

第十一章 电气运维

一、电工任职资格

学历	大专及以上学历
专业要求	电气相关专业，必须持有高压或低压电工操作证（特种作业操作证电工）
工作经验	3年及以上相关电工经验
技能技巧	具备较高的维修电工专业知识；具备变、配电设施的管理和维护能力，熟知安全规范和操作规范
个人素养	1.工作认真严谨、踏实稳重 2.对企业忠诚、诚实守信 3.责任心强、吃苦耐劳



电工证

二、矿场电气系统及设备

1. 矿场电气系统

矿场供电工作要很好地为矿机服务，切实保证矿机、网络和生活用电的需要，并做好节能工作，就必须达到以下基本要求：

- (1) 安全：在电能的供应、分配和使用中，不应发生人身事故和设备事故。
- (2) 可靠：应满足矿机对供电可靠性的要求，随着大算力矿机的运行使用，对于供电的可靠性要求变了。
- (3) 优质：应满足矿机对电压和频率等质量的要求。
- (4) 经济：供电系统的投资要少，运行费用要低。

此外，在供电工作中，应合理地处理局部和全局、当前和长远等关系，既要照顾局部的当前的利益，又要有全局观点，能顾全大局，适应发展。

矿场厂供配电系统由总降压变电所（高压配电所）、高压配电线路、车间变电所、低压配电

线路及用电设备组成。下面分别介绍几种不同类型的供配电系统：

(1) 总变电所

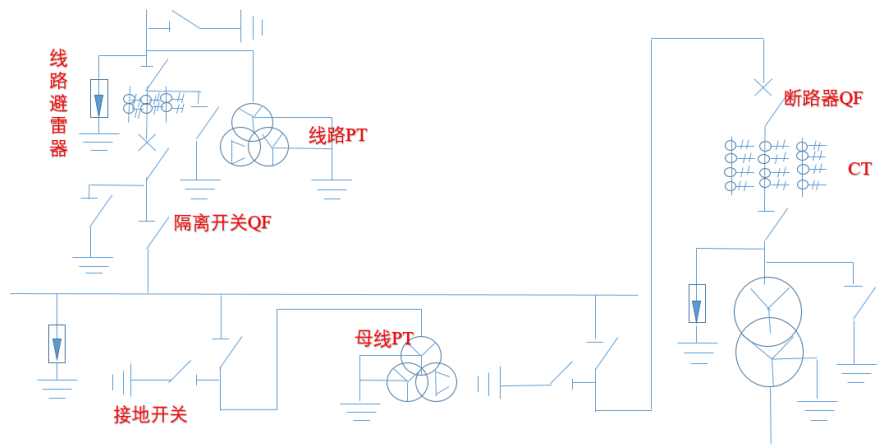
总变电所负责将 220 ~ 110kV 的外部供电电压变换为 35 ~ 10kV 的厂区高压配电电压，给厂区各厂房变电所或变压器供电。

(2) 厂房变电所

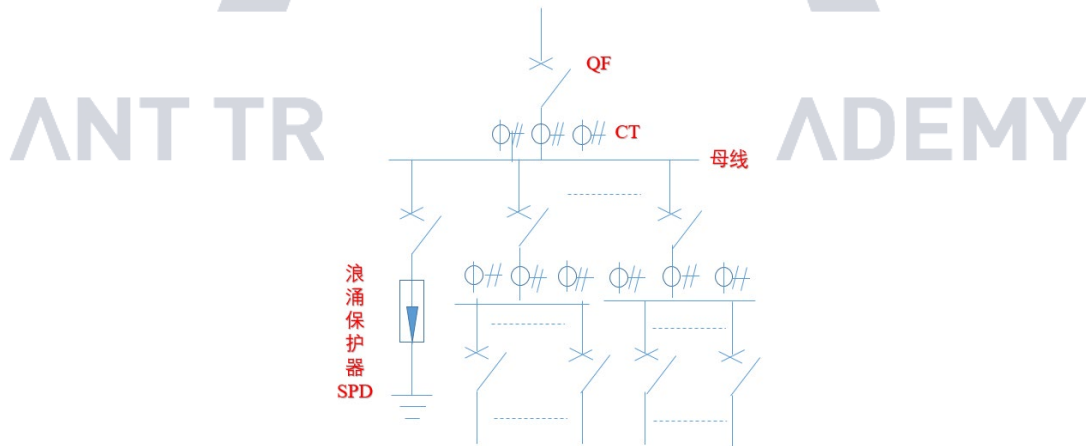
厂房变电所将 35 ~ 10kV 的电压降为 380/220V，再通过低压配电线路，给矿机供电。

(3) 配电线路

配电线路分为厂区高压配电线路和厂房低压配电线路。



矿场供电主接线图：高压部分

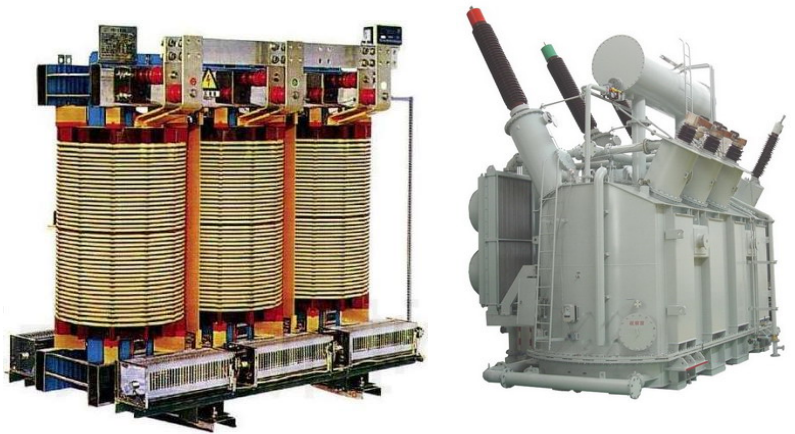


矿场供电主接线图：低压部分

2. 矿场供电设备

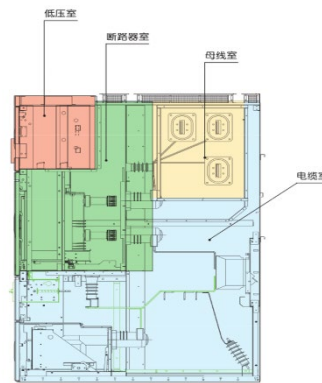
2.1 变压器

变压器是一种静止的电气设备，利用电磁感应原理，把交流输入电压升高或降低为同频率的交流输出电压。按绝缘方式分类：油浸式和干式。目前干变电压等级只作到35kV，容量相对油变来说要小，约作到2500kVA。



2.2 高压开关柜

高压开关柜是由真空断路器，隔离开关，继电保护装置，接地开关，电压互感器，电流互感器，带电显示器，二次仪表及二次控制回路等元器件组成。



2.3 户外真空断路器

户外真空断路器一般也称为户外柱上开关。是安装在户外的一种断路器。能够实现短路电流的保护：速断，过流，过负荷，单相接地等保护。



2.4 电缆

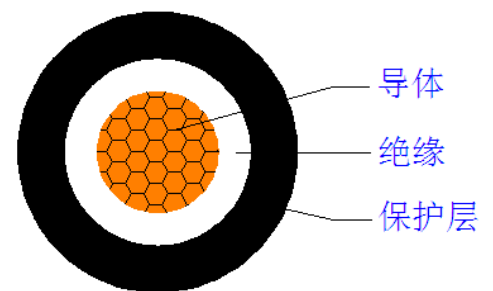
电线电缆的基本结构是由导体、绝缘层和保护层三部分组成。

导体：传输电流，指导功率传输方式；

绝缘层：承受电压，起绝缘作用；

保护层：保护电缆绝缘不受外界环境的影响和防止机械损伤等。

根据各类电线电缆的使用特性、敷设条件和安全性，有些电线电缆本身可以只有导体而没有绝缘层和保护层（如裸电线），或只有导体和绝缘层而没有保护层（如塑料布电线等）。此外，可根据使用要求将电缆设计为耐火、防火、屏蔽等结构，但仍要符合三大部分基本要求。



2.5 低压开关柜

低压成套开关柜适用于发电厂、发电站、工矿企业等电力用户作为交流 50HZ，额定工作电压 380V，额定工作电流 3150A 的配电系统作为动力，照明及配电设备的电能转换，分配与控制之用。



2.6 低压断路器

低压断路器：一种可以接通和分断正常负荷电流、过负荷电流、短路电流的开关电器，具有自动进行失压、欠压、过载、短路和漏电保护功能。

- 1、主要分为微型断路器、塑壳断路器、框架断路器、智能型万能断路器。
- 2、脱扣器主要有热脱扣器、磁脱扣器、热磁脱扣器、电子脱扣器及电子智能脱扣器
- 3、过载长延时保护：采用热动式(双金属元件)作过载长延时保护（热脱扣）。
- 4、短路保护：通过电流产生磁场，磁场的磁力牵动衔铁使脱扣器动作，无时限特性，具有瞬时脱扣功能。



3. 电气设备巡检

电气设备是保证矿机正常运行最关键、最主要的设备之一。电气设备的故障将直接危及矿场电力系统的安全和稳定运行。因此经常对电气设备进行巡检，以便在电气设备发生异常时，及时发现并采取措施，可以避免事故发生，保障系统正常运行。

根据国家电气相关规定，结合各分厂所辖设备的实际情况，制订电气班设备巡检管理制度如下：

3.1 巡检人员要求

- (1) 巡检人员要责任心强、态度端正、观察细致、思维敏捷；
- (2) 认真学习理论知识，了解设备结构、性能和运行参数。

3.2 设备巡视应按预防季节性事故特点，根据不同地区、不同季节的检查项目有所侧重，例如：

- (1) 1~3 月份巡视重点：设备接点、油位、气体压力、绝缘子、导线弧垂、消防器材，端子箱、机构箱密封和加热情况，防火、防小动物措施，防雪、防冻、防冰害、防污闪措施。
- (2) 4~6 月份巡视重点：设备接点、油位、气体压力、防雷设施、防火措施及消防器材、

防汛器材及措施、通风降温设施、建筑物、构架基础。

(3) 7~9月份巡视重点：设备接点、油位、气体压力、绝缘子、防雷设施、导线弧垂，端子箱、机构箱密封和防潮，防火措施及消防器材、防小动物措施、防汛器材及措施、通风降温设施、防水防渗漏雨措施，建筑物、构架基础。

(4) 10~12月份巡视重点：设备接点、油位、气体压力、绝缘子、防火措施及消防器材、防小动物措施，保温加热措施，防雪、防冻、防冰害、防污闪措施等。

3.3 巡检方法

设备正常到出现事故隐患的渐变过程，是个量变的集聚过程，在这个过程中，设备的量变都由具体特征表现出来。用“看、听、摸、嗅、测”的方法对设备进行检查，就可以及时发现量变过程中出现的这些反映出来的特征，在设备事故发生质变前进行处理，积极预防质变，防止事故的发生。

(1) 看：主要用于对设备外观、位置、温度、压力、颜色、灯光、信号、指示等检查项目的分析判断，例如变压器油位、油温检查，电缆温度的检查等。通过观察设备运行情况判断其有无异常，记录温度、压力、动作次数、泄漏电流等相关数据。

(2) 听：主要通过声音判断设备运行是否正常。例如变压器正常运行时其声音是均匀的嗡嗡声，超额定电流运行时会发出较高而且沉重的嗡嗡声等。通过对设备运行中声音是否正常，有无异常声响，有无异常电晕声、放电声等分析判断，可以确定设备运行是否存在异常。

(3) 摸：通过以手触试不带电的设备外壳，判断设备的温度、震动等是否存在异常。例如触摸的变压器外壳，检查温度是否正常，与往常比较有无明显差别等。

(4) 嗅：通过气味判断设备有无过热、放电等异常。例如通过嗅觉判断设备的气味是否正常，有无焦糊味等异常气味。

(5) 测：通过测量的方法，掌握确切的数据。例如根据设备负荷变化情况，及时用红外线测温仪测试设备接点温度是否异常，有无超过正常温度等。

3.4 注意事项

- (1) 除非特殊情况，不得做改变运行方式、启停设备等工作；
- (2) 发现问题及时汇报，并填写在工作记录表；
- (3) 巡检时应携带必要的工具，如：手电、电笔等；
- (4) 对变压器进行巡检时必须穿戴好防护用品，并保持安全距离。

3.5 巡检工作内容

设备名称	序号	巡视内容	巡视标准
后台监控	1	开关状态指示	开关状态与现场实际运行状况相符，及时处理相关报警信息
	2	直流屏状态	输入开关状态，电压，电流情况，告警情况
	3	变压器告警信息	发现有告警信息，要及时现场确认，报告，处理
	4	综合保护	发现有告警信息，要及时现场确认，报告，处理
高压	1	开关位置	分、合闸指示器指示正确，与实际运行状态一致

开关柜	2	开关套管、支撑瓷瓶	检查套管、支撑瓷瓶清洁、完好，无破损、裂纹、电晕放电声
	3	连接线	1.检查开关引线及线夹压接牢固、接触良好，无变色、铜铝过渡部位无裂纹
			2.利用检查导线及线夹的颜色变化、有无热气流上升、氧化加剧、示温片或变色漆有无融化变色现象、夜间熄灯察看有无发红等方法，检查是否发热，使用测温枪进行测温
			3.雨雪天气，检查引线、线夹，对比有无积雪融化、水蒸气现象进行检查是否发热
			4.检查高处的引线有无断股、无烧伤痕迹，可使用望远镜
4	开关声音	开关应无任何异常声音	
5	二次	1.端子排清洁	
		2.二次线无松脱及发热变色现象	
		3.电缆二次线孔洞封堵严密	
		4.保护装置指示正常	
隔离开关	1	触头、引线、线夹等主接触部位	1.导线无断股
			2.触头接触良好
			3.观察接头有无热气流、变色严重、氧化加剧、示温片有无变色融化、夜间熄灯巡视察看有无发红等方法，检查是否发热，使用测温枪进行测温
			4.雨雪天气，检查设备引线、线夹主导流接触部位、刀闸主接触部位，对比有无积雪融化、水蒸气现象
			5.无挂落异物
	2	支柱	应完好、清洁、无破损、放电痕迹
3	操作机构	1.防误闭锁装置锁具完好，闭锁可靠	
		2.机械联锁装置应完整可靠	
		3.机构箱门关闭严密	
4	传动机构连杆	无弯曲变形、松动、锈蚀	
5	接地刀闸	正常在“分”位，助力弹簧无断股，闭锁良好	
避雷器	1	外观	清洁无损、无放电现象
	2	本体	1.本体无倾斜
			2.基础无裂缝，固定螺丝无松动、锈蚀
	3	放电计数器	放电计数器是否完好，记录动作次数
	4	避雷器引线	引线完好，接触牢靠，线夹无裂纹
5	接地	接地良好，接地线无锈蚀	
变压器	1	声音	响声正常，无杂音或不均匀的放电声
	2	上层油温	1. 变压器本体温度计完好、无破损
			2. 记录变压器上层油温数值，上层油温限值 85℃、温升限值：55℃
3	油位	1.变压器的油位指示正常	

	4	本体	2.油位计应无破损和渗漏油，没有影响察看油位的油垢
			1.本体及套管连接处无渗漏油现象
			2.套管完好、无破损、清洁、放电痕迹
			3.接地极焊接牢固，无锈蚀现象
			4.呼吸器内硅胶颜色无受潮变色
低压 配电 柜	1	母排	使用测温仪对设备进行检测检测母排接头温度，观察有无变色、氧化加剧
	2	开关柜	1.开关柜外观检查无异常，柜门严密，柜体无倾斜，油漆无脱落 2.使用测温仪对开关柜进行检测，温度是否正常，不超过 80℃。
	3	电流互感器	外壳无裂纹、炭化、融化、烧痕和冒烟现象，并无异常气味
	4	仪表指示	指示灯、仪表等显示正常

一、配电设备



1、查看电压表、电流表、负载容量是否相符，工作指示灯是否正常；
3、查看补偿柜断路器、接触器是否正常；

2、查看变压器及 PC 显示参数是否正常；
4、听变压器、补偿柜等设备有无异常响声或气味。

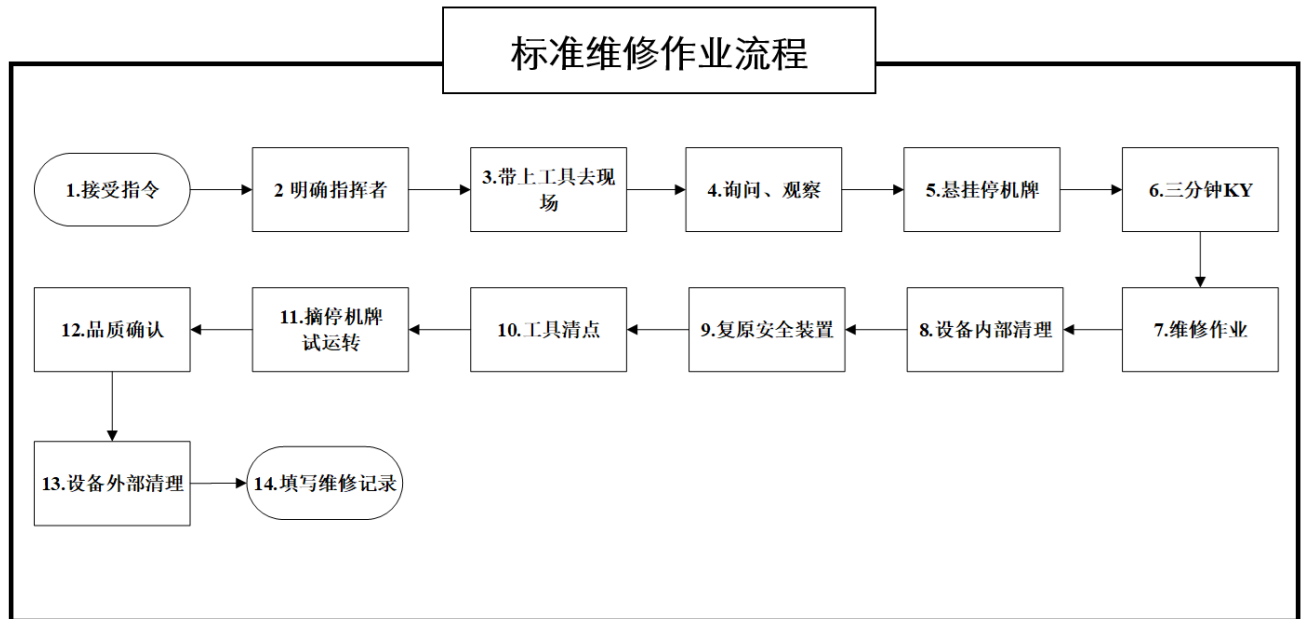
二、附属设施



1、查看温湿度表（温度在环境温度的 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度在 环境湿度的 ± 10 ）范围内；
2、查看灭火器（压力指针在绿区范围内并定期检查合格）、七氟丙烷压力正常；
3、查看通风设施及消防报警电话是否正常；
4、查看防小动物设施是否在正常状态。

4.电气设备检修

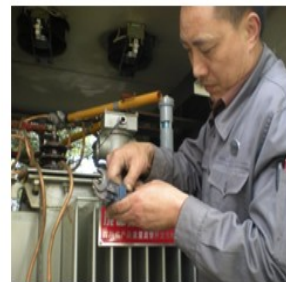
高压开关柜、电力变压器、低压开关柜、动力配电箱、架空线路、电力电缆由应制定年度检修，当高压断路器和变压器经检查有缺陷或绝缘过低时，应立即进行检修，避雷器、避雷针及其它接地装置，每年春季必须测量一次接地电阻值并符合规程要求。



4.1 维护内容

日常维护内容：配电箱、柜机房地面、墙面等卫生的定期保持；二次回路的螺丝紧固；电压表、电表、等功率表，指示灯完好的日常保持；各类开关操作的灵活性的检查及调试。
计划性维护保养内容：定期除尘及母排、二次控制线路的检查紧固；定期检查电缆对地、相间绝缘电阻；期对各箱柜接地、零排、对地良好性进行检测；定期对变压器的接地对地良好性进行检测。

4.2 维护保养前的停电



★操作前将绝缘靴绝缘手套穿戴规范

- A、 停电：低压分户断路器→分总断路器→分环网柜断路器→环网柜接地刀闸；
- B、 验电：低压总断路器前端（无电显示）→验高压端；
- C、 放电：验高压端（无电显示）→从低压到高压依次放电；
- D、 接地：先将接地排夹住主地排→依次将（A、B、C相）接地。

4.3 变压器的维护保养



- 1、紧固各元器件连接螺栓；
- 2、对各元器件表面进行除尘、除锈；
- 3、查看各元器件连接螺栓有无过热氧化现象；
- 4、清点工具、检查有无遗漏。

5. 绝缘安全用具

常用高压绝缘安全用具中的基本安全用具具有：绝缘棒、绝缘夹钳、高压验电器、高压钳流表等。

辅助安全用具具有：绝缘手套、装有绝缘柄的工具、绝缘靴、绝缘鞋、绝缘站台和绝缘毯等。

常用低压绝缘安全用具中的基本安全用具具有：绝缘手套、装有绝缘柄的工具、低压验电器等。

辅助安全用具具有：绝缘台、绝缘垫、绝缘靴、绝缘鞋等。



6. 应急处置程序

6.1 触电风险应急处置程序

目的	为防止施工现场发生触电导致人员伤亡，制定本方案。
职责	1.定期检查设备接地情况，加强对设备的维护保养和定期检修，杜绝设备带病运行。 2.发现异常及时正确处理，处理不了及时上报。
程序	<ul style="list-style-type: none"> ● 迅速切断电源或用木棍等绝缘物将电线从伤者身上挑开。 ● 触电者未脱离电源前，救护人员不准直接用手触及伤员。 ● 如触电者处于高处，要采取预防措施防止高处坠落。 ● 若伤者失去知觉，检查其呼吸和脉搏，如果需要，进行人工呼吸和心肺复苏术，直至病人开始自主呼吸及心脏再次自律性搏动。 ● 及时拨打120急救中心急救， ● 送医院途中守候于患者身旁，监测伤者病情变化。

6.2 电气设备爆炸着火

目的	为防止施工现场发生电气设备爆炸着火造成人员伤亡、设备损坏，制定本方案。
职责	1.执行电气设备运行规程，杜绝超指标运行。 2.定期进行检修、试验，确保设备完好。 3.注意检查油位变化，及时处理渗漏故障。 4.认真执行操作制度，防止错误操作的发生。 5.发现异常及时正确处理，处理不了及时上报。
程序	<ul style="list-style-type: none"> ● 切断着火设备电源并进行灭火。 ● 向上级汇报火灾情况，并根据情况及时拨打119火警电话（经上级领导同意）。 ● 在保证人员安全前提下，切断电源时按操作程序进行，严禁带负荷拉刀闸，操作时应戴绝缘手套、穿绝缘靴并使用相应电压等级的绝缘用具。 ● 应使用二氧化碳、四氯化碳、1211、干粉灭火器。严禁用水或泡沫带电灭火。 ● 当电缆等设备着火时将会有毒气产生，灭火人员应站在上风位置，并戴上防毒面具。 ● 充油设备（变压器）着火时，应尽快打开本体底部放油阀放油。 ● 设备明火消除后，观察设备是否完全冷却，保证设备不会出现二次火灾。 ● 出现人员伤亡后，及时拨打120急救电话或送医院急救。 ● 及时清理事故现场，避免设备残渣造成环境污染。

7.电气作业风险

涉及活动、设备设施	风险	风险来源	控制措施
电工作业	误操作、触电	未执行两人检修工作要求	按照工作要求执行两人检修
		操作人员未进行安全教育培训	施工前要对施工单位进行安全教育，施工单位同时也要对施工人员进行施工教育
		人员无证作业	特种作业人员必须持证作业，保证证件在有效期内
		人员无证作业（无操作票作业）	人员持证作业（作业前首先办理操作票作业）

		未执行两人检修工作要求	按照工作要求执行两人检修
		操作人员未进行安全教育培训	施工前要对施工单位进行安全教育，施工单位同时也要对施工人员进行施工教育
		人员无证作业（无操作票作业）	人员持证作业（作业前首先办理操作票作业）
	触电	非电工作业	特种作业人员必须持证作业，保证证件在有效期内
		停（送）电未挂相应警示牌	停（送）电挂相应警示牌
		切换完毕未挂警示牌	切换完毕挂警示牌
	触电、人身伤害	未配备合格的电工工具及仪表	配备合格的电工工具及仪表
		拉完闸未验电	拉完闸后进行验电
		未到作业现场检查确认无送电障碍	到作业现场检查确认无送电障碍
		未配备合格的电工工具及仪表	配备合格的电工工具及仪表
	电弧灼伤	开关灭弧罩损坏或丢失	及时检查更换开关灭弧罩
		带负荷（合）拉闸	严禁带负荷（合）拉闸
		开关灭弧罩损坏或丢失	及时检查更换开关灭弧罩
		停电时操作顺序错误	停电时按照作业票操作顺序进行操作
	电弧灼伤、触电	送电操作顺序错误	送电时按照作业票操作顺序进行操作
		未确认变频器已经停止工作，上级变电所开关断开	确认变频器已经停止工作，上级变电所开关断开
		未检查指示仪表确认无电压	检查指示仪表确认无电压
	设备损坏	未检查仪表指示正确	检查仪表指示正确
		未通过可视窗确认刀闸是否在合位	通过可视窗确认刀闸是否在合位
		使用水冲洗	严禁使用水冲洗
未按规定要求定期清理		按规定要求定期清理	
隔离开关（刀闸）未合到位（触头过热）		隔离开关（刀闸）必须合到位，合闸后进行检查确认	
电工作业	人身伤害	未配备断电应急照明设施	配备断电应急照明设施，并保证完整好用
		未穿戴绝缘鞋、绝缘手套	操作前穿戴绝缘鞋、绝缘手套，
	生产中 断、触电	运行状态打开功率单元柜门	运行状态严禁打开功率单元柜门
停错回路		按照作业票操作顺序停回路	
清洁作业	火灾、爆炸	用轻质油、汽油擦洗设备及地面	严禁用轻质油、汽油擦洗设备及地面。

	机械伤害	做清理，未挂警示牌（绞伤）	对机泵进行清洁保养前应先停泵，并悬挂警示牌；严禁对运行中的泵进行清理、维修等操作。
	其他伤害	擦窗户未站稳（摔伤、划伤）	精力集中，抓稳扶牢。
		进入狭小空间做清洁（摔伤、磕碰伤）	在操作空间狭小处作业过程中要精力集中、注意观察、谨慎操作、防护措施及劳动保护穿带齐全，避免砸伤与磕碰伤。
	高空坠落	高处做清洁时，未采取防护措施	高处作业时应系好安全带；使用中的安全带及后备绳应挂在结实牢固的构件上并检查是否扣好。安全绳禁止挂在移动及带尖锐角不牢固的物件上，严禁低挂高用
交接班	静电	未正确劳保着装	按规定穿戴好劳动保护用品，防止服装、头发被泵搅绕发生机械绞伤和在易燃、易爆场所产生静电。
	人身伤害	磕碰	接班检查认真仔细，避免发生人体磕碰设备。



ANT TRAINING ACADEMY