

一种微机型自动测试仪智能检定系统

万信书¹ 吴 强¹ 林道鸿¹ 朱望诚¹ 李东升²

(1. 海南电网有限责任公司电力科学研究院, 海口 570311;
2. 北京博电新力电气股份有限公司, 北京 100176)

摘要 本文针对微机型继电保护试验装置和交流采样校验仪的检测具有检测过程复杂、检测精度要求高、常规检测方法效率低等问题，对微机型继电保护试验装置和交流采样变送器校验仪的检定进行研究和开发。首先对检定系统的组成及原理进行了设计开发，通过与微机型继电保护试验装置、交流采样变送器校验仪及高精度交直流表的通信完成整个闭环系统的理论实现，通过对高精度交直流表、自动切换装置、自动调节负载等硬件模块的架构来完成智能检定系统硬件平台的开发。软件平台通过二次开发平台完成针对不同测试项的测试方案及测试报告的编辑设计，通过测试仪驱动模块完成模拟量电压、电流的输出以及与高精度表通信完成测量量的读取，智能完成测量误差的计算、测试报告的生成，实现了对微机型继电保护试验装置和交流采样变送器校验仪的智能检定。实际应用表明，该系统可把工作效率提高数十倍，解决了送检效率低和送检时间长的问题。

关键词：微机型自动测试仪；自动检测；智能检定

Research and Development of Integrated Intelligent Verification System for Microcomputer Automatic Tester

Wan Xinshu¹ Wu Qiang¹ Lin Daohong¹ Zhu Wangcheng¹ Li Dongsheng²

(1. Electric Power Research Institute of Hainan Power Grid Co., Ltd, Haikou 570311;
2. PONOVO Power Co., Ltd, Beijing 100098)

Abstract The verification of microcomputer-based relay protection tester has the characteristics of complex detection process, high precision of detection and low efficiency of conventional detection method. In this paper, the comprehensive intelligent test of microcomputer-based relay protection tester is researched and developed. First of all, the composition and principle of the verification system were designed and developed, and through the communication between the relay protection tester and high-precision AC-DC table to complete the entire closed-loop system. The hardware platform is designed to complete the hardware structure of the intelligent verification system itself. The hardware requirements of the intelligent test module are completed by high precision AC-DC table, switching device, automatic adjustment load and other hardware modules. The software platform completes the editing of the test scheme and the test report for different test items through the secondary development platform. Through the tester driving module, the software output of the analog voltage and current is completed, and through the high-precision table communication, the measurement reading, measurement error calculation and test report generation were completed intellectively. A comprehensive protection test of the relay protection tester was realized.

Keywords: microcomputer automatic tester; automatic tester; intelligent detection

微机型自动测试仪包括微机型继电保护试验装置和交流采样校验仪。微机型继电保护试验装置的

应用大大提高了继电保护装置的检测水平和检测效率。目前，国内各电网公司或电力相关科研院所对

微机型继电保护试验装置的相关参数,如稳态参数、暂态参数和时间测量准确度等测试的方法还停留在人工测试阶段,由于国内外微机型继电保护试验装置生产厂家众多,通信规约不统一,各型号的测试仪电压、电流通道数量不一,检测任务大多采用手动的方法,导致测试程序繁琐,工作效率低,工作强度大。近年来,随着继电保护技术的飞速发展,提高对继电保护测试仪的检测水平已迫在眉睫^[1],因此,非常需要一种专用继电保护测试仪检定装置,使继电保护测试仪的检定精确且操作方便^[2]。

本文主要针对电力系统交流采样测试仪和微机型继电保护试验装置,研发一种集测试微机型自动测试仪和交流采样测试仪的稳态参数、暂态参数等众多质量参数于一体的新型的综合智能检定系统。该系统解决了送检仪表滞留时间长的问题,提高仪表的送检率、检验部门的检测水平以及用户的自动化仪表应用水平,从而间接提高现场自动化设备的可靠性和电网的安全稳定运行水平。

1 系统的组成以及原理

1.1 测试参数及技术要求

系统设计的针对微机型继电保护试验装置和交流采样测试仪的检定内容的相关性能参数可以被分为以下3类。

1) 稳态参数。主要包括微机型继电保护试验装置的输出电压、电流的准确度,总谐波畸变率,直流分量、移相范围、幅频特性等^[3]。

2) 暂态参数。包括电压、电流的响应速度、同步性等。

3) 时间测量准确度。被测微机型继电保护试验装置开入、开出硬接点的响应时间,保护动作时间测试时间精度的测试等。

1.2 检定系统的组成

检定系统由综合智能检测硬件平台、综合智能自动检测软件以及被测微机型继电保护试验装置/交流采样变送器校验仪3部分组成如图1所示。本系统为依据《DL/T 624—2010 继电保护微机型试验装置技术条件》、《Q/GDW 1153—2012 微机型继电保护试验装置校准规范》和准备拟定的《综合自动化测试仪检测技术导则》而研制的专用的微机型自动测试仪检测系统。本系统设计的程控电子切换电路,可以根据检定任务在继保测试仪检定与交流采样测试仪检定装置之间切换,实现功能的二合一和

优势互补;这极大地增强了检定系统的扩展性和通用性,实现测试仪众多技术参数的一次性全自动智能检定。

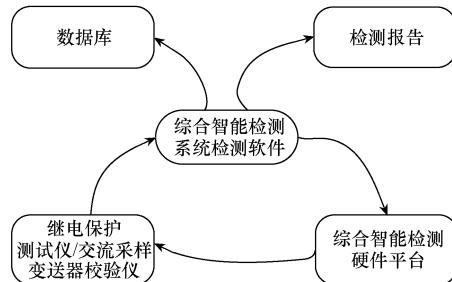


图1 检定系统的组成

1.3 检定系统的原理

检定系统的基本原理:为检定系统整体架构图如图2所示。被测微机型继电保护试验装置/交流采样变送器校验仪通过电压、电流线与综合智能检测硬件平台连接;硬件平台、测试端PC以及被测微机型继电保护试验装置/交流采样变送器校验仪通过HUB连接检测网络环境。切换装置根据具体的检测功能自动切换负载、微机型继电保护试验装置检定装置测量系统、高精度交直流表。

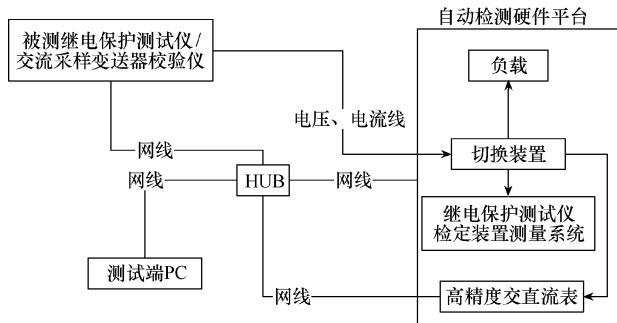


图2 检定系统整体架构图

2 检定系统硬件平台设计原理与实现

综合智能检测硬件平台由微机型继电保护试验装置自动检测装置、COM3003高精度交直流表以及自动可调负载三部分组成。

微机型继电保护试验装置自动检测装置可以实现微机型继电保护试验装置的定期检测和对微机型继电保护试验装置的性能评价、测试数据的记录与分析、测试报告的生成等。由于微机型继电保护试验装置的准确度规程要求为0.2%,所以自动检测装置的准确度必须为0.05%以上,因此,高精度的标准互感器是此系统设计的关键^[4]。

COM3003高精度交直流表主要实现交流采样

校验仪的精度测试，由于交流采样变送器校验仪的准确度要求为 0.5%，所以高精度交直流表的准确度至少为 0.1%，此项目选用的表计为精度为 30×10^{-6} 的高精度交直流表，能够完成交流采样校验仪交直流出准确度的检定、谐波准确度的检定等，完全满足对交流采样校验仪的检定要求。又由于 COM3003 电压测量的范围为 30~500V，所以针对 30V 以下的需进行量测的电压值，开发一款电压放大装置，使小信号放大到能够进行量测的范围，再来进行测量，合理分配各误差源的误差比重能有效的降低系统的总误差^[5]。自动可调负载可以通过上位机进行自动控制，自动完成负载的调节、全自动完成带载能力的测试。图 3 为硬件原理图。

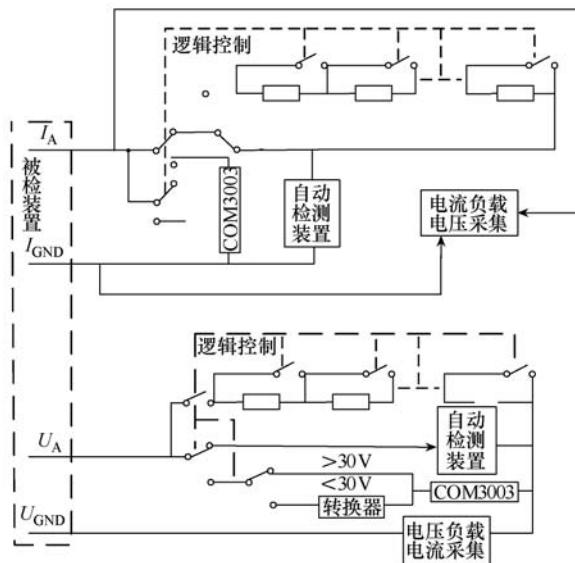


图 3 硬件原理图

3 检定系统软件平台设计原理与实现

减少或避免人工干涉，检测过程的可视化、检测报告输出实施化，具有良好的可扩展性和兼容性^[6]，是本软件的设计思路和宗旨。

3.1 软件系统整体架构

综合智能自动检测软件安装于测试终端（测试机或个人 PC）内。在本自动测试系统的软件架构上，采用模块化和结构分层的设计思想，软件整体架构如图 4 所示，在层次结构上分为系统二次开发平台层、硬件接口层和自动测试层。

二次开发平台层包括检测方案二次开发平台，为微机型自动测试仪测试方案的二次开发系统，实现根据微机型自动测试仪的检定规程和标准进行二次开发，编辑测试方案；硬件接口层包括微机型继

电保护测试仪/自动化测试仪驱动模块、微机型继电保护试验装置检定装置通信模块以及 COM3003 高精度表通信模块；自动测试层包括自动检测控制程序。

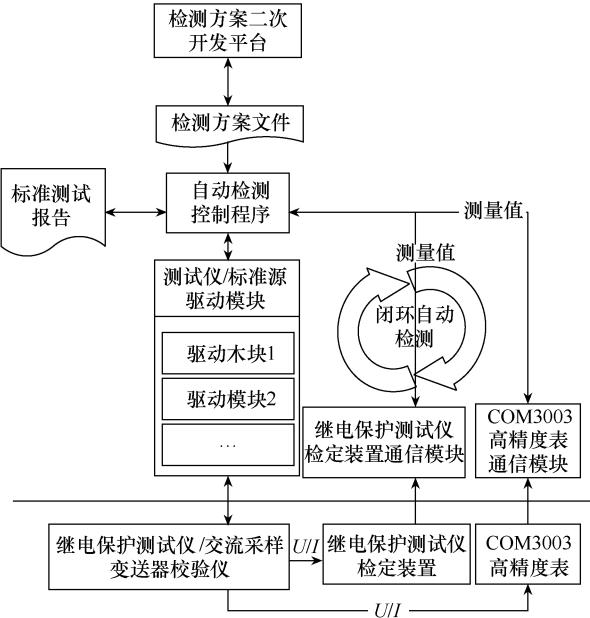


图 4 软件整体实现架构图

3.2 检测方案二次开发平台的设计

检测方案二次开发平台能够根据微机型继电保护试验装置、自动化测试仪的检测规程和标准编辑检测方案。检测方案文件包括两个部分，即检测模板文件和报告模板文件。检测模板文件定义了测试仪检测项目和检测流程，通过测试模板编辑程序来编辑；报告模板定义了自动生成的标准格式的检测报告，通过报告模板编辑程序来编辑。

3.3 硬件接口层

硬件接口层的测试仪/标准源驱动模块通过各测试仪/标准源厂家开发驱动模块，驱动模块开放相同的接口（可以为 COM 接口，也可以为 DLL 接口）供自动检测程序调用。

本文将测试仪驱动接口进行标准化，主要通过 StartTest、StopTest 等接口函数来实现；还将测试仪输出功能进行标准化，包括对微机型继电保护试验装置的相关参数如稳态参数（如微机型继电保护试验装置输出电压、电流的准确度、总谐波畸变率、直流分量、移相范围、幅频特性等）、暂态参数（如电压、电流的响应速度和同步性）和时间测量准确度（继保测试仪检测被试继电器、保护及安全自动装置动作时间的准确度）等输出功能。

微机型继电保护试验装置检定装置通信模块与

微机型继电保护试验装置检定装置通信，读取微机型继电保护试验装置检定装置的测量值、控制微机型继电保护试验装置检定装置切换测试仪/标准源进行通道接线、控制微机型继电保护试验装置检定装置进行负载切换控制。

COOM3003 高精度表通信模块与 COOM3003 高精度表进行通信，读取标准表的测量值。

3.4 自动测试层的设计

自动检测层为自动检测控制程序。自动检测控制程序打开检测方案文件，根据检测方案文件定义的检测流程依次执行各检测项目的检测，自动控制测试仪/标准源输出模拟量，自动与微机型继电保护试验装置自动检定装置/COM3003 标准表通信，读取测量值，并根据输出的标准值、测量值计算误差，判断检测是否合格，并自动填写检测结果到报告中，形成标准格式的测试报告。检测过程中，控制微机型继电保护试验装置自动检定装置自动切换测试仪/标准源通道与 COM3003 表之间的接线。

以上这种高度模块化的软件设计方案简化了测量软件设计^[7]。

3.5 整体检测流程

1) 自动测试层中的自动检测控制程序加载由检测方案二次开发平台编辑生成的检测方案文件。

2) 硬件接口层中的测试仪驱动模块根据自动检测程序下达的参数命令驱动测试仪的输出。

3) 硬件接口层中的微机型继电保护试验装置检定装置通信模块和 COM3003 表通信模块读取自动控制程序中的数据，并将测试结果录入到标准测试报告中。

4 系统应用情况

微机型自动测试仪的综合智能检定系统于 2017 年在海南电力试验研究院进行了实际现场应用，在应用中实现了对微机型继电保护试验装置和交流采样测试仪的全自动检测，并且针对于被测微机型继电保护试验装置和交流采样测试仪自动生成了测试报告。系统应用表明：采用手动测试的模式，单台测试完所有测试项目的时间可达 8h，采用本系统全自动测试的方式后，测试完所有测试项目仅需 2h，测试时间缩短了 6h，测试效率提高了 4 倍。测试效率化分析见表 1。

表 1 测试效率化分析

测试模式	测试数量/台	测试时间/h	效率分析
手动测试	1	8	测试效率提高了 4 倍
全自动测试	1	2	

此系统的应用大大提高了测试效率，解决了送检周期长和测试效率低的问题，为日后的周期检定和入网检测打下了良好的基础。

5 结论

微机型自动测试仪综合智能检定系统的研究与应用，能对继电保护及交流采样校验仪进行多项技术参数的自动检测，并自动生成检定报告，为缩短被检仪表的送检周期提供了设备保障。解决了送检仪表滞留时间长的问题，提高了仪表的送检率和检验部门的检测水平和用户的自动化仪表应用水平，从而间接提高现场自动化设备的可靠性和电网的安全稳定运行水平。

参考文献

- [1] 周勤, 胡海梅, 陈克绪. 微机型继电保护试验装置检测装置的研发[J]. 自动化仪表, 2012, 33(4): 52-54.
- [2] 王磊. 微机型继电保护试验装置检定装置的研究与实现[D]. 南昌: 南昌航空大学, 2010.
- [3] 袁瑞铭, 赵景京, 丁恒春, 等. 微机型继电保护试验装置检测技术研究[J]. 华北电力技术, 2007(6): 30-33.
- [4] 李振华, 李红斌, 张秋雁, 等. 一种高压电子式电流互感器在线校验系统[J]. 电工技术学报, 2014, 29(7): 229-236.
- [5] 胡华波, 武建文, 张路明, 等. 电信号有效值测量综合误差分析与模型[J]. 电工技术学报, 2012, 27(12): 172-177.
- [6] 罗忠游, 李俊庆, 孙谊媚, 等. 电能质量监测装置自动检测平台研究[J]. 电气技术, 2017, 18(5): 97-100.
- [7] 刘忠琛, 杨秋生, 朱瑞民, 等. 一种新型数字式电能表检定系统的研制[J]. 电气技术, 2013, 14(5): 97-99.

作者简介

万信书 (1990-)，男，海南儋州市人，本科，助理工程师，主要从事继电保护及自动化专业技术工作。