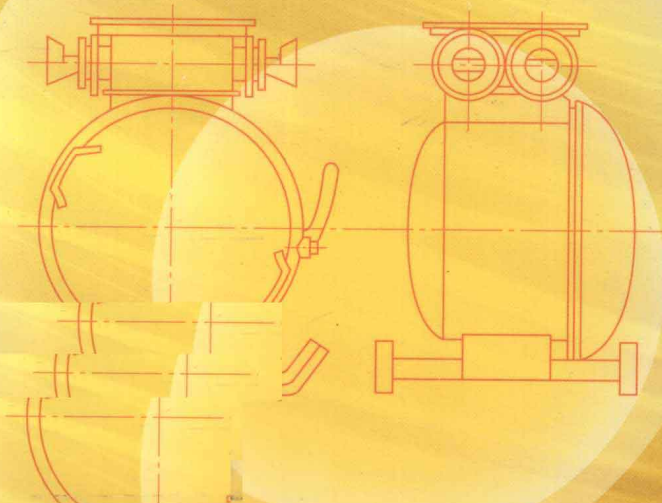
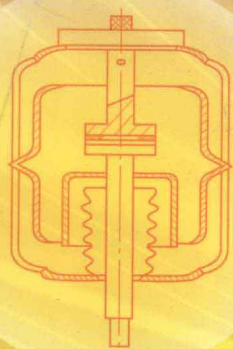


祖国建 著

KUANGSHAN DIANQI SHEBEI
SHIYONG YU WEIHU

矿山电气设备

使用与维护



化学工业出版社

矿山电气设备 使用与维护

祖国建 著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

矿山电气设备使用与维护/祖国建著. —北京: 化学工业出版社, 2011. 8
ISBN 978-7-122-11713-7

I. 矿… II. 祖… III. ①矿山电工-电气设备-使用方法②矿山电工-电气设备-维修 IV. TD605

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 129821 号

责任编辑: 刘丽宏
责任校对: 郑捷

文字编辑: 汲永臻
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 15 字数 380 千字 2011 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

前 言

伴随着现代工业化进程的步伐，近年来矿山电气设备在安全性能和自动化程度上有了较大提升，矿山电气设备是矿山生产的物质技术基础，煤矿通风、压气、排水、提升、运输等矿山机械设备是煤矿生产的重要保障，这些设备是否能正常运行对矿山的整体生产效益起着决定性作用。

由于采矿生产主要是地下作业，电气设备在使用过程中，受到瓦斯、水、火、尘等威胁，不可避免地会出现设备性能变坏的各类机械电气故障。

《矿山电气设备使用与维护》是面向矿山机电部负责人、技术员和矿山电工作业人员，根据矿山电气设备相关工种的生产岗位技能要求，参照相关规程和技术标准的有关规定和设备日常管理相关要求，树立“安全第一”的意识，在注重最新矿山电气设备应用技术方面的基本理论的同时，侧重于最新矿山通风、压气、排水、提升、运输等设备的电气操作、运行、测定、安装、调试、检修、选型等方面的基本技能，也兼顾到了矿山中、高级电工的应知理论和应会技能。

在编写过程中本着实用性和可操作性的原则，力求具有较强的时代性、系统性和科学性。本书在编写过程中得到娄底职业技术学院相关领导、专家的大力指导，在此由衷地表示感谢。

由于著者水平有限，时间仓促，书中难免有疏漏之处，恳请有关专家和读者批评指正。

著者

目 录

第 1 章 矿用电气设备安全知识和操作技能	1
1.1 触电与急救	1
1.1.1 触电事故的分类	1
1.1.2 触电事故的危害	2
1.1.3 触电事故的预防	3
1.1.4 有效预防触电事故的综合性预防措施	4
1.1.5 矿井触电与预防	5
1.1.6 触电事故的处理办法	9
1.2 常用工具的使用	12
1.2.1 钳工常用工具	12
1.2.2 电工常用操作工具的使用	16
1.2.3 电气设备维修的原则和维修方法	20
1.3 矿用设备的电气图识读	22
1.3.1 电气设备安装、调试、维修所必备的读图知识	22
1.3.2 矿用电气设备的常用控制单元	29
1.3.3 矿用电气设备机械部件预防性检修规范	39
1.4 矿用电工操作规程	42
1.4.1 采掘维修电工操作规程	42
1.4.2 矿灯充电工操作规程	44
1.4.3 井下电气维修工操作规程	45
1.4.4 外线电工操作规程	46
1.4.5 内线电工操作规程	50
第 2 章 矿用供电设备使用与维护	54
2.1 矿用油浸式变压器及其维护	54
2.1.1 矿区供配电方案	54
2.1.2 油浸式变压器的结构	58
2.1.3 油浸式变压器的防潮等日常维护	60
2.1.4 油浸式变压器的换油等维护保养	61

2.1.5 油浸式变压器的保护措施	63
2.2 矿用高低压配电柜的结构	64
2.2.1 高低压开关的类型、构造及保护措施	64
2.2.2 高低压配电柜的构造及主要设备	67
2.3 矿区供电系统的组成及运行维护	70
2.3.1 矿山供电系统用电负荷的统计与计算	70
2.3.2 高低压电气设备的选型、安装、使用、测试与运行维护	74
2.3.3 矿井供电安全管理制度	80
第3章 矿用提升设备使用与维护	85
3.1 提升机的结构和工作原理	85
3.1.1 矿用提升机的作用与分类	85
3.1.2 矿用提升机的结构和工作原理	86
3.1.3 矿井提升机的 PLC 电控系统的结构	89
3.2 提升系统的选型与安装	93
3.2.1 提升机运行速度模式选择	93
3.2.2 140m 双筒 0.15Mt/a 立井简易选型设计	93
3.2.3 提升机的安装与调试	94
3.3 矿用提升机的使用与维护	96
3.3.1 矿用提升机的使用	96
3.3.2 矿用提升机的使用注意事项	97
3.3.3 斗子提升机安全操作规程	98
3.4 矿用提升机的维护	99
3.4.1 设备维修体系	99
3.4.2 设备维修前的准备工作	100
3.4.3 矿用提升设备装配与维修实例	103
3.4.4 斗式提升机的常见故障及处理	110
3.4.5 矿用提升机安全监控系统的可靠性	113
3.4.6 TKD—A 系列提升机电控的常见故障及处理	115
3.4.7 绞车的检查维护及常见故障	121
3.5 矿用提升机的防火防雷	125
第4章 矿用通风设备使用与维护	130
4.1 风机的种类及应用知识	130
4.1.1 矿用离心式通风机	130
4.1.2 矿用轴流式通风机	135
4.2 矿井通风系统组成及选型设计	139
4.2.1 矿井通风系统的组成	139
4.2.2 矿井通风系统的设计选型	155

4.3 矿用通风机的维护与常见故障处理	165
4.3.1 矿用风机日常保养与维护	165
4.3.2 矿用离心式风机常见故障及处理	169
4.3.3 矿用轴流式风机常见故障及处理	170
4.4 主通风机常见故障原因及处理方法	171
4.4.1 机械故障	171
4.4.2 机械振动故障	172
4.4.3 轴承故障	173
4.4.4 性能故障	174
4.4.5 电气设备故障	174

第5章 矿井排水设备使用与维护 176

5.1 矿井排水泵	176
5.1.1 排水泵的分类及性能	176
5.1.2 离心式水泵的工作原理与使用	179
5.1.3 井下主排水泵的自动控制	186
5.2 矿井排水系统	188
5.2.1 矿井排水系统的结构	188
5.2.2 矿井排水设备电气控制	196
5.3 排水设备的选型设计	199
5.4 排水系统常见故障处理	202

第6章 矿用电气设备新技术 208

6.1 矿用机电设备维修管理的现状及发展趋势	208
6.1.1 我国煤矿机电设备维修管理现状	208
6.1.2 设备维修管理基本模式的发展	209
6.1.3 改进我国煤矿机电设备维修管理的建议	210
6.1.4 矿用防爆电气产品的技术创新和发展趋势	210
6.2 提升机TKD电控系统PLC升级改造	213
6.2.1 方案一	213
6.2.2 方案二	214
6.2.3 方案三	215
6.2.4 方案四	216
6.3 自动化技术在矿用电气设备中的应用	218
6.3.1 自动化技术的发展现状	218
6.3.2 现代自动化技术的主要特点	218
6.3.3 采掘机械自动化	218
6.3.4 运输提升机械自动化	219
6.3.5 煤矿安全,监控系统	220
6.3.6 选煤厂自动化	220

6.4 煤矿机电设备事故原因及预防措施	221
6.4.1 煤矿机电设备的主要故障及其分析	221
6.4.2 维修策略的分析	222
6.4.3 煤矿生产中发生机电设备事故的原因	223
6.4.4 煤矿生产中发生机电设备事故的预防措施	224
6.4.5 机电设备安全技术措施	225
6.5 变频器在矿山电气设备中的应用	226
6.5.1 矿用变频器的技术对策	226
6.5.2 通用变频器维修的常用方法	228
6.5.3 通用变频器十大故障现象和分析	229
参考文献	231

第1章

矿用电气设备安全知识和操作技能

1.1 触电与急救

由于井下的特殊地质和生产环境，尽管井下电网采用了中性点不接地电网，以及必要的安全技术措施，但对触电事故的发生要做到绝对根除是不现实的。产生触电的可能性仍然是较大的。这主要是生产过程中一些无法预测的危害因素时有发生，以及部分人员存在着麻痹大意的思想甚至违章作业行为造成的。

1.1.1 触电事故的分类

触电是泛指人体触及带电体。触电时电流会对人体造成各种不同程度的伤害。触电事故分为两类：一类叫“电击”，另一类叫“电伤”。

(1) 电击及其分类

电击，是指电流通过人体时所造成的内部伤害，它会破坏人的心脏、呼吸及神经系统的正常工作，甚至危及生命。在低压系统通电电流不大且时间不长的情况下，电流引起人的心室颤动，是电击致死的主要原因；在通过电流虽较小，但时间较长情况下，电流会造成人体窒息而导致死亡。85%的触电事故都是电击造成的。日常所说的触电事故，多指电击事故。

电击可分为直接电击与间接电击两种。直接电击是指人体直接触及正常运行的带电体所发生的电击；间接电击则是指电气设备发生故障后，人体触及设备意外带电部分所发生的电击。直接电击多数发生在误触相线、刀闸或其他设备带电部分。间接电击大都发生在大风刮断架空线或接户线后搭落在金属物或广播线上，相线和电杆拉线搭连，电动机等用电设备的线圈绝缘损坏而引起外壳带电等情况下。

(2) 电伤及其分类

电伤是指电流的热效应、化学效应或机械效应对人体造成的伤害。

① 电弧烧伤，也叫电灼伤，它是最常见也是最严重的一种电伤，多由电流的热效应引起，具体症状是皮肤发红、起泡甚至皮肉组织被破坏或烧焦。通常发生在低压系统带负荷拉开裸露的刀闸开关时电弧烧伤人的手和面部；误操作等引起的短路；高压系统因误操作产生强烈电弧导致严重烧伤；人体与带电体之间的距离小于安全距离而放电等。

② 电烙印，当载流导体较长时间接触人体时，因电流的化学效应和机械效应作用，接触部分的皮肤会变硬并形成圆形或椭圆形的肿块痕迹，如同烙印一般。

③ 皮肤金属化，由于电流或电弧作用（熔化或蒸发）产生的金属微粒渗入了人体皮肤表层而引起，使皮肤变得粗糙坚硬并呈青黑色或褐色。

1.1.2 触电事故的危害

触电事故对人体的危害程度由以下因素决定。

① 通过人体电流的大小和路径。电流的大小，对人体的影响程度见表 1-1。从表中可见，电流越大，危害越大。

表 1-1 电流大小对人体的影响

电流大小/mA	50Hz 交流电	直 流 电
0.6~1.5	开始有感觉,手指麻刺	没有感觉
2~3	手指有强烈麻刺,颤抖	没有感觉
5~7	手部痉挛	感觉痒,刺痛,灼热
8~10	手已难于摆脱带电体,但还能摆脱,指尖部到手腕有剧痛	热感觉增强
20~25	手迅速麻痹,不能自行摆脱带电体,剧痛,呼吸困难	热感觉更强,手部肌肉略有收缩
50~80	呼吸麻痹,心房开始震颤	有强热感觉,手部肌肉收缩痉挛,呼吸困难
90~100	呼吸麻痹,持续 3s 以上时间,则心脏麻痹,心室颤动	呼吸困难
300 及以下	作用时间在 0.1s 以上,呼吸和心脏麻痹,肌肉组织遭到电流的破坏,无外援可导致死亡	不能自行摆脱,无外援可导致死亡

影响流经人体电流大小的因素和人体电阻值的大小。电压越高，电流就越大，也就越危险。因此，煤矿井下限制操作控制电压不得大于 36V，手持电器的工作电压不得大于 127V。

人体电阻由两部分组成，即体内电阻和皮肤电阻。体内电阻一般很小（低于 500Ω），而皮肤电阻由于表皮角质层的存在其电阻值较大，可达 10kΩ 以上。但皮肤电阻受外界条件影响变化很大，如角质层损伤，皮肤受潮、出汗、黏附有导电性粉尘等，都会使皮肤电阻大大降低。在煤矿井下从事繁重体力劳动者的人身电阻取最低值约为 800~1500Ω，在日常计算中多取 1000Ω 作为计算标准值。

电流流经人体的路径不同时，其危险程度差异甚大，以电流通过心脏时危险最大，50mA 的电流流过心脏，即可使心脏停止跳动，导致死亡，实际触电，两手或两脚之间构成电流通路，电流就会经心脏，最危险。

② 触电时间的长短。触电时间越长，危险性越大。即使是安全电流，如果流经人体的

时间过长,也会造成伤亡事故。反之,即使电流较大,若能在很短时间内切断电流,也不致发生危险。经国内外大量实践研究确定,以人身触电电流和触电时间的乘积 $K \leq 30\text{mA} \cdot \text{s}$ 作为安全极限值。因此要求保护装置动作时间为:

$$t = K / I_R = 30 / I_R (\text{s}) \quad (1-1)$$

式中 I_R ——人身触电极限安全电流值, mA。

③ 电流的种类和频率由表 1-1 中可见,直流电比 50Hz 的交流电危害性小。经研究证明,50~60Hz 的交流电对人体伤害最严重。频率过高或过低对人体危害性都较小。

1.1.3 触电事故的预防

防止触电的常用技术措施主要有:绝缘、屏护、间隔、接地、接零、加装漏电保护装置和使用安全电压等。在完善技术措施、严格组织的前提下,还要严格遵守安全操作规程,从而最大限度地避免触电事故的发生。为了保证安全,必须严格采取以下几项组织措施。

- ① 工作票制度。
- ② 工作许可证制度。
- ③ 工作监护制度。
- ④ 工作间断、转移和终结制度。

在全部停电或部分停电的电气设备上工作时,必须完成停电、验电、装设接地线(包括放电)和悬挂标示牌及装设遮拦这几项保证安全的技术措施以后,才能开始工作。

(1) 停电

工作地点必须停电的设备如下。

- ① 检修的设备。
- ② 与工作人员在进行工作中正常活动范围的距离小于规定数值的设备。
- ③ 在 44kV 以下的设备上工作,上述安全距离虽大于规定的数值,但当电压为 44kV 时小于 1.20m,电压为 20~35kV 时小于 1.00m,电压为 10kV 及以下时小于 0.70m,同时又无安全遮拦的设备,维护或修理时,也必须停电后方可工作。
- ④ 带电部分在工作人员后面或两侧无可靠安全措施的设备。

(2) 验电

① 验电时必须用电压等级合适,而且合格的验电器验电。必须在检修设备进出线两侧的各相分别验电。验电前,应先在带电的设备上进行试验,确认验电器良好后方可在被验设备上验电。如果在木杆、木梯或木构架上验电,不接地线不能指示的,可在验电器上接地线,但必须经值班负责人许可。

② 高压验电必须戴绝缘手套。35kV 及以上的电气设备,在没有专用验电器的特殊情况下,可以使用绝缘棒(令克棒)代替验电器,根据绝缘棒端有无火花和放电噼啪声来判断有无电压,但是必须注意使用绝缘性能符合要求的绝缘棒。

③ 表示设备断开和允许进入间隔的信号、经常接入的电压表等,不得作为设备无电压的根据。但是如果指示有电,则禁止在该设备上工作。

(3) 装设接地线

- ① 当验电设备确已无电压后,应立即检修设备的三相导线接地并三相短路。
- ② 对于可能送电至停电设备的各方面或停电设备可能产生感应电压的都要装设接地线。
- ③ 检修母线时,根据母线的长短和有无感应电压等实际情况,确定地线数量。
- ④ 检修部分若分为几个在电气上不连接的部分(如分段母线以刀闸或开关隔离分成

几段), 则各部分应分别验电、接地、短路。

⑤ 在室内配电装置上, 接地线应装在该装置导电部分的规定地点。这些地点的涂料应刮去, 并划下黑色记号。所有配电装置的适当地点均应设有接地网的接头。接地电阻必须合格。

⑥ 装设接地线必须由两人进行。若为单人值班, 只允许使用接地刀闸接地, 或使用绝缘棒合接地刀闸。

⑦ 装设接地线必须先接接地端, 后接导体端, 必须接触良好。拆接地线的顺序与此相反。拆装接地线均应使用绝缘棒或戴绝缘手套。

⑧ 接地线应用多股软裸铜线, 其截面应符合短路电流的要求, 但不得小于 25mm^2 。

⑨ 高压回路上的某些工作, 需要拆除全部或部分接地线后方能进行工作的 (如测量母线或电缆的绝缘电阻、检查开关触头是否同时接触), 必须经特别许可。

⑩ 拆、装接地线, 应做好记录, 交接班时应交代清楚。

(4) 悬挂标示牌和装设遮栏

① 如果线路上有人工作, 应在线路开关和刀闸操作手把上悬挂“禁止合闸, 线路有人工作!”的标示牌。标示牌的悬挂和拆除, 应按调度员的命令执行。

② 部分停电的工作, 安全距离小于达不到规定要求而未停电的设备, 应装设临时遮栏。临时遮栏可用干燥木材、橡胶或其他坚韧绝缘材料制成。装设应牢固, 并悬挂“止步, 高压危险!”的标示牌。

35kV 及以下设备的临时遮栏, 如因工作特殊需要, 可用绝缘挡板与带电部分直接接触。但此种挡板必须具有高度的绝缘性能。

③ 在室内高压设备上工作, 应在工作地点两旁间隔, 对面间隔的遮栏上, 禁止通行的过道上悬挂“止步, 高压危险!”的标示牌。

④ 在室外地面高压设备上工作, 应在工作地点四周用绝缘绳子做好围栏, 围栏上悬挂适当数量的“止步, 高压危险!”的标示牌。

⑤ 在工作地点悬挂“在此工作!”的标示牌。

⑥ 在室外构架上工作, 则应在工作地点邻近带电部分的横梁上, 悬挂“止步, 高压危险!”的标示牌。此项标示牌在值班人员的监护下, 由工作人员悬挂。在邻近其他可能误登的构架上, 应悬挂“禁止攀登, 高压危险!”的标示牌。

⑦ 严禁工作人员在工作中移动或拆除遮栏、接地线和标示牌。

1.1.4 有效预防触电事故的综合性预防措施

① 对井下的电气设备应进行严格的科学管理。大型电气设备必须建立使用和维修档案, 定期地对电气设备进行技术监测、试验和维护, 并认真做好有关的记录, 作为技术档案保存。绝不允许设备低于规定的技术指标下或带病的情况下运行, 以杜绝因设备的损坏而造成的电气事故所带来的触电情况发生。

② 加强对设备的绝缘情况的保护和监视。防止因绝缘性能下降或受到损坏而引起的触电事故。对于必须裸露的导体要求装在人体不能触及的高度以上, 以防止人手的直接接触。例如井下大巷中的电机车线的安装高度不小于 2m , 而在井底车场处则不小于 2.2m 。此外, 对各种裸露的电气接头要封闭在专用的具有隔爆外壳的接线盒内, 以便对其实施保护和防止人的触及。

③ 电网和设备的电气连接都必须采用专用的电气连接头。电气连接头与导体的紧固以

及连接情况必须符合电工工艺规定的要求。禁止采用导体之间缠绕的连接方法,以防止俗称“鸡爪子”的不合格连接现象发生,杜绝因此而造成的相间短路或相地短路事故的发生。

④ 井下的所有电气设备的金属外壳和构架都必须认真做好保护接地,并定期加以检查,以确保其对触电事故的保护功能。

⑤ 井下电网对地的绝缘水平应定期加以监测,确保中性点不接地电网的安全优势以及防止因相间或相地漏电所产生的触电事故发生。

⑥ 对于生产机械的电控设备要求在使用前应做绝缘程度的测试,确认合格时方可使用,对不合格者严禁使用,以防止可能产生的触电危险。

⑦ 由于井下电网的中性点不准接地,因此要求其他向井下供电的发电机也禁止中性点接地,以确保井下电网中性点对地绝缘要求不因其他的供电方式而受到影响。

⑧ 井下各部分的输电缆均应加设漏电保护装置,以便在一旦出现漏电事故时,保护装置能自动地切断事故电路,防止因此而造成的漏电事故的发生。

⑨ 各种电气线路、设备在安装、使用和维护中必须遵循有关的技术规定和管理制度。必须制止不经任何请示和批准的擅自改动线路和增减设备容量或负荷的行为,以防止造成电网的混乱和超载运行的现象,引起电气事故的发生。

1.1.5 矿井触电与预防

矿井触电事故具体来讲,可以分为三类:低压电网触电、高压电网触电和直流架线触电。

(1) 井下低压电网触电事故案例

某年1月30日,某矿1462上段三分层回风巷,带电移动开关和干式变压器,由于干式变压器电源电缆芯线外绝缘磨破,芯线接触外壳,而采区变电所检漏继电器触点烧坏,系统处于无漏电保护状态下运行,使干式变压器外壳带电,两名工人手扶外壳触电而亡。

某年8月29日,某矿二井皮带斜井+550车场临时变电所,电工在改钻机电源前,发现电缆泡在水里,在将电缆从水里拿起时,手触及“鸡爪子”触电而亡。

某年2月23日,某矿七井二采区,更换QC83-225开关后,新开关的A相与操纵线的接线柱相碰在一起,使660V电压进入操纵线,而操纵线又是芯线裸露操作,司机触及裸露带电部位触电死亡。

某年6月15日,某矿三采区运输机道,电工去运输机道更换QC83-80开关的变压器,打开开关验电,电源侧无电就进行作业,当将开关本体从外壳内向外拿时,装煤矿工发现无电就去变电所送电,电工当即触电死亡。

某年1月17日,某矿工作面,煤电钻电缆绝缘破损,工人扒煤时触及电缆破损处触电死亡。

某年9月14日,某矿开拓二队,工人去开喷浆机,手碰带电开关外壳时触电死亡。

某年1月2日,某矿西351二层回采工作面,违章带电作业,触电死亡。

某年6月12日,某矿415采煤工作面,采煤机组电缆磨破漏电,工人触及电缆破损处触电死亡。

某年10月20日,某矿1313回采工作面上巷,工人运木料时,矿调度指示电工甩掉检漏继电器继续供电,运料工手扶电缆触电死亡。

某年5月11日,某矿102回采工作面,工人向井上运排水管时,手扶660V电缆破损处触电而亡。

某年8月10日,某矿02掘进队,局部扇风机开关冒火,工人在切断开关电源时,触电死亡。

某年3月20日,某矿270322回采工作面,带电检修工作面刮板输送机开关时,触电死亡。

某年11月11日某矿采一队,采煤机电缆绝缘受损有破口,处理时触电死亡。

某年2月5日,某矿106采煤工作面,采煤工作面检漏继电器送不上电,采煤队长让电工垫上检漏继电器的触点继续生产,工人碰到电缆破口处触电死亡。

(2) 低压电网触电事故的预防

针对低压电网触电事故发生的原因,应针对性地采取如下预防措施。

① 不准带电作业。

② 电缆不准有“鸡爪子”、“羊尾巴”和明接头接线。电缆必须按规定进行定期检查,对绝缘水平低的运行电缆要停止运行,进行处理。电缆按要求悬挂好,达到标准要求。

③ 电气设备安装使用要合理,绝缘水平达到《煤矿安全规程》要求,对受潮的电气设备要及时进行更换,升井干燥。绝缘老化的电气设备要更新,升井进行检修。

④ 380V、660V供电系统必须坚持使用检漏继电器严禁甩掉不用。127V煤电钻供电系统和信号、照明系统必须坚持使用综合保护装置,也不准甩掉不用。从安全角度出发,磁力启动器里必须装设漏电闭锁继电器,以防漏电线路合闸送电,从寻找漏电故障来看,由于故障线路的磁力启动器不能合闸,便于判断故障范围,缩短寻找故障时间。

⑤ 接地网必须完整,接地电阻必须小于 2Ω 。配电点要设局部接地极。

(3) 井下高压电网触电事故案例

某年9月15日,某矿井下-65m泵房,两人正在-65m泵房检修6kV刀阀。在检修时,电源侧未安装三相短路接地线。地面变电所必须接到-65m泵房通知后,才准送电。而-100m泵房需开动煤水泵,变电所值班员未弄清情况,误认为-65m泵房需开泵,就去送电,使正在-65m泵房停电检修的2人触电,其中1人死亡(事实是-100m泵房和-65m泵房的电源不在一个变电所)。

某年11月5日,某矿夏井桥-180m南翼变电所,检修组长请示车间主任,检修变压器是否要停电。主任回答,停电也行,不停电也行。2名电工检修变压器,由于所带工具不适用,必须将变压器移水泥台边,1名电工用1.7m长的钢撬变压器时,触及高压裸导线,触电死亡。

某年10月30日,某矿井下变电所,电工在井下变电所,电工在井下变电所工作,另一电工到距高压开关柜0.5m处坐下休息,手触前一天刚做的电缆头发生触电死亡。

某年11月8日,某矿井下皮带机室,试验组对-625号皮带机室的3号至4号两台6kV高压防爆开关之间电缆进行耐压试验,试验后急于恢复送电,在送电时触电死亡。

某年2月1日,某矿井下中央变电所,中央变电所水泵两股电,实际是有一相有开关触头未闭合,维修电工错误认为是熔体烧断,在取熔断器时触到由井上送电的电缆头,触电死亡。

某年8月10日,某矿-300m水平大巷,因落雷,井下-300m泵房去东翼的6kV电缆击穿接地,白班电工将此电缆的电源开关停电,并挂上了停电牌。下午4点班3名电工下井处理时发现-300m泵房外2m处一条高压电缆外皮受伤(这条电缆是去西翼的高压电缆),误认为这就是故障点,在顺电缆找开关时,看错了电缆,进泵房后看开关已停电就动手处理去西翼带电的电缆,造成触电死亡1人。

某年 12 月 29 日某矿二井+450m 巷电工带电盖 6kV 电缆接线盒时触电死亡。

某年 2 月 10 日某矿八井-260m 变电所, 给变电所第 4 台防爆高压开关加油, 电工请示机电师停总开关, 机电师说, 停什么总开关, 负荷侧拉开就没电了。于是两人开始打开开关加油, 加油后要恢复送电, 发现操作机构不灵, 欲将第 5 台开关操作机构拆下来换给第 4 台开关用。机电师打开第 4 台开关时触及电源发生触电死亡。

某年 4 月 26 日, 某矿 190m 水泵房做实验, 双路供电, 断开 6113 开关, 而另一路 1617 开关仍然有电未断开, 实验人员把接地线误接到 1617 开关时, 触电死亡。

某年 4 月 26 日, 某矿井下中央变电所, 电工在中央变电所检查高压开关时, 不停电作业, 触电死亡。

某年 7 月 13 日, 某矿井底泵房变电所, 2 名电工在泵房变电所打扫卫生时, 不停电, 触电死亡 1 人。

(4) 井下高压电网触电事故的预防

① 不准带电操作。

② 电器设备的检查、维护、修理和调整工作, 必须由专责的电器维修工进行。高压电气设备的修理和调整工作, 要有工作票和施工措施。检修高压电器设备, 必须切断电源, 并用同电源电压相适应的验电笔检验, 检验无电后, 必须检查瓦斯, 在瓦斯浓度为 1% 以下时, 方可将导体对地完全放电。在停电的电源侧加装三相短路接地线并悬挂“有人工作, 不准送电”牌, 只有执行这项工作的人员, 才有权取下短路接地线和此牌送电。

③ 高压停、送电操作, 要根据书面申请或其他可靠的联系方式, 由专责电工执行。

④ 高压电器设备和高压电缆, 必须分别编号, 标明用途, 并有停送电的标志, 防止误操作。

⑤ 矿井变电所的高压馈电线上以及供移动变电站的高压馈电线上, 应装设有选择性的检漏保护装置。

(5) 直流架线触电事故案例

某年 10 月 16 日, 某矿+230m 水平二采区运输大巷, 该大巷使用架线电机车运输, 多人在大巷撤出 ZLQ20-3x35 型 6kV 铠装电缆时, 与带电的架线接触, 造成 51 人触电, 电缆一处烧断, 幸好未发生人员死亡。

某年 3 月 24 日, 某矿, 1 工人坐架线电机车上, 碰到架线触电死亡。

某年 4 月 13 日, 1 工人在井底车场上车时, 碰到架线触电死亡。

某年 4 月 15 日, 某矿, 司机修理架线电机车弓子时, 触到架线死亡。

某年 7 月 12 日, 某矿, 1 工人扛打眼钎子, 碰到架线触电死亡。

某年 8 月 4 日, 某矿, 翻车工坐电机车上, 触及架线触电死亡。

某年 8 月 11 日, 某矿, 水仓清扫工, 乘坐已装满煤的矿车, 触及架线触电死亡。

某年 1 月 2 日, 某矿, 掘进工人扛打眼钎子, 碰架线触电死亡。

某年 5 月 3 日, 某矿+370 平峒, 人站在行驶的矿车空车里触及架线触电死亡。

某年 7 月 5 日, 某矿, 架线脱落, 掉在行人身上触电死亡。

某年 7 月 14 日, 某矿, 电机车架线与拉线联电, 工人触及拉线触电死亡。

某年 7 月 23 日, 某矿, 电机车掉道, 工人用铁道处理碰及架线触电死亡。

某年 7 月 31 日, 某矿, 装车工站在装车台上滑倒, 触及架线触电死亡。

某年 1 月 5 日, 某矿, 1 工人乘车下车时, 碰到架线触电死亡。

某年 6 月 19 日, 某矿, 1 工人在井底车场, 穿过矿车之间连接处时, 触及架线触电

死亡。

某年7月26日，某矿二井，带电修电机车弓子，触电死亡。

某年9月16日，某矿，工人扒乘空矿车时触架线，触电死亡。

某年2月8日，某矿1600m水平大巷，电机车穿过23石门时，牵引的材料被风门卡住，工人从此处过触及架线，发生触电死亡。

某年3月27日，某矿三水平，工人扛管子，触及架线触电死亡。

某年9月24日，某矿，电机车司机带电处理弓子时，触电死亡。

(6) 直流架线触电事故的预防

① 架线安装高度必须符合标准、《规程》要求。在行人的巷道内，车场以及人行道同运输巷道交叉的地方，架线安装高度不得低于2m；井下车场，从井底到乘车场，架线高度为2.2m。

② 严禁工人扒车和乘坐空、重车。

③ 不准带电修理电机车弓子。

④ 人员上、下地点都要有照明，架线必须安设分段开关，人员上、下车时必须切断该区的架线电源。

⑤ 架线、拉线装设质量要符合要求，绝缘符合规定，以预防漏电。

⑥ 工人拿长铁器，要注意使用方法和执行安全措施，以预防触及架线。

⑦ 直流架线要装设直流漏电保护装置。

(7) 触电事故的防范

为防止触电事故发生，要认真执行《煤矿安全规程》等有关规定，做到安全用电。防止触电的主要措施有：使人体不能触及或接近带电体；设置保护接地装置；在井下高、低压供电系统中，装设漏电保护装置，防止供电系统漏电造成人身触电和引起瓦斯或煤尘爆炸；采用较低的电压等级；对那些人身经常触及的电气设备（如照明、信号、监控、通信和手持式电气设备），除加强手柄的绝缘外，还必须采用较低等级。例如，手持式煤电钻和照明装置的额定电压不应大于127V，矿井监控设备的额定电压不应大于24V；维修电气装置时要使用保安工具，如绝缘夹钳、绝缘手套、绝缘套鞋等。

(8) 漏电事故的防范

避免电缆、电气设备浸泡在水中，防止电缆受挤压、碰撞、过度弯曲、划伤、刺伤等机械损伤；导线连接要牢固，无毛刺，防松脱；维修电气设备时要按规程操作，严禁将工具和材料等导体遗留在电气设备中；不在电气设备中增加额外部件，若必须设置时，要符合有关规定的要求；设置保护接地装置；对电网对地电容电流进行补偿；设置漏电保护装置。

(9) 井下电气设备检修及停送电作业的注意事项

井下电气设备检修及停送电作业必须按《煤矿安全规程》执行，做到安全用电。

① 电气设备的检查、维护、修理和调整工作，必须由专责的或临时指派的电气维修工进行。高压电气设备的修理和调整工作，应有工作票和施工措施。在特殊情况下，采区电钳工可对变电所内高压电气设备进行停送电操作，但不得擅自打开电气设备进行修理，经维修单位机电主管人员授权者，不受此限。

② 高压停、送电的操作，可根据书面申请或采用其他可靠的联系方式，得到批准后，由专责电工执行；严格执行谁停电、谁送电的停电制度；严禁有约时停、送电现象发生；断开了的隔离开关的操作机构必须锁住，并在操作手把上悬挂“有人作业，禁止合闸”的标志牌。

③ 检修和搬迁井下电气设备电缆和电线前，必须停电。

④ 部分停电作业应有遮挡。检修完恢复送电时，应由原操作人员取下标示牌，然后合闸送电。

⑤ 高压线路倒闸操作时，必须实行操作制度和监护制度；操作人员必须填写操作票。操作票中必须写明被操作设备的线路编号及操作顺序；严禁带负荷拉开隔离开关的现象发生。

⑥ 操作时，必须有两人执行，一人操作，一人监护；操作中必须执行监护复诵制度，操作人员必须使用试验合格的绝缘工具，戴绝缘手套，穿绝缘靴或站在绝缘台上。手持式电气设备的操作手柄和工作中必须接触部分必须有良好绝缘。

⑦ 井下防爆电气设备的运行、维护和修理工作，必须符合防爆性能的各项技术要求。失爆设备严禁继续使用。

⑧ 井下防爆电气设备的运行、维护和修理，必须符合防爆性能和各项技术要求。防爆性能受到破坏的电气设备，必须立即处理或更换，不得继续使用。

⑨ 检查和调整结果应记入专用的记录簿内。检查和调整中发现的问题，应指派专人限期处理。

⑩ 电气设备使用的绝缘油的物理、化学性能和电气耐压试验，每年应进行1次，但对其中操作频繁的电气设备使用的绝缘油，每半年进行1次电气耐压试验。

⑪ 井下供电应做到：电缆连接无“鸡爪子”、无“羊尾巴”、无明接头；有过电流和漏电保护装置，有螺钉和弹簧垫，有密封圈和挡板，有接地装置；电缆悬挂整齐，设备硐室清洁整齐；防护装置全，绝缘用具全，图纸资料全；坚持使用检漏继电器，坚持使用煤电钻、照明和信号综合保护，坚持使用甲烷断电仪和甲烷风电闭锁装置。

1.1.6 触电事故的处理办法

(1) 触电急救的原则

人体触电后，虽然有时从外表看已经没有恢复生命的希望了，但若及时进行正确的紧急救护，仍有可能“起死回生”。许多事实证明，在触电者心脏停止跳动、呼吸中断后，经过3~4h或更长时间的人工呼吸急救后，又重新恢复了呼吸。

根据有经验的医生的临床实践，无论触电人所接触的电压有多高，或者在触电过程中人体所受的灼伤或其他外部伤害多么严重都应该迅速采取一切可能的方法进行急救。那种认为触电人呼吸中断、心脏或脉搏停止跳动就不能恢复生机，从而放弃或拖延急救工作的想法是不科学的，也是不正确的。

触电人的生命能否获救，绝大多数情况下决定于迅速脱离电源和进行正确的紧急救护。在救护过程中，动作稍有迟缓、中断或拖延时间，都有可能增加触电人员的死亡概率。经验证明，在触电人触电后1min就开始急救，90%的触电者都能救活；经过6min才进行急救的则有10%能够救活。超过6min后再急救，能够“起死回生”者就寥寥无几了。不正确的救护方法同样可能引起不必要的死亡。

归纳起来，触电急救的原则为“迅速、坚持、科学”，即抢救迅速，救护得法，贵在坚持。

(2) 触电急救的方法

人体触电后自己往往不能脱离电源，需要紧急救助才有可能转危为安。

① 最要紧的是迅速切断电源，不要让电流再在伤员身上通过。如果电源开关离触电人