

电力通信电源系统故障隐患分析及维保优化措施

杨明飞 金鑫 方超 葛文洁 陈琳 李万隆

甘肃同兴智能科技发展有限公司 甘肃 兰州 730050

摘要：电力通信电源系统是保障电网通信业务稳定运行的核心配套设施，长期不间断运行的工况使其极易滋生各类隐蔽故障隐患。本文系统梳理设备老化、环境失配、运维滞后三类核心隐患的形成机理，结合系统运行特性，从设备运维、环境管控、制度优化、智能升级及隐患闭环管理多维度制定针对性改良策略，旨在提升电源系统运行可靠性，夯实电力通信网络的安全运行基础。

关键词：电力通信；电源系统；故障隐患；运维保养；系统优化

引言：电力通信电源系统承担着全站设备供配电与应急续航的关键职能，运行状态直接决定电力通信业务的连续性与稳定性。该系统具备全天候运行、全域联动影响的特点，各类隐性隐患长期累积易引发系统性故障，对电网通信安全构成潜在威胁。为有效防控设备运行风险、弥补传统运维短板，有必要深入剖析电源系统各类故障隐患成因，探索科学完善的维保优化方案，为系统安全稳定运行提供保障。

1 电力通信电源系统整体架构与运行特性

电力通信电源系统为一体化集成供配电体系，核心由交流配电单元、高频开关整流模块、蓄电池组、直流配电单元及监控模块构成，整体承担着电力通信全站设备的交直流电能转换、稳压供电、断电备用续航等核心功能。系统常态运行过程中，可依托整流模块将市电转换为通信设备适配的直流电能，同时完成蓄电池组的浮充维护，市电异常中断时，可自动切换蓄电池放电供电，实现通信设备无间断运行。该系统具备全天候不间断运行、负载适配性强、切换响应速度快的运行特征，且与所有通信业务设备深度绑定，呈现出“单点故障、全域影响”的运行特点。相较于普通供电系统，电力通信电源系统对运行稳定性、容错性、可靠性的要求更高，设备长期连续运行的工况也使其故障隐患具备隐蔽性、累积性和突发性的特征，日常运行中隐患不易被及时察觉，一旦爆发极易造成大范围通信运行异常，这也对系统常态化维保工作提出了更高的标准与要求^[1]。

2 电力通信电源系统主要故障隐患及成因分析

2.1 核心设备本体老化与性能衰减隐患

电力通信电源系统的隐性故障，大多来源于设备本体的性能退化，设备组件的老化速度，往往会跟随运

行时长和负载大小产生变化。高频开关整流模块长期处于高频工作状态，设备内部的电容与功率器件会逐步老化，模块电能转换效率会小幅降低，输出电压会出现波动，纹波数值也会有所上升，这类隐蔽的性能缺陷，会持续拉低整体供电质量，老化程度加深后，模块会出现断续停机、带载能力弱化的问题，多模块协同运行失衡，整套系统的供电稳定性便会受到破坏。蓄电池组为系统关键备用设备，长期浮充运行的工况，容易引发单体电池容量降低、内阻上升、极板硫化等问题，电池单体性能存在差异，会直接削弱整组电池的续航能力，市电故障断电时，通信设备会因供电中断出现运行停运。交直流配电设备的各类接线配件，长期在电流热效应的作用下，会出现氧化、松动等问题，设备运行期间会产生发热、打火隐患，严重时触发配电回路故障，造成局部或整体供电中断。

2.2 运行环境适配性不足引发的隐患

机房、户外机柜等部署场景的环境条件，会持续影响电源设备运行状态，进而催生各类隐性故障。环境温度偏高，会加速元器件老化速度，损耗蓄电池有效容量，提升整流模块的运行损耗；环境温度偏低，会抑制蓄电池电解液的活性，设备放电性能与备用续航能力都会明显下降。空气湿度过高，会让设备内部形成凝露，锈蚀接线端子，降低线路绝缘性能，诱发漏电、短路等故障；空气湿度过低，会造成静电堆积，干扰监控器件与精密组件运行，造成数据采集失真、控制指令偏移。机房堆积的粉尘，会遮挡设备散热通道，引发局部过热问题，粉尘的导电属性，会增加线路短路的故障概率，电力场景复杂的电磁干扰，会影响系统参数监测精度与电源自动切换功能，形成长期存在的隐蔽运行隐患^[2]。

2.3 运维管理模式滞后产生的隐性隐患

传统运维模式的固有缺陷,是系统隐患不断累积、无法彻底清除的主要人为原因。现阶段多数运维工作依旧采用固定周期的被动检修模式,常态化的精细化动态监测机制较为缺失,常规巡检工作仅能排查处理外观破损、设备停机等显性故障,很难识别设备性能衰退、运行参数小幅偏移等隐性隐患。巡检工作内容相对片面,仅侧重设备外观、指示灯状态等直观检查,忽视蓄电池内阻、回路接触电阻等核心参数检测,大量隐患会长期留存于设备内部。运维岗位职责划分较为模糊,各作业环节衔接不够紧密,容易出现隐患漏查、整改不彻底的问题。同时,运维人员专业水平参差不齐,部分人员对新型电源设备的运行规律、隐患特点掌握不足,无法及时识别早期设备缺陷,对异常参数的研判和处置能力偏弱,细小隐患会逐步演化成系统性运行故障。

3 电力通信电源系统维保优化措施

3.1 落实核心设备精细化分级运维

(1) 针对高频开关整流模块,建立常态化参数监测机制,定期检测模块输出电压、电流、纹波系数及负载分配状态,对参数偏移的模块及时开展校准调试,对性能衰减严重、转换效率不达标模块及时更换,保障多模块协同运行的均衡性与稳定性。同时,定期清理模块散热风道,去除内部粉尘堆积,规避散热不良引发的器件老化问题。(2) 针对蓄电池组这一故障高发核心设备,构建全生命周期运维体系,摒弃传统单一电压检测模式,定期检测单体电池电压、内阻、容量及温度参数,精准甄别性能衰减、极板硫化、容量不足的单体电池,及时开展单体更换与整组均衡维护,避免单体故障影响整组备用供电能力。严格规范电池充放电管控,根据环境温度动态调整浮充、均充参数,杜绝过充、欠充问题,延缓电池老化速率。(3) 针对交直流配电单元,定期开展端子紧固、线路检测、绝缘性能测试,重点排查断路器、熔断器的工作状态,及时更换氧化、老化、接触不良的配件,清理配电回路积尘与锈蚀,杜绝线路发热、短路、接触不良等隐患,保障配电回路运行安全稳定。同时,根据设备投运年限、运行负载,对所有核心设备划分维保等级,老旧高负载设备缩短维保周期、增加检测频次,新型设备实行常规常态化维保,实现运维资源精准配置、隐患精准防控^[3]。

3.2 构建运行环境标准化管控体系

(1) 严格落实机房与机柜温湿度管控,部署高精度温湿度监测设备,实现环境参数实时监测与自动调控,

将运行环境温度稳定在设备适配区间,规避高温老化、低温降容问题,将环境湿度控制在合理范围,杜绝凝露锈蚀、静电积累等隐患。(2) 强化环境洁净度管控,制定定期除尘清洁制度,对机房、设备机柜内部开展周期性清扫,彻底清除设备散热通道、精密器件表面的粉尘堆积,保障设备散热性能,降低粉尘引发的短路、绝缘下降等故障概率。(3) 优化设备部署布局,做好电源设备与高压设备、信号干扰设备的物理隔离,增设电磁屏蔽防护装置,弱化外部电磁干扰对电源监控系统、精密器件的影响,保障系统参数监测精准度与控制功能稳定性。(4) 完善机房防水、防潮、防尘、防鼠防护措施,封堵机房管线孔洞,定期检查防护设施完好性,杜绝外物侵入引发的设备损坏与线路故障,为电源系统运行提供稳定、安全、合规的外部环境。

3.3 优化维保管理制度与运维工作模式

(1) 重构维保工作流程,将传统周期性被动检修模式,优化为“日常巡检+定期精检+专项排查+状态预判”的多维运维模式。日常巡检聚焦设备实时运行状态、基础参数与外在工况,实现显性问题即时处置;定期精检侧重核心性能参数深度检测,挖掘隐性性能衰减隐患;结合季节工况、负载变化开展专项隐患排查,针对性解决高温、低温、高负载等特殊工况下的潜在故障;依托运行数据实现设备状态预判,提前甄别老化趋势与故障风险。(2) 细化维保岗位职责,明确巡检、检测、整改、复核各岗位工作内容与责任边界,杜绝工作推诿、漏检漏改问题,实现每项维保工作、每个隐患点位都有专人负责。建立维保工作台账,完整记录设备运行参数、维保内容、隐患问题、整改结果,实现设备全生命周期运维数据可追溯,为后续维保方案优化、设备更换研判提供数据支撑。(3) 完善运维人员能力培养体系,开展常态化专业技能培训,聚焦电源系统运行机理、隐性隐患识别、参数调试、故障预判等核心内容,提升运维人员精细化作业与隐患精准处置能力,解决人为运维疏漏引发的设备隐患问题,全面提升维保工作专业性与规范性^[4]。

3.4 推进运维智能化与系统适配优化

(1) 升级电源系统智能监控模块,搭建全域实时监测体系,实现对整流模块、蓄电池组、配电单元的电压、电流、温度、内阻、负载率等核心参数的24小时不间断采集与分析。优化监控系统告警阈值,细化异常分级告警机制,对参数微小偏移、性能缓慢衰减等隐性隐患实现提前预警,改变传统故障后处置的被动模式,实现隐患早发现、早干预、早处置。(2) 结合电网通

信业务扩容与负载升级需求,定期开展电源系统容量与负载适配性评估,对设计容量不足、无法适配现有负载的老旧系统,针对性开展扩容改造与设备升级,杜绝设备长期超负荷运行引发的快速老化与故障问题。同步优化系统运行参数配置,根据设备型号、运行年限、环境工况、负载状态,动态校准浮充电压、均充时长、负载分配等核心参数,保障各设备、各模块运行状态均衡稳定,杜绝参数配置不合理引发的设备损耗与运行隐患。(3)搭建运维数据分析平台,长期积累设备运行数据、故障数据、维保数据,通过数据统计分析挖掘设备老化规律、隐患诱发规律,持续优化维保周期、检测重点与运维方案,实现维保工作由经验驱动向数据驱动转变,大幅提升维保工作的精准性与有效性。

3.5 建立隐患闭环管控与长效运维机制

为有效改善隐患反复出现、整改落实不到位的运维难题,电力通信电源系统可搭建排查、登记、研判、整改、复核、复盘的全流程闭环管理模式,以此稳固设备安全运行的基础。系统运维过程中,工作人员可对排查出的各类故障隐患做分级、分类登记,结合隐患危害大小、发展态势,将其划分为一般、重点、重大三个等级,同时匹配差异化整改方案与处置期限。普通隐性隐患可通过参数调校、设备清洁、部件紧固、性能校准等方式即时处理;重点隐患需要制定专项处置方案,落实临时管控手段,在规定周期内完成设备维修与部件更换;重大安全隐患则需强化实时监测力度,同步推进系统改造升级,彻底根除运行风险。所有隐患整改工作结束后,专职人员需要逐项复核核验,杜绝表面整改、虚

假整改的情况。运维工作中还需定期开展隐患复盘工作,归纳阶段性故障与隐患问题,深挖问题根源,补齐运维工作短板,优化现有维保流程与检测标准。同时,建立设备全周期管理台账,详细记录设备投运、维保、故障及更换信息,精准预判设备老化和故障高发时段,提前规划设备更新方案,从源头规避老旧带病设备运行问题,搭建长效稳定的运维保障体系^[5]。

结束语: 综上,电力通信电源系统故障隐患源于设备、环境、运维多重因素的叠加影响,传统运维模式已难以适配现阶段电网通信的安全运行需求。通过推行精细化设备维保、标准化环境管控、智能化运维升级及闭环化隐患管理,可系统性化解各类运行隐患,有效提升电源系统的稳定性与容错性,为电力通信体系长效安全、可靠高效运行筑牢运维保障根基。

参考文献

- [1] 李旭,罗云龙,程涛.基于多维度关联分析的电力通信业务隐患故障诊断研究[J].电子设计工程,2026,34(4):58-62+67.
- [2] 李亮.电力通信网中通信电源的故障分析与维护[J].微型计算机,2026(10):246-248.
- [3] 雷一夫,吴炎佳,付菱.电力通信电源设备的故障树构建与快速定位方法[J].信息记录材料,2026,27(13):158-160.
- [4] 姜晓寅.电力工程通信电源系统可靠性分析与优化设计研究[J].通信电源技术,2026,43(11):106-108+130.
- [5] 杜熙平.人工智能技术在电力通信系统故障诊断中的应用[J].通信电源技术,2026,43(10):227-229.