

2024 环球网校一级建造师《通信与广电工程管理与实务》考点精讲-第 6 讲

第 1 章 通信与广电工程专业技术

1.5 通信电源系统

章节目录	2023	2022	2021	2020	2019	2018
通信电源系统的特点及供电方式			1			2
通信电源系统的组成及功能	3		4	5		
通信用蓄电池的充放电特性						1
通信电源节能减排技术						

1.5.1 通信电源系统的特点及供电方式

1. 通信电源系统的要求

通信电源要求：**可靠、稳定、安全、高效**

(口诀：可稳高安)

三个方面：**定额要求、杂损要求和附加要求**

(口诀：附杂定)

- (1) 定额要求：对电压、电流、频率等指标的要求。明确设备所能接受电源类型、规格和偏差大小的**最基本要求**。
- (2) 杂损要求：对各种**干扰、损耗**等有害因素的忍受限度，如交流电压波形畸变率、交流电流谐波含量、直流杂音电压、配电全程压降、允许瞬断时间等。这是确保通信设备及电源设备自身安全、稳定、高效运行的关键要素，是对**电源“优良”程度**的重要评价指标。
- (3) 附加要求：包括为保证电源设备**安全、高效运行以及环境友好**的其他相关指标，如设备散热（效率）、电气接头温升、运行噪声、震动等。

直流电源电压变动范围与供电回路全程最大允许压降 表 1.5.1-1

标称电压(V)	通信设备受端子处电压允许变动范围(V)	供电回路全程最大允许压降(V)
-48	-57~-40	3.2
240	192~288	12
336	260~400	

交流电源供电质量要求 表 1.5.1-2

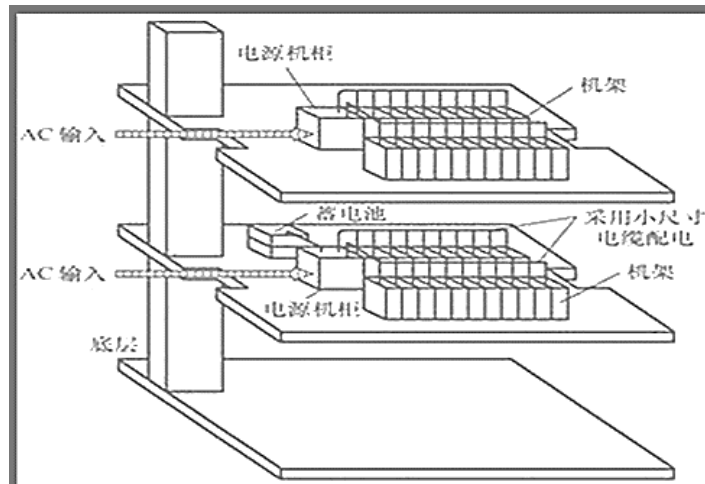
标称电压(V)	通信设备受端子处电压允许变动范围(V)	标称频率(Hz)	频率允许变动范围(Hz)	电压波形正弦畸变率
220/380	额定值的±5%~-10%	50	额定值的±4%	不大于5%

2. 通信电源的供电方式（2018-23、2021-1、2017-12、

口诀：集散混一体）

- (1) 集中供电方式：是指交直流供电系统**都集中设置**，主要应用于**小型通信局站**。
- (2) 分散供电方式：是指在**大容量**的通信机楼，交流和直流供电系统可**分楼层设置**。
- (3) 混合供电方式：是在集中供电的基础上，应用在**无人值守的光缆中继站、微波中继站、移动通信基站**等。

(4) 一体化供电方式：是指通信设备与电源设备集成在**同一个机柜**中，由外部交流电源直接供电的方式。主要应用在**小型的一体化接入设备、基站**等。



3) 混合供电方式：是在集中供电的基础上，结合太阳能电源、风力电源组成的混合供电方式，主要应用在**无人值守的光缆中继站、微波中继站、移动通信基站**等。

4) 一体化供电方式：是指通信设备与电源设备集成在**同一个机柜**中，由外部交流电源直接供电的方式。主要应用在**小型的一体化接入设备、基站**等。



3. 通信电源供电方式的发展

集中方式**设备数量少，综合投资低，维护便利**，但需要对**规模的规划预测**把握准确，同时该方式下**故障风险也相对集中了**。

分散方式的主要优势体现在故障风险的分散、工程建设的分期部署方面，相对灵活，但设备数量多了，安装位置分散了，给**维护带来一定的不便**，且**总体投资造价往往会增大**。

1.5.2 通信电源系统的组成及功能

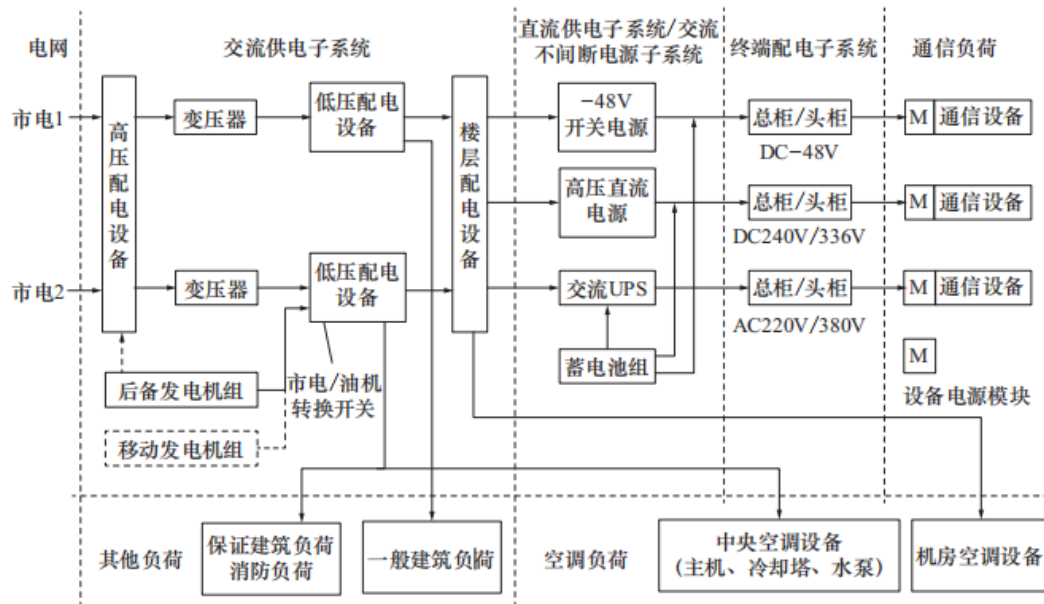


图 1.5-1 常规通信局站电源系统的组成示意图



1. 交流供电系统

交流供电系统主要包括市电引入、高压配电设备、变压器、低压配电设备、后备发电机组，以及根据需要设置的二级（楼层）配电设备等，负责为通信局站提供基础的动力来源、能源配送和能力保障，但不能保证不间断。（2016.7）（2020、6）（2023、23）



1) 高压配电设备

接受市电高压进线，做必要的隔离、防雷等保护，并进行用电计量。

2) 变压器

通信局站用的变压器属于降压变压器。一般分为油浸变压器和干式变压器两大类。

3) 低压配电设备

当局站配置有后备发电机组，或需要接入外部移动发电机组的，则低压配电设备中还需要配有**市电/油机转换开关**，包括**自动转换开关（ATS）和手动转换开关（MTS）**两种。

4) 后备发电机组

通常选用以**内燃机**为动力的柴油发电机组。

5) 二级（楼层）配电设备

当用电负荷与低压配电系统相距较远、相对集中、容量较大，且对分路数量要求较多时，可设置**二级配电设备，以及减少电缆敷设。**

2. 直流供电子系统/交流不间断电源子系统

包括**开关电源设备、蓄电池组和终端配电子系统**等。

1) 开关电源设备

又可称为整流设备，负责将低压配电系统提供的低品质交流电转换成可供通信设备使用的高品质直流电，并通过蓄电池储能实现无缝的不间断保障。

开关电源设备一般由**交流屏、整流架（内含整流模块和监控模块）和直流屏**组成，称为分立式开关电源。

2) 交流 UPS 设备

对于交流供电的通信设备，需要通过交流 UPS 设备的变换处理，并配置相应的**蓄电池组**来进行保障供电。大型交流 UPS 设备也通常由**UPS 主机、输入柜和输出柜**组成。

3) 蓄电池组

蓄电池组是通信电源系统中**用来储能的设备**。

4) 终端配电子系统

终端配电子系统主要包括**电源总柜、电源列头柜、机柜配电单元（PDU）**等直接服务于通信设备的末级配电设施，以及通信设备自身的电源模块。



3. 接地系统（2017. 一. 3、2023-8）

接地系统有**交流工作接地、直流工作接地，保护接地和防雷接地**等，一般采取将这四者联合接地的方式。

(1) 交流接地可保证相间电压稳定。

(2) 直流工作接地可保证直流通信电源的电压为负值。

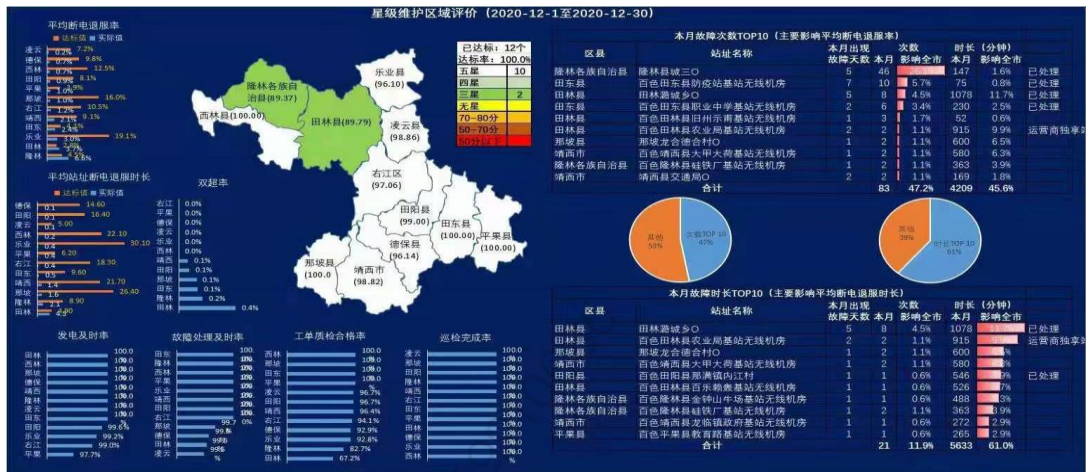
(3) 保护接地可避免电源设备的金属外壳因绝缘受损而带电。

(4) 防雷接地可防止因雷电瞬间过压而损坏设备。

联合接地是将交流接地、直流接地、保护接地和防雷接地共用一组地网。

4. 集中监控系统

对通信局站实施集中监控管理，对分部的、独立的、无人值守的电源系统内各设备进行**遥测、遥控、遥信**；监测运行状态，告知维护人员及时处理。



1.5.3 通信用蓄电池的充放电特性

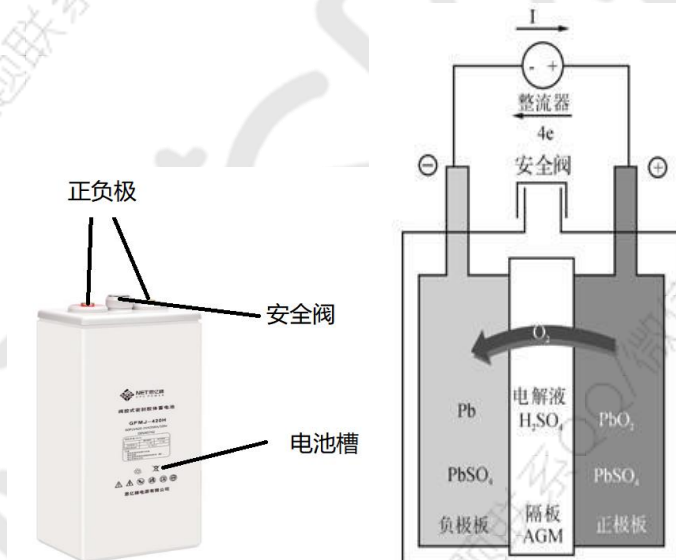
1. 铅酸蓄电池的特点

1) 固定型铅酸蓄电池

在**集中供电的核心机房**，需要电池组容量很大时，固定型铅酸蓄电池仍有使用。

2) 阀控式铅酸蓄电池

通信行业**广泛使用**的铅酸蓄电池为免维护的阀控式密封铅酸蓄电池。



(1) 基本结构

主要部件有**正负极板、电解液、隔板、电池槽**和其他一些零件，如端子、连接条及排气栓。

(2) 密封原理

铅酸蓄电池在充电后期**正极会析出氧气 (O₂)，负极析出氢气 (H₂)**，直接造成了电池的水损耗。

利用**负极析出氢比正极析氧晚**的特点，并采用特殊结构，使铅酸蓄电池在充电后期负极不能析出氢气，同时能吸收正极产生的氧气，从而实现电池的密封，减少气体少析出或不析出。

(3) 电池的失效

阀控式电池的使用寿命一般可达**15~20年**，但实际在使用中，会出现提前失效的现象，放电容量降为80%以下。

造成阀控式密封铅酸蓄电池失效的主要因素有**板栅的腐蚀与变形、电解液干涸、负极硫酸化、**

早期容量损失、热失控和隔板失效等。

2. 铅酸蓄电池的主要指标

(1) 电池电动势 (E)

蓄电池在没有负载的情况下测得的正、负极之间的端电压，也就是**开路时**的正负极端子电压。

(2) 蓄电池的内阻 (R)

蓄电池的内阻 (R) 为 $(E-U)/I$ 。

蓄电池的内阻应包括：蓄电池正负极板、隔板（膜）、电解液和连接物的电阻。

电池的内阻越小，蓄电池的容量就越大。

3) 终了电压

是指放电至电池端电压急剧下降时的临界电压。

$$U_{\text{终}} = 1.66V + 0.0175 \times h, \text{ 式中 } h \text{ 为放电小时率。}$$

(4) 放电率

放电至终了电压的快慢称之为放电率。放电电流的大小，用时间率和电流率来表示。通常以 **10 小时率** 作为放电电流，即在 10h 内将蓄电池的容量放至终了电压。

大电流放电，电池电压下降快，**放出容量小**。

在低放电率时，放出的容量相对较大。

(5) 充电率

当缩短充电时间时，充电电流必须加大，反之，充电电流可减少。

(6) 循环寿命

蓄电池经历**一次充电和放电**，称为一次循环。蓄电池所能承受的循环次数称为循环寿命。

固定型铅酸蓄电池的循环寿命约为 300~500 次，

阀控式密封铅酸蓄电池的循环寿命约为 **1000~1200 次**，使用寿命一般在 **10 年以上**。

3. 铅酸蓄电池的充放电特性

1) 放电：用大电流放电，电压下降快，放电将会超过额定容量很多；用小电流放电，有利于蓄电池长期使用。

2) 充电：充电终期采用**较小的电流值**是有益的。蓄电池充电完成与否，不但要根据**充电终了电压**，还要根据**蓄电池接受所需要的容量**，以及**电解液比重**等来决定。

(1) 初充电 (2) 浮充充电

在电池组与开关电源设备构建成供电系统后，用**整流设备和电池并联供电**的工作方式，由整流设备浮充蓄电池供电，并补充蓄电池组已放出的容量及自放电的消耗。

(3) 均衡充电

因蓄电池在使用过程中，有时会产生密度、容量、电压等不均衡的情况，应进行均衡充电，使电池都达到均衡一致的良好状态。均衡充电一般要定期进行。出现**放电过量造成终了电压过低、放电超过容量标准的 10%、经常充电不足造成极板处于不良状态、电解液里有杂质、放电 24h 未及时补充充电、市电中断后导致全浮充放出近一半的容量**等情况时，都要随时进行均衡充电。

4. 磷酸铁锂电池的原理及应用

3) 磷酸铁锂电池的特性

(1) 超长寿命

磷酸铁锂动力电池在室温下充放电循环 **2000** 次，容量保持率 **80%** 以上。

(2) 安全性高

磷酸铁锂电池在高温下的稳定性可达 **400℃** 以上。

(3) 充电速度快

自放电少，无记忆效应，可**大电流**快速充放电。

(4) 体积小，重量轻

(5) 耐高温

磷酸铁锂电池热峰值可达 **350~500℃**

(6) 绿色环保

磷酸铁锂电池不含锂之外的任何重金属或者稀有金属，无毒，无污染，为环保电池。

4) 磷酸铁锂电池的主要技术参数

(1) 单体电压

单体标称电压为 **3.2V**;

(2) 额定容量

指环境温度为 $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 电池组 10h 率放电至终止电压 (43.2V) 所应提供的电量, 单位为 **安时 (Ah)**

(3) 工作温度范围

可以在温度 **$-10 \sim 55^\circ\text{C}$** 的条件下使用, 充电环境温度为 **$0 \sim 55^\circ\text{C}$** 放电环境温度为 **$-10 \sim 55^\circ\text{C}$** 磷酸铁锂电池 **低于 0°C** 充电会对电池造成不可逆的损害, **高于 55°C** 充电可能会出现析锂现象而发生危险

1.5.4 通信电源节能减排技术

1. 节能减排的思路与方法

1) 思路分析

- (1) 设备自身工艺节能
- (2) 设备工作状态调整
- (3) 绿色能源替代
- (4) 辅助能源管理

2) 方法归集 (口诀: 风蓄非谐—风趣诙谐)

- (1) **非晶合金变压器**, 是通过改进材料工艺来降低电磁损耗。
- (2) **谐波治理技术**, 是通过抑制谐波电流来减少不必要的能量损失。
- (3) **蓄电池削峰填谷** 技术, 是从平衡电网负荷角度降低了全网的能量损失。
风光互补技术, 是利用可再生能源减少对共用电源的需求。

2. 非晶合金变压器

1) 非晶合金的材料特性

非晶合金主要优势如下:

- (1) 保磁能力低 (约为硅钢片的 **$1/3$**), 因此磁滞损耗小。
- (2) 加工片材薄 (约为硅钢片的 $1/10$), 因此涡流损耗小。
- (3) 电阻系数高 (约为硅钢片的 **3 倍**), 因此涡流损耗小。

2) 谐波治理的技术和效果

谐波治理的原则, 是要限制谐波源向公用电网注入谐波电流, 将谐波电压限制在允许范围内。

基本方法可以分为 3 类:

改善谐波源 (治理谐波最根本)、

抑制谐波量、

滤除谐波法, 包括 **无源滤波和有源滤波** 两种技术

4. 蓄电池削峰填谷技术

1) 削峰填谷的原理

蓄电池削峰填谷技术, 就是利用 **峰谷电价差**, 在峰时利用蓄电池放电提供负载能量, 减少电网电能消耗; 在谷时则采用电网供电, 并对蓄电池进行充电。通过反复循环充放电, 既保证了负载持续供电的需要, 又大大降低了平均电价。

2) 削峰填谷的技术实现

(1) 蓄电池组

储能蓄电池组 是削峰填谷技术的核心, 其储能和充放电特性为削峰填谷的实现提供了可能。

(2) 开关电源

开关电源系统在整个削峰填谷系统中起到 **开关控制** 的作用。

(3) 充放电控制策略

5. 风光互补供电技术

由于太阳能资源和风能资源都具有时间上和地域上的不均衡性，常常会遇到有太阳时没有风、没有太阳时有风的情况，呈现出互补的特性。利用这种特性，将太阳能、风能发电技术进行组合，形成风光互补供电系统，为通信局站提供电力来源。

1) 太阳能电池基本原理

光伏效应，它是制造太阳能电池的**物理基础**。

太阳电池包括**硅太阳能电池、砷化镓太阳能电池、硫（碲）化镉太阳能电池**三种。

太阳电池组装方式有**平板式和聚光式**两种，目前通信电源系统主要采用的是**平板式**。

2) 风力发电机基本原理

控制器是核心部件

4) 系统类型

“风-光”互补系统（风力发电为主，光伏发电为辅，适用于风能资源非常丰富的地区），

“光-风”互补系统（光伏发电为主，风力发电为辅，适用于太阳能资源非常丰富地区），

“风-光-柴”互补系统（风力发电为主，光伏发电为辅，柴油发电机组作为补充供电，适用于风能资源比较丰富，但与太阳能之间互补性欠佳，个别时段均无法满足负载要求的地区），

“光-风-柴”互补系统（光伏发电为主，风力发电为辅，柴油发电机组作为补充供电，适用于太阳能资源比较丰富，但与风能之间互补性欠佳，个别时段均无法满足负载要求的地区）。