



高等学校“十一五”精品规划教材

继电保护自动装置 测试技术实验指导书

韩笑 刘微 杨建伟 主编

JIDIAN BAOHU ZIDONG ZHUANGZHI
CESHI JISHU SHIYAN ZHIDAO SHU



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

TM77/35

2008

高等学校“十一五”精品规划教材

继电保护自动装置 测试技术实验指导书

韩笑 刘微 杨建伟 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 简 介

本书系电气工程及其自动化专业继电保护方向的课程实验教材,内容涵盖电力系统继电保护、电力系统自动装置、继电保护测试技术、电力自动化技术等课程的主要实验项目、实验原理和实验方法。实验分类清晰,指导明确,可操作性强。

本书可供电气工程及其自动化、电气自动化专业及其他电气类、自动化类本、专科学生(包括成人教育、自学考试、高职高专的学生)作为实验教学用书,也可供从事电力系统继电保护及安全自动装置安装与调试的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

继电保护自动装置测试技术实验指导书/韩笑,刘微,
杨建伟主编. —北京:中国水利水电出版社,2008
高等学校“十一五”精品规划教材
ISBN 978-7-5084-5118-3

I. 继… II. ①韩…②刘…③杨… III. 继电自动装置—
实验—高等学校—教材 IV. TM774-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 182829 号

书 名	高等学校“十一五”精品规划教材 继电保护自动装置测试技术实验指导书
作 者	韩笑 刘微 杨建伟 主编
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16开本 11印张 261千字
版 次	2008年1月第1版 2008年1月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	22.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

本书是综合了电力系统继电保护、电力系统自动装置、继电保护测试技术、电力自动化技术等课程的实验内容,主要包括:调压器、移相器、工频电源、相位表、万用表、时间测试仪器、晶体管毫伏表、继电保护测试仪、故障录波仪、多功能表等继电保护自动装置测试实验常用的仪器仪表使用方法;电磁型电压、电流继电器,整流型功率方向继电器,整流型方向阻抗继电器,差动继电器等单个继电器的验证性实验,反时限过电流保护实验,备用变压器自动投入装置演示实验,输电线路自动装置的演示性实验,继电器时间参数的测量,示波器测频测相实验,电平测量实验,电抗变压器转移阻抗角测量实验等继电保护测试技术验证性实验;输电线路电流、电压综合保护,距离保护,变压器保护,同步发电机自动准同期,同步发电机励磁控制,整流电压的测量等综合性、设计性实验。

本书所列实验的指导内容的编排是严格按照教学大纲及实验大纲的要求进行教学组织的。既重视实践教学环节与理论教学的紧密结合,又自成体系,便于单独开设实验课。本教材在理论与实际相结合方面给学生留以充分的思考余地,以便培养和提高学生的实际操作能力、分析和解决问题的独立工作能力、综合运用所学知识的创新能力。

本书的第一章、第二章第八节至第十一节、第三章第六节由杨建伟编写;第二章的第一节至第七节由刘微编写;其余内容由韩笑编写。全书由韩笑统稿。

本书在编写过程中,曾得到南京工程学院电力工程学院领导的热情关心与帮助,还有不少兄弟院校与单位积极地提供参考资料,在此,一并致以谢意。

限于编者水平,书中难免存在疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2007年8月

目 录

前言

绪论	1
----	---

第一章 常用仪器仪表使用方法	4
----------------	---

第一节 概述	4
第二节 调压器与移相器	5
第三节 工频电源	9
第四节 相位表	16
第五节 万用表	25
第六节 时间测试仪器	37
第七节 晶体管毫伏表	45
第八节 继电保护测试仪	47
第九节 故障录波仪 (DF1024)	49
第十节 YHD-II 智能式多功能表使用说明	58

第二章 验证性与演示性实验	61
---------------	----

第一节 电磁型电压、电流继电器的特性实验	61
第二节 LG-11 型功率方向继电器特性实验	68
第三节 LZ-21 型方向阻抗继电器特性实验	75
第四节 差动继电器特性实验	84
第五节 反时限过电流保护实验	94
第六节 备用变压器自动投入装置演示实验	97
第七节 输电线路三相一次自动重合闸装置演示实验	99
第八节 继电器时间参数的测量实验	102
第九节 示波器测频测相实验	104
第十节 电平测量实验	108
第十一节 电抗变压器转移阻抗角的测量实验	111

第三章 综合性与设计性实验	113
---------------	-----

第一节 输电线路的电流、电压保护综合性实验	113
第二节 距离保护设计性实验	117
第三节 变压器保护设计性实验	119

第四节 同步发电机自动准同期综合性实验	121
第五节 同步发电机的励磁控制综合性实验	125
第六节 整流电压的测量设计性实验	137
附录 A PW (PWA) 型继电保护测试系统软件安装及模块简介	138
附录 B PW (PWA) 型测试仪手动试验、状态序列、整组试验模块使用方法介绍 ...	155
附录 C LHDJZ-ⅢB 型电力系统继电保护综合试验台简介	163
附录 D WDT-Ⅲ型电力系统综合自动化试验装置简介	167
参考文献	170

绪 论

本书是与“电力系统继电保护”、“电力系统自动装置”、“继电保护测试技术”、“电力自动化技术”等电气工程及其自动化专业的主干课程相配套的一本实验指导书。上述课程的特点是专业性强、实践性强、技术更新速度快。实践教学环节是这些课程的重要组成部分。通过实验可以加深对理论知识的理解，培养和提高学生的实际操作能力、分析和解决问题的独立工作能力以及综合运用所学知识的创新能力。

一、实验的特点与要求

电力系统继电保护、电力系统安全自动装置实验的内容较多、较新，实验系统也比较复杂，系统性较强。本书介绍了 20 余个电力系统继电保护、电力系统安全自动装置、继电保护测试技术相关内容的实验，主要内容有以下几类：

(1) 演示性实验：指为便于学生对客观事物的认识，以直观演示的形式，使学生了解其事物的形态结构和相互关系、变化过程及其规律的实验教学过程。例如，本书中的备用变压器自动投入演示实验、三相一次自动重合闸演示实验等，教师通过试验设备向学生演示相关动作过程。

(2) 验证性实验：指以加深学生对所学知识的理解、掌握实验方法与技能为目的，验证课堂所讲某一原理、理论或结论；以学生为具体实验操作主体，通过现象衍变观察、数据记录、计算、分析直至得出被验证的原理、理论或结论的实验过程。在本书中，对于继电保护及自动装置基本原理的实验项目多采用试验台进行验证性实验。

(3) 综合性实验：指以强化已学若干知识内容的综合系统运用能力和综合分析、解决较复杂实际问题的能力为目的；实验内容涉及本课程的综合知识或与本课程相关课程的知识，以学生为实验操作主体，提交具备综合分析与应用能力的实验报告的系统过程。本书中的某些实验将继电保护与自动装置的相关技术进行有机地结合，学生通过实验可以综合地、直观地了解电力系统继电保护及安全自动装置的动作过程。

(4) 设计性实验：指以培养学生灵活掌握所学知识和创新能力为目的，在给定实验目的、要求和实验条件，由学生自行设计实验方案并加以实现，通过观察过程描述、记录、计算、分析，提交具有一定见解的实验报告的实验过程。本书所涉及的实验装置及相关仪器仪表为学生们提供了开发研究的平台，可以进行继电保护装置及自动装置异常情况的模拟，如某继电保护装置拒绝动作时，其他保护的動作行为的设计性实验；新型保护原理的设计性实验；同步发电机静态安全运行极限的测定实验；同步发电机参数的离线（在线）测定；同步发电机励磁控制器设计实验等。

学生完成指定实验后，应具备以下能力：

- (1) 熟悉并掌握基本实验设备、测试仪器的性能和使用方法。
- (2) 熟悉并掌握本专业所专用的实验设备、测试仪器的性能和使用方法。
- (3) 掌握实验所采用的继电保护及自动装置的原理与结构特点,能根据需要设计合理的实验电路,采用合理的操作手段进行实验。
- (4) 能够运用理论知识对实验现象、结果进行分析和处理,解决实验中遇到的问题。
- (5) 能够综合实验数据,解释实验现象,编写实验报告。

本书所编写的继电保护实验题目主要在由南京工程学院电力工程学院设计,武汉联华电气有限公司生产的电力系统继电保护综合试验台上进行,自动装置实验题目主要在武汉华中科技大学电力自动技术研究所生产的“WDT-Ⅲ型电力系统综合自动化试验台”上进行。备用电源与备用设备自动投入演示实验采用自制试验设备。教师可根据对本专业的理解和掌握,根据各校教学需要进行取舍,选择某些实验项目或者重新进行实验项目的组合。

本书对于验证性实验与演示性实验的指导内容主要有:实验目的、要求、原理、步骤;实验装置系统介绍;主要仪器设备的结构原理、性能与使用注意事项;操作规程与测量方法;原始记录要求及实验报告的内容和要求等。对于综合性实验和设计性实验提供要点提示。

二、实验准备

教师在实验前应严格按照实验教学大纲的要求,认真备课,编写实验教案,做好实验教学组织和课前准备工作。

学生在每次实验前必须进行预习,明确实验目的、要求和基本原理,建议实验教师检查学生的预习情况,从而提高实验质量与效率。在实验前应做到以下几点:

- (1) 复习教材中与实验有关的内容,熟悉与本次实验相关的理论知识。
- (2) 通过阅读本教材中的实验指导,了解本次实验的目的和内容。
- (3) 熟悉主要实验仪器和设备的使用方法,掌握实验原理或接线图。
- (4) 在实验报告书中填写相关预习的内容,其中包括实验的目的和内容、主要实验仪器和设备名称、实验原理或接线图、实验步骤及注意事项、预习中遇到的疑难问题等。
- (5) 进行实验分组,除演示实验外,一般情况下每组为2~3人。

三、实验实施

完成理论学习、实验预习等环节后,就可进入实验实施阶段,实验时要做到以下几点:

- (1) 实验开始前,指导教师要对学生的实验预习情况进行检查,要求学生了解本次实验的目的、内容和方法,只有满足要求后,才能允许其参加实验。
- (2) 指导教师对实验装置作介绍,要求学生熟悉本次实验使用的实验设备、仪器,明确设备的功能、使用方法。
- (3) 重视实验接线检查。学生应按实验指导书或自身所设计的实验接线图进行接线,接线必须在确保断电的情况下进行,完成接线后,必须按接线图进行自查,主要检查所使

用设备的型号、位置、极性、原始状态、接线等是否正确，特别要注意实验过程中人身是否能接触到带电部分，及时做好相关的防范措施。自查结束后，须经指导教师复查后方可合闸通电，开始实验。

(4) 实验过程中，学生要听从实验教师的管理，严格按照规程认真操作，确保人身与设备安全。改接线路时，必须断开电源。发现异常情况，应及时报告指导教师，并采取相应的措施，避免或减少事故造成的损失。

(5) 实验中应观察实验现象是否正常，所得数据是否合理，实验结果是否与理论相一致。认真做好原始实验数据记录，爱护公物，节约耗材。

(6) 实验完毕后，应请指导教师检查实验数据、记录的波形。应将仪器、工具及时归还，认真整理实验场地和实验台，经实验教师验收后方可离开实验室。

四、实验成绩评定

实验成绩由实验预习、实验表现、实验报告三部分组成。其主要内容如下：

(1) 实验预习：主要考核学生对实验目的和要求、实验主要仪器和设备、实验原理、实验方法与步骤等方面的掌握程度。

(2) 实验表现：主要考核学生实验过程的表现。包括考勤、学习态度、实验态度等。

(3) 实验报告：实验的最后阶段是实验总结，即对实验数据进行整理、绘制波形和图表、分析实验现象、撰写实验报告。实验报告为实验成绩的重要考核依据之一，每个实验须写一份实验报告。实验报告内容包括实验名称、实验预习内容、实验原始记录、实验记录处理（计算过程与结果、数据曲线、图表等）、实验结果分析与结论等。要求图表清晰、字迹工整、原始数据齐全、数据处理准确、讨论和分析问题简明扼要、表达清楚，并按指导教师规定的时间和要求提交实验报告，不得抄袭或臆造。实验报告成绩依据报告的科学性、全面性、规范性及书写态度综合考核。

成绩评定办法应在实验教学大纲中作出明确要求，指导教师要严格按照要求评定实验成绩。本书所涉及实验为课程实验，课程实验是理论课程教学内容的组成部分，课程实验成绩应纳入课程考核总成绩。

第一章 常用仪器仪表使用方法

第一节 概 述

在进行继电保护实验之前，有必要了解相关仪器仪表的性能和使用方法，避免在实验中因不规范的操作而造成仪器、仪表的损坏，这对养成良好的实验操作习惯将有很大帮助。在仪器、仪表的使用过程中，要掌握以下一些常识：

(1) 检查供电电压与仪器的工作电压是否相符。检查仪器的电源电压变换装置是否安插或板置在相应电压值的部位。目前国产仪器电源电压大多采用交流 220V（进口仪器使用的电源电压常有 110V、127V、220V 三种）。对有些仪器的保险丝插塞兼作电源的变换装置，应注意其位置不能插错，当电源电压不符时，会烧断保险丝，严重时损坏仪器的内部器件，造成重大损失。

(2) 仪器在开机通电前，应检查仪器面板上的各种开关、旋钮、度盘、插座等是否完好。对面板上的“增益”、“输出”、“辉度”、“调制”等控制旋钮应旋置于最小位置，防止仪器通电后可能出现的冲击现象，而造成某些损伤或失常。

在被测量值未能估计的情况下，应将仪器的“衰减”或“量程”放在较大部位，以免仪器过载受损。

(3) 有“高压”、“低压”开关的仪器接通电源前要格外注意“高压”、“低压”开关是否都在“断开”的部位，然后先接通“低压”开关，待仪器预热 5~10min 后，再接通“高压”开关。否则会损坏仪器整流器件。

对于只有单一电源开关的仪器，也需要预热数分钟，等待电路工作稳定后再行使用。

(4) 仪器接通电源后，如发现异常现象，如嗡嗡声、噼啪声、糊味、冒烟等，应立即切断电源，在未查明故障原因时，不能再行通电，以免故障扩大。

通电后如果保险丝烧断，应切断电源查明原因，并调换相同容量保险丝管再行通电，以免仪器过载损坏。

(5) 对于有通风设备的电子仪器，开机通电后应注意仪器内部的电风扇是否运转正常，若发现电风扇有碰触声或旋转缓慢，甚至不转动，应立即切断电源进行检修。

(6) 使用仪器时，应注意仪器外壳接地，特别在多台仪器联用时，宜用金属编织线作为多台仪器接地连线，避免杂散电磁场的干扰。

(7) 仪器进行测试时，应先连接“低电位”端子（如地线），然后再连接“高电位”端子（如探测器的探针）；反之，测试完毕后，应先拆离“高电位”端子，然后断开“低电位”端子。否则可能导致仪器过负荷，甚至打坏指示电表的指针。

(8) 仪器使用完毕后，应先切断仪器的电源开关，然后再拔下仪器的电源线插头，对

于有高低压电源开关的仪器，应先切断“高压”电源开关，然后再切断“低压”电源开关。切忌只拔下仪器的电源线插头，而不切断仪器的电源开关，这会使仪器再次使用时，由于先插上电源线插头而造成不应有的冲击。也应防止只切断仪器的电源开关，而不拔下电源线插头，这可能会因为忽略了仪器局部电路的电源切断，而使部分电路一直处于通电状态，以致造成故障。

(9) 仪器使用完毕后，应将面板上的“辉度”、“增益”、“输出”、“幅度”等控制旋钮依反时针方向左转到底，对于“量程”、“衰减”等多挡开关应扳到最大位置。

(10) 仪器使用完毕后，应填写“仪器使用卡”，特别是在发生故障时，应详细记录当时的情况。未经管理人员许可，使用者不得随便打开机壳进行检修。

第二节 调压器与移相器

一、调压器

接触式调压器在继电保护实验和调试等方面广泛用于平滑无级的调节或稳定电源电压。按相数可分为单相调相器和三相调压器。其外形分别如图 1-1、图 1-2 所示。

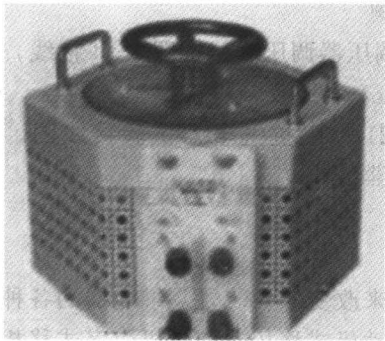


图 1-1 单相调压器外形图



图 1-2 三相调压器外形图

1. 原理与结构

接触式调压器是原付方线圈匝数比连续可调的自耦变压器，如图 1-3 所示。

使电刷 b 接触在绕组 c 的导电表面上平滑移动或滚动，改变着匝比 N_2/N_1 中 N_2 的数值，将不可调电压 U_1 转换为平滑无级调节的电压 U_2 。 $U_2 = \frac{N_2}{N_1} U_1$ 。接触调压器因铁芯结构不同分为环式与柱式两种。单元容量在 10kVA 及以下的均为环式，单相、三相容量大于 30kVA 的多为柱式。环式的铁芯卷绕成环状，截面呈正方形。柱式的铁芯叠接成柱状，截面呈圆形。绕组一般均为单层，与电刷接触的部分，经磨削而形成一平整光洁的导电面。电刷采用具有一定导电特性与机械特性的电化石墨制成，与绕组导电表面接触良好。

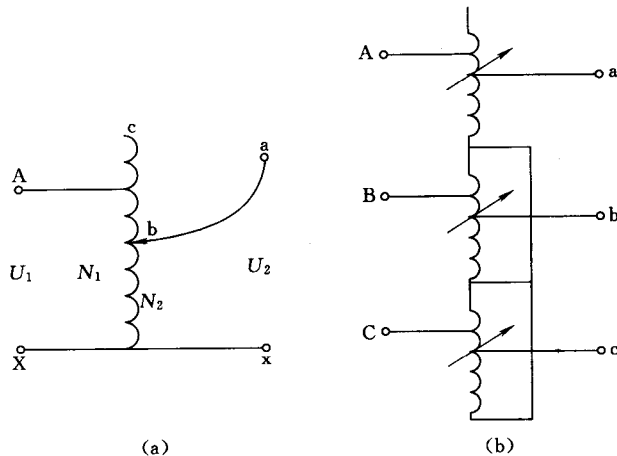


图 1-3 调压器工作原理图

(a) 单相接触调压器工作原理图；(b) 三相接触调压器工作原理图

2. 使用与维护

电刷接触不良，会产生火花灼痕或触点过热，应定期更换磨损的电刷，并清除绕组接触表面灼痕和污垢，使之光洁。调节电压要缓慢均匀。调压器可以恒定电流输出，不可恒定功率输出。若无平衡电抗，调压器不可并联使用。

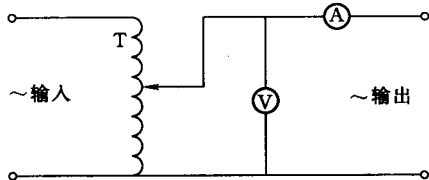


图 1-4 自耦调压器调压法接线

3. 使用举例

(1) 自耦调压器调压法。按图 1-4 接线，可获得可变交流电压和可变交流电流。

(2) LZ-21 型阻抗继电器试验接线图。见图 1-5，其中 T 为三相自耦变压器，T1 为单相自耦变压器。

二、移相器

在继电保护调试过程中，经常需要利用移相设备来改变保护装置及继电器的各种工频输入量之间的相位差。目前常用的工频移相方法有电动机式移相器和微机数字式移相两大类，这里主要讨论电动机式移相器移相。

1. 电动机式移相器移相的结构及原理

电动机式移相器的结构类似一般线绕式异步电动机，但是它的转子被一套涡轮杆卡住不能自由转动，经常处于制动状态下工作，因此其作用原理实际上相当于一台变压器。借助涡轮杆传动可改变转子与定子间的相对位置使转子产生角位移。图 1-6 为移相器的原理接线图。其中，定子绕组接电源，转子绕组经滑杯（或直接）接到负载。

当移相器定子绕组接通三相对称电源后，其绕组中将流过三相电流，并在气隙中产生以同步转速 n_1 旋转的磁场，该磁场在定子绕组和转子绕组中分别产生感应电动势 E_1 和 E_2 ，其中： $E_2 = E_1 / K_e$ ， K_e 为变比，一般固定为 1。 E_1 和 E_2 之间的相位取决于定子和转子间的相对位置，转子相对角度改变后， E_1 和 E_2 之间的相位也相应改变。以 A 相绕组

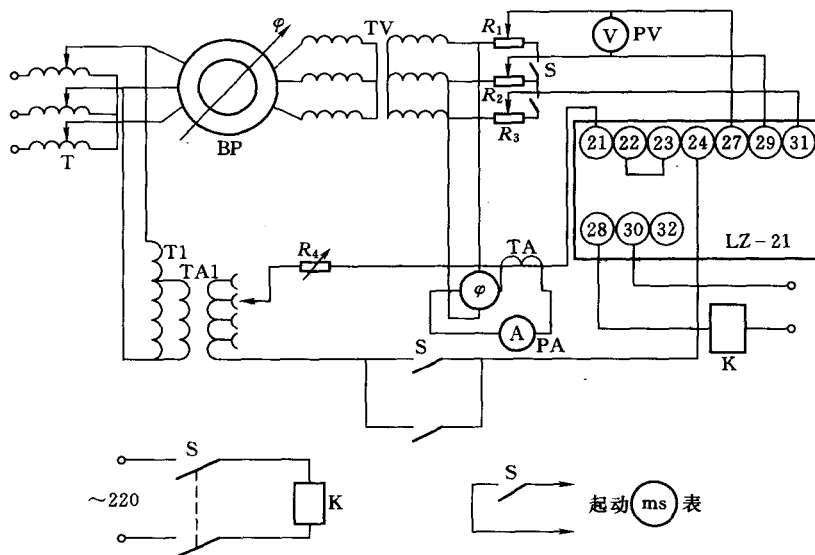


图 1-5 LZ-21 型阻抗继电器试验接线图

为例，令转子 a 相绕组的轴线与定子 A 相绕组的轴线重合时， $\varphi=0$ ，此时旋转磁场在定子和转子上产生的感应电动势 E_1 和 E_2 相位相同。当转子 a 相绕组顺着旋转磁场移动一个角度 φ 时，由图 1-7 可知，此时旋转磁场将先切割定子 A 相绕组，经 φ 电角度后才切割转子 a 相绕组，因此感应电动势 E_2 相应滞后 E_1 一个电角度 φ 。可见调节移相器的定子绕组和转子绕组间的相对角度，即可均匀地改变转子绕组输出电压的相位，在变比 K 不变时，只要电源电压保持不变，虽然转子相对角度改变但感应电动势 E_2 的大小不变，即输出电压的大小不会因此而改变，所以称为移相器。

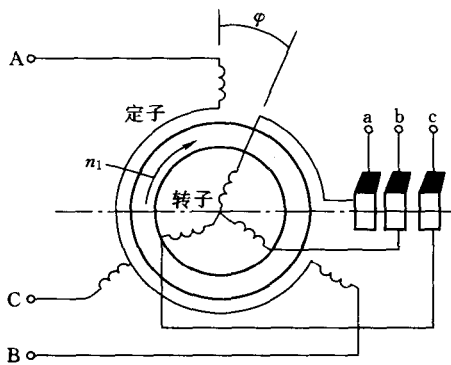


图 1-6 电动机式移相器的接线图

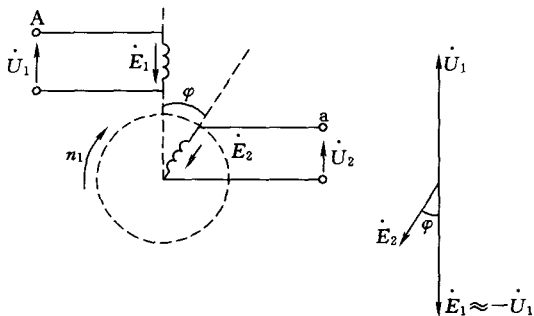


图 1-7 移相器相量图 (A 相)

2. 电动机式移相器移相的使用

电动机式移相器是继电保护调试过程中使用较多的工频移相设备，其输出容量规定按下式计算

$$P = \frac{mI_2U_2}{1000}$$

式中 P ——输出容量, kVA;

m ——相数;

I_2 ——二次额定负载的最大相电流, A;

U_2 ——二次额定负载的最大相电压, V。

常用的电动机式移相器为 TXSGA 型, 其输入、输出接线都装在机身接线盒内的接线板上, 各有 6 个接线端子, 输入端标有 A、B、C 和 X、Y、Z; 输出端标有 a、b、c 和 x、y、z, 均可分别连接成星形或三角形以适应各种不同的试验需要。这类移相器可在 $0^\circ \sim 360^\circ$ 范围内超前或滞后调节, 同时进行三相移相, 其分辨率为 1° , 绝对误差可控制在 $2^\circ \sim$

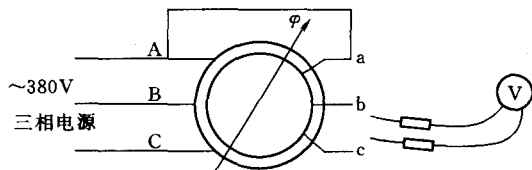


图 1-8 移相器校正零位接线图

3° 范围内。使用中, 要求移相器标度盘应与输入、输出电压间的相位差相对应, 当输入、输出电压同相时, 标度盘指示应为零, 否则必须进行校正。校正时将移相器相互绝缘的输入、输出绕组均接成星形并将其一对同名端用试验导线连接, 如图 1-8 所示。

将 A、a 两点相连, 三相电源加于输入端, 然后测量另外两相输入、输出端之间的电压 U_{Bc} 、 U_{Cb} , 如果 $U_{Bc} = U_{Cb}$, 说明输入、输出端电压同相位, 其相量如图 1-9 (a) 所示, 此时应在不转动转子的情况下将标度盘指针对零。当电压 $U_{Bc} < U_{Cb}$ 时, 输出电压超前于输入电压, 如图 1-9 (b) 所示; 当电压 $U_{Bc} > U_{Cb}$ 时, 输出电压滞后于输入电压, 如图 1-9 (c) 所示。

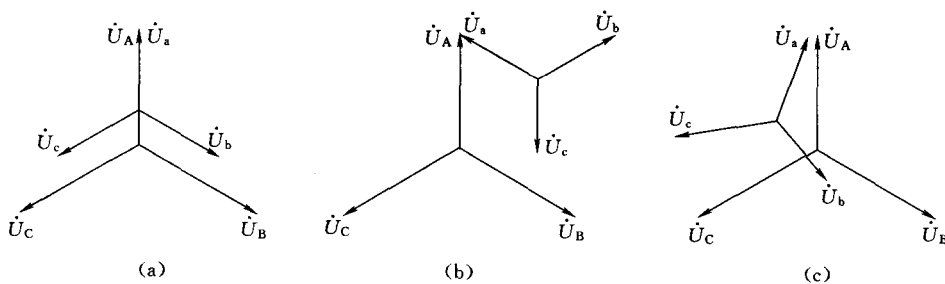


图 1-9 移相器输入、输出电压相位关系

(a) 输入、输出电压同相; (b) 输出电压超前于输入电压; (c) 输出电压滞后输入电压

这两种情况均可手摇传动轮移动转子使两电压相等后, 再将指针对零。TXSGA 型电动机式移相器具有工作可靠、调节方便、输出功率大等优点, 但也有缺点, 即: ①输出波形失真度大; ②当输出负载不对称时, 阻力显著增大, 移相调节困难, 必须经三相调压后才能提供给保护装置三相 100V 电压; ③转子出线不用滑环而直接输出的移相器, 当调节手轮摇过头时, 易造成输出断线等。因此, 使用时除调节操作应注意以上 3 点外, 还应确定试验接线时应尽量使移相器三相输出平衡; 需要移动电压和电流之间的相位时, 应优先考虑“固定电流, 移动电压”的方案, 以减少移相器负载, 从而减轻输出的波形失真及调节难度。

第三节 工 频 电 源

工频电源是数字频率继电器的专用试验仪，目前主要有两种，分别为 GPS 型微机工频电源及频率时间测试仪和 FPZ-1 型频率继电器微机综合测量仪。

一、GPS 型微机工频电源及频率时间测试仪

GPS 型微机工频电源及频率时间综合测试仪可用于进行 SZH 型数字频率继电器的测试实验，同时还可用于工频频率的测量或用作电子毫秒表。其外形如图 1-10 所示。

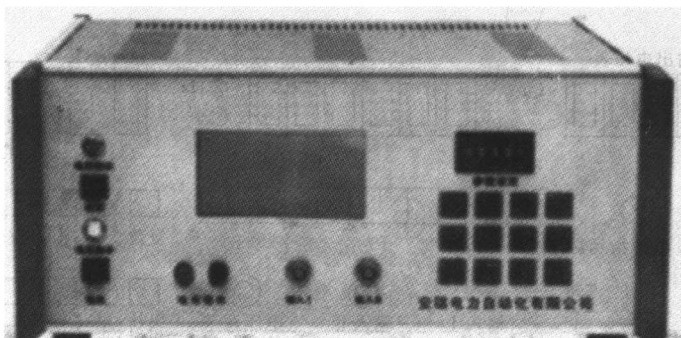


图 1-10 GPS-2 型微机工频电源及频率时间测试仪外形

(一) 主要操作部件说明

GPS 型微机工频电源仪器的面板和后板布置如图 1-11 所示，现将主要操作件说明如下：

1. “电源” 开关

作为本仪器的总电源投入和切断的控制。电源开关合上时，其旁边的电源指示灯亮。

2. “输出” 开关

位于工频输出端子的左侧，作为输出通断的控制开关。当此开关断开时，输出电压表指示应为零。

3. “测时控制” 按钮

位于面板中部的 11 个键。1~5 号键为“输入 I”的方式选择，6~10 号键为“输入 II”的方式选择。11 号键是内部或外部启动方式的选择。11 号键在弹出位置时，用作频率继电器的时间测量（内部启动计时方式）；在按下位置时，作为常规电子毫秒表使用，其外部启动计时经“输入 I”引入。“输入 I”及“输入 II”分别作为启动及停止电子毫秒表的输入连接口。启动或停止电子毫秒表可以是空触点（不带电位）状态变化或电位突变，这两种变化通过 4 号键或 9 号键来选择。当选用电位突变时，还需选择合适的电平，选择电平用 1~3 号键或 6~8 号键。5 号键或 10 号键用以选择电子毫秒表的启、停状态，如“触点合正跳变”表示仅当触点闭合或电平发生正跳变的瞬间是有效的，相反状态试验仪拒不执行。

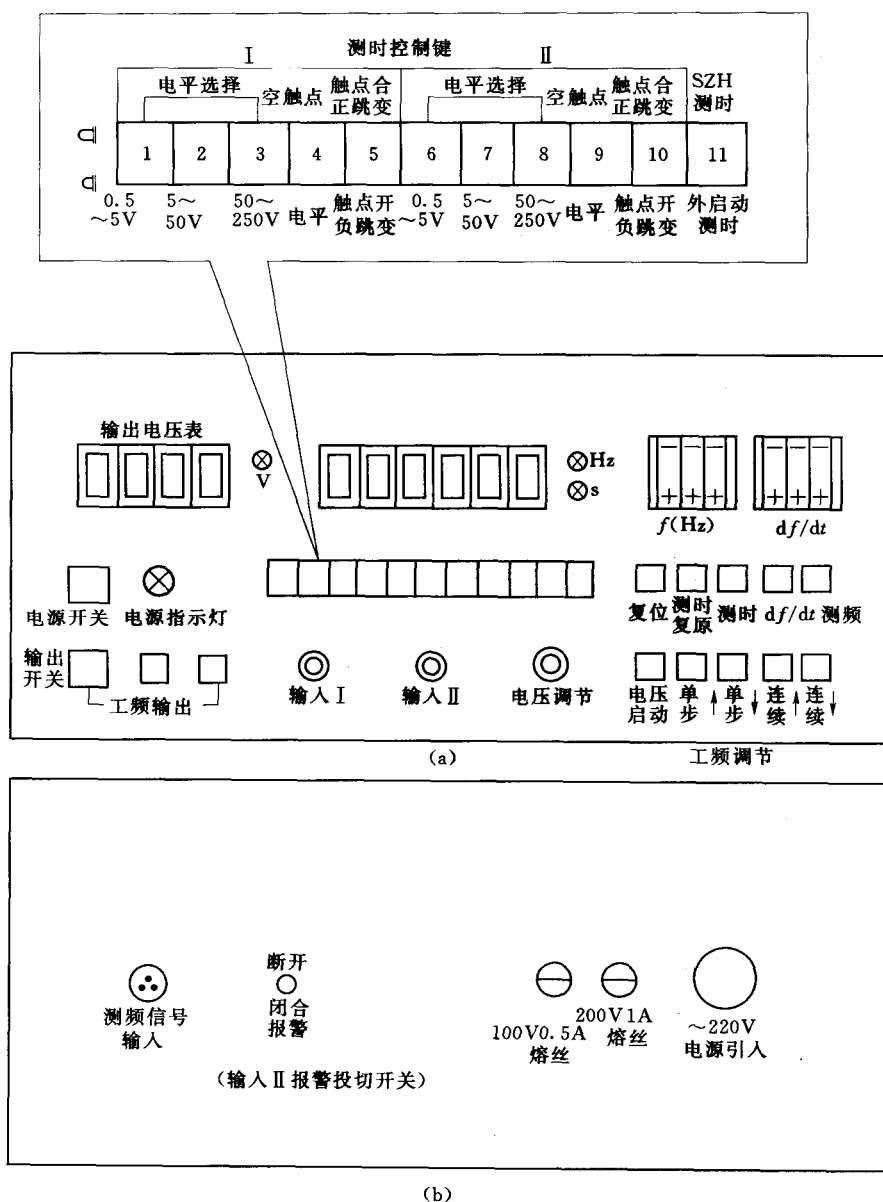


图 1-11 GPS-1 型试验仪的面板及后板布置图

(a) 面板布置图; (b) 后板布置图

4. “ $f(\text{Hz})$ ” 频率整定数码拨轮

其作用有以下两点：①在测量 SZH 型数字频率继电器的动作或返回时间时，作为决定启动电子毫秒表的整定频率数；②在测量 SZH 型数字频率继电器的 df/dt 闭锁值时，作为决定试验仪频率变化的最终频率的整定值。

频率整定开关为三位数码开关，其中一位是小数位。如果被测继电器的动作频率是

48.75Hz, 它只能整定为 48.8Hz, 测出动作时间略带微小误差。

5. “ df/dt ” 频率滑差整定数码拨轮

用于控制工频试验仪频率变化速率的整定。该开关为三位数码开关, 其中一位是小数位。

6. “电压调节” 旋钮

它带动多圈调节的电位器, 可以准确平滑调节工频电源电压到所需数值。调节范围 0~120V, 输出电压可在左上角的四位数码管显示出来。

7. “复位” 键

用作控制微机程序回到原始准备状态。若遇试验仪异常, 可按一下此键, 微机可回复到原始准备状态。

8. “电压启动” 键

用作启动工频电源, 建立工频输出。按下此键后使工频电源恢复到 50Hz 正常频率。

9. “测时复原” 键

使微机进入测量时间功能的原始状态。

10. “测时” 键

测量时间的执行键。对外部启动的时间测量, 只需按一两下即可。但对 SZH 数字频率继电器时间测量, 需按 2~3 次, 第一次执行启动电子秒表是频率 (从 f 数码拨轮开关所整定数值读进), 第二次执行频率下降任务。频率下降到整定值且电压从负到正的过零瞬间启动电子秒表, 为防止继电器刚动作时, 触点抖动影响测时准确度, 在启动电子秒表的同时把电源频率再减少 0.2Hz。按第三次时, 执行使电源频率回升到高于整定频率的任务, 达到整定频率后自动增加 0.2Hz 保证继电器可靠返回、且在电压从负到正变化的过零瞬间启动秒表, 只要当时测时控制的 10 号键在按下位置 (即触点开位置), 就可自动测量出继电器返回时间。由此可见, 使用 GPS-1 试验仪测量 SZH 的动作及返回时间都非常稳定、准确而且操作简单, 是常规试验设备所无法比拟的。

电压从负变正的瞬间, GPS-1 产生启动电子秒表的信号脉冲, 而在 SZH 型数字频率继电器产生一个清零脉冲。因此启动信号与清零脉冲之间有同极性。如果两者同极性输入, 即秒表启动信号脉冲与继电器清零脉冲同时产生, 则仪表上读数是真正的数据。否则, 如果清零脉冲晚半个周波出现, 仪表上显示的读数将偏大半个周波, 即约 10ms 左右。此时, 应更换工频输出的相对连接极性, 并选取动作时间及返回时间中较少的一个测量数据为试验结果。

11. “ df/dt ” 键

用于使工频电源从 50Hz 按整定的 df/dt 频率滑差值变化, 以达到预定的终止频率的操作键。进行 df/dt 检验时, 需连续按 “ df/dt ” 键 3 次。第一次读入变化终止时的整定频率, 第二次读入 df/dt 变化率的整定参数, 第三次执行操作。

12. “测频” 键

按一下此键, 可将频率表切换到测频信号输入端 (插头位于背板)。

13. “单步 $\uparrow$ ” 或 “单步 $\downarrow$ ” 键

每按一下此键, 输出频率上升或下降 0.00125Hz。