

Y

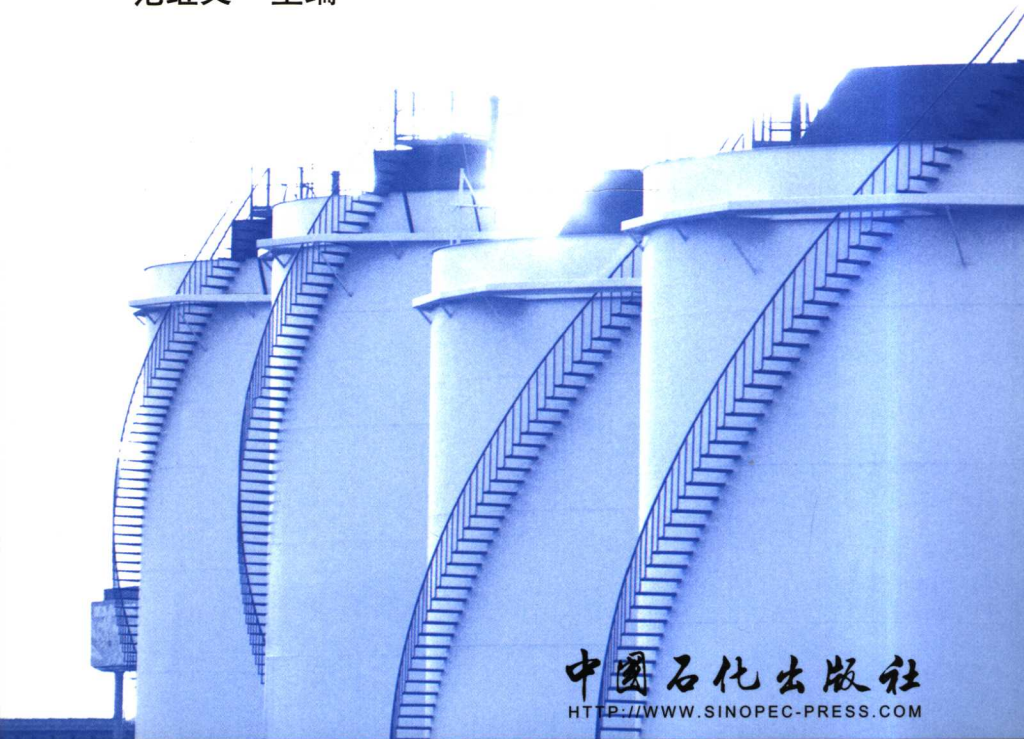
油库设备设施实用技术丛书

YOUKU SHEBEI SHESHI SHIYONG JISHU CONGSHU

油库防爆电气设备

YOUKU FANGBAO DIANQI SHEBEI

范继义 主编



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

油库设备设施实用技术丛书

油库防爆电气设备

范继义 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书针对油库防爆电气设备运行与检修中存在的问题,依据国家和行业防爆电气设备的相关标准和规程,总结多年来防爆电气设备运行管理经验编写而成,主要包括油库爆炸危险场所划分、判断,防爆电气设备选用、安装,防爆电气设备运行与检修,接地系统的运行与检修,常用安全检测仪表操作使用,适用于油库电气设备操作使用与维护检修人员,以及设备管理和工程技术人员阅读,也可供油库工程设计和相关院校师生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

油库防爆电气设备/范继义主编.
—北京:中国石化出版社,2006
(油库设备设施实用技术丛书)
ISBN 978-7-80229-196-6

I. 油… II. 范… III. 油库-防爆电气设备
IV. TE88

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 122794 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

850×1168 毫米 32 开本 7.25 印张 185 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

定价:19.00 元

《油库设备设施实用技术丛书》

编 委 会

主 任：吕 品

副主任：范继义

编 委：宋 伟 李建民 卢世红 张晓鹏

郭守香 杨进峰 马秀让 郭建新

王铭坤 侯遂旺 杨晓婕

《油库防爆电气设备》

编 委 会

主 编：范继义

撰稿人员：范继义 王伟峰 郭守香 杨祝祥

范建峰 陈 新 周逢泽 杨晓婕

周云利

前 言

防爆电气设备是为油库爆炸危险场所提供动力、照明的必备设备，也是油库的主要安全设备。整体防爆性能合格，技术状态良好的防爆电气设备，对保证油库安全运行具有十分重要的作用。

本书依据国家的行业防爆电气的相关规范、规程，针对油库一线电气设备操作使用、维护检修、设备管理和工程技术人员的需要，结合多年来从事油库防爆电气设备改造、普查、维护、检修中发现的问题和经验编写而成。全书分为七章 34 节，主要有防爆电气概述、危险场所划分，防爆电气设备的选型、安装、运行、检修。同时对油库接地系统的运行与检修、常用安全检测仪表操作使用进行了介绍。

本书适用于油库电气设备操作使用、维护检修人员，以及设备管理和工程技术人员阅读，也可供油库工程设计人员和相关院校师生参阅。

本书在编撰过程中，参阅了大量有关书刊、标准、规范、规程，对这些作者深表谢意，编撰时得到了兰州军区联勤部油料监督处，兰州军区 68101 部队，新疆军区联勤部军需物资油料处，兰州军区 69068 部队的大力支持，在此表示感谢。

由于编撰人员水平有限，缺点、错误在所难免，恳请同行和读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 油库防爆电气概述	(1)
第一节 防爆电气设备产生与发展	(1)
一、防爆电气设备产生	(1)
二、我国防爆电气设备历史与现状	(2)
三、国内防爆电气设备发展趋势	(6)
四、国外防爆电气设备发展趋势	(7)
第二节 防爆电气设备标准体系	(9)
一、防爆电气产品分类	(9)
二、防爆电气设备标准体系	(10)
三、各类型防爆电气设备适用场所简述	(11)
第三节 防爆电气设备检验	(12)
一、防爆检验类别	(12)
二、防爆检验程序	(13)
第二章 油库爆炸性危险场所划分	(16)
第一节 爆炸性混合物环境及区域划分	(16)
一、爆炸性危险区域划分应掌握的概念	(16)
二、爆炸性气体混合物环境及区域划分	(18)
三、火灾危险环境区域划分	(21)
第二节 油库爆炸危险区域等级范围	(22)
一、爆炸危险区域等级图例	(22)
二、爆炸危险区域等级范围划分	(22)
三、爆炸危险区域等级	(30)
第三节 爆炸性混合气体的形成及判断	(32)
一、油气释放源及爆炸性混合气体形成的途径	(32)
二、爆炸性混合气体形成的因素	(33)

三、判断爆炸性混合气体的程序和原则·····	(34)
四、油库气动力阴影区易于积聚油气·····	(36)
五、判断爆炸性混合气体形成时应注意的问题·····	(38)
六、防火防爆措施·····	(39)
第三章 防爆电气设备 ·····	(44)
第一节 电气设备的防爆原理和防爆类型·····	(44)
第二节 爆炸性气体混合物分级和分组·····	(47)
一、爆炸性气体混合物分级·····	(47)
二、爆炸性气体混合物分组·····	(47)
三、爆炸性气体分类、分级、分组综合举例·····	(48)
四、防爆电器的标志·····	(49)
第三节 防爆电气设备的选型·····	(50)
一、防爆电气设备类型选择·····	(50)
二、各种防爆电气设备结构要求·····	(50)
三、爆炸危险区域电气线路选择·····	(53)
四、火灾危险环境电气设备选型·····	(53)
第四节 油库常用防爆电气设备·····	(54)
一、防爆电机·····	(54)
二、防爆断路器·····	(57)
三、防爆启动器·····	(59)
四、防爆主令电器·····	(63)
五、防爆连接件·····	(69)
六、防爆箱·····	(79)
七、防爆灯具·····	(81)
八、其他防爆电气设备·····	(87)
第四章 防爆电气设备安装 ·····	(92)
第一节 爆炸危险场所电气安装原则·····	(92)
第二节 爆炸危险场所电气线路·····	(93)
一、爆炸危险场所电气线路敷设要求·····	(93)
二、爆炸危险场所配线的要求·····	(94)

第三节 电缆和钢管配线工程	(96)
一、电缆配线工程	(96)
二、钢管配线工程	(98)
三、本质安全电路与本质安全关联电路配线	(101)
第四节 防爆电气设备的安装	(103)
一、安装前的准备工作	(103)
二、通用技术要求	(105)
三、隔爆型电气设备	(106)
四、增安型电气设备安装	(110)
五、充油型电气设备	(110)
六、本安型电气设备	(110)
七、防爆通讯装置	(111)
八、防爆自动化仪表	(112)
第五节 防爆电气设备安装图例	(112)
一、防爆电动机进线隔离密封	(112)
二、钢管、电缆穿墙或楼板隔离密封	(115)
三、电缆沟穿墙隔离密封	(116)
四、电缆埋设及标桩	(118)
五、防爆灯具进线装置隔离密封	(118)
六、防爆接线盒进线口隔离密封	(118)
七、LB 型防爆操作柱安装及进线口隔离密封	(118)
八、防爆照明配电箱隔离密封	(118)
九、进线口橡胶密封垫尺寸及要求	(123)
十、隔离密封盒密封填料填充	(123)
十一、防爆电话机安装	(124)
十二、轻油洞库、油泵房零线和接地线示意图	(125)
第六节 防爆电气工程的验收	(126)
一、交体验收组织	(126)
二、验收检查项目	(127)
三、试车	(127)

四、交接验收手续·····	(127)
第五章 防爆电气设备运行与检修 ·····	(129)
第一节 防爆电气设备检查维护与检修意义·····	(129)
一、检查维护与检修意义·····	(129)
二、检查维护和检修依据·····	(130)
三、相关名词术语·····	(130)
第二节 防爆电气设备管理·····	(131)
一、防爆电气设备管理要求·····	(132)
二、电气防爆安全技术教育与培训·····	(132)
三、其他防爆管理措施·····	(133)
第三节 防爆电气设备维护检查·····	(135)
一、检查制度与检查范围·····	(135)
二、维护检查类别与检查内容·····	(136)
三、油库常用防爆电气设备检查方法·····	(139)
第四节 防爆电气设备检修制度与类别·····	(147)
一、检修制度与内容·····	(147)
二、一般性检修·····	(147)
三、专业性检修·····	(148)
四、工厂检修·····	(148)
五、检修要求和注意事项·····	(148)
第五节 防爆电气设备检修内容及技术要求·····	(149)
一、检修内容·····	(150)
二、检修技术要求·····	(150)
三、检修方法及注意事项·····	(159)
第六节 修理工厂应具备的条件与修理程序·····	(162)
一、修理工厂应具备的条件·····	(162)
二、修理程序·····	(164)
三、设备故障检查和修理内容·····	(164)
第六章 油库接地系统运行与检修 ·····	(168)
第一节 接地的范围·····	(168)

一、电气设备接地范围	(168)
二、防雷电接地范围	(168)
三、防静电接地范围	(169)
第二节 接地系统技术要求	(169)
一、通用技术要求	(169)
二、洞库和泵房保护接地要求	(170)
三、钢油罐防雷接地要求	(171)
四、信息系统防雷接地要求	(172)
五、其他爆炸危险区域防雷要求	(173)
第三节 储输油设备接地系统设置方法	(175)
一、油罐接地做法	(175)
二、输油管路接地做法	(175)
三、铁路装卸油作业区接地做法	(177)
四、洞库接地系统做法	(177)
五、其他设施接地要求	(177)
六、接地测量井或测量箱设置	(179)
七、接地线及接地体设置	(180)
第四节 油库接地系统的管理	(181)
一、接地电阻及测量要求	(181)
二、防静电接地的运行管理	(182)
三、防雷电接地的运行管理	(182)
四、接地系统检查维护与检修	(184)
第七章 油库常用安全检测仪表操作使用	(186)
第一节 XP-311A 型可燃性气体检测仪	(186)
一、适用对象及使用技术条件	(186)
二、工作原理	(187)
三、面板构成及功能	(187)
四、使用方法	(188)
五、注意事项	(190)

第二节	EST101 型防爆静电电压表	(190)
一、	适用对象及使用技术条件	(191)
二、	工作原理	(191)
三、	面板构成及功能	(191)
四、	使用方法	(192)
五、	注意事项	(193)
第三节	万用表	(193)
一、	适用对象及使用技术条件	(193)
二、	工作原理	(195)
三、	MF47 型模拟万用表	(196)
四、	DT-830B 型数字式万用表	(199)
第四节	兆欧表	(201)
一、	适用对象及使用技术条件	(201)
二、	工作原理	(201)
三、	面板构成及功能	(202)
四、	使用方法	(203)
五、	注意事项	(204)
第五节	接地电阻测量仪	(204)
一、	适用对象及使用技术条件	(205)
二、	工作原理	(205)
三、	面板构成及功能	(206)
四、	使用方法	(207)
五、	注意事项	(208)
第六节	HCC-16P 超声波测厚仪	(208)
一、	适用对象及使用技术条件	(209)
二、	工作原理	(209)
三、	面板构成及功能	(209)
四、	使用方法	(210)
五、	注意事项	(211)

第七节	HCC - 24 型电脑涂层测厚仪·····	(212)
一、	适用对象及使用技术条件·····	(212)
二、	工作原理·····	(213)
三、	面板构成及功能·····	(213)
四、	使用方法·····	(213)
五、	注意事项·····	(214)
第八节	防爆工具使用与管理·····	(215)
一、	防爆机理·····	(215)
二、	防爆工具使用应注意的问题·····	(216)
三、	防爆工具使用管理·····	(217)

第一章 油库防爆电气概述

由于油库在“收储发检”过程中，会有大量油气逸散，与空气形成爆炸性混合气体，遇到点火源时可引发着火爆炸事故，因此油库属于“高危行业”。据油库 445 例着火爆炸事故统计，电气引发的事故 88 例，占 19.8%。油库爆炸危险场所采用防爆电气设备是预防着火爆炸事故的必然要求。

第一节 防爆电气设备产生与发展

防爆电气产品是按照特定标准要求设计制造的，是不会引起周围爆炸性可燃混合物爆炸的特种设备，主要用于确保安全生产以及人身、财产、环境的安全。

一、防爆电气设备产生

19 世纪初，“危险场所”内的安全问题就已提出。那时，由于大工业的发展，煤炭的开采量大增，而煤矿井下的明火照明设备不断引发事故。寻找适当的方法作为安全措施，成为当时迫切需要解决的问题。

第一代“防爆设备”的发明者是英国的化学家戴维。他的做法是在灯的火焰之外加若干层金属网罩，可有效地阻止火源将外部可燃气体点燃。戴维的安全灯见图 1-1。

金属网在火焰逸出时将其约束，均匀散发并吸收热能。虽然这种灯由于缺陷较明显，电灯发明后被淘汰了。但这种防止火焰扩散的方法，已被继承了下来。至今，金属

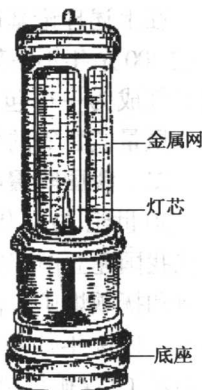


图 1-1 戴维安全灯

网阻止火焰元件，还在一些特殊的设备上应用。

现代电气设备的防爆技术，始于 20 世纪初。1903 ~ 1906 年期间，德国对电气设备的防爆方法进行了研究，得出了所谓“临界间隙”具有阻止火焰传播和防爆作用，为现代工业防爆电气设备奠定了理论基础。在此基础上，对上述火焰通过小孔、缝隙时被冷却、减速，乃至熄灭的复杂过程进行了大量深入研究，建立了完整的隔爆型电气设备防爆理论。隔爆间隙的微观过程虽然复杂，但据此原理发展的防爆技术却较为简单。缝隙隔爆原理简单地概括为：火焰在通过间隙时能量被吸收，因而传到外面时已不能将可燃气体点燃。

1915 ~ 1916 年，根据矿井中曾发生 15V 电话线产生的火花引起爆炸事故，英国对电气火花的安全性进行了研究，得出的结论是：选择适当的电路参数，电气火花的安全性是可实现的。电路的工作参数包括电压、电流、电阻、电容、电感等；电路的工作过程，就是能量的消耗、储存、释放、交换的过程。在正常工作时，火花地只能在某些触点产生。而在故障状态的情况比较复杂，可能是电路的开路、短路或者在不同部位同时发生。经过深入研究建立了本质安全型电气设备理论——限制电火花能量。

在上述理论上，对隔爆原理、安全火花原理等不完善，经过 200 余年不懈努力，形成了多种形式的防爆电气设备，使防爆电气成为一个包括研究试验、标准体系、国家认证、设计生产、质量监督等的特殊行业。

二、我国防爆电气设备历史与现状

20 世纪 50 年代前，我国没有防爆电气制造工业。上世纪 50 年代我国建立南阳防爆电气、沈阳电气传动、佳木斯防爆电机、上海和抚顺煤矿机械、重庆煤炭等六所专门从事防爆设备的科研单位，1953 年佳木斯电机厂试制了第一批矿用防爆电机，1955 年颁发了《煤矿用电气设备制造暂行规程》；由于化工生产，特别是氮肥工业的发展，急需工厂用防爆电气设备，在研究试制隔爆型、安全型、通风(充气)型防爆电气设备的基础上，于 1963 年

颁发了《工厂用防爆电气设备制造检验规程》。经过几十年的努力，初步形成了防爆电气设备工业，编制了《爆炸性环境用电气设备》(GB 3836)、《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB 50058)为主体的系列防爆电气标准，生产了各种类型、品种规格齐全的防爆电气设备，满足了日益发展的工业、国防和科学技术发展的需要。

油库防爆电气设备的应用大体经历三个阶段。一是 20 世纪 50 年代至 70 年代初，油库多采用矿用防爆电气设备，用隔墙将普通电机与油泵隔离的方法防爆(连接轴穿过墙)，还有不少油库采用普通电气设备。二是 1970 ~ 1990 年期间，由于电气设备防爆性能差、安装不合格、使用普通电气设备等原因，油库连续发生爆炸着火事故。这时防爆电气产品的标准基本建立，国产防爆电气类型增加，防爆性能提高，油库电气设备进行了改造和更新，由电气引发的事故明显减少。三是 1990 年至今油库爆炸危险场所使用的防爆设备基本符合国家规范要求，但仍然存在选型不合理、安装不符合要求的问题，甚至还有一些私人企业(油库和加油站)使用普通电气设备的问题。在运行中，检查维护不到位问题普遍存在。这些问题必然威胁着油库的安全运行。

近 20 多年来，我国防爆电气设备制造行业得到了迅速发展，无论是产品品种，还是产品技术水平方面都取得了长足的进步，有了一套覆盖全部防爆型式的、完善的基础防爆标准，建立了适应我国经济建设发展需要的防爆电气工业体系，具备生产适应于矿井或工厂用各类防爆电气产品的能力，为我国煤炭、石油、化学等工业部门的高速发展做出了巨大贡献。现对防爆电机、防爆电器和灯具、防爆仪器仪表等几类代表性的防爆电气设备历史与现状简介如下。

(一) 防爆电机

防爆电机是防爆电气行业中发展较好的产品种类之一。20 世纪 80 年代前 JBO₂ 系列防爆电机，80 年代初由南阳防爆电气研究所组织行业统一设计的、具有 80 年代初国际先进水平的 YB

系列隔爆型三相异步电动机, YA 系列增安型三相异步电动机, 正广泛应用于我国的煤炭、石化等行业中; 20 世纪 90 年代初, 粉尘防爆型电视开始在我国少量生产。由于防爆电机行业管理较规范, 90 年代中期国家对 YB 系列电机又实行了生产许可证制度, 因此电机行业中骨干企业的产品质量比较稳定, 其中一些重点企业的部分产品还达到了国际标准要求, 并取得了国际权威机构的防爆认可证书或取得了 CE、CSA、UL 认证。但使用中也发现一些技术与质量方面的问题, 例如高压中型隔爆电机的“抱轴”现象偶有发生; 振动噪声指标待提高; 装配质量有的不过关等。

我国进入 WTO 之后, 国际防爆电机产品在市场竞争中, 总体上将保持一定的优势, 基本系列换代产品 YB2(与德国西门子 20 世纪 90 年代国际先进水平的 IMJ 系统相当)全面替代 YB、YA 系列。一些高新技术产品 and 质量高的名牌产品将在市场上大有作为。

但特种专用防爆电机和高压中大型防爆电机方面国内产品不具有明显的竞争优势。因为低压中小型防爆电机已全面采用国际先进标准, 其产品性能水平已经接近世界先进水平, 而技术创新含量较高的特种、专用高压中大型电机我国差距较大, 短期内在国内市场上将难以取得竞争优势。

(二) 防爆电器和防爆灯具

防爆电器和防爆灯具产品我们只有少数产品达到国外先进水平 20 世纪 90 年代水平, 大部分产品还处于 20 世纪 80 年代国际水平, 差距较大, 其中矿用防爆产品的差距更大, 国内市场上需要的高技术、大容量产品主要依赖进口。

1. 防爆电器

在防爆电器方面, 高压电器有待于研制性能更完善的高压防爆配电装置、起动器和插销, 高压防爆真空断路器、真空接触器产品的技术水平也有待提高, 需有效地解决真空度检测、过电压抑制与低过电压触头材料, 提高保护系统与功能显示环节的可靠性指标等。低压防爆电器产品的品种较多, 使用量大, 覆盖面

广，至今已形成防爆馈电、配电装置，防爆电磁起动装置，防爆断路装置，防爆接线装置，防爆控制装置，成套电控及其他防爆电器如防爆变压器、防爆监视器等十多类产品，普遍问题是产品防爆安全质量和产品的防护等级有待进一步提高。

2. 防爆灯具

防爆灯具是一个品种杂、用量大的产品，其中光源的质量、隔爆外壳用透明件的质量，一直是困扰防爆灯具产品质量上台阶的主要问题。

当前，防爆电器和防爆灯具产品的发展方向是要及时果断淘汰高耗能、低性能产品；开发研制高效节能、长寿命、易维护产品；重视开发免维护及智能化防爆高压、真空、大容量配电装置；开发研制我国新一代智能化、可通信低压防爆电器；探讨如何发展我国的低压防爆电气现场总线技术，以缩短同国外先进水平的差距。

(三) 防爆仪表

防爆仪表分自控仪表、称重仪表、报警仪表等，其中，自动化工业过程控制防爆仪表是防爆仪表领域的主要产品，通常称为现场仪表，其防爆型式主要为本质安全型和隔爆型。最常用的现场仪表有变送器(压力/差压、温度、流量、物位等)；执行器(电动执行机构、阀门定位器、电动/气动调节阀等)；在线分析仪表及其他检测仪表。我国防爆仪表在经历了 20 世纪 60、70 年代间的模拟现场仪表，80、90 年代的 DCS 集散控制系统后，逐渐走向当今现场总线制(FCS)智能数字化仪表。

现场总线技术是一种集计算机技术、通信技术、集成电路技术及智能传感技术于一体的新兴控制技术，它克服了传统模拟量信息传输中必须的“一对一”电缆连接，彻底实现了从控制室到现场仪表之间一对信息总线(电缆或光纤)的全数字信息双向通讯，不仅具有精度高、可自诊断等优点，而且还有现场控制功能。传统的模拟信号仪表对总线系统不适用，不同的总线规范因其要求不同、开放程度不同而对总线仪表有不同要求。图 1-2 为德国