



六氟丙烷 气体灭火系统（装置） 局部应用灭火技术

HFC-236fa
Fire Extinguishing Systems (equipment)
for the Protection of Local Applications

六氟丙烷灭火系统（装置）局部应用灭火技术研究课题组 编著

六氟丙烷气体灭火系统(装置) 局部应用灭火技术

六氟丙烷灭火系统(装置) 编著
局部应用灭火技术研究课题组

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

六氟丙烷气体灭火系统(装置)局部应用灭火技术/六氟丙烷灭火系统(装置)局部应用灭火技术研究课题组编著. —天津:天津大学出版社,2013.9

ISBN 978-7-5618-4814-2

I. ①六… II. ①六… III. ①丙烷-惰性气体灭火-防火系统-技术 IV. ①TU892

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第235984号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路92号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647
网 址 publish.tju.edu.cn
印 刷 天津泰宇印务有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 185mm×260mm
印 张 8.5
字 数 275千
版 次 2013年9月第1版
印 次 2013年9月第1次
定 价 46.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

科技

消防

服務

社會

陳鳳亭書

陳鳳亭

印

印

領引新創招開

癸巳年秋
清研書

六氟丙烷灭火系统(装置)局部应用灭火技术研究
课题组成员名单

组 长：高云升

副 组 长：卢政强

成 员：刘连喜、盛彦锋、严 洪、董海斌、
马建琴、王小宇、冯 松、周 军、
李习民、赵青松、厉华根、黄胜利、
姚建军、严孝忠

协助成员：孙 纯、柴永福、朱根土

前 言

气体灭火系统局部应用灭火技术是气体灭火系统灭火技术研究中的前沿技术。目前,六氟丙烷灭火系统作为除高、低压二氧化碳灭火系统外,唯一兼具有全淹没与局部应用灭火性能的气体灭火系统,其局部应用灭火性能并未被业界所了解。本书从六氟丙烷气体灭火系统的历史沿革、局部应用灭火技术的影响参数等多方面进行探讨,希望给从事气体灭火系统研发、设计以及应用的人员提供一些参考,同时希望对气体灭火系统局部应用技术的研究起到抛砖引玉的作用,促进此类技术的发展。

全书分为概述、六氟丙烷气体灭火系统(装置)、六氟丙烷气体灭火系统(装置)局部应用灭火技术的研究、局部应用灭火技术研究成果的应用、六氟丙烷灭火系统(装置)局部应用工程设计等五章。

本书在编写过程中得到了广东省消防总队检测站、杭州消防设备有限公司、广州海安消防设备有限公司、广州市鑫杜燃消防器材有限公司、浙江衢化氟化学有限公司5个课题组成员的大力支持,也得到浙江福兴消防设备有限公司、徐州市淮海消防器材有限公司、河南省海浪消防设备有限公司的鼎力相助,在此,对他们表示诚挚的谢意!

由于受水平及时间所限,书中难免存在不足之处,真诚希望广大读者多提宝贵意见,以便再版时修订。

编者

2013年7月

目 录

第1章 概述	(1)
1.1 气体灭火系统历史沿革	(1)
1.1.1 概况	(1)
1.1.2 标准的发展	(2)
1.2 气体灭火系统发展现状	(5)
1.3 气体灭火系统的应用方式	(6)
1.3.1 全淹没应用灭火方式	(6)
1.3.2 局部应用灭火方式	(7)
第2章 六氟丙烷气体灭火系统(装置)	(9)
2.1 灭火系统(装置)组成及工作原理	(9)
2.2 灭火系统(装置)组件	(12)
2.2.1 瓶 组	(12)
2.2.2 容 器	(14)
2.2.3 容器阀	(14)
2.2.4 选择阀	(18)
2.2.5 喷 嘴	(18)
2.2.6 单向阀	(19)
2.2.7 集流管	(20)
2.2.8 连接管	(20)
2.2.9 安全泄放装置	(21)
2.2.10 驱动装置	(21)
2.2.11 压力显示器	(22)
2.2.12 信号反馈装置	(23)
2.2.13 悬挂式灭火装置的感温释放组件	(23)
2.2.14 管道、管件	(23)
2.3 六氟丙烷气体灭火剂	(25)
第3章 六氟丙烷气体灭火系统(装置)局部应用灭火技术的研究	(28)
3.1 本课题关于局部应用灭火技术研究的现状	(28)

第1章 概述

1.1 气体灭火系统历史沿革

1.1.1 概况

气体灭火系统是指灭火介质为气体灭火剂的灭火系统。气体灭火系统由于灭火高效、对灭火现场无污染、不导电等特性,在计算机机房、图书馆、档案室、配电房和轧机、自动生产线等重要场所得到了广泛应用。

气体灭火系统已走过了近80年的发展历程,随着人们对气体灭火技术的研究以及哈龙灭火剂认识的不断深入,气体灭火系统的种类越来越多,工作原理也日趋完善,各个国家以及ISO标准化组织都制定了相关的产品标准和设计规范。

气体灭火系统产品发展历程与气体灭火剂的发展、人们对气体灭火剂认识的不断深入以及环保意识的加强密切相关。系统产品的设计理念也随着系统应用领域的不断扩大得以丰富和更新。系统从类型、应用形式、组成、部件的结构等方面更趋多样化,而且从安全性、可靠性等方面都在不断提高。

发达国家应用气体灭火系统的历史较早,20世纪20年代开始使用二氧化碳灭火系统,20世纪60年代开始使用卤代烷灭火系统。我国早期的气体灭火系统使用的灭火剂主要是四氯化碳和二氧化碳。自1964年起,我国先后研制成功高效低毒的卤代烷1301(三氟一溴甲烷)及卤代烷1211(二氟一氯一溴甲烷)气体灭火剂。从20世纪70年代到80年代末,卤代烷1211及卤代烷1301灭火系统在航空业、工业与民用建筑等场合得到比较广泛的应用。二氧化碳灭火系统在我国陆地应用约开始于20世纪70年代,最早应用于金属轧机和燃气轮机的消防保护,由于卤代烷1211、1301灭火系统使用比较广泛,二氧化碳灭火系统的推广和应用受到了很大影响。但随着卤代烷灭火剂应用范围和领域的不断扩大,人们也逐渐发现在大气中排放的卤代烷(氯氟烃类物质)会导致对地球大气臭氧层的破坏,进而危害人类的生存环境。因此,

1987年全世界24个国家缔结了《蒙特利尔议定书》，美、英、日、法等工业发达国家于1994年停止生产并严格控制卤代烷灭火剂的使用。我国政府于1991年签署了《蒙特利尔议定书》，并于1992年编制了《中国消耗臭氧层物质逐步淘汰国家方案》，目前已经停止生产哈龙1211与哈龙1301。至此，二氧化碳灭火系统和其他哈龙替代系统才得以迅速发展。

随着各种哈龙替代灭火剂的相继出现，相应的气体灭火系统也迅速发展起来。1995年我国第一套低压二氧化碳灭火系统通过了部级鉴定，1997年我国研制出第一套七氟丙烷灭火系统，1998年我国研制出第一套混合气体(IG541)灭火系统，1999年我国研制出第一套三氟甲烷灭火系统，2002年我国研制出第一套六氟丙烷灭火系统。目前在我国使用的气体灭火系统主要有高压二氧化碳灭火系统、低压二氧化碳灭火系统、七氟丙烷灭火系统、混合气体(IG541)灭火系统、三氟甲烷(HFC-23)灭火系统、六氟丙烷(HFC-236fa)灭火系统等。我国除开发出各种管网灭火系统外，还开发出各种无管网灭火系统，如柜式高压二氧化碳、低压二氧化碳、七氟丙烷、三氟甲烷、六氟丙烷灭火装置和悬挂式七氟丙烷、六氟丙烷灭火装置。我国系统产品的生产企业截止2012年底已经超过200家。

随着系统应用领域的不断扩大和实际工程的需要，一些新型的气体灭火系统产品也在不断的丰富和发展，如柜式低压二氧化碳灭火装置、外贮压式气体灭火系统以及适用不同管网输送距离的不同压力等级的内贮压式气体灭火系统等。

1.1.2 标准的发展

随着我国气体灭火系统的广泛应用，国家为规范气体灭火系统产品的生产、使用和监督管理，从1989年起先后颁布、实施了16份气体灭火系统的产品标准，见表1-1。

国外气体灭火系统标准的制定起步比较早。1929年美国颁布了世界上第一个二氧化碳灭火系统标准，日本于1961年、德国于1962年、英国于1979年分别制定了自己的二氧化碳灭火系统标准。1968年美国制定了卤代烷灭火系统的应用技术标准，1994年美国制定了洁净气体灭火系统标准。ISO标准化组织及工业发达国家的气体灭火系统标准见表1-2。

表 1-1 已颁布的气体灭火系统产品标准

标准号	标准名称	英文译名	标准状态
GB 795—1989	卤代烷灭火系统容器阀性能要求和试验方法	Halon fire extinguishing systems—Performance requirements and method of test for Container valve	已废止
GB 796—1989	卤代烷灭火系统喷嘴性能要求和试验方法	Halon fire extinguishing systems—Performance requirements and method of test for nozzles	已废止
GB 14103—1993	卤代烷灭火系统选择阀性能要求和试验方法	Halon fire extinguishing systems—Performance requirements and method of test for selector valves	已废止
GB 14104—1993	卤代烷灭火系统单向阀性能要求和试验方法	Halon fire extinguishing systems—Performance requirements and method of test for check valves	已废止
GB 14105—1993	卤代烷灭火系统阀驱动器性能要求和试验方法	Halon fire extinguishing systems—Performance requirements and method of test for valve actuators	已废止
GB 14106—1993	卤代烷灭火系统压力表性能要求和试验方法	Halon fire extinguishing systems—Performance requirements and method of test for pressure gauges	已废止
GB 795—2008	卤代烷灭火系统及零部件	Performance requirements and test methods for Halon extinguishing systems	现行标准
GB 16669—2010	二氧化碳灭火系统及部件通用技术条件	General technical specifications for components of carbon dioxide fire extinguishing systems	现行标准
GA 13—2006	悬挂式气体灭火装置	Hanging gaseous fire extinguishing equipment	现行标准
GB 16670—2006	柜式气体灭火装置	Cabinet gas fire extinguishing equipment	现行标准
GB 25972—2010	气体灭火系统及部件	Gas fire extinguishing systems and components	现行标准
GB 19572—2004	低压二氧化碳灭火系统及部件	Low pressure carbon dioxide fire extinguishing systems and components	现行标准
GA 835—2009	油浸变压器排油注氮灭火装置	Oil evacuation and nitrogen injection extinguishing equipment for oil-immersed power transformer	现行标准

续表

标准号	标准名称	英文译名	标准状态
GA 61—2010	固定灭火系统驱动、控制装置通用技术条件	General technical specifications of actuating and control devices of fixed extinguishing systems	现行标准
CNCA/CTS 0015—2010	感温自启动灭火装置认证技术规范	The technical specifications for self-actuated fire extinguishing equipment for temperature	现行标准
GA 499.1—2004	气溶胶灭火系统 第1部分:热气溶胶灭火装置	Aerosol fire extinguishing system—Part 1: Condensed aerosol fire extinguishing device	现行标准

表 1-2 ISO 及发达国家的气体灭火系统标准

标准号	标准名称	中文译名
EN 12094—1 ~ EN 12094—20	Fixed firefighting systems — Components for gas extinguishing systems	固定灭火系统——气体灭火系统部件
ISO 6183	Fire protection equipment — Carbon dioxide extinguishing systems for use on premises — Design and installation	消防设备——室内二氧化碳灭火系统——设计与安装
ISO 14520—1 ~ ISO 14520—15	Gaseous fire-extinguishing systems — Physical properties and system design	气体灭火系统——物理性能和系统设计
NFPA 12	Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems	二氧化碳灭火系统标准
NFPA 12A	Standard on Halon 1301 Fire Extinguishing Systems	哈龙 1301 灭火系统标准
NFPA 2001	Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems	洁净气体灭火系统标准
VDS 2380	Fire extinguishing systems using non-liquefied inert gases	非液化惰性气体灭火系统
VDS 2381	Fire extinguishing systems using halocarbon gases	卤代烃气体灭火系统
UL 2166	Standard for halocarbon clean agent extinguishing system units	卤代烃洁净气体灭火系统标准
UL 2127	Standard for inert gas clean agent extinguishing system units	惰性洁净气体灭火系统标准
BS EN 15004—1; 2008	Fixed firefighting systems — Gas extinguishing systems —Part 1: Design, installation and maintenance	固定灭火系统——气体灭火系统——第一部分:设计、安装和维修

续表

标准号	标准名称	中文译名
ISO/TS 13075	Gaseous-media fire-extinguishing systems — Engineered extinguishing systems — Flow calculation implementation method and flow verification and testing for approval	气体灭火系统——预设计——流量计算方法及验证试验
ISO TC21/SC 8 N 286	Condensed aerosol fire extinguishing systems — Physical properties and system design — General requirements	热气溶胶灭火系统——物理性质和系统设计——通用要求
ISO 16003—2008	Components for fire-extinguishing systems using gas— Requirements and test methods — Container valve assemblies and their actuators; selector valves and their actuators; nozzles; flexible and rigid connectors; and check valves and non-return valves	气体灭火系统——性能要求与试验方法——容器阀组件及启动器;选择阀组件及启动器;喷嘴;连接软管;单向阀

1.2 气体灭火系统发展现状

近年来气体灭火系统产品呈现飞跃式发展,随着人们在消防领域环保意识的逐渐增强,系统产品的设计理念也伴随系统应用领域的不断扩大得以丰富和更新。系统从类型、应用形式、组成、部件的结构等方面更趋多样化,而且在安全性、可靠性等方面不断提高。各个生产企业不断努力完善产品结构,使气体灭火系统达到产品系列化、覆盖种类多元化,以满足目前快速发展的市场要求,使企业在行业竞争过程中处于更有利的位置。

目前电信类小型无人值守基站、电火花机、薄膜印刷机等局部应用区域,局部与全淹没共同作用系统得到了很好的应用,并且应用范围不断扩大。此类系统的生产企业由2006年的两家增加到2012年的20余家,现在对此类应用方式的关注还在不断增加。这其中六氟丙烷灭火系统(装置)兼具全淹没与局部应用的特点,已经逐渐成为市场热点,在小空间的保护领域,六氟丙烷灭火系统(装置)有绝对的优势,各生产企业也正在探讨将六氟丙烷灭火装置应用到风电行业的可行性。但是,目前对于六氟丙烷灭火系统(装置)应用的极限温度范围、局部应用的灭火浓度以及适用于局部应用的配套元件几个方面的问题国内外都没有具体、深入的研究。

1.3 气体灭火系统的应用方式

1.3.1 全淹没应用灭火方式

在规定时间内,向防护区喷射一定浓度的灭火剂,并使其均匀地充满整个防护区的气体灭火系统称为全淹没灭火系统,这种应用方式称为全淹没应用方式。全淹没应用气体灭火系统是由报警系统及灭火系统组成,是目前常用的一种灭火方式,适用于扑救封闭空间的火灾。全淹没灭火系统的灭火作用是基于在很短时间内使防护区充满规定浓度的气体灭火剂并通过一定时间的浸渍而实现的。因此,全淹没应用方式要求防护区要有必要的封闭性、耐火性和耐压、泄压能力。

(1)保证封闭性是为了防止在灭火、浸渍过程中气体灭火剂的流失,要求在防护区的围护构件上不宜再开设敞开的孔洞。当必须设置敞开的孔洞时,应设在防护区外墙的上方且应设置手动和自动的关闭装置。在施放灭火剂前,防护区的通风机、通风管道中的防火阀以及除泄压口以外的其他(门窗)开口应自动关闭。

(2)一定的耐火性是要求防护区的围护构件及吊顶要有足够的耐火时间,以保证在整个灭火过程中围护构件完整和防护区的封闭性能。

(3)耐压能力是要求防护区的围护构件要有承受灭火剂释放时对防护区增压的能力,以防由于灭火剂的增压作用损坏围护物件,影响防护区的封闭性能。全淹没灭火系统对防护区耐压强度的最低要求是其围护构件应能承受 1 200 Pa 压强差(防护区内外的压强差)。

(4)必要的泄压能力是要求对有完全密闭的防护区(门窗上没有密封条而又无其他开口的防护区)应设泄压口,以防灭火剂增压对防护区封闭性的破坏。

全淹没应用方式的特点如下。

(1)全淹没气体灭火系统是对整个房间和大空间进行保护,一般要等到火势蔓延到一定程度才进行灭火。

(2)全淹没气体灭火系统需要专门的储瓶间,复杂的管道,安装较为复杂。

(3)设备的造价较高,每次的灭火成本较高。

(4)日常维护费用较高。

(5)全淹没气体灭火系统保护的独立空间越多,其成本越低,这是其他系统无法比拟的。

全淹没气体灭火系统的防护区应符合下列规定。

(1)对气体、液体、电气火灾和固体表面火灾,在喷放灭火剂前不能自动关闭的开口,其面积不应大于防护区总内表面积的3%,且开口不应设在底面。

(2)对固体深位火灾,除泄压口以外的开口,在喷放灭火剂前应自动关闭。

(3)防护区的围护结构及门、窗的耐火极限不应低于0.50 h,吊顶的耐火极限不应低于0.25 h;围护结构及门窗的允许压强不宜小于1 200 Pa。

(4)防护区用的通风机和通风管道中的防火阀,在喷放灭火剂前应自动关闭。

1.3.2 局部应用灭火方式

1.3.2.1 局部应用灭火方式简介

向保护对象以设计喷射率直接喷射灭火剂,并持续一定时间的局部应用系统称为局部应用系统,这种应用方式称为局部应用。局部应用式气体灭火系统是气体消防的前沿科学,它是相对于全淹没式气体灭火系统而言。

局部应用系统应用于扑救不需封闭空间条件的具体保护对象的非深位火灾。该类系统在国内的应用,目前仅限于六氟丙烷气体灭火系统和二氧化碳局部应用系统。

区别于全淹没应用的气体灭火系统,六氟丙烷灭火系统(装置)局部应用是将充装有六氟丙烷灭火剂的系统(装置)布置在保护区附近,用管路连接局部应用喷头,并将喷头直接正对保护对象,以自动或手动的方式启动实施消防保护。其特点为灭火效率高、洁净无残留、不导电、无冷击效应、设计简单,能充分发挥灭火剂的灭火性能,特别适用于高价值设备或保护空间的消防保护。

局部应用方式的特点如下。

(1)针对性强,它主要用于保护易发生火患的地方,改对大空间的保护为对小空间、重要部位的保护。

(2)它针对的是局部灭火,所以其灭火剂用量比全淹没式气体灭火系统用量少,对环境及人体无害。

(3)局部应用因对局部灭火,大大降低了每次的灭火成本。

1.3.2.2 局部应用灭火设计的常见问题

局部应用灭火设计的常见问题如下。

(1) 如何选取合适的设计参数。如何选择合适的设计参数,在确保有效灭火的前提下尽量节省灭火剂,实现最优化的设计,是实际应用过程中常见的问题。实际情况大部分都是以超出设计用量很多的灭火剂进行消防保护,即使如此,由于各种因素的影响,仍有部分设计不能成功灭火。

(2) 如何避免产生飞溅。在局部应用灭火设计过程中,除首要考虑灭火的目标以外,还要兼顾考虑灭火过程中不能引起飞溅,从而导致发生二次火灾。如果简单的通过增加喷头与保护对象之间的距离来避免飞溅,会影响灭火性能,因此需要综合考虑各项参数,达到实现灭火的同时不引起飞溅。

1.3.2.3 六氟丙烷灭火系统(装置)局部应用灭火技术的发展

六氟丙烷灭火剂(HFC-236fa)是美国杜邦公司产品。在杜邦公司产品介绍中有如下一段:“六氟丙烷用作灭火剂的名称为FE-36™,1999年5月美国EPA SNAP程序认可该灭火剂作为哈龙1211替代品,可以在手提灭火器或局部应用灭火系统中应用,适用于保护高价值设备,例如电子计算机房、电信设备、航空器。同时在通常有人区域内,FE-36™也可以作为全淹没灭火剂或抑爆灭火剂应用。”由此可见,六氟丙烷灭火剂作为哈龙1211替代品面市,主要是作为局部灭火应用。

近几年国内部分企业一直在进行六氟丙烷手提式灭火器的研发工作,已经取得初步成效。但是,由于实际灭火效能研发进度缓慢以及相关产品标准及规则的影响,目前还没有形成普遍应用的局面。

公安部天津消防研究所在2005年编制GA 13—2006标准过程中,对固定式安装的六氟丙烷灭火系统(装置)的局部应用灭火特性进行了初步研究,得到了一些基础数据。近年又单独成立课题组,深入研发六氟丙烷局部应用灭火特性,取得了阶段性成果,例如喷头的结构参数、灭火剂极限用量、典型保护对象特性等,对于此类技术的发展会起到积极的推动作用。目前,国外也在进行气体灭火系统(装置)局部应用灭火技术的研究,但是还没有形成系统性的结论。可以预见,随着局部应用灭火技术研究的不断深入,对于贵重设备、场所的设计理念会产生深远影响,形成“设备消防”的概念,同时随着工程实际应用的增加也将促进局部应用灭火技术的发展,局部应用灭火技术将迎来更广阔的发展空间。

第2章 六氟丙烷气体灭火系统(装置)

2.1 灭火系统(装置)组成及工作原理

1. 管网灭火系统的系统组成及工作原理

1) 内贮压式六氟丙烷灭火系统

内贮压式六氟丙烷灭火系统一般由灭火剂瓶组、驱动气体瓶组(可选)、单向阀、选择阀、驱动装置、集流管、连接管、喷嘴、信号反馈装置、安全泄放装置、控制盘、检漏装置、管道管件及吊钩支架等部件构成,如图2-1所示。

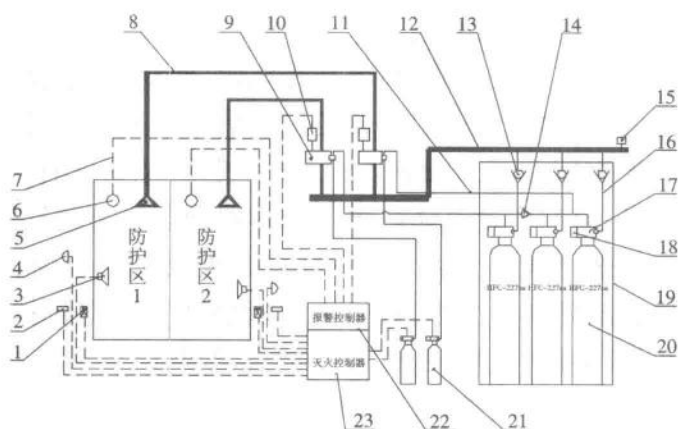


图2-1 组合分配应用形式的内贮压式气体灭火系统图

- 1—紧急启停按钮;2—放气指示灯;3—声报警器;4—光报警器;5—喷嘴;6—火灾探测器;
7—电气控制线路;8—灭火剂释放管道;9—选择阀;10—信号反馈装置;11—启动管道;12—集流管;
13—灭火剂流通管道单向阀;14—驱动气体流通管道单向阀;15—安全泄压阀;16—连接管;
17—灭火剂瓶组容器阀;18—机械应急启动机构;19—瓶组架;20—灭火剂瓶组;
21—驱动气体瓶组;22—报警控制器;23—灭火控制器

2) 外贮压式六氟丙烷灭火系统

外贮压式六氟丙烷灭火系统一般由灭火剂瓶组、加压气体瓶组、驱动气体瓶组(可选)、单向阀、选择阀、减压装置、驱动装置、集流管、连接管、喷嘴、信号反馈装置、安全泄放装置、控制盘、检漏装置、管道管件及吊钩支架等部件构