

SF2008F

微机型多功能继电保护测试系统

UNIVERSAL RELAY & PROTECTION TESTING SYSTEM



用户手册

青岛四方泰合电气设备有限公司

尊敬的用户：

☆欢迎您使用 SF2008 系列微型多功能继电保护测试系统。为了您更好地完成各种繁杂的调试任务，请您在使用本系统前仔细阅读本手册。希望本手册能够为您对本公司产品的熟悉和使用提供尽可能多的帮助信息。

☆在本手册中，您将会了解 SF2008 的基础知识。我们将向您介绍最重要的信息，并通过详细的实例指导操作。而这些内容都是独立的，您可以从任何一章开始。

☆如果您有疑问或需要其他的技术支持服务，欢迎致电客户服务中心：

0532-86639361 86639362

传真：0532-88317871

您也可以访问我们的网站：<http://www.qdsfdq.cn>

<http://www.qingdaosifang.com>

声明







☆本手册是以 SF2008F 微型多功能继电保护测试系统为代表进行编著的，其中的指导和描述对于本手册出版时的 SF2008F 型号是准确的，但以后的 SF2008F 微型多功能继电保护测试系统及手册可能变动。在保证不影响产品性能和用户使用的前提下，本公司保留修改本手册所有参数的权力，恕不另行通知。







☆如果您所用的产品为 SF2008 系列中的另一种，该手册会略有差异。在此后，对直接或间接地由于 SF2008 微型多功能继电保护测试系统与手册之间的变动所引起的错误、遗漏或差异而产生的损害，本公司不承担任何责任。







版权

未经明确的书面许可，不得复制转让本资料或其中的内容。违者要对造成的损失承担法律责任。保留所有权包括实用新型。

目 录

	索 引	7
	1. 线路保护	
	2. 发电机、变压器保护	
	3. 电动机保护	
	4. 电容器保护	
	5. 自动装置	
	6. 继电器测试	
	第一章 装置简介.....	19
	1. 1 概述	
	1. 2 硬件技术参数	
	1. 3 主机箱面板介绍	
	1. 4 测试界面说明	
	第二章 程控电源	31
	2. 1 操作界面	
	2. 2 功能介绍	
	2. 3 参数说明	
	2. 4 实验举例	
	2. 5 注意事项	
	第三章 电流保护试验.....	39
	3. 1 操作界面	
	3. 2 功能介绍	
	3. 3 参数说明	
	3. 4 输出量时序图	
	3. 5 实验举例	
	3. 6 注意事项	
	第四章 电压保护试验.....	45
	4. 1 操作界面	
	4. 2 功能介绍	
	4. 3 参数说明	
	4. 4 输出量时序图	
	4. 5 实验举例	
	4. 6 注意事项	
	第五章 时间继电器.....	49
	5. 1 操作界面	
	5. 2 功能介绍	
	5. 3 参数说明	
	5. 4 输出量时序图	
	5. 5 实验举例	
	5. 6 注意事项	
	第六章 中间继电器.....	55
	6. 1 操作界面	
	6. 2 功能介绍	

	6. 3 参数说明	
	6. 4 输出量时序图	
	6. 5 实验举例	
	6. 6 注意事项	
	第七章 反时限特性	61
	7. 1 操作界面	
	7. 2 功能介绍	
	7. 3 参数说明	
	7. 4 输出过程描述	
	7. 5 实验举例	
	7. 6 注意事项	
	第八章 功率方向保护试验	69
	8. 1 操作界面	
	8. 2 功能介绍	
	8. 3 参数说明	
	8. 4 输出过程描述	
	8. 5 实验举例	
	8. 6 注意事项	
	第九章 阻抗特性试验	75
	9. 1 操作界面	
	9. 2 功能介绍	
	9. 3 参数说明	
	9. 4 输出过程描述	
	9. 5 实验举例	
	9. 6 注意事项	
	第十章 精工电流试验	83
	10. 1 操作界面	
	10. 2 功能介绍	
	10. 3 参数说明	
	10. 4 输出过程描述	
	10. 5 实验举例	
	10. 6 注意事项	
	第十一章 差动保护试验	89
	11. 1 操作界面	
	11. 2 功能介绍	
	11. 3 参数说明	
	11. 4 输出过程描述	
	11. 5 实验举例	
	11. 6 注意事项	
	第十二章 计量仪表校验	105
	13. 1 操作界面	
	13. 2 功能介绍	
	13. 3 参数说明	
	第十三章 低频保护试验	109

	14. 1 操作界面	
	14. 2 功能介绍	
	14. 3 参数说明	
	14. 4 输出过程描述	
	14. 5 实验举例	
	14. 6 注意事项	
	第十四章 同期装置测试	117
	15. 1 操作界面	
	15. 2 功能介绍	
	15. 3 参数说明	
	15. 4 输出过程描述	
	15. 5 实验举例	
	15. 6 注意事项	
	第十五章 叠加谐波试验	129
	16. 1 操作界面	
	16. 2 功能介绍	
	16. 3 参数说明	
	16. 4 实验举例	
	16. 5 注意事项	
	第十六章 零序保护试验	133
	17. 1 操作界面	
	17. 2 功能介绍	
	17. 3 参数说明	
	17. 4 注意事项	
	17. 5 实验举例	
	第十七章 距离保护试验	143
	18. 1 操作界面	
	18. 2 功能介绍	
	18. 3 参数说明	
	18. 4 实验举例	
	18. 5 注意事项	
	第十八章 工频变化量保护	153
	19. 1 操作界面	
	19. 2 功能介绍	
	19. 3 参数说明	
	19. 4 实验举例	
	19. 5 注意事项	
	第十九章 整组传动试验	161
	20. 1 操作界面	
	20. 2 功能介绍	
	20. 3 参数说明	
	20. 4 输出过程描述	
	20. 5 实验举例	
	20. 6 注意事项	

	第二十章 备自投装置测试.....169
	21. 1 操作界面
	21. 2 功能介绍
	21. 3 参数说明
	21. 4 输出逻辑过程
	21. 5 实验举例
	21. 6 注意事项
	第二十一章 功率振荡试验.....177
	22. 1 操作界面
	22. 2 功能介绍
	22. 3 参数说明
	22. 4 输出过程描述
	22. 5 实验举例
	22. 6 注意事项
	第二十二章 故障再现试验183
	23. 1 操作界面
	23. 2 功能介绍
	23. 3 参数说明
	23. 4 注意事项
	第二十三章 精度调整191
	24. 1 操作界面
	24. 3 调整说明

索引(快速指南)

为了便于用户更好使用本测试仪，特在说明书中增加“保护测试索引”。索引是以电力系统保护装置种类划分的，并指出了每个种类保护的具体测试单元，用户可根据自己要做的试验，找到具体的测试菜单。详细的测试索引如下：

(一) 线路保护

1. 距离保护	页码	对应的软件菜单
① 接地距离 I、II、III段阻抗定值	第 143 页	距离保护试验
② 接地距离 I、II、III段阻抗定值	第 143 页	距离保护试验
③ 相间距离 I、II、III段阻抗定值	第 143 页	距离保护试验
④ 相间距离 I、II、III段时间定值	第 143 页	距离保护试验
⑤ 阻抗特性测试	第 75 页	阻抗特性试验
⑥ 阻抗时间阶梯特性测试	第 143 页	距离保护试验
⑦ 阻抗最大灵敏角测试	第 75 页	阻抗特性试验
⑧ 工频变化量阻抗测试	第 153 页	工频变化量距离保护试验

2. 零序保护	页码	对应的软件菜单
① 零序 I、II、III、IV段电流定值	第133 页	零序保护试验
② 零序 I、II、III、IV段时间定值	第133 页	零序保护试验
③ 零序方向测试	第133 页	零序保护试验
④ 不灵敏零序电流测试	第161 页	整组传动试验

3. 高频保护	页码	对应的软件菜单
① 高频零序定值	第133 页	零序保护试验
② 高频零序方向	第133 页	零序保护试验
③ 高频负序定值	第39 页	电流保护试验
④ 高频负序方向	第69 页	功率方向保护：负序功率方向
⑤ 高频距离定值	第143 页	距离保护试验
⑥ 工频变化量阻抗定值	第153 页	工频变化量距离保护试验

4. 过电流保护	页码	对应的软件菜单
① 过流 I、II、III段电流定值	第133 页 或 第39 页	零序保护试验或电流保护试验
② 过流 I、II、III段时间定值	第133 页 或 第39 页	零序保护试验或电流保护试验
③ 过流低电压闭锁值	第 39 页	电流保护试验
④ 过流方向测试	第 39 页	电流保护试验

5. 过负荷保护	页码	对应的软件菜单
① 过负荷保护的电流定值	第39 页	电流保护试验
② 过负荷保护的时间定值	第39 页	电流保护试验

6. 低周减载	页码	对应的软件菜单
① 低周减载频率定值	第109 页	低频保护试验：动作值测试
② 低周减载滑差闭锁值	第109 页	低频保护试验：df/dt值
③ 低周减载电压闭锁值	第109 页	低频保护试验：低电压闭锁值
④ 低周减载的动作延时	第109 页	低频保护试验：动作时间测试
⑤ 低周减载电流闭锁值	第109 页	低频保护试验：低电流闭锁值
⑥ 低周减载电压变化率闭锁值	第109 页	低频保护试验：dv/dt值

7. 重合闸	页码	对应的软件菜单
① 重合闸同期角度	第143 页 或 第133 页	距离保护试验 或 零序保护试验
② 重合闸时间定值	第143 页 或 第133 页	距离保护试验 或 零序保护试验
③ 重合闸检无压测试	第143 页 或 第133 页	距离保护试验 或 零序保护试验

8. 断路器失灵启动	页码	对应的软件菜单
① 失灵启动电流定值	第39 页	电流保护试验

9. 手合或重合于永久性故障	页码	对应的软件菜单
① 手合加速延时定值	第143 页 或 第133 页	距离保护试验 或 零序保护试验
② 重合后距离加速保护测试	第143 页	距离保护试验
③ 重合后零序加速保护测试	第133 页	零序保护试验
④ 重合后过流加速保护测试	第143 页	距离保护试验

10. 振荡闭锁	页码	对应的软件菜单
① 振荡闭锁距离保护测试	第177 页	功率振荡试验
② 振荡恢复开放距离保护测试	第177 页	功率振荡试验

11. SF 断线	页码	对应的软件菜单
① SF 断线闭锁距离保护	第143 页	距离保护试验
② SF 断线恢复时开放距离保护	第143 页	距离保护试验
③ SF 断线闭锁方向零序保护	第133 页	零序保护试验
④ SF 断线后过流 I、II 段电流定值及动作时间	第 39 页	电流保护试验
⑤ SF 断线闭锁低周减载保护	第109 页	低频保护试验：动作值测试
⑥ SF 断线恢复开放低周减载保护	第109 页	低频保护试验：动作值测试

12. 发展性故障	页码	对应的软件菜单
① 单相接地发展为另一相接地	第161 页	整组传动试验：故障转换
② 单相接地发展为两相短路	第161 页	整组传动试验：故障转换
③ 单相接地发展为两相接地短路	第161 页	整组传动试验：故障转换
④ 两相短路发展为两相接地短路	第161 页	整组传动试验：故障转换

13. GPS对调试验	页码	对应的软件菜单
① GPS启动两侧保护对调	第161页	整组传动试验：GPS启动

(二) 发电机、变压器保护

1. 发电机、变压器差动保护	页码	对应的软件菜单
① 比率差动启动值	第89 页	差动保护试验：比率制动定点测试
② 差动速断定值	第89页	差动保护试验：比率制动定点测试
③ 比率差动斜率	第89 页	差动保护试验：比率制动边界搜索
④ 差动动作时间	第89 页	差动保护试验：比率制动定点测试
⑤ 二次谐波制动系数（变压器差动保护）	第89 页	差动保护试验：谐波制动边界搜索
⑥ 直流助磁特性	第89 页	差动保护试验：直流助磁特性测试

2. 发电机匝间保护	页码	对应的软件菜单
① 横差电流定值	第39 页	电流保护试验
② 横差电流动作时限	第39 页	电流保护试验

3. 发电机定子接地保护（3U0）	页码	对应的软件菜单
① 零序电压定值	第31 页	程控电源
② 零序电压高定值	第31 页	程控电源
③ 零序电压动作时限	第31 页	程控电源

4. 发电机定子接地保护（3I0）	页码	对应的软件菜单
① 零序电流定值	第133 页	零序保护试验
② 零序电流动作时限	第133 页	零序保护试验

5. 发电机定子接地保护（3 ω ）	页码	对应的软件菜单
① 并网前三次谐波比率定值	第129 页	叠加谐波试验
② 并网后三次谐波比率定值	第129 页	叠加谐波试验
③ 三次谐波差动比率定值	第129 页	叠加谐波试验
④ 三次谐波保护延时	第129 页	叠加谐波试验

6. 发电机、变压器过激磁保护	页码	对应的软件菜单
① 定时限 I、II 段定值U/f	第61 页	反时限特性: U/f-T特性曲线测试
② 定时限 I、II 段延时	第61 页	反时限特性: U/f-T特性曲线测试
③ 反时限上限定值	第61 页	反时限特性: U/f-T特性曲线测试
④ 反时限上限延时	第61 页	反时限特性: U/f-T特性曲线测试
⑤ 反时限 I、II、III、IV、V、VI定值	第61 页	反时限特性: U/f-T特性曲线测试
⑥ 反时限 I、II、III、IV、V、VI延时	第61 页	反时限特性: U/f-T特性曲线测试
⑦ 反时限下限定值	第61 页	反时限特性: U/f-T特性曲线测试
⑧ 反时限下限延时	第61 页	反时限特性: U/f-T特性曲线测试
⑨ 报警段定值	第61 页	反时限特性: U/f-T特性曲线测试
⑩ 报警段延时	第61 页	反时限特性: U/f-T特性曲线测试

7. 发电机失磁保护	页码	对应的软件菜单
① 阻抗定值1	第75 页	阻抗特性试验
② 阻抗定值2	第75 页	阻抗特性试验
③ 失磁阻抗特性测试	第75 页	阻抗特性试验

8. 发电机失步保护	页码	对应的软件菜单
① 报警透镜内角	第177 页	功率振荡试验
② 透镜内角	第177 页	功率振荡试验
③ 区内、外滑极数整定	第177 页	功率振荡试验
④ 失步保护动作时限	第177 页	功率振荡试验

9. 发电机、变压器复合电压过流保护	页码	对应的软件菜单
① 负序电压定值	第45 页	电压保护试验
② 低电压定值	第39 页	电流保护试验
③ 过流 I、II 段定值	第39 页	电流保护试验
④ 过流 I、II 段时限	第39 页	电流保护试验

10. 发电机、变压器阻抗保护	页码	对应的软件菜单
① 阻抗Ⅰ段正方向定值、反方向定值	第143 页	距离保护试验
② 阻抗Ⅱ段正方向定值、反方向定值	第143 页	距离保护试验
③ 阻抗Ⅰ、Ⅱ段时限	第143 页	距离保护试验

11. 发电机定子过负荷	页码	对应的软件菜单
① 定时限电流定值	第39 页	电流保护试验
② 定时限延时定值	第39 页	电流保护试验
③ 定时限报警定值	第39 页	电流保护试验
④ 定时限报警延时	第39 页	电流保护试验
⑤ 反时限起动电流	第61 页	反时限特性：I - T 特性曲线测试
⑥ 反时限上限延时	第61 页	反时限特性：I - T 特性曲线测试

12. 发电机逆功率保护	页码	对应的软件菜单
① 逆功率定值	第31 页	程控电源
② 逆功率信号延时	第31 页	程控电源
③ 逆功率跳闸延时	第31 页	程控电源
④ 功率定值	第31 页	程控电源
⑤ 功率延时	第31 页	程控电源

13. 发电机转子表层负序过负荷	页码	对应的软件菜单
① 定时限电流定值	第39 页	电流保护试验
② 定时限延时	第39 页	电流保护试验
③ 定时限报警电流定值	第39 页	电流保护试验
④ 定时限报警延时	第39 页	电流保护试验
⑤ 反时限起动负序电流	第61 页	反时限特性：I - T 特性曲线测试
⑥ 反时限上限延时	第61 页	反时限特性：I - T 特性曲线测试

14. 发电机电压保护	页码	对应的软件菜单
① 过压 I、II 段电压	第45 页	电压保护试验
② 过压 I、II 段延时	第45 页	电压保护试验
③ 低电压定值	第45 页	电压保护试验
④ 低电压延时	第45 页	电压保护试验

15. 发电机频率保护	页码	对应的软件菜单
① 低频 I、II 段频率定值	第109 页	低频保护试验：动作值测试
② 低频 I、II 段累计延时	第109 页	低频保护试验：动作时间测试
③ 低频III、IV段频率定值	第109 页	低频保护试验：动作值测试
④ 低频III、IV段延时	第109 页	低频保护试验：动作时间测试

16. 变压器零序电流保护	页码	对应的软件菜单
① 零序电压闭锁值	第 31 页	程控电源
② 零序电流 I、II、III段定值	第133 页	零序电流保护
③ 零序 I 段一时限、二时限	第133 页	零序电流保护
④ 零序 II 段一时限、二时限	第133 页	零序电流保护
⑤ 零序III段一时限、二时限	第133 页	零序电流保护

17. 变压器间隙零序电压电流保护	页码	对应的软件菜单
① 间隙零序过压定值	第 31 页	程控电源
② 间隙零序电流 I、II 段定值	第133 页	零序电流保护
③ 间隙零序 I 段一时限、二时限	第133 页	零序电流保护
④ 间隙零序 II 段一时限、二时限	第133 页	零序电流保护

18. 变压器过流保护	页码	对应的软件菜单
① 过流 I、II 段定值	第39 页	电流保护试验
② 过流 I 段一时限、二时限	第39 页	电流保护试验
③ 过流 II 段一时限、二时限	第39 页	电流保护试验

19. 变压器低压过流保护	页码	对应的软件菜单
① 低电压定值	第39 页	电流保护试验
② 过流定值	第39 页	电流保护试验
③ 过流动作时限	第39 页	电流保护试验

20. 变压器启动风冷保护	页码	对应的软件菜单
① 启动风冷电流定值	第39 页	电流保护试验
② 启动风冷保护延时	第39 页	电流保护试验

21. 变压器过负荷保护	页码	对应的软件菜单
① 过负荷电流定值	第39 页	电流保护试验
② 过负荷保护延时	第39 页	电流保护试验

（三）电动机保护

1. 发电机、变压器差动保护	页码	对应的软件菜单
① 比率差动启动值	第89 页	差动保护试验：比率制动定点测试
② 差动速断定值	第89 页	差动保护试验：比率制动定点测试
③ 比率差动斜率	第89 页	差动保护试验：比率制动边界搜索
④ 差动动作时间	第89 页	差动保护试验：比率制动定点测试
⑤ 二次谐波制动系数	第89 页	差动保护试验：谐波制动边界搜索

2. 反时限电流保护（正序或负序）	页码	对应的软件菜单
① 启动电流值	第61 页	反时限特性：I - T 特性测试
② 反时限电流保护的動作时间	第61 页	反时限特性：I - T 特性测试
③ 反时限动作特性	第61 页	反时限特性：I - T 特性测试

3. 负序电流保护	页码	对应的软件菜单
① 负序电流定值	第39 页	电流保护试验
② 负序电流动作时限	第39 页	电流保护试验

4. 速断、过流、过负荷保护	页码	对应的软件菜单
① 速断电流定值	第39 页	电流保护试验
② 过流电流定值	第39 页	电流保护试验
③ 过电流动作时限	第39 页	电流保护试验
④ 过负荷电流定值	第39 页	电流保护试验
⑤ 过负荷动作时限	第39 页	电流保护试验

5. 零序电流保护	页码	对应的软件菜单
① 零序电流定值	第39 页	电流保护试验
② 零序电流动作时限	第39 页	电流保护试验

(四) 电容器保护

1. 电流保护	页码	对应的软件菜单
① 电流 I、II 段定值	第39 页	电流保护试验
② 电流 I、II 段动作时限	第39 页	电流保护试验

2. 零序电流保护	页码	对应的软件菜单
① 零序电流 I、II 段定值	第39 页	电流保护试验
② 零序 电流 I、II 段动作时限	第39 页	电流保护试验

3. 反时限电流保护（电流或零序电流）	页码	对应的软件菜单
① 启动电流值	第61 页	反时限特性：I - T 特性测试
② 反时限电流保护的動作时间	第61 页	反时限特性：I - T 特性测试
③ 反时限動作特性	第61 页	反时限特性：I - T 特性测试

4. 欠电压保护	页码	对应的软件菜单
① 欠电压定值	第45 页	电压保护试验
② 欠电压动作时限	第45 页	电压保护试验
③ 欠电压闭锁电流定值	第39 页	电流保护试验

5. 过电压保护	页码	对应的软件菜单
① 过电压定值	第45 页	电压保护试验
② 过电压动作时限	第45 页	电压保护试验

6. 不平衡（电流或电压）保护	页码	对应的软件菜单
① 不平衡电压（电流）定值	第31 页	程控电源
② 不平衡电压（电流）动作时限	第31 页	程控电源

（五）自动装置

1. 同期装置	页码	对应的软件菜单
① 电压闭锁值	第117 页	同期装置：电压闭锁值测试
② 频率闭锁值	第117 页	同期装置：频率闭锁值测试
③ 导前时间相角	第117 页	同期装置：导前时间相角测试
④ 自动调整	第117 页	同期装置：自动调整测试

2. 低周减载装置	页码	对应的软件菜单
① 频率动作值	第109 页	低频保护试验：动作值测试
② 动作时间	第109 页	低频保护试验：动作时间测试
③ df/dt 闭锁值	第109 页	低频保护试验： df/dt 闭锁值测试
④ dv/dt 闭锁值	第109 页	低频保护试验： dv/dt 闭锁值测试
⑤ 低电压闭锁值	第109 页	低频保护试验：低电压闭锁值测试
⑥ 低电流闭锁值	第109 页	低频保护试验：低电流闭锁值测试

3. 自动重合闸装置（检同期、检无压）	页码	对应的软件菜单
① 重合闸动作时间	第143 或133 页	距离保护试验 或 零序保护试验
② 重合闸（检同期）同期角度	第143 或133 页	距离保护试验 或 零序保护试验
③ 重合闸检无压测试	第143 或133 页	距离保护试验 或 零序保护试验
④ 重合闸后加速	第143 或133 页	距离保护试验 或 零序保护试验

4. 备用电源的自动投入装置（快切）	页码	对应的软件菜单
① 正常并列切换压差、频差、相差	第31 页	程控电源
② 正常并列切换跳闸延时	第31 页	程控电源
③ 快速切换频差	第31 页	程控电源
④ 快速切换相角差	第31 页	程控电源
⑤ 同期捕捉切换频差	第31 页	程控电源
⑥ 同期捕捉恒定越前时间	第31 页	程控电源
⑦ 残压	第31 页	程控电源
⑧ 失压启动电压	第31 页	程控电源
⑨ 失压启动延时	第31 页	程控电源

（六）继电器测试

1. 电压继电器（交流、直流、正序、零序、负序）	页码	对应的软件菜单
① 过电压继电器动作值、动作时间测试	第45 页	电压保护试验
② 过电压继电器返回值、返回时间、返回系数测试	第45 页	电压保护试验
③ 欠电压继电器动作值、动作时间测试	第45 页	电压保护试验
④ 欠电压继电器返回值、返回时间、返回系数测试	第45 页	电压保护试验

2. 时间继电器（直流、交流）	页码	对应的软件菜单
① 动作时间测试	第49 页	时间继电器：动作时间测试
② 动作电压测试	第49 页	时间继电器：动作电压测试
③ 返回时间、返回电压测试	第49 页	时间继电器：完整测试

3. 电流继电器（交流、直流、零序、负序）	页码	对应的软件菜单
① 动作值、动作时间测试	第39 页	电流保护试验
② 返回值、返回时间、返回系数测试	第39 页	电流保护试验

4. 反时限电流继电器（包括负序）	页码	对应的软件菜单
① 启动电流值 ② 反时限电流动作时间	第61 页	反时限特性：I - T 特性测试

5. 中间继电器（交流、直流）	页码	对应的软件菜单
① 动作值测试	第55 页	中间继电器：动作值测试
② 动作时间测试	第55 页	中间继电器：动作时间测试
③ 返回值、返回时间测试	第55 页	中间继电器：完整测试
④ 保持值测试	第55 页	中间继电器：保持值测试

6. 过激磁继电器	页码	对应的软件菜单
① U/f启动值 ② U/f反时限动作时间	第61 页	反时限特性：U/f - T 特性测试

7. 频率继电器	页码	对应的软件菜单
① 启动值 ② 动作时间	第61 页	反时限特性：f - T 特性测试

8. 功率方向继电器（相间、零序、负序）	页码	对应的软件菜单
① 最小动作电压	第69 页	功率方向保护试验：最小动作电压
② 最小动作电流	第69 页	功率方向保护试验：最小动作电流
③ 动作区及最大灵敏角	第69 页	功率方向保护试验：动作边界
④ 功率方向动作时限	第69 页	功率方向保护试验：动作边界

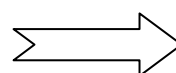
9. 阻抗继电器	页码	对应的软件菜单
① 动作特性曲线② 最大灵敏角③ 动作时间	第75 页	阻抗特性试验
④ 精工电流	第83 页	精工电流试验

10. 差动继电器	页码	对应的软件菜单
① 启动值测试	第89 页	差动保护试验：比率制动边界搜索
② 比率制动曲线	第89 页	差动保护试验：比率制动边界搜索
③ 直流助磁特性	第89 页	差动保护试验：直流助磁特性测试
④ 动作时间	第89 页	差动保护试验：比率制动定点测试

11. 其它如：同步继电器、信号继电器、重合闸继电器等均可由程控电源菜单来完成。



第一章 装置简介



1.1 概述

- ☆ **SF2008** 系列微机型继电保护测试装置是按照国家标准<<DL / T624-1997 继电保护微机型试验装置技术条件>>设计, 广泛听取用户意见, 吸取当前最新电力电子技术, 完全结合现场实际推出的新一代继电保护测试工具。
- ☆ **SF2008** 具有测试范围广、输出电流大、电压高、带负载能力强、可靠性高等特点; 该系统为测试机电型、电磁型、晶体管型、集成电路型及微机型保护装置提供了高水平的校验工具。
- ☆ **SF2008** 系列测试软件的设计简洁明了, 功能强大, 参数设置可存储调用, 避免了用户重复设置。实时显示电压电流的波形图, 并可存储、打印。

1. 先进的硬件技术平台

- (1) SF2008 测试系统成功地将工控机、高速信号处理器 DSP、FPGA 等先进技术集成于一体, 大大提高了系统的各项技术指标。
- (2) 采用车载 8.4 液晶显示器, 可靠性高, 使用寿命长, 抗震性能好。
- (3) 配有 80G 大容量高速军用笔记本硬盘。无 CF 卡等电子盘寿命短、易损坏的缺陷。
- (4) 高精度, 高质量的波形。幅频特性在 0-1KHz 内均保持最大平坦性。
- (5) 维护方便, 不需要用户对硬件进行调试。
- (6) 标准配置 8 路开入量、4 对开出量。(不同型号略有差别)
开入量可接入空接点或 DC 0-250V 带电位接点。
- (7) 多重保护, 优良的开关机措施。
采用软、硬件相结合的保护措施。无论短路、过流、过压、过热, 装置自身均具有良好的保护功能。特殊的开关机办法, 使装置开机和关机时无任何冲击, 从而使被测试装置不受丝毫影响。
- (8) 出厂标准配置为 6 路电压和 6 路电流。
各路输出可独立变频, 任意在线调整。
- (9) 独特的放大器技术, 提高了整机性能。
- (10) 面板自带优化键盘, 真正实现单机一体化。
- (11) SF2008 系列机箱表面配置了 USB 口、网口, 通讯尤为方便。

2. 方便现场的软件方案

- (1) SF2008 系列测试软件充分考虑了继电保护调试现场的工作习惯及相关校验规程，吸收了众多用户的宝贵意见，力求作到软件界面简洁、操作方便、提高效率。
- (2) SF2008 系列测试软件融合了当前最先进的软件技术，采用 Microsoft VC++编程，专业性更强，界面更加人性化。
- (3) SF2008 系列工控机内装有 WINXP 操作系统及 OFFICE 办公软件，更为方便地完成试验报告的再编辑工作。
- (4) 试验条件、试验结果的记录采用了功能强大的 SQL SVR 数据库，每次试验前可以在办公室输入现场试验参数并保存，在现场试验时直接调用，大大节省了现场试验的宝贵时间；试验完成后可自动生成特定格式的试验报告，试验数据不可修改，保证了数据的真实性。
- (5) 每次试验完毕后，可生成完备的试验过程数据档案，并可将试验档案通过互连网络上传或下发，使得不同地域的厂、站继电保护设备定值管理很容易地纳入到统一的继电保护管理信息系统中去。
- (6) SF2008 系列测试系统为用户提供了完善的数据接口，软件测试功能全面，定期免费升级，还可根据用户特殊要求订制模块。
- (7) SF2008 系列测试系统为用户提供了精度自调整软件菜单，出现误差后，用户可用软件自行调整，无需调节任何电位器。
- (8) 具有示波功能，可以记录试验过程中的电压、电流及开入、开出量波形图，并且具备分析功能。

软件功能简介如下：

- (1) **程控电源菜单：**在线调整电压电流的幅值、相位及频率；同步显示矢量图、正序、负序、零序及线电压幅值；校验多种保护，得出动作时间及返回时间。
- (2) **电流保护试验菜单：**测试正序、负序、零序及普通交直流电流继电器及微机过流保护装置动作值、返回值、返回系数、动作时间、返回时间，并可设置辅助交直流电压，进行方向判别。
- (3) **电压保护试验菜单：**测试正序、负序及普通交直流过压、欠压继电器的动作值、返回值、返回系数、动作时间、返回时间。
- (4) **时间继电器菜单：**测试交直流时间继电器的动作电压、返回电压和动作时间
- (5) **中间继电器菜单：**可一次性测试交直流中间继电器的动作值、返回值、返回系数、动作时间、返回时间及保持值。启动方式及保持类型可设置。
- (6) **反时限特性菜单：**可测试电流反时限 I-T、电压反时限 U-T、频率反时限 f-T、过激磁 U^*/f^*-T 特性，并绘制出特性曲线。
- (7) **功率方向保护试验菜单：**可测试相间功率方向、负序及零序功率方向微机保护、继电器。包括动作区及最大灵敏角、最小动作电压、最小动作电流。
- (8) **阻抗保护试验菜单：**测试阻抗特性的边界动作值，动作时间绘制阻抗特性曲线。
- (9) **精工电流试验菜单：**可一次性测试阻抗继电器的 Z/I 特性曲线。
- (10) **差动保护试验菜单：**可测试差动保护比率制动特性曲线、谐波制动系数及直流助磁特性。测试项目分为边界搜索和定点测试，搜索方法分为按定值相对值搜索、按定值绝对值搜索、按步进值搜索。
- (11) **计量仪表校验菜单：**可校验电压、电流、功率、功率因数等测量表计，通过 SF、CT 变比的设置，同步显示一次、二次各参数值。
- (12) **低频保护试验菜单：**可测试低周减载或低周低压解列装置低频动作值、动作时间、电压变化率闭锁值、频率变化率闭锁、低电压闭锁值及低电流闭锁值。
- (13) **同期装置测试菜单：**可测试同期装置的合闸压差、合闸频差、合闸导前角度及恒定导前时间，还可完成自动准同期装置的自动调整试验。
- (14) **叠加谐波试验菜单：**可同时对各相叠加直流、2-14 谐波，并且各次谐波可同时在线按给定步长值调整。
- (15) **零序保护试验菜单：**可一次性自动校验零序各段的定值及重合闸时间，也可分段进行测试。可对重合闸进行检同期测试。

- (16) **距离保护试验菜单：**可校验接地故障和相间故障保护各段定值及整组时间阶梯特性。
可对重合闸进行检同期测试。
- (17) **工频变化量距离保护试验菜单：**可校验以工频变化量阻抗继电器为核心的距离保护，
可对重合闸进行检同期测试。
- (18) **备自投装置测试菜单：**可完成明备用及暗备用方式的备自投装置的校验，最多六对开出量，可模拟三组开关所处的状态。
- (19) **功率振荡试验菜单：**试验失步保护、振荡解列装置，并可模拟振荡中故障试验，完成对保护装置在振荡中发生故障时的校验。还可测试发生振荡时对距离保护的影响。
- (20) **故障再现菜单：**可再现故障录波器记录的故障录波数据，并可对录波的数据进行有选择的复制或删除。
- (21) **精度调整菜单：**用户可通过此菜单调整各相输出误差而无需调节任何电位器。

1.2 硬件技术参数

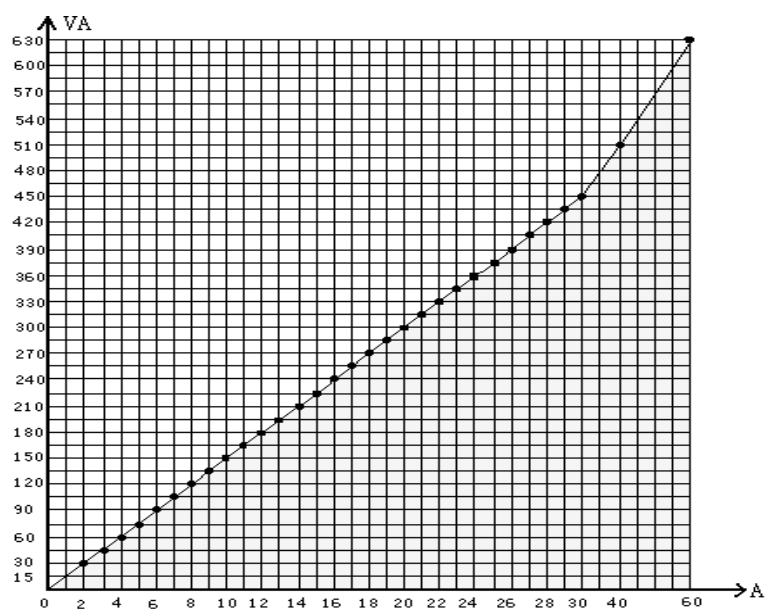
1. 各项参数指标

技术指标	电力部标准 DL/624-1997	SF2008F
交流电流（六相）		
单相幅值	0-40A/相	0-40A / 相
输出精度	$\leq 0.5\%$	$< 0.2\%$
可靠输出时间	40A 时 $> 10s$ 20A 时 60s 10A 时 连续	max 30s max 90s 连续
带负载能力	5A 时 $> 75VA$ 30A 时 $> 450VA$ 40A 时，无要求 60A 时，无要求	max 450VA
输出响应速度	不大于 $200\mu s$	$< 100\mu s$
幅频特性	0-65Hz $\leq 0.5\%$ $\pm 0.001Hz$	0-65Hz $< 0.2\%$ $\pm 0.001Hz$
	65-450Hz $\leq 1.5\%$ $\pm 0.01Hz$	65-450Hz $< 0.5\%$ $\pm 0.01Hz$
	450-1000Hz $\leq 2\%$ 、 $\pm 0.1Hz$	$< 1.0\%$ $\pm 0.05Hz$

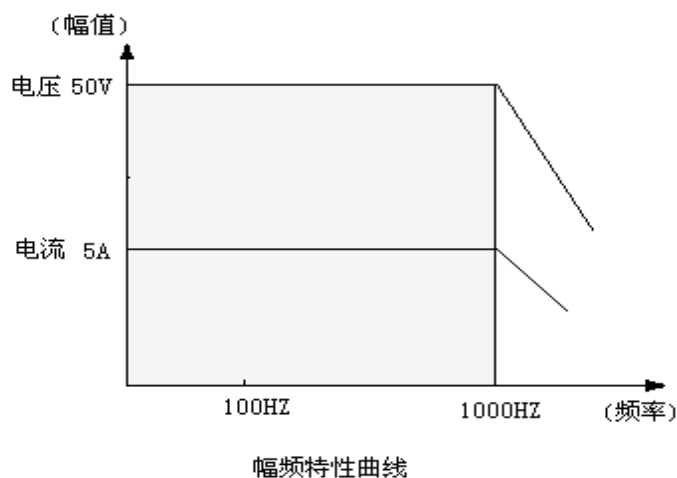
总谐波畸变率 THD%	$\leq 0.5\%$	$< 0.2\%$
直流分量	$\leq 0.5\%$	$< 0.1\%$
电流稳定度	≤ 0.5	$< 0.1\%$
交流电压（六相）		
单相幅值	75V	0-120V
输出精度	基本误差 $\leq 0.5\%$	$< 0.2\%$
幅频特性	0-65Hz $\leq 0.5\%$ $\pm 0.001\text{Hz}$	0-65Hz $< 0.2\%$ $\pm 0.001\text{Hz}$
	65-450Hz $\leq 1.5\%$ $\pm 0.01\text{Hz}$	$< 0.5\%$ $\pm 0.01\text{Hz}$
	450-1000Hz $\leq 2.0\%$ $\pm 0.2\text{Hz}$	$< 1.0\%$ $\pm 0.05\text{Hz}$
带负载能力	额定输出功率 大于 30VA	max 60VA
输出响应速度	电压下降时间 不大于 200 μs	$< 200\mu\text{s}$
总谐波畸变率 THD%	THD $\leq 1.0\%$	$< 0.2\%$
直流分量	2-75V $\leq 0.5\%$	$< 0.2\%$
电压电流同步性		
	不同步时间 $\leq 100\mu\text{s}$	$< 20\mu\text{s}$
移相及合闸相位控制		
	$\leq 2^\circ$	$\leq 0.05^\circ$
相位控制		
移相范围及分辨率	0-360° 分辨率 1°	0-360° 0.001°
移相准确度基准	工作条件下 1° 额定工作条件下 2°	0.01° 0.02°
合闸相位控制范围 及分辨率	0-360° 分辨率 1°	0-360° 0.001°
直流源		
直流电压	0-250V	0-150V/相、相间 0-300V 负载能力 max 80VA， 误差 $< 0.2\%$ 、纹波系数 $< 0.2\%$
直流电流	0—15A	0—20A/相、负载能力 max 200VA 误差 $< 0.2\%$ 、纹波系数 $< 0.2\%$

时间测量		
时间测量范围 及分辨率	1.0-99.9ms 0.1ms	0.01ms
	100-999ms 1ms	0.1ms
	1-9.99s 0.01s	1ms
	10-99.9s 0.1s	0.01s
精确度	1.0ms-99.9s $\leq 1.0\%$	$\pm 0.1ms$
供电电源波动对 输出的影响	输出电压在-20%-- +15%之间变化时，电压电流输出 极限 $\leq 1.0\%$	$< 0.2\%$

2. 输出电流 / 功率曲线



3. 输出电流、电压的幅频特性曲线



1.3 主机箱面板介绍



前面板

〈1〉 **液晶显示器**：本品为进口车载液晶显示器，比较贵重，表面有一层保护膜，请注意妥善保管；人为损坏，不在免费保修之列。

〈2〉 **优化键盘**：包括数字功能键、复位键

复位键：排除电压回路短路或过载故障后，用此按钮复位。

〈3〉 **面板指示灯**：

① **通讯指示灯**：当点击试验按钮后，该灯亮，表示装置正在输出。

② **电压回路指示灯 (UA、UB、UC、UU、UV、UW)**：当电压回路短路或过载时，

相对应的指示灯亮；排除故障后，按一下复位键复位。

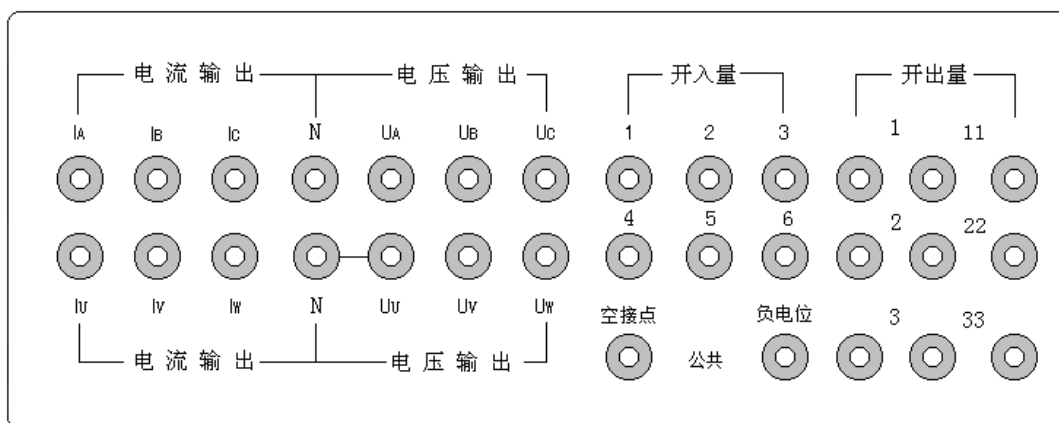
〈4〉 **通讯接口**：通讯：联机运行时，此口接上位机的 USB 口。

USB：可外挂 U 盘、打印机等多种 USB 口设备。

网口：此口可连接网线进行网页浏览、软件升级。

键盘：外挂键盘。

鼠标：外挂鼠标。

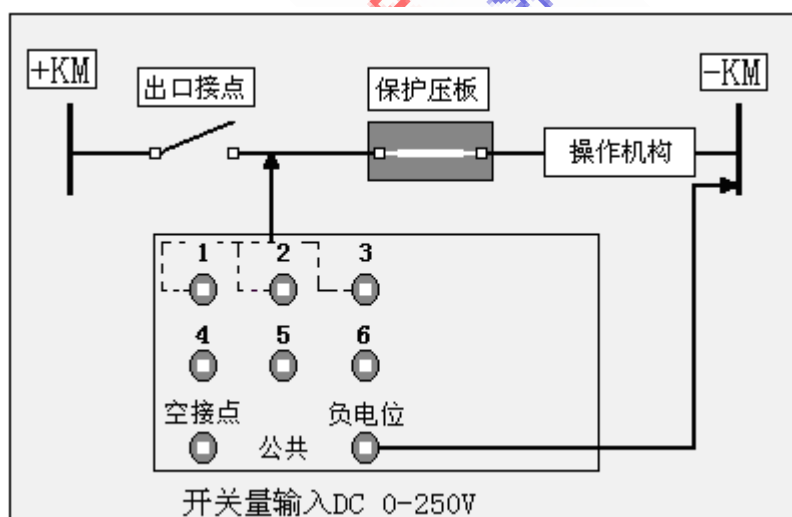


上面板

〈5〉 **电流输出：**IA、IB、IC、IU、IV、IW 为六相电流输出的正极性端；2 个 N 为六相电流输出的负极性端，内部已共到一个中性点。（具体参考各菜单接线提示）

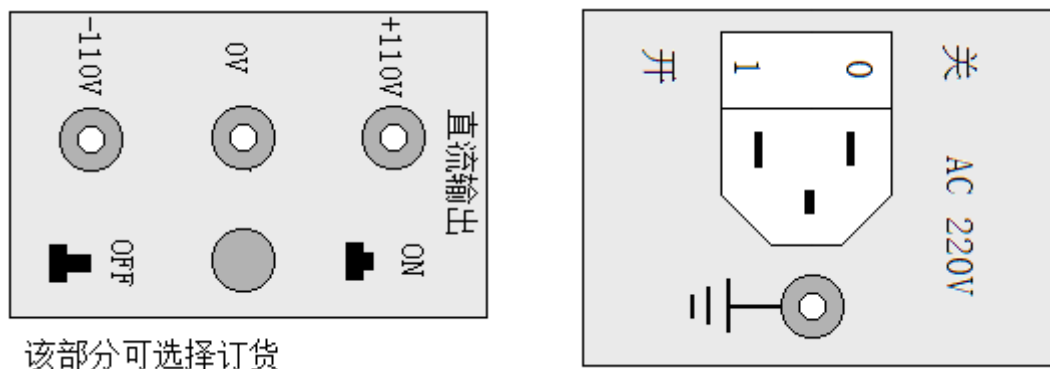
〈6〉 **电压输出：**UA、UB、UC、UU、UV、UW 为六相电压的正极性端；N 为六相电压输出的负极性端。（具体参考各菜单接线提示）

〈7〉 **开入量：**该部分出厂提供 6 对空接点和 6 对电位开关量输入，即 1、2、3、4、5、6、空接点；1、2、3、4、5、6、负电位端子。可以接入直流 0-250V 带电位接点，也可以接入空接点。**空接点公共端和负电位公共端分别独立，以防接错！**如下图所示：



〈8〉 **开出量：**该部分提供 6 对在电气上相互隔离的开出量，均为空接点。其中 1、11 互锁，2、22 互锁，3、33 互锁。用于模拟与被测试保护装置相配合的如二次回路的“手合”、“收发讯机的发讯”等逻辑功能的控制信号；也可以控制录波器等记录设备。

6 对接点的分断容量为：DC220V、2A



该部分可选择订货

侧面板

〈9〉 **直流输出：**辅助电源提供 DC110V/0.5A 和 DC220V/0.5A，不替代操作回路电源。

〈10〉 **电源开关：**I 代表合开关，0 代表关闭开关。

〈11〉 **电源接口：**单相交流 220V/50Hz 输入，内附保险管 2 只。

〈12〉 **接地保护端子：**为安全起见，现场使用时，将此端子与大地相连。

1.4 测试界面说明


1. 整体介绍

- (1) 设置：下拉菜单，包括调用参数设置、保存参数设置、退出。
- (2) 试验：下拉菜单，包括开始试验、停止试验。
- (3) 报告：下拉菜单，包括查看历史报告、查看本次报告、存储本次报告。
- (4) 波形：下拉菜单，包括查看历史波形、查看本次波形、存储本次波形。
- (5) 帮助：下拉菜单，包括帮助。

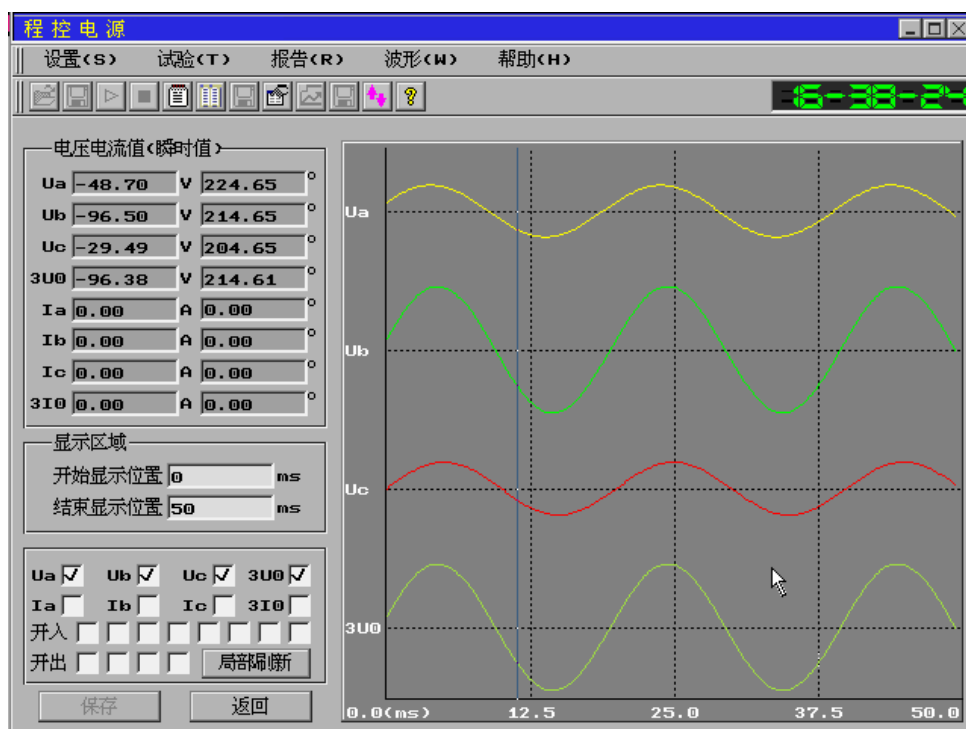


各小图标按钮代表的含义从左至右依次为：调用参数设置、保存参数设置、开始试验、停止试验、查看历史报告、查看本次报告、存储本次报告、查看历史波形、查看本次波形、存储本次波形、波形有效值瞬时值切换、帮助。

2. 波形图

- (1) 游标拖动后，可查看所到位置的电压电流值，点击，可在有效值及瞬时值之间进行显示切换。
- (2) 显示区域框内可设定波形显示的起始时刻与终止时刻，可用于波形横坐标的缩放。
- (3) 电压值中最大一个的最大值为电压波形最大纵坐标值，其它电压波形按比例缩放；
电流值中最大一个的最大值为电流波形最大纵坐标值，其它电流波形按比例缩放。

- (4) 最多可同时显示四组模拟量。
- (5) 波形显示框内可选择要显示的波形。
- (6) 开入后的 8 个框对应依次为 1-8 开入量; 开出后的 4 个框依次对应开出量 1-4。
- (7) 点击局部刷新时, 将显示设置区域内所选择的波形。
- (8) 点击保存, 进行波形保存。
- (9) 点击返回, 将返回测试主界面。



3. 开入量

- (1) 接点逻辑关系: 下拉菜单, 包括逻辑与、逻辑或。选择逻辑与时, 表示必须所选接点都发生翻转时, 才认为保护动作或返回; 选择逻辑或时, 表示必须所选接点任一个发生翻转, 均认为保护动作或返回。开入量的状态发生变化时, 界面上对应接点的颜色随之发生变化。

- (2) 接点抖动时间: 从开入量的状态变化开始计时, 经过该时间后, 若此开入量接点仍然处于变化后的状态, 则认为该开入量接点状态发生翻转。一般设定为 0-20ms 之间。

4. 开出量

包括 4 对开出量, 为空接点。选中要发生变化的开出量, 设置好变化过程及延时, 该延时为从开始试验至接点开出量发生变化的时间。开出量接点发生变化后 50ms 即返回。

5. 轻载、重载

当电流回路负载较小时，选择轻载；当电流回路负载较大时，选择重载。选中后，文字变为兰色。进入测试菜单时，默认为轻载。

6. 测试程序的进入

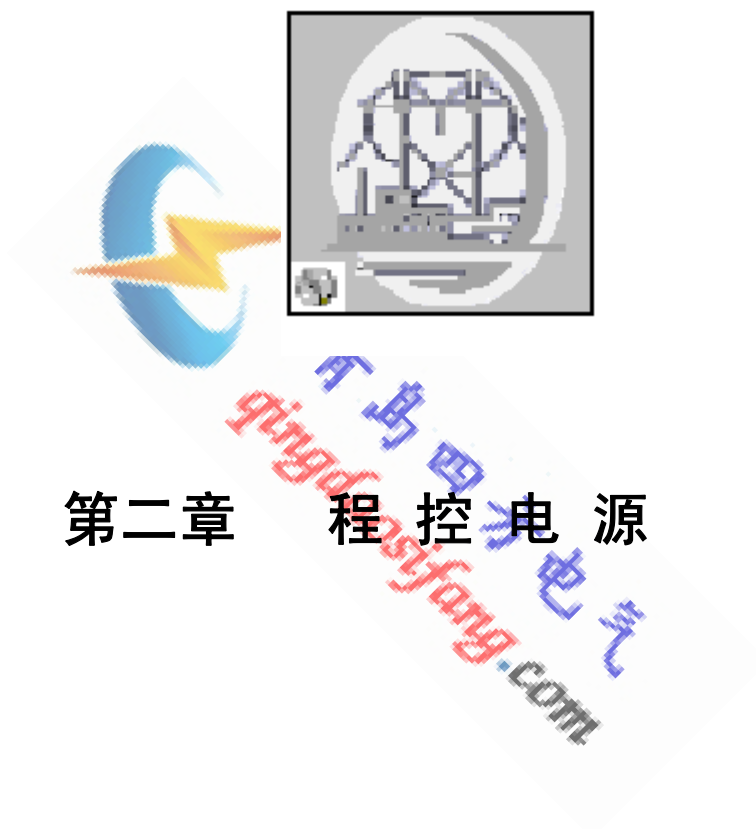
开机后，出现选择界面，选择第 1 项，进入继保测试程序；选择第 2 项，进入 WINDOWSXP 操作系统。若按 ESC 退出程序后，键入“1”回车，即可重新运行。

7. 试验报告打印

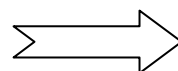
试验结果存储后，软件自动将试验报告存储在 C:\SF2008F\试验报告 这一位置下。要打印试验报告时，进入 WINXP 系统下，点击桌面试验报告快捷方式，选择要打开的试验报告，点击设置中的显示设置，可设置要打印的项目；点击设置中的基本参数设置，可进行试验信息的写入。试验数据不可修改。在其它计算机上打印时，请将 SF2008F 目录下的“试验报告.exe”可执行文件及“MSF.ini”配置文件拷入电脑同一路径下，即可打开试验报告。

1. 5 注意事项

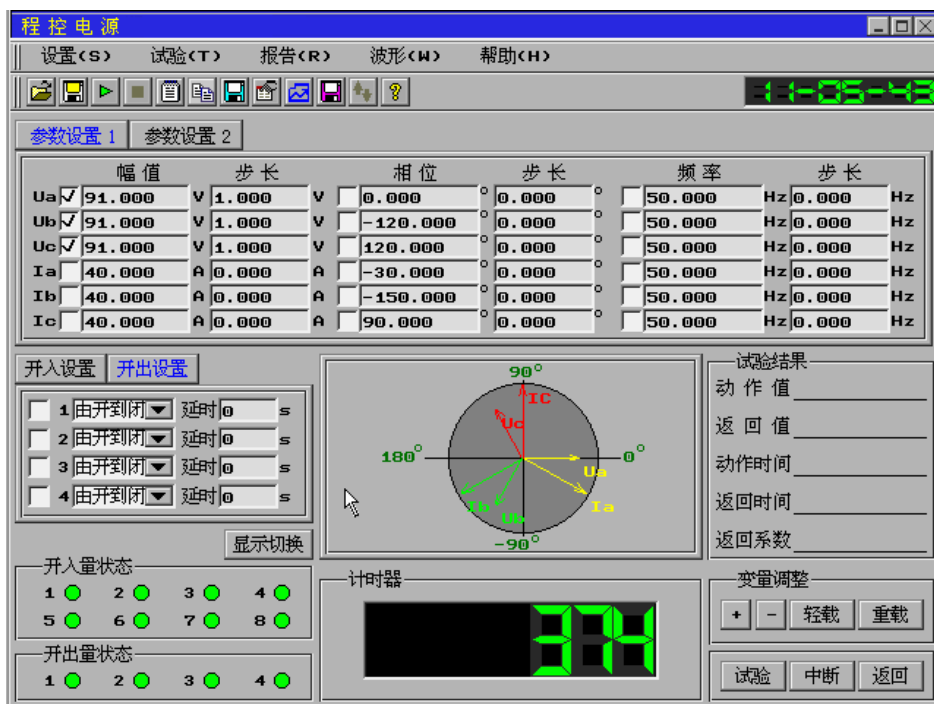
1. C 盘中的文件只可删除各测试菜单下存储的试验报告、参数设置及试验波形，其余文件请勿删除。
2. CMOS 出厂已设置好，请勿改变其设置。
3. 帮助文件中，可点击“↑”或“↓”进行翻页。



第二章 程控电源



2.1 操作界面



2.2 功能介绍

1. 可在线独立调整各电流电压的幅值、频率、相位。
2. 第四路电压可作零序电压或任意设置。
3. 第四路电流可作零序电流或任意设置。
3. 可以在矢量图显示与线序分量显示间进行切换。
4. 每调整一步保持时间同步显示。
5. 可得出保护的动作时间及返回时间。

2.3 参数说明

(一) 参数设置 1

	幅值	步长	相位	步长	频率	步长
Ua	<input checked="" type="checkbox"/> 91.000	V 1.000	V 0.000	0.000	50.000	Hz 0.000
Ub	<input checked="" type="checkbox"/> 91.000	V 1.000	V -120.000	0.000	50.000	Hz 0.000
Uc	<input checked="" type="checkbox"/> 91.000	V 1.000	V 120.000	0.000	50.000	Hz 0.000
Ia	<input type="checkbox"/> 40.000	A 0.000	A -30.000	0.000	50.000	Hz 0.000
Ib	<input type="checkbox"/> 40.000	A 0.000	A -150.000	0.000	50.000	Hz 0.000
Ic	<input type="checkbox"/> 40.000	A 0.000	A 90.000	0.000	50.000	Hz 0.000

1. 可独立调整 ABC 三相电压、电流的幅值、相位、频率。
2. 选框：选中项可以按所设步长值进行变化。

(二) 参数设置 2

幅值		步长		相位		步长		频率		步长	
UV	<input checked="" type="checkbox"/> 91.000	V	1.000	V	0.000	°	0.000	°	50.000	Hz	0.000 Hz
UW	<input checked="" type="checkbox"/> 91.000	V	1.000	V	-120.000	°	0.000	°	50.000	Hz	0.000 Hz
IV	<input checked="" type="checkbox"/> 40.000	A	1.000	A	120.000	°	0.000	°	50.000	Hz	0.000 Hz
IW	<input checked="" type="checkbox"/> 40.000	A	0.000	A	-30.000	°	0.000	°	50.000	Hz	0.000 Hz
UU 输出方式: +3U0		0.000		V 60.000		°		50.000		Hz	
IU 输出方式: +3I0		0.000		A 60.000		°		50.000		Hz	

1. 可独立调整 VW 两相电压、电流的幅值、相位、频率。
2. UU 输出方式: 下拉菜单, 包括+3U0、-3U0、+3* $\sqrt{3}$ U0、-3* $\sqrt{3}$ U0 及任意设置。
选择前四项时, 根据 ABC 三相电压值, 软件自动计算出一电压值, 超过 120V 时, 显示为 120V; 电压频率不等时, 其值无效。选择任意设置时, 可设置输出电压的幅值、相位及频率。
3. IU 输出方式: 下拉菜单, 包括+3I0、-3I0 及任意设置。选择前两项时, 根据 ABC 三相电流值, 软件自动计算出一电流值, 超过 40A 时, 显示为 40A; 电压频率不等时, 其值无效。选择任意设置时, 可设置输出电流的幅值、相位及频率。

(三) 其它设置

1. 显示切换: 点击此按钮时, 可在矢量图及线序分量之间进行显示切换。
2. 计时器: 参数每调整一次, 计时器均重新计时, 精确记下装置在每一状态下所保持的时间。
3. 试验结果: 变量为一个时, 装置判定保护动作后, 即显示出动作值及动作时间; 反方向调节, 装置判定保护返回后, 显示出返回值及返回时间, 并自动计算出返回系数。当变量为多个时, 动作值、返回值及返回系数不予显示。
4. 变量调整: 用鼠标点击“+”或用键盘的“→”可按步长值增加变量; 用鼠标点击“-”或用键盘的“←”可按步长值减少变量。

2. 4 实验举例

在程控电源菜单, 电压电流的幅值、频率、相位均可以在线独立调整, 并可显示出动作时间, 一般试验均可在此菜单完成。例如: 输出大电流时, 可将多路电流输出相位设为一致, 并联输出; 输出大电压时, 可将两路电压的相位设为反相位, 取相间电压; 输出直流时, 可将频率设置为 0Hz; 过流、低周、低压、功率等试验均可通过设置相应的变量来进行。

1. 输出正序 50A 的交流电流

当要输出电流值超过单相输出最大值时，可以通过两路电流并联的方式输出该电流值。两路电流的对应相的相位设置一致，注意接线方式。

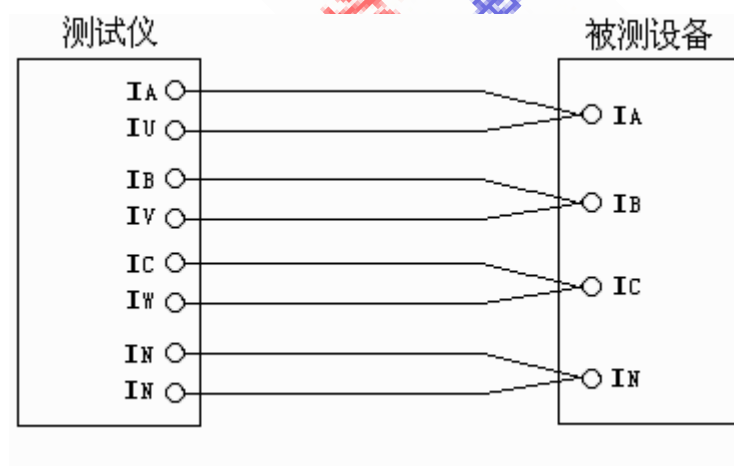
参数设置 1:

	幅值	步长	相位	步长	频率	步长
Ua	57.700 V	1.000	0.000	0.000	50.000 Hz	0.000 Hz
Ub	57.700 V	1.000	-120.000	0.000	50.000 Hz	0.000 Hz
Uc	57.700 V	1.000	120.000	0.000	50.000 Hz	0.000 Hz
Ia	25.000 A	0.000	0.000	0.000	50.000 Hz	0.000 Hz
Ib	25.000 A	0.000	-120.000	0.000	50.000 Hz	0.000 Hz
Ic	25.000 A	0.000	120.000	0.000	50.000 Hz	0.000 Hz

参数设置 2:

	幅值	步长	相位	步长	频率	步长
UV	0.000 V	1.000	0.000	0.000	50.000 Hz	0.000 Hz
UW	0.000 V	1.000	-120.000	0.000	50.000 Hz	0.000 Hz
IY	25.000 A	1.000	-120.000	0.000	50.000 Hz	0.000 Hz
IW	25.000 A	0.000	120.000	0.000	50.000 Hz	0.000 Hz
Uu输出方式	+3U0	0.000 V	60.000	50.000 Hz		
Iu输出方式	任意设置	25.000 A	0.000	50.000 Hz		

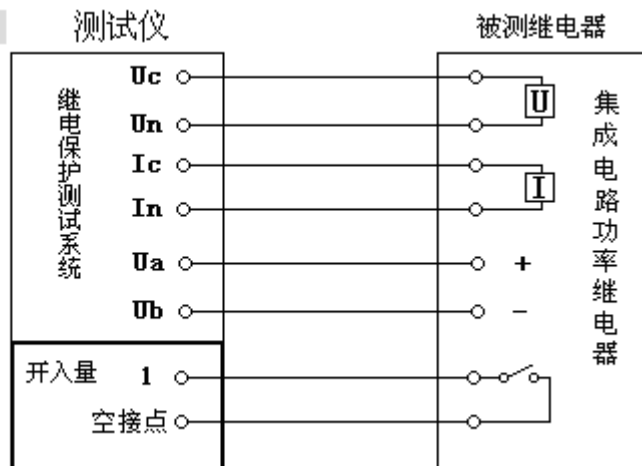
实验接线如下图所示



2. 测量集成电路型功率方向继电器的动作边界值

此集成电路型功率继电器的电源为 220V 直流电压，整定灵敏角度为 45° ，额定电压为 100V，额定电流为 5A。

实验接线如下图所示

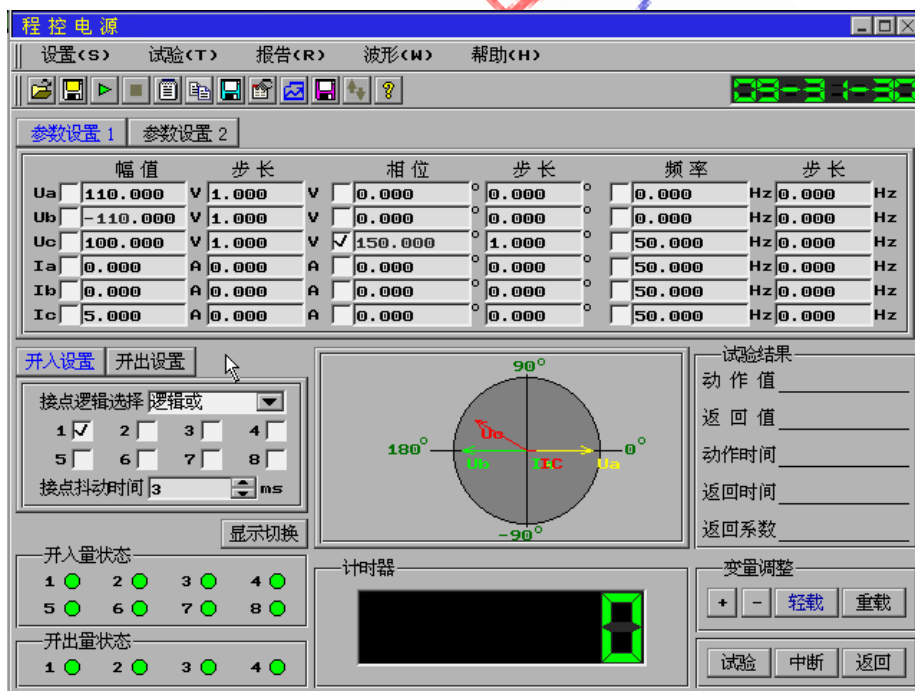


- 〈1〉用 A、B 之间的线电压作为继电器直流电源，A、B 频率都设为 0Hz
- 〈2〉A 相电压设为 110V，B 相电压设为 -110V，则 A、B 之间的直流电压为 220V
- 〈3〉将 C 相电压设为 100V，C 相电流设为 5A，频率设为 50Hz
- 〈4〉开入量设置选择逻辑或，选中开入量 1 接点

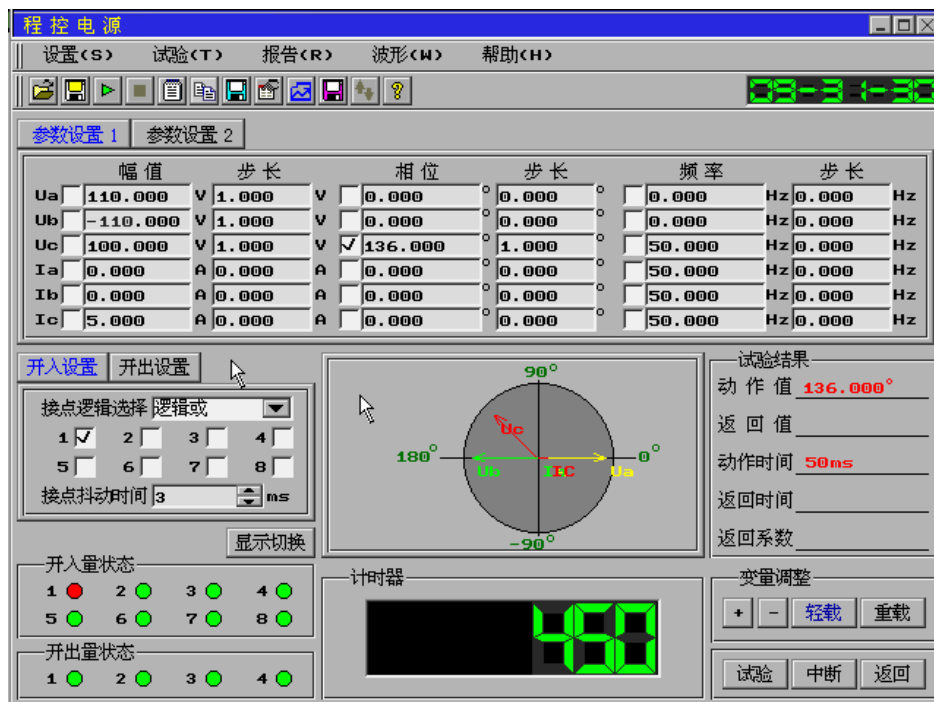
相位差满足要求，继电器动作，设 C 相电流的相位为 0° ，改变 C 相电压的相位进行搜索。

搜索第一个边界值

选中 C 相电压相位，将其初始值设为 150° ，步长值设为 1° ，按“-”键减小它的相位值搜索第一个边界值，参数设置如下：

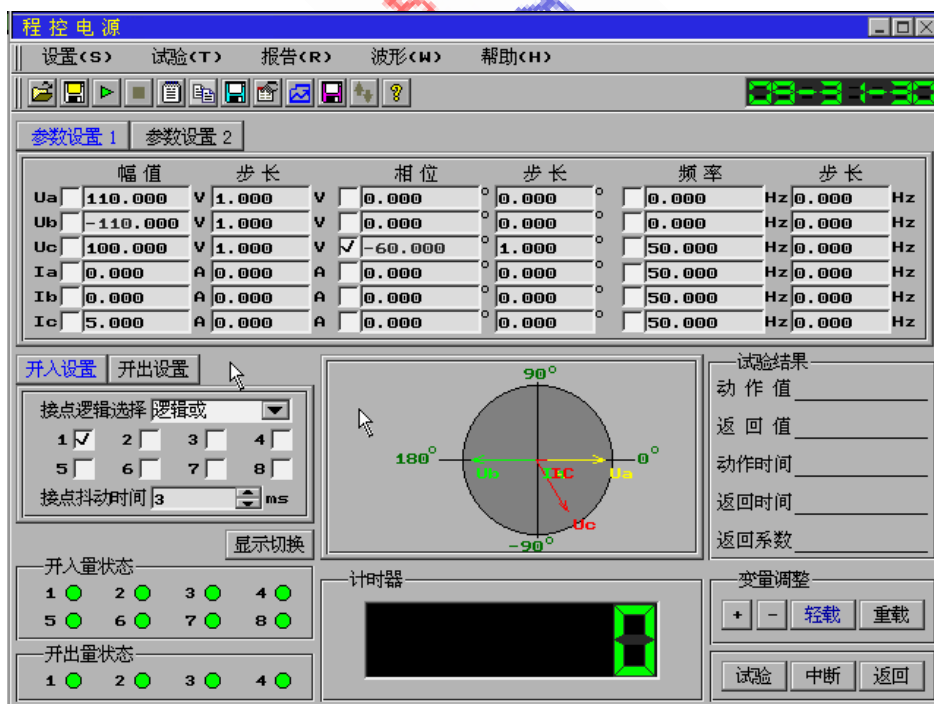


减小 C 相相位, 至 136.00° 时, 功率方向继电器动作, 开入量 1 接点闭合, 记下此时的动作角度 $\Phi 1$ 及动作时间, 显示如下:

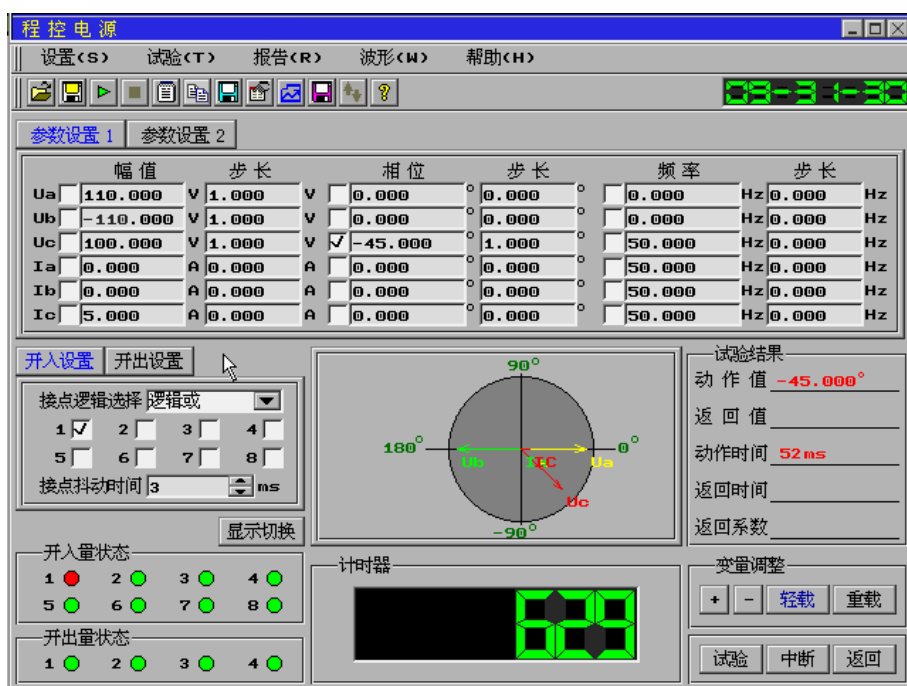


搜索第二个边界值

按中断按钮, 重新设置 C 相相位初始值为 -60° , 搜索第二个边界值, 按“+”键使此相位增加, 直到搜索到第二边界值, 设置如下:



增加 C 相相位至 -45° 时继电器动作, 开入量 1 接点闭合, 记下此时的角度, 就是第二个搜索边界值 $\Phi 2$ 。



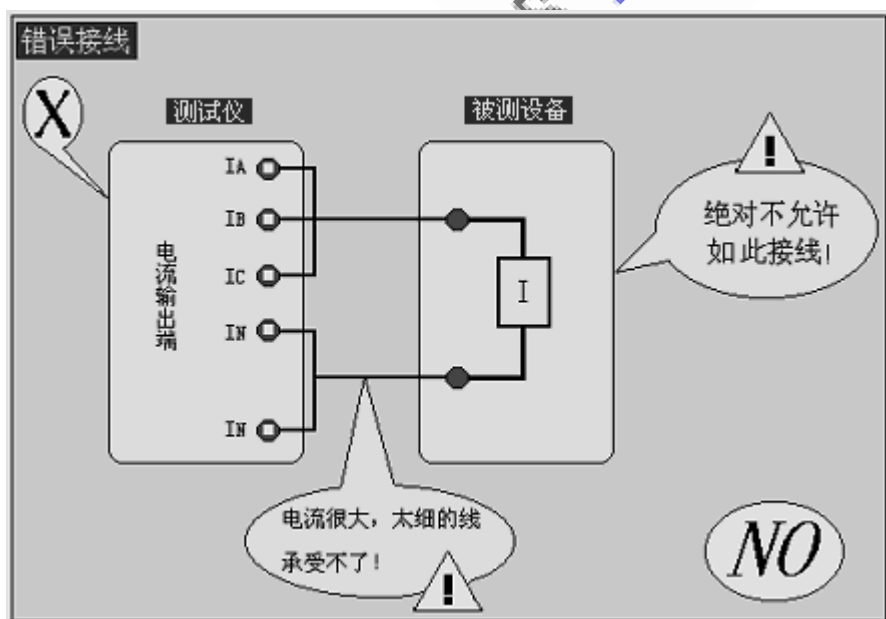
则继电器的灵敏角为 $(\Phi_1 + \Phi_2) / 2 = (136^\circ - 45^\circ) / 2 = 45.50^\circ$

2.5 注意事项

1. 当需要大电流输出时，软件会启动反时限保护。保护时限如下：

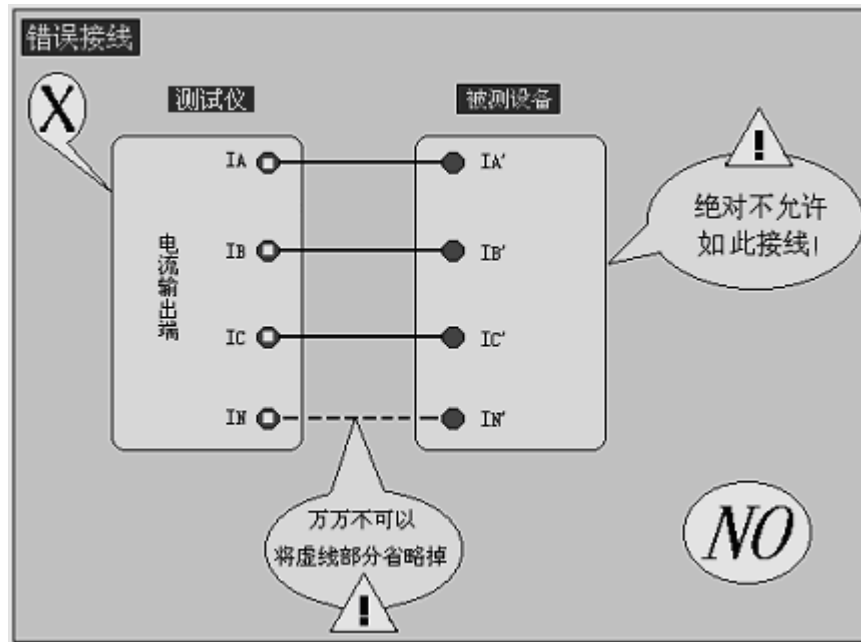
0—10A 无时限； 10—20A 90s； 20—30A 30s； 30—40A 10s

到保护时限后，装置自动停止输出。需长时间输出大电流时，应注意调整接线方式当用到大电流输出时，尽量采用并联方式。如下的并联方式是错误的：



使用本菜单并联输出大电流时，必须将并联的所有相别设置为同相位。

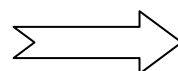
2. 电流输出端接线时，一定要接 IN。



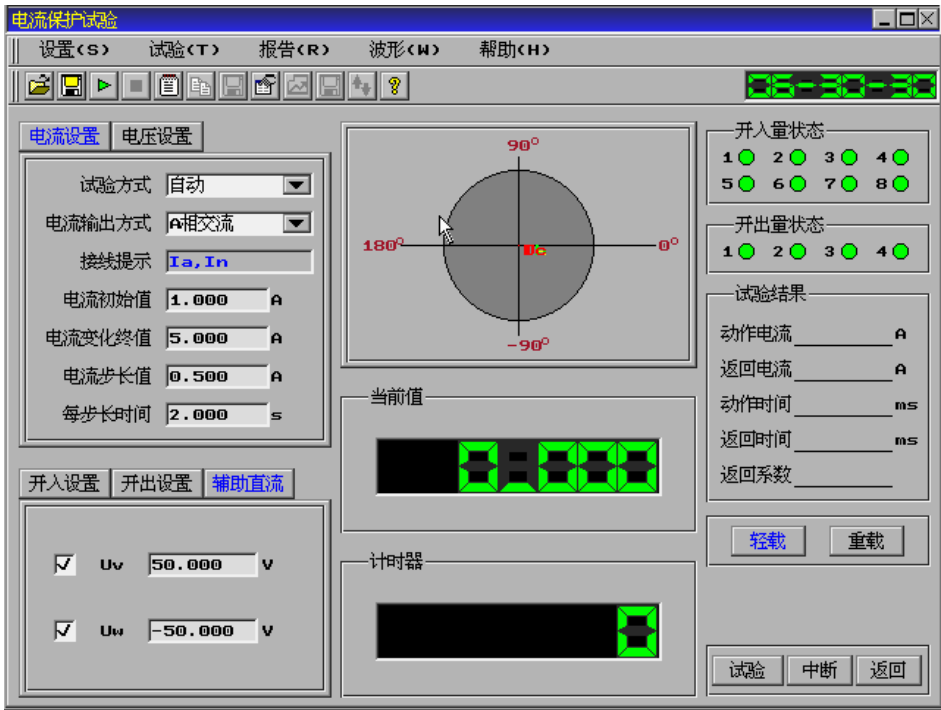
青島四方电气
qingdaosifang.com



第三章 电流保护试验



3.1 操作界面



3.2 功能介绍

- 1. **手动菜单：**手动调节输出，每次输出相差一个步长，输出的间隔时间可以自主控制，可以测量交直流电流继电器的动作值和返回值。
- 2. **自动菜单：**电流输出每次相隔的时间由软件控制，使用方便，可以一次性测量动作值、返回值、返回系数、动作时间、返回时间。

3.3 参数说明

(一) 电流设置

1. 试验方式：

手动调节输出和自动调节输出。

2. 电流输出方式：



3. **接线方式**: 根据所选电流输出方式出现括号内相应接线提示。
4. **电流初始值**: 电流由此值开始变化。当选择三并电流时, 由三相均摊此电流值, 相位一致; 当选择三相正序或三相负序电流时, 各相电流均为此电流值。
5. **电流变化终值**: 电流变到此值时, 装置停止输出。
6. **电流步长值**: 电流经过每步长时间后所变化的量。
7. **每步长时间**: 自动试验方式时有效, 即电流在每个输出值下所保持的时间。

(二) 电压设置

1. 辅助电压类型: 包括交流和直流两种。选择交流时, 三相电压的幅值、相位可设置; 选择直流时, 三相电压可输入正负, 相位不可设置。
2. 故障角度: 辅助电压选择交流时有效。当设置有三相电压且选择正向故障时, A 相电压超前于 A 相电流的角度。
3. 故障方向: 辅助电压选择交流时有效, 包括正向故障和反向故障。



电压设置	
辅助电压类型	直流
Ua	0.000 V 4.000
Ub	2.000 V 5.000
Ua	3.000 V 6.000
故障角度	133.000
故障方向	正向故障

(三) 开入量设置

1. 试验结束方式: 包括动作后结束、返回后结束, 自动试验时有效。仅测动作值时, 可选择动作后结束; 需测返回值时, 选择返回后结束。
2. 其它项设置同第一章开入量设置的介绍。

(四) 当前值

显示当前输出电流值。

(五) 计时器

每一次状态切换软件均重新计时。

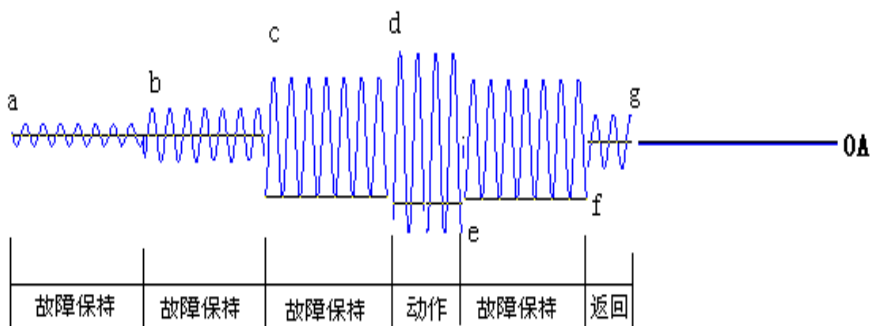
(六) 调节按钮

手动方式时有效, 点击“+”按钮或键盘“→”, 可使电压以设定步长值增加; 点击“-”按钮或键盘“←”, 可使电压以设定步长值降低。

3.4 输出量时序图

下面以电流为交流、试验结束方式选择返回后结束为例阐述自动逻辑过程：

从 **a** 点到 **b** 点为初始值的保持时间，在 **b** 点电流值增加了一个步长，从 **b** 点到 **c** 点为该值下的保持时间，在 **d** 点电流值又增加一个步长，假设此刻达到了动作值，则经过电流继电器的动作时间，（试验结束方式选择动作后结束时，试验终止）在 **e** 点电流将下降，测试返回值，如图假设在 **f** 点达到返回值，在 **g** 点继电器返回，则 **fg** 之间为返回时间。

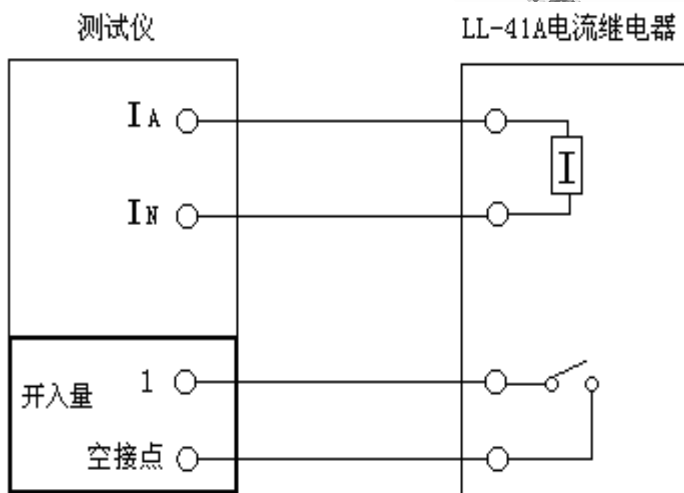


3.5 实验举例

1. 实验目的：

测量 LL-41A 电流继电器的动作电流、返回电流、动作时间、及返回时间，其整定动作值为 3.7A。

2. 实验接线



3. 参数设置

- ① 试验方式：选择自动
- ② 电流输出方式：选择 A 相交流电流
- ③ 电流初始值：设为 3.00A，小于动作值
- ④ 电流步长值：0.1A
- ⑤ 每步长时间：1s
- ⑥ 电压设置：此继电器无需附加电压，不需设置

4. 开入量设置

- ① 接点逻辑关系设置为逻辑或
- ② 接点选择为接点 1
- ③ 试验结束方式选择为返回后结束
- ④ 接点抖动时间设置为 5ms

5. 实验结果

电流保护试验报告

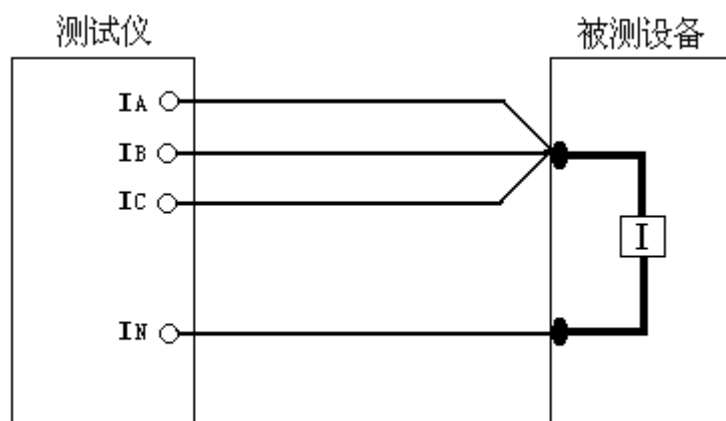
试验地点	
试验时间	2006年6月1日9时11分55秒
保护名称	LL-41A
保护编号	
试验方式	自动
试验结束方式	返回后结束
动作电流	3.7A
返回电流	3.4A
动作时间	45ms
返回时间	29ms
返回系数	0.92

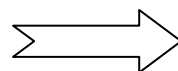
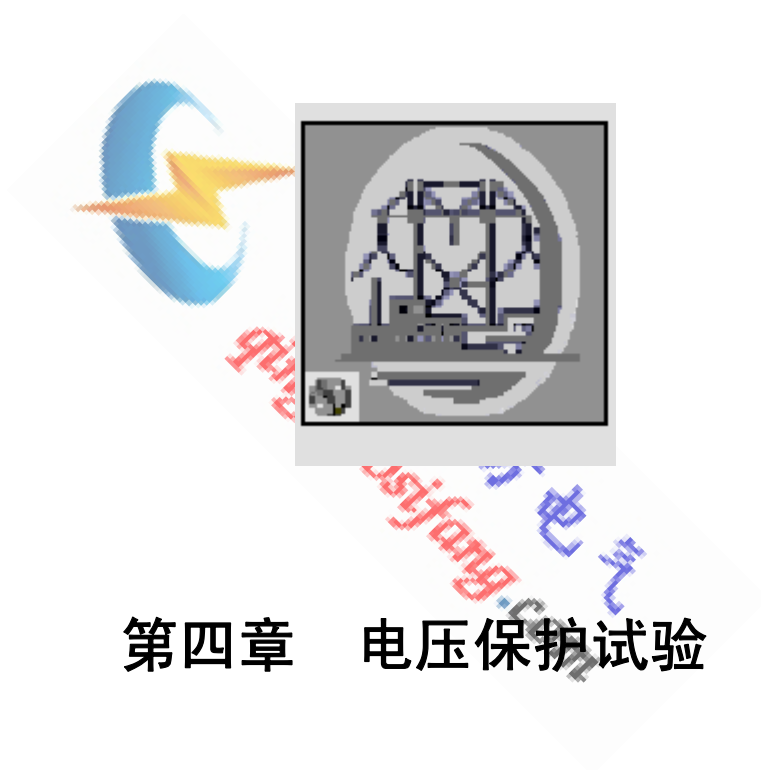
试验人签字:

3.6 注意事项

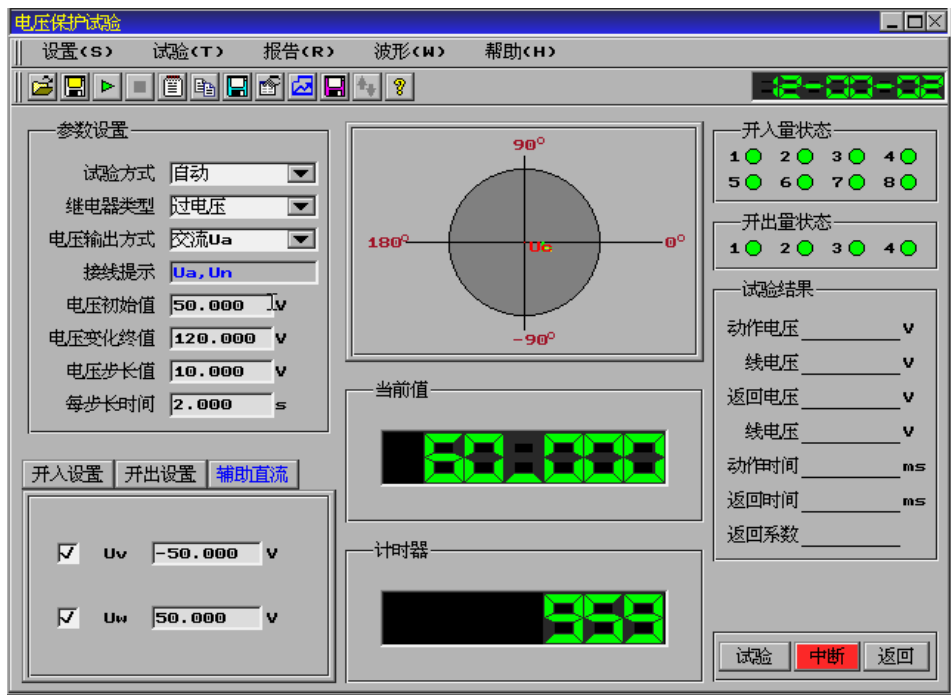
1. 试验前查看继电器为交流型还是直流型。
2. 注意继电器两线圈的接线方式。
3. 做微机型保护时，查看是否需要接入电压。
4. 当继电器的动作电流较大时，尽量使用三并电流。

接线图如下：





4. 1 操作界面



4. 2 功能介绍

- 1. **手动菜单：**可以手动改变输出电压，测量交直流电压继电器的动作值和返回值，并可以同步显示输出量的变化过程。
- 2. **自动菜单：**设定步长值和故障量保持时间之后，由软件控制输出电压的增减，自动测量电压继电器的动作值、返回值、返回系数、动作时间、返回时间。

4. 3 参数说明

(一) 参数设置

- 1. **试验方式：**手动、自动两
- 2. **继电器类型：**自动方式时有效，分过电压和低电压继电器两种。对于过电压继电器，对于低电压继电器，电压从高向低变化。
- 3. **电压输出方式：**



4. **接线方式提示：**根据所选电压输出方式出现括号内相应接线提示。
5. **电压初始值：**电压由此值开始变化。
6. **电压变化终值：**电压变化到此值后停止输出。
7. **电压步长值：**电压经过每步长时间后所变化的量。
8. **每步长时间：**自动试验方式时有效，即电压在每个输出值下所保持的时间。

（二）开入量设置

1. 试验结束方式：包括动作后结束、返回后结束，自动试验时有效。仅测动作值时，可选择动作后结束；需测返回值时，选择返回后结束。
2. 其它项设置同第一章开入量设置的介绍。

（三）**当前值** 显示当前输出电压值。

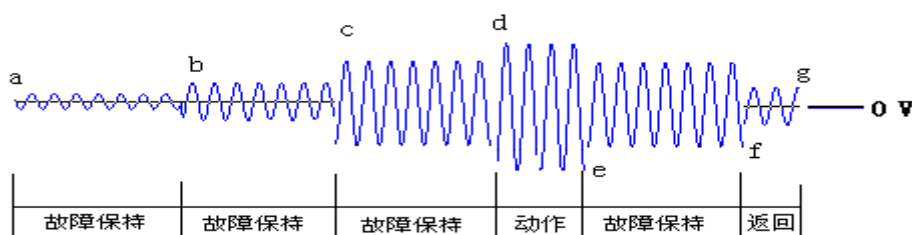
（四）**计时器** 每一次状态切换软件均重新计时。

（五）调节按钮

手动方式时有效，点击“+”按钮或键盘“→”，可使电压以设定步长值增加；点击“-”按钮或键盘“←”，可使电压以设定步长值降低。

4.4 输出量时序图

以过电压继电器试验结束方式为返回后结束为例阐述其逻辑过程
其输出时序图如下：



从 a 点到 b 点为初始值的保持时间，在 b 点电压值增加了一个步长，从 b 点到 c 点为该值下的保持时间，在 d 点电压值又增加一个步长，假设此刻达到了动作值，则经过电压继电器的动作时间（试验结束方式选择动作后结束时，试验终止），在 e 点电压将按照步长值下降，测试返回值，假设在 f 达到继电器的返回值，则经过返回时间后，在 g 点测试结束，fg 之间为返回时间。

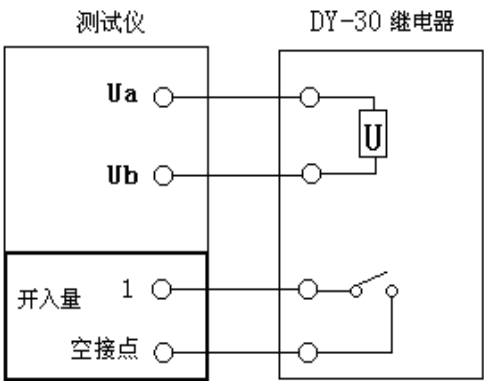
4. 5 实验举例

1. 实验目的：测量 DY-30 系列过电压继电器的动作值、动作时间、返回值、返回时间、返回系数，整定动作值为 120V，动作时间为 50ms。

2. 试验接线

3. 参数设置

- ① 试验方式：选择自动
- ② 继电器类型：选择过电压
- ③ 电压输出方式：交流 UAB
- ④ 电压初始值：设为 100V
- ⑤ 电压变化终值：120V
- ⑥ 电压步长值：1V
- ⑦ 每步长时间：1s



4. 开入量设置
- ① 接点逻辑关系设置为逻辑或
 - ② 接点选择为接点 1
 - ③ 试验结束方式选返回后结束

5. 实验报告

电压保护试验报告	
试验地点	
试验时间	2006年6月1日10时12分05秒
保护名称	DY-30
保护编号	
试验方式	自动
试验结束方式	返回后结束
动作电压	120V
返回电压	112V
动作时间	45ms
返回时间	29ms
返回系数	0.93

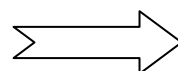
试验人签字：

4. 6 注意事项

- 1. 当发生电压短路时，检查接线正确与否，排除故障后，按复位键可重新试验。
- 2. 注意继电器两线圈的接线方式。为交流型还是直流型。
- 4. 对于集成电路型继电器需加一直流电压，可接入装置提供的辅助直流电压。



第五章 时间继电器



5.1 操作界面



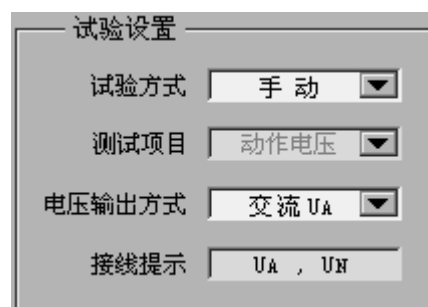
5.2 功能介绍

- 1. 手动菜单：** 用于手动调节输出量，测量交直流时间继电器的动作电压和返回电压；直接加初始值为额定电压，测量继电器的动作时间。
- 2. 自动菜单：** 电压输出每次相隔的时间由软件控制，使用方便，一次性完成动作电压、返回电压、动作时间、返回时间的测试，实验结果可以存盘。

5.3 参数说明

(一) 试验设置

1. 试验方式：包括手动、自动两种方式。
2. 测试项目：包括动作电压、动作时间及完整测试。在试验方式为自动时，该相设置有效。



3. 电压输出方式:

4. 接线方式提示:

根据所选电压输出方式出现括号内

相应接线提示。



(二) 参数设置



1. 额定电压值: 在选择试验方式为手动或测试项目为动作电压时无效。
2. 电压初始值: 电压由此值开始变化。
3. 电压变化终值: 电压变化到此值后停止输出。
4. 电压步长值: 电压经过每步长时间后所变化的量。
5. 保持时间: 自动试验方式时有效, 即电压在每个输出值下所保持的时间。
6. 复归时间: 自动试验方式时有效, 在此段时间内装置输出为零。

(三) 当前值 显示当前输出电压值。

(四) 计时器 每切换一次状态, 计时器均重新计时。

(五) 调节按钮

手动方式时有效, 点击“+”按钮或键盘“→”, 可使电压以设定步长值增加;

点击“-”按钮或键盘“←”, 可使电压以设定步长值降低。

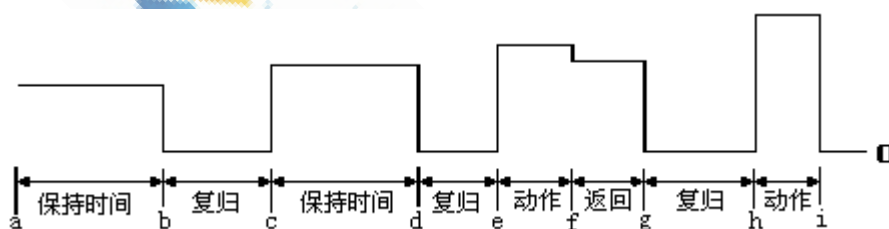
5.4 输出量时序

下面以直流时间继电器为例来介绍逻辑过程。

（一）完整测试输出逻辑

1. 按确认键后，输出电压初始值加到继电器上，如果继电器在故障量保持时间内未动作，电压即刻输出为 0V，经过复归时间后输出量突变到（初始值+步长值），重复此过程，直到继电器动作，测出动作电压（测试项目为动作电压逻辑过程）。
2. 继电器动作后，电压值按步长值减小，直到测出返回电压。
3. 然后经过复归时间，输出额定电压，使继电器动作，测出动作时间。

4. 时序图



- ① **ab** 段为保持时间，继电器未动。
- ② **bc** 段为复归时间，输出为 0。
- ③ **cd** 段为保持时间，继电器未动，**de** 段为复归时间，输出为 0。
- ④ **ef** 段为继电器动作时间，在 **e** 点达到继电器的动作值，在 **f** 点继电器的接点完全动作。
- ⑤ **fg** 段为返回时间，在 **f** 点降低电压后，电压达到继电器返回值，在 **g** 点继电器完全返回。
- ⑥ **gh** 段为复归时间，在 **h** 点电压上升为额定电压，继电器动作。
- ⑦ **hi** 段为继电器的动作时间，在 **i** 点继电器接点动作完毕。

（二）动作时间输出逻辑

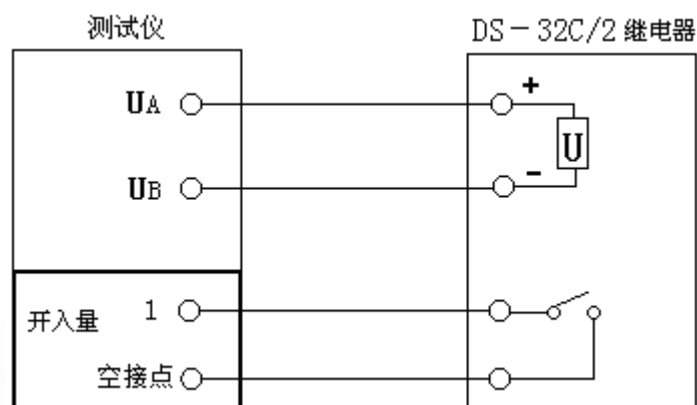
按确认键后，直接输出设定额定电压加到继电器上，测试动作时间。

5.5 实验举例

1. 实验目的

测量 DS-32C/2 时间继电器的动作电压，返回电压和动作时间，其额定电压为 DC220V，动作电压为 182V，整定动作时间为 5s。

2. 实验接线



3. 参数设置

- ① 试验方式：选择自动
- ② 测试项目：选择完整测试
- ③ 电压输出方式：选择直流 UAB
- ④ 额定电压：220V
- ⑤ 电压初始值：设置为 170V，使之小于动作电压 182V
- ⑥ 电压变化终值：设置为额定电压 220V
- ⑦ 电压步长值：1V
- ⑧ 保持时间：设置为 6s，大于继电器整定时间
- ⑨ 复归时间：1s

4. 开入量设置

设置为逻辑或，选择接点 1，接点抖动时间设置为 5ms

5. 实验报告

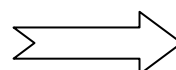
时间继电器试验报告

试验地点	
试验时间	2006年5月19日9时14分32秒
保护名称	DS-32C/2
保护编号	
试验方式	自动
测试项目	完整测试
动作电压	182V
返回电压	175V
动作时间	5002ms
返回时间	21ms
返回系数	0.96

试验人签字:

5.6 注意事项

1. 保持时间的设置一定要大于继电器的整定时间。
2. 试验前查看继电器为交流型还是直流型，以选择正确的测试电压。
3. 根据接线提示来进行接线。



6.1 操作界面

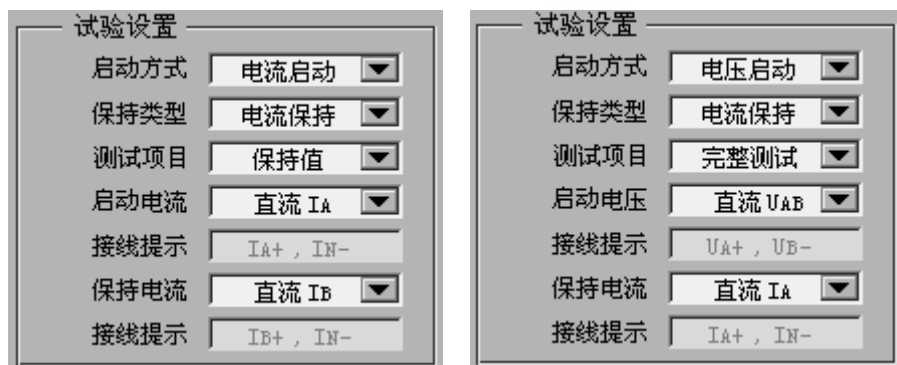


6.2 功能介绍

可完成各种中间继电器动作值、返回值、动作时间、返回时间、保持值的测试。

6.3 参数说明

(一) 试验设置



1. 启动方式：包括电流启动、电压启动。
2. 保持类型：包括无保持、电流保持、电压保持。
3. 测试项目：包括动作值、动作时间、保持值、完整测试。

4. 启动（保持）电压：包括交流 UAB (UA, UB)、直流 UAB (UA+, UB-) [交流 UCU (UC, UU)、直流 UCU (UC+, UU-)]。
5. 启动（保持）电流：包括交流 IA (IA, IN)、直流 IA (IA, IN) [交流 IB (IB, IN)、直流 IB (IB, IN)]。
6. 接线方式提示：根据所选试验相别出现相应的接线提示。

（二）参数设置

1. 启动方式选择电压启动参数设置



参数设置		
额定电压值	0.000	V
电压初始值	0.000	V
电压变化终值	0.000	V
电压步长值	0.000	V
额定保持电流值	0.000	A
保持电流步长值	0.000	A
保持时间	0.000	S
复归时间	0.000	S

- ① 额定电压值：用以动作时间的测试。
- ② 电压初始值：电压由此值开始变化。
- ③ 电压变化终值：电压变化到此值后停止输出。
- ④ 电压步长值：电压经过每步长时间后所变化的量。
- ⑤ 额定保持电流（电压）值：电流（电压）保持类型有效，用以测试保持电流（电压）。
- ⑥ 保持电流（电压）步长值：测试电流（电压）保持值时，电流（电压）以此值由额定值降低。
- ⑦ 保持时间：电压或电流在每个输出值下所保持的时间。
- ⑧ 复归时间：装置在此段时间内输出为 0。

2. 启动方式选择电流启动参数设置

- ① 额定电流值：用以电流启动方式继电器动作时间的测试。
- ② 电流初始值：电流由此值开始变化。

- ③ 电流变化终值：电流变化到此值后停止输出。
- ④ 电流步长值：电流经过每步长时间后所变化的量。
- ⑤ 其它项参数设置同启动方式选择电压启动参数设置。

参数设置	
额定电流值	0.000 A
电流初始值	0.000 A
电流变化终值	0.000 A
电流步长值	0.000 A
额定保持电流值	0.000 A
保持电流步长值	0.000 A
保持时间	0.000 s
复归时间	0.000 s

（三）启动项当前值

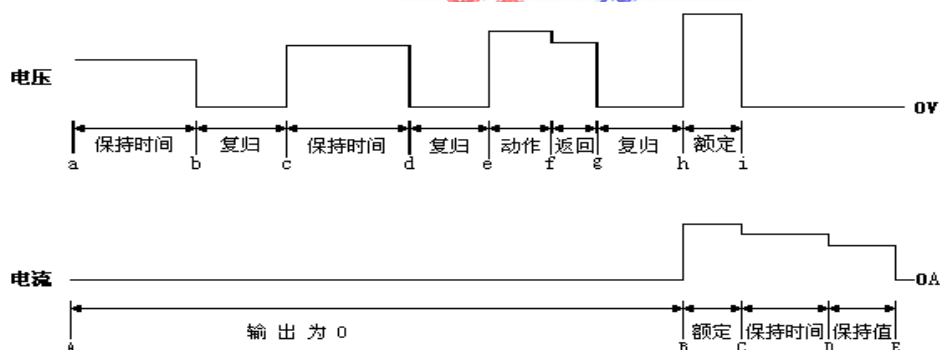
根据启动方式设置，实时显示启动项当前输出值。

（四）保持项当前值

根据保持类型设置，实时显示保持项当前输出值。

6.4 输出量时序图

（一）以电压启动、电流保持型继电器完整测试为例说明输出过程



1. 试验开始按确认键后，测试仪加电压初始值到继电器上，如果在故障量保持时间内未动作，电压即刻输出为 0V。
2. 经过复归时间后，电压输出由 0V 突变到(初始值+步长值)，重复此过程，直到测出继电器动作电压（动作值测试逻辑）。
3. 记下动作电压后，按电压步长降低电压，直到继电器返回，测出返回电压，返回时间。

4. 继电器返回后，电压由 0V 突变到额定电压，同时电流由 0A 突变到额定电流继电器动作，测出动作时间。
 5. 记下动作时间后，电压由额定电压突变到 0V，电流为额定电流，继电器保持住。
 6. 按电流步长减小电流，直到继电器返回，测出电流的保持值。
- 其余类型继电器动作值及完整测试逻辑同上述介绍，变量可能不同。

（二）动作时间

若只进行动作时间的测试，则根据继电器类型的选择，直接输出额定电压值或额定电流值，测试出动作时间。

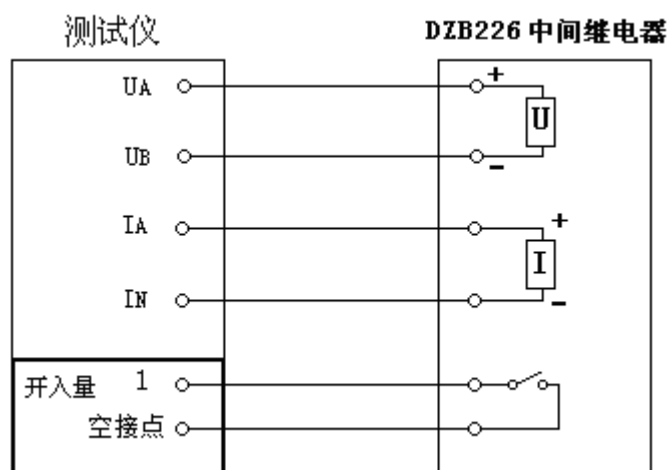
6.5 实验举例

1. 实验目的

测定 DZB-226 电压启动、电流保持型中间继电器的动作电压，返回电压，动作时间，返回时间以及保持电流值。

其额定电压为 220V，额定保持电流为 5A，动作电压为 107V。

2. 实验接线



3. 参数设置

- ① 启动方式：选择电压启动
- ② 保持类型：选择电流保持
- ③ 测试项目：选择完整测试
- ④ 启动电压：选择直流 UAB
- ⑤ 保持电流：选择 IA

- ⑥ 额定电压值：220V
- ⑦ 电压初始值：100V，小于动作电压
- ⑧ 电压变化终值：220V
- ⑨ 电压步长值：1V
- ⑩ 额定保持电流值：5A
- ⑪ 保持电流步长值：0.5A
- ⑫ 保持时间：1s
- ⑬ 复归时间：1s
- ⑭ 开入量设置：设置为逻辑或，选择接点 1
- ⑮ 接点抖动时间设置为：3ms

4. 实验报告

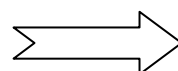
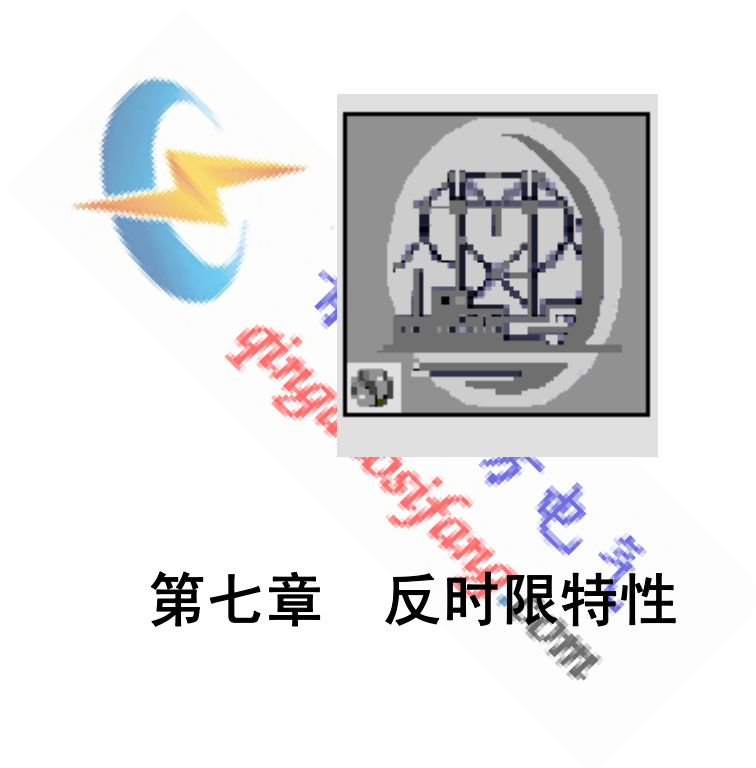
中间继电器试验报告

试验地点	
试验时间	2006年6月4日9时31分35秒
保护名称	DZB266
保护编号	
启动方式	电压启动
保持类型	电流保持
测试项目	完整测试
动作电压	106V
返回电压	35V
动作时间	45ms
返回时间	29ms
保持电流	1A

试验人签字:

6. 6 注意事项

1. 查看手册，选择正确的启动方式及保持类型。
2. 试验前查看继电器为交流型还是直流型，以选择正确的测试电压。
3. 根据接线提示来进行接线。



7. 1 操作界面



7. 2 功能介绍

该单元可测试并绘出过流反时限、零序过流反时限、负序过流反时限、电压反时限、频率反时限、过激磁反时限等特性曲线。

7. 3 参数说明

- (一) 测试项目：包括 I-T、U-T、f-T、U/f-T 特性曲线的测试。
- (二) 参数设置



1. 故障类型：I-T 测试项目时有效。此设置主要为了模拟三相输出电压的变化。
2. 试验相别：I-T 测试项目时，可选项为 ABC 独立、ABC 三并、ABC 负序；另外三种测试项目时，可选项为 A 相电压、AB 相电压、ABC 正序、ABC

负序。

I-T 测试项目，选择 ABC 独立时，ABC 三相根据故障类型输出相对应电流；选择 ABC 三并时，ABC 三相输出同相位电流，三相之和为故障电流值；选择 ABC 负序时，ABC 三相输出一组负序电流，电压根据故障类型变化。

另外三种测试项目时，试验相别选择 A 相电压，则 A 相输出故障电压；试验相别选择 AB 相电压，则 AB 相输出故障电压；这两种情况为了防止正常态相电压的设置影响测试结果，应将正常态相电压设置为 0V。试验相别选择 ABC 正序时，输出三相正序电压；试验相别选择 ABC 负序时，输出三相负序电压。

注意：U-T 测试项目时，若正常态相电压的设置影响测试结果，可将正常态相电压设置为 0V。f-T 测试项目时，正常态频率的设置应保证保护不动作。

3. 正常态相电压：故障前时间内单相输出电压值。
4. 正常态频率：故障前时间内输出电压的频率值。
5. 故障电压：单相故障，为故障相电压值；相间故障，为两故障相线电压值。
6. 故障角度：故障时，故障电压超前于故障电流的角度。

第 1、5、6 项设置仅在测试 I-T 特性曲线时有效。

（三）变量设置

1. 变量选择：仅对 U/f-T 测试项目有效，包括电压、频率。
2. 初值：变量由此值开始变化。
3. 终值：变量到此值后停止输出。
4. 步长值：变量每步变化值。
5. 电流倍数步长：找到一倍动作电流后，电流按此倍数增加。

6. 最大电流倍数：电流最大测试倍数。

第 5、6 项设置仅在测试 I-T 特性曲线时有效。

（四）时间设置

1. 故障前时间：输出正常态电压的时间。
2. 故障保持时间：每一次改变的输出量保持时间。
3. 复归时间：输出电压电流都为 0 的时间。
4. 附加测试点：变量的附加测试点。

参数设置		变量设置		时间设置	
故障前时间	0.000			s	
故障保持时间	0.000			s	
复归时间	0.000			s	
<input type="checkbox"/> 附加测试点 1	0.000			A	
<input type="checkbox"/> 附加测试点 2	0.000			A	
<input type="checkbox"/> 附加测试点 3	0.000			A	

（五）当前值

1. 测试 I-T 特性曲线时，此值显示为故障电流当前值。
2. 测试 U-T 特性曲线时，此值显示为电压当前值。
3. 测试 f-T 特性曲线时，此值显示为频率当前值。
4. 测试 U/f-T 特性曲线时，变量为电压时，显示电压值；变量为频率时，显示频率值。

（六）计时器

每一次状态改变，计时器均重新计时。

7. 4 输出描述

1. I-T 特性

按确认键后，三相电压输出正常态电压，频率为正常态频率，电流为 0A。故障后，故障相电压变为故障电压，电流（根据设定合成的电流）从初始值开始以步长值上升，直到找到一倍动作电流值，然后装置输出电流值自动按设定的电流倍数步长乘以一倍动作电流增加，得出各倍数电流值下的动作时间，测试完毕后，绘出 I-T 动作曲线。

2. U-T 特性

按确认键后，所设试验相别输出正常态相电压，频率为正常态频率。故障时，电压从初始值开始以步长值向终值变化，得出各电压值下的动作时间，测试完毕后，绘出 U-T 动作曲线。

3. f-T 特性

按确认键后，电压输出正常态电压，频率为正常态频率。故障时，频率从初始值开始以步长值向终值变化，得出各频率值下的动作时间，测试完毕后，绘出 f-T 动作曲线。

4. U/f-T 特性

① 变量选择电压

按确认键后，所设试验相别输出正常态相电压，频率为正常态频率。故障时，电压从初始值开始以步长值向终值变化，得出各电压值下的动作时间，测试完毕后，绘出 U^*/f^*-T 动作曲线。

② 变量选择为频率

按确认键后，电压输出正常态电压，频率为正常态频率。故障时，频率从初始值开始以步长值向终值变化，得出各频率值下的动作时间，测试完毕后，绘出 U^*/f^*-T 动作曲线。

U^* ，标么值， $U^*=电压值/正常态电压值$

f^* ，标么值， $f^*=频率值/正常态频率值$

7. 5 实验举例

1. 实验目的

测试微机电机过流反时限保护，其动作值为 3.00A，最长反时限动作时间为 10s。

2. 参数设置

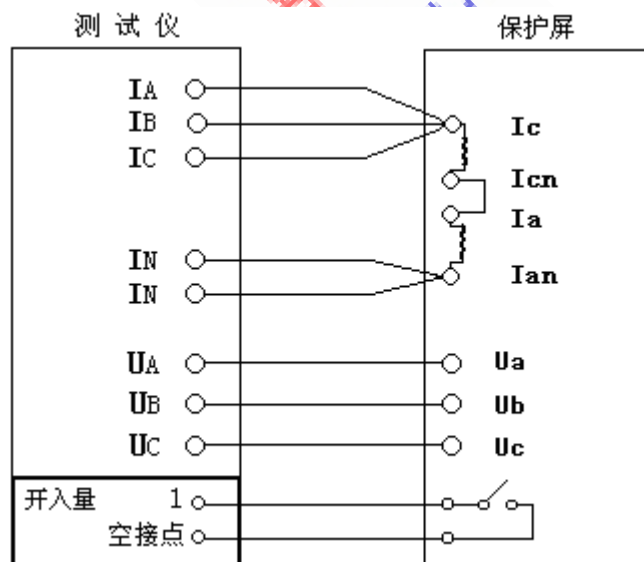
① 测试项目：选择 I-T 特性

② 故障类型：选择 CA 短路

- ③ 试验相别：选择 ABC 三并
- ④ 正常态相电压：57.735V
- ⑤ 正常态频率：50Hz
- ⑥ 故障角度： 50° ，此角度为 CA 线电压超前于三并电流的相位
- ⑦ 初值：2.7A，小于最小动作值
- ⑧ 终值：4A
- ⑨ 步长值：0.1A
- ⑩ 电流倍数步长：1.0
- ⑪ 最大电流倍数：10
- ⑫ 故障前时间：1s
- ⑬ 故障保持时间：12s，大于最长动作时间
- ⑭ 复归时间：1s

3. 实验接线

故障类型选择为 CA 短路，CA 两相电流相位相反，因此接入电流时，可将 AC 反串。因有电压接入，存在方向辨别，可设置故障角度来调整功率方向。接线如下图所示：



需接 UN 的保护可引入 UN。

4. 实验报告

反时限特性试验报告

试验地点

试验时间

2006年6月3日11时14分15秒

保护名称

保护编号

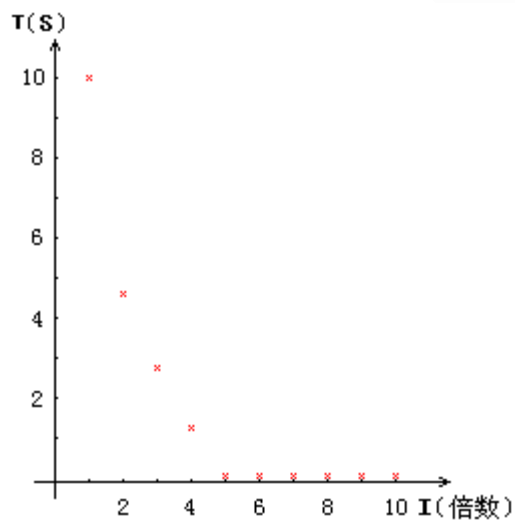
测试项目

I-T特性

序号	电流倍数	电流值	动作时间
01	1.00	3.000	10.037
02	2.00	6.000	4.642
03	3.00	9.000	2.740
04	4.00	12.00	1.285
05	5.00	15.00	0.034
06	6.00	18.00	0.032
07	7.00	21.00	0.033
08	8.00	24.00	0.034
09	9.00	27.00	0.032
10	10.0	30.00	0.030

试验人签字:

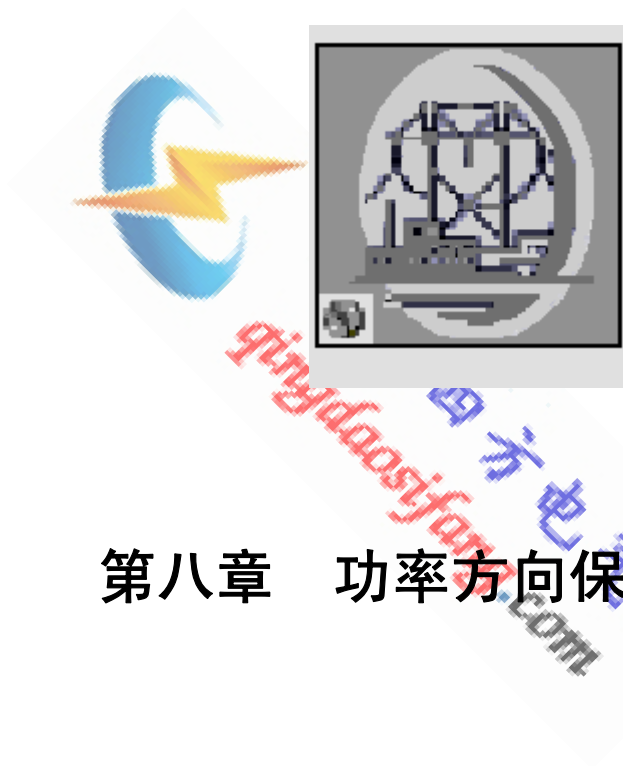
反时限特性曲线如下图所示:



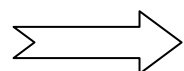
7.6 注意事项

1. 测试 I-T 特性时，若保护带有方向，则必须引入电压，并且正确设置故障角度。
2. 测试 I-T 特性时，电流较大时，尽量选择三并电流，注意接线方式。
3. 测试 I-T 特性时，选择相间短路故障且接入电压，试验相别选择 ABC 三并时，则需将此电流在两故障相中反串。如 AB 短路时，需将该三并电流从保护 A 相流入，从 B 相流出，即 AB 电流大小相等，相位相反。
4. 测试 U-T 特性时，需要较高电压时，可选择 AB 相电压。
5. 测试 U-T 特性时，若正常态相电压影响测试结果，可将其设为 0V。
6. 测试 f-T 特性时，正常态频率的设置应保证保护不动作。

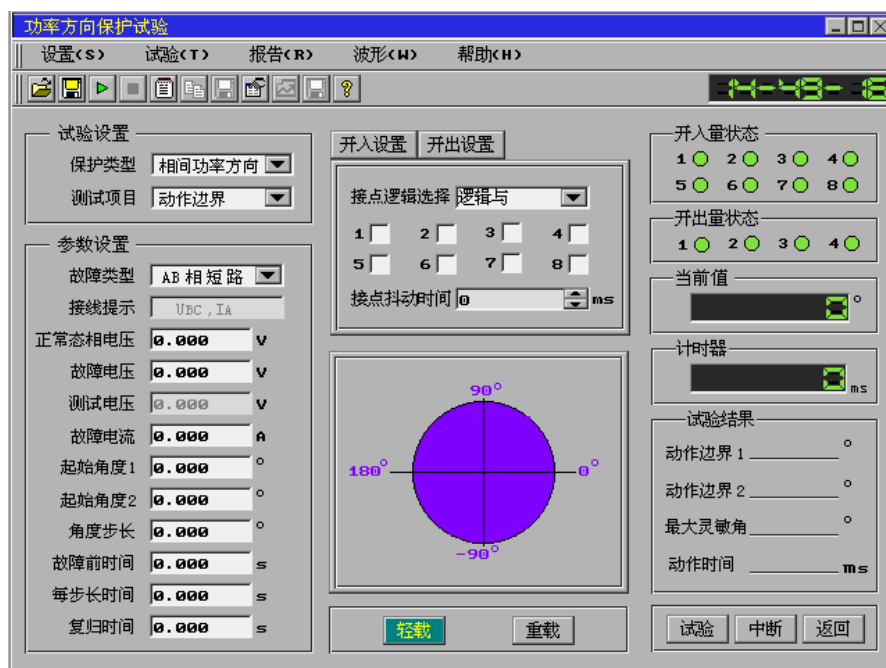




第八章 功率方向保护试验



8.1 操作界面



8.2 功能介绍

1. 该单元测试相间功率、零序功率及负序功率方向保护的動作区、灵敏角、最小動作电流、最小動作电压及動作时间的测试。
2. 可设定故障类型进行模拟故障测试。

8.3 参数说明

(一) 试验设置

1. 保护类型：包括相间功率方向、零序功率方向及负序功率方向。
2. 测试项目：包括动作边界、最小动作电流、最小动作电压。

(二) 参数设置

1. 动作边界

- ① 故障类型：保护类型选择相间功率方向时，故障类型为AB相短路(Ubc, Ia)、BC相短路(Uca, Ib)、CA相短路(Uab, Ic)；保护类型选择零序功率方向时，故障类型为A相接地、B相接地、C相接地，接线提示显示为Uabc、Iabc；保护类型选择负序功率方向时，故障类型选项屏蔽，接线提示显示为Uabc、Iabc。

- ② 接线提示：与所选故障类型相对应。
- ③ 正常态相电压：故障前时间内每相输出的正常电压
- ④ 故障电压：故障类型选相相间方向保护，该值为故障相别的线电压值；故障类型选零序方向保护，该值为故障相电压值；故障类型选负序方向保护，该值为三相负序电压值。
- ⑤ 测试电压：故障类型选相相间方向保护，显示接线提示相电压值；故障类型选零序方向保护，该值为零序电压值；故障类型选负序方向保护，该值为三相负序电压值。
- ⑥ 故障电流：故障相输出的电流值。
- ⑦ 起始角度 1：接线提示中电压超前于电流的角度由此角度开始变化，搜索一个边界。输入范围 $\pm 360^\circ$ 。
- ⑧ 起始角度 2：接线提示中电压超前于电流的角度由此角度开始变化，搜索另一个边界。输入范围 $\pm 360^\circ$ 。
- ⑨ 角度步长：接线提示中电压、电流的夹角以此步长变化。
- ⑩ 故障前时间：输出正常相电压的时间。
- ⑪ 每步长时间：故障在每步下的保持时间。
- ⑫ 复归时间：故障状态后输出为 0 的时间。

参数设置

故障类型	AB相短路	
接线提示	Ubc, Ia	
正常态相电压	57.000	V
故障电压	50.000	V
测试电压	50.000	V
故障电流	1.000	A
起始角度1	1.000	°
起始角度2	5.000	°
角度步长	1.000	°
故障前时间	1.000	s
每步长时间	5.000	s
复归时间	2.000	s

2. 最小动作电流

- ① 最大灵敏角：输入继电器的灵敏角。
- ② 动作电流初值：故障相电流以此值开始变化。
- ③ 终值：故障相电流变化到此值后停止输出。
- ④ 步长值：故障相电流以此值为步长变化。
- ⑤ 其余参数同动作边界测试项目。

参数设置

故障类型	AB相短路	
接线提示	Ubc, Ia	
正常态相电压	57.000	V
故障电压	50.000	V
测试电压	50.000	V
最大灵敏角	1.000	°
动作电流初值	1.000	A
终值	5.000	A
步长值	1.000	A
故障前时间	1.000	s
每步长时间	5.000	s
复归时间	2.000	s

3. 最小动作电压

- ① 动作电压初值：接线提示中的电压以此值开始变化。
- ② 终值：接线提示中的电压变化到此值后停止输出。
- ③ 步长值：接线提示中的电压此值为步长变化。
- ④ 其余参数同动作边界测试项目。

参数设置	
故障类型	AB相短路
接线提示	Ubc, Ia
正常态相电压	57.000 V
故障电流	5.000 A
最大灵敏角	50.000 °
动作电压初值	1.000 V
终值	1.000 V
步长值	5.000 V
故障前时间	1.000 s
每步长时间	1.000 s
复归时间	5.000 s

（四）当前值

1. 当测试项目为动作边界时，当前值显示当前搜索角度值。
2. 当测试项目为最小动作电流时，当前值显示当前搜索电流值。
3. 当测试项目为最小动作电压时，当前值显示当前搜索电压值。

（五）试验结果

1. 当测试项目为动作边界时，试验结果如下：

试验结果	
动作边界1	°
动作边界2	°
最大灵敏角	°
动作时间	ms

最大灵敏角为（动作边界1+动作边界2）/2；

动作时间为在最大灵敏角下测得的动作时间。

2. 当测试项目为最小动作电流时，试验结果为最小动作电流值。
3. 当测试项目为最小动作电压时，试验结果为最小动作电压值。

8.4 输出过程描述

1. 动作边界搜索

故障前时间，装置输出正常态相电压，电流输出为 0。故障前时间后，进入每步长时间。电压输出测试电压，电流输出故障电流，且测试电压超前于故障电流的角度为起始角度 1 与起始角度 2 的较小者。经每步长时间后，若装置未收到保护动作信号，则进入复归时间，电压电流输出为 0。复归时间后，进入故障前时间。再次进入每步长时间，电压电流值不变，角度较原来增加 1° 。依次类推，直至保护动作；装置记下此时的角度值为动作边界 1。再次进入每步长时间时，电压超前于电流的角度变为起始角度 1 与起始角度 2 的较大者，若装置未收到保护动作信号，角度较原来减少 1° ，再次进行试验，直至保护动作。装置记下此时的角度值为动作边界 2。找到两个动作边界后，得出最大灵敏角。装置直接给出电压超前于电流的角度为最大灵敏角，并开始计时，收到保护动作信号后，停止计时，得出动作时间。

若在起始角度 1 或起始角度 2 保护即动作，则搜索方向与上述方向相反。

2. 最小动作电流

故障前时间，装置输出正常态相电压，电流输出为 0。故障前时间后，进入每步长时间。电压输出故障电压，电流输出动作电流初值，且测试电压超前于故障电流的角度为最大灵敏角。经每步长时间后，若装置未收到保护动作信号，则进入复归时间，电压电流输出为 0。复归时间后，进入故障前时间。再次进入每步长时间，电流增加一步长值。依次类推，直至保护动作；装置记下此时的电流值为最小动作电流。

3. 最小动作电压

故障前时间，装置输出正常态相电压，电流输出为 0。故障前时间后，进入每步长时间。电流输出故障电流，电压输出动作电压初值，且动作电压超前于额定电流的角度为最大灵敏角。经每步长时间后，若装置未收到保护动作信号，则进入复归时间，电压电流输出为 0。复归时间后，进入故障前时间。再次进入每步长时间，电压增加一步长值。依次类推，直至保护动作；装置记下此时的电压值为最小动作电压。

8.5 实验举例

1. 实验目的

测试 LG-11 型功率方向继电器的动作区及

灵敏角度，整定灵敏角度为 -49° ，

额定电压为 100V，额定电流为 5A。

2. 实验接线

3. 参数设置

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| (1) 故障类型：选择 AB | (6) 故障起始角度 2: 50° |
| (2) 正常态相电压：57.74V | (7) 角度步长: 1° |
| (3) 故障电压：30V | (8) 故障前时间: 1 s |
| (4) 故障电流：5A | (9) 每步长时间: 1 s |
| (5) 起始角度 1: -150° | (10) 复归时间: 1 s |

(11) 接点逻辑关系设置为逻辑或，接点选择为接点 1

4. 实验报告

功率方向试验报告

试验地点

试验时间

2006年6月3日15时11分54秒

保护名称

保护编号

保护类型

相间功率方向

测试项目

动作边界

故障类型

AB短路

动作边界1

-135°

动作边界2

34°

最大灵敏角

-49.5°

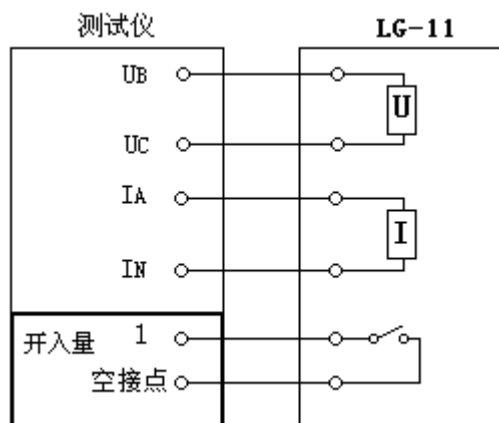
动作时间

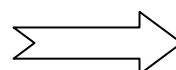
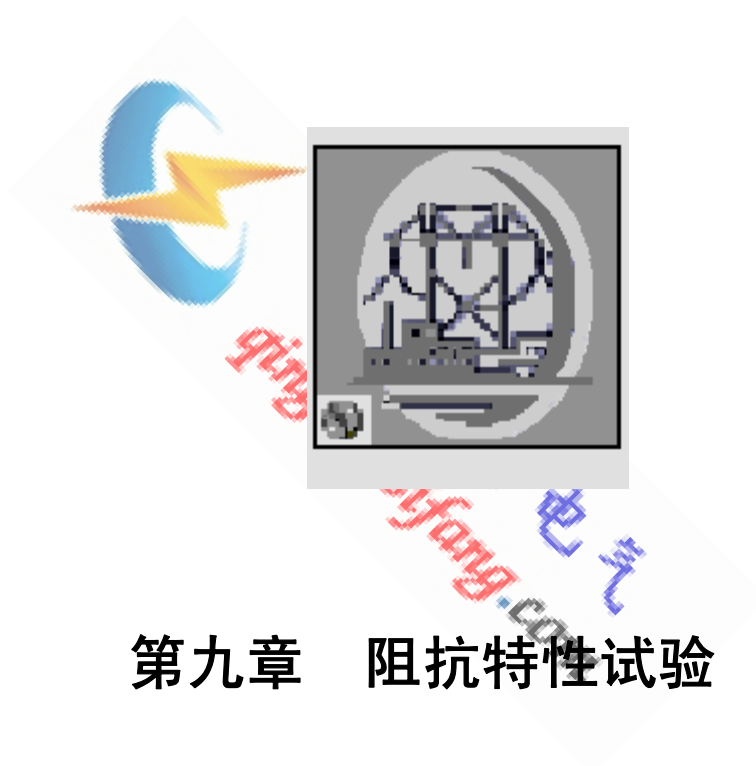
34ms

试验人签字:

8.6 注意事项:

1. 测试单个的继电器时，根据所选故障类型和接线方式接线。
2. 测试微机保护时，需将三相电压、三相电流（不完全星形时接入两相）全部接入。
3. 在测试最小动作电压时，为了将加在保护上的测试电压从较小值开始增加，非故障相电压同故障相电压一起降低。





9. 1 操作界面



9. 2 功能介绍

- 1. 该单元实现对偏移方向、多边形阻抗、偏移阻抗、全阻抗等继电器的动作半径、动作阻抗轨迹、动作时间的测试，同时可设各种故障类型进行故障模拟测试。
- 2. 搜索方式可选择故障电压恒定或故障电流恒定。
- 3. 本模块在试验过程中自动打印搜索到的动作边界，并用表格记录动作边界值与动作时间，动作曲线及表格均可存盘。

9. 3 参数说明

(一) 参数设置

- 1. 故障类型：包括单相接地及相间短路故障。
- 2. 正常态相电压：故障前时间内输出的三相电压值。
- 3. 正常态相电流：故障前时间内输出的三相电流值，即负荷电流。
- 4. 负荷角度：故障前时间内正常态相电压超前于正常态相电流的角度。
- 5. 故障前时间：故障前输出正常态相电压及正常态相电流的保持时间。

6. 故障保持时间：故障量在每一个步长值下的保持时间，应大于保护动作时间。

7. **最小动作时间**：测试中如果保护的動作时间小于最小動作时间，保护的動作将不予认可。该时间值和故障时间相配合，可搜索具有多个阻抗段的距离保护动作边界。

故障类型	A相接地	
正常态相电压	57.735	V
正常态相电流	2.000	A
负荷角度	30.000	°
故障前时间	2.000	s
故障保持时间	3.000	s
最小动作时间	1.000	s
复归时间	2.000	s

例如：三段式距离保护，距离 II 段動作时间 $t_2=0.5s$ ；III 段動作时间 $t_3=3.0s$ 。

如果要测试距离 II 段阻抗動作特性，为防止测试中距离 III 段動作及 I 段動作对边界测试的影响，将此时间设置为大于 I 段小于 III 段时间定值。设故障量保持时间为 0.7s，最小動作时间为 0.45s，从而使 III 段不动作，II 段可靠動作，I 段虽動作，但测试仪不予认可。这样在测试就避免了 I 段動作的影响，保证了所测试的结果是距离 II 段的動作边界。

8. **复归时间**：电压电流输出为 0 的保持时间。

(二) 计算模型

1. **计算模型**：包括电流恒定、电压恒定。选择电流恒定，故障状态时，故障相电流根据设定值输出；选择电压恒定，故障状态时，故障电压根据设定值输出。

2. **Z1 定值及角度**：Z1 设定值要比最大灵敏角度下的阻抗定值大些，当测试偏移阻抗特性曲线时（指灵敏角方向上的第二个边界

值），Z1 设定值要比最大灵敏角度下较大的阻抗定值大些，用以初步锁定搜索范围。角度设置为最大灵敏角，一般为线路阻抗角。

3. **Z2 定值及角度**：限于偏移阻抗特性曲线，Z2 设定值要比最大灵敏角度下的较小阻抗定值小些，用以初步锁定搜索范围。角度设置为最大灵敏角，一般为线路阻抗角。

计算模型	电流恒定	
故障电流	5.000	A
Z1	3.00	Ω 75.00 °
R1+jX1	0.78	Ω 2.90 °
Z2	1.00	Ω 75.00 °
R2+jX2	0.26	Ω 0.97 °
零序补偿系数		
<input checked="" type="checkbox"/> K0	1.00	+j 0.00
<input type="checkbox"/> Kr	0.00	Kx 0.00

当输入 Z_2 为 0 时（即阻抗特性过原点或包含原点），在每个角度下只有一个搜索过程，只搜索 Z_1 边界值；当输入 Z_2 不为 0 时（即阻抗特性不包含原点），有两个搜索过程，搜索 Z_1 、 Z_2 边界值。

4. 零序补偿系数： K_X , K_R 对定值为 $R+jX$ 形式有效， K_0 对定值为 $Z\angle\Phi$ 形式有效。

在接地系统中，为了计算零序阻抗，需要 K_0 或 K_r 、 K_x

$$Z_0 = K_0 * Z_1 \quad R_0 = K_r * R_1 \quad X_0 = K_x * X_1$$

$$K_0 = (K_r * R_1^2 + K_x * X_1^2) / (R_1^2 + X_1^2)$$

Z_1 为正序阻抗， R_1 , X_1 正序电阻和正序电抗

Z_0 为零序阻抗， R_0 , X_0 为零序电阻和零序电抗

当近似认为零序阻抗角等于正序阻抗时，即 $X_0 / R_0 = X_1 / R_1$ 时， K 成为实数。

（三）搜索角度设置

1. 搜索角度从初值开始，以步长值变化，搜索到终值，终值搜索完后，再搜索附加测试角度
2. 搜索精度：当相邻两次阻抗值之差达到此值后，停止该次搜索，进入下一角度搜索。
3. 阻抗搜索长度：搜索 Z_1 及 Z_2 时，阻抗以此值为步长从 Z_1 、 Z_2 初值变化

初值	0.000	°
终值	20.000	°
步长值	20.000	°
搜索精度	0.120	Ω
阻抗搜索长度	0.800	Ω
<input type="checkbox"/> 附加测试角度1	0.000	°
<input type="checkbox"/> 附加测试角度2	0.000	°
<input type="checkbox"/> 附加测试角度3	0.000	°

（四）当前值

1. 故障电压：显示当前输出电压值。单相接地时，显示故障相电压值；相间短路时，显示故障相间电压值
2. 故障电流：显示当前故障电流值
3. 搜索角度：显示当前搜索角度值

9.4 输出过程描述

1. 按确认键后,测试仪测量第一个搜索角度下的大的动作边界值,首先给出故障前状态,经过故障前时间后,根据计算模型及 Z1 的设置,装置输出初值:
 - ① 若保护动作,则复归时间后,回到故障前状态,故障前状态结束后,按阻抗搜索长度增加搜索阻抗,直至保护不动作;出现相邻两次搜索阻抗值一个动作,一个未动,搜索方法改为二分法搜索。直至搜索到符合搜索精度值,记下一个结果,即为第一个搜索角度下大的动作边界。
 - ② 若保护不动作,说明此时阻抗值仍在动作区外,按阻抗搜索长度减少搜索阻抗,直至保护动作;出现相邻两次搜索阻抗值一个动作,一个未动,搜索方法改为二分法搜索。直至搜索到符合搜索精度值,记下一个结果,即为第一个搜索角度下大的动作边界。
2. 找到第一个角度下的大边界后,若 Z2 设置不为 0,开始搜索第一个角度下的小动作边界值。首先给出故障前状态,经过故障前时间后,根据计算模型及 Z2 的设置,装置输出初值:
 - ① 保护动作,则复归时间后,回到故障前状态,故障前状态结束后,按阻抗搜索长度减少搜索阻抗,直至保护不动作;出现相邻两次搜索阻抗值一个动作,一个未动,搜索方法改为二分法搜索。直至搜索到符合搜索精度值,记下一个结果,即为第一个搜索角度下小的动作边界。
 - ② 保护不动作,说明此时阻抗值仍在动作区外,按阻抗搜索长度增加搜索阻抗,直至保护动作;出现相邻两次搜索阻抗值一个动作,一个未动,搜索方法改为二分法搜索。直至搜索到符合搜索精度值,记下一个结果,即为第一个搜索角度下大的动作边界。
3. 其余各角度的动作边界值以同样方式找到。

9.5 实验举例

1. 实验目的

测量发电机失磁阻抗特性曲线，灵敏角下
第一个临界值为 $2.50\ \Omega$ ，第二个临界值为
 $22.50\ \Omega$ ，灵敏角度为 270° ，整定动作时
间为 0.500s

2. 实验接线

3. 参数设置

- ① 故障类型：选择 CA 短路
- ② 正常态相电压： 57.735V
- ③ 正常态相电流： 0A ，设为空载
- ④ 负荷角度： 0°
- ⑤ 故障前时间： 1s
- ⑥ 故障保持时间： 1s
- ⑦ 最小动作时间： 0.001s 因无分段，设置为最小即可
- ⑧ 复归时间： 1s

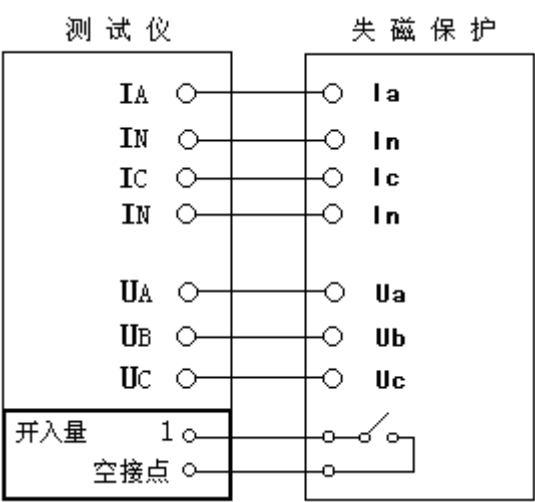
4. 计算模型

- ① 计算模型：电流恒定
- ② 故障电流： 2A
- ③ $Z1$ ： $24\ \Omega$ ， 270° ，比定值稍大些
- ④ $Z2$ ： $2\ \Omega$ ， 270° ，比定值稍小些
- ⑤ 零序补偿系数：相间短路时，可不予设置

5. 搜索角度设置

- ① 初值： 180°
- ② 终值： 360°
- ③ 步长值： 10°
- ④ 搜索精度： $0.1\ \Omega$
- ⑤ 阻抗搜索长度： $0.5\ \Omega$
- ⑥ 附加搜索角度：不选择

6. 开入量设置 选择逻辑或，选中接点 1



7. 实验报告

阻抗特性试验报告

试验地点					
试验时间	2006年6月7日10时21分53秒				
保护名称					
保护编号					
计算模型	电流恒定				
故障电流	2.000A				
整定阻抗 1	24.00 Ω				
整定角度 1	270.00°				
整定阻抗 2	2.00 Ω				
整定角度 2	270.00°				
最小动作时间	0.001s				
故障类型	搜索角度	Z1动作值	动作时间	Z2动作值	动作时间
CA短路	180.0	未动	未动	未动	未动
CA短路	190.0	未动	未动	未动	未动
CA短路	200.0	未动	未动	未动	未动
CA短路	210.0	未动	未动	未动	未动
CA短路	220.0	10.60	0.518	5.10	0.518
CA短路	230.0	15.60	0.517	3.60	0.517
CA短路	240.0	18.60	0.517	3.00	0.517
CA短路	250.0	20.80	0.518	2.70	0.517
CA短路	260.0	21.70	0.518	2.50	0.518
CA短路	270.0	22.50	0.518	2.40	0.518
CA短路	280.0	21.70	0.517	2.50	0.517
CA短路	290.0	20.80	0.518	2.70	0.518
CA短路	300.0	18.60	0.518	3.00	0.518
CA短路	310.0	15.50	0.518	3.60	0.518
CA短路	320.0	10.60	0.518	5.10	0.518
CA短路	330.0	未动	未动	未动	未动
CA短路	340.0	未动	未动	未动	未动
CA短路	350.0	未动	未动	未动	未动
CA短路	360.0	未动	未动	未动	未动

试验人签字:

测得的阻抗曲线如下图所示：

9.6 注意事项

1. 当阻抗定值较大时，若选择电流恒定，可能会造成电压数据越界。

① 对于相间距离保护，即残压 $U > 100V$

② 对于接地距离保护，即残压 $U > 57.74V$

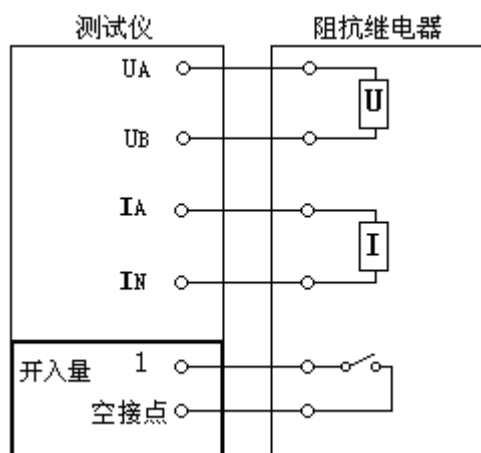
此时，应将故障电流 I 适当降低。

2. 当阻抗定值较小时，若选择电压恒定，可能会造成电流数据越界。即故障电流大于30A此时，应将故障电压 U 适当降低。

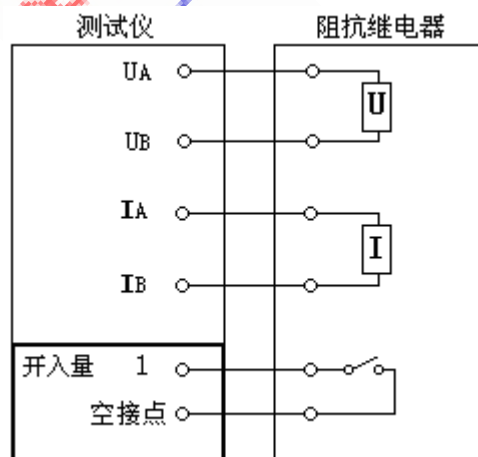
3. 设置正常态电流不为0时，需将三相电流全部接入保护；否则，应将正常态电流设为0A。

4. 当校验单一阻抗继电器，需将正常态电流设置为0A。模拟相间故障时，应注意
电流接线方式。以AB相间故障为例：

☆ 正确接线如下：

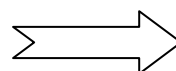


☆ 错误接线如下：

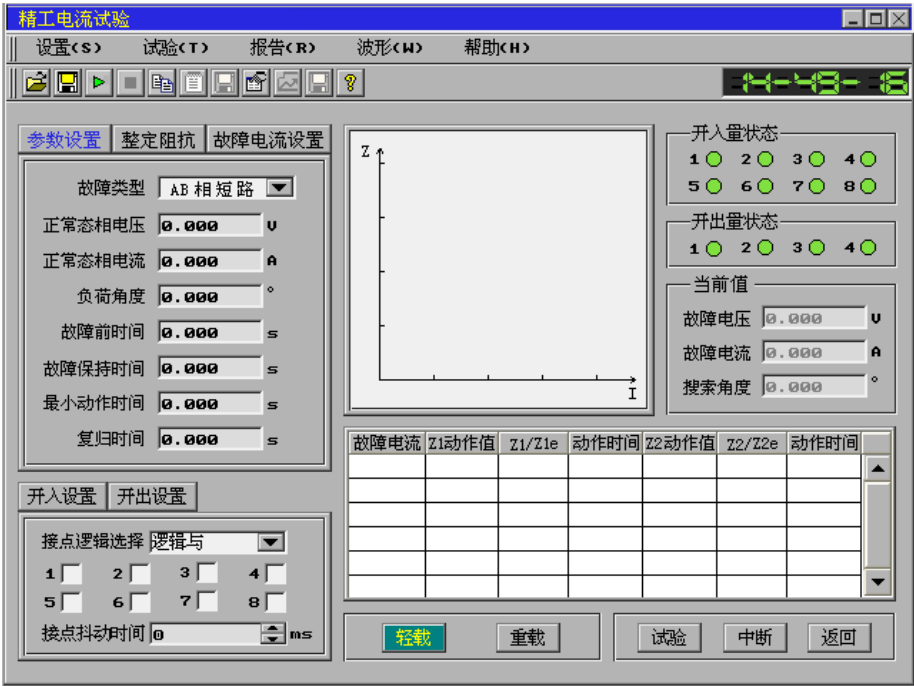




第十章 精工电流试验



10. 1 操作界面



10. 2 功能介绍

该单元用于自动测试阻抗继电器的精确工作电流，并绘制出其 Z-I 特性曲线。

10. 3 参数说明

(一) 参数设置

1. **故障类型：**包括单相接地及相间短路故障。

2. **正常态相电压：**

故障前时间内输出的三相电压值。

3. **正常态相电流：**

故障前时间内输出的三相电流值，即负荷电流。

4. **负荷角度：**故障前时间内正常态相电压超前于正常态相电流的角度。

5. **故障前时间：**故障前输出正常态相电压及正常态相电流的保持时间。

6. **故障保持时间：**故障量在每一个步长值下的保持时间，应大于保护动作时间。

7. **最小动作时间：**测试中如果保护的動作时间小于最小動作时间，保护的動作将不予认可。该时间值和故障时间相配合，可搜索具有多个阻抗段的距离保护动作边界。



例如：三段式距离保护，距离Ⅱ段动作时间 $t_2=0.5s$ ；Ⅲ段动作时间 $t_3=3.0s$ 。如果要测试距离Ⅱ段阻抗动作特性，为防止测试中距离Ⅲ段动作及Ⅰ段动作对边界测试的影响，将此时间设置为大于Ⅰ段小于Ⅲ段时间定值。设故障量保持时间为 $0.7s$ ，最小动作时间为 $0.45s$ ，从而使Ⅲ段不动作，Ⅱ段可靠动作，Ⅰ段虽动作，但测试仪不予认可。这样在测试就避免了Ⅰ段动作的影响，保证了所测试的结果是距离Ⅱ段的动作边界。

8. 复归时间：电压电流输出为 0 的保持时间。

（二）整定阻抗

1. Z 定值及角度：输入保护定值

2. 零序补偿系数： K_X ， K_R 对定值为 $R+jX$ 形式有效， K_0 对定值为 $Z\angle\Phi$ 形式有效。在接地系统中，为了计算零序阻抗，需要 K_0 或 K_R 、 K_X

$$Z_0 = K_0 * Z_1 \quad R_0 = K_R * R_1 \quad X_0 = K_X * X_1$$

$$K_0 = (K_R * R_1^2 + K_X * X_1^2) / (R_1^2 + X_1^2)$$

Z_1 为正序阻抗， R_1 ， X_1 正序电阻和正序电抗

Z_0 为零序阻抗， R_0 ， X_0 为零序电阻和零序电抗

当近似认为零序阻抗角等于正序阻抗时，即 $X_0/R_0=X_1/R_1$ 时， K 成为实数。

（三）搜索电流设置

1. 搜索电流从初值开始，以步长值变化，搜索到终值，终值搜索完后，再搜索附加测试电流。
2. 搜索精度：当相邻两次阻抗值之差达到此值后，停止该次搜索，进入下一电流搜索。
3. 阻抗搜索长度：搜索 Z 时，阻抗以此值为步长从 Z 定值变化。

(四) 当前值

- 1. 故障电压：显示当前输出电压值。单相接地时，显示故障相电压值；相间短路时，显示故障相间电压值。
- 2. 故障电流：显示当前故障电流值。
- 3. 搜索角度：显示当前阻抗角度值。

10. 4 输出过程

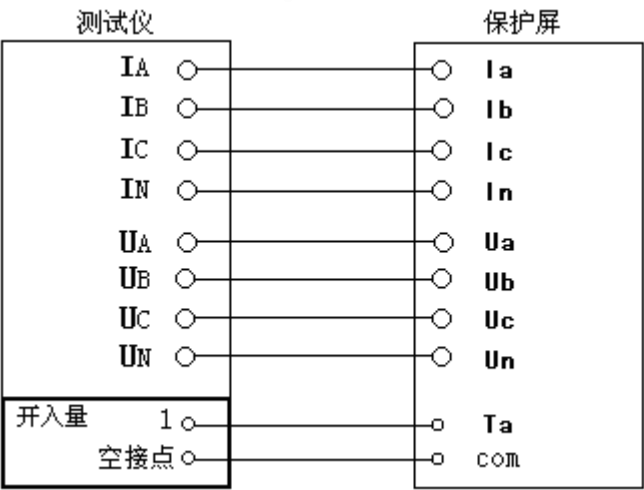
- 1. 测试开始后，首先进入故障前状态，输出正常状态电压电流值。
- 2. 故障前状态结束后，取第一个测试点的电流，测试该电流下的动作阻抗
- 3. 若保护动作，则复归时间后，回到故障前状态，故障前状态结束后，按阻抗搜索长度增加搜索阻抗，直至保护不动作；出现相邻两次搜索阻抗值一个动作，一个未动，搜索方法改为二分法搜索。直至搜索到符合搜索精度值，记下一个结果，即为第一个搜索电流下的大的动作边界。
- 4. 若保护不动作，说明此时阻抗值仍在动作区外，按阻抗搜索长度减少搜索阻抗，直至保护动作；出现相邻两次搜索阻抗值一个动作，一个未动，搜索方法改为二分法搜索。直至搜索到符合搜索精度值，记下一个结果，即为第一个搜索电流下大的动作边界。
- 5. 然后按顺序寻找以下各电流点的动作阻抗，并打印出各点。

10. 5 实验举例

1. 实验目的

测量接地距离保护的 II 段阻抗精工电流，整定值为 $2\Omega/70^\circ$ ，补偿系数为 0.67，动作时间为 0.500s。

2. 实验接线



3. 参数设置

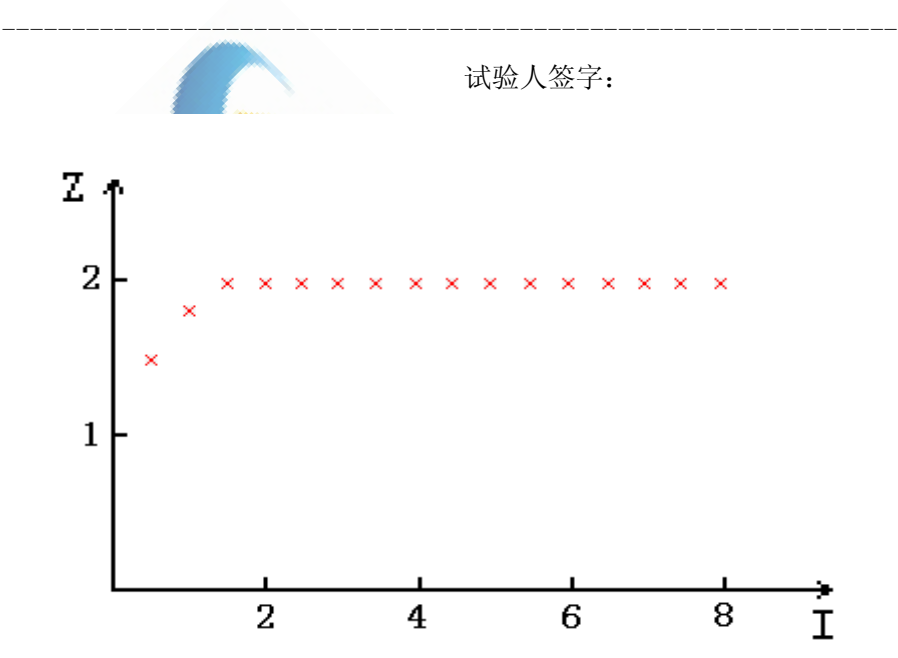
- ① 故障类型：选择 A 相接地
- ② 正常态相电压：57.735V
- ③ 正常态相电流：0A，设置为空载
- ④ 负荷角度：30°
- ⑤ 故障前时间：2s
- ⑥ 故障保持时间：1s
- ⑦ 最小动作时间：0.3s
- ⑧ 复归时间：1s
- ⑨ 整定阻抗：2Ω
- ⑩ 零序补偿系数：0.67
- ⑪ 初值：0.5A
- ⑫ 终值：8A
- ⑬ 步长值：0.5A
- ⑭ 搜索精度：0.1Ω
- ⑮ 阻抗搜索长度：0.3Ω
- ⑯ 附加测试点：不设置
- ⑰ 开入接点选择：逻辑或，接点1

4. 实验报告

精工电流试验报告

试验地点				
试验时间		2006年5月23日15时15分34秒		
保护名称				
保护编号				
故障类型		A相故障		
整定阻抗		2.00		
整定角度		70.00°		
最小动作时间		0.300s		
故障类型	搜索电流	Z动作值	Z/Z _e	动作时间
A相接地	0.5	1.5	0.750	0.517
A相接地	1.0	1.8	0.900	0.517
A相接地	1.5	2.0	1.000	0.517
A相接地	2.0	2.0	1.000	0.518

A相接地	2.5	2.0	1.000	0.518
A相接地	3.0	2.0	1.000	0.516
A相接地	3.5	2.0	1.000	0.518
A相接地	4.0	2.0	1.000	0.517
A相接地	4.5	2.0	1.000	0.518
A相接地	5.0	2.0	1.000	0.518
A相接地	5.5	2.0	1.000	0.518
A相接地	6.0	2.0	1.000	0.516
A相接地	6.5	2.0	1.000	0.517
A相接地	7.0	2.0	1.000	0.518
A相接地	7.5	2.0	1.000	0.516
A相接地	8.0	2.0	1.000	0.518

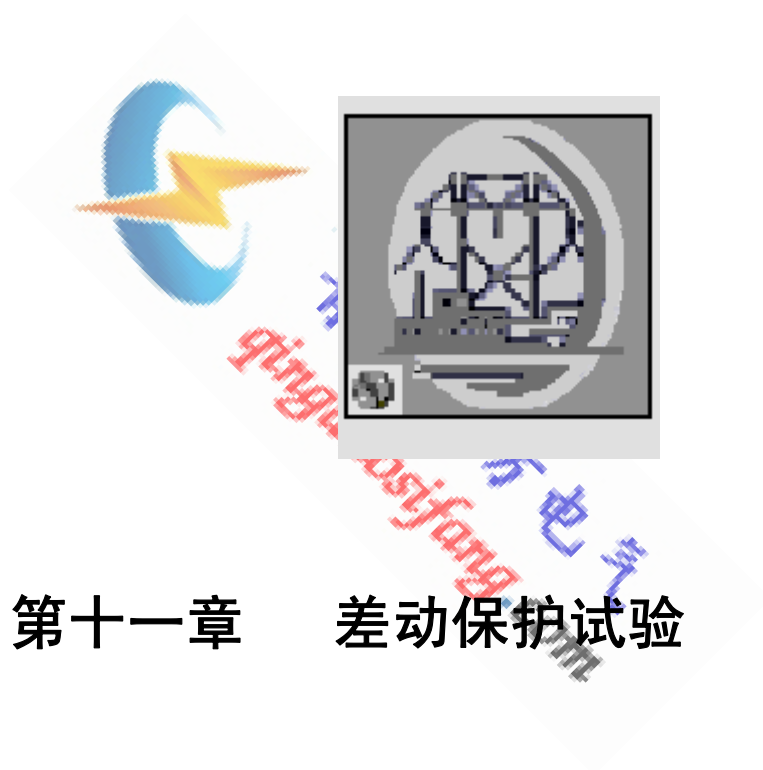


10. 6 注意事项

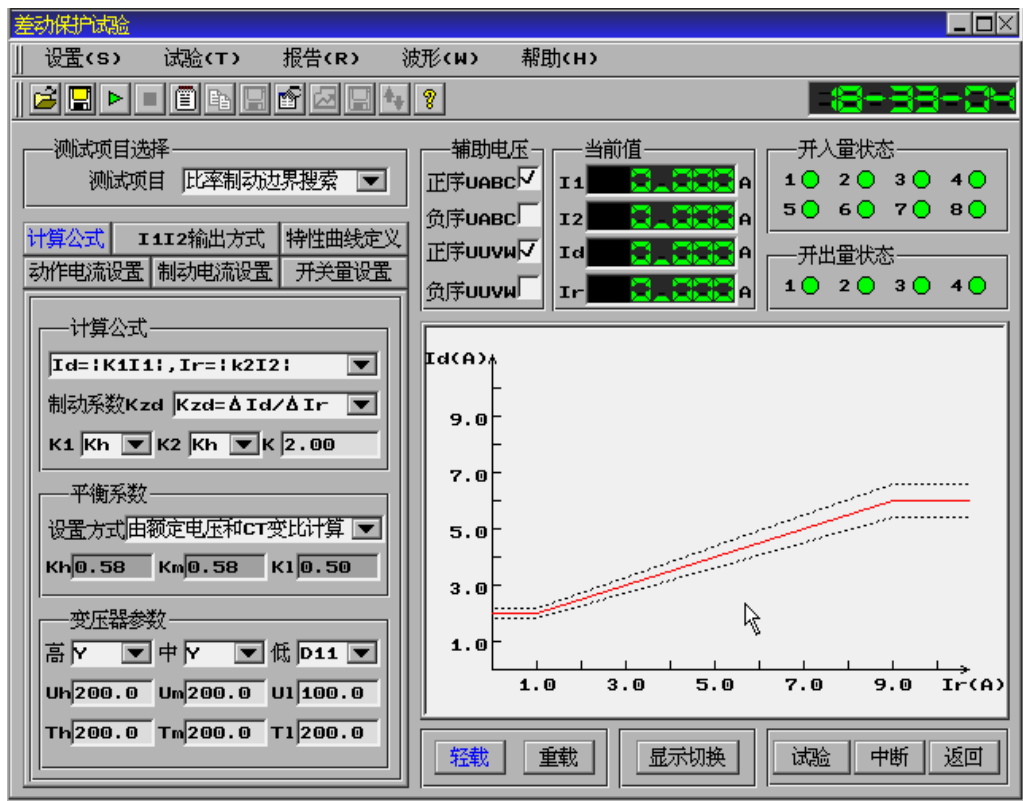
1. 当阻抗定值较大时，若试验电流设置太大，可能造成电压数据越界。

①对于相间距离保护，即残压 $U > 100V$ ；
②对于接地距离保护，即残压 $U > 57.74V$

此时，应将试验电流范围缩小。
2. 设置正常态电流不为0时，需将三相电流全部接入保护；否则，应将正常态电流设为0A。
3. 当校验单一阻抗继电器，需将正常态电流设置为0A。



11. 1 操作界面

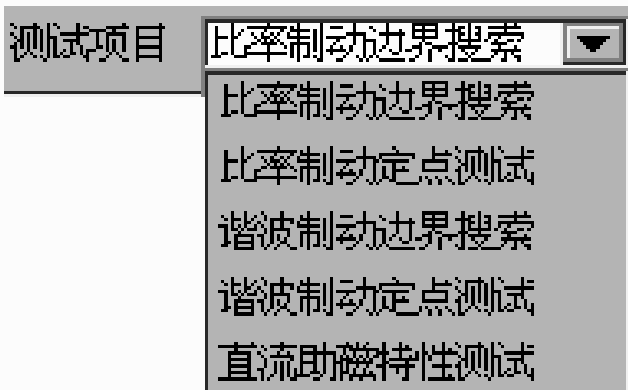


11. 2 功能介绍

本测试单元用于测试发电机，主变及母线差动保护的比率制动特性曲线、谐波制动系数及直流助磁特性。可按定值逐步搜索，也可进行定点测试。

11. 3 参数说明

(一) 测试项目选择



(二) 计算公式

(1) **计算公式选择:** 用于选择差动保护的制动电流方程和动作电流方程, 软件提供六种定义方式:

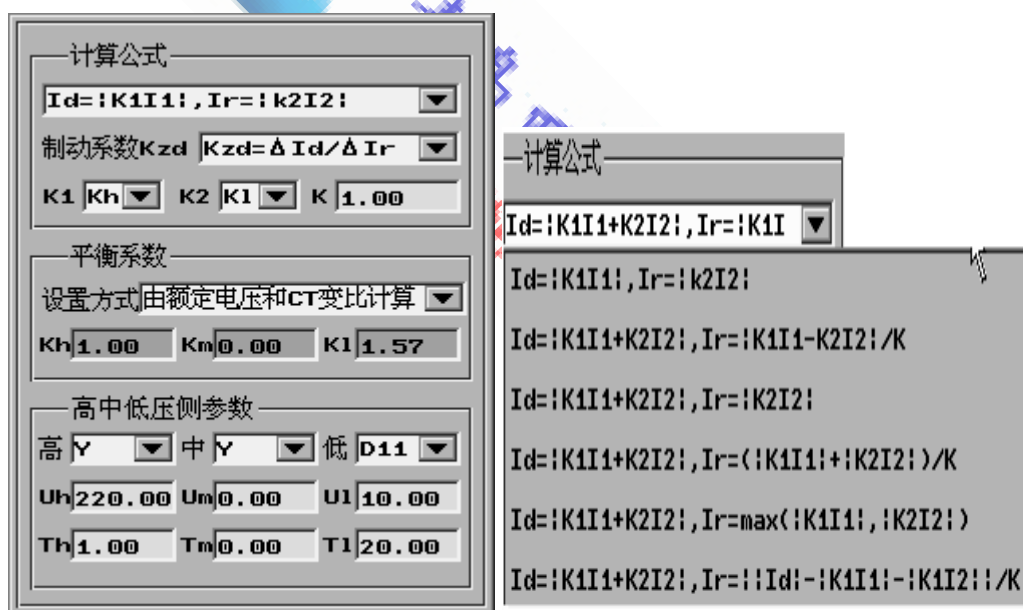
- (1) $I_d = |K_1 I_1|$; $I_r = |K_2 I_2|$
- (2) $I_d = |K_1 I_1 + K_2 I_2|$; $I_r = |K_1 I_1 - K_2 I_2| / K$
- (3) $I_d = |K_1 I_1 + K_2 I_2|$; $I_r = |K_2 I_2|$
- (4) $I_d = |K_1 I_1 + K_2 I_2|$; $I_r = (|K_1 I_1| + |K_2 I_2|) / K$
- (5) $I_d = |K_1 I_1 + K_2 I_2|$; $I_r = \text{Max}(|K_1 I_1|, |K_2 I_2|)$
- (6) $I_d = |K_1 I_1 + K_2 I_2|$; $I_r = ||I_d| - |K_1 I_1| - |K_2 I_2|| / K$

公式中: I_d, I_r 分别代表动作电流和制动电流

I_1, I_2 分别代表一次绕组和二次绕组的电流向量

K_1, K_2 为平衡系数, K 为公式中的系数

所列公式只代表部分差动保护动作方程, 可根据用户要求随时添加。



(2) **比率制动系数 K_{zd} :**

$$K_{zd} = \Delta I_d / \Delta I_z$$

(3) **K_1, K_2 :** 动作方程的平衡系数, 下拉框中包括 K_h, K_m, K_l , 即高、中、低压侧的平衡系数, 根据不同的选择可做任意两侧的试验。

(4) **平衡系数的设置方式:** 包括直接设置及由额定电压及 CT 变比计算。选择由额定电压及 CT 变比计算时, 需选择高、中、低压侧绕组的接线方式, 并设置出额定

电压及 CT 变比。U_h、U_m、U_l 分别为高、中、低压侧的额定电压，单位为 KV；
T_h、T_m、T_l 分别为高、中、低压侧的 CT 变比值。

注意：计算公式中的选项及设置仅在做比率制动边界搜索及比率制动定点测试两项试验中有效。

（三）I1、I2 输出方式（两种输出方式）



分相测试

（1）I1 输出方式：I1 固定由 A 相电流输出，频率为 50Hz，相位根据以下设置输出：

- ① 若做的为常规继电器校验，则选第一种计算公式，I1 的相位可任意设置。
- ② 在做微机保护试验时，选择其它几种公式，I1 的相位固定为 0° 不可设置。

（2）I2 输出方式：当测试项目选择比率制动边界搜索或比率制动定点测试时，I2 由 B 相电流输出，频率为 50Hz，相位可设置为 0° 或 180°；当测试项目选择谐波制动边界搜索、谐波制动定点测试时，I2 由 A 相电流输出，频率由所选谐波次数决定；当测试项目选择直流助磁试验时，I2 由 A 相电流输出，频率为 0Hz。

（3）补偿电流：当测试项目选择比率制动边界搜索或比率制动定点测试，且两侧的绕组接线方式一侧为 Y，另一侧为 Δ 时，为了不使未测试相抢先于测试相动作，需引入一补偿电流。补偿电流由 C 相输出，输出大小为 0、I1、I2、-I1、-I2 可选。当保护在 Y 侧进行相位补偿时，选 -I2；当保护在 Δ 侧进行相位补偿时，选 -I1。

具体接线方式如下表：

第一种接线形式：变压器 Y/D-11，CT 均 Y 接，Y 侧相位补偿接法如下表：

测试项目	高压侧 IA	高压侧 IB	高压侧 IC	低压侧 Ia	低压侧 Ib	低压侧 Ic
A 相差动	测试仪 IA			测试仪 IB		测试仪 IC
B 相差动		测试仪 IA		测试仪 IC	测试仪 IB	
C 相差动			测试仪 IA		测试仪 IC	测试仪 IB

第二种接线形式：变压器 Y/D-1，CT 均 Y 接，Y 侧相位补偿接法如下表：

测试项目	高压侧 IA	高压侧 IB	高压侧 IC	低压侧 Ia	低压侧 Ib	低压侧 Ic
A 相差动	测试仪 IA			测试仪 IB	测试仪 IC	
B 相差动		测试仪 IA			测试仪 IB	测试仪 IC
C 相差动			测试仪 IA	测试仪 IC		测试仪 IB

第三种接线形式：变压器 Y/D-11，CT 均 Y 接，△侧相位补偿接法如下表：

测试项目	高压侧 IA	高压侧 IB	高压侧 IC	低压侧 Ia	低压侧 Ib	低压侧 Ic
A 相差动	测试仪 IA	测试仪 IC		测试仪 IB		
B 相差动		测试仪 IA	测试仪 IC		测试仪 IB	
C 相差动	测试仪 IC		测试仪 IA			测试仪 IB

第四种接线形式：变压器 Y/D-1，CT 均 Y 接，△侧相位补偿接法如下表：

测试项目	高压侧 IA	高压侧 IB	高压侧 IC	低压侧 Ia	低压侧 Ib	低压侧 Ic
A 相差动	测试仪 IA		测试仪 IC	测试仪 IB		
B 相差动	测试仪 IC	测试仪 IA			测试仪 IB	
C 相差动		测试仪 IC	测试仪 IA			测试仪 IB



三相同步测试

四种情况

1. YY-12、YD-1、YD-11 无校正时的相位设置

(1) **I1 输出方式:** I1 固定由 ABC 三相电流输出, 频率为 50Hz, A 相相位输出当前显示值, ABC 三相按正序输出。

(2) **I2 输出方式:** 当测试项目选择比率制动边界搜索或比率制动定点测试时, I2 由 UVW 三相电流输出, 频率为 50Hz, U 相相位输出当前显示值, UVW 三相按正序输出; 当测试项目选择谐波制动边界搜索、谐波制动定点测试时, I2 由 ABC 三相电流输出, 频率由所选谐波次数决定。

I2 输出方式中的“相位 0”代表“无校正”

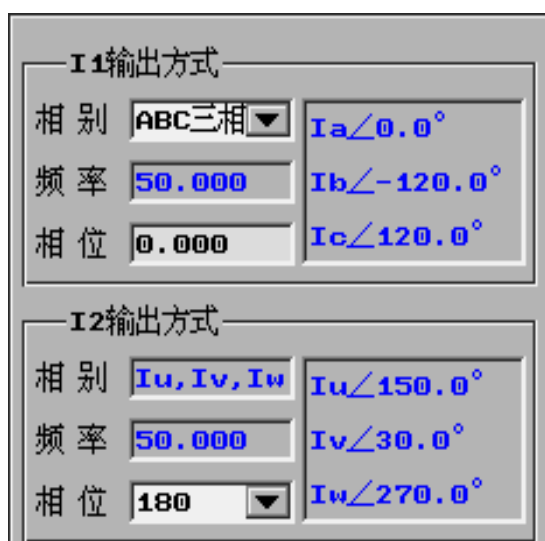
2. YY-12 有校正时的相位设置

(1) **I1 输出方式:** I1 固定由 ABC 三相电流输出, 频率为 50Hz, A 相相位输出当前显示值, ABC 三相按正序输出。

(2) **I2 输出方式:** 当测试项目选择比率制动边界搜索或比率制动定点测试时, I2 由 UVW 三相电流输出, 频率为 50Hz, U 相相位输出当前显示值, UVW 三相按正序输出; 当测试项目选择谐波制动边界搜索、谐波制动定点测试时, I2 由 ABC 三相电流输出, 频率由所选谐波次数决定。

示值, UVW 三相按正序输出; 当测试项目选择谐波制动边界搜索、谐波制动定点测试时, I2 由 ABC 三相电流输出, 频率由所选谐波次数决定。

3. YD-1 有校正时的相位设置



I1输出方式

相别	ABC三相	Ia/0.0°
频率	50.000	Ib/-120.0°
相位	0.000	Ic/120.0°


I2输出方式

相别	Iu, Iv, Iw	Iu/150.0°
频率	50.000	Iv/30.0°
相位	180	Iw/270.0°

(1) **I1 输出方式:** I1 固定由 ABC 三相电流输出, 频率为 50Hz, A 相相位输出当前显示值, ABC 三相按正序输出。

(2) **I2 输出方式:** 当测试项目选择比率制动边界搜索或比率制动定点测试时, I2 由 UVW 三相电流输出, 频率为 50Hz, U 相相位输出当前显示值, UVW 三相按正序输出; 当测试项目选择谐波制动边界搜索、谐波制动定点测试时, I2 由 ABC 三相电流输出, 频率由所选谐波次数决定。

4. YD-11 有校正时的相位设置



I1输出方式

相别	ABC三相	Ia/0.0°
频率	50.000	Ib/-120.0°
相位	0.000	Ic/120.0°

I2输出方式

相别	Iu, Iv, Iw	Iu/210.0°
频率	50.000	Iv/90.0°
相位	180	Iw/330.0°

(1) **I1 输出方式:** I1 固定由 ABC 三相电流输出, 频率为 50Hz, A 相相位输出当前显示值, ABC 三相按正序输出。

(2) **I2 输出方式:** 当测试项目选择比率制动边界搜索或比率制动定点测试时, I2 由 UVW 三相电流输出, 频率为 50Hz, U 相相位输出当前显示值, UVW 三相按正序输出; 当测试项目选择谐波制动边界搜索、谐波制动定点测试时, I2 由 ABC 三相电流输出, 频率由所选谐波次数决定。

(四) 特性曲线定义

- (1) **保护定值：**当测试项目选择比率制动边界搜索或比率制动定点测试时，差动电流门槛值及差动电流速断值可设置；当测试项目选择谐波制动边界搜索或谐波制动定点测试时，谐波制动系数及谐波次数可设置。谐波次数可设置为 2、3、4、5、6、7 次。

- (2) **曲线设置：**拐点为制动电流值，K 为该拐点后曲线的斜率，即为比率制动系数。拐点 1 必须设置，拐点 2 设置后才可设置拐点 3。

- (3) 当测试项目选择比率制动边界搜索或比率制动定点测试时，输入差动电流门槛值、差动电流速断值及拐点值，软件会自动拟合出一条标准动作曲线，并根据相对误差的设置拟合出误差范围。

(五) 动作电流设置

- (1) **搜索方法：**包括按定值绝对值搜索、按定值相对值搜索、按步进值搜索。
- (2) 当选择定值绝对值或定值相对值搜索时，软件根据曲线定义自动计算出定值的大小，并在此值设定的绝对值或相对值范围内按二分法进行搜索。
- (3) 当选择步进值搜索时，动作电流按照设定的初值以步长值进行变化。

- (4) **保持时间：**动作电流在每一值下所保持的时间

- (5) **复归时间：**装置在两次动作电流输出间输出为 0 的时间

（六）制动电流设置

（1）制动电流：按步进值搜索，

附加测试点选中后有效。

（2）定点测试：比率制动定点

测试即谐波制动定点测试时有效，

可输入四组测试点，选中者有效。



制动电流

初值	1.000	A
终值	5.000	A
步长值	1.000	A
<input type="checkbox"/> 附加测试点1	0.000	A
<input type="checkbox"/> 附加测试点2	0.000	A

定点测试

<input checked="" type="checkbox"/> Id1	1.000	A	<input type="checkbox"/> Ir1	1.000	A
<input checked="" type="checkbox"/> Id2	2.000	A	<input type="checkbox"/> Ir2	3.000	A
<input checked="" type="checkbox"/> Id3	3.000	A	<input type="checkbox"/> Ir3	2.000	A
<input checked="" type="checkbox"/> Id4	2.000	A	<input type="checkbox"/> Ir4	3.000	A

（七）辅助电压

选中有效，

软件默认三相对称的正序、负序电压，

幅值为 57.735V，频率为 50Hz



辅助电压

正序UABC	<input checked="" type="checkbox"/>
负序UABC	<input type="checkbox"/>
正序UUVW	<input checked="" type="checkbox"/>
负序UUVW	<input type="checkbox"/>

（八）开关量设置

选中有效，

根据提示与上面板的端子对应接线



开入量设置

接点逻辑选择 逻辑或

1	<input checked="" type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>

接点抖动时间 7 ms

开出量设置

<input checked="" type="checkbox"/> 1	由开到闭	延时	1.00	s
<input type="checkbox"/> 2	由开到闭	延时	2.00	s
<input type="checkbox"/> 3	由开到闭	延时	3.00	s
<input type="checkbox"/> 4	由开到闭	延时	4.00	s

（九）显示切换

点击此按钮，可在试验结果及动作曲线间进行切换。

11. 4 测试过程

1. 比率制动边界搜索

按确认键后，制动相输出第一个制动电流，动作电流根据搜索方法不同。输出方式不同。

- ① **按定值绝对值搜索：**软件根据曲线定义自动计算出此制动电流下动作电流定值的大小，并在设定的绝对值范围内按二分法进行搜索，达到搜索精度后记下该点。
- ② **按定值相对值搜索：**软件根据曲线定义自动计算出此制动电流下动作电流定值的大小，并在设定的相对值范围内按二分法进行搜索，达到搜索精度后记下该点。
- ③ **按步进值搜索：**动作电流由设定的初值以步长值向终值变化，动作后，记下该点。
此制动电流下的动作电流找到后，制动电流变为下一点，动作电流继续以相同的方式变化，直到测试完所有制动点的动作电流，试验结束。

2. 比率制动定点测试

按确认键后，输出设定的制动电流及动作电流定点值进行测试。

3. 谐波制动边界搜索

按确认键后，制动相输出第一个制动电流，动作电流根据搜索方法不同输出方式不同。

- ① **定值绝对值搜索：**软件根据设定的谐波制动系数自动计算出此制动电流下动作电流定值的大小，并在设定的绝对值范围内按二分法进行搜索，达到搜索精度后记下该点。
- ② **定值相对值搜索：**软件根据设定的谐波制动系数自动计算出此制动电流下动作电流定值的大小，并在设定的相对值范围内按二分法进行搜索，达到搜索精度后记下该点。
- ③ **按步进值搜索：**动作电流由设定的初值以步长值向终值变化，动作后，记下该点。

4. 谐波制动定点测试

按确认键后，输出设定的制动电流及动作电流定点值进行测试。

5. 直流助磁特性

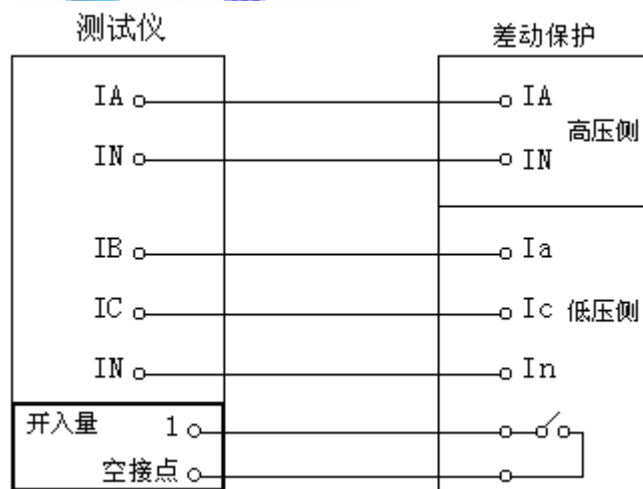
按确认键后，直流（制动相输出）输出为 0，动作电流由初始值以步长值向终值变化，保护动作记下该点，即为无直流分量时的动作电流。直流按设定步长增加，动作电流仍由初始值以步长值向终值变化，直到测试完所有直流分量下的动作电流，试验结束。

11. 5 实验举例（分相）

1. 实验目的

测试南京南瑞 RCS9000 系列主变差动保护 A 相高低压侧的比率制动曲线，其中高低压接线方式为 Y/D11，Y 侧相位补偿。高压侧额定电压 220KV，CT 变比为 40；低压侧额定电压为 10KV，CT 变比为 800。保护定值：门槛值 2A，差动速断值 6A，拐点为 2A，比率制动系数为 0.5

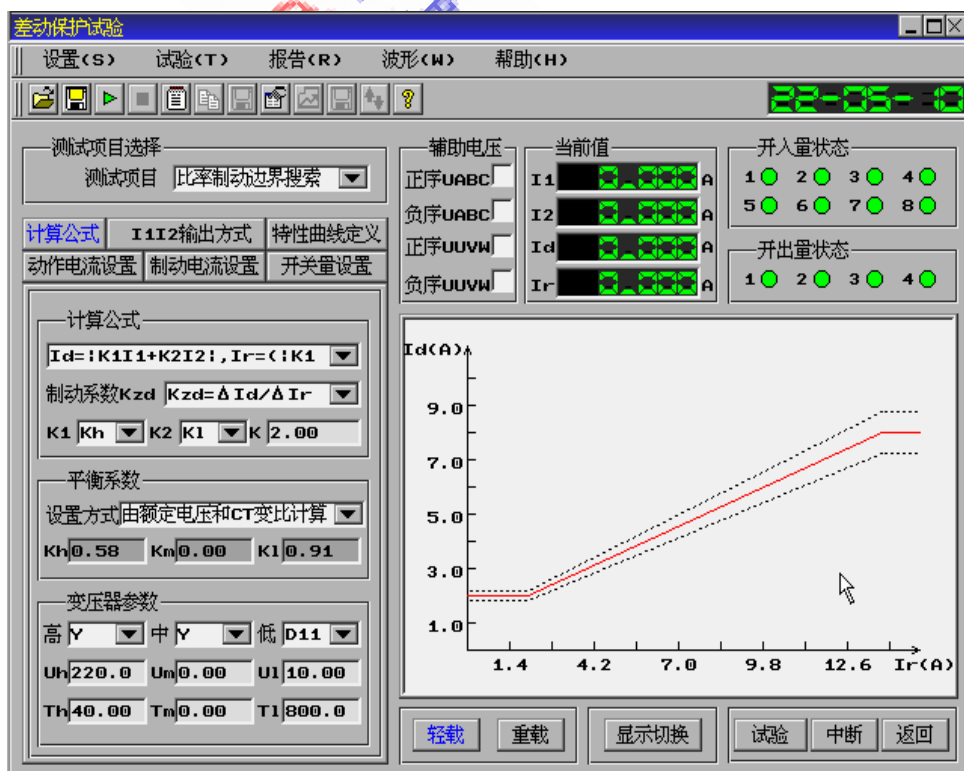
2. 实验接线



3. 参数设置

- 〈1〉 测试项目： 选择比率制动边界搜索
- 〈2〉 计算公式： 选择 $I_d = |K_1 I_1 + K_2 I_2|$; $I_r = (|K_1 I_1| + |K_2 I_2|) / K$
- 〈3〉 K1 选择 Kh; K2 选择 K1: K 设置为 2
- 〈4〉 平衡系数设置：选择由额定电压及 CT 变比计算
- 〈5〉 变压器联接组别：高选择 Y，低选择 D11
- 〈6〉 额定电压：Uh 设置为 220，U1 设置为 10
- 〈7〉 CT 变比：Th 设置为 40，T1 设置为 800

- 〈8〉 I2 相位：选择 180°
- 〈9〉 补偿电流输出值：选择-I2
- 〈10〉 差动电流门槛值：2A
- 〈11〉 差动电流速断值：8A
- 〈12〉 拐点 1 设置：2A K1 为 0.5
- 〈13〉 允许相对误差：设置为 10%
- 〈14〉 动作电流搜索方法：选择按定值绝对值搜索
- 〈15〉 定值绝对值：设置为 0.5A
- 〈16〉 搜索精度：设置为 0.05A
- 〈17〉 保护时间：设置为 1s
- 〈18〉 复归时间：设置为 1s
- 〈19〉 制动电流设置：初值 1A；终值 10A；步长值 1A
- 〈20〉 开入量设置：接点逻辑选择逻辑或，选中 1 接点
- 〈21〉 接点抖动时间：设置为 5ms
- 〈22〉 负载类型选择重载



4. 实验报告

差动保护试验报告

试验地点

试验日期

2006年6月16日11时13分50秒

保护名称

RSC9000

保护编号

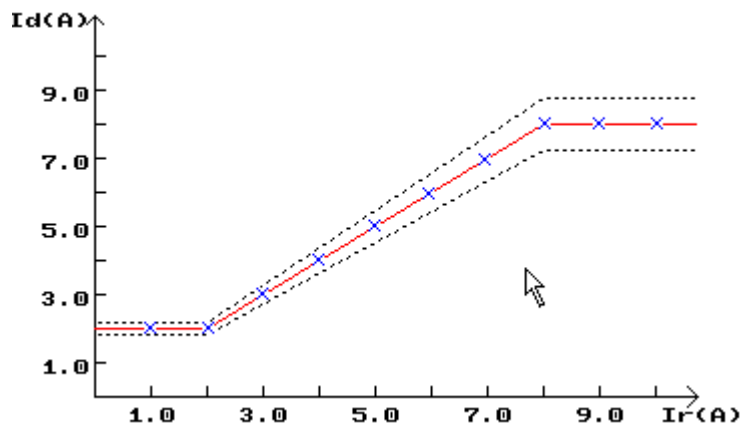
测试项目

比率制动边界搜索

序号	制动电流	动作电流	制动系数	动作时间
01	1.000	2.000		30.6ms
02	2.000	2.050	1.05	31.8ms
03	3.000	3.000	0.95	32.0ms
04	4.000	4.050	1.05	30.1ms
05	5.000	5.050	1.00	31.5ms
06	6.000	6.000	0.95	32.7ms
07	7.000	7.000	1.00	32.2ms
08	8.000	8.000	1.00	20.5ms
09	9.000	8.000	0.00	20.2ms
10	10.000	8.000	0.00	19.9ms

试验人签字：

差动实验比率制动特性曲线如下图所示：

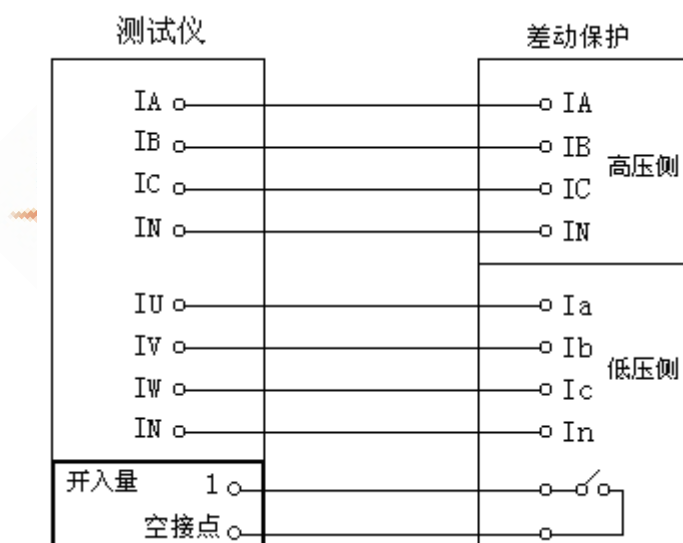


11.6 实验举例（三相同时）

1. 实验目的

测试南京南瑞 RCS9000 系列主变差动保护 A 相高低压侧的比率制动曲线，其中联接组别为 Y/Y/D11，Y 侧相位补偿。高压侧额定电压 220KV，CT 变比为 40；低压侧额定电压为 10KV，CT 变比为 800。保护定值：门槛值 2A，差动速断值 6A，拐点为 2A，比率制动系数为 0.5

2. 实验接线



3. 参数设置

- 〈1〉 测试项目：选择比率制动边界搜索
- 〈2〉 计算公式：选择 $I_d = |K_1 I_1 + K_2 I_2|$; $I_r = (|K_1 I_1| + |K_2 I_2|) / K$
- 〈3〉 K1 选择 Kh；K2 选择 K1；K 设置为 2
- 〈4〉 平衡系数设置：选择由额定电压及 CT 变比计算
- 〈5〉 变压器联接组别：高选择 Y，低选择 D11
- 〈6〉 额定电压：Uh 设置为 220，U1 设置为 10
- 〈7〉 CT 变比：Th 设置为 40，T1 设置为 800
- 〈8〉 差动电流门槛值：2A
- 〈9〉 差动电流速断值：8A
- 〈10〉 拐点 1 设置：2A K1 为 0.5
- 〈11〉 允许相对误差：设置为 10%
- 〈12〉 动作电流搜索方法：选择按定值绝对值搜索

- 〈13〉 定值绝对值：设置为 0.5A
- 〈14〉 搜索精度：设置为 0.05A
- 〈15〉 保护时间：设置为 1s
- 〈16〉 复归时间：设置为 1s
- 〈17〉 制动电流设置： 初值 1A；终值 10A；步长值 1A
- 〈18〉 开入量设置：接点逻辑选择逻辑或，选中 1 接点
- 〈19〉 接点抖动时间：设置为 5ms
- 〈20〉 负载类型选择重载

4. 实验报告

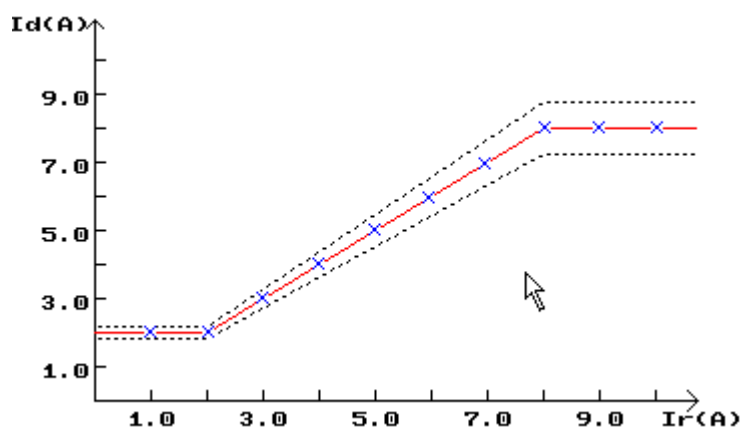
差动保护试验报告

试验地点				
试验日期	2006年6月19日10时44分45秒			
保护名称	RSC9000			
保护编号				
测试项目	比率制动边界搜索			
变压器联机组别	Y/YD11			

序号	制动电流	动作电流	制动系数	动作时间
01	1.000	2.000		30.2ms
02	2.000	2.050	1.05	30.8ms
03	3.000	3.000	0.95	31.0ms
04	4.000	4.050	1.05	30.1ms
05	5.000	5.050	1.00	31.5ms
06	6.000	6.000	0.95	32.7ms
07	7.000	7.000	1.00	32.2ms
08	8.000	8.000	1.00	20.5ms
09	9.000	8.000	0.00	20.2ms
10	10.000	8.000	0.00	19.9ms

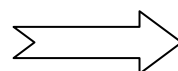
试验人签字：

差动实验比率制动特性曲线如下图所示：

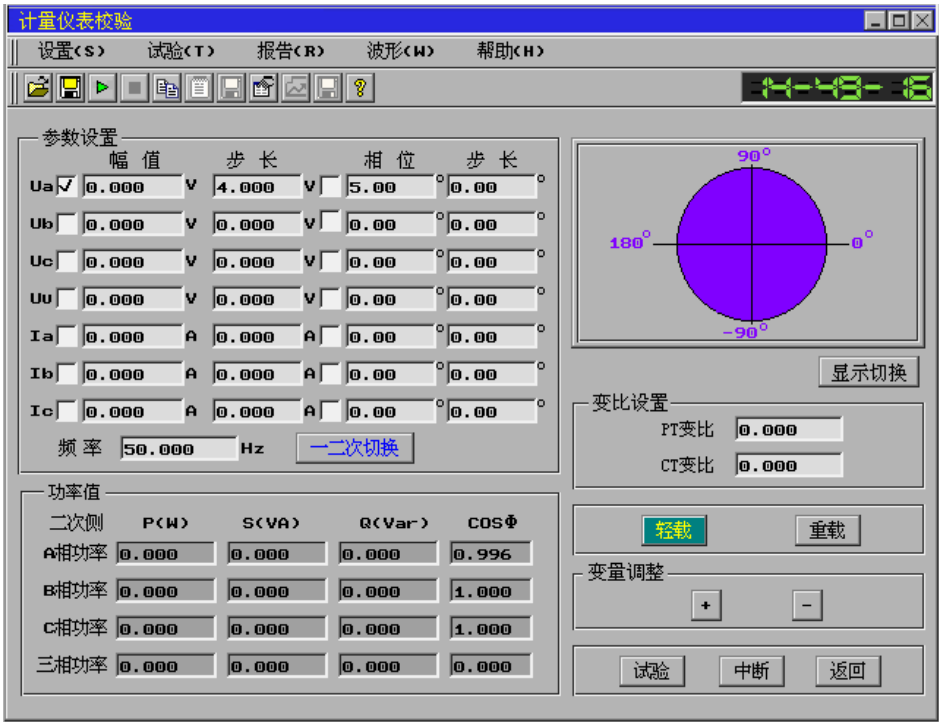


11.7 注意事项

1. 在做普通差动继电器比率制动曲线时，请选择公式 1。
2. 曲线特性定义中，拐点 1 之前的制动电流下的动作电流均为差动电流门槛值，斜率为 0；若曲线为一斜线，则可将拐点 1 设置为 0，K 为斜线的斜率。
3. 比率制动试验时，请正确设置变压器的参数，它直接关系到试验的精确性。
4. 比率制动试验需加入补偿电流时，注意该补偿电流的通入相别。
5. 比率制动试验时，第一组及未得出动作电流者，试验结果中制动系数栏将不显示。



12. 1 操作界面



12. 2 功能介绍

- 1. 该单元可进行电压、电流、频率、相位、功率、功率因数等电力计量表计的校验。
- 2. 可设置 SF、CT 变比，自动计算一次侧各参数值。

12. 3 参数说明

(一) 参数设置

- 1. 二次侧参数
 - ① 二次侧电压、电流的幅值及相位可设置，选框内打“√”者，可按设定步长进行调整。
 - ② 频率输入后，电压、电流输出均为此频率。
 - ③ 点击“一二次切换”按钮，可进行一二次参数间的切换。

2. 一次侧参数

根据所设置的二次参数及 SF、CT 变比，自动计算出一次侧参数值。点击“一二次切换”按钮，可进行一二次参数间的切换。

(二) 功率值

功率值				
一次侧	P(MW)	S(MVA)	Q(MVar)	COSΦ
A相功率	0.000	0.000	0.000	0.996
B相功率	0.000	0.000	0.000	1.000
C相功率	0.000	0.000	0.000	1.000
三相功率	0.000	0.000	0.000	0.000

- 1. 根据所设置的二次参数及 SF、CT 变比，自动计算一二次的有功、无功、视在功率及功率因数。
- 2. A、B、C 相功率可分别进行计算。
- 3. 点击“一二次切换”按钮，可进行一二次功率显示切换。

(三) 线序分量

- 1. 根据所设置的参数自动计算电压电流的正序、负序、零序分量及线电压的值。
- 2. 点击“显示切换”，可在线序分量及矢量图的显示间进行切换。

(四) 变比设置

设置 SF、CT 的变比值。如某 SF 的变比为 110KV/100V，则 SF 变比栏应输入为 1100。CT 设置同 SF。

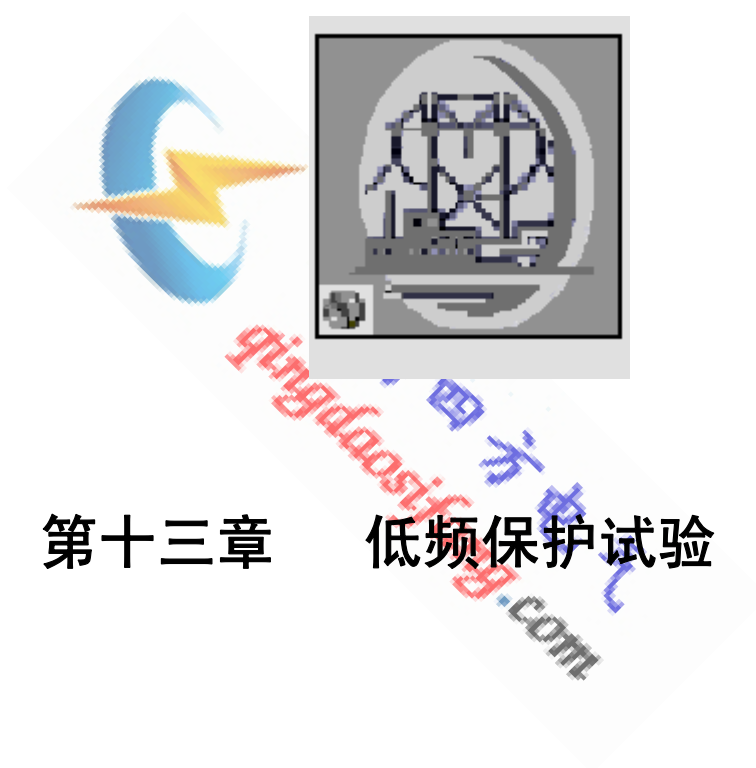
(五) 调节按钮

点击“+”按钮或“→”键，可使选中相变量以设定步长值增加；
点击“-”按钮或“←”键，可使选中相变量以设定步长值降低。

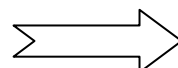
12. 4 注意事项

- 1. 进行表计校验，通入表计的电气量为表头指示的一半时比较准确。
- 2. 表计有倍率时，应设置相应的 CT、SF 倍数。

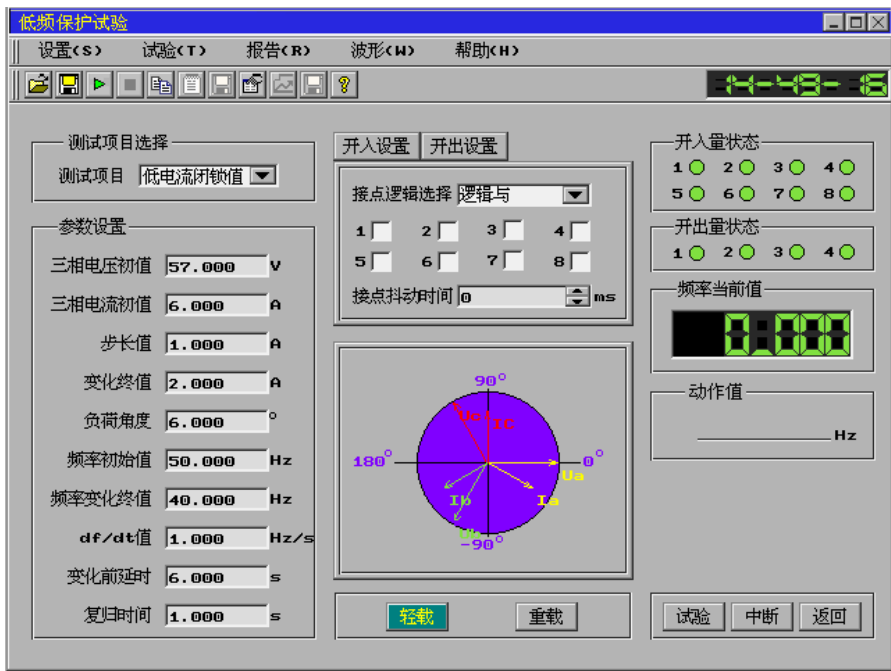




第十三章 低频保护试验



13. 1 操作界面



13. 2 功能介绍

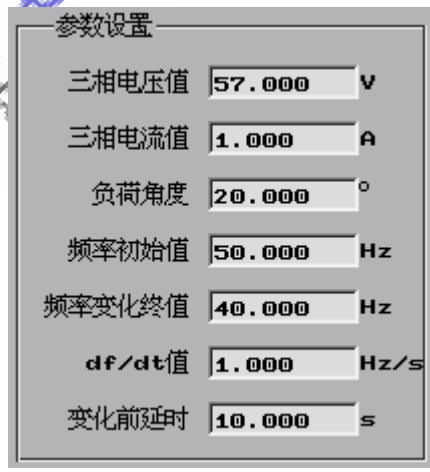
- 1. 可完成对低周减载装置及低周低压解列装置的低频动作值、动作时间、df/dt 闭锁值、dv/dt 闭锁值、低电压闭锁值、低电流闭锁值的自动测试。
- 2. 可完成频率继电器的测试。

13. 3 操作界面

(一) 测试项目

1. 动作值测试

- (1) 三相电压值：ABC 三相电压输出该值。
- (2) 三相电流值：ABC 三相电流输出该值。
- (3) 负荷角度：同相电压超前于电流的角度。
- (4) 频率初始值：变化前延期内，电压电流的



频率以此值输出，并由此值开始变化时。此设定值不应使低频保护动作。

- (5) 频率变化终值：当频率变化至此值后测试仪便停止输出。此值应低于低频保护的

动作值。

- (6) df/dt 值：输出频率按此变化速率下降。因低频保护有一定的动作时间，为了保证测试的精度，应将此值取小些。

2. 动作时间测试

- (1) 计时启动频率：频率降到此值时，软件开始动作时间的计时。此值应为低频保护的動作值。
- (2) 其余参数同動作值测试。

参数设置

三相电压值	57.000	V
三相电流值	5.000	A
负荷角度	20.000	°
频率初始值	50.000	Hz
频率变化终值	40.000	Hz
计时启动频率	45.000	Hz
df/dt值	1.000	Hz/s
变化前延时	1.000	s

3. df/dt 闭锁值

- (1) 频率变化终值：因 df/dt 的闭锁值较大，且保护又有一定的动作时限，此值的设置应低于低频保护的動作值一定值。
如果 df/dt 闭锁值整定为 10Hz/s，低频保护動作值为 48Hz，保护整定動作时限为 0.5s，则频率变化终值应低于 $48-10\times0.5=43\text{Hz}$ 。
- (2) df/dt 初值：输出频率按此变化速率由频率初始值向频率变化终值下降。
- (3) df/dt 终值：滑差变为此值后，装置停止输出。
- (4) df/dt 步长值：滑差以此步长变化。

参数设置

三相电压值	100.000	V
三相电流值	10.000	A
负荷角度	45.000	°
频率初始值	50.000	Hz
频率变化终值	40.000	Hz
df/dt初值	1.000	Hz/s
df/dt终值	10.000	Hz/s
df/dt步长值	1.000	Hz/s
变化前延时	2.000	s
复归时间	2.000	s

4. dv/dt 闭锁值

- (1) **三相电压初值**: 变化前延时时输出的正常相电压。
- (2) **三相电压终值**: 电压变化到此值时, 进行下一步长搜索。此值应躲开低电压 闭锁值。
- (3) **dv/dt 初值**: 输出电压按此变化速率由电压初始值向电压变化终值下降。
- (4) **dv/dt 终值**: 电压滑差变为此值后, 装置停止输出。
- (5) **dv/dt 步长值**: 电压滑差以此步长变化。
- (6) **频率初始值**: 变化前延时时输出该频率值。

此值设置比频率动作值稍大些即可。

- (7) **df/dt 值**: 故障时刻, 频率由频率初始值开始以此值保护变化。
此值设置应小于 df/dt 闭锁值。

注意: 频率初始值及 df/dt 值的设置应保证在较短时间内使保护处于低频状态, 以进行 dv/dt 闭锁值的测试。

参数设置

三相电压初值	100.000	V
三相电压终值	10.000	V
三相电流值	45.000	A
负荷角度	50.000	°
dv/dt初值	1.000	V/s
dv/dt终值	2.000	V/s
dv/dt步长值	10.000	V/s
频率初始值	1.000	Hz
df/dt值	2.000	Hz/s
变化前延时	2.000	s
复归时间	2.000	s

5. 低电压闭锁值

- (1) 三相电压初值: 变化前延时时输出的正常相电压。
- (2) 变化终值: 电压变化到此值时, 装置停止输出。此值应低于低电压闭锁值。
- (3) 步长值: 电压每步降低的值。
- (4) 其它参数设置同动作值测试。

参数设置

三相电压初值	120.000	V
变化终值	20.000	V
步长值	10.000	V
三相电流值	5.000	A
负荷角度	5.000	°
频率初始值	50.000	Hz
频率变化终值	40.000	Hz
df/dt值	1.000	Hz/s
变化前延时	10.000	s
复归时间	3.000	s

6. 低电流闭锁值

- (1) 三相电流初值：变化前延时时输出的正常相电流。
- (2) 步长值：电流每步降低的值。
- (3) 变化终值：电流变化到此值时，装置停止输出。此值应低于低电流闭锁值。
- (4) 其它参数设置同动作值测试。

参数设置

三相电压初值	57.000	V
三相电流初值	6.000	A
步长值	1.000	A
变化终值	2.000	A
负荷角度	6.000	°
频率初始值	50.000	Hz
频率变化终值	40.000	Hz
df/dt值	1.000	Hz/s
变化前延时	6.000	s
复归时间	1.000	s

13. 4 输出过程描述

1. 动作值测试

变化前延时时，装置以频率初始值输出设定的三相电压电流值。变化延时时，输出频率以 df/dt 设定值为变化速率靠近频率变化终值。当装置收到保护动作信号，记下此时频率即为频率动作值，停止输出；若频率变化至频率变化终值保护仍未动作，装置停止输出。提示：“频率变化范围设置太小，请重新设置！”。

2. 动作时间测试

变化前延时时，装置以频率初始值输出设定的三相电压电流值。变化延时时，输出频率以 df/dt 设定值为变化速率靠近频率变化终值。当频率降至计时启动频率设定值时，装置启动计时；当收到保护动作信号，装置停止输出并终止计时；此段时间即为动作时间。若频率变化至频率变化终值保护仍未动作，装置停止输出。提示：“频率变化范围设置太小，请重新设置！”。

3. df/dt 闭锁值

变化前延时时，装置以频率初始值输出设定的三相电压电流值。变化延时时，输出频率以 df/dt 初值为变化速率靠近频率变化终值。此间若装置收到保护动作信号，即进入复归时间，电压电流输出为 0。经复归时间后，再次进入变化前延时。变化延时时，df/dt 值增加一步长，向频率变化终值靠近。以此进行下去，直至装置未收到保护动作信号，此时的 df/dt 值即为 df/dt 闭锁值。若 df/dt 值变化至 df/dt 终值保护仍在动作，装置停止输出。提示：“df/dt 值变化范围设置太小，请重新设

置!” 若以 df/dt 初始值变化时未收到保护动作信号, 装置停止输出。提示: “ df/dt 初始值设置太大, 请重新设置!”。

4. dv/dt 闭锁值

变化前延期内, 装置以频率初始值输出设定的三相电压电流值。变化延时而后, 输出电压以 dv/dt 初值为变化速率靠近三相电压终值, 输出频率以 df/dt 值的速率变化。此间若装置收到保护动作信号, 即进入复归时间, 电压电流输出为 0。经复归时间后, 再次进入变化前延时。变化延时而后, dv/dt 值增加一步长, 向三相电压终值靠近, 输出频率仍以 df/dt 值的速率从频率初始值下降。以此进行下去, 直至装置未收到保护动作信号, 此时的 dv/dt 值即为 dv/dt 闭锁值。若 dv/dt 值变化至 dv/dt 终值保护仍在动作, 装置停止输出。提示: “ dv/dt 值变化范围设置太小, 请重新设置!” 若以 dv/dt 初始值变化时未收到保护动作信号, 装置停止输出。提示: “ dv/dt 初始值设置太大, 请重新设置!”。

5. 低电压闭锁值

变化前延期内, 装置以频率初始值输出设定的三相电压电流值。变化延时而后, 电压输出三相电压初值, 频率以 df/dt 值为变化速率靠近频率变化终值。此间若装置收到保护动作信号, 即进入复归时间, 电压电流输出为 0。经复归时间后, 再次进入变化前延时。变化延时而后, 电压降低一步长, 频率仍以 df/dt 值为变化速率靠近频率变化终值。以此进行下去, 直至装置未收到保护动作信号, 此时的电压值即为低电压闭锁值。若电压值降至变化终值保护仍在动作, 装置停止输出。提示: “电压变化范围设置太小, 请重新设置!” 若以电压初值变化时未收到保护动作信号, 装置停止输出。提示: “电压初值设置太小, 请重新设置!”。

6. 低电流闭锁值

变化前延期内, 装置以频率初始值输出设定的三相电压电流值。变化延时而后, 电流输出三相电流初值, 频率以 df/dt 值为变化速率靠近频率变化终值。此间若装置收到保护动作信号, 即进入复归时间, 电压电流输出为 0。经复归时间后, 再次进入变化前延时。变化延时而后, 电流降低一步长, 频率仍以 df/dt 值为变化速率靠近频率变化终值。以此进行下去, 直至装置未收到保护动作信号, 此时的电流值即为低电流闭锁值。若电流值降至变化终值保护仍在动作, 装置停止输出。提示: “电流变化范围设置太小, 请重新设置!” 若以电流初值变化时未收到保护动作信号, 装置停止输出。提示: “电流初值设置太小, 请重新设置!”。

13. 5 实验举例

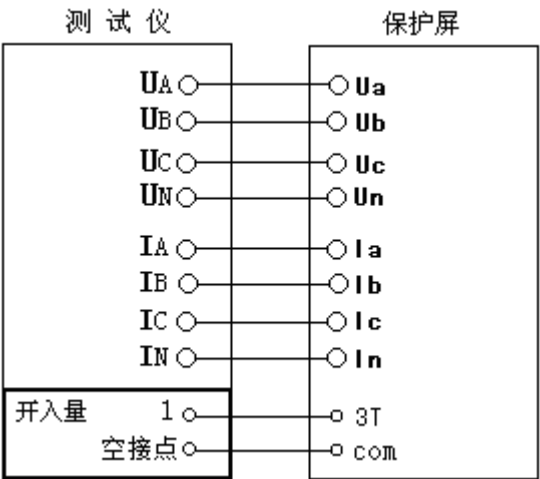
1. 实验目的

测试DVP-631微机线路保护监控装置
低频保护的df/dt闭锁值。
df/dt闭锁值整定为4Hz/s；低频定值为48Hz；低电流闭锁值为1A；
动作时间整定为0.5s。

2. 实验接线

3. 参数设置

- ① 测试项目：选择df/dt闭锁值测试
- ② 三相电压值：57V
- ③ 三相电流值：2A，大于低电流闭锁值
- ④ 负荷角度：30°
- ⑤ 频率初始值：50Hz
- ⑥ 频率变化终值：45C，低于 $50-4\times0.5=48\text{Hz}$
- ⑦ df/dt初值：3Hz/s
- ⑧ df/dt终值：5Hz/s
- ⑨ df/dt步长值：0.2Hz/s
- ⑩ 变化前延时：1s
- ⑪ 复归时间：1s



4. 实验报告

低频保护试验报告

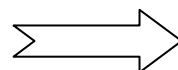
试验地点	
试验时间	2006年6月16日12时3分32秒
保护名称	DVP-631
保护编号	
测试项目	df/dt闭锁值
df/dt闭锁值	4.0VHz/s

试验人签字：

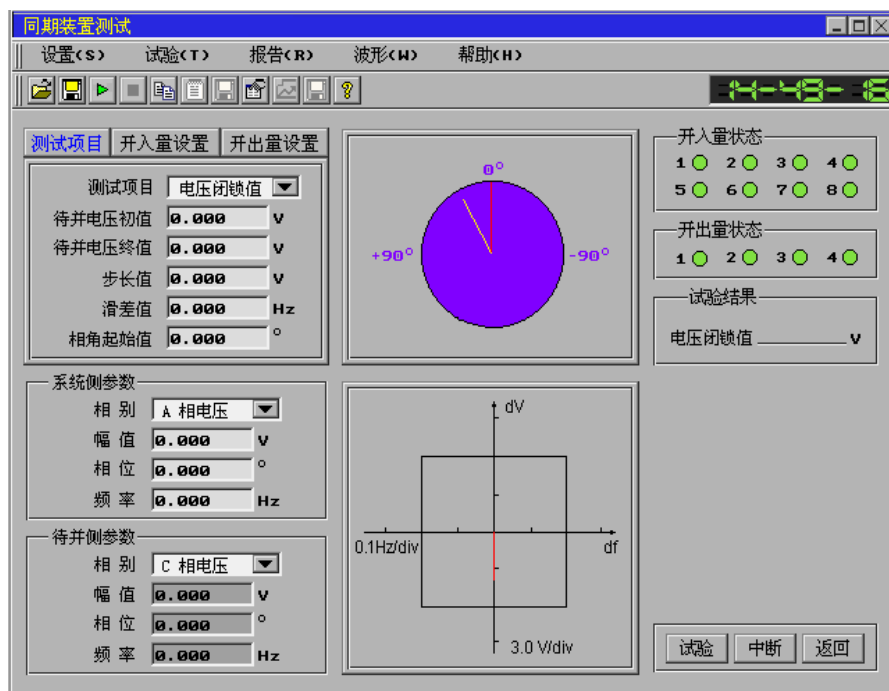
13. 6 注意事项

1. 测试动作值时，因低频保护有一定的动作时间，为了保证测试的精度，应将 df/dt 值取小些。
2. 测试动作时间时，计时启动频率为保护低频定值。
3. 测试 df/dt 闭锁值时，因 df/dt 的闭锁值较大，且保护又有一定的动作时限，频率变化终值的设置应低于低频保护的動作值一定值。
4. 测试 dv/dt 闭锁值时，各参数的设置应保证在 dv/dt 变化时各步下处于低频的时间大于保护动作时间。
5. 测试低电压闭锁值时，界面上的设置为相电压，若保护定值给出的是线电压的定值，设置时应作相应的换算。结果同时给出相电压及线电压闭锁值。
6. 若保护具有低电流闭锁时，各测试项目下的电流值应大于低电流闭锁值。

青島四方電氣
qingdaosifang.com



14. 1 操作界面



14. 2 功能介绍

1. 可完成对同期装置合闸压差、合闸频差、导前角度、导前时间、调频脉宽、调压脉宽的测试。
2. 对自动准同期装置一次性完成自动调整试验。
3. 可以完成同步检查继电器动作角的测试。
4. 同步窗同步实时显示试验过程。

14. 3 参数说明

(一) 测试项目

1. 电压闭锁值



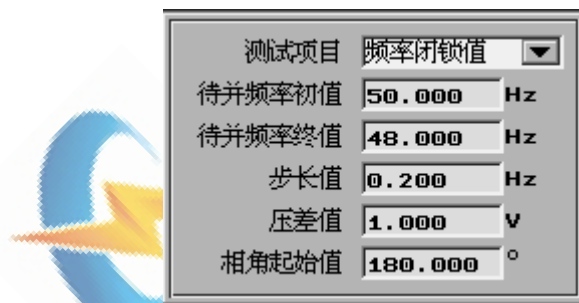
- (1) 待并侧电压初值：此值应设置在能使同期装置发出合闸脉冲的范围内。
- (2) 待并侧电压终值：此值应设置在能使同期装置发出合闸脉冲的范围外。

- (3) 步长值：待并侧电压以此值为步长由初值向终值变化。
- (4) 滑差值：设置为正值时，待并侧大于系统侧电压的频率值，同期窗待并线顺时针转；设置为负值时，待并侧小于系统侧电压的频率值，同期窗待并线逆时针转。

注意：此值应设置在能使同期装置发出合闸脉冲的范围内。

- (5) 相角起始值：系统侧超前于待并侧电压的相位差。电压每变化一个步长，同步窗中的待并线均由此角度开始旋转

2. 频率闭锁值



- (1) 待并侧频率初值：此值应设置在能使同期装置发出合闸脉冲的范围内。
- (2) 待并侧频率终值：此值应设置在能使同期装置发出合闸脉冲的范围外。
- (3) 步长值：待并侧频率以此值为步长由初值向终值变化。
- (4) 压差值：设置为正值时，待并侧大于系统侧电压值；设置为负值时，待并侧小于系统侧电压值。

注意：此值应设置在能使同期装置发出合闸脉冲的范围内。

- (5) 相角起始值：系统侧超前于待并侧电压的相位差。频率每变化一个步长，同步窗中的待并线均由此角度开始旋转。

3. 导前时间相角

导前时间相角的参数设置同频率闭锁值，只是软件在此试验过程中所记录的数据不同。

4. 自动调整

- (1) 升压步长：每收到一次升压脉冲待并侧电压的增加值。
- (1) 降压步长：每收到一次降压脉冲待并侧电压的降低值。
- (2) 减速步长：每收到一次减速脉冲待并侧频率的降低值。
- (3) 增速步长：每收到一次增速脉冲待并侧频率的增加值。

测试项目	自动调整
变量提示	待并侧电压参数
升压步长	0.200 V
降压步长	0.200 V
减速步长	0.100 Hz
增速步长	0.100 Hz

(二) 开入量设置

(1) 开入量的 1-5 接点分别对应合闸、升压、降压、增速、减速接点。

(2) 接点抖动时间：从开入量的状态变化开始计时，经过该时间后，若此开入量接点仍然处于变化后的状态，则认为该开入量接点状态发生翻转。一般设定为 0-20ms 之间。

合闸接点	开入量接点1
升压接点	开入量接点2
降压接点	开入量接点3
增速接点	开入量接点4
减速接点	开入量接点5
接点抖动时间	2 ms

(三) 系统侧参数

系统侧参数	
相别	AB相电压
幅值	100.000 V
相位	0.000 °
频率	50.000 Hz

(1) 相别：包括 A 相电压及 AB 相电压。当所需电压超过 120V 时，要选择 AB 相。

(2) 幅值、相位、频率用户自行设置。

(四) 待并侧参数

待并侧参数	
相别	CX相电压
幅值	95.000 V
相位	120.000 °
频率	48.000 Hz

(1) 相别：包括 C 相电压及 CX 相电压。当所需电压超过 120V 时，要选择 CX 相。

(2) 幅值、相位、频率在做电压闭锁值、频率闭锁值、导前时间相角时，根据设置进行显示；在做自动调整试验时，用户自行设置。

（五）同步窗

1. 上图同步显示待并侧与系统侧的相位差，红线为系统侧，黄线为待并侧。
2. 下图同步显示待并侧与系统侧的幅值差与频率差，红线的顶端的位置即为此时的差值。

（六）试验结果

根据不同的测试项目，显示不同的测试结果。

14. 4 逻辑过程描述

1. 电压闭锁值

待并侧电压首先输出初值，频率为系统侧频率加上滑差值，相位的初始值为相角起始值加上系统侧电压初始相位。待并侧相位以 2π 倍滑差值的速度向系统侧靠拢，在此过程中，若测试仪收到合闸信号，则电压降低（终值小于初值时）或升高（终值大于初值时）一步长值，重复以上过程，直至测试仪收不到合闸信号，记下此时的电压值即为电压闭锁值。若测试仪一开始就未收到合闸信号，则需重新设置参数。

2. 频率闭锁值

待并侧频率首先输出初值，电压为系统侧电压加上压差值，相位的初始值为相角起始值加上系统侧电压初始相位。待并侧相位以 2π 倍频率差的速度向系统侧靠拢，在此过程中，若测试仪收到合闸信号，则频率降低（终值小于初值时）或升高（终值大于初值时）一步长值，重复以上过程，直至测试仪收不到合闸信号，记下此时的频率值即为频率闭锁值。若测试仪一开始就未收到合闸信号，则需重新设置参数。

3. 导前时间相角

待并侧频率首先输出初值，电压为系统侧电压加上压差值，相位的初始值为相角起始值加上系统侧电压初始相位。待并侧相位以 2π 倍频率差的速度向系统侧靠拢，在此过程中，若测试仪收到合闸信号，则频率降低（终值小于初值时）或升高（终值大于初值时）一步长值，重复以上过程，直至测试仪收不到合闸信号，记下上次收到合闸信号时的频率值及相角差。此相角差即为导前角度，导前角度除以 2π 倍的频率差得出导前时间。若测试仪一开始就未收到合闸信号，则需重新设置参数。

4. 自动调整

首先输出待并侧的设定参数值，测试仪收到一次升压或降压脉冲，电压就按步长升高或降低一次，并记下脉冲宽度；测试仪收到一次增速或减速脉冲，频率就按步长升高或降低一次，并记下脉冲宽度。直至收到合闸信号，记下此时待并侧电压的幅值、频率及相位，得出试验结果。

14. 5 实验举例

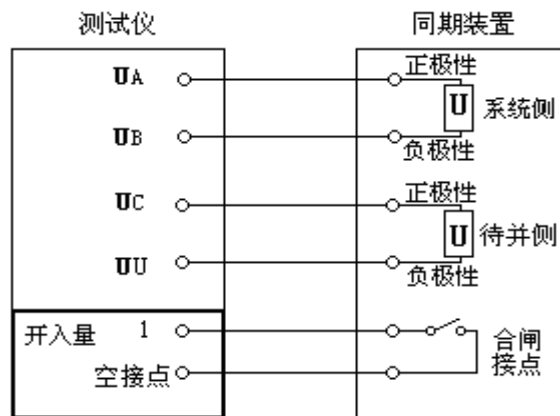
1. 实验目的

测试 WX-98A 微机同期装置的高、低电压闭锁值。

合闸允许压差：高 2V，低 2V；

合闸允许频差：高 0.25Hz，低 0.25Hz

2. 实验接线



3. 参数设置

- ① 测试项目：选择电压闭锁值测试
- ② 待并电压初值：100V
- ③ 待并电压终值：做低电压闭锁值时设置为 95V；
做高电压闭锁值时设置为 105V
- ④ 步长值：0.2V
- ⑤ 滑差值：0.1Hz，低于合闸允许频差
- ⑥ 相角起始值：180°
- ⑦ 系统侧电压幅值：100V
- ⑧ 系统侧电压频率：50HZ
- ⑨ 系统侧电压相位：0°

4. 实验报告

同期装置测试试验报告

试验地点	
试验时间	2006年6月10日12时00分50秒
装置名称	WX-98A
装置编号	
测试项目	电压闭锁值
低电压闭锁值	98.0V
高电压闭锁值	102V

试验人签字：

14. 6 注意事项

1. 测试电压（或频率）闭锁值时，初值设置大于终值，即可得出低电压（或频率）闭锁值；初值设置小于终值，即可得出高电压（或频率）闭锁值。
2. 当电压输出超过单相输出时，应选择相间电压。

14. 7 背景资料

1. 基本原理

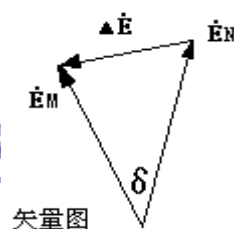
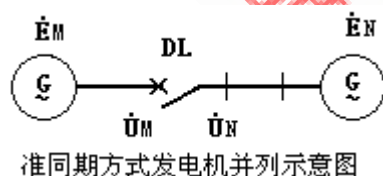
在电力系统运行过程中,经常需要把同步发电机投入到系统上去进行并联运行。这个过程称为同期操作(并列操作)。进行同期操作所需要的装置称为同期装置。

(1) 同期的方式有两种:

- ① **准同期**: 将已加励磁的发电机在达到一定条件后投入电力系统。
- ② **自同期**: 将未加励磁的发电机达到额定转速时投入电力系统,随即加上励磁,发电机被拉入同步。

(2) 准同期必须满足的三个条件:

- ① 发电机电压与系统电压在幅值上相等, 即 $E_M = E_N$ 。
- ② \dot{E}_M 与 \dot{E}_N 同相位, 即 $\delta = 0^\circ$
- ③ 发电机频率与系统频率相等, 即 $\omega_M = \omega_N$



(3) 三个条件允许的误差范围:

- ① 发电机与系统电压幅值上相差不大于 5 %。
- ② \dot{E}_M 与 \dot{E}_N 的相位角差 δ 小于 10° 。
- ③ 发电机频率与系统频率相差不大于 0.2 %—0.5 %。

2. 基本概念

(1) **滑差电压**: 断路器合闸前在断路器触头两侧的电分别为 \dot{U}_M 与 \dot{U}_N , 断路器触头之间的电压 $\dot{U}_M - \dot{U}_N$ 称为滑差电压 \dot{U}_S 。

滑差电压的有效值为:

$$\begin{aligned}
 U_S &= 2 U \left| \sin \left[\left(\omega_M - \omega_N \right) / 2 \right] * t \right| \\
 &= 2 U \left| \sin \left[\left(\omega_S / 2 \right) * t \right] \right| \\
 &= 2 U \left| \sin \left(\delta / 2 \right) \right|
 \end{aligned}$$

① U_s ——滑差电压的有效值，又称整步电压。

② ω_s ——滑差角频率， $\omega_s = \omega_M - \omega_N$ ；

③ δ —— \dot{U}_M 与 \dot{U}_N 的相相差， $\delta = \omega_s * t$

④ $U = U_M = U_N$

(2) **滑差周期：** U_s 由零起，升到最大值，最后又降到零所需的时间 T_s 。

$$T_s = 2\pi / \omega_s$$

(3) **导前角及导前时间：**

导前角和导前时间是保证合闸时相相差 δ 的重要参数，导前时间式的自动准同期装置的合闸脉冲发出到待并两侧电压相位重合（ $\delta=0^\circ$ ）的时间即为导前时间（ t_{dq} ）；导前相角式的自动准同期装置的合闸脉冲发出是导前一个固定的导前相角（ δ_{dq} ）。在滑差 ω_s 刚好满足同期条件时，合闸脉冲发出时的导前时间和导前相角之间存在：

$$\delta_{dq} = t_{dq} * \omega_s$$

在此测试中待并侧电压的频率是变量，其变化步长根据不同的测试精度要求进行设置。使滑差 ω_s 的初值在允许并列的范围内（待并侧频率低于系统侧频率），然后按所设步长逐步减小待并侧频率，直到待并侧电压旋转一周（ 360° ）后仍未收到动作信号时停止试验，记录最后一次出口动作时的相角 δ 和滑差 ω_s ，此时的相角即为导前相角 δ_{dq} ，根据记录值可以计算出导前时间：

$$t_{dq} = \delta_{dq} / \omega_s$$

这样不论是导前时间式的自动准同期装置还是导前相角式的自动准同期装置，均能测试出其导前时间和导前相角。

(4) **电压闭锁值**

测试过程中固定一个小的滑差 ω_s ，保证该滑差在允许并列范围内，待并侧电压按此滑差围绕系统侧电压旋转。电压幅值的变化步长可以根据不同的测试精度要求进行设置。开始测试后先输出待并侧电压幅值等于系统侧电压幅值，待并侧电压从与系统侧电压相差 180° 位置开始以 ω_s 的角速度围绕系统侧电压旋转，满足同期条件时同期装置出口动作。当测试装置收到同期装置的动作信号后，按所设步长减小一个步长的电压幅值，重新从 180° 位置

开始旋转，如此重复直到待并侧电压旋转一周（ 360° ）后仍未收到动作信号时停止试验，记录此时的待并侧电压值即为电压闭锁值。

(5) 频率闭锁值

测试过程中可固定一个小的压差或者使两侧电压幅值相等均可。频率的变化步长要可以根据不同的测试精度要求进行设置。开始测试后先使待并侧电压与系统侧电压之间有一个小的滑差 ωs （待并侧频率低于系统侧频率）， ωs 应在允许并列的范围内。待并侧电压从与系统侧电压相差 180° 的位置开始以 ωs 的角度围绕系统侧电压旋转，满足同期条件时同期装置出口动作。当测试装置收到同期装置的动作信号后，按所设步长减小一个步长的待并侧频率，重新从 180° 位置开始旋转，如此重复直到待并侧电压旋转一周（ 360° ）后仍未收到动作信号时停止试验，记录此时的待并侧频率值即为频率闭锁值。

(6) 电气零点测试

对于晶体管型自动准同步装置，由于实际的线性整步电压要滞后于由分析得到的线性整步电压，即实际线性整步电压对应的 $\delta=0^\circ$ 滞后于真正的 $\delta=0^\circ$ 。为正确测量导前时间，设置电气零点对应 $\delta=0^\circ$ 之点，当 $\delta=0^\circ$ 或 $\delta=180^\circ$ 时电气零点继电器动作。测试时使两待并电压幅值差、频率差在允许并列的范围内，接入电气零点继电器的动作接点。待并侧电压从与系统侧电压相差 180° 的位置开始以 ωs 的角速度围绕系统侧电压旋转，测试装置接收到电气零点继电器接点闭合的信号后记录此时的相角差 δ ，并且计算出误差值。

(7) 调频脉宽

增速调频脉冲和减速调频脉冲可以分别调整，设置时使频率差大于允许值，使发电机侧频率大于系统侧频率测量减速调频脉冲，使发电机侧频率小于系统侧频率测量增速调频脉冲。测试仪接收到调频脉冲开始计时，调频脉冲结束时记录第一个时间，对应调频脉冲的宽度；继续计时，再次收到调频脉冲的时候停时记录第二个时间，从两个时间差测试装置计算出间隔时间。

(8) 调压脉宽

只需测量一个调压脉冲（增压或者减压）即可。设置时使电压的幅值差大于允许值，测试仪接收到调压脉冲开始计时，调压脉冲结束时记录第一个时间，对应调压脉冲的宽度；继续计时，再次收到调压脉冲的时候停时记录第二个时间，从两个时间差测试装置计算出间隔时间。

3. 背景资料

I. 电力系统并网的两情况

目前电力系统的并网方式按并列两系统之间的关系可分为两种情况：

(1) 差频并网：

是指在发电厂中，将一台发电机与另一台发电机同步并网、一台发电机与另一个电力系统的同步并网、两个电气上没有联系的电力系统并网。其特征是在同步点两侧电源的电压、频率不相同，且由于频率不相同，使得两电源之间的相角差也不断的变化。进行差频并网是要在同步点两侧电压和频率相近时，捕获两侧相角差为零的时机完成并列。

(2) 同频并网：

是指断路器两侧电源在电气上原已存在联系的系统的两部分通过此并列点再连通的操作，如线路断路器或双母线系统的母线联络或分段断路器，1 1/2 断路器接线的各串中间串的断路器等。其主要特征是在并网实现前同步点两侧电源的电压可能不相同，但频率相同，且存在一个固定的相角差，这个相角差即为功角 δ ， δ 的值与联接并列点两侧系统其它联络线的电抗值及传输的有功功率值成比例。从本质上讲，同频并网只不过是在有电气联系的两电源间再增加一条连线。这种情况的并网条件应是当并列点断路器两侧的压差及功角在给定范围内时即可实施并网操作。并网瞬间并列点断路器两侧的功角立即消失，系统潮流将重新分布。因此，同频并网的允许功角整定值取决于系统潮流重新分布后不致引起继电保护误动，或导致并列点两侧系统失步。

同步操作是变电所和发电厂中重要的操作。随着微机型同期装置在准确性和可靠性方面的提高。在同一系统的两个部分进行并列时也不再只是简单的使用同步检查继电器，同频并网的问题得到了重视。

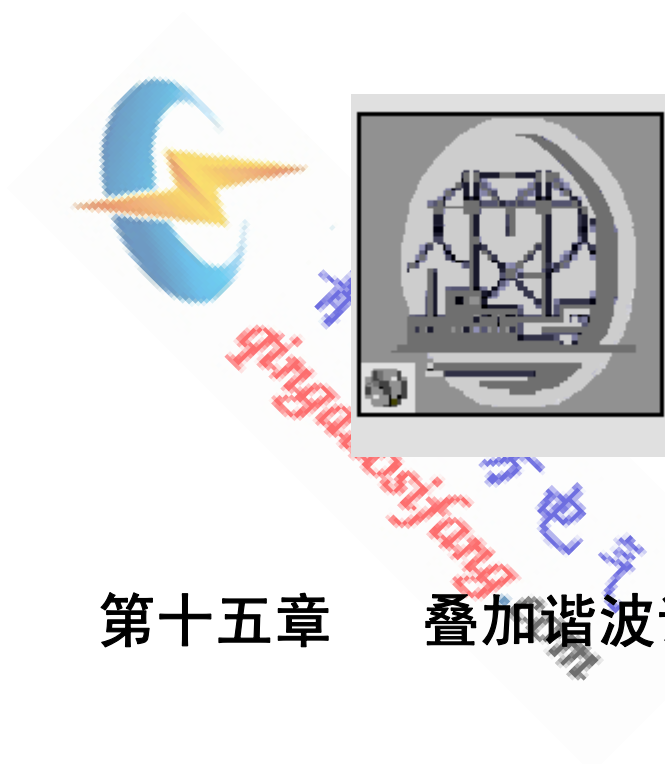
II. 对同期测试装置的要求

长期以来对同期装置的测试由于受技术条件的限制不能尽如人意，微机同期测试装置的发展，在软件和硬件平台上为同期装置的测试提供了条件。

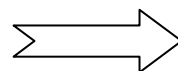
- (1) 目前，同步装置均为单相同步接线，同步系统接入电压互感器的主二次绕组或辅助二次绕组。在中性点直接接地系统中，由于距离零序方向保

护的要求，SF 一般采用零相接地方式，同步系统可用相电压或线电压，为 57.74V 或 100V。在中性点非直接接线系统中，发生接地时中性点电压会产生位移，所以同步系统不能用相电压，必须用线电压，SF 主二次绕组采用 b 相接地方式，同步系统接入主二次绕组的线电压 100V。

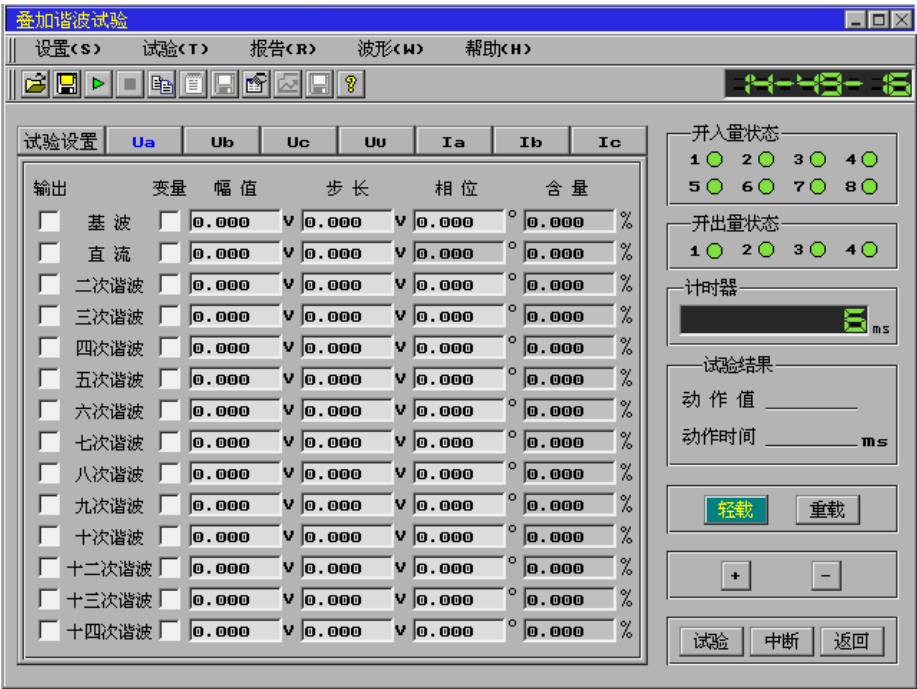
- (2) 同期装置应确保在相差为零度时同步。同步瞬间相角差的存在，意味着发电机定子所产生的电磁转矩在极短的时间内要强迫转子纵向磁轴与其取向一致，这会导致发电机转子绕组及轴系的机械损伤，这种冲击有时甚至会引起电气系统和转子轴系机械系统出现次同步谐振（扭振），扭振所产生的破坏有时是惊人的。目前大部分自动准同期装置采用的是导前时间式，也有一部分采用的是导前相角式，其导前时间和导前相角的准确性直接关系到合闸时的相角差。
- (3) 系统事故会引发频率、电压下降和升高，SF 断线或熔丝熔断会导致同步装置误判，此时都应使同步装置进入闭锁状态，以避免产生后果严重的误同步。同期测试装置应能测试同期装置的频率闭锁值、电压闭锁值。为保证测试的准确性，在测试频率闭锁值时应保证电压闭锁不动作；测试电压闭锁值时应保证频率闭锁不动作。
- (4) 同期装置应有良好的均频与均压控制品质，这是保证发电机能尽快进入频差及压差的合格区，快速完成并网的必要条件。同期装置应针对调速器、励磁调节器的特点对频率和电压进行控制，这就要求同步装置的均频与均压控制应具备自适应的控制品质。它们应根据频差和压差的绝对偏差及其变化率随时调整控制力度，以期快速平滑地使偏差值达到整定范围。
- (5) 大多同步装置都提供同步过程中压差、频差及相角差的明确显示，使运行人员能清晰的监视同步操作的过程。这种显示能便于了解装置的工作状态，甚至在特殊情况下要进行手动同步时起同步表的作用。为了能够检测同步表的准确性，并在测试过程中实时观测两待并电压之间的压差、频差及相角差。



第十五章 叠加谐波试验



15. 1 操作界面：



15. 2 功能介绍

1. 对各相电压、电流叠加直流和 2-14 次谐波，可按步长值在线调整直流及各次谐波输出量的幅值，并可显示谐波及基波的含有率。
2. 可完成差动保护谐波制动系数的测试。

15. 3 参数说明

(一) 试验设置



1. 试验控制方式：包括手动和自动两种方式。
2. 谐波表示形式：包括以幅值表示、以幅值相对值表示。选择以幅值表示时，电压电流按实际设置输出；当选择以幅值相对值表示时，各谐波下电压电流按基波的相对值的大小来输出。
3. 每步长时间：自动方式时有效，变量在每个值下所保持的时间。
4. 复归时间：电压电流输出为零的时间

(二) 电压电流谐波设置

1. 输出框：此框选中后，表示该相该次谐波会在试验时输出。
2. 变量框：此框必须在输出框同时选中的情况下才有效，表示该相该次谐波可按照设定的步长值调整。
3. 含量：表示该次谐波占基波的百分比。

(三) 计时器

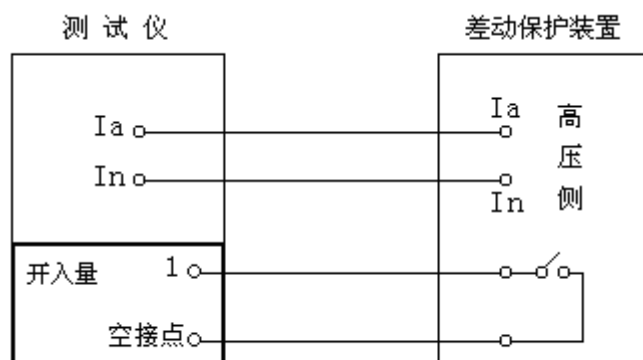
每改变一次状态，计时器均重新计时。

15.4 实验举例

1. 实验目的

做差动保护二次谐波制动试验，谐波制动系数为 0.2，差动启动电流为 2A。

2. 实验接线



输出一路电流，通入高中低压任一侧即可。

3. 参数设置

- ① 试验方式：选择手动
- ② 谐波表示形式：选择以幅值相对值表示
- ③ 开入量接点：选择逻辑或，接点 1
- ④ 设置 IA 输出参数：选中 IA 基波及二次谐波的输出框；选中 IA 二次谐波的变量框；设置 IA 的基波幅值为 5A，大于差动启动值；设置 IA 二次谐波的幅值为 20%；设置变化步长为 1%。

4. 实验过程

点击“确认”按钮，按下键或点击“-”减少二次谐波分量，含有率同时发生变化，当差动保护动作后，停止改变，则此时的显示的含有率加一步长值即为谐波制动系数。

5. 试验结果

叠加谐波试验报告

试验地点

试验日期

2006年5月23日8时6分21秒

设备编号

试验方式

手动

谐波表示方式

以幅值相对值表示

试验变量

IA二次谐波

动作值

20%

动作时间

26ms

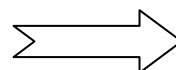
试验人签字:

15. 5 注意事项

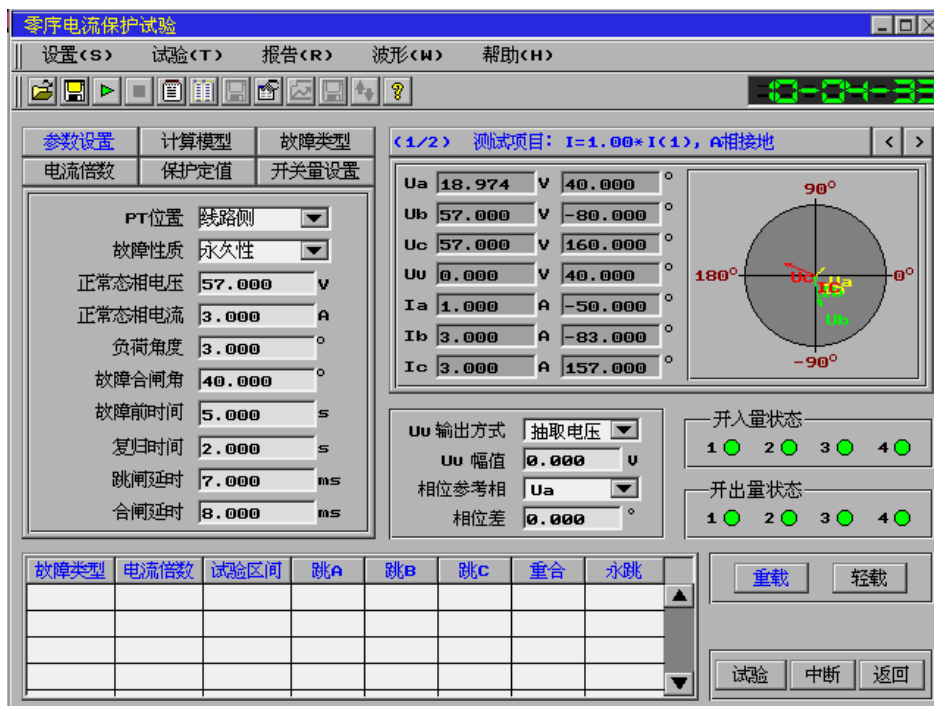
1. 在叠加多个谐波时，注意叠加后波形的最大值勿要超过电压电流所能输出的最大值。
2. 需要输出的谐波，输出框中打“√”。



第十六章 零序保护试验



16.1 操作界面



16.2 功能介绍

1. 可以模拟电力系统单相接地故障类型的永久性、瞬时性故障。
2. 可模拟负荷电流，从空载到满载可任意设置。
3. 通过负荷角度的设置，可模拟因负荷电流而引起的附加阻抗对送电侧或受电侧保护装置的影响。
4. 通过对合闸角度的设置，在故障瞬间直流衰减分量，用于测试继电器的暂态超越。
5. 通过正反方向设置可以模拟正反两个方向的短路故障。
6. 可完成对重合闸检同期及后加速时间的测试。
7. 零序电压的输出方式可设置，并通过第四路电压输出。
8. 零序电流输出方式可选，最大可输出 120A。
9. 可显示各个故障状态下电压电流值及其矢量图。
10. 本功能模块可以对零序保护及过流保护等分段式保护进行整组校验。

16.3 参数说明

(一) 参数设置



PT位置	线路侧	
故障性质	永久性	
正常态相电压	57.735	V
正常态相电流	1.000	A
负荷角度	30.000	°
故障合闸角	90.000	°
故障前时间	15.000	s
复归时间	1.000	s
跳闸延时	20.000	ms
合闸延时	20.000	ms

1. SF 位置：模拟一次侧电压互感器的安装位置。SF 位置在线路侧，故障相断开后，该相电压为 0V，电流为 0A；SF 位置在母线侧，故障相断开后，该相电流为 0A，电压量恢复到正常电压。
2. 故障性质：选择瞬时故障，保护重合后故障不存在，合闸成功；选择永久性故障时，保护重合后，故障量继续加在保护装置上，保护二次跳闸。
3. 正常态相电压：故障前时间内输出的三相电压值。
4. 正常态相电流：故障前时间内输出的三相电流值，即负荷电流。
5. 负荷角度：故障前时间内正常态相电压超前于正常态相电流的角度。
6. 故障合闸角：故障瞬间合闸参考相电压的相角。根据短路计算，故障合闸角直接影响非周期电压、电流分量初值的大小。参考相电压根据不同的故障类型定义如下：

故障类型	A-N	B-N	C-N
参考相	UA	UB	UC

7. 故障前时间：故障前输出正常态相电压及正常态相电流的保持时间。
8. 复归时间：电压电流输出为 0 的保持时间。
9. 跳闸延时：模拟断路器的跳闸灭弧时间。测试装置接收到保护跳闸信号，经过所

设置的跳闸延时后，将电压、电流切换到跳闸后状态。

10. 合闸延时：模拟断路器合闸过程。测试仪接收到保护重合闸信号，经过所设置的合闸延时后，将电压、电流切换到重合后状态。

(二) 计算模型

1. 短路阻抗设置：故障状态时，用以计算装置输出电压。当零序电流较大时，应将该值相应的设置小些，以防电压越界。
2. 零序补偿系数：KX, KR 只对整定值为 $R+jX$ 形式有效，K0 只对整定值为 $Z\angle\phi$ 形式有效。在接地系统中，为了计算零序阻抗，需要 K0 或 Kr、Kx

$$Z_0 = K_0 * Z_1 \quad R_0 = K_r * R_1 \quad X_0 = K_x * X_1$$

$$K_0 = (K_r * R_1^2 + K_x * X_1^2) / (R_1^2 + X_1^2)$$

Z_1 为正序阻抗， R_1 , X_1 正序电阻和正序电抗

Z_0 为零序阻抗， R_0 , X_0 为零序电阻和零序电抗

当近似认为零序阻抗角等于正序阻抗时，即 $X_0 / R_0 = X_1 / R_1$ 时，K 成为实数。

3. 输出方式设置

- ① 电流输出配置：包括 ABC 独立、ABC 三并、两组并联。当故障电流未超过测试仪单相输出最大值时，选择 ABC 独立时，ABC 相电流将按各自值正常输出；当故障电流超过测试仪单相输出最大值时，选择 ABC 三并时，ABC 三相电流均摊故障相电流，接线时应将它们并联接入故障相；选择两组并联时，ABC 电流与 UVW 电流并联输出，根据故障相别各自输出故障相电流的一半。

- ② 非周期分量：包括叠加和不叠加。选择叠加时，故障瞬间，将有一衰减的直流分量叠加在正弦信号上。非周期电压、电流分量初值的大小与短路发生的时刻有关，即与故障合闸角有关。

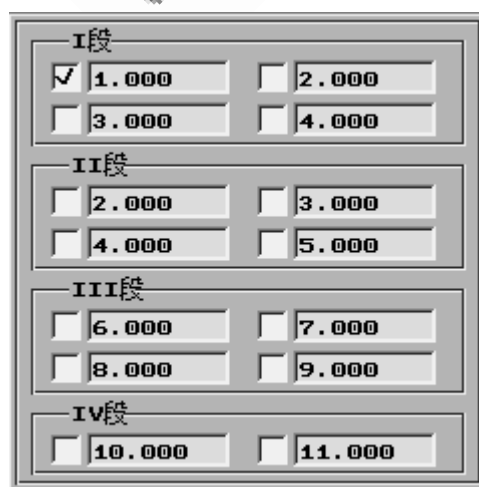
（三）故障类型



1. 单相接地故障：选择接地相别，并可选择故障方向，包括正方向故障及反方向故障。
2. 最大故障时间：故障输出时间，此时间设置应包括所做试验的最大动作时间、重合闸时间及后加速时间。

（四）电流倍数

1. 每段试验倍数可独立设定，选框内打“√”者即进行此倍数下的电流测试。
2. 此倍数一般设定为 0.95、1.05 及 1.2。0.95 倍时，本段应可靠不动作；1.05 倍时，本段应可靠动作；1.2 倍时，测试动作时间。



(五) 保护定值

输入各段的电流定值
及动作时限即可。

电流定值	
I段	1.000 A
II段	2.000 A
III段	3.000 A
IV段	4.000 A

动作时限	
I段 1.000 s	II段 1.000 s
III段 3.000 s	IV段 2.000 s

(六) 开关量设置

1. 开入量设置

开入接点 1 对应设置为跳 A 接点、
三跳接点。

开入接点 2 对应设置为跳 B 接点、
三跳接点。

开入接点 3 对应设置为跳 C 接点、
三跳接点。

开入接点 4 对应设置为重合接点。

根据开入量的设置，装置收到信号后，试验结果栏中得出相应的时间。

开入量设置	
开入接点 1	三跳接点
开入接点 2	跳 B 接点
开入接点 3	跳 C 接点
开入接点 4	重合接点

开出量设置	
<input checked="" type="checkbox"/> 1 由开到闭	延时 1 s
<input type="checkbox"/> 2 由闭到开	延时 2 s
<input type="checkbox"/> 3 由开到闭	延时 3 s
<input type="checkbox"/> 4 由开到闭	延时 4 s

2. 开出量设置

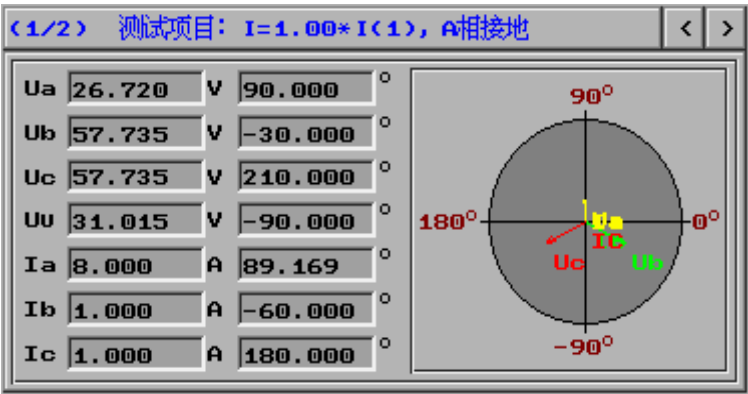
设置好状态变化过程及延时，此延时自装置开始试验计时。

(七) U₀ 设置

1. U₀ 输出方式：包括 0、+3U₀、-3U₀、+√3U₀、-√3U₀ 及抽取电压。
2. 选择 0 时，U₀ 输出为 0。
3. 选择+3U₀、-3U₀、+√3U₀、-√3U₀ 时，U₀ 根据 A、B、C 三相电压合成输出
4. 选择抽取电压时，U₀ 的幅值可设置，故障前相位同相位参考相；故障后相位滞后于相位参考相的角度为所设置的相位差。此设置主要用于重合闸时的检同期校验。当进行检同期校验时，SF 位置需设置为母线侧，设置 U₀ 的幅值或相位差，可使重合闸重合或闭锁。
5. 相位参考相包括：U_A、U_B、U_C、U_{AB}、U_{BC}、U_{CA} 及任意。

6. 相位差是故障后 U_U 与相位参考相的相位差，当相位参考相选择任意时，相位差即为相位 U_U 的相位。

(八) 故障过程参数



1. 根据所选试验项目，自动计算出在该故障时将要输出的电压电流值。
2. 点击“>”、“<”，可进行各测试项目之间的切换。
3. 矢量图同步显示。

16. 4 实验举例

1. 实验目的

对皋兰供电局 LFP-902A 型线路微机保护进行零序保护校验

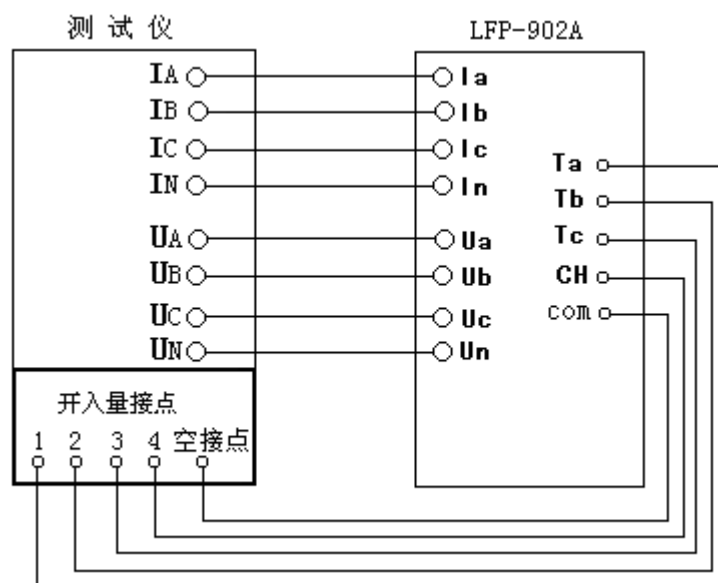
I 段定值	4.1A	无时限
II 段定值	1.5A	0.3s
III 段定值	0.6A	0.6s

无零序 IV 段(保护中将 IV 段定值输入与 III 段相同)

零序补偿系数 $k_0=0.64$ 线路阻抗角 70°

校验 A 相接地正方向故障 I、II、III 段

2. 实验接线



3. 参数设置

- ① SF 位置：选择线路侧
- ② 故障性质：选择永久性
- ③ 正常态相电压：57.735V
- ④ 正常态相电流：1A
- ⑤ 负荷角度：30°
- ⑥ 故障合闸角：设置为 0°
- ⑦ 故障前时间：25s，大于保护整组复归时间及重合闸充电时间
- ⑧ 复归时间：1s，电压电流输出为 0 的时间
- ⑨ 跳闸延时、合闸延时：20ms
- ⑩ 短路阻抗设置：2Ω，70°
- ⑪ 零序补偿系数：选择 k0，设置为 0.64
- ⑫ 电流输出配置：选择 ABC 独立
- ⑬ 非周期分量：叠加
- ⑭ 故障类型：选择 A 相接地故障方向为正方向故障
- ⑮ 最大故障时间：4s，此时间应大于 III 的动作时间加上重合闸时间和再次跳闸的时间
- ⑯ 电流倍数：I、II、III 段均选择两项，设置为 0.95 及 1.05 倍。0.95 倍本段应可靠不动作；1.05 倍本段应可靠动作

- ⑰ 保护定值：输入 I、II 段的保护定值
- ⑱ 开入量设置：开入量 1、2、3、4 分别设置为跳 A、跳 B、跳 C 及重合
- ⑲ UU 设置：0

4. 实验过程

- ① 测试之前确认已退出零序保护压板
- ② 试验开始后，首先对 A 相接地 0.95 倍及 1.05 倍的 I 段定值进行校验
- ③ 其次对 A 相接地 0.95 倍及 1.05 倍的 II 段定值进行校验
- ④ 最后对 A 相接地 0.95 倍及 1.05 倍的 III 段定值进行校验

【小结】 总体上的测试逻辑是先对倍数进行循环，再对各段循环，最后对故障类型进行循环，一次可以将所有的故障类型，多个倍数下的各段定值全部校验完毕，大大节省了测试的时间。

5. 实验报告

零序保护试验报告

试验地点							
试验时间	2006年6月16日12时3分32秒						
保护名称	LFP-902A						
保护编号							
SF 位置	线路侧	故障性质	永久性				
故障合闸角	0.00	负荷电流	1.000A				
电流输出配置	ABC独立	非周期分量	叠加				
故障前时间	25s	最大故障时间	4s				
跳闸延时	20ms	合闸延时	20ms				
故障类型	电流倍数	试验区间	跳 A	跳 B	跳 C	重合	永跳
A相接地	0.95	1 段	322ms			1326ms	1354ms
A相接地	1.05	1 段	31ms			1028ms	1053ms
A相接地	0.95	2 段	627ms			1626ms	1655ms
A相接地	1.05	2 段	323ms			1327ms	1356ms
A相接地	0.95	3 段	未动作				
A相接地	1.05	3 段	625ms			1627ms	1656ms

试验人签字：

16.5 注意事项

1. 零序保护任何一段应保证：

① 1.05 倍定值时,本段可靠动作；

② 0.95 倍时,本段可靠不动作。

2. 当零序电流定值较大时，可能会造成数据越界即残压 $U > 57.74V$ ；

此时，应将短路阻抗 Z 适当降低。

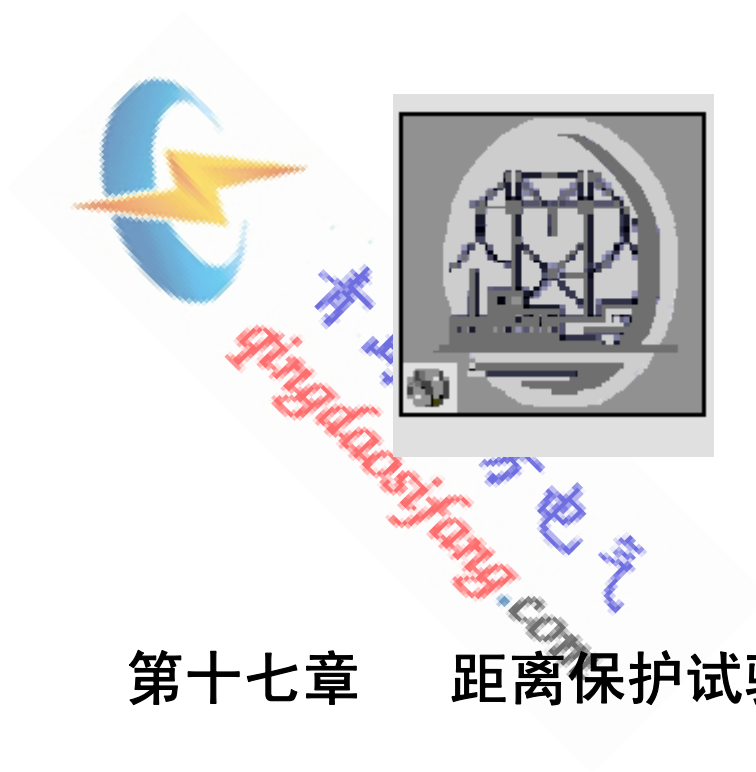
3. 做零序保护实验时，应退高频及接地距离保护。

4. 连续模拟多相故障时，要注意在试验前将开关量信号分别对应接正确。

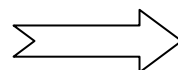
5. 连续模拟几段多个故障时，最大故障时间应大于的定值最长的动作时间加上重合闸时间和再次跳闸的时间。

6. 当进行检同期校验时，SF 位置需设置为母线侧，设置 U_u 的幅值或相位差，可使重合闸重合或闭锁。

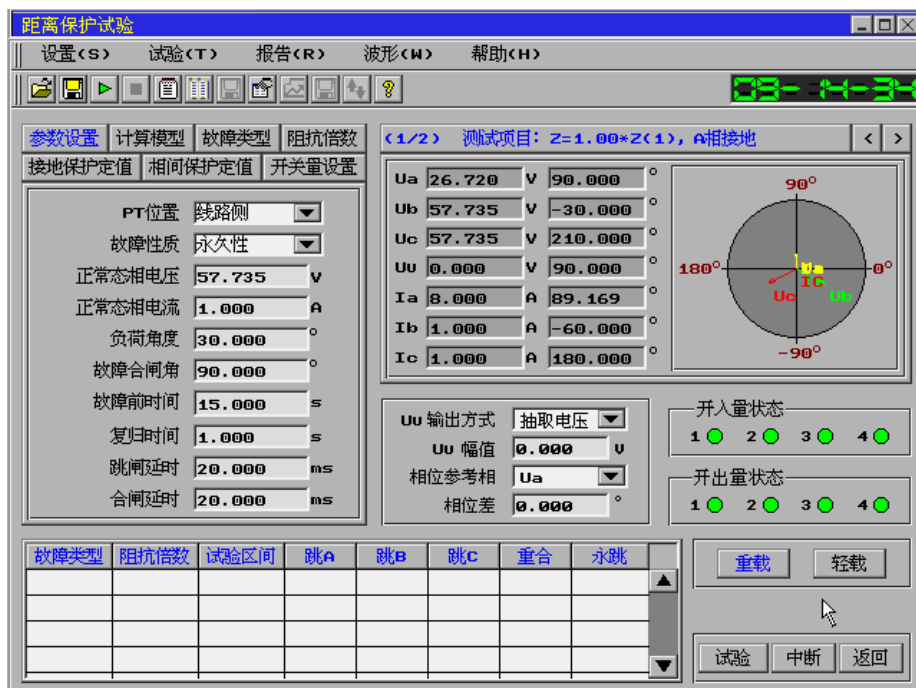
7. 当设置正常态相电流不为 0 时，即有负荷电流时，必须将三相电流接线全部引入，否则，动作结果会出现偏差。



第十七章 距离保护试验



17.1 操作界面



17.2 功能介绍

1. 可以模拟电力系统单相接地、相间短路等故障类型的永久性、瞬时性故障。
2. 可模拟负荷电流，从空载到满载可任意设置。
3. 通过负荷角度的设置，可模拟因负荷电流而引起的附加阻抗对送电侧或受电侧保护装置的影响。
4. 通过对合闸角度的设置，在故障瞬间直流衰减分量，用于测试继电器的暂态超越。
5. 通过正反方向设置可以模拟正反两个方向的短路故障。
6. 可完成对重合闸检同期及后加速时间的测试。
7. 零序电压的输出方式可设置，并通过第四路电压输出。
8. 可显示各个故障状态下电压电流值及其矢量图。
9. 本功能模块可以对距离保护、过流保护及零序保护等分段式保护进行整组校验。

17.3 参数说明

(一) 参数设置



PT位置	线路侧
故障性质	永久性
正常态相电压	57.735 V
正常态相电流	1.000 A
负荷角度	30.000 °
故障合闸角	90.000 °
故障前时间	15.000 s
复归时间	1.000 s
跳闸延时	20.000 ms
合闸延时	20.000 ms

1. SF 位置：模拟一次侧电压互感器的安装位置。SF 位置在线路侧，故障相断开后，该相电压为 0V，电流为 0A。SF 位置在母线侧，故障相断开后，该相电流为 0A，电压量恢复到正常电压。
2. 故障性质：选择瞬时故障，保护重合后故障不存在，合闸成功；选择永久性故障时，保护重合后，故障量继续加在保护装置上，保护二次跳闸。
3. 正常态相电压：故障前时间内输出的三相电压值。
4. 正常态相电流：故障前时间内输出的三相电流值，即负荷电流。
5. 负荷角度：故障前时间内正常态相电压超前于正常态相电流的角度。
6. 故障合闸角：故障瞬间合闸参考相电压的相角。根据短路计算，故障合闸角直接影响非周期电压、电流分量初值的大小。参考相电压根据不同的故障类型定义如下：

故障类型	A-N	B-N	C-N	A-B	B-C	C-A	A-B-C
参考相	UA	UB	UC	UAB	UBC	UCA	UA

7. 故障前时间：故障前输出正常态相电压及正常态相电流的保持时间。
8. 复归时间：电压电流输出为 0 的保持时间。
9. 跳闸延时：模拟断路器的跳闸灭弧时间。测试装置接收到保护跳闸信号，经过所

设置的跳闸延时后，将电压、电流切换到跳闸后状态。

10. 合闸延时：模拟断路器合闸过程。测试仪接收到保护重合闸信号，经过所设置的合闸延时后，将电压、电流切换到重合后状态。

(二) 计算模型



1. 计算模型：包括电流恒定、电压恒定。选择电流恒定，故障状态时，故障相电流根据段数设定值输出；选择电压恒定，故障状态时，故障电压根据段数设定值输出。
2. 故障电流：I 段、II 段、III 段、IV 故障电流可以根据不同的阻抗设定不同的电流值，用以计算装置输出电压。
3. 故障电压：I 段、II 段、III 段、IV 故障电压可以根据不同的阻抗设定不同的电压值，用以计算装置输出电流。
4. 最大故障时间：故障输出时间，此时间设置应包括所做试验的最大动作时间、重合闸时间及后加速时间。
5. 非周期分量：包括叠加和不叠加。选择叠加时，故障瞬间，将有一衰减的直流分量叠加在正弦信号上。非周期电压、电流分量初值的大小与短路发生的时刻有关，即与故障合闸角有关。
6. 零序补偿系数：Kx, KR 只对整定值为 $R+jX$ 形式有效，K0 只对整定值为 $Z\angle\phi$ 形式有效。在接地系统中，为了计算零序阻抗，需要 K0 或 Kr、Kx

$$Z_0 = K_0 * Z_1$$

$$R_0 = K_r * R_1$$

$$X_0 = K_x * X_1$$

$$K0 = (Kr * R1^2 + Kx * X1^2) / (R1^2 + X1^2)$$

Z1 为正序阻抗，R1，X1 正序电阻和正序电抗

Z0 为零序阻抗，R0，X0 为零序电阻和零序电抗

当近似认为零序阻抗角等于正序阻抗时，

即 $X0 / R0 = X1 / R1$ 时，K 成为实数。

(三) 故障类型

- 1. 单相接地故障：选择接地相别，并可选择故障方向，包括正方向故障及反方向故障。
- 2. 相间短路故障：选择短路相别，并可选择故障方向，包括正方向故障及反方向故障。

单相接地故障

☒ A相接地

正方向故障 ▼

☐ B相接地

正方向故障 ▼

☐ C相接地

反方向故障 ▼

相间短路故障

☒ AB相短路

反方向故障 ▼

☐ BC相短路

反方向故障 ▼

☐ CA相短路

反方向故障 ▼

☐ 三相短路

反方向故障 ▼

(四) 阻抗倍数

- 1. 每段试验倍数可独立设定，选框内 打“√” 者即进行此倍数下的阻抗测试。
- 2. 此倍数一般设定为 0.7、0.95 及 1.05。
0.95 倍时，本段应可靠动作；1.05 倍时，本段应可靠不动作；0.7 倍时，测试动作时间。

I段

☒ 1.000

☐ 2.000

☐ 3.000

☐ 4.000

II段

☐ 2.000

☐ 3.000

☐ 4.000

☐ 5.000

III段

☐ 6.000

☐ 7.000

☐ 8.000

☐ 9.000

IV段

☐ 10.000

☐ 11.000

(五) 接地、相间保护定值

输入阻抗定值及动作时限，

$Z \angle \Phi$ 与 $R+jX$ 方式自动转换。

I段Z1	1.000	Ω	70.000	$^{\circ}$
R1+jX1	0.342	Ω	0.940	Ω
II段Z2	2.000	Ω	70.000	$^{\circ}$
R2+jX2	0.684	Ω	1.879	Ω
III段Z3	3.000	Ω	70.000	$^{\circ}$
R3+jX3	1.026	Ω	2.819	Ω
IV段Z4	4.000	Ω	70.000	$^{\circ}$
R4+jX4	1.368	Ω	3.759	Ω
动作I段	0.00	s	II段0.50	s
时限III段	1.00	s	IV段2.00	s

(六) 开关量设置

1. 开入量设置

开入接点 1 对应设置为跳 A 接点、
三跳接点。

开入接点 2 对应设置为跳 B 接点、
三跳接点。

开入接点 3 对应设置为跳 C 接点、
三跳接点。

开入接点 4 对应设置为重合接点。

根据开入量的设置，装置收到信号后，试验结果栏中得出相应的时间。

开入量设置			
开入接点 1	三跳接点		
开入接点 2	跳B接点		
开入接点 3	跳C接点		
开入接点 4	重合接点		
开出量设置			
<input checked="" type="checkbox"/>	1 由开到闭	延时 1	s
<input type="checkbox"/>	2 由闭到开	延时 2	s
<input type="checkbox"/>	3 由开到闭	延时 3	s
<input type="checkbox"/>	4 由开到闭	延时 4	s

2. 开出量设置

设置好状态变化过程及延时，此延时自装置开始试验计时。

(七) Uu 设置

1. Uu 输出方式：包括 0、+3U₀、-3U₀、+ $\sqrt{3}$ U₀、- $\sqrt{3}$ U₀ 及抽取电压。

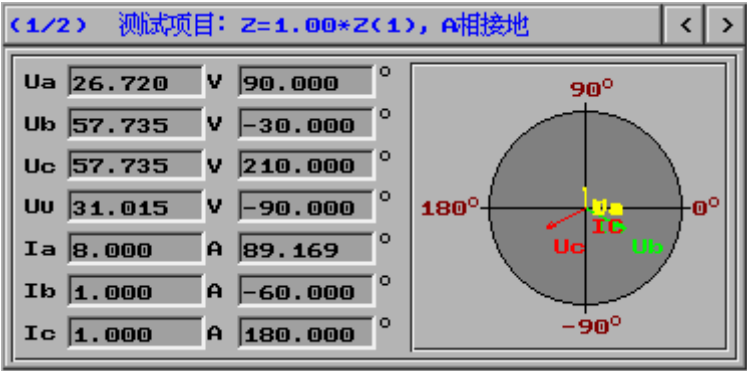
2. 选择 0 时，Uu 输出为 0。

3. 选择+3U₀、-3U₀、+ $\sqrt{3}$ U₀、- $\sqrt{3}$ U₀ 时，Uu 根据 A、B、C 三相电压合成输出。

4. 选择抽取电压时，Uu 的幅值可设置，故障前相位同相位参考相；故障后相位滞后于相位参考相的角度为所设置的相位差。此设置主要用于重合闸时的检同期校验。当进行检同期校验时，SF 位置需设置为母线侧，设置 Uu 的幅值或相位差，可使重合闸重合或闭锁。

- 5. 参考相包括：U_A、U_B、U_C、U_{AB}、U_{BC}、U_{CA} 及任意。
- 6. 相位差是故障后 U_U 与相位参考相的相位差，当相位参考相选择任意时，相位差即为相位 U_U 的相位。

(八) 故障过程参数



- 1. 根据所选试验项目，自动计算出在该故障时将要输出的电压电流值。
- 2. 点击“>”、“<”，可进行各测试项目之间的切换。
- 3. 矢量图同步显示。

17. 4 实验举例

1. 实验目的

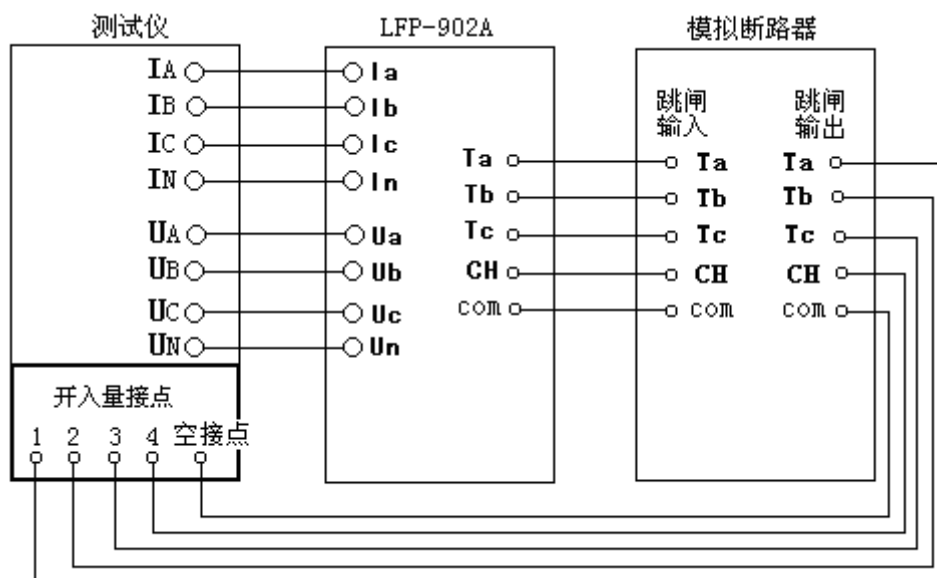
LFP-902A 型线路微机距离保护定值表如下：

单相 I 段定值	5.4 Ω	无时限
单相 II 段定值	9.8 Ω	0.5s
单相 III 段定值	13.0 Ω	3.0s
相间 I 段定值	5.4 Ω	无时限
相间 II 段定值	12.9 Ω	0.5s
相间 III 段定值	16.5 Ω	3.00s
零序补偿系数	K0 = 0.64	
线路阻抗角	70°	

对上述 A 相接地及 AB 相短路的 I、II 段定值进行校验

2. 实验接线

本实验应用模拟断路器，模拟出口跳闸



3. 参数设置

- ① SF 位置：选择线路侧
- ② 故障性质：选择永久性
- ③ 正常态相电压：57.735V
- ④ 正常态相电流：1A
- ⑤ 负荷角度：30°
- ⑥ 故障合闸角：设置为 0°
- ⑦ 故障前时间：25s，大于保护整组复归时间及重合闸充电时间
- ⑧ 复归时间：1s，电压电流输出为 0 的时间
- ⑨ 跳闸延时、合闸延时：因本试验用模拟断路器。模拟跳合闸时间，所以跳闸延时和合闸延时输入 0ms
- ⑩ 计算模型：选择电流恒定
- ⑪ I-III 段故障电流：分别设置为 3，2，1A，不要设置太大，以免电压越界
- ⑫ 最大故障时间：8s，此时间应大于 III 的动作时间加上重合闸时间和再次跳闸的时间
- ⑬ 非周期分量：不叠加
- ⑭ 零序补偿系数：选择 k0，设置为 0.64

- ⑮ 故障类型：选择 A 相接地及 AB 相短路，故障方向为正方向故障
- ⑯ 阻抗倍数：I 段选择两项，设置为 0.95 及 1.05 倍；II 段选择两项，设置为 0.95 及 1.05 倍。0.95 倍本段应可靠动作；1.05 倍本段应可靠不动作
- ⑰ 保护定值：输入 I、II 段的保护定值
- ⑱ 开入量设置：开入量 1、2、3、4 分别设置为跳 A、跳 B、跳 C 及重合
- ⑲ UU 设置：0

4. 测试过程

- ① 测试之前确认已退出零序保护压板
- ② 试验开始后，首先对 A 相接地 0.95 倍及 1.05 倍的 I 段定值进行校验
- ③ 其次对 A 相接地 0.95 倍及 1.05 倍的 II 段定值进行校验
- ④ 再对 AB 相短路 0.95 倍及 1.05 倍的 I 段定值进行校验
- ⑤ 最后对 AB 相短路 0.95 倍及 1.05 倍的 II 段定值进行校验

【小结】 总体上的测试逻辑是先对倍数进行循环，再对各段循环，最后对故障类型进行循环，一次可以将所有的故障类型，多个倍数下的各段定值全部校验完毕，大大节省了测试的时间。

5. 实验报告

距离保护试验报告

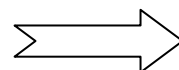
试验地点			
试验时间		2006年6月15日11时13分45秒	
保护名称		LFP-902A	
保护编号			
SF 位置	线路侧	故障性质	永久性
故障合闸角	0.00	负荷电流	1.000A
计算模型	电压恒定	非周期分量	不叠加
故障前时间	25s	最大故障时间	8s
跳闸延时	0ms	合闸延时	0ms

故障类型	阻抗倍数	试验区间	跳 A	跳 B	跳 C	重合	永跳
A 相接地	0.95	1 段	22ms			1026ms	1033ms
A 相接地	1.05	1 段	513ms			1517ms	1533ms
A 相接地	0.95	2 段	511ms			1517ms	1535ms
A 相接地	1.05	2 段	3011ms			4017ms	4034ms
AB 短路	0.95	1 段	22ms	22ms		1026ms	1032ms
AB 短路	1.05	1 段	511ms	511ms		1517ms	1532ms
AB 短路	0.95	2 段	512ms	512ms		1518ms	1536ms
AB 短路	1.05	2 段	3013ms	3013ms		4017ms	4032ms

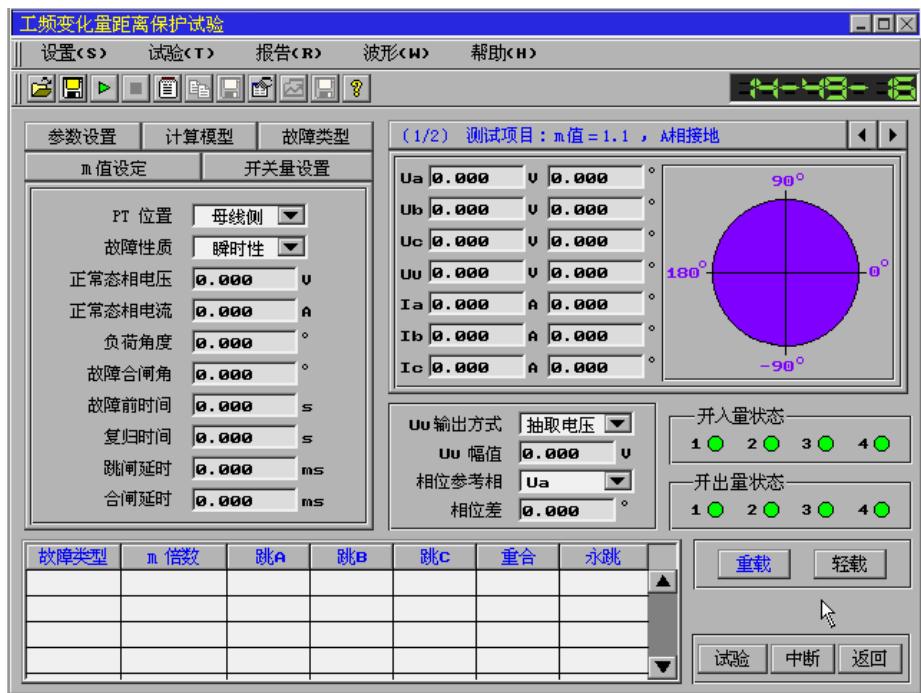
试验人签字：

17.5 注意事项

- 计算模型选择电流恒定，当阻抗定值较大时，可能会造成电压数据越界。
 - ① 对于相间距离保护，即残压 $U > 100V$ ；
 - ② 对于接地距离保护，即残压 $U > 57.74V$ ；
 此时，应将故障电流 I 适当降低。
- 计算模型选择电压恒定，若当阻抗定值较小时，可能会造成电流数据越界。
即故障电流大于 30A 此时，应将故障电压 U 适当降低。
- 校验距离保护时，应退零序及高频保护。
- 0.95 倍定值时，本段应可靠动作；1.05 倍时，本段应可靠不动作。
- 连续模拟多相故障时，要注意在试验前将开关量信号分别对应接正确。
- 连续模拟几段多个故障时，最大故障时间应大于的定值最长的动作时间加上重合闸时间和再次跳闸的时间。
- 当进行检同期校验时，SF 位置需设置为母线侧，设置 U_x 的幅值或相位差，可使重合闸重合或闭锁。
- 当设置正常态相电流不为 0 时，即有负荷电流时，必须将三相电流接线全部引入，否则，动作结果会出现偏差。



18. 1 操作界面



18. 2 功能介绍

1. 可以模拟电力系统单相接地、相间短路等故障类型的永久性、瞬时性故障。
2. 可模拟负荷电流，从空载到满载可任意设置。
3. 通过负荷角度的设置，可模拟因负荷电流而引起的附加阻抗对送电侧或受电侧保护装置的影响。
4. 通过对合闸角度的设置，在故障瞬间直流衰减分量，用于测试继电器的暂态超越。
5. 通过正反方向设置可以模拟正反两个方向的短路故障。
6. 可完成对重合闸检同期及后加速时间的测试。
7. 零序电压的输出方式可设置，并通过第四路电压输出。
8. 可显示各个故障状态下电压电流值及其矢量图。
9. 本功能模块可以对工频变化量距离保护进行整组校验。

18.3 参数说明

(一) 参数设置



PT位置	线路侧	
故障性质	永久性	
正常态相电压	57.735	V
正常态相电流	1.000	A
负荷角度	30.000	°
故障合闸角	90.000	°
故障前时间	15.000	s
复归时间	1.000	s
跳闸延时	20.000	ms
合闸延时	20.000	ms

1. SF 位置：模拟一次侧电压互感器的安装位置。SF 位置在线路侧，故障相断开后，该相电压为 0V，电流为 0A；SF 位置在母线侧，故障相断开后，该相电流为 0A，电压量恢复到正常电压。
2. 故障性质：选择瞬时故障，保护重合后故障不存在，合闸成功；选择永久性故障时，保护重合后，故障量继续加在保护装置上，保护二次跳闸。
3. 正常态相电压：故障前时间内输出的三相电压值。
4. 正常态相电流：故障前时间内输出的三相电流值，即负荷电流。
5. 负荷角度：故障前时间内正常态相电压超前于正常态相电流的角度。
6. 故障合闸角：故障瞬间合闸参考相电压的相角。根据短路计算，故障合闸角直接影响非周期电压、电流分量初值的大小。参考相电压根据不同的故障类型定义如下：

故障类型	A-N	B-N	C-N	A-B	B-C	C-A
参考相	UA	UB	UC	UAB	UBC	UCA

7. 故障前时间：故障前输出正常态相电压及正常态相电流的保持时间。
8. 复归时间：电压电流输出为 0 的保持时间。
9. 跳闸延时：模拟断路器的跳闸灭弧时间。测试装置接收到保护跳闸信号，经过

所设置的跳闸延时后，将电压、电流切换到跳闸后状态。

10. 合闸延时：模拟断路器合闸过程。测试仪接收到保护重合闸信号，经过所设置的合闸延时后，将电压、电流切换到重合后状态。

(二) 计算模型



1. 输入工频变化量阻抗定值， $Z \angle \phi$ 与 $R+jX$ 方式自动转换。
2. 故障电流：用以计算故障电压，当阻抗定值较大时，应将其设置小些，以防电压越界。
3. 故障时间：此时间设置应包括所做试验的最大动作时间、重合闸时间及后加速时间。
4. 非周期分量：包括叠加和不叠加。选择叠加时，故障瞬间，将有一衰减的直流分量叠加在正弦信号上。非周期电压、电流分量初值的大小与短路发生的时刻有关，即与故障合闸角有关。
5. 零序补偿系数： K_X ， K_R 只对整定值为 $R+jX$ 形式有效， K_0 只对整定值为 $Z \angle \phi$ 形式有效。在接地系统中，为了计算零序阻抗，需要 K_0 或 K_R 、 K_X

$$Z_0 = K_0 * Z_1 \quad R_0 = K_R * R_1 \quad X_0 = K_X * X_1$$

$$K_0 = (K_R * R_1^2 + K_X * X_1^2) / (R_1^2 + X_1^2)$$

Z_1 为正序阻抗， R_1 ， X_1 正序电阻和正序电抗

Z_0 为零序阻抗， R_0 ， X_0 为零序电阻和零序电抗

当近似认为零序阻抗角等于正序阻抗时，即 $X_0 / R_0 = X_1 / R_1$ 时， K 成为实数。

(三) 故障类型

1. 单相接地故障：选择接地相别，并可选择故障方向，包括正方向故障及反方向故障。



单相接地故障

☐ A 相接地 正方向故障 ▼

☐ B 相接地 正方向故障 ▼

☐ C 相接地 正方向故障 ▼

相间短路故障

☐ AB 相短路 正方向故障 ▼

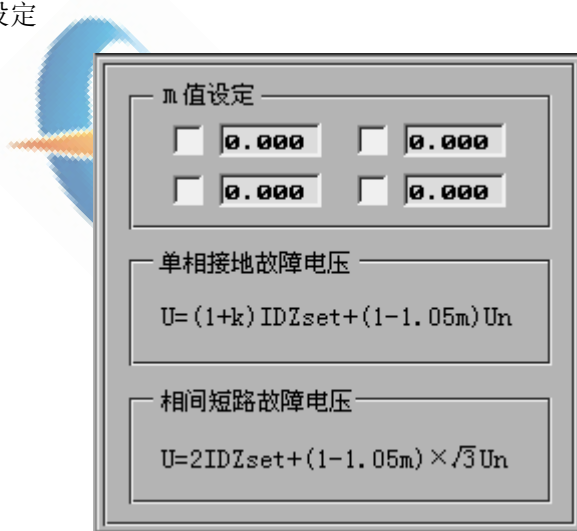
☐ BC 相短路 正方向故障 ▼

☐ CA 相短路 正方向故障 ▼

2. 相间短路故障：选择接地相别，并

可选择故障方向，包括正方向故障及反方向故障。

(四) m 值设定



m 值设定

☐ 0.000 ☐ 0.000

☐ 0.000 ☐ 0.000

单相接地故障电压

$U = (1+k)IDZ_{set} + (1-1.05m)U_n$

相间短路故障电压

$U = 2IDZ_{set} + (1-1.05m) \times \sqrt{3}U_n$

1. m 值可同时进行四个值的测试。选框内打“√”者即进行此 m 值测试。
2. m 值一般设定为 0.9、1.1 及 1.2。m 值为 0.9 时，应可靠不动作；m 值为 1.1 时，应可靠动作；m 值为 1.2 时，测试动作时间。
3. 单相接地及相间短路故障电压计算公式，其中 k 为零序补偿系数，I 为故障电流，DZset 为工频变化量阻抗定值， U_n 为额定相电压。

(五) UU 设置

1. UU 输出方式：包括 0、+3U₀、-3U₀、+√3U₀、-√3U₀ 及抽取电压。
2. 选择 0 时，UU 输出为 0。
3. 选择 +3U₀、-3U₀、+√3U₀、-√3U₀ 时，UU 根据 A、B、C 三相电压合成输出。
4. 选择抽取电压时，UU 的幅值可设置，故障前相位同相位参考相；故障后相位滞后于相位参考相的角度为所设置的相位差。此设置主要用于重合闸时的检同期校验。

当进行检同期校验时，SF 位置需设置为母线侧，设置 UU 的幅值或相位差，可使重合闸重合或闭锁。

5. 参考相包括：UA、UB、UC、UAB、UBC、UCA 及任意。
6. 相位差是故障后 UU 与相位参考相的相位差，当相位参考相选择任意时，相位差即为相位 UU 的相位。

(六) 开关量设置

1. 开入量设置

开入接点 1 对应设置为跳 A 接点、

三跳接点

开入接点 2 对应设置为跳 B 接点、

三跳接点

开入接点 3 对应设置为跳 C 接点、

三跳接点

开入接点 4 对应设置为重合接点

根据开入量的设置，装置收到信号后，试验结果栏中得出相应的时间。

2. 开出量设置

设置好状态变化过程及延时，此延时自装置开始试验计时。

(八) 故障过程参数



1. 根据所选试验项目，自动计算出在该故障时将要输出的电压电流值。
2. 点击“>”、“<”，可进行各测试项目之间的切换。
3. 矢量图同步显示。

18.4 实验举例

1. 实验目的

LFP-902A 型线路微机距离保护定值

工频变化量阻抗定值 1.0Ω 无时限

零序补偿系数 $K0 = 0.64$ 阻抗角 70°

对 A 相接地 m 取值为 0.9、1.1 及 1.2

进行校验

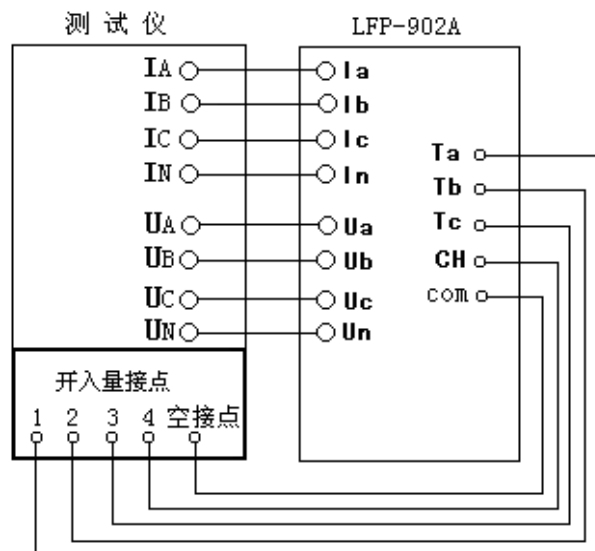
2. 实验接线

3. 参数设置

- ① SF 位置：选择线路侧
- ② 故障性质：选择永久性
- ③ 正常态相电压：57.735V
- ④ 正常态相电流：1A
- ⑤ 负荷角度： 30°
- ⑥ 故障合闸角：设置为 0°
- ⑦ 故障前时间：25s，大于保护整组复归时间及重合闸充电时间
- ⑧ 复归时间：1s，电压电流输出为 0 的时间
- ⑨ 跳闸延时、合闸延时：20ms
- ⑩ 零序补偿系数：选择 k0，设置为 0.64 UU 设置：0
- ⑪ 故障类型：选择 A 相接地，故障方向为正方向故障
- ⑫ m 设定为 0.9、1.1 及 1.2
- ⑬ 阻抗定值： 1Ω ， 70°
- ⑭ 故障电流：5A
- ⑮ 故障时间：3s，此时间应大于动作时间加上重合闸时间和再次跳闸的时间
- ⑯ 非周期分量：不叠加
- ⑰ 开入量设置：开入量 1、2、3、4 分别设置为跳 A、跳 B、跳 C 及重合

4. 测试过程

- ① 测试之前确认已退出零序保护压板。
- ② 试验开始后，首先对 A 相接地 m 值为 0.9 进行校验。
- ③ 其次对 A 相接地 m 值为 1.1 进行校验。
- ④ 最后对 A 相接地 m 值为 1.2 进行校验。



【小结】 总体上的测试逻辑是先对 m 值进行循环，再对故障类型进行循环，一次可以将所有的故障类型，多个 m 值校验完毕，大大节省了测试的时间。

5. 实验报告

工频变化量距离保护试验报告

试验地点

试验时间

2006年6月16日12时3分32秒

保护名称

LFP-902A

保护编号

SF 位置

线路侧

故障性质

永久性

故障合闸角

0.00

负荷电流

1.000A

故障电流

5.000A

非周期分量

不叠加

故障前时间

25s

故障时间

3s

跳闸延时

20ms

合闸延时

20ms

故障类型

m 倍数

跳 A

跳 B

跳 C

重合

永跳

A 相接地

0.9

未动作

A 相接地

1.1

24ms

1025ms

1050ms

A 相接地

1.2

23ms

1025ms

1048ms

试验人签字:

18. 5 注意事项

1. 当阻抗定值较大时，可能会造成数据越界。

① 对于相间距离保护，即残压 $U > 100V$ ；

② 对于接地距离保护，即残压 $U > 57.74V$ ；

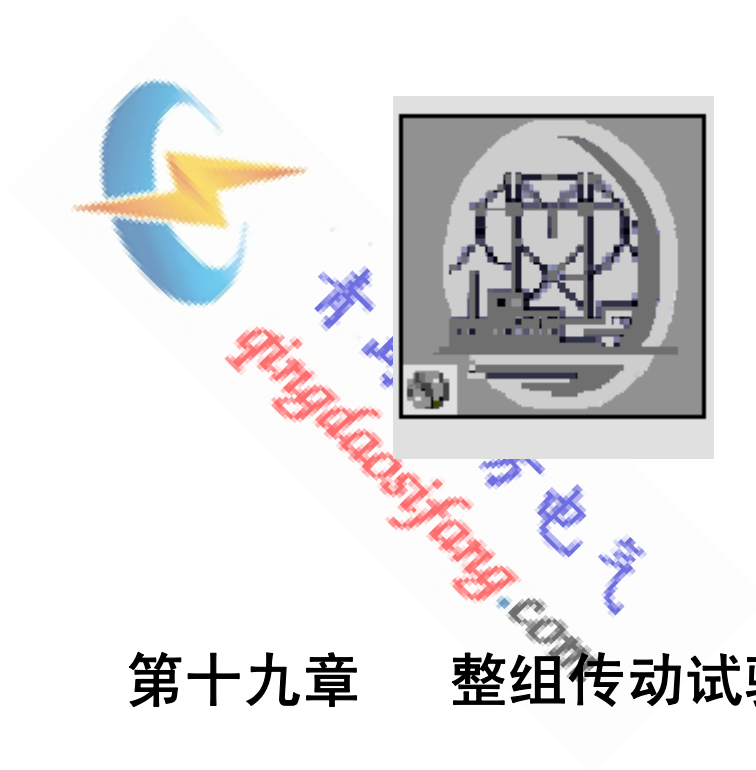
此时，应将故障电流 I 适当降低。

2. 校验工频变化量距离保护时，应退距离、零序及高频保护。

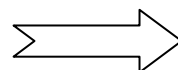
3. m 值为 0.9 时，应可靠不动作； m 值 1.1 时，应可靠动作。

4. 当进行检同期校验时，SF 位置需设置为母线侧，设置 U_x 的幅值或相位差，可使重合闸重合或闭锁。

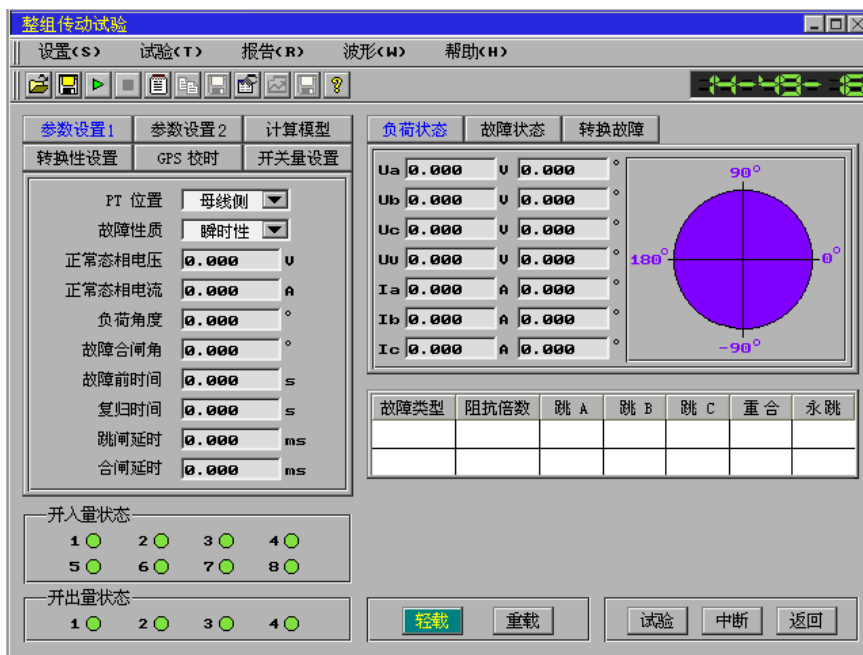
5. 正常态相电流不为 0 时，即有负荷电流时，必须将三相电流接线全部引入，否则，动作结果会出现偏差。



第十九章 整组传动试验



19.1 操作界面



19.2 功能介绍

1. 可以模拟电力系统单相接地、相间短路等故障类型的永久性、瞬时性及转换性故障。
2. 可由 GPS 定时触发，精确测试高频保护。
3. 通过负荷角度的设置，可模拟因负荷电流而引起的附加阻抗对送电侧或受电侧保护装置的影响。
4. 通过对合闸角度的设置，在故障瞬间直流衰减分量，用于测试继电器的暂态超越。
5. 通过正反方向设置可以模拟正反两个方向的短路故障。
6. 可完成对重合闸检同期及后加速时间的测试。
7. 零序电压的输出方式可设置，并通过第四路电压输出。
8. 可显示负荷状态、故障状态及转换状态下电压电流值及其矢量图。
9. 本功能模块可以对高频保护、距离保护、不灵敏零序电流保护及零序保护等保护进行整组校验。

19.3 参数说明

(一) 参数设置 1

PT位置	线路侧	
故障性质	永久性	
正常态相电压	57.735	V
正常态相电流	1.000	A
负荷角度	30.000	°
故障合闸角	90.000	°
故障前时间	15.000	s
复归时间	1.000	s
跳闸延时	20.000	ms
合闸延时	20.000	ms

1. SF 位置：模拟一次侧电压互感器的安装位置。SF 位置在线路侧，故障相断开后，该相电压为 0V，电流为 0A。SF 位置在母线侧，故障相断开后，该相电流为 0A，电压量恢复到正常电压。
2. 故障性质：选择瞬时故障，保护重合后故障不存在，合闸成功；选择永久性故障时，保护重合后，故障量继续加在保护装置上，保护二次跳闸。
3. 正常态相电压：故障前时间内输出的三相电压值。
4. 正常态相电流：故障前时间内输出的三相电流值，即负荷电流。
5. 负荷角度：故障前时间内正常态相电压超前于正常态相电流的角度。
6. 故障合闸角：故障瞬间合闸参考相电压的相角。根据短路计算，故障合闸角直接影响非周期电压、电流分量初值的大小。参考相电压根据不同的故障类型定义如下：

故障类型	A-N	B-N	C-N	A-B	B-C	C-A	A-B-C
参考相	UA	UB	UC	UAB	UBC	UCA	UA

7. 故障前时间：故障前输出正常态相电压及正常态相电流的保持时间。
8. 复归时间：电压电流输出为 0 的保持时间。
9. 跳闸延时：模拟断路器的跳闸灭弧时间。测试装置接收到保护跳闸信号，经过

所设置的跳闸延时后，将电压、电流切换到跳闸后状态。

10. 合闸延时：模拟断路器合闸过程。测试仪接收到保护重合闸信号，经过所设置的合闸延时后，将电压、电流切换到重合后状态。

(二) 参数设置 2

1. 故障模型：包括单相接地、两相短路、两相短路接地及三相短路故障。
2. 故障方向：包括正方向故障及反方向故障。
3. 整定阻抗：输入要做故障的阻抗保护定值。
4. 短路阻抗倍数：在此倍数下进行阻抗保护定值的测试。
5. 零序补偿系数：KX，KR 只对整定值为 $R+jX$ 形式有效，K0 只对整定值为 $Z\angle\Phi$ 形式有效。在接地系统中，为了计算零序阻抗，需要 K0 或 Kr 、Kx

$$Z_0 = K_0 * Z_1$$

$$R_0 = K_r * R_1$$

$$X_0 = K_x * X_1$$

$$K_0 = (K_r * R_1^2 + K_x * X_1^2) / (R_1^2 + X_1^2)$$

Z_1 为正序阻抗， R_1 ， X_1 正序电阻和正序电抗

Z_0 为零序阻抗， R_0 ， X_0 为零序电阻和零序电抗

当近似认为零序阻抗角等于正序阻抗

时，即 $X_0 / R_0 = X_1 / R_1$ 时，K 成为实数。

(三) 计算模型

计算模型	电流恒定
故障电流	0.000 A
电流输出配置	ABC 独立
最大故障时间	0.000 s
非周期分量	叠加
UU 输出方式	抽取电压
UU 幅值	0.000 V
相位参考相	Ua
相位差	0.000 °

1. 计算模型：包括电流恒定、电压恒定。选择电流恒定，故障状态时，故障相电流根据设定值输出；选择电压恒定，故障状态时，故障电压根据设定值输出。
2. 电流输出配置：包括 ABC 独立、ABC 三并。当故障电流未超过测试仪单相输出最大值时，可选择 ABC 独立，ABC 相电流将按各自值正常输出；当故障电流超过测试仪单相输出最大值时，需选择 ABC 三并，ABC 三相电流均摊故障电流，接线时应将它们并联接入故障相。
3. UU 设置
 - ① UU 输出方式：包括 0、+3U₀、-3U₀、+ $\sqrt{3}$ U₀、- $\sqrt{3}$ U₀ 及抽取电压。
 - ② 选择 0 时，UU 输出为 0。
 - ③ 选择+3U₀、-3U₀、+ $\sqrt{3}$ U₀、- $\sqrt{3}$ U₀ 时，UU 根据 A、B、C 三相电压合成输出。
 - ④ 选择抽取电压时，UU 的幅值可设置，故障前相位同相位参考相；故障后相位滞后于相位参考相的角度为所设置的相位差。此设置主要用于重合闸时的检同期校验。当进行检同期校验时，SF 位置需设置为母线侧，设置 Ux 的幅值或相位差，可使重合闸重合或闭锁。
 - ⑤ 相位参考相包括：U_A、U_B、U_C、U_{AB}、U_{BC}、U_{CA} 及任意。
 - ⑥ 相位差是故障后 UU 与相位参考相的相位差，当相位参考相选择任意时，相位差即为相位 UU 的相位。

(四) 转换性设置



1. 故障转换：包括转换、不转换。
2. 转换时刻：可设置在故障开始后或重合闸后，经过设定时间转换。
3. 故障类型：包括单相接地、相间短路、相间短路接地及三相故障。
4. 故障方向：包括正方向故障及反方向故障。
5. 整定阻抗：转换故障的阻抗保护定值。
6. 短路阻抗倍数：在此倍数下进行转换故障阻抗保护定值的测试。

(五) GPS 校时



1. 启动方式：可选择 GPS 启动、按键启动。选择 GPS 启动，装置经 GPS 校时后，在设置试验开始时刻开始试验；选择按键启动，装置点击“试验”按钮开始试验。
2. GPS 选择：可选择内置 GPS 及外接 GPS。

3. 波特率：可选择 9600、4800、2400、1200、600、300、150、110，应设置同 GPS 接收机串行通讯格式的波特率一致。
4. 校验方式：可选择无校验、奇校验、偶校验，应设置与 GPS 接收机串行通讯格式的校验方式一致。
5. 停止位：可选择 1、2，应设置与 GPS 接收机串行通讯格式的停止位一致。
6. 数据位：可选择 7、8，应设置与 GPS 接收机串行通讯格式的数据位一致。
7. 校时：对时按钮，启动测试仪接收 GPS 时间，并强行将测试仪的当前时间修正为 GPS 时间。
8. GPS 校时状态：显示当前校时状态。
9. 试验开始时刻：到此时间，装置自动开始试验。

(六) 开关量设置

1. 开入量设置

开入接点 1 对应设置为跳 A 接点、
三跳接点。

开入接点 2 对应设置为跳 B 接点、
三跳接点。

开入接点 3 对应设置为跳 C 接点、
三跳接点。

开入接点 4 对应设置为重合接点。

开入量设置			
开入接点 1	三跳接点		
开入接点 2	跳 B 接点		
开入接点 3	跳 C 接点		
开入接点 4	重合接点		

开出量设置			
<input checked="" type="checkbox"/>	1 由开到闭	延时 1	S
<input type="checkbox"/>	2 由闭到开	延时 2	S
<input type="checkbox"/>	3 由开到闭	延时 3	S
<input type="checkbox"/>	4 由开到闭	延时 4	S

根据开入量的设置，装置收到信号后，试验结果栏中得出相应的时间。

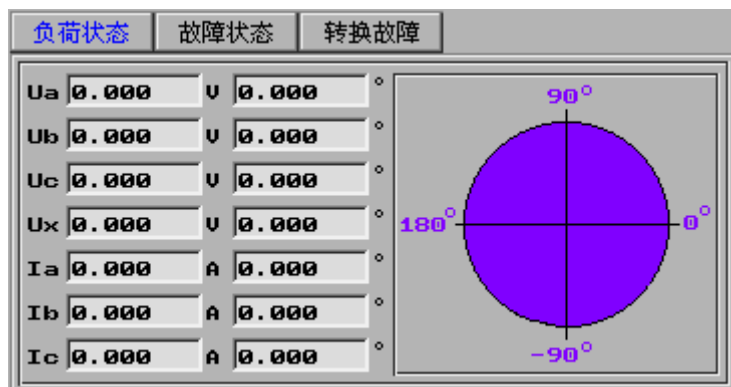
2. 开出量设置

设置好状态变化过程及延时，此延时自装置开始试验计时。

(七) 故障过程参数

1. 根据所选试验项目，自动计算出在负荷状态、故障状态、转换故障状态将要输出的电压电流值。

2. 矢量图同步显示。



19. 4 输出过程描述

启动方式若选择 GPS 启动，则经过校时后，装置在设定的试验开始时刻进行试验。启动方式若选择按键启动，则点击“试验”按钮开始试验。试验开始后，装置首先输出正常态电压、电流，故障前时间到后，进入故障状态。若设置故障转换，则在所设置时刻进行故障转换。得出保护跳闸时间及重合闸时间。

19. 5 实验举例

可参照距离保护试验中的实验举例，在此不作详述。

19. 6 注意事项

1. 当阻抗定值较大时，可能会造成数据越界。

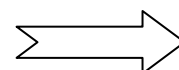
① 对于相间距离保护，即残压 $U > 100V$

② 对于接地距离保护，即残压 $U > 57.74V$

此时，应将故障电流 I 适当降低。

2. 检同期校验时，SF位置需设置为母线侧，设置 U_x 的幅值或相位差，可使重合闸重合或闭锁。

3. 在做不灵敏零序电流保护试验时，两次故障均选择为单相接地故障，且应在第一次故障相跳闸后还未重合时来第二次故障。故障电流应略大于保护定值，开关量接点设置为跳A、跳A、跳C。



20. 1 操作界面



20. 2 功能介绍

1. 各开关的运行方式可设置。
2. 六路开出量接点可模拟出各开关的跳合位置。
3. 可测试出工作电源的切换电压。
4. 可测试出整个装置的动作时间。

20. 3 参数说明

(一) 运行方式设置

1. 正常运行方式

- ① 工作进线下拉框中包括 1DL、2DL；状态下拉框中包括运行、热备用。
- ② 备用进线下拉框中包括 1DL、2DL；状态下拉框中包括运行、热备用。
- ③ 联络开关下拉框中为 3DL；状态下拉框中包括运行、热备用。

注意：正常运行方式状态的设置，1DL、2DL、3DL 中应有两个为运行，一个为热备用。

2. 试验接线方式

- ① 进线 1 电压：包括 UA，UN 及 UA，UB 和 UA、UB、UC，UN。
- ② 进线 2 电压：包括 UU，UN 及 UU，UV 和 UU、UV、UW，UN。
- ③ 进线 1 电流：包括 IA，IN 及 IA、IB、IC，IN。

- ④ 进线 2 电流：包括 IU，IN 及 IU、IV、IW，IN。
- ⑤ I 母电压：根据 1DL 所设置的状态来进行接线显示。1DL 设置为运行时，显示接线为 UA、UB、UC，UN；1DL 设置为热备用时，显示接线为 UU、UV、UW，UN。
- ⑥ II 母电压：根据 2DL 所设置的状态来进行接线显示。2DL 设置为运行时，显示接线为 UU、UV、UW，UN；2DL 设置为热备用时，显示接线为 UA、UB、UC，UN。

正常运行方式

工作进线1DL▼状态运行▼

备用进线2DL▼状态运行▼

联络开关3DL▼状态热备用▼

试验接线方式

进线1电压UA, UB▼

进线2电压UU, UV▼

进线1电流IA, IN▼

进线2电流IV, IN▼

I 母电压UA, UB, UC, UN

II 母电压UU, UV, UW, UN

(二) 运行参数设置

正常运行参数

进线1相电压0.000V

进线1相电流0.000A

负荷角度0.000°

进线2相电压0.000V

进线2相电流0.000A

负荷角度0.000°

保持时间0.000s

试验变量设置

工作电压初值0.000V

变化终值0.000V

步长值0.000V

每步长时间0.000s

跳闸后保持时间0.000s

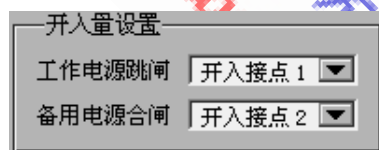
1. 正常运行参数

- ① 进线 1 相电压：正常运行时，进线 1 的相电压。
- ② 进线 1 相电流：正常运行时，进线 1 的相电流。若 1DL 为分闸时，该值为 0。
- ③ 负荷角度：进线 1 相电流滞后于进线 1 相电压的角度。
- ④ 进线 2 相电压：正常运行时，进线 2 的相电压。
- ⑤ 进线 2 相电流：正常运行时，进线 2 的相电流。若 2DL 为分闸时，该值为 0。
- ⑥ 负荷角度：进线 2 相电流滞后于进线 2 相电压的角度。
- ⑦ 保持时间：试验开始后，输出正常状态的时间，应大于备自投装置的充电时间。

2. 试验变量设置

- ① 工作电压初值：根据工作进线开关的选择及其进线相电压的设置进行显示。
- ② 变化终值：工作电压变到此值后，装置停止输出。
- ③ 步长值：工作电压每步的变化值。
- ④ 每步长时间：工作电压在每一值下所保持的时间。
- ⑤ 跳闸后保持时间：工作电源跳闸后装置的保持时间，此时间应大于备自投装置的动作时间，用以接收备用电源的合闸信号。

（三）开入量设置



开入量设置

工作电源跳闸	开入接点 1
备用电源合闸	开入接点 2

1. 工作电源跳闸：包括开入接点 1-8，接入工作进线开关跳闸接点。
2. 备用电源合闸：包括开入接点 1-8，接入备用进线开关合闸接点。

（四）开出量设置



开出量设置

开出接点 1	1DL 跳位
开出接点 11	1DL 合位
开出接点 2	2DL 跳位
开出接点 22	2DL 合位
开出接点 3	3DL 跳位
开出接点 33	3DL 合位

1. 开出接点 1：1DL 的常闭辅助触点，跳闸后闭合，合闸后断开。
2. 开出接点 11：1DL 的常开辅助触点，跳闸后断开，合闸后闭合。
3. 开出接点 2：2DL 的常闭辅助触点，跳闸后闭合，合闸后断开。

4. 开出接点 22: 2DL 的常开辅助触点, 跳闸后断开, 合闸后闭合。
5. 开出接点 3: 3DL 的常闭辅助触点, 跳闸后闭合, 合闸后断开。
6. 开出接点 33: 3DL 的常开辅助触点, 跳闸后断开, 合闸后闭合。

(五) 当前值

实时显示工作电源电压及备用电源电压的当前输出值。

20. 4 逻辑过程

试验开始后, 根据各开关所设置的分合闸状态, 开出量接点对应给出相应状态; 根据工作进线、备用进线及正常运行参数的设置, 输出相应的电压、电流值。保持时间到后, 工作电源按照所设置的步长值由初值开始下降, 直至收到工作电源开关的跳闸信号, 记下此时的工作电源电压值并开始计时, 收到备用电源开关合闸信号后, 装置停止计时并中断输出, 此段时间为备自投装置的动作时间。若经跳闸后保持时间仍未收到备用电源开关合闸信号, 装置中断输出。

20. 5 实验举例

1. 实验目的

测量 NSA-3152 备自投装置的切换电压及动作时间。

2. 参数设置

- (1) 工作进线: 1DL, 运行状态
- (2) 备用进线: 2DL, 运行状态
- (3) 联络开关: 3DL, 热备用状态
- (4) 进线 1 电压: UA, UB
- (5) 进线 2 电压: UU, UV
- (6) 进线 1 电流: IA, IN
- (7) 进线 2 电流: IU, IN
- (8) I 母电压: 显示为 UA、UB、UC, UN
- (9) II 母电压: 显示为 UU、UV、UW, UN
- (10) 进线 1 相电压: 58V
- (11) 进线 1 相电流: 1A
- (12) 负荷角度: 30°
- (13) 进线 2 相电压: 58V

- (14) 进线 2 相电流：1A
- (15) 负荷角度：30°
- (16) 保持时间：20s，大于备自投装置的充电时间
- (17) 工作电压初值：显示为 58V
- (18) 变化终值：20V
- (19) 步长值：1V
- (20) 每步长时间：1s
- (21) 跳闸后保持时间：1s
- (22) 工作电源跳闸：选择开入接点 1
- (23) 备用电源跳闸：选择开入接点 2

3. 实验接线

测试仪		NSA3152保护屏	
电压输出 I	UA	UA1	Ujx1
	UB	UB1	Ujx1'
	UC	UC1	I 母 进线1
	UN	UN	电压 电压
电压输出 II	UV	UA2	Ujx2
	UW	UB2	Ujx2'
	UN	UC2	II 母 进线2
		UN	电压 电压
电流输出	IA	Ijx1	进线1电流
	IN	Ijx1'	
	IU	Ijx2	进线2电流
	IN	Ijx2'	
开入量	1		跳进线1开关
	2		合桥开关
	COM		COM
开出量	1		进线1跳位
	11		进线1合位
	2		进线2跳位
	22		进线2合位
	3		桥开关跳位
	33		桥开关合位

4. 实验结果

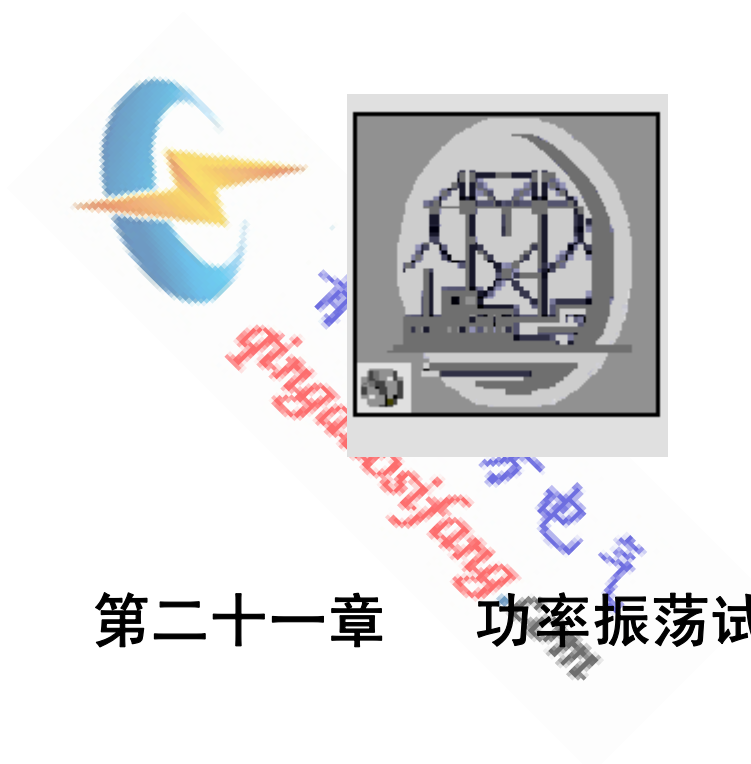
备自投装置测试报告

试验地点	
试验时间	2006年6月10日11时3分30秒
保护名称	NSA-3152
保护编号	
工作进线	1DL, 运行
备用进线	2DL, 运行
联络开关	3DL, 热备用
切换相电压	50V
切换相电压	86.6V
动作时间	532ms

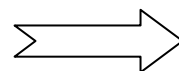
试验人签字:

20. 6 注意事项

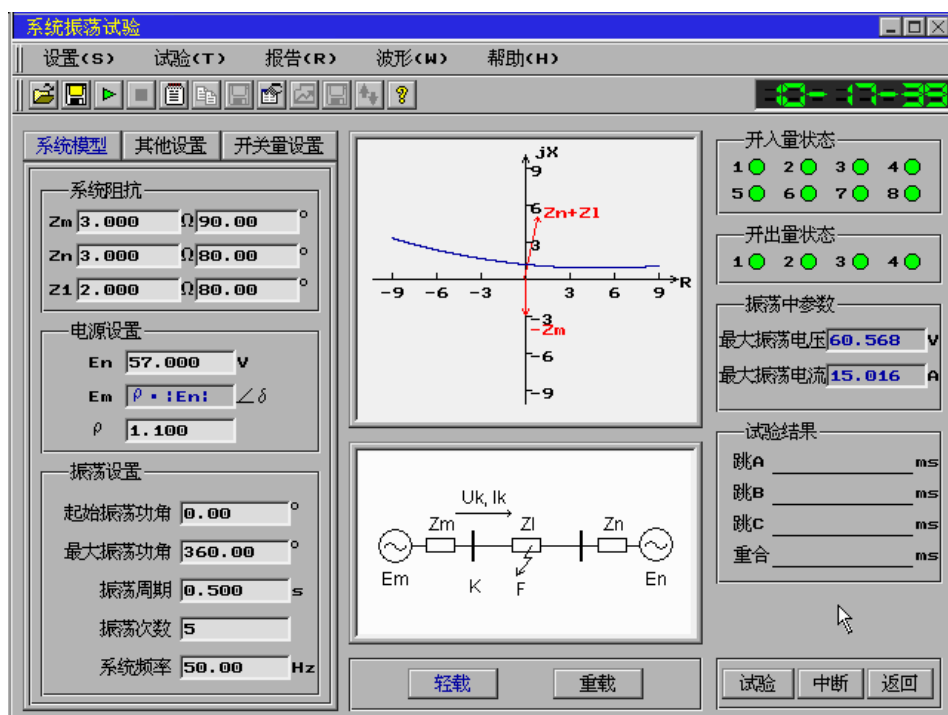
1. 设置 1DL、2DL、3DL 的状态时注意：应有两个为运行，一个为热备用。
2. I 母电压、II 母电压按照接线提示进线接线。
3. 进线电压的接线可选择单相电压、相间电压及三相电压。
4. 正常运行方式的保持时间应大于备自投装置的充电时间。
5. 跳闸后保持时间应大于备自投装置的动作时间。



第二十一章 功率振荡试验



21.1 操作界面



21.2 功能介绍

本功能单元实现功率振荡、振荡中故障现象的测试，用于测试发电机组的失步保护、振荡解列装置以及分析系统振荡对距离保护元件阻抗继电器的影响等。

21.3 参数说明

(一) 系统模型

1. Z_m : 模拟双端供电系统中发电机侧阻抗。
2. Z_n : 模拟双端供电系统中系统侧阻抗。
3. Z_l : 模拟双端供电系统中线路阻抗。
4. E_n : 模拟双端供电系统中系统侧电压，振荡过程中其幅值不变，角度固定为 0° 。
5. E_m : 模拟双端供电系统中发电机侧电压，振荡过程中其幅值不变，角度 δ 随振荡变化。
6. ρ : E_m 幅值与 E_n 幅值的比值。
7. 起始振荡功角: 振荡起始时刻的功角。
8. 最大振荡功角: 振荡中的最大功角。

- 9. 振荡周期：完成一次振荡所需时间。
- 10. 振荡次数：试验所要完成的振荡测试。
- 11. 系统频率：电网频率，50Hz。

系统阻抗

Zm

3.000

Ω

90.00

°

Zn

3.000

Ω

80.00

°

Z1

2.000

Ω

80.00

°

电源设置

En

57.000

V

Em

$\rho \cdot |En|$

∠δ

ρ

1.100

振荡设置

起始振荡功角

0.00

°

最大振荡功角

360.00

°

振荡周期

0.500

s

振荡次数

5

系统频率

50.00

Hz

(二) 其它设置

时间设置

振荡前时间

1.00

s

跳闸延时

5.00

ms

合闸延时

5.00

ms

故障设置

☐ 振荡无故障

☒ 振荡中故障

振荡开始

5.000

s故障

故障类型

AB相短路

▼

故障电流

5.000

A

故障时间

5.000

s

短路阻抗

Z

2.000

Ω

0.00

°

零序补偿系数

K0

1.000

+j0.000

- 1. 振荡前时间：振荡前，功角为起始振荡功角下的保持时间。
- 2. 跳闸延时：模拟断路器的跳闸灭弧时间。测试装置接收到保护跳闸信号，

经过所设置的跳闸延时后，将电压、电流切换到跳闸后状态。

3. 合闸延时：模拟断路器合闸过程。测试仪接收到保护重合闸信号，经过所设置的合闸延时后，将电压、电流切换到重合后状态。
4. 振荡中故障：包括振荡无故障、振荡中故障。选择振荡无故障时，经振荡开始后所设置的时间试验结束；选择振荡中故障时，经振荡开始后所设置的时间进入故障状态。
5. 故障类型：选择故障中伴随发生的故障类型。
6. 故障电流：故障中故障相的电流。
7. 故障时间：故障保持的时间。
8. 短路阻抗：保护阻抗定值。
9. 零序补偿系数：用以计算故障时刻的输出电压，见定值单。

（三）开关量设置

1. 开入量设置

开入接点 1 对应设置为跳 A 接点、三跳接点。

开入接点 2 对应设置为跳 B 接点、三跳接点。

开入接点 3 对应设置为跳 C 接点、三跳接点。

开入接点 4 对应设置为重合接点。

根据开入量的设置，装置收到信号后，试验结果栏中得出相应的时间。

2. 开出量设置

设置好状态变化过程及延时，此延时自装置开始试验计时。

（四）阻抗图

显示系统阻抗- Z_m 及 Z_n+Z_l 的大小及位置（红色线条）；显示振荡中 E_m 保护安装处测量阻抗的变化轨迹（兰色线条）。

（五）系统模拟图

显示两侧系统及线路参数。

（六）振荡中参数

显示振荡中最大电压、最大电流。若此电压、电流超过测试仪单相所能输出的电压、电流时，软件弹出提示框，请重新设置系统参数。

21.4 输出过程描述

试验开始后，首先输出初始功角下计算出的电压、电流，故障前时间结束后，进入振荡时间，双端电源电压的幅值不变，系统侧电压 E_n 角度固定为 0° ，发电机侧电压 E_m 的角度 δ 随振荡变化。装置输出自动计算得出的振荡过程中 K 点的三相电压、电流。若未选择振荡中故障，则到振荡次数后，再次进入故障前状态，直至所设置的振荡开始至振荡结束的时间，装置停止输出；若选择振荡中故障，则根据所设置的故障时刻及故障类型，进入故障阶段。收到跳闸信号，装置输出为 0，重合信号来后，记下重合时间，装置停止输出；未收到跳闸信号，到故障时间后，装置停止输出。

21.5 实验举例

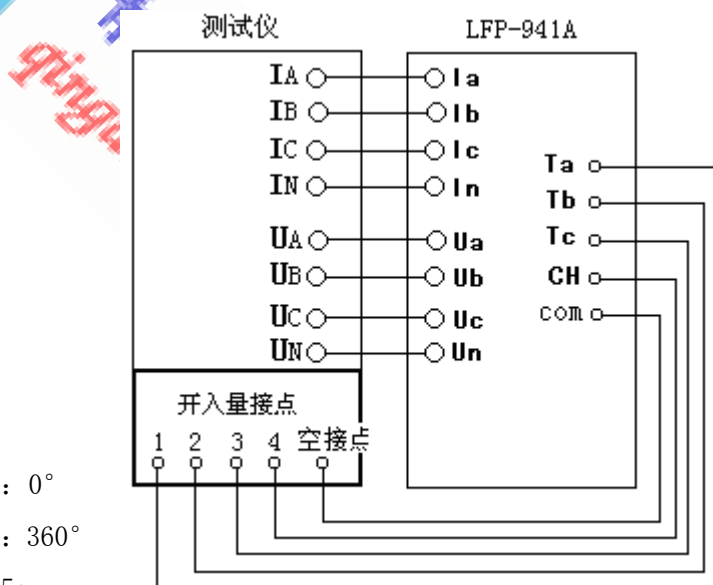
1. 实验目的

对 LFP-941A 型线路保护进行先振荡后故障测试，测试振荡对距离保护的影响，距离 I 和 II 段设置振荡闭锁，距离 III 段不设置振荡闭锁，接地距离 III 段定值为 15Ω ，延时 1.5s 动作。设置在振荡后 0.5s 发生 B 相接地故障。

2. 实验接线

3. 参数设置

- (1) Z_m : $3\Omega \angle 90^\circ$
- (2) Z_n : $3\Omega \angle 80^\circ$
- (3) Z_l : $1\Omega \angle 80^\circ$
- (4) E_n : 59V
- (5) ρ : 1.0
- (6) 起始振荡功角: 0°
- (7) 最大振荡功角: 360°
- (8) 振荡周期: 0.5s
- (9) 振荡次数: 10
- (10) 系统频率: 50Hz
- (11) 振荡前时间: 10s
- (12) 跳闸延时: 20ms
- (13) 合闸延时: 20ms
- (14) 有无故障: 选择振荡中故障
- (15) 故障时刻: 振荡开始后 0.5s
- (16) 故障类型: A 相接地



- (17) 故障电流: 2A (不要设置太大, 以防电压越界)
- (18) 故障时间: 5s
- (19) 短路阻抗: 10Ω , 小于III段定值, 使不闭锁III段可靠动作
- (20) 零序补偿系数: 0.67
- (21) 开入量设置: 开入量 1、2、3、4 分别设置为跳 A、跳 B、跳 C 及重合

4. 实验报告

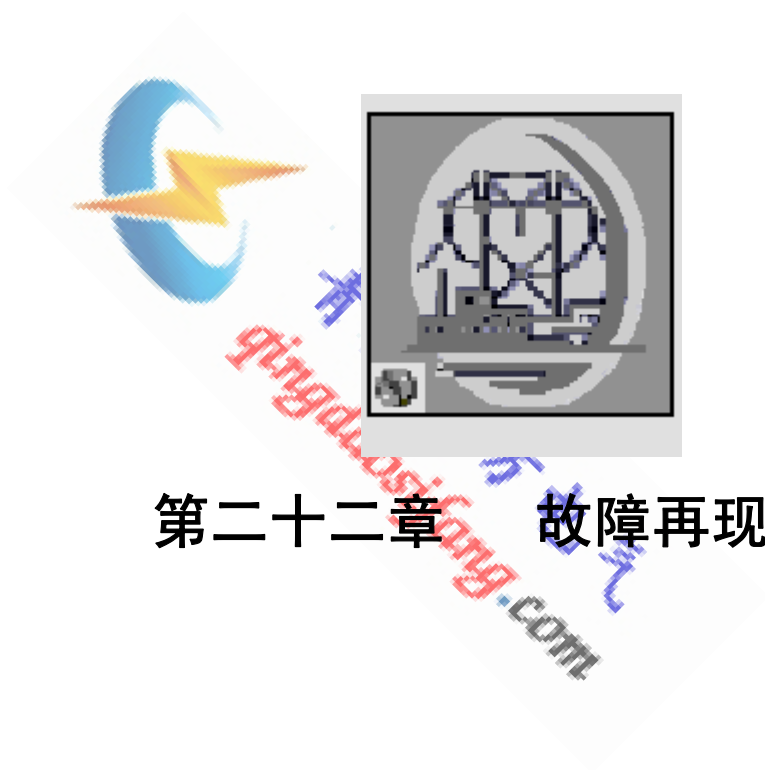
系统振荡试验报告

试验地点	
试验时间	
保护名称	
保护编号	
Zm 值	$3\Omega \angle 90^\circ$
Zn 值	$3\Omega \angle 80^\circ$
Zl 值	$1\Omega \angle 80^\circ$
En 值	59V
Em 值	$\rho \cdot En $
ρ 值	1.0
起始振荡功角	0°
最大振荡功角	90°
振荡周期	100ms
振荡次数	10
系统频率	50Hz
故障设置	振荡中故障
振荡开始后	0.5s故障
故障类型	A相接地
跳闸延时	20ms
合闸延时	20ms
跳 A	1536ms
跳 B	1536ms
跳 C	1536ms
重合	2531ms

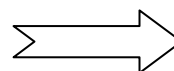
试验人签字:

21.6 注意事项

1. 输入参数后, 自动计算出最大振荡电压及最大振荡电流, 其值请勿超过测试仪单相输出最大值。
2. 接线时, 应将三相电压、三相电流全部接入。



第二十二章 故障再现



22. 1 操作界面



22. 2 功能介绍

故障再现是将故障录波器等数据记录设备所记录下来的按 ANSI/IEEE C37.111-1991COMTRADE 数据格式编写的电流电压波形数据文件，输入到测试仪中，由测试仪将其波形再现出来，对保护装置等进行测试。本功能模块实现将标准的 COMTRADE 数据格式文件的数据用测试仪进行回放，从而模拟已发生的故障，实现故障再现。

相关介绍

故障录波器采用特定的格式存放录波数据，这些录波数据可以以标准的读写方式进行访问，从而实现由不同的录波器录制的数据可以被读取，继而实现这些录波数据的再次输出。

标准的数据文件有三种类型的相关文件，每一种文件都带有不同级别的信息，包括引导、组态和数据。这三种信息分别用不同扩展名的文件容纳：

- CHR 文件表示引导文件
- CFG 文件表示组态文件
- DAT 文件表示数据文件

引导文件为用户提供一个附加信息的描述样本，以便更好地了解暂态记录的条件。引导文件不受应用过程控制。所以对此文件的格式没有严格要求。

组态文件中的数据由程序来读并参与计算机的计算分析，所以对它有严格的格式要求。组态文件包含以下信息：

站名和识别号

信道类型和信道号

通道名称，单位和变换因子

线路频率

采样速率和该采样频率下的采样点数

第一个数据日期和时间

触发的日期和时间

文件类型

数据文件的数据包括每个输出通道的每次采样值。数据文件按行划分，每行分成 $N+2$ 列，其中 N 为所记录的通道数。数据随记录长度而变化。每行第一列设定为该行数据的采样序列号，第二列表示从记录开始到本行的时间，第三行表示数值，对应电流和状态信息。

本软件必须提供组态和数据文件，且文件名应一致，用来描述录波器所记录的暂态过程。用户只需输入其中的 CFG 文件名，程序自动在 CFG 文件所在的路径下搜索与其对应的 DAT 文件，软件装载这些文件后，将在屏幕上显示其暂态波形，然后由测试仪再现这一暂态过程。

22.3 参数说明

（一）数据装载

1. 点击“浏览”，选择要装载的 COMTRADE 格式的 CFG 文件名，软件自动在 CFG 文件所的路径下搜索符合 COMTRADE 格式的 DAT 文件。
2. 录波文件要存储在 C 盘下
3. 打开录波文件后，软件自动读取录波信息摘要，如：变电站名称、录波装置编号等，显示在如下图中：

装载录波文件

浏览

录波信息摘要

变电站名称

录波装置编号

模拟量通道数量

开关量通道数量

采样速率

采样点数

线路频率

录波开始时间

录波结束时间

文件类型

(二) 通道设置

输出通道设置

	录波通道	单位	最大值	最小值
Ua				
Ub				
Uc				
Uu				
Ia				
Ib				
Ic				

变比设置

PT变比

0.000

CT变比

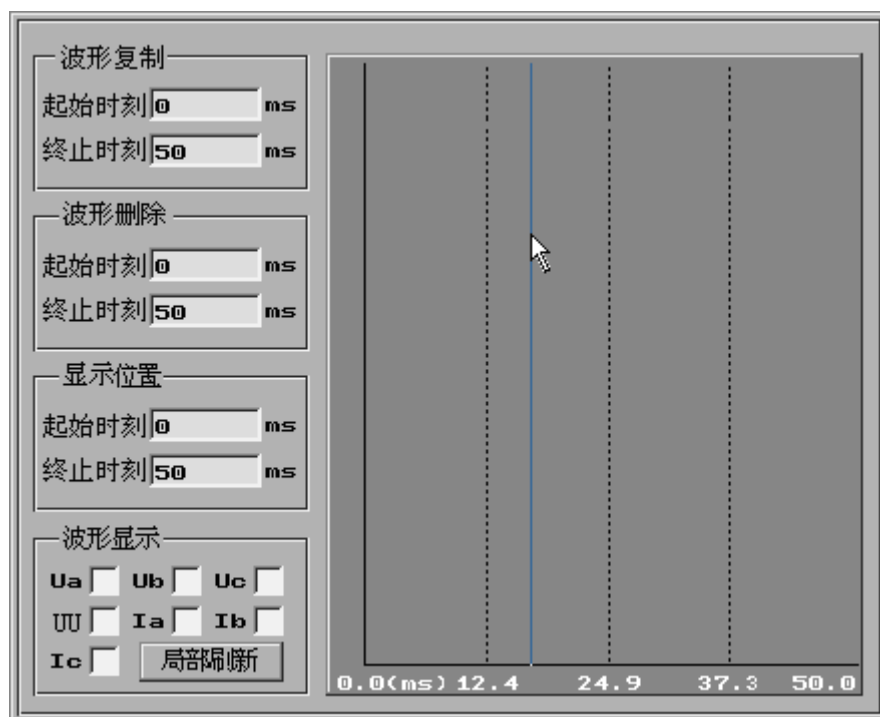
0.000

1. 电压 Ua、Ub、Uc、Uu：选择需要从测试仪的 4 路电压中进行波形回放的录波通道。
2. 电流 Ia、Ib、Ic：选择需要从测试仪的 3 路电流中进行波形回放的录波通道。

3. SF、CT 变比：如果录波数据文件中记录的电压电流值为一次回路数据，则需要输入 SF、CT 变比，程序自动计算出各通道的二次回路数据并将其通过测试仪输出。

4. 最大值、最小值：显示录波文件波形的最大值、最小值信息。

（三）波形编辑



1. 波形复制：可对录波文件波形进行选定时间段进行复制，加长输出时间
2. 波形删除：可对录波文件波形进行选定时间段进行删除，缩短输出时间
3. 显示位置：本界面下显示波形的起始位置
4. 波形显示：选择要显示的波形
5. 局部刷新：点击此键，可上述波形的操作进行刷新

（四）启动设置

1. 启动方式：可选择 GPS 启动、按键启动。选择 GPS 启动，装置经 GPS 校时后，在设置试验开始时刻开始试验；选择按键启动，装置点击“试验”按钮开始试验。
2. GPS 选择：可选择内置 GPS 及外接 GPS。
3. 波特率：可选择 9600、4800、2400、1200、600、300、150、110，应设置同

GPS 接收机串行通讯格式的波特率一致。

试验启动方式 GPS 启动

GPS 设置

GPS 选择 外接 GPS

波特率 9600

校验方式 无校验

停止位 1

数据位 8

GPS 校时

时间设置

GPS 校时状态 未经校验

故障开始时刻 0 时 0 分

4. 校验方式：可选择无校验、奇校验、偶校验，应设置与 GPS 接收机串行通讯格式的校验方式一致。
5. 停止位：可选择 1、2，应设置与 GPS 接收机串行通讯格式的停止位一致。
6. 数据位：可选择 7、8，应设置与 GPS 接收机串行通讯格式的数据位一致。
7. GPS 校时：对时按钮，启动测试仪接收 GPS 时间，并强行将测试仪的当前时间修正为 GPS 时间。
8. GPS 校时状态：显示当前校时状态。
9. 故障开始时刻：到此时间，装置自动开始试验。

（五）开关量设置

1. 开入量设置

开入接点 1 对应设置为跳 A 接点、三跳接点。

开入接点 2 对应设置为跳 B 接点、三跳接点。

开入接点 3 对应设置为跳 C 接点、三跳接点。

开入接点 4 对应设置为重合接点。

根据开入量的设置，装置收到信号后，试验结果栏中得出相应的时间。

2. 开出量设置

设置好状态变化过程及延时，此延时自装置开始试验计时。

开入量设置

开入接点1 跳A接点

开入接点2 跳B接点

开入接点3 跳C接点

开入接点4 重合接点

开出量设置

☐ 1 由开到闭 延时 0 s

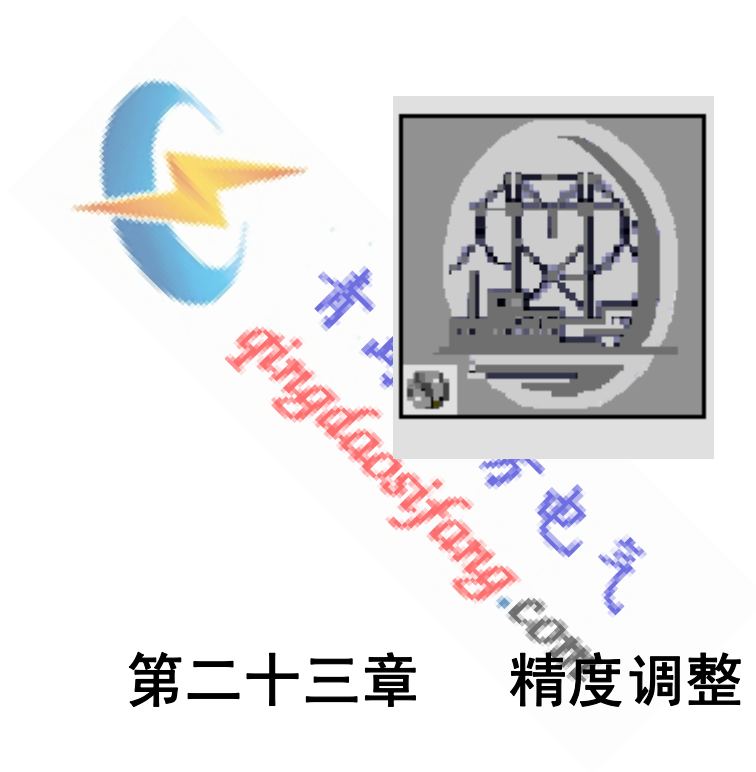
☐ 2 由开到闭 延时 0 s

☐ 3 由开到闭 延时 0 s

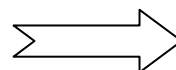
☐ 4 由开到闭 延时 0 s

22. 4 注意事项

1. 当回放的二次回路数据超出了测试仪的输出范围时，则需通过再次设置 SF、CT 变比来调整通道输出大小。
2. 对波形复制或删除时，最好设置为周期的整数倍。



第二十三章 精度调整



23. 1 操作界面

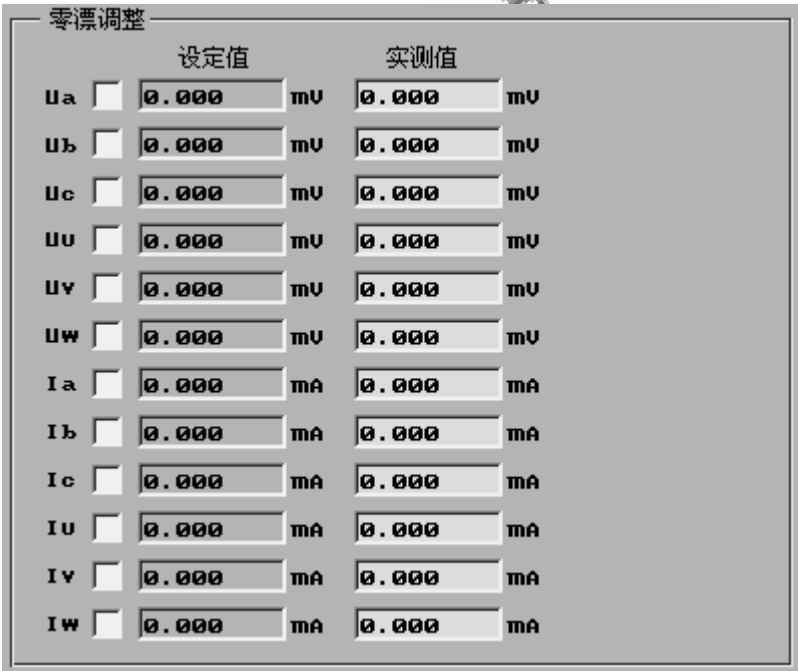


23. 2 功能介绍

用以调节装置的输出精度，包括零漂调节、交直流幅值调节及交流相位调整。

23. 3 调整项目

(一) 零漂调整



1. 用以调节输出波形的零点。
2. 调节时，选择“零漂调整”，并选中要调整的回路，每次选择 1 路。
3. 点击“试验”。
4. 测量时用万用表的直流毫伏档或直流毫安档，将读数输入到实测值，注意正负。
5. 点击“校正”，软件自动校正输出。
6. 点击“中断”，调节下一回路。
7. 零漂调整中，软件的调整范围为：电压 $\pm 100\text{mV}$ ，电流 $\pm 200\text{mA}$ 。累计调节超出此范围时，软件将不予调整。

(二) 交流幅值调整

交流幅值调整			
		设定值	实测值
Ua	<input type="checkbox"/>	0.000 V	0.000 V
Ub	<input type="checkbox"/>	0.000 V	0.000 V
Uc	<input type="checkbox"/>	0.000 V	0.000 V
Uu	<input type="checkbox"/>	0.000 V	0.000 V
Uv	<input type="checkbox"/>	0.000 V	0.000 V
Uw	<input type="checkbox"/>	0.000 V	0.000 V
Ia	<input type="checkbox"/>	0.000 A	0.000 A
Ib	<input type="checkbox"/>	0.000 A	0.000 A
Ic	<input type="checkbox"/>	0.000 A	0.000 A
Iu	<input type="checkbox"/>	0.000 A	0.000 A
Iv	<input type="checkbox"/>	0.000 A	0.000 A
Iw	<input type="checkbox"/>	0.000 A	0.000 A

1. 用以调节交直流幅值的输出。
2. 输出为交流，交流调节精确后，直流也已随之调节精确。
3. 调节时，选择“交流幅值调整”，并选中要调整的回路，每次选择 1 路。
4. 点击“试验”。
5. 测量时用万用表的交流电压档或交流电流档，将读数输入到实测值。
6. 点击“校正”，软件自动校正输出。
7. 点击“中断”，调节下一回路。

- 8. 交流幅值调整中，软件的调整范围为 $\pm 2\%$ 。累计调节超出此范围时，软件将不予调整。
- 9. 调整时，请将输出值设置为所接量程的一半，以便精确测量。

（三）交流相位调整

交流相位调整

	幅值		设定值		实测值
Ua	<input type="text" value="0.000"/>	V	<input type="text" value="0.000"/>	°	<input type="text" value="0.000"/>
Ub	<input type="text" value="0.000"/>	V	<input type="text" value="0.000"/>	°	<input type="text" value="0.000"/>
Uc	<input type="text" value="0.000"/>	V	<input type="text" value="0.000"/>	°	<input type="text" value="0.000"/>
Uu	<input type="text" value="0.000"/>	V	<input type="text" value="0.000"/>	°	<input type="text" value="0.000"/>
Uv	<input type="text" value="0.000"/>	V	<input type="text" value="0.000"/>	°	<input type="text" value="0.000"/>
Uw	<input type="text" value="0.000"/>	V	<input type="text" value="0.000"/>	°	<input type="text" value="0.000"/>
Ia	<input type="text" value="0.000"/>	A	<input type="text" value="0.000"/>	°	<input type="text" value="0.000"/>
Ib	<input type="text" value="0.000"/>	A	<input type="text" value="0.000"/>	°	<input type="text" value="0.000"/>
Ic	<input type="text" value="0.000"/>	A	<input type="text" value="0.000"/>	°	<input type="text" value="0.000"/>
Iu	<input type="text" value="0.000"/>	A	<input type="text" value="0.000"/>	°	<input type="text" value="0.000"/>
Iv	<input type="text" value="0.000"/>	A	<input type="text" value="0.000"/>	°	<input type="text" value="0.000"/>
Iw	<input type="text" value="0.000"/>	A	<input type="text" value="0.000"/>	°	<input type="text" value="0.000"/>

- 1. 用以调节交流相位的输出。
- 2. 调节时，选择“交流相位调整”，并选中要调整的回路，每次选择 1 路。
- 3. 点击“试验”。
- 4. Ua 相为基准值，测量 Ua 同其它相的夹角，将读数输入到实测值。
- 5. 注意输入的实测值必须在它的相位附近，不能将其值作加减 2π 处理。
- 6. 点击“校正”，软件自动校正输出。
- 7. 点击“中断”，调节下一回路。
- 8. 交流相位调整中，软件的调整范围为 $\pm 1^\circ$ 。累计调节超出此范围时，软件将不予调整。