

防爆电气产品的 使用与维修

杨万青 陈延春 主编

王洪壮 李宝成 肖才 马跃东 孟祥瑞 编

机械工业出版社

本书全面系统地讲述在石油、化工系统的易燃易爆场所中使用、维修电气设备时的必备知识及有关规定,全书共分六章,分别介绍了防爆电气产品的现状、发展趋势;防爆常识;防爆电机、电器;继电保护及防爆电机的维修。书末附有电气安全规程、防爆电气设备检修标准及国内外防爆电机技术数据,使本书兼有手册功能。

本书可供在易燃易爆场所中从事电气设备使用、维修的工人、技术人员及管理人员使用;对于防爆电气产品的制造厂、维修厂以及选用防爆电气产品的设计院、所亦有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

防爆电气产品的使用与维修/杨万青,陈延春主编。

—北京:机械工业出版社,1995

ISBN 7-111-04321-9

I. 防… I. ①杨…②陈… II. 防爆电气设备-石油化工-安全设备-基本知识 IV. ①TQ086.1②TE687

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第05823号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑:孙流芳 贾玉兰 版式设计:王 颖

封面设计:郭景云 责任校对:姚培新

责任印制:王国光

机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1996年2月第1版第2次印刷

787mm×1092mm¹/₃₂·11.875印张·260千字

3 001—7 000册

定价:14.00元

前 言

随着能源工业的迅速发展,种类繁多的防爆电气设备——电机、电器被广泛采用,同时,在选购、安装、使用防爆电气产品的过程中,涉及到的各类人员层次较多,新老交替也频繁,所以渴望有一本完整而系统的书,以满足大家需要。1992年本书的部分作者曾先后到大庆、大连讲授防爆电气产品的使用、维修,收效较好。为满足石化系统的要求,并力求达到上述目的,遂撰写本书。

本书深入浅出地集有关防爆电气产品的知识、规程及技术数据于一册,使它兼有教材及手册的功能。其中,我国防爆规程GB3836的主要内容已溶于书中,为避免重复未纳入附录。

《防爆电气产品的使用与维修》编委会人员如下:

主任委员: 马跃东 (佳木斯市经委副主任,高级工程师、硕士研究生)

副主任委员: 褚庆忠 (佳木斯防爆电机研究所副所长,国家防爆技术委员会委员,高级工程师)

周 生 (大庆炼油厂高级工程师)

陈延春 (大庆石化总厂主任工程师)

杨万青 (佳木斯防爆电机研究所总工程师,高级工程师)

委 员: 全体撰写者

本书第一章由王洪壮撰写;第二章及附录A、B由李宝成撰写;第三章由肖才撰写;第四章由孟祥瑞、马跃东合写;

第五章由马跃东撰写：第六章及附录C、D、E由杨万青撰写。

杨万青、陈延春担任本书主编。

本书由佳木斯防爆电机研究所褚庆忠及大庆炼油厂周生两位高级工程师任主审。

在本书的组稿、撰写中，得到大庆石化总厂、大庆炼油厂、中国航空油料总公司哈尔滨分公司诸多同志的支持并参与审阅，使本书臻于完善，在此深表谢意。

因作者水平所限，难免有疏漏、谬误之处，敬请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 概 述	1
第一节 防爆电气设备的现状及发展趋势	1
第二节 国外防爆规程、安全规程简介	2
第三节 国内外防爆电气产品概况	12
参考文献	32
第二章 防爆常识	33
第一节 爆炸性物质和爆炸性危险场所的等级划分	33
第二节 爆炸危险场所用防爆电气设备	46
第三节 防爆电气设备的选用	72
第四节 防爆电气设备的安装	74
参考文献	80
第三章 防爆电机	81
第一节 国产防爆电机的种类、特点	81
第二节 几代国产防爆电机简介	90
第三节 防爆电机零部件的公差配合与形位公差	92
第四节 防爆电机采用的标准	107
第五节 防爆电机的选用	111
参考文献	121
第四章 防爆电器	122
第一节 防爆电器的类型及发展趋势	123
第二节 主要防爆电器产品的结构特征	129
第三节 防爆电器产品的选用、安装、调试及维修	156
参考文献	162
第五章 防爆电机的继电保护系统	163

第一节 需要继电保护的部位·····	163
第二节 电机保护装置·····	167
第三节 国产继电保护元、器件简介·····	193
参考文献·····	196
第六章 防爆电机的安装、调试及维修·····	197
第一节 防爆电机的安装、调试·····	197
第二节 防爆电机的维修·····	200
参考文献·····	238
附录A 中华人民共和国爆炸危险场所电气安全	
规程(试行)摘录·····	239
附录A-1 关于爆炸危险场所内区域等级的判断方法·····	268
附录A-2 爆炸性气体、蒸气特性表·····	279
附录A-3 易燃易爆粉尘和可燃纤维特性表·····	284
附录A-4 本安设备及电路·····	289
附录B 防爆电气设备的检修·····	291
附录B-1 爆炸性气体环境用防爆电气设备检修通用	
要求(送审稿)·····	291
附录B-2 爆炸性气体环境用防爆电气设备 隔爆型	
电气设备“d”检修(送审稿)·····	298
附录B-3 爆炸性气体环境用防爆电气设备 增安型	
电气设备“e”检修(送审稿)·····	30
附录B-4 爆炸性气体环境用防爆电气设备 本质安	
全型电气设备检修(送审稿)·····	313
附录C 国外防爆电机的型谱和技术数据·····	318
附录C-1 主要国家防爆电机的型谱及主要技术数据	
(隔爆型、低压)·····	318
附录C-2 主要国家防爆电机的型谱及主要技术数据	
(增安型、低压、T3)·····	326
附录C-3 主要国家防爆电机的型谱及主要技术数据	
(6kV、F级、隔爆型)·····	334

附录C-4	主要国家防爆电机的型谱及主要技术数据 (高压F级、增安型、T3)	342
附录D	我国防爆电机技术数据	344
附录D-1	BJO ₂ 系列隔爆型三相异步电机技术数据	344
附录D-2	YB系列隔爆型三相异步电机技术数据	350
附录D-3	YB、JB系列高压隔爆型三相异步电机技 术数据	362
附录E	两代低压防爆电机(BJO ₂ 、JB与YB)功 率、安装尺寸对照表	366

第一章 概 述

第一节 防爆电气设备的现状及发展趋势

一、现状

防爆电气设备主要用于煤炭、石油及化工等含有易燃易爆气体及粉尘的场所。

本书所指的防爆电气设备，包括防爆电机、防爆电器两大部分，后者又包括防爆变压器、防爆开关、防爆起动器、防爆继电器、防爆主令电器、防爆制动器、防爆插接电器、防爆接线盒、防爆光声电器、防爆保护装置、防爆配电装置及防爆电控设备等等。

防爆电机是用在煤炭、石油、化工等爆炸性环境中的主要电气设备之一。自1912年德国颁布世界上第一个防爆标准并开始生产防爆电机至今已有七、八十年历史。40年代初，防爆电机在工业较先进国家得到发展，其它国家在40年代末、50年代初也开始生产了。60年代防爆电机生产技术水平发展速度最快，产品进行了更新换代。70年代各国防爆电机生产水平处于巩固提高阶段，系列品种增加，防爆类型增多，功率范围扩大，防爆标准亦趋于完善。80年代开始，随着电机工业的发展，工业先进国家对防爆电机产品进行了又一次更新换代，各种标准也相应地进行制订和修订，标准化水平也逐渐提高，对防爆电气设备不但制订了制造和检验标准，而且还制订了安装标准，至此防爆电气设备标准已形成完整体系。

我国防爆电机生产始于50年代初。佳木斯电机厂于1953年3月试制成功中国第一批防爆电机，开创了中国的防爆电机工业。1958年以后，相继出现了一批新的防爆电机生产厂。40多年来，防爆电机已经过几次更新换代，基本上能适应煤炭、石油、化工等主要工矿部门的要求。

二、发展趋势

1. 为适应国际交流和贸易，各国纷纷采用IEC标准。
2. 采用优化设计，提高产品水平，加快产品更新换代。
3. 为争夺市场，产品竞相满足用户需要：
 - (1) 提高可靠性及使用寿命；
 - (2) 节能；
 - (3) 使用维护方便；
 - (4) 适于不同工况及环境；
 - (5) 成套供货，力求机电一体化；
 - (6) 低振动、低噪声；
 - (7) 电机产品向无级调速发展。
4. 向专用产品系列发展。

在工业发达国家，专用产品及派生产品需求量多于主系列产品。有资料表明，同80年代初相比，90年代初国外新产品、专用产品及派生产品明显增多。

第二节 国外防爆规程、安全规程简介

本书所列的防爆标准是指用于爆炸危险环境下的电气设备的制造和检验标准。除各国所制订的本国标准外，尚有国际标准和地区标准，见表1-1。国际标准是指国际电工委员会(IEC)推荐标准。地区标准，如欧洲EN标准，由欧洲电工标准化委员会(CENELEC)制定。

一、IEC标准

IEC79防爆标准是由IEC31技术委员会负责制订的。IEC颁布的防爆标准受到各国和生产防爆电气产品企业的重视。许多国家,如德国、英国、法国、原苏联等,在修订本国标准时,都尽量和IEC靠拢,以便对外贸易和交流。

表1-1 国际及国外防爆标准一览表

序号	标准分类	标准代号	标准名称
1	国际防爆标准	IEC79-0(1983)	通用要求
		IEC79-1(1971)	隔爆外壳
		IEC79-1(1979)	对79-1(1971)的第一号修订: 第二节:检查和试验
		IEC79-1A(1975)	对79-1(1971)的第一号补充 附录D:确定最大试验安全间隙 的试验方法
		IEC79-2(1983)	正压外壳
		IEC79-3(1972)	本质安全电路火花试验装置
		IEC79-4(1975)	引燃温度的试验方法
		IEC79-4A(1970)	对79-4(1966)的第一号补充
		IEC79-5(1967)	充砂型电气设备
		IEC79-5A(1969)	对79-5(1967)的补充
		IEC79-6(1968)	充油型电气设备
		IEC79-7(1969)	"e"型电气设备的结构和试验
		IEC79-8(1969)	最高表面温度分组
		IEC79-8A(1972)	对79-8(1969)的第一号修订
		IEC79-9(1970)	标志

(续)

序号	标准分类	标准代号	标准名称
1	国际防爆标	IEC79—10(1972)	爆炸危险场所分类
		IEC79—11(1984)	本质安全型电气设备和关联设备的结构和试验
		IEC79—12(1978)	按照气体或蒸汽的最大试验安全间隙和最小点燃电流对气体或蒸汽空气混合物的分类
		IEC79—13(1982)	正压房间或建筑物的结构和使用
		IEC79—14(1984)	爆炸环境中的电气安装(矿井除外)
2	欧洲防爆标准	EN50014	通用规定
		EN50015	充油型“o”电气设备
		EN50016	正压型“P”电气设备
		EN50017	充砂型“q”电气设备
		EN50018	隔爆外壳“d”
		EN50019	增安型“e”电气设备
		EN50020	本质安全型“i”电气设备
		EN50021	无火花型“s”电气设备
3	德国防爆标准	DIN EN50014	通用规定
		DIN EN50015	充油型“o”电气设备
		DIN EN50016	正压型“P”电气设备
		DIN EN50017	充砂型“q”电气设备
		DIN EN50018	隔爆外壳“d”
		DIN EN50019	增安型“e”电气设备

(续)

序号	标准分类	标准代号	标准名称
3	德国防爆标准	DIN EN50020	本质安全型“i”电气设备
4	原苏联防爆标准	ГОСТ22782.0--81	防爆电气设备通用技术要求与试验方法
		ГОСТ22782.1—77	防爆充油型电气设备技术要求及试验方法
		ГОСТ22782.2—77	防爆充砂型电气设备技术要求及试验方法
		ГОСТ22782.3—77	防爆特殊型电气设备技术要求及试验方法
		ГОСТ22782.4—78	防爆通风充油型电气设备技术要求及试验方法
		ГОСТ22782.5—78	防爆安全火花型电气设备技术要求及试验方法
		ГОСТ22782.6—81	隔爆型电气设备技术要求及试验方法
		ГОСТ22782.7—81	防爆增安型电气设备技术要求及试验方法
		ГОСТ12.1.011—78	爆炸性混合物分级试验方法
		ГОСТ12.2.020—76	防爆电气设备：术语和定义、分类、标志
5	日本防爆标准	JIS C0901—83	煤矿用电气设备的防爆结构
		JIS C0902—83	煤矿用电气设备的防爆结构试验方法
		JIS C0903—83	一般用电气设备的防爆结构通则
		JIS C0904—83	一般用电气设备的防爆结构试验方法

(续)

序号	标准分类	标准代号	标准名称
5	日本防爆标准	JIS C0905—83	电力用电气设备的防爆结构
6	英国防爆标准	BS229—59	电气设备防爆外壳
		BS4683	防爆电气设备
		BS4683/1—71	最高表面温度的分类
		BS4683/2—71	电气设备隔爆外壳结构与试验
		BS4683/3—72	防护型“N”
		BS4683/4—73	安全型“c”
		BS5501	潜在爆炸性环境用电气设备
		BS5501/1—77	一般要求
		BS5501/2—77	充油型“o”
		BS5501/3—77	正压型“p”
		BS5501/4—77	充砂型“q”
		BS5501/5—77	隔爆外壳“d”
		BS5501/6—77	增安型“e”
		BS5501/7—77	本质安全型“i”
		BS5501/9—82	本质安全型电路
		BS5345	爆炸环境用电气设备的选择、安装和维护
		BS5345/1—76	防爆电气设备安装及维护实施方案通用部分
		BS5345/2—83	爆炸危险场所分类
		BS5345/3—79	隔爆型“d”电气设备的安装和维护要求

(续)

序号	标准分类	标准代号	标准名称
6	英国防爆标准	BS5345/4—77	本质安全型“i”电气设备的安装和维护要求
		BS5345/5—83	正压型“p”电气设备的安装和维护要求
		BS5345/6—78	增安型“e”电气设备的安装和维护要求
		BS5345/7—79	无火花型“n”电气设备的安装和维护要求
		BS5345/8—80	特殊型“s”电气设备的安装和维护要求
		*BS5345/9	充油型“o”和充砂型“q”电气设备的安装和维护要求
		*BS5345/10	易燃性粉尘环境用电气设备的安装和维护要求
		BS5345/11	特殊工业用电气设备的安装和维护要求
		BS5345/12	爆炸性气体检测仪的使用
7	美国标准	UL674/1978	I类C、D级和Ⅱ类E、F、G级危险场所用电动机与发电机
		UL886/1985	I类A、B、C、D级和Ⅱ类E、F、G级危险场所用出线盒及配件
		UL877/1976	I类A、B、C、D级和Ⅱ类E、F、G级危险场所用断路器与断路器外壳
		UL894/1977	I类A、B、C、D级和Ⅱ类E、F、G级危险场所用开关

(续)

序号	标准分类	标准代号	标准名称
7	美国标准	UL913/1979	危险场所用本质安全型电路及其关联设备
		UL823/1977	I类A、B、C、D和I类E、F、G级危险场所用电热器
		UL783/1983	I类C、D级危险场所用电子闪光灯与信号灯
		UL698/1984	I类A、B、C、D级和I类E、F、G级危险场所用工业控制电气设备
		UL844/1984	危险场所用电气照明设备
		UL781/1978	I类C、D级和I类G级危险场所用便携式电气照明设备

二、EN标准

EN50欧洲防爆标准，是欧洲电工标准化委员会制订的。参加欧洲电工标准化委员会的国家有：比利时、丹麦、德国、芬兰、法国、爱尔兰、意大利、荷兰、挪威、瑞典、瑞士、奥地利、葡萄牙、西班牙和英国。

EN标准，目前除了各成员国执行外，许多欧洲国家也开始执行。一些欧洲经济共同体成员国直接将EN标准内容溶于本国标准中。表1-2列出一些国家的防爆标准编号及与之对应的EN标准号。

欧洲经济共同体规定，允许成员国本国标准与EN标准共存，若成员国按EN标准取得合格证书，则其它成员国就得予以承认，在各成员国之间进行贸易时，不需再取得进口合格证。

表 1-2

防爆类型	防爆符号	EN标准	比利时	丹 麦	法 国	德 国	意 大 利	荷 兰	英 国
通用要求	Ex	EN50014	NBN C23—001	AFSNI50	NF C23—514	DIN EN50014	CEI 31—8; 1978	NEN EN50014	BS5501 第一部分
充油型	Ex.o	EN50015	NBN C23—104	AFSNI50—1	NF C23—515	DIN EN50015	CIE 31—5; 1978	NEN EN50015	BS5501 第二部分
正压型	Ex.p	EN50016	NBN C23—105	AFSNI50—2	NF C23—516	DIN EN50016	CEI 31—2; 1978	NEN EN50016	BS5501 第三部分
充砂型	Ex.q	EN50017	NBN C23—106	AFSNI50—3	NF C23—517	DIN EN50017	CEI 31—6; 1978	NEN EN50017	BS5501 第四部分
隔爆外壳	Ex.d	EN50018	NBN C23—103	AFSNI50—4	NF C23—518	DIN EN50018	CEI 21—1; 1978	NEN EN50018	BS5501 第五部分
增安型	Ex.e	EN50019	NBN C23—102	AFSNI50—5	NF C23—519	DIN EN50019	CEI 31—7; 1978	NEN EN50019	BS5501 第六部分
本质安全型	Ex.i	EN50020	NBN C23—101	AFSNI50—6	NF C23—520	DIN EN50020	CEI 31—9; 1978	ENN EN50020	BS5501 第七部分

三、德国防爆标准

德国防爆标准，长期以来都被认为是世界上最成熟的防爆标准。早在1912年就发表VDE0170《煤矿用防爆电气设备规程》，1943年增加了VDE0171《工厂用防爆电气设备规程》，两者合为VDE0170/0171《煤矿用和工厂用防爆电气设备规程》。又经过几次修改，形成了VDE0170/0171/2.61《煤矿用和工厂用防爆电气设备规程》（简称旧标准）。这个规程的有效期至1988年5月。

1978年3月，德国又将EN标准作为本国防爆标准（简称新标准），其编号为DIN EN，从1978年5月起生效。

德国的新防爆标准具有以下特点：

1) 新标准不仅内容上尽量与IEC靠拢，而且编排上也和IEC一样，分成七个独立部分，便于修订。

2) 新标准概念和定义明确，在每一类防爆标准中都有名词术语解释，以免在执行过程中发生误解或难以理解。

3) 保留了本国独特的规定，如对电缆的引入、主空腔绝缘件、进线端子等规定，基本上是德国的独特规定。

4) 着重提出“特殊防爆型”，用科学的态度、发展的眼光对待新事物。

5) 新标准既严格，又灵活，如标准中有很多型式试验项目，推荐了两种以上可供选择的试验条件，这给执行标准过程中创造了方便条件。

6) 在每类标准目录中，都把该标准所引用的各种标准详细列出，以便更好地贯彻执行。

四、原苏联防爆标准

1958年和1961年两次召开全苏防爆电气设备会议，研究制订新防爆规程、防爆电机系列型谱等。对原苏联的防爆标