

# 学习情境 1 通信机房电源系统的整体认知

## 情境导引

在通信企业中，通信电源是实现通信的必不可少的动力基础，是实现全程全网畅通的根本保障，其供电质量与可靠性极大地影响着电信设备和通信网络的运行状态。一般通信局(站)都包含交换、传输、数据及移动等设备，这些设备的正常运行的一个很重要的条件就是通信电源设备应能正常供电，各级运维管理部门都应高度重视通信机房电源设备的安全运行工作。

走进通信动力机房，我们可以看到一排排机架机柜整齐地排列着，它们有的是发电机组，有的是空调机组，有的是蓄电池组，有的是开关机柜，有的是监控机柜，它们构筑成了一套完整的用电保障体系，为通信系统的正常运行提供着切实可靠的保障。图 1-1 是动力机房的一角。

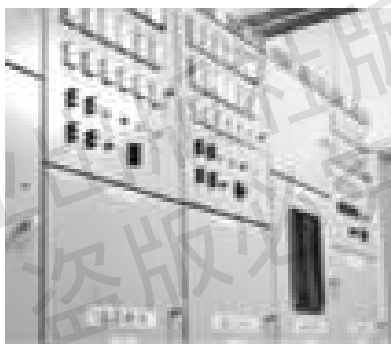


图 1-1 动力机房一瞥

## 学习目标

电力能源与人们的生活息息相关，在高速发展的信息时代更是离不开它。通过对通信电源整体结构及基本配置的介绍，结合动力机房维护的案例讲解，引导学生了解并掌握通信电源的基本知识，了解通信电源在通信网络中的作用及地位，掌握通信电源中各模块的基本功能，掌握安全用电的基本方法，把握通信电源技术的发展趋势。

## 任务指南

- 任务 1 了解通信动力设备的配置
- 任务 2 了解通信电源的基本分类
- 任务 3 了解通信电源系统的组成
- 任务 4 了解通信电源供电要求
- 任务 5 把握通信电源技术的发展现状与趋向
- 任务 6 掌握安全用电方法

## 任务 1 了解通信动力设备的配置

从整体上看，动力系统是电力系统和动力部分的总和。其中，动力部分包括水电站的水库、水轮机等，火电厂的锅炉、汽轮机、热力网和用热设备等，自备发电厂有内燃机等设备。在整个动力系统中，除发电厂的锅炉、汽轮机等动力设备外，所有的电气设备都属于电力系统的范畴，它主要包括发电机、变压器、架空线路、电缆线路、配电装置及各类用电设备等。本书主要介绍通信系统中的动力设备。

在通信系统中，通信动力设备占有举足轻重的地位，它为整个通信系统的稳定运行提供了可靠的保障。如果设备工作状态不佳，必将造成重大影响，轻则可使通信质量下降，重则导致通信系统瘫痪，造成重大经济损失，甚至危及国家安全。通信动力设备不仅种类繁多，而且技术含量也越来越高，通信专业的工程技术人员对其应该有充分认识和了解。

随着我国通信事业的快速发展，通信局（站）数量日渐增多，尤其是数据业务正在迅速扩大，信息网络设备、通信设备等关键负载对通信供电系统提出了新的严格要求，供电系统也越来越复杂。各种动力设备及监控设备之间的互联互通和良好配合是供电系统提供不间断、优质、可靠的交/直流电源的关键。

现代通信系统是通信技术与计算机技术的有机结合，在通信核心机房中，既有使用-48V 直流电的设备，也有不少使用 220V 交流电的设备。从一般规律来看，板卡式设备都是电信设备制造商自己研发生产的，采用的是-48V 直流电源；而 19 英寸标准机架中的模块化设备往往是购买的现有 IT 信息设备，使用的是 220V 交流电。因此，通信电源设备应能同时提供直流电源和交流电源，或者说，应能提供同时满足电信网络设备和数据通信设备要求的电源。同时还应达到高可靠性、高可用度和高效率的要求。

通信动力设备的整体配置由以下部分构成：

1. 通信局（站）交流低压配电系统；
2. 交流不间断供电系统（380V/220V UPS 系统）；
3. 直流不间断供电系统（+24V 和-48V 供电系统）；
4. 动力设备、机房环境及安全监控系统（PSMS）；
5. 机房环境调节空调系统；
6. 机房防雷及接地系统。

## 任务 2 了解通信电源的基本分类

通信电源作为主要动力设备是通信局（站）的重要组成部分，被称为通信局（站）的心脏。为了确保通信畅通，通信局（站）的主用交流电源由电力系统供电，备用交流电源是发电机组。系统电（又称市电）技术性能优于备用发电机组。在某些偏远地区，系统电可靠性差，燃料运送困难，而太阳能、风能资源丰富，此时可采用太阳能电池或（和）风力发电机作为备用电源。

交流电经整流后与蓄电池组共同为通信设备提供-48V 直流基础电源，习惯上也把这种电源称为一次电源。

各类通信设备还需要+3.3V、+5V、+12V 等各种低压直流电源和低压交流电源（如铃流信号发生器），这些电源由-48V 直流基础电源来提供。这些低压电源装置装在通信设备机架上，通常称为机架电源，习惯上也称为二次电源。

## 资讯 1 系统供电的分类

通信局（站）从附近现有电力线路中引入市电，并根据附近电网变电站的位置、电压等级、输电线路负载以及供电质量等情况选取可靠的市电，引入市电时采用专用电力电缆。

依据 YD/T 1051-2000《通信局（站）电源系统总技术要求》（以下简称“总技术要求”），市电可以分为 4 类。

### 1. 一类市电

一类市电指供电事故及停电次数少、停电时间极短、供电十分可靠的市电。长途通信枢纽、大城市中心枢纽、程控交换容量万门以上的局、大型无线收发信站等，规定采用一类市电。而且要从两个稳定可靠的独立电网引入两路供电线路，这两路市电的投入采用自动倒换装置。

### 2. 二类市电

二类市电指供电基本可靠的市电。长途通信地区局或县局、程控交换容量在万门以下的局以及中型无线收发信站，可采用二类市电。容许从两个以上独立电源构成的稳定可靠的环形网上引入一路供电线路，也可从一个供电十分可靠的电源或电网上引入一路供电。

### 3. 三类市电

三类市电指供电可靠性差的市电。位于偏僻山区或地理环境恶劣的干线增音站以及微波站，可采用三类市电。由于这些地区获得比较可靠的市电困难，因此只要求从一个电源引入一路供电线路即可。

### 4. 四类市电

四类市电极不可靠，符合下列情况之一时，应为四类市电：

- (1) 由一个电源引入一路供电线，经常昼夜停电，供电无保证；
- (2) 有季节性长时间停电或无市电可用。

## 资讯 2 交流基础电源

市电、备用油机发电机组（含移动电站）以及通信逆变器（或 UPS）提供的低压交流电源，称为通信局（站）的交流基础电源。低压交流基础电源的额定电压应为 220V 或 380V（三相五线制），额定频率应为 50Hz。通信设备直接由交流基础电源供电时，输入电压允许变动范围为额定电压的+5%~-10%。通信整流设备由交流基础电源供电时，输入交流电压允许变化范围为额定电压的+10%~-15%。

在供电过程中，若电网电压或发电机的电压变化超出允许范围，应当采用交流调压器或交流稳压器，以保证输入交流电压在允许变化范围以内。

低压交流电源的频率变化范围应在额定值的 $\pm 4\%$ 以内，电压波形正弦畸变率不应大于 $5\%$ 。

### 资讯 3 直流基础电源

为各类通信设备、通信逆变器和直流转换器提供直流电压的电源，称为直流基础电源。

通信局（站）直流基础电源的额定电压为 $-48\text{V}$ 。直流基础电源的电池组通常由 24 只铅酸蓄电池组成，充电过程中，电池组电压将在 $-55\sim-51.6\text{V}$ 之间变化。放电过程中，电池组电压将低于 $-48\text{V}$ ，考虑到通信局（站）内部直流电线的压降，所以通信机房每个机架的直流输入电压允许变化范围为 $-57\sim-40\text{V}$ 。

$-48\text{V}$  直流基础电源输出端的各种杂音电压为：

电话衡重杂音电压： $\leq 2\text{mV}$ （ $300\sim 3400\text{Hz}$ ）

峰—峰值杂音电压： $\leq 400\text{mV}$ （ $0\sim 300\text{Hz}$ ）

宽频杂音电压： $\leq 100\text{mV}$ （ $3.4\sim 150\text{kHz}$ ）

$\leq 30\text{mV}$ （ $150\text{kHz}\sim 30\text{MHz}$ ）

离散频率杂音电压： $\leq 5\text{mV}$ （ $3.4\sim 150\text{kHz}$ ）

$\leq 3\text{mV}$ （ $150\sim 200\text{kHz}$ ）

$\leq 2\text{mV}$ （ $200\sim 500\text{kHz}$ ）

$\leq 1\text{mV}$ （ $500\text{kHz}\sim 30\text{MHz}$ ）

习惯上，交流基础电源和直流基础电源统称为一次电源。

### 资讯 4 二次电源

由于微电子技术的发展，各种专用集成电路在通信设备中大量应用。这些集成电路通常需要由 $+3.3\text{V}$ 、 $+5\text{V}$ 、 $+12\text{V}$ 等低压电源供电。如果这些电压都由整流器和蓄电池组供给，那么就需要多种规格的蓄电池组和整流器。这样不仅增加了电源设备的费用，而且也大大增加了维护工作量。为了克服这个缺点，目前各类通信设备中都装有许多直流转换器，以便把 $-48\text{V}$ 电压变换为所需的 $+3.3\text{V}$ 、 $+5\text{V}$ 或 $+12\text{V}$ 电压。为了提高供电可靠性，通常都采用几台直流转换器并联供电。此外，许多通信设备内还装有振铃电源，该电源可将 $-48\text{V}$ 电压变换为振铃所需的交流电压。

这些装在通信设备机架上的电源，通常称为模块电源或机架电源，也称为二次电源。

## 任务 3 了解通信电源系统的组成

通信电源系统由多种电源设备组成，其作用是为通信局（站）的各种通信设备及保障通信的建筑供电，该系统由交流供电系统、直流供电系统和相应的接地与监控系统组成。为了保证可靠、稳定、安全供电，通信局（站）电源系统采用的典型供电方式有：集中供电、分散供电和混合供电三种方式。

## 资讯 1 集中供电电源

集中供电是指通信局（站）中所有的通信设备由一个集中的直流电源供电，如图 1-2 所示。该系统由交流供电系统、直流供电系统、接地系统和集中监控系统组成。这种供电方式的优点是电源设备比较集中，维护比较方便。但是，由于集中的直流电源远离通信设备，配电损耗很大，系统效率很低；配电电缆及安装费用也很大。而且可靠性较低，如果集中的直流电源发生故障，将会影响全部通信设备的供电。集中供电方式适用于规模较小的通信局（站）。

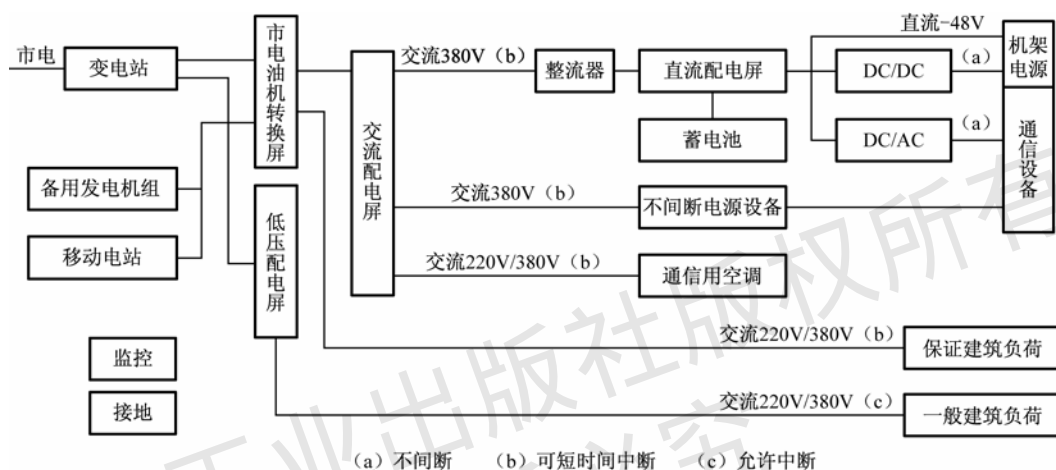


图 1-2 集中供电电源系统组成示意图

### 1. 交流供电系统

通信电源的交流供电系统包括变电站供给的交流电源（高压或低压市电）、油机发电机供给的备用交流电源以及由整流器、蓄电池和逆变器组成的交流不间断电源。交流供电系统可以有三种交流电源：变电站供给的市电、油机发电机供给的自备交流电、UPS 供给的后备交流电。

#### (1) 连接方式

通信局（站）的电源一般都由高压电网供给，自备独立变电设备。而基站设备常常直接租用民用电。为了提高供电可靠性，重要通信枢纽局一般都由两个变电站引入两路高压电源，并且采用专线引入，一路主用，一路备用，然后通过变压设备降压供给各种通信设备和照明设备，另外还要有自备油机发电机，以防不测。一般的局（站）只从电网引入一路市电，再接入自备油机发电机作为备用。一些小的局站、移动基站只接入一路市电（配足够容量的电池），油机为车载设备。

通信局（站）内通常都设有降压变电室。室内装有高、低压配电屏和降压变压器。通过这些变、配电设备，先把高压电源（一般为 10kV）变为低压电源（三相 380V），然后供给整流设备和照明设备。

在高层通信大楼中，为了缩短低压供电线路，降压变电站可设在主楼内。此时，电力变压器应选用干式变压器，配电设备中的高压开关应选用户内高压真空断路器。

### (2) 油机发电机

为了不间断供电，通信局内一般都配有油机发电机组。这种油机发电机能自动启动，当市电中断时，通信设备由油机发电机组供电。油机分普通油机和自动启动油机。由于市电比油机发电机供电更经济和可靠，所以，在有市电的条件下，通信设备一般都应由市电供电。

作为新能源的开发和利用，当前也有一些局（站）在部分地采用太阳电池发电系统，太阳电池是指把太阳辐射能直接变换为电能的器件。电力用太阳电池组件一般设置在室外，应具有承受风、雨、尘、沙、冰雹和环境温度变化的能力，必须用合适的底板和树脂等保护。

在一些风力条件较好的地区，也可以采用风力发电技术。

### (3) 交流配电屏

低压市电和油机发电机的转换可通过低压交流配电屏完成。低压交流配电屏输入市电，为各路交流负载分配电能，将低压交流电分别送到整流器、照明设备和空调装置。此外，它还能监测交流电压和电流的变化，当市电中断或电压发生较大变化时（过压、欠压和缺相等），能够自动发出告警信号。

### (4) UPS

为了确保通信电源不中断、无瞬变，在卫星通信地球站等通信系统中可采用静止型交流不间断电源系统，简称 UPS。这种电源系统一般由蓄电池、整流器、逆变器和静态开关等部分组成。市电正常时，市电经整流和逆变后给通信设备供电，此时，蓄电池处于并联浮充状态。当市电中断时，蓄电池通过逆变器（DC/AC 转换器）给通信设备提供交流电源。逆变器和市电的转换由交流静态开关完成。

## 2. 直流供电系统

通信设备的直流供电系统由整流器（AC/DC 转换器）、蓄电池、直流转换器和直流配电屏等部分组成。整流器的交流电源由交流配电屏引入，整流器的输出端通过直流配电屏与蓄电池和负载连接。当通信设备需要多种不同数值的电压时，可以采用直流转换器将基础电源的电压变换为所需的电压。在直流供电系统中设置了蓄电池组，采用并联浮充供电方式，以保证不间断供电。

### (1) 连接方式

直流供电方式主要采用并联浮充供电方式，尾电池供电方式、硅管降压供电方式等基本不再使用。

并联浮充供电方式是将整流器与蓄电池并联后对通信设备供电。在市电正常的情况下，整流器将市电交流电源变换为-48V 直流电源，一方面给通信设备供电，一方面又给蓄电池充电，以补充蓄电池因局部放电而失去的电量。电信设备需要的其他电压等级的直流电源，采用 DC/DC 转换器由-48V 直流电源变换得到。在并联浮充工作状态下，蓄电池还能起一定的滤波作用。当市电中断时，蓄电池单独给通信设备供电。由于蓄电池通常都处于满电状态，所以市电短期中断时，可以由蓄电池保证不间断供电。若市电中断时间过长，应由备用发电

机组替代市电，提供交流输入电源。这是最常用的直流供电方式。但这种供电方式有个缺点——在并联浮充工作状态下，电池由于长时间放电可能导致输出电压较低，而充电时均充电压较高，因此负载电压变化范围较大。它适用于工作电压范围宽的交换机。

#### (2) 整流器

从交流配电屏引入交流电，将交流电整流为直流后，输出到直流配电屏与负载及蓄电池连接，为负载供电或给电池充电。

#### (3) 蓄电池

交流停电时，由蓄电池向负载提供直流电，是实现直流系统不间断供电的基础条件。传统的-48V 直流电源系统的蓄电池备用时间为 1~24h，典型的蓄电池备用时间为 1~3h。

#### (4) DC/DC 转换器

随着科技的进步，通信设备已向集成化、数字化方向发展。许多通信设备采用了大量的集成电路组件，而这些组件需要 5~15V 的多种直流电压。如果这些直流低压直接由电力室供给，线路损耗一定很大，环境电磁辐射也会污染电源，供电效率很低；如果都由整流器和蓄电池供给，那么就需要许多规格的蓄电池和整流器。为了克服这些缺点，提高供电效率，目前大多数通信设备采用 DC/DC 转换器给内部电路供电。通过这些直流转换器可以将电力室送来的高压直流电变换为所需的低压直流电。

DC/DC 转换器能为通信设备的内部电路提供非常稳定的直流电压。在蓄电池电压（DC/DC 转换器的输入电压）由于充、放电而在规定范围内变化时，直流转换器的输出电压能自动调整保持输出电压不变，从而使交换机的直流电压适应范围更宽，蓄电池的容量可以得到充分利用。

DC/DC 转换器将基础电源电压（-48V 或+24V）变换为各种直流电压，以满足通信设备内部电路多种不同数值的电压（±5V、±6V、±12V、±15V、-24V 等）的需要。

#### (5) 直流配电屏

为不同容量的负载分配电能，当直流供电异常时要产生告警或保护。如熔断器告警、电池欠压告警、电池过放电保护等。

### 3. 接地系统

为了提高通信质量、确保通信设备与人身的安全，通信局站的交流和直流供电系统都必须有良好的接地装置。

#### (1) 通信机房的接地系统

通信机房的接地系统包括交流接地和直流接地。交流接地包括：交流工作接地、保护接地、防雷接地。直流接地包括：直流工作接地、机壳屏蔽接地。

#### (2) 通信电源的接地

通信电源的接地包括：交流零线复接地、机架保护接地和屏蔽接地、防雷接地、直流工作接地。

通信电源的接地系统通常采用联合地线的接地方式。联合地线的标准连接方式是将接地体通过汇流条（粗铜缆等）引入电力机房的接地汇流排，防雷地、直流工作地和保护地分别

用铜芯电缆连接到接地汇流排上。交流零线复接地可以接入接地汇流排，但对于相控设备或电机设备使用较多（谐波严重）的供电系统，或三相严重不平衡的系统，交流复接地最好单独埋设接地体，或从直流工作接地线以外的地方接入地网，以减小交流对直流的污染。

以上四种接地一定要可靠，否则不但不能起到相应的作用，甚至可能适得其反，对人身安全、设备安全、设备的正常工作构成威胁。

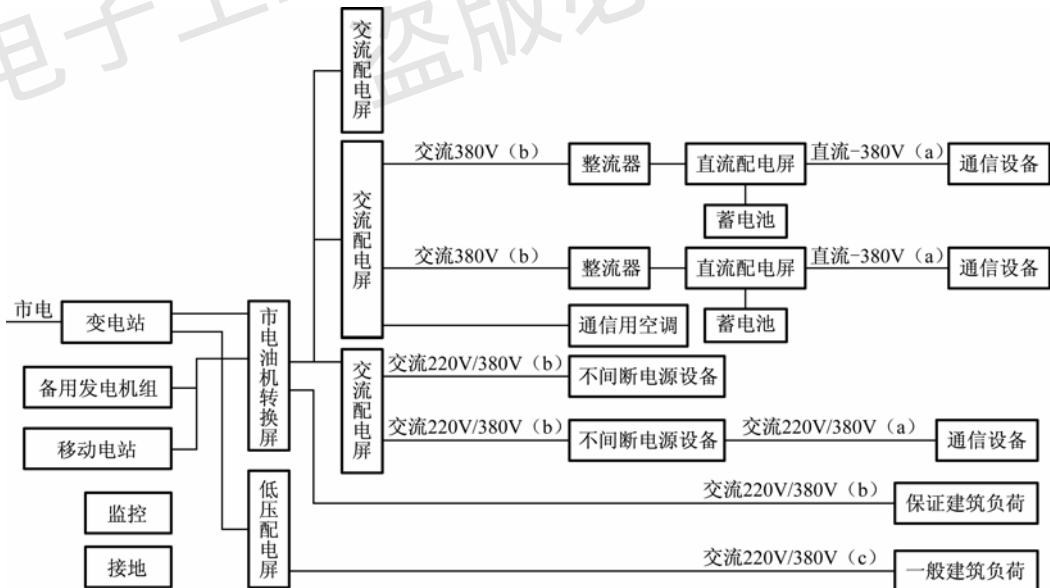
## 资讯 2 分散供电方式电源系统的组成

20 世纪 80 年代末至 90 年代初，我国开始研究采用分散供电方式，即在通信局（站）中采用多个直流电源系统，各个电源系统分别为一部分通信设备供电，从而可以克服集中供电方式的缺点。

由于高频开关电源和阀控铅酸蓄电池技术的发展，性能优良的高频开关电源和阀控铅酸蓄电池在电信系统得到了广泛采用，过去采用相控电源和排气式蓄电池时的严重噪声和酸雾污染问题已不存在，因此已完全可能将 380V/220V 交流电源送至通信机房。将通信系统的直流电源设备安装在交换机房内，从而可以避免长距离的低电压直流配电，减少了损耗，大大改善了供电系统性能，提高了供电系统的可靠性。

### 1. 基本结构

分散供电方式电源系统的组成框图如图 1-3 所示。采用分散供电方式时，交流供电系统仍可采用集中供电方式。直流供电系统可分楼层设置，也可按各通信系统设置。VRLA 蓄电池组可设置在电池室内，也可与通信设备设置在同一机房内。



(a) 不间断 (b) 可短时间中断 (c) 允许中断

图 1-3 分散供电方式电源系统组成示意图



## 2. 分散供电方式的优点

为适应大容量通信枢纽的要求，分散供电系统已成为必然的选择：因为在大型枢纽和高层局（站）内，通信设备的容量迅速增加，所需的供电电流大幅度提高，有时需要几千安的电流，集中供电系统很难满足通信设备的要求。同时，采用集中供电系统时，电源出现故障，将造成大范围通信中断，从而产生巨大的经济损失和极坏的社会影响。

采用分散供电系统后，可以大大缩短蓄电池与通信设备之间的距离，大幅度减小直流供电系统的损耗；从电力室到各通信机房采用 380V 交流市电供电，线路的损耗很小，可以大大提高电力线的送电效率。

总之，将大型通信枢纽或高层通信局（站）的通信设备分为几部分，每一部分都由容量合适的电源设备供电，不仅能充分发挥电源设备的性能，而且能大大减弱电源设备故障造成的影响，同时还能节约大量能源。因此，目前一般都采用分散供电方式。

### 资讯 3 混合供电电源

在光缆无人值守中继站和微波无人值守中继站，可采用交流市电电源系统与太阳能电源（或风力发电机）组成的混合供电方式。采用混合供电方式的电源系统由太阳能电源、风力发电机、低压市电、蓄电池组、整流配电设备及移动电站等部分组成，如图 1-4 所示。

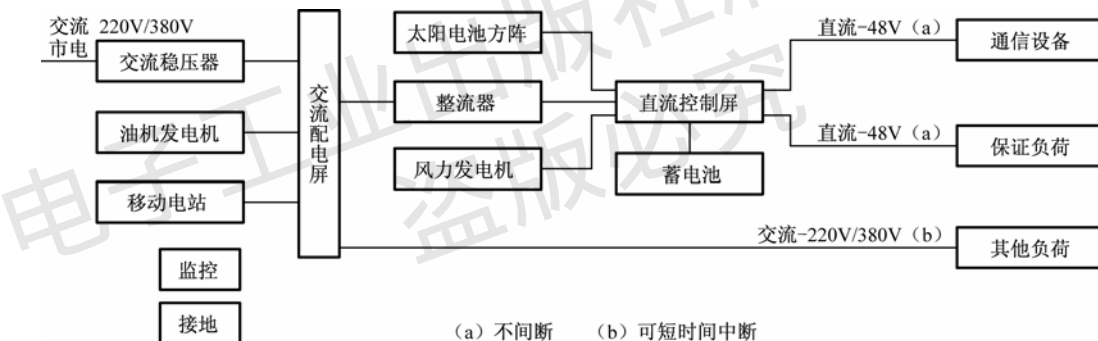


图 1-4 混合供电方式电源系统组成示意图

微波无人值守中继站和光缆无人值守中继站大部分都处在远离城市的农村，通常市电的质量较差，电压波动范围较大，因此，在市电引入端通常应加入调压器或交流稳压器。

### 资讯 4 一体化组合电源

通信设备和电源设备（包括一次电源）装在同一机架内，由外部交流电源供电的方式，称为组合电源供电方式，或称一体化供电方式。采用这种供电方式时，通常通信设备位于机架的上部，开关整流模块和阀控式密封铅酸蓄电池组装在机架的下部。

目前光接入网单元（ONU）和移动通信基站都采用组合供电方式。户外型 ONU 一体化电源系统如图 1-5 所示。

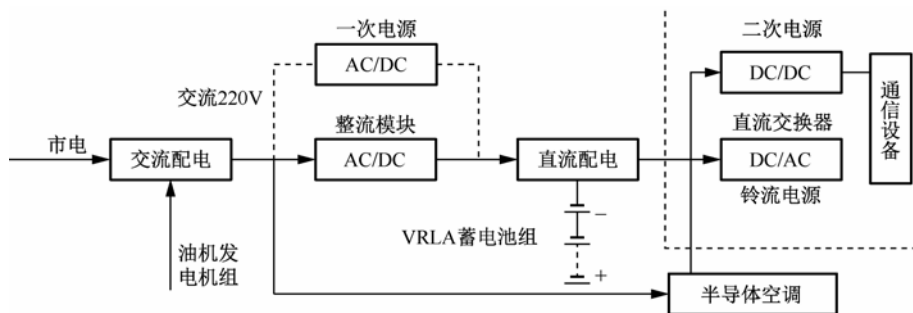


图 1-5 户外型 ONU 电源系统

DC/DC 转换器模块把-48V 基础电压转换为通信设备要求的多种直流电压（如+3.3V、+5V、+12V 等）。铃流发生器（DC/AC）产生 79V、 $25\pm 3\text{Hz}$  正弦交流电，称为振铃电源。

通信系统的集中监控，就是把同一枢纽通信大楼内的各种电源设备（或虽不在同一大楼，但属同一管理范围内，分布在各局所的在线通信电源设备）的运行情况集中在一个监测中心，实行统一管理。在具体操作上，就是实行遥信、遥测和遥控，即所谓的“三遥”。

在通信局（站）中，按照接地系统的用途可分为工作接地、保护接地和防雷接地。按照安装方式可分为分设接地系统和合设接地系统。从 20 世纪 80 年代开始，我国根据防雷等电位原则，已实施联合接地方式，即将工作接地、保护接地和防雷接地共用一组接地体。

## 任务 4 了解通信电源供电要求

在通信局（站）和通信设备中，通信电源起着类似于“心脏”的作用，其地位十分重要。随着通信事业的飞速发展，通信局（站）大量增加，通信设备更新换代，对通信电源的要求也越来越高，其主要要求是：可靠性高、稳定性强、电磁兼容性好、高效率、智能化、小型轻量、适用于分散供电、便于安装和维护、扩容灵活、节能。

### 1. 可靠性

电源系统可靠地运行是确保通信系统正常运行的首要条件，为了确保可靠地供电，由交流电源供电的通信设备应当采用交流不间断电源（UPS）。在直流供电系统中，应当采用整流器与电池并联浮充供电方式。此外，还必须提高各种通信电源设备的可靠性，如高频开关整流器采用多只整流模块并联冗余工作方式。

通信电源的可靠性一般用“不可用度”指标来衡量。根据 YD/T 1051-2000《通信局（站）电源系统总技术要求》的规定：省会城市和大区中心通信综合枢纽（含国际局）、市话汇接局、电报（数据）局、无线局、长途传输一级干线站、市话端局以及特别规定的其他通信局（站），其电源系统的不可用度应不大于  $5\times 10^{-7}$ ，即平均 20 年时间内，每个电源系统故障的累计时间应不大于 5min；地市级城市综合局、1 万~5 万门市话局、长途传输二级干线站或相当的通信局（站）等，其电源系统的不可用度应不大于  $1\times 10^{-6}$ ，即平均 20 年时间内，每个电源系统故障的累计时间应不大于 10min；县（含县级市）综合局、万门以下的市话局，电源系统的不可用度应不大于  $5\times 10^{-6}$ ，即平均 20 年时间内，每个电源系统故障的累计时间应不大于 50min。

## 2. 稳定性

交流电源的电压和频率是标志电能的两个重要指标。通信设备允许由 380V/220V、50Hz 交流基础电源直接供电时，在通信设备的电源输入端子处的电压允许变动范围为额定值的  $-10\% \sim +5\%$ ，频率允许变动范围为  $-4\% \sim +4\%$ 。电压波形畸变应  $\leq 5\%$ 。交流电源的其他指标应符合有关规定。有些通信设备对交流电源的要求更高，需要由交流不间断电源（UPS）供电。

目前通信电源的直流基础电源趋于简化为  $-48\text{V}$  一种，直流电源的电压和杂音是标志电能质量的两个重要指标。通信机房内每个机架直流电源输入端子处的额定电压为  $-48\text{V}$ ，电源电压变动范围为  $-57 \sim 40\text{V}$ ，电话衡重杂音应不大于  $2\text{mV}$ 。此外，峰—峰杂音、宽频杂音、离散杂音等指标也应符合有关规定。

## 3. 电磁兼容性

电磁兼容（EMC）是指在有限的空间、时间和频率范围内，各种电器设备共存而不引起性能下降。它包括电磁干扰（EMI）和电磁敏感（EMS）两方面的内容。EMI 是指电器产品向外发出的干扰，EMS 是指电器产品抵抗外界电磁干扰的能力。一台良好的通信电源设备，应既不受外界电磁干扰的影响，也不对周围环境造成电磁干扰。

## 4. 高效率

随着通信设备的容量日益增加，电源系统的负荷不断增大。低压、大电流的多组供电电压需求以及功率密度大幅度提升，供电方案和电源应用方案设计呈现出多样性。为了节约电能，必须设法提高电源装置的效率。提高效率也有利于减小设备的体积和重量。

## 5. 智能化

要求电源能进行电池自动管理，故障自诊断，故障自动报警等，自备发电机应能自动启停和自动关闭。

智能化主要体现在计算机集中监控功能中。集中监控的主要对象为油机发电机组、交直流配电系统、开关整流器、蓄电池组和空调设备等。对于油机发电机组，监控系统应具有以下功能：油机和市电自动转换、自动告警、自动开机和停机、遥控开机和停机等。对于蓄电池组，监控系统除了监测单体电池和电池组电压、充电电流和放电电流、总负载电流和电池温度外，还应显示电池现有容量、已放出容量、应补充的容量，还应估算市电中断后电池能够继续供电的时间。

现代电信运维体制要求动力机房的维护工作通过远程监测与控制来完成。这就要求电源自身具有监控功能，并配有标准通信接口，以便与后台计算机或与远程维护中心通过传输网络进行通信，交换数据，实现集中监控。从而提高维护的及时性，减小维护工作量和人力投入，提高维护工作的效率。

集中监控系统还可实现监视报警功能，对各种电源设备进行在线监测并将有关数据和报警信息逐层上送。上层网也可监视每台电源设备的运行状态，完全取代人工抄表，实现电源机房无人值守。监控系统还可控制各种电源设备的开通和关断，记录和打印各种事件，实现系统自诊断和自维护等功能。

## 6. 小型轻量

随着微电子技术的迅速发展和应用,现在各种通信设备正在向小型化、集成化方向发展。为了适应通信设备小型化的发展,电源装置也必须实现小型化、集成化。为了减小电源装置的体积和重量,各种集成稳压器和无工频变压器的开关电源得到越来越广泛的应用。近几年,在通信设备中已大量采用工作频率高达数十万赫兹且体积非常小的谐振型开关电源。蓄电池也在向免维护、全密封、小型化方向发展,以便将电源、蓄电池随小型通信设备布置在同一个机房,而不需要专门的电力室。

## 7. 适用于分散供电

随着大型通信枢纽和高层局(站)内通信设备的容量迅速增加,所需的供电电流大幅度提高(有时需要几千安),集中供电系统很难满足通信设备的要求。同时,采用集中供电系统时,一旦电源出现故障,将造成大范围通信中断,从而造成巨大的经济损失和很坏的社会影响。

相应于电源小型化,供电方式应尽可能实行各机房分散供电,设备特别集中时才采用电力室集中供电,大型的高层通信大楼可采用分层供电(即分层集中供电)。

采用分散供电系统后,可以大大缩短蓄电池与通信设备之间的距离,大幅度减小直流供电系统的损耗。同时,从电力室到各通信机房可采用交流市电供电,线路的损耗很小,大大提高了送电效益。

## 8. 便于安装和维护

随着通信电源设备数量的增多和维护量的加大,要求电源设备应模块化、集成化,以便于迅速安装。维护工作应能自动化、智能化,尽量减少手工维护,以提高系统的可靠性和维护质量。

## 9. 扩容灵活

现代电信要求高频开关电源采用分立式的模块结构,以便于不断扩容、分段投资,并降低备份成本。不能习惯性地采用 1+1 全备用形式(备份 100% 的负载电流),而应根据容量选择模块数  $N$ ,配置  $N+1$  个模块(即只备份了  $1/N$  的负载电流)即可。

模块化有两方面的含义,其一是功率器件的模块化,其二是电源单元的模块化。实际上,由于频率的不断提高,致使引线寄生电感、寄生电容的影响愈加严重,对器件产生的应力越来越大(表现为过电压、过电流毛刺)。为了提高系统的可靠性,就应把相关的部分做成模块。把开关器件的驱动、保护电路也装到功率模块中去,构成了“智能化”功率模块(IPM),这样既缩小了整机的体积,又方便了整机设计和制造。

多个独立的模块单元并联工作,采用均流技术,所有模块共同分担负载电流,一旦其中某个模块失效,其他模块再平均分担负载电流。这样,不但提高了功率容量,在器件容量有限的情况下满足了大电流输出的要求,而且通过增加相对整个系统来说功率很小的冗余电源模块,极大地提高了系统可靠性,即使万一出现单模块故障,也不会影响系统的正常工作,也为修复提供了充分的时间。

## 10. 节能

我国通信设备的用电量日益增加, 据国家统计局部门和原邮电部公布的统计数字, 1992 年邮电部门用电量为 25 亿千瓦, 占当年全国发电量的 0.33%, 1993 年该百分比上升到 0.45%, 1995 年超过 0.5%, 1997 年超过 0.6%。如果再加上其他专业通信网的用电量, 这个百分比更大, 因此必须采用各种节能措施, 提高能源的利用率和经济效益, 目前解决办法有如下几种。

- 采用高效率通信电源设备。例如, 相控型整流器电源效率为 70%, PWM 型开关电源效率达 80% 以上, 谐振型开关电源效率可达到 90% 以上, 因此相控电源大多已被淘汰。
- 采用分散供电系统。在通信设备的容量不断增加的情况下, 大型通信局(站)所需的总电流可达 5 000~6 000A。如直流汇流条允许压降为 2V, 仅汇流条每年的耗电量就将达到 10 万千瓦时。为了节约能量, 应尽量采用分散供电系统。
- 采用自然能。有些通信设备(比如微波中继通信设备)和光缆干线的无人值守站, 可采用太阳能电源和风力发电系统。

有空调的机房对延长电源设备的寿命有积极作用, 例如 VRLA 蓄电池在环境温度为 35℃ 时的寿命只是 25℃ 时的寿命的一半, 但空调设备耗电量相当可观。在机房建设中需考虑节能措施(如利用自然能等)。

## 任务 5 认知通信电源技术的发展现状与趋向

近十几年来, 我国通信业发展迅速, 通信网络已经覆盖了全国绝大多数地区。网络功能也更加完善, 固定电话、移动电话数量快速增加, 通信已经成为现代社会生活的重要组成部分。

网络规模的不断扩大和消费者要求的不断提高, 对网络安全性、先进性和运营商的服务质量提出了更高的要求。电源被誉为通信网的“心脏”, 对保障通信网络的安全可靠运行起着至关重要的作用。因此, 提高对电源的重视, 加大对电源的投资和维护管理力度是十分必要的。

随着通信电源越来越受到人们重视, 电源设备水平明显提高。日常维护管理工作逐步到位, 电源故障造成重大通信阻断的现象也越来越少。通信电源新技术、新产品不断应用。电源设备供应商之间的竞争以及工程设计、施工等单位间的竞争越来越激烈。

### 资讯 1 通信电源技术的发展现状

通信电源系统的直流基础电源基本上统一到了 -48V, 简化、统一直流基础电源已经得到通信设备制造商和电源制造商的共同认可, 这也给通信电源的建设和维护带来诸多便利。

通信局(站)的相控电源基本被淘汰, 整流设备将全部采用开关型设备。开关电源以其功率密度高、效率高、操作和维护方便等优点迅速应用到通信领域。

经过十多年的发展, 通信用蓄电池几乎全部采用了 VRLA 蓄电池。在使用过程中, 这类蓄电池不用加酸加水, 几乎不产生酸雾, 可以和其他电源设备放在一个房间, 甚至可以和通信设备同处一室, 给通信局(站)分散供电提供了方便。

随着国产电源设备质量不断提升,国产电源设备所占比例明显提高,而且占据主导地位。目前,在工程项目的设备采购中,电源设备的国产化率是最高的。

在 20 世纪 90 年代后期,随着监控系统在通信局(站)电源、空调及环境集中的推广和应用,电源设备自动化程度明显提高。不仅电源设备本身的各种保护和控制功能完善,而且通过监控系统,维护人员可以坐在维护中心,查看每个设备运行的情况,甚至控制相应设备,改变其运行方式。

新型发电设备得到了推广应用。有的通信枢纽楼已经使用了燃气轮发电机组作为备用交流发电设备,而且设备运行效果很好。和传统的柴油发电机组相比,燃气轮发电机组具有启动成功率高、运行可靠、发电品质好、体积小、重量轻、噪声低、振动小、单机容量大以及利于环境保护等优点。缺点是燃油消耗量较大,价格较贵(进口机组价格是相同功率柴油发电机组的 2 倍,是国产机组的 1.5 倍左右)。在通信行业采用燃气轮机发电机组作为备用发电机组的方案是合理的,而且该技术十分成熟,在国外已有 30 多年的使用历史。除上述特点之外,通信电源的应用还具有以下特点。

### 1. 自然能源的利用愈加广泛

自然能源在通信局(站)中的使用越来越多。从 20 世纪 90 年代初大量的光缆干线无人中继站利用太阳能、风能供电开始,我国西北地区相当多的通信中继站、移动通信基站采用了太阳能供电系统,既解决了通信局(站)供电难的问题,又节约了能源,维护强度也大大降低。

### 2. 通信局(站)电源安全性受到重视

防雷、防火工作受到了高度重视并得到了一定的保障。多年来,不少通信局(站)因为防雷设施失效或不完善而遭受雷击,给运营商带来了较大的经济损失,也影响了企业形象。近几年,通信运营商投入不少人力、财力,逐步完善接地、防雷设施,以降低雷害损失。从目前情况来看,改造后通信局(站)遭受雷击现象明显减少。为了减少通信局(站)和设备发生火灾的可能性,普遍使用了阻燃软电缆,而且软电缆也便于布放。

### 3. 电源设备运行环境大大改善

大部分通信局(站)的电力室、电池室都安装了空调设备,改善了电源设备的运行环境,对保证电源设备运行指标,尤其是蓄电池的寿命起到了积极的作用。

### 4. 电源维护管理逐步加强

主要表现在三个方面:一是建立了较完善的维护管理体系,二是普遍实施了局(站)动力及环境的集中监控管理,三是更新配置了较先进的维护设备仪表。

(1) 近几年,由于国家在电信行业试行的改革措施,先后分离、成立了多家电信业务的运营商,同时电源专业的老同志相继退休,导致电源专业本身缺少业务熟练的领导和技术人员。但是,各通信运营商都意识到制度才是一个企业生产和信誉的保障,按照制度办事,才能最大程度地消除人为因素给企业带来的影响。因此,各运营商在注重人员培训的同时,相继建立了集团公司、省公司、地市公司维护管理体系,并制定了相应的维护管理制度,使供电系统的安全得到了有效的保证。

(2) 电源设备可靠性和自动化程度的不断提高,也为通信局(站)少人或无人值守打下

了坚实的基础。从 1995 年开始到现在,大部分通信局(站)建设了电源、空调及环境集中监控维护管理系统,对提高电源系统的可靠性、降低故障损失和减轻维护人员劳动强度起到了明显作用。

(3) 新型维护工具仪表的使用减少了维护人员的劳动强度和工作的危险性,大大提高了劳动效率。近几年普遍推广应用的电源维护仪表有蓄电池在线容量测试仪、远红外测温仪以及地阻仪等。

### 5. 国内通信电源研制水平明显提高

目前我国通信领域常用的电源设备主要有:高压配电柜、变压器、低压配电柜、柴油发电机组、UPS、整流配电设备、VRLA 蓄电池、直流一直流变换设备、逆变设备、太阳能发电设备等。

近几年,国内对蓄电池、高频开关型整流器、逆变器、直流转换器、交流稳压器、中小容量 UPS、太阳能发电控制设备等的研究已经达到国际先进水平,研发环境和生产设施比较正规、高效,电源设备国产率明显提高,出口量大大增加。但国产电源设备的生产工艺水平和可靠性指标等需进一步提高。

发电机组和大容量 UPS 仍要依赖进口,许多设备中的关键部件(比如负荷开关、转换开关)也要依赖进口。

### 6. 开关电源成为现代通信网的主导电源

在通信网上运行的电源主要包括三种:线性电源、相控电源、开关电源。

传统的相控电源将市电直接经过整流滤波,由改变晶闸管的导通相位角,来控制整流器的输出电压。相控电源所用的变压器是工频变压器,体积庞大。所以,相控电源体积大、效率低、功率因数低,严重污染电网,已逐渐被淘汰。

稳压电源可以通过串联调整管连续控制,线性电源的功率调整管总是工作在放大区,流过的电流是连续的。由于调整管上损耗较大的功率,所以需要较大功率调整管并装有体积很大的散热器,发热严重,效率很低,一般只用于小功率电源,如设备内部电路的辅助电源。

开关电源的功率调整管工作在开关状态,有体积小、效率高、重量轻的优点,可以模块化设计,通常按  $N+1$  备份(而相控电源需要  $1+1$  备份),组成的系统可靠性高。正是这些优点,开关电源已在通信网中大量取代了相控电源,并得到越来越广泛的应用。

## 资讯 2 通信电源技术的发展趋势

### 1. 设备性能不断完善,价格进一步降低

(1) 提高可靠性。通信网络的安全和优质运行在很大程度上取决于电源的可靠性和指标的优劣。各通信运营商和设备供应商都会把电源设备的可靠性放在首位,再加上完善的设备功能,使少人值守的通信局(站)真正让维护人员放心。

(2) 提高功率密度。为了节约占地面积、减少机房承重、便于安装和维修,未来电源设备更注重减小体积、减轻重量,同时也能有效地节约能源。先进的电子技术使电源设备向更高功率密度的方向发展能够得以实现。

(3) 提高灵活性。为便于设备生产、测试、安装及维修等，未来的电源设备更注重操作、维护的灵活性，最大限度地方使用户。

(4) 适合分散供电。采用分散供电方式可有效地提高供电系统的可靠性，减小大面积停电的可能。因此，各设备厂商在开发生产电源设备时会更多地考虑设备是否适合分散供电系统方式，满足运营商的要求。

(5) 便于集中维护管理。通信局（站）基本上趋于少人或无人值守，未来的电源设备会更注重提高智能化水平，便于实施集中监控管理。

(6) 低价位。价格历来是设备供应商之间竞争的焦点，在未来的一定时期内，电源设备仍会保持较低价格，因而要求生产厂商注重降低器件、材料成本。

### 2. 新型电源设备将得到发展和推广应用

进入 21 世纪，电信技术又有了新的发展，规模有所增长，数据通信和信息网络飞速发展。这些设备大都采用交流供电，而且需要的功率愈来愈大，除 UPS 设备外，国际上正在酝酿采用直流高压（如 270V 直流）加转换器的方案，另外旋转型 UPS 也将列入发展议程。

在直流电源方面，镍氢蓄电池、锂蓄电池和燃料电池将得到发展。其中锂蓄电池和燃料电池具有显著优势，在国外电信企业中已开始试用或实用。

燃料电池可以作为通信局（站）的主用电源或备用电源设备。当用于备用电源时，可以替代柴油发电机和蓄电池设备，也可以大大减小蓄电池的容量。而锂蓄电池则将替代 VRLA 蓄电池，由燃料电池和锂蓄电池组成新型电源设备。

燃气轮发电机组主要作为大型通信局（站）的交流备用电源或移动式备用电源，我国刚在 20 世纪末研制成功，也属于一种新型电源设备。国产 1000~3 000kW 机组已在广州、汕头、上海、北京等电信公司及中讯邮电咨询设计院设计科研楼应用，它也将在通信电源系统中得到推广应用。

### 3. 维护仪表不断更新

和传统的体积笨重、功能单一、精度较差的维护仪表相比，未来的仪表更趋于数字化、便携化、多功能、专用化。新型的测试仪表使测试更加安全、快速、准确、省力。

### 4. 运行维护管理模式多样化

先进的维护体系和有效的维护管理制度也是通信运营商竞争能力的体现。各运营商要抢占市场，除了增加设备投资、提高服务质量外，还要注重提高劳动生产率，在减员增效方面下工夫。未来的维护管理趋势是体系更加健全、职责更加明确、维护要求更加具体。设备维护管理将会以自维、代维相结合的维护模式出现。重要场所自维，一般局（站）和低层次的维护将由代维公司来负责。

### 5. 设备采购供应更加严格

一方面，运营公司的不断上市，对各方面的管理愈加严格，尤其是对投资的控制也会使电源设备的采购权利越来越集中，对设备供应商的要求也会越来越高。另一方面，许多有实力的设备供应商推崇一体化服务模式，从多种设备配套供应到安装、调试、售后服务等提供全面服务，并能承担一定的代维服务。实力较差而且没有特长的生产厂家将逐步被淘汰出局。



随着通信运营商竞争的加剧，与之相关联的设计单位、施工单位、设备供应商、专业维护公司等也在激烈竞争。高质量的新型产品、合理的价格、规范化的管理、优质的服务仍将是竞争的主题，未来的通信电源行业也将会更加规范、更加健康地发展。

## 任务6 掌握安全用电方法

在电气作业过程中，有一定的危险性和特殊性，电信机务人员上岗前，必须经过专门的安全技术培训和考核，经考试合格取得安全生产监督部门核发的《特种作业操作证》后，才能独立作业。作业人员要严格遵守电工作业安全操作规程和各种安全规章制度，养成良好的工作习惯，严禁违章作业。

### 1. 电工安全操作基本要求

(1) 电工在安装或维修电气设备时，应严格遵守各项安全操作规程，如“电气设备维修安全操作规程”和“手提移动电动工具安全操作规程”等。

(2) 做好操作前的准备工作（如检查工具的绝缘情况），并穿戴好劳动防护用品（如绝缘鞋、绝缘手套）等。

(3) 严格禁止带电操作，遵守停电操作的规定。操作前应先断开电源，再检查电器、线路是否已停电，未经检查的都应视为有电。

(4) 切断电源后，应及时挂上“禁止合闸，有人工作”的警示牌，必要时应加锁并带走电源开关内的熔断器，然后再开始工作。

(5) 工作结束后应遵守送电制度，禁止约时送电。送电时，先取下警示牌，装上电源开关的熔断器，然后送电。

(6) 低压线路带电操作时，应设专人监护，使用有绝缘柄的工具，必须穿长袖衣裤，扣紧袖口，穿绝缘鞋，戴绝缘手套，工作时必须站在绝缘垫上。

(7) 发现有人触电，应立即采取抢救措施，绝不允许临危逃离现场。

### 2. 电气设备安全运行的基本要求

(1) 对不同电气设备，应根据环境的特点建立相应的电气设备安装和管理规程，以保证设备处于良好的安全工作状态。

(2) 为了保证电气设备正常运行，必须制定维护检修规程，定期对各种电气设备进行维护检修，消除隐患，防止设备事故和人身事故的发生。

(3) 应建立各种安全操作规程，如变配电室值班安全操作规程，电气装置安装规程，电气装置检修安全操作规程，及手持式电动工具的使用、检查和维修安全操作规程等。

(4) 对电气设备制定的安全检查制度应认真执行。例如，定期检查电气设备的绝缘情况、保护接零和保护接地是否牢靠、消防器材是否齐全、电气连接部位是否完好等。发现问题应及时维护检修。

(5) 应遵守负荷开关和隔离开关操作顺序：断开电源时应先断开负荷开关，再断开隔离开关；接通电源时则应先合上隔离开关，再合上负荷开关。

(6) 为了尽快排除各种故障和不正常运行情况，电气设备一般都应装有过载保护、短路保护、欠电压和失电压保护、断相保护和防止误操作保护等装置。

(7) 凡有可能遭雷击的电气设备，都应装有防雷装置。

(8) 对于使用中的电气设备，应定期测定其绝缘电阻；对接地装置应定期测定接地电阻；对安全工具、避雷器、变压器油等，也应定期检查、测定或进行耐压试验。

### 3. 常用的安全用电措施

#### (1) 安全电压

一般情况下，36V 电源对人体的安全不会构成威胁，所以通常称 36V 以下的电压为安全电压。根据工作场地的情况，可使用 36V、24V 或 12V 安全电压。

#### (2) 保护用具

保护用具是保证工作人员安全操作的工具。设备带电部分应有防护罩，或置于不易触电的高处，或采用连锁装置。此外，使用手电钻等移动电器时，应使用橡胶手套、橡胶垫等保护用具，不能赤脚或穿潮湿的鞋子站在潮湿的地面上使用电器。

#### (3) 保护接地、保护接零和漏电保护

在正常情况下，电气设备的外壳是不带电的，但当绝缘损坏时，外壳就会带电，人体触及就会触电。为了保证操作人员的安全，必须对电气设备采用保护接地或保护接零措施。这样即使在电气设备因绝缘损坏而漏电，人体触及时也不会触电。

#### (4) 注意事项

① 判断电线或用电设备是否带电，必须用试电器（或测电笔等），决不允许用手去触摸。

② 在检修电气设备或更换熔体时，应切断电源，并在开关处挂上“严禁合闸”的牌子。

③ 安装照明线路时，开关和插座离地一般不低于 1.3m。有必要时，插座可以装低。但离地不应低于 15cm。不要用湿手去摸开关、插座、灯头等，也不要用水布去擦灯泡。

屋内配线时禁止使用裸导线和绝缘破损的导线，若发现电线、插头插座有损坏，必须及时更换。塑料护套线连接处应加接线盒。严禁将塑料护套线或其他导线直接埋设在水泥或石灰粉刷层内。

④ 在电力线路附近，不要安装收音机、电视机的天线，不放风筝；不要在带电设备周围使用钢板尺，严禁用铜丝代替熔丝。

⑤ 发现电线或电气设备起火，应迅速切断电源，在带电状态下，决不能用水或泡沫灭火器灭火。

⑥ 雷雨天尽量不外出；遇雨时不要在大树下躲雨或站在高处，而应就地蹲在低洼处，并尽量将双脚并拢。

## 工程实践一 参观通信动力机房

目的：

1. 通过参观和听讲解，了解机房供配电系统的结构组成；
2. 熟悉和认识交直流供配电设备、设施；
3. 提高安全用电意识。

内容：

1. 进行以“安全、规范、严格、有序”教育为主的实训动员，明确任务和要求。参观过程中只允许看、听、问、记，不可随意走动，接触设备，以免发生触电事故。

2. 到某通信中心的动力机房参观，听取技术人员讲解。
3. 通过看、听、问、记，熟悉动力机房设备设施的布局和运行情况。
4. 认识了解电力变压器、交直流配电屏、油机发电机、中央空调、蓄电池等动力设备。
5. 提交参观学习总结。

## 思考题

1. 通信动力设备的整体配置由哪些部分构成？
2. 一次电源和二次电源是怎样划分的？
3. 市电供电分哪几类？各自的适应范围是什么？
4. 什么是交流基础电源？什么是直流基础电源？它们各有什么样的指标？
5. 通信局（站）电源系统采用的典型供电方式有哪些？各有什么组成方式和特点？
6. 通信局（站）对通信电源供电有什么样的要求？
7. 电工安全操作有哪些基本要求？
8. 安全用电有哪些措施？

电子工业出版社版权所有  
盗版必究