

变电站站域数据智能校验平台研究

殷攀程,梅亦蕾,曹柯,李雪恺,邹经鑫,袁明哲

(国网四川省电力公司成都供电公司,四川 成都 610041)

摘要: 泛在电力物联网核心理念在于挖掘电网数据价值,为电网业务提供决策支撑,助力电网的稳定运行。当前,站域二次设备已延伸到电力系统每一个节点,其采集的大量信息是电网的重要数据来源。这些数据信息的正确感知和高效验证将是构建泛在电力物联网的基石。目前,由于设计理念偏差、制造工艺瑕疵、成本限制等因素使变电站内二次设备的采样系统和参数储存器运行工况存在监控盲区,一旦故障将产生大量错误数据,导致上层运用决策失效产生安全隐患。文中借鉴泛在电力物联网的核心内涵和架构,针对变电站二次设备保护数据、测量数据和装置参数这三大数据的正确性问题,建立了站域数据智能校验平台,通过二次设备数据采样双校验系统和装置参数存储系统,保障了数据感知的可靠性和有效性。

关键词: 泛在电力物联网;二次设备;数据正确性;智能校验平台

中图分类号: TM 77 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2021)06-50-04

DOI: 12.16527/j.issn.1003-6954.20210610

Research on Intelligent Data Verification Platform for Substation Domain

Yin Pancheng, Mei Yilei, Cao Ke, Li Xuekai, Zou Jingxin, Yuan Mingzhe

(State Grid Chengdu Electric Power Supply Company, Chengdu 610041, Sichuan, China)

Abstract: The core idea of Ubiquitous Electric Internet of Things (UEIOT) is to excavate the value of power grid data, to provide decision support for power grid business, and to help with the efficient operation of power grid. Substation secondary equipment extends to every node of system network to collect and produce huge amounts of data, which is an important data source of power grid. Therefore, the correct perception and efficient verification of data information will be the foundation of building UEIOT. At present, due to deviation of design concept, faults of manufacturing process and cost limitation, there is a blind area for monitoring the operation conditions of secondary equipment sampling system and parameter storage in substation. Once the failure occurs, a large number of erroneous data will be generated, which will lead to potential safety hazards and failure of upper management decision-making. Drawing lessons from the core connotation and framework of UEIOT and aiming at the correctness of protection data, measurement data and device parameters, an intelligent verification platform for substation data is established. Real-time detection of secondary equipment data sampling and device parameter storage system is realized, which guarantees the reliability and validity of data perception.

Key words: Ubiquitous Electric Internet of Things; secondary equipment; data correctness; intelligent verification platform

0 引言

变电站二次设备作为电网运行的哨兵,时刻保障着电力系统的稳定运行,其采集的运行数据是构建泛在电力物联网的关键信息。对二次设备而言,

准确地获取实时数据,是其保护和测量功能应用实现的重要基础,而装置参数则是某一保护功能动作与否的关键阈值。以上任意一个环节出现问题,都将导致站域上传业务数据错误甚至保护拒动或误动。根据 GB/T 14285—2006《继电保护及安全自动装置技术规程》的要求,保护装置应具备在线自检

功能,包括硬件损坏、功能失效,除出口继电器外,装置内的任一元件损坏时,装置不能误动作跳闸。因此二次设备运行工况的有效监视一直是国内外电力系统领域的重要研究课题^[1-3]。

二次装置数据采集系统由低通滤波器、AD 转换模块等集成电路芯片构成,装置参数存储于 E2ROM 中。当数据采集不准确或装置参数漂移时无法主动提供告警信号,导致二次装置无法对其功效进行实时监测和故障告警,存在自动监测的盲区^[4-5]。

针对保护装置中 AD 采样的问题,供应商在高电压系统(110 kV 及以上)保护装置上增加了一套冗余的采集系统,对两套采集系统产生的数据做对比校验,实时监测采样系统运行工况。但在低电压系统中为了降低成本,保护装置只配置单套采样,并不单独校验保护数据。针对测量数据和保护参数的校验问题,目前也尚无自动校验方案,大多采用人工对保护测控采样值和装置参数进行不定期对比校验,无法实时比对,存在很大的功能缺陷乃至安全隐患。某供电公司曾发生变电站 10 kV 保护装置 AD 采样损坏造成保护拒动,之后越级跳闸扩大事故范围;变电站测量数据异常影响了潮流分析、SCADA 系统等业务口的高级应用;某厂家保护装置在重启后参数漂移但未被及时发现导致保护误动等案例。

针对以上问题,下面提出了站域数据智能校验平台,通过二次设备数据采样双校验系统和装置参数存储系统,有效地保障了保护数据、测量数据和装置参数这三大数据的正确性。

1 保测数据双校验系统

1.1 单采样系统不可靠问题

低电压系统中,保护测控装置只采用单套采样系统,电流、电压采样数据经过低通抗混叠滤波后进行 AD 转换,然后输入数据处理芯片(digital signal processing, DSP)和可编程逻辑器件(complex programmable logic device, CPLD)进行相应数据运算和逻辑决策,最终驱动出口继电器。由于现有保护测控装置不能对采样系统状态进行监视,从而无法分

辨采样系统的故障或不正常运行状态并提出告警。因此当采样系统发生故障时,保护装置无法采集到电流或电压数字量,或者采集一个错误的量,造成保护装置误动或者拒动,测控装置采集错误的量可能导致调度中心收到错误信息,做出错误决策。高电压系统保护靠增加冗余采样系统的方法克服上述隐患。由于设备成本限制,低电压系统均采用保护测控一体化装置,配置如图 1 所示的无自我校验功能的单采样系统,如其中任一模块(如 AD 模块)出现问题时,保护数据和测量数据将随之异常,发生保护数据不正确和测量数据不正确问题。若这种隐患不能及时识别,将严重危及二次设备和电网的稳定性。

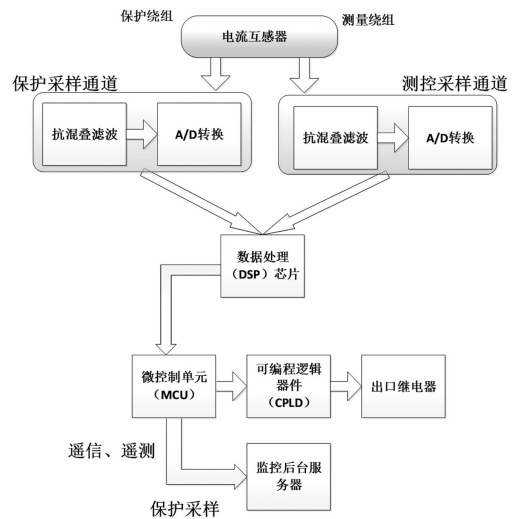


图 1 单采样系统硬件原理

1.2 功能架构

站域保护测控数据双校验系统通过操作员站提供的应用程序编程接口,对所有单 AD 采样装置进行轮询,比对其保护和测控采样值。双校验系统对有异常的数据进行两次复核,若复核不通过则发出告警信号,并将该告警信号上传主站,总体框架设计见图 2。

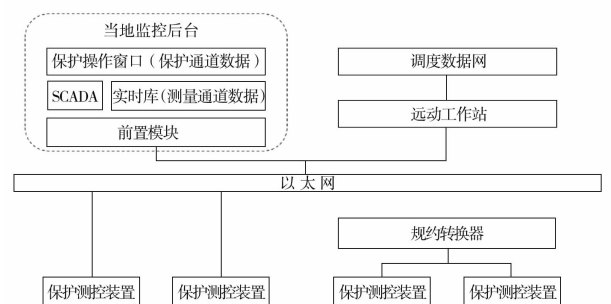


图 2 站域二次设备双采样校验系统整体框架设计

1.3 数据处理方法

通过间隔层网络收集到的保护测控数据由于时间不同步,可能存在采样值差异,需要进行同步处理。操作员站收集20个采样点只需不到1s时间,保护和测控电压采样值在短时间内几乎无变化,在稳态负荷下,其电流值也是不变的。电力系统快速变化负荷可分解为基础负荷和波动负荷,在短时间(1s)内基础负荷可认为是恒定不变的。一个间隔内波动负荷由多个快速变化负荷构成,根据大数定律,其波动量必然符合正态分布,其期望为0^[6]。因此,提出一种滑动滤波的方法,能够快速滤除波动,分解出基础负荷,并可以反映出基础负荷的变化趋势。滑动滤波原理如式(1)、式(2)所示。

$$Y_{\text{avg}} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_n \quad (1)$$

$$y_n = \frac{1}{N} [(N-1) \times Y_{\text{avg}} + x_n] \quad (2)$$

式中: N 为滑动窗口; x_n 为第 n 个采样时刻获得电流数据; y_n 为滤除波动负荷后电流数据。

图3为实测电流数据经过滑动滤波后的对比图,由图可知经过滤波后数据能够完全反映基础负荷,在短时间内是恒定的。

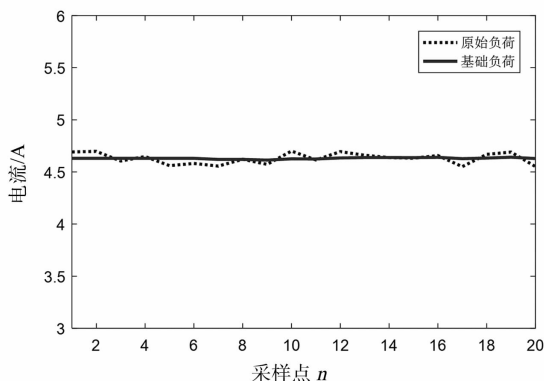


图3 滑动滤波后基础负荷电流

DL/T 478—2006《继电保护和安全自动装置通用技术规范》要求,电流采样误差不大于2.5%,绝对误差不大于 $0.01I_n$;电压误差不大于2.5%,绝对值不大于 $0.002U_n$ 。依据上述要求,双校验系统电压阈值增加1.5倍的可靠系数,即电压差大于3.75%并且大于0.3V判别为采样异常;电流阈值也增加1.5倍的可靠系数,电流偏差大于3.75%并且大于0.075A判别为采样异常。

图4为保护测控数据双校验处理流程图,系统先对电压数据进行对比,如果无异常再对电流进行判别,最后给出检测结果。

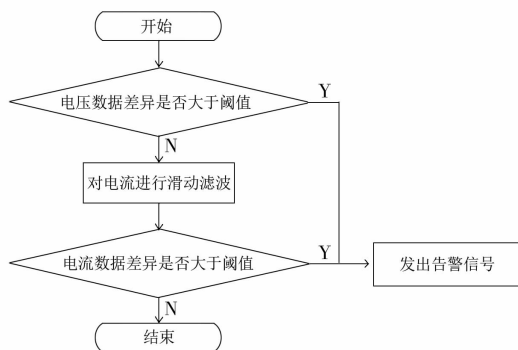


图4 保护测控数据双校验处理流程

2 装置参数漂移校验系统

2.1 装置参数漂移问题

保护装置参数是决定装置是否动作的关键阈值,参数的设定需要考虑系统运行方式、设备的保护范围、主后备保护配合等问题。目前变电站二次设备基本不具备参数漂移自检功能,存在装置重启后(或运行中)参数发生改变如定值偏移、控制字异常、压板位置不正确甚至清零的现象,即装置参数漂移问题。由于保护装置无法判断这些变化是人为改变还是故障导致,会默认以变化后的参数来运行,造成严重安全隐患。

因此,需要引入参数校验机制定期对比装置实时参数与整定值是否一致,若存在参数与整定值不同的情况,应立即对异常数据进行分析并向主站发送异常信号。

2.2 功能架构

装置参数漂移校验系统整体框架如图5所示。

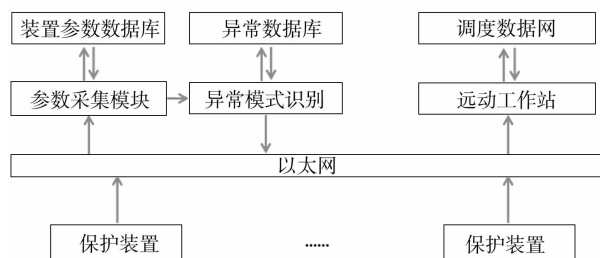


图5 装置参数漂移校验系统整体框架

作为参数校验的依据,装置参数数据库包含站域所有二次设备的保护定值、压板位置、控制字的标准信息。这些参数在保护装置投运或升级时由专业人员在操作员站建模输入,在运行期间中固定不变。校验系统以设定周期进行装置参数校验,若感知到数据异常,则在异常值数据库中进行模式匹配,分析数据异常原因并发送给调度中心,辅助调度员进行决策。

2.3 参数校验方法

在一个检测周期内,校验系统对目标装置的参数逐一与数据库中的标准数据比对,并将校验结果以0、1向量形式储存,如式(3)所示。装置的定值、压板、控制量按照一定顺序排列,若装置实时值与标准值对照一致,则在向量相应位置1,反之则置0。

$$\mathbf{J} = [j_1 \ j_2 \ \cdots \ j_n] \quad (3)$$

校验完成后,若向量 \mathbf{J} 全为1,则说明装置实时定值、压板、控制字等数据与标准值一致,完成校验;如果向量 \mathbf{J} 含有0元素,则说明装置存在数据异常,将向量 \mathbf{J} 输入异常判断模块,并基于异常数据库中的数据进行模式匹配,辨识出向量 \mathbf{J} 表示的异常情

况属于检修态、调试态或者故障态中的哪一种,并发出相应告警信号。装置参数漂移校验系统对站域全部保护装置进行一轮校验的流程如图6所示。

3 结 论

上面引入了一种新思维以解决实际工程问题,基于泛在电力物联网的核心内涵和架构模型,建立了站域数据智能校验平台,构建了保护测控数据双校验系统和装置参数校验系统,确保了保护数据、测量数据以及装置参数的正确性。

根据多个变电站部署站域数据智能校验平台的经验,该平台可杜绝90%以上由于采样异常或装置参数漂移导致的保护不正确动作的事故,且极大地节省变电站运行维护人员数据校核的工作量。同时是泛在电力物联网在站域数据验证中的一次有效尝试,并且可以为未来泛在电力物联网的建设实践提供一定参考。

参考文献

- [1] 李涛,杨桂丹. 智能变电站二次安全防护系统设计与应用研究[J]. 电气应用, 2013,32(1):26-29.
- [2] 嵇建飞,袁宇波,王立辉,等. 某110 kV智能变电站合并单元异常情况分析及对策[J]. 电工技术学报, 2015,30(16):255-260.
- [3] 鲍凯鹏,谢刚文,曾治安,等. 智能变电站二次回路在线监测研究[J]. 智能电网,2014(5):23-27.
- [4] 于春平,白静芬,周建波,等. 基于IEC 61850的数字化电能计量二次设备远程校验技术[J]. 电测与仪表, 2019,56(4):141-147.
- [5] 陈炯聪. 智能变电站数据信息过程管控方法与融合应用研究[D]. 广州:华南理工大学,2018.
- [6] 樊占峰,尹明,宋国兵,等. 基于波形系数方程识别智能变电站采样值数据失效的方法研究[J]. 中国电机工程学报, 2016,36(s1):36-42.

作者简介:

殷攀程(1990),男,工程师,长期从事电力系统继电保护工作。

(收稿日期:2021-06-25)

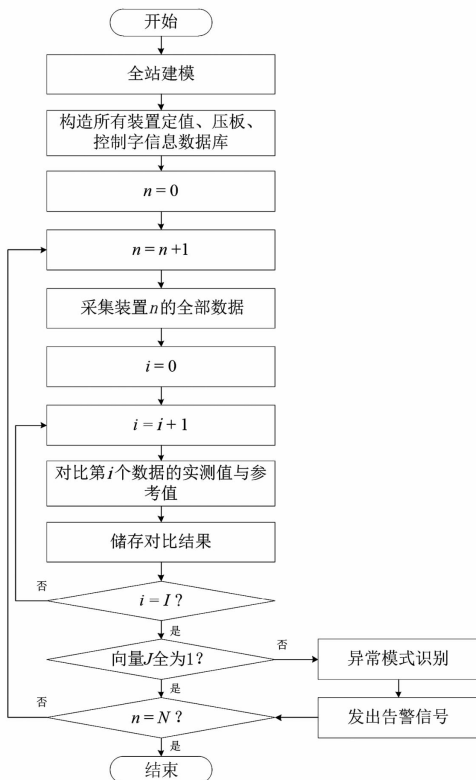


图6 装置参数漂移校验系统检测流程