

三相智能电表计量检定系统的设计与实现

张伟静

长治市综合检验检测中心, 山西 长治 046000

[摘要] 仪器仪表在日常运行管理中, 容易产生机械磨损以及器件老化等问题, 随着时间推移, 设备性能也产生明显变化, 为此需要加强设备检定研究, 借助三相智能电表计量检定系统能够及时发现设备问题, 保障设备稳定运行。文章先分析了三相智能电表计量检定系统整体设计方案, 随后介绍了三相智能电表计量检定系统设计与实现, 包括系统硬件、软件设计以及系统通讯方案, 希望能给相关人士提供有效参考。

[关键词] 三相智能电表; 计量检定系统; 实际策略

DOI: 10.33142/hst.v6i6.9781

中图分类号: TM933

文献标识码: A

Design and Implementation of a Three-phase Intelligent Electricity Meter Calibration System

ZHANG Weijing

Changzhi Comprehensive Inspection and Testing Center, Changzhi, Shanxi, 046000, China

Abstract: In daily operation and management, instruments and meters are prone to problems such as mechanical wear and aging of components. Over time, equipment performance also changes significantly. Therefore, it is necessary to strengthen equipment calibration research, and use the three-phase intelligent electricity meter measurement and calibration system to timely detect equipment problems and ensure stable operation of the equipment. The article first analyzes the overall design scheme of the three-phase intelligent meter measurement and verification system, and then introduces the design and implementation of the three-phase intelligent meter measurement and verification system, including system hardware, software design, and system communication scheme, hoping to provide effective reference for personnel.

Keywords: three phase intelligent electricity meter; metrological verification system; actual strategy

引言

智能电表作为社会生产和居民日常生活中用电结算的重要度量工具, 相关量值准确性会直接影响供电企业和用户实际利益, 而传统检定装置主要以人工现场操作为主, 整体任务量较大, 检测效率过低, 最终检定结果容易产生错漏问题, 无法满足检定工作要求, 为此需要结合三相智能电表基础检测原理, 优化设计自动检测系统。

1 三相智能电表检定系统综合设计

三相智能电表计量检定系统相关硬件主要按照模块化形式进行设计, 涵盖多种模块、部件构成, 核心部分为硬件电路、传动装置以及电压检测单元, 检定系统对应机械部分涵盖智能上下料、自动化周转箱运输、表计智能检测和检定后处理, 此次系统设计主要基于 PLC 系统作为驱动力, 支持电气调控。立足于技术层面分析自动检定系统, 可应用于电能表检定方面充当自动化控制和计算机系统。借助自动检测元件、采样设备以及模数转化系统朝自动化系统传送调控信号, 自动专机通过 PLC 编辑程序实施合理调控, 科学调控开关量逻辑, 并针对传感信号实施多元操作, 主要包含信息反馈处理、远程信息采集等, 从而提升系统运行稳定性^[1]。

软件系统设计涵盖多种层面内容, 主要涵盖检定执行

软件、系统管理软件等, 不同软件模块互相协同运行, 促进管理平台各项功能顺利实现, 达到预期管理目标。机器人利用夹爪在检定线中放置待校验表计, 按照标准程序通过外观、压力、软件编程、封表、预置 IC 插卡、粘贴标签、扩展功能检定等操作单元。在结束整个过程检定后将被检验表计抓取送返仓库。电负荷采集装置借助以太网实现全面连接, 对现有调控单元进行不断补充完善。此外, 将检定方案快速传送到核心调控模块, 该模块基于调控中心命令正式运行。结束运行后向调控中心快速传输结果, 快速更新自动检定信息。此次系统设计中基于分区域、智能化、自动化相关设计理念, 按照科学、稳定、合理原则进行设计。按照模块化进行系统设计, 保障不同单元模块独立运行、支持集中调控, 促进系统设计实现电能表自动、智能检定目标。

2 三相智能电表计量检定系统的设计与实现分析

2.1 系统硬件设计实现

计量检定系统设计中主要以自动化机械电子控制为主, 利用这一技术能够支持智能电表实现智能化、自动化控制, 改变电表检定传统模式, 提升整体检定效率, 缩减劳动力投入。检定系统相关硬件设计以及实物结果具体如下图所示:

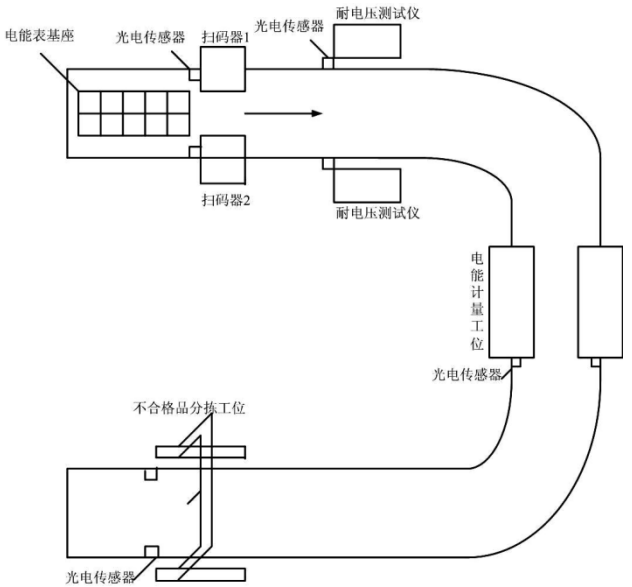


图1 检定系统硬件组成设计和实物

电压测试模块设计中,结合电能表相关国家检定标准要求,实施电压检测中,应该调节加载电压至规定试验电压,随后细致观察飞弧、火花现象。具体测试流程如下:在电压检测单元内放置待检电表,并做好设备接线,连通试验电压,按照基础检定流程做好不同表位试验,实际实验中重点观测火花、击穿现象,及时切断电压。系统开展耐压检测中,基于物理隔离区域设置施压工位,提高试验安全性,在绝缘罩外全面隔离试验区,实验中警示灯能够进行连续指示,提醒技术人员保持警惕。

传动装置方面,此次设计检定系统流水线所用传动装置主要以步进电机充当核心驱动,传统系统内设计十个表位检定位。步进电机基础运行原理是把设备脉冲信号进一步转化成电机位移响应,基于主机脉冲支持表托精准传输、定位。

系统电源电路设计中主要以 RS485 总线通信电路设计为主,RS485 总线通信核心功能是支持主控系统和交流伺服电机进行顺畅的信息交互,两个系统关联不大。综合

考虑交流伺服电机整体运行电压较高,立足于系统稳定、安全发展层面此次针对通信电路按照隔离通信模式进行设计^[2]。



图2 电压检测模块实物

2.2 系统软件设计实现

此次基于 KEIL5.0 平台针对 STM32 单片机相关软件程序进行综合编译、调试和编写,系统相关工程软件基于 C# 环境进行编写。

软件功能需求设计如下,检定系统软件应该针对智能电表整个自动化检定流程实施全面控制,并确保系统软件和检定流水线硬件之间协调配合,确保各电表检定完成各项指标,支持智能电表实施参数调整、密钥修改。此外,还需要实时监控流水线检定系统的运行状态,优化硬件控制,配合系统软件促进智能电表顺利实现传输、外观、接线检测、插卡、封印、拆线以及装箱等基础功能。

电能表检定系统软件结构设计中,主要分为管理、调控、检测判定三种部分。软件设计中不能单纯限制在单独界面控制当中,还需要基于平台思维实施优化设计,减轻不同设备干扰,优化系统综合性能,简化系统操作。系统外接端口涵盖数据分析、读取、检测、存储和部门信息流通等操作功能。系统内部接口应该做好电能表检定、运输、判定等环节的信息集合。

控制系统软件综合设计,基于多种程序配合构建基础检定系统,具体功能程序软件分为主控、检定执行、工控以及数据库等单元软件,不同单元模块保持独立运行,在系统内协同运行。智能表检定环节,从抓取电能表至传输线到结束所有检定脱离流水线,各项操作都无法脱离软硬

件互相配合协调。具体运行流程如下：主控系统控制下成功抓取电能表放入流水线，随后经流水线传输到目标检测部位，在进入指定工位后，工控软件系统扫描电能表对应信息码，录入数据，经信息识别后安全存储同时将其传输至检定系统服务器。结束上述操作流程后，执行单元把电表传输至检定点位，对电表实施常规检定，系统检定中通过工控端传输检定结果，并在数据库内合理存储。最后，通过执行单元在检定位中撤离电能表，开始下一检定流程，不断循环往复到介绍整个流程。

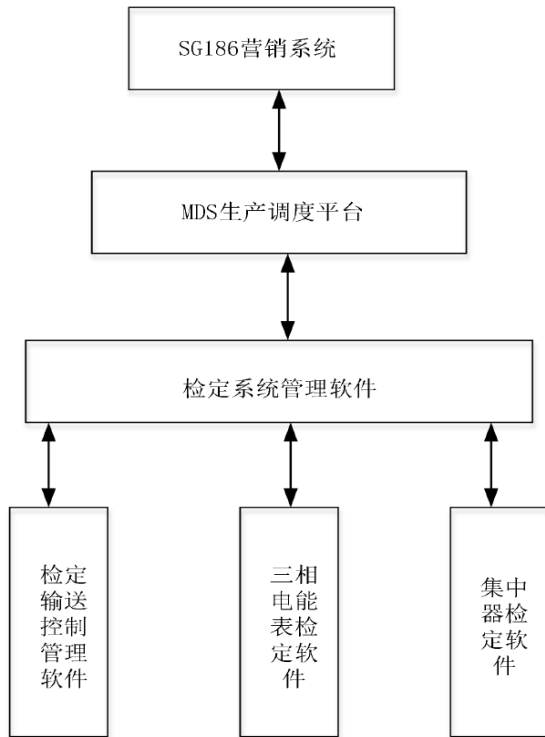


图3 检定系统软件结构图

主控程序设计中，各个电表检定工序对应入口分别配置对应主控单元，主要目标是便于主控单元记录进表数量，登记环节和公共空端互相配合扫码，顺利录入相关信息。除此之外，主控单元另一核心功能是将检测达标电能表主控单元顺利传送到下个项目检定点，一旦发现不达标电表，即刻将其从检测流水线中推出。主控单元除了能够把智能电表推入流水线检定，同时还需要对电表夹取相关操作进行控制，确保电磁阀精准实施电表夹取活动，放入目标检定位。

检定执行程序实际中，由检定系统内部主控单元对智能电表实施扫码，采集、整理、存储相关信息，介绍电表检定后将其传输至流水线开启下一阶段检定，主控单元经过电表夹取后，由执行单元精准定位，传输至检定表位，结束所有检定项目后自动退出表计，并传送到下个检定位。结合自动检定系统相关执行模块分析能够发现，启动检定系统时，需要率先针对系统进行初始化，主要涵盖时钟系

统、I/O 接口、通信接口以及时钟参数等方面的初始化，系统结束一系列初始化后，经执行模块朝工控端以及主控软件传输准备信号，经 CAN 总线发送信号，电表在接收信号后开始检定工作，并对具体检定进度进行全面监测。检定系统对应工控端软件运行流程如下：工控端接收从 CAN 通信端所传输进表信号，随后电能表基于流水线运输转入检定位，检定位内光电感应器可以对电表进入进行实时感应，同时于电表进入后即刻开启挡板来定位进入电表，等待传输位中各项电表全部找准检定位后，通过挡板把电表统一推进检定接口，随后系统将检定硬件顶针下放，自动接线，实施同步检定，结束所有检定工作后，会把相关运行数据传送至工控端，随后便可对检定线路进行拆除，最后从检定位置退出电能表，经流水线传送到下个检定位。

工控端软件设计方面，检定系统对应工控端在自动检测电能表中主要负责对电能表检定程序进行综合调度，同时负责传输流水线信息。工控端内通讯离不开服务器和执行器彼此数据交互，下行控制负责实时控制流水线内电能表，实时传输控制结果。开始运行自动检定系统后，启动服务器相关角度流程，对内部总控参数实施全面初始化，随后系统工控端实施系统登录连接。启动系统后，主控和执行模块分别检查各自管理范围硬件设备状态，并向系统工控端传输自主检测结果，发送到服务器。系统待检硬件设备准备好后，服务器便会发送命令，耐压工序开始推入电表进行检测，结束耐压测试后实施退表处理，实施下一检定操作。工控端调度操作实现方面，工控端口对自动化检定模块、主控单元以及数据服务器等不同系统关系进行合理协调，这也是支持自动化检定调度的核心，由于电表检定任务量较大，会形成大量检定数据，需要基于 SOCKET 通信把数据上行传输到服务器数据库，下行支持 CAN 端总线通信。工控端在系统调度环节，普遍会随服务器进表操作实施，进表中需要对不同进表表位实施全面监测。具体操作流程为系统工控端采集操作命令，上传至系统主控单元，随后由主控单元实施电表抓取、转移、放置，流水线中设置电能表后，工控端会扫描录入相关信息，并在数据服务器内进行安全存储，电能表检测达标后，工控端会记录上传各项检定步骤，并从流水线及时清除低质量电能表。待结束所有电能表检测后，工控端将检定结果传输至服务器，实施电能表退表处理^[3]。

2.3 系统通讯方案

检定系统相关通信模块主要负责对检定系统实际检测状态进行信息传输，现有智能表对应检定系统具体通信方案以无线通信、以太网通信、S-232 通信等方式为主，其中 RS-232 通信在实际操作运行中存在一定缺陷，比如系统定位无法达到精准度要求，需要进行各项外部操作，同时对应接口形状会从某种程度上降低人工处理便捷性，延长检定时间，降低检定效率。此外，该通信系统为六针

接线口, 接线口狭长但脆弱, 在长期运行中容易产生变形问题, 阻碍后续应用, 扩大维修复杂度。GPRS/CDMA 无线通信广泛应用于智能电表检定领域, 其主要优势是能够降低硬件替换成本和人工成本, 但在网络自动化接驳方面依然存在某些问题, 比如需要人工拧紧螺丝与翻盖操作, 降低效率, 同时基于 SIM 卡进行通信, 在卡槽内放置 SIM 卡环节耗时耗力, 容易损伤卡槽或通信模块。综合对比上述通信方案应用现状和优缺点, 最后选择无线公网这一信息传输方案。作为可持续运行检定线路, 需要服务于检定系统以升级功能, 基于单一控制系统预留下载更新接口。此次设计中, 利用流水线网络拓扑结构, 基于 CAN 总线设计多级程序远程升级方案, 基于两端程序促进系统升级^[4]。

3 结束语

综上所述, 在电力产业持续建设发展中, 各个地区开始推行智能电表更新替换工作, 进而实现全费控、全采集、全覆盖等目标。随着智能电表数量持续扩大, 传统检定工

作却无法匹配实际需求。为此需要积极引入先进技术, 加强三相智能电表计量检定系统设计研究, 提高系统检定效率, 保证最终检测结果准确性和科学性。

[参考文献]

- [1] 吴松泽, 张晨. 基于拟牛顿算法的电网智能计量与校准方法研究[J]. 电子设计工程, 2023, 31(11): 125-128.
- [2] 杨茂涛, 杨静. 负载不平衡与电压波动对智能电表计量误差的影响研究[J]. 计量与测试技术, 2022, 49(11): 37-42.
- [3] 陈丽丹, 马永良. 基于广义交叉验证和吉洪诺夫正则化参数的智能电表计量异常识别方法[J]. 南方电网技术, 2023, 17(5): 125-133.
- [4] 付文杰, 尚晓明. 基于混合粒子群优化的智能电表计量多维数据聚类方法[J]. 制造业自动化, 2022, 44(7): 174-178.

作者简介: 张伟静(1986.6—), 女, 山西省长治市人, 汉族, 本科学历, 助理工程师, 从事计量检定工作。