

# 电力系统电能计量装置的常见故障分析及处理对策

李 新

内蒙古电力(集团)有限责任公司薛家湾供电分公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

**摘 要:** 本文聚焦电力系统电能计量装置,概述其组成、工作原理、分类及误差来源。分析常见故障类型,涵盖电能表、互感器、二次回路故障及环境与人为因素。探讨传统与智能化故障诊断方法。针对不同故障提出处理对策,并从环境、人员、管理等方面提出防控与优化措施。旨在提升计量装置运行可靠性,保障电力计量准确,为电力系统稳定运行和电力贸易结算提供参考。

**关键词:** 电能计量装置; 故障分析; 智能电表; 电力系统

引言: 在电力系统中,电能计量装置是电力贸易结算、电网运行监控及能耗管理的关键设备,其计量准确性至关重要。然而,受设备自身、安装、运行环境及人为等多种因素影响,计量装置常出现各类故障,导致计量偏差,影响供电与用电双方利益。深入研究电能计量装置常见故障,分析其成因并制定有效处理对策,对保障电力系统稳定运行、提高电力计量水平具有重要现实意义。

## 1 电力系统电能计量装置概述

### 1.1 电能计量装置的组成

电能计量装置是电力系统中用于精准测量电能消耗与传输量的核心设备组合,其组成需满足计量准确性、运行稳定性及维护便捷性要求。主要由电能表、互感器(包括电流互感器和电压互感器)、二次回路及辅助配件构成。电能表作为核心计量单元,负责将电能信号转化为可读取的数据;互感器用于将系统中的高电压、大电流转化为电能表可承受的标准低电压、小电流,保障计量安全与精度;二次回路承担信号传输与连接功能,辅助配件则包括接线端子、熔断器、接线盒等,用于保障装置整体可靠运行。

### 1.2 工作原理与分类

电能计量装置的核心工作原理基于电磁感应定律和能量守恒定律,通过互感器将一次系统的高电压、大电流按固定变比转换为二次侧标准信号,接入电能表后,电能表依据电磁感应原理产生驱动力矩,带动转盘转动或通过电子芯片采集信号,将电能消耗转化为累计数值,实现电能的精准计量<sup>[1]</sup>。按计量对象与场景可分为贸易结算用计量装置和内部管理用计量装置,贸易结算类装置需满足国家计量检定标准,精度要求更高,直接关系到供电方与用电方的经济利益;按安装位置可分为高压计量装置和低压计量装置,高压装置多用于工业企

业、变电站等高压供电场景,低压装置则适用于居民用电、小型商业用电等场景;按技术类型可分为感应式电能表计量装置和电子式电能表计量装置,目前电子式装置因精度高、功能全,已逐步取代传统感应式装置广泛应用。

### 1.3 计量装置的误差来源

电能计量装置的误差直接影响计量准确性,其来源主要包括设备自身误差、安装误差及运行环境误差三类。设备自身误差源于电能表、互感器的制造精度不足,如电能表的机械磨损、电子元件漂移,互感器的变比误差、角误差等,超出检定允许范围便会导致计量偏差。安装误差多由施工操作不规范引发,例如互感器极性接反、接线错误、电能表安装角度偏差,以及二次回路接线松动、接触不良等,此类误差常导致计量数据大幅偏离实际值。运行环境误差则受温度、湿度、电压波动、电磁干扰等因素影响,高温高湿环境会加速设备老化,电压波动超出额定范围会改变电能表工作状态,强电磁干扰会干扰电子信号传输,这些因素均会间接引入计量误差,需通过规范选型、精准安装及环境管控降低影响。

## 2 电力系统电能计量装置的常见故障类型

### 2.1 电能表故障

电能表作为计量核心设备,故障发生率较高,且不同类型电能表故障表现存在差异。感应式电能表常见故障包括转盘卡死、转速异常、计数器卡字或跳字,多由内部机械零件磨损、异物进入或电压线圈烧毁导致,表现为计量数据停滞、增速过快或过慢。电子式电能表故障主要集中在电子元件损坏、固件故障及电源模块故障,如芯片故障导致数据乱码、显示屏黑屏,电源模块损坏导致电能表无法正常供电,脉冲输出异常导致计量数据不累计。电能表接线端子氧化、烧蚀也会引发故

障,表现为计量不准或无计量数据。部分故障还与电能表老化、过载运行相关,长期过载会导致内部元件过热损坏,缩短设备使用寿命,影响计量可靠性。

## 2.2 互感器故障

互感器故障分为电流互感器故障和电压互感器故障,均会严重影响计量精度,甚至引发安全隐患。电流互感器常见故障包括二次侧开路、绕组短路、变比误差超标及绝缘损坏,二次侧开路会产生高电压,危及设备和人身安全,绕组短路则导致互感器过热、烧毁,变比误差超标源于绕组匝数偏差或铁芯饱和,表现为计量数据偏差<sup>[2]</sup>。电压互感器故障主要有二次侧短路、绕组断路、绝缘击穿及误差超标,二次侧短路会造成熔断器熔断、互感器过热,绕组断路导致二次侧无电压信号,电能表停止计量,绝缘击穿多由长期受潮、过电压引发,可能导致短路事故。互感器故障多与制造质量、安装不当及长期运行老化相关,需定期检测绝缘性能和误差值,及时排查隐患。

## 2.3 二次回路故障

二次回路作为信号传输通道,其故障是导致计量异常的重要原因,且排查难度较大。常见故障包括接线错误、线路断路或短路、接触不良及接地故障,接线错误如极性接反、相序错乱,会直接导致电能表反转、计量数据偏差过大;线路断路多由导线老化、接头松动、熔断器熔断引发,表现为电能表无计量数据或计量异常;线路短路可能因导线绝缘破损、异物搭接导致,易烧毁二次设备,影响整个计量链路运行;接触不良多发生在接线端子、接线盒处,源于氧化、松动,导致信号传输不稳定,计量数据波动;接地故障会引入干扰信号,影响计量精度,严重时引发设备故障。二次回路故障多与施工质量、维护不到位相关,需加强全过程管控。

## 2.4 环境与人为因素

环境与人为因素是导致电能计量装置故障的外部诱因,对装置运行稳定性影响显著。环境因素方面,高温、高湿、粉尘过多环境会加速设备老化、腐蚀,导致元件损坏、绝缘性能下降;强电磁干扰环境如靠近变频器、电焊机等设备,会干扰电子电能表信号采集,引发计量误差;电压波动、雷击等电网异常情况,会击穿设备内部元件,造成硬件损坏。人为因素包括违规操作、误接线、盗窃破坏及维护不当,施工人员误接线、带电作业操作不规范,会直接引发故障;部分用户为窃电擅自改装、破坏计量装置,导致计量失效;维护人员未按周期巡检、检定,无法及时发现设备隐患,导致小故障扩大为大问题。

## 3 故障诊断方法与技术

### 3.1 传统诊断方法

传统故障诊断方法以人工检测、经验判断为核心,适用于简单故障排查,在基层供电维护中仍有广泛应用。主要包括外观检查法、仪表测量法、替换法及经验判断法。外观检查法通过观察计量装置外观、接线情况,排查明显故障,如电能表损坏、接线端子烧蚀、导线绝缘破损等;仪表测量法使用万用表、钳形电流表、标准电能表等工具,测量二次侧电压、电流、电阻等参数,与标准值对比判断故障位置,如测量互感器二次侧电流是否正常,排查回路故障;替换法针对疑似故障设备,如电能表、互感器,用合格设备替换后观察运行状态,确认故障设备;经验判断法基于维护人员长期工作经验,根据故障表现如电能表不转、反转、计量不准,快速定位常见故障原因。

### 3.2 智能化诊断技术

随着电力系统智能化发展,智能化诊断技术逐步取代传统方法,成为计量装置故障诊断的主流方向,具有高效、精准、自动化的优势。主要包括远程在线监测技术、大数据分析技术、人工智能诊断及物联网技术。远程在线监测技术通过在计量装置上安装传感器、采集终端,实时采集运行参数、状态信号,远程传输至监控平台,实现故障实时预警;大数据分析技术对海量运行数据进行挖掘、分析,对比历史数据、标准数据,识别异常波动,精准定位隐性故障;人工智能诊断技术基于算法模型,学习故障特征与处理经验,自动识别故障类型、原因及位置,提升诊断准确性;物联网技术实现计量装置全生命周期溯源,结合无线通信技术,实现故障远程排查、远程控制<sup>[3]</sup>。

## 4 电力系统电能计量装置的常见故障的处理对策

### 4.1 针对电能表故障的处理

针对电能表故障,需结合故障类型采取针对性处理措施,同时严格遵循计量检定规范。对于感应式电能表转盘卡死、计数器故障,需拆解设备清理异物、更换磨损零件,无法修复的直接更换合格电能表;电子式电能表黑屏、数据乱码故障,先检查电源模块、接线是否正常,电源故障更换电源模块,芯片故障则更换电能表。若因过载、雷击导致电能表损坏,需先排查供电线路隐患,再更换匹配型号的电能表。对于计量不准的电能表,需送至专业机构检定,超差的更换合格产品,同时追溯计量偏差期间的电能数据,做好补退电量处理。处理后需重新接线、调试,核对计量数据是否正常,建立故障处理台账,记录故障原因、处理过程及结果,定期

分析故障规律,优化设备选型与维护策略。

#### 4.2 针对互感器故障的处理

互感器故障处理需注重安全性与规范性,避免因操作不当引发安全事故。电流互感器二次侧开路故障,需立即停用故障互感器,先将二次侧短路,再排查开路原因,更换损坏导线、接线端子,修复后拆除短路装置,检测变比误差与绝缘性能;绕组短路故障需拆解检修,更换烧毁绕组或直接更换互感器。电压互感器二次侧短路故障,先断开电源、更换熔断器,排查短路点并修复绝缘破损导线,若互感器过热烧毁则更换合格产品;绕组断路故障需逐段检测线路,修复断点或更换绕组。处理完毕后,需对互感器进行误差检定、绝缘测试,确保符合计量标准,重新接线时严格核对极性、相序,避免接反引发计量异常,投入运行后密切监测运行状态,防范故障复发。

#### 4.3 针对二次回路故障的处理

二次回路故障处理需遵循“先排查、后修复、再校验”的原则,精准定位故障点后规范处理。接线错误故障需对照接线图逐一核对接线,纠正极性接反、相序错乱等问题,重新接线后紧固端子,做好标识;线路断路故障需用万用表逐段检测线路通断,更换老化导线、修复松动接头,更换熔断的熔断器,确保线路通畅;线路短路故障需排查绝缘破损位置,修复破损处或更换导线,清理异物,避免再次搭接短路。接触不良故障需打磨接线端子氧化层,紧固接头,必要时更换接线端子、接线盒;接地故障需排查接地位置,规范接地方式,消除干扰。修复后需测量二次侧电压、电流参数,与标准值对比,校验计量精度,确保回路信号传输稳定。

#### 4.4 环境与人为因素的防控

针对环境与人为因素引发的故障,需从环境优化、人员管控、制度约束三方面构建防控体系。环境防控方面,根据使用场景优化安装环境,高温高湿环境加装通风、除湿设备,粉尘多的场所加装防护外壳,强电磁干扰区域采取屏蔽措施,同时安装防雷装置、稳压器,防范雷击、电压波动影响;定期清理设备表面粉尘、杂物,检查绝缘状态,延缓设备老化。人为因素防控方面,加强施工人员培训,规范接线、操作流程,严格执

行带电作业管理制度,避免误操作;加大反窃电排查力度,安装防窃电装置,对擅自破坏计量装置的行为依法追责;加强维护人员专业能力培养,提升故障排查与处理水平。

#### 4.5 管理措施优化

优化管理措施是降低计量装置故障发生率、提升运行可靠性的重要保障,需从全生命周期管理角度完善制度体系。建立设备准入管理制度,严格把控电能表、互感器等设备的采购质量,选择符合国家标准、资质齐全的产品,进场前进行抽检,确保质量合格<sup>[4]</sup>。完善检定与巡检制度,按周期对计量装置进行强制检定、预防性试验,建立巡检台账,详细记录运行状态、故障情况,实现闭环管理。优化故障应急处置流程,明确故障响应时限、处理责任分工,配备应急抢修设备与备件,提升故障处理效率,减少停电及计量中断时间。加强数据管理,依托智能化平台整合计量数据、故障数据,分析故障规律,针对性优化维护策略。加强部门协同,形成采购、安装、检定、维护、抢修一体化管理机制,提升整体管理水平。

#### 结束语

电力系统电能计量装置的可靠运行关乎电力贸易公平与电网稳定。本文全面剖析了常见故障类型、诊断方法,并提出针对性处理与防控对策。未来,随着技术发展,智能化诊断与管理将不断完善。电力部门需持续优化管理,加强人员培训,提升设备质量,积极应用新技术,以降低故障发生率,保障计量精准,推动电力系统向更高质量、更高效益方向发展。

#### 参考文献

- [1]张文尧.大数据背景下电能计量装置故障与智能化诊断技术研究[J].光源与照明,2024(8):81-83.
- [2]张荣浩,曹健,庄明振,等.基于计量采集系统的电能计量异常诊断技术分析[J].集成电路应用,2024,41(3):270-271.
- [3]刘永萌.电能计量设备故障预防措施研究[J].光源与照明,2023(11):180-182.
- [4]熊燃,许成海.电力计量装置故障诊断方法研究[J].百科论坛电子杂志,2025(20):55-57.