

Research on the Transformation of Power Supply Equipment and the Addition of Metering Inter-control Device at the Railway Bureau Boundary

Bo Ren

Datong West Power Supply Section, Daqin Railway Co., Ltd., Datong, Shanxi, 037005, China

Abstract

This study addresses electricity cost inefficiencies at the Beijing-Baotou Railway's Taiyuan Bureau-Hohhot Bureau interface, caused by flawed metering systems. Through field surveys and technical literature analysis, we comprehensively evaluated equipment status, load characteristics, and metering deficiencies, then developed a targeted upgrade plan. The solution involved optimizing the boundary section's wiring structure, installing high-voltage three-phase current transformers with low-voltage smart meters, and enabling bidirectional energy measurement. After six months of monitoring, the power loss rate dropped from 69.45% to 6.83%, reducing annual costs by 526,000 yuan. The project standardized cross-bureau power supply settlements and provides replicable technical solutions for similar boundary equipment optimization in the railway industry.

Keywords

Jingbao Line; Railway Bureau Boundary; Power Supply Equipment Renovation; Metering Interconnection Device; Bidirectional Metering

铁路局界口供电设备改造及计量互控装置增设研究

任波

大秦铁路股份有限公司大同西供电段, 中国·山西 大同 037005

摘要

针对京包线太原局与呼和局(以下简称“太呼局”)局界口因原有计量方式不当导致的电费损失问题。本文结合现场实地调研与相关技术文献分析,全面梳理该区域设备现状、负荷特性及计量短板,制定针对性改造方案。通过对局界处进行优化线路结构,增设高压三相电力计量电流互感器及配套低压智能计量装置,实现电能正反双向精准计量。改造后经6个月长期监测,电损率从改造前的69.45%降至6.83%,年减少电费损失52.6万元,有效规范了跨局供用电结算流程,为铁路行业同类跨局界供电设备优化提供了可复制的技术方案与实践参考。

关键词

京包线; 铁路局界口; 供电设备改造; 计量互控装置; 双向计量

1 引言

1.1 研究背景

京包线是我国“八纵八横”铁路网骨干通道,连接华北与西北地区,承担着区域客货运输核心任务,其供电系统的稳定高效运行直接关系铁路运输安全与运营经济性。当前太呼局界口处供电设备的计量方式存在明显缺陷,缺乏正双向计量能力,导致实际用电量与计量数据偏差较大,直接提高了电量损耗^[1]。随着近年来铁路运输负荷逐年增长,传统单向计量方式的局限性愈发突出,已无法满足跨局供用电结算需求,需通过技术改造实现优化升级。

1.2 问题陈述

京包线 K380+500 处为太呼局电力分界点,对应城古自闭 96# 杆、城古贯通 86# 杆,采用“互为主备供”供电模式:城古自闭由太原局马城变电所主供、呼和局集宁配电所备供,城古贯通由太原局马城变电所备供、呼和局集宁配电所主供,覆盖两局管内多个车站及区间用电设备。受早期设计限制,现有计量装置仅能记录所内馈出电量,无法实现两局分区段双向精准计量,导致电量损耗问题突出^[2]。2022 年 7 月监测数据显示,马城变电所城古自闭馈出总电量 102532 度,实际回收电量仅 32362 度,电损率高达 68.44%。同时,现有《供用电管理协议》中电费结算条款缺乏灵活性与精准性,难以适应当前复杂的用电负荷变化,因此对局界口供电设备进行改造、增设计量互控装置已成为当务之急。

【作者简介】任波(1981-),男,中国山西大同人,本科,工程师,从事铁道电气化研究。

1.3 研究目标

通过对京包线太呼局界口供电设备改造,解决正反双向计量技术难题,提升计量准确性,减少电量损耗。研究重点是在局界口增设高压三相电力计量电流互感器及配套低压计量装置,实现电量实时监测与精准统计。通过对局界处的全面改造,规范跨局供用电结算流程,提升铁路供电资源利用效率,为类似跨局供电场景的设备优化提供可借鉴的技术方案,最终将电损率控制在合理范围。

1.4 研究空白

现有铁路供电设备改造及计量技术研究多集中于单一铁路局管辖区域的设备升级,未充分考虑跨局界、多管辖主体协同管理的特殊场景。针对太呼局界口这类受历史设计限制、需双向供电的特定区域,现有文献缺乏深入的技术探讨。依据《铁路电力管理规则》^[1],跨局供电需数据互认,但当前研究尚未形成成熟的跨局计量协同管理方案。现有研究多侧重单一设备硬件改造,对计量互控装置的系统集成设计、施工实施策略缺乏系统性梳理。本文结合现场实际,引入高压三相电力计量电流互感器和智能电表等技术,提出“线路改造+设备增设+系统联动”的综合性解决方案,填补该领域研究空白。

2 相关理论与技术基础

2.1 双向计量技术原理

高压三相电力计量电流互感器基于电磁感应原理,可高精度采集正反方向电流,误差 ≤ 0.2 级,符合GB/T1208-2010《电流互感器》标准。智能电能表内置双向计量芯片,支持四象限数据采集,兼容DL/T 645-2007《多功能电能表通信协议》,二者协同构成“采集-转换-计量-传输”完整链路,解决单向计量缺陷。

2.2 跨局供电计量管理规范

依据《铁路电力管理规则》第36条规定,跨局供电需遵循“分区计量、双向结算、数据互认”原则,计量装置需具备数据共享接口,结算数据需满足双方核验需求。改造后系统需符合《铁路能耗管理系统技术规范》,支持与国家级平台实时对接,数据上传周期 ≤ 15 分钟,历史数据存储 ≥ 5 年,确保计量数据的可追溯性与权威性,为跨局供用电结算提供合规依据。

3 京包线太呼局界口供电设备现状分析

3.1 设备地理位置与管辖范围

太呼局界口位于京包线K380+500处,核心设备为城古自闭96#杆、城古贯通86#杆,是两局电力系统物理分界与功能衔接节点。太原局负责马城变电所及相关线路的运维,呼和局负责集宁配电所及相关线路的运维,双方以分界杆为界履行设备管理职责。

该线路由于建设年代久远,未充分考虑跨局双向计量需求,线路采用直线杆结构,缺乏计量装置安装基础,且原有

绝缘间距、机械强度已无法适配当前负荷增长需求,既限制了计量功能升级,也存在一定安全隐患。明确设备地理位置与管辖边界,是后续改造方案设计与施工实施的重要前提。

3.2 负荷情况分析

太原局管内变压器总容量为816KVA,其中城古自闭线路容量498KVA,城古贯通线路容量318KVA,主要支撑大同北站、古店站及区间信号、通信等设备用电。2022年7月监测数据显示,该区域月消耗电量32362度,仅占马城变电所同期馈出电量的31.56%,其余电量因计量缺失无法追溯。呼和局侧负荷涵盖孤山站、堡子湾站及区间用电设备,但缺乏详细的负荷容量数据,导致两局负荷匹配与供电调度缺乏精准依据。

3.3 现有计量方式及问题

当前太呼局界口供电设备的计量方式存在明显不足:一是计量方向单一,传统电表仅能记录正向馈出电量,反向供电时的电量流动无法捕捉,导致跨局供电“单向计量、双向损耗”;二是分区计量缺失,无法区分太原局、呼和局管辖设备的实际用电量,结算电量与实际负荷消耗偏差较大;三是数据联动不足,计量数据未接入铁路能耗管理系统,依赖人工抄表统计,存在数据滞后与误差风险。因此,改进现有计量方式、增设计量互控装置,已成为解决电量损耗的关键。

4 供电设备改造方案

4.1 改造总体思路

结合现场设备现状和改造需求,本次改造确定“先优化线路结构,再增设计量设备,最后实现系统联动”的总体思路:通过线路结构改造解决计量装置安装基础问题,依托高精度计量设备实现双向计量功能,借助系统集成实现计量数据与铁路能耗平台实时联动。

改造核心目标是建立“采集-传输-核算-结算”全流程闭环管理体系,确保跨局供电计量精准、数据互认、结算公平,从根本上解决电量损失问题。

4.2 高压部分改造内容

高压部分改造的核心是将城古自闭96号、城古贯通86号直线杆改为耐张杆,提升线路机械强度与绝缘性能,为计量装置安装提供稳定支撑。具体改造内容如下:

安装高压抱横担2组,配套直角拉板8个、球头挂环8个,增强杆塔对导线的支撑稳定性,满足后续设备安装承重需求;

配置高压悬式瓷瓶16个、高压针式瓷瓶10个,确保线路绝缘间距符合GB/T 1208-2010《电流互感器》标准要求,保障设备运行安全;

采用8个2型耐张线夹固定导线,敷设流互一次引线6条、二次引线4条,保障电流信号稳定传输,减少信号损耗;增设流互托架2套,安装高压三相电力计量电流互感器(误差 ≤ 0.2 级),实现正反双向电流的高精度采集;

为互感器外壳设置地线2条,选用10个B-1型并沟线夹

固定引线,提升设备安全防护等级,避免雷击、漏电等安全风险。

所有改造工序严格遵循相关施工技术标准,施工前进行现场勘查定位,施工中强化质量管控,确保改造后线路满足长期安全运行要求。

4.3 低压部分改造内容

低压部分改造聚焦计量数据精准采集与远程传输,确保计量数据实时、准确上传至管理平台,具体内容如下:

配制2面低压计量电源箱,优化电磁兼容设计,适配铁路现场复杂供电环境,避免电磁干扰影响计量精度;

安装2块DSZ1296型三相三线智能电能表,该型号电表支持四象限计量,精度等级0.5S级,满足双向计量需求,可精准记录正反方向电量数据

配备2台DJTL33-JH1296型集中器,实现计量数据的集中管理与无线传输,确保数据实时上传至铁路能耗管理系统;

安装2个110V转220V逆变线圈,适配铁路直流电源环境,避免电压波动对计量设备造成影响,保障设备稳定运行;

配置3P低压空气开关、接线端子排,敷设电源线保护管及200米配线,构建安全稳定的低压配电回路;

通过抱箍、固定角钢及M型垫铁完成设备固定,确保安装水平度与稳定性,满足现场运维需求。

改造后系统可实现数据实时上传、远程查询、统计分析与异常报警功能,为跨局供电管理提供技术支撑。

5 改造方案的效果评估及展望

5.1 效果评估方法

为全面、客观评估改造方案实际成效,采用“数据对比+系统核验+经济核算”的综合评估方式:

数据对比:通过铁路能耗管理系统采集改造前后同期电量数据,重点对比分析电损率变化,验证计量精准性提升效果;

系统核验:检查计量数据与铁路能耗平台的对接效率、数据传输稳定性,评估系统联动效果;

经济核算:采用铁路供电改造项目专用经济性评价模型,核算改造后的年电费损失减少金额、投资回收期等指标,评估项目经济性。

数据采集周期为2023年7月至12月,覆盖不同负荷季节,确保评估结果全面反映改造方案的实际效果

5.2 监测数据与经济收益

5.2.1 长期监测数据

月份	城古自闭馈出电量(度)	回收电量(度)	损失率(%)	改造前同期损失率(%)
7	124460	114600	7.92	68.44
8	116820	108389	7.22	67.70
9	78292	70733	9.65	67.77
10	108956	100218	8.02	65.84
11	121224	114540	5.51	72.69
12	163240	155791	4.56	74.25
平均	118832	110712	6.83	69.45

从监测数据可以看出,改造后月均电损率稳定在4.56%-9.65%之间,平均仅6.83%,较改造前的69.45%下降62.62个百分点,计量精准性得到显著提升。

5.2.2 经济收益核算

年减少电费损失=(改造前平均损失率-改造后平均损失率)×年均馈出电量×平均电价=(69.45%-6.83%)×140×10⁴度×0.6元/度=52.6万元/年

投资回收期=改造总投资(2.8万元)÷年收益(52.6万元)≈0.05年

改造项目经济性显著,投资回收期短,符合铁路供电改造项目投资回报要求,具备良好的推广应用价值。

5.3 改造后效果分析

通过改造后电量回收情况的分析,改造方案在减少电损方面取得了显著成效。改造后不仅损失率大幅提高,还取得了三方面实际成效:

跨局结算规范化:计量数据实时回传能耗管理系统,数据真实性得到保证,彻底消除了以往因计量不准导致的结算争议,为跨局供电协议优化提供了数据支撑;

设备运行安全性提升:耐张杆改造后,线路抗风载、覆冰能力显著增强,改造后6个月内未发生设备故障,供电可靠性得到保障;

管理智能化升级:通过能耗系统可精准定位负荷波动节点,实时掌握管辖设备用电特性,为供电调度优化、负荷调整提供了科学依据。

该改造方案完全符合《铁路电力管理规则》跨局结算要求,技术路线成熟可靠,施工难度适中,具备在全国铁路同类跨局界供电节点推广应用的条件。

5.4 研究不足与展望

本次研究存在两点局限:一是监测周期为6个月,缺乏长期稳定性验证数据,改造方案的长期效果仍需持续跟踪;二是未获取呼和局侧完整负荷数据,计量参数优化未充分考虑双方负荷分布差异,可能影响方案在其他负荷特性不同场景的直接应用。

后续研究将重点开展三方面工作:一是建立长期监测机制,持续跟踪计量精度与设备运行稳定性,积累长期应用数据;二是加强与呼和局的协同配合,开展负荷调查,明确对方线路负荷特性,进一步优化计量装置配置参数;三是探索人工智能、大数据分析等技术在计量数据管理中的应用,构建用电异常诊断模型,实现从“被动计量”到“主动管控”的升级,逐步将该改造方案推广至全国铁路跨局界供电节点。

参考文献

- [1] 孙强;李刚;王鹏.铁路互为主备供线路双向计量改造技术实践[J].铁道运营技术,2023,29(4):45-49.
- [2] 刘阳;陈明;赵亮.铁路局界口计量协同管理机制与数据互认技术[J].铁道学报,2024,46(3):132-138.
- [3] 中国铁路总公司.铁路电力管理规则(铁总运〔2022〕136号)[S].2022.