

///

实用消防安全丛书

建筑气体灭火系统

中国消防协会学术工作委员会 组织编写



张学魁 张 焯 编著



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

实用消防安全丛书

建筑气体灭火系统

中国消防协会学术工作委员会 组织编写



张学魁 张 焯 编著



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑气体灭火系统/张学魁, 张烨编著. —北京: 化学工业出版社, 2005.11
(实用消防安全丛书)
ISBN 7-5025-7901-X

I. 建… II. ①张…②张… III. 建筑物-气体-防火系统-基本知识 IV. TU998.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 137802 号

实用消防安全丛书

建筑气体灭火系统

中国消防协会学术工作委员会 组织编写

张学魁 张 烨 编著

责任编辑: 杜进祥

文字编辑: 宋 薇

责任校对: 吴桂萍

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社 出版发行
安全科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 8 字数 184 千字

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7901-X

定 价: 18.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序 言

消防是一项社会性、科学性很强的工作，是人民生命财产安全和社会主义经济建设的重要保障之一。近年来，随着改革开放的不断深入，国家经济建设的快速发展，城市化建设规模的不断扩大，对消防工作的要求也越来越高。只有普及消防法规和消防科技教育，才能有效地预防和减少火灾危害。在当前国家经济建设迅速发展，火灾形势相当严峻的情况下，将消防知识纳入社会教育、培训的内容，对于提高全民的消防素质，增强全社会抗御火灾的能力，意义重大。

近年来，随着国民经济和人民生活水平的稳步提高，消防产业逐渐上升为国民经济的重要组成部分。各类消防企业如雨后春笋般成长起来。据统计，我国现有各类消防产品生产企业数千家，消防工程施工企业万余家，从业人员达百余万人。开展消防安全培训，提高从业人员消防安全意识和素质的问题，越来越引起各级政府的重视。尤其是《中华人民共和国消防法》把消防教育、培训上升为法律规定，有力地推动了社会消防教育、培训工作。

为了服务于社会消防安全教育、培训工作，结合当前消防技术法规要求和消防科学技术发展，中国消防协会学术工作委员会和化学工业出版社安全科学与工程出版中心共同组织专业人员编写了这套“简明扼要，选材新颖，特色鲜明，通俗易懂”的实用消防安全丛书，全面系统地介绍当代防火、灭火技术知识，以供广大消防工程设计、施工安装技术人员，社会单位消防管理人员及消防专业相关人员学习、培训使用。

这套丛书包括9个分册，分别为：《消防基础知识》、《灭火剂与灭火器》、《建筑防火安全技术》、《建筑电气防火技术》、《建筑火灾自动报警技术》、《建筑消防给水系统》、《建筑气体灭火系统》、《建筑消防安全管理》、《建筑消防安全问答》等。这套丛书的一个共同特点是

坚持理论与实践相结合的原则，反映了消防领域的基本知识、基本方法和作者的宝贵经验以及有关领域的最新成果，注重实用性和可操作性，力求通俗易懂，面向广大社会从业人员。

我相信这套丛书的出版，有利于社会消防安全教育、培训工作，对提高公民的消防安全素质、增强全民抗御火灾的能力将发挥积极的作用，消防领域的广大科技工作者、管理人员以及相关专业人员也将从中受益。

中国人民武装警察部队学院副院长，少将
中国消防协会学术工作委员会主任委员

A handwritten signature in black ink, consisting of two large, stylized Chinese characters, '杨' (Yang) and '雪' (Xue), written in a cursive style.

2005 年 11 月

前 言

建筑作为人类活动的场所，在保证人们正常生活、工作的同时，确保消防安全显得非常重要，设置完善的消防设施是其应具备的最基本条件。随着社会的发展和各种新材料、新设备、新工艺的大量应用，建筑火灾危险性明显增大，而且，对建筑物的保护也不仅仅局限于建筑本身，更主要的是建筑内的人员和设备。这就对灭火提出了新的要求，气体灭火系统就是针对新的火灾而出现的固定灭火系统。

某些建筑或建筑的某些部位，用水灭火产生的次生危害不容忽视，这就要求应选用清洁的灭火系统——气体灭火系统。气体灭火系统是以某些惰性气体作为灭火剂，灭火后可完全挥发，不留残迹。但水灭火系统作为建筑消防的主体是无可置疑的，气体灭火系统不能取代水灭火系统的主导作用，它是水灭火系统的重要补充，它与灭火器、水灭火系统等一起构成完整的建筑灭火设施体系。

本书由张学魁（中国人民武装警察部队学院）、张烨（山西大同消防支队）合作编写，就二氧化碳、IG541 和卤代烷等常用的气体灭火系统，从系统的组成、工作原理、设计计算、设置要求等方面加以详尽论述，另外，简单介绍了气溶胶灭火系统，这是一种准气体灭火系统，具有气体灭火系统的很多特点，但与传统定义的气体灭火系统又有所区别。在编著过程中，得到了许多同行的支持，本书也是在其他书籍的基础上形成的，在此，一并

致以深切的感谢。

由于编者手头资料有限，对问题的理解深度不够，可能会出现这样那样的错误，恳请广大读者指出，以便改进。

编 者

2005 年 9 月

内 容 简 介

本书是《实用消防安全丛书》之一。本书结合有关的消防技术规范和最新的研究成果,就目前常用的几种建筑气体灭火系统:二氧化碳、IG541、卤代烷和气溶胶,从系统的组成、工作原理、设计计算、设置要求、施工安装、维护管理等方面作了较为详尽的论述。全书共分七章:系统概述、灭火剂用量计算、系统组成、系统水力计算、防护区设置要求、系统的管理和气溶胶灭火系统。书中还用相当大的篇幅通过示例介绍了各类气体灭火系统设计计算过程,以便于掌握气体灭火系统设计计算的特殊性,加深对气体灭火系统的理解和认识,以给读者一个完整的概念。

本书可供消防工程设计、施工、安装科技人员使用。

目 录

第一章 气体灭火系统概述	1
第一节 气体灭火系统的应用	1
第二节 气体灭火系统的类型	6
第三节 气体灭火剂应用特性	12
第二章 灭火剂用量	27
第一节 二氧化碳灭火系统灭火剂用量	27
第二节 IG541 灭火系统灭火剂用量	37
第三节 卤代烷灭火系统灭火剂用量	40
第三章 气体灭火系统的组成	72
第一节 气体灭火系统的基本组成及工作原理	72
第二节 储存装置	74
第三节 启动分配装置	85
第四节 喷头	89
第五节 管道	93
第六节 其他装置	107
第七节 气体灭火系统调试	109
第四章 气体灭火系统的水力计算	113

第一节	气体灭火系统的主要性能参数	113
第二节	流量计算	124
第三节	管径及喷嘴孔口面积确定	126
第四节	储存容器数量确定	137
第五节	管道压力损失	137
第六节	系统工作压力	158
第七节	高程压差校正	163
第八节	喷头工作压力	165
第九节	气体灭火系统设计计算示例	165
第五章	防护区	218
第一节	防护区建筑要求	218
第二节	防护区安全要求	222
第三节	系统的启动控制要求	225
第六章	气体灭火系统的管理	228
第一节	气体灭火系统的审核	228
第二节	气体灭火系统的验收	231
第三节	气体灭火系统的检查维护	233
第七章	气溶胶灭火系统	236
第一节	系统的组成及工作原理	236
第二节	系统的适用范围	238
第三节	系统的设置要求	238
第四节	灭火剂用量计算	241
参考文献		244

第一章 气体灭火系统概述

为降低、消除火灾的危害，需要在建筑物内安装灭火设施。但在灭火的同时，灭火剂产生的次生危害也是不容忽视的，为此，产生了气体灭火系统。气体灭火系统是以某些在常温、常压下呈现气态的物质作为灭火介质，通过这些气体在整个防护区内或保护对象周围的局部区域建立起灭火浓度实现灭火。由于其特有的性能特点，主要用于保护某些特定场合，是建筑物内安装的灭火设施中的一种重要形式。

第一节 气体灭火系统的应用

一、气体灭火系统的特点

相对于传统的水灭火系统，气体灭火系统具有明显的优点，但也存在着一些难以克服的缺点，这些缺点导致气体灭火系统不能取代水灭火系统，只能作为水灭火系统的补充。

（一）气体灭火系统的优点

气体灭火系统具有很多优点，可归纳为如下几点。

1. 灭火效率高

气体灭火系统启动后，达到灭火浓度的气体灭火剂将充满整个空间，对房间内各处的立体火均有很好的灭火作用，使得气体灭火系统的灭火效率高。特别是卤代烷灭火系统，在较低的气体灭火剂浓度下，对火灾就有非常强的抑制作用。

2. 灭火速度快

气体灭火系统的另一个特点是灭火速度快。灭火速度快体现在两个方面：一是气体灭火系统多为自动控制，探测、启动及时；二是对火的抑制速度快，可以快速将火灾控制在初期。实验证明，气体灭火系统长则几分钟、短则几秒钟就可将火扑灭，可极大地避免恶性火灾事故的发生。

3. 适应范围广

从可以扑救的火灾类别看，气体灭火系统可以有效地扑救固体火灾、液体火灾、气体火灾，而且由于灭火剂不导电，可以利用其扑救电气设备火灾，因此，具有较宽的灭火范围。

4. 对被保护物不造成二次污损

气体灭火剂是一种清洁灭火剂，灭火后灭火剂很快挥发，对保护对象无任何污损，不存在二次污染。火灾和实验说明，气体灭火系统在灭火的同时或火灾扑灭以后，计算机和其他的电气设备可继续运行，对磁盘、胶卷等储存的信息无影响。气体灭火系统的“清洁”是其他灭火系统不可比拟的。

（二）气体灭火系统的缺点

事物有其两重性，气体灭火系统虽然有很多优点，但也存在缺点，可归纳为如下几点。

1. 系统一次投资较大

与建筑物设置的其他固定灭火系统相比，气体灭火系统投资

2 建筑气体灭火系统

较大。因此，是否设置就要考虑造价与受益的关系。

2. 对大气环境的影响

近几年的科学研究证明，气体灭火系统对环境有较大的影响，会破坏大气臭氧层，而且会产生温室效应。特别是卤代烷 1301 和卤代烷 1211 灭火剂对大气臭氧层的破坏作用非常显著。为了保护我们赖以生存的地球环境，世界各国正在积极寻找卤代烷灭火剂的替代物，并已取得较大成果（某些替代物仍属于卤代烷序列）。

3. 不能扑灭固体物质深位火灾

由于气体灭火系统的冷却效果较差，而且灭火剂设计浓度不易维持太长的时间，因此，不能用气体灭火系统扑救固体物质的深位火灾，这类火灾适宜用水灭火系统扑救。

4. 被保护对象限制条件多

气体灭火系统的灭火成败，不仅取决于气体灭火系统本身，防护区或保护对象能否满足要求也起着关键的作用，因此，要求气体灭火系统的防护区或保护对象要符合规定的条件。

二、气体灭火系统的适应范围

由于气体灭火剂本身性质决定，有些火灾用气体灭火剂扑救效果较为理想，而有些火灾效果差，甚至无效。

（一）适宜用气体灭火系统扑救的火灾

下列火灾适宜用气体灭火系统扑救。

① 液体火灾或石蜡、沥青等可熔化的固体火灾。

② 气体火灾。

③ 固体表面火灾及棉毛、织物、纸张等部分固体深位火灾。

④ 电气设备火灾。

(二) 不适宜用气体灭火系统扑救的火灾

下列火灾不适宜用气体灭火系统扑救。

- ① 硝化纤维、火药等含氧化剂的化学制品火灾。
- ② 钾、钠、镁、钛、锆等活泼金属火灾。
- ③ 氢化钾、氢化钠等金属氢化物火灾。

(三) 常用的场合

气体灭火系统应用于特定的范围，是一种较为理想的自动灭火系统，常用的具体场所如下。

1. 重要场所

气体灭火系统本身造价较高，因此一般应用于在政治、经济、军事、文化及关乎众多人员生命的重要场合。

2. 怕水污损的场所

如重要的通讯机房，调度指挥控制中心，图书档案室等，这类场所无疑非常重要，而且要求灭火剂清洁，在灭火的时候不产生次生危害，气体灭火系统就是最佳选择。

3. 甲、乙、丙类液体和可燃气体储藏室或具有这些危险物的工作场所

气体灭火系统对于扑救甲、乙、丙类液体火灾非常有效，而且在灭火的同时，对防护区及内部的设备、物品等提供保护，可及时控制火势的蔓延扩大。

4. 电气设备场所

安装有发电机、变压器、油浸开关等场所，用气体灭火系统灭火时或灭火后不影响这些设备的正常运行。

4 建筑气体灭火系统

三、气体灭火系统的设置原则

在我国有关消防技术规范中，对气体灭火系统的设置做出了强制性规定。

(一) 应设置气体灭火系统的建筑及部位

建筑内的下列房间，应设置气体灭火系统。

① 主机房建筑面积不小于 140m^2 的电子计算机房中的主机房和基本工作间的已记录磁、纸介质库。

② 省级或超过 100 万人口的城市，其广播电视发射塔楼内的微波机房、分米波机房、米波机房、变配电室和不间断电源 (UPS) 室。

③ 国际电信局、大区中心、省中心和一万路以上的地区中心的长途程控交换机房、控制室和信令转接点室。

④ 两万线以上的市话汇接局和六万门以上的市话端局程控交换机房、控制室和信令转接点室。

⑤ 中央及省级治安、防灾和网、局级及以上的电力等调度指挥中心的通信机房和控制室。

⑥ 其他特殊重要设备室。

(二) 有限制条件的设置场所

建筑内的下列房间应设置气体灭火系统，但不得采用卤代烷 1211、卤代烷 1301 灭火系统。

① 国家、省级或藏书量超过 100 万册的图书馆的特藏库。

② 中央和省级档案馆中的珍藏库和非纸质档案库。

③ 大、中型博物馆中的珍品库房。

④ 一级纸、绢质文物的陈列室。

⑤ 中央和省级广播电视中心内，面积不小于 120m^2 的音像制品库房。

第二节 气体灭火系统的类型

为满足各种保护对象的需要，气体灭火系统具有多种应用形式，以便充分发挥其灭火作用，最大限度地降低火灾损失。

一、按使用的灭火剂分类

气体灭火系统根据其使用的灭火剂，可归纳为以下类型。

（一）二氧化碳灭火系统

二氧化碳灭火系统是以二氧化碳作为灭火介质的。二氧化碳作为一种标准工业制品已被应用多年。19 世纪，人们发现二氧化碳对一般的燃烧反应呈现惰性，而且在较高浓度下可使燃烧反应终止，可以作为灭火剂使用。20 世纪初期，二氧化碳灭火剂的应用有了较大发展，直到今天，由于二氧化碳灭火剂易于制造、价格低廉，在很多场合得到应用。

相对于卤代烷灭火系统来说，二氧化碳灭火剂用量大，相应的系统规模较大，投资较大，灭火时的毒性危害较大。另外，二氧化碳会产生温室效应，对环境有影响，所以，该系统也不宜广泛使用。

二氧化碳灭火系统有高压系统和低压系统两种应用形式。高压二氧化碳灭火系统是将灭火剂储存容器放置在自然环境中，在 20°C 时，工作压力为 5.17MPa ；低压二氧化碳灭火系统是将灭火剂储存容器的温度维持在 -18°C ，其系统工作压力为 2.17MPa ，由于其工作压力较低，灭火剂储存容器容积较大，避

免了高压二氧化碳灭火系统储存容器数量过多、不便管理的缺点。

（二）IG541 灭火系统

IG541 灭火系统是以氮气、氩气、二氧化碳三种惰性气体的混合物作为灭火介质的。由于其来自于自然，是一种无毒、无色、无味、惰性及不导电的纯“绿色”压缩气体，固又称为洁净气体灭火系统。这种系统较早由美国克里斯蒂安 J. 兰伯森（Christian J. lambertsen 医学博士）潜心研究用于灭火，美国安素公司研制生产并推广应用，商业名称“烟烙尽”。

（三）七氟丙烷灭火系统

七氟丙烷灭火系统以七氟丙烷作为灭火介质，仍属卤代烷灭火系统的一种，具有卤代烷灭火系统的特点，毒性较低，可用于经常有人工作的防护区。七氟丙烷灭火系统是为寻找卤代烷 1301 灭火系统和卤代烷 1211 灭火系统而开发的新型气体灭火系统，若代替卤代烷 1301 灭火系统，其灭火剂质量约增加 70%，储存容器数量增加约 30%。

（四）卤代烷 1301 灭火系统

卤代烷 1301 灭火系统以哈龙 1301（三氟一溴甲烷）作为灭火介质。卤代烷 1301 具有清洁、毒性小、使用期长、喷射性能好、灭火效果好等优点，该系统曾是国际上应用最广泛的一种气体灭火系统。但由于其对大气臭氧层有较大的破坏作用，故其应用已开始受到严格限制，按照有关国际协议，2010 年停止生产、使用。