基于 RTDS 的电气系统综合实验

实验指导书(下册)

张沛超 编

上海交通大学

电气工程实验教学中心

2020年10月

版权说明:本实验指导书版权属于上海交通大学电气工程实验教学中心,仅供上海交通大学电气工程系课程电气系统综合实验使用。未经允许不得上传网络媒体。

目录

第一章 绪论与实验基础知识		4
1.1 RTDS 在继电保护领域的应用		4
1.2 RTDS 继电保护实验基础		4
1.2.1 电流互感器(CT)的使用方法		4
1.2.2 电压互感器(PT)的使用方法		5
1.2.3 RTDS 中故障类型设置方法		6
1.2.4 在线路任意位置处设置故障的方法	去	9
1.3 电力系统故障诊断专家使用方法		10
1.3.1 菜单简介		10
1.3.2 文件管理功能	<u> </u>	12
1.3.3 系统仿真功能		14
1.3.4 波形分析系统		16
1.3.5 保护分析系统		18
实验一 电流保护 三段配合整定		21
实验二 距离保护(一)阻抗轨迹	<u>, 7)</u>	25
Here was a second a s		

第一章 绪论与实验基础知识

1.1 RTDS 在继电保护领域的应用

将 RTDS 用于新型继电保护产品的研究开发中,作为进行一些特殊试验的手段,提供继电保护设备在一次电力系统中实际运行的仿真环境,通过与 RTDS 的闭环测试,确保继 电保护的产品在设计开发中的先进性及在现场运行中的可靠性。已逐步开展的继电保护产 品主要试验内容有:各种常规线路常见故障下继电保护设备的仿真试验;高电压长距离输 电线路串联补偿对保护的影响;同杆双回线跨线故障情况下保护的动作行为;变压器空投 产生的励磁涌流现象对继电保护动作行为的影响;并联电容、并联电抗器保护动作的正确 性;电动机的保护测试;非常见性故障如间隙放电、断线且接地故障等的仿真研究。

RTDS 的主要优势在于它的实时性以及可以连接测试保护等设备完成闭环试验,它不仅可以用于电力系统的仿真分析研究,还可以提供电力系统各类一次设备,各类控制系统,各种电力系统自动化设备实时数字仿真试验的闭环试验环境,具有超强的可控性。RTDS 与电压、电流功率放大器结合与外部的二次设备可以进行传统的闭环微机保护测试,当然也可以利用 RTDS 本身 CBuilder 模块自行开发设计二次"软保护"与 RTDS 一次系统完成闭环微机保护测试。测试内容可以包括各类电压电流波形分析、复杂的故障操作模拟、断路器开关控制操作模拟、互感器的饱和特性分析,配合继电保护设备闭环测试,测试结果和实际的电力系统运行状态基本一致。

1.2 RTDS 继电保护实验基础

1.2.1电流互感器(CT)的使用方法

从 library 中选中 Power system 子选项卡,双击 INSTRMENT TRANSFORMERS 模块,从中选择如图 1-1 的设备,在 RTDS 中使用 CT 要特别注意其设置方法。双击图标 1-1 后会出现设置界面如图 1-3,MAIN DATA 中需要设置 CT 设备的名字(系统中所有 CT 名 字不可重复),MAIN DATA 中最重要的一点是设置一次侧电流的名称,为了给一次侧电流命名可以在 CT 前加一个断路器如图 1-4 所示,并且在断路器中设置电流监视给一次侧的电流一个名字(此名字与 CT 中的 Primary Current Signal Name 一致)。打开 CT 设置界面中的 SIGNAL NAME 子选项,其中要求设置 CT 二次测的名字。打开 TRANSFORMER DATA 子选项来设置变比。



图 1-1 电流互感器

PRE-PROCESSOR VARIABLE (PPV) SELECTION PPV NAMES PPV MAXIMUM VALUES					
B1,H1	B1,H1 B10,H10 P-LOSS DATA MONITORING SIGNAL NAMES				
MAIN DAT	MAIN DATA PROCESSOR ASSIGNMENT TRANSFORMER DATA BURDEN				
Name	Description	Value	Unit	Min	Max
NAME	CT Unit Name	CT1			ľ
SIGA	A Phase Primary Current Signal Name	IBA			
SIGB	B Phase Primary Current Signal Name	IBB			
SIGC	C Phase Primary Current Signal Name	IBC			
F	Frequency	60.0	Hz	0	
DE	Core characteristics data entry	B,H 💌			
csa	Cross-sectional Area	6.5e-3	m^2	0.0	100
PLen	Path Length	0.5	m	0.0	100
FLXRS	Enable Flux Reset?	No 💌		0	1
ENRMN	Enable The Initial Remanence?	No 💌		0	1
FIT	BH Curve Fitting Algorithm	Least Squre 💌			
prtyp	Solve Model on card type:	GPC/PB5		0	2





图 1-3 CT 前加一个断路器才可使用

1.2.2 电压互感器 (PT) 的使用方法

PT (如图 1-5 所示)的使用方法与 CT 类似,同样从 INSTRMENT TRANSFORMERS 模块中选择,但是无需一次侧的电压名称,所以不需要前置一个断路器,只要直接连接在 所需要的结点上,设置其二次侧供使用的名字即可。如图 1-6 所示,PT 的设置界面中 TRANSFORMER DATA 子选项中需要设置一次侧的匝数和二次侧的匝数,一般将电压变比 设置成输电线路额定值比 100 即可。SIGNAL NAME 子选项中设置供使用的二次侧电压的 名字 (注意:此选项中的名字与任何一个其他的 PT 都不可一样)。



图 1-5 电压互感器

lf_rtds_sharc_sld_PT1V1					
B-VS-HCU	JRVE P-LOSS DATA MONI	FORING SIGI	NAL NAME		
MAIN DAT.	A PROCESSOR ASSIGNM	ENT TR/	ANSFORMER	DATA	BURDEN
Name	Description	Value	Unit	Min	Max
Rp	Primary Side Resistance	11.33	Ohms	0.0	
Lp	Primary Side Inductance	6.0	Н	0.0	
Np	Primary Side Turns	220000	turns	1	
Rs	Secondary Side Resistance	0.55e-3	Ohms	0.0	
Ls	Secondary Side Inductance	0.29e-3	Н	0.0	
Ns	Secondary Side Turns	100	turns	1	

图 1-6 PT 的设置界面

1.2.3 RTDS 中故障类型设置方法

在 RTDS 中故障类型分为接地故障和相间故障,可以通过控制字来控制短路类型。一 种常用的方式是使用1个控制字来控制三相。假设使用控制字 FAU1 的第一位控制 A 相, 第二位控制 B 相, 第三位控制 C 相。故障类型为接地短路则有表 1-1:

耒	1.	.1
1X	1.	· I

		表 1-1			
FAU1 的值[10]	FAU1 的值[2]	C 相	B 相	A 相	故障类型
0	000	0	0	0	无故障
1	001	0	0	1	A 相接地
2	010	0	1	0	B 相接地
3	011	0	1	1	C 相接地
4	100	1	0	0	A、B 接地
5	101	1	0	1	B、C 接地
6	110	1	1	0	C、A 接地
7	111	1	1	1	A、B、C 接
					地

在参数设置对话框可以选择接地过渡电阻的大小。如果希望过渡电阻是一个可变参

数,需要在 Value 一栏填入 '\$XX' (XX 为参数名),在 RTDS 元件库空白位置处单击右键 -Add Component-Master-选择 COMMON 文件夹-选择 'rtds pp var'元件。

打开 'rtds_pp_var'的设置对话框,在 Description 处填入参数名 XX,并设置初始 值、上下限。之后在 Runtime 界面可以添加滑杆设置过渡电阻的大小而不必重新编译 Draft 模型。

需要说明的是,每次 Runtime 运行后,过渡电阻大小就无法更变了。希望改变过渡电阻大小必需停止运行,改变大小后重新运行。

rtds_sharc_sld_FAULT						
B Phase - 0	Ground Fault Branch Data C Phase - 0	Ground Fau	ilt Branch (Data		
CONFIGU	IRATION L-G PARAMETERS	A Phase	- Ground	Fault Bran	ich Data	
Name	Description	Value	Unit	Min	Max	
Cgnam	C Phase - Ground Fault Name	CG2				
CgRon	C Phase - Ground Fault Resistance 🤍 🤇	\$Rg	ohm	1E-9		
Cgholdi	Extinquish Arc for abs(I) at or below:	0.0	kА	0.0	10.0	
Csig	Signal Name to control fault	К2				
Cbit	Active bit number in Csig to trigger fault	3		1	21	
Cmon	Monitor fault current	No 💌				
ICgnam	Fault Current Signal Name	lcg2				-
Update Cancel Cancel All						

图 1-7 故障设置界面

假设控制自 FAU2 的第一位控制 AB 相间短路,第二位控制 BC 相间短路,第三位控制 CA 相间短路,则有表 2-2:

1× 1-2						
FAU2 的值[10]	FAU2 的值	C-A	B-C	A-B	故障类型	
	[2]					
0	000	0	0	0	无故障	
1	001	0	0	1	A-B 相间	
2	010	0	1	0	B-C 相间	
3	011	0	1	1	B-C、A-B 相间	
4	100	1	0	0	C-A 相间	
5	101	1	0	1	C-A、A-B 相间	
6	110	1	1	0	C-A、B-C 相间	
7	111	1	1	1	A-B, B-C, C-A	

表 1-2

综合各类故障的设置方法:

在实际的操作中,通常会设置一个故障点,而在这个故障点需要同时配置相间故障和 接地故障,所以可以使用一个控制字同时控制这两种故障。方法是控制字的前3位控制相 间故障,后3位控制接地故障。而且在仿真中绝大数数情况只有一个故障点故障,而不会 所有故障点一起动作,所以可将系统中的所有故障模块整合起来,如下图1-8所示。

例如,要使线路中第二处故障安装处发生三相接地短路,则需要在 Runtine 中将 FLTA 置 1、FLTB 置 2、FLTC 置 4、FLTAB 置 0、FLTBC 置 0、FLTCA 置 0,并将 FAULTCHOS 选择成 2。



图 1-8 故障原理图

设定永久性与非永久性故障的方法:



图 1-9 永久性故障及非永久性故障设置方法

如上图所示, Pemanent 开关与 Ctrl 选通支路配合用于选择永久故障或非永久性故障。 当 Pemanent 为1时,选通 A 支路。此时 Fault 置1时,发出永久性的阶跃波形。当 Pemanent 为0时,选通 B 支路,此时配合脉冲触发器 time 及脉宽调节器 FltDuring,如图中例子 Fault 置1时,发出脉宽为 0.02s 的脉冲,最终结果为1个持续时间为 0.02s 的暂时性故障。

ĺ	rtds_sharc_ctl_MONO						
	Configurati	on					
	Name	Description	Value	Unit	Min	Max	
	PN	Trigger on edge 🔍 🤇	Rising 🔽				
	тм	Timer Mode	Variable 🔻	-			
	LOT	Duration Timer	0.001	sec			1
٦	от	Output when Triggered	1				
	OR	Output when Reset	0				1
	prtyp	Solve Model on card type:	GPC/PB5		0	1	1
	Proc	Assigned Controls Processor	1		1	36	
	Pri	Priority Level	84		1		-
	Update Cancel Cancel All						

图 1-10 定时器设置

需注意,定时器 time 的参数设置:

Trigger on edge 调整为 Rising, 即上升沿触发。

Timer Mode 调整为 Variable,即脉宽可调节。

1.2.4 在线路任意位置处设置故障的方法



图 1-11 在线路中间位置设置故障

如果希望在线路的中间位置设置故障,需要把一条线路分为两段,并如图在线路中间设 置故障。为了灵活设置具体的故障位置(如线路首端、中间、末端)以测试保护能否准确动 作,则需要使用变量来控制故障位置。

If_rtds_sharc_sId_TL16CAL					
OPTIONS	WHEN USING BERGERON DATA				
C	ONFIGURATION	PROCESSOF	R ASSIGN	MENT	
Name	Description	Value	Unit	Min	Max
rdData	Read line constants from:	tlb/cbl 👻		0	1
pp_var	Variable Name or Number for % length 🧹	\$length	%	0.0	100.0
hmnpp	To calculate line length use:	(pp var)% 🔽			
frcpi	Force use of PI Section model ?	No 💌			
alwpi	If Travel T < T Step, allow PI model ?	Yes 💌			
raistt	If Travel T < T Step and No PI, then:	ERROR			
Update Cancel Cancel All					

图 1-12 第一段线路的控制框

Í	If_rtds_sharc_sld_TL16CAL						
	OPTIONS WHEN USING BERGERON DATA						
	(CONFIGURATION	PROCESSOR	ASSIGNN	IENT		
	Name	Description	Value	Unit	Min	Max	
	rdData	Read line constants from:	tlb/cbl 🗸		0	1	
	pp_var	Variable Name or Number for % length 🥖	\$length	%	0.0	100.0	
	hmnpp	To calculate line length use:	(100-pp var)% 🔽				
I	frcpi	Force use of PI Section model ?	No				
	alwpi	If Travel T < T Step, allow PI model ?	Yes 🔻				
	raistt	If Travel T < T Step and No PI, then:	ERROR				
	Update Cancel All						

图 1-13 第二段线路的控制框

如上图所示,打开线路控制框,在参数 pp_var 处输入参数名\$length,从元件库添加元件 'rtds_pp_var',并输入参数名 length。注意到第一段线路参数 hmnpp 为 (pp var%),第二 段线路为 (100-pp var)%。两段线路同时使用同一个 Tline 文件,共同构成 100%长度的线路,则故障发生在线路 length%位置处。例如:当 length=10 时,表示故障发生在线路首端, length=50 时,表示故障发生在线路中间。

1.3 电力系统故障诊断专家使用方法

《电力系统故障诊断专家》是一套包含实际电力系统、动模试验模型和 RTDS 仿真系统 典型故障数据库,具有系统仿真计算、波形运算、继电保护分析等功能的电力系统分析软件,将电力系统仿真中心专家们数十年积累的经验,凝聚到软件的每项功能中,细致周 到,体贴入微,已是技术人员得心应手的分析工具。

- 实用: 解决实际问题、提高分析效率始终是开发的第一原则。
- 方便:不需借助其它工具,为电力系统技术人员提供故障诊断的完整解决方案。
- 简单:操作步骤清晰明确,选项功能一目了然。

国家继电器质量监督检验中心电力系统仿真中心,是通过对电力系统的数字仿真和物 理仿真来模拟实际电力系统,从而实现对电力系统的研究和电力系统二次设备的测试的机 构。作为中心的分析软件给工作带来了极大的方便,受到参加电力系统仿真中心试验的专 家一致的好评,推荐给大家使用。

电力系统故障分析专家主要有基本操作、管理文件、波形分析、保护分析、仿真系统和其他功能共计六部分功能。下面依次介绍:

1.软件的菜单栏综述

2.录波的 COMTRADE 文件和软件的文件管理功能

3.软件的系统仿真功能

4.软件的波形分析功能

5.软件的保护分析功能

1.3.1 菜单简介

该软件菜单栏主要有以下几个部分:文件、仿真系统、分析系统、工具和帮助五部 分。

文件(F) 仿真系统(S) 分析系统(D) 工具(T) 帮助(H)

1. 文件菜单

文件(<u>F)</u> 仿真系统(<u>S</u>) 分析系统(<u>D</u>) 工具(<u>T</u>) 帮助(<u>H</u>)	
打开(<u>0</u>)	Ctrl+O
合并通道(出)	
追加数据(<u>B</u>)	
批量文本(工)	
波形数据库(<u>K</u>)	Ctrl+D
保存(<u>S</u>)	
另存为(<u>A</u>)	F9
属性(I)	
页面设置(<u>U</u>)	
打印预览(<u>P</u>)	Ctrl+P
1 C:\Program Files\电力系统故障诊断专家\数据库\Sample\线路0001.DSL	
2 C:\Program Files\电力系统故障诊断专家\数据库\Sample\变压器0002.DS	L
3 C:\Program Files\电力系统故障诊断专家\数据库\Sample\发变组0004.DSI	L
4 C:\Program Files\电力系统故障诊断专家\数据库\Sample\线路0002.DSL	
退出(X)	
文件菜单详见上图,其中	
(01) 打开:打开波形数据文件,参阅:打开数据文件;	

- (02) 合并通道: 将多个数据文件合并,参阅: 合并通道;
- (03) 追加数据:通道追加另一个数据文件,参阅:追加通道数据;
- (04) 批量文本:同时将多个数据文件合并为1个打开,参阅:批量文本;
- (05) 波形数据库:打开软件自带的波形库,参阅:波形数据库;
- (06) 保存:快速保存数据文件,参阅:保存数据文件;
- (07) 另存为:可以保存为多种数据类型,参阅:另存数据文件;
- (08) 页面设置:对打印页面设置,参阅:打印设置;
- (09) 打印:打印预览、保存为图片,参阅:打印预览,保存为图片;
- (10) 历史记录:保存最近打开的4次文件,不显示已经删除或移动的文件。
- (11) 退出:关闭本程序。
- 2. 仿真系统菜单



- (01) 线路仿真计算:仿真线路系统的故障波形;
- (02) 线路主接线:显示仿真的线路主接线图;
- (03) 线路短路向量图: 演示线路故障时, 各点电压、电流的变化轨迹.
- (04) 发变组仿真计算:仿真发变组系统的故障波形;
- (05) 发变组主接线:显示仿真的发变组主接线图;

(06) 电压电流源:输出简单的电压电流,可以产生包含衰减直流分量的故障电

流。

3. 分析系统菜单

分析系统 <mark>(D</mark>)	工具(<u>T</u>)	帮助 <mark>(</mark>
开关量信息	F3	
模拟量信息	F4	
保护特性图	F5	
向量图分析	F6	
复数计算器	F7	
开关量通道	设置 Ctrl+	+F3
桓拟量诵诸	设置 Ctrl+	+F4

(01) 开关量信息:打开开关量信息窗口

(02) 模拟量信息:打开模拟量信息窗口,默认为基本信息,信息窗体右键菜单切换至综合信息和谐波分析。

(03) 保护特性图:打开保护动作轨迹特性图

- (04) 向量图分析:打开保护向量图分析。
- (05) 复数计算器:打开复数计算器。

(06) 模拟量通道设置:针对模拟量通道设置,包括通道、名称、单位、比例、颜 色、序号等,以及根据公式添加模拟量通道。

(07) 开关量通道设置:针对开关量通道设置,包括通道、名称、颜色、序号等,以及开关量的逻辑运算。

4. 工具菜单



(02) 零漂校正:批量进行录波数据的零漂校正;

(03) 数据转换:将源文件的格式转换为多种目标文件的格式;

- (04) 配置管理:配置文件的导入、导出工具;
- (05) 报告浏览:浏览保存的信息文件;
- (06) 选项:打开选项窗体,进行图形设置、算法设置等。

1.3.2 文件管理功能

电力系统暂态数据交换通用格式(IEEE standard common format for transient data exchange for power system,简称 IEEE COMTRADE)定义了电力领域存储暂态过程数据的国际通用格式,满足各种类型故障、试验和模拟数据之间的数据交换,大幅度简化了第三方

暂态数据分析处理软件的开发难度。

1. 应用范围

IEEE COMTRADE标准通过定义一系列文件,来实现对电力系统或电力系统模型中暂态数据和故障信息的存储。通过既定的原则,使用户得以按照这一标准来进行存储、调用数据。

2. 文件类型

IEEE COMTRADE共有四种文件,分别是头文件(Header Files)、配置文件 (Configuration Files)、数据文件(Data Files)和信息文件(Information Files)。

头文件是辅助性文件,在一个系统中为非必有文件。头文件内容的编码形式为ASCII格 式,可用文字处理系统处理,头文件的文件名后缀为.HDR。头文件中主要包含了电力系统 的描述,变电站的名字,暂态过程涉及的线路、变压器、电抗器、电容器和断路器,线路 长度,正序/零序的电阻、电抗和电容,线路耦合关系,电抗器和电容器所在位置,额定电 压等级和绕组电压连接方式,变压器功率等级,对数据获得方式、抗锯齿滤波的应用和相 别输入等信息的描述。

配置文件是IEEE COMTRADE标准下必不可少的一个文件,文件记录的是所有通道配置和数据配置,配置文件和数据文件是一份录波信息必不可少的两种文件,其中数据文件提供了录波得到的数据,而配置文件提供了获得这些数据的通用性规则。配置文件中的内容具有国际标准下的通用格式,可以直接由需要录波文件的程序读取,存储为ASCII类型,也可以用文字处理系统进行人工阅读。

配置文件共含有以下几方面内容:

- (01) 站点名称、录波设备名称、采用的 IEEE COMTRADE 版本;
- (02) 通道数目和类型、通道名称、单位和转换因子;
- (03) 线性频率;
- (04) 采样频率和采样数目;
- (05) 录波开始时间、触发时间和时间因子;
- (06) 数据文件存储类型;

数据文件是IEEE COMTRADE标准下必不可少的一个文件,数据文件与配置文件处于 对应关系,数据文件中的数据按照配置文件中的配置进行存储。数据文件包含了采样编 号、时间戳和每一个通道的每一个采样值,数据文件中所有的数据都是整数类型。数据文 件中内容的格式共有两种,分别是ASCII类型和BINARY类型,与配置文件中的文件类型一 致。在ACSII格式下,数据文件中的数据由","分隔开,每行之间以<CR/LF>做分隔,而在 BINARY格式下,数据文件的文件名应保存为与配置文件一致,数据文件的文件名后缀 为.dat。

信息文件是辅助性文件,在一个系统中为非必有文件,文件的后缀为. INF。信息文件 用于存储此次录波的一些信息,方便对数据及其对应的配置进行使用。

3. 电力系统故障分析专家中的 COMTRADE 文件

本软件支持打开多种数据文档格式,主要包括:

(01) 支持 Comtrade 格式,电力系统暂态数据交换公用格式。

(02) 支持所有文本数据格式,智能识别数据格式、采样频率、名称、序号、开关量。

(03) 支持一些录波器保存的波形文件。

(04) 专用格式,配置信息完整,量程自动调整精度高,高效压缩文件小。

其功能主要包括:打开数据文件、合并通道、通道追加数据、导入通道信息设置和保 存数据文件。如下图为数据文件存盘的界面。

14文件存盘	×
数据格式 ▼ 专用格式(*.dsl) □ Comtrad格式(ASCII) □ Comtrad格式(BINARY) □ TXT纯文本文件(*.txt) □ EXCEL逗号分割文件	通道选择 ○ 全部通道 ○ 当前页 数据长度 ○ 全部数据 ○ 当前页 开始采样点 1 结束采样点 7500
文件夹 II:\备份文件\系统分析 文件名 <u>33路0001</u>	软件\数据库\Sample 浏览 浏览 浏览 确定[Y] 取消[Y]

1.3.3 系统仿真功能

电力系统故障分析专家具有独立的仿真系统,通过搭建模型、参数设置、通道设置和故 障设置,可以仿真一个简易的电力系统,并产生故障的录波文件。

1. 线路仿真

建立双端双回线仿真模型(可以设置为单端或单回线),原理图单击"仿真系统"菜单, 再单击"线路主接线"打开。

可以仿真系统中各种负荷工况及振荡情况下的故障,包括金属性短路故障,经过渡电阻 故障,发展性故障,以及故障点转换故障等。

(01) 仿真数据可以通过继电保护测试装置回放,考核保护动作行为。

(02) 可以通过对不同系统参数和故障类型的分析,加深对电力系统的理解。

(03) 仿真的理想数据可以很好的验证保护方案的正确性。

模型的通道设置详见下图:

	🚰系统仿真	【计算				×
	通道设置	短路故障	特殊故障 〕	系统参数	计算结果	
		名称	下 值/格	单位	颜色	
	🛛 🖸 通道:	i GUA	100	V		
	🛛 🔽 通道:	2 GUB	100	V		
- KX	🛛 🖸 通道:	3 GUC	100	V		
	🛛 🗹 通道	4 GIA	10	A		
	🛛 🗹 通道:	5 GIB	10	A		
Y I	🛛 🗹 通道	5 GIC	10	A		
	🔽 通道	7 SVA	100	V		
	🔽 通道	3 SVB	100	V		
	🛛 🖸 通道	a suc	100	V		
	🔽 通道:	LO SIA	10	A		
	🔽 通道:	11 SIB	10	A		
	🔽 通道:	12 SIC	10	A		
				定 _	取消	

其中:

(01) 在"通道"复选框中,选择要显示波形的通道。

- (02) 在"名称"框中输入通道名称。
- (03) 在"值/格"框中输入比例,不能为0。
- (04) 在"单位"框中输入通道的单位。
- (05) 单击"颜色"框,选择通道颜色。

模型的故障设置详见下图:

⑦ 系统仿真计算 通道设置 短路故障 特殊故区	 障 系统参数 计算结;	. □ × ₹
毎周采样点 48 故障时间ms 100	预录时间ms 100 续录时间ms 100	
首次故障设置 故障点 K1 K1 ズ 故障类型 AN K3点位置 0.5	ム相合闸角 0 接地电阻Ω 0 相间电阻Ω 0	
► 转换性故障设置 故障点 K1 ▼ 故障类型 AN ▼ K3点位置 0.5 备用 0	转换间隔ms 100 二次故障ms 100 接地电阻Ω 0 相间电阻Ω 0	
	确定 取 取 液	царана за состороно состорона состорона состорона состорона состорона состорона состорона состорона состорона состорона состорона состорона состорона состорона состорона состороно состостостостостостостостосто состостостостостостостостостостостостост

其中:

(01) 单击"首次故障设置"复选框,确定是否发生故障,不选则仿真负荷工况。

(02) 单击"转换性故障设置"复选框,确定是否投入转换性故障。只有在投入首次 故障后才能投入转换性故障。

(03) 在文本框中输入相应参数。

(04) 设置完成后单击"确定"按钮,生成仿真波形或单击"计算结果"查看首次短路故障计算结果。

线路的系统参数设置详见下图:

1 系统仿真计算	r.			×
通道设置 短路故障	特殊故障	系统参数	计算结果	
┌系统参数设置——				
线路正序阻抗	10	∠ 80	•Ω	
线路零序阻抗	30	∠ 70	•Ω	
G侧正序阻抗	5	∠ 85	•Ω	
G侧零序阻抗	5	∠ 85	•Ω	
S侧正序阻抗	5	∠ 85	•Ω	
S侧零序阻抗	5	∠ 85	•Ω	
S侧A相电势	57.735	∠ <mark>0</mark>	° V	
G侧A相电势	57.735	∠ 20	° V	
线路双回线	•			
线路单回线	0			
		确定	取消	
		/	· V / - /	

其中:

(01) S 侧为受电侧, G 侧为送电侧。

(02) 在"系统参数设置"相应文本框中输入相应参数。

(03) 负荷电流的大小有系统两侧电势差决定,改变 G、S 侧的电势角可改变负荷 电流的大小。

(04) 单击单选框选择单、双回线。

2. 发电机组仿真

建立单机对系统模型,原理图单击"仿真系统"菜单,再单击"发变组主接线"打开。可 以仿真系统中各种负荷工况下的短路故障。此次实验课程中,此部分不做重点要求。

- (01) 仿真数据可以通过继电保护测试装置回放,考核保护动作行为。
- (02) 可以通过对不同系统参数和故障类型的分析,加深对电力系统的理解。
- (03) 仿真的理想数据可以很好的验证保护方案的正确性。

1.3.4 波形分析系统

波形分析部分在分析系统菜单中,主要有开关量信息,模拟量信息和向量图分析三部 分。其中,模拟量信息和向量图分析两部分是该软件的重点功能。

1.模拟量信息

"基本信息"为模拟量信息的默认设置。

				开关量信息
─_模担	山星曲线信	息	_ 🗆 ×	
名称	瞬时值	基波幅值	基波相位	综合分析
2TV-A	-13, 996	33.045	-165.234	诸 波分析
2TV-B	84.368	59,780	73.368	~ 瞬时店
2TV-C	-61.922	58.051	-47.927	♥ 時111月
2TA-A	5, 562	7.556	117.713	半均值
2TA-B	1.303	1.137	56.346	有效值
2TA-C	-1.104	0.764	-64.371	频率
STV-A	-5.400	34.050	-175.055	
STV-B	79.499	58, 171	67.849	✔ 幅值相位
STV-C	-66.068	57.736	-52, 370	实部虚部
5TA-A	5.643	7.426	101.804	
STA-B	-1.209	1.164	-133, 402	保存
5TA-C	1.576	0.966	105.429	打印

(01) 窗口第一列可以通过右键菜单选取瞬时值、平均值、有效值或频率。

(02) 第二和第三列显示幅值相位或实部虚部。相位可以投退是否以某一通道为基准。

"谐波分析"用来分析所有模拟量谐波含量的大小、相位等。

						开关量信息
<mark>↑-</mark> 谐波	友分析				<u> </u>	基本信息 综合分析
名称 2TV-A 2TV-B	基波 11.45 59.21	<u> 主流分量</u> -0.040 0.063	<u>2次谐波</u> 0.181 0.068	<u>3次谐波</u> 0.046 0.361	<u>4次谐波</u> 0.058 0.010	显示相位 显示百分比
2TV-C 2TA-A 2TA-B 2TA-C 5TV-A 5TV-B	58.07 0.010 0.975 0.923 10.13 57.25	0.053 0.018 0.030 0.020 -0.055 0.048	0.070 0.008 0.009 0.004 0.116 0.014	0.095 0.005 0.005 0.005 0.044 0.394	0.097 0.017 0.003 0.012 0.013 0.008	 ✓ 直流分量 ✓ 2次谐波 ✓ 3次谐波 ✓ 4次谐波 5次谐波
STV-C STA-A STA-B STA-C	57.73 0.010 0.972 0.960	0.089 -0.002 0.001 0.034	0.040 0.004 0.001 0.001	0.033 0.002 0.012 0.005	0.007 0.005 0.003 0.002	6-20次谐波 → 保存 打印

(01) 复选"显示相位"投退是否显示谐波的相位。

(02) 复选"显示百分比"投退是否显示各次谐波分量与基波的百分比值。 通过复选可以在谐波分析窗口中选择添加"直流分量"及"2—20次谐波分量"。

三相综合分析窗口可提供四组三相模拟量的"相、线、突变量相、突变量线、序分量、 突变量序"及自定义分析。

1211年1月1日日月1月1日日月1日日月1日日月1日日月1日日日月1日日日月1	\$合分析			_ 🗆 🗙	_
名称	第一组	第二组	第三组	第四组	1
A相	32.07∠-162.5°	7.367∠ 121.5°	34.10∠-175.5°	7.455∠ 100.4°	
B相	32.07∠-162.5°	1.414∠ 64.5°	57.17∠ 68.2°	1.391∠-122.0°	
C相	32.07∠-162.5°	1.011∠ -49.6°	57.09∠ -51.6°	1.161∠ 119.8°	
AB相	0.000∠ 0.0"	6.702∠ 131.7°	78.50∠-134.7°	8.534∠ 94.1°	
BC相	0.000∠ 0.0°	2.048∠ 91.3°	98.83∠ 98.3"	2.194∠ -94.2°	
CA相	0.000∠ 0.0°	8.367∠ -57.4°	81.19∠ -31.2°	6.372∠ -83.0°	
△₩相	25.55∠ 12.4°	6.881∠ 111.7°	22.96∠ 13.6°	7.851∠ 109.6°	
△B相	25.55∠ 12.4°	0.147∠ 69.0°	0.700∠ 22.3°	0.120∠-100.0°	
△C相	25.55∠ 12.4°	0.295∠ 112.8°	0.211∠-147.4°	0.125∠ -76.8°	
△AB相	0.000∠ 0.0°	6.775∠ 112.6°	22.27∠ 13.3°	7.956∠ 109.2°	
△BC相	0.000∠ 0.0°	0.215∠ -39.0°	0.908∠ 24.7°	0.050∠ 175.9°	
△CA相	0.000∠ 0.0°	6.586∠ -68.3°	23.16∠-166.2°	7.976∠ -70.5°	
正序	0.000∠-165.6°	8.658∠ 136.3°	148.3∠-172.6°	7.378∠ 80.6°	开关量信息
负序	0.000∠-165.6°	6.645∠ 114.1°	22.99∠ 13.7°	7.988∠ 108.9°	
零序	96.22∠-162.5°	7.263∠ 110.9°	23.44∠ 14.0°	7.639∠ 110.4°	基本信息
△正序	0.000∠ 11.9°	6.772∠ 110.8°	22.57∠ 15.5°	7.926∠ 109.4°	谐波分析
△负序	0.000∠ 11.9°	6.593∠ 113.6°	22.88∠ 11.6°	8.005∠ 109.2°	
△零序	76.66∠ 12.4°	7.285∠ 111.0°	23. 45∠ 13. 7°	7.623∠ 110.1°	通道设置
A自定义	64.15∠-162.5°	64.15∠-162.5°	64.15∠-162.5°	64.15∠-162.5°	
B自定义	64.15∠-162.5°	64.15∠-162.5°	64.15∠-162.5°	64.15∠-162.5°	保存
C自定义	64.15∠-162.5°	64.15∠-162.5°	64.15∠-162.5°	64.15∠-162.5°	打印

2.向量图分析

单击"分析系统"菜单中的"向量图分析"打开窗口,快捷键 F6。



选择第1组三相通道和第2组三相通道。 在列表框中,复选要分析的类型。

在结果项中,设置基准通道和比例尺,当比例尺为0时自动调整。

1.3.5 保护分析系统

1.保护特性图

保护特性图可以分析不同保护的动作轨迹,仿真保护的动作行为。



使用步骤:

(1) 打开特性图窗体,以下任一方式均可打开"保护特性图"窗口。在菜单中,单击 "分析系统",再单击"保护特性图"。单击工具栏中"保护特性图"按钮。

(2) 保护类型选择:在"保护选项"菜单中,根据需要选取保护类型,包括:相间阻抗、接地阻抗、差动保护、方向保护和其它功能。

(3) 通道选择:在"保护选项"菜单中,进行保护分析的模拟量通道设置。

- (4)保护定值设置:在"保护选项"菜单中,进行保护定值设置。
- (5) 在"相别选择"菜单中,进行相别选择。

(6)可以根据需要在"视图"菜单中,对比例和颜色等方面进行设置。

(7)移动图形区的时标线(红线)就可以在特性图上实时反应该点保护的动作情况。

2.保护定值设置

(1) 阻抗保护:当选取相间阻抗或接地阻抗时,可以选择的特性图包括:圆特性、多边形、失磁特性、失步特性、直线特性。

14.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.		×
圆特性 多边形 失磁	失步 直线	
 ✓ 圆阻抗保护定值清单 动作阻抗 20 Ω 灵敏角 80 ° I 象限偏移角 30 ° ① 负荷电阻 20 Ω ✓ 电抗线 -8 ° 反偏方向 15 ° 	 极化电压选取 ● 极化电压取本相电压 ● 极化电压取正序电压 ● 极化电压取记忆正序 ● 小圆 1 Ω ● ∫」 Ω ● ∫」 Ω ● ∫」 (□ ∫) Ω 	
应用	确定即消	

(2) 差动保护:有多种制动电流判据供选择

☆差动保护设置	×
┌差动保护定值清单	
动作曲流 2 A	制动电流选择
(1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	(max(I)-ΣI)/2 [] [
	\bigcirc max(I)- Σ I
▶ 孫点 4 ▲	Ο Σ Ι /2
□ 瞬时值差动	Ο Σ ΙΙ
□ 零序差动	○ max(I1 ,)
□ 突变量差动	Ο Σ I -Id
□ 差速断 100 A	○ 自定义判据
	确定 取消

(3)方向保护:有多种类型的方向电流保护供选择。

	<mark>~</mark> 了向保护设置	×
-163	 : ₋ 方向保护定值清单	₩
	电压门槛 1 V	○ 方向过流保护
	电流门槛 A	●零序方向保护
	灵敏角 -110 *	 ○ 负序万何保护 ○ 负序突变量方向
	动作区间90 *	○ 正序方向保护
	动作区间+ 90 *	 ○ 止序突受量万回 ○ 工频方向保护
		○ 工频突变量方向
		○ 相突变量方向
	应用	

实验一 电流保护 三段配合整定

一、 实验目的

- 1. 加深对电流保护三段相互配合的理解。
- 2. 掌握电力系统电流保护的整定及实现方法。

二、 实验内容

- 1. 学习 RTDS 电流保护元件的使用方法。
- 2. 根据实际系统参数对保护进行整定,并记录故障波形。
- 3. 使用电力系统故障仿真专家进行故障分析。

三、 实验原理

电流一段保护的整定:为了保证电流速断保护的选择性,其启动电流必须躲过本线路 末端短路时可能出现的最大短路电流,即在最大运行方式下本线路末端母线三相短路时的 电流,亦即:

$$I^{\mathrm{I}} = 1.2 \times I_{k.c.\mathrm{max}} \tag{1-1}$$

电流速断保护不可能保护线路的全长,通常要求保护范围大于被保护线路全长的 15%~20%即可。

电流二段保护的整定:要求限时电流速断保护必须保护线路全长,因此它的保护范围 必然要延伸到下级线路中去,这样当下级线路出口处发生短路时它就要启动。在这种情况 下,为了保证动作的选择性,就必须使保护的动作带有一定的时限。所以其整定值在下一 段线路一段保护的基础上加上一个可靠性配合系数即可:

$$I_{act,2}^{\rm II} = 1.2 \times I_{act,1}^{\rm I} \tag{1-2}$$

对于二段保护来说一般需要延时 0.5S 启动。另外为了能够保护本线路全长,限时电流 速断保护必须在最不利于保护动作的情况下有足够的反应能力,所以需要其灵敏度系数 K_{lm}≥1.3,

$$K_{lm}=$$
 最小运行方式下,末端发生两相相间短路时的短路电流 $I_{act.2}^{II}$ (1-3)

电流三段保护的整定:为保证在正常情况下各条线路上的过电流保护不误动,需要考虑最大负荷电流、返回系数和电机的自启动系数,因此:

$$I_{act}^{III} = \frac{1.2(可靠系数) \times 1.05(自启动系数)}{0.9(返回系数)} \times I_{L.max}(最大负荷电流)$$
(1-4)



图 1-1 RTDS 中的电流保护

如图 1-1 所示,电流保护设备的输入为三相电压 VA 、VB、 VC 以及三相电流 IA、 IB 、IC,输出为跳闸信号 TRIP,当保护动作时 TRIP 置 1。但是要注意: TRIP 信号是一 个 0.17 秒左右的脉冲信号,所以需要在后面加上一个 SR 触发器,以保证保护动作后 TRIP 的输出维持在高电平。根据保护动作时间,常用的电流保护有两种方式,一种是 PIOC (瞬 时电流保护)另外一种则是 PTOC (带延时的电流保护,含定时限和反时限)。

PIOC 的设置方式:

如图 1-2 所示, e50p 和 e50n 分别为设置相间保护和接地保护。dirmod50p 用来选择保护的方向性。strVal50 选项用于设置整定值。

		_rtds_PN	_5051_67_4	6			
50 Overcurrent	t Element (PIOC)	51/67 Overcurr	ent Elemer	nt (P1	FOC)		
CONFIGU	JRATION	PRC	DTECTION	TRIP	CONDITION	NING (PTRC)
blausa		Deceription	Val.		1.1	Min	Mari
e50P	Enable Phase	Inst. Overcurrent	NO	Je T		0	1
DirMod50P	Directional Co	ntrol	FWD	-	1	0	1
StrVal50P	Start Value (pir	skup)	1.0		amps	0.05	50.00
StrValMult50P	Starting Value	Multiple	1.0		amps	0.5	5.00
e50N	Enable Neutra	I Overcurrent	NO	-	1	0	1
DirMod50N	Directional Co	ntrol	FWD			0	1
StrVal50N	Start Value (pid	:kup)	1.0		amps	0.05	50.00
StrValMult50N	Starting Value	Multiple	1.0			0.5	5.00

图 1-2 PIOC 的设置

PTOC 的设置方式:

需使用定时限过流保护设置方法。当使用传统的二段、三段保护时,需要将参数 TmACrv51P 选项调成 DEFINITE,只有这一个选项用于定时限过流保护,其他选项均用于 反时限保护。

四、 实验步骤

1. 建立如下图 35 kV 电力系统模型



图 1-3 35 kV 系统的三段保护模型拓扑结构图 三段线路分别长 30KM, 40KM, 60KM。 CT 的变比取 600: 1, PT 的变比取 35000: 100。 线路 1 末端负荷 2MW, 0.8MVar; 线路 2 末端负荷 3MW, 1MVar; 线路 3 末端负荷 3MW, 1MVar; 分别在线路 1 的中间位置,线路 1 末端,线路 2 的中间位置,线路 2 末端,线路 3 中间

位置,线路3末端设置故障



图 1-4 35 kV 系统的三段保护模型图

RLC Data

Number of Phases:	3	•	
Positive Sequence Series Resistance:	0.018547		ohms/km
Positive Sequence Series Ind. Reactance:	0.37661		ohms/km
Positive Sequence Shunt Cap. Reactance:	0.2279		Megaohms*km
Zero Sequence Series Resistance:	0.3618376		ohms/km
Zero Sequence Series Ind. Reactance:	1.227747		ohms/km
Zero Sequence Shunt Cap. Reactance:	0.34514		Megaohms*km
Line Length:	30.0		km

图 1-5 线路单位长度的阻抗参数

- 参考实验原理及继电保护原理教材,根据线路参数计算整定值,完成各线路之间过电 流保护的配合。
 - 基本要求: 当线路1中间相间故障时,保护1瞬时切除故障 当线路1末端相间故障时,保护1延时切除故障 当线路2中间相间故障时,保护2瞬时切除故障 当线路2末端相间故障时,保护2延时切除故障 当线路3任意位置相间处故障,保护3瞬时切除故障
- 更改不同故障位置,测试保护是否会误动、拒动。研究过流保护在不同情况下的保护范围。

五、 实验报告

- 1. 实验报告以 word 文档形式上传到 FTP。
- 2. 根据系统参数,列写整定计算过程。
- 3. 截图记录不同位置处故障切除的波形,并进行分析讨论。

六、 思考题

- 过流保护只能针对相间故障准确动作,对于接地故障有时不能动作,所以有时也被称相 间过流保护,讨论其原因。
- 2. 根据所掌握的元器件实现零序过流保护。(供有兴趣的同学完成)
- 在线路末端加入电源,将系统改为双端供电系统,开启保护的方向元件。线路可缩短为 两段,完成保护整定并检验。(供有兴趣的同学完成)

实验二 距离保护(一)阻抗轨迹

一、 实验目的

- 1. 加深对距离保护原理的理解。
- 2. 掌握电力系统距离保护的整定及实现方法。

二、 实验内容

- 1. 学习 RTDS 距离保护元件的使用方法。
- 2. 根据实际系统参数对保护进行整定,并记录故障波形。
- 3. 使用电力系统故障仿真专家进行故障分析。

三、 实验原理

距离 I 段的整定:距离保护一段为无延时的速动段,它应该只反应本线路的故障,下 级线路出口发生断路故障时,应可靠不动作。所以其测量元件的整定阻抗,应该按躲过本 线路末端短路整定:

$$Z_{act}^{I} = 0.8 \times Z_{AB}$$
(被保护线路的阻抗) (2-1)

距离 Ⅱ 段的整定:

按照以下两点原则进行整定(取两者中较小的):

1)与相邻线路距离一段保护相互配合,并考虑分支系数*K_{bra}*(取相邻线路末端短路时可能出现的最小值):

$$Z_{act.2}^{II} = 0.8(\Pi \, \widehat{\pi} \, \widehat{s} \, \bigotimes) \times [Z_{AB} + K_{bra} Z_{act.1}^{I}]$$
(2-2)

2) 躲开线路末端变电站变压器低压侧出口处短路时的阻抗值:

距离 III 段的整定: 启动阻抗一般按躲开最小负荷阻抗 Z_{L min} 来整定

$$Z_{L.min} = \frac{U_{L.min}(母线电压最低时)}{I_{L.max}(线路上流过的最大负荷电流)}$$
(2-4)

$$Z_{act}^{III} = \frac{Z_{L.min}}{K_{rel}(\bar{\eta} \ddagger \bar{\chi} \chi) K_{ss}(\bar{h} \bar{h} \partial \bar{\chi} \chi) K_{re}(\bar{\omega} \bar{n} \bar{\chi} \chi)}$$
(2-5)

RTDS 中距离保护的使用方法:



图 2-1 RTDS 中的距离保护

(1)如图 2-1 所示。VA、VB、VC、IA、IB、IC 为三相电压、电流的输入。21-start 输出的是一个 5 位的二进制字,其中,1 表示一段启动,2 表示二段启动,3 表示三段启动,4 表示二段延时启动,5 表示三段延时启动。1P/3PT 同样是一个 5 位的二进制字,1 表示 A 相跳闸,2 表示 B 相跳闸,3 表示 C 相跳闸,4则表示三相跳闸。所以在距离保护设备后需要加上一个分相跳闸设备。

(2)跳闸设备的详细结构见图 2-2。该逻辑图实现了分相跳闸功能。同时还利用 SR 触发器 实现了跳闸信号的保持功能。实验时可在输出信号 AA1, AB1, AC1 上加上跳闸状态指示 灯,使得哪相跳闸了显得更加清晰。



图 2-2 分相跳闸逻辑图

(3)距离保护的设置

双击距离保护设备的图标后,出现如图 2-3 所示的设置界面。

_rtds_PN_21_v1.def										
85 Communication Timers (PSCH) MONITORING (MMXU/MSQI)										
Directional Element (RDIR)				21 Distance Elements (PDIS)						
CONFIGURATION PROTECTION TRIP COND			NDITIO	IDITIONING (PTRC) POS/ZERO SEQ COMP						
Name	Description			Value		Unit	Min	Max	\Box	
iedName	IED Name			RTDS-DIS						
fver	Select Firmware Version			pn21_01	-		0	0	P	
freq	Base Frequency			60.0	-		0	1	1	
adv	Delay Input Sig	gnal to align V & I		None	•		0	1	-	
Update Cancel Cancel All										

图 2-3 距离保护的设置

首先需要将 CONFIGURATION 中的频率改为 50Hz,再将 SchTyp 选项改为 OFF。之后 只需关心 PDIS 和 POS/ZERO SEQ COMP 两个子选项即可。其中 POS/ZERO SEQ COMP 子 选项中需要输入线路的阻抗和阻抗角,不然无法自动计算测量阻抗,如果需要观察测量阻 抗则只需要开启距离保护的 monitor 功能。PDIS 是距离保护的核心部分,具体设置整理为 下表 2-1:

表 2-1 PDIS 的具体设置对照表

NAME	DESCRIPTION	VALUE	UNIT	MIN	MAX		
D1	21-1 Element Type	QUAD		0	1		
继电器动作特性, QUAD 为多边形,否则为圆特性。一般,接地距离用多边形,相间距离							
用圆特性。							
IPP1	Phase-phase current	3.5	amps	0.1	99.99		
	supervision						
相间电流死区值。如果相间短路时,短路电流(如 IA-IB)低于此值,则闭锁相间距离保							
护。可取 0.1In。In 为二次侧额定电流。假设 CT 二次侧为 5A,则取 0.5A。							
IP1	Phase current supervision 2.0		amps	0.1	99.99		
相电流死区值。如果接地短路时,短路电流(如IA)低于此值,则闭锁接地距离保护。同							
±∝							
IR1	Residual current	0.5	amps	0.1	99.99		
	supervision						
零序电流死区值。如果接地短路时,零序电流 3I0 低于此值,则闭锁接地距离保护。同上							
D1R	Zone 1 Reach	6.032	ohms	0.020	250.000		
距离 I 段定值(二次侧定值), I 段按 Kk=0.8 整定							
D1RR	Zone 1 Reverse Reach	0.00	ohms	0.000	250.000		
距离 I 段在第三象限的定值(二次侧定值),当这个值大于 0 时,就表示带偏移的方向阻抗							
继电器。如果=0,则为方向阻抗继电器。如果选择带偏移,那么一般偏移10%,即0.1倍							
的 I 段定值							
	1						
DirMod1	21-1 Direction	FWD		0	1		

DIPR	Zone 1 Pight Blinder	10.0	ahms	0.020	500.000		
DIKD	Zone i Right Billider 10.0		UIIIIS	0.020	500.000		
距离I段电阻线定值(用于在重负荷时躲开最大负荷,防止重负荷时保护误动)							
D1RA	Right Blinder Angle	87.18 degrees		60.0	90.00		
距离I段电阻线倾角,一般 30 度左右。							
D1LB	Zone 1 Left Blinder	10.0	ohms	0.020	500.000		
D1LA	Left Blinder Angle	87.18	degrees	60.0	90.00		
可不整定							

Runtime 界面中测量阻抗的观察方法:

如果需要观察保护设备侧的测量阻抗,首先要开启保护的 monitor 功能,然后在 Runtime 模块中进行如下操作。

右键点击空白处,加入一个新的 plot。在 plot 中选择测量阻抗虚部作为 y 轴,并在 X Axis 选项中将实部作为 x 轴。之后在生成的 plot 上右键点击空白处选择 Relay Characteristics 中的 Add Transmission Line 加入线路阻抗以及线路阻抗角。在此基础上便可以在 plot 中加入保护的动作圆,其方法是右键点击 plot 的空白处,选择 Relay Characteristics 中的 Add Protective Zone,加入动作圆的半径大小即可。



四、试验步骤

1. 建立如下图 35 kV 电力系统模型



图 2-5 距离保护仿真的拓扑结构图



- 2. 参考实验原理及继电保护原理教材,根据线路参数计算整定值,完成各线路之间距离 保护的配合。可只整定 I 段与 II 段距离保护。
 - 基本要求: 当线路1中间相间故障时,保护1瞬时切除故障 当线路1末端相间故障时,保护1延时切除故障 当线路2任意故障时,保护2瞬时切除故障 要求保护对相间故障、接地故障都能准确动作,并具有一定抗过渡电阻能力
- 更改不同故障位置,测试保护是否会误动、拒动。
 加入 10-30ohm 的过渡电阻,观察保护动作情况。
 根据故障波形进行录波,使用电力系统故障专家观察波形及测量阻抗轨迹阻抗。

五、 实验报告

- 1. 实验报告以 word 文档形式上传到 FTP。
- 2. 根据系统参数,列写整定计算过程。
- 根据故障波形进行录波,使用电力系统故障专家观察波形,分析故障后系统状态的变化, 观察故障后哪些量发生了变化?(如序分量、谐波、突变量等)考虑如何利用这些量的 变化实现保护原理。
- 截图记录不同位置处故障切除的波形及阻抗轨迹,与电力系统故障专家的结果进行对比, 并进行分析讨论。

六、思考题

- 不断增大负荷,观察距离保护的测量阻抗轨迹。尝试设计一个使得线路重载情况下保 护误动的例子。
- 2. 实际线路使用圆特性整定相间距离保护,使用四边形特性整定接地距离保护,讨论这

是为什么?

3. 使用电力系统故障专家整定四边形特性的距离保护,观察相间故障、接地故障的阻抗 轨迹。(供有兴趣的同学完成)

HANNEL HANNEL