

PSL 603U 线路保护装置 调试手册



南京国电南自电网自动化有限公司

PSL603U 线路保护装置 调试手册

起 草 人： 曹 荣

起草部门：PC1 生产调试部

发布日期：2017 年 02 月

前 言

为了指导调试员工及来厂用户熟悉掌握调试流程、调试方法、调试技能，南京国电南自电网自动化有限公司 PC1 生产调试部编写了《PSL 603U 线路保护装置调试手册》，本手册力求实用，涵盖了调试流程、保护简述、检验内容、方法、注意事项等。

编写本手册的主要目的是为新进员工和调试人员提供一本实用工具书，当工程调试遇到疑问时能通过查找手册相关内容解决大部分的工程问题。

因时间紧迫且平时工作繁重，可能有些地方内容不够详尽或者存在错误，欢迎大家批评指正，我们将在今后继续完善，为工程的顺利调试提供保障。

目 录

第一章 调试前准备	1
1.1 调试资料准备	1
1.1.1 工程图纸	1
1.1.2 工程装置电路板单板审查表（针对 1000kV 特高压等级工程）	1
1.2 工程参改查询	1
1.3 工程版本确定	2
第二章 工程通电前检查	2
2.1 核对设计图纸	2
2.1.1 屏柜图纸核对内容	2
2.1.2 核对问题备注	2
2.2 核对装置硬件（针对 1000kV 特高压 等级工程）	2
2.2.1 核对装置硬件修改	2
2.2.2 装置硬件核对内容	2
2.2.3 硬件问题处理	2
2.3 绝缘电阻测试（针对 1000kV 特高压等级工程）	3
2.4 耐压实验（针对 1000kV 特高压等级工程）	3
2.5 上电前接线检查	3
2.5.1 端子之间连线的检查	3
2.5.2 装置电源线检查	3
第三章 工程通电后检查	5
3.1 装置启动检查	5
3.2 保护版本及 CT 确定	5
3.3 装置程序下载	5
3.3.1 运用调试工具下载装置程序	5
3.3.2 装置设定	6
3.4 信号灯测试	6
3.5 开入检查	7
3.6 开出检查	7
3.7 模拟量通道检查	8
3.8 打印功能检查	8
3.9 对时检查	9

3.10 光纤通道检查.....	10
3.10.1 通道检查.....	10
3.10.2 针对 1000kV 特高压等级工程通道检查.....	11
3.11 大功率继电器检查（针对 1000kV 特高压等级工程）.....	11

第四章 保护功能及逻辑试验..... 12

4.1 保护功能简介.....	12
4.2 保护启动原理介绍.....	13
4.3 差动保护校验.....	14
4.3.1 差动保护介绍.....	14
4.3.2 实验方法及数据（六统一装置）.....	16
4.3.3 实验方法及数据（非六统一装置）.....	18
4.3.4 差动保护 TWJ 启动，弱馈启动实验及数据.....	18
4.3.5 差动比例制动系数校验.....	20
4.4 CT 断线闭锁差动逻辑校验.....	22
4.4.1 保护原理介绍.....	22
4.4.2 实验方法及数据.....	22
4.5 距离保护校验.....	24
4.5.1 保护原理简介.....	24
4.5.2 实验方法及数据.....	25
4.5.3 距离保护手动实验.....	27
4.6 快速距离保护校验.....	29
4.6.1 保护原理简介.....	29
4.6.2 实验方法及数据.....	29
4.7 零序保护校验.....	31
4.7.1 保护原理介绍.....	31
4.7.2 实验方法及数据.....	32
4.7.3 方向判断及边界验证.....	33
4.8 PT 断线后过流保护校验.....	34
4.8.1 保护原理介绍.....	34
4.8.2 实验方法及数据.....	34
4.9 零序反时限保护校验.....	35
4.9.1 保护原理简介（六统一）.....	35
4.9.2 实验方法及数据.....	36
4.10 重合闸校验.....	37
4.10.1 保护原理介绍实验方法及数据.....	37
4.10.2 实验方法及数据.....	38
4.11 合闸加速保护校验.....	39
4.11.1 保护原理介绍.....	39
4.11.2 实验方法及数据.....	39

第五章 工程收尾..... 42

5.1 工程屏柜整理..... 42

5.2 调试归档..... 42

5.2.1 归档流程..... 42

5.2.2 归档..... 42

5.3 调试报告填写..... 46

5.4 装置二维码的打印及粘贴..... 47

5.5 工程验收（针对 1000kV 特高压等级工程）..... 47

5.6 工程问题记录..... 48

5.7 工程交检..... 50

附 件 专用调试软件使用简介 51

6.1 功能介绍..... 51

6.2 连接设置..... 51

6.2.1 物理连接..... 51

6.2.2 通讯设置..... 51

6.2.3 软件设置..... 53

第一章 调试前准备

摘要：本章介绍工程调试之前的资料准备

1.1 调试资料准备

1.1.1 工程图纸

工程相关图纸由资料室统一打印提供，调试人员到资料室根据合同号领取工程图纸，领取图纸时需要做好工程登记。

1.1.2 工程装置电路板单板审查表（针对 1000kV 特高压等级工程）

特高压等级工程（1000kV）电路板单板由 PC3 保证质量，如需核对工程装置硬件，电路板单板审查表由质量部提供。

1.2 工程参改查询

调试人员接到调试工程需根据合同号在 here/设计管理/设计通知单/合同号，查询工程是否有软硬件修改，如图 1-1 所示。

（注意：本步骤非常重要，调试人员务必严格执行）

The screenshot displays the 'Here' logo and the title '南京国电南自电网综合信息管理平台'. The navigation bar includes '全部菜单', '综合管理', '财务管理', '人力资源', '营销管理', and '商务管理'. The left sidebar shows a tree structure under '系统菜单' with categories like '综合管理', '财务管理', '人力资源', '营销管理', '采购管理', '项目管理', '调试管理', '设计管理', '信息反馈', '设计通知单', '查询', '汇总查询', and '服务管理'. The main content area is titled '设计通知单' and contains a form with fields: '设计提交时间' (Design Submission Time), '所属PC' (Belonging PC), '合同号' (Contract Number), '工程名称' (Project Name), '填写人' (Filler), and '事因' (Reason). The '合同号' field is circled in red and contains the text '20160101160500'. Above the form, there are buttons for '转回列表' (Return to List) and '显示字段' (Show Fields).

图 1-1 修改查询

1.3 工程版本确定

经工程参改查询后，工程版本无设计通知单，工程图纸无具体标出保护版本说明，工程装置保护版本根据 here 系统/工程技术/标准版本，发布的标准程序下查找并下载装置程序。（注意地方版本）如下图 1-2 所示。

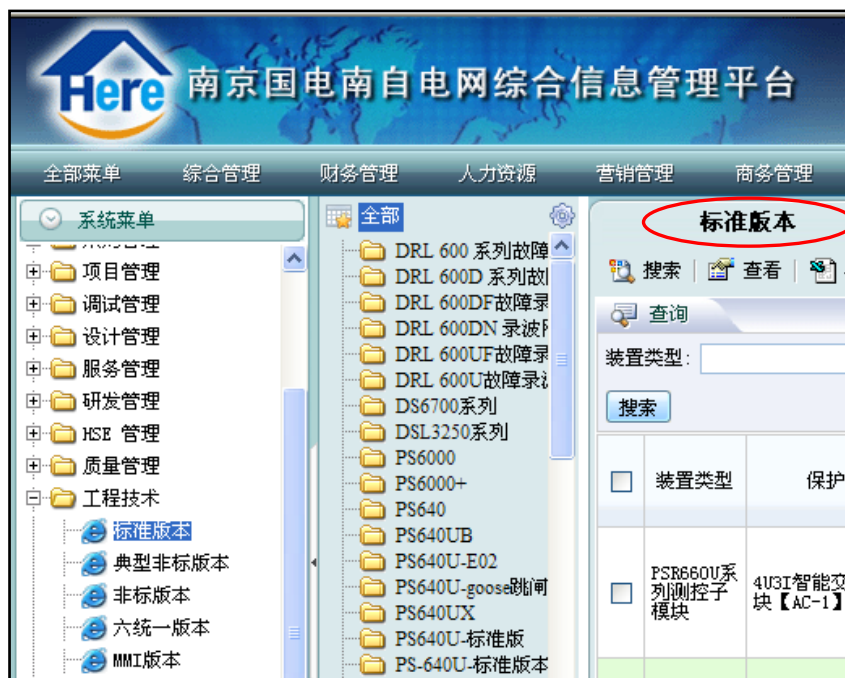


图 1-2 标准版本

经工程参改查询后，如工程版本有设计通知单提出软件参改，工程装置保护版本根据 here 系统/工程技术/非标版本，发布的非标版本中按工程合同号查找并下载装置程序。如下图 1-3 所示。

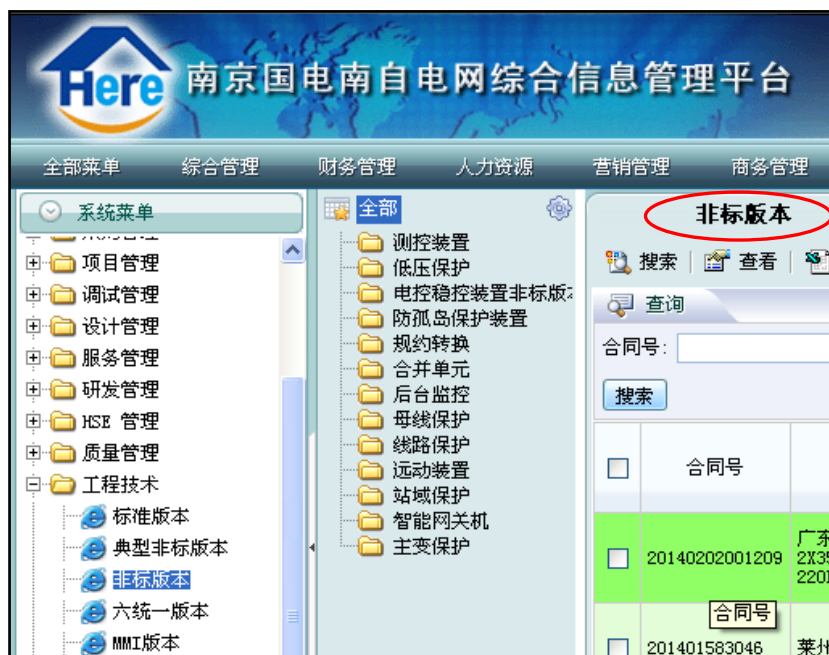


图 1-3 非标版本

经工程参改查询后，工程版本无设计通知单，工程图纸有具体标出保护版本说明，工程装置保护版本根据 here 系统/工程技术/典型非标版本，发布的典型非标版本下查找并下载装置程序。如下图 1-4 所示。



图 1-4 典型非标版本

经工程参改查询后，工程版本无设计通知单，工程图纸无具体标出使用保护版本说明，工程保护装置为六统一或九统一类型，工程装置保护版本根据 here 系统/工程技术/六统一版本，发布的六统一版本下查找并下载装置程序。如下图 1-5 所示。



图 1-5 六统一版本

第二章 工程通电前检查

摘要：本章节主要介绍工程通电前需进行的工作

2.1 核对设计图纸

2.1.1 屏柜图纸核对内容

1. 屏柜的正、背面示意图，装置 BOM 号，装置背板图；
2. 设备表的内容；
3. 压板排列位置，压板颜色，压板标签；
4. 接线端子的数量、型号和连接片位置；
5. 外购装置型号、插件、配线与调试图纸一致；
6. 核对图纸中标出的工程的特殊要求（备注字样）。

注意： 图纸核对完成请调试人员在屏柜质量跟踪单上签署自己的姓名以便屏柜质量跟踪。

2.1.2 核对问题备注

1. 如在核对图纸过程中有疑问请与工程设计人员联系核实并确认，图纸如需修改请做好标识，等待屏柜调试完成后设计统一修改。
2. 如在核对图纸过程中发现屏柜有缺项内容，做好标识并将缺项内容写于屏柜门上的工程产品状态标识上，方便跟踪处理缺项内容。

2.2 核对装置硬件（针对 1000kV 特高压 等级工程）

2.2.1 核对装置硬件修改

按合同号核对设计通知单，如有硬件参改的，要确保装置硬件符合设计通知单的要求。

2.2.2 装置硬件核对内容

1. 装置硬件配置顺序与图纸一致；
2. 装置硬件型号与电路板单板审查表一致；
3. 装置硬件电压等级与电路板单板审查表一致。

2.2.3 硬件问题处理

在核对装置硬件过程中如发现装置硬件型号、电压等级与工程装置电路板单板审查表不符，请联系质量部相关人员进行整改。

注意： 核对装置硬件时需要做好防静电工作。

2.3 绝缘电阻测试（针对 1000kV 特高压等级工程）

在正常试验大气条件下，用 500V 的兆欧表依次测量交流电流回路、直流回路、开入开出节点及信号点对地及相互间的绝缘电阻。

测量绝缘电阻时，施加兆欧表电压时间不小于 5S，待读数稳定时读取绝缘电阻值。绝缘应 $\geq 100\text{ M}\Omega$ ，具体内容见表 2-1。

表 2-1 绝缘电阻检测表

试验项目	端子号	测量电阻要求 ($\text{M}\Omega$)
交流回路对柜体	参照柜端子接线图	$\geq 100\text{ M}\Omega$
直流回路对柜体	参照柜端子接线图	$\geq 100\text{ M}\Omega$
开出回路对柜体	参照柜端子接线图	$\geq 100\text{ M}\Omega$
开入回路对柜体	参照柜端子接线图	$\geq 100\text{ M}\Omega$
各回路相互之间	/	$\geq 100\text{ M}\Omega$

注意：进行装置的绝缘电阻测试时，装置需处于断电状态且通讯端子和备用端子不摇绝缘。

2.4 耐压实验（针对 1000kV 特高压等级工程）

运用耐压仪器对装置进行耐压实验(调试部不做此项测试，若要求此项测试，请联系 PC3 相关人员进行此项工作)。

2.5 上电前接线检查

2.5.1 端子之间连线的检查

请务必检查端子与端子之间的连线，如表 2-2 所示 4XD2-1XD2。

表 2-2 端子间接线图

4XD			中央信号
	1	4n11X2	+XM
	2	1XD2	
	3		

2.5.2 装置电源线检查

在装置上电前请仔细检查装置正负电源接线，防止电源短接，错接等情况。图纸电源接线如图 2-1 所示。

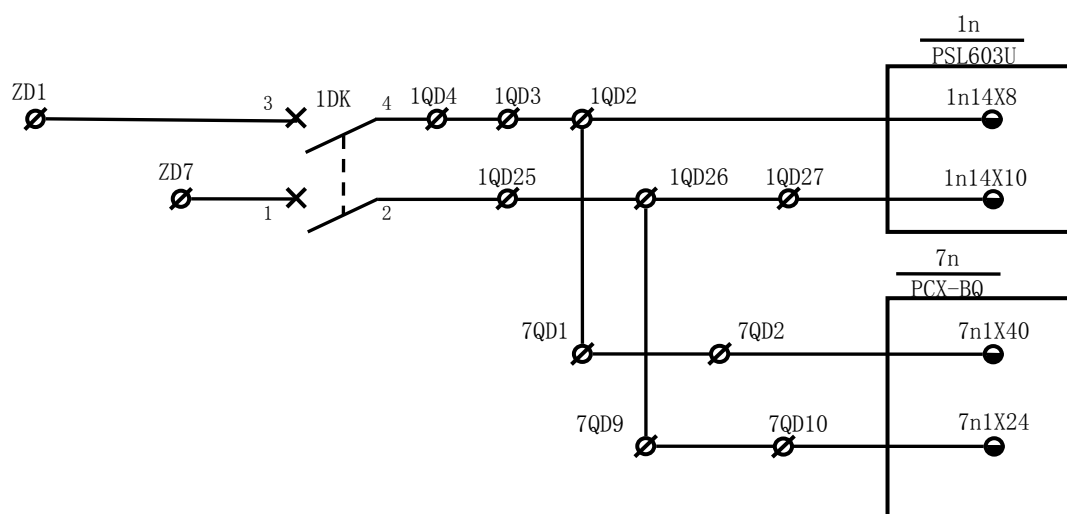


图 2-1 电源接线图

注意：请在外部电源未接线情况下，检查装置接线回路。

第三章 工程通电后检查

摘要：本章主要介绍保护装置的调试内容以及具体的调试方法与步骤

3.1 装置启动检查

按图纸核对装置额定直流电源，确认电源为 DC220V, 还是 DC110V, 使用 PC1 生产调试部专用的红黑电源线和专用红黑电源插针给装置上电，装置直流电源接通，用万用表检查装置失电告警继电器应可靠断开，断开直流电源，该触点应可靠吸合。

3.2 保护版本及 CT 确定

1. 保护装置通电，查看当前保护版本是否 HERE 中版本一致，装置版本如图 3-1 所示。如不一致用调试工具下载装置保护版本。



图 3-1 软件信息

2. 查看装置定值 CT (1A 或 5A) 是否与图纸一致，如不一致将装置定值 CT 改为与图纸一致。

3.3 装置程序下载

3.3.1 运用调试工具下载装置程序

1. 程序文件夹格式如图 3-2 所示，运用 SGView 下载，需分别将对应的文件下载于对应的文件夹下。tffs 包含下列五个文件

(autoexec.ini/edpapp.out/edpsys.out/WatchAlarm.bin/WatchAlarmFuse.txt) sys 包含下列三个文件 (hwcfg.ehc/logic.egs/swcfg.esc)。

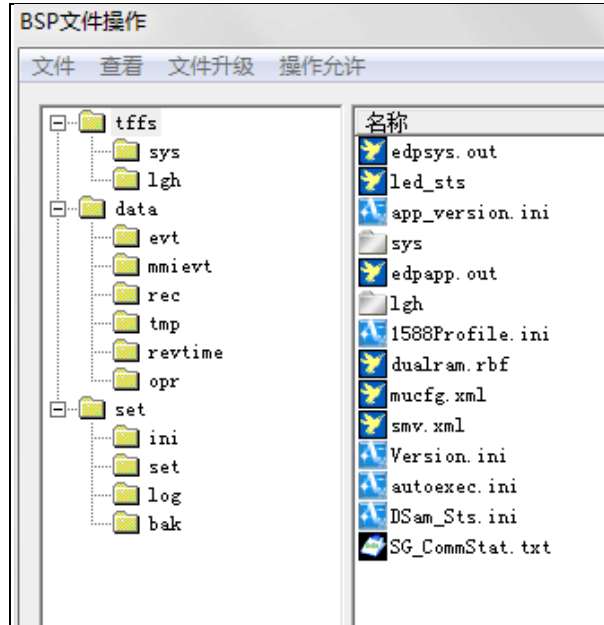


图 3-2 程序文件夹格式

2. 程序为 edp 格式，运用 UpdateTool 下载。

3.3.2 装置设定

1. 装置程序下载完成后，需要断电并重新启动装置，进行装置整定。
2. 进入装置主菜单→工厂设置→其它功能→详细版本信息，复归 CPU1、CPU2 和 HMI 的配置。
3. 进入装置主菜单→工厂设置→其他设置，将 HMI 类型设置成线路保护装置，（保测一体装置需设置成保测一体）。
4. 进入装置主菜单→定值菜单，固化装置的保护定值、参数定值以及软压板等。
5. 装置整定完成后，断电重启装置，按动装置的复归按钮，复归装置上的保护告警红色信号灯。

3.4 信号灯测试

主界面中选择硬件测试窗口，选择“硬件测试”，进入指示灯测试。

按表 3-1 所示步骤逐一测试装置信号灯。

表 3-1 信号灯测试

序号	界面选择操作	面板所有指示灯现象
1	点亮（非磁保持）	指示灯全亮
	熄灭所有指示灯	指示灯全灭
2	点亮（磁保持）	指示灯全亮
	熄灭所有指示灯	磁保持指示灯不能熄灭
3	点亮（磁保持）	指示灯全亮
	复归所有指示灯	磁保持指示灯能熄灭

3.5 开入检查

进入“系统测试”→“开入检查”菜单，投退各个功能压板和开入量，查看各个开入量状态，装置能正确显示当前状态。开入量包括两部分，第一部分 DI 模件，此开入都是为强电开入（110V 或 220V，外部直流电源）；第二部分 HMI 模件，此开入为弱电开入（DC24V，保护装置电源提供）。开入量如图 3-3 所示。

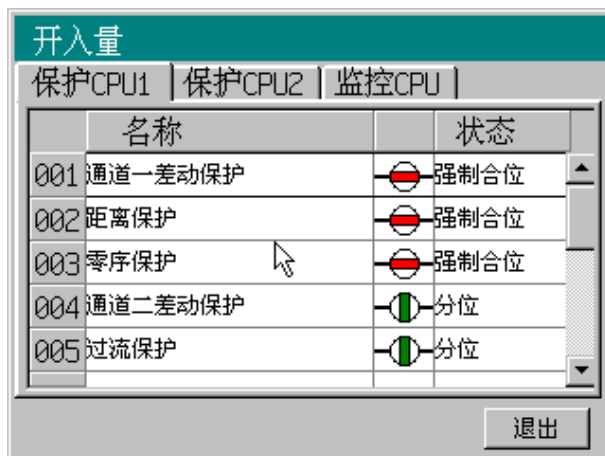


图 3-3 开关量输入

1. 保护开入状态显示：绿色表示分位；红色表示合位。非强制表示接收外部开入状态；强制表示软件控制开入状态。
2. 采用投退压板或加入高电平改变装置的开入量状态，检查装置的状态显示是否正确。
3. 如某一路不正确，检查与之对应的光隔、电阻等元件有无虚焊、焊反或损坏。

注：对主控模件在检测状态下所有保护功能都退出，在变电站调试时请注意

3.6 开出检查

1. 操作方法

点击“测试”菜单下面的“硬件测试”菜单打开硬件测试对话框，输入用户密“99”，选择“开出传动”，页面如图 3-4 所示。

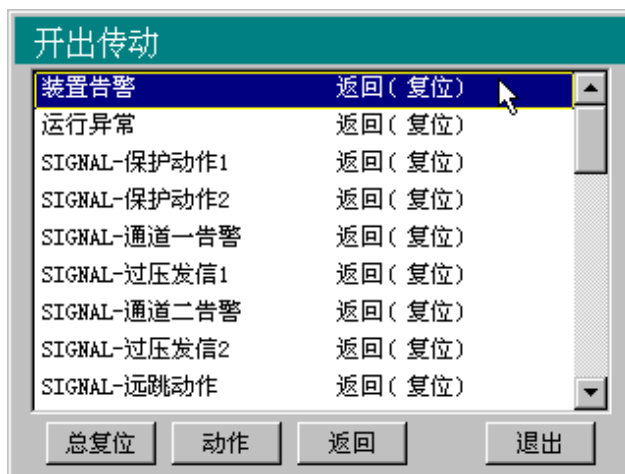


图 3-4 开出传动

进入“硬件测试”后装置将自动把主控制模件切换到检测状态，退出后主控模件自动转为运行状态。

注意：主控模件在检测状态下所有保护功能都退出

2. 出口

根据电气原理图，检查相应的继电器以及对应的接点是否正确动作。常开接点(断开→闭合)，常闭接点(闭合→断开)，磁保持继电器对应的节点动作返回后，按装置面板“复归”按钮或屏柜上的“复归”按钮方可恢复初始态。

3.7 模拟量通道检查

操作界面进入输入监视，选择“模拟量输入”，页面如图 3-5 所示。

模拟量				
保护CPU1 保护CPU2				
	名称	幅值	相角	直流偏移
001	Ua	0.002 V	0.00°	-0.008
002	Ub	0.001 V	0.00°	-0.015
003	Uc	0.001 V	0.00°	-0.020
004	Uxa	0.003 V	0.00°	-0.031
005	Uxb	0.002 V	0.00°	-0.019

图 3-5 模拟量输入

1. 零漂调节

装置本身会自动调节直流偏移和零漂，在“模拟量输入”的菜单中可以看到每一个对应通道的直流偏移和零漂。

在不加电流量，电压量的情况下，装置的各路电流采样的零漂及直流偏移（主/从 CPU 均需查看）均不超过 $0.01I_n$ 、各路电压零漂和直流偏移值均不超过 $0.01U_n$ 。如果零漂或直流偏移值不满足要求时，需联系 PC3 处理。

2. 通道有效值及角度检查

加入额定电流量和电压量，检查其有效值和相位（分别查看 CPU1 和 CPU2 的显示值）是否在规定范围内。

要求每个通道的有效值误差 $<2\%$ （特高压 $<1\%$ ），相位误差 $<2^\circ$ （特高压 $<1^\circ$ ）。

3.8 打印功能检查

准备好工程配套的打印机，接入打印机电源，将打印机数据线连接至 MMI 模件的打印端口，将打印波特率设置为 19200。

在人机界面中进行相应的打印操作，应能正确打印所需内容。

3.9 对时检查

对时方式需与现场 GPS 对时方式相匹配，设计会与现场核实，屏柜调试过程中调试人员需严格按照图纸核实装置时方式。

联调的所有装置都需要与 GPS 装置进行对时测试，确保装置对时功能正常。

HMI 板件背板图如图 3-6 所示：



图 3-6 HMI 板件背板图

GPS 对时输入接口有空接点、有源 24V、RS485 三种模式的选择：

1. 当 GPS 对时方式为空接点或有源 24V 方式时，仅连接 HMI 模件 4X01、4X03 端子，HMI 模件内的“空接点&有源输入时钟同步模件”反面跳接 X3，以区分空接点和有源 24V；
2. 当 GPS 对时方式为 RS485 方式时，HMI 模件接线端子的 4X05 脚“GPS_GND”需和 GPS 装置 485 接口的 GND 连接，防止共模干扰；
3. 三种模式都支持 IRIG-B 格式时间码对时。



图 3-7 RS485 时钟同步模件

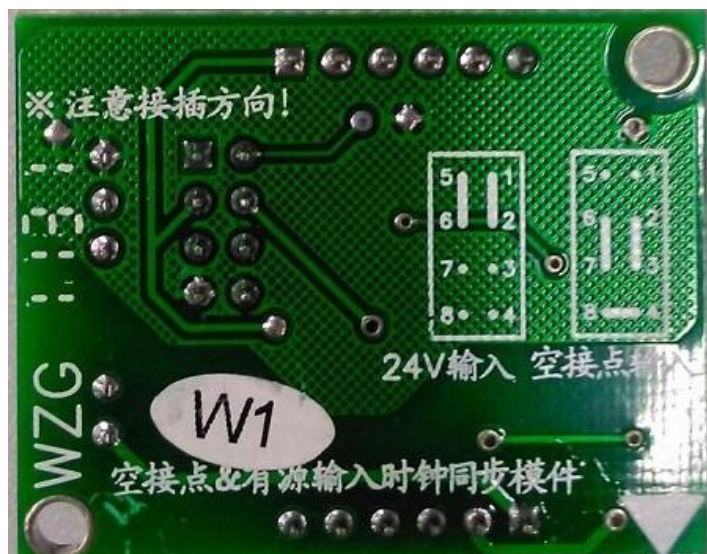


图 3-8 空节点&有源输入时钟同步模件

注：对时方式需与现场 GPS 对时方式相匹配，设计会与现场核实，屏柜调试过程中调试人员需严格按照图纸核实装置时方式。

联调的所有装置都需要与 GPS 装置进行对时测试，确保装置对时功能正常。

3.10 光纤通道检查

3.10.1 通道检查

1. 用尾纤将装置两组光发/光收接口分别自环，稳定一段时间后，装置无相应通道告警灯亮，且在“监视页”左下角的相应“通道一”、“通道二”的状态圆点显示为绿色，无通道异常报文。在通道实验自环时应将定值中的“线路本侧编号”及“线路对侧编号”设置一致。

2. 将两台装置的两组光发/光收接口分别交叉互联，稳定一段时间后，装置无相应通道告警灯亮，且在“监视页”左下角的相应“通道一”、“通道二”的状态圆点显示为绿色，无通道异常报文。在通道实验交叉互联时，应将定值中的“线路本侧编号”与对侧“线路对

侧编号”设置为一致。

3.10.2 针对 1000kV 特高压等级工程通道检查

特高压工程除了3.10.1的检查外，还需要做如下测试：

测试装置的光发功率（用专用光功率计测试），在光波长1310nm时，测试光发功率应在-8~-15dBm范围内；

检查光收的灵敏功率：

1. 测量装置尾纤通过光衰耗计后的光发功率；
2. 装置尾纤通过光衰耗计自环；
3. 调节光衰耗计，记录使得装置报通道告警的最小衰耗值；
4. 将 c、a 得到的值相减得到的值即为光收灵敏功率；
5. 光收灵敏功率应 $\leq -36\text{dB}$ 。

3.11 大功率继电器检查（针对 1000kV 特高压等级工程）

将万用表的毫安档串联在测试仪的直流档和大功率继电器之间，测试仪的直流电压由0稳步增加，直到大功率继电器动作，记下此时万用表的电流读数和测试仪上直流电压的读数，电流和直流电压相乘所得功率应 $>5\text{W}$ 。具体操作接线如图3-9。

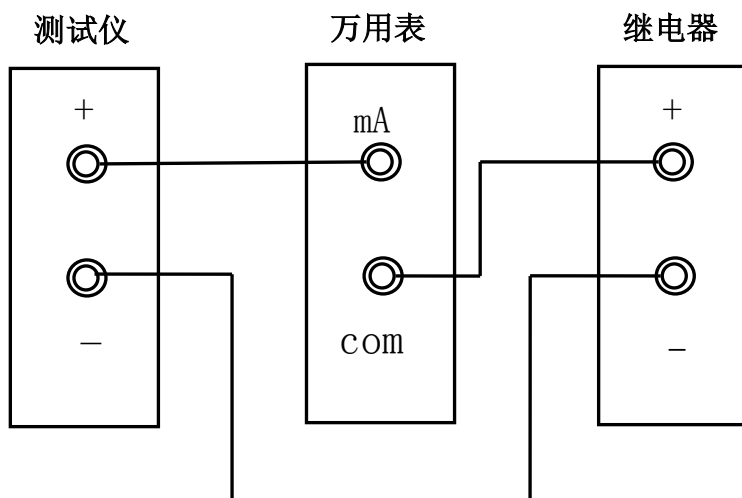


图 3-9 测量继电器接线

第四章 保护功能及逻辑试验

摘要：本章主要介绍保护装置保护原理以及装置保护实验的方法

4.1 保护功能简介

表 4-1 保护装置功能表

类别	功能描述	段数	简要说明
差动保护	分相电流差动保护	/	突变量差动、稳态 I 段瞬时动作 稳态 II 段延时 40ms
	零序电流差动保护	/	分相零序差动单相故障延时 100ms 选相元件拒动时延时 250ms，三相跳闸
	CT 断线保护	/	CT 断线闭锁差动逻辑
后备保护	接地距离保护	I 段 II 段 III 段	接地距离保护 I 段由硬压板，控制字投入，瞬时动作 接地距离保护 II 段、III 段由硬压板，控制字投入，时间可整定
	相间距离保护	I 段 II 段 III 段	相间距离保护 I 段由硬压板，控制字投入，瞬时动作 相间距离保护 II 段、III 段由硬压板，控制字投入，时间可整定
	快速距离保护	/	快速距离保护由“距离保护 I 段”控制字整定 “距离保护 I 段”控制字退出，快速距离功能固定退出
	零序保护	II 段 III 段	零序 II 段由控制字选择选相跳闸或三跳闭重 零序 III 段动作后直接三跳闭重 零序 II 段固定带方向 零序 III 段和零序加速段可选择性带方向
	PT 断线保护	/	PT 断线闭锁方向元件
	重合闸功能	/	单相重合闸、三相重合闸、禁止重合闸、停用重合闸
	合闸加速保护	/	距离手合加速、距离重合加速、零序手合加速

4.2 保护启动原理介绍

保护以电流突变量启动元件为主，同时有零序电流启动元件、静稳破坏检测启动元件，对于纵联电流差动保护，还增加有弱馈启动、TWJ 辅助启动元件。

1. 电流突变量启动元件

判据为：

$$\Delta i_{\Phi\Phi} > IQD + 1.25 \times \Delta I_{\Phi\Phi T} \text{ 或者 } \Delta 3i_0 > IQD + 1.25 \times \Delta 3I_{0T}$$

其中： $\Phi\Phi$ 为 AB, BC, CA 三种相别，T 为 20ms；

$\Delta i_{\Phi\Phi} = | i_{\Phi\Phi}(t) - 2 \times i_{\Phi\Phi}(t-T) + i_{\Phi\Phi}(t-2T) |$ ，为相间电流瞬时值的突变量；

$\Delta 3i_0 = | 3i_0(t) - 2 \times 3i_0(t-T) + 3i_0(t-2T) |$ ，为零序电流瞬时值的突变量；

IQD 为电流突变量启动定值。 $\Delta I_{\Phi\Phi T}$ 、 $\Delta 3I_{0T}$ 分别为相间电流、零序电流突变量浮动门槛。

电流突变量启动元件能自适应于正常运行和振荡期间的不平衡分量，因此既有很高的灵敏度而又不会频繁误启动。当任一电流突变量连续三次大于启动门槛时，保护启动。

2. 零序电流启动元件

为了防止远距离故障或经大电阻故障时电流突变量启动元件灵敏度不够而设置。该元件在零序电流有效值大于零序电流启动定值并持续 30ms 后动作。

3. 静稳破坏检测元件

为了检测系统正常运行状态下发生静态稳定破坏而引起的系统振荡而设置。该元件判据

条件为：最大相电流大于 1.5 倍的静稳破坏电流定值，或最大相电流在 0.5~1.5 倍静稳破坏电流且满足 $-0.7pu < U_1 \cos\phi < 0.8pu$ 。当 PT 断线或者振荡闭锁功能退出时，该检测元件自动退出。

4. 弱馈启动元件（六统一装置）

A. 六统一装置

纵联电流差动保护中，用于弱馈侧和高阻故障的辅助启动元件，同时满足以下两个条件时动作：

1. 对侧保护装置启动；
2. 以下条件满足任何一个：
 - a) 任一侧相电压或相间电压小于 65% 额定电压；
 - b) 任一侧零序电压或零序电压突变量大于 1V。

B. 非六统一装置

1. 相差流或零序差流大于差流门槛 I_{mkL} (定义同下)；
2. 相电压或相间电压小于 90% 额定电压或零序电压突变量大于 1V；
3. 对侧保护装置启动。

5. TWJ 启动元件

纵联电流差动保护中，作为手合于故障或空充线路时，一侧启动另一侧不启动时，未合侧保护装置的启动元件，同时满足以下三个条件时动作：

1. 相差流或零序差流大于差流门槛 I_{mk} (定义同下)；

2. 有三相 TWJ;
3. 对侧保护装置启动。

4.3 差动保护校验

4.3.1 差动保护介绍

1. 概述

光纤电流差动保护利用流入线路和流出线路的电流相量和进行选择（即基尔霍夫电流定理），因此光纤电流纵差保护和变压器的差动保护类似，通过光纤通道将两侧 TA 连接在了一起，从而将整个线路当成了象变压器或发电机一样的元件来完成差动保护。

光纤电流差动保护的主要缺点是对光纤通道要求很高，对数据同步要求较高。

2. 光纤电流差动保护原理

光纤电流纵差保护的核心元件是电流差动元件，一般有分相电流差动元件、零序电流差动元件、突变量电流差动保护元件等。这几种差动元件的基本工作原理相同，差动电流在正常及区外故障时均很小，只有在区内（本线路）发生故障时差流才很大，达到动作条件。

例子：正常运行的线路或者发生区外故障的线路本侧电流与对侧电流大小相等，方向相反，所以差动电流为 0，在发生区内故障时，电流流向故障点，差动电流不为零。

在实际构成时，为了保证在区外短路时由于 TA 误差及饱和等因素使差流（不平衡电流）较大而误动，采用比率制动。

TA 断线时可能会引起光纤电流差动保护误动，因此一般装置会采取相应的闭锁措施以防止差动保护误动。但需在 TA 断线时及时处理，使电流差动保护恢复正常。

TA 断线时可能会引起光纤电流差动保护误动，因此一般装置会采取相应的闭锁措施以防止差动保护误动。但需在 TA 断线时及时处理，使电流差动保护恢复正常。

差动保护具体动作原理见表 4-2 所示。

表 4-2 差动保护动作方程

保护	动作方程	备 注
变化量相差动继电器	$\begin{cases} \Delta I_{op\cdot\Phi} > 0.8 \cdot \Delta I_{re\cdot\Phi} \\ \Delta I_{op\cdot\Phi} > I_{mk}^H \end{cases}$ $\Phi = A, B, C$	$\Delta I_{op\cdot\Phi}$ 为变化量相差动电流，取值为两侧相电流变化量矢量和的幅值 $ \Delta \dot{I}_{m\cdot\Phi} + \Delta \dot{I}_{n\cdot\Phi} $ ； $\Delta I_{re\cdot\Phi}$ 为变化量相制动电流，取值为两侧相电流变化量矢量差的幅值 $ \Delta \dot{I}_{m\cdot\Phi} - \Delta \dot{I}_{n\cdot\Phi} $ ； I_{mk}^H 为变化量差动继电器的动作门槛： 六统一装置取值如下： 当“电流补偿”控制字置“1”，取值为

		$\max(2.5 \frac{U_n}{X_c}, 2.5I_c, 1.5I_{dz})$; (六统一) 当“电流补偿”控制字置“0”，取值为 $\max(2.5I_c, 1.5I_{dz})$; (六统一) 非六统一装置取值如下： 当“电流补偿”控制字置“1”，取值为 $2.5 \cdot \max(I_c, \frac{U_n}{X_c}, I_{dz})$; (非六统一) 当“电流补偿”控制字置“0”，取值为 $2.5 \cdot \max(I_c, I_{dz})$; (非六统一) U_n 为额定电压 (57.7V), I_n 为二次额定电流值 (1A 或 5A); I_c 为线路实测电容电流, 由正常运行时未经补 偿的稳态差流获得; X_c 为线路正序容抗, X_L 线路并联电抗, I_{dz} 为 差动动作电流定值;
稳态相差动继电器	稳态 I 段相差动继电器 $\begin{cases} I_{op\cdot\Phi} > 0.8 \cdot I_{re\cdot\Phi} \\ I_{op\cdot\Phi} > I_{mk}^H \end{cases}$ $\Phi = A, B, C$ 稳态 II 段相差动继电器 (经 40ms 延时动作) $\begin{cases} I_{op\cdot\Phi} > 0.6 \cdot I_{re\cdot\Phi} \\ I_{op\cdot\Phi} > I_{mk}^M \end{cases}$ $\Phi = A, B, C$	$I_{op\cdot\Phi}$ 为稳态差动电流, 取值为两侧稳态相电流 矢量和的幅值 $ \dot{I}_{m\cdot\Phi} + \dot{I}_{n\cdot\Phi} $; $I_{re\cdot\Phi}$ 为稳态制动电流, 取值为两侧稳态相电流 矢量差的幅值 $ \dot{I}_{m\cdot\Phi} - \dot{I}_{n\cdot\Phi} $; I_{mk}^M 为稳态相差动继电器 II 段动作门槛: 六统一装置取值如下: 当“电流补偿”控制字置“1”, 取值为 $\max(1.5I_c, 1.5(\frac{U_n}{X_c} - \frac{U_n}{X_L}), I_{dz})$; (六统一) 当“电流补偿”控制字置“0”, 取值为 $\max(1.5I_c, I_{dz})$; (六统一) 非六统一装置取值如下: 当“电流补偿”控制字置“1”, 取值为 $1.5 \cdot \max(I_c, \frac{U_n}{X_c} - \frac{U_n}{X_L}, I_{dz})$; (非六统一) 当“电流补偿”控制字置“0”, 取值为 $1.5 \cdot \max(I_c, I_{dz})$; (非六统一) 上述式中参数 U_n 、 I_c 、 X_c 、 X_L 、 I_{dz} 、 I_{mk}^H 定义同上。

分相零序差动继电器	$\begin{cases} I_{op-0} > 0.8 \cdot I_{re-0} \\ I_{op-0} > I_{mk}^L \\ I_{op-\Phi} > 0.2 \cdot I_{re-\Phi} \\ I_{op-\Phi} > I_{mk}^L \end{cases}$	<p>I_{op-0} 为零序差动电流, 取值为两侧自产零序电流矢量和的幅值 $\dot{I}_{m-0} + \dot{I}_{n-0}$;</p> <p>$I_{re-0}$ 为零序制动电流, 取值为两侧自产零序电流矢量差的幅值 $\dot{I}_{m-0} - \dot{I}_{n-0}$;</p> <p>$I_{mk}^L$ 为零序差动继电器动作门槛, 取值为 $\max(I_c, I_{dz})$;</p> <p>上述式中参数 I_c, I_{dz}、$I_{op-\Phi}$、$I_{re-\Phi}$ 定义同上。</p> <p>分相零序差动继电器只在单相接地故障时投入, 动作延时为 100ms;</p> <p>当差流选相元件拒动时, 延时 250ms 三相跳闸;</p> <p>CT 断线时, 分相零序差动保护退出。</p>
-----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.3.2 实验方法及数据（六统一装置）

装置自环, 将装置光纤接口通道 RxD1 与通道 TxD1 光纤跳线直接相连, 保证光纤通道通讯正常。装置自环时无电容电流, 差动动作电流定值整定为 2A。

1. 突变量差动, 稳态 I 段

模拟对称或不对称故障, 使故障电流为: $I = 0.5 \times 1.5 \times X_s \times Id_z$ (Id_z 为差动动作电流定值), $X_s = 0.95$ 时上述差动继电器应不动作, $X_s = 1.05$ 时上述差动继电器能可靠动作。

① 0.95 倍定值: $I = 0.5 \times 1.5 \times 0.95 \times 2 = 1.425A$ 差动继电器应不动作;

② 1.05 倍定值: $I = 0.5 \times 1.5 \times 1.05 \times 2 = 1.575A$ 差动继电器应可靠动作。

2. 稳态 II 段

模拟对称或不对称故障, 使故障电流为: $I = 0.5 \times 1 \times X_s \times Id_z$ (Id_z 为差动动作电流定值), $X_s = 0.95$ 时上述差动继电器应不动作, $X_s = 1.05$ 时上述差动继电器能可靠动作, 稳态 II 段经 40ms 延时。

① 0.95 倍定值: $I = 0.5 \times 1 \times 0.95 \times 2 = 0.95A$ 差动继电器应不动作;

② 1.05 倍定值: $I = 0.5 \times 1 \times 1.05 \times 2 = 1.05A$ 差动继电器应可靠动作。

3. 分相零序差动

A. 单相接地故障

模拟单相接地故障, 使故障电流为: $I = 0.5 \times 1 \times X_s \times Id_z$ (Id_z 为差动动作电流定值), $X_s = 0.95$ 时上述差动继电器应不动作, $X_s = 1.05$ 时上述差动继电器能可靠动作, 故障时间加 130ms 左右。分相零序差动继电器只在单相接地故障时投入, 动作延时为 100ms。

① 0.95 倍定值: $I = 0.5 \times 1 \times 0.95 \times 2 = 0.95A$ 差动继电器应不动作;

② 1.05 倍定值: $I = 0.5 \times 1 \times 1.05 \times 2 = 1.05A$ 差动继电器应可靠动作。

B. 三相接地故障

模拟三相接地故障，使故障电流为： $I = 1 \times X_s \times I_{dz} / 3$ （ I_{dz} 为差动动作电流定值）， $X_s = 0.95$ 时上述差动继电器应不动作， $X_s = 1.05$ 时上述差动继电器能可靠动作，故障时间加 300ms 左右。当差流选相元件拒动时，延时 250ms 三相跳闸。

① 0.95 倍定值： $I = 1 \times 0.95 \times 2 / 3 = 0.32A$ (ABC 三相角度幅值相同)，差动继电器应不动作；

② 1.05 倍定值： $I = 1 \times 1.05 \times 2 / 3 = 0.35A$ (ABC 三相角度幅值相同)，差动继电器应可靠动作。

差动保护试验定值及数据如表 4-3 所示。

表 4-3 差动保护实验数据

保护定值		控制字			压板(软/硬):			备注
变化量启动电流定值: 0.5A 零序启动电流定值: 0.5A 差动动作电流定值: 2A CT 断线后分相差动定 值: 4A 本侧识别码: 1 对侧识别码: 1		纵联差动保护: 投入 电流补偿: 退出 CT 断线闭锁差动: 退出			纵联差动保护: 投入 光纤通道一: 投入 光纤通道二: 投入			通道自环 校验值为 定值的一 半
实验内 容	测试相别	0.95 倍差动动作门槛			1.05 倍差动动作门槛			备注
		故障量	故障 时间	动作 情况	故障量	故障 时间	动作 情况	
突变量 差动、 差动稳 态 I 段 定值校 验(1.5 倍动作 定值)	A/B/C	1.425A	30ms	不动作	1.575A	30ms	单跳	1、装置报文“分 相差动动作”。 2、突变量差动、 差动稳态 I 段动作 时间一般在 25ms 左右。 3、动实验时无法 控制故障时间， 0.95 倍情况下差动 稳态 II 段会动， 但动作时间大于 30ms。
	AB/BC/CA	1.425A	30ms	不动作	1.575A	30ms	三跳	
差动稳 态 II 段 定值校 验(1 倍 动作定 值)	A/B/C	0.95A	80ms	不动作	1.05A	80ms	单跳	1、装置报文“分 相差动动作”。 2、差动稳态 II 段 动作时间一般在 55ms 左右。
	AB/BC/CA	0.95A	80ms	不动作	1.05A	80ms	三跳	

分相零差定值校验(1倍动作定值)	A/B/C	0.95A	130ms	不动作	1.05A	130ms	单跳	1、装置报文“零序差动动作”。 2、零序差动动作延时一般在 120ms 左右
	ABC 同相位	0.32	300ms	不动作	0.35A	300ms	三跳	1、装置报文“零序差动动作”。 2、无选相零差动作时间一般在 270ms 左右

4.3.3 实验方法及数据（非六统一装置）

装置自环，将装置光纤接口通道 RxD1 与通道 TxD1 光纤跳线直接相连，保证光纤通道通讯正常。装置自环时无电容电流，差动动作电流定值整定为 2A。

1. 突变量差动，稳态 I 段

模拟对称或不对称故障，使故障电流为： $I = 0.5 \times 2.5 \times X_s \times I_{dz}$ （ I_{dz} 为差动动作电流定值）， $X_s = 0.95$ 时上述差动继电器应不动作， $X_s = 1.05$ 时上述差动继电器能可靠动作。

① 0.95 倍定值： $I = 0.5 \times 2.5 \times 0.95 \times 2 = 2.375A$ 差动继电器应不动作；

② 1.05 倍定值： $I = 0.5 \times 2.5 \times 1.05 \times 2 = 2.625A$ 差动继电器可靠动作。

2. 稳态 II 段

模拟对称或不对称故障，使故障电流为： $I = 0.5 \times 1.5 \times X_s \times I_{dz}$ （ I_{dz} 为差动动作电流定值）， $X_s = 0.95$ 时上述差动继电器应不动作， $X_s = 1.05$ 时上述差动继电器能可靠动作。

① 0.95 倍定值： $I = 0.5 \times 1.5 \times 0.95 \times 2 = 1.425A$ 差动继电器应不动作；

② 1.05 倍定值： $I = 0.5 \times 1.5 \times 1.05 \times 2 = 1.575A$ 差动继电器可靠动作。

3. 分相零序差动

非六统一分相零序差动的原理及数据参考六统一实验方法及数据。

4.3.4 差动保护 TWJ 启动，弱馈启动实验及数据

在本侧和对侧联调时，将本侧与对侧光纤对接，保证通道通讯正常。

1. TWJ 启动

本侧开关合位（三相 TWJ 无正电开入默认合位），对侧开关分位（三相 TWJ 有正电开入）。

2. 弱馈启动

① 低电压开放（六统一装置）

任一侧相电压或相间电压小于 65% 额定电压；

$$U_a < 65\% U_N = 0.65 \times 57.7 = 37.5V;$$

本侧开关合位，对侧开关合位。

② 低电压开放（非六统一装置）

任一侧相电压或相间电压小于 90%额定电压；

$$U_a < 90\%U_N = 0.9 \times 57.7 = 51.93V。$$

③ 零序电压开放

任一侧零序电压或零序电压突变量大于 1V；

本侧开关合位，对侧开关合位。

差动电流定值整定为 2A。纵联差动 TWJ 启动，弱馈启动实验及数据如表 4-4 所示。

表 4-4 纵连差动的 TWJ 启动，弱馈启动实验数据

实验项目	本对侧	开关位置	状态 1（正常态） 持续时间 5s		状态 2（故障态） 持续时间 2 s		装置报文及动作情况
			情况 1	情况 2	情况 1	情况 2	
TWJ 启动	本侧	合位	三相正序电压： 57.74V		三相正序电压：57.74V		1、装置报“分相差动保护动作” 2、差动保护出口
			三相无流		三相正序电流：4A		
	对侧	分位	三相正序电压： 57.74V		三相正序电压：57.74V		1、装置报“保护启动” 2、差动保护不出口（故障前已判出开关三相已断开，故不再跳闸）
			三相无流		三相无流		
弱馈启动-任一侧低电压开放	本侧 强电侧	合位	三相正序电压： 57.74V		三相正序电压： 35V	三相正序电压：57.74V	1、装置报“分相差动动作” 2、差动保护出口
			三相无流		三相正序电流：4A		
	对侧 弱馈侧	合位	三相正序电压： 57.74V		三相正序电压： 57.74V	三相正序电压：35V	1、装置报“分相差动动作” 2、差动保护出口
			三相无流		三相无流		

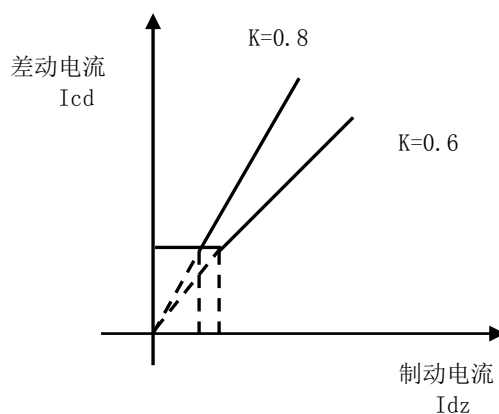
弱馈启动-任一侧零序电压开放	本侧 强电侧	合位	三相正序电压： 57.74V	A 相电压： 55.7∠0° B 相电压： 57.7∠-120° C 相电压： 55.7∠120°	三相正序电压： 57.74V	1、装置报“分相差动动作” 2、差动保护出口
			三相无流	三相正序电流：4A		
	对侧 弱馈侧	合位	三相正序电压： 57.74V	三相正序电压： 57.74V	A 相电压： 55.7∠0° B 相电压： 57.7∠-120° C 相电压： 55.7∠120°	1、装置报“分相差动动作” 2、差动保护出口
			三相无流	三相无流		

4.3.5 差动比例制动系数校验

1. 差动保护的制动特性

变化量相差动、稳态 I 段相差动、分相零序差动的比率制动特性为 $K=0.8$ 时的曲线。

稳态 II 段相差动的比率制动特性为 $K=0.6$ 时的曲线。差动保护的比率制动特性如图 4-1 所示。差动定值整定为 2A。



4-1 差动保护的比率制动特性

本侧装置光纤与对侧装置光纤互联，保证两侧光纤通讯正常。

A. 稳态 II 段（六统一装置）

本侧 A 相电流加 $I_1=3.2\angle 0^\circ$ ，对侧 A 相电流 $I_2=0.8\angle 180^\circ$ 稳态差动电流 $I_{op,\Phi} = |\dot{I}_{m,\Phi} + \dot{I}_{n,\Phi}| = 2.4A$ ；稳态制动电流 $I_{re,\Phi} = |\dot{I}_{m,\Phi} - \dot{I}_{n,\Phi}| = 4.0A$ ；保护需满足以下两个条件稳态 II 段才能动作：

① 差动电流 $I_{op-\Phi} > I_{mk}^M$; 2.4A>2A;

② $K = I_{op-\Phi} / I_{re-\Phi}$ $K > 0.8$;

微调 I1, I2, 验证 $K < 0.8$, 保护不动作: $K > 0.8$, 保护可靠动作。

B. 分相零序差动

本侧 ABC 三相加同相位同幅值电流 $I1/3=1.2\angle 0^\circ$ $3I0=3.6\angle 0^\circ$, 对侧 ABC 加同相位同幅值电流 $I2/3=0.133\angle 180^\circ$, $3I0=0.4\angle 180^\circ$, 稳态差动电流 $I_{op-0} = |\dot{I}_{m-0} + \dot{I}_{n-0}| = 3.2A$; 稳态制动电流 $I_{re-0} = |\dot{I}_{m-0} - \dot{I}_{n-0}| = 4.0A$; 保护需满足以下两个条件稳态 I 段才能动作:

① 差动电流 $I_{op-0} > I_{mk}^L$; 3.2A>2A;

② $K = I_{op-\Phi} / I_{re-\Phi}$ $K > 0.8$;

微调 I1, I2, 验证 $K < 0.8$, 保护不动作: $K > 0.8$, 保护可靠动作。

比例系数制动系数校验如表 4-5 所示。零序需加 ABC 三相电流同相位幅值为 I1/3, I2/3,

表 4-5 比例制动

比例制动系数校验									
零序差动					稳态 II 差动				
整定值	施加量		K 实测值	误差	整定值	施加量		K 实测值	误差
K=0.8	I1	2.25∠0°	临界	—	K=0.6	I1	2.666∠0°	临界	—
	I2	0.25∠180°				I2	0.666∠180°		
	I1	3.6∠0°	0.8	根据实际计算		I1	3.2∠0°	0.6	根据实际计算
	I2	0.4∠180°				I2	0.8∠180°		
	I1	4.5∠0°	0.8	根据实际计算		I1	3.6∠0°	0.6	根据实际计算
	I2	0.5∠180°				I2	0.9∠180°		
	I1	5.4∠0°	0.8	根据实际计算		I1	4∠0°	0.6	根据实际计算
	I2	0.6∠180°				I2	1.0∠180°		
	I1	6.3∠0°	0.8	根据实际计算		I1	4.8∠0°	0.6	根据实际计算
	I2	0.7∠180°				I2	1.2∠180°		

4.4 CT 断线闭锁差动逻辑校验

4.4.1 保护原理介绍

1. CT 断线条件

- A. 本侧零序电流、零序差流都大于 0.05 倍额定电流；
- B. 对侧不启动且本侧相差流大于 0.1 倍额定电流；
- C. 本侧相电流减小幅值大于 0.1 倍额定电流或相电流幅值小于 0.05 倍额定电流。

上述三个条件都满足时延时 8 秒报“CT 断线”事件，同时点亮面板“CT 断线”指示灯；并利用光纤通道传至对侧，用于差动保护逻辑判断。在条件不满足后，延时 1 秒收回相关事件，“CT 断线”指示灯为自保持，需要手动复归。

2. CT 断线说明

CT 断线瞬间，断线侧的启动元件和差动继电器可能动作，但对侧的启动元件不动作，不会向本侧发允许信号，从而保证纵联电流差动保护不会误动作。CT 断线时发生故障或系统扰动导致启动元件动作，若定值中的控制字“CT 断线闭锁差动”投入，则将闭锁断线相差动保护；若定值中的控制字“CT 断线闭锁差动”退出且断线相差流大于“CT 断线后分相差动定值”，则仍将开放断线相电流差动保护。

CT 断线后无论“CT 断线闭锁差动”控制字是否投入，发生区内故障后两侧差动保护都将三跳。

4.4.2 实验方法及数据

1. “CT 断线闭锁差动”控制字投入-验证断线相差动动作行为

差动定值整定为 2A，“CT 断线闭锁差动”控制字投入。

① 状态 1: 本侧 ABC 分别加 $0.8\angle 0^\circ$ ， $0.8\angle -120^\circ$ ， $0.8\angle 120^\circ$ 对侧 ABC 分别加 $0.8\angle 180^\circ$ ， $0.8\angle 60^\circ$ ， $0.8\angle -60^\circ$ ，持续时间 8s；

② 状态 2: 本侧 ABC 相加 $0\angle 0^\circ$ ， $0.8\angle -120^\circ$ ， $0.8\angle 120^\circ$ ，持续 10s 本侧报“CT 断线”报文，对侧报“对侧 CT 断线”报文；

③ 状态 3: 本侧与状态 2 相同，对侧 ABC 相加 $4.5A\angle 180^\circ$ ， $0.8\angle 60^\circ$ ， $0.8\angle -60^\circ$ 电流，持续时间 2s，差动电流满足差动定值，但本侧对侧差动保护均不动作，CT 断线闭锁了差动保护。

2. “CT 断线闭锁差动”控制字退出-验证断线相差动动作行为

差动定值整定为 2A，“CT 断线闭锁差动”控制字退出。

实验步骤同“CT 断线闭锁差动”控制字投入的步骤。

3. “CT 断线闭锁差动”控制字退出或投入-验证非断线相差动动作行为

差动定值整定为 2A，“CT 断线闭锁差动”控制字投入或者退出。

① 状态 1: 本侧 ABC 分别加 $0.8\angle 0^\circ$ ， $0.8\angle -120^\circ$ ， $0.8\angle 120^\circ$ 对侧 ABC 分别加 $0.8\angle 180^\circ$ ， $0.8\angle 60^\circ$ ， $0.8\angle -60^\circ$ 持续时间 8s；

② 状态 2: 本侧 ABC 相电流为 $0\angle 0^\circ$ ， $0.8\angle -120^\circ$ ， $0.8\angle 120^\circ$ ，持续 10s, 本侧报“CT 断线”报文，对侧报“对侧 CT 断线”报文；

③ 状态 3: ABC 相电流为 $0\angle 0^\circ$ ， $3.5\angle -120^\circ$ $0.8\angle 120^\circ$ (B 相为非断线相)，本侧

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/665011340034011112>