

继电保护及自动装置 检验与调试 200 例

杨利水 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

TM774/8

2008

要 录 内 容

限在出刊前，为便于包销商及经销商及时了解本书出版进度，特在本书出版前先行出版本书目录。

本书共分
8章，主要
介绍了继电
保护及自动
装置检验与
调试的200
个典型实例。

继电保护及自动装置 检验与调试 200 例

本书可作为
电力系统运行
人员的培训教材
及从事继电保护
及自动装置检验
与调试工作的工程
技术人员参考。

● 杨利水 主编

附录 (CD) 目录

北京：中国电力出版社，2008
ISBN 978-7-308-07177-1
I. 继... II. 杨... III. 继电保护-自动装置-调试 IV. TM774
中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第07177号

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第07177号

中国电力出版社出版

(北京三里河路6号 100044 http://www.cepp.com.cn)

北京中电联书店发行

电话：(010) 63412222

印张：1

字数：450千字

5



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书以实例的形式重点介绍了继电保护及自动装置的检验与调试,同时也介绍了电磁式继电器和模拟式保护装置的检验与调试。

本书共分五章,主要内容有:互感器的检验,继电保护测试仪的使用,常规继电器的检验,模拟式保护装置及自动装置的检验与调试,数字式(微机)变压器保护、线路保护、母线保护、电容器保护、电动机保护、保护测控装置的检验与调试。

本书可供从事继电保护工作的工程技术人员在检验调试保护装置时参考使用,也可作为本科、大中专和高职、中职院校电气类专业继电保护及自动装置课程的实验指导书和教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

继电保护及自动装置检验与调试 200 例/杨利水主编. —北京:
中国电力出版社, 2008
ISBN 978 - 7 - 5083 - 7320 - 1

I. 继… II. 杨… III. ①继电自动装置 - 检验 ②继电
自动装置 - 调试 IV. TM774

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 070177 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 8 月第一版 2008 年 8 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.5 印张 420 千字
印数 0001—3000 册 定价 30.00 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



继电保护及自动装置是电力系统安全稳定运行的可靠保证。装置本身的工作性能对电力系统运行的影响至关重要，要保证装置有良好的工作性能，装置的检验与调试就显得尤为重要。为帮助从事继电保护工作的工程技术人员做好检验与调试工作，帮助电气类专业的学生掌握对继电保护及自动装置进行检验调试的方法，特编写本书。

本书重点介绍了数字式（微机）保护装置的检验与调试。微机保护装置的型号繁多，但检验与调试的项目和方法雷同。考虑到电磁式继电器构成的保护装置仍有使用，本书也介绍了电磁式继电器和模拟式保护装置的检验与调试。为突出实用性，本书以实例的形式编写，所举的例子只作为实际工作的参考，具体装置的检验与调试应以调试大纲或作业指导书为准。

全书共分五章：第一章介绍互感器的检验；第二章介绍博电、昂立、天进、维纳斯微机继电保护校验仪的功能及使用；第三章介绍继电器的检验与调试；第四章介绍模拟式保护及自动装置的检验与调试；第五章介绍新型的数字式线路保护装置、变压器保护装置、母线保护装置、电容器保护装置、电动机保护装置、保护测控装置、综合测量控制装置及频率电压紧急控制装置等的检验与调试。

第一章和第二章的第四节及第五章的五、六、七、八节由国华定州发电厂赵晓亮编写；第五章的十一、十二、十八节由国华定州发电厂李智华编写；第二章的一、二、三节和第四章及第五章的十五、十六、十七节由深圳供电局杨旭编写；其余章节由保定电力职业技术学院杨利水编写。杨利水担任主编并承担统稿工作。在编写过程中，北京四方继保自动化股份有限公司和南京南瑞继保电气有限公司都给予了大力协助，其他相关单位也给予了热忱的帮助，在此一并向他们表示诚挚的谢意。

由于编者水平所限及时间仓促，书中难免存在不妥之处，诚请各位读者批评指正。

编者

2008年4月于保定



目 录

前言

第一章 互感器检验	1
第一节 电流互感器的变比、伏安特性、极性以及二次负载检验	1
[例 1] 电流互感器的变比试验 (电流法)	1
[例 2] 电流互感器的变比试验 (电压法)	2
[例 3] 电流互感器的极性试验 (直流法)	2
[例 4] 电流互感器的伏安特性试验	3
[例 5] 电流互感器 10% 误差计算	3
[例 6] 电流互感器的负载试验	4
第二节 电压互感器的绕组直流电阻测量、绝缘试验、变比误差、极性 以及二次负载检验	4
[例 7] 电压互感器的绕组直阻测量、绝缘试验	4
[例 8] 电压互感器的变比误差测量	5
[例 9] 电压互感器极性检验	6
[例 10] 电压互感器二次负载检验	6
第二章 继电保护测试仪的性能、使用方法和注意事项	7
第一节 博电 PW 系列继电保护测试仪	7
[例 11] 博电 PW 系列继电保护测试仪注意事项	7
[例 12] 博电 PW 系列继电保护测试仪功能介绍	7
[例 13] 博电 PW 系列继电保护测试仪测试步骤	14
第二节 昂立继电保护测试仪	23
[例 14] 昂立继电保护测试仪简介	23
[例 15] 昂立继电保护测试仪注意事项	26
[例 16] 昂立继电保护测试仪操作步骤	26
[例 17] 软件测试功能	27
[例 18] 试验举例	28
第三节 天进 M 系列继电保护测试仪	31
[例 19] 各种型号测试仪基本情况介绍	31
[例 20] M 系列软件使用及操作方法 (一): 测试方案	38
[例 21] M 系列软件使用及操作方法 (二): 任意测试	43

[例 22] 保护测试举例 (复合电压闭锁过电流)	53
第四节 维纳斯 (VENUS) 保护测试仪	56
[例 23] 维纳斯 (VENUS) 保护测试软件的性能特点	56
[例 24] 维纳斯 (VENUS) 保护测试软件的使用方法及软件的联机运行	56
[例 25] 维纳斯 (VENUS) 保护测试软件的脱机运行	56
[例 26] 维纳斯 (VENUS) 保护测试软件的操作步骤 (手动试验)	60
[例 27] 维纳斯 (VENUS) 保护测试软件的操作步骤 (触发试验)	62
[例 28] 维纳斯 (VENUS) 保护测试软件的毫秒计时试验	65
[例 29] 保护装置的整组试验	67
第三章 继电器的检验	71
第一节 检验通则	71
[例 30] 继电器的一般性检查	71
[例 31] 继电器的一般电气性能检查	72
[例 32] 继电器绝缘性能的检验	73
[例 33] 继电器试验电源和使用仪器仪表的一般要求	74
第二节 量度继电器的检验	75
[例 34] DL-10 系列电流继电器的用途、原理简介、检验项目及要求	75
[例 35] DL-10 系列电流继电器的检验、调试方法	76
[例 36] DY-30 系列电压继电器的用途、原理简介、检验项目及要求	78
[例 37] DY-30 系列电压继电器检验、调试方法	79
[例 38] LG-11 型功率方向继电器的用途、原理简介、检验项目及要求	80
[例 39] LG-11 型功率方向继电器的检验、调试方法	82
[例 40] BCH-1E 型差动继电器的用途、原理简介、检验项目及要求	83
[例 41] BCH-1E 型差动继电器的检验、调试方法	86
[例 42] SZH-3 型数字式频率继电器的用途、原理简介、检验项目及要求	89
[例 43] SZH-3 型数字式频率继电器的检验、调试方法	92
[例 44] DDX-1 型断相继电器的用途、原理简介、检验项目及要求	95
[例 45] DDX-1 型断相继电器的检验、调试方法	96
[例 46] BTJ-1 型跳闸回路监视继电器的用途、原理简介、检验项目及要求	97
[例 47] BTJ-1 型跳闸回路监视继电器的检验、调试方法	98
第三节 中间、时间、闪光、冲击继电器检验	99
[例 48] DZ-10 系列中间继电器的用途、原理简介、检验项目及要求	99
[例 49] DZ-10 系列中间继电器的检验、调试方法	99
[例 50] DZB-10B 系列中间继电器的用途、原理简介、检验项目及要求	100
[例 51] DZB-10B 系列中间继电器的检验、调试方法	101
[例 52] DS-20 系列时间继电器的用途、原理简介、检验项目及要求	103
[例 53] DS-20 系列时间继电器的检验、调试方法	105
[例 54] DX-9 型闪光信号继电器的用途、原理简介、检验项目及要求	105

[例 55] DX-9 型闪光信号继电器的检验、调试方法	106
[例 56] ZC-23 型冲击继电器的用途、原理简介、检验项目及要求	106
[例 57] ZC-23 型冲击继电器的检验与调试方法	107
第四节 重合闸继电器的检验	108
[例 58] DH-2A 型一次重合闸继电器的用途、原理简介、检验项目及要求	108
[例 59] DH-2A 型一次重合闸继电器的检验、调试方法	110
第四章 模拟式继电保护及自动装置的检验与调试	112
第一节 一般性检查	112
[例 60] 一般性检查的方法及要求	112
第二节 三段式电流保护装置的检验与调试	112
[例 61] 三段式电流保护装置的原理接线图及安装图	112
[例 62] 三段式电流保护装置的试验接线及试验步骤	114
第三节 变压器保护装置检验与调试	114
[例 63] 变压器保护接线图	114
[例 64] 变压器差动保护电流互感器的接线	114
[例 65] 变压器保护装置的检验方法	114
第四节 母线保护装置的检验	118
[例 66] 母线保护的原理接线图及检验方法	118
第五节 发电机保护装置整组检验	119
[例 67] 发电机保护装置的原理接线	119
[例 68] 发电机差动保护接线的检验	119
第六节 输电线路自动重合闸装置整组检验	124
[例 69] 输电线路自动重合闸装置的接线	124
[例 70] 重合闸装置的整组试验	124
第七节 备用电源自动投入装置整组检验	126
[例 71] 备用电源自动投入装置的接线图及工作原理分析	126
[例 72] AAT 装置检验、整组模拟试验、自投试验	127
第八节 ZZQ-5 自动准同期并列装置检验	128
[例 73] ZZQ-5 自动准同期并列装置的构成及功能	128
[例 74] ZZQ-5 自动准同期并列装置的检验	129
第五章 数字式（微机）保护及自动装置的检验与调试	134
第一节 220kV（PST-1200 系列数字式）主变压器保护装置检验与调试	134
[例 75] 主变压器保护配置	134
[例 76] 工器具准备、外观检查	135
[例 77] PST-1200 主变压器保护装置（A 柜）差动及后备保护交流元件采样 检验	135
[例 78] PST-1200 主变压器保护装置（A 柜）差动保护检验	136

100	[例 79] PST-1200 主变压器保护装置 (A 柜) 高压侧复合电压方向 过电流及复合电压过电流校验	138
101	[例 80] PST-1200 主变压器保护装置 (A 柜) 中压侧复合电压方向 过电流及复合电压过电流校验	138
102	[例 81] PST-1200 主变压器保护装置 (A 柜) 低压侧复合电压过电流校验	139
103	[例 82] PST-1200 主变压器保护装置 (A 柜) 高压侧零序方向过电流校验	140
104	[例 83] PST-1200 主变压器保护装置 (A 柜) 中压侧零序方向 过电流及零序过电流校验	140
105	[例 84] PST-1200 主变压器保护装置 (A 柜) 高压侧其他后备保护校验	141
106	[例 85] PST-1200 主变压器保护装置 (A 柜) 中压侧其他后备保护校验	141
107	[例 86] PST-1200 主变压器保护装置 (A 柜) 失灵保护校验	142
108	[例 87] PST-1200 主变压器保护装置 (A 柜) 输入触点检查	142
109	[例 88] PST-1200 主变压器保护装置 (A 柜) 输出触点检查	143
110	[例 89] PST-1200 主变压器保护装置 (A 柜) 开关传动试验	143
111	[例 90] PST-1200 主变压器保护装置 (A 柜) 操作箱继电器试验	144
112	[例 91] PST-1200 主变压器保护装置 B 柜与 A 柜相同的检验项目	145
113	[例 92] PST-1200 主变压器保护装置 B 柜差动保护校验	146
114	[例 93] PST-1200 主变压器保护装置 B 柜非电量保护输入输出校验	147
115	[例 94] PST-1200 主变压器保护装置 B 柜操作箱继电器试验报告	147
116	[例 95] 主变压器保护 (A 柜) 整组传动实验	148
117	[例 96] 主变压器保护 (B 柜) 整组传动实验	149
118	[例 97] 二次回路绝缘试验报告	150
119	[例 98] 信号、开关与把手、连接片说明	151
120	[例 99] 与变电站自动化系统配合	153
121	第二节 220kV 主变压器保护 RCS-978H 装置全部检验与调试	153
122	[例 100] 工器具准备、外观检查、绝缘检查	153
123	[例 101] 装置通电检查	154
124	[例 102] 开入回路检查	154
125	[例 103] 开出量检查	155
126	[例 104] 整组试验及定值试验说明	157
127	[例 105] 差动保护检查	158
128	[例 106] 利用模拟开关箱进行变压器保护试验	158
129	[例 107] 非电量整组试验	160
130	[例 108] 实际断路器传动	160
131	第三节 CSC-326 系列数字式变压器保护装置的检验与调试	160
132	[例 109] CSC-326 系列数字式变压器保护装置概述	160
133	[例 110] 外观检查及绝缘电阻检查	162
134	[例 111] CSC-326EC 装置插件跳线检查	162
135	[例 112] CSC-326EC 装置逆变电源检查	163

[例 113]	装置基本功能检查	163
[例 114]	模拟通道检查	164
[例 115]	开入量检测	166
[例 116]	开出量检测	166
[例 117]	保护性能测试	167
[例 118]	相关试验	168
第四节	220kV 及以下电压等级数字式变压器保护 CST-200B-3 装置检验与调试	169
[例 119]	CST-200B-3 装置概述	169
[例 120]	CST-200B-3 装置具体调试步骤	169
第五节	6kV 变压器综合保护 ABB SPAJ140C 装置检验与调试	174
[例 121]	6kV 变压器综合保护 ABB SPAJ140C 装置外观检查及绝缘试验	174
[例 122]	6kV 变压器综合保护 ABB SPAJ140C 装置采样及显示检验	175
[例 123]	保护装置过电流保护检验	175
[例 124]	保护装置零序过电流保护检验	175
第六节	6kV 变压器差动保护 ABB SPAD346C3 装置检验	175
[例 125]	6kV 变压器差动保护 ABB SPAD346C3 装置外观检查及绝缘试验	175
[例 126]	6kV 变压器差动保护 ABB SPAD346C3 装置保护性能试验	176
第七节	220kV 线路保护 LFP-901 装置检验与调试	178
[例 127]	LFP-901 线路保护装置外观检查及绝缘试验	178
[例 128]	LFP-901 线路保护装置逆变电源检验	179
[例 129]	LFP-901 线路保护装置初步通电检验	179
[例 130]	LFP-901 线路保护装置定值整定	180
[例 131]	LFP-901 线路保护装置开关量输入回路检验	181
[例 132]	LFP-901 线路保护装置功耗测量	182
[例 133]	LFP-901 线路保护装置模数变换系统检验	183
[例 134]	LFP-901 线路保护装置高频保护定值检验	184
[例 135]	LFP-901 线路保护装置距离保护检验	185
[例 136]	LFP-901 线路保护装置零序过电流保护检验	185
[例 137]	LFP-901 线路保护装置工频变化量距离保护检验	186
[例 138]	LFP-901 线路保护装置交流电压回路断线时保护检验	186
[例 139]	LFP-901 线路保护装置合闸于故障线零序电流保护检验	186
[例 140]	LFP-901 线路保护装置保护反方向出口故障性能检验	186
[例 141]	LFP-901 线路保护装置输出触点和信号检验	187
[例 142]	LFP-901 线路保护装置整组检验	188
[例 143]	LFP-901 线路保护装置传动断路器检验	193
[例 144]	LFP-901 线路保护装置带通道联调检验	193
[例 145]	LFP-901 线路保护装置带负荷检验	194
第八节	220kV 线路保护 CSL-101 装置检验与调试	194
[例 146]	CSL-101 线路保护装置外观检查及绝缘电阻测试	194

[例 147]	CSL-101 线路保护装置通电前检查	195
[例 148]	CSL-101 线路保护装置逆变电源的检查	196
[例 149]	CSL-101 线路保护装置通电初步检查(目测)	196
[例 150]	CSL-101 线路保护装置通电初步检查(目测、手动)	197
[例 151]	CSL-101 线路保护装置开入量检查	198
[例 152]	CSL-101 线路保护装置开出传动试验	200
[例 153]	CSL-101 线路保护装置模数变换系统调试	201
[例 154]	CSL-101 线路保护装置保护定值检验	201
[例 155]	CSL-101 线路保护装置整组试验	204
[例 156]	CSL-101 线路保护装置传动断路器试验	207
[例 157]	CSL-101 线路保护装置带负荷试验	207
第九节	CSC-103A/B 数字线路保护装置的检验与调试	208
[例 158]	CSC-103A/B 数字线路保护装置通电前检查	208
[例 159]	CSC-103A/B 数字线路保护装置逆变电源检查、绝缘试验、装置上电 设置	209
[例 160]	CSC-103A/B 数字线路保护装置开入、开出量检查	211
[例 161]	CSC-103A/B 数字线路保护装置模拟量通道检查	215
[例 162]	CSC-103A/B 数字线路保护装置光纤通道检查	215
[例 163]	CSC-103A/B 数字线路保护装置各保护特性及动作值检验	216
[例 164]	CSC-103A/B 数字线路保护装置保护动作报告及分析	219
[例 165]	CSC-103A/B 数字线路保护装置故障录波报告调取及分析	220
第十节	110kV 及以下电压等级数字式线路保护 CSL-163B 装置的检验与调试	223
[例 166]	插件检查、绝缘电阻及工频耐压试验和逆变电源检查	223
[例 167]	CSL-163B 装置的性能调试	224
[例 168]	模拟短路试验及 TV 断线告警定值检查	225
[例 169]	低周减载、距离元件动作值、零序过电流的检查	227
第十一节	母差保护 RCS-915AB 装置的检验与调试	228
[例 170]	外观检验、绝缘电阻测试、逆变电源检验	228
[例 171]	母差保护 RCS-915AB 装置初步通电检查和定值整定	229
[例 172]	母差保护 RCS-915AB 装置开关量输入回路及模数变换系统检验	231
[例 173]	母差保护 RCS-915AB 装置保护定值校验及相关量的核对	232
第十二节	母差保护 BP-2B 装置检验与调试	233
[例 174]	母差保护 BP-2B 装置绝缘电阻测试及上电检查	233
[例 175]	母差保护 BP-2B 装置定值整定调试、模数转换试验、开出开入量调试	234
[例 176]	母差保护 BP-2B 装置保护功能调试	236
第十三节	CSC-150 数字式母线保护装置的检验与调试	237
[例 177]	CSC-150 数字式母线保护装置概述	237
[例 178]	CSC-150 数字式母线保护装置的安裝检验与调试	238
[例 179]	开入、开出检查及模/数转换检查	241

[例 180] 模拟短路故障试验	243
[例 181] 投运前检查及运行维护	245
第十四节 UFV-2 频率电压紧急控制装置检验与调试	246
[例 182] UFV-2 型系列产品分类及主要功能	246
[例 183] 装置的现场安装调试及试验项目	248
[例 184] 装置的运行与维护	249
第十五节 CSC-200 系列数字式保护测控装置的检验	250
[例 185] CSC-200 系列数字式保护测控装置概述	250
[例 186] CSC-200 系列数字式保护测控装置的检测	251
第十六节 CSI-200E 数字式综合测量控制装置的检验与调试	256
[例 187] 装置概述	256
[例 188] 单插件检查、绝缘电阻及工频耐压试验	257
[例 189] 逆变电源检查	258
[例 190] 装置正常显示检查	259
[例 191] MMI 与 MASTER、MASTER 与各 CPU 插件通信联调	259
[例 192] 开关输入量、输出量调试	259
[例 193] 交流输入量调试	259
[例 194] 直流温度调试和连续通电的稳定性检验	260
[例 195] 装置定值安全固化和整机通信口测试	261
第十七节 CSP200A-3 系列数字式电容器保护装置检验与调试	261
[例 196] 单插件检查、绝缘电阻、逆变电源输出检查	261
[例 197] 装置性能检查及测试	261
[例 198] 短路故障模拟试验及整机连续通电试验	265
第十八节 6kV 电动机综合保护 SPAM150C 装置检验与调试	266
[例 199] 6kV 电动机保护 SPAM150C 装置采样显示值检验	266
[例 200] 6kV 电动机保护 SPAM150C 装置保护功能检验	266
参考文献	268

互感器检验

第一节 电流互感器的变比、伏安特性、极性以及二次负载检验

[例 1] 电流互感器的变比试验 (电流法)

1. 检验接线

检验接线如图 1-1 所示。

2. 仪器设备

电流源包括 1 台调压器、1 台升流器。

3. 检验调试方法和步骤

电流法检查电流互感器变比等值电路图如图 1-2 所示。

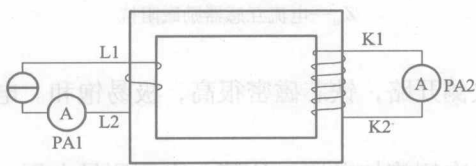


图 1-1 电流互感器变比试验
接线图 (电流法)

- L1、L2—电流互感器一次绕组两个端子；
- K1、K2—电流互感器二次绕组两个端子；
- PA1—电流表 (测量电流互感器一次电流)；
- PA2—电流表 (测量电流互感器二次电流)



图 1-2 电流法检查电流互感器变比
等值电路图

- PA1、PA2—电流表； I_1 —电流互感器的一次电流；
- I_2 —折算到一次侧的电流互感器二次电流；
- Z_1 —电流互感器一次电阻、漏抗；
- Z_2 —折算到一次侧的电流互感器二次电阻、漏抗；
- Z_m —电流互感器励磁阻抗

当电流互感器正常运行时二次绕组处于短路状态，铁芯磁密很低，即 Z_m 很大。从等值电路图可知，当 Z_m 很大时， $I_1 = I_2$ 。

4. 调试步骤

按照试验接线图，从电流互感器一次侧通入较大的电流，基本模拟电流互感器实际运行状态。测量二次电流值，PA2 电流表所示的电流值除以 PA1 电流表所示的电流值即是电流互感器的变比。为了保证测量的准确性，应从一次侧通入不同值的电流来分别计算变比，最后取平均值。

[例 2] 电流互感器的变比试验 (电压法)

1. 检验接线

检验接线如图 1-3 所示。

2. 仪器设备

电压源 (1 台调压器)。

3. 检验调试方法和步骤

电压法检查电流互感器变比等值电路图如图 1-4 所示。

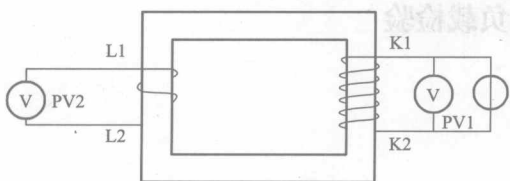


图 1-3 电流互感器的变比试验接线图 (电压法)

L1、L2—电流互感器一次绕组 2 个端子；
K1、K2—电流互感器二次绕组 2 个端子；
PV1—电压表，测量电流互感器二次电压；
PV2—毫伏表，测量电流互感器一次电压

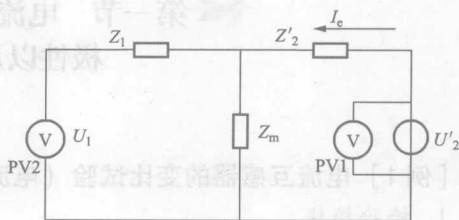


图 1-4 电压法检查电流互感器变比等值电路图

I_e —电流互感器励磁电流； U_1 —电流互感器一次电压；
 U'_2 —折算到一次侧的电流互感器二次电压；
 Z_1 —电流互感器一次电阻、漏抗；
 Z'_2 —折算到一次侧的电流互感器二次电阻、漏抗；
 Z_m —电流互感器励磁阻抗

注意：当用电压法测电流互感器变比时，一次侧开路，铁芯磁密很高，极易饱和。电压 U'_2 稍高，励磁电流 I_0 增大很多。

调试步骤：按照试验接线图，从电流互感器二次侧施加电压，从其一次侧测量电压。电流互感器变比为 $n = U_2/U_1$ 。为了保证测量的准确性，试验时应从二次侧通入不同值的电压来分别计算变比，最后取平均值。电压法测量电流互感器变比时只要限制励磁电流 I_0 为 mA 级，即可保证一定的测量精度。

[例 3] 电流互感器的极性试验 (直流法)

1. 检验接线

检验接线图如图 1-5 所示。

2. 仪器设备

干电池、毫安表、刀闸。

3. 检验调试方法和步骤

采用 1.5~3V 的干电池，将其正极接于电流互感器的一次绕组 L1，负极接 L2。电流互感器的二次侧 K1 接毫安表正极，K2 接负极。接好线后将 K 合上，毫安表指针正偏，拉开后毫安表指针负偏，说明互感器接在电池正极上的端头与接在毫安表正端的端头为同极性，即 L1、K1 为同极性，即互感器为减极

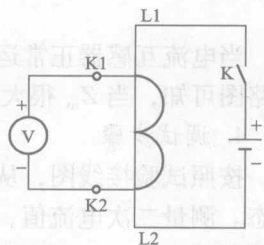


图 1-5 直流法检查电流互感器极性接线图

性。如指针摆动与上述相反则为加极性。一般均采用直流法测量电流互感器的极性。

[例 4] 电流互感器的伏安特性试验

1. 检验接线

检验接线图如图 1-6 所示。

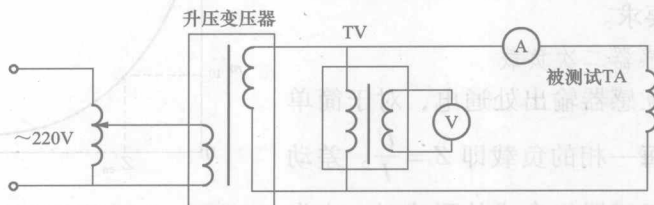


图 1-6 电流互感器伏安特性试验接线图

2. 仪器设备

单相调压器、升压变压器、小电压互感器、仪用电流互感器、电压表、电流表。

3. 检验调试方法和步骤

(1) 注意事项。一般的电流互感器（二次）电流加到额定值时，电压已达 400V 以上，单用调压器无法升到试验电压，所以还必须再接一个升压变压器（其高压侧输出电压需大于或等于电流互感器二次侧额定电压）升压和一个 TV 读取电压。（万用表的测量范围是 0~1000V，对于伏安特性曲线电压较高的电流互感器，就需要一个 TV 进行转换读取电压）。

1) 电流互感器的伏安特性试验只对继电保护有要求的二次绕组进行。

2) 将测得的伏安特性曲线与过去或出厂时的伏安特性曲线比较，电压不应有显著降低。若有显著降低，应检查二次绕组是否存在匝间短路。当匝间短路严重时，其曲线开始部分电流相同时电压很低。因此，在进行测试时，在开始部分应多测几点。

3) 电流表宜采用内接法。

4) 为使测量准确，可先对电流互感器进行退磁，即先升至额定电流值，再降到 0，然后逐点升压。

(2) 试验过程。试验前应将电流互感器二次绕组引线和接地线均拆除。试验时，一次侧开路，从电流互感器本体二次侧施加电压，可预先选取几个电流点，逐点读取相应电压值。通入的电流或电压以不超过制造厂技术条件的规定为准。当电压稍微增加一点而电流增大很多时，说明铁芯已接近饱和，应极其缓慢地升压或停止试验。试验完成后，根据试验数据绘出伏安特性曲线。

[例 5] 电流互感器 10% 误差计算

1. 电流互感器 10% 误差曲线的提出

一般电流互感器一次电流 I_1 与二次电流 I_2 成线性关系；当电流互感器铁芯开始饱和后， I_2 与 I_1/K_i 就不再保持线性关系，而是呈铁芯的磁化曲线状。继电保护要求电流互感器的一次电流 I_1 等于最大短路电流时，其变比误差小于或等于 10%。一般情况下，当电流互感器出厂后，其变比误差还和其二次负载阻抗有关，制造厂对每种电流互感器提供了在 m_{10} （变

比误差等 10% 时 I_1/I_{1N}) 下允许的二次负载阻抗 Z_{en} , 曲线 $m_{10} = f(Z_{en})$ 就称为电流互感器的 10% 误差曲线。如图 1-7 所示就是电流互感器的 10% 误差曲线。已知 m_{10} 的值后, 就可以从曲线上很方便的得出允许的负载阻抗。如果实际负载阻抗小于它, 则误差满足要求。

2. 实测电流互感器二次负载

测试时在电流互感器输出处通电, 对于简单的星形接线形式, 每一相的负载即 $Z = \frac{U}{I}$ 。差动

保护为由两侧电流互感器组合成的形式时, 应先

将差动线圈短接, 分别测量 Z_{AB} 、 Z_{BC} 、 Z_{CA} , 然后通过以下公式进行计算。

$$Z_A = \frac{Z_{AB} + Z_{CA} - Z_{BC}}{2}$$

$$Z_B = \frac{Z_{AB} + Z_{BC} - Z_{CA}}{2}$$

$$Z_C = \frac{Z_{BC} + Z_{CA} - Z_{AB}}{2}$$

3. 分析结果

根据实际电流互感器通过的最大穿越性短路电流, 找出 m_{10} 倍数的对应允许阻抗值 Z_{en} , 然后将实测阻抗值按严重的短路类型转换成 Z , 当 $Z \leq Z_{en}$ 时为合格。

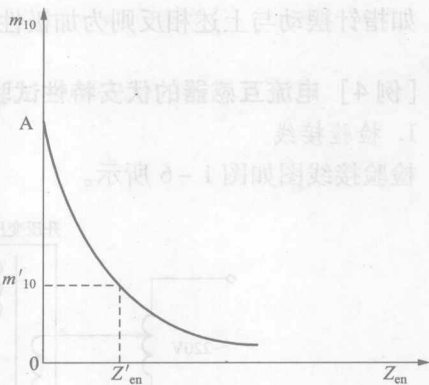


图 1-7 电流互感器的 10% 误差曲线

【例 6】电流互感器的负载试验

1. 仪器设备

单相试验仪、电压表、电流表。

2. 检验调试方法和步骤

由于现在电流互感器的接线方式均为星形, 不用再考虑电流互感器的外部接线, 因此只要在断开每相 TA 的二次侧和负载的连片后, 向负载通入 1A 的交流电流, 同时用电压表测量负载两端的电压, 电压数值即为实测的二次负载值。该值用于计算电流互感器 10% 误差曲线。

第二节 电压互感器的绕组直流电阻测量、绝缘试验、变比误差、极性以及二次负载检验

【例 7】电压互感器的绕组直阻测量、绝缘试验

以电容式电压互感器为例:

1. 中间变压器一次、二次绕组的直流电阻测量

(1) 使用仪器。测量二次绕组使用双臂直流电阻电桥; 测量一次绕组使用双臂直流电阻电桥或单臂电流电阻电桥。当一次绕组与分压电容器在内部连接而无法测量可不测。

(2) 试验结果判断依据。与出厂值或初始值比较应无明显差别。

(3) 注意事项。试验时应记录环境温度。

2. 各电容器单元及中间变压器各部位绝缘电阻测量

(1) 使用仪器。2500V 绝缘电阻表。

(2) 测量要求。各电容器单元测极间；中间变压器测各二次绕组、N 端（有时称 J 或 δ）、X 端等。

(3) 试验结果判断依据。电容器单元极间绝缘电阻一般不低于 5000MΩ；中间变压器一次绕组（X 端）对二次绕组及地的绝缘电阻应大于 1000MΩ，二次绕组之间及对地的绝缘电阻应大于 10MΩ。

(4) 注意事项。试验时应记录环境湿度。测量二次绕组绝缘电阻时其他绕组及端子应接地，时间应持续 60s，以替代二次绕组交流耐压试验。



[例 8] 电压互感器的变比误差测量

一次侧的实际电压对二次侧的实际电压之比，叫做实际电压比 K_U ，其测量接线如图 1-8 所示。

如果实际电压比为已知，可求出一次的实际电压 $U_1 = K_U U_2$ 。

但实际电压比一般为未知，因为它和电压互感器的工作方式有关。为了求得 U_1 ，可以利用额定电压比（厂家提供的铭牌数据）来求出近似实际值的一次电压，即

$$U'_1 = K_{Un} U_2$$

式中 K_{Un} ——铭牌的额定电压比， $K_{Un} = \frac{U_{n1}}{U_{n2}}$ 。

用标准电压互感器校验的电压比误差

$$\begin{aligned} \gamma_U &= \frac{U'_1 - U_1}{U_1} \times 100\% = \frac{K_{Un} U_2 - K_U U_2}{K_U U_2} \times 100\% \\ &= \frac{K_{Un} - K_U}{K_U} \times 100\% = \gamma_{UK} \end{aligned}$$

式中 γ_U ——电压的误差；

γ_{UK} ——电压比的误差。

从公式可见，电压的误差比也就是电压比差。电压比差的测量和变压器一样，也可以用电压表法进行。但要求比变压器高，一次侧应施加额定电压，用标准 TVN 测量一次电压，二次侧要加额定的负荷。所用电压表应比电压互感器的准确度高。在图 1-8 中，TVN 为标准电压互感器，设其变比为 K_U 。PV1 测量的电压为 U'_1 ，则实际一次电压为 $U_1 = K_U U_1$ ，则被试电压互感器变比为 $K_U = \frac{U_1}{U_2}$ ，PV2 测量的电压为 U'_2 ，如果被试电压互感器变比为 K_{U2} ，

则变比误差为 $\gamma_{UK} = \frac{K'_U - K_{U2}}{K_{U2}}$ 。

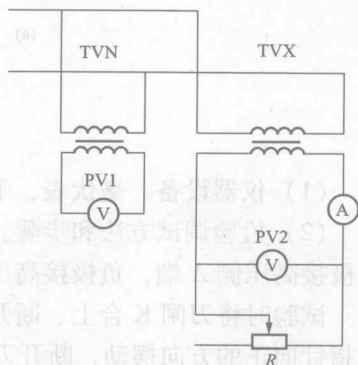


图 1-8 电压互感器的变比误差测量接线图

TVN—标准电压互感器；

TVX—被测电压互感器；

R—负荷电阻



[例 9] 电压互感器极性检验

测试电压互感器极性主要指测单相电压互感器极性，主要采用直流法。接线图如图 1-9 所示。

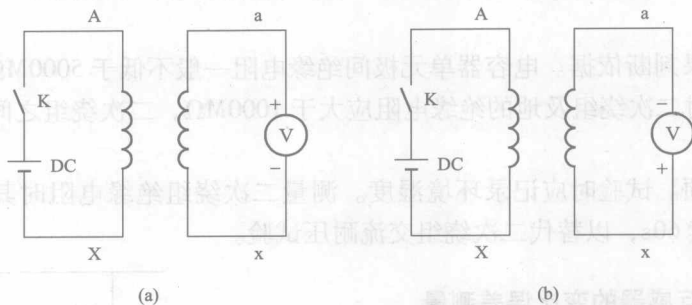


图 1-9 TV 极性检查接线图

(a) 减极性；(b) 加极性

(1) 仪器设备。毫伏表、干电池、隔离开关。

(2) 检验调试方法和步骤。试验接线中的干电池电压为 1.5~3V（可用通灯代替），其正极接高压侧 A 端，负极接高压侧 X 端。毫伏表的正极接低压侧 a 端，负极接低压侧 x 端。

试验时将刀闸 K 合上、断开几次，观察表计指针的摆动情况。若刀闸 K 合上瞬间，表计指针向正的方向摆动，断开刀闸 K 的瞬间，表计指针向负的方向摆动，则证明接电池正极的端子 A 与接表计正极的端子 a 是同极性的，即互感器为减极性。反之则为异极性的，即互感器为加极性。



[例 10] 电压互感器二次负载检验

1. 仪器设备

单相试验仪、电压表、毫安电流表。

2. 检验调试方法和步骤

一般通电从电压互感器第一个端子排向负载方向通流，通流前需断开到本体电压互感器的二次线，防止反送电。一般情况下相电压回路通额定相电压，开口三角电压通 100V，向负载通入额定交流电压，同时在电压回路中串联毫安表，读取毫安表电流值。电压除以电流即为电压互感器在额定情况下的负载。该值大小影响到测量回路的精确度。