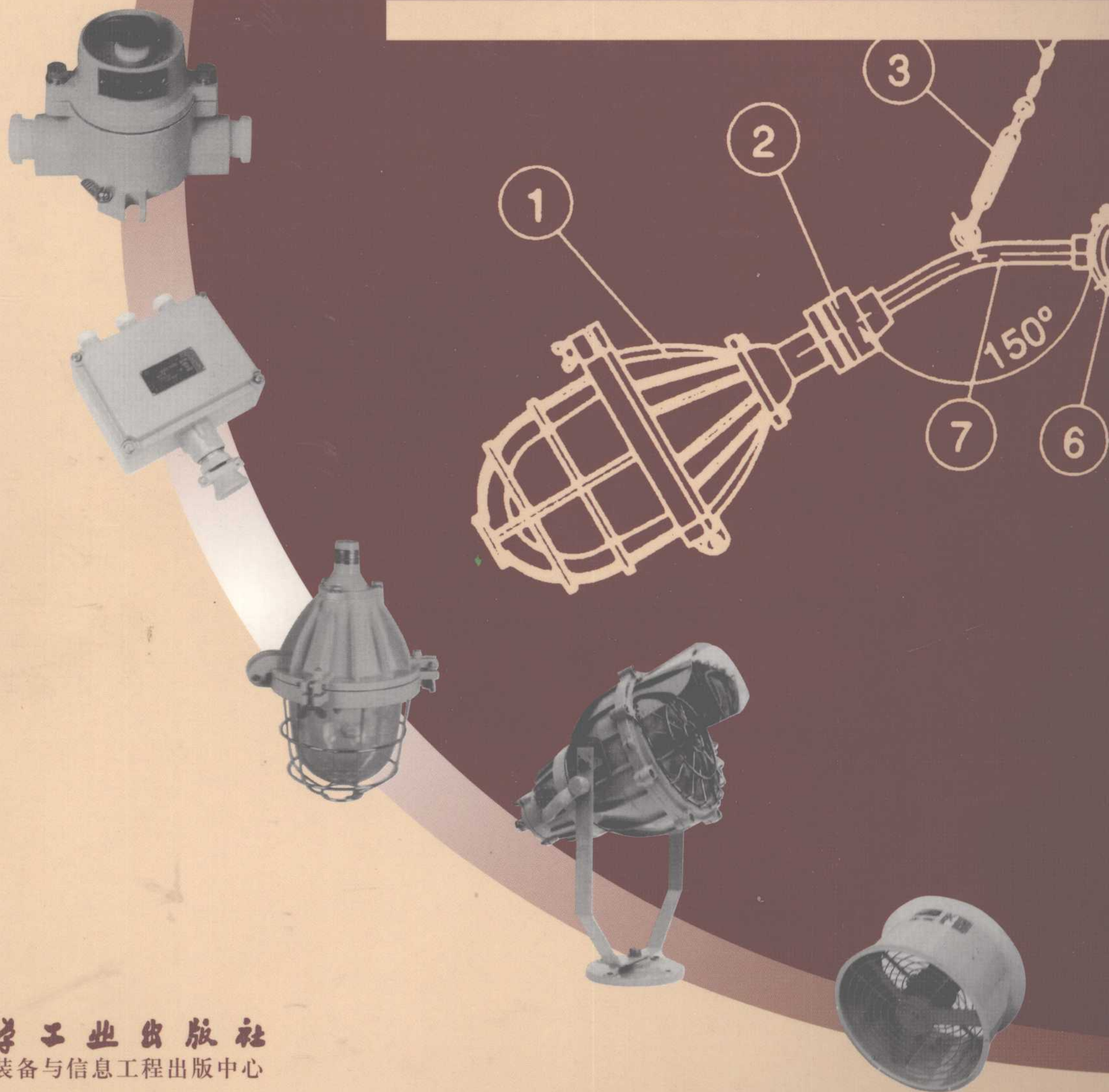


电 气 设 备 丛 书

防爆电器

王尽余 潘妙琼 王 湧 编著

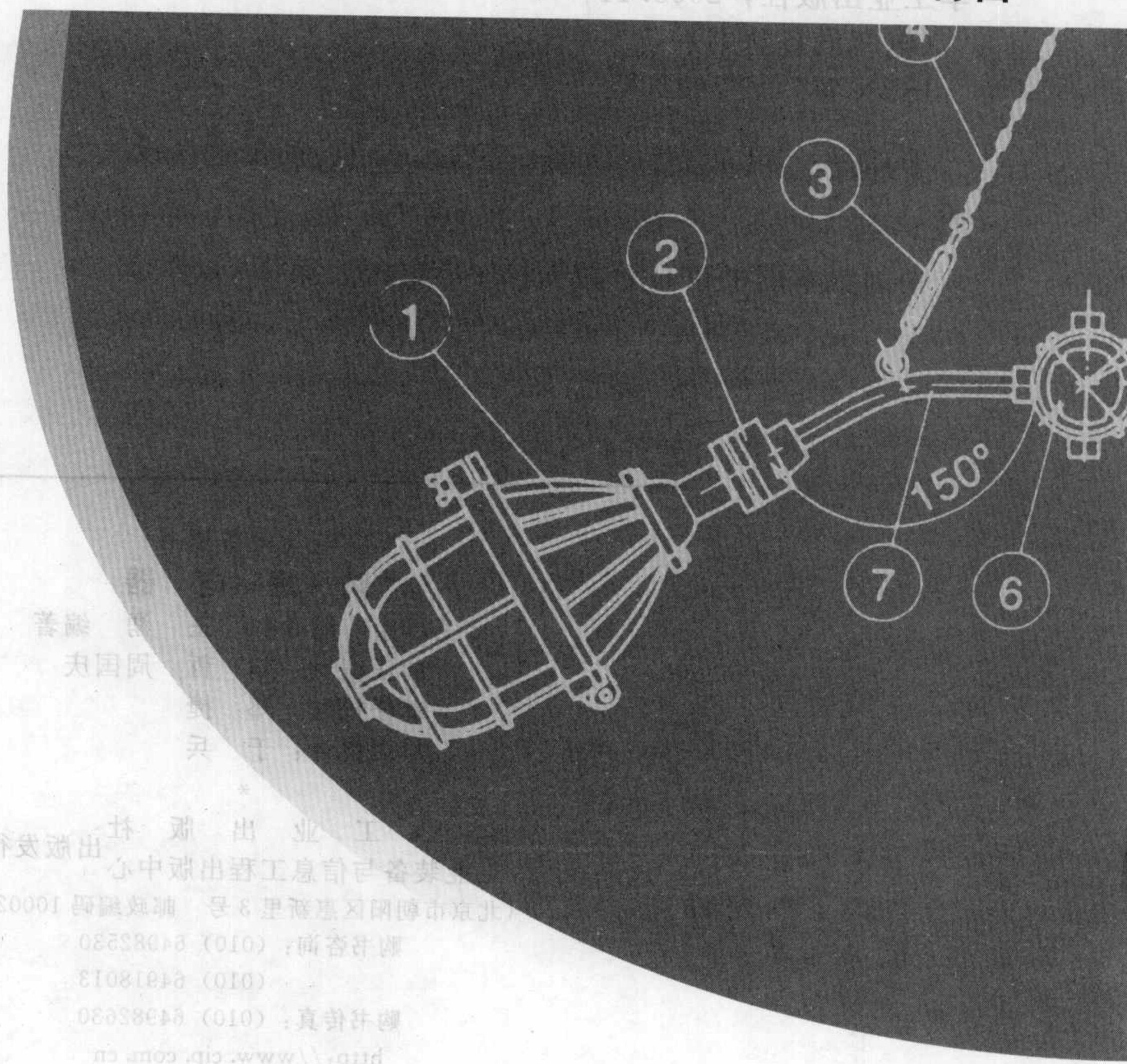


化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

要 容 内
电 气 设 备 丛 书

防爆电器

● 王尽余 潘妙琮 王 湧 编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北京 ·

内 容 提 要

本书主要介绍工厂用、煤矿用及粉尘环境用防爆电器和防爆灯具的特性、适用范围、技术参数及外形图等,给出了选型原则。书中还用部分篇幅介绍了防爆电器的设计、安装和维护内容。

本书旨在帮助读者正确使用和维护防爆电器,提高防爆意识,减少火灾爆炸事故。

本书可供煤矿、石油、化工等行业从事防爆电器使用、维护的工程技术人员和技术工人学习,也可供有关设计人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

防爆电器/王尽余,潘妙琼,王湧编著. —北京:化学工业出版社,2005.11

(电气设备丛书)

ISBN 7-5025-7932-X

I. 防… II. ①王…②潘…③王… III. 防爆电气设备 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 140058 号

电气设备丛书

防 爆 电 器

王尽余 潘妙琼 王 湧 编著

责任编辑:刘 哲 周国庆

责任校对:郑 捷

封面设计:于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(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

北京市彩桥印刷有限责任公司印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 13¼ 字数 314 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7932-X

定 价: 29.00 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

《电气设备丛书》编委会名单

主 任 孙玉坤

副主任 赵德安 李金伴 陆一心

委 员 方昌林 张培寅 王尽余 张植保

周新云 周 洋 沈培坤 谭延良

黄永红 杨 东 盛占石

前言

随着科学技术的迅猛发展，电气设备发展日新月异。尤其是以计算机、信息技术为代表的高新技术的发展，使制造技术的内涵和外延发生了革命性的变化，传统的电气设备设计、制造技术不断吸收信息控制、材料、能源及管理等领域现代成果，综合应用于产品设计、制造、检测、生产管理和售后服务。在生产技术和生产模式等方面，许多新的思想和概念不断涌现，而且，不同学科之间相互渗透、交叉融合，衍生新的研究领域，迅速改变着传统电气设备制造业的面貌，产品更新换代极为频繁。21 世纪电气设备发展的总趋势是：强弱电技术的融合更为密切；多学科、多专业的交叉更为深入；我国电气产品与国际接轨的步伐将迈得更大，国内外的技术交流也将更为广泛。

当今世界，科学技术发展迅速，知识经济发展显现端倪，综合国力的竞争日趋激烈。国力的竞争，归根结底是科技与人才的竞争。为了适应社会主义现代化建设的需要，我们组织编写了这套《电气设备丛书》（以下简称《丛书》），满足广大电气工作者和爱好者的迫切需要。

《丛书》编写时从实用出发，力求理论与实际相结合，突出新颖性，介绍电气设备的结构、工作原理、技术参数、适用场合、技术操作要点、运行与维护经验等，并注重理论联系实际，融入应用实例，突出技能和技巧。

《丛书》本着求精避繁的原则，对电气设备的基础理论、材料、器件、应用电路、安装、调试、运行与维修等适用面广、使用频率高和实用性强的技术内容作了详细的阐述。同时，还从实际出发，介绍反映电工电子、电力电子、计算机、自动控制、传感器技术、机电一体化的相互交叉、纵横结合的发展大趋势。

本套丛书共 10 个分册，包括《防爆电器》、《防雷与接地保护装置》、《电气测量设备》、《电热设备》、《开关电源技术》、《漏电保护器》、《高压电器》、《低压电器》、《变压器原理与应用》、《电机原理与应用》。

本书为《防爆电器》。

随着我国经济建设高速发展，工业生产规模日益增大，防火防爆问题显得更为重要，在石油、化工、煤炭、军工各行业中，功能各异、品种繁多的防爆电器产品被广泛采用。防爆电器在选用、安装、使用及维护上需严格把好技术关，否则就失去了“防爆”意义。而各类技术人员由于涉及的面不同，对防爆方面知识要求亦不相同。为了给有关技术人员有一个比较完整的防爆知识的了解，本书中以较多的篇幅讲述防爆基本知识。

由于防爆电器品种繁多，本书不可能全面地介绍各类防爆电器产品，只能重点介绍比较典型的几种，供有关人员选用参考。

本书亦用部分篇幅介绍防爆电器的设计、安装、维护方面的内容，供有关人员参考。本书的附录列出与本书内容有关的防爆规范，供读者查阅。

以上内容可以帮助读者在实际使用维护防爆电器时自觉提高防爆意识，减少这些防爆电器的非正常使用和维护所造成的损坏，减少由于防爆电器事故而引发的火灾爆炸事故。如能

达到这样的目的，就是编者最大的心愿。

本书第1、2章由王尽余撰写，第3章及附录由潘妙琼撰写，第4章由王湧撰写。全书由江苏大学陆一心教授、李金伴教授主审。

本书整个编写过程得到钟梅的支持与参与，使本书臻于完善，在此深表谢意。

由于作者水平有限，难免有不当之处，敬请读者批评指正。

编著者

2005年12月

目 录

第 1 章 防爆电器基础知识和灭火措施	1
1.1 爆炸的基本知识	1
1.1.1 燃烧和爆炸	1
1.1.2 危险物质	1
1.1.3 爆炸性物质的性能参数	2
1.1.4 爆炸性物质的级别、分组	4
1.2 爆炸性危险场所等级分类	8
1.2.1 划分原则	8
1.2.2 爆炸危险场所分类和分级	8
1.2.3 爆炸危险场所范围的划分	9
1.2.4 爆炸危险区域相邻场所等级划分	11
1.3 防爆基本原理和防爆技术	12
1.3.1 爆炸性危险场所使用电气设备的分类、分级与分组	12
1.3.2 防爆电气设备的防爆类型及防爆原理	12
1.3.3 爆炸性粉尘环境用防爆电气设备	25
1.4 电气防火和防爆	27
1.4.1 电气问题引发火灾爆炸事故	27
1.4.2 电火花和电弧引起火灾和爆炸	28
1.4.3 电气防火防爆措施	29
1.4.4 爆炸危险场所的电气线路	30
第 2 章 防爆电器分类及其应用	32
2.1 防爆电器的基本概念	32
2.1.1 防爆电器的分类	32
2.1.2 选型原则	33
2.1.3 防爆电器的命名方法	33
2.1.4 防爆电气设备防爆标志	35
2.2 厂用防爆电器	36
2.2.1 防爆配电箱	36
2.2.2 防爆断路器	39
2.2.3 防爆启动器	40
2.2.4 防爆主令电器	45
2.2.5 防爆接插件	47
2.2.6 防爆继电器	49
2.2.7 防爆仪表	50
2.2.8 其他	52

2.3	厂用防爆灯具	54
2.3.1	防爆灯	54
2.3.2	防爆荧光灯	55
2.3.3	防爆路灯、平台灯	59
2.3.4	防爆应急灯	60
2.3.5	防爆投光灯	61
2.3.6	防爆标志灯	62
2.4	粉尘防爆电器与灯具	64
2.4.1	粉尘防爆电器	64
2.4.2	粉尘防爆灯具	71
2.5	煤矿用防爆电器	75
2.5.1	矿用隔爆磁力启动器	75
2.5.2	隔爆兼安全火花型磁力启动器	76
2.5.3	隔爆兼安全火花型真空磁力启动器	79
2.5.4	隔爆型自动馈电开关	81
2.5.5	隔爆型手动启动器	82
2.5.6	隔爆型插销式开关	83
2.5.7	隔爆型接线盒	83
2.5.8	矿用隔爆型插销	83
2.5.9	矿用隔爆型控制按钮	83
第3章	防爆电器的设计	84
3.1	防爆电器的通用要求	84
3.1.1	定义	84
3.1.2	防爆电器执行的有关标准	85
3.1.3	防爆电器的通用要求	86
3.2	低压电器	91
3.2.1	低压电器的主要性能	91
3.2.2	低压电器的分类和主要用途	98
3.2.3	低压电器的型号表示及其意义	99
3.2.4	低压空气隔离器、开关、隔离开关、熔断器组合电器	100
3.2.5	低压熔断器	102
3.2.6	断路器	104
3.2.7	控制继电器	106
3.2.8	接触器	108
3.2.9	启动器	109
3.2.10	主令电器	110
3.2.11	灯泡	114
3.3	防爆外壳	114
3.3.1	外壳材质	115
3.3.2	允许最高表面温度	115

3.3.3	外壳强度	115
3.3.4	隔爆接合面结构参数	115
3.3.5	衬垫	116
3.3.6	胶封	117
3.3.7	透明件	117
3.3.8	通风装置与排液装置	117
3.3.9	外壳的紧固	118
3.3.10	电缆与导线引入	118
3.3.11	接线盒	121
3.3.12	联锁与警告标志	123
3.3.13	接线和接地	123
3.4	防爆电器设计	124
3.4.1	我国防爆电器发展简介	124
3.4.2	防爆电器的防爆型式	125
3.4.3	防爆电器的设计	125
3.4.4	防爆电器产品设计实例介绍	126
3.4.5	型式检查和试验	129
第4章	防爆电器的安装、维护	134
4.1	防爆电器的安装和接线	134
4.1.1	防爆电器安装前应确定的问题	134
4.1.2	爆炸危险场所电气线路的一般规定	138
4.1.3	电气防火防爆的安全措施	142
4.1.4	爆炸危险场所防爆电器的安装	144
4.2	防爆电器的维护	145
4.2.1	一般规定	145
4.2.2	防爆电器维修的准备工作	146
4.2.3	防爆外壳的维修	146
4.2.4	防爆电器内元部件的维护	146
4.2.5	防爆电器的安装和维护	157
4.2.6	电器一般常识	158
4.3	防爆电器使用实例	163
4.3.1	防爆电器在有爆炸性混合物的工矿中使用	163
4.3.2	防爆电器在煤矿中的应用	165
4.3.3	民用建筑及工矿企业选用防爆电器的有关标准举例	173
第5章	附录 (有关防爆电器标准的摘录)	175
附录1	GB 3836.1—2000 爆炸性气体环境用电气设备第一部分: 通用要求 (摘要)	175
附录2	GB 3836.2—2000 爆炸性气体环境用电气设备第二部分: 隔爆型 “d” (摘要)	190
参考文献		200

第 1 章

防爆电器基础知识和灭火措施

1.1 爆炸的基本知识

1.1.1 燃烧和爆炸

火灾和爆炸都是同燃烧直接联系的。燃烧是一种放热放光的反应。爆炸是由燃烧引起的，某些可燃物质燃烧后，化学反应特别强烈，瞬间产生巨大的热能和压力向周围扩散，同时产生巨响。燃烧是爆炸的先导，一般来说，没有燃烧不可能引起爆炸。对于燃烧必须具备三个条件。

① 有固体、液体或气体可燃物质存在。

② 有助燃物质存在，助燃物质主要指空气中的氧气。助燃物质数量不够也不会发生燃烧，正常空气中含氧量为 21% 左右才引起燃烧，当其降至 14%~18% 时，可燃物质即能停止燃烧。

③ 有引燃源存在，凡能引起可燃物质燃烧的热能源都称之为引燃源，如明火、电火花、灼热的物体以及机械碰撞火花等。

以上燃烧的三个条件直接关系到防火、防爆措施和灭火措施。大部分可燃物质，不论是液体还是固体，燃烧往往是在蒸气或气体状态下进行的。燃烧时产生的火焰，其温度在 1000~3000℃。爆炸是物质由一种状态迅速转变为另一种状态，并在瞬间放出大量能量的现象。爆炸可分为物理性爆炸和化学性爆炸两类。

物理性爆炸：物质因状态或压力发生突变而形成的爆炸现象称为物理性爆炸，这种爆炸的前后，物质及化学成分未发生变化，纯属物理变化而引起的。例如蒸汽锅炉、压缩气瓶等的爆炸都属于物理性爆炸。

化学性爆炸：物质发生极迅速的化学反应，产生高温高压而引起的爆炸称为化学性爆炸，在化学性爆炸前后，物质及化学成分发生根本性的变化。例如炸药爆炸、粉尘混合物爆炸都属于化学性爆炸。

1.1.2 危险物质

有爆炸危险的物质统称为爆炸性物质或称危险物品，从防火、防爆的角度按其物理、化学性质的不同可分为七类。

(1) 爆炸性物品 这类物品有强烈的爆炸性，在常温下就有缓慢的分解趋向，当其受热、摩擦、冲击作用时或与某些物质接触后，能发生化学反应而爆炸。如雷管、炸药、爆竹等，这类物品的爆炸压力、爆炸温度和爆炸速度都很高。

(2) 易燃和可燃液体 这类物品容易挥发，能引起火灾和爆炸。其中闪点为 45℃ 及以下为易燃液体，如汽油、煤油、酒精和苯等。闪点为 45℃ 及以上的为可燃液体，如柴油和



润滑油等。

(3) 易燃和助燃气体 这类物品受热、冲击或遇到火花能发生燃烧和爆炸，当处在压缩状态时危险性更大。氢、煤气、天然气属易燃气体，氧和氯等属助燃气体。

(4) 自燃物品 这类物品不需要外来着火源，在一定条件下，能自身产生热量而燃烧。如黄磷、硝化纤维胶片等。

(5) 遇水燃烧物品 这类物品遇水能分解产生可燃气体，放出热量，从而可引起燃烧和爆炸。如金属钠、磷化钙、电石、锌粉和金属钙等。

(6) 易燃固体 这类物品受热、冲击、摩擦或与氧化剂接触，能引起燃烧或爆炸，其燃点均在 300°C 以下，如红磷、硝化纤维素、硫磺和樟脑等。

(7) 氧化剂 这类物品有较强的氧化性能，分解温度在 500°C 以下。遇酸、碱、强热、摩擦、冲击或与易燃物和还原剂等接触时，能分解并引起燃烧和爆炸。如氯酸钾、高锰酸钾和过氧化钠等。

易燃气体和易燃液体的蒸气混合后，能形成爆炸性混合物。爆炸物品和易燃固体等危险品的粉尘或纤维，在与空气混合后也能形成爆炸性混合物。

1.1.3 爆炸性物质的性能参数

闪点、燃点、自燃点、爆炸极限、最小点燃电流（最小引燃能量）和传播能力是表征爆炸性物质危险性能的重要参数。

(1) 闪点 闪点是指易燃和可燃液体所挥发的蒸气和空气混合后，当有电源与之接近时，能发生闪电状燃烧的最低温度。在这个温度下，液体挥发很慢，一经闪点即燃尽空气中的可燃蒸气，不会继续燃烧。当温度超过闪点越多，火灾危险性越大，物质闪点越低，火灾危险性也越大，一般认为闪点是可能引起火灾的最低温度。闪点低于或等于 45°C 的液体称为易燃液体，闪点高于 45°C 的液体称为可燃液体，温度在闪点以下运用这些可燃液体那将是安全的。

(2) 燃点 燃点是指可燃性燃料油而言，该油品在规定条件下加热到接触火焰开始燃烧，持续时间不少于 5s，开始燃烧时的油品温度即为燃点。对于易燃液体燃点比闪点仅高 $1\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，从安全角度考虑，该类液体只考虑闪点，而不考虑燃点。而对于闪点较高的可燃液体（燃点比闪点高出 30°C 以上）和易燃固体，燃点才有实用价值。

(3) 自燃温度 自燃温度（自燃点）是指可燃物不需要外来火源就能自己引起燃烧的最低温度。自燃温度除和物质本身的成分有关外，还与外界压力和空气中的含氧量等有关。外界压力越高，自燃温度越低；空气中含氧量越高，自燃温度亦越低。

(4) 爆炸极限 可燃性物质与空气混合形成可以燃烧后爆炸的物质，称之为爆炸性混合物，混合物中爆炸性物质含量用克每立方米 (g/m^3) 或体积比值 (%) 表示。爆炸性混合物能被引燃发生爆炸的最低浓度称为爆炸下限，能被引燃发生爆炸的最高浓度称为爆炸上限，爆炸极限就是能引起爆炸性混合物燃烧爆炸的浓度范围。例如汽油的爆炸极限为 $1\%\sim 6\%$ ，在该范围内遇火就会爆炸，如低于 1% 或高于 6% 都不会爆炸。这是因为当混合物浓度低于爆炸下限时，因含有过量的空气，空气的冷却作用会阻止火焰的蔓延而不能引爆。当混合物浓度高于爆炸上限时，空气非常不足，火焰也不能传播。所以当浓度在爆炸范围以外时，混合物就不会爆炸。爆炸下限越低，或爆炸极限范围越大，爆炸危险性就越大。影响爆炸极限范围的因素很多，主要因素有以下几点。



① 原始温度。混合物的原始温度越高，则爆炸极限范围越大，即下限降低，上限升高。

② 原始压力。原始压力增大，爆炸范围也扩大，压力对爆炸上限的影响十分显著，而对下限影响较小。

③ 惰性气体的影响。混合物中所含的惰性气体量增加，爆炸范围就缩小，惰性气体浓度到一定数值，混合物就不能爆炸。混合物中惰性气体量增加，对上限影响较之对下限影响更为显著。因为惰性气体浓度增加，表示氧的浓度相对减小，而在上限时氧的浓度本来已经很小，故惰性气体浓度稍微增加一点，就产生较大影响，使爆炸极限急剧下降。

④ 容器的尺寸和材质。当容器、管子直径越小，则爆炸的极限越小，这是因为火焰经过管道冷表面时被冷却。尺寸越小，则单位体积火焰所对应的固体冷却表面积就越大，传出热量也越多。当管道直径（或火焰通道）小到一定程度时，火焰即不能通过，这一间距称临界直径，也称最大灭火间距，干式灭火器即是利用此原理制成。容器的材质对爆炸极限也有影响，如氢和氟在玻璃容器中混合，甚至在液态空气温度下，在黑暗中也会发生爆炸。而在银质容器中，在一定温度下才会发生反应。

⑤ 能源。火源的能量、热表面的面积、火源与混合物的接触时间等，对爆炸极限均有影响。以甲烷为例，对电压为100V电流1A的电火花，无论在什么浓度下都不会爆炸，若电流为2A的电火花则可能引起爆炸，其爆炸极限为5.9%~13.6%，若电流为3A的电火花，其爆炸极限为5.85%~14.8%。

易燃和可燃液体的爆炸极限有两种表示形式：一种是爆炸浓度极限以体积百分比表示，另一种是爆炸温度极限以℃表示。由于液体蒸气的爆炸浓度是在一定温度下形成的，因此液体的爆炸浓度极限就体现一定的温度极限，两者在本质上是一致的，只是表示单位不同。例如，酒精的爆炸浓度极限是3.3%~18%，这个浓度是在11~40℃时形成的，所以11~40℃就是酒精的爆炸温度极限。很明显爆炸温度下限就是液体的闪点。利用液体的爆炸温度极限，来测定在贮槽或设备中蒸气的浓度是否有爆炸危险。这种方法简单易行，因为温度是随时可以测定的。

(5) 最小引燃能量 构成爆炸性混合物的任何爆炸性气体、液体、蒸气本身都有各自的反应激发能量，要使之参与氧化反应，则必须有一定的能量激发。如果要使氢分子中的电子脱离原子核的吸引与空气中的氧反应，发生燃烧或爆炸必须有一个最低能量。这个能量需由外界供给，能引燃爆炸性混合物的最小能量为最小引燃能量。

每种爆炸性混合物在规定条件下都有一个最小引燃能量。例如氢气为0.019mJ，二氧化硫为0.009mJ，甲烷为0.28mJ等。

(6) 最小引爆电流和电压 最小引爆电流和电压是用来描述爆炸性混合物最小引燃能量的一种方式，因为最小引燃能量不便测量和应用，将其转化为电流和电压的方式就可方便应用。最小引燃电流和电压就是在规定的试验条件下，能点燃爆炸性混合物的最小电流值和最小电压值，在此值以下爆炸性混合物不能引爆。以这种方式为出发点的防爆原理，可以制造出本质安全型防爆电气设备，广泛应用在通讯、仪表、自控等弱电领域中。

(7) 最大试验安全间隙 最大试验安全间隙是指在规定的试验条件下，试验专用球形外壳内部爆炸性混合物被引燃后，火焰通过球形外壳法兰接合面的间隙，不能引爆球形外壳外部空间爆炸性混合物爆炸的法兰接合面的最大间隙值。利用外壳间隙尺寸的大小（间隙的长度和宽度）来控制外壳内部爆炸性混合物爆炸后不能向壳外传播，引起壳外爆炸性气体爆炸



的原则，制造隔爆型电气设备。

1.1.4 爆炸性物质的级别、分组

- (1) 爆炸性物质的分类 爆炸性物质按形态和存在的场所分为三类。
- ① 煤矿甲烷类。用代号 I 表示（煤矿环境）。
 - ② 气体蒸气类。用代号 II 表示（工厂环境）。
 - ③ 粉尘、纤维类（不包括火药、炸药）。目前国际上没有确定表示符号，我国暂用 III 表示（粉尘环境）。

(2) 爆炸性物质的级别、分组 爆炸性气体、蒸气种类繁多。从预防其燃烧爆炸方面，根据最大试验安全间隙或最小点燃电流比的大小将其划分为几个等级，根据自燃温度的大小将其划分为几个组别，以便于安全管理，并可根据级别、组别制造和选择对应的防爆设备。

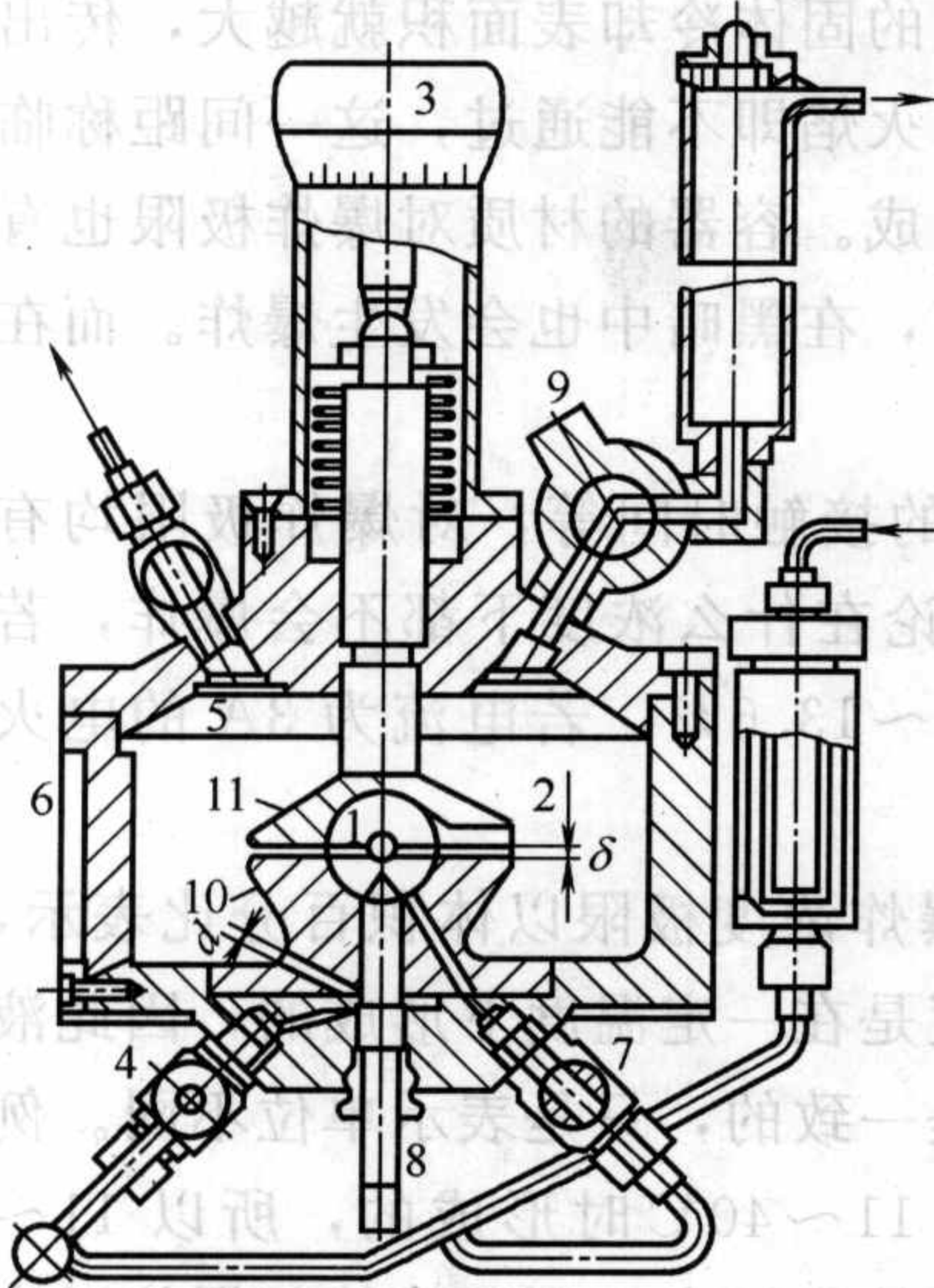


图 1-1 最大试验安全间隙的试验装置
1—标准外壳内腔；2—试验箱内腔；3—千分表；4—泵；5—阻火器；6—观察窗；7，9—阀门；8—点火电极；10—标准外壳下壳体；11—标准外壳上壳体

最大试验安全间隙和最小点燃电流的测试设备都是国际上统一的，这样测试数据具有国际上一致性，便于各国通用。

最大试验安全间隙的测试设备如图 1-1 所示。测试时，将其最易引燃浓度的可燃气体或液体蒸气通入图 1-1 的 1 及 2 中，1 外壳两半球法兰长度为 25mm。接合处间隙 δ 调节器调到一个适当数值，用点火电极 8 将 1 腔内气体引燃，通过观察窗 6 观察 2 腔内气体是否被引燃，即 1 腔的爆炸是否通过间隙 δ 引起 2 腔爆炸。如果引起 2 腔爆炸，说明该间隙大，不能隔住火焰。若 2 腔未引起爆炸，说明该间隙能隔爆。通过试验应能找出不传爆的最大试验安全间隙。试验时，1 腔平面法兰间隙 δ 以 0.02mm 作为间隙调整级，在传爆间隙与不传爆间隙之间范围内进行调整。每一个不传爆间隙至少做 10 次试验，最后确定出不传爆间隙 δ_0 （传爆概率为 0）和传爆的最小间隙 δ_{100} （传爆概率为 100%）。 $\delta_{100} - \delta_0$ 差值表示最大试验安全间隙的敏感度，敏感度越小的物质对 δ 要求的精确度越高，表 1-1 列出试验结果。

表 1-1 爆炸性气体混合物的最大试验安全间隙

序号	可燃性气体或蒸气名称	分子式	易传爆混合物浓度 (体积比)/%	MESG /mm	$\delta_{100} - \delta_0$ /mm
1	一氧化碳	CO	40.8	0.94	0.03
2	甲烷	CH ₄	8.2	1.14	0.11
3	丙烷	C ₃ H ₈	4.2	0.92	0.03
4	丁烷	C ₄ H ₁₀	3.2	0.98	0.02
5	戊烷	C ₅ H ₁₂	2.55	0.93	0.02
6	己烷	C ₆ H ₁₄	2.5	0.93	0.02
7	庚烷	C ₇ H ₁₆	2.3	0.91	0.02
8	异辛烷	C ₈ H ₁₈	2.0	1.04	0.04
9	正辛烷	C ₈ H ₁₈	1.94	0.94	0.02
10	癸烷	C ₁₀ H ₁₂	120/105(mg/L)	[1.02] ^①	—



续表

序号	可燃性气体或蒸气名称	分子式	易传爆混合物浓度 (体积比)/%	MESG /mm	$\delta_{100}-\delta_0$ /mm
11	环己酮	C ₆ H ₁₀	3.0	0.95	0.03
12	丙酮	C ₃ H ₆ O	5.9/4.5	[1.02]	—
13	丁酮	C ₄ H ₈ O	4.8	0.92	0.02
14	醋酸甲酯	C ₃ H ₆ O ₂	208/152(mg/L)	[0.99]	—
15	醋酸乙酯	C ₄ H ₈ O ₂	4.7	0.99	0.04
16	醋酸丙酯	C ₅ H ₁₀ O ₂	135(mg/L)	[1.04]	—
17	环己烷	C ₆ H ₁₂	90(mg/L)	[0.94]	—
18	醋酸丁酯	C ₆ H ₁₂ O ₂	130(mg/L)	[1.02]	—
19	醋酸戊酯	C ₇ H ₁₄ O ₂	110(mg/L)	[0.99]	—
20	氯乙烯	C ₂ H ₃ O	7.3	0.99	0.04
21	甲醇	CH ₃ OH	11.0	0.92	0.03
22	乙醇	C ₂ H ₅ OH	6.5	0.89	0.02
23	二氯乙烯	C ₂ H ₂ Cl ₂	10.5	3.91	0.08
24	三氟甲苯	C ₆ H ₅ CF ₃	19.3	1.40	0.05
25	异丁醇	C ₄ H ₁₀ O	105/125(mg/L)	[0.96]	—
26	丁醇	C ₄ H ₁₀ O	115/125(mg/L)	[0.94]	—
27	戊醇	C ₅ H ₁₁ OH	100/100(mg/L)	[0.99]	—
28	亚硝酸乙酯	C ₂ H ₅ ONO	270/270(mg/L)	[0.96]	—
29	氨	NH ₃	24.5/17.0	[3.17]	—
30	1,3-丁二烯	C ₄ H ₆	3.9	0.79	0.02
31	乙烯	C ₂ H ₄	6.5	0.65	0.02
32	乙醚	C ₄ H ₁₀ O	3.47	0.87	0.01
33	环氧乙烷	C ₂ H ₄ O	约 8	0.59	0.02
34	城市煤气	H ₂ 57%	约 21	[0.53]	—
35	乙炔	C ₂ H ₂	8.5	0.37	0.01
36	氢	H ₂	27	0.29	0.01
37	二硫化碳	CS ₂	8.5	0.34	0.02
38	二噁烷	C ₄ H ₈ O ₂	4.75	0.70	0.02
39	异戊烷	C ₅ H ₁₂	2.45	0.98	0.02
40	正氯丁烷	C ₄ H ₉ Cl	3.9	1.06	0.04
41	二丁醚	C ₈ H ₁₈ O	2.6	0.86	0.02
42	二甲醚	C ₂ H ₆ O	7.2	0.84	0.06
43	丙烯	C ₃ H ₆	4.8	0.91	0.02
44	乙腈	C ₂ H ₃ N	7.2	1.50	0.05
45	二异丙醚	C ₆ H ₁₄ O	2.6	0.94	0.06
46	1,2-二氯乙烷	C ₂ H ₄ Cl ₂	9.5	1.80	0.05
47	环氧丙烷	C ₃ H ₆ O	4.55	0.70	0.03
48	乙烷	C ₂ H ₆	5.9	0.91	0.02
49	甲基异丁基酮	C ₅ H ₁₂ O	3.0	0.98	0.03
50	丙烯腈	CH ₂ CHCN	7.1	0.87	0.02
51	丙烯酸甲酯	C ₄ H ₆ O ₂	5.6	0.85	0.02
52	2-羟基醋酸丁酯	C ₆ H ₁₂ O ₃	4.2	0.88	0.02
53	异丁烯酸酯	C ₅ H ₈ O ₂	3.3	0.95	0.15
54	己醇	C ₆ H ₁₃ OH	3.0	0.94	0.06
55	异丙醇	C ₃ H ₇ OH	5.1	0.99	0.02
56	丙烯酸乙酯	C ₃ H ₅ O ₂	4.3	0.86	0.04
57	氰化氢	HCN	18.4	0.80	0.02
58	醋酸乙烯酯	C ₄ H ₆ O ₂	4.75	0.94	0.02

① 表列方括号内的数据不是用标准规定的试验装置，而是用英国规定的 8L 球形试验装置测得的。8L 球形标准外壳内部充以最易传爆混合物浓度，外部充以最易点燃混合物浓度。

注：表列其他数据采用本标准规定的试验装置测得，但一般每调整一次间隙只做三次试验。

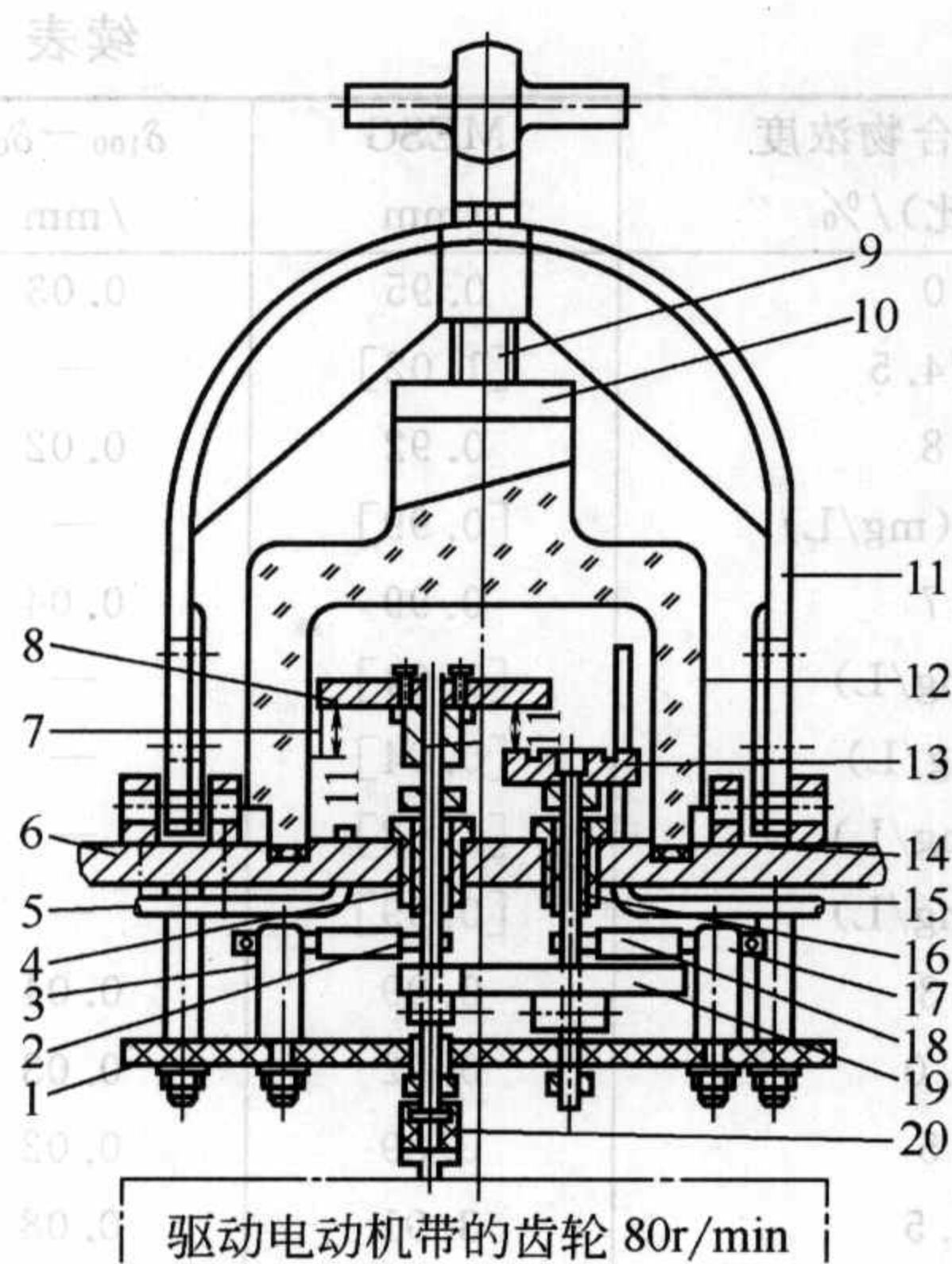


图 1-2 最小点燃电流试验装置

- 1—绝缘板；2，18—接电流处；3，17—绝缘螺钉；4，16—绝缘支承；5—出气口；6—底板；7—接触钨丝；8—接触支持器；9—夹紧螺丝；10—承压板；11—夹钳；12—罩；13—接触镉盘；14—橡皮垫；15—入气口；19—拖动齿轮；20—绝缘连接器

另一种分级方法是按最小点燃电流的大小划分，点燃电流比应是一种气体最小点燃电流与甲烷最小点燃电流相比后得出最小点燃电流比。图 1-2 是最小点燃电流试验设备，试验气体通过进气管 15 与出气管 5 通入实验腔体内，试验电路接入 24V 直流电，通过 95mH 电感及可变电阻串联。通过改变电阻值调节电流大小，该电流通过电极 2 和 18 引入，在旋转接触钨丝 7 旋转时间断与接触镉盘 13 通断，在通断过程中产生电火花。通过改变电流大小，改变电火花能量，可以找到可燃气体的最小点燃电流值。例如，甲烷 110mA、丙烷 100mA、氢 30mA。每种气体最小点燃电流值与甲烷最小点燃电流值之比，即为该气体最小点燃电流比。例如，甲烷最小点燃电流比为 1，氢为 0.272 等。

按最大试验安全间隙（MESG）及最小点燃电流比（MICR）的分级见表 1-2。共分四级，Ⅰ类仅指煤矿甲烷，Ⅱ类分为 A、B、C 三级。

各种可燃气体或可燃液体蒸气无论按最大试验安全间隙分级，还是按最小点燃电流比分级，两者是等效的。下列情况只需进行一种测定就可以：

- Ⅱ A 级 MESG 大于 0.9 或 MICR 比值大于 0.9；
- Ⅱ B 级 MESG 在 0.55~0.9mm 之间或 MICR 比值在 0.5~0.8 之间；
- Ⅱ C 级 MESG 小于 0.5mm 或 MICR 比值小于 0.45。

表 1-2 爆炸性混合物的分级

类别、级别	最大试验安全间隙 MESG/mm	最小点燃电流比 MICR
Ⅰ	MESG=1.14	MICR=1.0
Ⅱ A	MESG≥0.9	MICR>0.8
Ⅱ B	0.9>MESG>0.5	0.8≥MICR≥0.45
Ⅱ C	MESG≤0.5	MICR<0.45

在下列情况下，既要测定 MESG，也要测定 MICR 比值。在只测定 MICR 比值时，其值在 0.8~0.9 之间，要做出分级，就有必要再测定 MESG；当只测定 MICR 比值时，其值在 0.45~0.5 之间，要做出分级，应有必要再测定 MESG；当测定 MESG 时，其值在 0.5~0.55mm 之间，要做出分级，就有必要再测定 MICR 比值。

爆炸性气体混合物按其自燃温度也称为引燃温度的大小划分成六个温度组别，见表 1-3。

表 1-3 爆炸性混合物引燃温度的组别划分

温度组别	引燃温度 $t/^\circ\text{C}$	温度组别	引燃温度 $t/^\circ\text{C}$
T1	$450 < t$	T4	$135 < t \leq 200$
T2	$300 < t \leq 450$	T5	$100 < t \leq 135$
T3	$200 < t \leq 300$	T6	$85 < t \leq 100$



引燃温度低的气体比引燃温度高的气体容易被点燃，因此比较危险。例如，点燃甲烷需要的最低温度为 537℃，己烷只需要 233℃，可以说己烷比甲烷危险。自燃温度是按国际规定标准试验设备测出的。

爆炸性粉尘、纤维与气体形态不同，采用的防爆措施也不同。为了预防粉尘环境爆炸，在电气设备上采用的基本防护措施是使设备外壳全封闭，阻止粉尘进入电气设备内部，因此不能引起粉尘爆炸。这样也就不可能有设备外壳内部爆炸向壳外传播引起壳外爆炸现象存在，因此粉尘不需做气体那样分级，但由于温度引起的点燃还是要考虑的，故将粉尘按其引燃温度划分成三个组别，见表 1-4。

表 1-4 粉尘的可燃温度组别

温度组别	点燃温度 $T/^\circ\text{C}$	温度组别	点燃温度 $T/^\circ\text{C}$
T11	$T > 270$	T13	$200 \geq T > 150$
T12	$270 \geq T > 200$		

每种粉尘都有其引燃温度，按表 1-4 查对就可以确定它的温度组别（点燃的危险程度），为设计和使用粉尘防爆电气设备提供依据。

各种常见爆炸性气体、液体、蒸气及粉尘、纤维的分级、分组和引燃温度举例见表1-5、表 1-6。

表 1-5 爆炸性气体的分类、分级、分组举例

类和级	最大试验安全间隙 MESG/mm	最小点燃电流比 MICR	引燃温度/ $^\circ\text{C}$ 与组别					
			T1	T2	T3	T4	T5	T6
			$T > 450$	$450 \geq T > 300$	$300 \geq T > 200$	$200 \geq T > 135$	$135 \geq T > 100$	$100 \geq T > 85$
I	MESG=1.14	MICR=1.0	甲烷					
II A	$0.9 < \text{MESG} < 1.14$	$0.8 < \text{MICR} < 1.0$	乙烷、丙烷、丙酮、苯乙烷、氯乙烯、氨苯、甲苯、苯、氨、甲醇、一氧化碳、乙酸乙酯、乙酸、丙烯腈	丁烷、乙醇、丙烯、丁醇、乙酸丁酯、乙酸戊酯、乙酸酐	戊烷、己烷、庚烷、癸烷、辛烷、汽油、硫化氢、环己烷	乙醚、乙醛		亚硝酸乙酯
II B	$0.5 < \text{MESG} \leq 0.9$	$0.45 < \text{MICR} \leq 0.8$	二甲醚、民用煤气、环丙烷	环氧乙烷、环氧丙烷、丁二烯、乙烯	异戊二烯			
II C	$\text{MESG} \leq 0.5$	$\text{MICR} \leq 0.45$	水煤气、氢、焦炉煤气	乙炔			二硫化碳	硝酸乙酯

表 1-6 爆炸性粉尘的分级、分组举例

组别、引燃温度 类别、粉尘物质		T1—1 $T > 270$	T1—2 $270 \geq T > 200$	T1—3 $200 \geq T > 140$
III A	非导电性可燃纤维	木棉纤维、烟草纤维、纸纤维、亚硫酸盐纤维素、人造毛短纤维、亚麻	木质纤维	
	非导电性爆炸性粉尘	小麦、玉米、砂糖、橡胶、染料、聚乙烯、苯酚树脂	可可、米糠	
III B	导电性爆炸性粉尘	镁、铝、铝青铜、锌、焦炭、炭黑	铝（含油）、铁、煤	
	火炸药粉尘		黑火药 T. N. T	硝化棉、吸收药、黑索金、特屈儿、泰安



1.2 爆炸性危险场所等级分类

1.2.1 划分原则

对有爆炸危险的工厂，在设计时尽可能使有爆炸危险的作业集中，以减少爆炸危险的范围，并对有爆炸危险设备勤于维护，减少泄漏，以降低危险区域内的危险程度。对于危险部位，选用安全性高的设备，对危险小的区域，可选用一般的防爆设备。总之要安全可靠，又要经济实用。

划分爆炸危险场所包括确定危险场所的等级和危险区域的范围。涉及很多因素，如爆炸物质的逸出速度，速度高，则范围大；逸出混合物中可燃气体或蒸气的浓度和数量，量大则范围大；可燃物质沸点，沸点低，蒸发量大则范围大；爆炸极限，极限宽则范围大；闪点，闪点低则范围大；通风状态，通风状态好则范围增大。这些仅为一般原则，目前国际上把爆炸事故的概率定为百万分之一为安全，即相当于每天工作 24 小时 114 年才有 1 小时是危险的，以 $P_{安}=10^{-6}$ 表示。而 $P_{安}$ 由两部分组成，一部分为爆炸物场所出现爆炸危险的概率，另一部分为爆炸物危险场所使用的设备安全性概率。前者以 $P_{场}$ 表示，后者以 $P_{设}$ 表示。

$P_{场}$ 的概率决定爆炸危险场所危险区域划分：

$P_{场} > 10^{-1}$ 为 0 区

$P_{场} = 10^{-1} \sim 10^{-3}$ 为 1 区

$P_{场} < 10^{-4}$ 为 2 区

$P_{场} < 10^{-6}$ 为非危险区

$P_{设}$ 的概率决定于防爆设备安全性：

$P_{设} < 10^{-6}$ 本质安全型

$P_{设} < 10^{-4}$ 隔爆、增安、正压、充油型

$P_{设} < 10^{-1}$ 无火花型

因此 $P_{场} \times P_{设} < P_{安} = 10^{-6}$ 作为划定危险场所及选择设备的依据，据此可达到既安全又经济的目的。例如，在 0 区内必须使用本质安全型设备，在 1 区内必须使用隔爆、增安、正压、充油型设备。

1.2.2 爆炸危险场所分类和分级

分级依据参照《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058—92。

爆炸危险场所按爆炸性物质的物态分为气体爆炸危险场所和粉尘爆炸危险场所两类。爆炸性气体环境应根据爆炸性混合物出现的频繁程度和持续时间，按下列规定进行分区。

(1) 气体爆炸危险场所的分区 具体划分见表 1-7。

表 1-7 气体爆炸危险场所区域等级

区域等级	说 明
0 区	连续出现或长期出现爆炸性气体混合物的环境
1 区	在正常运行时可能出现爆炸性气体混合物的环境
2 区	在正常运行时不可能出现爆炸性气体混合物的环境，或即使出现也仅是短时存在的爆炸性气体混合物的环境

注：正常运行是指正常的开车、运转、停车，易燃物质产品的装卸，密闭容器盖的开闭，安全阀、排气阀以及所有工厂设备都在设计参数范围内工作的状态。