

目 录

第一章 基础知识.....	4
第一节 基本概念.....	4
第二节 电气常用颜色.....	7
一、依导线颜色标志电路时.....	7
二、依电路选择导线颜色时.....	8
第二章 低压知识.....	9
第一节 低压电器标准及功能.....	9
一、低压电器的标准.....	10
二、几种低压电器的功能.....	10
第二节 低压电器结构.....	11
一、低压断路器.....	11
二、塑壳式断路器.....	13
第三章 高压知识.....	20
第一节 基本元器件.....	20
一、空气断路器.....	20
二、六氟化硫断路器.....	20
三、真空断路器.....	23
第二节 变电站综合自动化系统.....	28
一、概述.....	28
二、DCAP2002 运行环境.....	36
三、变电站站控层监控系统的特点及组网方案.....	36

四、出厂调试.....	38
第三节 高压电器操作术语.....	38
第四节 高压电器设备上工作的一般规定.....	40
一、变（配）电所的值班工作.....	40
二、高压设备的巡视.....	42
三、倒闸操作.....	42
四、“两火一地”供电系统的工作.....	43
第五节 高压开关设备反事故技术措施.....	43
一、基本措施.....	43
二、预防开关灭弧室烧损及爆炸.....	44
三、预防套管、支持瓷瓶及绝缘提升杆闪络及爆炸.....	45
四、预防开关拒分、拒合、误动等操作故障.....	46
五、预防直流操作电源故障引起的开关拒动及烧损事故.....	47
六、预防液压机构漏油及慢分事故.....	48
七、防止开关进水受潮.....	48
八、预防机械损伤.....	49
第四章 电动机.....	50
第一节 交流异步电动机.....	50
一、概述.....	50
二、安装前的准备及安装.....	52
三、调试.....	55
四、运行及维护.....	56
五、常见故障.....	58

六、电机温升说明.....	58
第二节 直流电机.....	59
一、概述.....	59
二、电机的起运、安装及校正.....	60
三、使用说明.....	61
四、维护说明.....	64
五、主要故障与排除措施.....	66
第五章 检修维护.....	68
第一节 低压电器常见故障及维修.....	68
一、触头的故障及维修.....	68
二、电磁机构的故障及维修.....	70
三、继电器常见故障的检修.....	71
第二节 三相电动机故障判断及维修.....	74
一、看.....	74
二、听.....	75
三、闻.....	76
四、摸.....	76
第三节 高压检修安全操作程序.....	76
第四节 配电变压器损坏原因及分析.....	78
一、雷击。.....	78
二、长期过负荷。.....	78
三、套管脏污导致套管闪络。.....	78
四、受潮。.....	79

五、缺油。	79
六、低压侧短路。	79
第五节 变频器维修常见故障现象及分析	79
一、过流 (OC)	79
二、过压 (OU)	79
三、欠压 (Uu)	80
四、过热 (OH)	80
五、输出不平衡	80
七、开关电源损坏	80
八、SC 故障	80
九、GF—接地故障	81
十、限流运行	81
第六章 电工安全操作规程	81
第七章 设备管理知识	85
第一节 设备管理的基本概述	85
第二节、设备管理的主要内容	87
一、设备的资产管理	87
二、设备的使用与维护	88
三、设备润滑的管理	88
四、设备故障管理和状态检查	89
五、设备诊断技术	90
六、设备的修理	90
七、设备维修的技术管理	91

八、备件管理.....	92
第三节、设备点检管理.....	95
一、设备的定义.....	95
二、设备点检的定义.....	95
三、设备定修的定义.....	95
四、设备定修的特征.....	96
五、设备定修按检修性质分类.....	98
六、设备管理在企业管理中的地位和作用.....	98
七、设备管理的一般概念.....	99
八、定修的分类.....	99
九、设备定修策略及优化检修.....	100
十、设备劣化的主要表现形式及其预防.....	101
第四节、推动状态检修工作.....	102
一、状态检修的几点问题.....	102
二、状态检修的应用.....	103
第五节、点检规程标准体系.....	104
第六节、《设备维修作业标准》内容.....	105
一、维修技术标准.....	105
二、维修四大标准.....	106
三、维修技术标准中的关键.....	106
第七节、设备点检人员的配置和岗位职责及标准.....	106
一、设备点检人员的配置和岗位职责.....	106
二、设备点检标准.....	107

三、点检计划表.....	108
四、点检标准.....	108
第八节、设备点检管理四大标准.....	115
一、维修技术标准.....	115
二、点检标准.....	116
三、给油脂标准.....	116
四、维修作业标准.....	117

第一章 基础知识

第一节 基本概念

- 电阻率---又叫电阻系数或叫比电阻。是衡量物质导电性能好坏的一个物理量 ,以字母 ρ 表示 ,单位为欧姆*毫米平方/米。在数值 上等于用那种物质做的长 1 米截面积为 1 平方毫米的导线 ,在温度 20C 时的电阻值 ,电阻率越大 ,导电性能越低。则物质的电阻率随温度而变化的物理量 ,其数值等于温度每升高 1C 时 ,电阻率的增加与原来的电阻电阻率的比值 ,通常以字母 α 表示 ,单位为 1/C。

- 电阻的温度系数----表示物质的电阻率随温度而变化的物理量，其数值等于温度每升高 1°C 时，电阻率的增加量与原来的电阻率的比值，通常以字母 α 表示，单位为 $1/^{\circ}\text{C}$ 。
- 电导----物体传导电流的本领叫做电导。在直流电路里，电导的数值就是电阻值的倒数，以字母 g 表示，单位为欧姆。
- 电导率----又叫电导系数，也是衡量物质导电性能好坏的一个物理量。大小在数值上是电阻率的倒数，以字母 γ 表示，单位为米/欧姆*毫米平方。
- 电动势----电路中因其他形式的能量转换为电能所引起的电位差，叫做电动势或者简称电势。用字母 E 表示，单位为伏特。
- 自感----当闭合回路中的电流发生变化时，则由这电流所产生的穿过回路本身磁通也发生变化，因此在回路中也将感应电动势，这现象称为自感现象，这种感应电动势叫自感电动势。
- 互感----如果有两只线圈互相靠近，则其中第一只线圈中电流所产生的磁通有一部分与第二只线圈相环链。当第一线圈中电流发生变化时，则其与第二只线圈环链的磁通也发生变化，在第二只线圈中产生感应电动势。这种现象叫做互感现象。
- 电感----自感与互感的统称。
- 感抗----交流电流过具有电感的电路时，电感有阻碍交流电流过的作用，这种作用叫做感抗，以 L_x 表示， $L_x = 2\pi fL$ 。
- 容抗----交流电流过具有电容的电路时，电容有阻碍交流电流过的作用，这种作用叫做容抗，以 C_x 表示， $C_x = 1/2\pi fC$ 。
- 脉动电流----大小随时间变化而方向不变的电流，叫做脉动电流。

- 振幅-----交变电流在一个周期内出现的最大值叫振幅。
- 平均值-----交变电流的平均值是指在某段时间内流过电路的总电荷与该段时间的比值。正弦量的平均值通常指正半周内的平均值,它与振幅值的关系:平均值=0.637*振幅值。
- 有效值-----在两个相同的电阻器件中,分别通过直流电和交流电,如果经过同一时间,它们发出的热量相等,那么就把此直流电的大小作为此交流电的有效值。正弦电流的有效值等于其最大值的 0.707 倍。
- 有功功率-----又叫平均功率。交流电的瞬时功率不是一个恒定值,功率在一个周期内的平均值叫做有功功率,它是指在电路中电阻部分所消耗的功率,以字母 P 表示,单位瓦特。
- 视在功率-----在具有电阻和电抗的电路内,电压与电流的乘积叫做视在功率,用字母 Ps 来表示,单位为瓦特。
- 无功功率-----在具有电感和电容的电路里,这些储能元件在半周期的时间里把电源能量变成磁场(或电场)的能量存起来,在另半周期的时间里对已存的磁场(或电场)能量送还给电源。它们只是与电源进行能量交换,并没有真正消耗能量。我们把与电源交换能量的速率的振幅值叫做无功功率。用字母 Q 表示,单位为乏。
- 功率因数-----在直流电路里,电压乘电流就是有功功率。但在交流电路里,电压乘电流是视在功率,而能起到作功的一部分功率(即有功功率)将小于视在功率。有功功率与视在功率之比叫做功率因数,以 $\cos \phi$ 表示。
- 相电压-----三相输电线(火线)与中性线间的电压叫相电压。

- 线电压----三相输电线各线 (火线) 间的电压叫线电压，线电压的大小为相电压的 1.73 倍。
- 相量----在电工学中，用以表示正弦量大小和相位的矢量叫相量，也叫做向量。
- 磁通----磁感应强度与垂直于磁场方向的面积的乘积叫做磁通，以字母 ϕ 表示，单位为麦克斯韦。
- 磁通密度----单位面积上所通过的磁通大小叫磁通密度，以字母 B 表示，磁通密度和磁场感应强度在数值上是相等的。
- 磁阻----与电阻的含义相仿，磁阻是表示磁路对磁通所起的阻碍作用，以符号 R_m 表示，单位为 1/亨。
- 导磁率----又称导磁系数，是衡量物质的导磁性能的一个系数，以字母 μ 表示，单位是亨/米。
- 磁滞----铁磁体在反复磁化的过程中，它的磁感应强度的变化总是滞后于它的磁场强度，这种现象叫磁滞。
- 磁滞回线----在磁场中，铁磁体的磁感应强度与磁场强度的关系可用曲线来表示，当磁化磁场作周期的变化时，铁磁体中的磁感应强度与磁场强度的关系是一条闭合线，这条闭合线叫做磁滞回线如图 1。
- 基本磁化曲线----铁磁体的磁滞回线的形状是与磁感应强度 (或磁场强度) 的最大值有关，在画磁滞回线时，如果对磁感应强度 (或磁场强度) 最大值取不同的数值，就得到一系列的磁滞回线，连接这些回线顶点的曲线叫基本磁化曲线。

- 磁滞损耗----放在交变磁场中的铁磁体，因磁滞现象而产生一些功率损耗，从而使铁磁体发热，这种损耗叫磁滞损耗。
- 击穿---绝缘物质在电场的作用下发生剧烈放电或导电的现象叫击穿。
- 介电常数---又叫介质常数，介电系数或电容率，它是表示绝缘能力特性的一个系数，以字母 ε 表示，单位为法/米。
- 电磁感应---当环链着某一导体的磁通发生变化时，导体内就出现电动势，这种现象叫电磁感应。
- 趋肤效应---又叫集肤效应，当高频电流通过导体时，电流将集中在导体表面流通，这种现象叫趋肤效应。

第二节 电气常用颜色

一、依导线颜色标志电路时

1、 黑色：装置和设备的内部布线。

2、 棕色：直流电路的正极。

2、 红色：三相电路和 C 相；

半导体三极管的集电极；

半导体二极管、整流二极管或可控硅管的阴极。

4、 黄色：三相电路的 A 相；

半导体三极管的基极；

可控硅管和双向可控硅管的控制极。

5、 绿色：三相电路的 B 相。

6、 蓝色：直流电路的负极；

半导体三极管的发射极；

半导体二极管、整流二极管或可控硅管的阳极。

7、淡蓝色：三相电路的零线或中性线；

直流电路的接地中线。

8、白色：双向可控硅管的主电极；

无指定用色的半导体电路。

9、黄和绿双色(每种色宽约 15~100 毫米交替贴接) ;安全用的接地线。

10、红、黑色并行：用双芯导线或双根绞线连接的交流电路。

二、依电路选择导线颜色时

1、交流三相电路的 A 相：黄色；

B 相：绿色；

C 相：红色；

零线或中性线，淡蓝色；

安全用的接地线：黄和绿双色。

2、用双芯导线或双根绞线连接的交流电路：红黑色并行。

3、直流电路的正极：棕色；

负极：蓝色；

接地中线：淡蓝色。

4、半导体电路的半导体三极管的集电极：红色；

基极：黄色；

发射极：蓝色。

半导体二极管和整流二极管的阳极：蓝色；

阴极：红色。

可控硅管的阳极：蓝色；

控制极：黄色；

阴极：红色。

双向可控硅管的控制极：黄色；

主电极：白色。

5、整个装置及设备的内部布线一般推荐：黑色；

半导体电路：白色；

有混淆时：容许选指定用色外的其它颜色(如：橙、紫、灰、绿蓝、玫瑰红等)。

6、具体标色时，在一根导线上，如遇有两种或两种以上的可标色，视该电路的特定情况，依电路中需要表示的某种含义进行定色。

第二章 低压知识

第一节 低压电器标准及功能

一、低压电器的标准

1、低压电器产品标准内容通常包括产品的用途、适用范围、环境条件、技术性能要求、试验项目和方法、包装运输的要求等，它是制造厂和用户和验收的依据。

2、按标准内容性质可分为基础标准、专业标准和产品标准三大类。

按批准标准内容性质的级别可分为：国家标准(GB)、部标准(JB)和

局批企业标准 (JB/DQ) 三级

二、几种低压电器的功能

1、 低压熔断器的主要功能

主要是实现低压配电系统短路保护，有的也能实现其过负荷保护。

2、 低压刀开关的主要功能

无负荷操作，作隔离开关使用。

3、 低压刀熔开关和负荷开关的主要功能

低压刀熔开关具有刀开关和熔断器的双重功能。负荷开关的主要功能能有效地通断负荷电流，能进行短路保护。

4、 低压断路器的主要功能

既能带负荷通断电路，又能在短路、过负荷和失压自动跳闸。

低压断路器是低压电力系统中的主要电器设备之一。低压断路器可在正常负荷下接通或断开电路，当电路发生短路故障或过载时，低压断路器可自动掉闸电路起到保护气线路和电气设备的作用，并可防止事故范围扩大。

低压断路器可用于低压配电装置中做总开关和支路开关，也可用于电动机不频繁的起动控制。

第二节 低压电器结构

一、 低压断路器

由脱扣器、触头系统、灭弧装置、传动机构、基架和外壳等部分组成。

1、 脱扣器

脱扣器是低压断路器中用来接受信号的元件。若线路中出现不正常情况或由操作人员或继电保护装置发出信号时，脱扣器会根据信号的情况通过传递元件使触头动作掉闸切断电路。低压断路器的脱扣器一般有过流脱扣器、热脱扣器、失压脱扣器、分励脱扣器等几种。

低压断路器投入运行时，操作手柄已经使主触头闭合，自由脱扣机构将主触头锁定在闭合位置，各类脱扣器进入运行状态。

(1) 电磁脱扣器

电磁脱扣器与被保护电路串联。线路中通过正常电流时，电磁铁产生的电磁力小于反作用力弹簧的拉力，衔铁不能被电磁铁吸动，断路器正常运行。当线路中出现短路故障时，电流超过正常电流的若干倍，电磁铁产生的电磁力大于反作用力弹簧的作用力，衔铁被电磁铁吸动通过传动机构推动自由脱扣机构释放主触头。主触头在分闸弹簧的作用下分开切断电路起到短路保护作用。

(2) 热脱扣器

热脱扣器与被保护电路串联。线路中通过正常电流时，发热元件发热使双金属片弯曲至一定程度(刚好接触到传动机构)并达到动态平衡状态，双金属片不再继续弯曲。若出现过载现象时，线路中电流增大，双金属片将继续弯曲，通过传动机构推动自由脱扣机构释放主触头，主触头在分闸弹簧的作用下分开，切断电路起到过载保护的作用。

(3) 失压脱扣器

失压脱扣器并联在断路器的电源侧，可起到欠压及零压保护的作用。电源电压正常时扳动操作手柄，断路器的常开辅助触头闭合，电磁铁得电，衔

铁被电磁铁吸住，自由脱扣机构才能将主触头锁定在合闸位置，断路器投入运行。当电源侧停电或电源电压过低时，电磁铁所产生的电磁力不足以克服反作用力弹簧的拉力，衔铁被向上拉，通过传动机构推动自由脱扣机构使断路器掉闸，起到欠压及零压保护作用。

电源电压为额定电压的75%~105%时，失压脱扣器保证吸合，使断路器顺利合闸。当电源电压低于额定电压的40%时，失压脱扣器保证脱开使断路器掉闸分断。一般还可串联在失压脱扣器电磁线圈回路中的常闭按钮做分闸操作。

(4) 分励脱扣器

分励脱扣器用于远距离操作低压断路器分闸控制。它的电磁线圈并联在低压断路器的电源侧。需要进行分闸操作时，按动常开按钮使分励脱扣器的电磁铁得电吸动衔铁，通过传动机构推动自由脱扣机构，使低压断路器掉闸。在一台低压断路器上同时装有两种或两种以上脱扣器时，则称这台低压断路器装有复式脱扣器。

2、触头系统

低压断路器的主触头在正常情况下可以接通分断负荷电流，在故障情况下还必须可靠分断故障电流。主触头有单断口指式触头、双断口桥式触头、插入式触头等几种形式。主触头的动、静触头的接触处焊有银基合金触点，其接触电阻小，可以长时间通过较大的负荷电流。

在容量较大的低压断路器中，还常将指式触头做成两挡或三挡，形成主触头、副触头和弧触头并联的形式。两接触头的结构示意图如图2所示，分为弧触头和主触头。弧触头用耐弧金属材料制成，主触头和弧触头在断路器

分、合闸时有不同的作用和操作次序。开关合闸时，弧触头承担合闸的电磨损；开关分闸时，弧触头承担电路分断时的强电弧，起保护主触头的作用；主触头承担长期通过负荷电流的任务。所以在合闸时弧触头先闭合、主触头后闭合；分闸时主触头先断开、弧触头后断开(如图2 所示)。

大容量的断路器中为了更好地保护主触头又增设了副触头，即为三接触头，合闸时的动作顺序为主触头先闭合，然后副触头闭合，最后弧触头闭合；分闸时的操作顺序为弧触头先分断，然后副触头分断，最后主触头分断。

3、灭弧装置

低压断路器中的灭弧装置一般为栅片式灭罩，灭弧室的绝缘壁一般用钢板纸压制或用陶土烧制。

二、塑壳式断路器

塑壳式断路器具有过载长延时、短路瞬动的二段保护功能，还可以与漏电器、测量、电操等模块单元配合使用。在低压配电系统中，常用它做终端开关或支路开关，取代了过去常用的熔断器和闸刀开关。

现在的配电系统要求断路器除了能通断电流实现电路控制和简单的短路、过载保护外，还要能提供隔离和安全保护功能，特别是在针对人身、设备安全与配电系统的可靠性方面都提出了新的要求。因此，产品的开发设计与选购也都重点考虑以下3 个方面：

- 人身安全；
- 电气线路与设备的保护；
- 可靠的、不间断的电力供应。

1、塑壳式断路器的主要特性

(1) 额定极限短路分断能力 I_{cu}

断路器的分断能力指标有两种：额定极限短路分断能力 I_{cu} 和额定运行短路分断能力 I_{cs} 。 I_{cs} 作为一个特性参数，并非只简单考虑断路器的分断能力，而是作为一种分断指标，即分断几次短路故障后，还能保证其正常工作。对塑壳式断路器而言，应有足够的 I_{cu} ，能够分断短路电流使开关跳闸。按规定塑壳式断路器的 I_{cs} 只要大于25% I_{cu} 就算合格。而目前市场上断路器的 I_{cs} 大多数在(50%—75%) I_{cu} 之间，所以对供电要求不高的配电系统，只须考虑 I_{cu} 。

(2) 限流分断能力

限流分断能力是指断路器短路跳闸时限制故障电流的能力。断路器发生短路时、触头快速打开产生电弧，相当于在线路中串入1个迅速增加的电弧电阻，从而限制了故障电流的增加。断路器断开时间越少， I_{cs} 就越接近 I_{cu} ，限流效果就越好，也可大大降低短路电流引起的电磁效应、电动效应和热效应对断路器和用电设备的不良影响，延长断路器的使用寿命。

(3) 短路保护

短路保护就是短路瞬时跳闸。要注意在负荷变化后及时调整保护的整定值，防止整定值过小频繁跳闸影响供电质量，或整定值过大使线路和设备得不到有效保护。

(4) 过载延时保护

过载延时保护是指负荷电流超过设备的限定范围有烧毁设备的危险，保护装置能在一定时间内切断电源。过载有个热量积累的过程，保护动作不

需要过于迅速。对于短时过电流，保护不应该动作。

(5) 隔离功能

隔离功能就是要求断路器断开后的泄漏电流不致对人身和设备产生危害。多次短路跳闸后开关性能下降，泄漏电流会增大。对人体而言30mA 以下为安全漏电电流，而在恶劣的环境中，超过300mA 的泄漏电流持续2 小时以上，就可能使绝缘损坏发生相地短路进而引发火灾。

(6) 漏电保护

漏电器有热磁式和电子式2 种，相比而言电子式漏电器具有体积小、精度高、灵敏度高的优点，但其抗干扰能力较差。目前电子式漏电保护器占据主流，当漏电电流达到整定值时，执行电路接收零序电流互感器二次侧的感应电压信号，驱动转换触点输出漏电保护信号，使脱扣器动作切断电源。

一般终端开关的整定漏电脱扣电流为30mA、上一级支路开关的整定值为300mA。起火危险性大的电弧性短路难以被短路保护有效切断，而漏电器可以可靠的断开接地故障，防止人身触电和相地短路故障的发生。

2、塑壳式断路器标准与认证

(1) 标准有：IEC 标准和相对应的中国低压电器基本标准GB。目前我国低压电器产品标准正朝等效采用及等同采用IEC 标准方向靠拢。

(2) 质量体系认证有：ISO 国际质量体系认证、船级社ISO 质量体系认证。船级社认证对电器产品可靠性、防潮、抗振动等有极其严格的要求，只有通过该认证的产品才可以船用。

(3) 安全认证是按区域划分的，影响较大的有：美国UL 认证、长城CCEE 认证、欧洲联盟CE 认证。凡是在中国境内销售的产品必须通过长城认证。

3、 选购指南

(1) 首先根据具体使用条件选择类别，再按电路的额定电流及对保护的要求来确定具体参数。当额定电流在630A 以下，短路电流不大大，首选塑壳式断路器。额定电流比较大，可以选用框架式断路器(ACB)，当然也可以用那些性能好的塑壳式断路器代替。对短路电流特别大的支路要注意断路器的限流能力能否满足要求。有漏电保护要求时，断路器须有此功能。

(2) 断路器的类型、参数确定后，性价比就成了我们在众多产品中进行取舍的关键因素。在能满足基本使用要求的条件下，断路器要安全可靠，最好具有一定的扩展性，比如能通过调整来适应未来负荷在一定范围内的变化、加装模块单元实现功能扩充等。

4、 运行中断路器误跳闸故障的分析、判断和处理

若系统无短路或直接接地现象，继电保护未动作，断路器自动跳闸称断路器“误跳”。对“误跳”的分析、判断与处理一般分以下三步进行。

(1) 根据事故现象的以下特征，可判定为“误跳”。

- ① 在跳闸前表计、信号指示正常，表示系统无短路故障。
- ② 跳闸后，绿灯连续闪光，红灯熄灭，该断路器回路的电流表及有功、无功表指示为零。

(2) 查明原因，分别处理。

- ① 若由于人员误碰、误操作，或受机械外力振动，保护盘受外力振动引起自动脱扣的“误跳”，应排除开关故障原因，立即送电。
- ② 对其他电气或机械部分故障，无法立即恢复送电的则应联系调度及有关领导将“误跳”断路器停用，转为检修处理。

(3) 对“误跳”断路器分别进行电气和机械方面故障的检查、分析。

① 电气方面故障原因有：

- 保护误动或整定位不当，或电流、电压互感器回路故障；
- 二次回路绝缘不良，直流系统发生两点接地（跳闸回路发生两点接地）。

② 机械方面故障原因有：

- 合闸维持支架和分闸锁扣维持不住，造成跳闸；
- 液压机械a 分闸一级阀和逆止阀处密封不良、渗漏时，本应由合闸保持孔供油到二级阀上端以维持断参器在合闸位置，但当漏的油量超过补充油量时，在二级阀上下两端造成压强不同。当二级阀上部的压力小于下部的压力时，二级阀会自动返回，而二级阀返回会使工作缸合闸腔内高压油泄掉，从而使断路器跳闸。

(4) 在隔离开关与断路器之间之所以要装联锁装置，要防止在断路器未切断电源以前就去拉隔离开关。联锁装置有机械联锁和电气联锁两种类型。工作原理是：

① 机械联锁装置一般使用钢丝绳或者杠杆机构，以机械位置的变动(也可采用多功能程序锁)来保证在断路器切断电源以前，隔离开关的操作把手不能动作。

② 电气联锁装置电气联锁一般有两种联锁方式，一种是通过操作机构上的联动辅助接点(常开或常闭)去控制隔离开关的把手。当断路器未断开时，隔离开关操作把手不能动作。另一种电气联锁是利用距离开关操作机构上的联动辅助接点(常开或常闭)去控制断路器。当拉动隔离开关的把手时，联

动辅助接点(常开或常闭)使断路器动作以切断电路,从而可防止带负荷拉动距离开关的事故。

5、漏电断路器

(1) 漏电断路器上方的接线端作为电源的进线通常叫做电源端,下方的接线端通常作为负载的连接叫做负载端。那么能不能把电源接在负载端,而把负载接在电源端呢?不行。因为在我国现阶段,触电保护领域使用最广泛的就是电子式漏电断路器,由于电子式漏电断路器的脱扣线圈只有在得到动作信号的时候瞬时带电,当漏电断路器分断电路后脱扣线圈即刻断电。如果把漏电断路器上进线和下进线接反,造成漏电断路器动作后,电压依然加在脱扣线圈上,就会烧毁线圈,使整个漏电断路器丧失漏电保护功能。

(2) 漏电开关分为两大类,一类是漏电保护功能和过电流保护功能相结合的产品,另一类是仅有漏电保护功能的产品。前者在设计和制造中已经考虑短路保护,具有高分断能力,能分断短路电流,而且如线路中发生漏电,能够正常切断电源起到保护作用;后者只能在线路产生漏电时切断正常负荷电流,本身没有过电流保护功能,因此通常要与熔断器配合使用,由熔断器切断短路电流。如果选用后一种产品,而没有加装熔断器,结果线路短路时漏电开关不能分断,电器设备会被烧毁。

(3) 不能并联使用。因为每次流过的电流不可能相等,这就会产生电流差,使通过零序电流互感器的电流不再平衡,导致漏电断路器动作。如果两个断路器仅一个漏电断路器动作,那么全部电流流至另一个漏电断路器上,若这一个漏电断路器不带过载保护,就会发生烧毁现象。

(4) 动作电流越小的漏电断路器是不是越好呢?要视具体情况而定。我们不

能将漏电动作电流选得太大(不能起有效保护),又不能选得太小(经常动作切断电源,影响正常使用)。对于触电危险性高的场合,应选用高灵敏度、快速型漏电保护装置(漏电动作电流不宜超过10mA)。对于其他场所,应视其工作场所危险性的大小,安装漏电动作电流为10mA~30mA的快速型漏电保护装置。选择漏电动作电流还应考虑误动作的可能性。漏电断路器应能避开线路不平衡的泄漏电流而不动作,还应能在安装位置可能出现的电磁干扰下不误动作。选择漏电动作电流还应考虑漏电断路器制造的实际情况。

(5) 断路器是好的,使用电器时为何老跳闸?这主要要考虑到常见的几个因素:

- ① 电器设备是不是无线电高频发生源,对于电子式漏电断路器,会在零序电流互感器中感应出电信号,使开关动作。
- ② 漏电断路器负载侧的开关电器合闸不同步引起。不同步合闸时,首先合闸的一相可能产生足够大的泄漏电流,使开关动作。
- ③ 是不是由于工作零线与保护零线共用且保护零线由断路器的负载侧的零线引出而引起的。漏电断路器的负载侧的零线接地,会使正常的工作电流直接通过保护零线接地而不经过工作零线,使开关漏电保护动作。

(6) 为什么漏电断路器使用不久就发生拒动作?首先是漏电动作电流选择不当,断路器动作电流选择过大或整定过大都将造成断路器拒动作。其次是产品质量低劣,互感器二次回路断路等质量缺陷可造成断路器拒动作。最后还应看一下是不是安装接线的错误。

第三章 高压知识

第一节 基本元器件

断路器是高压开关中最重要和结构比较复杂的一种。断路器按照灭弧原理不同，可分为油断路器、气吹断路器和真空断路器等。

气吹断路器又可分为空气断路器和六氟化硫断路器，采用气体灭弧，所以不存在变压器油的火灾危险性。

一、空气断路器

空气断路器是利用高压空气灭弧的一种断路器，压缩空气压力可分为1.0、2.0、2.5MP等，造价为油断路器的1.5~2倍，而且要有压缩空气设备。所以，空气断路器主要用于电压较高和技术性能要求较高的地方。

二、六氟化硫断路器

六氟化硫断路器运用六氟化硫气体灭弧。六氟化硫为惰性气体，其灭弧能力比空气高几十倍，但要求断路器的结构严密不漏，并需使用SF₆的各种设备。

1、SF₆ 断路器优缺点的分析

SF₆ 断路器，是用SF₆ 气体作为来弧和绝缘介质的断路器。它与空气断路器同属于气吹断路器，不同之处在于：

- 工作气压较低；
- 在吹弧过程中，气体不排向大气，而在封闭系统中循环使用。

(1) SF₆ 的优点

SF₆ 的分子和自由电子有非常好的混合性。当电子和SF₆ 分子接触时几乎100%的混合而组成重的负离子，这种性能对剩余弧柱的消电离及灭

弧有极大的使用价值。即SF₆ 具有很好的负电性，它的分子能迅速捕捉自由电子而形成负离子。这些负离子的导电作用十分迟缓，从而加速了电弧间隙介质强度的恢复率，因此有很好的灭弧性能。在 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 气压下，SF₆ 的灭弧性能是空气的100 倍，并且灭弧后不变质，可重复使用。SF₆ 气体优良的绝缘和灭弧性能，使SF₆ 断路器具有如下优点：

开断能力强，断口电压使之做得较高，允许连续开断次数较多，适用于频繁操作，噪音小，无火灾危险，机电磨损小等，是一种性能优异的"无维修"断路器。常用的SF₆ 断路器有LN1-35 型、HB36 型两种。

(2) SF₆ 的缺点

- ① 纯净的SF₆ 气体是良好的灭弧介质，若用于频繁操作的低压电器中，由于频繁操作的电弧作用，金属蒸汽与SF₆ 气体分解物起反应，结合而生成绝缘性很好的细粉末(氢氟酸盐、硫酸盐等)，沉积在触头表面，并严重腐蚀触头材料，从而接触电阻急剧增加，使充有SF₆ 气体的密封触头不能可靠地工作。因此对于频繁操作的低压电器不适宜用SF₆ 作灭弧介质。
- ② 因为SF₆ 气体在放电时的高温下会分解出有腐蚀性的气体，对铝合金有严重的腐蚀作用，对酚醛树脂层压材料、瓷绝缘也有损害。若把SF₆ 和N₂ 混合使用，当SF₆ 含量超过20%~30%时，其绝缘强度已和全充SF₆ 时绝缘强度相同，而腐蚀性又大大减少，因此SF₆ 常混合N₂ 使用，在SF₆ 断路器中，SF₆ 气体的含水量必须严格规定不能超过标准。水会与电弧分解物中的SF₄ 产生氢氟酸($\text{H}_2\text{O} + \text{SF}_4 \rightarrow \text{SOF}_2 + 2\text{HF}$)而腐蚀材料。当水分含量达到饱和时，还

会在绝缘件表面凝露，使绝缘强度显著降低，甚至引起沿面放电。

- ③ 运行经验及上述论析都表明：SF₆ 断路器由于绝缘结构体积较小，若SF₆ 气体的含水量较高，则将使绝缘水平大大下降，接触电阻急剧增加，在运行中易发生损坏或爆炸事故。因此，各制造厂及运行部门都要求有严格的密封工艺，同时规定SF₆ 气体的含水量不得超过标准。我国的标准是SF₆ 气体的含水量应小于300ppm(容积比)。
- ④ SF₆ 断路器以SF₆ 气体为灭弧介质。在正常情况下，SF₆ 是一种不燃、无臭、无毒的惰性气体，密度约有空气的2 倍。但SF₆ 气体在电弧作用下，小部分会被分解，生成一些有毒的低氟化物，如SOF₂、SF₄、SOF₄ 和SO₂F₂ 等，对人体健康有影响，对金属部件也有腐蚀和劣化作用。因此，在SF₆ 断路器中，一般均装有吸附装置，吸附剂为活性氧化铝、活性碳和分子筛等。吸附装置可完全吸附SF₄ 气体在电弧的高温下分解生成的毒质。

2、SF₆ 断路器的检修

- (1) SF₆ 断路器在检修前，应先将断路器分闸，切断操作电源，释放操作机构的能量，用SF₆ 气体回收装置将断路器内的气体回收，残存气体必须用真空泵抽出，使断路器内真空度低于133.33Pa。
- (2) 断路器内充入合适压力的高纯度的氮气(纯度在99.99%以上)，然后放空，反复两次，以尽量减少内部残留的SF₆ 气体及其生物。
- (3) 解体检修时，环境的空气相对湿度不得大于80%，工作场所应干燥、清洁，并应加强通风；检修人员应穿尼龙工作衣帽，戴防毒口罩、风镜，使用乳胶薄膜手套；工作场所严禁吸烟工作间隙应清洗手如面部，重视个人卫生。

(4) 断路器解体中发现容器内有白色粉末状的分解物时，应用吸尘或柔软卫生纸拭净，并收集在密封的容器中深埋，以防扩散。切不可用压缩空气吹或用其他使粉末飞扬的方法清除。

(5) 断路器的金属部件可用清洗剂或汽油清洗。绝缘件应用无水酒精或丙酮清洗。密封件不能用汽油或氯仿清洗。一般应全部换用新的。

(6) 与SF₆ 气体接触的零部件及密封圈可涂一薄层HL#8 或HL#10 聚四氟乙烯润滑脂。密封圈外侧法兰面应涂中性凡士林或#2 防冻脂。引进的国外产品应根据使用说明书的要求选用适当油脂。法兰拼合缝隙及法兰连接螺丝等处应涂703密封胶密封。

(7) 断路器容器内的吸附剂应在解体检修时更换，换下的吸附剂应妥善处理防止污染扩散。新换上的吸附剂应先在200～300℃的烘箱中烘烤处理12小时以上，待自然冷却后立即装入断路器，要尽量减少在空气中的暴露时间。吸附剂的装入量为充入断路器的SF₆ 气体质量的1/10。

(8) 断路器解体后如不及时装复，应将绝缘件放置在烘箱或烘间内以保持干燥。

三、真空断路器

真空断路器的静触头和动触头均放置在真空的玻璃泡中，因而熄弧快，触头不致氧化，适合于频繁操作，也没有变压器油的火灾危险性。但由于真空度要求为10⁻⁴ mmHg 以上，所以密封比较困难，主要用于操作频繁的配电系统上。

1、户内真空断路器的应用与维护

真空断路器具有结构紧凑、体积小、重量轻、寿命长、维护量小、防燃、防

爆和适于频繁操作等优点，目前在中压开关特别是10 kV 户内产品中占绝对优势。国内产品的机械寿命和可靠性还比较低。目前还存在型号繁杂，生产企业众多，生产水平参差不齐，不少厂家规模过小、装备水平低、管理不善、产品质量分散性大、不够稳定等问题。

2、真空断路器应用中存在的技术问题操作过电压

真空断路器在操作时往往会产生较高的截流过电压和电弧重燃过电压，在运行管理中，需从技术上防止和抑制过电压，如适当加大触头开距，以抑制电弧重燃过电压，装设性能较好的金属氧化物避雷器或阻容保护装置进行预防等。

3、真空灭弧室的漏气问题

随着真空灭弧室使用时间的增长和开断次数增多，以及受外界因素的作用，其真空度会逐步下降，影响它的开断能力和耐压水平。目前，普遍使用纵向磁场灭弧原理和铜铬触头材料，以减少触头烧损，提高电气寿命。但如果导电杆同心度调整不当，将影响真空灭弧室的封接强度，导致漏气。为了保证同心度的调整，合理的选择使用和储存环境，是解决真空灭弧室漏气问题的重要措施。

4、合闸弹跳

在断路器合闸时，触头刚接触直至触头稳定接触瞬间为止的时间称为合闸弹跳时间，实践及理论分析均表明，它是影响灭弧室电寿命的重要因素。但由于其远小于合闸过程中电弧燃烧时间，一定范围内的弹跳最主要的危害是加速触头的磨损，导致灭弧室电寿命的缩短。合闸弹跳是由于动静触头的非弹性碰撞引起的，弹跳值大小与诸多因素有关，如触头弹簧的弹力、合

闸速度、开距、触头材料、安装、调试质量、零部件的加工精度等等。

5、温升

真空断路器的回路电阻是产生温升的主要热源，而灭弧室的回路电阻通常要占回路电阻的50%以上。触头与外壳之间的真空形成了热绝缘，因而产生的热量只能通过动、静导电杆向外部散热。真空灭弧室静端直接与静支架相连，动端则通过导电夹、软连接与动支架相连。因动端连接环节较多，导热路径较长，所以温升的最高点多集中于动导电杆与导电夹搭接部位。在实际应用中，应结合过载能力差的特点，严格控制负荷电流，使其低于额定电流。

6、真空断路器的维护

(1) 重视机械参数的调整。操动机构在真空断路器机械结构中是最为复杂、精度要求最高的部分，机械参数的合理配置，直接关系到真空断路器的技术性能和机械寿命。因此，要认真做好机械参数的调试工作，严格机械参数指标要求，规范备品备件管理和储存，保证备品备件的技术性能指标和质量的一致性、通用性和可靠性。

(2) 严格控制真空断路器的合、分闸速度，按照产品说明书的要求进行调节。合闸速度过低时，会由于预击穿时间加长，而增大触头的磨损量。又由于真空灭弧室一般采用铜焊工艺，并且经高温下去气处理，机械强度不高，耐振性差。如果合闸速度过高会造成较大的振动，对波纹管产生较大的冲击，降低波纹管寿命。对一定结构的真空断路器有着最佳合闸速度。

(3) 真空断路器断路时的燃弧时间短，其最大燃弧时间不超过1.5个工频半波，并要求电流第一次过零时，灭弧室要有足够的绝缘强度，通常希望断路时在工频半波内触头的行程达到全行程的50%~80%，因此，需要严格控

制开关的分闸速度。要求真空断路器的分闸缓冲器与合闸缓冲器有较好的特性，尽量减轻冲击力，以保护真空灭弧室的使用寿命。

(4) 严格控制触头行程和超程。要严格按照产品安装说明书要求进行调整。在大修后一定要进行测试，并且与出厂记录进行比较。不能误以为开距大对灭弧有利，而随意增加真空断路器的触头行程。否则会使得断路器合闸在波纹管产生过大的应力，引起波纹管损坏，破坏灭弧室密封，从而造成漏气。超行程的减少，就是触头的磨损量。因此，每次调整超过行程时必须进行记录，当触头磨损量累计超过4 mm 时，应更换灭弧室。当触头磨损使动、静触头接触不良时，通过回路电阻的测试也可以发现问题。应仔细检查触头弹簧，不应有变形损伤现象。

(5) 定期检查灭弧室的真空度。定期进行工频耐压试验(42 kV)。根据“电力设备预防性试验规程”的规定，结合本单位的实际情况，制定真空断路器的工频耐压试验周期。经验证明灭弧室由于工艺的缺欠致使超出自然泄漏率的现象一般发生在使用第1~2 年，因而在开始运行头两年根据变电所的具体情况多加监视，最好在真空断路器投运后0.5 年、1 年、1.5 年、2 年进行一次工频耐压试验，2 年后根据运行情况再决定一年一次还是一年两次。目前，由于现场不拆卸测试真空度的仪器尚不够完善，工频耐压还是检测真空度较为有效的方法。

有条件时，可选用真空度现场测试仪，在不拆卸真空灭弧室的情况下检测真空灭弧室的真空度。在进行工频耐压试验的同时配合进行真空度检测，作为辅助手段。目前市场上已有几种不同型号的真空度现场测试仪供用户选用。

(6) 合理安排真空断路器的检修周期。结合季节(年度)性预防性试验对真空灭弧室断口采用工频耐压方法检验真空度。

在正常操作(合、分负荷电流)次数达到2000次,开断额定电流10次后应检查各部位的螺栓有无松动。检查方法和要求按真空断路器的维修检查要求进行,若符合规定的技术参数,可继续使用。

(7) 注意安装和维修。真空灭弧室允许储存期限为15~20年,因此,备品不宜过多,存放和使用环境中应无化学腐蚀性气体存在。调试触头开距时,应控制波纹管的压缩量,防止波纹管发生塑性变形,分闸缓冲器的回弹不应过大,过大会影响波纹管的寿命。装调时如果发现螺纹配合不良,应查明原因后再处理,不要用很大力气拧动真空灭弧室,防止波纹管受到损伤。二次回路的接线、辅助开关的接触应完好,以免影响断路器动作的可靠性。

(8) 检查测量每相主导电回路的电阻值。触头接触电阻与触头间的压力有关,在一定范围内,压力越大,接触电阻越小越稳定。一般真空断路器每相的接触电阻不要大于80 mΩ。检查传动部分的润滑情况和紧固螺栓有无松动,保持清洁,按机械说明书进行各项操作。注意保护真空灭弧室不受任何外力碰撞。

(9) 严格进行交接验收。安装完毕或大修理后,必须进行有关参数的测试和复核。

主要复测的参数有:合闸弹跳,分闸同期,开距,压缩行程,合、分闸速度,合、分闸时间,直流接触电阻,断口绝缘水平,传动验收试验等,均应满足真空断路器的要求。

第二节 变电站综合自动化系统

一、概述

清华紫光 DCAP-3000 系列监控保护装置是国内率先推出的集测量、控制、保护及通讯功能为一体的分散式数字保护系列产品之一。分散式监控保护装置的突出特点是保护装置可以安装在一次开关设备上或开关设备旁，并通过双绞线将保护装置与主控制室的后台主机相联，从而构成综合自动化系统。监控保护装置就地安装不仅能减少变电站的建筑面积和节省大量的二次电缆，从而节省投资，还能减少变电站安装、调试及维护的工作量并提高系统的可靠性。

1、 监控保护单元包括如下型号：

- DCAP-3090 综合数字测控单元
- DCAP-3093PT 测量及切换单元
- DCAP-3110 线路成套保护单元（不接地系统，距离保护）
- DCAP-3112 高压线路成套保护单元（接地系统，距离保护）
- DCAP-3111 线路成套保护单元（短线路光纤纵差保护）
- DCAP-3115 平行双回线路横联差动保护单元
- DCAP-3210 直流牵引监控保护单元
- DCAP-3511/3514/3518 微机自动准同期单元
- DCAP-3621 微机自动消谐装置
- SM-1000 系列低压计量装置

2、 DCAP-3000 系列保护测控装置的显著特点

- 统一的硬件结构，保护装置硬件可通用互换
- 监控保护采用双冗余的 CPU 结构
- 输入输出点多且灵活定义，输入可独立设置 4 路联跳功能
- 各种保护及监控功能全面，各种附加功能不设选件
- 兼容性和合理性设计
- 灵活性设计

(1) 统一的硬件结构，保护装置硬可通用互换

- ① 便于学习和掌握;
- ② 便于工厂试验和现场调试
- ③ 减少用户备品/备件开支，节约用户流动资金
- ④ 便于售后服务
- ⑤ 便于组织生产、能满足紧促的交货期

(2) 输入输出点多且灵活定义，输入可独立设置 4 路联跳功能

- ① 14 路模拟量输入 (同类产品一般 10 路)
- ② 12 路开关量输入 (同类产品一般 4~8) , 开入量灵活定义。开入量采用 DC220V 压遥信，有效防止开入量的误遥信。
- ③ 9 路独立的开关量输出 (同类产品一般 6 路) , 开出量灵活定义。
- ④ 4 路独立的工艺联跳方程，可灵活地完成各种工艺联锁跳闸及合

闸功能 (同类产品一般无此功能) 。

⑤ 一路独立测温 (4 ~ 20mA 温度信号)。

(3) 保护及监控功能全面 , 各种附加功能不设选件

① 谐波分析功能 (分析基波到 13 次谐波含量)

② 故障录波功能 (可设定 , 最大可设 1000 周波)

③ 备用电源自投 (BZT) 功能 (与母联保护共用一个装置)

④ 低周减载功能

⑤ 多次重合闸及不对位重合闸

⑥ 小电流接地选线功能 (五次谐波原理)

⑦ 测温 (显示温度或其它直流量的实际值)

⑧ 各种报警功能(如 : CT 断线、PT 断线、控制回路断线等)

(4) 兼容性和合理性设计

① 现在产品和过去产品兼容

② 将来产品和现在产品兼容

③ 装置级软件在线升级

④ 母联监控保护与 BZT 共用一套装置 (比同类产品节约 1 个装置)

⑤ 2 段母线 PT 测量和 PT 切换共用一套装置 (比同类产品节约 1 个装置)

(5) 灵活性设计

- ① 跳闸表设计
- ② 联锁跳闸设计
- ③ 精度软件校准
- ④ 开入量的灵活定义
- ⑤ 功能菜单的密码管理

3、DCAP-3000 系列硬件组成

(1) 机箱

(2) 面板

(3) 四块插件

- ① 电源插件 (POWER 插件)
- ② 继电器插件 (I/O 插件)
- ③ CPU 插件
- ④ CT/PT 插件

● 面板

面板由三部分组成：

位于右上方的大液晶显示窗口；

位于面板下方的操作键盘；

位于左边的信号灯。

● 电源插件

输入电压：

DC 220V $\pm$ 30% (DC 110V $\pm$ 30%, AC 110V/220V $\pm$ 30%由用户订购)。

输出电压：

+5V/5A , $\pm$ 12V/0.8A , 24V/1A , 供给 CPU 插件和 I/O 插件电源。

- I/O 插件

9 路继电器无源接点输出

防跳继电器和合闸保持继电器构成的开关操作回路,

I/O 插件通过出口继电器实现与外部电路的隔离。

- CPU 插件

CPU 插件的双 CPU 系统设计模式，大大增强了软件的冗余度

CPU 插件是整个单元箱的核心，它包括 14 个模拟量输入，12 个开关量输入，9 个继电器输出驱动，屏幕显示，4 个按键和一路光电隔离的通信接口。板内有两个高速 16 位 CPU 芯片及切换器件。

- CT/PT 插件

CT/PT 插件上安装小电流互感器和小电压互感器。电流互感器采用穿孔的安装方式能有效避免断线故障，实现了强电和弱电的隔离。

4、 保护测控装置的抗干扰措施

(1) 干扰三要素：

干扰源、干扰途径、干扰对象

干扰源：

谐波干扰、雷电干扰、交变磁场干扰，通讯干扰等。

干扰途径：

辐射形干扰、传导形干扰

干扰对象：

电子元件、芯片

抗干扰措施：

保护测控装置机箱采用全密封金属屏蔽；

有效的光电隔离；

后插式结构，装置内强弱电隔离；

多重软件滤波；

四层电路板工艺；

提高遥信电压：DC220V。

(6) 主要功能

- ① 测量控制功能
- ② 自测试自校正自诊断功能
- ③ 继电保护功能

5、测量控制部分

(1) 交流输入：

直接输入 PT 二次电压(100V)，零序电压，CT 二次电流(5A/1A)，零序电流。

电气测量：

三相电流、电压、零序电流、零序电压、有功功率、无功功率、功率因数、频率、有功电度、无功电度。

事故记录：

直接记录外部 9 个开关状态事件的时间及顺序,并可对脉冲记数。

谐波分析：

可分析所测的 PT、CT 回路 1-13 次谐波成份。

接地指示：

在有主机连网的情况下可检测出接地故障线路。

故障录波：

可对 14 个模拟量启动录波，录波时间可调整

显示与设置：

可以通过面板四个按键或主机任意显示所有参数，设置所有定值。

控制输出：

共 9 路独立继电器无源接点输出。

开关操作：

I/O 板内具有一路断路器操作回路，并设有电气防跳继电器和合闸保持继电器。

远程通讯：

光纤接口(接口为塑料光纤)或 RS-485 接口,电气回路光电隔离,不加中继可传输 1.2km,直接与 PC 机通讯。在 2km 以内可采用多模光纤通讯,2km 以上可采用单模光纤通讯

远方定值修改,远方信号复归。

自测试自校正自诊断功能

- ① 主要元器件自动测试
- ② 通讯网络的自测试、自维护、自诊断功能
- ③ PT、CT 断线报警
- ④ 控制回路断线报警

第二节 DCAP-3000 线路监控保护单元

一、装置使用说明

- 1、交流电压输入回路
- 2、交流电流输入回路
- 3、直流电源输入回路
- 4、开关量输入(遥信)回路
- 5、开关量输出(遥控)回路
- 6、断路器操作回路
- 7、通讯接口

二、DCAP2002 运行环境

1、 硬件环境

- (1) CPU：PII300 以上，最好 PIII 800 以上
- (2) 内存：大于等于 64M，推荐 128M
- (3) 硬盘：不小于 2G
- (4) 显存：4M 以上
- (5) 声卡：16 位以上
- (6) 软驱：1.44M
- (7) 光驱：50X
- (8) 网卡：10M/100M
- (9) 显示器：高分辨率，1024×768 以上

2、 软件环境

- (1) Microsoft Windows2000 操作系统
- (2) Microsoft SQL Server 7.0 数据库
- (3) Microsoft Excel

三、变电站站控层监控系统的特点及组网方案

1、 站控层后台监控系统完成“五遥”功能即：遥测、遥信、遥控、遥调及遥脉。

2、 站控层后台监控系统提供了强大的图形界面和网络通讯工具。

3、站控层后台监控系统负责监控本站内监控保护单元及第三

方设备，并负责与上级自动化系统和调度端的通讯。

4、站控层后台监控系统可采用以下几种组网方案：

(1) 单主机方式

一台计算机完成综合自动化系统所有的工作，包括数据采集、处理和监视控制等。一般应用于 10kV 以下保护装置及第三方智能设备较少的电站。

(2) 前置机/后台机方式

前置机/后台机方式由一台计算机充当前置机，完成所有的通讯功能，将数据放到实时数据库中。其它计算机作为后台机，访问前置机以获得实时数据。所有操作及历史数据在后台机上处理

(3) 双主机方式

主备机方式是所有装置同时接到主、备两台计算机，主机负责与各类设备的通讯，将数据放到实时数据库中，备机从主机读取采集到的数据。主、备机独立进行数据分析、数据存储和后台操作。当主机发生异常时，备机自动切换为主机方式运行。当原主机恢复正常后，作为备机运行，连接到新主机

(4) 单网多主机单组网方式

多机组网方式一般由两台前置机、工作站组、服务器等通过以太网组合起来运行。前置机负责通讯和数据的采集，服务器负责与前置机组的数据交换，工作站完成综合自动化系统所要求的人机界面功能。

(5) 双网多主机组网方式

双网多机组网方式与单网多机组网方式相比，采用了双以太网方式组成

网络，增加了网络的可靠性，同时也增加了投资。

四、出厂调试

1、交流模拟量精度校准

2、温度校准

3、开关量调试

(1) 开关量输入

(2) 开关量输出

(3) 传动试验

4、通讯功能调试

5、保护功能检测

6、定值表初始化

(1) 监控定值初始化 (PASS=1111)

(2) 保护定值初始化 (PASS=2222)

(3) 保护投退功能初始化 (PASS=2222)

(4) 跳闸表初始化 (PASS=2275)

第三节 高压电器操作术语

- 操作——动触头从一个位置转换至另一个位置的動作过程。
- 分（闸）操作——开关从合位置转换到分位置的操作。
- 合（闸）操作——开关从分位置转换到合位置的操作。

- “合分”操作——开关合后，无任何有意延时就立即进行分的操作。
- 操作循环——从一个位置转换到另一个装置再返回到初始位置的连续操作；如有多位置，则需通过所有的其他位置。
- 操作顺序——具有规定时间间隔和顺序的一连串操作。
- 自动重合（闸）操作——开关分后经预定时间自动再次合的操作顺序。
- 关合（接通）——用于建立回路通电状态的合操作。
- 开断（分断）——在通电状态下，用于回路的分操作。
- 自动重关合——在带电状态下的自动重合（闸）操作。
- 开合——开断和关合的总称。
- 短路开断——对短路故障电流的开断。
- 短路关合——对短路故障电流的关合。
- 近区故障开断——对近区故障短路电流的开断。
- 触头开距——分位置时，开关的一极各触头之间或具连接的任何导电部分之间的总间隙。
- 行程??触头的 ——分、合操作中，开关动触头起始位置到任一位置的距离。
- 超行程——合闸操作中，开关触头接触后动触头继续运动的距离。
- 分闸速度——开关分（闸）过程中，动触头的运行速度。
- 触头刚分速度——开关合（闸）过程中，动触头与静触头的分离瞬间运动速度。
- 合闸速度——开关合（闸）过程中，动触头的运动速度。

- 触头刚合速度—开关合(闸)过程中 ,动触头与静触头的接触瞬间运动速度。
- 开断速度—开关在开断过程中 , 动触头的运动的速度。
- 关合速度—开关在开断过程中 , 运触头的运动速度

第四节 高压电器设备上工作的一般规定

一、变(配)电所的值班工作

1、变(配)电所的值班人员 ,必须熟悉本站电气设备的性能及运行方式 ,掌握操作技术。值班负责人和单独值班人员应由有实践工作经验的人员担任 ,并经领导批准。

2、变(配)电所的值班人员 ,一般不少于二人。对于设备简单的和不重要的变(配)电所 ,可由单人值班。高压设备由单人值班时 ,必须具备下列条件 :

(1) 室内高压设备的隔离室设有遮栏 ,其高度应为 1.7 米以上。遮栏应安装牢固 ,门应加锁 ;

(2) 室内高压开关的操作机构 ,用墙或金属板与开关隔开或装有远距离操作机构。

3、单人值班时 ,不应进行高压设备清扫或检修工作 ,也不能进行装设接地线工作。

4、不论高压设备带电与否 ,值班人员不应单独移开和越过遮栏进行工作 ,但在特殊情况下需要移开时 ,必须有监护人在场。

5、在变(配)电所进行停电检修或安装工作时 ,值班人员应负责完成有关安全技术措施 ,并应向工作负责人指明停电范围、工作范围、以及带电设备所

在的位置。

6、受供电局调度的用电单位 ,值班人员应执行《北京地区调度规程》有关部分 ,并熟知本单位调度范围。

7、高压室的钥匙至少应有三把 ,由值班负责人保管 ,按值移交 ,一把供紧急时使用 ,一把专供值班员使用 ,另一把可借给许可单独巡视的人员和工作负责人使用 ,但必须登记 ,当日交回。

8、设备不需要停电的工作范围如下 (必须满足安全距离) :

- (1) 抄录带电设备的铭牌 ;
- (2) 用钳型电流表测量电流 ,用绝缘棒贴试温蜡片测量温度 ;
- (3) 变压器及多油开关取油样 ;
- (4) 变压器油位指示计和基础的小修 ;
- (5) 低压设备的简单检修工作 ;
- (6) 在停电而未悬挂接地线的设备上工作 ,应视为带电工作。此项工作只限于因工作需要而不能接地者。

9、禁止用手触摸带电设备的绝缘物和绝缘部分。

10、值班人员应注意 ,电气设备停电后 ,随时有未经事先通知而突然来电的可能 ,在未断开有关电源开关和未做好安全措施之前 ,不应触及设备或进入设备遮栏内。

11、在发生严重威胁设备或人身安全的紧急情况下 ,应立即断开有关设备的电源 ,但事后必须报告上级 ,将情况详细记入值班记录簿 ,有调度协议的用户 ,应立即通知供电局调度员。

12、在事故发生后，未找出原因和未进行妥善处理时，不应恢复正常运行。

二、高压设备的巡视

1、值班人员巡视高压设备时，应与带电设备保持安全距离。禁止越过遮栏巡视。

2、高压设备发生接地故障时，人体距离接地点的安全距离：室内应大于4米；室外应大于8米。进入上述范围的人员应穿绝缘靴。手接触设备外壳和架构时，应戴绝缘手套。

3、雷雨天气需要巡视室外高压设备时，应穿绝缘靴，并不应接近避雷器、避雷针及其接地装置（对避雷针应保持5米以上的距离）。

4、巡视高压设备，进出高压室时，应随时将门关好，防止小动物由门进入。

5、巡视线路时，不论线路是否停电，均应视为带电，并应沿线路上风侧行走。当寻找接地故障时，应有防止跨步电压的措施。

6、巡视线路，如发现高压线断落地面或悬挂空中，应设法让行人远离断线处8米以外，一方面派人看守，一方面迅速进行处理。

三、倒闸操作

1、倒闸操作应由二人进行。单人值班的变电所倒闸操作可由一人进行。

2、倒闸操作前，应根据操作票的顺序在模拟板上进行核对性操作。操作时，应先核对设备名称、编号，并检查开关或隔离开关的原来拉、合位置与工作票所写的是否相符。操作中，应认真执行监护制、复诵制。每操作完一步即应由监护人在操作项目前划“√”。

3、操作中发生疑问时，必须立即向调度员或电气负责人报告，弄清楚后再

进行操作。不准擅自更改操作票。

4、操作人员与带电导体应保持安全距离，同时应穿长袖衣及长裤。

5、用绝缘杆拉、合隔离开关或经传动机构拉、合开关及隔离开关时，应带绝缘手套。操作室外设备时，还应穿绝缘靴。

6、带电装卸高压熔断管时，应使用绝缘夹钳或绝缘杆，戴防护眼镜，并应站在绝缘垫（台）上或戴绝缘手套。

7、雨天操作室外高压设备时，除按第四十条的规定外，使用的绝缘杆应带有防雨罩。雷雨时，应停止室外的正常倒闸操作。

四、“两火一地”供电系统的工作

1、“两火一地”供电系统的变压器，在未停高压熔断器前，工作人员不应接触变台杆的各部位。

2、“两火一地”供电系统进行站内巡视或处理故障时，应穿绝缘靴。巡视线路时，当走近“两火一地”供电系统变台杆时，要迈小步，以降低人体承受的跨步电压。

3、“两火一地”供电系统线路停电检修，靠近变电站处挂接地线时，其地线钎子应单独装设，并远离工作接地极。

4、“两火一地”供电系统的设备，在未停电时，禁止断开工作接地线。

第五节 高压开关设备反事故技术措施

一、基本措施

1、新装及检修后的开关必须严格按照“电气设备预防性试验规程”、“电气装置安装工程施工及验收规范电气设备交接试验标准篇”及有关部颁检修工艺

导则的要求进行试验与检查。交接时对重要的技术指标一定要进行复查,不合格者不准投运。

2、分、合闸速度特性是检修调试开关的重要质量指标,也是直接影响开断和关合容量的关键技术数据。各种开关在安装和大修后,必须测量分、合闸速度特性,并应符合技术要求(六氟化硫、真空、空气断路器根据技术条件确定)。

3、对已装用的不带自由脱扣的 CD12、CD13、CD-40 等型号的操作机构,限期更换;在未更换之前,严禁用手动合闸或就地电动合闸。

4、对于装在小车式开关柜内的开关,在推入柜内前,必须检查机械闭锁是否可靠,开关是否处于断开位置;在退出开关柜时,必须先断开开关,以防止带负荷拉刀闸。

二、预防开关灭弧室烧损及爆炸

1、各运行、维修单位应根据可能出现的系统最大运行方式及可能采用的各种运行方式,每年定期核算开关安装地点的短路容量,如开关实际开断容量不能满足要求,应采取“限制调整、改造、更换”办法,以达到安全可靠的目的。

具体措施如下:

- (1) 合理改变系统运行方式,限制和减少系统短路电流。
- (2) 采用限流措施,如加装电抗器等以限制短路电流。
- (3) 将断流容量小的开关调换到短路容量小的变电站。
- (4) 在继电保护上采取相应的措施,如控制开关的跳闸顺序等。

2、应经常注意监视开关灭弧室的油位，发现油位过低或漏、渗油时应及时处理。严禁在严重缺油情况下运行。开关开断故障后，应检查其喷油和油位变化情况；发现喷油严重时，应检查原因及时修理。

3、开关应按规定的检修周期和开断次数进行检修，做到“到期必修，应修必修，修必修好”。对于操作频繁、运行条件比较苛刻的开关，应根据情况适当缩短检修周期。不经检修的累计开断次数，按开关检修工艺的规定执行；没有规定的，则可根据现场运行、检修经验由各运行单位的总工参照类似开关检修工艺确定。

三、预防套管、支持瓷瓶及绝缘提升杆闪络及爆炸

1、根据设备运行现场的污秽程度，采取下列防污闪措施。

(1) 定期对瓷套或支持瓷瓶进行清洗。

(2) 在室外 35 千伏及以上开关的瓷套或支持瓷瓶上涂上有机硅油脂等防污涂料。

(3) 采用加强外绝缘爬距的套管或支持瓷瓶。

(4) 采取措施防止开关瓷套渗漏油及气与进水。

2、加强对套管和支持瓷瓶内部绝缘的监督。为预防因内部进水使绝缘降低，除定期进行预防性试验外，在雨季中应加强对绝缘油的绝缘监视。

3、新装 110 千伏及以上开关的绝缘拉杆，在安装前必须进行外观检查，不得有开裂、起皱、接头松动及超过允许限度的变形。除进行泄漏试验外，还必须进行工频耐压试验，运行的开关如发现绝缘拉杆受潮，烘干处理完毕后，也要进行泄漏和耐压试验，不合格者应予更换。

4、充胶(油)电容套管应采取有效措施防止进水和受潮 ,发现胶质溢、开裂、漏油或油箱内油质变黑时应及时进行处理 ,或更换。在大修时应检查电容套管的芯子有否松动现象 ,防止脱胶。

5、绝缘套管和支持瓷瓶各连接部位的橡胶密封应采用合格品并妥善保管。安装时应无变形、位移、龟裂、老化或损坏。压紧时应均匀用力并使其有一定的压缩量 ,要避免用力不均匀或压缩量过大而使其永久变形或损坏。

四、预防开关拒分、拒合、误动等操作故障

1、加强对操作机构的维护检查。机构箱门应关闭严密 ,箱体应防水、防灰尘和小动物进入 ,并保护内部清洁干燥 ;机构箱应有通风孔和防潮措施 ,以防线圈端子排等受潮、结露、生锈 ;液压机构箱要有隔热防寒措施。

2、 辅助开关应做到下列几点 :

- (1) 辅助开关牢靠地固定在基础上 ,防止因多次操作而松动变位。
- (2) 应保证辅助开关接点转换灵活 ,切换可靠 ,接触良好 ,性能稳定 ,不合要求时应及时调整或更换。
- (3) 辅助开关与机构间的机械联接松紧恰当 ,转动灵活 ,并满足通电时间的要求 ,连杆紧锁螺帽拧紧 ,并采用防松措施 ,如涂厌氧膏等。

3、 开关操动机构检修后 ,必须检验 30 ~ 65%额定操作电压下操动机构的脱扣器是否动作可靠 ;在 30 或 85%额定操作电压下 ,合闸线圈的接触器是否动作灵活。

4、 类似 CD2 的分闸电磁铁芯顶杆 ,应固定牢固 ,且不得变形 ,为了防止黄铜套下移 ,在铁心外可加装一个非磁性简单托架。为防止铁芯由于剩磁而不复位 ,可更换为黄铜或不锈钢顶杆 ,上下加装隔磁垫圈。

- 5、跳合闸铁芯应动作灵活，无卡涩现象，以防拒分或拒合。
- 6、开关大修中应注意检查液压机构中的分合闸阀的顶针是否松动或变形。
- 7、长期处于备用状态的开关应定期进行分、合闸操作检查。在低温地区还应采取防寒措施和进行低温下操作试验。

五、预防直流操作电源故障引起的开关拒动及烧损事故

- 1、各种直流操作电源均应保证开关合闸电磁铁线圈通电时的端子电压不得低于高压开关标准中的要求，即合闸线圈端子电压，当关合电流小于 50 千安(峰值)时不低于额定操作电压值的 80%；当关合电流等于或大于 50 千安(峰值)时不低于额定操作电压值的 85%；并均不得高于额定操作电压值的 110%，以确保开关合闸和重合闸的时的动作可靠性，不能满足上述要求时，应结合具体情况予以改进。
- 2、凡新建变电所不宜采用硅整流合闸电源和电容储能作为跳闸电源，对已运行的电容储能跳闸电源电容器质量必须合格，电容器的组数和容量必须满足几台开关同时跳闸的需要。应加装电容器熔丝的监视装置，并经常检查电容器有否漏电现象，如有漏电应及时更换，以保证故障时开关可靠跳闸。对 110kV 及以上变电所不得采用硅整流合闸电源和电容储能跳闸电源，目前仍在使用的应限期改造。
- 3、开关操作时，如分合闸电源电缆压降过大不能满足规定的操作电压时，应更换适当截面的电缆以减少压降，设计部门在设计时亦应考虑电缆所造成的线路压降。
- 4、应定期检查熔丝是否熔断，操作箱二次接线是否牢固，分合闸线圈是否烧坏。

六、预预液压机构漏油及慢分事故

1、 预防漏油：

新装开关及开关检修时液压机构的液压油应过滤以保证管路、阀体无渗漏和杂物。

(1) 液压机构油泵起动频繁或补压时间过长时应检查原因并及时处理，在不能停电的情况下处理缺陷时，无论机构有无防慢分装置，均须加装机械防慢分措施(加卡具或解脱圆柱销)。

(2) 处理储压筒活塞杆漏油时，应同时检查处理微动开关，以保证微动开关动作可靠。

2、 防止失压后重新打压慢分：

液压机构发生漏油、失压故障时必须及时处理。若开关不能停电而必须在运行状态下抢修时，必须采取有效措施，防止重新打压时造成慢分。

(1) 必须使用微型开关或电接点压力表的失压闭锁，防慢分措施未采用前，严禁人为启动油泵打压。

(2) 在使液压系统泄压前应将可靠的卡具装好，也可将工作缸与水平拉杆的连接触脱。严禁使用强度不够的铁板、铁管或钢丝绑卡。处理完毕重新打压到额定压力后，按动合闸阀使其合闸如卡具能轻易取下或圆柱销轻易插入说明故障确已排除，否则仍有故障，应继续修理不得强行取下卡具。

(3) 应定期检查开关的合闸保持弹簧在合闸位置时的拉伸长度，并调整到厂家规定的数值开关进行检修时，检查开关在合闸位置而液压系统失压后水平杆的位移不超过厂家的规定。

七、防止开关进水受潮

- 1、对 63 千伏及以上的少油开关在新安装前及投运一年后应检查铝帽盖上是否有砂眼，密封端面是否平正，应针对不同情况分别处理。并应加装防雨帽。
- 2、为防止液压机构储压缸氮气室生锈，可使用高纯氮(99.9%)作为气源。
- 3、定期进行预防性试验，特别应加强对绝缘油的监视，在雨季应增加检查和试验次数。
- 4、检修期间要切实作好防止下雨时进水、受潮的措施，拆下的绝缘作用塑料布包好，每天收工时用塑料布将铝帽包好。
- 5、35 千伏多油开关的电流互感器引出线、限位螺钉、中间联轴孔堵头、套管联接部位、防暴孔及油箱盖密封用石棉绳等处应密封良好，无损坏，变形等。
- 6、在洞内的开关应保持洞内通风和空气干燥，以防潮气侵入灭弧室造成凝露。

八、预防机械损伤

- 1、10 千伏少油开关的支持瓷瓶应与托架保持垂直并固定牢靠，上下端联接引线的连接不应受过大应力，导电杆与静触头应在一个垂直线上。若发现瓷瓶有损伤应及时更换，并检查原因。
- 2、检修时应对开关的各部联接拐臂、联板、轴、销进行检查，如发现弯曲、变形或断裂，应找出原因，采取对策。
- 3、各种瓷件的联接和紧固应均匀用力，防止用力过猛损伤瓷件。
- 4、调整开关时应用慢分、慢合检查有无卡涩。各种弹簧及缓冲装置均应调整和使用在其允许的拉伸或压缩限度内，应定期检查有无变形或损坏。

5、各种少油开关的油缓冲器应调正适当，在开关操作中尤其是重合闸操作时应起可靠和良好的缓冲作用。在调试开关时，应特别注意检查油缓冲期的缓冲行程和触头弹跳情况，以验证缓冲器性能是否良好，防止由于缓冲器失效造成拐臂和传动机构损坏。禁止在缓冲器无油状态下进行快速操作。低温地区开关的油缓冲器应使用适合低温情况的缓冲油。

6、110 千伏及以上的多断口的少油断路器，拆一端弧室时，另一端设法支撑。大修时禁止在瓷柱顶部进行工作，以防支持瓷套损坏。

7、均压电容器安装时，防止“别劲”引起漏油，发现渗漏油应予以处理更换。

8、开关基础支架设计不可采用悬臂梁结构，并应牢固可靠。为了防止机械联接部分操作松动，建议采用厌氧膏防松。

九、防止开关载流部分过热。

1、室内外开关设备的接头部位，可贴示温蜡片，或用红外测温仪检查，特别在高峰负荷或盛夏季节，要加强运行中温升的监视。

2、开关上的铜铝过渡接头要定期检查。

3、在交接和预防性试验中，应严格按照接触电阻的测量方法和标准进行检查。

第四章 电动机

第一节 交流异步电动机

一、概述

1、本使用维护说明书适用于一般用途的三相交流异步电机、户外、化工防腐及户外化工防腐型三相交流异步电机（以下简称电动机）。

2、电动机按转子结构型式分有鼠笼或绕线式两种，鼠笼型电动机对应型号为 JS、JSL、Y、YL、YKK、YLKK、YJS、YKS、YLKS；绕线式电动机对应型号为 JR、JRL、YR、YRL、YRKK、YRLKK、YRKS、YRLKS。(其中带"L"表示立式安装，即安装方式为 V1 或 V6)。

3、一般用途电动机的防护等级可为 IP21、IP22、IP23、IP24、IPW24、IP44、IP54 以及更高。户外、化工防腐及户外化工防腐型电动机除具备一般用途电动机的优点外，还具有及其优良的抗化学腐蚀，抗灰尘和耐雨淋的特点，其外壳防护等级不低于 IP54。按环境化学介质的严酷程度和防护类型，户外型加后缀-W，防轻腐蚀型加-F，户外防轻腐蚀型加-WF，户外防中等腐蚀型加-WF1，防中等腐蚀型加-F1，防强腐蚀型加-F2，对应环境条件见表 1。

4、电机的冷却方式为空气冷却 (IC01、IC0141、IC0161) 和空水冷却 ICW37A71 (防护等级不低于 IP44)，空水冷电动机对应电动机型号为 YKS、YLKS 或 YRKS。

5、电动机的结构及安装方式为 IMB3、IMB35 或 IMV1 等。

6、电动机额定频率为 50Hz，额定标准电压为 220V，380 V，660V，3000V，3300V，6000V，6600V，10000V，也适用于 60Hz 及其他电压等级。

7、电动机在环境空气温度不超过 40℃，海拔不超过 1000m，并在额定电压、额定频率下按铭牌额定功率、额定工作制连续运行，同时适用于客户特定的使用环境和高海拔。使用于高海拔的电机在订货时需注明海拔高度。

8、电动机绝缘结构为 B 级、F 级或 H 级等。定、转子绕组温升按 B 级考核

为 80K ,按 F 级考核为 105K(电阻法) ,集电环温升应不超过 80K ,滚动轴承容许温度(温度计法) 应不超过 95℃。滑动轴承(出油温度不高于 65℃ 时) 应不超过 80℃。最低环境空气温度对采用滚动轴承的电动机为-15℃ , 对采用滑动轴承的电动机为-5℃。使用于高海拔的电机温升修正应按 GB755 的规定执行。

9、低压电动机主出线盒内有六个出线端头时 ,引出端标志为 U1 ,V1 ,W1 (首端)U2 ,V2 ,W2(末端) ;有三个出线端头时 ,出线标志为 U1、V1、W1。高压电动机(3000V 以上) 主出线盒内有 3 个出线端头时 ,引出端标志为 U1、V1、W1。有六个出线端头时为 U1、V1、W1(首端) ,U2 ,V2 ,W2 (末端)。绕线转子出线盒内三相引出线标记分别为 K、L、M。

10、定子绕组及轴承可装测温元件 ,用来监测绕组及轴承工作温度 ,出线标记为 P ;电动机亦可装设加热装置 ,以防绕组受潮 ,出线标记为 H ;H500 中心高以上高压电动机均装有测温元件和加热装置。H450 中心高以下可以根据用户要求增加此功能。

二、安装前的准备及安装

1、 电机运输和贮存

(1) 电机运输应注意保护包装箱 ,防受潮 ,防损坏 ,防止运输中电机倒置或倾倒 ,带顶罩电机在吊装时 ,不允许用顶罩吊攀起吊整机 ;带安装底板的电机 ,应用底板吊攀起吊整机。

(2) 电机根据实际情况 ,整件发运或分装发运。采用滚动轴承和采用端盖式滑动轴承的电机采用整装发运 ,并有防止转子轴向窜动的措施 ;采用座式滑动轴承时 ,一般采用分装发运 ,两个轴承座与底板位置已在装箱前调整好 ,

并打上定位销，不允许再拆装。

(3) 电机运抵现场后，若不立即投入使用，应将其平稳地置于干燥，无振动的室内，电机贮存时不宜堆码，应防止电机倾倒。

2、电机的安装

(1) 开箱后应仔细清除电机上的尘土及轴伸部位的防锈层，同时注意不要损伤各结合部位的密封。

(2) 检查电机铭牌数据是否符合要求，并仔细检查电机在运输过程中有无变形或损坏，紧固件是否松动或脱落，并用手转动电机是否灵活。

(3) 核查电机实际外形安装尺寸与随机外形安装图是否吻合，与主机是否符合。

(4) 绕线式电动机需去掉滑环上的塑料薄膜保护层，并检查滑环上的碳刷装置及各滑环和碳刷上的导电线是否短路。

(5) 检查并调整基础高度及平面度。

(6) 电动机安装要求必须同心，联轴器负载中心线与电机轴中心线重合，传力部件的装拆应有专用工具。

(7) 对自润滑端盖式滑动轴承而言，使用前应重新加装清洁的润滑油，润滑油牌号为 30 号冷冻机油或相近机油牌号，加装润滑油至油位线；对强迫润滑轴承应自备稀油站供油。有绝缘垫片的轴承座用 500V 兆欧表测得对地电阻不小于 0.3 MΩ。

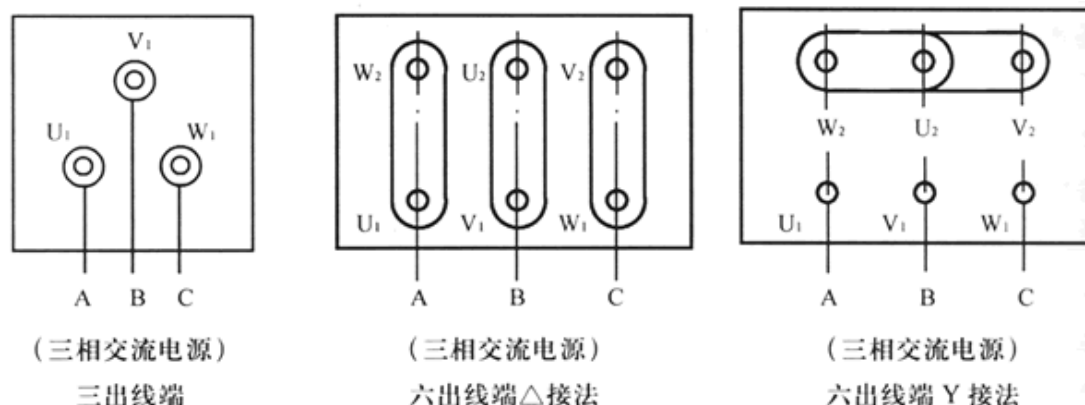
(8) 座式滑动轴承：轴瓦在厂内已研刮好，一般不需要再研刮，若有此需要，应保证再在轴瓦中心 60°~70°夹角内，接触点为 2~3 点/cm²，轴瓦顶部间隙一般为 0.3~0.45mm。

(9) 空气隙偏差不大于实际平均气隙的 10%。

3、接线

(1) 查看铭牌数据，核实接入该电机的供电回路是否与之相符，根据电流大小需要来选取供电电缆规格。

(2) 三个出线端和六个出线端的接线示意图



(3) 电机未特别标明旋转方向(单向旋转时应标明) ,一般是指电机可以双向旋转 ,按接线盒内规定的相序 U、V、W 接线 ,电机一般按顺时针转动(面对负载端看)。互换任何两个端子则可使电机反向转动。

(4) 当电机注明单向旋转时 ,应按电机规定的转向接线 ,若发现转向反了 ,应立即停车互换任何两个端子改换转向。

(5) 若被拖动设备或附属设备需要而必须单向转动的电机 ,而电机又未标明转向时 ,接线时要特别注意 ,最好先让电机空车旋转找出所需要的旋转后接线。

(6) 接线完备后 ,应清除线盒内残余金属物 ,拧紧所有端子的螺栓、螺母 ,同时电机应接上接地线。

(7) 检查裸露导电体的爬电距离(最小空气隙)是否达到要求 ,同时应注意出

线盒的密封。

4、绝缘性能测试

(1) 测量电机的绝缘电阻 , 低压电机(额定电压低于 2300V)用 500 伏级兆欧表 , 高压电机(额定电压高于 2300V)用 2500 伏级兆欧表 , 其绝缘电阻值不应低于按下式计算的数值 (开机前进行)。

$$R = \frac{U_N}{1000 + \frac{P_N}{100}}$$

式中: R ——电机绕组绝缘电阻 (M Ω)

U_N ——电机额定电压 (V)

P_N ——电机额定功率 (kW)

(2) 电机受潮或绝缘电阻低于上式计算值时 , 应对定子绕组进行干燥处理 , 干燥时温度不允许超过 120℃。

三、调试

1、 电机运行调试前 , 应仔细检查控制屏 , 以免开关出现误操作。

2、 空-水冷电机应检查进水水压及水量是否足够 , 水冷却器密封是否良好 , 进水量不足将直接影响冷却效果 , 使电机温升偏高。水冷却器管子若渗漏水 , 则必须予以处理后方可使用 , 冷却水应清洁卫生 , 无腐蚀剂 , 进水温度不高于 33℃。电机开车前必须先对冷却器予以通水正常后方可起动电机。

3、 轴承采用稀油强迫润滑时 , 应检查油压、油量是否足够 , 油路是否畅通 , 进油温度不高于 42℃。 ; 当电机轴承采用端盖式滑动轴承时 , 应先加注润滑油 , 油量应至油位线 , 此线标于轴承侧面的透镜中心。开车前必须确认轴承已处于良好的润滑状态时方可起动电机。

4、鼠笼型电动机允许降压启动或全压启动，但应注意降压启动时电机的启动转矩按与电压的平方成正比的方式下降；全压启动时有约 5~7 倍额定电流的启动电流；用户应根据电网的容量和静负荷的大小选择合理的启动方式。

5、绕线式电机可根据启动条件，选择变阻器或频敏变阻器启动，变阻器或频敏变阻器的型号和参数应与转子电流电压匹配。

6、电动机一般应有热保护和短路保护装置，并根据电动机铭牌电流调整其整定值。

四、运行及维护

1、电动机应妥善而牢固地接地，接地标记应醒目，不易磨损。

2、当电源与额定频率偏差超过 1%或电压与额定电压偏差超过 5%时，电机定输出功率应适当降低，如果订货时未提出要求，连续工作的电机不允许过载。

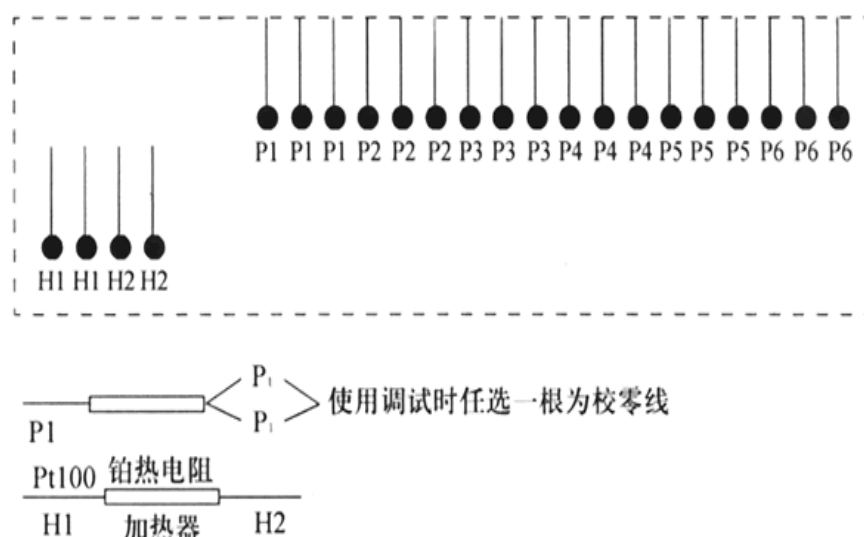
3、电动机滑环应保持有良好的光洁度，保证碳刷的正确压力和安装位置，电机运行时滑环火花等级不允许超过规定值。

4、运行时，电机不应有异响，振动应符合相应标准的要求。

5、10kV 电动机、中心高 H500 及以上的 6kV 电动机的绕组及轴承均装有测温元件，具体数量绕组 6 只/台或 3 只/台，前后轴承各 1 只(JS、JR 一般未装测温元件和加热器，以随机外形图为准)。测温元件为三线制 Pt100 铂热电阻，用户可选择合适的二次仪表实现报警或温度显示。电动机测温出线盒中，测温元件引出线标记为 P，脚标相同者为同一元件，例如：P1、P1、P1...P6、P6、P6，分别表示元件 1...元件 6。无特殊要求时，轴承测温元件

自带小出线盒，引出线未引入测温出线盒内。B 级考核电机，建议绕组报警温度设置为 120℃；F 级考核电机，建议绕组报警温度设置为 140℃；滚动轴承建议报警温度为 85℃，滑动轴承建议报警温度为 70℃。中心高 H500 以下的 6kV 电动机根据用户要求装设测温元件。

加热器及测温元件出线盒内接线示意图



- 6、若装有防潮加热器，标记为 H，H1、H2 分别表示一件加热器的首尾端。
- 7、作好电机运行日志，定时记录各种仪表读数。
- 8、使用环境应保持干燥清洁，保证电机进、出风口通畅。
- 9、电机保护装置发生动作后，应查明故障并予以清除后方可投入运行。
- 10、应保证电机在运行过程中有良好的润滑。滚动轴承润滑脂采用 3#锂基脂 ZL-3H，运行 2000 小时左右即应补充润滑脂；运行中发现轴承过热或润滑脂变质时，应及时更换，更换时应将旧润滑脂清除干净，并用汽油洗净轴承及轴承盖油室，再加干净润滑脂，2 极电机润滑脂量占油室的 1/2，其余极数占油室的 2/3。滑动轴承润滑采用同牌号的 30#冷冻机油或相近油品，自润滑轴承油量应保持至油位线。

11、电动机在实际冷态下允许起动两次，两次起动之间为自然停车，热态时允许起动一次，电机从热态冷却到冷态大约需要 4 小时，一般而言，普通电动机不允许频繁起动及反接制动。

12、电动机不允许长期过电流或过电压运行。

13、拆装电机时不能损伤电机绕组绝缘及各配合面。

五、常见故障

1、电机温度过高：原因可能是风路不畅，进出风受阻，或电机长时过载等。

2、转动件碰撞：应查明原因，重新定位。

3、电机径向振动大：应检查轴承或重校转子平衡，相关设备不平衡等也是造成径向振动大的原因。

4、电机与基础共振：此时应加固基础或与制造厂协商。

5、电机不能启动：可能原因是电机一相断路，应检查开关柜及供电回路。

6、电机空载温升高：一般是系统电压过高，频率过低造成，应校正系统。

7、电机轴向窜动过大：应查清相关设备是否脉动撞击，基础是否变形，电机是否找正等。

8、电机其他常见故障可查看各类有关电机运行维护的专业书籍或资料。

六、电机温升说明

电机某一部分的温升为该部分温度冷却介质温度之差，单位为 K。电机温升包括定、转子绕组温升，定、转子铁心温升；集电环温升及轴承允许温度（前面已作说明）。B 级电机绕组温升限制为 80K；F 级电机按 B 级考核亦为 80K；按 F 级考核则为 105K，按相应标准，B 级绝缘材料可长期承受的工作温度是 130℃，F 级可长期承受 155℃，按电机实际运行最高环温

40℃计算，则电机允许工作温度为：

B 级时 $\leq 120^{\circ}\text{C}$ (环温 40°C +温升 80) $< 130^{\circ}\text{C}$

F 级时 $\leq 145^{\circ}\text{C}$ (环温 40°C +温升 105) $< 155^{\circ}\text{C}$

可见已留有余量，F 级按 B 级考核余量就更大，实际运行中，要判断电机温度是否过高，由于设备限制，可以用足够量程的酒精温度计测量铁心温度加以粗略判断，B 级 $< 120^{\circ}\text{C}$ ，F 级 $< 145^{\circ}\text{C}$ 即为合格，可放心使用，接近限值时可与制造厂联系。

与 JS、JR 等老系列电机的比较，由于老系列电机防护等级极低，大多尚达不到 IP21，绝缘等级多为 B 级，甚至更低，其温升限值也就低，因此新系列 F 级电机温升就要比老系列高，并且老系列电机效率、功率因数等能力指标低得多，其品质不能与新系列相提并论。

第二节 直流电机

一、概述

直流电机是将直流电能与机械能相互转换的旋转电机，它具有优良的调速特性，调速平滑、方便、用途十分范围宽广；它具有过载能力大，能承受频繁的冲击负载；它具有能实现频繁的无级快速起动、制动和反转，能满足各种生产过程自动化系统不同的特殊运行特点的要求；它广泛用于冶金、矿山、交通运输、纺织、印染、造纸、印刷、水泥、化工、机床、风机等行业。

Z2 系列使用于恒速或调速范围不大于 2：1 的电力拖动系统中，为自扇冷结构。

ZO2 系列用于多尘埃及金属切削等场合，为全封闭结构。

ZT2 系列用于削弱磁场向上恒功率调速，调速范围为 1：3 及 1：4 的电

力拖动中。

Z2C 系列用于船舶恒速电力拖动系统中，也可作为海洋或内河船舶各种辅机电力拖动和供电电源之用。

Z3 系列用于恒速或转速调节范围不大于 3：1 的电力拖动系统中，有自扇冷却和强迫通风结构两种。

Z4 系列采用全迭片结构，适用于静止整流电源供电，具有转动惯量小，有较好的动态性能，为强迫通风结构，也可以用作管道通风或空水冷结构。ZSL4 系列为自扇冷结构，可弱磁恒功率向上调速，达额定转速的 1-2 倍。已生产电机的机座号 132--200，共 3 个机座号。

ZBL4、ZLZ4 系列采用全封闭结构，机座带散热片。用于多尘埃的场合。

ZZJ-800 系列能承受频繁的起动、制动、正反转，过载能力大，用于金属轧机的辅传动机械及冶金起重，有全封闭结构，有强迫通风结构和空水冷结构。过载能力为 3 倍左右。

ZZJ-900 系列具有 ZZJ-800 系列的特点，且转动惯量为 ZZJ-800 系列的 60%。

Z 系列中型直流电动机可用于普通工业和传动金属轧机及其辅助机械，有强迫通风结构和空水冷结构。

ZSN4 系列为水泥回转窑主传动专用直流电机，有强迫通风结构和管道通风结构。

二、电机的起运、安装及校正

1、电机的起运

(1) 运输及拆箱时应遵守"小心轻放"、"切勿倒置"等说明。

- (2) 运输过程中应避免剧烈震动或与它物相碰撞。
- (3) 吊运时应使用机座上的吊攀，不许将钢丝绳套在轴伸上吊运电机。
- (4) 当沿着垂直方向吊运时，机身应保持水平，当沿着水平方向移动时，应在电机底脚下垫底板后再放滚筒，且不得在歪斜情况下拖动。

2、电机的安装

电机应安装在必须保证所需冷风量的进出不受阻碍的场所，且排出的热空气不能直接进入进风口。电机安装的基础或安装结构应保证有足够的强度和刚度，以避免电机运行时可能产生不正常的振动、噪声及人身、设备事故等。

3、电机的校正

电机在基础上安放好后，首先进行水平校正，可用普通水平仪校正电机的纵向和横向水平，水平偏差不应大于 0.15mm/m。

其次，再进行与之相联接的传动装置的校正，若为皮带传动，则电机的皮带轮轴线与拖动机械皮带轮的轴线必须保持平行，同时还要将两皮带轮宽度的中心线调整到垂直于两轴线的同一平面上，若为联轴器传动，一般是以传动装置为准调整两联轴器，使之两联轴器的中心线调整在一条直线上。如此，可避免轴承损坏及转子的振动。

电机的校正可借助于在电机底脚下垫以适当厚度的垫片来实现。

三、使用说明

1、电机的起动准备工作

电机在启箱安装后投入运行前或经长期搁置，重新投入运行前，须用下列起动准备工作。

- (1) 用小于 $2.02 \times 10^5 \text{Pa}$ 的压缩空气吹净附着于电机内外各部的灰尘、泥垢及去除不属于电机的任何物件，对于新电机应去掉在风窗处包装纸。
- (2) 检查轴承润滑脂是否洁净、适量，润滑脂占轴承室体积的三分之二为宜。
- (3) 用柔软、干燥而无绒毛的布块擦试换向器表面，并检视其是否光洁，如有油污，则可蘸汽油少许拭净之。
- (4) 检查电刷压力是否正常均匀 ($1.47 \times 10^4 - 2.45 \times 10^4 \text{Pa} \pm 10\%$)，刷握的固定是否可靠，电刷在刷握内是否太紧或太松，及其与换向器的接触是否良好（接触面积应不小于 75%）。
- (5) 检查在刷杆座上是否标有电刷位置的记号。
- (6) 用手转动电枢，检查是否阻塞或在转动时是否有撞击或磨擦之声。(7) 接地装置是否良好。
- (8) 用 500V 兆欧表测量绕组对机壳的绝缘电阻，如小于 $1 \text{M}\Omega$ ，则必须进行干燥处理。

(9) 电机出线与磁场变阻器，起动器等相互联接是否正确，接触是否良好。

2、电动机的起动

- (1) 检查线路情况（包括电源、控制器、接线及测量仪表的联接等），起动器的弹簧是否灵活，接触是否良好，转动臂是否在开断位置。
- (2) 在恒压电源供电时，需用起动器起动。闭合线路开关，在电动机负载下，开动起动器，在每个触点上停留约 2S 直至最后一点，转动臂被低压释放器吸住为止。
- (3) 电动机在单独的可调电源供电时，先将激磁通电达满激磁电流，并将电源电压降低至最小，然后闭合电枢回路接触器，逐渐升高电压，达额定值或

达所需转速。

(4) 若为外通风电机 ,必需先将鼓风机开动。若为空水冷却器电机 ,必需先启动空水冷却器。

(5) 电机与生产机械的联轴器先别连接 ,输入额定电枢电压 $\leq 10\%$ 的电压 ,确定电机与生产机械转速方向是否一致 ,一致时表示接线正确。

(6) 电动机换向端带测速机时 ,电机启动后 ,应检查测速机输出极性 ,该极性与控制屏极性应一致。若为替代电机 ,电机启动后应重新确定测速机的输出极性 ,将相同极性连接控制屏。

(7) 电机启动完毕应观察换向器上有无火花 ,火花等级是否超标 ,火花等级在标准范围内即可放心使用。

3、 电动机的调速

(1) 恒功率削弱磁场向上调速 ,可调节串联于磁场调速器 ,直至转速达所需之值 ,但不得超过技术条件所允许最高转速。

(2) 自通风他激电动机 ,转矩随转速降低而减少 ,需先削弱磁场使电机转速升高 , 1500r/min 电机升高至 1700r/min , 1000r/min 电机升高至 1200r/min 再降低电枢电压使转速达到所需之值。外通风(或空水冷却器)他激电动机 ,不需削弱磁场后 ,再向下调速 ,为恒转矩。

4、 电动机的停机

(1) 如为变速电动机 ,先将转速降到最低值。

(2) 去掉电动机负载(除串励电动机外)后切断线路开关 ,此时起动器的转动臂应立即被弹至开断位置或打开主回路接触器。

- (3) 切断磁场回路，励磁绕组不允许在停车后长期通额定电流。
- (4) 带空水冷却器或外鼓风电机，则关闭冷却器或停止吹风。

5、接线图

电机绕组线端标记和旋转方向按国家标准 GB1971-80《电机线端标志与旋转方向》的规定。

A1 A2-电枢绕组

B1 B2-换向极绕组

D1 D2-串励绕组

E1 E2-并励绕组

F1 F2-他励绕组 (A 组)

F5 F6-他励绕组 (B 组)

四、维护说明

电动机在运转中应定期进行检查，检查时应特别注意下列事项：

- 1、电动机周围应保持清洁干燥，其内外部均不应放置其他物件。

电动机的清洁工作每月不得少于一次，清洁时应以压缩空气吹净内部的灰尘，特别是换向器、线圈联接线和引出线部份。

2、换向器的保养

- (1) 换向器应是呈正圆柱形光洁的表面，不应有机械损伤和烧焦的痕迹。
- (2) 换向器在负载下经长期无火花运转后，在表面产生一层暗褐色有光泽的坚硬薄膜，这是正常现象，它能保护换向器的磨损，这层薄膜必须加以保持，不能用砂布磨擦。
- (3) 若换向器表面出现粗糙、烧焦等现象时可“0”号砂布在旋转着的换

向器表面上进行细致研磨。若换向器表面出现过于粗糙不平、不圆或有部份凹进现象时应将换向器进行车削，车削速度不大于 1.5m/s，车削深度及每转进刀量均不大于 0.1mm，车削时换向器不应有轴向位移。

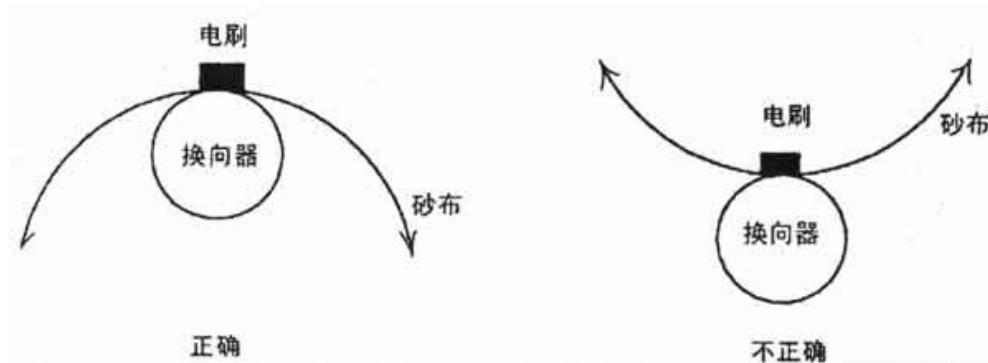
(4) 换向器表面磨损很多时，或经车削后，发现云母片有凸出现象，应以铣刀将云母片铣成 1-1.5mm 的凹槽。

(5) 换向器车削或云母片下刻时，须防止铜屑、灰尘侵入电枢内部。因而要将电枢线圈端部及接头片盖复。加工完毕后用压缩空气作清洁处理。

3、电刷的使用

(1) 电刷与换向器工作面应有良好的接触，电刷压力正常为 0.15-0.25Kgf/cm²。电刷在刷握内应能滑动自如，其与刷盒之间间隙应适量（0.15mm 左右）。

(2) 电刷研磨后用压缩空气作清洁处理，再使电动机作空载运转，然后以轻负载（为额定负载的 1/4--1/3）运转 1 小时，使电刷在换向器上得到良好的接触面（每块电刷的接触面积不小于 75%）。



4、轴承的保养

(1) 轴承在运转时温度太高，或夹有不均匀有害杂声时，说明轴承可能损坏或有外物侵入，应拆下轴承清洗检查，当发现钢珠、钢粒或滑圈有裂纹损坏

或轴承经清洗后使用情况仍未改变时，必须更换新轴承。用拉杆在冷态时从转轴上取下不良的轴承，新轴承要用汽油洗净，放在油槽内预热到 80-90℃，然后套入转轴。轴承安装后，在轴承盖油室内填入约等于 2/3 空间的润滑脂。轴承工作 2000-2500 小时后应更换新的润滑脂，但每年不得少于一次，同时应防止异物夹入润滑脂。

(2) 轴承在运转时须防止灰尘及潮气侵入，并严禁对轴承内圈或外圈的任何冲击。

5、绝缘电阻

(1) 应当经常检查电动机的绝缘电阻，如果绝缘电阻小于 $1\text{M}\Omega$ 时，应仔细清除绝缘上的脏物和灰尘，并用汽油、甲苯或冷的四氯化碳(CCl_4)清除之，待其干燥后再涂绝缘漆。

(2) 必要时可采用热空气干燥法，用通风机将热空气(80°C)送入电动机进行干燥，开始绝缘电阻降低，然后升高，最后趋于稳定。

6、通风系统

(1) 应经常检查定子温升，判断通风系统是否正常，风量是否足够，(或冷却器是否正常运行)，如果温升超过允许值，应立即停车检查通风系统。

(2) 自通风，强迫通风，或管道通风电机时进风温度应 $\leq 40^\circ\text{C}$

(3) 带空水冷却器的进水温度应 $\leq 32^\circ\text{C}$

(4) 带鼓风机强迫通风的电机，如果鼓风机上带过滤空气尘埃的过滤网灰尘太多，应清洗过滤网或更换之。过滤网灰尘太多会照成电机运行时温度增高。

(5) 空水冷却器的顶部不允许放置另外物件或覆盖，并应保持清洁。

五、主要故障与排除措施

故障	原因	排除措施
电刷火花过大	电刷接触面小	研磨电刷
	电刷磨损过度	更换新电刷
	电刷压力太大或太小	调整弹簧压力
	换向器云母突出	下刻云母片
	换向器表面有油污	清除换向器表面
	换向器偏心或换向片突出	加工换向器外圆
	电动机过负载	限制过负载
	机械振动大	清除振源
	换向极、补偿绕组接反或短路	改变接法或清除短路
	电枢绕组焊接不良或开焊	补焊
	电枢绕组匝间短路或换向片片间短路	消除短路
转速不正常	负载力矩大	减少负载力矩
	起动器接触不良，电阻不适当	更换适当起动器
	电刷不在中性位置	调整电刷到中性位置
	励磁线圈断路、短断，接线错误	消除断路、短路；纠正接线

线圈过热	超负载运行	减小负载
	电枢绕组短路	消除短路、加强绝缘
	励磁线圈短路	消除短路、加强绝缘
	冷却空气不足	增大通风量
轴承过热	轴承内润滑脂太多	减少润滑脂
	滚珠或滚柱磨损	更换轴承
机械振动大	基础不坚固或电动机在基础上固定不牢固	加强基础坚实性，牢固固定电动机
	机组轴线不同心	调整同心度
	电枢不平衡	重新校好电枢平衡
	过载或过速	减少负载力矩或降低转速

第五章 检修维护

第一节 低压电器常见故障及维修

低压电器在运行过程中由于使用不当或长期投入运行元器件老化等原因均会出现故障，且故障种类繁多，现对常见故障进行分析处理。

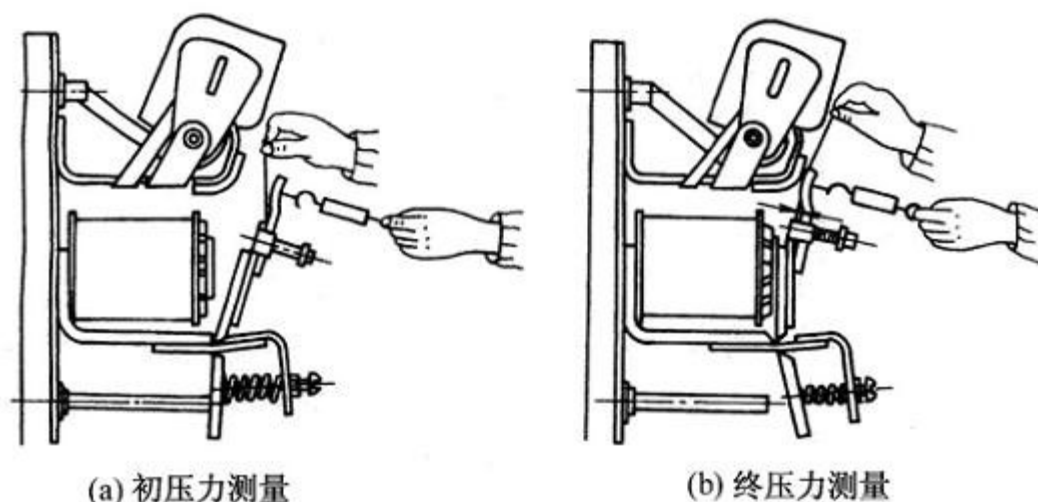
一、触头的故障及维修

触头是低压开关电劢的主要部件，常见故障有过热、磨损和熔焊等。

1、触头过热触头过热是指工作触头的发热量超过了额定温度造成触头过热或灼伤的原因及解决处理的方法

(1) 由触头压力不足造成的过热要调整触头压力，一般为更换弹簧压力机构。

测量方法如图



(2) 由触头接触不良，触头表面有油污或不平或触头表面氧化造成的，对触头进行清理，可使用汽油或刀具清除。

(3) 由操作频率过高或工作电流过大造成的，首先检查电源电压是否在额定电压范围，负荷是否过载，再根据需要调换容量较大的电器。由环境温度或使用于密闭环境中造成的要更换容量大的电器或降容使用。

2、触头过度磨损，触头磨损有两类，分别为电磨和机械磨损，当磨损到一定程度时均应更换。造成过度磨损的原因及排除方法；

(1) 由三相触头不同步造成的过度磨损，可通过调整使之同步并更换触头。

(2) 由负载侧短路造成的，需要排除短路故障。

(3) 由设备选用时超程太小，容量时有不足造成的，要更换成容大的设备。

3、触头熔焊触头熔焊是指动静触头接触面熔化后焊接在一起的现象。发生触头熔焊的原因及排除方法：

(1) 由操作频率过高或过负荷使用造成的，要按使用条件重新选用设备。

- (2) 触头压力过小造成的，要调整弹簧压力或更换新的压力机构。
- (3) 触头表面有金属异物造成的，要更换新的触点。
- (4) 操作回路电压过低或触头被卡住在刚接触位置上造成的，要提高操作电压，排除卡阻现象。

二、电磁机构的故障及维修

电磁机构是低压电器的重要组成部分，起能量转换和操作运动的作用，常见的故障有噪声较大、吸不上或吸力不足、不释放或释放缓慢、线圈过热或烧损等。

1、 噪声较大造成噪声较大的原因及解决办法；

- (1) 电源电压低造成的，要提高电源电压。
- (2) 衔铁与铁芯接触而粘有油污、灰尘或铁芯生锈造成的，要清理接触面。
- (3) 铁芯接触面磨损过度不平造成的、要更换铁芯。
- (4) 零件歪斜或发生机械卡阻造成的，要调整或重新整理安排有关零件。
- (5) 触点压力过大造成的，要调整触点弹簧压力机构。
- (6) 短路环损坏引起的，更换铁芯或短路环。

2、衔铁吸不上或吸力不足电源接通后，出现衔铁吸不上或吸力不足的原因及解决办法：

- (1) 操作回路电源电压过低，或发生断线，线圈进出线脱落以及接线错误等造成的，要增大电源电压，整理线路。
- (2) 电源电压过低或波动过大，或可动部分有卡阻现象、转轴生锈、歪斜等造成的，要调整电源电压、清除可动部件的故障。

(3) 触头压力过大或超程过大造成的，要调整压力机构或更换。

3、衔铁不释放或释放缓慢当电源断开后出现衔铁不释放或释放缓慢的原因及解决办法:

(1) 触头弹簧压力过小造成的，要调整压力机构或更换。

(2) 触头被熔焊造成的，要查找熔焊原因并更换触头。

(3) 可动部件被卡阻或转轴生锈或歪斜造成的，要调整有关部件或更换转轴。

(4) 铁芯端面有油污或端面之间的气隙消失造成的，要清洗端面或更换修理铁芯。

(5) 反力弹簧损坏造成的，要更换弹簧或整个反力机构。

4、线圈过热或烧坏线圈运行过程中出现过热或烧坏的原因及故障排除办法:

(1) 线圈电压过高或过低造成的，要调整电源电压或线圈电压。

(2) 操作频率过高或线圈参数不符合要求造成的，需更换线圈或按使用条件选用设备。

(3) 铁芯端面不平造成衔铁和铁芯吸合时有间隙造成的，要修理或更换铁芯。

线圈绝缘老化出现匝间短路或局部对地短路造成的，要更换新的线圈。

电工作业中还会碰到其它故障现象，进行故障分析、排除时要根据实际现象尽可能多地分析产生的原因，逐一排除，按照安全要求认真操作，确认故障排除及接线正确后进行送电试运行。

三、继电器常见故障的检修

继电器是一种根据外界输入的信号,如电气量(电压、电流)或非电气量

(热量、时间、转速等) 的变化接通或断开控制电路,以完成控制或保护任务的电器,它有三个基本部分,即感测机构、中间机构和执行机构,文章阐述了它们产生故障的检修方法。

1、 感测机构的检修

对于电磁式(电压、电流、中间) 继电器,其感测机构即为电磁系统。电磁系统的故障主要集中在线圈及动、静铁芯部分。

(1) 线圈故障检修

线圈故障通常有线圈绝缘损坏;受机械伤形成匝间短路或接地;由于电源电压过低,动、静铁芯接触不严密,使通过线圈电流过大,线圈发热以致烧毁。其修理时,应重绕线圈。如果线圈通电后衔铁不吸合,可能是线圈引出线连接处脱落,使线圈断路。检查出脱落处后焊接上即可。

(2) 铁芯故障检修

铁芯故障主要有通电后衔铁吸不上。这可能是由于线圈断线,动、静铁芯之间有异物,电源电压过低等造成的。应区别情况修理。

通电后,衔铁噪声大。这可能是由于动、静铁芯接触面不平整,或有油污造成的。修理时,应取下线圈,锉平或磨平其接触面;如有油污应进行清洗。

噪声大可能是由于短路、环断裂引起的,修理或更换新的短路环即可。

断电后,衔铁不能立即释放,这可能是由于动铁芯被卡住、铁芯气隙太小、弹簧劳损和铁芯接触面有油污等造成的。检修时应针对故障原因区别对待,或调整气隙使其保护在 $0.02 \sim 0.05\text{mm}$,或更换弹簧,或用汽油清洗油污。

对于热继电器,其感测机构是热元件。其常见故障是热元件烧坏,或热元件误动作和不动作。

① 热元件烧坏。这可能是由于负载侧发生短路,或热元件动作频率太高造成的。检修时应更换热元件,重新调整整定值。

② 热元件误动作。这可能是由于整定值太小、未过载就动作,或使用场合有强烈的冲击及振动,使其动作机构松动脱扣而引起误动作造成的。

③ 热元件不动作。这可能是由于整定值太小,使热元件失去过载保护功能所致。检修时应根据负载工作电流来调整整定电流。

2、执行机构的检修

大多数继电器的执行机构都是触点系统。通过它的“通”与“断”,来完成一定的控制功能。触点系统的故障一般有触点过热、磨损、熔焊等。引起触点过热的主要原因是容量不够,触点压力不够,表面氧化或不清洁等;引起磨损加剧的主要原因是触点容量太小,电弧温度过高使触点金属氧化等;引起触点熔焊的主要原因是电弧温度过高,或触点严重跳动等。

触点的检修顺序如下:

- (1) 打开外盖,检查触点表面情况。
- (2) 如果触点表面氧化,对银触点可不作修理,对铜触点可用油光锉锉平或用小刀轻轻刮去其表面的氧化层。
- (3) 如果触点表面不清洁,可用汽油或四氯化碳清洗。
- (4) 如果触点表面有灼伤烧毛痕迹,对银触点可不必修,对铜触点可用油光锉或小刀整修。不允许用砂布或砂纸来整修,以免残留砂粒,造成接触不良。
- (5) 触点如果熔焊,应更换触点。如果是因触点容量太小造成的,则应更换容量大一级的继电器。

(6) 如果触点压力不够,应调整弹簧或更换弹簧来增大压力。若压力仍不够,则应更换触点。

3、中间机构的检修

(1) 对空气式时间继电器,其中间机构主要是气囊。其常见故障是延时不准。这可能是由于气囊密封不严或漏气,使动作延时缩短,甚至不延时;也可能是气囊空气通道堵塞,使动作延时变长。修理时,对于前者应重新装配或更换新气囊,对于后者应拆开气室,清除堵塞物。

(2) 对速度继电器,其胶木摆杆属于中间机构。如反接制动时电动机不能制动停转,就可能是胶木摆杆断裂。检修时应予以更换。

第二节 三相电动机故障判断及维修

三相电动机运行或故障时,可通过看、听、闻、摸四种方法来及时预防和排除故障,保证三相电动机的安全运行。

一、看

观察三相电动机运行过程中有无异常,其主要表现为以下几种情况。

- 1、定子绕组短路时,可能会看到三相电动机冒烟。
- 2、三相电动机严重过载或缺相运行时,转速会变慢且有较沉重的"嗡嗡"声。
- 3、三相电动机维修网正常运行,但突然停止时,会看到接线松脱处冒火花;保险丝熔断或某部件被卡住等现象。
- 4、若三相电动机剧烈振动,则可能是传动装置被卡住或三相电动机固定不良、底脚螺栓松动等。
- 5、若三相电动机内接触点和连接处有变色、烧痕和烟迹等,则说明可能有

局部过热、导体连接处接触不良或绕组烧毁等。

二、听

三相电动机正常运行时应发出均匀且较轻的"嗡嗡"声，无杂音和特别的声音。若发出噪声太大，包括电磁噪声、轴承杂音、通风噪声、机械摩擦声等，均可能是故障先兆或故障现象。

1、对于电磁噪声，如果三相电动机发出忽高忽低且沉重的声音，则原因可能有以下几种。

- (1) 定子与转子间气隙不均匀，此时声音忽高忽低且高低音间隔时间不变，这是轴承磨损从而使定子与转子不同心所致。
- (2) 三相电流不平衡。这是三相绕组存在误接地、短路或接触不良等原因，若声音很沉闷则说明三相电动机严重过载或缺相运行。
- (3) 铁芯松动。三相电动机在运行中因振动而使铁芯固定螺栓松动造成铁芯硅钢片松动，发出噪声。

2、对于轴承杂音，应在三相电动机运行中经常。方法是：将螺丝刀一端顶住轴承安装部位，另一端贴近耳朵，便可听到轴承运转声。若轴承运转正常，其声音为连续而细小的"沙沙"声，不会有忽高忽低的变化及金属摩擦声。若出现以下几种声音则为不正常现象。

- (1) 轴承运转时有"吱吱"声，这是金属摩擦声，一般为轴承缺油所致，应拆开轴承加注适量润滑脂。
- (2) 若出现"唧哩"声，这是滚珠转动时发出的声音，一般为润滑脂干涸或缺油引起，可加注适量油脂。
- (3) 若出现"喀喀"声或"嘎吱"声，则为轴承内滚珠不规则运动而产生的声音，

这是轴承内滚珠损坏或三相电动机长期不用，润滑脂干涸所致。

3、若传动机构和被传动机构发出连续而非忽高忽低的声音，可分以下几种情况处理。

- (1) 周期性"咄咄"声，为皮带接头不平滑引起。
- (2) 周期性"咚咚"声，为联轴器或皮带轮与轴间松动以及键或键槽磨损引起。
- (3) 不均匀的碰撞声，为风叶碰撞风扇罩引起。

三、闻

通过闻三相电动机的气味也能判断及预防故障。若发现有特殊的油漆味，说明三相电动机内部温度过高；若发现有很重的糊味或焦臭味，则可能是绝缘层维修网被击穿或绕组已烧毁。

四、摸

摸三相电动机一些部位的温度也可判断故障原因。为确保安全，用手摸时应用手背去碰触三相电动机外壳、轴承周围部分，若发现温度异常，其原因可能有以下几种。

- 1、通风不良。如风扇脱落、通风道堵塞等。
- 2、过载。致使电流过大而使定子绕组过热。
- 3、定子绕组匝间短路或三相电流不平衡。
- 4、频繁启动或制动。
- 5、若轴承周围温度过高，则可能是轴承损坏或缺油所致。

第三节 高压检修安全操作程序

高压检修时，应遵守停电—验电—放电—接地—挂牌—检修的程序。

- “停电—验电—放电—接地—挂牌—检修”是保证高压检修安全的安全技术措施 ,应当按照工作票和操作票完成各项技术措施 :完成过程中应有人监护 ;操作时工作人员应配用相应电压等级的安全用具。
- 检修工作中 ,被检修设备应当停电 ,停电时,应注意所有能给检修部位送电的电源均应停电 :停电时 ,应将运行中的工作零线视同带电体 ,并与相线采取同样的措施 ;高压停电操作时 ,应先拉开断路器 .后拉开隔离开关 ,如断路器的电源侧和负荷侧均装有隔离开关 ,在拉开断路之后 ,应先拉开负荷侧隔离开关 ,后拉开电源侧隔离开关。
- 对已停电的线路或设备 ,不论其经常接入的电压表或其它信号是否指示无电 ,均应进行验电 :按停电线路或设备的电压等级选用相应的经试验合格的验电器 ;验电前应检查验电器是否完好 ,只有经合格的验电器验明无电才能作为无电的依据 :验电时应注意保持安全距离 ,防止短路。
- 对高压设备进行检修 ,停电后还须进行放电 ;这主要是消除被检修设备残存的电荷 ;放电应用配有专用导线的绝缘棒操作 ,或用临时接电线操作 ,或用专用接地刀闸操作 ,放电时人体不得与带电体接触 ,
- 为防止给检修部位意外送电和可能的感应电 ,应在被检修部分的外端(开关的停电侧或停电的导线上)装设临时接地线 ,临时接地线应将三相导体接地并予短接 ,装设临时接地线应注意以下要求 :凡可能给所检修设备突然送电的方面或能产生感应电压的装置均应在适当部位挂临时接地线 ,只有先验明无电后方可挂临时接地线 ;挂临时接地线应先接地端(接地要良好) ,后接相线导体端 ,拆除时顺序相反 :装拆临时接地线应使用绝缘杆操作或戴绝缘手套操作 ,并应由两人执行。

- 挂牌上要是提醒人们注意安全，防止 出现不安全行为；挂牌多用绝缘材料制成，种类很多 为“行人止步 高压危险”，“有人工作禁止合闸”等等。

第四节 配电变压器损坏原因及分析

造成变压器损坏原因有下面几种：雷击、长期过负荷、套管脏污导致套管闪络、受潮、缺油、低压侧短路、引线接头螺栓松动、锈蚀及过热烧坏等等。

一、雷击。

国内外大量资料表明，目前运行的 Y/Y-12 配电变压器，仅在高压侧采用避雷器保护在雷电波作用下仍有损坏现象。一般地区年损率 1%，个别多雷地区年损坏率高达 30%、因此，如配电变压器高压侧避雷性能较差，配电变压器接地电阻过大，雷雨季节更容易被雷击损坏。

二、长期过负荷。

长期过负荷将使配电变压器温升增加，油温升高，促使油质变坏，绝缘降低，同时也促使线圈绝缘及铁芯片间绝缘老化，从而缩短其寿命，烧坏配电变压器。

三、套管脏污导致套管闪络。

尘埃污染的地方，容易引起套管脏污，配电变压器套管脏污后，由于脏物吸收水分而导电性能提高，不仅容易引起表面放电，还可能使泄漏电流增加，绝缘套管发热，最后导致击穿。这种现象在城区特别是交通流量大的地方为常见，往往由于套管表面闪络而引起跳闸，严重时将损坏变压器。

四、受潮。

运行中配电变压器，由于油箱密封处老化，致使潮气侵入，绝缘下降，使

配电变压器线圈发生对地击穿故障，从而损坏配电变压器。

五、缺油。

由于油箱、放油阀、密封圈及高、低压套管长期渗油、造成油箱内油位过低，一般当低于分接开关时，将烧坏配电变压器。

六、低压侧短路。

运行中配电变压器低压侧突然短路，产生短路电流致使变压器在很短时间内烧坏。特别是农村配电变压器，低压线路长，接线混乱不规范，最容易发生低压侧短路而损坏配电变压器。

第五节 变频器维修常见故障现象及分析

一、过流（OC）

过流是变频器报警最为频繁的现象。

- 1、重新启动时，一升速就跳闸。这是过电流十分严重的现象。主要原因有：负载短路，机械部位有卡住；逆变模块损坏；电动机的转矩过小等现象引起。
- 2、上电就跳，这种现象一般不能复位，主要原因有：模块坏、驱动电路坏、电流检测电路坏。
- 3、重新启动时并不立即跳闸而是在加速时，主要原因有：加速时间设置太短、电流上限设置太小、转矩补偿(V/F)设定较高。

二、过压（OU）

过电压报警一般是出现在停机的时候，其主要原因是减速时间太短或制动电阻及制动单元有问题。

三、欠压（Uu）

欠压也是我们在使用中经常碰到的问题。主要是因为主回路电压太低(220V 系列低于 200V , 380V 系列低于 400V) , 主要原因:整流桥某一路损坏或可控硅三路中有工作不正常的都有可能引起欠压故障的出现 , 其次主回路接触器损坏 , 导致直流母线电压损耗在充电电阻上面有可能引起欠压.还有就是电压检测电路发生故障而出现欠压问题。

四、过热 (OH)

过热也是一种比较常见的故障 , 主要原因:周围温度过高 , 风机堵转 , 温度传感器性能不良 , 马达过热。

五、输出不平衡

输出不平衡一般表现为马达抖动 , 转速不稳 , 主要原因:模块坏 , 驱动电路坏 , 电抗器坏等。

七、开关电源损坏

这是众多变频器最常见的故障 , 通常是由于开关电源的负载发生短路造成的 , 丹佛斯变频器采用了新型脉宽集成控制器 UC2844 来调整开关电源的输出 , 同时 UC2844 还带有电流检测 , 电压反馈等功能 , 当发生无显示 , 控制端子无电压 , DC12V,24V 风扇不运转等现象时我们首先应该考虑是否开关电源损坏了。

八、SC 故障

SC 故障是安川变频器较常见的故障。IGBT 模块损坏 , 这是引起 SC 故障报警的原因之一。此外驱动电路损坏也容易导致 SC 故障报警。安川在驱动电路的设计上 , 上桥使用了驱动光耦 PC923 , 这是专用于驱动 IGBT 模块的带有放大电路的一款光耦 , 安川的下桥驱动电路则是采用了光耦

PC929 ,这是一款内部带有放大电路 ,及检测电路的光耦。此外电机抖动 ,三相电流 ,电压不平衡 ,有频率显示却无电压输出 ,这些现象都有可能是 IGBT 模块损坏。IGBT 模块损坏的原因有多种 ,首先是外部负载发生故障而导致 IGBT 模块的损坏如负载发生短路 ,堵转等。其次驱动电路老化也有可能导致驱动波形失真 ,或驱动电压波动太大而导致 IGBT 损坏,从而导致 SC 故障报警。

九、GF—接地故障

接地故障也是平时会碰到的故障 ,在排除电机接地存在问题的原因外 ,最可能发生故障的部分就是霍尔传感器了 ,霍尔传感器由于受温度 ,湿度等环境因数的影响 ,工作点很容易发生飘移 ,导致 GF 报警。

十、限流运行

在平时运行中我们可能会碰到变频器提示电流极限。对于一般的变频器在限流报警出现时不能正常平滑的工作 ,电压(频率)首先要降下来 ,直到电流下降到允许的范围 ,一旦电流低于允许值 ,电压(频率)会再次上升 ,从而导致系统的不稳定。丹佛斯变频器采用内部斜率控制 ,在不超过预定限流值的情况下寻找工作点 ,并控制电机平稳地运行在工作点 ,并将警告信号反馈客户 ,依据警告信息我们再去检查负载和电机是否有问题。

第六章 电工安全操作规程

- 一、 所有绝缘、检验工具 ,应妥善保管 ,严禁他用 ,并应定期检查、校验。
- 二、 现场施工用高低压设备及线路 ,应按施工设计及有关电气安全技术规程安装和架设。
- 三、 线路上禁止带负荷接电或断电 ,并禁止带电操作。

四、有人触电 ,立即切断电源 ,进行急救;电气着火 ,应立即将有关电源切断后 ,使用泡沫灭火器或干砂灭火。

五、安装高压开关 ,自动空气开关等有返回弹簧的开关设备时 ,应将开关置于断开位置。

六、多台配电箱(盘)并列安装时 ,手指不得放在两盘的接合处 ,也不得触摸连接螺孔。

七、电杆用小车搬运应捆绑卡牢。人抬时 ,动作一致 ,电杆不得离地过高。

八、人工立杆 ,所用叉木应坚固完好 ,操作时 ,互相配合 ,用力均衡。机械立杆 ,两侧应设溜绳。立杆时 ,坑内不得有人 ,基础夯实后 ,方可拆出叉木或拖拉绳。

九、登杆前 ,杆根应夯实牢固。旧木杆杆根单侧腐朽深度超过杆根直径八分之一以上时 ,应经加固后方能登杆。

十、登杆操作脚扣应与杆径相适应。使用脚踏板 ,钩子应向上。安全带应拴于安全可靠处 ,扣环扣牢 ,不准拴于瓷瓶或横担上。工具 ,材料应用绳索传递 ,禁止上、下抛扔。

十一、杆上紧线应侧向操作 ,并将夹紧螺栓拧紧 ,紧有角度的导线 ,应在外侧作业。调整拉线时 ,杆上不得有人。

十二、紧线用的铁丝或钢丝绳 ,应能承受全部拉力 ,与导线的连接 ,必须牢固。紧线时 ,导线下方不得有人 ,单方向紧线时 ,反方向应设置临时拉线。

十三、电缆盘上的电缆端头 ,应绑扎牢固 ,放线架、千斤顶应设置平稳 ,线盘应缓慢转动 ,防止脱杆或倾倒。电缆敷设到拐弯处 ,应站在外侧操作 ,木盘上钉子应拔掉或打弯。雷雨时停止架线操作。

十四、进行耐压试验装置的金属外壳须接地，被试设备或电缆两端，如不在同一地点，另一端应有人看守或加锁。对仪表、接线等检查无误，人员撤离后，方可升压。

十五、电气设备或材料，作非冲击性试验，升压或降压，均应缓慢进行。因故暂停或试压结束，应先切断电源，安全放电，并将升压设备高压侧短路接地。

十六、电力传动装置系统及高低压各型开关调试时，应将有关的开关手柄取下或锁上，悬挂标示牌，防止误合闸。

十七、用摇表测定绝缘电阻，应防止有人触及正在测定中的线路或设备。测定容性或感性材料、设备后，必须放电。雷雨时禁止测定线路绝缘。

十八、电流互感器禁止开路，电压互感器禁止短路和以升压方式运行。

十九、电气材料或设备需放电时，应穿戴绝缘防护用品，用绝缘棒安全放电。

二十、现场变配电高压设备，不论带电与否，单人值班不准超过遮栏和从事修理工作。

二十一、在高压带电区域内部分停电工作时，人与带电部分应保持安全距离，并需有人监护。

二十二、变配电室内、外高压部分及线路，停电作业时：

1、切断有关电源，操作手柄应上锁或挂标示牌。

2、验电时应穿戴绝缘手套、按电压等级使用验电器，在设备两侧各相或线路各相分别验电。

3、验明设备或线路确认无电后，即将检修设备或线路做短路接电。

4、装设接地线，应由二人进行，先接接地端，后接导体端，拆除时顺序相反。

拆、接时均应穿戴绝缘防护用品。

5、接地线应使用截面不小于 25mm² 多股软裸铜线和专用线夹 ,严禁用缠绕的方法 ,进行接地和短路。

6、 设备或线路检修完毕 ,应全面检查无误后方可拆除临时短路接地线。

二十三、用绝缘棒或传动机构拉、合高压开关 ,应戴绝缘手套。雨天室外操作时 ,除穿戴绝缘防护用品外 ,绝缘棒应有防雨罩 ,并有人监护。严禁带负荷拉、合开关。

二十四、电气设备的金属外壳 ,必须接地或接零。同一设备可做接地和接零。同一供电网不允许有的接地有的接零。

二十五、电气设备所有保险丝(斤)的额定电流应与其负荷容量相适应。禁止用其他金属线代替保险丝 (片)。

二十六、施工现场夜间临时照明电线及灯具 ,一般高度应不低于 2.5 米 ,易燃、易爆场所应用防爆灯具。照明开关、灯口、插座等 ,应正确接入火线及零线。

二十七、穿越道路及施工区域地面的电线路应埋设在地下 ,并作标记。电线路不能盘绕在钢筋等金属构件上 ,以防绝缘层破裂后漏电。在道路上埋设前应先穿入管子或采取其它防护措施 ,以防被辗压受损 ,发生意外。

二十八、工地照明尽可能采用固定照明灯具 ,移动式灯具除保证绝缘良好外 ,还不应有接头 ,使用时也要作相应的固定 ,应放在不易被人员及材料 ,机具设备碰撞的安全位置 ,移动时 ,线路(电缆)不能在金属物上拖拉 ,用完后及时收回保管。

二十九、严禁非电工人员从事电工作业。

第七章 设备管理知识

第一节 设备管理的基本概述

设备管理的研究对象就是设备，设备管理是以企业生产经营目标为依据，运用各种技术、经济、组织措施，对设备从规划、设计、制造、购置、安装、使用、维护、修理、改造、更新直至报废的整个寿命周期进行全过程的管理。

设备管理的目的是取得最佳的设备投资效果。换句话说，就是要充分发挥设备效率，并谋求寿命周期费用最经济。

设备管理应当依据技术进步促进生产发展，坚持以预防为主；坚持设计、制造与使用相结合，维修与计划检修相结合，修理、改造与更新相结合，专业管理与群众管理相结合，技术管理与经济管理相结合的原则。这是总结我国设备管理工作的历史经验而制定符合我国国情的基本方针。

设备管理的任务是：采取一系列的措施对设备进行综合管理，保持设备完好，利用修理、改造和更新等手段，恢复设备的精度性能提高设备的素质，改善原有的设备构成，充分发挥设备效能，保证产品产量、质量和设备的安全运行，降低消耗和成本，促进企业生产持续发展，提高企业的经济效益。

设备在其整个寿命周期中都处于运动状态，分别表现为物质运动两种形态。设备的物质运动是指设备在使用中，由于物理和化学的作用而产生摩擦、疲劳和腐蚀等性能劣化，从而需要修复、改造和更换，直至报废的处理的过程。设备的价值运动是指设备在制造产品过程中的资金优化，即将设备原有的价值和维护费通过提取折旧和计入生产费用，逐步转移到产品中去，从而导致设备净值的不断下降。所以，设备管理的范畴不仅包括技术管理，而且包括经济管理，通常还包括维修管理。

从系统管理的概念出发,设备管理是企业管理的子系统,是企业管理的的重要组成部分。企业管理的目的是努力提高生产率,尽可能以最少的投入获得最大的产出,使企业取得最佳的经济效益和社会效益。设备管理的各种措施和预期的效果,都与企业的投入和产出有直接有关。因此,设备管理要为实现企业的生产经营目标服务,它的主要经济指标应该列入厂长任期责任目标。

设备管理的主要内容包括:设备的资产管理,设备的前期管理,设备的使用与维护,设备的润滑管理,设备的状态检查与故障管理,设备诊断技术,设备的修理,设备维修的技术管理,动力设备的使用、运行与维修,动力管线的管理与维修,设备的改造更新,设备维修的费用管理,设备管理的信息系统,设备动力工作的目标管理,设备动力系统的组织与职能,设备管理和维修人员的素质要求与培训等。

我国工业设备管理的发展过程,大体经历了解放前后推行的经验管理,50年代开始推行的科学管理,80年代以来推行的现代化设备管理等阶段,目前正继续向着设备管理现代化的目标前进。由于我国企业管理水平比较落后,大多数企业的设备管理仍然停留在经验管理和科学管理阶段,只有少数先进企业和重点企业开始推行现代设备管理而且在推行过程中还经常受到各种干扰和冲击。因此,为了实现设备管理现代化的目标,尚需作出很大努力。

设备管理是一门发展中的应用科学,系统的理论和实践经验是它的两个有机的组成部分,并且随着现代科学技术和生产的发展而不断充实、完善。在我国,从50年代初引进了前苏联的统一计划预修制度,并在60年代结

合国情有所发展 ;70 年代以来 ,国际上出现了设备综合工程学等、全员生产维修、寿命周期费用概念、维修与可靠性、设备诊断技术、预知维修和后勤工程学等理论和实践 ,设备管理的理论、方法和手段以及维修技术水平都在迅速提高。设备管理已经受到国家的高度重视。

第二节、设备管理的主要内容

一、设备的资产管理

设备资产是企业固定资产的主要组成部分 , 是进行生产的技术物质基础。设备资产管理是指企业设备管理部门对属于固定资产的机械、动力设备进行的资产管理。要作好设备资产的管理工作 , 设备管理部门、使用单位和财会部门必须同心协力 , 互相配合。设备管理部门负责设备资产的验收、编号、维修、改造、移装、调拨、出租、清查盘点、报废清理、更新等管理工作 ; 使用单位负责设备资产的正确使用、妥善保管和精心维护 , 并对其保持完好和有效利用负直接责任 ; 财会部门负责组织制定固定资产管理的责任制度和相应的凭证审查手续 , 严格贯彻执行 , 并协助各部门、各单位作好固定资产的核算工作。

设备资产管理的主要内容包括 : 生产设备的分类和编号 ; 重点设备的划分与管理 ; 设备资产管理的基础资料 ; 设备资产动态的管理以及设备的库存管理等。

二、设备的使用与维护

设备的正确使用和精心维护 , 是设备管理工作中的重要环节。机器设备使用期限的长短、生产效率和工作精度的高低 , 固然取决于设备本身的结构和精度性能 , 但在很大程度上也取决于它的使用和维护情况。正确使用设备 ,

可以保持设备的良好技术状态 ,防止发生非正常磨损和避免发生故障 ,延长使用寿命 ,提高使用效率 ;而精心维护设备则起着对设备的“保健”作用 ,可改善其技术状态 ,延缓劣化进程 ,消灭隐患于萌芽状态 ,从而保障设备的安全运行 ,提高企业的经济效益。为此 ,必须明确生产车间与使用人员对设备使用维护的责任与工作内容 ,建立必要的规章制度 ,以确保设备使用维护各项措施的贯彻执行。

设备的使用维护工作包括 :制定设备技术状态的完好标准 ,设备使用基本要求 ,设备操作维护规程 ,设备日常维护与定期维护 ,设备点检 ,设备润滑 ,设备的状态监测和故障诊断 ,区域维修责任制 ,开展全员的设备维护竞赛和评比活动 ,设备故障和事故处理等。

三、设备润滑的管理

润滑是向运转机械表面供给适当的润滑剂 ,以减少其相互间的摩擦和磨损的有效措施。设备的润滑管理是用管理的手段 ,按照技术规范的要求 ,实现设备的合理润滑和节约用油 ,达到设备正常安全的运行。它包括 :建立和健全润滑管理的组织 ;制定并贯彻各项润滑管理工作制度 ;实施润滑“五定”(定点、定质、定量、定期、定人)、“三过滤”(入库过滤、发放过滤、加油过滤) ;开展润滑工作的计划与定额管理 ;强化润滑状态的技术检查以及作好废油的回收与再生利用等。因此 ,设备的润滑管理是企业设备维修管理工作的重要组成部分。

设备润滑是设备维修工作的重要环节。设备缺油或油脂变质 ,会导致设备故障甚至破坏设备的精度和功能。搞好设备润滑工作 ,对于减少故障以保障生产顺利进行、减少机件磨损以延长使用寿命 ,都有着重要的作用。

近 20 年来，国际上摩擦学科的建立与发展，使摩擦、磨损与润滑机理的学术研究日益深入，并涉及到机械设计等学科，它要求在设备的设计阶段，按摩擦学的理论对设备各种摩擦副的润滑方式和油品等作出正确的选择，为保证设备的可靠性与维修性打好基础。

历史的经验表明，某些企业和单位由于忽视设备润滑工作，造成设备故障与事故频繁，加速设备技术状态的劣化，使产品质量和产量都受到很大影响，企业的经济效益降低。因此，企业领导、设备使用单位人员、设备管理部门与维修人员等，都应该重视设备润滑工作。

四、设备故障管理和状态检查

所谓故障，一般是指设备或系统丧失或降低其规定功能的事件或现象。企业设备是为满足某种生产对象的工艺要求或为完成工程项目的预计功能而配备的，设备的功能体现着它在生产活动中存在的价值和对生产的保证制度。故障的频繁发生往往会影响企业产品的数量和质量。因而要探索故障发生的规律，对故障进行记录，以及对故障机理进行分析以采取有效措施控制故障的发生，这就是故障管理。

在故障发生之前总会有一些征兆，我们把这种征兆状态称为异常。异常是相对于正常来说的。监视异常的征兆状态可收集到征兆数据，利用征兆数据，可以诊断、预测故障，这就是状态检查（检测）的作用。

五、设备诊断技术

设备整体及构成设备的零件和元件，在过载应力、重复应力、腐蚀环境等种种因数作用下，逐渐由本身的故障机理而产生缺陷。这些缺陷，如变形、磨损、松动、变质、断裂等，叫做直接（一次的）缺陷；由于一次缺陷所产生的振

动、泄漏、声响、发热、污染等为二次缺陷。这些缺陷(故障模式)通过传动机理 ,会影响到设备的整体性能及强度。因此 ,故障模式及性能、强度的变化是异常的征兆 ;观察、测定这些征兆的参数(点检、检查) ,就可预测故障的发生。

所谓设备诊断技术 ,主要就是在设备运行中或基本不拆卸全部设备的情况下 ,掌握设备现在的运行状态 ,判定产生故障的部位和原因并预测、预报未来的硬件和软件的综合技术。

六、设备的修理

设备在使用过程中 ,其零、部件会逐渐产生磨损、变形、断裂、蚀损等现象(统称为有形磨损)。由于零、部件使用的材质和工作条件不同 ,在一定时间内它们的有形磨损程度也不同。随着零、部件磨损程度的逐渐增大 ,设备的技术状态将逐渐劣化。由于一些零件因磨损而失去原有的功能和精度 ,设备会出现故障 ,使整机丧失使用价值。设备技术状态劣化或发生故障后 ,为了恢复其功能和精度而采取的更换或修复磨损、失效的零件(包括基准件) ,并对整机或局部进行拆装、调整的技术活动 ,称为设备修理。所以 ,设备修理是使设备在一定时间内保持其规定功能和精度的重要措施。

设备维修的经济效益是企业经济效益体系中的一个重要组成部分 ,它取决于 :

- 1、 设备维修性设计的优劣 ;
- 2、 维修人员技术水平的高低 ;
- 3、 维修组织系统及装备设施的完善程度。

上述三者称为设备维修的三要素。因此 ,要提高企业设备维修的经济效

益,应从上面三方面综合考虑,采取对策。对于在用设备,必须贯彻预防为主方针,并根据企业的生产性质、设备特点及其在生产中所处的地位,选择适当的维修方式。通过日常和定期的检查、状态监测和诊断等各种手段,切实掌握设备的技术状况,按照产品工艺要求和针对设备技术状态劣化程度,编制预防性修理计划,修理前充分作好技术及生产准备工作,适当地进行修理。修理中积极采用新工艺、新技术、新材料和现代科学管理方法,如各种修复技术、导轨镶装补偿材料、网络计划技术和全面质量管理等,以保证修理质量、缩短停歇时间和降低修理费用。另一方面,结合修理进行必要的改善维修,以提高设备的可靠性和维修性,从而提高设备的可利用率。

七、设备维修的技术管理

设备维修的技术管理是指为了正确使用和及时维修设备以充分发挥其效能,收集、编制并组织贯彻各种维修技术文件,推广新工艺、新技术、新材料以及其他为提高企业维修技术水平所进行的一系列管理工作。在设备维修技术管理工作中,应贯彻“依靠技术进步,促进生产发展和预防为主”的方针和“技术管理与经济管理相结合”的原则,达到提高企业设备素质和维修经济效益的目的。设备维修技术管理工作的主要内容是:

- 1、设备维修技术资料的管理;
- 2、编制设备维修图册;
- 3、编制设备的典型修理工艺规程和备件制造工艺规程;
- 4、制定各种维修技术标准;
- 5、设备的维修前技术准备工作;
- 6、在设备维修中推广新技术、新工艺、新材料;

- 7、设备技术改造和局部改装设计管理；
- 8、专用设备的设计审查；
- 9、设备维修用工、检、量具管理；
- 10、设备维修的质量管理等。

八、备件管理

备件管理是指备件的生产、订货、供应、储备的组织与管理,它是设备维修资源管理的主要内容。

1、什么是备件

为了缩短设备修理停歇时间,在备件库内经常保持的一定数量的零部件,称为备件。配件是指修理设备时,用来更换已磨损到不能使用的或损坏零件的新件或修复件。

2、备件管理的目标

备件管理的目的是用最少的资金,合理的库存储备,保证设备维修的需要,提高设备的使用可靠性、维修性和经济性。并作到以下几点:

- (1) 把设备突发故障所造成的生产停工损失减少到最低程度;
- (2) 把设备计划修理的停歇时间和修理费用降低到最低限度;
- (3) 把备件库的储备资金压缩到合理供应的最低水平。

3、备件管理的工作的主要任务

- (1) 及时有效的向维修人员提供合格的备件。为此必须建立相应的备件管理机构 and 必要的设施,并科学合理地确定备件的储备品种、储备形式和储备定额,做好备件的保管供应工作。

(2) 重点做好关键设备维修所需备件的供应工作。企业的关键设备对产品质量和质量影响很大,因此,备件管理工作的重点首先是确保满足关键设备对维修备件的需要,保证关键设备的正常运行,尽量减少停机损失。

(3) 做好备件使用情况的信息收集和反馈工作。备件管理和维修人员要不断收集备件使用中的质量、经济信息,并及时反馈给备件技术人员,以便改进和提高备件的使用性能。

(4) 在保证备件供应的前提下,尽可能减少备件的资金占用量。影响备件管理成本的因素有:备件资金占用率和周转率;库房占用面积;管理人员数量;备件制造采购质量和价格;备件库存损失等。备件管理人员应努力做好备件的计划、生产、采购、供应、保管等工作,压缩备件资金,降低备件管理成本。

4、 备件管理工作内容

备件管理工作的内容按其性质划分如下:

(1) 技术基础资料的收集与技术定额工作,备件的技术管理包括:备件图纸的收集、测绘、整理,备件图册的编制;各类备件统计卡片和储备定额等基础资料的设计、编制及备件卡的编制工作。

(2) 计划工作,备件的计划管理指备件由提出自制计划或外协、外购计划到备件入库这一阶段的工作,可分为:年、季、月自制计划;外购备件的年度及分批计划;铸、锻毛坯的需要量申请、制造计划;备件零星采购和加工计划;备件的修复计划。

(3) 备件库工作,备件库房的管理指从备件入库到发出这一阶段的库存控制和管理工作。包括:备件入库时的检查、清洗、涂油防锈、包装、登记上卡、上架存放;备件的收、发及库房的清洁与安全;订货点与库存量的控制;备件的

消耗量、资金占用额、资金周转率的统计分析和控制；备件质量信息的搜集等。

(4) 经济核算与统计分析工作，备件的经济管理包括备件库存资金的核定、出入库帐目的管理、备件成本的审定、备件消耗统计、备件各项经济指标的统计分析等。经济管理应贯穿于备件管理的全过程，同时应根据各项经济指标的统计分析结果来衡量检查备件管理工作的质量和水平，总结经验，改进工作。

5、 备件管理工作的重要性

设备被维修的目的不仅是尽快恢复设备原有的功能，还应不断提高设备的可靠性、维修性和经济性。为此，需要在设备日常检查、技术诊断和经验判断的基础上，根据设备磨损规律和使用寿命，将设备中容易磨损的各种零部件，事先加工、采购和储备好。

备件管理是维修活动的重要组成部分，只有科学合理地储备与供应备件，才能保证设备修理的质量和进度。否则，备件储备过多，会造成积压和过多地占用流动资金。若储备过少，又会影响备件的及时供应，妨碍设备的修理进度，延长停机时间，使企业的生产活动和经济效益遭受重大损失。

当前，设备备件的管理工作已引起广泛注意。国外企业已将备件管理作为企业设备管理一个的重要组成部分，专门进行研究。我国虽早就将备件管理列入了设备管理范围，并配置了一定的组织机构和人员，但还不能适应现代设备管理工作，急需广大设备维修管理人员认真研究，学习、总结先进的管理经验，以尽快提高设备备件的管理水平。

第三节、设备点检管理

一、设备的定义

设备是企业固定资产的主要组成部分，是企业生产中能供长期使用并在使用中基本保持其实物形态的物质资料的总称。

二、设备点检的定义

设备点检就是借助于人的感官和检测工具，按照预先制定的技术标准，定点、定标准、定人、定周期、定方法、定量、定作业流程地对设备进行检查的一种设备管理方法。它通过对设备的全面检查和分析来达到对设备进行量化评价的目的。设备点检运用运行岗位的日常点检、点检员及其它专业人员的定期点检、精密点检、技术诊断和劣化倾向管理、综合性能测试等技术和手段，形成保证设备健康运转的五层防护体系，体现对设备全员管理的原则。

三、设备定修的定义

设备定修是指在推行设备点检管理的基础上，根据预防维修的原则，按照设备的状态，确定设备的检修周期和检修项目，是在确保检修间隔的时间内设备能稳定、可靠运行的基础之上，做到使连续生产系统的设备停修时间最短，物流、能源和劳动力消耗最少，是使设备的可靠性和经济性得到最佳配合的一种检修方式。

四、设备定修的特征

根据点检定修管理的内涵和设备定修的定义，与传统的计划检修相比照，设备定修有以下的特征：

1、设备定修是在设备点检和预防检修的条件：

设备定修是为了消除设备的劣化，经过一次定修使设备的状态恢复到应有

的性能 ,从而保证设备可连续不间断、稳定、可靠运行 ,达到预防维修的目的。同时也明确提出定修项目的确立是在设备点检管理的基础上 ,要求尽量避免“过维修”和“欠维修”,做到该修的设备安排定修 ,不该修的设备则要避免过度检修 ,逐步向状态检修过渡。

2、 设备定修推行“计划值”管理方式

(1) 对停机修理的计划时间 ,力求达到 100%的准确 ,即实际定修时间不允许超过规定时间 ,也不希望提前很多时间。

(2) 定修项目的完成也追求 100%的准确 ,减项和增项同样不好。如果每次定修有很多项目不是预先设定的项目 ,那就算不上是按照设备状态来确定检修。

(3) 上述计划值的制定是基于各级设备管理人员(包括设备主管、工程师、点检员)日常工作的积累 ,要求计划命中率(准确率)逐步有所提高。点检定修制强调工作的有效性 ,要求制订的计划值符合客观实际情况 ,计划命中率 (准确率)的高低反映了各级设备管理人员的综合工作水平 ,很多企业将计划命中率作为衡量员工工作的一个标准。

(4) 定修项目的动态管理是设备定修的主要特征 ,点检定修制明确将 PDCA 的工作方法贯穿于设备的全过程管理 ,对每一个定修过程要认真记录修前、修后的设备状况 ,对劣化部位及相应的预防劣化的措施记录在案。除在日常点检管理中跟踪检查外 ,在下一次定修时要进行总结 ,并在此基础上提出相应意见 ,不断的完善设备的技术标准和作业标准 ,修改相应的维护标准和点检标准 ,达到延长检修周期和零部件寿命的目的 ,也称为设备的持续改进。

(5) 设备定修要求所有检修项目的检修质量受控点检制强调设备在运行期

间的受控外 ,还要求在检修期间的所有检修项目的检修质量受控。要求每一个点检员参与检修现场的检修质量确认 ,点检定修管理导则规定了“三方确认”和“两方确认” ,即对重大安全、质量问题 ,点检员要到现场进行确认。目前对检修质量的监控 ,普遍采用监控质检点 (H、W 点) 的做法 ,其中 H 点(HOID POINT)为不可逾越的停工待检点 ,W 点(WITNESS POINT)为见证点。

(6) 设备定修要求使设备的可靠性和经济性得到最佳的配合 ,设备定修除了使设备消除劣化、恢复性能以外 ,还要兼顾经济方面的要求 ,一般说来应考虑下列问题 :

- ① 通过点检管理和状态诊断 ,在掌握主设备准确状态的基础上 ,合理延长主设备检修间隔(改变年修模型) ,是设备点检定修追求的主要目标。
- ② 通过点检管理在掌握设备状态的基础上尽量减少过维修项目。
- ③ 年度检修中更换下来的可恢复使用的部件的修复。
- ④ 改进工艺和作业标准 ,降低原材料、备品备件、能源的过度消耗。
- ⑤ 合理安排人力资源 ,使日常修理和定期修理的负荷均衡化。
- ⑥ 减少和降低设备定修在备品备件、原材料、能源库存上的资金占用。

五、设备定修按检修性质分类

1、 定期检修 (TBM)

定期检修是一种以时间为基础的预防性检修 ,根据设备磨损和老化的统计规律 ,事先确定检修等级、检修间隔、检修项目、需用的备件及材料等的检修

2、改进性检修 (PAM)

改进性检修是指对设备先天性缺陷或频发故障 , 按照当前设备技术水平和发展趋势进行改造 , 从根本上消除设备缺陷 , 以提高设备的技术性能和可用率 , 并结合检修过程召 - 一 - 一实施的检修方式。

3、状态检修 (CBM)

状态检修是指根据状态监测和诊断技术提供的设备状态信息 , 评估设备的状况 , 在故障发生前进行检修的方式。

4、故障检修 (RTF)

故障检修是指设备在发生故障或其他失效时进行的非计划检修。

六、设备管理在企业管理中的地位和作用

加强科学的设备管理是确保设备正常运行的重要保证 , 是提高设备质量的重要保证 , 是提高经济效益的保证。

七、设备管理的一般概念

设备管理是一项系统工程 , 是对设备一生全过程的综合管理。实施对设备的高效管理 , 最终达到寿命周期最长、费用最经济、综合效率最高的目的。

八、定修的分类

实行点检定修制的企业 , 其检修按其分类的依据不同 , 有两种分类方法。其中一类按设备定修按检修时间的长短分类

1、年度检修 (简称年修)

年修是指检修周期较长、检修日期较长 (一般为几天) 的停机检修。

2、点检基础上的检修 (简称定修)

对主要生产流程中的设备，按点检结果或轮换检修的计划安排所进行的检修称为定修。定修一般用于不影响连续生产系统停用或出力降低的附属设备和系统上，其检修时间也较短（一般从几天到十几天），检修内容包括更换备品配件、解体进行定期精密点检、定期维护、预防性检查和测试、技术诊断和技术监督的需要所安排的解体检修、较大的缺陷转为定修项目等。定修项目一般在月度计划中安排，如果定修出现在影响连续生产系统中的主要设备上，产生了停机或严重影响了系统出力，则需要征得电网调度的同意，甚至构成了非计划停运。

3、平日小修理（一般称为日修）

日修是对设备进行小修理的项目，不需要征得电网调度同意，也不会影响发电生产系统的运行方式，这种修理项目有的是月度计划中已列入的项目，它的计划一般以周计划的形式下达，它的检修内容包括：定期维护项目（如加油脂、定期清洗等）、需要检修人员配合的定期点检、需检修人员配合的定期试验、备品备件修复、小缺陷处理等。

九、设备定修策略及优化检修

1、优化检修概述

设备优化检修的概念首先是由美国提出来的，它的基本思路是通过以“管”为主的策略，针对设备的特点制订出一套策略，最终形成一套优化检修的模式，使设备的可靠性和经济性得到最佳的配合。

2、优化检修模式

不是针对某一台设备，而是指整个生产的大系统而言，大到诸如汽轮机、发电机；小到某一个电磁阀门或者一台水泵，实际上是针对某一个厂的所有

设备而言。实行优化检修模式，要对其庞大的连续生产系统中的所有设备进行分类。不同类别的设备，采用不同的检修方式，其中有的设备应用定期检修；有的设备采用状态检修；而有的设备则采取故障检修。优化检修模式具有明显的个性化特点。基于每一个设备的型号、制造厂不一样，辅机配套和系统设计也不一样，导致了要根据其各自特点，采用不同的优化模式。优化检修目标的实现要运用一种管理方法，以确定哪些设备采用定期检修，而状态检修又应用在哪些设备上，即确定设备的定修策略。

3、设备定修策略

设备定修策略是对庞大的生产系统中的所有设备进行分类，确定这些设备应该采用何种检修方式，使企业的设备检修逐步形成一套定期检修、状态检修、改进性检修和故障检修为一体的优化检修模式。

十、设备劣化的主要表现形式及其预防

1、机械磨损

这是最常见的劣化形式，这种劣化有规律可循，它有一个发展过程，在加强点检管理基础上，可以早期发现。减少由于机械磨损而产生的设备劣化的主要措施是正确操作、加强维护（尤其是润滑），找到规律后则可定期更换易损零部件或采用新工艺和新材料以改善磨损。对易磨损的部位要认真执行点检标准，早期发现设备隐患。

2、金属组织和性质变化、蠕变、高温腐蚀等

这是电力行业常见的金属劣化表现形式，要从加强金属监督人手，把有关监督内容与点检管理整合，按规定进行精密点检。通过点检的优化管理，早期预防金属劣化的发生。

3、 疲劳裂纹

设备的高温高压部件极易产生疲劳裂纹。裂纹是机械疲劳的信号 ,应采取必要措施及早处理。 为防止和减少疲劳裂纹的发生 ,应注意下列几点 :

- (1) 减少结构设计上应力集中的影响。
- (2) 要避免金属加工上应力集中的影响。
- (3) 减少设备操作上的应力 ,避免机械超载运行、冲击负荷、不均匀受热和加热 (冷却) 速度过快等。

4、 腐蚀

设备在外界介质的作用下发生的损坏过程称为腐蚀 ,这在钢铁企业十分普遍 ,要从改进机件的原材料入手采用新工艺、新材料 ;同时对易产生腐蚀的部位应加强点检力度 ,早期发现 ,及时消除劣化。

5、 绝缘损坏

防止设备的绝缘老化损坏 ,要从加强包括绝缘监督在内的各项技术监督措施入手 ,使各项监督与点检管理相整合 ,把有关技术监督工作和精密点检和劣化倾向管理有机结合起来。 除了上述几种表现形式外 ,还有由于制造、基建、设计上的原因等造成的设备易劣化隐患。

早在 20 世纪 90 年代初期 ,就有关于开展状态检修的提法。以前执行的原苏联 20 世纪 50 年代的模式是 2 ~3 年 1 次大修 ,1 年 2 次小修。随着时间的推移 ,设备的科技含量明显提高 ,机械制造水平 ,原材料水平也大大提高 ,原有的计划检修周期显然是不适合了。因此就要求开展按设备的状态来决定检修间隔和检修项目的工作 ,这就是状态检修提出的原因。

第四节、 推动状态检修工作

一、状态检修的几点问题

- 1、确定设备状态是实现状态检修的基础，应从加强和优化点检管理入手。逐步摸清设备的性能和状态。
- 2、状态诊断要起步，要配备必要的装备，在人、财、物的资源上向状态诊断倾斜，有些价格特别昂贵的设备可以考虑成立区域性的状态诊断中心。
- 3、劣化倾向管理要予以重视，要投入一定的力量抓好这项工作。
- 4、要为状态检修营造一个敢为人先的环境。因为目前很多点检员宁可过维修而不敢延长周期。
- 5、要清醒地看到，状态检修范围的不断扩大是一个较长的历史过程，需要有一个长远的规划。
- 6、设备管理上的改革，要与企业内部体制创新相协调。首先要从转换观念入手，宣传先进的管理理念和方法，全面开展点检定修管理。

二、状态检修的应用

1、状态检修主要应用在下列检修工作中：

- (1) 对处于连续发电生产系统中的 A 类设备，状态检修是针对某一台设备和系统中某一支系统无法正常运行时采用，这时候是出于无奈，因为这样做就增加了一次非计划停运。因此要在主设备年修时做好深入细致的点检管理工作，力求避免产生这种类型的状态检修。
- (2) 应用在有备用容量的主要辅机的设备定修。这已经在实行 TPM 管理的多数电厂实施。这些辅机不参加大、中、小修，有利于平衡检修负荷，充分利用设备的寿命周期，从而降低维修费用。

(3) 在诊断技术不断提高和点检管理加强的基础上准确界定主设备的检修间隔和检修项目，减少过度维修。

2、我国目前设备检修方式的分类

目前世界上设备管理的学者，对设备检修方式有多种多样的提法，有些是相类似的，仅存在文字翻译上的差异，有些则是同样的内涵而提法不同。总的看，设备的检修方式在目前可以归纳为四大类，就是我国行业标准中的提法，即预防性定期检修、状态检修、改进性检修和故障检修。

(1) 定期检修或称预防性检修

这一类检修方式是指以时间间隔为基准，但具体项目还可以随状态而调整，即前面提到的年修，又称为以时间周期为主、状态为辅的一种预防性检修方式。目前这一类检修方式国内外还在普遍应用，主要应用于像发电厂这样庞大的连续生产系统。有差异也仅是由于诊断技术的差异引起的检修项目的变化和时间间隔的不同而已。

(2) 状态检修

是指按设备的状态进行检修的检修方式，它是在把设备的状态搞清楚以后，再决定如何检修。这种检修方式广泛应用于不影响发电主设备停用的重要辅机（含有备用容量的辅机），在决定连续发电生产系统中设备的检修项目和检修周期中也得到广泛应用。早在 20 世纪 70 年代，世界上一些发达国家已广泛应用这种检修方式。早期实行 TPM 管理的发电厂除了发电主设备外，其他设备的定修均采用点检基础上的定修，也就是以状态决定是否检修的检修方式。

(3) 故障检修

故障检修比较容易理解,顾名思义它是在设备发生故障后再进行检修,由于制造业水平的提升,设备无故障运行的时间大大提高,同时又由于设备管理者的优化检修策略,使故障检修得到了广泛的应用。TPM 发展到现在,引入了优化检修的概念,即从可靠性和经济性综合评估结果来决定设备何时进行检修。分析表明,有相当一部分设备在发生故障后,对连续生产系统不构成威胁,采用设备坏了再检修的方式即故障检修的方式,可以节约大量的人力、物力和财力。目前我国行业标准,明确了电力生产系统中的 C 类设备,宜采用故障检修的策略。这是基于目前这些设备的故障发生率并不很频繁,而且即使有了故障也会很快排除而不影响发电的主营业务。相反的这种做法可大大减轻维护工人的劳动强度,并节省一笔可观的维护费用。

第五节、点检规程标准体系

专业点检工作的任务是以点检作业长为中心,通过点检工程师、点检员来完成的。点检工作基本上可概括为“七事一贯负责制”

点检工作应抓好七项重点管理,即抓好故障管理、费用管理、材料管理、安全管理、设备改进管理、点检帐票管理、点检协调管理等工作。

点检工作是设备维修工作的一项重要措施和方法。设备设计部门在维修管理的设计中应提出指导设备安装的《设备安装要领书》、指导设备操作使用的《设备使用说明书》和指导设备点检的《设备维修作业标准》等三个技术文件。其中对点检应提出具体要求,这是设计部门提供的设备维修管理的重要技术资料。

《设备维修作业标准》是设备维修点检的重要技术依据,它包括设备维修技术标准、点检基准、给油脂基准、修理施工作业标准及各种点检计划表等,

这是做好设备点检的重要资料。这些标准形成了执行设备点检制所必需的维修技术规程体系。

第六节、《设备维修作业标准》内容

一、维修技术标准

一台设备如何修理,主要依据维修技术标准。它是根据设备设计制造的原始数据制订的维修标准。该标准规定把设备的主要运动部位和磨损部位,如齿轮、轴承、衬板等画出简图,标明部位名称、材质及各联接部位的尺寸、配合公差、允许极限磨损量,还规定重点点检项目、方法、周期和更换周期。例如,高炉炉顶装料设备的技术标准,对7个装置都分别画出简图,规定了68个重点点检项目,有56个点规定了允许极限磨损量,有63个项目规定了更换周期。

二、维修四大标准

点检标准、给油脂标准、维修作业标准、维修技术标准四大标准,维修技术标准是基础,是编写另外三种标准的重要依据,其内容主要包括三个方面:

- 1、主要设备装置;零部件的性能、构造(简明示意图)、材料等。
- 2、主要设备装置。零部件的维修特性(劣化倾向、特异现象发生状态。
- 3、主要设备装置、零部件的维修技术管理值。如图面尺寸、安装间隙。容许值、点检方法及周期等。其中容许值不仅包括磨损量,还有温度、压力、流量、电流、电压和振动等。

三、维修技术标准中的关键

是维修技术管理位的确定,通常投产初期的制订依据来自两个方面:

- 1、是根据制造厂家提供的设备使用说明书,它体现了设计者的思想。但设

计者往往是从最安全的角度来考虑的。

2、是参考国内同类生产厂或性质相类似设备的维修技术管理值，它体现了设备管理人员的经验和水平。先由各生产厂起草编制，然后由设备处技术室进行审查修改，最后报公司有关领导正式批准实施。在投产后还要根据生产、维修和备品备件等实际情况以及企业发展的经济效益等因素，逐步对管理值进行相应的修改和完善。一般生产厂要在投产 3~5 年后才能把维修技术标准基本修订好。

第七节、设备点检人员的配置和岗位职责及标准

一、设备点检人员的配置和岗位职责

- 1、每一基层作业区一般设专业主管 1 人和点检员若干人。也可根据自行情况，以负荷饱满和工作量均衡为原则，决定点检人员的具体配置。
- 2、设备工程师作为专业主管的助手，是否设立可按各企业的实际情况决定。
- 3、新建电厂原则上按上述结构设置岗位。
- 4、对于一些老的企业，由于历史原因，有各自的实际情况，可采用逐步向新机制靠拢的做法，在实际推行点检制过程中有以下几种情况：
 - (1) 一般来说，老厂设备比较陈旧，需配有一定的维护人员(实际情况是人员较多)，很多电厂把这部分人员列入设备管理系统指挥。有的电厂干脆把维护人员称作助理点检员。
 - (2) 由于人员结构的原因，老厂设备管理的定员不宜太紧。
 - (3) 老厂由于受传统影响较大，制度整合要花大的力气，在推进时可采用分阶段推进的方式。

二、设备点检标准

在点检标准中 ,根据各部位的结构特点 ,详细地规定了点检位置、点检项目、点检周期、点检方法、点检分工及判定基准 ,因此 ,所有检查点都做到了定点、定项、定法、定期、定人、定标。例如 ,高炉炉顶装料设备 ,规定了 217 个点检项目 ,在点检分工中 ,除全部由设备人员巡检外 ,有 130 个项目由生产岗位工人进 行点检 ,其中周期为每班必须由生产工人点检的有 123 项 ,占全 部点检项目的 56%强。而设备人员虽然对 217 个项目进行点检 , 但大部分周期较长 ,不是每天都要进行 ,而是按计划进行。如周期在一年以上的有 13 项 ,一个月以上的有 62 项 ,一周以上的有 144 项 ,实际上平均每月要点检的有 20~30 个项目。从点检方法上看 ,在 217 个点检项目中 ,有 148 个需在设备运行中进行点检 ,有 68 个项目需停机点检。有 149 个项目没有数据基准 ,只是靠五官进行判断。有 39 个项目需用仪器进行测量。因此 ,真正重点的点检项目 ,每天也只有 1~2 个。

三、点检计划表

所有设备各部位的点检项目列出点检周期后 ,必须经过汇总和综合平衡 ,编制出每天工作量比较均衡的点检计划。点检计划分日常点检计划、定期点检计划和长期点检计划。

例如 , 高炉炉顶装料设备的定期计划共 52 项 , 其中点检周期在一周的有 45 项。经过综合汇总后把这一部分设备的点检作业全部安排在每周的星期一进行。另外 ,再把接近炉顶装料设备的其它设备 16 项 ,也安排在星期一进行 ,因此定期点检工作每月第一周星期一有时项点检作业。此外 ,再加上点检周期在一周以上的 ,均衡在本周一进行点检的项目共 94 项。

长期点检计划表是把点检周期在 3 个月以上的点检项目进行汇总平衡

后，排列在每月的点检计划表中。例如，高炉炉顶装料设备有 33 个长期点检项目，最长为 6 年、5 年、4 年各一项，3 年的 4 项，2 年的 9 项，1 年的 6 项，3 个月以上、1 年以下的 7 项。

四、点检标准

1、给油脂标准

在现代化企业中，设备润滑工作的地位越来越重要，机械润滑可以减少摩擦和磨损，防止锈蚀并能起到冷却和冲洗作用。实践证明，大部分设备故障与润滑状况有直接或间接的关系。因此必须做好设备润滑工作。

给油脂标准主要包括以下几方面内容：

- (1) 给油脂部位和点数。
- (2) 润滑方式。
- (3) 油脂牌号。
- (4) 补加油脂量和周期。
- (5) 给油脂工作的分工。

给油脂标准同点检标准一样，原则上由点检人员来制订。工作的分工是，凡人工或手动加油的设备由岗位操作工按规定加油脂；远离作业线的设备由岗位维修工或专职点检工按规定加油。凡自动加油或一次性加油的设备由专职点检工或者委托检修人员按计划定期补加或更换油脂。在点检中如发现漏油时，点检工应会同有关人员及时处理。

给油脂基准和点检标准是同等重要的维修标准。

2、维修作业标准

维修作业标准实质上是比较精练的、严密的设备检修施工组织计划，每个独立的检修项目都通过网络图规定了施工作业标准。从网络图中可明显地看出施工工序、人员、工时和关键线路，同时注明了安全和施工技术要求，并计算出两种工时。

维修作业标准是检修责任单位进行维修作业的基准，是地区点检人员确定维修工时、费用的依据。维修作业标准标明定期实施的(发生次数较多的) 主要作业的作业内容、作业顺序、技术要点及安全注意事项。编写作业标准的人员对设备性能结构应相当熟悉，并且要有丰富的实际工作经验。国外企业开工初期的维修作业标准一般由地区专职点检人员编写，通常开工 2~3 年后作业标准已基本完备。此后就改由检修责任单位的施工班组长负责编写，然后交相关的专职点检人员确认。施工结束后，检修单位和地区点检站都要留底，整理备案，供以后维修施工时参考。设备管理人员可根据已有的作业标准来确定工作量、工时、费用，并选择合适的施工班组。此后维修作业标准仍需在生产实践中不断完善。

3、点检表

(1) 填写的内容

工时、工序表的内容包括：设备名称，作业名称，编制年、月、日，编制者姓名、工种、作业工时，作业人员，使用工器具，保护工具，备件和材料的要求，作业网络图，作业顺序说明，作业条件，技术要点，安全注意事项等。

(2) 填写的注意事项

一般的作业不必详细说明，如手锤、气割等。

要反复向施工人员强调安全注意事项，特别是过去发生过的事故、事例。

不容易理解的，要用简图说明。

作业时间不包括休息、吃饭时间。

(3) 填写的注意事项

作业标准编写中的难点是作业网络图。编写人员需要对现场起重工具、场地情况以及设备性能结构都相当熟悉，并且还要有一定的实践经验。通常，检修责任单位的施工班组长在接到地区专职点检人员的委托单后，即到现场进行实地调查，点检人员必须认真、详细地介绍，并提供有关图纸、说明书等技术资料，必要时提供检修检测记录图表（如有前次检修的作业标准也应提供）。

编制作业网络图首先要抓住施工中工期最长的工序项目，围绕主要矛盾线尽量采用平行作业，扩大施工面，以缩短工期。

4、作业说明书

一般检修项目的作业标准只要有工时、工序就行了，其填写内容如上所述，但对大型的、重要的、难度较大的检修项目，还必须有作业说明书。

作业说明书详细说明设备拆装、检测、修复工艺流程，每一主要工序的方法、措施、所需工器具，需要预装的零部件，重大机械部件的吊装方法及捆绑形式，施工过程中先进的检测和修复方法，有时还需要附上简图说明书，必要时应对有关的工具、吊具、索具进行强度、刚度及稳定性核核。同时，对挂牌交接及试运转方式，作业者分工及安全技术要点等，也必须逐项填写清楚。

5、设备故障记录

设备故障记录是一份重要的历史档案。日本企业把从设备投入使用后所发生的主要故障实例都记录下来，例如君津厂高炉炉顶设备从1974年1

月到 1982 年 7 月 , 八年半时间共发生 7 次典型故障 , 其中一次小钟被损故障影响生产 3 小时 40 分钟。

6、 宝钢初轧厂标准体系运用的实例

宝钢初轧厂每一个点检员都专门负责管理其一区域的设备。点检员的工作是每天上午点检 , 下午进行各种帐系的管理。点检按周期分类进行。在日常点检中 , 点检员应随身携带手电、手锤、听音棒、扳手等一些常用工具 , 利用五感进行点检。为了使日常点检做到有目的、有计划 , 避免某些部位漏检 , 每个点检员所负责的点检区域都编制日常点检计划表和点检路线图。点检员根据日常点检计划表的内容和点检路线图所设定的标准路线 , 对设备进行逐一点检。点检员在点检时 , 首先应到操作定查阅操作人员的运行记录 , 及时了解设备运行状况 , 以便在点检中做到有的放矢。

7、 日常点检实例

- (1) 各减速箱的油位、泄漏、齿轮传动异音、振动 , 齿面润滑和磨损状况等 ;
- (2) 辊道及其它设备基础螺栓的松动、表面裂纹和变形的情况 ;
- (3) 各轴承传动时的异音 , 温升及润滑状况 ;
- (4) 各接手的螺栓松动、异音、泄漏情况 ;
- (5) 各轴瓦的磨损、运转时的异音和润滑的状况。对于某些点检周期较长 , 一般在一个月以上的设备进行周期点检。点检员按周期管理表所确定的项目和时间 , 对设备进行定期的解体或不解体检查。

8、 周期点检主要点检项目

- (1) 测量减速箱齿轮的磨损量 , 齿侧间隙 ;

- (2) 测量轴承间隙；
- (3) 测量各种轴瓦的间隙，检查轴瓦表面状况；
- (4) 对某些设备进行表面探伤，检查其裂纹。

点检员除了进行点检和维修活动外，还要做好各种维修记录。对各种检查的数据、记录进行分析、整理，以便及时提出设备检修计划大掌握设备状态。同时，点检员要编制和修改点检标准、给油脂标准，建立设备备件台帐，以便掌握设备维修费用的使用。

9、点检所作帐票

(1) 点检标准

宝钢初轧厂初轧设备的点检标准是在开工时参照日本同类厂的设备点检标准而制订的。投产后3~4年，点检员根据实际工作经验及其设备的实际状况作了修改⁽⁹⁾

(2) 给油脂标准

宝钢初轧厂的给油脂标准，也是在开工前根据日方所推荐的油品、给油周期、给油量编制的。开工后，由点检人员根据设备实际状况作了几次修改。

(3) 日常点检计划表

日常点检计划表是由点检员编制的。内容包括设备日常点检的项目、点检周期、点检标准及点检日期。它以点检标准为依据。点检员每天按该表的内容和日期进行点检，并将点检结果记录下来。运转正常的标上√；有问题需立即修理的标上×；设备有缺陷，需安排计划处理的标上，并记录在设备履历表上。

(4) 给油脂计划表

给油脂计划表(月润滑作业表)的制定以给油脂标准为依据,内容包括设备给油脂部位、油脂牌号、给油脂周期及给油脂的计划日期和实际实施日期。

点检员按照核表的计划日期,开出委托单,由运行人员或施工人员进行给油脂作业,实施后在表上填写实施日期。

(5) 周期管理表

周期管理表中主要包括:

周期点检的内容;

对某些易损件、磨损件需定期更换的;

如需要定期紧固螺栓的一些设备。周期管理表由点检员制定,内容包括设备名称、项目名称、周期、计划和实际实施日期。点检员按该表规定日期进行项目委托、实施。实施后,在表上填写实施日期。点检员根据项目实施情况,可对某些项目内容、周期进行修订

(6) 倾向管理表

对周期管理项目中某些数据(如衬板磨损量、轴承间隙)进行收集,并进行倾向分析,绘制出倾向曲线图表,以得出设备修理和更换日期,使设备得到及时修理。

(7) 设备履历卡

点检员按不同设备填写设备履历卡,对日常点检和周期点检中点检出的设备缺陷记录在设备履历卡上,并填上计划修理时间和采取的措施,以便在项目委托时不致遗漏,在设备得到修理后,再填上实施日期和修理后的效果。

(8) 修理记录

其内容包括施工项目名称、施工日期、工程进度、施工工时实绩、主要材料及工器具和施工状况。点检员在定(日、月、年)修结束后,要将施工情况、更换的零部件、主要备品备件及材料消耗、实际施工工时等一一记录清楚,以供今后安排项目时参考。

(9) 备件台帐

点检员每年两次提出备件请购计划。为了使备件的消耗得到及时补充,避免盲目清购,导致库存积压,点检员需及时掌握库存状况。因此,必须建立备件台帐。本厂点检的备件台帐,其内容包括备件号、主机名称、备件名称、装机量、型号规格和清购、订购情况,到库情况,领用情况。点检员在备件请购时或备件领用、消耗后。要及时登记。

第八节、设备点检管理四大标准

设备点检管理四大标准由维修技术标准、点检标准、给油脂标准和维修作业标准等四项标准组成。简称“四大标准”。四大标准的建立和完善,是点检定修的制度保证体系,是点检定修活动的科学依据,它将点检工作沿着科学的轨道向前推进。

一、维修技术标准

维修技术标准是根据设备设计制造的原始数据制订的维修基准,它是四大标准的基础,也是编制另外三个标准的技术依据。维修技术标准包括通用标准和专用标准两类。

1、 维修技术标准的编制依据

(1) 设备使用说明书及有关技术资料、图纸;

- (2) 同类设备或使用性质类似设备的维修技术管理值；
- (3) 绩经验。

2、维修技术标准的内容

- (1) 对象设备或装置的简明示意图；
- (2) 作为管理对象的零部件的技术性能、构造、材质等；
- (3) 作为管理对象的零部件的维修特性；
- (4) 设定主要更换件的维修技术管理值,包括零部件的图面尺寸、装配间隙、允许减损量的范围或劣化极限容许值,以及使用的标准等；
- (5) 他对该零部件所限制的项目内容,最关键的是维修技术管理值的确定。

二、点检标准

在点检标准中,详细规定了点检作业的基本事项,使所有的检查点都做到了“五定”。点检标准包括通用标准和专用标准两类。

1、点检标准的作用

点检标准是对设备进行预防性检查的依据,是编制点检计划的基础。

2、点检标准的编制依据

- (1) 维修技术标准；
- (2) 设备使用说明书和有关技术资料、图纸；
- (3) 同类设备的实绩资料；
- (4) 实绩经验。

3、点检标准的主要内容

点检标准以表格的形式对点检对象设备进行了“五定”。其主要内容包括：

定点点检部位、点检项目、点检内容 ;定法点检方法、设备点检状态 ;点检结果的判断基准 ; 定标点检周期 ; 定期点检分工。

三、给油脂标准

给油脂标准中规定了润滑作业的基本事项 ,包括了“润滑五定”(定点、定质、定量、定时、定人) 的全部内容。给油脂标准是设备润滑工作的依据。

1、 给油脂标准的编制依据

- (1) 维修技术标准 ;
- (2) 设备使用说明书和有关技术资料、图纸 ;
- (3) 同类设备的实绩资料 ;
- (4) 实绩经验。

2、 给油脂标准的主要内容

- (1) 给油脂部位 ;
- (2) 油脂方式 ;
- (3) 油脂品种牌号 ;
- (4) 给油脂点数 ;
- (5) 给油脂量与周期 ;
- (6) 油脂更换量及周期 ;
- (7) 给油脂作业的分工。

四、维修作业标准

维修作业标准是检修责任单位进行检修作业的基准 , 也是确定修理工时及修理费用的依据。

1、 编制维修作业标准的目的

- (1) 提高检修作业质量和缩短检修作业时间；
- (2) 避免或减少检修作业事故的发生；
- (3) 提高检修作业管理水平。

2、 编制维修作业标准的条件

- (1) 明确检修作业目的；
- (2) 掌握检修项目内容和作业工序；
- (3) 熟悉设备结构和作业环境；
- (4) 具有施工实践经验。

3、 维修作业标准的主要内容

修理项目的作业区域、设备名称、作业名称、作业标准、作业条件、作业工时、作业人员、使用工器具、保护用具、备件材料的要求、作业网络图、作业顺序说明、作业要素(项目)、作业内容、技术要点、安全要点、维修程序图等。

4、 编制维修作业标准的难点和关键是“作业网络图的绘制”

编制时首先抓住施工中工期最长的工序项目，围绕主工序找出副工序，尽量采用平行作业，以扩大施工面，缩短工期。