

建筑消防 技术与设计

第二版

李亚峰 马学文 陈立杰 等编著

JIANZHU XIAOFANG
JISHU YU SHEJI



化学工业出版社

建筑消防 技术与设计

第二版

李亚峰 马学文 陈立杰 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要介绍建筑消防的基本知识、设计方法及设计要求。主要内容包括建筑火灾的特点与建筑消防、消火栓灭火系统、自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统、蒸气灭火系统、泡沫灭火系统、干粉灭火系统、二氧化碳灭火系统、气体灭火系统、消防炮灭火系统、地下工程与人防工程的消防、火灾自动报警系统、灭火器的配置等内容。

本书可供从事建筑消防工程设计、施工的工程技术人员参考使用,也可作为高等学校给排水科学与工程、建筑环境与能源应用等相关专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑消防技术与设计/李亚峰等编著. —2版. —北京:化学工业出版社, 2017.10
ISBN 978-7-122-30292-2

I. ①建… II. ①李… III. ①建筑物-消防设备-工程设计 IV. ①TU998.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 174255 号

责任编辑:董琳

装帧设计:

责任校对:王素芹

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张18½ 字数460千字 2017年11月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:68.00元

版权所有 违者必究

第二版前言

FOREWORD

《建筑消防技术与设计》(第一版)自2005年出版以来,得到了广大读者的认可,进行了多次印刷。但随着建筑业的快速发展,以及新技术、新工艺、新材料、新能源得到了广泛的应用,诱发火灾发生的因素越来越多,发生火灾的危险性也越来越大,因而对建筑消防提出了更高的要求。为了适应新的技术要求,国家相关部门先后组织技术人员编制了消防给水及消火栓系统技术规范(GB 50974—2014),并将普通建筑和高层建筑设计防火规范进行了合并,颁布了新的建筑设计防火规范(GB 50016—2014),同时修订了泡沫灭火系统设计规范(GB 50151—2010),汽车库、修车库、停车场设计防火规范(GB 50067—2014)等规范。为了能及时反映建筑消防工程的新技术及应用、相关规范新的技术要求,及时补充新的内容,编者在本书第一版的基础上,对相关内容进行了调整和完整。

本书第二版与第一版相比,删减了卤代烷1301灭火系统,补充完善了气体灭火系统,增加了灭火器的配置等内容,同时对内容结构进行了调整。在内容上均按现行的设计规范编写,建筑防火与消火栓系统不再分高层建筑和普通建筑,而是按建筑设计防火规范(GB 50016—2014)和消防给水及消火栓系统技术规范(GB 50974—2014)重新进行了编写;泡沫灭火系统和汽车库、修车库、停车场的防火设计也分别依据泡沫灭火系统设计规范(GB 50151—2010)和汽车库、修车库、停车场设计防火规范(GB 50067—2014)进行了修订。

本书主要介绍建筑消防的基本知识、设计方法及设计要求。主要内容包括建筑火灾的特点与建筑消防、消火栓灭火系统、自动水灭火系统、水喷雾灭火系统、蒸气灭火系统、泡沫灭火系统、干粉灭火系统、二氧化碳灭火系统、气体灭火系统、消防炮灭火系统、地下工程与人防工程的消防、火灾自动报警系统、灭火器的配置等内容。书中介绍的内容均以现行消防技术规范为依据,并参考了近几年出版的有关书籍。为了使读者能够尽快掌握建筑消防工程的设计计算方法,书中重要部分都配有设计计算例题。本书可供从事建筑消防设计、施工的工程技术人员参考使用,也可以作为高等学校给排水科学与工程、建筑环境与能源应用等相关专业师生的教学参考书。

本书第一章、第五章由李亚峰、陈立杰编著;第二章由李亚峰、马学文、张文文编著;第三章由李亚峰、马学文编著;第四章、第七章由李亚峰、武利编著;第六章、第八章由李倩倩、张文文编著;第九章、第十章由杨曦、张恒、郑建兵编著;第十一章和第十二章由张立成、陈金楠编著;第十三章由马学文、陈立杰编著。全书最后由李亚峰统稿定稿。

限于编著者水平及编著时间,书中不足和疏漏之处在所难免,敬请读者不吝指教。

编著者

2017年2月

第一版前言

FOREWORD

随着经济、社会的快速发展和科学技术水平的不断提高,新技术、新工艺、新材料、新能源得到了广泛的应用,同时,诱发火灾发生的因素也越来越多,发生火灾的危险性也越来越大。而高层建筑、地下建筑、大空间建筑以及各类工业企业建筑的大量兴建,使火灾事故所造成的损失也越来越严重。建筑消防技术的应用与推广,对预防火灾及及时扑灭初期火灾,保证人民生命安全,减少火灾损失具有重要意义。

近几年,建筑消防技术发展速度很快,以水为灭火剂的消防系统在设计与计算等方面较以前都更加完善和成熟,设计规范也都进行了重新修订;新型灭火剂不断问世,新型灭火系统的应用也越来越广泛。为了使从事建筑消防工作的工程技术人员尽快掌握建筑消防设计与计算的相关知识,我们编写了这本书。

本书主要介绍建筑消防的基本知识、设计方法及设计要求,包括建筑火灾的特点、消火栓灭火系统、自动喷洒灭火给水系统、气体灭火系统、泡沫灭火系统、干粉灭火系统、地下工程与人防工程的消防、火灾自动报警系统等内容,并对近几年逐渐兴起的替代哈龙的新型灭火剂以及新型灭火系统的设计与计算、消防炮的设计与计算等做了详细介绍。为了使读者能够尽快掌握高层建筑给水排水工程的设计计算方法,书中重要部分都配有设计计算例题。本书供从事建筑消防设计、施工的工程技术人员使用,也可以作为市政工程专业学生的教学参考书。

本书第一章、第五章、第三章第一节、第二节、第三节、第五节、第六节由沈阳建筑大学李亚峰编著;第二章由沈阳建筑大学李亚峰、蒋白懿编著;第三章第四节由沈阳建筑大学李亚峰和东北大学马学文编著;第四章第一节、第二节、第三节,第八章和第十一章第一节、第二节、第三节由总参通信工程设计研究院张恒编著;第四章第四节由总参通信工程设计研究院张恒和东北大学马学文编著;第九章由总参通信工程设计研究院张恒和沈阳建筑大学李亚峰编著;第十一章第四节由江苏昆山宁华阻燃化学材料有限公司郑建兵编著;第六章由沈阳建筑大学班福忱编著;第七章、第十章和第十二章由沈阳建筑大学张立成编著;第十三章由东北大学马学文编著。在编著消防炮灭火系统的过程中得到了公安部上海消防科学研究所叶乃刚同志的帮助,在此表示感谢。全书最后由李亚峰统稿定稿。

由于我们的编著水平有限,对于书中不足和疏漏之处,敬请读者不吝赐教。

编著者

2004年10月

目录

CONTENTS

第一章 建筑火灾的特点与建筑消防

1

第一节 火灾的分类与特征	1
一、火灾的分类	1
二、火灾特征	2
三、灭火方法及原理	2
四、常用灭火剂	4
第二节 建筑消防	11
一、建筑火灾的特点	11
二、建筑分类	11
三、建筑耐火等级	12
四、平面布置与防火间距	16

第二章 消火栓灭火系统

22

第一节 室外消火栓给水系统	22
一、室外消火栓的设置场所	22
二、水源、设计流量和水压	22
三、室外消火栓、消防水池和室外消防给水管道	23
第二节 建筑室内消火栓给水系统	26
一、建筑室内消火栓给水系统设置的原则	26
二、室内消火栓灭火系统的选择	27
三、室内消火栓给水系统类型	27
四、室内消火栓给水系统的组成	28
五、室内消火栓给水系统的供水方式	31
六、室内消火栓给水系统的设计要求	35
七、室内消火栓给水系统的计算	47

第三章 自动喷水灭火系统

56

第一节 自动喷水灭火系统种类与设置原则	56
一、自动喷水灭火系统的种类	56
二、自动喷水灭火系统设置原则	56

三、火灾危险等级划分	57
第二节 闭式自动喷水灭火系统	58
一、闭式自动喷水灭火系统的分类	58
二、闭式自动喷水灭火系统的主要组件	62
三、闭式自动喷水灭火系统分区	68
四、闭式自动喷水灭火系统的设计与计算	69
五、工程实例	84
第三节 雨淋灭火系统	87
一、雨淋灭火系统的设置范围	87
二、雨淋灭火系统的分类	88
三、雨淋灭火系统主要组件	88
四、雨淋灭火系统的设计要求	93
五、雨淋灭火系统的设计计算	95
第四节 水幕系统	97
一、水幕系统设置原则	97
二、水幕系统的类型与组成	97
三、水幕系统控制设备	98
四、水幕系统的设计要求	98
五、水幕系统设计计算	101
第五节 自动喷水-泡沫联用灭火系统	102
一、自动喷水-泡沫联用灭火系统的使用范围	102
二、自动喷水-泡沫联用灭火系统的分类与组成	103
三、自动喷水-泡沫联用灭火系统设计计算	104

○ 第四章 水喷雾灭火系统

107

第一节 水喷雾灭火系统的应用范围与组成	107
一、水喷雾灭火系统的特点及应用范围	107
二、水喷雾灭火系统的组成	107
三、水喷雾灭火系统的控制方式	108
第二节 水喷雾灭火系统的设计与计算	109
一、水喷雾灭火系统的设计要求	109
二、水喷雾灭火系统的设计计算	112

○ 第五章 蒸气灭火系统

114

第一节 灭火原理及适用范围	114
一、灭火原理	114
二、适用范围	114
第二节 蒸气灭火系统类型与组成	114
一、固定式蒸气灭火系统	114
二、半固定式蒸气灭火系统	114

第三节 蒸气灭火系统设计与计算	115
一、蒸气灭火系统的设计要求	115
二、蒸气灭火浓度	116
三、蒸气管线的计算	116
四、蒸气式灭火设备的配置	117

第六章 泡沫灭火系统 118

第一节 概述	118
一、灭火原理	118
二、泡沫灭火系统的主要组件	118
三、系统分类	118
四、系统形式的选择	119
第二节 泡沫液和系统组件	121
一、泡沫液	121
二、泡沫消防泵	121
三、泡沫比例混合器（装置）	122
四、泡沫液储罐	123
五、泡沫产（发）生装置	123
六、控制阀门和管道	124
第三节 低倍数泡沫灭火系统	124
一、系统形式	124
二、设计要求	125
第四节 高倍数、中倍数泡沫灭火系统	126
一、系统形式	126
二、设计要求	128
第五节 泡沫-水喷淋系统与泡沫喷雾系统	131
一、一般规定	131
二、泡沫-水雨淋系统	132
三、闭式泡沫-水喷淋系统	132
四、泡沫喷雾系统	133
第六节 泡沫消防泵站及供水	134
一、泡沫消防泵站与泡沫站	134
二、系统供水	135
第七节 水力计算	135
一、系统的设计流量	135
二、管道水力计算	136
三、减压措施	137

第七章 干粉灭火系统 139

第一节 干粉灭火系统的工作原理和动作程序	139
----------------------------	-----

一、系统的工作原理	139
二、系统的动作程序	139
第二节 干粉灭火系统的特点和应用场所	140
一、系统的特点	140
二、适宜扑救的火灾场所	140
三、不适宜扑救的火灾场所	141
第三节 干粉灭火剂	141
一、干粉灭火原理	141
二、干粉灭火剂分类和组成	142
三、干粉灭火剂型号编制方法	142
四、干粉灭火剂使用保管要求	143
第四节 干粉灭火系统的分类	143
一、手动干粉灭火系统	143
二、自动干粉灭火系统	143
三、固定式干粉灭火系统	143
四、半固定式干粉灭火系统	143
五、全淹没灭火系统	143
六、局部应用灭火系统	144
第五节 干粉灭火系统的构成和主要设备	144
一、系统的构成	144
二、系统组件	144
第六节 干粉灭火系统设计与计算	147
一、干粉灭火设备的设置要求	147
二、干粉灭火剂储罐容积的计算	147
三、加压气量的计算	149
四、干粉输送管路的设计	150

第八章 二氧化碳灭火系统

152

第一节 二氧化碳灭火系统的应用范围	152
第二节 二氧化碳灭火系统的分类及组成	152
一、系统分类	152
二、系统组成	153
第三节 二氧化碳灭火系统的控制方式	154
第四节 二氧化碳灭火系统的设计	155
一、防护区的设置要求	155
二、灭火剂的设计浓度	155
三、系统的储存量	156
四、管网设计计算	159

第九章 气体灭火系统

163

第一节 气体灭火系统的设置	163
---------------------	-----

一、气体灭火系统的应用范围	163
二、气体灭火系统部件的设置要求	164
第二节 七氟丙烷灭火系统	165
一、七氟丙烷的特性与应用	165
二、系统分类与部件	167
三、系统控制方式	168
四、储存装置设置要求	170
五、管道部件与管道	170
六、系统设计计算	171
第三节 烟烙尽 (IG-541) 灭火系统	178
一、烟烙尽 (IG-541) 的特性与应用	178
二、系统的分类与部件	180
三、系统的控制方式	182
四、系统设计计算	183
第四节 热气溶胶灭火系统	190
一、热气溶胶灭火剂的特性与应用	190
二、热气溶胶灭火系统的分类和构成	191
三、热气溶胶预制灭火系统设计与计算	193
四、安全要求	194
第五节 三氟甲烷灭火系统	195
一、三氟甲烷灭火剂的特性	195
二、应用范围	195
三、系统的分类	196
四、系统的控制方式	197
五、防护区的设置要求	197
六、系统的设计计算	198
七、系统的主要组件	200
第六节 SDE 灭火系统	201
一、SDE 灭火剂的特性	201
二、应用范围	202
三、系统分类及部件	202
四、系统的控制方式	203
五、防护区的设置要求	204
六、系统设计	205
七、安全要求	211

○ 第十章 消防炮灭火系统

212

第一节 消防炮灭火系统的分类	212
一、远控消防炮系统	212
二、手动消防炮灭火系统	212

三、移动消防炮灭火系统	213
四、固定消防炮灭火系统	213
五、水炮系统	213
六、泡沫炮系统	213
七、干粉炮系统	213
第二节 消防炮灭火系统的主要设备	213
一、系统的构成	213
二、消防炮	213
三、泡沫比例混合装置与泡沫液罐	217
四、干粉罐与氮气瓶	218
五、消防泵组与消防泵站	218
六、阀门和管道	219
七、消防炮塔	219
八、动力源	220
第三节 消防炮灭火系统的设计	220
一、系统设置要求	220
二、消防炮的布置	220
三、水炮系统的设计	221
四、泡沫炮系统的设计	222
五、干粉炮系统的设计	223
六、系统水力计算	223
七、系统控制	224

◎ 第十一章 地下工程与人防工程的消防

226

第一节 地下工程的消防	226
一、地下工程的火灾特点	226
二、消防给水系统	227
三、相关规定	227
四、地下铁道和铁道隧道	228
第二节 人防工程的消防	229
一、消防水源和消防用水量	230
二、灭火设备的设置	230
三、消防水池	231
四、室内消防给水	231
五、室外消火栓和水泵接合器	232
六、其他相关规定	232

◎ 第十二章 火灾自动报警系统

234

第一节 概述	234
一、火灾自动报警控制系统的发展	234

二、火灾自动报警控制系统的构成	236
三、火灾自动报警控制系统的基本原理	236
第二节 火灾探测器	237
一、火灾探测技术和探测器的类型	237
二、常用火灾探测器的工作原理	239
第三节 火灾报警控制器	246
一、火灾报警控制器类型	246
二、火灾报警控制器的基本功能	247
三、区域火灾报警控制器	248
四、集中火灾报警控制器	249
第四节 火灾自动报警控制系统的设计	251
一、火灾探测器的选择	251
二、火灾自动报警系统设计	257
第五节 消防控制中心	261
一、消防控制中心的设备组成	261
二、对消防控制中心的要求	261
第六节 消防控制设备的控制	262
一、消防控制设备的功能	262
二、消防控制设备的控制方式	263
三、消防控制设备的控制电源	263

第十三章 灭火器的配置 264

第一节 灭火器配置场所的火灾种类和危险等级	264
一、火灾种类	264
二、危险等级	264
第二节 灭火器与选择	266
一、灭火器	266
二、灭火器的选择	272
第三节 灭火器的设置	274
第四节 灭火器的配置与设计计算	275
一、灭火器的配置	275
二、灭火器配置设计计算	276
三、建筑灭火器配置设计图例	278
四、工程实例	278

参考文献 281

第一章

建筑火灾的特点与建筑消防



第一节 火灾的分类与特征

一、火灾的分类

在时间和空间上失去控制的燃烧所造成的灾害叫火灾。火灾可以按燃烧对象、火灾损失严重程度或起火直接原因等进行分类。

1. 按燃烧对象分类

火灾按燃烧对象可分为 A 类火灾、B 类火灾、C 类火灾和 D 类火灾。

(1) A 类火灾 是指普通固体可燃物燃烧而引起的火灾。这类火灾燃烧对象的种类极其繁杂,包括木材及木制品、纤维板、胶合板、纸张、棉织品、化学原料及化工产品、建筑材料等。A 类火灾的燃烧过程非常复杂,其燃烧模式一般可分为四类。①熔融蒸发式燃烧,如蜡的燃烧;②升华式燃烧,如萘的燃烧;③热分解式燃烧,如木材、高分子化合物的燃烧;④表面燃烧,如木炭、焦炭的燃烧。

(2) B 类火灾 是指油脂及一切可燃液体燃烧而引起的火灾。油脂包括原油、汽油、煤油、柴油、重油、动植物油等;可燃液体主要有酒精、乙醚等各种有机溶剂。这类火灾的燃烧实质上是液体的蒸气与空气进行燃烧。根据闪点的大小,可燃液体被分为三类:闪点小于 28°C 的可燃液体为甲类火险物质,如汽油;闪点大于及等于 28°C ,小于 60°C 的可燃液体为乙类火险物质,如煤油;闪点大于及等于 60°C 可燃液体为丙类火险物质,如柴油、植物油。

(3) C 类火灾 是指可燃气体燃烧而引起的火灾。按可燃气体与空气混合的时间,可燃气体燃烧分为预混燃烧和扩散燃烧。可燃气体与空气预先混合好后的燃烧称预混燃烧;可燃气体与空气边混合边燃烧称预混燃烧。根据爆炸下限(可燃气体与空气组成的混合气体遇火源发生爆炸的可燃气体的最低浓度)的大小,可燃气体被分为两类:爆炸下限小于 10% 的可燃气体为甲类火险物质,如氢气、乙炔、甲烷等;爆炸下限大于及等于 10% 的可燃气体为乙类火险物质,如一氧化碳、氨气、某些城市煤气。可燃气体绝大多数是甲类火险物质,只有极少数才属于乙类火险物质。

(4) D 类火灾 是指可燃金属燃烧而引起的火灾。可燃的金属有锂、钠、钾、钙、锶、镁、铝、钛、锌、锆、钽、铀、钍、钷。这些金属在处于薄片状、颗粒状或熔融状态时很容易着火,而且燃烧热很大,为普通燃料的 5~20 倍,火焰温度也很高,有的甚至达到 3000°C 以上。另外,在高温条件下,这些金属能与水、二氧化碳、氮、卤素及含卤化合物发

生化学反应,使常用灭火剂失去作用,必须采用特殊的灭火剂灭火。正是因为这些特点,才把可燃金属燃烧引起的火灾从 A 类火灾中分离出来,单独作为 D 类火灾。应该指出,虽然建筑物中钢筋、铝合金在火灾中不会燃烧,但受高温作用后,强度会降低很多。在 500°C 时,钢材抗拉强度降低 50% 左右,铝合金则几乎失去抗拉强度。这一现象在火灾扑救时应给予足够的重视。

2. 按火灾损失严重程度分类

按火灾损失严重程度可分为特大火灾、重大火灾和一般火灾。

(1) 特大火灾 死亡 10 人以上(含 10 人),重伤 20 人以上;死亡、重伤 20 人以上;受灾 50 户以上;烧毁财产损失 100 万元以上。

(2) 重大火灾 死亡 3 人以上,受伤 10 人以上;死亡、重伤 10 人以上;受灾 30 户以上;烧毁财产损失 30 万元以上。

(3) 一般火灾 不具备特大、重大火灾的任一指标。

3. 按起火直接原因分类

火灾起火的直接原因可分为放火、违反电气安装安全规定、违反电气使用安全规定、违反安全操作规定、吸烟、生活用火不慎、玩火、自燃、自然灾害、其他。

二、火灾特征

1. 放出热量

放热是火灾的重要特征。火灾中可燃物燃烧时要放出燃烧热,其热量以导热传热、对流传热和辐射传热三种方式向未燃物和周围环境传递,使未燃物温度升高,分子活化,反应加速,引起燃烧。正是因为火灾的放热与传热,使火灾越烧越严重,也就是人们常说的“火越烧越旺”。

2. 释放有毒气体

除了化学物质发生火灾会产生有毒有害气体外,一般火灾中由于热分解和燃烧反应,也会释放出大量的有毒气体。其中主要有一氧化碳、氰化氢、光气(COCl_2)、氮氧化合物、氯化物、二氧化硫、氨。这些有毒气体对人体是极其有害的。如一氧化碳被吸入人体之后会严重阻碍血液携氧及解离能力,造成低氧血症,引起组织缺氧;氰化氢被吸入人体之后会引起细胞内缺氧、窒息。研究结果表明,火灾死亡人员中大多数是因中毒而死的。而一氧化碳是主要的毒性气体。

3. 释放出烟

在火灾中,由于燃烧和热解作用所产生的悬浮在大气中可见的固体和液体微粒称为烟。烟实际上是可燃物质燃烧后产生碳粒子和焦油状液滴,在实际火灾现场,烟还包括房屋、设备、家具倒塌时扬起的灰尘。

火灾中的烟不仅使能见度降低,对受害者造成心理负担,同时也会对呼吸道造成严重的损伤。

三、灭火方法及原理

灭火的技术关键就是破坏维持燃烧所需的条件,使燃烧不能继续进行。灭火方法可归纳成冷却、窒息、隔离和化学抑制四种。前三种灭火方法是通过物理过程进行灭火,后一种方法是通过化学过程灭火。不论是采用哪种方法灭火,火灾的扑救都是通过上述四种作用的一种或综合作用而灭火的。

1. 冷却法灭火

可燃物燃烧的条件(因素)之一,是在火焰和热的作用下,达到燃点、裂解、蒸馏或蒸发出可燃气体,使燃烧得以持续。冷却法灭火就采用冷却措施使可燃物达不到燃点,也不能裂解、蒸馏或蒸发出可燃气体,使燃烧终止。如可燃固体冷却到自燃点以下,火焰就将熄灭;可燃液体冷却到闪点以下,并隔绝外来的热源,就不能挥发出足以维持燃烧的气体,火灾就会被扑灭。

水具有较大的热容量和很高的汽化潜热,是冷却性能最好的灭火剂,如果采用雾状水流灭火,冷却灭火效果更为显著。

建筑水消防设备不仅投资少、操作方便、灭火效果好、管理费用低,且冷却性能好,是冷却法灭火的主要灭火设施。

2. 窒息法灭火

窒息法灭火就是采取措施降低火灾现场空间内氧的浓度,使燃烧因缺少氧气而停止。窒息法灭火常采用的灭火剂一般有二氧化碳、氮气、水蒸气以及烟雾剂等。在条件许可的情况下,也可用水淹窒息法灭火。

重要的计算机房、贵重设备间可设置二氧化碳灭火设备扑救初期火灾,高温设备间可设置蒸气灭火设备,重油储罐可采用烟雾灭火设备,石油化工等易燃易爆设备可采用氮气保护,以利及时控制或扑灭初期火灾,减少损失。

3. 隔离法灭火

隔离法灭火就是采取措施将可燃物与火焰、氧气隔离开来,使火灾现场没有可燃物,燃烧无法维持,火灾也就被扑灭。

石油化工装置及其输送管道(特别是气体管路)发生火灾,关闭易燃、可燃液体的来源,将易燃、可燃液体或气体与火焰隔开,残余易燃、可燃液体(或气体)烧尽后,火灾就被扑灭。电机房的油槽(或油罐)可设一般泡沫固定灭火设备;汽车库、压缩机房可设泡沫喷洒灭火设备;易燃、可燃液体储罐除可设固定泡沫灭火设备外,还可设置倒罐转输设备;气体储罐可设倒罐转输设备外,还可设放空火炬设备;易燃、可燃液体和可燃气体装置,可设消防控制阀门等。一旦这些设备发生火灾事故,可采用相应的隔离法灭火。

4. 化学抑制法灭火

化学抑制法灭火就是采用化学措施有效地抑制游离基的产生或者能降低游离基的浓度,破坏游离基的链锁反应,使燃烧停止。如采用卤代烷(1301、1211)灭火剂灭火,就是降低游离基的灭火方法。

抑制法灭火对于有焰燃烧火灾效果好,但对深部火灾,由于渗透性较差,灭火效果不理想,在条件许可情况下,应与火、泡沫等灭火剂联用,会取得满意的效果。

卤代烷灭火剂可以抑制易燃和可燃液体火灾(汽油、煤油、柴油、醇类、酮类、酯类、苯以及其他有机溶剂等)、电气设备(发电机、变压器、旋转设备以及电子设备)、可燃气体(甲烷、乙烷、丙烷、城市煤气等)、可燃固体物质(纸张、木材、织物等)的表面火灾。

由于卤代烷对大气臭氧层的破坏作用,应尽量限定特殊场所采用外,一般不宜采用。与卤代烷灭火效果相似或可以替代卤代烷的灭火剂,国内外正在研究中,有可能替代卤代烷的灭火剂有FE-232、FE-25、CGE410、CEA614、HFC-23、HFC-227、NAF-S-Ⅲ、氟碘烃等。

干粉灭火剂的化学抑制作用也很好,且近年来不少类型干粉可与泡沫联用,灭火效果很显著。凡是卤代烷能抑制的火灾,干粉均能达到同样效果,但干粉灭火的不足之处是有污染。

化学抑制法灭火, 灭火速度快, 使用得当可有效地扑灭初期火灾, 减少人员和财产的损失。

四、常用灭火剂

灭火剂的种类很多, 其中常用的有水、卤代烷灭火剂、泡沫灭火剂、干粉灭火剂、二氧化碳灭火剂等。近几年, 洁净环保型灭火剂应用也越来越广泛, 如 SDE 灭火剂、七氟丙烷、气溶胶等。

1. 水

水是最常用的一种天然灭火剂。灭火时可以利用高压水泵和水枪产生直流水或开花水, 直接喷射在燃烧面上灭火; 或通过水泵加压并由喷雾水枪射出雾状水流进行灭火; 也可以以水蒸气的形式施放到燃烧区使燃烧物质因缺氧而停止燃烧。

水的灭火机理主要有冷却作用、窒息作用、对水溶性可燃液体的稀释作用、冲击乳化作用以及水力冲击作用等。灭火时, 往往不是一种作用的单独结果, 而是几种作用的综合结果, 但一般情况下, 冷却是水的主要灭火作用。当然, 灭火时水流的形态不同, 水的各种灭火作用在灭火中的地位也就不同, 如直流水或开花水灭火的主要作用是冷却和水力冲击, 水蒸气灭火的主要作用是窒息, 喷雾水灭火的主要作用是冲击乳化。灭火的对象不同, 水的主要灭火作用也不相同, 如用水扑救水溶性可燃液体火灾时, 水的主要灭火作用是稀释。

用水作灭火剂, 具有灭火效果好、使用方便、价格便宜、器材简单等优点, 而且适用于多种类型的火灾。因此, 水是建筑最主要的灭火剂。但水不是万能的灭火剂, 对下列火灾不能用水扑救。

(1) 不能用水扑救遇水燃烧物质的火灾, 如活泼金属类、金属氢化物类、金属碳化物类、金属磷化物类、硼氢化物类、金属氰化物类、金属硅化物类以及金属硫化物类等。因为这类物质与水能发生反应, 产生可燃气体, 同时放出一定热量, 当温度达到可燃气体的自然点或可燃气体接触明火时, 便会燃烧或爆裂。

(2) 一般情况下, 不能用直流水扑救可燃粉尘(面粉、铝粉、糖粉、煤粉、锌粉等)聚集处的火灾, 因为粉尘被水流冲击后会悬浮在空气中, 易与空气形成爆裂性混合物。

(3) 在没有良好的接地设备或没有切断电源的情况下, 一般不能用直流水扑救高压电气设备火灾。

(4) 不宜用直流水扑救橡胶、褐煤的粉状产品的火灾。由于水不能浸透或很难浸透这些燃烧介质, 因而灭火效率很低。只有在水中添加润湿剂, 提高水流的浸透力, 才能用水有效地扑灭。

(5) 不能用直流水扑救轻于水且不溶于水的可燃液体火灾, 因为这些液体会漂浮在水面上随水流散, 可能助长火势扩大, 促使火灾蔓延。

(6) 不能用水扑救储存有大量浓硫酸、浓硝酸的场所的火灾, 因为水与酸液接触会引起酸液发热飞溅。

(7) 不宜用水扑救某些高温生产装置或设备火灾, 因为这些高温装置或设备的金属表面受到水流突然冷却时, 会影响机械强度, 使设备可能遭到破坏。

水的灭火形态有直流水、开花水和雾状水三种。其中直流水和开花水由消火栓所接水枪喷出柱状或开花水枪喷出的滴状水流, 主要用于扑救 A 类固体火灾, 或闪点在 120°C 以上、常温下呈半凝固状态的重油火灾, 以及石油或天然气井喷火灾。雾状水主要指水滴直径小于 $100\mu\text{m}$ 的水流, 用于扑救粉尘、纤维状物质以及高技术领域的特殊火灾, 如计算机房、航

天飞行器舱内火灾及现代大型企业的电器火灾。雾状水有利于水对燃烧物的渗透，降温快，容易气化，气化后体积增大约 1700 倍，稀释了火焰附近的氧气的浓度，窒息了燃烧反应，又有效地控制了热辐射，灭火效率高，水渍损失小。

2. 泡沫灭火剂

凡能够与水混合并可通过化学反应或机械方法产生灭火泡沫的灭火药剂，称为泡沫灭火剂。泡沫灭火剂一般由发泡剂、泡沫稳定剂、降黏剂、抗冻剂、助溶剂、防腐剂及水组成。

按照泡沫生成原理，泡沫灭火剂可分为化学泡沫灭火剂和空气泡沫灭火剂。化学泡沫是通过硫酸铝和碳酸氢钠的水溶液发生化学反应产生的，泡沫中包含的气体为二氧化碳。空气泡沫是通过空气泡沫灭火剂的水溶液与空气在泡沫产生器中进行机械混合搅拌而生成的，所以空气泡沫又称为机械泡沫，泡沫中所含气体为空气。

按发泡倍数，泡沫灭火剂可分为低倍数泡沫、中倍数泡沫和高倍数泡沫。低倍数泡沫灭火剂的发泡倍数一般在 20 倍以下，中、高倍数灭火剂的发泡倍数一般在 20~1000 倍。根据发泡剂的类型，低倍数空气泡沫灭火剂又分为蛋白泡沫、氟蛋白泡沫、水成膜泡沫、合成泡沫、抗溶性泡沫五种类型。按用途，泡沫灭火剂可分为普通泡沫灭火剂和抗溶泡沫灭火剂。

化学泡沫灭火剂全属于低倍数泡沫灭火剂。空气泡沫灭火剂种类繁多，绝大多数也是低倍数泡沫灭火剂。

泡沫灭火是由泡沫灭火剂的水溶液通过化学、物理的作用，填充大量的气体后形成无数的小气泡。气泡的相对密度为 0.001~0.5，远小于可燃易燃液体的相对密度，可以覆盖在液体表面，形成泡沫覆盖层。泡沫灭火的作用机理如下。

- (1) 泡沫在燃烧物表面形成了泡沫覆盖层，可以使燃烧物表面与空气隔绝。
- (2) 泡沫层封闭了燃烧物表面，可以遮断火焰的热辐射，阻止燃烧物本身与附近可燃物的蒸发。
- (3) 泡沫析出的液体对燃烧表面进行冷却。
- (4) 泡沫受热蒸发产生的水蒸气可以降低燃烧物附近氧的浓度。

泡沫灭火剂主要用于扑救可燃液体的火灾，是石化企业主要使用的灭火剂。

各类泡沫灭火剂性能比较见表 1-1。

表 1-1 各类泡沫灭火剂的性能比较

分类	名 称	组 成	优缺点	扑救场所
化学泡沫灭火剂	YP 型普通化学泡沫	硫酸铝、碳酸氢钠+水解蛋白稳定剂	泡沫黏稠、流动性差、灭火效率低、不能久储	A 类及 B 类非水溶性油类液体
	YPB 型	YP+氟碳蛋白表面活性剂+碳氢蛋白表面活性剂	泡沫黏度小、流动性好、自封性好、灭火效率高，为同容量 YP 型灭火剂的 2~3 倍，储存期长	A 类及 B 类非水溶性油类液体，但不能扑救水溶性液体
空气泡沫灭火剂	蛋白泡沫灭火剂	蛋白泡沫灭火剂以动植物蛋白质或植物性蛋白质在碱性溶液中浓缩液为基料，加入适当的稳定剂、防腐剂和防冻剂等添加剂的起泡性液体	该灭火剂具有成本低、泡沫稳定，灭火效果好，污染少等优点。但流动性差影响了灭火效率。该泡沫耐油性低，不能以液下喷射方式扑救油罐火灾	各种石油产品、油脂等火灾，亦可扑救木材、油罐火灾、在飞机的跑道上灭火
	氟蛋白泡沫灭火剂	蛋白泡沫基料+氟碳表面活性剂配制而成	克服了蛋白泡沫灭火剂的缺点，同时可以液下喷射方式扑救油罐火灾。与干粉(ABC 类)的相溶性好；可采用液下喷射方式	可扑救大型储罐散装仓库、输送中转装置、生产加工装置，油码头的火灾及飞机火灾