

高压电能计量装置故障诊断与处理研究

高鹏

呼和浩特供电公司

DOI:10.32629/bd.v9i8.4657

[摘要] 高压电能计量装置的稳定运行对电力系统的精准计量与可靠管理意义重大。本文先分析高压电能计量装置常见故障,如电压、电流互感器,电能表及二次回路故障的类型与成因。接着阐述故障诊断方法,包括外观检查、参数测试、信号分析以及智能诊断方法。最后提出故障处理策略,针对不同设备故障,如绝缘、绕组等故障分别给出处理措施,为保障高压电能计量装置稳定运行、提高计量精准度提供全面指导。

[关键词] 高压电能; 计量装置; 故障诊断; 处理

中图分类号: TM933.4 **文献标识码:** A

Fault Diagnosis and Troubleshooting of High-Voltage Electrical Energy Metering Devices

Peng Gao

Hohhot Power Supply Company

[Abstract] The stable operation of high-voltage electrical energy metering devices is of great significance to accurate measurement and reliable management of power systems. This paper first analyzes common faults in high-voltage electrical energy metering devices, including the types and causes of faults in voltage transformers, current transformers, electric energy meters, and secondary circuits. It then discusses fault diagnosis methods, including visual inspection, parameter testing, signal analysis, and intelligent diagnostic methods. Finally, fault troubleshooting strategies are proposed, with corresponding measures for different equipment faults, such as insulation and winding faults, providing comprehensive guidance for ensuring the stable operation of high-voltage electrical energy metering devices and improving measurement accuracy.

[Key words] high-voltage electrical energy; metering devices; fault diagnosis; troubleshooting

引言

在电力系统中,高压电能计量装置是精准计量电能的关键设备,其运行稳定性直接关系到电力计量的准确性与可靠性。然而,受复杂运行环境、设备老化及人为操作等多种因素影响,该装置常出现各类故障,影响正常计量。本文将深入探究高压电能计量装置常见故障类型、成因,掌握有效的故障诊断方法,并制定针对性处理策略,对于保障电力计量精准度、提升电力系统运行效率具有重要意义。

1 高压电能计量装置常见故障类型及成因分析

1.1 电压互感器故障

电压互感器是高压电能计量装置的核心设备,日常运行中多发故障集中在绝缘、绕组以及铁芯三个核心部位。绝缘故障主要体现为设备绝缘结构老化和绝缘破损击穿,这类故障会直接引发设备漏电或线路短路问题,直接影响设备基础运行安全。绕组故障以绕组短路、断路问题为主,会直接改变电压互感器的变比参数,造成设备输出电压异常,破坏计量工作的稳定性。铁

芯故障会引发设备励磁电流异常升高,造成计量误差,影响高压电能计量的精准度。设备长期处于高温、高湿及强电场的复杂运行环境,是造成绝缘材料老化失效的主要原因。绕组出现故障,多源于设备生产工艺不达标、运行过程中遭遇过电压冲击以及长期超负荷运行。铁芯故障的产生,主要受铁芯原材料品质不达标、设备结构设计不合理和长期机械振动的影响。

1.2 电流互感器故障

高压电能计量装置电流互感器主要存在二次开路、绝缘损坏、铁芯饱和三类核心故障。二次开路故障会改变设备内部磁通运行状态,引发高压隐患,直接威胁现场设备运行状态和作业人员人身安全。绝缘损坏故障会造成设备漏电或回路短路问题,直接干扰电能计量工作的精准度。铁芯饱和故障会改变设备固有变比参数,造成计量偏差,增大整体计量误差。二次开路故障多由设备二次回路接线连接不稳、触点接触状态异常及人工操作失误引发^[1]。绝缘损坏故障的产生主要源于设备受潮、绝缘层长期使用老化以及外部过电压冲击。铁芯饱和故障的出现,

主要受一次侧电流异常、设备铁芯结构规格不足、二次侧负载承载压力过大等工况因素影响。

1.3 电能表故障

高压电能计量装置运行过程中,电能表故障是较为频发的设备问题,主要分为计量误差超差、显示异常、通信异常三类核心故障。计量误差超差会造成电能计量数据偏离标准数值,该类问题的出现源于设备本身生产工艺与质量不达标,设备长期不间断运行造成内部元器件性能衰减,以及现场运行环境中的电磁干扰影响设备正常计量性能。显示故障集中体现为电能表显示屏无法点亮、画面显示模糊及显示字符错乱,故障根源为显示屏本体损毁、设备内部显示驱动电路出现故障,无法正常支撑显示功能运作。通信故障直接造成电能表无法和后台上位机系统建立数据传输通道,实现正常信息交互,这类故障的产生和设备通信模块损坏、外部通信线路出现故障、设备通信协议与系统适配不符等问题密切相关,会直接导致计量数据无法正常上传汇总。

1.4 二次回路故障

二次回路是高压电能计量装置的重要组成部分,常见故障包含接线错误、接触不良、短路以及断路等问题。各类故障会对计量装置运行造成不同程度影响,接线错误会直接干扰电压与电流信号的正常传输,破坏电能计量的精准度。接触不良会造成信号传输状态不稳定,引发计量偏差问题。短路和断路故障会直接导致整套电能计量装置丧失正常运行能力。二次回路故障的诱发原因主要集中在安装施工、设备老化和外部影响三个方面。前期安装作业流程不符合规范标准,是引发接线错误、线路接触不良的主要人为原因^[2]。二次回路长期投入运行后,内部绝缘构件会出现老化变质现象,整体防护性能下降,进而滋生短路、断路等故障。同时,现场外力扰动会直接损伤二次回路结构,破坏线路完整性,最终造成各类回路故障,影响计量装置稳定运行。

2 高压电能计量装置故障诊断方法

2.1 外观检查法

外观检查法是高压电能计量装置故障诊断的基础手段,该方法主要依托人工目视观测方式,对整套电能计量装置的整体外观状态进行全面核查,排查设备运行过程中出现的各类异常状况。检查工作主要针对设备本体及配套构件的外观状态,重点排查设备壳体结构的破损、形变、烧灼、渗漏等各类异常问题。同时对计量装置配套的互感器设备外壳完整性进行核查,检查设备接线部位的连接状态与运行工况,确认电能计量显示部件的工作状态是否正常。通过系统化的外观核查工作,能够直接甄别出装置存在的显性故障问题,快速定位故障点位,明确设备异常情况,为后续深度故障检测、故障原因分析以及针对性的设备检修处理提供基础依据,可有效提升高压电能计量装置故障排查的整体效率。

2.2 参数测试法

(1) 绝缘电阻测试: 采用绝缘电阻测试仪,对电压互感器、

电流互感器以及设备二次回路开展绝缘电阻检测工作,以此判定设备整体绝缘状态是否合格,绝缘电阻不达标可直接判定设备存在绝缘类故障问题。(2) 直流电阻测试: 针对电压互感器和电流互感器的绕组开展直流电阻检测作业,将检测结果和设备出厂参数、历史运行检测数据进行比对分析,排查绕组内部是否存在短路、断路等各类故障,检测数据出现明显偏差时,可判定绕组存在异常故障^[3]。(3) 变比测试: 利用专用变比测试仪检测电压互感器与电流互感器的变比参数,核对实测变比与设备铭牌标注参数是否一致,变比参数异常会直接造成电能计量偏差,该项测试是互感器故障诊断和保障计量精准性的关键检测步骤。

2.3 信号分析法

信号分析法主要包含谐波分析法与频谱分析法两种检测方式,可用于排查电能计量装置的干扰问题与运行故障。谐波分析法依托谐波分析仪,针对电力系统中的电压、电流信号开展专项谐波检测工作,排查信号内部含有的谐波成分,电力信号中的谐波会直接干扰电能计量装置的正常工作,影响装置计量结果的精准度,工作人员可通过研判信号谐波的整体占比与分布状态,确定电能计量装置是否遭受谐波干扰,同时明确装置受到的谐波干扰整体情况。频谱分析法以电能计量装置的输出信号为检测对象,通过频谱检测手段梳理信号的频率构成,掌握信号幅度的波动情况,当输出信号出现非正常频率组分,或是信号幅度出现异常波动时,能够直接反映出电能计量装置运行状态异常,以此判定装置存在故障隐患,完成装置故障的初步诊断工作。

2.4 智能诊断方法

智能诊断方法主要包含专家系统与神经网络两类核心技术,可应用于电能计量装置的故障诊断工作。专家系统属于依托专业知识搭建的计算机程序系统,核心依托对应技术领域的专业知识与实操经验开展故障判定工作。该技术通过搭建配套的故障知识库与推理结构,依托设备运行过程中呈现的故障现象及各类检测信息,完成故障类型与故障位置的精准判定,同时输出对应的故障处置方案。神经网络凭借自身自学习、自适应及非线性映射的基础特性,适配高压电能计量装置的故障诊断场景。该诊断方式依托前期故障样本完成模型训练工作,让模型具备各类故障的识别能力,完成训练的模型可直接接入电能计量装置的检测信息,通过信息运算分析输出对应的故障诊断结论,实现设备故障的智能化识别与判定。

3 高压电能计量装置故障处理策略

3.1 电压互感器故障处理

一是绝缘故障处理,针对出现绝缘老化、变质问题的电压互感器,需直接开展更换作业,针对仅存在局部绝缘损伤的设备,可使用专用绝缘修复材料完成修补作业,设备修复完成后,必须开展绝缘电阻检测工作,核验设备绝缘性能,确保设备可满足安全运行标准。二是绕组故障处理,电压互感器出现绕组短路、断路故障时,普遍采取设备更换的处理方式,正式更换设备前,需全面排查设备故障根源,杜绝同类故障重复发生,若设备绕组故

障由过电压冲击引发,需配套增设过电压保护设备,规避后续过电压带来的设备损坏问题^[4]。三是铁芯故障处理,针对设备铁芯饱和故障,可通过调整设备运行状态的方式处置,针对铁芯松动问题,需对铁芯结构进行紧固处理,作业完成后同步检查铁芯绝缘状态,保障电压互感器整体运行稳定,满足高压电能计量装置的运行要求。

3.2 电流互感器故障处理

(1)二次开路故障,设备运行期间发现电流互感器二次开路后,需第一时间停运相关设备,排查故障诱因并开展处置工作,针对接线松动引发的开路问题,重新紧固设备接线,针对二次回路断线问题,做好回路修复或更换作业,全程落实安全防护举措,规避高压隐患,保障人员及设备运行安全。(2)绝缘损坏故障,依据电流互感器绝缘破损的实际情况开展对应处置,绝缘损伤程度较轻时,通过常规绝缘处理完成修复作业,绝缘损伤程度严重时,直接更换全新的电流互感器设备。(3)饱和故障,日常运维中需规范选型,合理确定设备变比与容量,从根源上规避设备饱和问题,针对已经出现的饱和故障,通过优化二次电缆配置、缩减二次负载等方式,改善设备饱和和运行状态,保障电流互感器稳定运行。

3.3 电能表故障处理

第一为计量误差超差故障处理,工作人员需优先对故障电能表开展校准与调整作业,完成校准后核验设备计量状态,若设备依旧无法符合计量标准,需对电能表进行整体更换,更换设备时需选用和原设备型号、规格一致的电能表,更换完成后做好对应的参数配置与设备调试工作,保障设备正常投用。第二为显示故障处理,需精准判定故障成因,针对显示屏故障问题直接更换对应显示屏,针对显示驱动电路问题,开展电路全面检查并完成故障修复,整体作业过程需严格遵循标准化操作流程,杜绝操作不当损伤电能表其他配套部件。第三为通信故障处理,需按顺序排查故障点位,先核查通信模块运行状态,模块故障则直接更换,再排查通信线路的连接状态,处理线路连接异常、断路及短路等各类问题,最后核对设备通信协议,针对协议不匹配的情况及时调整修正,彻底解决设备通信异常问题。

3.4 二次回路故障处理

一是处理接线错误故障,排查出回路接线错误问题后,即刻

关停相关运行设备,严格对照标准接线图纸重新开展接线作业,全程把控接线作业质量,保障线路连接稳固、接线方式合规,杜绝线路接触不稳及重复接线失误的问题,从源头规避同类故障再次发生。二是处理接触不良故障,重点核查回路各类接线端子状态,针对端子松动、表层氧化等问题,及时做好紧固、清洁作业,同时全面排查二次回路所有连接导线,发现导线破损、老化等问题立即更换完好导线,保障回路连接状态正常稳定^[5]。三是处理短路和断路故障,采取分段检测的方式排查故障点位,依托专用检测设备完成回路整体筛查,精准定位故障区域后开展修复作业,针对短路问题排查核心诱因并完成整改处理,针对断路问题对接线断线、导线损坏位置进行修复或导线更换,彻底消除回路故障隐患。

4 结语

综上所述,高压电能计量装置的稳定运行关乎电力系统的精准计量与可靠管理。通过全面剖析常见故障类型及成因,针对性运用外观检查、参数测试、信号分析及智能诊断等多元方法,可实现故障精准定位与高效诊断。结合不同故障特点采取科学处理策略,不仅能及时消除故障隐患,更能提升装置整体运行稳定性。持续强化故障诊断与处理能力,是保障电力计量精准、推动电力系统安全高效发展的关键所在。

【参考文献】

- [1]樊艳.高压电气设备智能监测与故障诊断技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(6):080-083.
- [2]王冰,杨雪.电力计量装置故障智能诊断与预警技术研究[J].低碳世界,2025,15(11):139-142.
- [3]李汉.电能计量采集中的故障诊断与处理策略研究[J].消费电子,2025(1):100-102.
- [4]黄嘉宝.电力计量装置故障诊断方法研究[J].中国高新科技,2025(5):65-67.
- [5]徐奇杰.大数据背景下的电力计量装置故障智能化诊断技术应用研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(3):058-061.

作者简介:

高鹏(1990—),男,蒙古族,内蒙古人,本科,副高级工程师,研究方向:电力经营管理,智能化计量。