

ZHINENG PEIDIAN SHEBEI SHIYAN
ZUOYE SHOUCHE

智能配电设备试验 作业手册

徐雄军 主 编
徐光博 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

智能配电网设备试验
作业手册

智能配电网设备试验 作业手册

主 编 徐雄军
副主编 徐光博
参 编 蔡志鹏 罗增辉 张可迪 刘 亮
刘 翔 胡华志 尹 恒 路兴帅
段 翩 谢敬龙 杜 涛 胡学海
艾文妍 李 俊 孙伟君 徐少峰
江 宁



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书主要包含智能配电网工程一次及二次设备共计 13 类电气设备的试验标准化流程、标准化流程指导卡、试验记录三部分。标准化流程主要包含工作内容、设备及资料、安全要求、工作步骤等内容；标准化流程指导卡主要包括准备工作、现场作业流程要求、作业完成小结等内容，供现场试验作业流程化管理；试验记录部分提供现场试验原始记录表及试验报告标准格式。

此书编写目的在于规范智能配电设备试验流程标准化管理、试验资料标准化管理，提升设备调试试验质量，把好智能配电网工程设备质量关，同时培养一批智能配电设备试验及调试人员。

本书可供各地区智能配电网工程实施人员使用，也可供其他相关人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

智能配电设备试验作业手册 / 徐雄军主编. —北京: 中国电力出版社, 2017. 3

ISBN 978-7-5198-0597-5

I. ①智… II. ①徐… III. ①智能控制—配电装置—技术手册 IV. ①TM642-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 054661 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 吴玉贤 (010-63412540)

责任校对: 郝军燕

装帧设计: 郝晓燕 赵姗姗

责任印制: 吴 迪

印 刷: 三河市航远印刷有限公司

版 次: 2017 年 3 月第一版

印 次: 2017 年 3 月北京第一次印刷

开 本: 710 毫米 × 980 毫米 16 开本

印 张: 12.5

字 数: 231 千字

定 价: 40.00 元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

编 委 会

主 任 夏怀民
副 主 任 谢正汉 徐大全
成 员 汤迎春 徐泉山 季永峰 任乔林
吴世华 冯 伟 吴志刚

编 写 组

主 编 徐雄军
副 主 编 徐光博
编写成员 蔡志鹏 罗增辉 张可迪 刘 亮
刘 翔 胡华志 尹 恒 路兴帅
段 翩 谢敬龙 杜 涛 胡学海
艾文妍 李 俊 孙伟君 徐少峰
江 宁

审 核 组

组 长 任乔林 冯 伟
审核成员 徐少峰 孙伟君 潘 波 程 鹏
罗 恒 黄晓舟 彭 佳

序

随着社会经济和电网技术的发展，用户对供电质量的要求越来越高，主动与电网进行互动的意识越来越强，配电网的智能化需求越来越大。智能配电网以配电自动化技术为中心，应用先进的测量和传感、计算机、控制、信息通信等技术，利用智能化的开关及配电终端设备，在坚强电网架构和双向通信网络的物理支持及各种集成高级应用功能的可视化软件支持下，实现配电系统在正常运行状态下和非正常状态下的监测、保护、控制、用电和配电管理的智能化。智能配电网的快速建设已成为电网发展的必然趋势。

实现“数字化、可视化、智能化”是智能配电网建设工程最重要的任务，而电气设备试验与调试是智能配电网最关键的环节。由于智能配电网与传统配电网在网架结构、技术应用和设备选型等多方面存在很大的差异，科技的进步以及用户的智能化需求不断增多，就对配电网电气设备的试验与调试提出了新的更高的要求。如何开展智能配电网电气设备试验与调试，如何提高调试与试验水平，已成为电网建设过程中迫切需要解决的问题。因此，智能配电网调试与试验规范化和标准化，具有相当重要的意义。

当前，我国智能配电网建设速度越来越快，统一规范的技术标准、完善的技术监督管理体系对工程安全质量管控将起到重要作用。从技术层面来说，高水平的智能配电网电气设备调试与试验是实现智能配电网优化运行、自愈控制、需求侧管理等的最主要手段。本书重点针对具体智能配电网工程建设，对智能配电网设备试验与调试流程、试验与调试指导卡和试验与调试记录展开了细致的探讨。总结了团队在智能配电网电气设备试验与调试方面的研究和实践经验，较为全面

地介绍了智能配电网电气设备的试验与调试流程、作业程序和要求，既有理论介绍，也有工程实践，既涵盖了流程，也聚焦了行业关心的技术标准和实施应用案例。

本书主要编写团队来自于电力工程一线，该团队精益求精的工作态度及敬业精神，令人感动。相信该书对于从事智能配电网工程建设与运检的工作人员来说，是一部有价值的参考书。该书的出版对推动智能配电网电气设备试验及调试的规范化和标准化将起到积极的作用。

Handwritten signature in black ink, consisting of two characters: '陈' (Chen) and '彦' (Yan).

2017年3月

前 言

配电网作为电网供应链的终端环节，直接面向社会和电力终端用户供电，是电网的重要组成部分。近年来，随着经济社会的发展，人们对供电服务和电能质量的要求越来越高，建设具有信息化、自动化和互动化特点的智能配电网意义重大且需求迫切。智能配电网与传统配电网相比，具有更高的安全性、能提供更高质量的电能、更强的供电可靠性等优点。

2015年7月31日，国家能源局发布《配电网建设改造行动计划（2015—2020年）》，明确指出要加快建设现代配电网，以安全可靠的电力供应和优质高效的供电服务保障经济社会发展，为全面建成小康社会提供有力支撑。同时，该文件也指出，要加快推进配电自动化建设，实现配电网可观可控。

2016年7月，国网孝感供电公司城区智能配电网工程全面展开。国网孝感供电公司党委高度重视，组织召开专门会议，抽调运检、营销、信通和调度等各专业技术骨干组建青年突击队，在省、市两级公司专业技术力量的支撑下，积极贯彻智能配电网建设与改造的指导思想，全力以赴开展工程建设。

智能配电网工程建设中，配电一次、二次设备的安装调试、试验和主站对点是最关键的一环，尤其以配电终端（DTU、FTU）等电气二次设备的调试最为重要，其工作质量直接决定智能配电网的运维水平，而当前孝感智能配电网工程调试还存在以下三方面困难：一是调试人员技能水平不足，当前调试人员仅具备配电网一次设备调试技能，从未接触过二次设备，不具备二次设备调试能力。二是调试方法差，由于历史原因，孝感配电网设备运行水平较主网要求相对较低，配电网设备调试过程中依旧以习惯性、记忆性、随意性思维为主。三是被调试设备质量差，由于孝感城区智能配电网工程设备量大、供应商多，各设备厂家技术实力参差不齐，智能配电网技术标准规范也在不断完善，各设备厂家对标准掌握存在偏差，设备质量良莠不齐。

鉴于上述问题，为确保该工程顺利推进，把好设备安装前的质量关，同时也培养一批智能配电网技术骨干，在公司技术部门的指导下，结合孝感城区智能配

电网建设运维的实际情况，以国家电网公司配电自动化最新标准技术文件和技术体系为依据，编写《智能配电设备试验作业手册》。

全书由3部分组成，即智能配电网电气设备试验标准化流程、智能配电网电气设备试验标准化流程指导卡、智能配电网电气设备试验记录，每部分又分别由13个项目组成，涵盖了本次工程建设所需进行试验及调试的所有设备。经过多次审核及实操演练，不断完善，以期能实现智能配电网工程电气设备试验及调试规范、可行、可靠、高效。

本书由国网孝感供电公司组织编写。享受国务院政府津贴的国网公司专家人才、教授级高工、湖北省电力科学研究所副总工程师阮玲对本书编写进行了悉心的指导，并为该书作序。该书主要编写人员有：徐雄军、徐光博、蔡志鹏、罗增辉、张可迪、刘亮、刘翔、胡华志、尹恒、路兴帅、段翩、谢敬龙、杜涛、胡学海、艾文妍、李俊、孙伟君、徐少峰、江宁等。其中徐雄军、徐光博负责所有13个项目的编写和组织，蔡志鹏、罗增辉、胡华志、刘亮、杜涛、李俊等负责配电终端设备及保护装置的编写，张可迪、刘翔、胡学海、艾文妍、尹恒、段翩、谢敬龙、路兴帅、孙伟君、徐少峰、江宁等负责电气一次设备的编写。

本书可供各地区智能配电网工程实施人员使用，也可供其他相关人员学习参考。

由于时间仓促，书中疏漏之处在所难免，望广大读者批评指正。

编者

2017年3月

目 录

序
前言

第 1 部分 智能配电网电气设备试验标准化流程

10kV 柱上断路器试验标准化流程	3
10kV 电流互感器试验标准化流程	9
10kV 电压互感器试验标准化流程	15
10kV FTU 终端测试标准化流程	21
10kV 隔离开关试验标准化流程	28
10kV 聚乙烯电力电缆试验标准化流程	33
10kV 负荷开关试验标准化流程	40
10kV 开关柜试验标准化流程	45
10kV 环网箱试验标准化流程	51
10kV 监控系统测试、对点标准化流程	58
10kV 避雷器试验标准化流程	61
10kV DTU 终端测试标准化流程	66
10kV 保护装置调试标准化流程	74

第 2 部分 智能配电网电气设备试验标准化流程指导卡

10kV 柱上断路器试验标准化流程指导卡	83
10kV 电流互感器试验标准化流程指导卡	85
10kV 电压互感器试验标准化流程指导卡	87
10kV FTU 终端测试标准化流程指导卡	89
10kV 隔离开关试验标准化流程指导卡	92
10kV 聚乙烯电力电缆试验标准化流程指导卡	94
10kV 负荷开关试验标准化流程指导卡	97

10kV 开关柜试验标准化流程指导卡	100
10kV 环网箱试验标准化作业流程指导卡	102
10kV 监控系统测试、对点标准化流程指导卡	104
10kV 避雷器试验标准化流程指导卡	105
10kV DTU 终端测试标准化流程指导卡	107
10kV 保护装置调试标准化作业流程指导卡	111

第 3 部分 智能配电网电气设备试验记录

10kV 柱上断路器标准化试验记录	115
10kV 电流互感器标准化试验记录	119
10kV 电压互感器标准化试验记录	121
10kV FTU 终端测试标准化试验记录	123
10kV 隔离开关标准化试验记录	129
10kV 聚乙烯电力电缆标准化试验记录	131
10kV 负荷开关标准化试验记录	133
10kV 开关柜标准化试验记录	135
10kV 环网箱试验标准化试验记录	138
10kV 监控系统测试、对点标准化试验记录	160
10kV 避雷器标准化试验记录	172
10kV DTU 终端测试标准化试验记录	173
10kV 保护装置调试标准化试验记录	186

第1部分

智能配电网电气设备试验 标准化流程



10kV 柱上断路器试验标准化流程

1. 工作内容

10kV 柱上断路器试验。

2. 设备、工器具、仪器和资料

2.1 设备：10kV 柱上断路器。

2.2 工器具：组合工具箱 1 套、10kV 验电器 1 台、登高板及安全带 1 套、电源线 1 盘、高压放电棒 1 个、试验围栏 1 套、绝缘垫 1 块、干湿温度计 1 块、抹布 1 块、毛刷 1 把。

2.3 仪器：绝缘电阻表 1 块、调压操作箱及升压变压器 1 套、断路器动作特性测试仪 1 台、直流电阻测试仪 1 台、互感器特性测试仪 1 台、专用电源 1 台。

2.4 资料：断路器二次原理图 1 份、作业指导卡 1 份、试验记录 1 份。

3. 安全要求

3.1 工作前检查所做安全措施是否完备，在工作现场四周装设遮拦或围栏，并向内悬挂“在此工作”标示牌，向外悬挂“止步，高压危险！”的标示牌。

3.2 “两穿一戴”整齐，符合有关规定。

3.3 制订安全防护措施，详细并全面列出危险点。

3.4 安全防护措施（以下简称安措）执行到位，并加强监护，严防走错间隔。

3.5 开始试验前，负责人应对全体试验人员做好“三查三交代”。

3.6 试验现场应装设安全警示带，向外悬挂“止步，高压危险！”标示牌，并有人监护，严禁非试验人员进入试验场地。

3.7 试验器具及被试验设备的金属外壳应可靠接地，试验仪器与设备的接线应牢固可靠。

3.8 试验装置的电源开关，应使用具有明显断开点的双极隔离开关，并有可靠的过载保护装置及漏电保护装置。

3.9 工作中如需使用梯子等登高工具时，应做好防止瓷件损坏和人员高空摔跌的安全措施。

3.10 进行交流耐压试验时,根据试验设备的升压电压等级,试验人员应注意保持与试验设备和被试验设备的安全距离。

3.11 为保证人身和设备安全,在进行绝缘电阻测量后应对试品充分放电。

4. 工作步骤

4.1 准备工作

4.1.1 按要求选择工器具及仪器、仪表。

4.1.2 履行开工手续,制订现场安全措施,明确任务。

4.1.3 作业负责人向工作人员交代作业任务、安全措施和注意事项,明确作业范围。

4.2 工作过程

4.2.1 外观检查

无破损、指示正常、清洁,设备资料齐全,开关机构保存完好,无雨淋、受潮等异常情况。

4.2.2 无电状态拉合试验

4.2.2.1 检查断路器实际位置。

4.2.2.2 检查断路器机构是否储能,若未储能,则手动储能。

4.2.2.3 手动合一分断路器各 5 次。

4.2.3 断路器机械特性测试

4.2.3.1 正确接线,操作箱一端黄绿红黑线应对各输入、输出端口,另一端对应断路器的被试桩头及接地端,分别为 A1、A2, B1、B2, C1、C2, 地,共计 7 根, A2、B2、C2 与地短接。连接应可靠。

4.2.3.2 操作箱控制线:分闸线、合闸线、公共端,对应断路器控制回路的分闸回路、合闸回路把线接好,连接应可靠。

4.2.3.3 合闸试验前,应检查断路器确实已储能。

4.2.3.4 记录当时环境温度、湿度,开关型号及规格。

4.2.3.5 最高操作电压下合闸、分闸各 5 次,应可靠动作(合闸 $110\%U_c$ 、分闸 $120\%U_c$)。

4.2.3.6 最低操作电压下合闸、分闸各 5 次,应可靠动作(合闸 $80\%U_c$ 、分闸 $65\%U_c$)。

4.2.3.7 在 $30\%U_c$ 操作电压下分闸,连续 3 次不得分闸。

4.2.3.8 在正常操作电压下,测试开关分、合闸动作时间、弹跳、同期。

4.2.3.9 测试完毕后,关闭试验电源,拆除设备接线,检查设备是否恢复到试验前状态。

4.2.4 断路器回路电阻测试

4.2.4.1 正确接线，操作箱红黑线夹应对应各输出端口。

4.2.4.2 操作箱测试线另一端线夹应接在断路器的被试隔离开关桩头，如 A1-A2，B1-B2，C1-C2。

4.2.4.3 断路器测试接触电阻时，必须进行合闸测试。

4.2.4.4 记录当时环境温度、湿度及开关型号及规格。

4.2.4.5 试验过程中应注意操作箱测试数据的变化，待数据稳定后进行记录。接触电阻值不得大于厂家标准，且满足标准规定值 ($\leq 200\mu\Omega$)。

4.2.4.6 测试完毕后，关闭试验电源，对断路器进行充分放电，放电完毕后，拆除设备接线。

4.2.5 断路器主绝缘电阻测量

4.2.5.1 将测试线对应接到测试仪上，断路器外壳必须进行接地，柱上断路器测试前要将进出线桩头解开，合闸测试 A 相绝缘电阻时，BC 两相应接地；测试 B 相绝缘时，AC 两相应接地；测试 C 相时，AB 两相应接地。分闸测试 A1 相绝缘时，A2 必须接地；测试 B1 相绝缘时，B2 必须接地；测试 C1 相绝缘时，C2 相必须接地。打开测试仪电源开关，选择合适的挡位 (2500V) 开始进行测试，读取 1min 绝缘电阻值，记录数据。

4.2.5.2 断路器绝缘电阻值不得小于 1000M Ω 。测试完毕后关闭电源，对开关进行放电。

4.2.5.3 拆除测试线，收起测试仪。

4.2.6 交流耐压试验

4.2.6.1 操作箱输出线应对应接到升压变压器输入端口，并连接可靠。

4.2.6.2 测试线夹应接到升压变压器的输出端，并与地面保持安全距离。

4.2.6.3 断路器进行合闸整体耐压试验前，应大声呼唱准备加压，应将开关 ABC 三相桩头进行短接，拆除桩头接地线。保留断路器本体接地。对 TA 二次短接接地。

4.2.6.4 分闸后断口耐压试验时，应在进线端加压，出线端接地。

4.2.6.5 升压时，匀速调节调压器（注意调压过程中是否有异常响声或电流突然变大现象）当电压达到试验电压后保持电压 1min。将调压器回零，按下停止键停止加压，断开电源，要有明显断开点，可靠接地后，方可通知换线人员换线。

4.2.7 断路器主绝缘电阻测量

同 4.2.4 的做法，耐压试验后绝缘电阻值应无明显变化。

4.2.8 电流互感器（柱开自带穿芯互感器）

4.2.8.1 测量电流互感器二次绕组绝缘电阻，使用 2500V 绝缘电阻表分别测量各二次绕组间及其对外壳的值。

4.2.8.2 采用直流回路电阻测量仪测量电流互感器二次绕组的直流电阻。

4.2.8.3 测量互感器电流比及极性，将特性测试仪与被测互感器的一、二次绕组用测试线正确连接；根据被测互感器的铭牌按测试设备的要求对电流比测试仪进行参数设置；操作测试仪便可得到被测电流互感器的变压比和极性。

4.2.8.4 电流互感器试验项目详细内容参照电流互感器试验标准化流程。

4.3 工作终结

4.3.1 工作完成情况汇总。

4.3.2 外观检查、整理。

4.3.3 清理工器具及材料。

4.3.4 清扫现场、收工。

4.3.5 工作负责人在安排工作班人员离开工作现场后应再次到工作现场检查二次安措恢复情况。

5. 注意事项及技术标准

5.1 断路器主绝缘电阻测量试验时，回路中不应有其他工作进行，使用绝缘电阻表测量后应充分放电。

5.2 断路器主绝缘电阻必须不得小于 1000M Ω 。

5.3 断路器接触电阻线夹应与桩头接触可靠，对于运行已久的断路器桩头应进行清理，使其表面光滑无污渍。

5.4 断路器接触电阻不大于生产厂家规定值，一般不大于标准规定的 200 $\mu\Omega$ ，具体以厂家标准为准。

5.5 无电状态拉合试验时，断路器动作无异常、无卡涩。

5.6 断路器机械特性测试技术标准：

合闸弹跳 $\leq 2\text{ms}$ 、合闸相间不同期 $\leq 2\text{ms}$ 、分闸相间不同期 $\leq 2\text{ms}$ ，具体以厂家标准为准。

5.7 对柱上断路器进行耐压试验时试验引线应用操作杆将测试线进行悬空。对于未安装的断路器耐压试验时，升压变压器的测试线应与地面保持足够的安全距离。

5.8 绝缘及耐压试验过程应有人监护并实行呼唱制（操作人与接线人之间），试验人员在试验过程中注意力应高度集中，防止异常情况的发生。当出现异常情况时，应立即停止试验，查明原因后，方可继续试验。

5.9 耐压试验变更接线或试验结束时，应首先将加压设备的调压器回零，

然后断开电源侧隔离开关，并在试品和加压设备的输出端放电接地。

5.10 试验结束后，试验人员应拆除试验临时接地线，并对被试设备进行检查和清理现场。

5.11 电流互感器耐压试验时，测试线应做好防电晕措施；仪器的接地线必须接好；试验时二次绕组必须短接接地。

5.12 断路器耐压规定值为 42kV，断路器带电流互感器整体耐压规定值为 33kV。

5.13 测量电流互感器二次绕组的直流电阻，同型号、同规格、同批次电流互感器一、二次绕组的直流电阻和平均值的差异不宜大于 10%。

5.14 测量电流互感器二次绕组的直流电阻时当有疑问时，应提高施加的测量电流（直流值），一般不宜超过额定电流的 50%。

5.15 电流互感器变比测试时，测试线应防止高、低压接反，仪器的接地线必须接好；其他待测绕组必须短接接地。

5.16 各相应接头的电压比与铭牌值相比，不应有显著变化，且符合规律，极性必须与互感器的铭牌和出线端子标号相符。

6. 参考标准或规范

- [1] GB 50150—2016《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》。
- [2] Q/GDW 1168—2013《输变电设备状态检修试验规程》。
- [3] DL/T 593—2016《高压开关设备和控制设备标准的公用技术要求》。
- [4] DL/T 474.4—2006《现场绝缘试验实施导则 第4部分：交流耐压试验交流耐压试验》。

7. 10kV 柱上断路器试验标准化流程（见图 1-1）