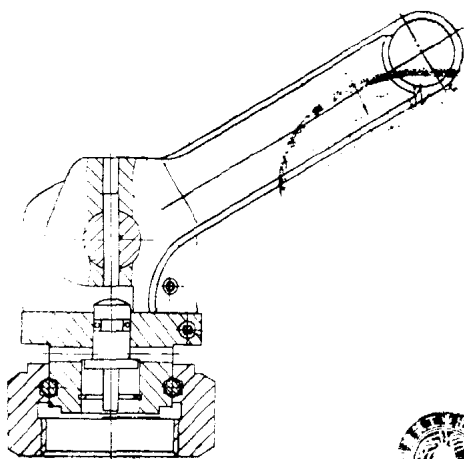


气体消防技术

建筑给水排水丛书

气体 消防技术

田如漪 主编 蒋彦胤 傅荣海 熊湘伟 副主编



中国建筑工业出版社

建筑给水排水丛书

气体消防技术

田如漪 主编

蒋彦胤 傅荣海 熊湘伟 副主编



中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

本书重点阐述卤代烷 1301、1211 及 CO_2 为主要灭火介质的气体灭火系统的概念分类、设计要求、系统组件、操作控制、灭火剂量计算、管网流体计算、安装施工、开通调试、工程验收、监督检查、维修检查与工程实例。

概述中简要介绍了气体消防技术范畴与发展前景,气体灭火剂的物化特性、灭火机理、应用范围和安全要求。常用资料中给出了气体消防技术术语、气体灭火设备的生产厂家与产品特点、微机辅助设计计算机软件等信息资料。

本书可供从事给排水专业和气体消防技术工作的工程设计、科研、施工安装、维修检验、监督管理、生产销售等人员阅读,也可兼作技术培训教材和有关大专院校的参考教材。

建筑给排水丛书
气体消防技术

田如漪 主编

蒋彦胤 傅荣海 熊湘伟 副主编

*

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
北京市顺义县燕华印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/32 印张:13¹/₂ 字数:300 千字

1996 年 8 月第一版 1996 年 8 月第一次印刷

印数:1—2100 册 定价:17.00 元

ISBN7-112-02875-2
TU·2194(7988)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

积极发展给水排水
技术不断提高设计
水平与工程质量

癸丑年壬子集以素題

序 言

建筑给水排水是给水排水工程三大支柱之一，和城镇给水排水、工业给水排水共同组成给水排水工程整体。建筑给水排水工程是各类建筑工程不可缺少的有机组成部分，它是与人民生活、生产活动、卫生安全保障有着密切相关的一门学科。

建筑给水排水既古老而又年轻，建国以来它先后经历了房屋卫生技术设备、室内给水排水和建筑给水排水三个阶段。发展到目前阶段的建筑给水排水，其内涵日益丰富，包括建筑内部给水排水、建筑消防、建筑小区给水排水、建筑水处理和特殊建筑给水排水等五个组成部分。

在社会主义建设繁荣昌盛、国民经济持续发展、人民生活水平迅速提高、改革开放日益深入的大好形势下，高层建筑和旅游建筑的大量兴建、设备器材的日新月异、国外先进技术的不断引进、基础科学的应用普及等方面都促进了建筑给水排水技术的发展，突出表现在气压给水技术、自动调速给水技术、节水节能技术、新型单立管排水技术、水加热技术、饮水制备技术、建筑中水技术、建筑水循环处理技术以及喷泉技术等等。

为了全面总结和推广应用建筑给水排水新技术，中国工程建设标准化协会建筑给水排水委员会和中国土木工程学会给水排水学会建筑给水排水委员会共同筹组建筑给水排水编辑委员会，组织编撰“建筑给水排水丛书”。该“丛书”总结

了建筑给水排水领域的主要专题技术，共有十多本专著，将陆续出版。

“建筑给水排水丛书”的编辑出版，无疑是建筑给水排水事业的一件大事，一件盛事，可以预见它必将在普及专业知识、总结技术成就、强化学科深度、推动学术交流、繁荣学术创作、培养后继人才、促进继续教育工作等方面起积极作用；也必将全面推进建筑给水排水技术的发展。为此，我郑重地将“建筑给水排水丛书”推荐给从事建筑给水排水设计、科研、教学、施工、管理、生产的专业人员和有关部门，相信“丛书”能对你所从事的工作会有所裨益。

中国土木工程学会给水排水学会副理事长
国家环境保护局副局长

王撈祖

编 者 的 话

《气体消防技术》系“建筑给水排水丛书”之一。

本书是我国全面、系统论述气体消防技术首次出版的专著，内容新颖，读者广泛，普及与提高兼顾；基础理论部分深入浅出，通俗易懂；工程设计部分实用可行，指导实践；吸收了国内外气体消防技术领域的新技术、新产品、国家标准和国家规范等科研成果，反映了国内的先进技术水平。

本书实际上也是 20 多年来我国气体消防技术发展的经验积累和学术总结，凝集了历年来我国许许多多的气体消防专家学者、工程技术人员的劳动成果。

本书是在中国土木工程学会建筑给水排水委员会的统一组织和指导下，由全国气体消防研讨会负责编写的。考虑到编写、审核和配合出版工作的方便，组织了在京、津、沪三市的部分委员组成《气体消防技术》编写组。编写组的组成以设计单位的委员为主体，科研和工厂单位的委员辅助；由田如漪任主编，蒋彦胤、傅荣海、熊湘伟任副主编，唐祝华、萧泉生负责总审。编写组其他成员有：谢德隆、徐才林、赵世明、钱崇和、刘跃红、单筛淦、何庆伟、陶观楚。第 1 章由蒋彦胤编写；第 2、3、11、12 章由田如漪编写；第 4、5、10 章由傅荣海编写；第 6 章由钱崇和编写；第 7 章由徐才林编写；第 8 章由赵世明编写；第 9 章由谢德隆、田如漪编写；第 13 章由单筛淦编写；常用资料由萧泉生等编写。在编写过程中还得到冯修远、周富根、杜世铃、罗德安、钱国泰以及

有关部门和同行们的支持与帮助，在此一并致谢。

鉴于时间和水平有限，书中不妥之处望读者指正，以便研讨交流，共同提高，再版修正。

目 录

题 词	叶如棠
序 言	王扬祖
编者的话	
1. 概述	1
1.1 气体灭火系统的种类、命名、灭火机理	1
1.2 卤代烷 1301、1211 及 CO_2 的物理性质 和灭火效率	11
1.3 卤代烷 1301、1211 及 CO_2 的应用范围	21
1.4 卤代烷 1301、1211 及 CO_2 的安全使用	25
1.5 气体消防技术的发展前景	28
2. 卤代烷 1301、1211 及 CO_2 灭火系统的分类	33
2.1 管网灭火系统和无管网灭火系统	33
2.2 全淹没系统和局部应用系统	35
2.3 单元独立系统和组合分配系统	37
2.4 均衡系统和非均衡系统	39
2.5 贮压式灭火系统和贮气容器式灭火系统	41
2.6 其他	42
3. 气体灭火系统的设计	43
3.1 气体灭火系统设计标准和原则	43
3.2 全淹没系统防护区设置要求	45
3.3 局部应用系统防护区设置要求	57
3.4 专用贮瓶间设置要求	59
3.5 贮存容器的选择	61

3.6	气体灭火系统管网设计	64
4.	卤代烷 1301、1211 及 CO ₂ 系统组件	80
4.1	贮存容器及贮存装置	80
4.2	容器阀	84
4.3	选择阀	91
4.4	压力开关	93
4.5	安全阀或泄压装置	94
4.6	喷嘴	96
4.7	附件	101
5.	卤代烷 1301、1211 及 CO ₂ 灭火系统 的操作与控制	108
5.1	卤代烷 1301、1211 和 CO ₂ 系统组成 的设备和器件	108
5.2	典型气体自动灭火系统的操作控制过程	115
5.3	单元独立灭火系统的操作与控制	116
5.4	组合分配系统的操作与控制	119
5.5	带备用容器组灭火系统的操作与控制	122
5.6	分组组合控制系统的操作与控制	127
5.7	“二重集流管”系统的控制与操作	129
6.	卤代烷 1301、1211 及 CO ₂ 灭火剂用量计算	132
6.1	全淹没系统灭火剂设计浓度	132
6.2	灭火剂设计总用量	140
6.3	全淹没系统设计灭火总用量	143
6.4	全淹没系统灭火剂的流失补偿量	150
6.5	局部应用系统灭火剂设计灭火用量	155
6.6	灭火剂的剩余量	162
7.	卤代烷 1301 管网流体计算	166
7.1	流动特性和算法	166
7.2	基本参数	170

7.3	压力损失计算公式	173
7.4	分流流量校正	192
7.5	管径和喷嘴孔口面积的计算	196
7.6	公式计算法的计算步骤及举例	205
7.7	图表计算法的计算步骤及举例	213
8.	卤代烷 1211 管网流体计算	219
8.1	管网计算的任务与要求	219
8.2	管网系统的基本规律及基本参数	220
8.3	管网参数的选择	227
8.4	管网系统的验算	229
8.5	参数调整	235
8.6	设计计算步骤和工程实例	240
9.	CO₂ 管网流体计算	253
9.1	全淹没系统管网计算	253
9.2	局部应用系统管网设计与计算	269
9.3	CO ₂ 局部应用灭火系统工程设计 实例与经济分析	279
10.	卤代烷 1301、1211 及 CO₂ 灭火系统的安装	291
10.1	贮存容器的安装	291
10.2	集流管的安装	295
10.3	选择阀的安装	299
10.4	管道的安装	300
10.5	喷嘴的安装	305
10.6	操作装置的安装	306
10.7	压力开关的安装	310
10.8	自动灭火监控装置的安装和布线	311
10.9	警告标志的安装	311
11.	气体灭火系统的调试	313
11.1	调试的基本要求	313

11.2	调试前的准备	315
11.3	调试	316
11.4	系统调试报告	321
12.	气体灭火系统的验收	327
12.1	系统验收的基本方法和要求	327
12.2	系统验收的工作步骤	328
12.3	防护区的检查	329
12.4	贮瓶间的检查	330
12.5	管网及其安装质量检查	333
12.6	系统的功能试验	333
13.	系统的维护检查	346
13.1	系统的日常维护	346
13.2	系统的定期维护	351
13.3	维修记录与报告	353
14.	常用资料	355
14.1	气体消防术语	355
14.2	卤代烷灭火系统计算机程序推荐	362
14.3	国内主要产品简介	367
14.4	国内固定灭火设备生产厂家名录	387
14.5	卤代烷替代物简介	389
14.6	主要参考文献	415

1. 概 述

随着人类社会生产力的发展,生产规模不断扩大,物资储运不断增加,同时城市建筑日益增多,而火灾的发生与损失也日益严重。18 世纪初期英国首先采用的固定喷水灭火系统,应用到 20 世纪,收到良好效果,火灾扑灭率可达 99% 左右,而 50 年代发展起来的自动探测报警技术和自动喷水灭火系统相结合,更使自动喷水灭火系统进入新的发展阶段,成为迄今为止世界上应用最广泛的灭火系统。但是它的适用范围有着较大的局限性,它不适于扑救可燃气体、可燃液体和电气火灾,也不宜用于扑救计算机房、重要文物档案库、通讯广播机房、微波机房等忌水场合和设备的火灾。为了扑救上述火灾,20 世纪以来相继出现了低倍数泡沫灭火系统、高倍数泡沫灭火系统、二氧化碳灭火系统、卤代烷灭火系统、蒸汽灭火系统、干粉灭火系统等等。

本书专题论述气体消防技术领域的基础理论和工程设计。简要介绍气体灭火系统的种类、特性、灭火机理、适用范围及发展概况;重点介绍卤代烷 1301、1211 及 CO_2 灭火系统。内容涉及系统分类、系统设计、系统组件、系统操作与控制、系统安装、调试、验收、系统安全与维护等。

1.1 气体灭火系统的种类、命名、灭火机理

1.1.1 气体灭火系统的种类

气体灭火系统一般包括卤代烷灭火系统、二氧化碳(CO₂，下同)灭火系统、蒸汽灭火系统、氮气灭火系统及烟雾灭火系统等。当前国内外较广泛应用的是卤代烷与CO₂两类，其中卤代烷灭火系统常用的为卤代烷1211灭火系统与卤代烷1301灭火系统。

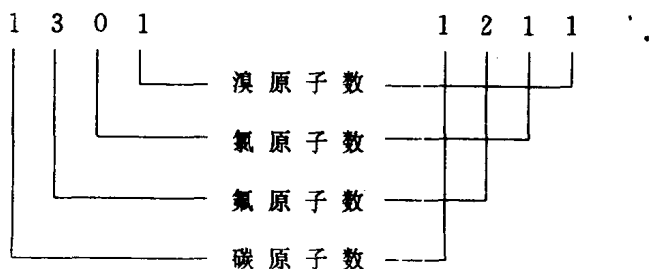
1.1.2 命名

卤代烷灭火剂主要是烷烃化合物中的氢原子完全地或部分地被卤族元素取代而生成的卤代化合物，而它们具有不同程度的灭火能力。因此，这些具有灭火能力的卤代化合物称为卤代烷灭火剂。属于卤族元素而又被用作灭火剂的有氟(F)、氯(Cl)、溴(Br)。

通常应用的卤代烷灭火剂主要有：三氟一溴甲烷（简称1301）、二氟一氯一溴甲烷（简称1211）、二氟二溴甲烷（简称1202）和四氟二溴乙烷（简称2402）。由于后两种毒性和成本偏高，挥发性较低，目前国内外大都使用前两种灭火剂。

卤代烷灭火剂编号命名法示例如下：

编 号	分子式	碳原子数	氟原子数	氯原子数	溴原子数
1301	CF ₃ Br	1	3	0	1
1211	CF ₂ ClBr	1	2	1	1



此命名法既书写简便，又利于记忆。现将卤代烷灭火剂与氟里昂致冷剂的命名、化学名称、化学式及缩写对照见表1-1。

卤代烷灭火剂与氟里昂致冷剂命名法对照 表 1-1

化 学 名 称	化 学 式	编号命名	缩 写	氟里昂法
三 氟 一 溴 甲 烷 bromotrifluoromethane	CF_3Br	1301	BTM	F_{13}B_1
二 氟 一 氯 一 溴 甲 烷 bromochlorodifluoromethane	CF_2ClBr	1211	BCF	F_{12}B_1
四 氟 二 溴 乙 烷 dibromotetrafluoroethane	$\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$	2402	DTE	F_{114}B_2
二 氟 二 溴 甲 烷 dibromodifluoromethane	CF_2Br_2	1202	DDM	F_{12}B_2
三 氟 一 氯 甲 烷 tribromochloromethane	CF_3Cl	131 ^①		F_{13}
二 氟 二 氯 甲 烷 dichlorodifluoromethane	CF_2Cl_2	122 ^①		F_{12}
二 氟 一 氯 甲 烷 difluorochloromethane	CHF_2Cl	121		F_{22}

① 者属氟里昂类致冷剂，不作灭火剂用。

1.1.3 灭火机理

物质燃烧不论是有焰还是无焰的表面燃烧，若不能满足各自的条件，就不会发生燃烧现象。当燃烧发生后，若将维持燃烧的必备条件之一破坏，则将不会继续燃烧，也即火灾被扑灭了。因此，破坏燃烧条件，是令燃烧反应中止的过程。也可以说，灭火的基本原理是和燃烧条件密切相关的。

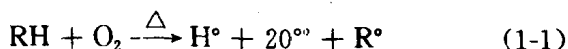
灭火的基本原理，一般可归纳为四个方面，即冷却、窒息（稀释氧气）、隔离（去除燃料）和化学抑制。前三种灭火主要是物理作用过程，而化学抑制系化学反应作用过程。

卤代烷灭火是借在火焰的高温中分解而产生的活性游离

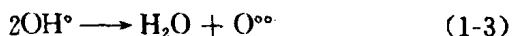
基 Br° 、 Cl° 等参与物质燃烧过程中的化学反应，消除维持燃烧所必须的活性游离基 H° 和 OH° 等，并生成稳定的分子如 H_2O 、 CO_2 及活性较低的游离基 R° 等，从而使燃烧过程中的化学连锁反应的链传递中断而灭火的。也可以说，卤代烷灭火剂对物质燃烧的化学反应历程实际上是起了负催化作用。

国内外学者均以游离基理论对燃烧过程的化学反应历程及卤代烷的灭火机理作出如下论述：

当燃料（烃类—— RH ）在空气中开始燃烧时，首先产生活性中心——游离基；

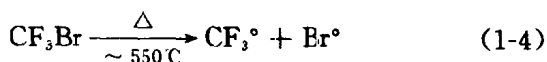


这就是连锁反应的链引发过程，进一步反应形成游离基的链传递；



最后一步反应放出大量的热并再生出 O° 游离基，若没有缓速剂或抑制剂的存在，这种连锁反应的步骤将自动发展下去，直到可燃物全部“变”成完全燃烧为止。

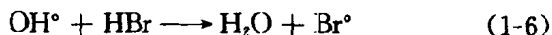
当喷射卤代烷灭火剂至火焰区时，灭火剂即受热分解，其灭火过程的化学反应（以 1301 为例）如下：



接着 Br° 游离基与燃料反应生成 HBr ，



HBr 再与式 (1-2) 生成的 OH° 反应，除掉了 OH° ，再生出 Br° ，



再生的 Br° 与 1301 新分解产生的 Br° ，均按式 (1-5) 式 (1-6) 巡回链式反应，不断消除 OH° 、 H° 、 O° 等活性游离基。在灭火过程中的链式反应，恰好是燃烧过程链式反应的对立面，前一个灭火“链”打断后一个燃烧“链”，故有时也将卤代烷灭火剂称为断链剂、缓速剂、抑制剂。这种对燃烧反应的物理化学抑制反应历程即负催化作用。

上述化学链锁反应的速度极快，且 Br° 又不断再生，这就是卤代烷灭火剂灭火迅速、用量较省的理论依据。 Cl° 也有断“链”作用，但次于 Br° 。

1301 灭火机理的图解，见图 1-1、图 1-2。

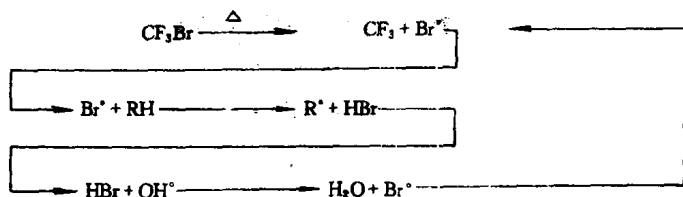


图 1-1 1301 的灭火机理图解

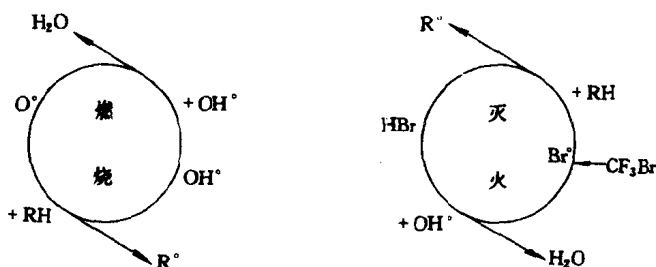


图 1-2 1301 的灭火机理图解