

固定灭火系统

卤代烷 1301 1211自动灭火系统



国家二级企业震旦消防设备总厂为您提供
可靠的消防装备，震旦消防工程公司承接各类
消防工程的设计施工、安装调试。
厂长杨江武，经理周富根向各界同仁致意！



地址：上海同嘉路21号 电话：6663600 电挂：3160
电传：(0086-21)3248077 设计许可证：(86)申消器字第004号

《消防技术与产品信息》增刊

一九九三年

本增刊主要介绍固定灭火系统(自动喷水灭火系统已另设专辑)的理论及设计、施工、验收和维护管理等方面的知识和要求,编入了可靠性分析、典型设计举例等,并介绍了这方面的生产厂商及其产品。是供从事固定灭火系统的设计、施工验收和维护管理的技术人员、公安消防建审人员、消防科研人员、消防专业院校的师生以及固定灭火系统的检验人员和生产、销售、使用人员阅读的重要参考资料。

主 办: 中国消防协会消防技术与产品信息中心

编 者: 《消防技术与产品信息》编辑部

印 刷: 北京景山学校印刷厂

本刊地址: 北京市崇文区崇文门东大街16楼东门澳金森公司内

邮政编码: 100062 **电话:** 5121451(临时)

定 价: 15元 **订购处:** 本刊编辑部

刊 号: $\frac{\text{ISSN}1002-784X}{\text{CN}11-2628/\text{TU}}$

广告经营许可证: 京海工商广字171号

国外发行: 中国国际图书贸易总公司(北京399信箱)

国外发行刊号: M849

增刊刊号: (93)京新出报刊增准字第063号

前 言

消防是防火和灭火的总称。我国消防工作实行“预防为主，防消结合”的方针。为了贯彻这个方针，每个与消防有关的人员应认真做好防火工作，力求制止火灾的发生，同时充分做好灭火准备。每当发生火灾时，尽快地扑灭，尽可能地减少火灾所造成的人员伤亡和财产损失。防，可以减少火灾的发生；消，可以减少损失和伤亡，两者相辅相成，融为一体。

在举国上下加快改革开放、集中精力把经济建设搞上去的大好形势下，我国的能源、化工、轻工、电子等工业发展突飞猛进，多功能的工业和民用高层建筑大量涌现，迫切需要设置自动化的现代灭火设施。

中国消防协会消防技术与产品信息中心，组织对固定灭火系统有丰富实践经验的专家，汇集国内外这方面的最新资料，编著成《固定灭火系统》，作为《消防技术与产品信息》杂志的增刊。

本增刊既叙述固定灭火系统（自动喷水灭火系统另设专辑）的理论及设计、施工、验收和维护管理等方面的要求，又编入可靠性分析、典型设计举例等内容，并介绍这方面生产厂商的名录，包括地址、邮政编码、银行帐号、电话、规格、性能和参考价格等有关资料，是一本资料新、内容全、较实用，可供从事固定灭火系统的设计、施工、验收和维护管理的技术人员、公安消防建审人员、消防科研人员、消防专业院校的师生以及固定灭火系统的检验人员和生产、销售、使用人员阅读的重要参考资料。

本增刊错误之处欢迎批评指正，并殷切希望广大读者提出宝贵意见，以便不断修改、补充、更新，使本增刊跟上飞速发展的形势。

中国消防协会消防技术与产品信息中心

1993年12月

固定灭火系统

(《消防技术与产品信息》增刊)

1993年12月

总 编: 张永胜

副总编: 谢德隆

编 辑: 李棣云 谢启元 温燕茹

作 者: 谢德隆 熊湘伟 倪照鹏 于林法

原继增 栾 培 王万钢 白瑞增

目 次

第一部分 正文

二氧化碳灭火系统的设计与计算

.....谢德隆(1)	
1. 概述	(1)
2. 系统的设计条件	(2)
2.1 可供应用选择的物相条件	(2)
2.2 灭火条件和灭火数据	(2)
2.3 储存充装率和最高储存温度	(3)
3. 灭火方法的选择	(4)
3.1 全淹没灭火方式	(4)
3.2 局部施用灭火方式	(5)
4. 全淹没灭火系统设计	(5)
4.1 对保护区域的封闭要求	(5)
4.2 完全封闭区的泄压开口面积	(5)
4.3 全淹没灭火系统的二氧化碳设计用量	(6)
4.4 喷放二氧化碳的持续时间	(6)
5. 局部施用灭火系统设计	(6)
5.1 “面积法”设计方法	(6)
5.2 “体积法”设计方法	(7)
5.3 喷放二氧化碳的持续时间	(7)
5.4 设计用量与设置用量	(7)
6. 系统的组成	(7)
6.1 系统的结构形式	(7)
6.2 系统的组成单元	(9)
6.3 系统的控制程序	(9)
6.4 低压储存装置	(9)
6.5 称重装置	(10)
6.6 二氧化碳喷头	(10)
7. 系统管路的计算	(13)
7.1 关于管路的布置	(13)
7.2 管径初选	(14)
7.3 二氧化碳管流阻力损失计算方法	(14)

7.4 管流阻力损失的图解法	(15)
7.5 静压水头计算	(17)
7.6 喷头压力和等效孔口喷射率	(17)
7.7 计算喷头孔口尺寸	(17)
7.8 计算例题	(18)

卤代烷1211自动灭火系统

.....熊湘伟 倪照鹏(21)	
1. 概述	(21)
1.1 卤代烷1211灭火剂	(21)
1.2 卤代烷1211灭火系统	(24)
1.2.1 系统的分类	(24)
1.2.2 系统的应用范围	(24)
1.2.3 系统的工作原理	(25)
2. 防护区的设置要求	(25)
2.1 防护区的确定原则	(25)
2.2 防护区的划分	(26)
2.3 防护区的设置	(26)
3. 卤代烷1211灭火系统的组件与布置	(27)
3.1 灭火剂贮存装置	(27)
3.2 选择阀	(28)
3.3 贮存装置的布置	(28)
3.4 系统的管网布置	(29)
4. 卤代烷1211灭火剂用量及管网流体计算	(30)
4.1 卤代烷1211灭火剂用量的计算	(30)
4.1.1 设计灭火用量的计算	(31)
4.1.2 流失补偿量的计算	(34)
4.1.3 剩余量的计算	(35)
4.2 卤代烷1211灭火系统管网流体计算	(37)
4.2.1 管网流体计算基本参数的确定	(37)
4.2.2 初选管径	(38)
4.2.3 管道沿程压力和局部压力损失计算	(38)
4.2.4 高程对系统中压力的影响	(39)

4.2.5 喷嘴孔口面积计算	(39)	 (57)
4.2.6 喷射时间的验算	(40)	2.10 集合管部分的压力降
4.3 计算机在卤代烷 1211 灭火系统		2.11 计算管网中各管段的沿程压降
设计计算中的应用	(42)	 (58)
4.3.1 系统数学模型和程序设计		2.12 计算管段高度变化压力降
框图	(42)	2.13 计算管道中的1301灭火剂平均
4.3.2 设计实例	(47)	密度
ZS系列卤代烷1301全淹没灭火系统工程		2.14 计算管网中1301的药剂量
应用计算方法及步骤	于林法 (53)	2.15 验算管道内1301百分比
1. 卤代烷1301灭火剂量的计算	(53)	2.16 喷孔尺寸计算
1.1 确定设计灭火浓度或设计惰化		ZS 系列卤代烷 1301 灭火系统基本产品
浓度(φ)	(53)	组成、性能参数及应用
1.2 计算防护区的最大容积(V)		于林法 (78)
..... (53)		1. ZS系列1301灭火系统基本产品
1.3 计算1301灭火剂比容(μ)	(51)	1.1 贮存容器
1.4 计算1301最小的设计灭火或惰		1.2 容器阀
化用量(M_d)	(54)	1.3 启动器
1.5 开口药剂流失补偿量(M_1)	(54)	1.4 喷嘴
1.6 通风药剂损失补偿量(M_2)	(55)	1.5 排放软管组
1.7 活动天花板夹层1301泄漏补偿		1.6 泄压阀
..... (55)		1.7 单向阀
1.8 1301设计总用量	(55)	1.8 气体隔绝器
1.9 海拔高度修正(K_o)	(55)	1.9 钢瓶架
1.10 钢瓶硬件的选择	(55)	1.10 气启动管路附件
1.11 计算实际的灭火浓度	(56)	2. 1301模拟试验数据
1.12 验算最高温度下的灭火浓度		低倍数泡沫固定灭火系统
..... (56)		1. 泡沫灭火剂
2. 管网系统的液力计算	(56)	2. 泡沫灭火设备
2.1 喷嘴布置	(56)	3. 低倍数泡沫灭火系统
2.2 管网设计	(56)	3.1 系统的组成和工作原理
2.3 确定管径	(56)	3.1.1 固定式液上喷射泡沫灭火
2.4 计算管道的实际容积	(57)	系统的组成和工作原理 ..
2.5 估算管道内1301灭火剂的百分		 (89)
比	(57)	3.1.2 固定式液下喷射泡沫灭火
2.6 确定平均贮存压力(P_M)	(57)	系统的组成和工作原理 ..
2.7 确定贮存容器内1301灭火剂密		 (90)
度(ρ)	(57)	3.1.3 半固定式液上喷射泡沫灭
2.8 计算钢瓶硬件部分高度变化压		火系统的组成和工作原理
力降(ΔP)	(57)	 (91)
2.9 计算钢瓶硬件部分的沿程压降		3.1.4 半固定液下喷射泡沫灭火
		系统的组成和工作原理

..... (92)	4. 泡沫喷淋灭火系统(98)
3.2 主要性能参数(92)	4.1 系统的组成和工作原理(98)
3.2.1 启动水泵到开始供泡沫的时间(92)	4.1.1 吸入型泡沫喷淋灭火系统 (98)
3.2.2 泡沫混合液的供给强度和连续供给时间(92)	4.1.2 非吸入型泡沫喷淋灭火系统(100)
3.3 系统的适用范围和设计原则 (93)	4.2 主要性能参数(101)
3.3.1 固定式液上喷射泡沫灭火系统的适用范围和设计原则(93)	4.2.1 泡沫混合液的供给强度和连续喷洒时间(101)
3.3.2 固定式液下喷射泡沫灭火系统的适用范围和设计原则(94)	4.2.2 泡沫液贮存量(101)
3.3.3 半固定式液上喷射泡沫灭火系统的适用范围和设计原则(95)	4.3 系统的使用范围和设计原则 (101)
3.3.4 半固定式液下喷射泡沫灭火系统的适用范围和设计原则(95)	4.3.1 吸入型泡沫喷淋灭火系统的使用范围和设计原则 (101)
3.4 系统的安装要求(96)	4.3.2 非吸入型泡沫喷淋灭火系统的适用范围和设计原则 (102)
3.4.1 泵的安装位置(96)	4.4 系统的安装要求(102)
3.4.2 泡沫比例混合器的安装 (96)	4.5 系统的验收(103)
3.4.3 泡沫混合液管线的安装 (96)	4.6 系统的使用和检修(103)
3.4.4 泡沫产生器在贮罐上的安装(96)	高倍数泡沫灭火系统.....
3.5 系统的验收(97)	栾 培 王万钢(104)
3.5.1 检查系统的安装(97)	1. 概况(104)
3.5.2 管道压力试验(97)	1.1 国外发展概况(104)
3.5.3 部件检查(97)	1.2 国内发展概况(104)
3.5.4 冷喷射试验(97)	2. 系统的应用范围(105)
3.5.5 系统复原(97)	2.1 高倍数泡沫灭火机理(105)
3.6 系统的使用和检修(97)	2.2 高倍数泡沫灭火特点(105)
3.6.1 周检(97)	2.3 适用条件(106)
3.6.2 月检(98)	2.4 系统的适用范围(106)
3.6.3 季检(98)	3. 系统的类型(107)
3.6.4 半年检(98)	3.1 全淹没式灭火系统(107)
3.6.5 年检(98)	3.1.1 自动控制全淹没式灭火系统..... (107)
	3.1.2 手动控制全淹没式灭火系统..... (108)
	3.2 局部应用式灭火系统(109)
	3.3 移动式灭火系统(111)
	4. 系统的组件(112)

4.1 高倍数泡沫发生器	(113)	6.3 使用和维修	(131)
4.1.1 发泡原理	(113)	7. 灭火系统的经济分析	(131)
4.1.2 发生器的种类	(113)	8. 灭火系统的应用	(132)
4.1.3 发生器的规格型号及其主要技术性能指标	(113)	干粉灭火系统设计与应用	白瑞增(134)
4.2 比例混合器	(120)	1. 概论	(134)
4.2.1 PHF 系列负压比例混合器	(120)	1.1 特点	(134)
4.2.2 PHY 系列压力比例混合器	(121)	1.2 适用范围	(134)
4.2.3 平衡压力比例混合器	(122)	1.3 不适宜扑救的火灾	(135)
4.2.4 其他	(123)	2. 干粉灭火剂	(135)
5. 系统设计	(124)	2.1 分类和组成	(135)
5.1 系统的设计原则	(124)	2.2 产品型号编制方法	(136)
5.1.1 高倍数泡沫发生器的选择	(124)	2.3 保管使用要求	(136)
5.1.2 泡沫比例混合器的选择	(125)	3. 干粉灭火系统的类型和动作程序	(136)
5.1.3 高倍数泡沫发生器位置的确定	(125)	3.1 系统类型	(136)
5.1.4 高倍数泡沫液的选择	(126)	3.2 系统的动作程序	(136)
5.1.5 封闭空间的通风问题	(126)	4. 系统的构成和主要设备	(137)
5.1.6 高倍数泡沫的泄漏	(126)	4.1 系统的构成	(137)
5.1.7 对水源的水质要求	(126)	4.2 系统的主要组件	(138)
5.1.8 管路系统	(126)	4.2.1 干粉罐	(138)
5.1.9 泡沫液贮灌	(126)	4.2.2 干粉的驱动装置	(139)
5.1.10 水泵	(127)	4.2.3 减压阀	(140)
5.1.11 高倍数泡沫液泵	(127)	4.2.4 干粉喷射器	(141)
5.1.12 操作与控制	(127)	4.2.5 管道和配件	(142)
5.2 系统的设计计算	(127)	5. 系统的设计与安装	(142)
5.2.1 全淹没式高倍数泡沫灭火系统	(127)	5.1 安装地点的选择	(142)
5.2.2 局部应用式高倍数泡沫灭火系统	(129)	5.2 干粉灭火剂储罐容积的计算	(142)
5.2.3 移动式高倍数泡沫灭火系统	(129)	5.2.1 干粉灭火剂储存量的计算	(142)
6. 系统的安装、验收、使用和维修	(129)	5.2.2 干粉储罐容积的计算	(143)
6.1 安装要求	(129)	5.3 加压气量的计算	(144)
6.2 系统的验收	(131)	5.4 管路的安装要求	(144)
		6. 系统的检查与验收	(145)
		7. 维修与保养	(146)

第二部分 附 录

一、固定灭火系统生产厂名录

震旦消防设备总厂	(148)
江西船用阀门厂	(148)
广州市消防器材厂	(149)
佛山市消防设备厂	(150)
广州市远华日用电器总厂永红阀门厂	(150)
上海高压容器厂	(151)
浙江消防器材总厂	(151)
哈尔滨市光华矿用安全器材厂	(152)
陕西消防工程公司	(152)
宝鸡消防器材总厂	(153)
天津消防器材总厂	(154)
国营第八七八厂计算机分厂	(154)
中国消防安全工程公司东北公司	(155)
南京消防器材厂	(155)

二、固定灭火系统产品目录

1. CO ₂ 自动灭火系统	(157)
1.1 CO ₂ 配套用钢瓶	(157)
2. 高倍数泡沫灭火系统	(158)
3. 干粉自动灭火系统	(158)
3.1 干粉泡沫复合灭火设备	(158)
4. 1211自动灭火系统	(159)
4.1 固定式1211自动灭火系统	(159)
4.1.1 半固定式1211自动灭火系统	(160)
4.2 无管网1211自动灭火装置	(161)
4.3 悬挂式1211自动灭火器	(161)
4.4 1211自动灭火系统主要配件	(161)
4.4.1 1211灭火剂钢瓶组	(161)
4.4.2 气启动气瓶组	(161)
4.4.3 气动先导阀	(162)
4.4.4 区域分配阀	(162)
5. 1301自动灭火系统	(162)
5.1 管网式1301自动灭火装置	(162)

5.2 无管网1301自动灭火装置	(163)
5.3 悬挂式1301自动灭火装置	(163)
5.4 1301自动灭火系统主要配件	(164)
5.4.1 就地执行盘	(164)
5.4.2 瓶阀启动器	(164)
5.4.3 1301气瓶	(164)
6. 变压器排油搅拌式氮气自动灭火装置	(164)

二氧化碳灭火系统的设计与计算

公安部天津消防科研所 谢德隆

1. 概 述

二氧化碳灭火系统作为一种优良的灭火手段,在工业发达国家应用相当广泛。美国于1929年领先制订了第一个二氧化碳灭火系统的标准,现今美国二氧化碳消防年装用量达4万吨。在前联邦德国,二氧化碳灭火系统的装设量已达到各种灭火系统装设总量的15%,仅次于喷水灭火系统。二氧化碳灭火系统在我国陆上应用约开始于七十年代。当时,在引进金属轧机和燃气轮机中,有的配备有二氧化碳灭火系统。尔后,天津消防器材厂、南京消防器材厂、江西船用阀门厂试制了陆上和船上用的二氧化碳灭火系统。在比较长的时间里,二氧化碳灭火系统却未推广应用起来,这与我国当时宣传推广一种新的灭火手段——卤代烷灭火系统不无一定关系。自发现氟氯烃对地球大气臭氧层的破坏之后,人们开始考虑以二氧化碳灭火系统以及其它灭火系统去替代卤代烷灭火系统,预计九十年代我国将会开始走上这条轨道。

二氧化碳灭火系统的灭火效能是不容置疑的,它已被长期应用的效果所证明。其中也包括我国的应用实践。例如,我国东北有一家轻合金厂,引进美国、意大利的轧制设备轧制铝板、铝箔。轧制中用轻质油作冷却,容易着火。自1976年以来,六台轧机先后发生过52次火灾。其中的51次由轧机装设的二氧化碳灭火系统扑灭,余下一次未被扑灭,是因为新装轧机的二氧化碳灭火系统尚未装就,轧机即行投入运行试生产的缘故。

国外一些工业发达国家的二氧化碳灭火系统规范,以及我国制订中的二氧化碳灭火系统规范规定,二氧化碳灭火系统适用于扑救下列一些火灾:①液体或可熔化的固体(如石蜡、沥青)火灾;②固体表面火灾及部分固体(如棉花、纸张)深位火灾;③电器火灾;④气体火灾(灭火前不能切断气源的除外)。这些规范同时还规定,二氧化碳灭火系统不得用于扑救下列物质的火灾:①含氧化剂的化学制品,如硝化纤维、火药、过氧化氢等;②活泼金属,如钾、钠、镁、钛、锆等;③金属氢化物(含金属氨基化合物),如氢化钾、氢化钠等。根据二氧化碳本身的特点及其灭火方式,以及多年来的应用经验,二氧化碳灭火系统最适宜于扑救生产作业火灾危险场所的火灾,它们一般包括:浸渍槽、熔化槽、轧制机、转轮印刷机、油浸变压器、油开关、大型发电机、烘干设备、干洗设备、炊事炉灶、喷漆生产线、电器老化间、水泥生产流程中的煤粉仓,以及船舶机舱、货舱等。近年,工业发达国家正在扩大二氧化碳灭火系统的应用领域,包括电子计算机房、数据储存间、图书库房、银行金库、电缆隧道、食品仓库、烟草库、卷烟库、纸张库、棉花库、皮毛库、纺织机及除尘设备等。

二氧化碳系三原子的分子结构,有引起“温室效应”之虞。可是,绝不应因此而否定或延缓二氧化碳灭火系统的应用推广。一方面是因为“温室效应”对地球环境利与害的影响尚无定论;另一方面,因为作为灭火剂的二氧化碳迄今是取之于化肥及酒精生产中之副产品,其产量甚大,却非消防消费得了,而不会因为消防去增加产量。从另一角度看,火灾现场物质燃烧也会产生大量的二氧化碳,因此我们不可“因噎废食”。相反,着眼我国二氧化碳灭火系统的现状,应致力

于开拓和发展二氧化碳灭火系统，并在替代卤代烷方面作出成绩、开创出新的局面。

2. 系统的设计条件

2.1 可供应用选择的物相条件

二氧化碳属气体灭火剂，在常温常压条件下，二氧化碳的物态为气相。它的临界温度是31.4℃，临界压力7.4MPa（绝压）。固、液、气三相共存点温度为-56.6℃，该点的压力是0.52MPa（绝压）。在这个压力以下，液相不复存在；在这个温度以上，固相不复存在。故在三相点与临界点之间，存于密封容器中的二氧化碳是以液、气两相共存的，其压力随着温度的升高而增加（见图1）。二氧化碳灭火系统设计就选择了液、气两相来储存二氧化碳灭火剂，并根据应用经验选择了两种储存状况。一种是环境条件下的常温储存，温度容许在0℃~60℃内变化，这样的储存条件，储存压力高，故又称高压储存。另一种是在-20℃~-18℃条件下储存，储存压力低，故又称低压储存。

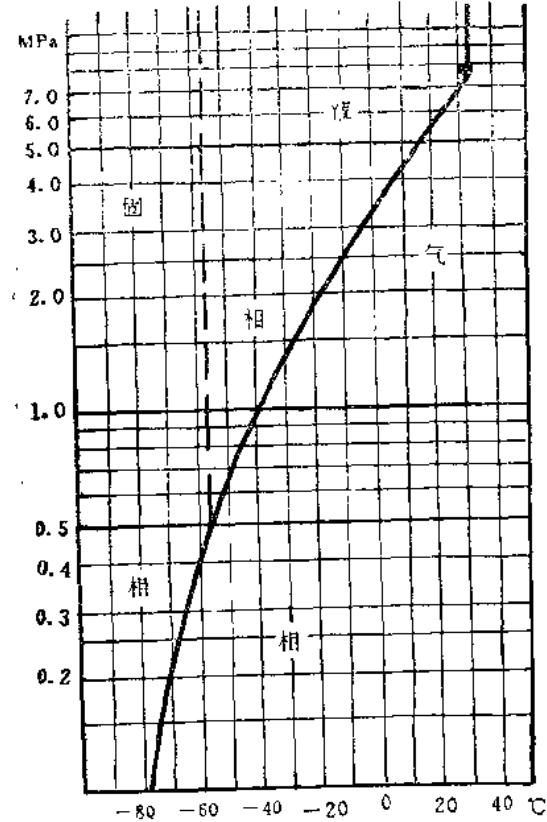


图1 二氧化碳相区和压力随温度变化的关系

燃烧就会停止下来。这就是二氧化碳所产生的窒息作用。

不同物质在不同氧含量下燃烧，其热产生率是不相同的。所以各种物质维持燃烧所需的极限氧含量不尽相同，见表1。

表1 在二氧化碳—空气混合气中，一些物质维持燃烧的极限氧含量

燃 料	甲烷	乙烷	丙烷	丁烷	庚烷	己烷	汽油	乙烯	天然气	苯	氢	一氧化碳	甲醇	乙醇	乙醚	二硫化碳
极限氧含量(体积%)	14.6	13.4	14.3	14.5	14.4	14.5	14.4	11.7	14.4	13.9	5.9	5.9	13.5	13	13	8

2.2 灭火条件和灭火数据

二氧化碳灭火作用主要在于窒息，冷却只为其其次。

在灭火中，当二氧化碳从储存系统中释放出来，压力会骤然下降，使得二氧化碳迅即由液态转变成气态；又因焓降的关系，温度会急剧下降，当其达到-56℃以下，气相的二氧化碳有一部分会转变成微细的固体粒子——干冰。这时干冰的温度一般为-78℃。干冰吸取其周围的热量而升华，即能产生冷却燃烧物的作用。二氧化碳的蒸发潜热为577kJ/kg，只及水蒸发潜热的十分之一。二氧化碳在喷放过程中转变成固相的成份与其储存温度有密切关系。低温储存系统喷放的固相成分高，可达46%；常温储存系统喷放的固相成分只占15~30%。由此可见，二氧化碳在灭火中冷却作用是较小的。

另一方面，当灭火中二氧化碳被施放出来，它会分布于燃烧物的周围，稀释周围空气中的氧含量。氧含量降低会使燃烧时热的产生率减小。当热产生率减小到低于热散失率的程度，

已知极限氧含量，可以用下面的公式计算出某物质的二氧化碳灭火浓度（临界值）：

$$C = \frac{21 - [O_2]}{21} \times 100 \quad (1)$$

式中， C ——二氧化碳灭火浓度（临界值），体积%；

$[O_2]$ ——二氧化碳—空气混合气中某物质维持燃烧的极限氧含量，体积%；

21——系空气中的氧含量，体积%。

但是，实践证明灭火浓度的理论计算结果与实际测定的结果存在差别，对于A类火灾的情况差别尤为明显。因为，尽管热产生率只与燃烧物的物性有关，但热散失率却与燃烧物的结构有着密切的关系。所以最终灭火浓度的确定，应以燃烧对象通过实验进行测定的为准。

在实际应用中，为了灭火的可靠性，二氧化碳灭火设计浓度皆取测定灭火浓度（临界值）的1.7倍；并且认定34%（体积）是最小的灭火设计浓度。

一些常用物质的二氧化碳灭火设计浓度列于表2。

有些物质还可能伴有无焰燃烧，表2中同时列出了扑灭阴燃火的最小抑制时间。

而表2中所列物质系数 K_b 是这样设计的，为了灭火系统设计计算方便，取最小灭火设计浓度34%作基数，令其等于1，制定出反映各物质间不同灭火设计浓度的倍数关系，以下式表示：

$$K_b = \frac{\ln(1 - C)}{\ln(1 - 0.34)} \quad (2)$$

式中， K_b ——物质系数；

C ——某物质的二氧化碳灭火设计浓度。

2.3 储存充装率和最高储存温度

二氧化碳储存在密闭的容器中，容器内产生的压力将受温度和充装率的影响。当接近临界温度（31.35℃）时，充装率越大，压力随温度的升高增长越烈。为了保证储存容器应用于安全强度（我国现行二氧化碳钢瓶定为15MPa）范围内，有必要对二氧化碳储存充装率和最高储存温度作出下列限制性规定，见表3。

图2即为上述充装率温升所表现的压力曲线。

若二氧化碳储存容器的工作压力标准提高到20MPa，当充装率为0.75时，其最高储存温度将相应地提高到49℃；充装率为0.67时，最

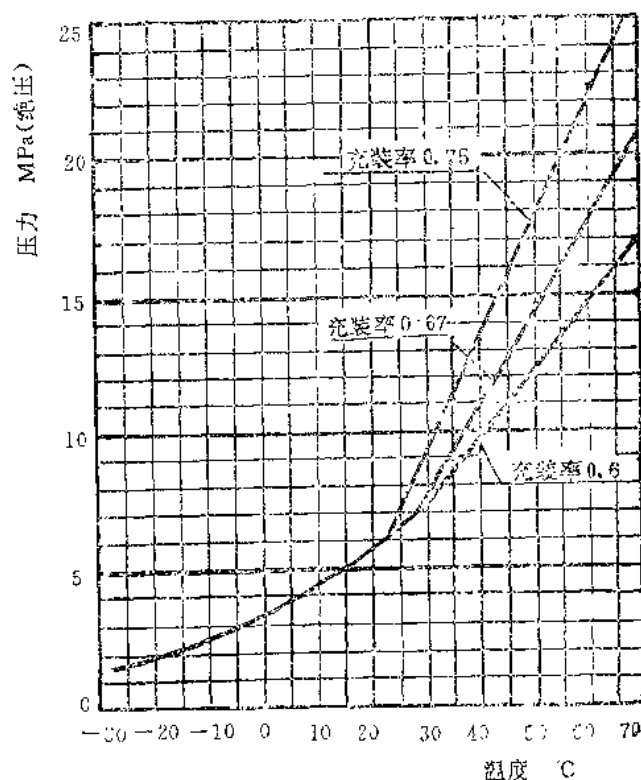


图2 不同充装率的二氧化碳温度—压力曲线

表3 二氧化碳储存容器充装率及其最高储存温度

充装率 (kg/dm ³)	最高储存温度(℃)
0.75	40
0.67	49
0.60	60

表 2

二 氧 化 碳 灭 火 设 计 浓 度

可 燃 物 质	物质系 数 Kb	二氧化碳灭火 设计浓度%	抑制时 间 min	可 燃 物 质	物质系 数 Kb	二氧化碳灭火 设计浓度%	抑制时 间 min
I、液体与气体类				JP-4	1.06	36	
丙 酮	1.0	34		煤 油	1.0	34	
乙 炔	2.57	66		甲 烷	1.0	34	
航空燃油 115/45	1.06	36		醋酸甲酯	1.03	35	
苯、粗苯	1.1	37		甲 醇	1.22	40	
丁二烯	1.26	41		甲基丁烯-1	1.06	36	
丁 烷	1.0	34		甲基乙基甲酮	1.22	40	
丁烷-1	1.1	37		甲基酯	1.18	39	
二硫化碳	3.03	72		戊 烷	1.03	35	
一氧化碳	2.43	64		丙 烷	1.06	36	
煤气、天然气	1.1	37		丙 烯	1.06	36	
环丙烷	1.1	37		淬火油、润滑油	1.0	34	
柴 油	1.0	34		II、固体类			
乙 醚	1.22	40		纤维材料	2.25	62	20
二醚甲	1.22	40		棉 花	2.0	58	20
二甲苯	1.47	46		纸、皱纹纸	2.25	62	20
乙 烷	1.22	40		颗粒状塑料	2.0	58	20
乙 醇	1.34	43		聚苯乙烯	1.0	34	
二乙醚	1.47	46		聚氨基甲酸酯(硬化 的)	1.0	34	
乙 烯	1.6	49		III、特殊情况			
二氯乙烯	1.0	34		电缆室、电缆通道	1.5	47	10
环氧树脂	1.8	53		数据储存区	2.25	62	20
汽 油	1.0	34		电子计算机设备	1.5	47	10
己 烷	1.03	35		电气开关和配电室	1.2	40	
庚 烷	1.03	35		发电机及其冷却设备	2.0	58	至停转
氢	3.3	75		充油变压器	2.0	58	
硫化氢	1.06	36		终端打印设备(区域)	2.25	62	20
异丁烷	1.06	36		喷漆和干燥设备	1.2	40	
异丁烯	1.0	34		纺织机	2.0	58	
二异丁甲酸酯	1.0	34					

高储存温度将提高到60℃。

3. 灭火方法的选择

二氧化碳灭火系统针对保护对象的不同,采用不同的灭火方法。一种为全淹没灭火方式,另一种为局部施用灭火方式。

3.1 全淹没灭火方式

二氧化碳从储存系统中释放出来,液态的二氧化碳大部分迅速被气化,大约1kg液态二氧化碳会产生0.5m³的二氧化碳气体。它将在被保护的封闭空间里扩散开来,直至充满全部空间,形成均一且高过于所有被保护物质要求的灭火浓度,该时就能扑灭空间里任意部位的火灾。这一灭火方式称为全淹没灭火方式。用于这种灭火方式的系统构成,称为全淹没灭火系统。

这种灭火方式适用于具备封闭条件的空间内陈设物的整体保护。当事先不可预计到火灾产生的部位与范围,采用全淹没这种灭火方式尤为必要。例如应用于电子计算机房、图书库房等场所的保护。

3.2 局部施用灭火方式

与全淹没灭火方式不同,局部施用灭火方式是采用专门的喷头,使喷放出来的二氧化碳能直接、集中地施放到正在燃烧的物体上。因此要求喷放的二氧化碳能穿透火焰,并在燃烧物的燃烧表面上达到一定的供给强度,延续一定的时间,这样才使得燃烧熄灭。根据这一灭火技术要求,二氧化碳若是以气相喷放显然难以达到目的,所以局部施用灭火方式要求二氧化碳必须实现液相喷放。

仅作为一种猜测来说,二氧化碳的局部施用系统将会比全淹没系统应用广泛。其原因:①它不同于卤代烷灭火系统,像卤代烷1301灭火系统欲形成液相喷放条件较为困难,并且它们缺少较充分的应用数据;而二氧化碳局部施用灭火方式技术已趋成熟,有充分的应用数据。②对于同一保护对象来说,采用卤代烷局部施用灭火方式所需灭火剂的设计用量,相对于采用全淹没灭火方式会高出许多倍;但对于二氧化碳灭火系统,一个封闭空间开口量为总表面的3%的保护对象,若将其由全淹没灭火方式改变成局部施用灭火方式的话,其结果,两者的灭火剂设计用量是基本相当的。开口加大,采用局部施用方式会比采用全淹没方式更为节省。③也是更主要的,全淹没灭火方式需要保护对象有较好的封闭条件,而局部施用灭火方式无需这样的条件。

但须注意,二氧化碳局部施用灭火方式只能用于扑灭表面火灾(但也包括固体表面火灾),不可用于扑救深位火灾。

4. 全淹没灭火系统设计

4.1 对保护区域的封闭要求

对全淹没灭火方式来说,保护区的开口是至关重要的问题,因为开口是造成灭火剂流失的根源。在常温条件下,一个大气压的二氧化碳气体密度是空气密度的1.5倍,所以硬性规定,保护区的底面不容许在灭火过程中保留任何开口。开口存在于顶部则二氧化碳流失是甚小的,一般可不作限制。对于表面火灾,保护区的侧面容许保留适量的开口,一般规定开口的总面积不宜大于保护区总表面积的3%。当实际的开口面积大于上述要求,则做成局部施用灭火方式更为合理、经济。对于深位火灾,保护区的侧面不容许在灭火过程中存在开口,因为侧面上有了开口就难于维持抑制时间内扑灭深位火灾所需的灭火浓度。

4.2 完全封闭区的泄压开口面积

为了减免灭火剂流失才限制开口,但完全密闭的保护区却会由于喷放二氧化碳造成保护区内压力升高。为此,应根据围护结构的允许压强保留或专门为泄压而设置适当的开口。其面积可按下列式计算:

$$A_x = 0.45 \frac{Q}{\sqrt{P}} \quad (3)$$

式中, A_x ——泄压的开口面积, m^2 ;

Q ——二氧化碳喷放速率, kg/s ;

P ——围护结构的允许压强, Pa 。

一般来说,允许压强可选取:标准建筑 $P = 2400 Pa$,高层建筑和轻型建筑 $P = 1200 Pa$,地下建筑 $P = 4800 Pa$ 。

4.3 全淹没灭火系统的二氧化碳设计用量

决定全淹没灭火系统二氧化碳设计用量的主要因素是灭火设计浓度。诚然,如果被保护区灭火过程中保留有开口的话,则应计入开口所造成的灭火剂流失量。从总结过去的应用经验中,发现被保护区的体积量和表面积会改变设计用量与灭火浓度之间的固有关系。因此,考虑到上述诸因素的关系和影响,规范中提出计算二氧化碳设计用量的公式如下:

$$W = K_b (0.2A + 0.7V) \quad (4)$$

其中, $A = A_v + 30A_k \quad (5)$

$$V = V_g + V_n \quad (6)$$

式中, W ——二氧化碳设计用量, kg;

K_b ——物质系数;

A_v ——保护区的总表面积, m^2 ;

A_k ——开口的总面积, m^2 ;

V_g ——保护区的净容积, m^3 ;

V_n ——通风带来的附加体积, m^3 ;

常数0.2 (单位 kg/m^3) ——是考虑表面积和流失影响的系数;

常数0.7 (单位 kg/m^3) ——是作为二氧化碳基本用量的系数;

常数30——是开口加权系数。

V_n 的计算,指在二氧化碳喷放时间和灭火必须保持的抑制时间内,通过机械通风或是送进保护区,抑或是从保护区抽出去的空气量 (m^3)。

当被保护的区域是属于高温或是低温环境,按上式计算的设计用量应另有所增加:高于 $100^\circ C$ 的,每高出 $5^\circ C$ 增加2%;低于 $-20^\circ C$ 的,每低过 $1^\circ C$ 增加2%。

4.4 喷放二氧化碳的持续时间

在全淹没灭火系统中,二氧化碳的喷放持续时间应根据表面火灾或深位火灾分别选用:表面火灾可取60s;深位火灾总的持续时间可取7min,但必须在前2min内喷放出 W/K_b 的量(W 为二氧化碳设计用量, K_b 为被保护物的物质系数)。

5. 局部施用灭火系统设计

二氧化碳局部施用灭火系统有两种设计方法。当保护对象的火灾限制在一个平面上发生,则采用“面积法”设计;非一个平面上的,采用“体积法”设计。

5.1 “面积法”设计方法

“面积法”设计方法首先是确定所需保护的面积。计算该面积要将火灾的临界部分充分考虑进去,必要时还得考虑火灾可能蔓延到的部位。第二步是选择喷头和计算喷头数量。被选用喷头应备有以试验为依据的指定性的设计数据,这些数据即是以物质系数 $K_b = 1$ 提供出的喷头在不同安装高度(喷头与被保护物表面的距离)的额定保护面积和设计喷射速率。有了这样的数据设计者就可根据所欲保护的面积,喷头可能安装的高度,以及尽可能减少喷头数量的情况去选取适应的喷头。

计算喷头数量,只须充分利用每只喷头在设计高度下的额定保护面积(正方形),采取边界相接的方法进行排列,使其完全覆盖住欲保护的区域(面积)。如果,当所设计保护对象的物质系数 K_b 大于1,这时应将单只喷头额定保护面积除以 K_b ,以其所得的正方形面积来进行覆盖排列。

5.2 “体积法”设计方法

“体积法”设计方法，首先要围绕保护对象设定一个假想的封闭罩。假想封闭罩应该有实际的底（如地板），其四周和顶部如果没有实际的围护结构（如墙等），则假想罩的每个“侧面”和“顶盖”都应离被保护的火灾危险物扩出去不小于0.6m的距离。这个假想封闭罩的容积就是“体积法”中欲计算的体积。

试验得知，“体积法”中所应采用的二氧化碳灭火喷射强度，与假想封闭罩侧面的实际围封程度有关。当保护对象物质系数 $K_b = 1$ ，全部侧面有实际围封的，喷射强度为 $4\text{kg}/(\text{min}\cdot\text{m}^3)$ ；完全无实际围封的，喷射强度为 $16\text{kg}/(\text{min}\cdot\text{m}^3)$ ；部分有实际围封的，其喷射强度介于上述二者之间，可用侧面实际围封面积与假想的侧面围封总面积之比值（ K_s ）进行计算：

$$q = 4 + (1 - K_s)(16 - 4), \text{ kg}/(\text{min}\cdot\text{m}^3)$$

于是，最终可以针对围封程度与物质系数写出“体积设计法”二氧化碳设计喷射强度的通用计算式如下：

$$q = 4K_b(4 - 3K_s), \text{ kg}/(\text{min}\cdot\text{m}^3) \quad (7)$$

5.3 喷放二氧化碳的持续时间

对大多数以局部施用灭火方式保护的物质对象来说，二氧化碳的持续喷放时间可取30s；但当被保护对象是需要充分冷却才能防止复燃的，以及那些燃点温度低于沸点温度的（如食用油、石蜡等），它们的喷放持续时间必须加长，至少应是上述时间的3倍。

5.4 设计用量与设置用量

“面积法”设计的二氧化碳设计用量：

$$W = G \times n \times t \quad (8)$$

式中， W ——二氧化碳设计用量，kg；

G ——喷放速率，kg/min；

n ——喷头个数；

t ——喷放持续时间，min。

“体积法”设计的二氧化碳设计用量：

$$W = q \times V \times t \quad (9)$$

式中， q ——喷射强度， $\text{kg}/(\text{min}\cdot\text{m}^3)$ ；

V ——设定封闭罩的体积， m^3 。

对于局部施用灭火系统，其储存系统中二氧化碳应该设置的设置用量，不像全淹没灭火系统那样就等于设计用量。这是局部施用灭火方式考虑灭火条件需去除气相喷放量的缘故。对于高压（即常温）储存系统，其设置用量应以设计用量的1.4倍计算；低压（即低温）储存系统应以设计用量的1.1倍计算。不过，因为低压储存系统难于满足局部施用灭火系统喷头所要求的喷放压力（1.4MPa以上），而很少在局部施用灭火系统的设计中采用。

6. 系统的组成

6.1 系统的结构形式

二氧化碳灭火系统的结构形式大致可分为以下三种。

① 固定式系统 由固定的灭火剂供给源、固定的管网系统和固定的喷放喷头组成。它是最常用也是最常见的系统组成形式，如图3所示。

② 竖管系统 它有固定的管网系统和固定的喷放喷头，但无固定的灭火剂供给源。一个移

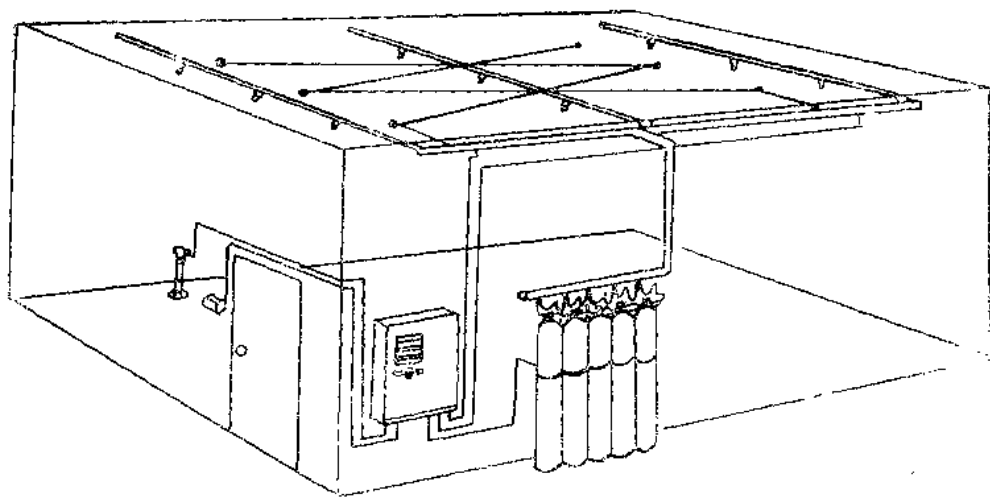


图 3 二氧化碳灭火系统的固定式构成形式

动的灭火剂供给源—盛装二氧化碳的储器被安装在可移动的车上。其移动方式，小型的采用手推式，大型的采用机动式。当火灾发生接到报警，迅速将“供给源”送到失火区，供给源通过快速接头与管网系统始端的竖管相连接。尔后，仍按准备好的系统工作程序自动或手动进行灭火。

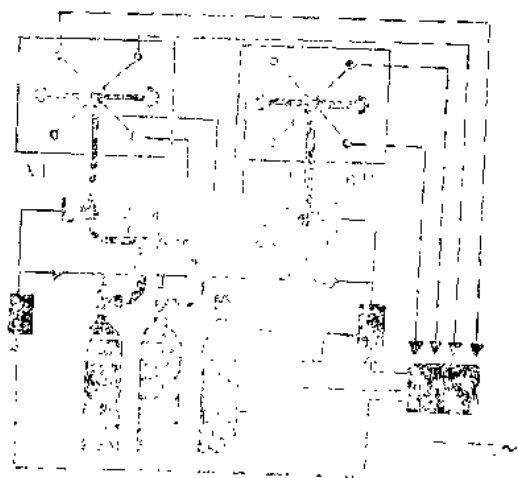


图 5 二氧化碳灭火系统组成图

1—灭火剂储瓶（含瓶头阀及引升管）；2—汇流管（连接各储瓶出口）；3—储瓶出口的连接软管；4—止回阀；5—分区释放的分配阀；6—启动装置（包括气动、电磁、机械、手动等方式）；7—喷头；8—火灾探测器；9—报警与控制设备；10—灭火剂管道；11—探测、控制线路。

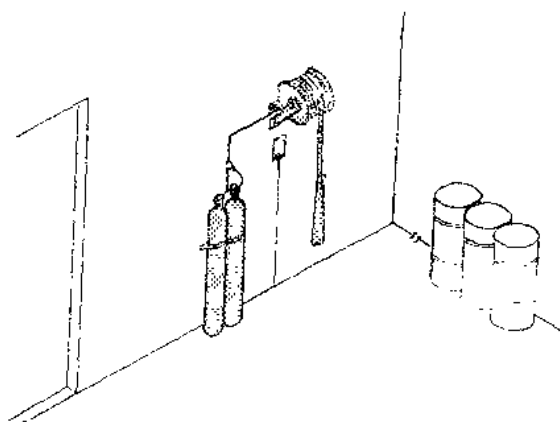


图 4 二氧化碳灭火系统的手持软管系统构成形式

不言而喻，这种形式的系统适合于在一个场所里或临近的几个场所里，有多个防护区设置二氧化碳灭火系统进行保护的情况，它不但可以共用一个灭火剂供给源，同时还避免了各个防护区管网系统与供给源之间的连接管道。从而使得采用竖管系统比之采用组合分配系统更为节省。

其缺点是，执行灭火的工作过程相对来说是延长了。这对于燃烧速度快、经济价值高的保护对象是不适宜的。

③ 手持软管系统 它的基本特点是，只固定灭火剂供给源，不固定管网系统和喷放喷头。管网是采用软管构成，软管的尽头安装一个能快速启闭的手动阀，阀的出口紧接着一个带喷管的喷放喷头，见图 4。