


内蒙古自治区煤矿特种作业人员安全培训补充教材

煤矿电气防爆检查工

Meikuang Dianqi Fangbao Jianchagong

马晓君 主编



中国矿业大学出版社

内蒙古自治区煤矿特种作业人员安全培训补充教材

煤矿电气防爆检查工

主编 马晓君

主审 王平炎

中国矿业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

煤矿电气防爆检查工 / 马晓君主编. — 徐州: 中国矿业大学出版社, 2016. 11

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3215 - 1

I. ①煤… II. ①马… III. ①防爆电气设备—矿山安全 IV. ①TD684

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 184790 号

书 名 煤矿电气防爆检查工
主 编 马晓君
责任编辑 齐 畅
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83884895 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 江苏淮阴新华印刷厂
开 本 880×1230 1/32 印张 4.125 字数 107 千字
版次印次 2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷
定 价 20.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

内蒙古自治区煤矿特种作业人员

安全培训补充教材编委会

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 主 任 | 庞禹东 | | | |
| 副主任 | 郭银泉 | 王海金 | 王钰翔 | 曾宪荣 |
| 编 委 | 丁 凯 | 马晓君 | 王 才 | 王 健 |
| | 王平炎 | 王旭东 | 王欢林 | 王增明 |
| | 尹水云 | 左传银 | 申虎良 | 田军利 |
| | 白长青 | 吕梦微 | 朱卫东 | 朱屹生 |
| | 朱莉琳 | 刘 平 | 刘仁才 | 刘文艳 |
| | 刘青玉 | 刘建华 | 刘洪才 | 闫奕颖 |
| | 孙宏玲 | 苏广平 | 李文玉 | 李美锦 |
| | 肖亚萍 | 肖俊元 | 时秀珍 | 吴 海 |
| | 吴 祥 | 张 俊 | 张 雷 | 张成群 |
| | 张梅丽 | 周桂荣 | 赵 君 | 郝石柱 |
| | 侯慧敏 | 姜 燕 | 高志宏 | 郭 军 |
| | 郭永卿 | 唐际华 | 董 旭 | 蒋馨莹 |



目 录

| | |
|--------------------------------|----|
| 第一章 矿用防爆电气设备 | 1 |
| 第一节 矿用防爆电气设备的通用要求 | 1 |
| 第二节 隔爆型电气设备 | 15 |
| 第三节 增安型电气设备 | 22 |
| 第四节 本质安全型电气设备 | 30 |
| 第五节 其他形式防爆电气设备简介 | 36 |
| 复习思考题 | 40 |
| | |
| 第二章 矿用防爆电气设备检查与维护 | 41 |
| 第一节 矿用防爆电气设备的检查 | 41 |
| 第二节 矿用防爆电气设备的使用和维护 | 43 |
| 第三节 防爆电气设备的完好标准 | 63 |
| 第四节 矿用防爆电气设备的管理制度 | 72 |
| 第五节 矿用开关 | 76 |
| 复习思考题 | 91 |



| | |
|----------------------------------|-----|
| 第三章 电气防爆检查工安全技术操作规程 | 92 |
| 第一节 电气防爆检查工安全技术操作规程 | 92 |
| 第二节 事故案例 | 96 |
| 复习思考题 | 99 |
| | |
| 第四章 矿井安全用电 | 100 |
| 第一节 矿井供电系统 | 100 |
| 第二节 安全用电作业制度 | 106 |
| 第三节 矿井供电电网保护 | 109 |
| 第四节 矿用电缆 | 118 |
| 第五节 杂散电流 | 123 |
| 复习思考题 | 125 |
| | |
| 参考文献 | 126 |



第一章 矿用防爆电气设备

第一节 矿用防爆电气设备的通用要求

一、概述

(一) 使用防爆电气设备的意义

煤矿采掘过程中,井下各工作面会释放出大量瓦斯。瓦斯的主要成分为甲烷(CH_4)。为了保证煤矿生产的安全,总是以适当的通风方式,使涌出的瓦斯在矿井空气中的含量低于1%。否则,如果井下空气中瓦斯的含量超过2%,遇火源就有可能发生燃烧;如果瓦斯的含量在5%~16%范围内,遇有明火,就能发生严重的爆炸事故。煤矿开采过程中有机械摩擦产生的火花,有煤炭自燃产生的高温热源,但主要是电气设备在运行过程中产生的火花。大量统计材料表明,电气火花已成为引燃矿井瓦斯的主要引火源。因此,对煤矿井下爆炸环境中的电气设备必须采取一定的防爆安全措施。



(二) 井下作业环境对电气设备的要求

(1) 煤矿井下存在瓦斯、煤尘等爆炸性混合物,因此要求电气设备具有防爆性能。

(2) 井下空气比较潮湿,且经常有滴水 and 淋水,电气设备很容易受潮,因此要求电气设备有良好的防潮、防水性能。

(3) 井下常会发生冒顶和片帮事故,使设备容易受到外力的砸、碰、挤、压而损坏,要求电气设备必须有坚固的外壳。

(4) 采掘工作面的电气设备移动频繁,要求电气设备尽量减轻重量,并便于安装、拆迁。

(5) 井下采掘运输设备的负荷变化较大,有时会产生短时过载,因此要求电气设备要有足够的容量和过负荷能力,并配置过载保护装置。

(6) 井下空间狭窄、照明不足,要求设备体积小,操作简单,维护方便。

(7) 井下电气设备的散热条件较差,要求电气设备有足够的额定容量。

(8) 电气设备漏电有可能引起瓦斯煤尘爆炸、引爆电雷管、造成人身触电等危险,因此要求电气系统有漏电保护装置。

(9) 井下采掘工作面、巷道等安装电气设备的地方,空



间都比较狭窄,且人体接触电气设备、电缆的机会较多,容易发生触电事故,因此要求井下电气设备外壳必须接入接地系统。

从电气设备的工作环境来看,井下发生电气事故的危险性确实存在,但只要严格执行《煤矿安全规程》的相关规定,正确选择、使用电气设备,完善保护装置,加强对各岗位职工的安全技术培训,完全可以避免电气事故的发生。

(三) 矿用电气设备的类型及特点

矿用电气设备分为两大类,即矿用一般型电气设备和矿用防爆型电气设备。

矿用一般型电气设备是一种煤矿井下用的非防爆型电气设备,可使用在低瓦斯矿井的井底车场、总进风巷或主要进风巷。对其基本要求是:外壳坚固、封闭,能防止从外部直接接触及带电体;防滴、防溅、防潮性能好;有电缆引入装置,并能防止电缆扭转、拔脱和损伤;开关手柄和门盖之间有连锁装置;在设备外壳的明显处有接地装置,并标有接地符号。

矿用一般型电气设备外壳的明显处,均有清晰的永久性金属凸纹标志“KY”。

(四) 防爆电气设备的类型

按照规定的条件设计制造的、不会引起周围爆炸性混合物爆炸的电气设备通称为防爆电气设备。防爆电气设



备适用于煤矿低瓦斯、高瓦斯和有煤尘与瓦斯突出、喷出的区域。防爆电气设备的国家标准是《爆炸性气体环境用电气设备》，所有防爆电气设备的设计、制造、检验均应以此标准为依据。

防爆电气设备按使用环境的不同，分为两大类：Ⅰ类为煤矿井下有瓦斯的环境使用的防爆型电气设备，Ⅱ类为其他环境使用的防爆型电气设备。

防爆电气设备根据不同的防爆要求可分为 10 种类型，其类型及标志见表 1-1。

表 1-1 防爆电气设备的类型及标志

| 防爆电气设备类型 | 标志 | 防爆电气设备类型 | 标志 |
|-----------|---------------|----------|----|
| 隔爆型电气设备 | d | 充砂型电气设备 | q |
| 本质安全型电气设备 | $i(i_a, i_b)$ | 正压型电气设备 | p |
| 增安型电气设备 | e | 充油型电气设备 | o |
| 浇封型电气设备 | m | 无火花型电气设备 | n |
| 气密型电气设备 | h | 特殊型电气设备 | s |

防爆电气设备的防爆标志由防爆电气设备的总标志“Ex”、型式标志和类型标志组成。防爆电气设备外壳明显处均有清晰的永久性凸纹标志“Ex”和煤矿矿用产品安全标志“MA”。铭牌“Ex”用青铜、黄铜、不锈钢制成，厚度不



小于 0.5~1 mm。

二、防爆电气设备的通用规定

不同类型的防爆电气设备具有不同的特性,这就需要
对它们做出专门的规定。但作为防爆电气设备,它们又有
共同的特性,这就是对防爆电气设备的通用规定。电气设
备都必须在符合通用规定和专用规定的前提下才能保证
其防爆性能。通用规定主要包括:防爆电气设备使用的环
境温度,对外壳、紧固件、连锁装置、绝缘套管、接线盒、连
接件、引入装置及接地的要求等。

(一) 表面温度和环境温度

1. 表面温度

当电气设备可能堆积煤尘时,最高表面温度不应超过
150 °C。当电气设备不会堆积煤尘或采取措施(如密封防
尘或通风)可以防止堆积煤尘时,最高表面温度不应超过
450 °C。

2. 环境温度

防爆电气设备使用的环境温度为-20~40 °C,环境气
压为 $(0.8\sim 1.1)\times 10^5$ Pa。

(二) 外壳材质的规定

1. 对快开门结构开门时间的规定

快开门结构是指防爆电气设备外壳上只需解除少量



螺栓或不需要解除螺栓,通过简单的操作即可在短时间内打开的门。为了防止把这种门或盖打开后电气设备内部剩余的能量点燃瓦斯,《煤矿安全规程》规定:矿用电气设备由断电到开盖(门)的时间间隔须大于电容器放电至剩余能量小于 0.2 mJ 所需要的时间和电热器温度降至低于 450 °C 所需的时间。该时间间隔值应在警告牌上标明。

2. 塑料外壳

塑料具有耐腐蚀、耐潮湿、绝缘性能好、轻便等优点,所以一些小型防爆电气设备的外壳多采用塑料制作。塑料外壳表面面积大于 100 cm² 时,应设计为在正常使用维护和进行清洁的情况下能防止产生引燃危险的静电电荷的结构。由于普通塑料外壳的机械强度和耐热稳定性差、易于聚积静电等原因,因此应选用机械强度较高、热稳定性较好、抗静电、不燃烧或不延燃的塑料制造。要求塑料外壳表面的绝缘电阻不得超过 $1 \times 10^9 \Omega$,并能承受冲击试验和热稳定试验。

3. 含轻合金外壳

所谓的轻合金主要是指铝合金。制造防爆电气外壳的铝合金按质量百分比,铝、钛和镁的总含量不允许大于 15%,并且钛和镁的总含量不允许大于 6%。这是因为铝合金与锈铁摩擦会发出大量热能,这种能量的释放能够点燃爆炸性气体。



煤矿用手持式或支架式电钻(及其附带的插销)、携带式仪表、灯具等的外壳可用抗拉强度不低于 120 MPa 的轻合金外壳制造并能承受相应的冲击试验。

(三) 紧固件

紧固件是保证防爆电气设备性能的主要零件。常用的紧固件由螺栓和螺母及防松用的弹簧垫圈组成。对于要用特殊紧固件的防爆电气设备必须用特殊紧固件,如隔爆型电气设备外壳各部分的连接必须用护圈式紧固件,以防无关人员随意打开外壳,使外壳失去防爆性能。使用护圈式紧固件应符合以下要求:螺栓头或螺母要设在护圈内,必须使用专用工具才能打开;紧固后的螺栓头或螺母的上平面不能超出护圈高度;各种规格螺栓的通孔直径、护圈高度、护圈直径必须符合标准规定;护圈可设开口,开口的圆心张角必须不大于 120° ;护圈要与主体牢固连在一起。无论何种紧固件都应采用不锈钢材料制成或经防锈处理。

(四) 连锁装置及绝缘套管

为了防止电气设备误操作而造成瓦斯爆炸、人身触电事故的发生,防爆电气设备必须设置连锁装置。连锁装置的作用是:在设备带电时,设备可拆卸部分不能拆卸;当可拆卸部分拆开时,设备不能送电。每类防爆型的连锁装置都应使用专用工具才能解除其连锁作用。



对于固定在设备外壳隔板上用来使导线穿过隔板的绝缘套管,必须用不易吸湿的绝缘材料制成,绝缘套管的使用不能改变电气设备的防爆形式。如果绝缘套管或电气设备需要使用胶结剂,胶结剂必须具有抗机械、热稳定性和化学性的能力。

(五) 连接件与接线盒

连接件是置于接线盒内,供引入电缆或导线接线用的(又称接线端子)。连接件要有足够的机械强度和结构尺寸,要保证导线连接可靠,保证在振动和温度的影响下连接不松动,不产生火花、过热和接触不良等现象。对于与含轻金属材料的连接必须采取特殊的预防措施(如铝芯电缆连接的连接件要用铜铝过渡接头)。

为了保证电气设备的导线和电缆连接牢固,防止电气设备运行中产生火花、电弧引燃爆炸性混合物,对正常运行产生火花、电弧或危险温度的电气设备,功率大于 250 W 或电流大于 5 A 的 I 类电气设备,其电缆和导线的连接都应使用接线盒和连接件。接线盒的形式根据使用环境及有关技术要求决定。接线盒应符合下列条件:接线操作方便;接线盒内要留有导线弯曲半径的空间;接线盒内裸露导体间的电气间隙、爬电距离要符合相应防爆类型的有关规定;为防止电弧、闪络现象,接线盒内壁应涂耐弧漆。



(六) 接地

电气设备的接地,目的是为了保障人身安全和防止漏电产生火花。对于外接地电气设备的金属外壳和铠装电缆的接线盒外壳及铠装电缆的铅皮和铠装等,均应可靠地接地。外接地螺栓的规格,必须符合下列规定:

(1) 功率大于 10 kW 的设备,不小于 M12。

(2) 功率为 5~10 kW 的设备,不小于 M10。

(3) 功率为 0.25~5 kW 的设备,不小于 M8。

(4) 功率不大于 250 W 且电流不大于 5 A 的设备,不小于 M6。

(5) 本质安全型电气设备和仪器仪表类,外接地螺栓能压紧接地芯线即可。

电气设备接线盒内部(当采用直接引入方式时,则在主空腔内部)必须设有专用的内接地螺栓,但电机车上的电气设备和电压不高于 36 V 的电气设备除外。内接地螺栓的直径必须符合下列规定:

(1) 当导电芯线截面不大于 35 mm^2 时,应与接线螺栓直径相同。

(2) 当导电芯线截面大于 35 mm^2 时,应不小于连接导电芯线截面积之半的螺栓直径,但至少等于连接 35 mm^2 芯线的螺栓直径。

所有内、外接地螺栓,都应标志接地符号“ \perp ”。接地



螺栓应采用不锈钢材料制成,或进行电镀等防锈处理。

I类防爆电气设备,还必须具有系统接地,因而其接线盒内至少需有一个内接地端子,与电缆的接地芯线连接起来。各接地端子都应有防松垫圈和电镀防锈处理,并在明显处标出接地标志。

(七) 引入装置

引入装置是防爆电气设备外电路的电缆或导线进入设备内的过渡装置,是防爆电气设备的薄弱环节,因此引入装置的密封是十分重要的。

常用的密封引入装置有三种:① 密封圈式引入装置,该种引入装置应用最广泛,包括压盘式和压紧螺母式两种。② 浇封固化填料密封式引入装置。③ 金属密封环式引入装置。

引入装置所用密封圈的材料要用弹性好、不易老化、不易龟裂的橡胶材料或其他类似材料制成,其硬度应达到邵氏硬度 $45^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 。密封圈只有硬度适宜才能起到密封和防松作用,保证防爆性能。引入装置必须具有防松和防止拔脱装置。

三、防爆电气设备的专门规定

防爆电气设备的专门规定指防爆电机、开关、控制器和照明灯具必须符合的有关规定。



(一) 电机

电机轴伸出端驱动的外风扇设有防护罩,由于井下环境较恶劣,煤、矸等杂物极易落入风扇罩内,当电机转动时风扇与杂物发生摩擦产生热量或火花容易引起瓦斯、煤尘爆炸。所以要求防爆电机外风扇的通风孔具有一定的防止外物落入的能力。要求旋转电机外风扇的通风孔进风端的防护等级不低于 IP20 的要求,排风端的防护等级不低于 IP10 的要求。为了检验外壳是否达到规定的防护性能,要求按相应的等级进行试验。对于立式旋转电机(如矿用喷浆机等设备),还要求外物不得垂直落入通风孔。通风孔的结构和布置应使直径大于 12.5 mm 的异物不能垂直坠落或振动进入电机的旋转风扇上。

风扇、风扇罩和通风孔挡板应有足够的机械强度,并保证可靠固定。风扇保护罩应能承受冲击试验,试验后静止与活动部件不得相互碰撞或摩擦。正常工作状态,风扇距风扇罩、隔板及紧固件的间距必须不小于风扇直径的 1%,最小为 1 mm,不得超过 5 mm。如果风扇使用塑料材质,其表面绝缘电阻不得超过 $1 \times 10^9 \Omega$;如风扇使用轻合金制成时,含镁量必须不大于 0.5%。

此外,增安型电机外壳(I类)防护等级应不低于 IP23,且经常有专人检查管理。使用在采掘工作面的本安型电气设备防护等级应不低于 IP54。防护等级标准请查