

# 电力通信电源新技术及其应用

马凡琳 韩敏 任蒙蒙

国网甘肃省电力公司平凉供电公司 甘肃 平凉 744000

**摘要:** 电力通信电源新技术以高频开关整流、免维护蓄电池、智能电源管理为核心,通过模块化与集成化设计提升系统可靠性、稳定性及能效。该技术具备抗电压波动、动态功率调节与多级防雷能力,适配5G基站、数据中心、边缘计算节点等复杂场景。新技术在降低运维成本、增强供电冗余性及支持绿色通信网络建设方面成效显著,为电力通信系统的高质量运行提供关键支撑。

**关键词:** 电力通信电源; 高频开关整流技术; 免维护蓄电池技术; 应用场景

引言: 通信网络快速发展,对电力通信电源提出更高要求。传统电源难以满足复杂多变的通信场景需求,电力通信电源新技术应运而生。这些新技术凭借独特优势,在提升电源性能、保障通信稳定方面成效显著。深入探讨其技术特征、体系及应用场景,对推动通信行业发展具有重要意义。

## 1 电力通信电源技术特征分析

### 1.1 可靠性强化

分散式供电架构通过将电源系统分解为多个独立模块,显著提升了抗灾能力。每个模块具备独立供电能力,当某一模块因外部冲击或内部故障失效时,剩余模块可自动接管负载,确保整体系统持续运行。这种设计尤其适用于地震、台风等自然灾害频发区域,能够有效降低灾害对通信网络的影响<sup>[1]</sup>。模块化电源的冗余配置进一步增强了系统韧性,通过热插拔技术,运维人员可在不中断供电的情况下快速更换故障模块,实现“零感知”维护。部分高端设备还集成了故障自诊断功能,通过实时监测电压、电流、温度等关键参数,提前识别潜在风险并触发保护机制,避免故障扩大化。例如,在偏远山区通信基站中,分散式架构与冗余设计相结合,即使遭遇极端天气导致部分模块损坏,剩余模块仍能维持基站正常运行,保障通信畅通。

### 1.2 稳定性优化

动态电压调节技术使电源具备宽范围电压输入输出适配能力,能够自动匹配电网波动或新能源接入带来的电压变化。在城市电网中,电压波动范围通常在 $\pm 10\%$ 以内,而在偏远地区,电压波动可能达到 $\pm 20\%$ 甚至更大。无论是城市电网的瞬时过压,还是偏远地区电网的电压不稳,电源均可通过快速调整输出电压保持设备稳定运行。电磁兼容性设计通过多层滤波电路与屏蔽结构,有效抑制电源自身产生的谐波干扰,同时抵御外部电磁脉

冲对通信信号的侵扰。在强电磁环境如高压变电站附近,这种设计可确保数据传输的准确性与连续性,避免因电源问题导致通信中断。例如,在5G基站部署中,动态电压调节与电磁兼容性设计的结合,使电源能够适应复杂多变的供电环境,为高速数据传输提供稳定支撑。

### 1.3 集成化与小型化趋势

功率器件的高密度集成得益于碳化硅与氮化镓等新型半导体材料的突破。这些新型材料具备更高的电子迁移率以及更强的耐压能力,基于这些特性,单个器件在实现承载更大功率的同时,其体积还能显著缩小。与传统硅基器件相比,碳化硅器件的功率密度可提升3-5倍,氮化镓器件的功率密度可提升5-10倍。立体化布局技术通过三维堆叠设计,将原本平面排列的电路元件垂直整合,进一步压缩设备体积。轻量化材料的应用则减轻了电源整体重量,便于在通信基站、输电线路监测终端等空间受限场景快速部署。例如,在无人机通信中继平台中,集成化与小型化设计的电源系统既满足了高功率需求,又减轻了设备负载,延长了飞行时间。某型号无人机采用新型电源系统后,飞行时间从原来的2小时延长至3.5小时,续航能力提升75%。

### 1.4 高频化与节能化

高频开关整流器通过提高开关频率,将能量转换过程中的损耗降至更低水平,同时缩短了系统响应时间,能够更快适应负载变化<sup>[2]</sup>。智能休眠技术则根据实时负载需求动态调整功率输出,当通信设备处于低功耗状态时,电源自动进入休眠模式,仅维持基础供电;负载增加时立即唤醒,恢复全功率输出。这种“按需供电”机制显著降低了空载损耗,延长了设备使用寿命。例如,在智慧城市物联网节点中,高频化与节能化设计的电源系统可根据传感器工作状态自动调节功率,在保障数据采集的同时减少能源消耗,助力绿色通信网络建设。

## 2 电力通信电源新技术体系

### 2.1 高频开关整流技术

高频开关整流技术是电力通信电源领域的关键技术之一。其工作遵循整流、滤波、逆变、控制这四步流程。在整流环节，交流电被转换为脉动直流电，为后续处理提供基础。滤波环节则对脉动直流电进行平滑处理，去除其中的交流成分，使电流更加稳定。逆变环节将经过滤波的直流电转换为高频交流电，这一转换过程为后续精确控制创造了条件。控制环节是整个流程的核心，通过对高频交流电的精准调控，实现从市电到稳定直流电的转换与调节。高频开关整流技术具备显著优势。高频化使得电源设备的体积大幅缩小，重量减轻，便于安装和运输。高功率密度意味着在相同体积下，能够提供更大的功率输出，满足通信设备日益增长的功率需求。低噪声特性让电源在运行过程中不会产生过多噪声干扰，为通信环境营造安静氛围。易扩容特性则方便根据通信业务的发展，灵活增加电源容量，无需对整体系统进行大规模改造。

### 2.2 免维护蓄电池技术

免维护蓄电池技术在电力通信电源中发挥着重要作用。密封结构与气体抑制技术是关键所在。内部氧复合循环机制有效减少水分蒸发，使得蓄电池在长时间使用过程中无需频繁添加蒸馏水，降低了维护成本和工作量。多元合金极板栅架的应用提升了蓄电池性能。这种特殊合金材料具有低自放电率的特性，能够减少蓄电池在闲置过程中的电量损耗，延长蓄电池的储存时间。其长寿命特性使得蓄电池在正常使用条件下能够持续工作较长时间，减少更换频率，保障通信电源的稳定供应。隔板设计也经过精心考量。合理的隔板结构能够有效防止活性物质脱落，避免活性物质在蓄电池内部堆积导致短路风险，提高蓄电池的安全性和可靠性，确保电力通信电源系统稳定运行。

### 2.3 防雷与电磁防护技术

防雷与电磁防护技术是保障电力通信电源安全的重要防线。多级防雷体系构建起严密的防护网络，对直击雷和感应雷进行分层防护。通过不同级别的防雷装置，将雷电能量逐步释放和衰减，避免雷电对通信电源设备造成直接冲击，保护设备免受损坏。在某通信基站中，安装多级防雷体系后，因雷击导致的设备损坏率从原来的每年3-5次降低至每年不到1次。电磁屏蔽与接地优化措施降低电磁干扰对信号传输的影响。电磁屏蔽能够有效阻挡外界电磁场的侵入，减少电磁干扰对通信信号的干扰和破坏<sup>[1]</sup>。合理的接地设计则能够将设备产生的静电和

电磁干扰引入大地，确保信号传输的稳定性和准确性，保障通信质量。

### 2.4 功率因数校正技术

功率因数校正技术对提升电力通信电源的电能质量意义重大。有源滤波与无功补偿功能能够抑制谐波污染，减少谐波对电网和其他设备的损害，提升电网质量。通过补偿无功功率，提高功率因数，使电源设备能够更高效地利用电能，降低能源损耗。动态功率调节功能适应负载突变情况。当通信设备负载突然增加或减少时，功率因数校正技术能够迅速调整输出电压，保持电压稳定，确保通信设备在各种负载条件下都能正常工作，为电力通信提供可靠的电力支持。

### 2.5 智能电源管理技术

智能电源管理技术为电力通信电源带来智能化变革。远程监控与故障诊断功能借助物联网技术实现实时数据采集。通过在电源设备上安装传感器，能够实时获取设备的运行状态、电压电流等参数，并将数据传输至监控中心。一旦设备出现故障，能够及时发出警报，方便维修人员快速定位故障点，进行维修处理。某通信企业采用智能电源管理系统后，故障响应时间从原来的平均2小时缩短至30分钟以内，故障修复时间也大幅缩短。预测性维护功能基于人工智能算法对电源设备的寿命进行预测和风险预警。通过对设备运行数据的分析和学习，能够提前发现设备潜在的故障隐患，在故障发生前采取相应的维护措施，避免设备突发故障对通信造成影响，提高电力通信电源系统的可靠性和稳定性。

## 3 电力通信电源新技术的应用场景

### 3.1 核心通信网络

在核心通信网络中，电力通信电源新技术发挥着不可替代的作用。骨干网作为通信网络的主动脉，承载着海量数据的传输任务。光纤传输设备是骨干网的关键组成部分，对电源的稳定性要求极高。电力通信电源新技术为光纤传输设备提供稳定电源支持，确保数据在传输过程中不受电源波动影响。无论是日常的数据传输，还是高峰时段的大量数据涌动，稳定可靠的电源都能保障光纤传输设备持续高效运行，避免因电源问题导致的数据丢失或传输中断，维护核心通信网络的畅通无阻<sup>[4]</sup>。接入网是连接用户与核心网络的桥梁，其供电保障同样重要。应急通信系统在应对突发事件时，需要快速部署并投入使用。便携式电源的模块化设计成为应急通信系统的得力助手。模块化设计使得便携式电源便于携带和组装，在灾害现场或其他紧急情况下，能够迅速搭建起通信电源系统。不同模块可以根据实际需求灵活组合，满

足不同规模应急通信设备的供电要求,为应急通信提供及时、可靠的电力支持,助力救援工作的顺利开展。在某次地震救援中,采用模块化便携式电源的应急通信系统,在震后2小时内就搭建完成并投入使用,为救援指挥和现场通信提供了有力保障。

### 3.2 数据中心与超算中心

数据中心与超算中心汇聚了大量高密度服务器群,对电源的可靠性和冗余性要求近乎苛刻。电力通信电源新技术采用双路电源自动切换机制,为高密度服务器群提供供电冗余。当一路电源出现故障时,系统能够自动、迅速地切换至另一路电源,确保服务器群持续运行,避免因电源中断导致的数据丢失和服务中断。这种冗余设计大大提高了数据中心与超算中心的可靠性和可用性,保障业务的连续性。精密空调与冷却系统是维持数据中心与超算中心正常运行的关键设备,对电源适配性有较高要求。电力通信电源新技术具备宽电压输入范围支持能力,能够适应不同电网环境下的电压波动。无论电网电压是偏高还是偏低,电源都能稳定输出适合精密空调与冷却系统工作的电压,确保这些设备正常运行,有效调节数据中心与超算中心的温度和湿度,为服务器群创造良好的运行环境。

### 3.3 5G基站与边缘计算节点

5G基站分布广泛,部分基站位于偏远地区,这些地区的电网稳定性较差,电压波动频繁。电力通信电源新技术具备抗电压骤降与浪涌能力,能够在电网电压出现骤降或浪涌时,迅速调整输出电压,为5G基站提供稳定电力。在某偏远山区5G基站中,电网电压波动范围可达 $\pm 30\%$ ,采用新技术电源后,基站设备在电压波动情况下仍能稳定运行,信号覆盖范围和信号强度未受到明显影响。即使在恶劣的电网环境下,也能保障5G基站正常运行,确保5G信号的稳定覆盖,为用户提供高速、稳定的通信服务。边缘计算节点根据业务量的变化需要动态调整功耗。电力通信电源新技术的动态功率调节功能能够根据业务量实时调整射频单元功耗<sup>[5]</sup>。当业务量较小时,降低射频单元功耗,减少能源消耗;当业务量增大时,迅速提升射频单元功耗,满足通信需求。这种动态调节方式提高了能源利用效率,降低了运营成本。

### 3.4 通信设备测试与研发

在通信设备测试与研发过程中,需要对设备在不同电网环境下进行全面测试。电力通信电源新技术支持50Hz和60Hz双频输出,能够模拟多标准电网环境。通过切换不同频率输出,可以测试通信设备在不同电网频率下的工作性能,确保设备在全球不同地区都能正常使用。某通信设备研发企业在测试一款新型通信设备时,采用双频输出电源进行测试,发现设备在50Hz和60Hz电网环境下均能稳定工作,性能指标符合设计要求,为产品的全球推广提供了有力保障。极端条件测试是通信设备研发的重要环节。电力通信电源新技术能够为通信设备提供高温、高湿、高海拔等极端环境适应性验证。在高温环境下,测试设备的散热性能和稳定性;在高湿环境下,检验设备的防潮和绝缘性能;在高海拔环境下,评估设备在低气压条件下的工作情况。通过这些极端条件测试,不断提升通信设备的质量和可靠性,推动通信技术的持续发展。

### 结束语

电力通信电源新技术凭借自身优势,在众多通信场景中发挥着不可替代的作用。从核心通信网络到数据中心,从5G基站到通信设备测试研发,都离不开这些新技术的支持。它们不仅保障了通信的稳定运行,还提升了能源利用效率,降低了运营成本。随着通信技术的不断演进,电力通信电源新技术将持续创新,为通信行业的高质量发展提供坚实支撑。

### 参考文献

- [1]徐武华.电力通信电源新技术的应用探究[J].通信电源技术,2023,40(3):124-126.
- [2]侯丽芳.电力通信电源新技术的运用分析[J].电气技术与经济,2023(8):75-77.
- [3]王思玮.电力通信电源新技术及其应用分析[J].通信电源技术,2022,39(23):167-169.
- [4]白雪.电力通信电源新技术及其应用分析[J].光源与照明,2022(6):142-144.
- [5]曹荣祥.电力通信设备电源新技术的要求及应用分析[J].通信电源技术,2024,41(4):110-112.