

BIANDIANZHAN ERCIHUILU
SHITU YU FENXI

变电站二次回路

识图与分析

江西省电力公司超高压分公司
熊启新 汪旭峰 彭淑明 等编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

BIANDIANZHAN ERCHUILU
SHITU YU FENXI

变电站二次回路 识图与分析

江西省电力公司超高压分公司
熊启新 汪旭峰 彭淑明 等编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书结合当前 500kV 变电站的二次回路图纸及国家或地方性的规程规范,对各种回路进行了详细地讲解,主要包括 220kV 双母线启动失灵回路、3/2 断路器接线方式下断路器失灵、失灵及过电压启动远跳回路、主变断路器失灵回路、电压电流回路、各种断路器和隔离开关控制回路、冷却器控制回路等,让读者可以了解目前国内各种保护装置原理图、断路器控制回路图及回路的设计理念等,更主要地为了让读者通过本书能学会如何看现场各种二次回路,从而提高变电站值班人员在事故处理、倒闸操作过程中的分析、判断、处理能力。

本书主要供变电站运行值班人员使用,也可作为继电保护专业人员参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

变电站二次回路识图与分析/熊启新等编著. —北京: 中国电力出版社, 2010. 5

ISBN 978 - 7 - 5123 - 0314 - 0

I. ①变… II. ①熊… III. ①变电所 - 二次回路 - 电路图 - 识图法 IV. ①TM645. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 066020 号

变电站二次回路识图与分析

中国电力出版社出版、发行

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

2010 年 10 月第一版

787 毫米 × 1092 毫米

横 16 开本

12 印张

汇鑫印务有限公司印刷

2010 年 10 月北京第一次印刷

302 千字

各地新华书店经售

印数 0001 - 3000 册

定价 28.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换
版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

看懂变电站二次回路图纸是变电站运行值班人员搞好变电运行的必备基本技能。目前,大多数变电站运行值班人员在二次回路看图识图、查找问题方面能力较弱,无法对设备异常和故障进行准确的定位和分析,不能达到“三熟三能”的要求;加之现在的设计原理图和厂家原理图都是分散绘制,一个电气回路图通常要看三、四份或更多图纸才能完整地连接起来,从而增加了运行值班人员的学习难度。

为了提高变电运行值班人员分析二次回路的能力,编者依据 GB 4728《电气简图用图形符号》和 GB 7159《电气技术中的文字符号制图通则》,参照江西电网 500kV 罗坊、文山、安源等变电站的二次回路设计图纸、二次设备产品说明书等资料组织编写了本书。本书将各种典型型失灵回路、断路器 and 隔离开关控制回路等变电站常用的二次回路完整地绘制在一起,并配以详细的说明,使变电站运行值班人员不需要再搬上几份图纸费劲的学习或查找,通过学习本书就能轻松地了解掌握各种典型二次回路原理。本书所参照的变电站都在 2004 年后投运,采用国内主流的一次、二次设备,具有国内变电站二次接线设计的代表性和普遍性。

本书简单易学,便于变电站运行值班人员在短时间内掌握变电站二次回路有关知识、学会快速查找故障点、准确分析保护动作信号、全面了解保护连接片的作用,切实提高变电站运行值班人员业务素质和实际工作能力,对继电保护专业新进人员学习熟悉二次回路也有极大的促进作用。

本书由熊启新、汪旭峰、彭淑明等编著,参加本书编写工作的人员还有伍太萍、周丽群、张虹、赵卓夫、万意、吴珂、杨杰、胡平、汤娇、蔡霞、秦文红、涂光华、邱军等同志。

本书的编者长期从事变电运行工作,在编写过程中,编者通过不断查阅保护设计原理图,厂家说明书,并一一对照现场实际,不断修改总结描绘出来。编写本书时参考了部分相关设计院图纸和书籍,在此对图纸和书籍的作者表示深深的感谢!由于编者经验和理论水平有限,书中难免出现疏漏之处,敬请读者批评指正。

编者

2010 年 9 月

目 录

前言	1
第1章 二次回路识图及故障处理基础知识	1
1.1 二次回路图分类及识图方法	1
1.1.1 二次回路图的分类	1
1.1.2 二次回路识图方法	3
1.2 二次回路工作的安全措施	5
1.2.1 人身安全	5
1.2.2 设备安全措施	5
1.3 二次回路故障查找及处理	6
1.3.1 二次回路的异常处理	6
1.3.2 二次回路故障的查找方法	7
第2章 二次回路图例与分析	10
2.1 220kV 保护回路	10
2.1.1 双母线接线方式启动母差失灵保护回路	10
2.1.2 220kV 线路光纤差动保护远跳回路	24
2.1.3 闭锁式保护与专用收发信机配合回路	26
2.1.4 220kV 故障录波器接入量回路	31
2.2 500kV 保护回路	36
2.2.1 500kV LA II 回线光纤差动 RCS—931A、过电压及远跳 RCS—925A 保护回路	36
2.2.2 500kV LW II 回线高频距离 RCS—902AF、过电压及远跳 RCS—925A 保护回路	41
2.2.3 500kV LW I 回线 5031 断路器失灵跳 5032 断路器、启动 I 母母差失灵保护回路	44
2.2.4 500kV LW I 回线高频距离 PSL—602GA、过电压及远跳 SSR—530 保护回路	47
2.2.5 500kV LW I 回线光纤差动 CSC—103C、过电压及远跳 CSC—125A 保护回路	52
2.2.6 500kV ML II 回线 5043 断路器保护 RCS—921A 开入回路	57
2.2.7 500kV ML II 回线高频距离 CSC—101A、5043 断路器保护 RCS—921A 回路	63
2.2.8 500kV ML II 回线光纤差动 RCS—931A、5043 断路器保护 RCS—921A 回路	66
2.3 主变失灵保护回路	68
2.3.1 CSC—326 主变失灵保护回路	68
2.3.2 RCS—978C 主变失灵保护回路	73
2.3.3 WBZ—500H 主变失灵保护回路	83
2.4 二次电压电流回路	90
2.4.1 3/2 接线方式线变串二次电流回路	90
2.4.2 3/2 接线方式线线串二次电流回路	95
2.4.3 双母线接线方式二次电压并列回路	100

2.4.4	CZX—12R、YQJ—31J 电压切换回路	103	2.5.8	西安西电 LW15—550/Y 断路器控制回路	148
2.4.5	线线串电压回路	106	2.6	其他	153
2.5	隔离开关、断路器控制回路	109	2.6.1	220V 直流系统	153
2.5.1	沈高电气 GW6A—252W 隔离开关控制回路图	109	2.6.2	-48V 通信直流系统	156
2.5.2	长高电气 GW17—550DW 隔离开关控制回路	112	2.6.3	500kV 变电站综合自动化系统网络	158
2.5.3	西门子公司 3AP1FC—72.5 断路器控制回路	115	2.6.4	保护通道回路	163
2.5.4	北京 ABB LTB245—E1 断路器控制回路	121	2.6.5	阿海珐 ODFPSZ10 主变冷却器控制回路	170
2.5.5	河南平高 LW10B—252W 断路器控制回路	127	2.6.6	保定天威 ODFPSZ 主变冷却器控制回路	176
2.5.6	西门子公司 3AP1FI 断路器控制回路	136	2.6.7	备用电源自投回路	180
2.5.7	阿海珐 GL1317X 断路器控制回路	142		参考文献	185

第1章 二次回路识图及故障处理基础知识

电能的生产、输送、分配和使用是由各种电气设备构成的电力系统来完成的。为了向用户提供安全、可靠、充足的电能，电力系统的运行方式需要经常改变，并应随时监视其生产运行情况。当某一设备发生故障时，应快速、有选择性地切除故障，以保证电力系统及其电气设备安全运行和电力用户连续供电。这样，电力系统不仅要承载电流的设备，还要有保证这些设备安全运行的设备。因此，电气设备根据其在电力生产中的不同作用可分为一次设备和二次设备。

一次设备是指直接生产、输送、分配电能的高电压、大容量的设备，经过这些设备，电能从发电厂送到各用户。主要包括发电机、变压器、断路器、隔离开关、母线、输电线、电抗器、避雷器、互感器等。由一次设备连接在一起构成的电路，称为一次接线或主接线。

二次设备是指对一次设备的工况进行监测、控制、调节、保护，以及为运行人员提供运行工况或生产指挥信号所需要的低压设备。主要包括测量仪表、继电保护装置、自动装置、远动装置、操作电源、控制电缆、控制和信号设备等。二次设备按一定功能要求相互连接构成的电路，称为二次接线或二次回路。描述二次回路的图纸称为二次接线图或二次回路图。

二次回路的基本任务是反映一次设备的工作状况，具有监测、控制、调节、保护一次设备的作用，是电力系统安全、经济、稳定

运行的重要保障。当一次设备发生故障时，能将故障设备迅速退出运行，以使其他一次设备安全运行，保持电力系统处在最佳运行状态，甚至避免人身伤亡事故。

电力系统由一次接线系统和二次接线系统共同组成，他们是不可分割的一个整体。如果将电力系统比喻成一个人的话，其一次接线是人的身躯和四肢，二次接线则是人的神经系统，只有二者都处在良好的状态，才能保证电力系统的正常运行。尤其是在坚强智能电网建设中，二次接线的重要作用更突出。

1.1 二次回路图分类及识图方法

1.1.1 二次回路图的分类

在二次回路图中，相应的二次设备采用 GB 4728《电气简图用图形符号》和 GB 7159《电气技术中的文字符号制订通则》中规定的统一图形符号和文字符号来表示，把这些图形符号相互连接，从而形成控制回路、测量回路、信号回路、继电保护及自动装置回路，交流电压和交流电流回路图等。

二次回路图按不同的绘制方法，分为原理图、展开图和安装图，这也是我国在电力生产中常采用的三种形式的工程图纸。

1.1.1.1 原理图

二次回路的原理图是体现二次设备工作原理的图纸，是绘制展

开图和安装图的基础。一次设备和二次设备都以整体的形式在图纸中表示出来,例如相互连接的电流回路、电压回路、直流回路等是综合在一起的。这种接线图的优点是能够使看图者对整个二次回路的构成以及动作过程有一个整体概念。

原理图也存在以下不足之处:

- (1) 只能表示出保护主要元件而对细节之处则无法表示。
- (2) 不能反应继电器之间连接线的实际位置,不能满足现场维护和调试工作的需要。
- (3) 不能反映出各元件内部的接线情况,如端子编号。
- (4) 不能反映直流电源引自哪一组熔断器,标注的直流“正”、“负”极比较分散。
- (5) 很难表明完整的继电保护装置。

原理图体现了构成二次回路的所有设备及其工作原理,无法说明各元件之间的具体连接情况,更没有标明具体的接线端子和回路编号,因此一般不用于现场施工作业。

1.1.1.2 展开图

展开图是根据原理接线图绘制的,是将二次设备按其线圈和触点的接线回路展开分别画出的,组成多个独立回路,是安装、调试和检修的重要技术图纸,也是绘制安装接线图的主要依据。

展开图的特点如下:

- (1) 按不同的电源回路划分成多个独立回路。主要有交流电流回路和交流电压回路、直流回路。直流回路按其作用可分为控制回路、测量回路、保护回路和信号回路等。在这些回路中,各继电器的动作顺序是自上而下、自左而右排列的。

(2) 展开图的画图特点是基于能方便地看出动作顺序,清晰地了解同类回路的连接秩序。它是将继电器的组成部分拆开开来表示。例如一个电流继电器,其线圈在所属的二次电流回路,其触点

在所属的直流回路中。同一元器件的线圈、触点的文字符号是一样的。

(3) 继电器和每一个小逻辑回路的作用都在展开图的右侧注明。

(4) 各导线、端子都有统一规定的回路编号和标号,便于分类查找、施工和维修。

(5) 图上画出的触点状态是未通电、未动作的状态。

(6) 对于展开图中个别的继电器,若该继电器的触点在另一张图中表示或在其他安装单位中有表示,都在图纸上说明去向,对任何引进触点或回路也说明来处。

(7) 直流正极按奇数顺序标号,负极回路则按偶数顺序编号。回路经过元件(如线圈、电阻、电容等)后,其标号也随着改变。

(8) 常用的回路都给予固定的编号,如跳闸回路用33、133、233、333等,合闸回路用3、103等。

(9) 交流回路的标号除用三位数外,前面加注文字符号。交流回路使用的数字范围是:电压回路为600~799;电流回路为400~599。它们的个位数字表示不同的回路;十位数字表示互感器的组数。回路使用的标号组,要与互感器文字符号前的“数字序号”相对应。如1TA电流互感器的A相回路标号应是A411~A419;电压互感器2TV的A相回路标号是A621~A629。

展开图上凡与屏外有联系的回路编号,均应在端子排图上占据一个位置。展开图中二次设备接线关系清晰,动作顺序层次分明,便于读图和分析。但现场安装施工需要更具体的安装接线图。

1.1.1.3 安装图

安装图是控制屏、保护屏制造厂生产加工和现场安装施工用的图纸,也是运行试验、检修等的主要参考图纸,是根据展开图绘制的。安装图包括屏面布置图、屏背面接线图和端子排图。

1.1.1.3.1 屏面布置图

屏面布置图是指从屏的正面看到的屏中各设备的实际安装布置图。图上按比例画出了屏上各设备的安装位置,外形尺寸,并应附有设备明细表,列出屏中各设备的名称、型号、技术数据及数量等,以便备料和安装加工。

1.1.1.3.2 屏背面接线图

屏背面接线图是以屏面布置图为基础,并以展开图为依据而绘制成的接线图。屏背面接线图是从屏的背面看到的设备图形,按实际位置和基本尺寸画出,其位置与屏面布置图的左、右正好相反。图上标明了屏上各个设备的代表符号、顺序号,以及每个设备引出端子之间的连接情况和设备与端子排之间的连接情况。它既可被制造厂用于指导屏上配线和接线,也可被施工单位用于现场二次设备的安装。

为配线方便,在这种接线图中,对各设备和端子排一般都采用相对编号法来表示设备间的相互连线。所谓“相对编号法”就是,如果甲、乙两个端子应该用导线相连接,那么就在甲端子接线上方标注乙端子的编号,而在乙端子接线上方标注甲端子的编号。这样,在接线和维修时就可以根据图纸,对屏上每个设备的任一端子,都能找到与其连接的对象。如果某个端子旁没有标号,就说明该端子是空着的;如果一个端子旁标有两个标号,则说明该端子有两条连线,有两个连接对象。

1.1.1.3.3 端子排图

端子排图是屏内设备接线所需的各类端子排列以及与屏内外设备连接的图纸。

二次接线是否经过端子排连接,应以检修、运行、接线和调试方便为原则进行端子排的设计:

(1) 为了节省导线、便于查线和维修,端子排的设置应与屏

内设备相对应,如靠近屏左侧的设备接左侧端子排,右侧设备接右侧端子排,上方和下方的设备也应与端子排相对应。

(2) 各安装单位之间的连接、屏内设备与屏外设备之间的连接以及需经本屏转接的回路,都经过端子排。

(3) 同一屏上相邻设备之间的连接不经过端子排;而两设备相距较远或接线不方便时,则经过端子排。

(4) 屏内设备与直接至小母线的设备(如熔断器、小刀闸或附加电阻)的连接,一般经过端子排。

(5) 端子排的上、下两端装有终端端子,且在每一安装单位端子排的最后预留2~5个端子作为备用。

(6) 接线端子的一侧一般只接一根导线,最多不超过两根。为接线方便,端子排按回路性质由上至下依次排列,其顺序如下:

(1) 交流电流回路,按每组电流互感器分组,且按A、B、C、N相序,数字由小到大排列。

(2) 交流电压回路,按每组电压互感器分组,且按A、B、C、N、L排列。

(3) 信号回路按预告、事故、位置及指挥信号分组。

(4) 控制回路按各组熔断器分组排列,每组先排正极回路(单号,由小到大),再排负极回路(双号,由小到大)。

(5) 其他回路和转接回路。

端子排图中的连线和编号,也根据相对编号法、回路编号法的原则进行。

1.1.2 二次回路识图方法

二次回路图的最大特点是逻辑性很强,在绘制时遵循着一定的规律,识图时只要抓住这些规律,就很容易看懂图纸,做到条理清晰。

1.1.2.1 看二次识图的基本技巧

看图前要清楚图纸上所标符号代表的设备名称，弄懂每个元件、继电器的动作原理及其功能，还要掌握如下识图技巧：

先一次，后二次；先交流，后直流；先电源，后接线；先线圈，后触点；先上后下；先左后右。

所谓“先一次，后二次”，就是当图中有一次接线和二次接线同时存在时，应先看一次部分，弄清是什么性质的设备，再看二次部分，具体起什么作用。

“先交流，后直流”，就是当图中有交流和直流两种回路同时存在时，应先看交流回路，再看直流回路。交流回路一般由电流互感器和电压互感器的二次绕组引出，直接反映一次设备的运行状况，先把交流回路看懂后，根据交流回路的电气量以及在系统发生故障时这些电气量的变化特点，对直流回路进行逻辑推断，再看直流回路就要容易一些了。

“先电源，后接线”，就是不论在交流回路还是直流回路中，二次设备的动作都是由电源驱动的，所以在看图时，应先找到电源，再由此顺回路接线往后看，交流沿闭合回路依次分析设备的动作，直流从正电源沿接线找到负电源，并分析各设备的动作。

“先线圈，后触点”，就是要分析触点的动作情况，必须先找到继电器或装置的线圈，因为只有线圈通电，其相应触点才会动作，由触点的通断引起回路的变化，进一步分析整个回路的动作过程。一张图中，线圈和其触点是紧密相连的，遇线圈找触点，遇触点找线圈，这是迅速看图的一大技巧。

“先上后下”和“先左后右”，二次接线图纸都是按照保护装置或回路的动作逻辑先后顺序，从上到下，从左至右的画出来的。端子排图、屏背面接线图也是这样布置的。所以看图时，先上下，从左至右的看，是符合保护动作逻辑的，更容易看懂图纸。

端子排图要与几张展开图结合起来看，单纯看端子排图，只是一系列的数字和线条，看不出什么来，只有结合起来，才能连成一个完整的回路，就能理解回路图纸了。

1.1.2.2 现场看图的常用方法

现场工作中，看懂二次回路工作图的常用方法如下：

(1) 直流回路从正极到负极：例如控制回路、信号回路等。从一个回路的直流正极开始，按照电流流动的方向，看到负极为止。

(2) 交流回路从相线到中性线：例如电流、电压回路，变压器的风冷回路。从一个回路的相线（A、B、C相）开始，按照电流的流动方向，看到中性线（N）为止。

(3) 见触点找线圈，见线圈找触点：即见到触点要找到控制该触点的继电器或接触器的线圈位置。线圈所在的回路是触点的控制回路，以便分析触点动作的条件。见线圈找出它的所有触点，以便找出该继电器控制的所有触点（对象），这也是前面说到的。

(4) 利用欧姆定律分析判断继电器是否动作：判别的依据是，电压型线圈两端是否加有足够大的电压，电流型线圈是否通过了足够的电流。

(5) 看完所有支路再分析：当某一回路，从正极往负极看回路时，如中间有多个支路连往负极，则每个支路必须看完。否则分析回路就会漏掉部分重要的情况。

(6) 利用相对编号法、回路编号法弄清安装图与展开图的接线原理及图中设备的对应关系。核查安装图与展开图对应关系的主要目的，一是检查安装图是否与展开图相对应，二是弄清展开图中各设备在现场的位置。从安装图（如保护屏端子排接线图）查清某个端子排的端子在展开图中的位置，则先查出该端子上所在的回路标号，再查展开图中回路标号，相同的回路标号即同一个回路，

即可在展开图中迅速找到该回路,在展开图查明它在整个回路中的作用。如只有安装图或者发现安装图与展开图的原理接线图无法对应时,则从安装图中每个的设备端子上所标的编号,依据相对编号法,查到该所连接的另外设备的端子,然后再查出该端子所连接的另外设备,直到查到直流电源的正负极或交流回路的相线和中性线为止。最后把整个相关的回路都查出来,画成图后可分析连接是否符合动作原理。当想弄清展开图上设备的位置时,一是利用展开图上的设备表说明,然后去相应的安装图上查找;二是先弄清展开图中的端子符号,哪些是屏柜端子排的端子、哪些是保护或自动装置中的端子,然后直接在相应的屏柜、端子箱中查找。

(7) 用设备的实际状态(现场能看到的设备状态)来确定回路中继电器是否动作。先根据设备状态来确定回路中触点的分合状态,再以回路中触点的分合状态来判断继电器是否励磁,所以对于切换开关或辅助触点等应了解在不同状态时,哪些触点是闭合的。

(8) 弄清展开图中的部分采用方框画法设备与外部其他部分的连接。先查清方框画法设备的端子编号,然后利用反映该设备内部接线图的厂家装置说明书或图纸,在这些图纸中找到往外部连接的端子编号,再与内部回路连接起来,然后通过往外连接的端子再与外部回路联系起来。

1.2 二次回路工作的安全措施

二次设备与一次高压设备的距离较近,且有着密切的电磁耦合关系。一方面在二次回路工作的人员有触碰高压设备的危险,另一方面设备绝缘不良或电流互感器二次开路会造成人员触及高压而发生人身伤亡事故。因此,在二次回路上工作必须采取可靠的安全措施。

1.2.1 人身安全措施

(1) 在二次回路上工作必须遵照国家电网公司的《电力安全工作规程(变电部分)》的规定,填用变电站(发电厂)第一、二种工作票,二次工作安全措施票。

(2) 在带电的电压、电流互感器二次回路上工作时,应有专人监护,使用绝缘工具,并站在绝缘垫上,必要时申请停用有关保护装置、安全自动装置或自动化监控系统。

(3) 工作中禁止将互感器二次回路中的永久接地点断开。

(4) 在二次回路上工作时,对拆除的电缆芯和线头应用绝缘胶布包好并做好记录和标志,工作完应照图恢复,此项工作由工作班成员操作、工作负责人监护。

(5) 在清扫运行中的二次回路时,应认真仔细,并使用绝缘工具,如毛刷的金属部分要用绝缘胶布包好或使用吸尘器,特别注意防止触碰二次设备元件,以免造成二次设备接触不良、短接及人身触电。

(6) 二次回路通电或耐压试验前,应通知运行人员和有关人员,并派人到现场看守,检查二次回路及一次设备上确无人工作后,方可加压。

(7) 在光纤回路工作时,应采取相应防护措施防止激光对人眼造成伤害。

(8) 应站在安全、适合的位置进行工作,特别是登高作业时更应注意人身安全。

1.2.2 设备安全措施

(1) 值班员在布置工作票所列的各项安全措施后,应在工作屏的正、背面设置“在此工作”的标示牌,如在同一屏上仍保留一些运行的设备,还应增设与工作设备分开的明显标志,用以提示工作人员注意。

(2) 严禁将电流互感器二次回路开路, 电压互感器二次回路短路。

(3) 试验用熔断器应有熔丝并带罩, 被检修设备及试验仪器禁止从运行设备上直接取试验电源, 熔丝配合要适当, 要防止越级熔断总电源熔丝。

(4) 工作中使用的工具大小应合适, 并使金属外露部分尽可能的少, 以免发生短路, 在保护屏之间的过道上搬运或安放试验设备时, 要注意与运行屏之间保持一定的距离, 防止误碰或误动事故。

(5) 不准在运行中的保护屏上钻孔或敲打, 特殊情况, 必须采取可靠的安全措施, 以防运行中的保护误动。

(6) 凡用隔离开关辅助触点切换保护电压回路, 在检修和调整隔离开关及辅助触点时应退出相应的保护装置。

(7) 测量二次回路的电压时, 必须使用高内阻电压表。

(8) 取下直流电源熔断器时, 应将正、负极熔断器都取下, 以利于分析查找故障。同时, 其操作顺序应为: 先取下正极, 后取下负极; 装熔断器时, 先装负极, 后装正极。目的是为了防止因寄生回路而误跳, 同时, 可以在查直流接地故障时, 不至于出现只取下一个熔断器时, 接地点发生“转极”而不易查找。

(9) 利用外加电源对电流互感器一次侧通入电流做继电保护装置的动作试验时, 对可能引起误动作的保护装置(主变差动、母差保护等), 应先将该保护用的电流互感器二次引线断开并将二次短路, 同时防止引至保护电流回路的引线电缆短路, 此项操作应由继电保护专业人员执行, 进行保护整组试验和开关传动试验之前, 应先退出该保护启动断路器失灵保护的连接片, 并退出该保护连接其他回路的连接片以防误跳运行设备。

(10) 继电保护、安全自动装置和自动化监控系统的二次回路变动时, 应按经审批后的图纸进行, 无用的接线应隔离清楚, 防止

误拆或产生寄生回路。

二次回路现场工作中, 也常常存在诸多习惯性违章, 如不履行工作票手续进行工作、不认真履行二次工作安全措施票、监护人不到位或失去监护、现场标识不全及走错屏位(间隔)等, 这些都严重威胁着二次回路工作安全, 变电运行及继电保护人员应坚决杜绝。

1.3 二次回路故障查找及处理

二次回路一旦发生异常或故障, 要准确作出判断, 迅速排除故障, 否则就会影响电气设备安全运行。

1.3.1 二次回路的异常处理

1.3.1.1 交流电压回路的异常处理

(1) 当发生交流电压回路断线时, 保护装置发出电压回路断线信号; 有功及无功表指示不正常; 电能表停转或走慢; 断线相的相电压或有关线电压下降、其他相的相电压正常等。电压互感器一次侧熔断器熔断时, 其现象与此类似, 同时电压互感器二次侧开口三角形处有较高电压。

交流电压回路断线, 首先停用可能引起误动的保护及自动装置; 其次, 由于电压回路断线而使指示不正确时, 应尽可能根据其仪器的指示, 对设备进行监视。如空气开关跳闸或熔断器熔断, 应立即试投一次, 若再次跳闸, 则二次回路有故障, 不得再试投。若空气开关未跳闸、熔断器未熔断, 则继续查找发生断线的原因, 并及时处理。

(2) 当发生交流电压回路短路时, 应先断开该电压二次回路的所有负荷, 退出可能引起误动的保护。将空气开关(熔断器)试投一次, 若再故障跳闸, 则说明短路发生在电压互感器二次侧。

应查明故障点,若不能查明时,应将所带二次负荷倒至另一电压互感器的二次回路上。若空气开关试投后没有跳闸,则应逐一地恢复所带负荷,若在恢复过程中遇上故障跳闸,则应停用该负荷,然后恢复其他负荷的正常运行,并通知有关人员处理有短路故障的二次回路。

1.3.1.2 交流电流回路的故障及处理

交流电流回路的故障一般为开路,发出电流回路故障信号;电表指示为零;电流互感器发出“嗡嗡”的响声;断线的端子处还可能出现放电火花等。

若是操作二次交流回路引起的开路,应立即将其复原,以消除开路故障。

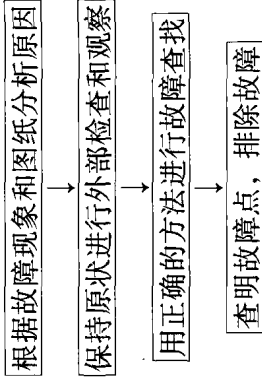
如不能即时找出开路地点,在将相关可能误动的保护停用后,应立即将开路的那一组电流互感器绕组二次侧短接。在处理过程中应穿绝缘靴、戴绝缘手套,然后检查开路地点,并予以消除;若不能消除时,应将该回路停用,并通知有关人员处理。

1.3.2 二次回路故障的查找方法

查找二次回路故障时,一定要事先考虑保护的动作情况,以及运行设备的状态,有必要时要及时退出保护相关连接片,做好运行设备的安全措施,方可进行二次回路故障的查找。可根据已经出现的故障现象,通过目检、状态分析、回路分析等方法进行查找。

1.3.2.1 二次回路故障查找的一般流程

运行中,某些故障异常发生后,应尽量维持原状。例如:发生了越级跳闸事故时,无故障部分恢复供电正常后,未跳断路器及二次回路尽量保持原状。否则,在断路器或二次回路中某些元件动作后,若故障暂时自行消除,则可能留下隐患,很难找出并确定故障原因。



1.3.2.2 二次回路故障点查找方法

在二次回路故障查找的第三个流程中,用正确的方法进行故障查找,首先应用直观法、薄弱点法判断故障点,直观法和薄弱点法不能判断故障点,就得使用仪器仪表分析二次回路元件动作过程查找故障点。

(1) 直观法确定故障点。

二次回路故障,回路中的元器件状态发生相应变化,此时可以通过目视,初步检查故障点。如检查回路电源空开是否跳闸,继电器是否烧毁,导线线是否脱落、冒火星,元件是否发黑,切换开关位置错误等。另外通过鼻子闻是否有焦味、异味,耳朵听是否有异常响声,都可以直接找到二次回路故障点。

(2) 薄弱点法确定故障点。

二次回路中有些元件容易损坏,这些元件就是二次回路的薄弱点。知道二次回路的薄弱点,可以快速查到故障点,少走弯路。可以根据回路性质,先查发生故障可能性较大的元件。如空气开关、熔断器、按钮、转换开关、断路器辅助触点、跳闸线圈(或合闸接触器线圈)、继电器触点等。回路电源空气开关、熔断器是首先必查的,这一点尤其要掌握。在平时看图时,就应分析、列出这些容易发生问题的点,这样我们在查找故障时就省省力了。

(3) 仪表查找法确定故障点。

所有二次回路故障均以元件动作结果为前提,提出上级元件动作的条件,检查条件是否满足,对照图纸逐个元件、逐级进行分解,借助仪表,不断缩小范围找出故障点。在进行二次回路检查时,一般可用试灯、绝缘电阻表、万用表、钳形电流表、多用工具、专用试验设备等。在使用上述工具时,应首先确定回路是否有电压(或电流),在确认该回路无电压无电流时,方可用试灯、绝缘电阻表等检查回路元件的通断。在使用绝缘电阻表检查绝缘时,应断开本回路交直流电源,断开与其他回路连接的充电电容器。在故障点寻找工作中,还应注意接线触点及端子排连接片的拆开与恢复工作,防止电流回路开路、电压回路短路,避免故障点的产生和事故扩大。

二次回路故障主要表现为回路开路和回路短路。下面以图 1.3.2-1 液压机构断路器跳闸监视回路为例介绍借助仪表查找二次回路故障的主要方法。

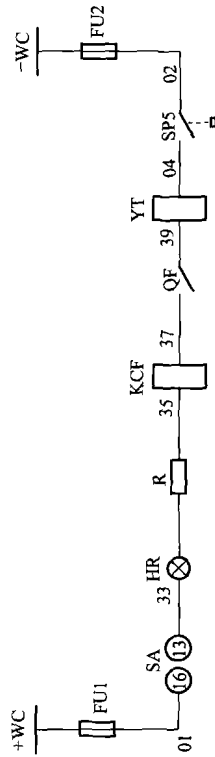


图 1.3.2-1 液压机构断路器跳闸监视回路

1) 回路开路的检查方法。

a. 测导通法。

这种方法是使用万用表的欧姆档测量电阻的方法测量两点间电阻。回路不通故障查找时,不能使用绝缘电阻表,因为无法查出

接触不良和电阻变化问题。测导通法的基本原理是:接触良好的触点两端电阻值为零,严重接触不良时,有一定的电阻值;未接通的两端电阻将无穷大。电流线圈电阻值接近于零,电压线圈和电阻元件,其阻值和标称值相符。

如图 1.3.2-1 所示的回路红灯不亮的故障,先断开操作电源,用万用表直流电压电压档测量该回路确无电压后,再将万用表打在欧姆档,一支试笔固定在“02”,另一支试笔触到“04”导线上,依次向“39”、“37”、“35”、…移动。当发现万用表指示为无穷大或数值与正常值相差过大时,则开路就在该段范围内。然后检查该段范围内的元件,连接点和连接线情况,就可以检查到开路的地方。也可以分别测量 01 与 33, 33 与 35, 35 与 37, 37 与 39, 39 与 04, 04 与 02 之间的电阻值来确定故障点。

如果检查过程中被测点与固定点的距离很远,无法将试笔固定在“02”时,可以采用分段检测的办法,但必须防止漏测。

使用测导通法时,必须注意被测元件是否有旁路。如果有旁路,且对它产生影响时,必须将旁路拆开,否则可能造成误判断。

测导通法必须先断开被测回路的电源,否则会烧坏表计。

测导通法退出了电源熔断器,所以它无法检查熔断器及它与底座的接触情况,应使用其他方法来检查熔断器。一般对正常时不带电回路、电流回路不通时,采用这种方法。

b. 测电压降法。

这种方法使用万用表的电压档,测回路中各元件上的电压降,不需断开电源。其基本原理是:当回路接通时,接触良好的触点两端电压,应等于零,如不为零或为电源电压,则此触点接触不良或未接通。电流线圈两端电压接近于零,电压线圈两端有一定的电压。如线圈两端电压正常而继电器不动作,则线圈断线。当回路中只有一个不通点时,不通点两端有电压,其他元件两端无电压。如有两

个及以上不通点时,不通点向任一元件两端均无电压。如某一点接触不良时,电压线圈两端电压很低。

如图 1.3.2-1 所示,将电压表的“-”试笔固定在负极“02”上,将其“+”试笔先触及“01”,此时表计指示为全电压时,表明电源良好。然后将“+”试笔依次向“33”、“35”、“37”、…当发现表计指示值过小或无指示时,则表明故障即在该回路。当被测点与固定点的距离很远时,可以将电压表的“-”试笔固定在同屏的另一负电上。

测电压降法,也可以将“+”试笔固定在“01”上,“-”试笔从“02”依次向正极方向各点移动测量。也可采用测量每个元件两端电压的方法。断路器拒动、继电器、接触器等不动作的二次回路原因,都可以采用这种方法。

被测元件有旁路时,要求同测导通法一样。

c. 测对地电位法。

回路中各元件各点都有相应的对地电位,测量之前,分析被测回路各点对地电位,再测量检查,将分析结果和所测值以及极性相比较,判断出故障点。这种方法一般用来查找直流二次回路故障,不需要断开电源,使用万用表直流电压档。测对地电位时,读数为电源电压的 $1/2$ 左右。某点的电位为零,说明该点两侧都有断开点。

在图 1.3.2-1 中在断路器合闸回路正常情况下,“01”~“39”之间的接点都应该对地有正电位(电源电压一半),且由于分压电阻影响,电位数值呈下降趋势。“02”~“04”之间的接点都应该对地有固定负电位(电源电压一半)。如果回路有一个断开点,则以该断开点为界,靠“01”端的回路各点对地都有正电位,靠“02”端的回路各点对地都有负电位,如果有两个及以上断开点,则以左右两端最靠近“01”、“02”的断开点为界,中部电位皆为零。两侧电位同上分析。具体方法:测量时将万用表“com”

表笔接地(金属外壳),“+”表笔依次由“01”往“33”、“35”、“39”移动,若该点测得数值与之前分析一致,则表示“01”到该点之间回路正常,如数值不一致则说明故障点就在该点与前一点区间。“02”~“04”区间测量查找方法与上述一致。

如果直流系统没有绝缘监察装置或其退出了运行,则对地电位法就不能应用,因为此时没有经接地继电器的线圈将地电位固定在直流电源经电阻分压的中点上。被测元件如有旁路时,其要求同测导通法。

2) 回路短路的检查。

当回路发生短路时,一般现象是熔断器投入时,熔断器立即熔断、触点烧坏、短路点冒烟等。

检查的方法是:首先观察,看有否冒烟和触点烧坏的现象,如果发现接地点烧坏,可以进一步检查该回路内的设备,可用测导通法来测量该回路的电阻值是否变小;如果未发现故障点,下一步就应该对每一回路进行检查,将每一回路的正极和负极拆开,用测导通法测量该回路的电阻值,直到发现故障点为止;如果仍未发现故障点,则可能是不同回路间发生了短路或正、负极间直接短路了,可将万用表试笔直接接于正、负极上,然后把回路一个一个地恢复,如发现某一回路接入后电阻突然变小,则很可能是该回路中有故障,应再对该回路作进一步检查。

通过以上的检查,若仍未发现故障点,则可能是由于万用表内干电池电压低,而短路点电阻大的原因所致。此时,应换合格干电池,也可考虑将各个回路逐个投入直到熔断器又熔断时,则故障就出在刚投入的回路。若在操作过程中发生了短路现象,则故障与操作回路(分、合闸)有关,可以对此进行详细检查。

在现场二次回路故障查找中,仪表查找法的运用相当重要,是变电运行及继保人员的一项基本功,应熟练掌握。

第2章 二次回路图例与分析

2.1 220kV 保护回路

2.1.1 双母线接线方式启动母差失灵保护回路

220kV 母线一般采用双母线或双母线分段（单分段或双分段）接线方式，当某一线路发生故障、保护动作出口跳闸而断路器失灵时，由失灵保护将失灵断路器所在母线上所有其他断路器跳开，从而将故障点隔离。全国各地失灵保护的配置和投退有多种方式，如有些地区两套失灵保护同时投入，而有些地区只投一套。双重化配置的母差保护包含断路器失灵保护，断路器失灵电流判别由线路保护屏上断控单元实现，断路器失灵同时作用于断路器的两组跳闸线圈，每套线路保护可以通过压板切换的方式分别启动两套母差的断路器失灵保护。

按照失灵保护的不同配置一般分为四种失灵启动回路：第一种为每套保护各用自己的失灵启动装置，形成两套失灵启动回路，分别接入两套失灵保护，回路图例见 2.1.1.1；第二种为两套线路保护共用一台失灵启动装置，形成一套失灵启动回路，通过切换压板

接入投入运行的那套失灵保护，回路图例见 2.1.1.2；第三种为线路保护动作触点作为开关闭合失灵启动装置，失灵启动装置根据保护动作触点及断路器电流情况判别是否失灵，并输出失灵动作触点至母线失灵保护，回路图例见 2.1.1.3；第四种为各间隔保护动作触点与失灵启动装置触点串联后再与本保护电压切换箱 YQJ 继电器触点串联后接入母线保护的启动失灵开入，靠 YQJ 接点实现选择哪段母线上断路器失灵，母线保护本身不具备失灵母线选择功能，回路图例见 2.1.1.4。

根据新颁布的 Q/GDW 175—2007《变压器、高压并联电抗器和母线保护及辅助装置标准化设计规范》和 Q/GDW 161—2007《线路及辅助装置标准化设计规范》的要求，线路保护屏不再设失灵启动装置，双重化配置的母差保护均包含断路器失灵保护，将线路保护的分相及三相动作触点直接接入母差保护装置，失灵电流判据由母差保护实现，每套线路保护对应启动一套失灵保护，正常时双套母差保护上失灵保护均投入。这大大简化了失灵启动回路，有利于提高失灵保护的可靠性。

2.1.1.1 220kV LF 线启动母差失灵保护回路

2.1.1.1.1 220kV LF 线启动母差失灵保护回路图（见图 2.1.1-1 和图 2.1.1-2）

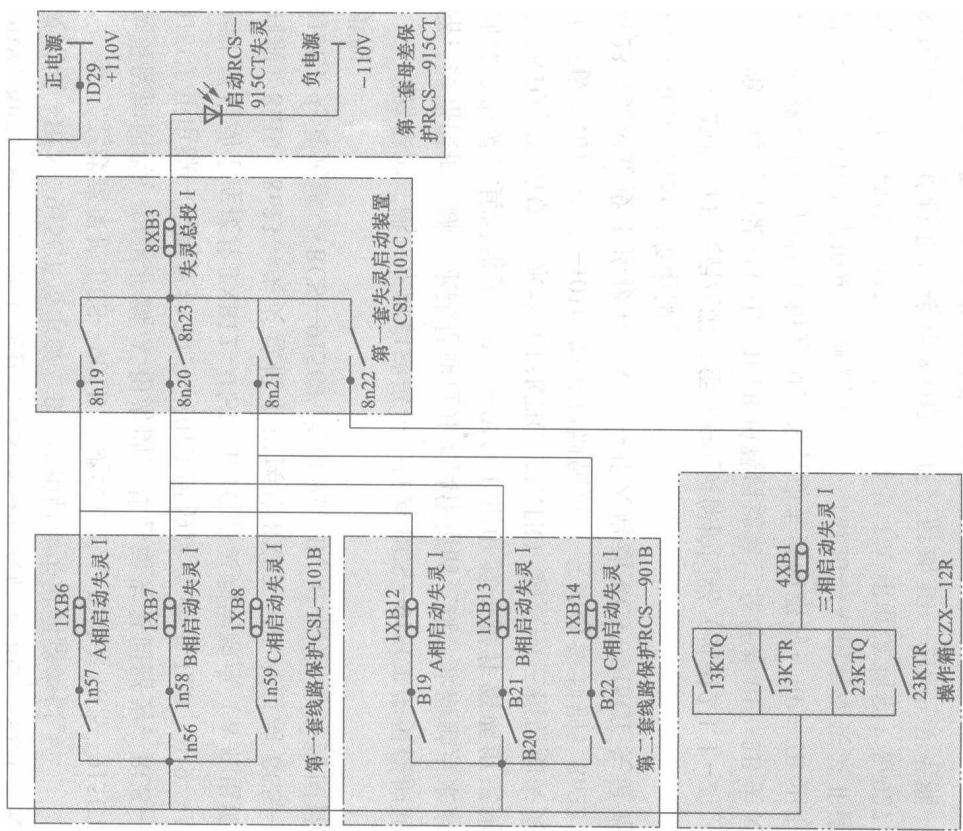


图 2.1.1-1 220kV LF 线启动第一套母差失灵保护回路图

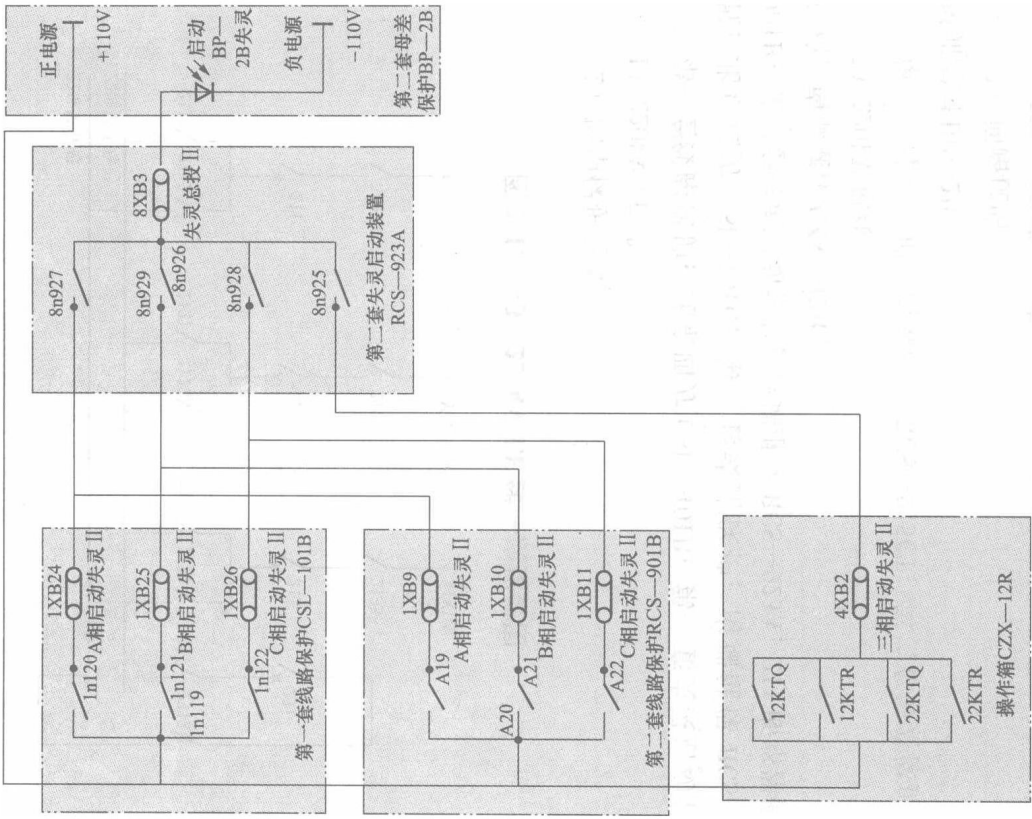


图 2.1.1-2 220kV LF 线启动第二套母差失灵保护回路图