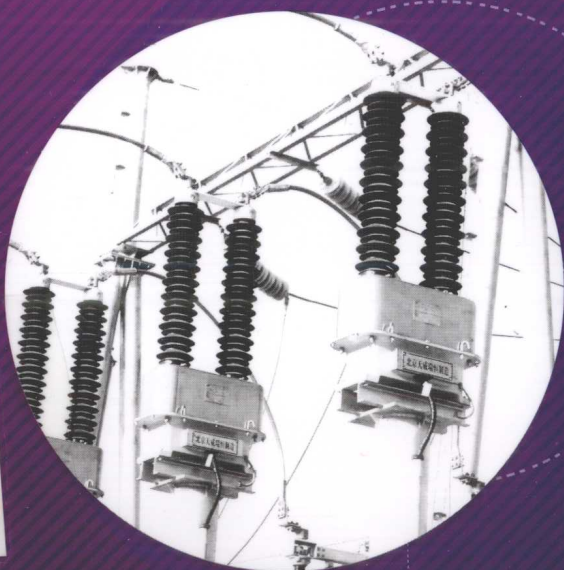


李本胜 主编

JIDIAN BAOHU ZHUANGZHI
GUZHANG ZHENDUAN YU WEIXIU

继电保护装置 故障诊断与维修



化学工业出版社

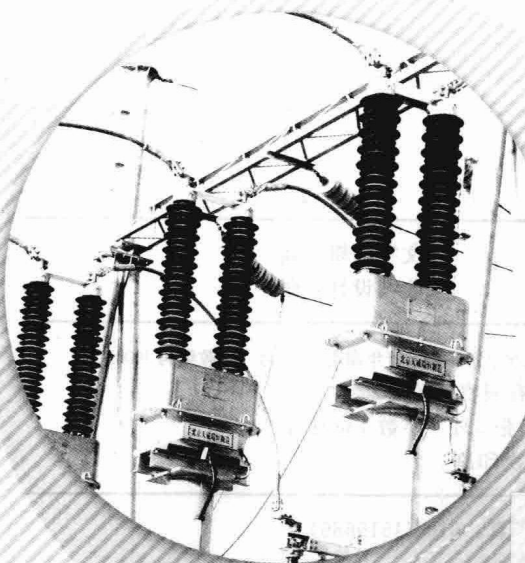
TM774
4

李本胜 主编

TM774
4

JIDIAN BAOHU ZHUANGZHI
GUZHANG ZHENDUAN YU WEIXIU

继电保护装置 故障诊断与维修



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

继电保护装置故障诊断与维修/李本胜主编. —北京:
化学工业出版社, 2009. 11
ISBN 978-7-122-06528-5

I. 继… II. 李… III. ①继电保护装置-故障诊断
②继电保护装置-维修 IV. TM774

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 146664 号

责任编辑: 刘 哲

文字编辑 高 震

责任校对: 吴 静

装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市彩桥印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 5 $\frac{1}{4}$ 字数 138 千字

2010 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 15.00 元

版权所有 违者必究

前 言

继电保护装置是电力系统中必不可少的电气保护设备，它是电力系统中最重要保护控制装置，无论系统处于什么状态，如过负荷、短路、开路、接地等诸多故障状态，都要求它能够可靠灵敏地动作。及时发现电气故障隐患，对于保证电力系统的正常运行，减少维修次数，提高电力系统的可靠性和自动化程度，提高设备的利用率和安全运行水平，节约检修费用，具有重要的意义。

随着我国电力行业的迅猛发展，各种新技术、新产品在城乡电网建设和改造中得到应用。由于继电保护产品类型、品种繁多，广大电气工作者急需维护检修方面的技术书籍。为提高电气工作者的业务水平，适应新时期培养电气专业人才，满足电气生产中各专业、各层次员工岗位工作学习的需要，我们组织了一些有实践经验的技术人员编写了这本《继电保护装置故障诊断与维修》。这本书的出版必将对继电保护以及运行专业人员提高业务水平，增加实践经验起到积极促进作用。

本书分为二次回路故障分析、电流互感器与电压互感器回路故障分析、继电保护装置本体线路故障分析、保护整定值计算、继电保护装置的维护五个部分。

本书的特点：一是较为全面系统，知识面广，所选设备均是工矿企业中具有一定代表性的重点设备，涵盖 220kV 及以下继电保护装置故障诊断与检修；二是内容开门见山，简明扼要，通俗易懂，简洁直观，易于操作，图文并茂；三是实用性强，全书以实际应用为出发点，结合技术标准和常用设备进行

选材和组稿。

本书由李本胜主编，参加编写的有乔长君、于连江、王伟国、李如田。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2010年2月

目 录

第一章 二次回路故障分析	1
第一节 二次回路基本概念	1
一、归总式原理接线图	2
二、展开式原理接线图	3
三、屏面布置图	5
四、屏后安装接线图	8
五、二次电缆敷设图和小母线布置图	10
第二节 断路器的控制回路	11
一、断路器控制回路的基本要求	11
二、最简单的灯光监视断路器控制回路	12
三、带有黄色故障灯信号的断路器控制回路	15
四、带有闪光信号的断路器控制回路	16
五、采用硅整流及电容器电压补偿直流电源装置的断路器 控制回路	18
六、带有防止“跳跃”闭锁装置的断路器控制回路	19
七、并排闭锁	20
八、直流合闸电源	22
第三节 集中信号装置	22
一、集中信号装置的基本要求	22
二、集中信号装置的接线	24
三、简单变配电所的信号装置接线	26
第二章 电流互感器和电压互感器回路故障分析	28
第一节 电流互感器的用途和一般常识	28

第二节 电流互感器的接线方式	29
一、电流互感器与继电器线圈的星形接线方式	29
二、电流互感器与继电器线圈的不完全星形接线方式	32
三、一个继电器接两个电流互感器的电流差接线方式	34
四、电流互感器三角形连接而继电器线圈星形连接的 接线方式	36
第三节 电压互感器的接线方式	38
一、单相电压互感器接于线电压上	39
二、两个单相电压互感器的 V-V 形接线方式	39
三、三个单相电压互感器的星形接线方式	40
四、三相三柱式电压互感器的星形接线方式	41
五、具有补偿绕组的三相三柱式电压互感器的曲折接线 方式	43
六、三相五柱式电压互感器的接线方式	44
第四节 电压互感器二次回路断线对保护装置工作的影响 及其断线监视接线	48
第五节 互感器和二次回路的故障检测	49
一、互感器的适用范围与现状	50
二、检查维护要点和判断标准	51
三、故障检测及事故时检查的实例	58
第三章 继电保护装置本体线路故障分析	67
第一节 发电机保护	67
一、发电机的故障和不正常工作情况	67
二、发电机保护动作故障查找	68
第二节 变压器保护	73
一、变压器的故障和不正常工作情况	73
二、差动保护动作原理分析	74
三、用相位表法分析变压器差动保护互感器二次	

接线错误	75
四、变压器的瓦斯保护原理分析	76
第三节 电动机保护	77
一、高压电动机常见故障和不正常工作情况	77
二、电动机厂用综合保护装置	78
三、ABB 电子型电动机电流继电器加不上电流故障分析	80
四、电动机联锁保护故障分析	80
五、LL 型晶体管继电器时间特性变差大故障分析	80
第四节 线路保护	81
一、距离保护的動作原理分析	81
二、三段式距离保护	82
三、距离保护故障分析	84
第五节 电容器保护	84
第六节 继电保护误动和拒动故障分析	87
一、差动保护误动故障分析	87
二、继电保护装置拒动故障分析	88
三、GL 型电流继电器衔铁闭合不可靠故障分析	89
第七节 微机型继电保护故障分析	89
一、微机保护装置调试	91
二、微机保护装置動作值变差增大的故障分析	92
三、微机保护動作报告分析	92
第四章 保护整定值计算	94
第一节 6~10kV 电力变压器反时限过电流	
保护的整定	94
一、反时限動作电流整定	94
二、2 倍反时限動作电流的时间整定	94
三、速断動作电流整定	95
第二节 6~10kV 电力变压器定时限过电流保护的整定	95

一、电流速断保护动作电流整定	95
二、过电流保护动作电流整定	96
三、过电流保护时间整定	96
第三节 电弧炉变压器保护整定	97
一、反时限动作电流整定	97
二、2 倍反时限动作电流的时间整定	97
三、速断动作电流整定	98
第四节 整流变压器保护整定	98
一、反时限动作电流整定	98
二、2 倍反时限动作电流的时间整定	99
三、速断动作电流整定	99
第五节 35kV 电力变压器保护整定计算	99
一、过负荷保护	99
二、电流速断保护	100
三、过电流保护	100
四、低电压闭锁过电流保护	101
第六节 电动机保护的整定	101
一、电动机用反时限过电流保护的整定	101
二、电动机定时限过电流保护的整定	103
三、电动机差动保护的整定	103
四、电动机失压保护的整定	104
第七节 电力电容器保护的整定	105
一、电力电容器保护的一般原则	105
二、电力电容器的继电保护装置接电力电容器的数量	105
三、电力电容器的接地保护	107
四、电力电容器保护的整定	107

第五章 继电保护装置的调试 111

第一节 常用继电器的调试 111

一、DL-10 系列电流继电器的调试	111
二、DY-30 系列电压继电器的调试	114
三、LG-11 型功率方向继电器的调试	117
四、BCH-1E 型差动继电器的调试	119
五、SZH-3 型数字式频率继电器的调试	126
六、BTJ-1 型跳闸回路监视电器的调试	133
七、DS-20 系列时间继电器的调试	135
八、DZ-10 系列中间继电器的检验与调试	137
九、DZB-10B 系列中间继电器的检验与调试	138
十、DX-9 型闪光信号继电器的调试	142
十一、ZC-23 型冲击继电器的调试	143
十二、DH-2A 型一次重合闸继电器的检验与调试	144
第二节 继电保护装置的调试	149
一、三段式电流保护装置的调试	149
二、变压器保护装置的调试	151
三、母线保护装置的调试	156
四、发电机装置整组调试	158
五、输电线路自动重合闸装置整组调试	164
六、备用电源自动投入装置整组调试	166
参考文献	169

第一章 二次回路故障分析

第一节 二次回路基本概念

发电厂和变配电所中的发电机、变压器、断路器、母线、电力电缆等发、变、配电设备，习惯上称为电气一次设备，它们一般由高压或强电设备组成。一次设备组成的回路称为一次回路。对一次设备进行监视、控制、保护的装置以及自动装置等，习惯上称为电气二次设备，它们一般由低压或弱电设备组成。二次设备组成的回路称为二次回路。

二次回路包括以下几方面的具体内容：继电保护装置，自动装置，控制回路，信号装置，测量仪表装置，直流操作电源装置，所用交流电源装置，发电机的励磁及同步系统。

二次回路与一次回路相比，二次回路设备众多，而且需要用成千上万根导线相互连接起来，因此要了解二次回路，首先要知道二次设备的符号和图形。每个二次设备应用一个文字符号来表示，不同类型的二次设备应标以不同的文字符号。文字符号采用汉语拼音字母及国际电工通用字母，它能说明二次设备的形式和二次设备在接线中的主要用途。同一安装单位同样类型和用途的二次设备，可在设备文字符号前后用不同的数字标号来区别。二次设备文字符号我国有国家标准，它是《电气图用图形符号》。二次设备的图形符号我国也有统一的国家标准，它是《电气简图用图形符号》。绘制

二次设备的图形一定要根据国家标准所规定的图形符号。其次，要完整地表示清楚一个二次回路接线，一般要采用各种二次回路接线图和布置图，即归总式原理接线图、展开式原理接线图、屏面布置图、屏后安装接线图。此外，还包括二次电缆敷设图和小母线布置图。

一、归总式原理接线图

归总式原理接线图（简称原理图）将继电器及各种电器以集合整体的形式表示，用直线画出它们之间的相互联系，能够清楚、形象地表明继电保护、信号系统和操作控制等的接线和动作原理。

归总式原理接线图的特点如下。

（1）用粗线表示一次系统的设备及它们的联系，而直流回路均用细线绘制，以便区别。

（2）如果一次回路的主设备规范为已知，如变压器应注简明规范，母线侧应注额定电压，电流互感器应注变比、极性及分组代号等。一次设备的接线方式，按正常带电运行状态绘制。

（3）二次回路的继电器，采用集合整体的形式表示，即一只继电器的线圈、触点都画在一起。归总式原理接线图中也包括试验端子、连接片、附加电阻、按钮、控制开关、红绿指示灯以及操作机构的全部跳合闸接线回路。

（4）控制开关及复杂的继电器应注内部端子号码。特殊继电器以及需要改装的继电器应在备注栏中说明。

（5）直流操作电源正极接继电器触点，负极接断路器或信号继电器动作线圈。电流试验端子中性线应接地，考虑到校验方便，都在继电保护屏上接地。

（6）所有二次回路中的继电器等电器都应编号，以便查看。

二、展开式原理接线图

展开式原理接线图（简称展开图）是将二次设备的交流和直流回路、电流和电压回路、继电器等电器的线圈和触点，按动作先后顺序和工作原理，分别绘在所属电路中，也同样表明了继电保护、信号系统和操作控制等的接线和动作原理。对初学者来讲，这种原理接线图不易看懂，但便于在施工和运行中使用。

1. 展开式原理接线图的特点

（1）继电器和其他各种电器不以集合整体形式表示，所以在回路旁应分别加注各回路作用说明。

（2）直流电压母线或交流电压母线用粗线画，以区别其他回路。

（3）继电器和其他电气设备都用国家标准规定的文字符号注明。文字符号前后加的数字即代表元件编号，此编号与归总式原理接线图上的编号一致。

（4）继电器和其他电器之间连接导线都要给以数字标号，称为回路标号。二次回路标号的国家标准是《电力系统图上的回路标号》。

（5）各种小母线给以文字标号。小母线文字标号按国家标准《电气图用图形符号》来注出。

（6）在展开式原理接线图里有的电触点被表示在另一张图中，或用在另外的安装单位，则在图上应注明去处，对引进的触点或回路，也应注明从何处引来。

2. 二次回路标号的一般规则

① 由 3 位或 3 位以下的数字组成，需要标明回路的相别或某

些主要特征时，可在数字符号的前面（或后面）增注文字符号。

② 按等电位的原则标注，即在电气回路中，连于一点上的所有导线（包括接触连接的可折线段）均需标以相同的回路编号。

③ 电气设备的触点、线圈、电阻、电容等元件所间隔的线段，即视为不同的线段，一般给以不同的编号；对于在接线图中不经过端子而在屏内直接连接的回路，可不标号。

3. 直流回路的标号原则

① 对于不同用途的直流回路，应使用不同的数字范围，如控制和保护回路用 001~099 及 100~599，励磁回路用 600~699。

② 控制和保护回路使用的数字标号，按熔断器所属的回路进行分组，每 100 个数为一组，如 101~199，201~299，301~399...其中每段里面先按正极性回路（编为奇数）由小到大顺序标号，再按负极性回路（偶数）由大到小顺序标号，如 101、103、105...141，142、140、138...。

③ 信号回路的数字标号，按事故、位置、预告、指挥信号进行分组，按数字大小接线排列。

④ 开关设备、控制回路的数字标号组，应按开关设备的数字序号接线选取。例如有 3 个控制开关 1KK、2KK、3KK，则 1KK 对应的控制回路数字标号选 101~199，2KK 所对应的选 201~299，3KK 对应的选 301~399。

⑤ 正极回路的线段按奇数标号，负极回路的线段按偶数标号，每经过主要的压降元（部）件（如线圈、绕组、电阻等）后，即行改变其极性，其奇偶顺序随之改变，对不能标明极性或其极性在工作中改变的线段，可任选奇数或偶数。

⑥ 对于某些特定的主要回路，通常给予专用的标号组。例如，正电源为 101、201，负电源为 102、202；合闸回路中的绿灯回路为 105、205、305、405；跳闸回路中的红灯回路标号为 35、135、235 等。

4. 交流回路的标号原则

① 交流回路按相别顺序标号，它除用 3 位数字编号外，还加有文字标注以示区别，例如 U411、U41；U411。

② 对于不同用途的交流回路，使用不同的数字组，一般规定控制、保护、信号回路：1~399；电流回路：400~599；电压回路：600~799。

电流回路的数字标号，一般以 10 位数字为一组，如 U401~U409，V401~V409，W401~W409…U591~U599，V591~V599。若不够，也可以 20 位数为一组，供一套电流互感器之用。

几组相互并联的电流互感器回路，应先取数字组中最小的一组数字标号。不同相的电流互感器并联时，并联回路应选任何一相电流互感器的数字组进行标号。

电压回路的标号，应以 10 位数字为一组，如 U601~U609，V601~V609，W601~W609，U791~U799…以供一个单独互感器回路标号之用。

③ 电流互感器和电压互感器的回路，均需在分配给它们的数字组范围内，自互感器引出端开始，按顺序标号。例如“TA”的回路标号用 411~419，“2TV”的回路标号用 621~629 等。

④ 某些特定的交流回路（如母线电流差动保护公共回路、绝缘检查电压表的公共回路等）给予专用标号组。

三、屏面布置图

用电单位变配电所中控制室内的继电保护屏或控制屏，一般都采用立式 PK-1 型，其大小尺寸有 2300mm×800mm 及 2300mm×600mm（高×宽）两种，可根据用途及安装位置合理选择。

屏面布置时要尽量集中排列，适当紧凑，考虑预留发展位置，

并考虑到整齐美观和监视、操作、调节及试验检修方便等。具体方式有两种，一种将控制回路和继电保护回路分开设屏，另一种将控制回路和继电保护回路合用一屏。

1. 控制回路和继电保护回路分开设屏的方式

控制屏以 $2300\text{mm} \times 800\text{mm}$ 为例，每块可以布置 35kV 以上出线两路，或内桥接线变配电所六个控制开关。控制屏上的仪表、器具排列应按一定次序，一般电流表、电压表、功率表、功率因数表等放在最上面几排，最低一个表中心离地一般不应小于 1500mm ；下面依次是光字牌、电压表转换开关等；更下面是隔离开关指示器、红（绿）指示灯、控制操作开关和一次模拟图；最下面是电度表或记录式表计和电流试验端子或闭锁压板等。几个控制屏并排在一起时，相同设备布置在相应的位置，在高度等方面应做到一致。

以继电保护屏 $2300\text{mm} \times 800\text{mm}$ 为例（如图 1-1 所示），对于 DL 型继电器一般横向排列四只 DLX 型继电器最为合宜。继电保护屏设备排列的次序一般是将差动继电器、电流继电器放在最上面，依次为电压继电器、时间继电器及中间继电器；中部放置信号继电器及连接片；试验端子放在最下面。相同安装单位的屏面布置尽可能一致。同一屏面上有两个相同安装单位时采用对称布置方式，一般按纵向划分比较清楚，便于区分，便于做安全措施。

2. 控制回路和继电保护回路合用一屏的方式

控制回路和继电保护回路合用一屏时，可将控制设备放在上半部，继电保护设备放在下半部。指示灯及经常操作的控制开关、按钮放在上半部靠下。信号继电器最好放在下半部的第一排。但是合用屏也可将继电保护设备放在上半部，中部放指示灯及控制开关，最下部放试验端子等。屏面布置图可以不注具体尺寸，但应该按 $1:10$ 比例尺绘制，一般试验端子离地 300mm ，控制开关离地

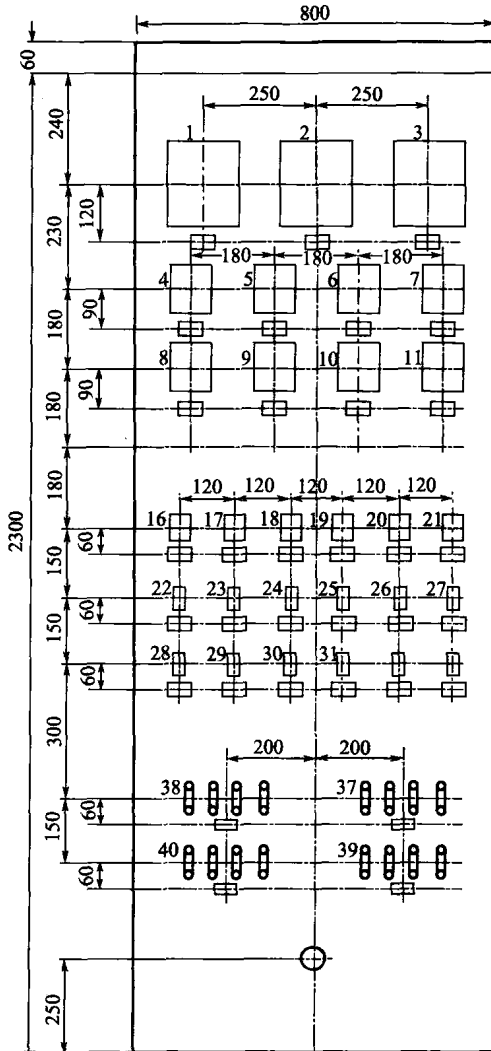


图 1-1 继电保护屏屏面布置图 (1:10)

1,2,3—BCH, 差动 A、B、C; 4—DL, 过负荷; 5,6,7—DL, 过流 A、B、C;

8—DS, 过负荷时间; 9—DS, 过流时间; 10,11—DZB, 跳闸出口中间;

16,17,18,19,20,21—DX, 过负荷、过流、差动、温度、重瓦斯、轻瓦斯对应的信号;

22,23,24,25,26,27—过负荷、过流、差动、温度、重瓦斯、轻瓦斯对应的连接片或切换片;

28,30—35kV 跳闸出口连接片; 29,31—6.3kV 跳闸出口连接片; 37—35kV 差动电流;

38—差动电流试验端子; 39—BCH 差动电流试验端子; 40—3kV 过电流试验端子