



中国劳动关系学院“十三五”规划教材

建筑防火设计


颜峻◎编著



中国劳动关系学院“十三五”规划教材

建筑防火设计

颜 峻 编著

 气象出版社
China Meteorological Press

内容简介

本书共分 10 章,首先概述建筑防火基础知识,然后引出建筑的耐火、总平面布局防火、平面布置防火、内部装修防火、防爆等方面的设计,并穿插防火分区与防火分隔、安全疏散与避难设计、建筑消防设施的设置等方面的内容,最后介绍建筑消防性能化设计方法与技术要求。本书可供建筑防火、消防工程等相关专业学生或科研设计人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑防火设计 / 颜峻编著. — 北京 : 气象出版社,
2017.7

ISBN 978-7-5029-6588-4

I. ①建… II. ①颜… III. ①建筑设计-防火 IV.
①TU892

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 142075 号

JIANZHU FANGHUO SHEJI

建筑防火设计

出版发行: 气象出版社

地 址: 北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮政编码: 100081

电 话: 010-68407112(总编室) 010-68408042(发行部)

网 址: <http://www.qxcbs.com>

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

责任编辑: 张盼娟 彭淑凡

终 审: 张 斌

责任校对: 王丽梅

责任技编: 赵相宁

封面设计: 八 度

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

开 本: 710 mm×1000 mm 1/16

印 张: 17

字 数: 363 千字

版 次: 2017 年 7 月第 1 版

印 次: 2017 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 55.00 元

前 言

建筑是人们日常活动的主要场所,伴随着建筑设计和施工技术的不断发展,建筑的高度、层数、功能、面积等均较以前有了较大的提高。日新月异的建筑形式在不断方便人们活动的同时,建筑火灾也在时刻威胁着人们的安全。由于建筑物的面积较大,高度较高,一旦着火,建筑火灾扑救难度较大。同时由于受到烟气流动效应和风力的作用,建筑火灾蔓延的速度非常快,火场会产生大量的烟尘和有毒有害气体,对人体危害很大。建筑防火设计是依据建筑材料、内外部装饰材料的燃烧特性和高温条件下的力学性能,结合建筑结构特征、使用功能,综合分析建筑火灾发展和烟气蔓延规律,对建筑物进行的满足最基本火灾安全要求的防火措施设计。建筑防火设计工作主要包括建筑类型及火灾类别划分、建筑耐火等级与耐火设计、总平面及平面防火设计、防火分区划分、结构防烟与排烟设计、安全疏散设计、内外部装修防火设计、建筑防爆设计、灭火系统设置等多方面的内容。

为了帮助从事建筑防火设计、审核、施工等工作的相关人员更好地学习和掌握建筑防火设计的基本要求,切实履行好各责任主体的职责,给建筑物营造良好的消防安全环境,特编著了这本《建筑防火设计》。本书以国家最新颁布的建筑防火设计规范为依据,基于编者多年在教学中积累的经验,涵盖了最全面的建筑防火设计要求。

本书体系完整、结构严谨、内容丰富、图文并茂。全书共 10 章,系统地介绍了建筑防火设计等方面的要求,主要包括建筑防火基础、建筑耐火设计、建筑总平面布局防火设计、建筑平面布置防火设计、防火分区与防火分隔、安全疏散与避难设计、建筑内部装修防火设计、建筑防爆设计、建筑消防设施的设置、建筑消防性能化设计方法与技术等内容。每章编写均以防火设计规范为基础,内容涉及火灾危险分类、建筑耐火等级、防火分区、防火间距、安全疏散、建筑防火构造、消防设施设置等方面。在编写过程中主要参考相关设计规范、释义、图示,力求系统全面地对建筑防火设计步骤和要求进行必要阐明,并辅助以设计实例使读者在学习时更加得心应手,做到学以致用。

本书可供高等院校消防工程、安全工程、建筑环境与设备工程、建筑技术、工程管理等专业师生学习参考,也可供建筑防火设计、施工、监理、检测人员培训使用,还可供公安消防部门从事消防监督管理和灭火救援的人员和企事业单位的消防安全管理人员阅读参考。

编者在编写本书的过程中,参考了大量有关建筑防火设计的书籍和资料,在此对这些作者表示诚挚的感谢。同时,在本书的编写过程中,所在单位的教师和相关单位的同行提出了很多宝贵的意见和建议,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和不足之处,恳请广大师生及读者不吝赐教,给予指正。

颜 峻

2017年6月

目 录

前 言

第一章 建筑防火基础	(1)
第一节 建筑火灾发生的条件	(1)
第二节 建筑火灾及原因	(3)
第三节 可燃物燃烧与火灾危险性分类	(5)
第四节 建筑分类及火灾发展和蔓延	(19)
第二章 建筑耐火设计	(32)
第一节 建筑材料对火反应特征	(32)
第二节 建筑材料的燃烧性能分级	(45)
第三节 建筑构件的耐火性能	(50)
第四节 建筑物耐火等级的选定	(56)
第三章 建筑总平面布局防火设计	(61)
第一节 建筑总平面布局防火设计要求	(61)
第二节 防火间距	(62)
第三节 消防车道和救援场地	(77)
第四章 建筑平面布置防火设计	(82)
第一节 建筑物平面布置防火设计一般要求	(82)
第二节 民用建筑平面布置	(82)
第三节 工业建筑平面布置	(91)
第四节 消防设施用房平面布置	(95)
第五节 消防电梯	(96)
第五章 防火分区与防火分隔	(99)
第一节 防火分区设计原则	(99)
第二节 水平防火分区设计	(99)
第三节 竖向防火分区设计	(106)
第四节 中庭的防火设计	(110)

第五节	防火分隔设施·····	(111)
第六章	安全疏散与避难设计 ·····	(122)
第一节	安全疏散设计基本要求·····	(122)
第二节	安全疏散基本参数·····	(125)
第三节	安全出口和房间疏散门设置·····	(137)
第四节	安全疏散距离·····	(144)
第五节	疏散楼梯和疏散走道·····	(149)
第六节	避难层与避难走道·····	(156)
第七章	建筑内部装修防火设计 ·····	(161)
第一节	建筑装修火灾危险性·····	(161)
第二节	室内装修材料的分类与分级·····	(162)
第三节	建筑室内装修防火设计通用要求·····	(166)
第四节	特殊功能部位与用房装修防火要求·····	(167)
第五节	单层、多层公共建筑装修防火·····	(169)
第六节	高层公共建筑装修防火·····	(171)
第七节	地下民用建筑装修防火·····	(173)
第八节	建筑外墙保温系统防火·····	(174)
第八章	建筑防爆设计 ·····	(177)
第一节	爆炸危险性厂房、仓库的布置·····	(177)
第二节	爆炸危险性建筑的结构防爆设计·····	(180)
第三节	其他部位防爆构造·····	(184)
第九章	建筑消防设施概述及设置场所 ·····	(185)
第一节	室内消火栓系统概述及设置场所·····	(185)
第二节	水灭火系统概述及设置场所·····	(187)
第三节	气体灭火系统概述及设置场所·····	(197)
第四节	火灾自动报警系统概述及设置场所·····	(202)
第五节	防排烟系统概述及设置场所·····	(208)
第十章	建筑消防性能化设计方法与技术要求 ·····	(211)
第一节	建筑消防性能化设计的应用范围·····	(211)
第二节	建筑消防性能化设计的基本程序与步骤·····	(214)
第三节	资料收集与安全目标设定·····	(219)
第四节	火灾与疏散模拟软件·····	(228)
第五节	火灾场景和疏散场景设定·····	(238)
第六节	计算分析及结果运用·····	(250)
第七节	性能化防火设计文件编制·····	(258)

第一章 建筑防火基础

第一节 建筑火灾发生的条件

火灾是失去控制的灾害性燃烧现象,是常发性灾害中发生频率较高的灾害之一。所谓燃烧,是指可燃物与氧化剂作用发生的放热反应,通常伴有火焰、发光和(或)发烟现象。燃烧过程中,燃烧区的温度较高,使其中白炽的固体粒子和某些不稳定(或受激发)的中间物质分子内电子发生能级跃迁,从而发出各种波长的光;发光的气相燃烧区就是火焰,它是燃烧过程中最明显的标志;由于燃烧不完全等原因,会使产物中混有一些小颗粒,这样就形成了烟。

一、燃烧的必要条件

燃烧可分为有焰燃烧和无焰燃烧。通常看到的明火都是有焰燃烧;有些固体发生表面燃烧时,有发光发热的现象,但是没有火焰产生,这种燃烧方式则是无焰燃烧,例如木炭的燃烧。

燃烧的发生和发展,必须具备三个必要条件,即可燃物、氧化剂(助燃物)和温度(引火源)。当燃烧发生时,上述三个条件必须同时具备,如果有一个条件不具备,那么燃烧就不会发生或者停止发生,如图 1.1 所示。

进一步研究表明,有焰燃烧的发生和发展除了具备上述三个条件以外,因其燃烧过程中还存在未受抑制的自由基(一种高度活泼的化学基团,能与其他自由基和分子起反应,从而使燃烧按链式反应的形式扩展,也称游离基)作中间体,因此,有焰燃烧发生和发展需要四个必要条件,即可燃物、氧化剂、温度和链式反应。

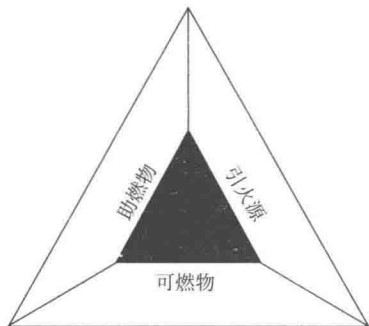


图 1.1 着火三角形

(一) 可燃物

凡是能与空气中的氧或其他氧化剂起化学反应的物质,均称为可燃物,如木材、氢气、汽油、煤炭、纸张、硫等。可燃物按其化学组成,分为无机可燃物和有机可燃物两大类。按其所处的状态,又可分为可燃固体、可燃液体和可燃气体三大类。

(二) 氧化剂(助燃物)

凡是与可燃物结合能导致和支持燃烧的物质,称为助燃物,如广泛存在于空气中的氧气。普通意义上,可燃物的燃烧均指在空气中进行。

(三) 引火源

凡是能引起物质燃烧的点燃能源,统称为引火源。一般分直接火源和间接火源两大类。了解火源的种类和形式,对有效预防火灾事故的发生具有十分重要的意义。

1. 直接火源

(1) 明火。指生产、生活中的炉火、烛火、焊接火、吸烟火、撞击或摩擦打火、机动车辆排气管火星、飞火等。

(2) 电弧、电火花。指电气设备、电气线路、电气开关及漏电打火;电话、手机等通信工具火花;静电火花(物体静电放电、人体衣物静电打火、人体积聚静电对物体放电打火)等。

(3) 雷击。瞬间高压放电的雷击能引燃任何可燃物。

2. 间接火源

(1) 高温。指高温加热、烘烤、积热不散、机械设备故障发热、摩擦发热、聚焦发热等。

(2) 自燃起火。是指在既无明火又无外来热源的情况下,物质本身自行发热、燃烧起火,如黄磷、烷基铝在空气中会自行起火;钾、钠等金属遇水着火;易燃、可燃物质与氧化剂、过氧化物接触起火等。

(四) 链式反应

很多燃烧反应不是直接进行的,而是通过游离基团和原子这些中间产物在瞬间进行的循环链式反应。游离基的链式反应是燃烧反应的实质,光和热是燃烧过程中的物理现象。

二、燃烧的充分条件

可燃物、氧化剂和引火源是无焰燃烧的三个必要条件,但燃烧的发生需要三个条件达到一定量的要求,并且存在相互作用的过程,这就是燃烧的充分条件。对于有焰燃烧,还包括未受抑制的链式反应。

(一) 一定的可燃物浓度

可燃气体或可燃液体的蒸气与空气混合只有达到一定浓度,才会发生燃烧或爆

炸。例如,常温下用明火接触煤油,煤油并不立即燃烧,这是因为在常温下煤油表面挥发的煤油蒸气量不多,没有达到燃烧所需的浓度,虽有足够的空气和火源接触,也不能发生燃烧。灯用煤油在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下、甲醇在低于 $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,液体表面的蒸汽量均不能达到燃烧所需的浓度。

(二)一定的助燃物浓度

各种不同的可燃物发生燃烧,均有本身固定的最低氧含量要求。氧含量低于这一浓度,即使其他必要条件已经具备,燃烧仍不会发生。如:汽油的最低氧含量要求为 14.4% ,煤油为 15% ,乙醚为 12% 。

(三)一定的点火能量

各种不同可燃物发生燃烧,均有本身固定的最小点火能量要求。达到这一能量才能引起燃烧反应,否则燃烧便不会发生。如:汽油的最小点火能量为 0.2 mJ ,乙醚(5.1%)为 0.19 mJ ,甲醇(2.24%)为 0.215 mJ 。

(四)燃烧条件的相互作用

燃烧要发生,必须使以上三个条件相互作用。要求每种条件都要达到一定的量,而且其中一个量的变化又会影响燃烧时对其他条件量的要求。如氧浓度的变化就会改变可燃气体、液体和部分可燃物的燃点。在实际情况下,对燃烧产生影响的条件还有很多:比如液态和气态可燃物,压力和温度对燃烧的影响就较大,当点火能量是电火花时,还要考虑电极间隙距离。又比如一般情况下,相同质量的固态可燃物与空气接触的表面积越大,燃烧所需的点火能量就越小。

(五)未受抑制的链式反应

对有焰燃烧,根据燃烧的链式反应理论,因燃烧过程中存在未受抑制的游离基(自由基)作中间体,考虑游离基参加燃烧反应的附加维,从而形成着火四面体,见图1.2。自由基是一种高度活泼的化学基团,能与其他的自由基和分子起反应,从而使燃烧按链式反应的形式扩展。因此,有焰燃烧的发生需要未受抑制的链式反应。

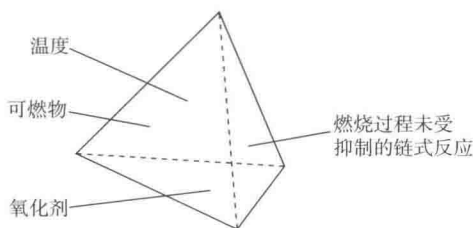


图 1.2 着火四面体

第二节 建筑火灾及原因

在我国,造成建筑火灾的原因主要有:生活用火不慎,生产作业用火不慎或违规作业,电气设备设计、安装、使用及维护不当,吸烟、玩火、放火、自燃等。据统计,2002

年至 2011 年的十年间,我国共发生火灾 192 万多起,造成 18000 余人死亡,17000 余人受伤,其中绝大部分的火灾原因是建筑火灾。十年间,电气火灾和生活用火不慎导致的火灾分别达到 358500 起和 348579 起,是造成火灾最突出的两个原因。

一、电气问题

这类火灾原因包括:电气线路故障、电气设备故障和电加热器具过热等。在建筑内,电气线路会因为短路、超负荷运行、接触电阻过大、漏电等原因而产生电火花、电弧,或引起绝缘导线和电缆过热而形成火灾。建筑中使用电器的工作电压和工作电流与所使用的插座功率不相符,电器长时间处于工作状态、使用完毕不及时关电源,建筑内私拉乱接电线,不安装漏电保护器或随意加粗保险丝等行为,都容易导致电器故障、线路老化等问题,进而引起火灾事故。此外,卤钨灯、白炽灯等高温灯具与可燃物的距离过近,电熨斗或电暖气过热等也易造成火灾。

二、生活用火不慎

这类火灾原因在家庭火灾中占主导地位,包括:油锅起火,炉具故障或使用不当,烟道过热窜火,照明、使用蚊香、烘烤等用火不慎,其他如敬神祭祖等用火,余火复燃,飞火,荒郊、野外生火不慎等。例如,在家中使用蚊香、油灯、蜡烛等时粗心大意,未能及时熄灭或过于靠近可燃物导致火灾;在喜庆节日、婚丧嫁娶、重大活动燃放烟花爆竹以及宗教活动时用火不慎引发火灾;家庭中安装火炉、火盆等明火取暖或烘烤衣物,疏忽大意引发火灾;摩丝、打火机、酒精等危险生活用品存放不当,靠近火源或加热设备,引发火灾、爆炸事故等。

三、违章作业

这类火灾原因包括:生产作业用火不当或违反安全操作规定进行生产作业等。例如,用明火熔化沥青、石蜡或熬制动、植物油脂等熬炼过程中,因操作不慎超过可燃物的自燃点而导致火灾;在烘烤烟叶、木板时,因升温过高,引起烘烤的可燃物起火;因锅炉中排出的炽热炉渣处理不当,引燃周围的可燃物导致火灾;在未采取相应防护措施的情况下,进行焊接和切割等操作,进出的火星和熔渣引燃附近的可燃物造成火灾;在易燃易爆的车间动用明火或使用非防爆型设备,引起火灾、爆炸事故;将性质相抵触的物品混放引起火灾、爆炸事故;机器设备未能及时维修润滑,导致运转过程中因摩擦发热引发火灾;化工生产设备失修,造成跑、冒、滴、漏现象,遇到明火引发火灾等。

四、吸烟

违反规定吸烟,卧床吸烟,乱扔烟头、火柴等原因也是导致火灾的一种不可忽视的原因。

五、玩火

儿童天性好奇,在玩火柴、打火机、炉灶,燃放烟花爆竹等过程中,由于缺乏使用常识,容易引发火灾。同时,宠物狗、猫等对电线的玩弄、啃咬等,也容易导致电线短路起火。

六、自燃

自燃是指可燃物在空气中没有外来火源的作用下,靠自热或外热而发生燃烧的现象。浸油的棉织物,新割的稻草和谷草,潮湿的锯末、刨花、豆饼、棉籽、煤堆等如果通风不良,积热散发不出去,容易自燃起火。

七、人为放火

据统计,自2002年到2011年,我国因人为放火而引发的火灾事故达56456起,给社会安全造成极大危害。放火作为一项严重危害社会安全的犯罪行为,《中华人民共和国刑法》对其作了明确的刑法处罚规定。

八、其他

除了上述造成建筑火灾的原因以外,因为雷击、静电、地震等引发的次生火灾等原因,也会导致建筑火灾。雷击引起的火灾原因可以细分为:因雷电直接击在建筑物上发生的热效应、机械效应作用等引发火灾;雷电产生的静电感应作用和电磁感应作用引发火灾;雷电沿着电气线路或金属管道系统侵入建筑物内部,因建筑物没有设置可靠的防雷保护措施而引发雷击起火等。

静电通常是由摩擦、撞击而产生的。例如,在工业生产、储运过程中,因摩擦、流送、装卸、喷射、搅拌、冲刷等操作工序而产生的静电积聚,也可引发可燃物燃烧或爆炸等。

地震次生火灾具有突发性、易发性和复杂性等特点,是地震引发的次生灾害中灾情最为严重的一种。

第三节 可燃物燃烧与火灾危险性分类

一、可燃物火灾危险性的判定

气体、液体、固体物质的燃烧各有特点,通常根据不同燃烧类型,用不同的燃烧性能参数来分别衡量气体、液体、固体可燃物的燃烧特性。

(一) 闪点

1. 闪点的定义

在规定的试验条件下,液体挥发的蒸气与空气形成的混合物,遇火源能够闪燃的液体最低温度(采用闭杯法测定),称为闪点。

2. 闪点的意义

闪点是可燃性液体性质的主要标志之一,是衡量液体火灾危险性大小的重要参数。闪点越低,火灾危险性越大,反之则越小。闪点与可燃性液体的饱和蒸气压有关,饱和蒸气压越高,闪点越低。当液体的温度高于其闪点时,液体随时有可能被火源引燃或发生自燃;若液体的温度低于闪点,则液体不会发生闪燃,更不会发生着火。常见的几种易燃或可燃液体的闪点如表 1.1 所示。

表 1.1 常见的几种易燃或可燃液体的闪点

名称	闪点/℃	名称	闪点/℃
汽油	-50~-30	二硫化碳	-30
煤油	28~45	甲醇	12
乙醇(无水)	13	丙酮	-18
纯苯	-11	乙醛	-38
乙醚	-45	松节油	30~46

3. 闪点在消防上的应用

闪点是判断液体火灾危险性大小以及对可燃性液体进行分类的主要依据。可燃性液体的闪点越低,其火灾危险性也越大。例如,汽油的闪点为 -50°C ,煤油的闪点为 $38\sim 74^{\circ}\text{C}$,显然汽油的火灾危险性就比煤油大。根据闪点的高低,可以确定生产、加工、储存可燃性液体场所的火灾危险性类别:闪点 $<28^{\circ}\text{C}$ 的为甲类; $28^{\circ}\text{C}\leq$ 闪点 $<60^{\circ}\text{C}$ 的为乙类;闪点 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 的为丙类。

(二) 燃点

1. 燃点的定义

在规定的试验条件下,应用外部热源使物质表面起火并持续燃烧一定时间所需的最低温度,称为燃点。

2. 常见可燃物的燃点

可燃物的温度没有达到燃点时是不会着火的,物质的燃点越低,越易着火。某些常见可燃物的燃点如表 1.2 所示。

表 1.2 几种常见可燃物的燃点

物质名称	燃点/℃	物质名称	燃点/℃
蜡烛	190	棉花	210~255
松香	216	布匹	200

续表

物质名称	燃点/℃	物质名称	燃点/℃
橡胶	120	木材	250~300
纸张	130~230	豆油	220

3. 燃点与闪点的关系

易燃液体的燃点一般高出其闪点 1~5℃,且闪点越低,这一差值越小,特别是在敞开的容器中很难将闪点和燃点区分开来。因此,评定这类液体火灾危险性大小时,一般用闪点。对于闪点在 100℃以上的可燃液体,闪点和燃点差值达 30℃,这类液体一般情况下不易发生闪燃,也不宜用闪点去衡量它们的火灾危险性。固体的火灾危险性大小一般用燃点来衡量。

(三) 自燃点

1. 自燃点的定义

在规定的条件下,可燃物质产生自燃的最低温度,称为自燃点。在这一温度时,物质与空气(氧气)接触,不需要明火的作用,就能发生燃烧。

2. 常见可燃物的自燃点

自燃点是衡量可燃物质受热升温导致自燃危险的依据。可燃物的自燃点越低,发生自燃的危险性就越大。某些常见可燃物在空气中的自燃点如表 1.3 所示。

表 1.3 某些常见可燃物在空气中的自燃点

物质名称	自燃点/℃	物质名称	自燃点/℃
氢气	400	丁烷	405
一氧化碳	610	乙醚	160
硫化氢	260	汽油	530~685
乙炔	305	乙醇	423

3. 影响自燃点变化的规律

不同的可燃物有不同的自燃点,同一种可燃物在不同的条件下自燃点也会发生变化。可燃物的自燃点越低,发生火灾的危险性就越大。

对于液体、气体可燃物,其自燃点受压力、氧浓度、催化、容器的材质和内径等因素的影响。而固体可燃物的自燃点,则受受热熔融、挥发物的数量、固体的颗粒度、受热时间等因素的影响。

(四) 爆炸浓度极限

可燃气体、液体蒸气和粉尘与空气混合后,遇火源会发生爆炸的最高或最低的范围,称为爆炸浓度极限,简称爆炸极限。能引起爆炸的最高浓度称爆炸上限,能引起爆炸的最低浓度称爆炸下限,上限和下限之间的间隔称爆炸范围。可燃气体、液体蒸气和粉尘与空气混合后形成的混合物遇火源不一定都能发生爆炸,只有其浓度

处在爆炸极限范围内,才发生爆炸。浓度高于上限,助燃物数量太少,不会发生爆炸,也不会燃烧;浓度低于下限,可燃物的数量不够,也不会发生爆炸或燃烧。但是,若浓度高于上限的混合物离开密闭的空间或混合物遇到新鲜空气,遇火源则有发生燃烧或爆炸的危险。

1. 气体和液体的爆炸(浓度)极限

气体和液体的爆炸极限通常用体积百分比%表示。不同的物质由于其理化性质不同,爆炸极限也不同;即使是同一种物质,在不同的外界条件下,其爆炸极限也不同。如在氧气中的爆炸极限要比在空气中的爆炸极限范围宽,下限会降低。部分可燃气体在空气和氧气中的爆炸极限如表 1.4 所示。

表 1.4 部分可燃气体和蒸气的爆炸极限

物质名称	在空气中/%		在氧气中/%	
	下限	上限	下限	上限
氢气	4.00	75.00	4.70	94.00
乙炔	2.50	82.00	2.80	93.00
甲烷	5.00	15.00	5.40	60.00
乙烷	3.00	12.45	3.00	66.00
丙烷	2.10	9.50	2.30	55.00
乙烯	2.75	34.00	3.00	80.00
丙烯	2.00	11.00	2.10	53.00
氨	15.00	28.00	13.50	79.00
环丙烷	2.40	10.40	2.50	63.00
一氧化碳	12.50	74.00	15.50	94.00
乙醚	1.90	40.00	2.10	82.00
丁烷	1.50	8.50	1.80	49.00
二乙烯醚	1.70	27.00	1.85	85.50

除助燃物条件外,对于同种可燃气体,其爆炸极限还受以下几方面影响。

(1)火源能量的影响。引燃混合气体(简称混气)的火源能量越大,可燃混气的爆炸极限范围越宽,爆炸危险性越大。

(2)初始压力的影响。混气初始压力增加,爆炸范围增大,爆炸危险性增加。值得注意的是,干燥的一氧化碳和空气的混合气体,压力上升,其爆炸极限范围缩小。

(3)初温对爆炸极限的影响。混气初温越高,混气的爆炸极限范围越宽,爆炸危险性越大。

(4)惰性气体的影响。可燃混气中加入惰性气体,会使爆炸极限范围变宽,一般上限降低,下限变化比较复杂。当加入的惰性气体超过一定量以后,任何比例的混气均不能发生爆炸。

2. 可燃粉尘的爆炸(浓度)极限

粉尘的爆炸极限通常用单位体积中粉尘的质量(g/m^3)表示。可燃粉尘爆炸浓度上限,因为太大,以致在多数场合都不会达到,所以没有实际意义,通常只应用粉尘的爆炸下限。表 1.5 列出了部分粉尘的爆炸下限。

表 1.5 部分粉尘的爆炸特性

物质名称	爆炸下限 /(g/m^3)	最大爆炸压力 /($\times 10^5 \text{ Pa}$)	自燃点 / $^{\circ}\text{C}$	最低点火能量 / mJ
镁	20	5.0	520	80
铝	35~40	6.2	645	20
镁铝合金	50	4.3	535	80
钛	45	3.1	460	120
铁	120	2.5	316	100
锌	500	6.9	860	900
煤	35~45	3.2	610	40
硫	35	2.9	190	15
玉米	45	5.0	470	40
黄豆	35	4.6	560	100
花生壳	85	2.9	570	370
砂糖	19	3.9	410~525	30
小麦	9.7~60	4.1~6.6	380~470	50~160
木粉	12.6~25	7.7	225~430	20
软木	30~35	7.0	815	45
纸浆	60	4.2	480	80
酚醛树脂	25	7.4	500	10
脲醛树脂	90	4.2	470	80
环氧树脂	20	6.0	540	15
聚乙烯树脂	30	6.0	410	10
聚丙烯树脂	20	5.3	420	30
聚苯乙烯制品	15	5.4	560	40
聚醋酸乙烯脂	40	4.8	550	160
硬脂酸铝	15	4.3	400	15

3. 爆炸混合物浓度与危险性的关系

爆炸性混合物在不同浓度时发生爆炸所产生的压力和放出的热量不同,因而具有的危险性也不同。在爆炸下限时,爆炸压力一般不会超过 $4 \times 10^5 \text{ Pa}$,放出的热量不多,爆炸温度不高。随着爆炸性混合物中可燃气体或液体蒸气浓度的增加,爆炸产生的热量增加,压力增大。当混合物中可燃物质的浓度增加到稍高于化学计量浓度

时,可燃物质与空气中的氧气发生充分反应,所以爆炸放出的热量最多,产生的压力最大。当混合物中可燃物质浓度超过化学计量浓度时,爆炸放出的热量和爆炸压力随可燃物质浓度的增加而降低。

4. 爆炸极限在消防上的应用

物质的爆炸极限是正确评价生产、储存过程中火灾危险程度的主要参数,是建筑、电气和其他防火安全技术的重要依据。控制可燃性物质在空间的浓度低于爆炸下限或高于爆炸上限,是保证安全生产、储存、运输、使用的基本措施之一。具体应用有以下几方面:

(1)爆炸极限是评定可燃气体火灾危险性大小的依据,爆炸范围越大,下限越低,火灾危险性就越大。

(2)爆炸极限是评定气体生产、储存场所火灾类别的依据,也是选择电气防爆型式的依据:生产、储存爆炸下限 $<10\%$ 的可燃气体的工业场所,应选用隔爆型防爆电气设备;生产、储存爆炸下限 $\geq 10\%$ 的可燃气体的工业场所,可选用任一防爆型电气设备。

(3)根据爆炸极限可以确定建筑物耐火等级、层数、面积、防火墙占地面积、安全疏散距离和灭火设施。

(4)根据爆炸极限,确定安全操作规程,例如,采用可燃气体或蒸气氧化法生产时,应使可燃气体或蒸气与氧化剂的配比处于爆炸极限范围以外,若处于或接近爆炸极限范围进行生产,应充惰性气体稀释和保护。

二、生产的火灾危险性分类

生产物品的火灾危险性主要根据生产中使用或产生物品的性质和可燃物数量等因素划分为甲、乙、丙、丁、戊类。由于生产火灾危险性受众多因素的影响,因此设计还需要根据生产工艺、生产过程中使用的原材料以及产品及其副产品的火灾危险性、实际生产环境条件等情况确定。

根据现有设计规范《建筑设计防火规范》(GB 50016,简称《建规》)的划分原则,凡是在常温环境下遇火源能引起闪燃的液体属于易燃液体,可列入甲类火灾危险性范围。我国南方城市的最热月平均气温在 $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,而厂房的设计温度在冬季一般采用 $12\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。根据上述情况,将甲类火灾危险性的液体闪点基准定为小于 $28\text{ }^{\circ}\text{C}$,乙类定为大于等于 $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 且小于 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$;丙类定为不小于 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

由于绝大多数可燃气体的爆炸下限均小于 10% ,一旦设备泄漏,在空气中很容易达到爆炸浓度而造成危险,所以将爆炸下限小于 10% 的气体划为甲类;少数气体的爆炸下限大于 10% ,在空气中较难达到爆炸浓度,所以将爆炸下限不小于 10% 的气体划为乙类。但任何一种可燃气体的火灾危险性,不仅与其爆炸下限有关,而且与其爆炸极限范围值、点火能量、混合气体的相对湿度等有关,在实际设计时要加以注意。