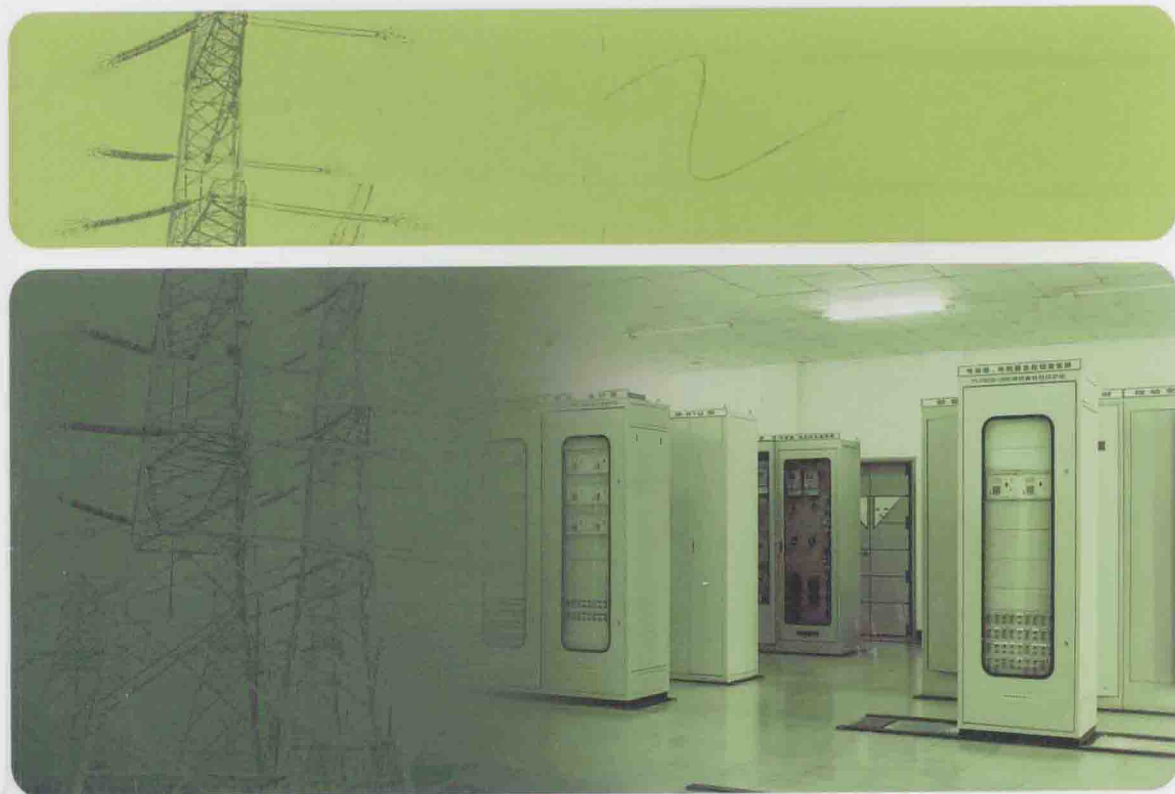


110kV及以下 微机保护装置检修 实用技术

国网福建省电力有限公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

110kV 及以下 微机保护装置检修 实用技术

国网福建省电力有限公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为继电保护专业的技能培训教材,以目前国家电网公司采用的主流继电保护设备为例,从继电保护装置的逻辑原理、保护功能简介、检验流程与试验方法、常见故障机故障现象、常见故障分析及排查方法等方面进行介绍,共分5篇18章,涉及的装置有线路保护装置、变压器保护装置,10kV电容器保护装置、接地变压器保护装置,以及备用电源自动投入装置。

本书可作为从事电力系统变电二次检修人员的工作维护、调试的专业参考书和技能培训教材,也可作为相关专业技术人员和高校电力专业师生的实训培训教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

110kV及以下微机保护装置检修实用技术/国网福建省电力有限公司组编. —北京:中国电力出版社,2014.6

ISBN 978-7-5123-5953-6

I. ①1… II. ①国… III. ①微型计算机—继电保护装置—检修 IV. ①TM774

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第108580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>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2014年6月第一版 2014年6月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 21.25印张 518千字

印数 0001—3000册 定价 50.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
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

《110kV 及以下微机保护装置检修实用技术》

编 委 会

主 任 黄文英

副主任 任晓辉 辛志杰

委 员 黄 巍 陆 榛 宋福海 陈清谅

编 写 组

主 编 陈灵根

副主编 宋福海 陈清谅

参 编 (按姓氏拼音排列)

陈雅云 陈灵根 林闽沿 林宏彬

陆 榛 吕庭钦 邱碧丹 王明敏

王锦坤 吴添妹 谢志杰 许仕宝

徐海利 曾锦松 张 玲 庄小河

前言

掌握继电保护装置调试方法和二次回路故障排除技术及操作规范，是继电保护从业人员最基本、最核心的技能。近年来，随着智能电网继电保护科技技术的快速发展、从业人员新老更替，如何尽快提升从业人员的能力与执规意识，直接关系到整个电力系统的安全稳定运行。各省、地市公司培训中心也均会定期组织从业人员短期集训，或者采取上岗取证、取证复审等培训方式，但受制于时间和场地的影响，总感觉不够深入、细致和全面。而现有的培训教材和教科书大部分都偏向于理论，关于现场的论述主要强调全流程管控，很少有针对性培养核心调试技巧方法和二次回路故障现象与分析排查这方面的内容，造成现场继电保护人员的核心技能缺乏。为解决以上问题，深入指导现场作业，提高作业效率，规范操作行为，国网福建省电力有限公司调控中心继保处组织相关人员编辑、审核，公司技培中心全程跟踪和协调，历时一年多的酝酿，反复修改，几易其稿，完成了本书的编写。

本书集中了众多专家学者的智慧，涵盖国家电网领军人物、教授博士，福建省劳动模范、五一劳动奖章获得者、继电保护大师、优秀班组长，以及各类继保竞赛获奖者等，均是多年从事培训和现场作业的人员，他们具备丰富的经验，熟悉现场人员的根本要求，针对继电保护人员的薄弱环节，有效提高各类保护装置的调试技巧和二次回路故障排查速度。全书重点突出，切合现场，注重实效，是经验，是技巧，是总结，非常适合从事继电保护人员自学、培训、竞赛、取证和现场作业，同时也适用于各高校教学参考和试验指导用。

本书第1篇的案例由邱碧丹编写，第2、4篇的案例由陈灵根编写，第3、5篇的案例由曾锦松编写。各章节剩余内容编写者为：第1、6、10、16章由曾锦松、张玲编写，第2、5、11、17章由吴添妹编写，第3、4、12、18章由邱碧丹编写，第9、15章由陈灵根编写，第7、13章由王明敏编写，第8、14章由许仕宝编写；附录由王锦坤编写。第1篇由邱碧丹统稿，第2、4篇由陈灵根统稿，第3、5篇由曾锦松统稿，全书由邱碧丹总统稿。陆榛、宋福海、林闽沿、林宏彬、陈清凉、陈雅云、吕庭钦、谢志杰、徐海利、庄小河等分别对各章节进行了审核并参加了全书的评审工作。

由于编者能力所限，难免存在疏漏之处，恳请各位专家和读者批评指正。

编者

2013年12月

目 录

前言

第1篇 线路保护装置

第 1 章 PSL-621D 线路保护装置	3
第 1 节 保护检验流程	3
第 2 节 保护功能简介	4
第 3 节 试验调试方法	5
第 4 节 保护常见故障及故障现象	18
第 5 节 案例	20
第 2 章 RCS-943 线路保护装置	25
第 1 节 保护逻辑功能简介	25
第 2 节 试验调试方法	26
第 3 节 保护常见故障及故障现象	41
第 4 节 案例	45
第 3 章 CSC-161A 线路保护装置	50
第 1 节 保护逻辑功能简介	50
第 2 节 试验调试方法	51
第 3 节 保护常见故障及故障现象	71
第 4 节 案例	73
第 4 章 CSC-211 线路保护装置	77
第 1 节 保护检验流程	77
第 2 节 保护逻辑功能简介	78
第 3 节 试验调试方法	78
第 4 节 保护常见故障及故障现象	88
第 5 节 案例	91

第5章 RCS-9611C 线路保护装置 95

第1节 保护逻辑功能简介 95

第2节 试验调试方法 97

第3节 保护常见故障及故障现象 107

第4节 案例 110

第6章 PSL-641 线路保护装置 114

第1节 保护逻辑功能简介 114

第2节 试验调试方法 114

第3节 保护常见的故障及故障现象 121

第4节 案例 124

第2篇 变压器保护装置

第7章 PST-1200 变压器保护装置 129

第1节 保护检验流程 129

第2节 保护功能简介 134

第3节 保护检验流程与试验调试方法 135

第4节 保护常见故障及故障现象 150

第5节 案例 152

第8章 RCS-9600 系列变压器保护装置 154

第1节 保护逻辑功能简介 154

第2节 试验调试方法 154

第3节 保护常见故障及故障现象表 166

第4节 案例 172

第9章 CSC-326G 变压器保护装置 175

第1节 保护功能简介 175

第2节 保护检验流程与试验调试方法 175

第3节 保护常见故障及故障现象 188

第4节 案例 193

第3篇 10kV电容器保护装置

第10章 PSC-640 电容器保护装置 199

第1节 保护逻辑功能简介 199

第2节 试验调试方法 199

第3节 保护常见故障及故障现象	203
第4节 案例	204
第11章 RCS-9631C 电容器保护装置	207
第1节 保护逻辑功能简介	207
第2节 试验调试方法	209
第3节 保护常见故障及故障现象	214
第4节 案例	216
第12章 CSC-221 电容器保护装置	219
第1节 保护逻辑功能简介	219
第2节 试验调试方法	220
第3节 保护常见故障及故障现象	224
第4节 案例	226

（第4篇 10kV接地变压器保护装置

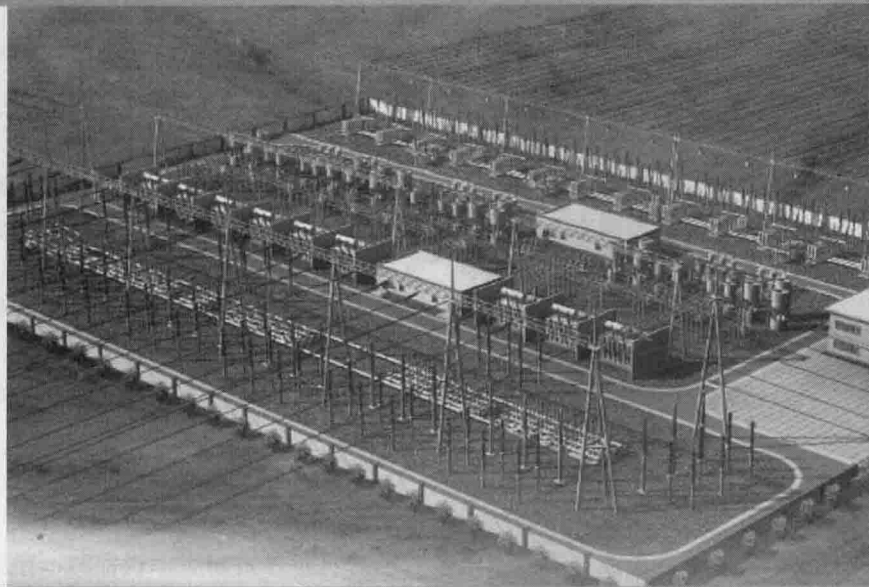
第13章 PST-646 接地变压器保护装置	231
第1节 保护检验流程	231
第2节 保护功能简介	233
第3节 试验调试方法	234
第4节 保护常见故障及故障现象	238
第5节 案例	239
第14章 CSC-241E 接地变压器保护装置	242
第1节 保护功能简介及逻辑原理简介	242
第2节 试验调试方法	243
第3节 保护常见故障及故障现象	247
第4节 案例	248
第15章 RCS-9621C 接地变压器保护装置	251
第1节 保护功能简介及逻辑原理简介	251
第2节 试验调试方法	251
第3节 保护常见故障及故障现象	258
第4节 案例	261

（第5篇 备用电源自动投入装置

第16章 PSP-642 备用电源自投装置	265
------------------------------	-----

第 1 节	保护逻辑功能简介	265
第 2 节	试验调试方法	266
第 3 节	保护常见故障及故障现象	270
第 4 节	案例	272
第 17 章	RCS-9651C 备用电源自动投入装置	275
第 1 节	保护逻辑功能简介	275
第 2 节	试验调试方法	277
第 3 节	保护常见故障及故障现象	283
第 4 节	案例	287
第 18 章	CSC-246 备用电源自动投入装置	290
第 1 节	保护的逻辑功能简介	290
第 2 节	试验调试方法	290
第 3 节	保护常见故障及故障现象	295
第 4 节	案例	298
附录 A	二次工作安全措施票及前期准备评分表	301
附录 B	故障排除及报告编写评分表	302
附录 C	线路保护评分标准及试验报告	303
附录 D	变压器保护评分标准及检验报告	310
附录 E	备用电源自动投入保护评分标准及检验报告	322
附录 F	电容器保护评分标准及检验报告	327
参考文献		330

第1篇



线路保护装置

第1章 PSL-621D 线路保护装置

第1节 保护检验流程

按照省调下发 110kV 线路保护检验规程要求进行相关试验项目的检验工作，主要检验项目有定值核查、二次回路及外观检查、模拟量检查、开入回路检查、整定值校验、整组试验及通道联调试验。

针对实训设备进行的主要检验流程如下：

一、通电初步检验

1. 保护装置通电检验

通电前用尾纤将装置接成自环方式。装置通电后，将保护定值的“本侧纵联码”与“对侧纵联码”整定为一组，装置“运行”灯应亮，“通道异常”灯应不亮，除可能发“TV 断线”信号外，应无其他异常信息。

2. 软件版本与 CRC 码核查

进入保护装置主菜单中的“程序版本”，核对软件与设计图纸（或整定书）上要求一致，检验码正确。

二、定值核查

按照整定书输入整定值，然后打印定值报告进行核对（保护定值中“通道自环试验”此时仍为 1）。输入定值过程中检验键盘的功能。

三、开入量输入回路检验

进入“保护状态”中的“开入量状态”子菜单，依次进行开入量的输入和断开，同时监视液晶屏幕上显示的开入量变位情况。

四、模数转换系统检验

1. 模拟量输入幅值特性检验

用同时加三相电流、电压方法检验采样数据。调整输入交流电压分别为 70、60、30、5、1V，电流分别为 $10I_N$ 、 $5I_N$ 、 I_N 、 $0.2I_N$ 、 $0.1I_N$ ，要求保护装置采样显示与外部表计允许误差在 10% 之内，其他情况误差小于 5%。

说明：试验中如果保护压板未退出，保护长时间加电流会导致“运行”灯熄灭并报“跳闸出口异常”，但不影响采样数据测量。在输入 $10I_N$ 电流时，加电流时间不应超过 10s。

2. 模拟量输入相位特性检验

将电流、电压加至额定值，调节电流、电压相位，当同相别电压和电流相位分别为 0° 、 45° 、 90° 时，装置显示值与表计测量值误差应不大于 3° 。

五、保护定值和性能检验

对保护装置的保护定值进行校验,110kV 线路保护装置的保护定值校验基本包括以下内容(以 RCS-943A 保护装置为例),不同装置具备的保护功能存在差异。

1. 差动保护检验

对差动保护高值、低值及零序差动保护进行校验,掌握单侧光纤电流差动保护试验通道调试方法;对 TA 断线闭锁差动保护定值进行校验,掌握 TA 断线试验方法及 TA 断线闭锁差动控制字对差动保护的影响。

2. 距离保护检验

分别对三段接地距离及三段相间距离定值进行校验,掌握接地、相间距离保护原理、计算方法及试验方法、步骤。

3. TV 断线过电流保护检验

掌握 TV 断线过电流保护检验方法,注意投入相应的压板。

4. 零序过电流保护

对零序Ⅱ、Ⅲ段保护定值进行校验,掌握零序保护原理、试验方法;掌握零序保护动作区、灵敏角、最小动作电压的测试方法。

5. 重合闸逻辑检验

注意掌握手合加速段保护延时特点及手合加速试验方法、步骤,掌握三相重合闸动作条件及同期、无压定值的设置。

六、开出回路检验

进行带开关整组试验,掌握整组试验方法,以及通过整组试验判断开出回路(含操作箱)是否正常的方法。

第2节 保护功能简介

一、保护的应用范围

PSL-621D 系列数字式电流差动保护装置是以光纤分相电流差动保护为全线速动的主保护距离保护零序保护和三相一次重合闸为后备保护的成套线路保护装置,并集成了电压切换箱和三相操作箱,适用于 110、66kV 或 35kV 输配电线路。

二、保护配置

PSL-621D 设有三个硬件完全相同的保护 CPU 模件,其中一个保护 CPU 独立完成电流差动保护功能,另两块保护 CPU 完成距离保护和电流保护功能以及零序电流保护和三相一次重合闸功能。各 CPU 插件之间相互独立,各种保护功能均由软件实现。本系列装置本身自带光端机,采用专用光纤通道时无需任何外部转换装置,通过调节驱动回路电阻可实现输出光功率的调节光发送最大-6dBm,光接收灵敏度-33dBm,以适应不同传输距离的要求。光通信接口板集成差动保护 CPU 模件上,经光纤跳线引出。

第3节 试验调试方法

一、差动保护检验

差动保护检验见表 1-1。

表 1-1 差 动 保 护 检 验

项 目	检 验 方 法	
	项目 1 分相差动保护	
整定定值	分相差动作电流 1.5A，零序差动作电流 2A	
试验条件	1. 硬压板设置：分相差动保护压板 1LP5，差动保护总投入压板 1LP7。 2. 开关状态：合上开关	
计算方法	因本装置差流为内部置环，因此输入值取定值的一半 $I_d=1.05\times 1.5/2=0.7875\text{ (A)}$	
试验方法	1. 状态 1 加正常电压量，电流为 0，待 TV 断线恢复转入状态 2，所需时间大于 3s。 2. 状态 2 加故障量，所加故障时间=整定时间+100ms	
试验仪器 设置 (区内故障) $m=1.05$	采用状态序列	
	状态 1	状态 2
	1. 状态参数设置： $\dot{U}_A: 57.74\angle 0.00^\circ\text{ V}$ ； $\dot{U}_B: 57.74\angle -120^\circ\text{ V}$ ； $\dot{U}_C: 57.74\angle 120^\circ\text{ V}$ ； $\dot{I}_A: 0.00\angle 0.00^\circ\text{ A}$ ； $\dot{I}_B: 0.00\angle 0.00^\circ\text{ A}$ ； $\dot{I}_C: 0.00\angle 0.00^\circ\text{ A}$ 。 2. 状态触发条件： 时间控制：5.00s	1. 状态参数设置： $\dot{U}_A: 10.0\angle 0.00^\circ\text{ V}$ ； $\dot{U}_B: 57.74\angle -120^\circ\text{ V}$ ； $\dot{U}_C: 57.74\angle 120^\circ\text{ V}$ ； $\dot{I}_A: 0.79\angle -90^\circ\text{ A}$ ； $\dot{I}_B: 0.00\angle 0.00^\circ\text{ A}$ ； $\dot{I}_C: 0.00\angle 0.00^\circ\text{ A}$ 。 2. 状态触发条件： 时间控制：0.1s
装置报文	1. 保护启动 00000ms。 2. 差动保护三相跳闸出口 A 相 00018ms	
装置 指示灯	动作灯亮	
试验仪器 设置 (区外故障) $m=0.95$	采用状态序列	
	状态 1	状态 2
	1. 状态参数设置： $\dot{U}_A: 57.74\angle 0.00^\circ\text{ V}$ ； $\dot{U}_B: 57.74\angle -120^\circ\text{ V}$ ； $\dot{U}_C: 57.74\angle 120^\circ\text{ V}$ ； $\dot{I}_A: 0.00\angle 0.00^\circ\text{ A}$ ； $\dot{I}_B: 0.00\angle 0.00^\circ\text{ A}$ ； $\dot{I}_C: 0.00\angle 0.00^\circ\text{ A}$ 。 2. 状态触发条件： 时间控制：5.00s	1. 状态参数设置： $\dot{U}_A: 10.0\angle 0.00^\circ\text{ V}$ ； $\dot{U}_B: 57.74\angle -120^\circ\text{ V}$ ； $\dot{U}_C: 57.74\angle 120^\circ\text{ V}$ ； $\dot{I}_A: 0.71\angle -90^\circ\text{ A}$ ； $\dot{I}_B: 0.00\angle 0.00^\circ\text{ A}$ ； $\dot{I}_C: 0.00\angle 0.00^\circ\text{ A}$ 。 2. 状态触发条件： 时间控制：0.1s
装置报文	保护启动 00000ms	

项 目	检 验 方 法
装置 指示灯	动作灯未亮
项目 2 零序差动保护（投入零序差动保护压板，退出分相差动压板； 零序差动保护试验方法与分相差动相同）	
项目 3 TA 断线对差动保护的影响	
试验条件	1. 硬压板设置：分相差动保护压板 1LP5，差动保护总投入压板 1LP7。 2. 软压板设置：无。 3. 开关状态：合上开关。 4. 必须与对侧保护配合，即要通过光纤与另一套保护连接，若无此条件该项目可不做
试验方法	把控制字 TA 断线闭锁差动投入，当 TA 断线时，差动将不动作

二、接地距离保护检验——正方向：区内、区外故障、反方向

接地距离保护检验（正方向：区内、区外故障、反方向）见表 1-2。

表 1-2 接地距离保护检验（正方向区内、区外故障，反方向）

项 目	检 验 方 法			
整定定值 (接地距离 I 段举例)	1. 接地距离 I 段保护定值 Z_{set1} ：1.0Ω、动作时间装置固有（ $t < 35\text{ms}$ ）。 2. 电抗补偿系数 K_Z ：0.465；灵敏角 φ ：+90°			
试验条件	1. 硬压板设置：投入接地距离保护压板 1LP9； 2. 软压板设置：无； 3. 开关状态：合上开关			
计算方法	$U_{\phi} = m \times (1 + K_Z) \times I_{\phi} \times Z_{set1.p}$ 注： m 为系数， $I = 5\text{A}$ 计算数据： $m = 0.95$ 时， $U_{\phi} = 0.95 \times (1 + 0.465) \times 5 \times 1 = 6.958\text{ (V)}$ $m = 1.05$ 时， $U_{\phi} = 1.05 \times (1 + 0.465) \times 5 \times 1 = 7.69\text{ (V)}$			
试验方法	1. 状态 1 加正常电压量，电流为 0，待 TV 断线恢复转入状态 2，所需时间大于 3s。 2. 状态 2 加故障量，所加故障时间 = 整定时间 + 100ms			
试验仪器 设置 (区内故障) $m = 0.95$	采用状态序列			
	<table> <tr> <th>状态 1</th><th>状态 2</th></tr> <tr> <td> 1. 状态参数设置： $\dot{U}_A$：57.74 / 0.00° V；$\dot{U}_B$：57.74 / -120° V； $\dot{U}_C$：57.74 / 120° V；$\dot{I}_A$：0.00 / 0.00° A； $\dot{I}_B$：0.00 / 0.00° A；$\dot{I}_C$：0.00 / 0.00° A。 2. 状态触发条件： 时间控制：5.00s </td><td> 1. 状态参数设置： $\dot{U}_A$：6.958 / 0.00° V；$\dot{U}_B$：57.74 / -120° V； $\dot{U}_C$：57.74 / 120° V；$\dot{I}_A$：5.00 / -66° A； $\dot{I}_B$：0.00 / 0.00° A；$\dot{I}_C$：0.00 / 0.00° A。 2. 状态触发条件： 时间控制：0.1s </td></tr> </table>	状态 1	状态 2	1. 状态参数设置： $\dot{U}_A$ ：57.74 / 0.00° V； $\dot{U}_B$ ：57.74 / -120° V； $\dot{U}_C$ ：57.74 / 120° V； $\dot{I}_A$ ：0.00 / 0.00° A； $\dot{I}_B$ ：0.00 / 0.00° A； $\dot{I}_C$ ：0.00 / 0.00° A。 2. 状态触发条件： 时间控制：5.00s
状态 1	状态 2			
1. 状态参数设置： $\dot{U}_A$ ：57.74 / 0.00° V； $\dot{U}_B$ ：57.74 / -120° V； $\dot{U}_C$ ：57.74 / 120° V； $\dot{I}_A$ ：0.00 / 0.00° A； $\dot{I}_B$ ：0.00 / 0.00° A； $\dot{I}_C$ ：0.00 / 0.00° A。 2. 状态触发条件： 时间控制：5.00s	1. 状态参数设置： $\dot{U}_A$ ：6.958 / 0.00° V； $\dot{U}_B$ ：57.74 / -120° V； $\dot{U}_C$ ：57.74 / 120° V； $\dot{I}_A$ ：5.00 / -66° A； $\dot{I}_B$ ：0.00 / 0.00° A； $\dot{I}_C$ ：0.00 / 0.00° A。 2. 状态触发条件： 时间控制：0.1s			
装置报文	1. 保护启动 00000ms； 2. 0043ms 接地距离 I 段出口 A 相接地			

项 目	检 验 方 法	
装置 指示灯	动作灯亮	
试验仪器 设置 (区外故障) $m=1.05$	采用状态序列	
	状态 1	状态 2
	1. 状态参数设置: $\dot{U}_A: 57.74 \angle 0.00^\circ \text{ V};$ $\dot{U}_B: 57.74 \angle -120^\circ \text{ V};$ $\dot{U}_C: 57.74 \angle 120^\circ \text{ V};$ $\dot{I}_A: 0.00 \angle 0.00^\circ \text{ A};$ $\dot{I}_B: 0.00 \angle 0.00^\circ \text{ A};$ $\dot{I}_C: 0.00 \angle 0.00^\circ \text{ A}.$ 2. 状态触发条件: 时间控制: 5.00s	1. 状态参数设置: $\dot{U}_A: 7.69 \angle 0.00^\circ \text{ V};$ $\dot{U}_B: 57.74 \angle -120^\circ \text{ V};$ $\dot{U}_C: 57.74 \angle 120^\circ \text{ V};$ $\dot{I}_A: 5.00 \angle -66^\circ \text{ A};$ $\dot{I}_B: 0.00 \angle 0.00^\circ \text{ A};$ $\dot{I}_C: 0.00 \angle 0.00^\circ \text{ A}.$ 2. 状态触发条件: 时间控制: 0.1s
试验仪器 设置 (反向故障) $m=0.95$	采用状态序列	
	状态 1	状态 2 (角度差 180°)
	1. 状态参数设置: $\dot{U}_A: 57.74 \angle 0.00^\circ \text{ V};$ $\dot{U}_B: 57.74 \angle -120^\circ \text{ V};$ $\dot{U}_C: 57.74 \angle 120^\circ \text{ V};$ $\dot{I}_A: 0.00 \angle 0.00^\circ \text{ A};$ $\dot{I}_B: 0.00 \angle 0.00^\circ \text{ A};$ $\dot{I}_C: 0.00 \angle 0.00^\circ \text{ A}.$ 2. 状态触发条件: 时间控制: 5.00s	1. 状态参数设置: $\dot{U}_A: 6.958 \angle 0.00^\circ \text{ V};$ $\dot{U}_B: 57.74 \angle -120^\circ \text{ V};$ $\dot{U}_C: 57.74 \angle 120^\circ \text{ V};$ $\dot{I}_A: 5.00 \angle 114^\circ \text{ A};$ $\dot{I}_B: 0.00 \angle 0.00^\circ \text{ A};$ $\dot{I}_C: 0.00 \angle 0.00^\circ \text{ A}.$ 2. 状态触发条件: 时间控制: 0.10s
装置报文	保护启动 00000ms	
装置 指示灯	—	
备注	接地距离Ⅱ段和Ⅲ段用同样的方法	

三、相间距离Ⅰ段保护检验

相间距离Ⅰ段保护检验(正方向:区内、区外故障、反方向)见表 1-3。

表 1-3

相间距离Ⅰ段保护检验

项 目	检 验 方 法
整定定值 (举例)	1. 相间距离Ⅰ段保护定值 Z_{setI} : 1Ω ; 动作时间装置固有 ($t < 35\text{ms}$)。 2. 正序阻抗角: 66° ; 动作时间: 0s

