

WEIJI JIDIAN BAOHU JI ZIDONGHUA ZHUANGZHI JIANYAN SHOUCE

微机继电保护 及自动化装置检验 手册

韩天行 等 编著



 中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

微机继电保护 及自动化装置检验 手册

韩天行 等 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

随着科学技术的发展,微机继电保护及自动化装置应用越来越广泛,相应的检测技术也在不断发展,检验设备也不断更新。为了帮助检验工作者出色地完成继电保护及自动化装置检验工作,特编写了本手册,本手册是进行微机继电保护及自动化装置检验工作的指导性工具书。内容紧密结合工作实际,详细实用。

本手册共分三篇,第一篇主要介绍检验基础知识及通用检验方法,第二篇重点介绍微机型继电保护试验装置技术要求及检验方法,第三篇介绍继电保护装置及自动化装置检验。

本手册是从事电力系统继电保护及自动装置的质量认证、检验,调试、设计、制造等工程技术人员使用的必备工具书,也可供电力系统二次回路运行部门的现场运行、调试工程技术人员,以及大专院校有关专业师阅读。

图书在版编目(CIP)数据

微机继电保护及自动化装置检验手册/韩天行等编著.
北京:中国电力出版社,2010.12

ISBN 978-7-5123-1095-7

I. ①微… II. ①韩… III. ①微型计算机—继电保护装置—手册 ②自动化装置—检验—手册 IV. ①TM774-62
②TP23-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第222417号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011年5月第一版 2011年5月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 43.25印张 1067千字
印数0001—3000册 定价98.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

随着我国特高压电网的建设和发展,电力工业已进入了大电网、大机组、高电压、高自动化的发展阶段,以实现国民经济持续高速发展和全面建设小康社会的需要。为了进一步满足持续增长的电力需求,作为电力工业发展的核心和重点,我国已建设了特高压 1000kV 交流输电线路和±800kV 直流输电线路;与此同时,电力工业正在建设智能电网,以发展绿色电网、环保电网和节能电网造福于人民。这是电力工业技术创新的重大举措,是一项极具挑战性、开拓性和创新性的宏伟事业,我们必须依靠科学进步、技术创新,攻克技术难题去占领世界电力领域技术发展的高峰。

随着电力系统产业的发展以及计算机技术、通信技术的不断进步,继电保护已面临着新一轮的发展势头。国内外继电保护技术也朝着计算机化、网络化、智能化方向发展,新一代的微机继电保护设备将是集保护、控制、测量、数据、通信一体化的全功能产品。新的原理和技术在继电保护及自动装置中得到大量的采用。在继电保护技术发展的同时,对继电保护测试方法及检测技术也提出了更高的要求,传统的测试方法及测试原理显然已不能满足现代继电保护技术的发展。

继电保护测试方法及检测技术也融合了计算机、微电子、数字化、测量等技术,它的发展将给继电保护的设计、开发、试验及评估提供有力的保证。多年来,继电保护测试方法及检测技术经历了从起步到逐步完善的发展阶段,继电保护试验装置也从简单的组合式试验台发展为微机控制的新型试验装置,原有的、包括针对继电保护稳态性能测试的开环试验方法,已经不能完全满足现代继电保护及自动装置整体性能的检测要求。在试验装置上,已经出现了许多新技术,如试验装置的功能更适应保护装置的各种性能要求、具有受 GPS 同步信号控制的功能、外接放大器、对保护装置在进行现场检验时的仿真试验技术、对小电流高精度的要求、具有自定义继电保护特性功能的软件、功率因数校正技术以及对精度校准技术的要求等;试验装置已向多通道方向发展,以实现闭环检验的需求。

产品检验及校准是鉴定产品质量的一个重要环节。检验及校准的目的就是验证产品的性能是否符合相关的国家标准、行业标准、企业标准以及相关的技术规范的要求,特别是现场检验更是保证即将投入运行产品质量的重要一环。然而,继电保护试验装置的校准又是保证继电保护产品检验的重要手段。只有把握好产品检验及校准工作,就能抓住保证产品质量检验的关键,从而为保证继电保护装置和电力系统安全可靠运行奠定基础。

为此,作者根据继电保护装置的发展和继电保护测试技术的发展,在进一步总结继电保

护检验技术、方法和试验装置发展的基础上，编著了本书，以满足从事电力系统继电保护及自动化装置的检验、质量认证、调试等人员的需要，特别是满足电力行业现场调试人员的需要，同时也为满足从事继电保护试验装置生产、调试、校准工作人员的需要。

全书由韩天行、梁志成、施玉祥、程利军、沈鼎申、胥岱遐、陈卫、郭云卿编著，并由韩天行统稿及全书最后定稿；全书由袁荣湘教授审核。周栋骥、夏期玉、黄健以及部分继电保护试验装置生产企业的代表也参加了相关内容的审核工作。

由于编写的时间仓促，手册中不当和错误之处在所难免，恳请各位专家、学者、从事质检工作人员以及所有的读者批评指正。

作 者

目 次

前言

绪论	1
----	---

第一篇 检验基础知识及通用检验方法

第一章 检验基本条件	17
第二章 数据处理、测量误差、测量结果的不确定度及准确度表示方法	29
第一节 数据处理	29
第二节 测量误差	33
第三节 测量结果的不确定度	38
第四节 继电保护装置及继电保护试验装置的准确度及表示方法	68
第三章 外观检查	71
第一节 继电保护装置及继电保护试验装置的结构及外观检查	71
第二节 屏、柜的结构及外观检查	73
第四章 继电器及继电保护装置基本检验方法	81
第一节 线圈基本参数测量	81
第二节 动作特性检验	87
第三节 时间参数检验	96
第五章 微机型继电保护装置的通用检验方法	101
第一节 微机型继电保护装置的硬件性能检验	101
第二节 微机型继电保护装置的软件功能检验	106
第六章 功率消耗检验	111
第七章 绝缘性能检验	114
第一节 绝缘性能及影响因素	114

第二节 电气间隙及爬电距离·····	124
第三节 试验与测量·····	126
第八章 整组功能试验·····	132
第一节 静态模拟试验·····	134
第二节 动态模拟试验·····	140
第三节 数字仿真试验·····	163
第九章 电磁兼容性能要求·····	165

第二篇 微机型继电保护试验装置技术要求及检验方法

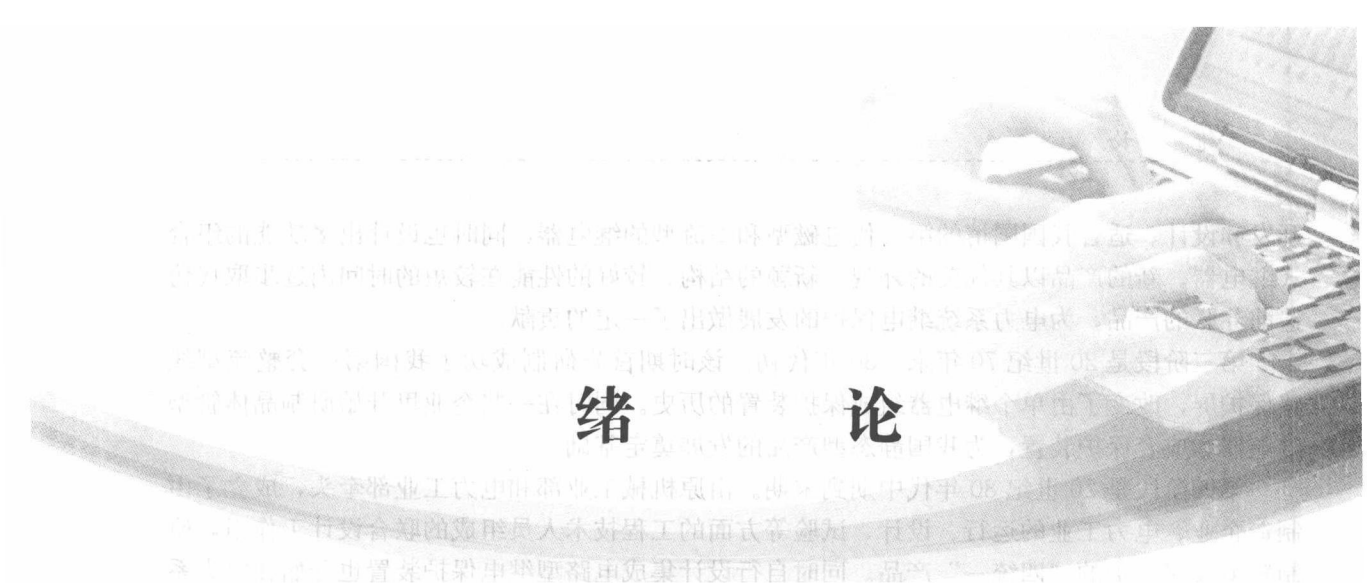
第十章 微机型继电保护试验装置的技术要求·····	183
第十一章 微机型继电保护试验装置的检验方法·····	195
第一节 试验装置检验的基本条件和安全性能检验·····	195
第二节 试验装置电源发生器性能参数的检验方法·····	197
第十二章 试验装置试验功能检验方法·····	225
第一节 模拟系统故障功能检验方法·····	225
第二节 试验装置特殊功能检验方法·····	237
第三节 试验装置专用检验功能检验方法·····	246
第四节 试验装置检验参数的设置·····	279

第三篇 继电保护装置及自动化装置检验

第十三章 基础保护检验·····	287
第一节 电流保护·····	287
第二节 三相过流保护·····	290
第三节 负序电流保护·····	293
第四节 负序电流增量保护·····	298
第五节 低定值电流保护·····	300
第六节 过电压保护·····	302
第七节 低电压保护·····	304
第八节 负序电压保护·····	306
第九节 正序电压保护·····	310
第十节 零序电压保护·····	313
第十一节 二次谐波(100Hz)电压保护·····	316
第十二节 差电压保护·····	319
第十三节 欠频率保护·····	321
第十四节 过频率保护·····	327

第十五节	差动保护	333
第十六节	纵联差动保护	337
第十七节	电流横差保护	345
第十八节	相间功率方向保护	348
第十九节	零序功率方向保护	355
第二十节	阻抗保护	362
第二十一节	电流相位比较保护	371
第二十二节	同步检查保护	375
第二十三节	平衡保护	378
第二十四节	接地保护	382
第十四章	主设备保护及保护装置检验	385
第一节	负序电流延时保护	385
第二节	转子过负荷保护	388
第三节	定子过负荷保护	391
第四节	转子一点接地保护	393
第五节	转子二点接地保护	395
第六节	定子接地保护	397
第七节	发电机差动保护	404
第八节	变压器差动保护	408
第九节	发电机匝间保护	412
第十节	差频率保护	416
第十一节	有功功率保护	421
第十二节	负序功率方向保护	425
第十三节	逆功率保护	433
第十四节	失磁保护	439
第十五节	过励磁保护	448
第十六节	主变压器零序保护	451
第十七节	低频累加保护	455
第十八节	电流回路 TA 断线闭锁保护元件	458
第十九节	电压回路 TV 断线闭锁保护元件	460
第二十节	非全相保护	465
第二十一节	失灵保护	468
第二十二节	失步保护	470
第二十三节	方向过流保护	475
第二十四节	零序方向过流保护	482
第二十五节	复合电压方向过流保护	487
第二十六节	间隙零序过流、过压保护	497
第二十七节	微机型变压器成套保护装置	502

第二十八节	微机型发电机变压器成套保护装置	509
第二十九节	微机型母线保护装置	516
第三十节	微机型电动机保护装置	527
第三十一节	微机型电容器保护装置	528
第三十二节	微机型电抗器保护装置	528
第十五章	输电线路保护装置	530
第一节	负序、零序电流增量保护装置	530
第二节	零序电流方向保护装置	540
第三节	距离保护装置	546
第四节	相差动高频保护装置	553
第五节	继电保护专用载波收发信机	557
第六节	方向比较式纵联保护装置	562
第七节	综合重合闸	566
第八节	三相一次重合闸	574
第九节	分相操作箱	576
第十节	微机型高压线路成套保护装置	579
第十一节	微机型线路保护装置	594
第十二节	微机型馈线保护装置	606
第十三节	微机型高压柜综合保护装置	609
第十六章	自动化装置及其他装置	614
第一节	变电站自动化系统现场调试与检验	614
第二节	配电网自动化系统远方终端	621
第三节	自动准同期装置	629
第四节	故障录波装置	635
第五节	低频减载装置(屏)	646
第六节	备用电源自动投入装置	651
第七节	综合测控装置	654
第八节	小电流接地装置	657
第九节	小电流接地选线装置	663
第十节	中央信号屏(装置)	666
第十一节	直流电源屏(柜、台)	674



绪 论

电力系统二次回路主要是由继电保护及自动化装置等设备组成。继电保护及自动化装置等设备包括电力系统用有或无继电器、量度继电器、主设备保护装置、输电线路保护装置和安全、调度、监控及自动化装置以及由它们组成的整套保护及自动化系统等设备。电力系统既要通过继电保护装置反映电力系统中所运行的一次设备的工作状况和电力系统安全运行的情况，又要通过自动化装置对电力系统的运行情况通过“四遥”等方式实现无人值班和远程控制及调度，保证电力系统的安全运行。一旦电力系统运行的某一部分出现不正常状况或发生故障时，继电保护装置就会发出各种信号，及时将故障切除，并通知运行人员。使未发生故障的设备或线路继续运行，防止故障的扩大。通过自动化装置还能对电力系统进行实时监控和自动调节，提高电力系统运行的可靠性及经济性。这对即将实现的电力市场及智能电网就显得尤为重要。总之，随着科学技术的发展，电力系统对继电保护及自动化装置的要求也越来越高，同时科学技术的进步也为继电保护及自动化装置的发展提供了更加广阔的天地，加快了发展的步伐。现在对二次回路的设备除了应具有快速性、灵敏性和可靠性外，还要求二次回路的设备具有更加完整的功能，成为集监控、远程控制及调度于一体的设备，为实现电力系统的无人值班和电力市场化奠定基础。

一、继电保护及自动化装置产品的发展过程

我国继电保护及自动化装置产品的发展从无到有并且还在不断发展创新，到目前为止，我国生产的继电保护及自动化装置产品的技术水平已达到国际先进水平。由于电力系统的快速发展对继电保护不断提出新的要求，电子技术、计算机技术与通信技术的飞速发展又为继电保护技术的发展不断地注入了新的活力，从整个发展的过程可以大致分为以下几个阶段。

第一阶段是 20 世纪 50~60 年代。该时期是新中国刚刚成立国民经济正处于恢复时期。旧中国电力工业也十分落后，没有继电器产品的生产企业。解放后，政府首先在黑龙江省阿城市建立了我国第一个继电器生产厂——阿城继电器厂。当时主要生产产品全部是仿前苏联的电磁型和感应型的继电器，这些继电器都是单一功能的产品，然后根据电力系统二次回路的要求组成一些简单的保护屏和控制屏。之后，我国继电器和继电保护的制造及运行的技术队伍从无到有，大约用了 10 年的时间里走过了先进国家半个世纪走过的道路。通过继电器设计制造的技术人员创造性地吸收、消化、掌握了国外先进的继电器及继电保护装置的性能和运行技术，成为了一支具有深厚继电器理论造诣和丰富运行经验的继电保护技术队伍，为继电器和继电保护技术的发展奠定了坚实的基础。

第二阶段是 20 世纪 70 年代。在许昌继电器厂的带动下，生产由我国工程技术人员自行

开发和设计、适合我国国情的第一代电磁型和整流型的继电器，同时也设计出多功能的组合式继电器。新的产品以其优美的外观、新颖的结构、较好的性能在较短的时间内逐步取代仿造前苏联的产品，为电力系统继电保护的发展做出了一定的贡献。

第三阶段是 20 世纪 70 年末、80 年代初。该时期首先研制成功了我国第一套整流型线路保护屏，改变了由单个继电器组成保护装置的历史。同时在一些企业里开始研制晶体管型继电器和成套保护装置，为我国静态型产品的发展奠定基础。

第四阶段是 20 世纪 80 年代中期到末期。由原机械工业部和电力工业部牵头，成立了由制造企业、电力工业的运行、设计、试验等方面的工程技术人员组成的联合设计工作组，研制输电线路保护的“四统一”产品。同时自行设计集成电路型继电保护装置也开始在电力系统中运行。在继电保护及自动化装置产品方面，为我国电力系统向高电压、大容量、远距离发展做好准备。

第五阶段是 20 世纪 90 年代。继电保护及自动化装置产品随着计算机技术的普及和广泛地应用，微机型产品也成功地被研制和生产出来。在 20 世纪 90 年代初期，华北电力大学杨奇逊教授等研制出我国第一代单 CPU 的微机型线路保护装置；随后华中科技大学、西安交通大学、天津大学、上海交通大学、东南大学、重庆大学和南京电力自动化研究院、许昌继电器研究所、南京自动化设备总厂、北京四方公司等单位都相继研制了不同原理、不同型式的微机保护装置。第二代、第三代多 CPU 的微机型保护装置像雨后春笋般出现在全国各地电力系统二次回路中。这些不同原理、不同类型的微机保护装置各具特色，为电力系统提供了一批新一代性能优良、功能齐全、工作可靠的继电保护产品。随着对微机保护装置的深入研究，在微机保护软件设计和算法等方面都取得了长足的进展和丰硕的成果。可以说从 20 世纪 90 年代开始我国继电保护技术已进入了微机继电保护的时期。到 90 年代末期，已研制出以数字电路为代表的微机型产品，其产品技术性能达到当代国际同类产品的领先水平。这些新型产品中已采用了 32 位的 CPU，同时广泛采用了多层印制版、元器件的表面贴装以及总线不外露等先进的生产工艺技术，产品的抗干扰性能得到提高。微机综合自动化装置设备的开发，实现了远程监控及调度的无人值守变电站。为我国城乡电网改造提供了大量的优良装备，同时也为我国电力系统的安全可靠运行提供了保障。随着特高压 1000kV 交流输电线路和 ±800kV 直流输电线路以及坚强的智能电网的建设，数字化变电站大量涌现以及智能化电网的逐步实现，必将为我国继电保护技术发展带来更加美好的明天。当今继电保护技术正朝着计算机化、网络化、智能化方向发展，继电保护设备必将是集保护、控制、测量和数据通信一体化的全功能设备。

二、继电保护及自动化装置试验方法的发展过程

在 20 世纪 80 年代，随着继电器及装置的国产化进程迅速发展，需要对产品检验的检验方法进行研究，以保证产品的质量和满足电力系统安全可靠运行的需求。为此，在原机械工业部和电力工业部牵头下，许昌继电器研究所和有关的生产企业从事产品质量检验工作者的共同努力下，编制了我国第一部有关继电器及装置试验方法的国家标准。该标准是在总结我国生产继电器及装置在检验产品质量中所采用的检验方法、研究并吸取国际电工委员会 IEC 标准对检验继电器性能所规定的试验方法的基础上，编制出适合我国国情的国家标准 GB 7261—1987《继电器及装置基本试验方法》。

在 GB 7261—1987《继电器及装置基本试验方法》颁布后，为规范继电器及装置产



品的质量检验工作和提高产品质量方面起到积极推动作用，为产品的发展做出了一定的贡献。

在 20 世纪末，随着科学技术的发展，产品在不断更新，新的试验方法和新的试验设备不断涌现。GB 7261—1987《继电器及装置基本试验方法》已无法适应电力系统继电保护及自动化装置产品的发展，在总结贯彻实施 GB 7261—1987《继电器及装置基本试验方法》中所出现的问题、调查新一代产品对检验工作所要求采用新的试验方法和技术、进一步研究国际电工委员会 IEC 标准在该领域的发展的基础上，组织行业有关企业的检验人员和标准化工作人员一起对 GB 7261—1987《继电器及装置基本试验方法》标准进行全面修订，经过一年多的辛勤工作，编写出新的试验方法标准，并广泛地征求生产企业、高等院校及电力行业用户、设计院、研究单位等方面的教授、专家、学者及质量检验人员的意见，经全国继电器及设备标准化委员会全体委员审查通过，最后由国家质量技术监督局正式批准，颁布实施新的试验方法标准 GB/T 7261—2000《继电保护及自动化装置基本试验方法》。

GB/T 7261—2000 的颁布实施正逢我国对电力系统城市和农村电网进行大规模改造的高潮，同时又是我国第十个五年计划开始执行的新世纪开始的第一年。新的世纪要求我国的电力系统将朝着更高电压等级、更长输送距离以及更大的电网和单机容量方向发展，同时还要实现“西电东送”的目标。所有这些远大的发展目标都为继电保护及自动化装置产品发展提出更高的要求，对产品质量也有更新的要求。为此新标准的实施无疑将促进和推动继电保护及自动化装置产品质量的提高。同时新标准的实施也为我国加入 WTO 后，做好与国际接轨工作。

该标准的实施，可以帮助从事质量检验人员和生产企业的质量检验工作人员加深对新标准的理解，正确地执行新标准；也可以帮助电力系统继电保护及自动化装置产品设计、生产、调试等方面的工程技术人员，为按新标准提出的新内容设计、生产出技术指标更高、更可靠的新一代产品。

在 2008 年，随着继电保护装置的微机化和数字化，我国又颁布了新的继电保护和安全自动装置的试验方法标准，即 GB/T 7261—2008《继电保护和安全自动装置基本试验方法》，该标准在基本试验方法基础上沿袭了 GB/T 7261—2000《继电保护及自动化装置基本试验方法》的主要内容，增加和修改了一些内容。

新版标准修改的内容有：按 IEC 61000-4-29：2000/GB/T 17626.29—2006《电磁兼容试验与测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验》和 IEC 61000-4-11：1994/GB/T 17626.11—1999《电磁兼容试验与测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验》修改了原标准中辅助激励量中断试验，标准中还修改了继电保护装置基本性能试验的环境条件，将原标准中应在基准条件下进行性能检测改为在标准大气条件下进行，并将基准环境条件作为产品性能的仲裁条件。这一修改将给影响量和影响因素的变差试验带来了一定的麻烦。

新版标准中新增的内容有：工频抗扰度试验、脉冲磁场抗扰度试验、阻尼振荡磁场抗扰度试验、恒定湿热试验、地震试验（由于目前国内有关质检单位没有试验设备，暂时无法执行）、安全性能等有关试验内容；并提出了新的试验项目，即通信规约试验。

新版标准增加的内容，反映了随着电力工业的发展，对继电保护产品的要求越来越多，对产品性能和质量的要求也将越来越高。

三、微机型继电保护试验装置的发展过程

随着微机型继电保护装置的大量推广使用,对保护装置检验的要求也在不断的提高。以移相器、自耦调压器、升流器、滑线电阻等调整三相电压和三相电流的幅值和相位,并配合电压表、电流表、相位表、频率计和毫秒计等仪器的传统的试验方法,已远远不能满足微机型保护装置检验的需要。随着微机型继电保护装置和计算机技术的发展,微机型继电保护试验装置应运而生,这类试验装置带来了全新的试验理念,使试验过程智能化、自动化已成为发展的必然趋势。

微机型继电保护测试仪发展过程如下。

(一) 第一代微机型继电保护试验装置

第一代单 CPU 的微机型线路保护装置诞生不久,第一代微机型继电保护试验装置也相应生产出来,试验装置是以单片机做为智能控制器,无后台计算机控制。

虽然第一代微机型继电保护试验装置是以单片机为核心,存在许多不便之处,但也为当时的微机型线路保护的检验带来了一些方便,存在的不足主要有以下几点。

(1) 单片机的计算速度较慢,对电气量进行实时计算的速率为每周波 30~60 点,因此第一代微机型继电保护测试仪输出信号的幅值、频率、相位的精度较差。

(2) 单片机计算能力的限制,所产生的数学模型比较简单,因此模拟故障方式也因此简单化。

(3) 单片机受其能力所限,在叠加谐波方式上,只能叠加 3 次谐波;不能同时叠加直流衰减信号、也不能连续变化频率等。

(二) 第二代微机型继电保护试验装置

随着计算机技术的发展,微机型继电保护装置也采用了新的计算机技术,随之产生了第二代以 PC 机作为智能控制器的微机型继电保护试验装置。PC 机具有较强的计算功能,实时计算速率达到每周波 100~200 点,并且使用了 DOS 操作界面,较第一代测试仪有很大进步。它的主要工作性能有如下 3 点。

(1) 由于 PC 机实时计算速率达到每周波 100~200 点,因此输出的信号精度比较高,其各种电量的幅值、频率、相位的精度已能达到 0.5 级,电信号的频率范围也比较宽。

(2) 由于第二代微机型继电保护试验装置借助了 PC 机的操作系统,使试验装置在软件设计上得到较大的发展,因此第二代试验装置所具有的检验能力得到较大的提高。它具备了手动和自动检测各种继电器及装置动作值、动作时间的准确度、特性和整组试验;也能模拟线路保护装置的各种故障,包括瞬时性、永久性和转换性故障的暂态过程;还能进行模拟系统振荡的试验过程。

(3) 第二代微机型继电保护试验装置具备叠加 2~10 次谐波、叠加非周期分量和能连续变化频率等功能。

(三) 第三代微机型继电保护试验装置

随着微机型继电保护装置试验要求的提高和 WINDOWS 操作系统的广泛使用,以 WINDOWS 软件为界面,产生了 PC 机与主机串口通信的第三代微机型继电保护试验装置。

第三代微机型继电保护试验装置比第二代试验装置有较好的软件界面,并能方便地使用 WINDOWS 的资源,如 WORD、EXCEL 编辑报告等功能。同时第三代试验装置具有可扩展电压、电流插件,并能实现连续变频,完成较多复杂试验。

以上三代试验装置要完成继电保护装置的试验及动作行为分析, 还需要增加许多外围设备, 才能构成一个完整的试验系统。

(四) 第四代微机型继电保护试验装置

在第三代微机继电保护试验装置的基础上, 充分利用现代化的网络技术对现场试验进行技术支持; 对试验过程能进行实时有效的监督, 并能以数据库的形式管理各站点保护装置的信息, 试验报告形式灵活、内容丰富, 构成了一个完整的现场测试系统, 这就是第四代微机型继电保护试验装置。它的良好技术支持、方便的用户服务方式及灵活的硬件扩展形式将是未来测试装置的发展趋势。由于第四代试验装置采用了高性能的 DSP 数字信号处理器, 并与后台计算机构成主从计算机系统, 形成了集试验、显示、记录、报告生成、数据库管理、通信等功能为一体综合性试验系统。它具有如下功能。

(1) 采用高性能、高精度的三相电压、电流发生器, 输出的电流、电压波形不失真, 测量结果准确度比较高。

(2) 使用了多通道电压、电流示波器和多相电流、电压表计以及多通道电压、电流、开关量录波器等设施, 能自成一个完整的检验系统。

(3) 采用了 16 位 D/A 转换, 试验装置的暂态响应速度快、幅频特性好; 能较准确模拟故障的暂态过程和进行故障回放等功能。

(4) 具备较为完整的功能检验, 如能叠加按时间常数衰减的非周期分量、叠加谐波分量试验功能, 能实现连续变频检验的功能; 具有模拟电力系统振荡过程和进行简单的暂态仿真试验的功能等。

(5) 试验装置除了具备检验测试功能外, 还具备一定的管理功能。第四代试验装置应用了继电保护测试辅助专家系统和继电器数据库, 能将保护装置的信息、保护配置、定值单、检测项目设置存入数据库; 还能将装置的检验项目所涉及的检验参数等存入数据库, 形成保护装置整体的检验方案。一旦进行检测时, 只要选择保护装置的型号、定值单、试验参数调出检验方案, 自动完成检测、生成检验报告。

(6) 通过网络实现远程操作和技术支持。目前, 继电保护试验装置正随着电力系统的发展、特高压输电线路的建设、数字化变电站的涌现和智能化电力系统的研究, 将在以下方面得到新的发展。

1) 通信规约的测试, 随着 IEC 61850 标准的执行, 各试验装置制造企业和有关电力行业的科研单位正在研制具有通信规约检测的继电保护试验装置, 这一趋势将是试验装置发展的一个方向。

2) 试验装置采用更高速的 CPU、DSP 技术和高精度的 D/A 转换技术, 以研制和发展数据处理速度更快、输出信号精度更高、响应速度更快、检验结果更准确的试验装置。

3) 研制具有更为完善的检验功能的试验装置。如由稳态试验向暂态试验方向发展、从开环检验向闭环检验发展, 研制能进行实时仿真的试验装置。

4) 研制通过 GPS 全球定位系统技术, 实现多台试验装置对多端保护装置进行检验的目标。

四、产品质量检验工作

产品的发展离不开产品质量检验工作, 它是衡量并提高产品质量的重要手段。随着市场经济的逐步形成, 企业逐步认识到产品质量高低对企业生存的重要性, “质量第一”的思想

已不是一句空话。各企业也越来越重视新产品的开发工作，以期用技术指标先进、性能可靠的产品去占领市场。这一切工作都离不开产品质量检验工作，通过质量检验能确定产品的技术性能是否满足产品标准的要求，也能反映产品技术性能的高低，检查产品设计的合理性和制造工艺的可行性。在检验过程中还能发现产品内部所存在的各种隐患和弊病，为分析这些缺陷提供依据，也能为改进产品质量提出建设性的建议。因此产品质量检验工作不是产品设计、生产中的消极措施，而是产品设计、生产过程中的一个重要环节。对电力系统运行企业来说，产品质量的检验是保证电力系统安全可靠运行的重要措施之一，必须予以高度重视。

什么是“检验”？国际标准化组织 ISO/IEC 有关质量的名词术语的标准中规定：检验是“对实体的一个或多个特性，诸如测量、检查、试验或度量，并将其结果与规定的要求进行比较，以确定每项特性的合格情况所进行的活动。”在“检验”的名词定义中提出了“测量”、“检查”、“试验”或“度量”四种方法，在这里我们特别将“试验”这一方法加以说明，其含义可以用“检测”这个名词的定义给予解释。所谓“检测”就是指“对给定的产品、材料、设备、生物体、物理现象、工艺过程或服务，按照规定的程序确定一种或多种特性的技术操作。”简而言之就是“为了确定量值的一组操作。”从上面几个定义可以看出“检验”和“试验”是有区别的两项工作，它们的共同之处就是对实体的特性要进行测量，确定其量值。不同之处就是“试验”不判断其测量的结果是否符合规定的要求；而“检验”要判断其测量结果是否符合规定的要求。

检验工作要对测量结果是否符合规定的要求进行评定，其规定的要求是在各级标准中规定，即标准是检验工作的依据。按国家标准化法的规定，标准有国家标准、行业标准和企业标准三类。国家鼓励企业积极采用国际 IEC 标准和先进发达国家的标准，同时还鼓励企业制订高于国家标准、行业标准的企业标准。这一点必须引起生产企业的高度重视，重视产品标准制订工作的重要性。

继电保护及自动化装置行业制订了不少的国家标准、行业标准。国家标准大都是产品的通用技术要求和试验方法的标准，大部分是等同或等效采用 IEC 标准。而行业标准都是某大类的产品通用技术要求。因此，用这些标准无法去判断每一个具体型号产品的测量结果，还必须由企业按国家标准和行业标准的通用要求去制定具体产品的企业标准。产品的检验就是依据产品的企业标准和有关国家标准、行业标准的通用要求来判断测量结果的。同时电力行业也制定了继电保护及自动化装置的技术规程、运行管理规程、检验条例、反事故措施要点及运行评价规程。这些规定都提出了对继电保护及自动化装置在投入运行前及运行后都要对其产品的有关性能进行检验的要求和检验的依据。充分肯定了检验工作对电力系统安全可靠运行的重要性。

总之，检验工作是一项极为重要的工作。希望各类人员对其高度重视，为保证产品质量而努力。

五、继电保护装置产品检验的项目

继电保护装置产品检验项目根据产品制造企业和电力行业的运行企业的要求是不同的。

（一）产品制造企业产品检验

（1）出厂检验。

（2）型式检验（型式检验又分新产品的定型检验和在产品的定期检验）。

根据产品通用技术条件标准的规定，产品制造企业产品出厂检验和型式检验的项目见表 0-1。

表 0-1 产品制造企业产品检验项目表

序号	检 验 项 目	型式检验	出厂检验	备 注
1	1. 结构及外观检查	✓	✓	
2	2. 触点及线圈等基本参数测试	—	✓	
3	3. 基本电气性能检验			
	(1) 动作特性 (整定值的准确度) 检验	✓	✓	平均误差及一致性
	(2) 时间特性 (整定值的准确度) 检验	✓	✓	平均误差及一致性
4	影响量及影响因素的影响检验			
	(1) 大气环境条件的影响检验			
	①高温检验	✓	—	
	②低温检验	✓	—	
	③大气压力影响检验	✓	—	
	(2) 机械环境条件的影响检验			
	①振动响应检验	✓ *	—	
	②振动耐久性检验	✓ *	—	
	③冲击响应检验	✓ *	—	
	④冲击耐久性检验	✓ *	—	
	⑤碰撞检验	✓ *	—	
	⑥地震检验	✓ *	—	目前还不具备试验设备
	(3) 电源性能的影响检验			
	①交流电源频率影响检验	✓	—	
	②交流电源波形畸变影响检验	✓	—	
	③直流电源波动影响检验	✓	—	
	④直流电源纹波影响检验	✓	—	
	⑤直流辅助激励量中断	✓	—	
5	绝缘性能检验			
	(1) 绝缘间隙和爬电距离测试	✓	✓	
	(2) 绝缘电阻测试	✓	✓	
	(3) 介质强度检验	✓		
	(4) 冲击电压检验	✓	—	
6	潮湿检验 (交变湿热检验或恒定湿热检验)	✓	—	
7	热性能检验	✓		
	(1) 最高允许温度检验	✓	—	
	(2) 短期耐热极限值检验		—	
8	过载能力检验			
	(1) 短时过载能力检验	✓	—	
	(2) 极限动稳定检验	✓	—	
9	功率消耗检验	✓	—	



续表

序号	检 验 项 目	型式检验	出厂检验	备 注
10	寿命检验			
	(1) 触点性能检验	✓	—	
	(2) 电寿命检验	✓ *	—	
	(3) 机械寿命检验	✓ *		
11	整组功能检验			
	(1) 静态模拟试验	✓	✓	
	(2) 电力系统动态模拟试验	✓	—	
	(3) 电力系统数字仿真试验	✓	—	
12	环境温度极端范围极限值检验	✓	—	
13	电磁兼容抗扰度检验			
	(1) 1MHz (100kHz) 脉冲群抗扰度检验	✓	—	
	(2) 静电放电抗扰度检验	✓	—	
	(3) 射频电磁场辐射抗扰度检验	✓	—	
	(4) 电快速瞬变脉冲群抗扰度检验	✓	—	
	(5) 浪涌 (冲击) 抗扰度检验	✓	—	
	(6) 射频场感应的传导骚扰抗扰度检验	✓	—	
	(7) 工频抗扰度检验	✓	—	
14	电磁发射限值检验			
	电磁传导、辐射发射限值检验	✓	—	

注 带有“*”的项目为在产品定期型式检验可不需要进行检验的项目。

在 IEC 60255-27 标准中还规定有安全性能检验, 检验项目除了上述的绝缘性能、热性能、大气环境条件的影响、机械性能、潮湿性能等检验的要求外还增加了外壳防护检验、电击防护检验、着火危险检验、漏电流起痕指数 (CTI) 检验等。

(二) 电力行业运行企业产品检验

1. 新安装装置的验收检验

(1) 未经鉴定的新型装置: 要进行全面检验并经有关继电保护的运行部门审查, 其技术性能满足有关标准要求时, 才能投入电力系统电网试运行。

(2) 已鉴定的新安装的装置:

- 1) 当新安装的一次设备投入运行时;
- 2) 当已安装的一次设备上投入新安装装置时;
- 3) 当对已运行中的装置进行较大的更改或增设新的回路时。

2. 运行中装置的定期检验

- (1) 全部检验。
- (2) 部分检验。
- (3) 用装置进行断路器跳合闸试验。

3. 运行中装置的补充检验

- (1) 装置改造后的检验。