

# 基于测试模板的继电保护装置自动测试技术研究是实现

郑新才<sup>1</sup>, 丁卫华<sup>1</sup>, 韩潇<sup>1</sup>, 王志勇<sup>2</sup>, 郑华龙<sup>3</sup>

(1. 商丘供电公司, 河南 商丘 476000; 2. 北京博电新力电力系统仪器有限公司, 北京 100098;  
3. 长沙理工大学电气与信息工程学院, 湖南 长沙 410076)

**摘要:** 应用计算机软件和微机型继电保护试验装置软件技术, 基于继电保护装置检验规程和标准化作业指导书, 开发了继电保护装置自动测试模板, 可以自动完成保护装置的现场检验, 自动生成用户格式的检验报告。通过测试模板技术和报告模板技术, 实现了测试项目和测试方法标准化、定值导入电子化、测试参数计算自动化、测试过程自动化、试验报告生成自动化, 对于继电保护装置现场检验测试方式的改进提出了一种有效的方法。

**关键词:** 继电保护自动测试; 测试模板; 报告模板; 测试参数计算自动化; 定值导入电子化; 测试过程自动化; 自动生成检验报告

## Research and realization of autotest technology for protection relays based on test template

ZHENG Xin-cai<sup>1</sup>, DING Wei-hua<sup>1</sup>, HAN Xiao<sup>1</sup>, WANG Zhi-yong<sup>2</sup>, ZHENG Hua-long<sup>3</sup>

(1. Shangqiu Power Supply Company, Shangqiu 476000, China; 2. Power Advanced Tech Co., Ltd, Beijing 100098, China;  
3. Electrical and Electronic Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410076, China)

**Abstract:** By applying the computer software technology and the microcomputer relay test instrument software technology and the test rules, this paper develops the integration test templates of special model protector which can automatically perform the test of protector on spot and make the reports as consumer format. By utilizing test templates and report templates, it achieves the standardization management of terms and methods, electronically introduces setting value, automatically calculates the performances for test, and automatically performs the test and makes the reports. Aiming at the improvement of relay test ways, it proposes an effective method.

**Key words:** automatic test for the protection relays; test templates; report template; automatically calculate the preferences for test; electronically introducing setting value; automation of test process; automatically make report

中图分类号: TM774 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)12-0069-04

## 0 引言

随着微电子技术、计算机技术的发展和运用, 电力系统广泛采用了数字式继电保护和自动装置<sup>[1]</sup>。数字式继电保护可以实现更复杂的保护原理, 动作可靠, 调整维护简单, 不需要像电磁型和整流型保护那样花费大量的时间调试继电器的机械部分, 使得广大继电保护人员从繁重的劳动中解放出来。但是, 继电保护装置电气量动作特性的现场测试仍然沿用了传统的测试方法, 基本上还是人工操作。微机型保护测试仪技术的发展, 为继电保护测试工作提供了一种先进的测试仪器。微机型保护测试仪应用计算机运算实现复杂的测试信号, 重量轻, 使用方便, 使得保护装置测试技术有了质的飞跃。

然而, 尽管测试仪器采用了数字化, 大多数测试人员只是把微机型保护测试仪当作计算机控制的测试信号源, 测试方法还是手工操作, 测试结果靠人工记录。各地的继电保护管理部门发布的检验规程, 还仍然以人工操作方法为主。

近几年来, 数字式继电保护技术发展很快, 新的保护厂家、新型号保护装置、新的保护原理不断出现, 现场应用的保护装置种类繁多。保护测试仪厂家也出现了很多, 在一个部门可能会出现两家、三家乃至更多家的保护测试仪器。这种现状增加了保护测试人员熟练掌握保护装置和测试仪器功能的难度, 对保护装置的测试工作带来了很大的影响。另一方面, 电网的规模不断扩大, 保护设备不断增多, 电力企业改革要求减人增效, 技术人员新老交

替, 社会经济发展要求提高供电质量, 缩短设备停电时间, 保护现场测试的时间缩短, 保护测试质量要求提高。凡此种种, 相互矛盾的因素越来越多。在新的形势下, 探索一种新的规范化、标准化的自动测试技术, 提高检验工作效率, 保证检验质量, 是电力运行部门迫切需要解决的问题。

## 1 继电保护装置自动测试技术对软件平台的要求

常规的继电保护测试仪是以测试保护的单项功能原理设计的, 测试软件也是按不同的原理划分成不同的功能模块, 测试过程需要人工控制, 测试参数人工设置, 测试结果人工处理, 测试过程的人工检查和操作(如接线、投退压板)需要对照图纸和检验规程, 测试完成后需要人工整理测试报告。

继电保护自动测试技术对软件平台的要求:

### (1) 测试软件平台和功能模块技术

以往的测试软件各个功能模块相互独立, 不能同时打开和运行, 功能划分有相互重叠, 每个模块包含了用户界面、通信接口、输出监视、报警信号的全部功能。

新的软件结构应分为公用平台和功能模块两部分设计, 公用平台只包含了各个模块公用的部分。功能模块设计成动态链接库方式, 按照测试功能需要, 划分为多种不同的小模块。由于划分的功能很细, 每个模块的功能就相对简单, 接口参数很少, 便于使用。公用平台作为运行平台, 始终处于打开状态、测试功能模块以动态链接库方式调用, 随时可以打开和关闭, 结构简单、运行稳定。测试功能模块除了常用的电气量测试功能之外, 还应包含人工检查结果输入、操作提示、安全措施、接线图等模块, 可以实现现场测试的电气量和非电量检查的测试功能管理。

### (2) 测试模板管理技术

公用平台软件是以模板方式调用功能模块运行的。模板是模块调用和参数定义的格式文件, 采用字符方式编写。不同的测试功能, 通过不同的模板文件定义。测试软件的运行过程就是公用平台运行测试模板的过程。

基于测试模板技术, 可以组织测试流程, 定义测试方法, 计算测试参数, 实现自动测试过程。在一个测试模板文件中, 可以定义保护装置的全部测试功能和测试项目, 还可以给予测试人员必要的操作提示, 模板运行时, 自动连续地按预定程序执行测试, 还可以自动对结果评估计算, 对于评估结果给予提示。

### (3) 报告模板技术

对于保护装置的测试结果, 是通过试验报告进行记录的。试验报告是设备健康状况记录的法律性文件。通常的微机型继电保护测试仪软件只能提供通用的格式, 无法满足各种型号保护和不同地区的格式要求。现在大多数情况下, 都是测试人员先将测试仪的格式报告转换为字符格式, 然后再编辑, 或者用纸笔记录试验结果, 待试验结束后, 再抽时间整理。如果能直接在完成测试后, 直接生成用户自己格式的试验报告, 就可以减少测试人员的劳动强度, 消除整理测试报告的时间延时, 避免人为错误。

报告模板技术可以定义用户自己的格式报告, 定义测试结果的填写位置, 通过测试模板和报告模板的共同定义, 可以在试验结束后, 立刻自动生成用户自定义格式的试验报告。

### (4) 保护定值自动导入技术

实现自动测试的一个重要内容就是按保护定值自动计算测试参数, 保护定值的导入是很关键的步骤。如果能够将测试仪与保护装置联机通讯, 可以直接将保护装置内部的运行定值导入到测试仪。测试仪软件应该具备人工输入和导入导出电子文档格式定值单的功能。可以在进入测试现场前, 将所有运行设备的定值单形成电子文档, 在现场测试时直接导入应用。

## 2 继电保护装置自动测试技术研究过程与实现方法

基于上述要求, 选择适用的继电保护测试仪软硬件平台, 是实现继电保护装置自动测试的基础, 在此基础上才能实现要求的研究目标。

博电 PW 系列的测试软件具备以上技术特征<sup>[2]</sup>, 以博电继电保护仪的软硬件技术平台和检验规程及标准化作业指导书为基础进行了继电保护装置自动测试技术研究, 具体步骤是:

(1) 研究分析某种型号的保护装置的技术说明书、调试大纲、原理图、接线图, 深入理解该型号保护装置的检验规程的规定的试验项目、试验方法、技术要求, 选择合适的测试功能模块, 设置测试参数, 测试保护装置, 得到正确的测试结果。

(2) 按照检验规程的项目和测试程序, 编制测试模板。测试模板定义了所需要的测试功能模块、保护定值单、测试参数计算公式。

(3) 应用编辑好的测试模板, 调试保护装置。所有项目的测试结果均应符合检验规程要求。

(4) 在测试模板中添加操作提示、压板投退、

安全注意事项、测试接线图等信息, 帮助测试人员正确操作。

(5) 在测试模板中加入非电量的人工检查项目, 可以用文字提示方式给出测试项目、测试方法、技术要求等信息, 指导测试人员完成测试, 测试完毕可以将结果人工输入到结果输入栏, 结果栏可以给出预设值、选择菜单或用户自定义。人工检查的各子项可以设置为与逻辑关系运算控制, 所有各检查项全部检查完才能进入下一测试大项目。

(6) 根据检验规程或作业指导书定义试验报告格式, 在测试模板中定义测试结果数据传递到报告模板中的连接参数。

(7) 在具体型号保护装置上运行已开发的测试模板和报告模板, 检查所有测试项目是否能正确测试、测试程序是否运行稳定顺畅、提示信息是否清晰完整, 测试完毕生成试验报告, 报告的格式是否符合规程要求、内容是否完整正确。

测试模板的研究过程如图 1。

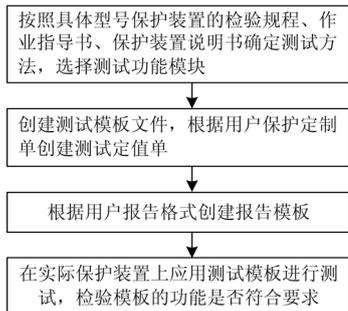


图 1 测试模板的研究过程

Fig.1 Process of research for the test template

### 3 继电保护装置自动测试系统已实现的功能和应用

按上述过程开发的测试模板和报告模板可以实现以下的功能:

(1) 按检验规程和作业指导书组织测试项目和测试流程, 确保完整正确。

(2) 测试模板执行过程中给出大量的提示帮助信息, 测试人员不需要查阅图纸就可以进行测试。

(3) 将检验规程和作业指导书的文字条文转换为切实可行的具体操作步骤, 为贯彻实施检验规程和作业指导书提供了一个有效的技术手段。测试人员按测试模板逐项操作, 实现了标准化作业。

(4) 电量测试的测试功能调用、参数设置、测试结果评估实现了自动化。测试人员只需要导入、核对保护定值, 按提示接线投退压板即可自动完成全部测试, 降低了对测试人员的综合素质要求。真正做到了测试方法的标准化、自动化。

(5) 试验报告整理实现了标准化、自动化、快速化, 测试完成立即自动生成报告, 解决了人工整理报告的格式不统一、花费大量时间、报告不能及时整理归档的问题。

(6) 目前已完成开发了一套主变保护和三套线路保护的测试模板, 经过试用, 取得了良好的效果。

继电保护自动测试系统的结构及运行流程如图 2 所示。

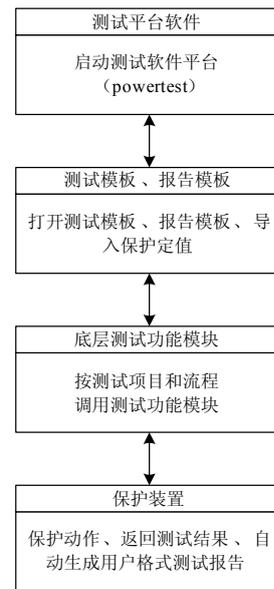


图 2 继电保护装置自动测试系统的结构及运行流程图

Fig.2 Structure and flow chart of relay autotest system

测试软件运行流程及界面:

(1) 在主界面点击“打开模板”, 打开测试模板文件 (如图 3 所示)。



图 3 测试平台控制主界面

Fig.3 Main interface of test software

(2) 进入测试程序控制界面 (如图 4), 开始

测试。右侧为测试任务列表，左侧为当前测试项测试参数及进度显示。



图 4 测试程序控制界面

Fig.4 Interface of test program

(3) 测试结束，自动生成用户格式测试报告(图 5)。

#### 4 继电保护装置自动测试技术应用的意义和对管理工作的新要求

在当前的形势下，应用标准化的自动测试模板实现继电保护装置标准化测试具有十分重要的意义，是对继电保护现场测试方法的一次重大改革，

是解决目前继电保护测试技术复杂、项目繁多、时间紧迫。人员不足等问题的有效方法。

为了使继电保护装置自动测试标准化技术发挥更大的作用，确保检验测试的工作质量，对管理工作提出以下几点新要求：

(1) 组织管理部门、保护测试班组专业技术部门对检验规程进行认真详细的研究，使得现场测试的每个项目切实可行、步骤详细、可操作性强。

(2) 测试模板将成为测试工作标准，必须有专门的部门和人员管理，模板的版本管理、修改权限必须得到有效控制，防止出现管理混乱、使用有错误的测试模板的情况。

(3) 必须对继电保护专业人员做好模板应用的技术培训工作，熟练掌握和应用好测试模板，使得继电保护装置综合自动测试标准化真正可行、有效，避免流于形式。

#### 5 结束语

继电保护装置自动测试技术的研究和应用，对于改革提高现场继电保护测试工作的管理水平做出了有益的尝试，必将大力促进继电保护装置自动测试技术标准化工作的发展，充分发挥和挖掘继电保护测试仪的效能。同时在降低人工成本、提高检验效率以及规范化管理方面都有积极的作用。

**商丘 220 kV 变电站**  
**1 号主变 变压器保护检验报告**

**保护型号: PST-1200B**

**检验种类: 新安装检验**

**工作负责人: 张胜利**

**工作人员: 李得胜、牛群**

**工作时间: 2008. 11. 11**

**报告审核: 李光明**

**报告校核: 张振宇**

**报告编写: 王新**

保护定值校验-差动保护动作门槛电流

检验内容	差动动作电流 ICD 定值检验			差动速断保护 ISD 定值检验		
	定值: 2.000 A			定值: 10.000 A		
	0.95 倍 不动	1.05 倍 动作	1.05 倍 动作时间	0.95 倍 不动	1.05 倍 动作	1.05 倍 动作时间
高压侧	A 相	合格	合格	0.038 s	合格	合格
	B 相	合格	合格	0.032 s	合格	合格
	C 相	合格	合格	0.032 s	合格	合格
中压侧	A 相	合格	合格	0.034 s	合格	合格
	B 相	合格	合格	0.036 s	合格	合格
	C 相	合格	合格	0.036 s	合格	合格
低压侧	A 相	合格	合格	0.032 s	合格	合格
	B 相	合格	合格	0.037 s	合格	合格
	C 相	合格	合格	0.032 s	合格	合格

保护定值校验-差动比率制动特性检验-高低侧

测试 绕组	测试 相别	测试点	制动 电流 / A	差动电流 实测值 / A	比率制动 系数 设定值	比率制动 系数 实测值
高-低	A	启动电流	1.500 A	2.023 A	0	0
高-低	A	测试点 1	3.600 A	2.273 A	0.5	0.500

图 5 测试完成后生成用户格式试验报告

Fig.5 To make test reports as consumer format after fulfilling test

(下转第 76 页 continued on page 76)

检测信号为 140 mA，该点后的检测信号为 50 mA，因此认为该点为故障点，定位正确。

### 5 结论

FTU 与“S”信号注入法相结合的配电网故障定位技术在带故障运行的状态下不仅能够快速确定故障区段，而且能够快速确定故障点的准确位置，弥补了单独使用 FTU 的不足。

确定 FTU 配置的临界区段长度能够有效避免线路电容对“S”注入信号法的影响，保证了准确定位。

现场的试验充分验证了该技术的正确性与可行性，该技术是解决配电网单相接地定位问题的有效方法。

### 参考文献

[1] 王慧, 胡珂, 桑在中. “S 注入法”与电压互感器的特殊接线方式[J]. 继电器, 2004, 32 (3): 26-28.  
WANG Hui, HU Ke, SANG Zai-zhong. A S' s signal injection method and special connection modes of voltage transformer[J]. Relay, 2004, 32 (3): 26-28.

[2] 马佳, 余文辉, 车伟扬, 等. 基于改进的S注入法的新型树状配电网故障检测装置[J]. 继电器, 2002, 30 (10): 51-54.  
MA Jia, YU Wen-hui, CHE Wei-yang, et al. A novel fault localizer of tree form distribution networks based on an improved S injection method[J]. Relay, 2002, 30 (10): 51-54.

[3] 蔡维, 张雪松, 刘承志, 等. 基于PT在线注入信号及神经网络跟踪小波变换模极大值变化的配电网故障定位方法[J]. 继电器, 2006, 34 (23): 44-53.  
CAI Wei, ZHANG Xue-song, LIU Cheng-zhi, et al. Distribution network fault location method based on PT injecting signal and neural network fault diagnosis system tracking the character of wavelet transform modulus maxima[J]. Relay, 2006, 34 (23): 44-53.

[4] 张斌, 袁钦成, 袁月春, 等. 配电线路故障指示器现状分析[J]. 供用电, 2005, 22 (5): 29-30.  
ZHANG Bin, YUAN Qin-cheng, YUAN Yue-chun, et al. Actuality of distribution lines fault indicator[J]. Distribution & Utilization, 2005, 22 (5): 29-30.

[5] 李伟华, 何正友, 赵静. 应用于铁路自闭\_贯通线路故障定位的线上节点设计[J]. 电力系统自动化, 2006, 30 (23): 79-84.  
LI Wei-hua, HE Zheng-you, ZHAO Jing. Design of a wireless node applied to fault location for railway automatic blocking and continuous power line[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30 (23): 79-84.

[6] 霍琤, 彭敏放, 谭享波. 中性点不接地系统单相接地故障定位新方法[J]. 继电器, 2005, 33 (24): 16-19.  
HUO Zheng, PENG Min-fang, TAN Xiang-bo. New method of fault location for single-phase grounding in networks with ungrounded neutral[J]. Relay, 2005, 33 (24): 16-19.

[7] 尚德彬, 董军, 杨保华, 等. 配电网故障自动定位系统[J]. 工矿自动化, 2006, 20 (1): 46-47.  
SHANG De-bin, DONG Jun, YANG Bao-hua, et al. An automatic fault located system in distributed power network[J]. Industry and Mine Automation, 2006, 20 (1): 46-47.

[8] 要焕年, 曹梅月. 电力系统谐振接地[M]. 二版. 北京: 中国电力出版社, 2009.

收稿日期: 2009-08-15; 修回日期: 2009-09-29

#### 作者简介:

杜刚(1977-), 男, 工程师, 从事电气设计工作;  
刘迅(1976-), 女, 工程师, 从事电气设计工作;  
苏高峰(1982-), 男, 从事继电保护工作. E\_mail: qizheng319@sohu.com

(上接第 72 页 continued from page 72)

### 参考文献

[1] 贺家李, 宋从矩. 电力系统继电保护原理[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.

[2] 韩笑, 赵景峰, 形素娟. 电网微机保护测试技术[M]. 北京: 中国水利电力出版社, 2005.

#### 作者简介:

郑新才(1962-), 男, 高级工程师, 从事电力系统保护与控制技术研究工作; E-mail: Zhengxincai22@126.com  
丁卫华(1976-), 女, 工程师, 主要从事继电保护运行与管理工作;  
韩潇(1976-), 女, 高级工程师, 硕士, 研究方向为电力系统保护与控制。

收稿日期: 2009-07-23; 修回日期: 2009-09-21