耐火时间长的建筑结构，使它处在猛烈的火焰包围中，保持一定的强度和稳定，直到人们把火扑灭。

火灾熄灭阶段，即火灾发展的末期。室内可供燃烧的物质减少，温度开始下降。但从火灾的整个过程来看，在火灾中期的后半段和末期前半段的温度最高，火势发展最猛，热辐射也最强，使建筑物遭受破坏的可能性最大，是火灾向周围建筑物蔓延最为危险的时候。

刻。

二、燃烧速度

1. 火场上的热对流

房间内起火放热，是与可燃物的燃烧产物同时出现的。室内的热烟与室外新鲜空气之间的密度不同。热气的密度小，浮在密度大的冷空气的上面，由窗口的上部流出，室外的冷空气由窗口的下部进入室内的燃烧区。冷空气参加燃烧，受热膨胀，又上升，浮在吊顶下面，然后再由窗口的上部流到室外，出现热对流的现象。对火灾发展来说，由窗口下部流进的冷空气的数量，很有重要意义（图1-4）。

通风对火势发展的影响，是有决定意义的。例如在门窗紧闭，通风不好时，室内燃烧的情况，可用图1-5的曲线来表明。

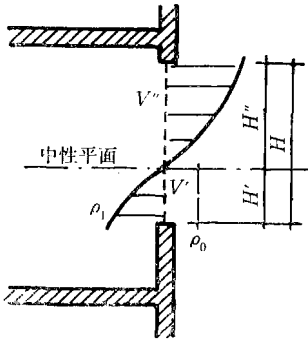


图 1-4 起火房间窗口热对流的速度

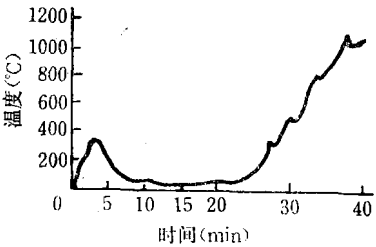


图 1-5 停止通风对燃烧的影响

室内起火点离窗口有一相当距离，门窗是闭着的。起火点的温度可能高于 300°C ，而且室内的空气，暂时还能够供给它燃烧，但不久温度也会下降。这时如果门还没开，燃烧便会自行中止。然而，如果打碎一块窗玻璃，则燃烧便会出现某种程度的恢复，但最终还是会熄灭的。可是在第二块玻璃打碎以后，燃烧的发展就变快了，温度升高，并能由此导致全面点燃。

室内燃烧的速度与新鲜空气供应的条件，有着极为密切的关系。由火场实践可知，仓库起火，在刚发现时，因为没有开启门窗，室内燃烧的面积很小，但消防队到达以后，往往因为指挥上的偏差，不是有计划地敞开大门，而任意打碎窗玻璃，客观上，给燃烧补充了大量的新鲜空气，等到进入库房以后，燃烧已经全面展开，扑救已经无从下手，这就是足够数量的空气加速燃烧的结果。

供应空气的数量，是由窗口的面积决定的。窗口的面积愈大，室内燃烧的速度愈快。窗口的面积能够影响燃烧的速度，或者说，可以用改变窗口面积的办法，控制燃烧速度。当然，在窗口面积发展到相当大时，室内燃烧所需空气的数量得到了满足，这时室内的燃烧已经接近露天的条件，窗口面积对燃烧速度的影响，也就不复存在。

在热对流的条件下，多数窗口的中部都要出现一个水平的中性平面，把热气与冷气分隔开。冷气从中性平面的下面，连续流到室内，热气从中性平面的上边，不断地流到室外。中性平面的位置，可根据气体的温差、窗口的大小、流出与流进气体数量之间的比值进行计算。