

# 铁路电力变配电所综合自动化系统应用与优化

周俊杰

通号（郑州）电气化局集团有限公司第一分公司 河南 郑州 450000

**【摘要】**：铁路电力变配电所是铁路供电系统的核心枢纽，其运行稳定性直接决定铁路运输的安全与高效，综合自动化系统的合理应用的优化是提升变配电所运行效能的关键路径。阐述综合自动化系统在铁路变配电所中的应用现状，剖析应用过程中存在的不足，提出针对性的优化策略，实现系统运行可靠性、经济性与智能化水平的提升，为铁路供电系统的安全稳定运行提供支撑。

**【关键词】**：铁路变配电所；综合自动化系统；系统应用；系统优化

DOI:10.12417/2705-0998.26.07.068

## 引言

铁路电力变配电所承担着铁路沿线信号、通信、照明及牵引供电等关键设备的电力输送与分配任务，其运行状态直接关联铁路运输的连续性与安全性。综合自动化系统凭借集成化、智能化的优势，逐步替代传统人工操作模式，成为提升变配电所运行效率、降低运维成本的重要支撑。当前，系统应用过程中仍存在功能适配不足、运维体系不完善等问题，影响其效能的充分发挥。深入探索系统的合理应用方式，优化现有运行模式，破解应用瓶颈，能够进一步强化铁路供电系统的稳定性，为铁路运输事业高质量发展筑牢供电保障，实现变配电所运行的智能化、精细化升级。

## 1 铁路电力变配电所综合自动化系统应用现状

### 1.1 系统硬件配置与安装应用情况

铁路电力变配电所综合自动化系统的硬件配置涵盖测控装置、保护装置、通信装置及人机交互设备等核心组件，不同区域、不同规模的变配电所根据自身供电需求，配置的硬件规格与数量存在差异。硬件安装过程中，需严格遵循铁路供电相关规范，将各类装置合理部署于主控室、高压室等关键区域，确保装置之间的连接顺畅<sup>[1]</sup>。目前，多数铁路变配电所已完成综合自动化系统的初步安装与调试，硬件设备基本实现了对变配电设备运行参数的实时采集、故障监测等基础功能，为系统后续稳定运行奠定了硬件基础。硬件设备的选型与安装质量直接影响系统整体运行效果，部分变配电所因硬件选型与现场实际需求不匹配，导致安装后出现设备运行卡顿、信号传输不稳定等问题。

### 1.2 系统核心功能的实际应用表现

综合自动化系统的核心功能包括数据采集与处理、保护控制、通信传输及远程监控等，这些功能在铁路变配电所的日常运行中得到了广泛应用。数据采集与处理功能可实时捕捉电压、电流、功率等关键运行参数，对数据进行过滤、分析与存储，为运行人员掌握设备状态提供支撑；保护控制功能能够在设备出现过载、短路等故障时，快速发出保护指令，切断故障回路，避免故障扩大；通信传输功能实现了变配电所内部设备

之间、变配电所与上级调度中心之间的信息交互，确保运行指令的及时传达；远程监控功能允许运行人员通过终端设备，远程查看变配电所运行状态，完成简单的操作指令下发，减少现场值守压力。

### 1.3 系统应用过程中的现有基础条件

随着铁路运输事业的不断发展，铁路供电系统的智能化水平逐步提升，为综合自动化系统的应用提供了良好的基础条件。一方面，铁路部门加大了对变配电所基础设施的投入，对老旧供电设备进行升级改造，完善了供电网络布局，为综合自动化系统的稳定运行提供了可靠的硬件环境；另一方面，运维人员的专业素养不断提升，通过系统的培训与实践，逐步掌握了综合自动化系统的操作方法与基础维护技能，能够应对系统运行中的简单故障，保障系统的正常运转。同时，相关行业规范的不完善，为系统的应用与管理提供了明确的标准，引导综合自动化系统在铁路变配电所中规范应用。

## 2 铁路电力变配电所综合自动化系统应用中的突出问题

### 2.1 系统硬件适配性与运行稳定性不足

部分铁路变配电所的综合自动化系统硬件设备存在选型不合理的问题，部分硬件装置与现场供电设备、运行环境适配度不高，导致系统运行过程中频繁出现设备故障。部分老旧变配电所在升级改造时，未对原有硬件设备进行全面排查与替换，新安装的自动化设备与原有老旧设备兼容性较差，出现信号干扰、数据传输中断等现象，影响系统整体运行稳定性。部分硬件设备的质量参差不齐，部分组件在长期高负荷运行下，易出现磨损、老化等问题，且缺乏有效的实时监测与预警机制，导致故障发生后无法及时发现与处理，进一步影响变配电所的正常供电。

### 2.2 系统软件功能与实际运维需求脱节

综合自动化系统的软件功能设计未能充分结合铁路变配电所的实际运维需求，部分软件功能过于繁琐，操作流程复杂，增加了运维人员的操作难度，降低了运维效率。部分软件的数据分析功能不完善，无法对采集到的运行数据进行深度挖掘与

精准分析，难以快速识别设备运行中的潜在隐患，无法为运维决策提供有效的数据支撑<sup>[2]</sup>。同时，软件系统的升级更新不及时，无法适应铁路供电系统的发展需求，部分新的运维功能无法实现，且存在软件漏洞等问题，影响系统的安全性与实用性，无法充分发挥系统的智能化优势。

### 2.3 系统运维管理体系不完善且水平偏低

铁路电力变配电所综合自动化系统的运维管理缺乏完善的管理制度与流程，对系统的日常巡检、故障处理、设备维护等工作缺乏明确的规范与要求，导致运维工作存在随意性。部分变配电所未建立专门的运维团队，运维人员身兼数职，精力有限，无法对系统进行全面、细致的维护与管理，导致系统运行中的小问题逐渐积累，最终引发严重故障。运维人员的专业技能与系统发展需求不匹配，缺乏对自动化系统、通信技术等相关专业知识的深入掌握，无法应对复杂的系统故障，且缺乏有效的培训机制，运维人员的专业能力难以得到提升，制约了系统运维水平的提高。

## 3 铁路电力变配电所综合自动化系统优化的核心原则与方向

### 3.1 坚持安全可靠优先的优化核心原则

铁路电力变配电所的安全稳定运行直接关系铁路运输的安全，因此综合自动化系统的优化必须坚持安全可靠优先的原则。优化过程中，需优先保障系统的供电可靠性，避免因优化操作导致系统故障，影响变配电所正常运行。在硬件选型与优化时，优先选择质量可靠、性能稳定、符合铁路供电规范的设备，确保硬件设备能够长期稳定运行；在软件优化时，重点完善系统的安全防护功能，修补软件漏洞，强化数据加密与访问控制，防止系统被入侵，保障系统数据的安全性与完整性，确保系统能够有效应对各类运行风险。

### 3.2 立足实际运维需求明确优化方向

综合自动化系统的优化需紧密结合铁路变配电所的实际运维需求，避免盲目优化，确保优化后的系统能够切实解决实际应用中的问题，提升运维效率。优化方向应围绕运维工作中的痛点、难点展开，针对硬件适配性不足、软件功能脱节等问题，明确优化重点，确保优化措施具有针对性与实用性<sup>[3]</sup>。同时，需结合不同变配电所的规模、供电需求等实际情况，制定差异化的优化方案，避免一刀切的优化模式，确保优化后的系统能够与现场实际需求高度适配，充分发挥系统的应用价值。

### 3.3 兼顾智能化升级与经济性提升

综合自动化系统的优化既要推动系统的智能化升级，提升系统的自动化、智能化水平，减少人工操作，降低运维压力，也要兼顾经济性，合理控制优化成本，避免过度投入。在优化过程中，充分利用现有硬件设备与基础设施，对可改造的设备进行升级优化，减少不必要的设备更换，降低优化成本；同时，

引入先进的智能化技术，完善系统的数据分析、智能预警等功能，提升系统的智能化水平，实现系统运行的精细化管理，在提升运行效能的同时，降低运维成本，实现智能化与经济性的有机统一。

## 4 铁路电力变配电所综合自动化系统具体优化策略

### 4.1 优化系统硬件配置与运行兼容性

针对硬件适配性与稳定性不足的问题，对现有硬件设备进行全面排查，淘汰老化、性能落后、与现场需求不匹配的设备，结合变配电所的实际供电需求，合理选型硬件设备，确保硬件设备的规格、性能与现场设备、运行环境高度适配。加强新老设备的兼容性调试，对原有老旧设备进行升级改造，确保新安装的自动化设备与原有设备能够顺畅通信、协同运行，避免出现信号干扰、数据传输中断等问题。同时，在硬件安装过程中，严格遵循相关规范，优化安装布局，加强设备的防护措施，减少环境因素对设备运行的影响，提升硬件系统的运行稳定性。

### 4.2 完善系统软件功能与适配性调整

结合铁路变配电所的实际运维需求，对系统软件进行优化调整，简化繁琐的操作流程，提升软件的易用性，降低运维人员的操作难度。完善软件的数据分析功能，引入先进的数据分析技术，对采集到的运行数据进行深度挖掘与精准分析，实现对设备运行潜在隐患的精准识别与智能预警，为运维决策提供可靠的数据支撑<sup>[4]</sup>。建立软件定期升级更新机制，及时修补软件漏洞，新增符合实际需求的运维功能，确保软件系统能够适应铁路供电系统的发展需求，提升软件系统的安全性、实用性与智能化水平。

### 4.3 健全系统运维管理机制与能力建设

建立完善的综合自动化系统运维管理制度与流程，明确日常巡检、故障处理、设备维护等工作的规范与要求，细化运维责任，确保运维工作有序开展，避免运维工作的随意性。组建专门的运维团队，合理配置运维人员，明确各岗位的职责分工，确保运维人员能够专注于系统运维工作。建立常态化的培训机制，定期组织运维人员开展专业技能培训，重点提升运维人员对自动化系统、通信技术、故障处理等相关知识的掌握程度，提升运维人员的专业技能与应急处置能力，确保能够快速应对系统运行中的各类故障，提升系统运维管理水平。

## 5 铁路电力变配电所综合自动化系统优化后的应用效能

### 5.1 提升系统运行的稳定性与可靠性

通过硬件配置的优化与兼容性调整，淘汰了老化、性能落后的设备，提升了硬件系统的运行稳定性，减少了硬件故障的发生频率；软件功能的完善与优化，强化了系统的故障监测与预警能力，能够及时发现设备运行中的潜在隐患，并发出预警

信号,便于运维人员及时处理,避免故障扩大。优化后的综合自动化系统能够实现对变配电设备运行状态的实时监测与精准控制,有效降低了故障发生率,提升了系统运行的稳定性与可靠性,确保变配电所能够持续稳定地为铁路供电。

### 5.2 增强系统运维的便捷性与高效性

软件操作流程的简化与易用性提升,对运维工作形成有力支撑,通过删减冗余操作步骤、优化人机交互界面、整合分散操作模块,大幅降低了运维人员的操作难度,有效减少了因操作流程复杂、界面繁琐导致的人为失误,让运维人员能够快速上手完成各项操作,显著提升了运维工作效率<sup>[5]</sup>。系统数据分析与智能预警功能的完善,可对变配电设备运行数据进行实时梳理、精准分析,及时捕捉设备异常信号,使运维人员能够快速掌握设备运行状态,精准定位故障位置,无需进行全面排查,大幅缩短了故障排查与处理时间,切实减少了运维工作量。完善的运维管理机制明确了各岗位职责与操作规范,专业的运维团队经过系统培训,具备扎实的操作技能与应急处置能力,确保运维工作能够有序、高效开展,进一步提升了系统运维的便捷性与高效性,有效降低了运维成本,切实减轻了运维人员的工作压力。

### 5.3 强化铁路供电系统的整体保障能力

综合自动化系统优化后,运行稳定性、智能化水平与运维

效率得到显著提升,有效解决了以往运行中存在的信号干扰、故障频发等问题,能够更高效、可靠地承担铁路变配电所的电力输送与分配核心任务,为铁路沿线信号设备、通信系统、各类照明设施及牵引供电装置等关键设备,持续提供稳定、不间断的电力支撑,保障各类设备正常运转。系统的远程监控与智能控制功能得到进一步完善,可实现变配电所运行的全流程精细化管理,能够快速捕捉并响应铁路运输过程中多变的供电需求,及时精准调整运行参数,有效规避供电波动风险,确保铁路供电系统整体稳定运行,进一步强化了铁路供电系统的整体保障能力,为铁路运输事业的高质量、安全有序发展提供了坚实的供电保障。

## 6 结语

本文围绕铁路电力变配电所综合自动化系统应用与优化展开深入探讨,明确了系统应用现状与突出问题,确立了优化原则与方向,提出了针对性的优化策略,并分析了优化后的应用效能。综合自动化系统的合理应用与持续优化,是提升铁路变配电所运行效能、保障铁路供电安全的关键举措。通过硬件、软件及运维管理的全方位优化,有效破解了系统应用瓶颈,推动系统实现智能化、精细化升级。后续需结合铁路供电系统的发展需求,持续完善系统功能,优化运维模式,确保系统始终保持良好运行状态,为铁路运输事业的安全稳定发展提供持久支撑。

## 参考文献:

- [1] 伍敏,魏尚杨.铁路变配电所挂轨式机器人设计与应用[J].铁路通信信号工程技术,2025,22(06):132-138+144.
- [2] 王亚鹏,吴敏,李正辉.铁路配电所无功功率自动补偿系统设计[J].郑州铁路职业技术学院学报,2025,37(01):22-24+32.
- [3] 崔小岳.铁路无人配电所无功补偿参数变异粒子群优化[J].电子设计工程,2024,32(16):157-160+165.
- [4] 王耀午.高速铁路变配电设备运维管理系统研究[J].低碳世界,2024,14(05):151-153.
- [5] 邢挺,范增盛,马君梁,等.铁路变配电所蓄电池智能在线监护装置研究与应用[J].电气化铁道,2023,34(06):18-23.