

# 48V 直流生态系统在缺电地区的应用

严龙

浙江爱贝能科技有限公司 浙江杭州 310000

DOI: 10.12238/ems.v7i3.12276

**[摘要]** 48V 直流生态系统通过直流电传输和分配电力, 作为一种低电压、高效率的电力解决方案, 在发展中国家, 尤其是无法接入传统电网的偏远区域、自然灾害频发地区的推广和应用具有显著潜力, 该系统具有高效、可靠、低成本的特点, 能够满足基本电力需求。

**[关键词]** 48V; 直流生态; 安全电压; 高效; 可靠; 低成本

## 引言

本文研究了 48V 直流生态系统在缺电地区的应用, 从系统的核心优势、应用场景、实施步骤等方面阐述了系统的特点, 结合中国西藏、印度、非洲等典型地区的案例, 得出 48V 直流生态系统在缺电和偏远地区具有广泛应用前景, 能够显著提升当地生活质量, 推动经济发展。

### 1. 48V直流系统的核心优势

#### 1.1 安全性高

根据国际电工委员会标准 (IEC 61140: 2016), 直流电压  $\leq 60V$  属于\*\*安全特低电压 (SELV), 人体直接接触时不会引发致命电击风险。48V 直流系统 (通常工作电压范围在 36-60V) 严格符合这一标准。传统高压直流系统 (如 110V 或 220V) 需复杂绝缘保护与漏电检测, 而 48V 系统因电压低, 触电风险极小, 无需复杂防护措施, 适合非专业人员操作。

直流电弧的维持电压和能量与系统电压正相关。48V 系统的电弧能量显著低于高压系统 (如 220V 直流), 降低了火灾风险。在相同功率下, 48V 系统的电流较 12V 系统更低, 短路电流更易通过熔断器或断路器快速切断, 避免设备损坏。

48V 直流系统的安全性源于其低电压特性、可控的故障能量以及简化的保护机制, 尤其适用于对人身安全和设备可靠性要求高的场景。随着智能化与新材料技术的应用, 其安全性能将进一步提升, 推动更广泛的商业化落地。

#### 1.2 兼容可再生能源

随着全球能源转型加速, 可再生能源占比逐年提升, 传统交流系统在可再生能源集成中存在效率低、成本高、复杂度大等问题, 48V 直流系统因其高效、安全、兼容性强, 成为可再生能源集成的理想选择。

48V 直流系统搭配储能电池 (如磷酸铁锂电池) 形成微电网, 支持模块化扩展, 便于新增光伏板或储能单元。

#### 1.3 能效高、成本低

传统交流系统需逆变器、变压器等多级设备, 48V 直流系统仅需 DC/DC 转换器, 降低系统复杂度。光伏发电、小型风力发电等输出的直流电可直接接入系统, 减少交直流转换损耗 (传统 AC 系统转换损失可达 10%-20%)。

48V 直流系统设备简单, 初始投资和维护成本低, 适合预算有限的地区。

#### 1.4 适配性强

48V 直流系统支持即插即用, 可直接驱动 LED 照明、手机充电、风扇、小型家电等低压设备, 也可作为通信、医疗等设备电源使用, 既可满足家庭生活又可满足工商业生产的需求。

## 2. 典型应用场景

### 2.1 家庭供电系统

单个家庭安装 200-500W 光伏板+48V 电池组 (2-5kWh), 可以灵活扩展, 安装简便, 无需复杂布线, 便于推广。根据需求逐步增加光伏板或储能电池容量, 支持夜间或阴天供电, 支持离网运行, 实现 24 小时不间断电力供应, 满足照明、手机充电、电视、厨房烹饪等基本生活需求。

案例: 在撒哈拉以南非洲地区, 许多村庄采用 48V 直流光储系统, 为家庭、学校和诊所提供基本用电。例如, 坦桑尼亚某村庄通过 48V 直流系统实现照明、手机充电和电视供电, 显著改善了居民生活质量。

印度某偏远村庄采用 48V 直流光伏系统, 解决了长期缺电问题, 支持小型商业活动 (如缝纫机、磨坊) 和社区照明。

### 2.2 通信基站供电系统

通信基站通常位于偏远地区, 48V 直流系统可与光伏、储能电池直接兼容, 支持离网供电, 减少柴油发电机使用。系统稳定性高, 适合为 5G 基站等高可靠性设备供电。

案例: 中国移动在西藏、青海等偏远地区部署 48V 直流光储系统, 年节省燃料成本 30%, 同时减少碳排放。

印度某通信运营商采用 48V 直流系统为基站供电, 减少对电网的依赖, 提升网络覆盖率。

### 2.3 学校与社区中心供电系统

48V 直流系统为学校、社区中心提供照明、电脑、投影仪等设备供电, 支持教育与社区活动, 与光伏发电结合, 实现绿色供电, 降低运营成本, 支持夜间文化活动。

案例: 非洲某学校采用 48V 直流系统, 为学生提供照明与电脑用电, 提升教育质量。

印度某社区中心采用 48V 直流光储系统, 支持夜间活动,

如成人教育课程和社区会议。

#### 2.4 医疗设施供电系统

48V 直流系统为诊所、医院提供稳定电源，支持医疗设备（如冰箱、监护仪）运行，与储能系统结合，确保停电时关键设备正常运行，支持疫苗存储、手术照明和医疗设备运行，提升医疗服务可靠性。

案例：非洲某诊所采用 48V 直流系统，为疫苗冰箱供电，保障疫苗存储安全。

印度某乡村医院采用 48V 直流光储系统，支持照明、医疗设备和通信设备运行，提升医疗服务质量。

#### 2.5 农业与灌溉供电系统

48V 直流系统为农业设备（如水泵、无人机）供电，支持离网运行，与光伏发电结合，降低灌溉成本，提升农业产量，支持无人机、传感器等设备运行，实现精准农业管理。

案例：印度某农场采用 48V 直流系统为水泵供电，解决缺水问题，提升农作物产量。

非洲某农业项目采用 48V 直流系统为无人机供电，支持农田监测与喷洒作业。

#### 2.6 应急与灾害救援供电系统

48V 直流系统便携式设计，便于快速部署，支持灾害救援，为照明、通信、医疗设备提供应急电源，保障救援行动，与光伏发电结合，实现可持续供电，减少对燃料的依赖。

案例：菲律宾某灾区采用 48V 直流应急电源，为救援行动提供电力支持，保障临时医疗点运行。

印度某洪灾地区采用 48V 直流系统，为临时医疗点和通信设备供电，支持灾后恢复。

#### 2.7 公共照明与安全供电系统

48V 直流系统为村庄道路、公共区域提供照明，提升夜间安全，与光伏发电结合，实现绿色照明，降低运营成本，支持夜间社区活动，如集市、文化表演。

案例：非洲某村庄采用 48V 直流系统为道路照明供电，减少犯罪率，提升居民安全感。

印度某社区采用 48V 直流光储系统，提升公共区域照明质量，支持夜间活动。

### 3. 推广策略与模式

#### 3.1 经济模型创新

租赁模式 (Pay-as-you-go)：用户分期支付设备费用，降低初始投入压力（如肯尼亚 M-KOPA 模式）。

社区共建：集体筹资建设微电网，共享资源。

#### 3.2 政策与资金支持

政府补贴光伏组件、电池进口税减免。

与国际组织（如世界银行、UNEP）合作获取资金和技术援助。

#### 3.3 本地化技术培训

培训村民维护系统，建立本地化服务团队，降低运维成本。

#### 3.4 标准化与模块化设计

制定 48V 设备接口标准（如照明、充电口），推动设备兼容性。

模块化扩容设计，允许用户随需求逐步增加发电/储能容量。

### 4. 挑战与解决方案

#### 4.1 初始投资门槛

通过政府补贴、碳交易融资或小额贷款降低用户负担。

#### 4.2 用户认知不足

示范项目+社区教育，展示直流系统的可靠性和经济性。

#### 4.3 技术适配性

开发耐高温、防尘的 48V 设备（如印度针对农村的直流冰箱）。

优化电池管理系统（BMS），延长铅酸/锂电池寿命。

#### 4.4 电力需求增长

设计可升级系统，未来可并联多个 48V 单元或局部升至 220V AC。

4.5 维护与管理：定期维护，确保系统长期稳定。

### 5. 挑战与解决方案

5.1 初始投资：通过政府补贴和国际援助解决资金问题。

5.2 技术培训：提供培训，确保当地居民能够操作和维护系统。

5.3 设备维护：建立维护网络，定期检查设备。

5.4 政策推动：将 48V 标准纳入全球离网能源倡议（如 UN 的 SEforALL）。

### 6. 结束语

48V 直流生态系统在缺电地区具有部署灵活、安全经济的特点，是缩小能源鸿沟的有效工具。成功推广需整合技术、金融、教育等多维度资源，同时注重本地化适配和长期可持续性。未来随着技术进步和成本下降，其应用场景将进一步扩展至智慧农业、数字化教育等领域，成为乡村振兴和能源转型的重要抓手。

#### [参考文献]

[1] 基于磷酸铁锂电池的便携式 48V 通信直流应急电源研究 [J]. 郭苏, 陈为召, 龙登明. 电力信息化. 2021, 第 001 期。

[2] 双碳目标下储能系统关键技术及应用 [J]. 李建林. 江苏电机工程. 2021, 第 003 期。

[3] 西藏偏远地区太阳能光伏项目能效测评分析——西藏日喀则地区“村村通”太阳能光伏系统 [J]. 乔振勇, 高波, 倪吉. 科技传播. 2016, 第 001 期。

[4] 可再生能源发电与微电网技术在海岛供电中的应用 [J]. 邓乔, 成航. 科技与生活. 2012, 第 018 期。

[5] Upton: No easy fixes to power markets, little money for infrastructure [J]. Molly Christian SNL Energy Coal Report. 2017, 第 49 期。