

变压器数字化智慧集成试验平台设计与探讨

高文江^{1,✉}, 陈荔², 谢欢欢¹, 胡蓉²

(1. 深圳供电局有限公司, 深圳 518000; 2. 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: [目的] 针对目前大批量变压器的试验、流转、测试数据无法实现全过程记录、管理和展示等问题。[方法] 通过试验过程中数字化技术与管理手段, 叠加人工智能分析、自动识别和互联网+等新型技术, 将变压器的检测、数据收集与处理分析等过程有机融合, 提出了一套基于数字化样品标签的变压器数字化集成试验平台及其管理系统的设计思路。[结果] 最后, 在基于RFID标签的变压器智能集成试验平台架构上完成了产品模块化, 解决了变压器产品检测过程中的检测进度及突发性大批量检测管理难题, 实现了变压器数字化智慧集成试验过程和数据远程实时的管理, 还实现了变压器集成试验数据的信息融合和其检测智能化分析。[结论] 建设变压器数字化智慧集成试验平台可以提高数据处理效率和准确性, 实现对大量样本通过互联网+融合的集中管理, 推动设备集成试验流程的建设趋于标准化, 并对智能区域性集成试验管理模式提出了构想。

关键词: 数字化样品管控; 智能检测; 集成试验

中图分类号: TM7; TM63

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2020)03-0107-05

开放科学(资源服务)二维码:



Research and Discussion on the Design of Transformer Intelligent Detection System

GAO Wenjiang^{1,✉}, CHEN Li², XIE Huanhuan¹, HU Rong²

(1. Shenzhen Power Supply Co., Shenzhen 518000, China;

2. China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: [Introduction] In view of the detection, circulation and detection data of large quantities of transformers, it is impossible to record, manage and display the whole process. [Methods] Based on the digital technology and management methods during test process, the overlay analysis of artificial intelligence, automatic recognition and new technology such as Internet +, detection, we put forward a set of digital integration test platform based on digital label sample transformer and its management system design to organic integration the data collection and processing of transformer analysis process. [Results] Finally, the transformer intelligent detection system based on RFID tag realizes the standard modular products in the framework, solves the problems of detection progress and sudden large-scale detection management in the process of transformer product detection, and realizes the information fusion and detection intelligence of transformer laboratory. The intelligent detection process of transformer and visual management of laboratory are realized. [Conclusion] The construction of the transformer digital intelligent integration test platform can improve the efficiency and accuracy of data processing, realize the centralized management of a large number of samples through Internet + fusion, promote the standardization of the construction of equipment integration test process, and put forward the idea of intelligent regional integration test management mode.

Key words: digital sample control; intelligent detection; integration test

目前关于变压器全自动化检测的研究和实例有很多。国内已经设计了一个完整的软件系统, 包括

下位机的固件程序和上位机的应用, 还能实现多通道温度信号同期记录, 处理和存储^[1]。变压器在“三型两网”的能源互联网的建设和, 不但是重要的能源枢纽, 也是以其为中心的能源平台。变压器是电力网中最重量级、也是十分关键的元器件之

收稿日期: 2019-11-15 修回日期: 2019-12-13

基金项目: 深圳供电局科技项目“完善输变电设备装备技术导则实施细则及其配套技术规范”(090000KK52170022)

一,工作状态能否保持安全、牢靠,对电网电力安全起着至关重要的作用。

现在,电力系统中对于大量的电力变压器批量检测技术仍然缺乏研究和数据管理。虽然已采用综合测试技术,对冲击耐压、工频耐压、铁芯损耗、变压器变比等项目进行集中测试^[2]。但现有的设备大部分不具备数字化功能,例如:远程数据传输、实时自动调节温差等功能,而且往往不能自动匹配搜寻到与之相关的试验参数进行预诊断。现在要实现这种综合性要求较高的试验,仍需投入大量有经验的试验人员进行现场把控。

虽然现行的试验方式对某一些特定的重复性较强的试验任务有一定的管理作用,但对于数据综合性、复合性要求较高的设备试验尚未体现其明显优势,例如:大容量高压变压器的测量结果往往仅能适应某一特定检测的设备或检测环境,要求高、结果粗糙,直接造成大量重复设备的投入,试验高峰期完成后,闲置率高^[3]。

通过研究过程管理和模式,利用批量试验项目中收集的原始数据,结合人工智能、激光扫描、大数据分析、云计算等数字化手段,实现试验过程和步骤的优化,并优化测试结果呈现方式,以提高测量数据结果的准确性和提高在线监测系统的及时性,从而满足电力变压器运行维护随机检测的透明性和快速响应性要求^[4]。

通过使用数字化手段,对测试设备的试验范围进行自动分类,匹配调用相关联的不同测试记录,利用互联网+技术,实现实时、历史数据流共享,真正意义上实现跨平台资源共享、互联、互通,从根本上降低因信息不对等造成的错误率。

1 变压器数字化智慧集成试验平台简述

常规来说,一种变压器产品的检测过程包括其样品采集、试验项目任务预报、试验、采集数据,形成纸质版报告发布等。通过检测过程中数字化技术与管理手段,叠加人工智能分析、激光扫描、自动识别和互联网+等新型技术,将变压器的检测、数据收集与处理等过程有机融合。

为了提高电力变压器试验检测在现阶段综合管理效率,急需建立基于网络的实时数据共享和集成试验平台及监测系统,满足信息互联互通和资源共

享。变压器数字化智慧集成试验平台主要由五个方面组成:

- 1) 检测原始记录智能识别技术。
- 2) 数字样品控制管理技术。
- 3) 温升集成远程控制检测技术。
- 4) 智能分析校审系统。
- 5) 集成试验过程网络管理与显示技术。

为了进一步梳理检测流程,取常规检测业务工作流程为参照,以一般的变压器试验项目为例,分别包括例行试验、型式试验、出厂试验、现场试验和特殊试验。

数字化智慧集成试验平台通过定位系统远程锁定需要进行试验的设备,并赋予设备定位区域码(例如:区域A—冲击和耐压测试区域、区域B—短路试验区域、区域C—损耗、温升试验区域、面积D—噪声试验区域、区域E—电晕试验区域、区域F—酸碱度试验区域、区域G—试验器材堆放区域、区域H—测试样品堆放区域)。通过从已归类的试验分类基础上自动智能分拣出变压器需要进行的试验表单,使用试验电子标签技术对原始数据进行记录、整理、归类,按表单要求填入相关的报表。利用读取变压器样品条码或标签对进入堆放区域的样品进行扫描,确定其进入样品堆放区域的位置和时间以及之前进行的试验项目。利用云计算和互联网+技术,对已录入的数据进行数据库比对分析。利用布置在变压器本体的传感器进行远程的温升监控及远程控制。同时,温升、局放试验的远程控制平台,通过数据传感器探头、光纤电缆将数据传输到就地和远端平台,继续进行实时存储和分析,便于实时掌控试验进度,了解进展,随时进行试验调整,如图1所示。

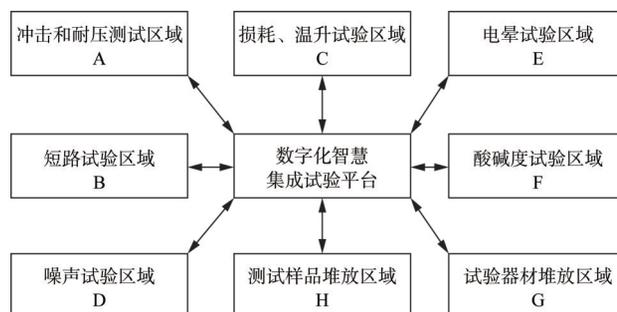


图1 变压器数字化智慧集成试验平台工作简图

Fig. 1 Transformer digital intelligent integrated test platform

采用变压器数字化智慧集成试验平台可以有效全方位的掌控和提升整个试验过程中的进度和各关键节点。在此基础上,云计算系统根据收集的现场各项数据完成样品布置、处理等的总体控制优化管控,智能生成操作表单,实现试验的高效流转。

2 数字化智慧集成试验技术应用

2.1 检测原始记录智能识别技术

目前在检测自动化水平不高的大环境下,传统的检测数据管理模式仍然是现阶段检测机构普遍的选择,即将测试数据写入指定的表单,然后手动捕获、输入和管理。原始检验记录是检验试验数据库和系统管理的重要对象。原始记录的处理和录入占有很大的工作量。对于试验人员和机构来说,大量的纸质测试表格需要手工输入,出错率高、原始记录容易丢失混乱,其效率低、成本高的缺陷十分明显。这就要求建立原始记录的自动识别和输入技术,通过智能传感连接建立电子数据输入和存储平台^[5]。

2.2 数字样品控制管理技术

目前,电力系统试验中心对试验和测试样品的管理仍停留在手工或简单电子表格台帐记录的水平,导致使用数字样品控制管理技术仅停留在扫描条形码或二维码,并未真正实现与后台数据库平台的实时录入、比对等对接,效率低下。而对于大量的变压器检测产品进行数字化标签标记的技术,是由数字样品管理与控制技术、射频识别技术形成的一种数码标识手段,可适用于大量变压器、断路器、阀组件等电力电子元器件的试样中。该技术已广泛应用于大型物流仓储、智能配送等领域,实现生产过程中物流与信息流的同步,是一项较为成熟的技术。鉴于此,需要积极引入其思路,针对电力系统元器件品类多、试验类目繁杂、数据量庞大的特点提出建设数字化智慧集成试验平台,对试验数据和样品进行规模化、系统化和工业化的管理。

2.3 变压器温升集成远程控制检测技术

在变压器温升试验中,变压器是最重要的部件。其中变压器热阻的测量则是能否精确测量油温的关键,也是核实变压器散热能力和变压器过载能力的关键。

变压器温度上升测试集成控制技术,主要用以

解决流量控制和数据处理的变压器温度上升测试和在线监测问题。鉴于进行变压器温度上升试验通常为8小时或更长时间,其过程中产生并须收集大量测试数据,并要求同时进行较复杂的计算处理。因此,需要经常性持续投入测试人员大量的时间和精力。变压器温升集成远程控制检测技术针对这些问题,建立了温度上升试验的综合交互式和数据处理平台,对变压器温升试验整个过程的数据进行了管理和监控,数据实时分析并智能选择数据库中相匹配的适当的软件算法,全自动化计算处理,由此实现温度上升试验时长和全过程的智能控制。

2.4 智能分析校审系统

在常规的管理模式下,试验报告的编制仍然是以手工录入和人工校对审核为主要模式。当报告已经有标准化模板时,该工作具有较高的重复性和可移植性,但是往往流于表面,很多数据无暇顾及,报告内数据准确度不高。而且一般试验完成后一段时间,数据处理才能全部完成,进而完成相关的报表和报告。但是设备试验报告又直接影响着设备验收、工程投运是否能够按期进行。因此采用云端数据库和人工智能大数据处理技术可用于构建智能报表和报表智能校审平台。其中数字化数据智能采集、分析处理技术可用于实现大量报表的快速精准编写,以降低人工干预,提高工作的准确率和效率^[6]。

2.5 集成试验过程网络管理与显示技术

集成试验过程化显示网络管理技术可以借助数字样品控制管理技术,将在相关试验和其它相关测试的进度情况集成到一个平台再统一展示出来。工程管理人员、试验操作人员、设计人员可根据不同的权限对相关产品的信息试验过程、结果、数据分析报告按需要进行查询。现在大量服务业已经完全采用了这种流程进行相关业务显示,也促成了多种业务和数据流相结合的形式^[7-8]。变压器数字化智慧集成试验平台示意图如图2所示,专业人员可以通过简单操作完成对变压器试验信息的查询、分析及管理。

3 系统架构设计

3.1 变压器数字化智慧集成试验平台结构

在常规变压器试验中使用数字样品管理与控制



图2 变压器数字化智慧集成试验平台

Fig. 2 Transformer digital intelligent integrated test platform

技术,可实现化繁为简,通过一个简单的操作模块配置,即可以完成变压器数字化智慧集成试验的全过程管理^[9-10]。基于数字化管理与控制技术建立变压器数字化智慧集成试验系统,系统采用线性结构,由用户界面、网络界面、处理器和内存四部分组成,如图3所示:

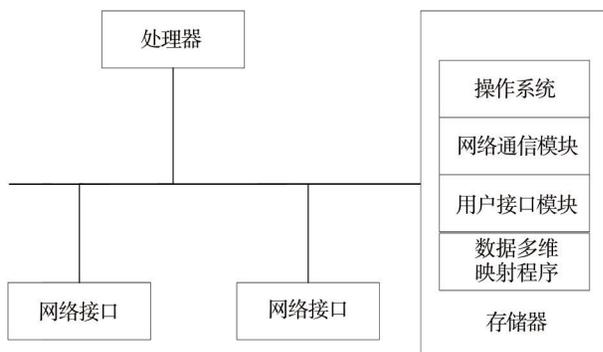


图3 变压器数字化智慧集成试验平台架构图

Fig. 3 Architecture of transformer digital intelligent integrated test platform

系统的数据传输可以通过平台预设的网络接口实现,可以是无线网络连接或是硬件连接。通过数据实时传输,将变压器的试验数据和参与试验的各种仪器设备的信息上传到服务器,进行云端数据处理。与服务器中的同类型变压器的实验数据、与试验预设标准进行比对,然后再通过网络传输返回试

验现场工作人员客户端、或形成指定格式的各种报表、报告以备查看调用^[11]。通过图3可见,通过简洁的平台用户综合界面操作实现了平台、远程与现场之间的交互,工作人员可以通过统一的端口接入,直接操作试验平台,远程控制 and 监控整个试验过程,简单直接。

3.2 变压器数字化智慧集成试验平台功能

首先,通过检测原始记录智能识别技术自动识别采样得到的电子数据,并取代纸质记录录入云端服务器。其次,运用数字样品管理形成的数字化标签去进行设备监控、试验状态实时记录、试验样品全过程监控、试验数据加密存储、数据传输。第三,采用变压器集成远程控制检测技术对试验过程进行自动化数据监测、计算和处理,实现温升试验进度的智能化控制和调配,并实现远程控制。第四,智能报表系统可以利用数据库和智能分析系统对试验数据进行全面分析对比,指导报表和报告的迅速编制和校审。

最后,通过集成试验过程网络管理可以实现试验、检测全过程、全方位管控。将试验进度、投入试验的人员和设备信息、任务完成状况、实时数据采集的准确度等信息进行分析,随时可供调用查看,实现了真正意义上的无纸化数字化智慧集成试验。

4 结论

变压器数字化智慧集成试验平台是数字化技术和互联网+技术在电力设备试验中的深度融合应用,为提升了变压器设计生产制造水平、试验深度、精度和广度。通过建设变压器数字化智慧集成试验平台,实现了大规模检测样本的网络化集中管理。通过智能报表系统完成了对原始试验数据的整理、储存和分析,并转化为相应的分析报告,可按要求输出报表,提高了大批量试验数据处理的效率和准确性。其后续成果可供未来进行的工程随时调用查看、并滚动参与过程、数据分析、对优化变压器试验流程、优化变压器内部结构设计、优化工程管理进度,甚至后期事故分析都有重要作用。

综上所述,变压器数字化智慧集成试验平台具有下述优点:

1) 可有效的全方位掌控和提升整个试验过程中的进度和各关键节点,实现试验效率和质量的提升。

2) 构建了智能分析校审平台。其中数字化数据智能采集、分析处理技术可用于实现大量报表的快速精准编写,释放有限的人力资源,提高工作效率。

3) 变压器温升测试集成控制技术自动监控、计算和处理测试过程,实现温升测试进度的智能控制和分配,实现远程控制。

参考文献:

- [1] 孙秋芹,周志成,赵科,等. 变压器综合试验系统的设计与实现[J]. 江苏电机工程,2014,33(3):56-58.
SUN Q Q, ZHOU Z C, ZHAO K, et al. Design and realization of comprehensive electrical test system for transformers [J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2014, 33(3):56-58.
- [2] 于森,朱孟周,陈光,等. 1 000 kV特高压变压器快速试验系统设计[J]. 江苏电机工程,2016,35(6):22-25.
YU M, ZHU M Z, CHEN G, et al. Design of 1 000 kV UHV transformer rapid testing system [J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2016, 35(6):22-25.
- [3] 杨志慧. 浅谈电力变压器高压试验技术及故障处理[J]. 科技风,2019(9):194.
YANG Z H. Discussion on high voltage test technology and fault treatment of power transformer [J]. Technology Wind, 2019(9):194.
- [4] 王俊夫. 高压试验中变压器试验存在的问题及处理方法[J]. 黑龙江科技信息,2013(32):86.
WANG J F. Problems of transformer test in high voltage test and its treatment [J]. Heilongjiang Science and Technology Information, 2013(32):86.
- [5] 凌云. 电力变压器综合测试试验电源系统[J]. 科学技术与工程,2009,9(4):874-877.
LING Y. Integrated test power supply system for electronic transformer [J]. Science Technology and Engineering, 2009, 9(4):874-877.
- [6] 姚志荣,徐小宇,周文俊,等. 电气试验车软件系统的设计与开发[J]. 高电压技术,2003(11):52-54.
YAO Z R, XU X Y, ZHOU W J, et al. Study and design on a software system for electric testing vehicle [J]. High Voltage Engineering, 2003(11):52-54.
- [7] 郑真. 电力变压器高压试验技术及故障处理的研究[J]. 山东工业技术,2019(5):188.
ZHEN Z. Research on high voltage test technology and fault treatment of power transformer [J]. Shandong Industrial Technology, 2019(5):188.
- [8] 覃煜,张敏,王红斌,等. 配电变压器集成化智能检测装置及其应用技术[J]. 通信电源技术,2019,36(2):55-56.
QIN Y, ZHANG M, WANG H B, et al. Power distribution transformer integrated intelligent detection device and its application technology [J]. Telecom Power Technology, 2019, 36(2):55-56.
- [9] 保定天威保变电气股份有限公司. 变压器试验技术[M]. 北京:机械工业出版社,2000.
Baoding Tianwei Baobian Electric Co., Ltd. Transformer testing technique [M]. Beijing:Machine Press, 2000.
- [10] 陈向群,刘谋海,黄瑞,等. 基于RFID通信技术的电能表数据抄收系统研究[J]. 电测与仪表,2019,56(13):148-152.
- [11] 徐经纬. 电力变压器温升试验数据记录系统开发[D]. 济南:山东大学,2018.
XU J W. Development of temperature rise test data recording system for power transformer [D]. Jinan: Shandong University, 2018.

作者简介:



高文江

高文江(通信作者)

1983-, 男, 河北抚宁人, 深圳供电局有限公司, 站长, 高级工程师, 电力系统及其自动化专业硕士, 主要从事变电运行管理工作 (e-mail) 15999501315@163.com。

(责任编辑 李辉)