# 第十四章

# 变配电系统及安全

变电是指变换电网的电压等级，配电是指电力的分配。变配电是电力系统中的重要组成部分。变配电所是企业电源的中枢，变配电所的供电设备的安全运行时电力系统安全运行的先决条件。

# 第一节　工厂供电

工业企业供、配电系统决定于企业负荷的性质、负荷的大小、负荷的分布、高压受电的距离等因素。

## 一、负荷级别与供电方式

### 1. 负荷的安全级别

按用户用电的性质和要求不同，供电部门通常把用户的负荷分为三级：

（1）一级负荷　　供电中断将造成人身伤亡、重大政治影响，或重大经济损失等。

（2）二级负荷　　供电中断将造成产品大量减产、大量原材料报废或重大设备损坏，及公共场所秩序混乱等。

（3）三级负荷　　不属于一、二级的用户均可列为三级用户。

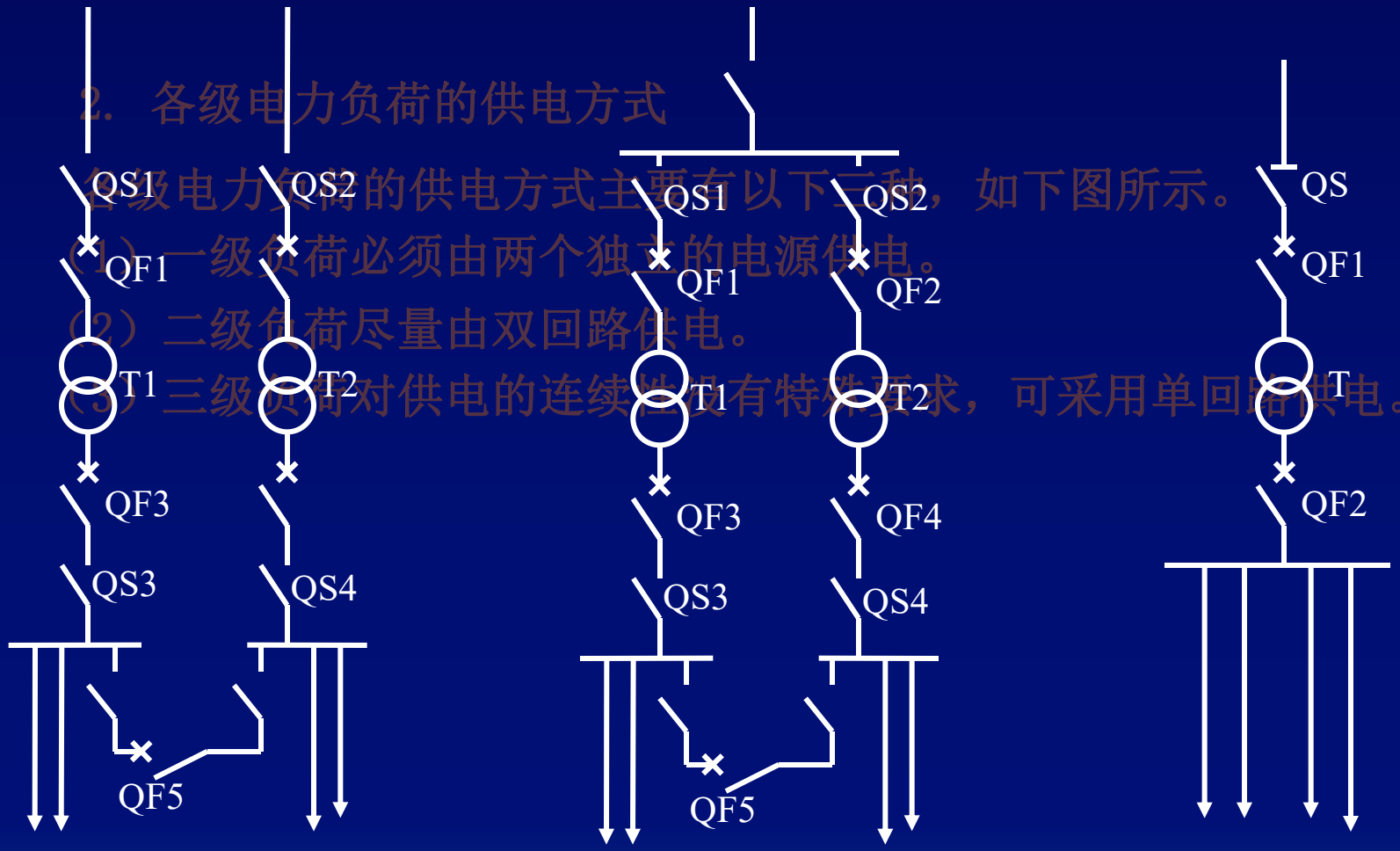
## 2. 各级电力负荷的供电方式

各级电力负荷的供电方式主要有以下三种，如下图所示。

（1）一级负荷必须由两个独立的电源供电。

（2）二级负荷尽量由双回路供电。

（3）三级负荷对供电的连续性没有特殊要求，可采用单回路供电。




图a　　图b　　图c

变电所主接线图类型

a 适合于一级负荷　　b 适合于二级负荷　　c 适合于三级负荷

## 二、企业高压供电

就电压等级而言，工业企业有以下四种常见的供电方式：

1．进线电压35kV，经总变电站降低为10kV分送到各车间，再经车间变电站降低为0.4kV送往配电箱或用电设备。这种供电方式适用于大型企业和大中型企业。

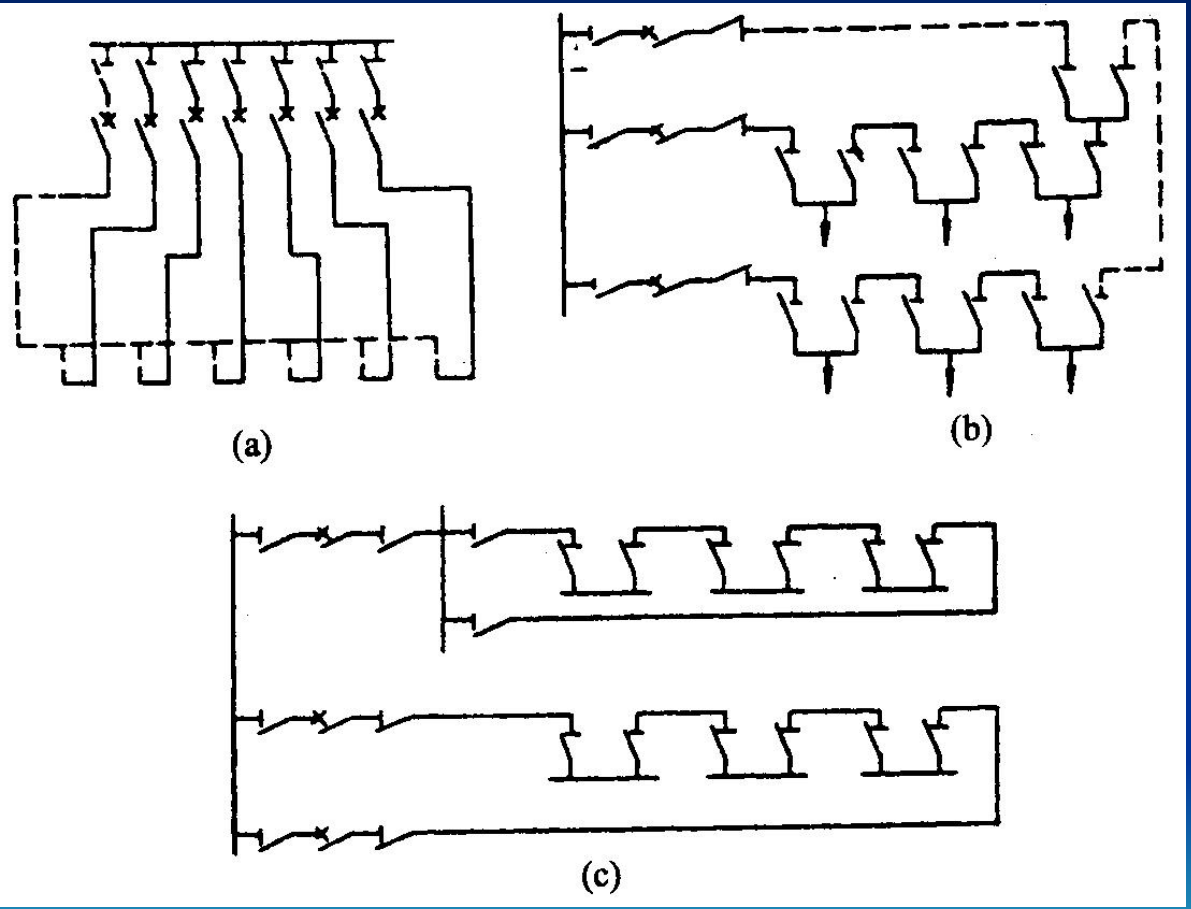
2．进线电压10kV，经总配电站分送到各车间，在车间变电站降低为0.4kV送往配电箱或用电设备。这种供电方式适用于中型企业。

3．进线电压10kV，经变电站降低为0.4kV分送到各车间，再经车间配电室送往配电箱或用电设备。这种供电方式适用于中小型企业和小型企业。

4．进线电压0.4kV，经配电室送往配电箱或用电设备。这种供电方式适用于小型企业。这种用户叫做低压供电用户。

在其他条件相同的情况下，企业宜采用10kV供、配电。为了安全和便于管理，企业电压等级宜少不宜多。

高压供电有放射式、树干式、环式等三种常用方式（见下图）。




高压供电方式

（a）放射式（b）树干式（c）环式

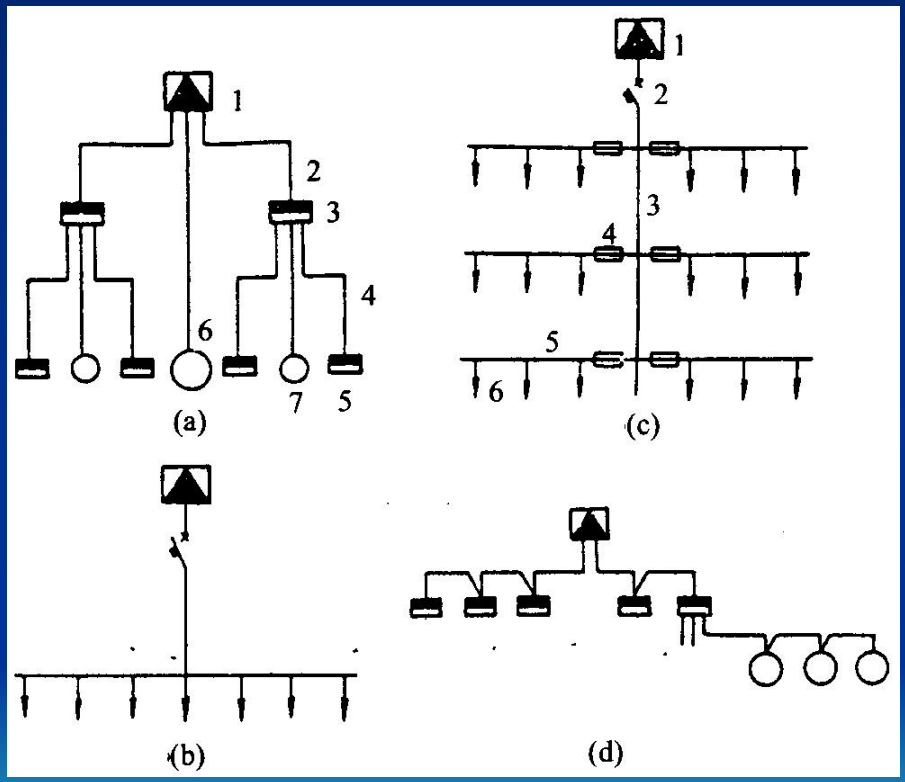
放射式供电是经一条母线分别给大型用电设备或配电变压器供电。为了提高供电可靠性，可以像图a中虚线那样，敷设一回备用线路。大型企业可采用二级放射。放射式供电的优点是一回线路上的故障不会影响到其他回路，供电可靠性高；各回路继电保护整定方便，易于实现自动化。树干式供电是自一条干线引出若干条支线给用电负荷供电。为了提高供电可靠性，也可敷设一回备用线路（见图中虚线）。树干式供电能节省投资和简化线路结构，但一条线路上的故障会影响到其他线路，供电可靠性较低。环式供电类似树干式供电。正常时开环运行。与一般树干式供电不同的是每条干线都各自成环。

## 三、企业低压配电

企业内1000V以下的低压配电网，我国通用线电压0．4kV（用电端380V），相电压0．23kV（用电端220V）的0．23／0．4kV配电网。有些采矿部门的动力配电采用0．69kV（用电端660V）电压。

企业低压配电有放射式、树干式、变压器—干线式、链式等配电方式。放射式配电如右图a所示。图中，1是配电室、2是干线、3是主配电箱、4是支干线、5是分配电箱、6是大型设备、7是中型设备。图中没有画出接到分配电箱上的支线和小型设备。

低压树干式配电如右图b所示。树干式配电不需要在变电站低压侧设置配电盘，直接从变电站低压侧经低压断路器或刀开关引出至车间。




低压配电方式

（a）放射式（b）树干式（c）变压器—干线式（d）链式

低压变压器—干线式配电兼树干式特点和放射式特点的混合式配电。其配电方式如图c所示。图中，1是配电站、2是低压断路器、3是干线、4是熔断器、5是支干线、6是配电箱电源线或大型设备电源线。这种配电方式适用性强、结构也比较简单，得到了广泛的应用。

链式配电如图d所示。这种配电方式只用于车间内相互距离近，容量又很小的电气设备。链式配电只设置一组熔断器，可靠性不高，凡有条件者，应尽量避免采用。

# 第二节　变配电站的组成

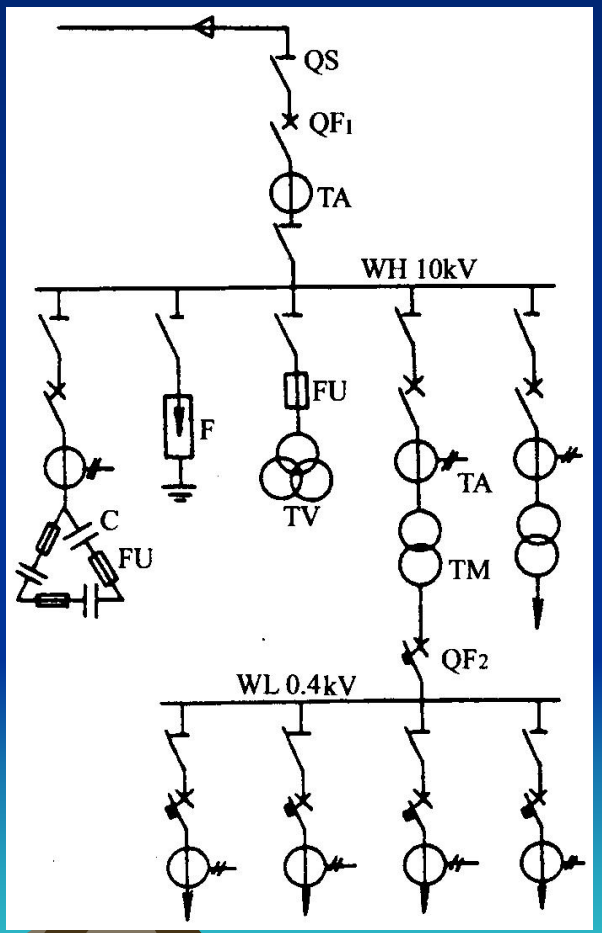
变配电站是接受、变换和分配电能的环节，是企事业单位的动力枢纽。变配电站一旦发生事故必将带来重大损失。

## 一、变配电站组成

一般变配电站由高压配电室、低压配电室、值班室、变压器室、电容器室等组成。

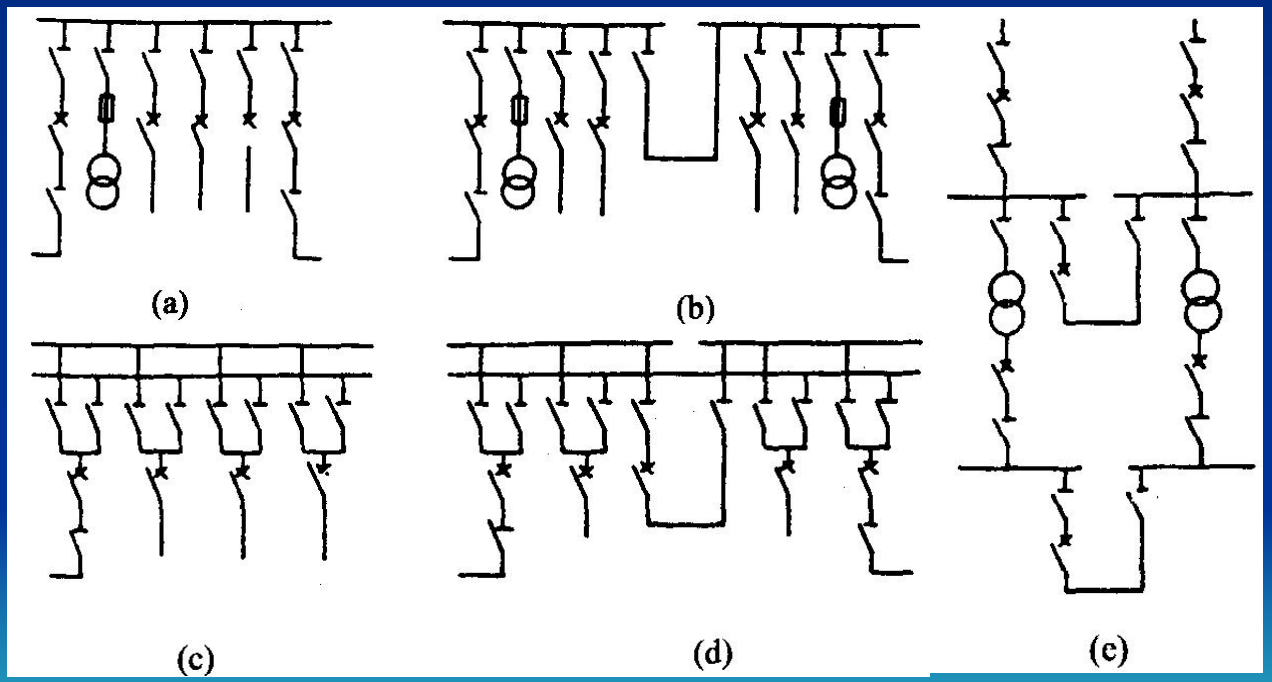
不同变配电站的接线方式有较大的差别。变配电站的接线方式用单线图表示。典型的变配电站单线图见右图。

图中，QS是高压隔离开关或低压刀开关，QF是高、低压断路器，TM是电力变压器，TA是电流互感器，TV是电压互感器，WH和WL是高压母线和低压母线，F是避雷器，C是电力电容器，FU是熔断器。




变配电站接线图

就10kV母线而言。除前面介绍的单电源单母线主接线方式外，还有双电源不分段单母线主接线方式（图a）、双电源分段单母线主接线方式（图b）、单电源双母线主接线方式（图c）、双电源双母线主接线方式（图d）、桥式接线主接线方式（图e）等，参见下图。主接线方式决定于用电特征（供电可靠性、容量和经济指标），主接线方式应便利于操作、便利于维修和便利于事故处理。




变配电站主接线

（a）双电源不分段单母线（b）双电源分段单母线

（c）单电源双母线（d）双电源双母线（e）桥式接线

## 二、变配电站一般安全要求

变配电站一般安全要求包括建筑设计、设备安装、运行管理等方面的要求。

1．变配电站位置选择

从供电经济性的角度考虑，变配电站应接近负荷中心。从生产角度考虑，变配电站不应妨碍生产和厂内运输；变配电站本身设备的运输也应当方便。从安全角度考虑，变配电站应避开易燃易爆场所。

2．建筑要求

高压配电室耐火等级不应低于二级；低压配电室耐火等级不应低于三级。油浸电力变压器室应为一级耐火建筑；对于不易取得钢材和水泥的地区，可以采用三级耐火等级的独立单层建筑。

3．间距合格、屏护完好

4．通风良好

5．保持电气设备正常运行

6．制度完善

# 第二节　变配电站安全

一、现场管理要求

1．变配电所应有以下记录

（1）抄表记录
（2）值班记录
（3）设备缺陷记录
（4）设备试验、检修记录
（5）设备异常及事故记录

2．变配电所应制定以下制度

（1）值班人员岗位责任制度。
（2）交接班制度。
（3）倒闸操作票制度。
（4）巡视检查制度。
（5）检修工作票制度。
（6）工作器具保管制度。
（7）设备缺陷管理制度。
（8）安全保卫制度。

3．运行基本要求

（1）变配电所等作业场所必须设置安全遮栏，悬挂相应的警告标示，配置有效的灭火器材及通讯设施。

（2）为电气作业人员提供符合电压等级的绝缘用具及防护用具。

（3）变配电所的电气设备，应定期进行预防性试验。试验报告应存档保管。

（4）变配电所内的绝缘靴、绝缘手套、绝缘棒及验电器的绝缘性能，必须定期检查试验。安全防护用具应整齐放在干燥明显的地方。

（5）无人值班的变配电所必须加锁。

## 二、对值班人员的要求

1．变配电所的电气设备操作，必须两人同时进行。一人操作，一人监护。

2．严禁口头约时进行停电、送电操作。

3．值班人员应确切掌握本所变配电系统的接线情况及主要设备的性能、技术数据和位置。

4．值班人员应熟悉掌握本所事故照明的配备情况和操作方法。

5．按要求认真正确填写、抄报有关报表并按时上报。并将当日的运行情况、检修及事故处理情况填入运行记录内。

6．值班时间内自觉遵守劳动纪律和本所的各项规章制度，劳动防护用品穿戴整齐。

7．值班人员应具备必要的电气“应知”、“应会”技能，有一定排除故障的能力，熟知电气安全操作规程，并经考试合格。

8．在变配电所进行停电检修或安装工作时，应有保证人身及设备安全的组织和技术措施，并应向工作负责人指明停电范围及带电设备所在位置。

9．如遇紧急情况严重威胁设备或人身安全来不及向上级报告时，值班人员可先拉开有关设备的电源开关，但事后必须立即向上级报告。

10．变配电所发生事故或异常现象，值班人员不能判断原因时，应立即报告电气负责人。报告前不得进行任何修理恢复工作。

11．熟练掌握触电急救方法。

## 三、值班人员应知的安全注意事项

1．不论高低压设备带电与否，值班人员不准单独移开或超过遮栏及警戒线对设备进行任何操作和巡视。

2．巡视检查时应注意安全距离：高压柜前0.6m，10kV及以下0.7m，35kV以下1m。

3．单人值班不得参加修理工作。

4．电气设备停电后，即使是事故停电，在未拉开有关刀闸和采取安全措施以前，不得触及设备或进入遮栏内，以防止突然来电。

5．巡视检查架空线路、变电台时，禁止随意攀登电杆、铁塔或变电台。两人检查时，可以一人检查，一人监护，并注意安全距离。

6．在雨、雪、雾天气巡视及检查接地故障时，必须穿绝缘靴。雷雨天气不得靠近避雷器。

7．高压设备发生接地故障时和巡视检查时与故障点保持一定的距离。室内不得接近故障点4m以内，室外不得接近故障点8m以内。接近上述范围时应穿绝缘靴，接触设备外壳、构架时应戴绝缘手套。

# 第四节　倒闸操作

## 一、倒闸操作的安全规程

1. 倒闸操作必须执行操作票制度。

2. 倒闸操作必须有两人进行。

3. 严禁带负荷拉合刀闸。

4. 严禁带地线合闸。

5. 操作者必须使用必要的、合格的绝缘安全用具和防护安全用具。

6. 在电气设备或线路送电前，必须收回并检查所有工作票，拆除安全设施，拉开接地刀闸或拆除临时接地线及警告牌，然后测量绝缘电阻，合格后方可送电。

7. 雷雨时，禁止进行倒闸操作和更换保险丝的工作。

## 二、开关电器的正确操作

### 1.刀闸的正确操作

（1）手动操作的刀闸，在合闸时要迅速果断，碰刀要稳、宁错不回。

（2）分闸时要缓慢谨慎、弧大即返。

（3）手动操作的刀闸，在拉开小容量变压器的空载电流时，与上述相同。

（4）户外单极刀闸以及跌落式熔断器操作时应防止发生弧光短路。

### 2.断路器的正确操作

（1）在带电或有负荷情况下不允许使用手动合闸。

（2）远距离控制断路器分、合闸操纵控制开关时，不要用力过大，不要返回太快。

（3）检查经操作后的断路器，判断其动作的正确性。