

王文义 主编



爆炸危险场所
电气防爆安全
技术

学术书刊出版社

爆炸危险场所 电气防爆安全技术

王文义 主编

学术书刊出版社

**爆炸危险场所
电气防爆安全技术**

王文义 主 编

责任编辑 张国坤

※

学术书刊出版社出版 (北京海淀区学院南路86号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

佳木斯印刷厂印刷

※

开本787×1092毫米 1/32 印张: 15 字数: 297千字

1991年3月第1版 1991年3月第1次印刷

印数: 1~3 000册 定价: 7.5元

ISBN 7-80045-641-2/TM·2

内 容 提 要

本书是我国全面系统的阐述爆炸危险场所电气防爆安全技术方面的第一部专著。共分八章，分别介绍了防爆原理、爆炸危险场所等级划分、各种类型防爆电气设备、防爆电气设备选用、现场施工和运行维修及安全管理以及电气防爆安全技术等方面的内容。同时，书中还广泛地收集了各国防爆电气产品的防爆标志、有关国家标准、有关爆炸物质的研究成果和数据。书中最后附有《中华人民共和国爆炸危险场所电气安全规程》。

本书深入浅出，图文并茂，实用性强。可供从事爆炸危险场所电气防爆安全技术工作的工程技术人员、国家机关干部、大专院校师生和厂矿有关安全管理人员等参考。

努力做好电气防爆安全技术工作

王文义同志主编的《爆炸危险场所电气防爆安全技术》一书，在有关方面的大力支持下，即将出版发行。由于爆炸事故引起的人身伤亡和财产损失以及对社会影响之大是众所周知的，然而防爆安全技术方面的知识并不是每个人都很了解，各种爆炸因素的隐患在厂矿、城乡各种工作和生活场所是广泛存在的，虽然我国在不同行业中都有一些专家从事电气防爆方面的工作，如在产品技术、试验技术、应用技术等等方 面，但是对爆炸的防止应是全社会每个成员的义务。为此目的，我们谨以此书推荐给广大读者，希望它能在我国社会主义现代化建设中发挥积极作用。

该书在编写过程中，力求做到理论联系实际，深入浅出，比较系统地阐述了爆炸危险场所的电气防爆安全技术有关知识。我们相信通过此书，从事爆炸危险场所电气防爆安全技术工作的工程技术人员、领导干部和厂矿有关安全管理人员会从中受益，进一步推动我国电气防爆安全技术工作的发展。

中共中央顾问委员会委员原机械工业部部长
中国电工技术学会名誉理事长高级工程师 周建南
原机械工业部副部长现中国电工技术学会理
事长高级工程师 赵明生

前 言

爆炸危险场所电气防爆安全技术，是一门比较新的和正在发展的技术，是煤炭、石油、化工、轻工及军工等部门不可缺少安全技术保证措施。

世界各国在爆炸危险场所中，由于电气设备防爆技术原因而引起巨大的爆炸事件是屡见不鲜的。这给人们的生命、财产和社会、家庭都带来了不可弥补的损失。

现在我国已先后成立了多个防爆检测中心，负责检测和开展试验研究工作。防爆电气设备制造厂已遍及全国，防爆电气设备的产品品种及各种电气线路用的防爆电气附件已基本齐全，除能满足国民经济发展的需要外，有一部分产品已远销国外。

1977年国家标准总局颁发了GB1336—77《防爆电气设备制造检验规程》—防爆安全方面的第一个国家标准。1983年又颁发了GB3836—83《爆炸性环境用防爆电气设备》等规程。

1988年劳动人事部、公安部、国家机械委员会、煤炭部、化学工业部、石油工业部、纺织工业部、轻工业部等八个部、委联合颁发了《中华人民共和国爆炸危险场所电气安全规程》(试行)，目前正在宣传贯彻中。

为了更好地贯彻这些规程我们编著了这本书。由于时间短、作者理论水平和实践经验有限，恳请广大读者对书中错误和不足之处提出宝贵意见，我们将深表感谢！

本书主编：王文义。编著作者《按章节先后为序》及编著分工：赵佩珊：《第一、二章及第三章中第十节》。王文义：

《第三章中第一、二、三节、第四章及附件二》。王晓夕：
《第三章中第四、五、六、七、八、九节及第五章》。徐家
麟：《第六、七、八章及附件一》。书中插图由唐永华绘制，
全书由王文义统审定稿。

本书的出版，得到黑龙江省科学技术协会、佳木斯市职
工技术协会、佳木斯电机厂、佳木斯防爆电器工业公司、佳
木斯化工厂、佳木斯防爆器材厂佳木斯市防爆电器厂等单位
的支助。全书还经过专家们在百忙之中给予了全面的审阅。
这些同志是：

全国防爆电气设备标准化技术委员会(全国防爆技术委
员会)主任季明焕高级工程师

全国防爆技术委员会委员冯润祥高级工程师

黑龙江省电机协会理事长孙德彬高级工程师

全国旋转电机标准化委员会委员阎凤春高级工程师

全国起重冶金、防爆电机行业协会理事长张建业高级工
程师

全国防爆技术委员会委员褚庆忠高级工程师

机电工业部佳木斯防爆电机研究所李宝成工程师

佳木斯防爆电器工业公司李玉庆高级工程师

中国氯碱协会理事冯长友高级工程师

黑龙江省劳动局王长怡工程师

对上述单位和同志们深表谢意！

王文义

1990年1月26日

序

宣传电气防爆安全技术，是一项非常重要的工作。因为爆炸的严重性不是随便讲讲的，而是人类在工业发展的过程中，多少年来在惨痛的教训中所得到的结论。

电气防爆安全技术的发展和环境污染问题的提出一样，都是在工业发展过程中所提出的要求。它虽不像环境污染问题那样普遍，但其后果是非常严重的。在工业发展的最初阶段，问题虽简单，但也是危险性很大的。那时在煤矿中虽多是使用人力，但一根火柴就可以毁掉一个大煤矿，烧死烧伤数百人。后来煤矿里使用了电气设备(电机、电器、电缆)，问题就比较复杂了。再以后，石油化工产业大大地发展了，其爆炸问题比煤矿还远为严重。一个事故，可以毁掉一个城市，这是事实。因此，工业生产的发展对电气防爆安全技术又提出更高的要求，于是产生了工厂电气防爆安全技术。目前处于电子技术的时代，同时静电技术也取得了更广泛的应用，因而又提出了更广泛、更复杂的问题。可以说电气防爆技术也是随着工业的发展，而广泛深入的不发展的。从严重的程度来说，电气防爆安全技术是关系到人民的生命财产的问题，是关系到我国社会主义现代化建设的快和慢、省和费、成和败的问题之一。

电气防爆安全技术是一个不断发展的过程。因此，在爆炸事故未发生之前，很不容易得到人们的重视，因为它有个机会率的问题。可是爆炸事故发生之后，人们流了满脸的眼泪之后，但也只是着重于抢救和善后处理。花了那么多的代

价，交了那么多的学费，是否人人都得到了教训呢？恐怕也不见得。由于我们是大锅饭，损失的大部分都由国家包了，如果不是有高度的责任感，还可以天灾为借口，仍然对电气防爆安全技术不予重视。此外，从爆炸这个问题上，我们也很容易看到了了解防爆知识的重要意义。例如人们不了解有些化学蒸汽会爆炸，甚至面粉粉尘，铝制品的铝粉尘、亚麻粉尘也会爆炸，不了解其为什么会爆炸。你如果说它们也会爆炸，有些人还可能摇头不信，以为是故意吓人。在这种情况下，当然也不会采取什么预防措施了。但结果就可能碰到了爆炸的机会，遭受了严重的损失，这是一种情况。而另一种情况是，有的人有了这种爆炸的知识，采取了必要的防止措施，防止了爆炸事故，平平安安地过去了。这好像也没有什么了不起，对了不起的贡献竟认为并没有什么了不起，这又是另外一种情况。把这两种情况加以对比，就可以看出知识的重要价值了。未雨绸缪，防止事故，努力学习电气防爆安全技术，以取得安全生产，这也可以说是对社会主义建设的高度责任心的表现。

这本书可以说包括了现有的各种电气防爆安全技术的内容，范围十分广泛，说理比较清楚，数据比较齐全，具有可读性、实用性和理论结合实践等优点。从全书内容来看，可见编者具有广泛的电气防爆安全技术知识，具有可贵的实践经验，同时在编写工作上，也是花了很大力气的。此书编写的完成，也可以说是对我国电气防爆安全事业的一大贡献。

本书在设计、制造、试验、使用各方面的电气防爆安全技术问题都作了比较详细的阐述。当然，这些方面对防止爆炸事故来说都是很重要的。此外，我们也应该认识到管理工

作也是很重要的。如果忽视了管理工作，防爆的目的仍然是难以完全达到的。例如爆炸危险场所的等级不去按期测定，隔爆型电气设备的隔爆面的锈蚀不做处理，粉尘电气防爆产品的表面的粉尘也不定期清除，甚至有的接线盒盖不装上也就通电运行了，端盖螺栓未上紧，电器本身出了问题也未及时发现，电工产品受潮、受腐蚀、绝缘性能降低也未发现等等。任何一项管理上的不当，也都有可能导致爆炸事故。例如有一个铝加工厂，所用的防爆扇风机，在使用过程中部件变了形，风扇的圆与挡风圈的内圆的间隙不均匀发生了摩擦，引起了空气中悬浮的铝粉尘发生了爆炸，把整个房壁推倒，人员、设备和房屋都遭到了严重的损失。这说明原来制造的产品虽然合格了，但在使用管理上，如果缺少严格的制度和检查，也不能达到防爆目的。所以说如果管理不善，则前面的设计、制造、试验等工作也都会前功尽弃。因而，可以说电气防爆安全技术是一个系统工程，必须从全面来采取措施。近年来有些单位采取短训班学习的办法，广泛地宣传防爆知识。同时，根据安全规程采取定期大检查的办法。这都是在管理方面下功夫的一些办法。

当然我们现在的设计、制造工作和使用、管理工作都还是不够完善的。此外，随着工业发展的广度和深度，电气防爆安全技术也是会不断发展的。为此，我们需要及时总结正反两方面的经验，研究出现的新问题，使电气防爆安全技术为我国的社会主义现代化建设作出贡献。所以，对有关人员和有关领导同志来说，宣传电气防爆安全技术知识和学习电气防爆安全技术也是我们的社会责任。

北京电工技术学会副理事长机电部高级工程师 高庆荣

绪 论

国际上对电气防爆安全技术的研究，起源于煤炭的开发。十九世纪初，随着生产的发展，机械生产逐步代替了笨重的体力劳动。由于机械的动力是由电动机和电控系统来完成的，电气设备的起动、停止和运行时经常产生火花、电弧和危险温度，因此在生产中经常发生爆炸事故。人们便逐步开始对爆炸事故进行研究和探讨。

1883年出现了世界上最早的研究机构——美国芝加哥保险协会研究所。不久，许多先进国家也都成立了类似的研究机构。这些研究机构都分别对煤矿井下产生的甲烷燃烧、爆炸过程，以及爆炸时所产生的压力、温度等物理量之间的关系，进行了一系列的试验研究工作。为探讨相应的防爆措施，提供了大量的科学研究成果。

1903年——1906年间，德国学者贝宁在试验中发现，在圆柱形容容器内甲烷——空气混合物爆炸时，火焰会通过缝隙传到容器外。但当缝隙小到一定程度时，火焰即使传到容器外，也不会引起外部甲烷——空气混合物的爆炸。这个发现为隔爆外壳的诞生奠定了基础。后来，又进一步对爆炸性混合物的引燃能量进行了研究，并提出不能引起爆炸性混合物爆炸的点燃能量理论。英国较早地研究出了这种基本有效的措施，曾于1900年第一次应用于井下的电气设备中。这就是现在的本质安全型原理。从此，对煤矿用防爆电气的研究逐步深入，并形成了一门新兴的技术。1916年在美国召开了第一次

煤矿安全研究会议。

随着石油、化工、轻纺及军工等工业的发展，这些部门生产也与煤矿井下一样，经常发生爆炸性事故，更引起了人们的极大注意。

到目前为止，已经对上述工业中出现的千余种具有爆炸危险性物质的特性进行了研究，为电气防爆安全技术的发展提供了可靠的试验数据。

世界各国在爆炸危险场所中采用电气设备（如电机、电器、仪表、仪器、信号装置、照明灯等）而引起巨大的爆炸事故是屡见不鲜的。美国1917—1939年仅粉尘爆炸事故就达436次之多，死亡350人。1939—1958年的近二十年中，在粮食饲料加工部门，就发生了220次爆炸事故，共计有148人死亡，499人受伤。日本化学工业，在1950—1954年的五年中，仅厂房爆炸事故就达700多次，死亡1786人。1955—1957年的三年中，又发生爆炸事故147次，死亡146人，356人受伤。几年前，日本发生一次严重的矿井煤粉爆炸事故，死亡达500余人。1942年我国某地煤矿发生一次严重的爆炸事故，死亡达千余人，这是当时世界上最大的一次矿井爆炸事故，轰动了全世界。1980年联邦德国《爆炸过程和防护措施》一书中介绍过去十二年中，联邦德国及其邻国共发生了34000起爆炸事故，也就是说每天要发生10起，其他先进国家也是这样。

据报导，煤矿井下约有三分之二的场所是属于易燃易爆危险场所。同样，石油的开采现场和精炼工厂，约有60—80%的场所属于易燃易爆场所。化学工业中有80%以上的车间属于这种性质的区域。因此，在这些场所内都必须妥善解决电气

防爆安全技术问题。

这里所说的爆炸是一种剧烈的氧化反应(原子核爆炸除外)。它伴随着巨大的压力和声响,因而产生巨大的破坏作用。产生爆炸要有三个条件,即易燃易爆的气体、液体蒸气或粉尘;氧(空气中的氧或爆炸性物质本身所含的氧)以及引爆源(电火花、电弧、静电火花、危险温度等)。只要使三个条件不同时相遇,即消除三个条件之一(或同时消除二个条件),即可避免爆炸事故。

防止爆炸的措施:一是使爆炸性混合物的浓度不在爆炸极限范围之内的措施。在生产、运输、使用、储存的爆炸危险场所中,应采取措施,减少形成爆炸性混合物的可能性。如在危险区域中加强通风,使爆炸性混合物的浓度改变而不在爆炸极限范围内;充以非助燃性气体使其不能引起爆炸以及其它措施等等。这些办法都是为了使危险区域的危险程度的降低,由0区降到1区,由1区降到2区,由2区降到非危险区域。二是使爆炸性混合物不能点燃的措施。如采用本质安全型电路和电气设备。这种电气设备在正常工作状态和故障状态下,产生的火花、电弧和危险温度都不能点燃爆炸性混合物。又如采用增安型电气设备。这种电气设备在正常工作状态下不会产生火花、电弧和危险温度。三是使爆炸性混合物与易产生引爆源的电气设备不能直接接触的措施。如采用隔爆型、充砂型等电气设备。这些电气设备的共性就是把易产生引爆源的电气设备装在一个满足特殊要求的外壳中,当外壳内部引起爆炸时,绝对不能引起外部的爆炸性混合物爆炸。除以上三种措施外,一般对防爆电气设备安全性的要求,主要是从概率统计的理论出发求出防爆电气设备

的传爆或引爆概率的大小,来确定防爆电气设备的安全程度。上述这些措施都是本书介绍的内容。

我国非常重视电气防爆安全技术工作。随着我国经济建设的发展,逐步地研究产生了各种防爆电气设备,满足了上述各工业部门爆炸危险场所的需要。在煤炭、机械、石油化工等部门建立了相应的研究机构。

为了保证爆炸危险场所电气防爆安全,建委、劳动部、公安部、纺织部、煤炭部、石油部、机械部、水电部等部门都颁布了有关的规程、规定、规范等文件,指导设计、施工、安装、运行、维修等工作。

1977年国家标准总局颁布了我国第一个这方面的标准GB 1336—77《防爆电气设备制造检验规程》。1983年颁布了GB 3836—83《爆炸性环境用防爆电气设备》。

1988年劳动人事部等八个部门联合颁布了《中华人民共和国爆炸危险场所电气安全规程》(试行)。

这些标准、规程等文件中,除去必要的规定技术要求之外,都强调了管理的重要性。爆炸危险场所电气防爆安全问题是一个系统工程,涉及到设计、施工、制造试验、合理选用、正确使用、精心维护以及严格管理。这其中缺一个环节都会使爆炸产生的可能性增大。任何一个环节的长时间跟不上生产发展的需要都会酿成大祸。总之,必须各方面的努力配合才能达到电气防爆安全的良好效果。

目 录

绪论	1
第一章 爆炸危险场所混合物的特性	1
第一节 可燃性物质	1
第二节 爆炸性混合物	3
第三节 主要爆炸特性	6
第二章 爆炸性物质和爆炸危险场所的等级划分	30
第一节 爆炸性物质的分类、分级与分组	30
第二节 爆炸危险区域的分类与分级	37
第三节 爆炸危险区域的范围划分	46
第三章 爆炸危险场所防爆电气设备	59
第一节 防爆电气设备的通用要求	59
第二节 隔爆型电气设备	81
第三节 增安型电气设备	116
第四节 本质安全型电气设备	150
第五节 正压型电气设备	200
第六节 充油型电气设备	207
第七节 充砂型电气设备	212
第八章 无火花型电气设备	218
第九节 特殊型电气设备	225
第十节 粉尘防爆型电气设备	229
第四章 爆炸危险场所防爆电气设备的试验	268
第一节 机械性能试验	268
第二节 爆炸性能试验	274
第三节 电气性能试验	290

第四节	温度试验	294
第五章	爆炸危险场所电器元件和电气线路附件	297
第一节	电器元件	297
第二节	电气线路配线附件	307
第六章	爆炸危险场所防爆电气设备的选用	312
第一节	防爆电气设备的选用	312
第二节	防爆电气设备的选用举例	316
第三节	爆炸危险场所的正压室	323
第七章	爆炸危险场所防爆电气设备的安装和调试	326
第一节	保证电气设备防爆性能的条件	326
第二节	防爆电气设备安装注意事项	329
第三节	低压防爆电气线路的配线	332
第四节	高压防爆电气线路的配线	355
第五节	本质安全型电气线路的配线	357
第六节	防爆电气设备的电气保护	365
第七节	防爆电气设备的安装检查与调试	381
第八章	爆炸危险场所防爆电气设备的维修	386
第一节	维修原则和注意事项	386
第二节	设备的维修方法	388
第三节	线路配线的维修	394
第四节	隔爆接合面的修补	394
附 录		401
附录一	电气防爆安全管理	401
附录二	堵住温升计算的基本公式	405
附录三	中华人民共和国爆炸危险场所电气安全规程 (试行)	416

第一章 爆炸危险场所混合物的特性

第一节 可燃性物质

一、可燃性物质与爆炸危险场所

1. 可燃性物质

可燃性物质是指有可能燃烧的物质，一般包括可燃气体如甲烷、乙炔；可燃液体如石油、汽油；可燃粉尘如铝粉、面粉；可燃纤维如亚麻纤维等。

可燃性物质存在于煤矿井下，石油、化工、某些轻工产品的生产流程中，还存在于石油、化工、一些轻工产品的贮存场所及运输过程中(见表1—1)。

2. 爆炸性物质

爆炸性物质是指有可能产生爆炸的物质。这种物质有的是自身就有可能爆炸如炸药等，也有的是与空气混合之后才能爆炸，如汽油蒸气等。

大多数可燃性物质也同时是爆炸性物质，但可燃性物质不一定是爆炸性物质，因为有些可燃性物质只能燃烧而不能发生爆炸。

3. 爆炸危险场所

爆炸危险场所是指那些存在爆炸性物质，有可能发生爆炸的地方，如爆炸性物质的生产流程、有些爆炸性物质的