

最新煤矿生产

和技术人员岗位安全技术操作 与技能培训考核指导手册



中国知识出版社

TD7-65

Y-932

4

最新煤矿生产和技术人员岗位安全技术操作 与技能培训考核指导手册

主 编 杨玉生

第 四 卷

中国知识出版社

4. 活动隔爆接合面的修复

操纵杆和孔的隔爆面损坏或锈蚀采用的修理方法如下:

(1) 杆孔的锈迹一般用圆钢包上号砂布打磨, 再涂上防锈油脂。

(2) 隔爆间隙超过规定值时, 可采用操纵杆镶套的方法, 而杆孔用活叶绞刀绞光, 使隔爆间隙满足要求。

(3) 操纵杆损坏严重的, 应更新。

(四) 增安型电气设备的使用与维护

增安型电气设备与隔爆型电气设备相比具有结构简单、维修方便、造价低廉等优点, 所以在煤矿井下应用较多, 但是增安型电气设备的防爆性能较隔爆型的防爆性能差。因此, 煤矿井下对增安型电气设备的正确使用和加强维修管理, 是保证增安型电气设备的防爆性能, 充分发挥其效能的重要环节。

1. 增安型电气设备的使用

为确保增安型电气设备的防爆性能符合要求, 在安装使用中应注意以下几方面:

(1) 安装使用地点支护应可靠, 防止煤、矸对设备碰砸。

(2) 运搬中, 应轻搬轻放, 不得发生碰撞。

(3) 内装裸露带电体的外壳须用特殊紧固件进行紧固, 只有使用专用工具才能开启外壳。

(4) 外壳上密封用的橡胶密封垫必须完好无损, 凡有损坏或老化, 影响密封性能的必须更换。

(5) 外壳的防护漆必须完好。

(6) 导线的连接的要求:

①所有导线连接处(引线与接线端子的连接、绕组内的导线连接等)必须采取可靠措施(如采用双导线连接等), 防止在设备运行中由于振动、过载、启动等原因而造成接触不良、开焊、断线, 引起意外火花、电弧。接线应有足够的机械强度, 并且要求焊接工艺正确, 保证焊接质量。

②接线必须有防止芯线散开、分股的专用垫圈(如弓形垫、齿形垫等), 4mm^2 以下的电缆或导线连接时最好用线鼻子, 铝导线的连接应采用铜铝过渡接头。

③连接件的导电螺杆和螺母的螺纹必须良好, 导电螺杆与绝缘座之间用来防松动的平垫和弹簧垫构成的弹性中间件不得缺少。

④接线盒内裸露的带电导体间的空气间隙和爬电距离应符合有关要求。

⑤增安型电动机内如果装有过热保护用的测温元件, 则连接测温元件的控制线应尽量避开动力线接线柱, 并且应用合适的金属隔板把动力线接线柱和测温元件接线柱分开, 以防保护回路接触高电压。

2. 增安型电气设备的维修

增安型电气设备的日常维护、检修内容主要是: 加强对导体连接情况、绝缘绕组的温升、绝缘水平及正常工作时会出电火花或电弧的部位的检查, 对保护装置应正确地整定并定期调整和试验。

(1) 增安型电气设备外壳的防护性能应满足防爆标准的要求

增安型电气设备外壳的防护性能对保证设备的正常运行十分重要。在运行中应保证增

安型电气设备绝缘带电部件的外壳防护等级符合 IP44 的要求, 裸露带电部件的外壳防护等级符合 IP54 的要求, 任何可能使外壳防护性能下降的现象都应避免。如防止增安型电气设备被砸、压、挤等, 外壳的防护漆如果脱落则应重新涂刷, 防止外壳锈蚀。

(2) 对接线盒的检查与维护

①各种连接件必须保持齐全、紧固, 导线连接必须良好。如发现有变色情况, 说明线头未压紧而发热, 必须立即紧固。

②接线盒中的接线柱及螺母的螺纹必须良好, 如有滑扣的应立即更换。

③因为接线盒内的接线端子及绝缘件表面有吸收水分、附着粉尘的可能, 将会大大降低绝缘表面的电阻而造成漏电事故。因此, 在日常维修中要注意检查和清除接线盒内外的灰尘和污垢等以保持应有的绝缘水平。

(3) 正常运行时产生火花部件应采取隔爆措施

增安型电气设备正常运行时产生火花的部位(如绕线式感应电动机的滑环、灯具的灯口等部分)必须装在隔爆外壳内。

(4) 增安型电动机的日常维护

增安型电动机的安全性能依赖于保护装置的配套及正确整定, 精心维护。增安型电动机日常维护的主要内容有以下几方面:

①要经常检测电动机的三相电流, 尽量避免增安型电动机过负荷运行。

②为防止增安型电动机运行中出现定子、转子间单边气隙过小而发生定子与转子相摩擦的现象, 每月应用塞尺检查一次单边气隙, 若气隙过小应立即停止运行进行处理。

③为防止鼠笼型电动机在启动时鼠笼笼条和转子铁芯之间产生火花, 对单根的鼠笼条可以采用附加槽衬、加槽楔或其他嵌装措施来保证鼠笼条和转子紧密配合。因此, 增安型电动机在地面拆开检修时, 应检查电动机所有槽楔是否牢靠, 松动的槽楔应更换, 还应检查鼠笼转子是否有断条、开焊或端环裂缝等故障。

④为防止增安型电动机在运行时转子被堵住而产生危险温度, 规定在转子堵转时间 t_E 内保护装置应可靠动作。因此, 必须严格按电动机的 t_E 时间值去整定保护装置。

⑤大修后的增安型电动机要做绝缘强度试验, 要求耐压试验电压在国家标准的基础上, 低压绕组再提高 10%。

(五) 本安型电气设备的使用与维护

由于本质安全型电气设备的防爆性能是靠限制电路的电气参数、采取电路保护措施、减少放电火花能量来实现的, 因此在使用中应该对它进行经常性的检查, 定期维护和保养。

1. 本质安全型电气设备的使用

(1) 本质安全型电气设备在入井安装前应检查其电气参数和电气性能是否与产品使用说明书一致, 保护电路的整定值是否与使用说明书设计值一致, 保护电路动作是否灵敏可靠。

(2) 搬运和安装时应小心谨慎, 避免电气元件的移动和损坏, 破坏原防爆性能。

(3) 使用中对于导线的布置和连接不得随意进行变更、改造。

(4) 注意辨别本安电路的端子(蓝色)和非本安电路的端子, 避免将本安电路接到非本安电路的端子上, 也避免将非本安电路接到本安电路的端子上。

(5) 本安电路的外部电缆或导线应单独布置, 不允许与高压电缆一起敷设。外部电缆或导线的长度应尽量缩短, 不得超过规定的最大值。禁止盘卷以减小分布电感。

(6) 本安型电气设备应单独安装, 尽量远离大功率电气设备, 避免电磁感应和静电感应。

(7) 本安电路的外部电缆或外导线不允许与高压电缆一起敷设。

(8) 设有内外接地端子的本质安全型电气设备应可靠接地。内接地端子必须与电缆的接地可靠连接。

2. 本质安全型电气设备的维修

(1) 应定期检查、校对本质安全型电气设备保护电路的整定值和动作可靠性。

(2) 井下检修本安型电气设备时禁止用非防爆仪表进行测量或用电烙铁检修, 检修时应切断前级电源。

(3) 更换本安电路及关联电路中的电气元件时, 不得改变原电路的电气参数和本安性能, 也不得擅自改变电气元件的规格、型号, 特别是保护元件更应格外注意。更换的保护元件应严格筛选。特殊的部件如胶封的防爆组件, 如遇损坏, 应向厂家购买。

(4) 在非危险场所安装的本质安全型关联设备, 除目测外, 进行检修时必须切断接到危险场所的本质安全型电路的接线。

(5) 原设计单独使用的本安型电气设备, 不得多台并联运行, 以免造成电气参数叠加, 破坏原电路本安性能。由两台以上本安型电气设备组成的本安电路系统, 只能按原设计配套安装使用, 不得取出其中一台单独使用或与其他电气设备组成新的电气系统, 除非新系统经重新检验合格。

(6) 如果需要修改本安电路的原设计时, 应按送检程序要求, 送防爆检验单位审查, 检验合格后方可使用。不经防爆检验单位检验, 不得将设计范围以外的电气设备(不管是本质安全型还是非本质安全型)接入本安电路, 也不得将不同型号的本安型电气设备或其中的部分电路自由结合, 组成新的电气系统。

(7) 井下使用的本质安全型电气设备分为 ia、ib 两个等级, 要严格按照两个等级的使用场所使用本质安全型电气设备, 不能相互替换。

(8) 本质安全型电气设备的维修主要是对本安电路所用元件的性能、电气回路的绝缘电阻值、外配线和内接线端子的紧固情况、接地是否良好等进行检查维护。

第四节 井下安全供电与电网保护

一、井下安全供电

(一) 井下供电特点

电力是煤矿生产的主要动力。为保证井下供电安全、可靠、经济, 必须首先了解煤矿井下的特殊工作条件, 以便在技术和管理方面制定相应的措施, 为生产服务。

1. 煤矿井下特殊工作条件 and 环境

(1) 气候条件。井下空气潮湿, 常有滴水、淋水, 电气设备易受潮, 导致绝缘强度下

降,易发生锈蚀现象。

(2) 地质条件。由于顶板压力及爆破的影响,电气设备及电缆易受到冒落煤、岩和片帮的砸、压、挤等破坏。

(3) 空间条件。井下巷道、硐室、工作面等空间狭窄,设备检修及移动都极为不便,人员触摸、接触电气设备的机会增加。

(4) 瓦斯和煤尘。在采掘过程中煤层中会涌出瓦斯,会有煤尘飞扬,它们都是可燃和易爆的。

(5) 负载情况。井下电气设备启动频繁,负荷变化大,设备易过载,产生过电流。

(6) 设备工作情况。由于采掘工作面的不断移动,使设备搬迁、安装、拆除频繁,易造成安全隐患。

2. 井下供电的主要问题

由于井下供电系统的特殊性,安全供电、用电直接关系到矿井生产和人身安全,因此是极为重要的课题。

(1) 应严格执行《规程》规定。

(2) 防止瓦斯煤尘爆炸。井下供电设备长期过载、防爆设备失去防爆性能、设备漏电短路等都是极其危险的,因此井下应完备各种保护功能,并设立“防爆检查组”、“电缆管理组”、“电气管理组”、“小型电器组”等对设备负责检修维护、监督等,以杜绝瓦斯煤尘爆炸。

(3) 保证电气设备安全运转。应合理选择电气设备的容量,并使各种保护合理配合,以便在故障情况下及时切除故障,避免事故扩大。

(4) 漏电预防。漏电可能造成人身触电事故,有引起瓦斯、煤尘爆炸的危险。长期漏电还可能扩大为短路故障。因此必须采取有效措施降低漏电的危害。

(二) 井下安全供电措施

1. 设置保护装置

井下供电设置保护装置后可以有效地防止事故的发生及蔓延,保护设施主要有:①保护接地;②漏电保护装置;③过流保护装置;④电压保护。

2. 严格执行《规程》的有关规定

(1) 煤矿地面、井下各种电气设备、电力和通信系统的设计、安装、验收、运行、检修、试验以及安全等工作,可参照有关部门的规程执行;遇有同本规程相抵触的,应按本规程执行。

(2) 严禁井下配电变压器中性点直接接地。严禁由地面中性点直接接地的变压器或发电机直接向井下供电。

(3) 井下不得带电检修、搬迁电气设备、电缆和电线。检修或搬迁前,必须切断电源、检查瓦斯,在其巷道风流中瓦斯浓度低于1.0%时,再用与电源电压相适应的验电笔检验;检验无电后,方可进行导体对地放电。控制设备内部安有放电装置的不受此限。所有开关的闭锁装置必须能可靠地防止擅自送电,防止擅自开盖操作。开关把手在切断电源时必须闭锁,并悬挂“有人工作,不准送电”字样的警示牌,只有执行这项工作的人员才有权取下此牌送电。

(4) 操作井下电气设备应遵守下列规定:

①非专职人员或非值班电气人员不得擅自操作电气设备。

②操作高压电气设备主回路时,操作人员必须戴绝缘手套,并穿电工绝缘靴或站在绝缘台上。

③手持式电气设备的操作手柄和工作中必须接触的部分必须有良好绝缘。

(5) 容易碰到的、裸露的带电体及机械外露的转动和传动部分必须加装护罩或遮栏等防护设施。

(6) 井下低压配电系统同时存在两种或两种以上电压时,低压电气设备上应明显地标出其电压额定值。

(7) 矿井必须备有井上、下配电系统图,井下电气设备布置示意图和电力、电话、信号、电机车等线路平面辐射示意图,并随着情况变化定期填绘。图中应注明:

①电动机、变压器、配电设备、信号装置、通信装置等装设地点。

②每一设备的型号、容量、电压、电流种类及其他技术性能。

③馈出线的短路、过负荷保护的整定值,熔断器熔体的额定电流值以及被保护干线和支线最远点两相短路电流值。

④线路电缆用途、型号、电压、截面和长度。

⑤保护接地装置的安设地点。

(8) 电气设备不应超过额定值运行。井下防爆电气设备变更额定值使用和进行技术改造时,必须经国家授权的矿用产品质量监督检验部门检验合格后,方可投入运行。

(9) 防爆电气设备入井前,应检查其“产品合格证”、“防爆合格证”、“煤矿矿用产品安全标志”及安全性能;检查合格并签发合格证后,方准入井。

(10) 硐室外严禁使用油浸式低压电气设备。40kW 及以上的电动机,应采用真空电磁启动器控制。

(11) 井下各级配电电压和各种电气设备的额定电压等级,应符合下列要求:

①高压,不超过 10000V。

②低压,不超过 1140V。

③照明、信号、电话和手持式电气设备的供电额定电压,不超过 127V。

④远距离控制线路的额定电压,不超过 36V。

采区电气设备使用 3300V 供电时,必须制定专门的安全措施。

3. 加强对矿井电气设备的检查

矿井对电气设备和电缆的检查、调整见表 15-13

表 15-13 电气设备和电缆的检查、调整规定

检查、调整项目	检查周期	备 注
使用中的防爆电气设备的防爆性能检查	每月 1 次	每日应由分片负责电工检查 1 次外部
配电系统继电保护装置检查整定	每 6 个月 1 次	负荷变化时应及时整定
高压电缆的泄漏和耐压试验	每年 1 次	
主要电气设备绝缘电阻的检查	每 6 个月 不少于 1 次	

检查、调整项目	检查周期	备 注
固定敷设电缆的绝缘和外部检查	每季 1 次	每周应由专责电工检查 1 次外部和悬挂情况 每班由当班司机或专责电工检查 1 次外皮有无破损
移动式电气设备的橡套电缆绝缘检查	每月 1 次	
接地电网接地电阻值测定	每季 1 次	
新安装的电气设备绝缘电阻和接地电阻的测定		投入运行以前

检查和调整的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。

(三) “三专”、“两闭锁”的内容

1. “三专”、“两闭锁”

在井下掘进工作面中，容易发生瓦斯积聚，因而《规程》规定：瓦斯喷出区域、高瓦斯矿井、煤（岩）与瓦斯（二氧化碳）突出矿井中，掘进工作面的局部通风机应采用“三专”（专用变压器、专用线路、专用开关）供电。

“两闭锁”即风电闭锁和瓦斯电闭锁，是《规程》提出的防止煤矿井下由于电火花引起瓦斯爆炸事故的一项重要措施。风电闭锁指只有在局部通风机正常通风条件下，掘进工作面的动力电源方能送电；瓦斯电闭锁指当掘进工作面中设置的瓦斯监测仪探测到瓦斯超过规定限度时，具有可自动停掉动力电源，只有瓦斯降低到规定限度（甲烷 1%，二氧化碳浓度 1.5%）以下时，方可恢复送电的闭锁装置。

2. 构成与工作原理

(1) 为防止机电设备在运转过程中产生的电火花和机械火花引爆瓦斯，采取“三专两闭锁”是有效的措施，如图 15-18 所示。

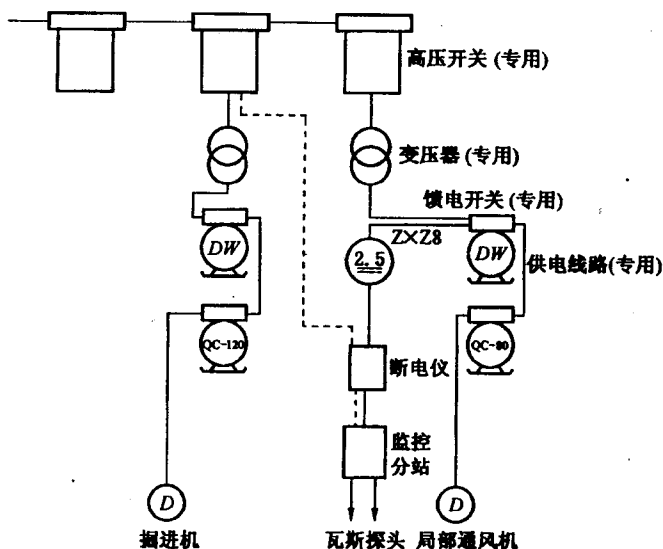


图 15-18 “三专两闭锁”电气系统图

(2) 风电闭锁是用两台磁力启动器进行连锁控制, 其中一台接通风机, 另一台接掘进工作面电气设备, 实现先通风后送电, 风机停转时, 掘进工作面电源也同时被切断, 如图 15-19 所示。

风电闭锁工作原理是把 QC83—80 启动器中的辅助常开触点 CQ_2 通过电缆串联接于 QC83—120 启动器的控制回路中, 只有局部通风机运转后其触点 CQ_2 闭合, QC83—120 启动器的控制回路才能接通, 并使接触器吸合, 给掘进工作面的电气设备供电。若局部通风机停止运转, CQ_2 常开触点断开, 从而切断 QC83—120 启动器的控制回路, 达到切断掘进工作面电气设备电源的目的。

(3) 瓦斯电闭锁是由瓦斯探头、监控系统 (监控分站)、断电仪和高压开关构成, 如图 15-20 所示。

瓦斯电闭锁工作原理是由瓦斯探头测得 CH_4 含量信号送给监控分站, 当瓦斯超限时, 其常开触点 K_1 闭合, 接通断电仪电路, 其常开触点 K_2 闭合, 接通高压开关内的脱扣线圈 TQ 电路, 使高压开关跳闸, 切断了掘进工作面电气设备的电源, 实现了瓦斯电闭锁。

3. 掘进工作面通风系统对“两闭锁”装置的要求

(1) 工作面或回风流中的瓦斯浓度超过 1% 时, 闭锁装置能切断掘进工作面及回风巷内的动力电源并闭锁。

(2) 串联通风工作面入风流中瓦斯浓度达到 0.5% 时, 装置能切断串联通风区域内的动力电源并闭锁。

(3) 当排除掘进工作面的积聚瓦斯, 使工作面回风流与全风压风流混合处瓦斯浓度达到 1.5% 时, 装置能切断回风域内的动力电源并闭锁; 同时发出声、光报警信号。

(4) 局部通风机风筒中的风速低于风速开关动作点预置值或局部通风机断电时, 能切断供电区域的动力电源并闭锁。

(5) 局部通风机停止运转且未恢复正常通风之前,

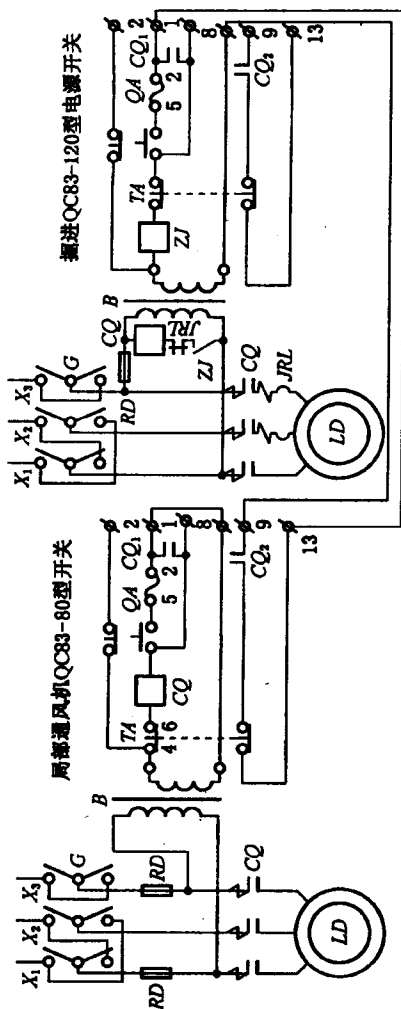


图 15-19 QC83—120 型开关与 QC83—80 型局部通风机开关闭锁

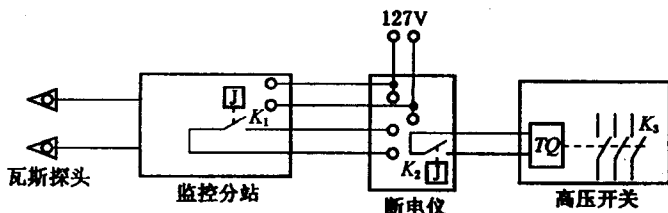


图 15-20 瓦斯电闭锁示意图

停风区域中瓦斯浓度达到 3.0% 时, 能闭锁其电源。

(6) 瓦斯传感器出现故障或断电时, 能切断传感器监视区域的动力电源并闭锁。

(7) 因主机发生故障而失电时, 能切断整个监视区域的动力电源并闭锁。

(8) 闭锁装置接通电源 1min 以内, 继续闭锁相应区域的被控设备。

(9) 闭锁装置如果实现了上述 (4) ~ (8) 条功能以后, 当恢复到正常通风状态或故障设备恢复正常稳定运行时, 能自动解锁。

(10) 必须使用专用工具操作动力电源进行人工解锁操作。

二、井下低压电网保护

由于煤矿井下生产条件极端恶劣, 电气事故屡见不鲜。为此, 必须对井下低压电网采取有效的保护, 防止电气事故的发生与扩大, 确保井下供用电安全。目前, 井下供电系统采用的过电流保护、漏电保护、接地保护统称为煤矿井下的三大保护, 是保证井下供用电安全及预防人身触电的可靠措施。

(一) 过电流保护

1. 过电流故障的种类、危害及原因

所谓过电流, 是指流过电气设备和电缆的电流超过了它们的额定值。

电气设备和电缆出现过电流后, 一般会引起它们过热, 严重时会将它们烧毁, 甚至引起电气火灾和瓦斯、煤尘爆炸, 对煤矿井下危害极大, 必须加以预防和保护。

煤矿井下常见的过电流故障有短路、过负荷和断相。

(1) 短路

短路是指电流不流经负载, 而是经过电阻很小的导线或电弧直接短接形成回路。在三相供电系统中, 可能发生的短路故障可分为三种, 即三相短路、两相短路和单相短路。

短路的特点是电流很大, 可达到额定电流的几倍、几十倍, 甚至更大。因此, 它能够在极短的时间内产生大量的热量, 烧毁电气设备, 甚至引起火灾或引燃瓦斯、煤尘, 造成瓦斯、煤尘爆炸事故。短路电流流经电气设备的导体, 必然产生很大的电动力, 如果设备和其支架不够坚固, 在电动力的作用下可能遭到破坏。短路时短路点的电压几乎为零, 引起电网电压的突然下降, 一旦降到额定电压的 60% 以下, 持续时间超过 1s, 电动机将无法运转, 使电网中其他用电设备无法正常工作。非对称短路时的不平衡电流, 还会在周围空间产生很强的交变磁场, 干扰附近的通信线路和自动控制装置的正常工作。

造成短路故障的原因很多, 但电气设备的绝缘损坏是造成短路的主要原因, 如电气设备年久陈旧, 绝缘自然老化; 绝缘瓷瓶表面污秽, 使绝缘下降; 水分和潮气浸入; 电缆受到机械损伤; 长期过负荷运行造成绝缘老化等。另外, 工作人员的误操作、供电系统切换电路时产生的过电压等都可能造成短路故障。因而应加强对电气设备和电缆绝缘的维护及检查, 并设置短路保护装置。

(2) 过负荷

所谓过负荷, 是指流过电气设备和电缆的实际电流超过其额定电流, 而且过电流的持续时间超过了允许时间。

电气设备和电缆出现过负荷后, 它们的温度将超过所用绝缘材料的最高允许温度, 损坏它们的绝缘。如不及时切断电源, 将会发展成漏电和短路事故。过负荷是井下烧毁中小

型电动机的主要原因之一。

引起电气设备和电缆过负荷主要有以下几个原因：①电气设备和电缆的容量选择过小，使正常工作时负荷电流超过了额定电流。②对生产机械的误操作，例如在刮板输送机尾压煤的情况下，连续点动启动，就会在启动电流的连续冲击下引起电动机过热，甚至烧毁。此外，电源电压过低或电动机机械性能堵转都会引起电动机过负荷。

(3) 断相

所谓断相，是指三相交流电动机的一相供电线路或一相绕组断线。

三相电动机在运行过程中出现一相断线，这时电动机仍然会运转，但其输出转矩比三相运行时要小得多，一般情况下电动机将因力矩不够而被迫堵转。由于机械负载不变，电动机的工作电流会比正常时的工作电流大很多，从而造成过负荷。

造成断相主要有几个原因：①熔断器熔断，如采用熔断器作为短路保护的磁力启动器，由于熔断器在电流的作用下会发生氧化脱皮现象，使熔片截面变小或熔体压接不紧，从而在正常启动情况下或工作时熔断，造成断相。②电缆芯线有一相断线。③电缆与电动机或开关的连接头脱落，及开关某一相的动触头被灭弧罩卡住等。

2. 过电流的预防措施

过电流事故多数是由于设备选择或保护装置设置不合理，缺乏日常维护检修和巡回检查，没有定期进行预防性电气试验，缺少必要的保护装置，工作人员违规操作等原因造成的。为迅速排除过电流故障，应设置并正确计算和选择过电流保护装置。

3. 采区低压电网过电流保护装置的整定计算

对各种过电流故障虽然有预防措施但仍有可能发生，所以对电气设备和馈电线路还必须设置过电流保护装置。过电流保护装置的额定电流或动作电流必须进行正确的选择、校验或整定，使之在过电流发生时能准确、可靠、迅速地切断故障线路。

(1) 熔断器

熔断器的熔体通常用低熔点的铅、锡、锌合金制成，串接在被保护的电气设备的主电路中，当电气设备发生短路时，流过熔体的大电流使熔体温度急剧升高并将它熔断，从而将故障线路与电源分开，达到保护的目的。严禁使用熔点较高的铁丝、铜丝代替熔体。

熔体额定电流的选择计算如下：

①对保护电缆支线的熔体，按下式计算：

$$I_R = \frac{I_{Qe}}{1.8 \sim 2.5}$$

式中 I_R ——熔体的额定电流，A；

I_{Qe} ——电动机的额定启动电流，若被保护的是几台同时启动的电动机，则应为这几台电动机额定启动电流之和，A；

1.8~2.5——容量最大的电动机启动时保证熔体不熔化的系数，对不经常启动和轻载启动的电动机取 2.5，对频繁启动或带负载启动的电动机取 1.8~2。

②对保护电缆干线的熔体，按下式计算：

$$I_R = \frac{I_{Qem}}{1.8 \sim 2.5} + \sum I_e$$

式中 I_{Qem} ——容量最大的 1 台鼠笼电动机的额定启动电流，A；

$\sum I_e$ —— 其余电动机额定电流之和, A。

③对保护照明负荷的熔体,按下式计算:

$$I_R \approx I_e$$

式中 I_e —— 照明负荷的额定电流, A。

为保证在熔断器保护范围内出现最小短路电流时熔体能可靠地熔断,按规定要验算它们的灵敏度,公式如下:

$$\frac{I_{\text{dmin}}^{(2)}}{I_R} \geq 4 \sim 7$$

式中 $I_{\text{dmin}}^{(2)}$ —— 被保护范围末端的最小两相短路电流, A;

4~7 —— 保证熔体及时熔断的系数。电压为 380V、660V 时: 熔体额定电流 100A 及以下时, 系数取 7; 熔体额定电流 125A 时, 系数取 6.4; 熔体额定电流 160A 时, 系数取 5; 熔体额定电流 200A 及以上时, 系数取 4。电压为 127V 时: 系数一律取 4。

假若短路电流校验不能满足要求时, 可根据具体情况, 分别采取以下措施: ①加大干线或支线电缆截面。②设法减少电缆线路长度。③换用大容量变压器。④对有分支的供电线路, 可增设分段保护开关。

(2) 电磁式过流继电器

在 DW 系列矿用隔爆型自动馈电开关中装设的过流继电器, 是一种直接动作的一次式过流继电器, 作为变压器二次侧总的或配出线路的短路保护装置。它的动作电流整定值, 是靠改变弹簧的拉力进行均匀调节的, 其调节范围一般是开关额定电流的 1~3 倍。当继电器的动作电流一经整定好后, 只要流过继电器线圈的电流达到或超过整定值时, 继电器就迅速动作。

电磁式过流继电器的整定:

①保护支线按下式计算:

$$I_Z \geq I_{Qe}$$

式中 I_Z —— 电磁式过流继电器的整定动作电流, A;

I_{Qe} —— 电动机的额定启动电流, A。

②保护干线电缆按下式计算:

$$I_Z \geq I_{Qem} + \sum I_e$$

式中 I_{Qem} —— 容量最大的一台电动机额定启动电流, A;

$\sum I_e$ —— 其余电动机的额定电流之和, A。

③灵敏度校验:

$$\frac{I_{\text{dmin}}^{(2)}}{I_Z} \geq 1.5$$

式中 $I_{\text{dmin}}^{(2)}$ —— 被保护范围末端的最小两相短路电流, A;

I_Z —— 过流继电器动作电流整定值, A。

(3) 热继电器

热继电器在井下作为过载保护装置, 对其基本要求就是要有反时限的保护特性。在井下常用以双金属片为主体构成的热继电器。一方面, 因为双金属片有热惯性, 从设备开始

出现过载到双金属片因受热而产生显著变形,以致断开触点起保护作用,需要经过一段延时。另一方面,过载程度越大,双金属片的温度升高的越快,动作延时越短;反之,则动作延时越长。

热继电器的整定计算如下:

①保护单台电动机时按下式计算:

$$I_Z = I_e$$

式中 I_Z ——热继电器的整定电流, A;

I_e ——电动机的额定电流, A。

②保护多台电动机时按下式计算:

$$I_Z = \sum I_e$$

式中 $\sum I_e$ ——各电动机额定电流之和, A。

此种保护要求多台电动机必须同时工作,而且每台电动机均接近满负荷状态。否则,此类保护的性能是不可靠的。

(4) 电磁启动器中电子保护的过流整定值

按下式计算:

$$I_Z \leq I_e$$

并按: $\frac{I_{\text{dmin}}^{(2)}}{8I_Z} \geq 1.2$ 校验其灵敏度。

式中 $I_{\text{dmin}}^{(2)}$ ——被保护范围末端的最小两相短路电流, A;

I_Z ——电子保护器的过流整定值,取电动机额定电流近似值, A;

I_e ——电动机的额定电流, A;

$8I_Z$ ——电子保护器短路保护动作值;

1.2——保护装置的可靠动作系数。

(二) 漏电保护

1. 漏电的概念

漏电故障指在变压器中性点绝缘的低压供电系统中,发生单相接地(包括直接接地和经过渡阻抗接地)或两相、三相对地的总绝缘电阻下降至危险值的电气故障。由此可见,漏电故障分为单相漏电、两相漏电、三相漏电三种类型,其中前两种属于不对称漏电故障,后一种属于对称性漏电故障。单相漏电占漏电故障的85%左右,并且有相当一部分单相漏电若不及时切除,将发展成短路故障。

井下常见的漏电故障可分为集中性漏电和分散性漏电两类。集中性漏电是指漏电发生在电网的某一处或某一点,其余部分的对地绝缘水平仍保持正常。分散性漏电是指某条电缆或整个网络的对地绝缘水平均匀下降或低于允许绝缘水平。

2. 漏电的危害

漏电会给人身、设备以致矿井造成很大的威胁,其危害主要有几个方面:

(1) 人接触到漏电设备或电缆,电流流过人体经大地与电源形成回路,造成触电伤亡事故。

(2) 漏电回路中碰地碰壳的地方可能产生电火花,有可能引起瓦斯煤尘爆炸。

(3) 漏电回路中各点存在电位差, 若电雷管引线两端接触到不同电位的两点, 可能使雷管爆炸。

(4) 电气设备漏电时不及时切断电源会扩大为短路故障, 烧毁设备, 造成火灾。

(5) 发生一相严重漏电或接地时, 电动机绕组对地(外壳)电压将会升高为线电压, 对绕组绝缘构成威胁。

3. 漏电的原因

造成井下低压电网漏电的原因, 大致有以下几个方面:

(1) 电缆和电气设备本身的原因

①敷设在井下巷道内的电缆, 由于环境潮湿, 在运行多年后, 会出现绝缘老化或潮气入侵, 引起绝缘电阻下降, 造成电网对地的绝缘偏低而导致漏电。

②长期使用的电动机, 工作时绕组发热膨胀, 停机后冷却收缩, 使其绝缘材料形成缝隙, 井下潮气、煤尘容易浸入, 久而久之, 就会因绝缘受潮、绕组散热不良等原因使绝缘材料变质老化而造成漏电。此外, 电动机内部接头脱落, 使一相导线接触金属外壳而产生的漏电也较常见。

(2) 因管理不当而引起的漏电

①由于管理不严, 电缆滑落被埋压或浸泡于水沟中。

②对已经受潮或遭水淹的电气设备, 未经严格的干燥处理和对地绝缘电阻耐压试验, 又投入运行, 极可能有发生漏电或其他电气故障。

③电气设备长期过负荷运行, 造成绝缘老化损伤而漏电。

④在电气设备内部随意增加元器件, 使带电导体与外壳之间的电气间隙或爬电距离小于安全值, 造成漏电。

(3) 维修操作不当引起漏电

①设备维修时, 因停、送电操作错误, 带电作业或工作不慎, 造成人身触及一相而漏电。

②井下人员工作时, 劳动工具(锹、镐等)易将电缆割伤或碰伤, 导致漏电。另外, 采掘机械移动时, 由于有关人员疏忽, 使供电电缆受到拉、挤、压等作用, 造成漏电。

③设备检修后, 残留在设备内的线头、金属碎片等未清扫干净, 或螺钉、垫圈、电工工具等忘在设备内。当这些东西碰到相线, 送电后就会发生漏电。

④开关分、合闸时, 由于灭弧机构有故障, 造成灭弧困难, 电弧接触到外壳而漏电。

(4) 施工安装不当引起漏电

①电缆与设备连接时, 由于芯线接头不牢、压板不紧或移动时造成接头脱落, 使相线与设备外壳接触, 导致漏电。

②电气设备内部接线错误, 在合闸送电时发生漏电。

③移动频繁的电气设备的电缆反复弯曲使芯线部分折断, 刺破电缆绝缘与接地芯线接触而造成漏电。

④电工接线时, 不慎将屏蔽电缆的屏蔽层与相线接触而导致漏电。

(5) 因意外引起漏电

①因矿车出轨、支柱倾倒等意外机械事故, 使电缆受到损伤而导致漏电。

②大气过电压沿下井电缆入侵, 击穿绝缘而发生漏电。

4. 漏电保护对安全生产的作用

漏电保护的作用主要有：

(1) 防止人身触电。漏电保护可以缩短人身触电的时间，减小通过人体的电流，以保证人身的安全。

(2) 防止漏电电流烧毁电气设备。在电网中出现漏电故障后，漏电保护装置立即动作，切断电源。

(3) 防止漏电电流产生的火花引起矿井瓦斯、煤尘爆炸。

5. 漏电保护方式

目前漏电保护装置种类很多，最常用的有附加直流电源检测式、零序电流方向式、漏电闭锁式和旁路接地式几种。

(1) 附加直流电源检测式漏电保护

如图 15-21 所示，其工作原理是：漏电继电器用直流电进行绝缘监视，当人体触电时，绝缘电阻降低，其回路如下：电源+→接地极→人体→动力线 c 相→SK（三相电抗器）→LK（零序电抗器）→ Ω （欧姆表）→ZJ（直流继电器）→电源-，ZJ 吸合→ZJ₁ 闭合→TQ（跳闸线圈）有电，开关主触点断开→DW（馈电开关）断开→切断了供电回路。

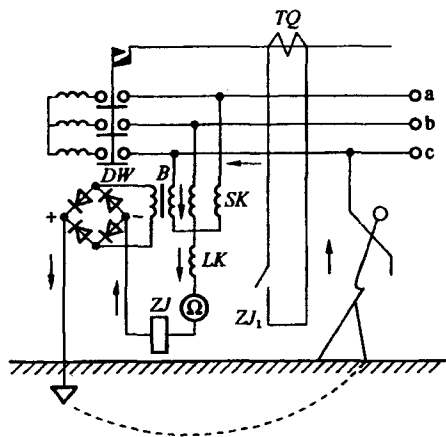


图 15-21 漏电保护原理图

如果绝缘阻值高于整定值时，直流监测电流小于 ZJ 的动作电流，馈电开关不会跳闸，正常供电。

(2) 零序电流方向式漏电保护

这种漏电保护利用零序电流方向保护原理，其采用的主要检测元件是零序电流互感器。零序电流互感器有一个环形铁芯，其上缠有二次绕组，如图 15-22 所示。穿过铁芯中的三根电缆芯线就是它的一次绕组。

在线路正常工作时，电网的三相电压对称，三相负载相同，则三相电流的矢量和等于零，电流互感器二次侧没有电流和电压，执行继电器 J 不动作。

当发生漏电故障时，三相电路不对称，必然有零序电流，这个零序电流通过电网对地绝缘电阻 r 和分布电容 C 构成通路。当发生单相漏电故障时，在零序电流互感器 LLH 的

一次侧中流过 3 倍的零序电流，在二次侧产生电流，经二极管整流后，可使执行继电器 J 动作，带动开关跳闸。

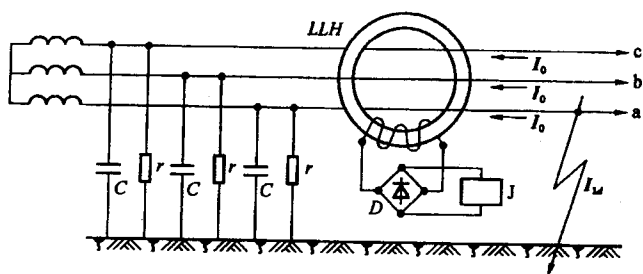


图 15-22 零序电流保护装置原理图

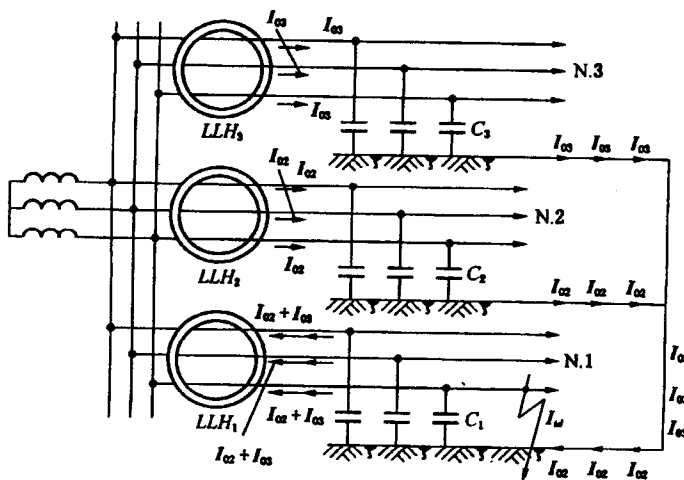


图 15-23 选择性漏电保护原理图

同理，如图 15-23 所示，在供电系统中各支路的每相对地电容分别用 C_1 、 C_2 和 C_3 表示，如果在第一支路上发生单相漏电或接地故障，第二、三支路的零序电流互感器 LLH_2 和 LLH_3 中的零序电流便分别由各支路自身的电容 C_2 和 C_3 来决定，而在 LLH_1 中则流过第二、三支路电流之和，使第一支路的零序电流互感器 LLH_1 所流过的零序电流要大于其他两条支路。如果电网的支路数更多，则 LLH_1 中的零序电流还要更大，因此，利用零序电流的大小不同，即可使故障支路与非故障支路区分开，达到选择性漏电保护的目。

6. 漏电保护装置的整定

漏电继电器动作电阻值是以网路绝缘电阻为基准确定的，即当低压电网绝缘水平下降到对人触电有危险时，漏电继电器应动作，并切断电源。因此，把这个对人身触电有危险的电网极限绝缘电阻值，定为漏电继电器的动作电阻值。

对于不同电压等级的低压电网，漏电保护装置的動作电阻整定值如下：

1140V	20kΩ
660V	11kΩ
380V	3.5kΩ

127V

1.5k Ω

对于有漏电闭锁功能的漏电继电器,其闭锁电阻的整定值为动作电阻整定值的2倍。

(三) 保护接地

1. 什么是保护接地

在井下变压器中性点不接地系统中,将电气设备正常时不带电的,但可能带有危险电压(36V以上)的金属外壳、构架等与埋设在地下的接地极用金属线连接起来,以减少漏电时金属外壳对地电压的设施称为保护接地。

其保护原理是:如果没有保护接地时,当人身触及因某一相绝缘损坏而带电的设备外壳时,电流将全部通过人体入地,再经过其他两相对地绝缘电阻及电网对地分布电容流回电源,如图15-24所示。当电网对地绝缘水平较低网路较长时,通过人身的电流可能超过极限安全电流,造成人身触电伤亡事故。

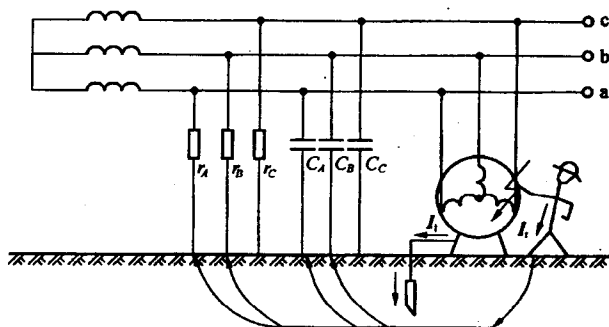


图 15-24 有保护接地时人体触电示意图

当有保护接地时,如果人身触及带电的设备外壳,电流将通过接地极和人体两条并联路径入地,再经过电网其他两相对地绝缘电阻和分布电容流回电源。由于接地装置的分流作用,且电阻很小(不超过 Ω),绝大部分电流通过接地装置流入大地,使通过人身的电流大大减小,从而保证了人身安全。因此《规程》规定:电压在36V以上和由于绝缘损坏可能带有危险电压的电气设备的金属外壳、构架及铠装电缆的钢带(或钢丝)、铅皮或屏蔽护套等必须有保护接地。

2. 井下保护接地网的形成

井下电气设备比较分散,且供电距离又较远,很难用一个集中的接地极装置来满足保护接地的需求。因此,除井下中央变电所设置主接地极外,沿着供电线路还埋设了许多局部接地极。利用铠装电缆的铅皮、钢带(或钢丝)以及橡套电缆的接地芯线,把分布在井底车场、运输大巷、采区变电所以及工作面配电点的电气设备(36V以上)的金属外壳在电气上连接起来,这样就使各处理设的接地极(局部接地极)也并联起来,形成一个井下保护接地系统,这就是井下保护接地网,如图15-25所示。井下保护接地网由主接地极、局部接地极、接地母线、连接导线等几部分组成。

3. 对保护接地的要求

接地电阻的大小,将直接影响到电气设备外壳对地电压的高低,而单个接地极很难达到安全的要求,因此,井下采用保护接地网以尽量减小接地电阻的数值,根据《规程》对保护接地有如下要求: