

基于 Modbus 通信协议的智能变电站 安全监控交互数据监测

冯宇[†], 马伟哲, 陈光, 李蒙, 周毅

(国网辽宁信通公司, 辽宁 沈阳 110006)

摘 要:智能变电站安全监控交互数据监测在检测的过程中存在数据信号接收较差,信息处理监测效率过低的问题,导致最终监测的结果较差。为此,基于 Modbus 通信协议提出了一种智能变电站安全监控交互数据监测方法。在构建数据通信网络拓扑的基础上矫正监控数据相位,分析信息化总线结构,优化数据监测方案,由此提升监测效果。根据分析的实验结果可知,该监测方法的监测频率图像较为稳定,当监测传输字节数量为 60.12 时,监测耗时相较于其余方法缩短约 15 ms,表明该方法能够有效实现监控交互数据监测。

关键词:Modbus 通信协议;智能变电站;安全监控交互数据;变电站安全监控;数据监测

中图分类号:TM714

文献标识码:A

Interactive Data Monitoring of Intelligent Substation Safety Monitoring Based on Modbus Communication Protocol

FENG Yu[†], MA Weizhe, CHEN Guang, LI Meng, ZHOU Yi

(State Grid Liaoning Information and Communication Company, Shenyang, Liaoning 110006, China)

Abstract: In the process of intelligent substation safety monitoring interactive data monitoring, there are some problems, such as poor data signal reception and low efficiency of information processing, which lead to poor final monitoring results. Based on Modbus communication protocol, this paper proposes an interactive data monitoring method for safety monitoring of intelligent substations, corrects the monitoring data phase based on the construction of data communication network topology, and analyzes the structure of information bus, optimize the data monitoring program to improve the monitoring effect. According to the analysis of the experimental results, the monitoring frequency image of the monitoring method is relatively stable. When the number of monitoring transmission bytes is 60.12, the monitoring time is about 15ms shorter than other methods, it shows that this method can effectively realize monitoring interactive data monitoring.

Key words: Modbus communication protocol; intelligent substation; safety monitoring interactive data; substation safety monitoring; data monitoring

随着智能变电站的不断推广,变电站调度监控系统随之快速发展。在设备运行状态下,调度监控系统将接收大量的监控数据信息,因此需有效监测监控数据,优化变电站的系统功能,充分考虑系统

内部电力信息的变化。文献[1]基于多级多网并行校核理论设置智能变电站数据监控自动闭环验收系统,同时优化系统内部的数据收集功能,获取精准的研究数据。尽管该方法能够有效提升数据监

测的精度,但操作较为复杂,效率过低,无法取得完善的监测流程。文献[2]基于现有技术调节监控数据自动验收机制,改善系统架构,同时重点分析变电站数据信息源的触发应用,设置模块化思想方案,实现系统主站信息的交互处理。但该方法无法获取精准的监测信息,导致最终监测的数据图像较为模糊,精度较低。针对上述问题,基于 Modbus 通信协议进行数据监测,在数据监测的初始阶段,构建新式数据网络拓扑,优化数据信息的传导路径,加强对监控数据的全相位频谱矫正力度,进而获取可靠的数据信息,避免数据的无效监测,从而提升监测的精度。

1 智能变电站安全监控交互数据预处理

1.1 数据通信网络拓扑构建

为有效处理智能变电站安全监控交互数据,在数据预处理初始阶段将智能变电站的主要体系划分为数据传感层、信息网络层以及数据应用层三个部分。首先在数据网络层中利用 Modbus 通信协议建立统一的数据传导机制。由于通信协议在建立的过程中会生成非结构化数据网络,为此需进一步调整整体数据通信网络拓扑结构。在数据传输通道中格式化处理网络信息,并构建信息处理表达式如下:

$$Q_j = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^m K_i - \sum_i l_c t \quad (1)$$

式中, Q_j 表示经过格式化处理的交互数据网络信息; K_i 表示通信协议内部的监控数据; l_c 表示传输通道中正处于传输状态的交互数据; t 表示处理时长。

为实现数据间的有效沟通,在信息网络中设置相应的网关作为控制中心,并在网关中连接不同型号的终端,传输同类别的交互数据[3]。在数据网络中提取信息特征,并按照提取的数据特征转化网关中存储的通信信息,在通信协议与网关转化之间配置数据传感系统,便于及时记录转化机制,实现对数据通信网络拓扑的构建。

1.2 监控数据全相位频谱矫正

在实现整体通信网络拓扑的构建后,对监控数据全相位频谱进行矫正处理,将整体数据分为历史数据与实时数据两个类别[4]。在历史数据中匹配监控网格信息,并利用离散傅里叶变换将变电站监控数据中的频域与时域连接,从不同的角度分析监控交互数据发射的网络信号,并构建信号分析表达式如下:

式如下:

$$X(a^j) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} k[n] \cdot P(n) e^{-\omega t} \quad (2)$$

式中, $X(a^j)$ 表示信号分析参数; $k[n]$ 表示进行数据历史匹配的信息; $P(n)$ 表示经过变换后的交互数据; ω 表示相关分析角度因素; μ 表示发射的网络信号匹配程度。由于时域连接后的信号存在非连续性,需对其进行离散化处理,以便后续计算机运算,为此,对应时域信号的周期延拓设置离散化处理表达式:

$$X(u) = \sum_{n=0}^{N-1} p[n] \cdot e^{-f \frac{3}{M} L} \quad (3)$$

式中, $X(u)$ 表示离散化处理后的信号数据; $p[n]$ 表示经过离散化处理的交互数据; f 表示信号连接机制; M 表示进行离散化处理的信号数据数量; L 表示相关周期延拓因素。控制交互数据信号的波动状态,并集中收录波动较大的交互数据信息,匹配完整的信号周期,并对采样序列的周期延拓状态进行分析,研究其波形图像如图 1 所示。

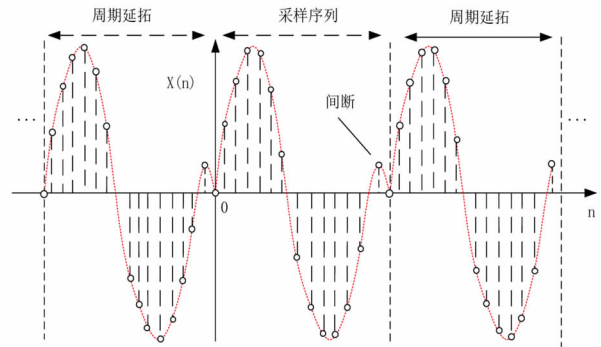


图 1 采样序列周期延拓波形

减少时域误差并调节交互数据的监测管理模式,在获取全相位频谱分析程序的基础上完善矫正操作,实现对其的精准矫正[5-7]。

1.3 监控数据监测优化

为优化监控数据的监控模式,设置网络重构平台,将监控交互数据分配至耗损最少的主站监测系统中,并对其进行群搜索优化处理[8]。构建 PS 模型,减少数据监测的不必要操作,将智能变电站主站中的监控数据作为独立的个体传输至通信控制网络中,并设置相应的数据传输表达式:

$$K_b = \sum Z^c \cdot \frac{H \cdot J}{H + J} + T^{-\frac{1}{n}} \quad (4)$$

式中, K_b 表示数据传输机制; Z 表示主站监控数据; H 表示模型机制; J 表示受网络控制的通信数据; T 表示最优搜索数群; n 表示传输数据的总

体数量。对未传输的数据进行优化搜索处理,设置搜索空间范围在有效传输范围内,加强对外部通信网络信号的接收力度,根据搜索过程推测部分交互数据的存储位置,并整合存储位置过于偏远的交互信息,构建数据信息整合公式:

$$W_{i1}^s = \prod_{i=1}^{s-1} \cos(\eta_{ir}^s)$$

(5)

式中, W_{i1}^s 表示整合后的数据信息; η_{ir}^s 表示处于整合状态的交互数据。在经过数据整合后,对交互数据进行迭代搜索,查询不同类别的交互数据监测模式,达到模式优化的目的^[9]。

2 基于 Modbus 通信协议的智能变电站安全监控交互数据监测

2.1 基于 Modbus 通信协议的数据消息帧格式处理

利用 Modbus 通信协议针对智能变电站安全监控交互数据的状态进行整体控制处理。将通信协议中的交互数据转化为系统信息化数据的通信模式,并在主站中控系统内部设置射频芯片,以便处理无线通信状态下的交互信息^[10]。检验数据消息帧的存储模式,利用交换机和运动机完善覆盖在变电站中的通信状态,构建消息数据自动验收系统,其系统如图 2 所示。

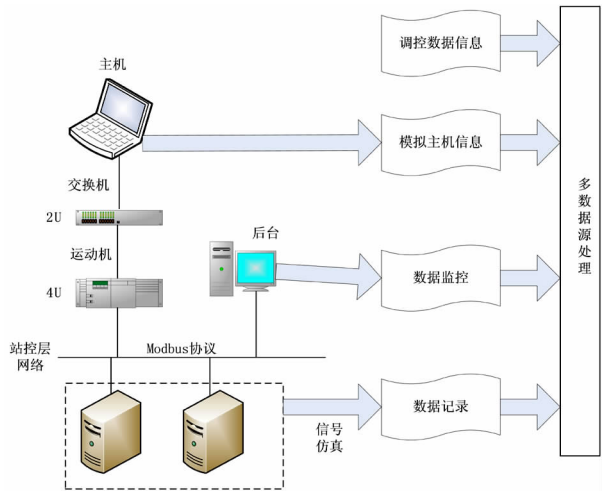


图 2 消息帧信息自动验收系统

在验收系统中,调整消息帧的交互初始位置,并发射仿真信号,及时记录消息帧的运动状态,设置状态记录公式:

$$F(z) = q + (\lambda^2 - 1) \times (\sqrt{d} + 1)$$

(6)

式中, $F(z)$ 表示记录的交互数据状态参数; q 表示交互初始位置参数; λ 表示仿真信号发射时间; d 表示消息帧的运动轨迹参数。选定数据消息

帧的记录位置,并标记该点信息,集中收集相同频率的消息帧格式,设置中心控制主站平台对收集的格式信息进行匹配处理^[11]。当系统平台读取到错误的消息帧数据时,平台将自动调节消息帧信息,并将调节后的信息完整传输至数据监测信息化总线中等待后续处理。

2.2 数据监测信息化总线结构构建

智能变电站安全监控交互数据在监测的过程中需要经过控制器的总控制,并在实际控制的同时连接不同端口的信息总线。在控制器与现场变电站电气设备控制之间,需连接 Moudbus 通信协议总线,并按照端口的类型管理数据屏蔽机制,设置类型管理表达式如下:

$$H_c = G_m + [(v_n - 1) \times D_i^t]$$

(7)

式中, H_c 表示管理后的数据类型参数; G_m 表示端口类型; v_n 表示控制器与电气设备之间的连接点信息; D_i^t 表示信息总线位置。在连接数据监测信息化总线后,设置内部电路管理平台,并整合总线结构,构建信息化总线结构图如图 3 所示。

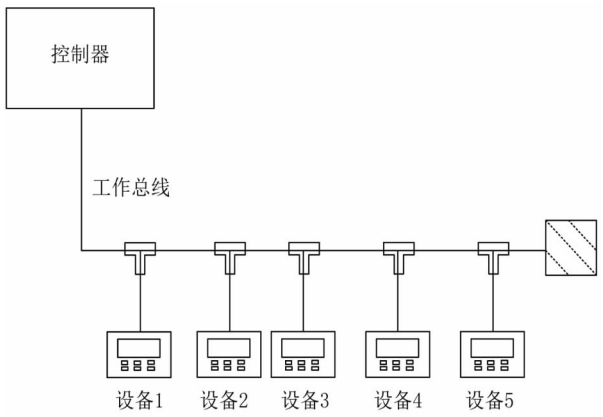


图 3 数据信息化总线结构

匹配中心系统的控制总线参数,加强对交互数据的双重管理力度,提取内部监测数据,扩展主站字节地址,在信息化线路构建的同时调节不同区域的数据流动路径,通过坐标变换的方式将电器设备中的字节信息转化为数据系统监测机制,由此实现整体信息化总线通信结构的构建^[12]。

2.3 数据在线监测

将信息化总线通信结构中的数据完整提取至智能数据诊断中心,并经过标准以太接口将数据与在线监测系统连接,实时将诊断结果传输至监测平台^[13]。使用站控层网络收集智能诊断中心传输的电文信息,并收录电文数据,标准化处理数据内部

结构信息,将数据按照监测类型划分为不同的监测区域,并实时显示整体变电站的光纤链路状态^[14]。在保存初始信息的基础上扩展后期监测数据,并在线评估信息系统的状态,避免数据监测的失误。根据在线监测特点,设置相关监测公式如下:

$$P_n = \frac{W_z + W_x}{W_z - W_x} - \sqrt{e}$$

(8)

式中, P_n 表示在线监测参数; W_z 表示内部数据结构信息; W_x 表示后期监测数据。根据监测的结果调整整体交互数据状态,并合理分配状态参数,对参数结果进行校验处理^[15]。分析不同监测区域的数据差异,进而提升数据监测的精度。其监测校验图如图 4 所示。

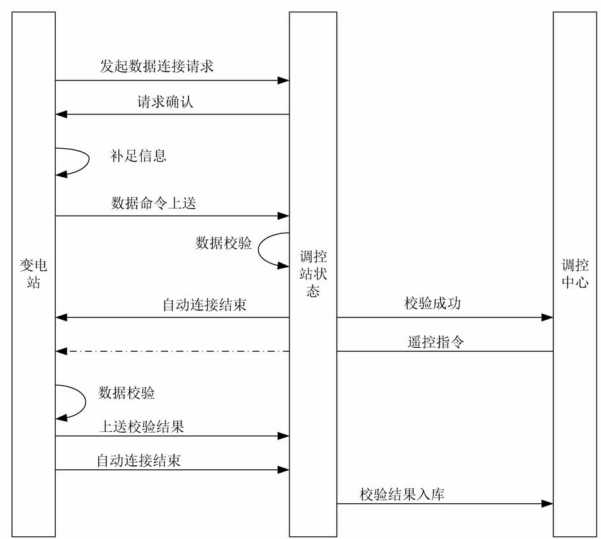


图 4 在线监测校验

根据监测的结果调节整体监测结构,达到在线监测的目的。

3 实验研究

3.1 实验设计

为有效验证基于 Modbus 通信协议的智能变电站安全监控交互数据监测方法的科学性,需对其进行实验检测。在智能变电站的主站中设置两个数据信息传输客户端,并将其中一个客户端转化为只读模式,控制数据调节变量。另外一个客户端保持为只写功能,并在实验端口安装客户端信息监控装置。管理实验端口的调试模式,将需要进行编程的信息全部收录至主站系统中,选择较为小型的以太网端口作为数据交换的主要接口,并将以太网端口作为数据接入口,在信息编程的过程中,向主站

系统输入 25 个字节长度的信息帧,并构建整体实验流程,如图 5 所示。

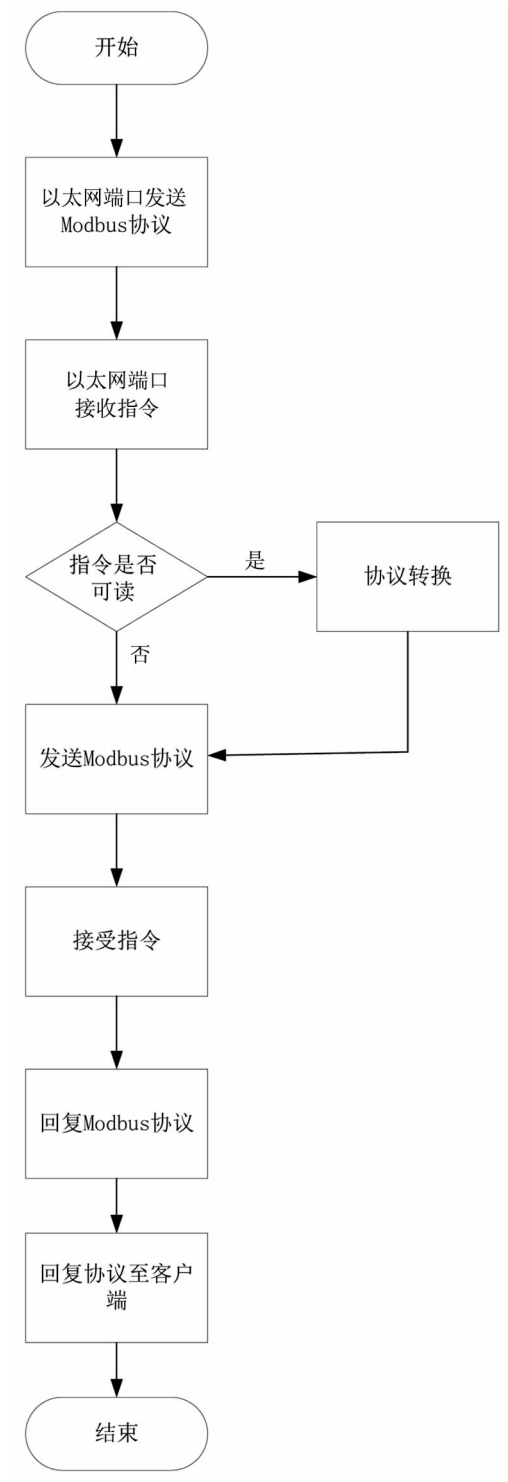


图 5 整体实验流程

在经过上述流程的数据处理后,统一设置以太网的网络存储模式,并自动匹配数据网址,启动中枢运行程序,当收到中心数据请求后,将指令发送至实验研究平台,并分别测试所研究的方法与其余方法的监测效果,并获取相应的对比实验研究

结果。

3.2 实验结果与分析

3.2.1 数据监测耗时分析

控制智能变电站主站发送信息的帧格式保持一致,在主站实现数据信息发送后,等待数据响应,并实现数据只读指令,在完成信息等待后,发送的信息真格式为 03 05 08 16 XX XX。通过字节计算公式获取当前字节数,其表达式为:

$$N_k = N_s + N_v + N_b + N'_a + N'_i \tag{9}$$

式中, N_k 表示总体字节数量; N_s 表示主站传输的字节数量; N_v 表示接收站字节数量; N_b 表示数据响应时间; N'_a 表示子站接收指令数量; N'_i 表示字节传输速率。

将字节与监测图像相结合,并取得数据监测耗时信息,如表 1 所示。

表 1 监测数据耗时对比

监测方法	监测传输 字节数量	监测耗时 /ms
基于 Modbus 通信协议	60.12	18.5
	85.93	23.5
	96.74	27.8
基于多级多网并行校核理论	60.12	33.2
	85.93	45.6
	96.74	61.7
基于模块化思想	60.12	34.1
	85.93	41.9
	96.74	55.8

根据表 1 可知,当监测传输字节数量为 60.12 时,基于 Modbus 通信协议方法的监测耗时为 18.5 ms,基于多级多网并行校核理论方法的监测耗时为 33.2 ms,基于模块化思想方法的监测耗时为 34.1 ms。由此表明,所研究方法的监测数据耗时较短,监测效率较高。

3.2.2 数据监测频率稳定性分析

进一步研究数据监测的频率图像,其频率对比图如 6~图 8 所示。

根据图 6~图 8 可知,所研究的监测方法的频率图像较为平稳,不存在数据信号丢失的情况,监测效果最好。基于多级多网并行校核理论方法的数据频率稳定性较差,存在部分信号丢失的现象。基于模块化思想方法的数据频率明显不稳定,且信号丢失现象出现频率较高,监测效果较差。

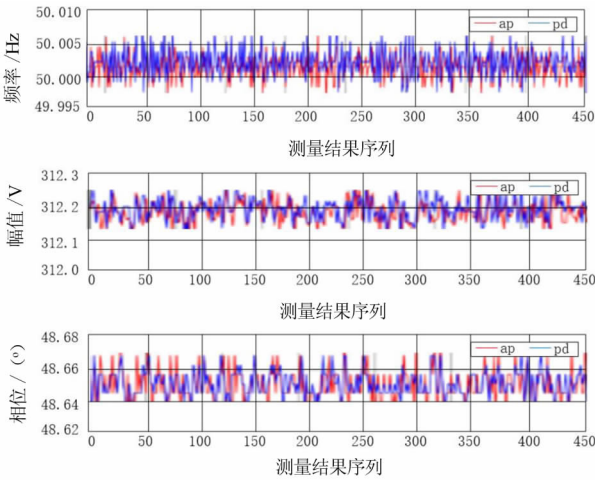


图 6 基于 Modbus 通信协议方法的监测频率图

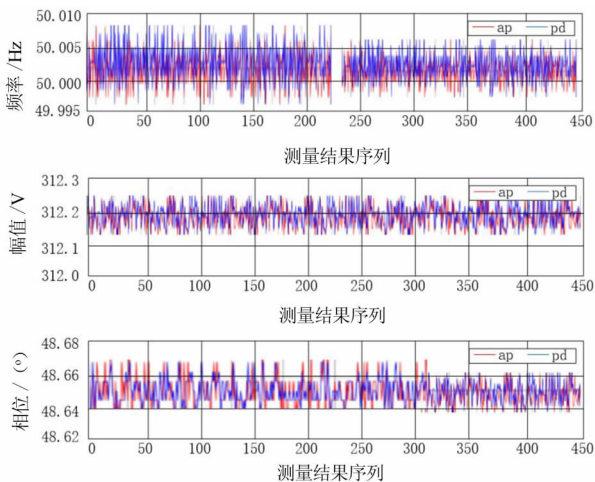


图 7 基于多级多网并行校核理论方法的监测频率图

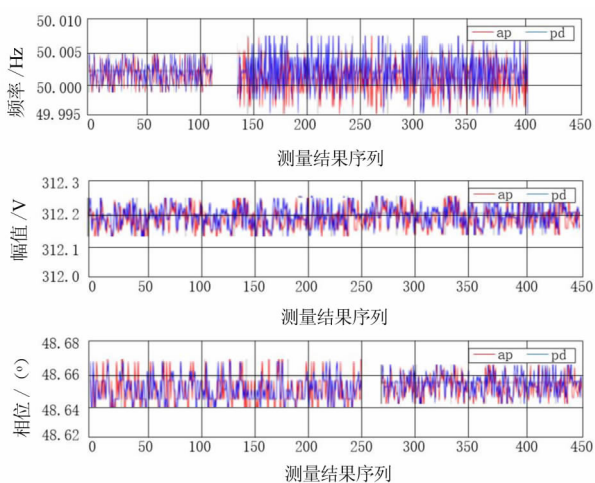


图 8 基于模块化思想方法的监测频率图