

普通高等教育“十一五”规划教材 (高职高专教育)
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI



FADIANCHANG JI
BIANDIANSUO ERCI HUILU

发电厂及 变电所二次回路

陈 利 主 编
李盛年 副主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

普通高等教育“十一五”规划教材 (高职高专教育)
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI



FADIANCHANG JI
BIANDIANSUO ERCI HUILU

发电厂及 变电所二次回路

主 编 陈 利
副主编 李盛年
编 写 董文军 张 燕
主 审 冯黎兵



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”规划教材（高职高专教育）。

全书共分为8章，主要包括二次回路基础知识、互感器、操作电源、测量回路、高压断路器的控制回路、信号回路、隔离开关误操作闭锁回路、同期回路。

本书主要作为高职高专院校电力技术类专业的教材，也可作为电力系统培训教材，同时可供从事继电保护工作及二次回路设计、安装、运行的工程技术人员参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

发电厂及变电所二次回路/陈利主编. —北京：中国电力出版社，2007

普通高等教育“十一五”规划教材. 高职高专教育
ISBN 978 - 7 - 5083 - 5965 - 6

I. 发... II. 陈... III. ①发电厂—二次系统—高等学校：技术学校—教材②变电所—二次系统—高等学校：技术学校—教材 IV. TM645.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2007）第 114428 号

中国电力出版社出版、发行
（北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>）
北京市铁成印刷厂印刷
各地新华书店经售

*

2007 年 8 月第一版 2007 年 8 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 7 印张 162 千字
印数 0001—3000 册 定价 11.20 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

为贯彻落实教育部《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》和《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》的精神，加强教材建设，确保教材质量，中国电力教育协会组织制订了普通高等教育“十一五”教材规划。该规划强调适应不同层次、不同类型院校，满足学科发展和人才培养的需求，坚持专业基础课教材与教学急需的专业教材并重、新编与修订相结合。本书为新编教材。

本书以培养应用型人才为目标，按照高职高专院校电力技术类专业的教学计划，以最新的国家标准、规范、规程为依据，结合编者多年的教学实践进行编写的。在编写过程中注重基本知识、基本理论和基本技能的介绍，突出新设备、新原理和新技术的应用，概念清楚，实用性强，便于阅读。

全书分为8章，由四川电力职业技术学院陈利主编。第1、6章和附录由陈利编写，第2、3章由长沙电力职业技术学院董文军编写，第4、5章由广西电力职业技术学院李盛林编写，第7、8章由山西电力职业技术学院张燕编写。本书由四川水利职业技术学院冯黎兵负责审稿。

尽管我们对本教材的编写工作高度重视，态度认真，但书中难免会出现错误和不妥之处，诚恳希望使用本书的广大师生和读者批评指正。

编 者

2007年7月

目 录

前言	
第一章 二次回路基本知识	1
1.1 概述	1
1.2 二次回路的基本阅图方法	3
1.3 原理图	5
1.4 安装图	8
1.5 二次屏的安装	11
复习思考题	17
第二章 互感器	18
2.1 概述	18
2.2 电压互感器	18
2.3 电流互感器	23
复习思考题	28
第三章 操作电源	29
3.1 概述	29
3.2 蓄电池组直流电源系统	31
3.3 硅整流型的直流电源系统	36
3.4 直流绝缘监察装置和闪光装置	38
复习思考题	41
第四章 测量回路	42
4.1 测量仪表的配置原则	42
4.2 测量仪表的选择	44
复习思考题	44
第五章 高压断路器控制回路	45
5.1 概述	45
5.2 断路器控制开关及控制回路的构成	46
5.3 灯光监视电磁操动机构的断路器控制回路	51
5.4 灯光监视弹簧操动机构的断路器控制回路	52
5.5 音响监视的断路器控制回路	53
5.6 典型断路器控制电路实例	54
复习思考题	58
第六章 信号回路	59
6.1 概述	59
6.2 位置信号	60

6.3 中央信号	61
复习思考题	69
第七章 隔离开关控制与误操作闭锁回路	70
7.1 传统的防误闭锁方法	70
7.2 微机防误闭锁	72
复习思考题	75
第八章 同期回路	76
8.1 同期条件和并列方式	76
8.2 手动准同期回路	79
复习思考题	85
附录一 电气常用新旧图形符号对照表	86
附录二 电气常用新旧文字符号对照表	95
附录三 小母线新旧文字符号及其回路标号	98
附录四 二次直流回路新旧数字标号	100
附录五 二次交流回路新旧数字标号	101
参考文献	103

第一章 二次回路基本知识

1.1 概 述

发电厂和变电所的电气设备，按其作用不同一般分为一次设备和二次设备。

一次设备是指直接生产、输送和分配电能的设备，如发电机、变压器、母线、隔离开关、断路器、互感器等。一次设备及其相互间的连接电路称为一次接线或主接线。

二次设备是对一次设备起控制、保护、调节、测量等作用的设备，如继电保护装置、安全自动装置、电气测量仪表等。二次设备及其相互间的连接电路称为二次接线或二次回路。

1.1.1 二次回路的内容

二次接线是电力系统安全、经济、稳定运行的重要保障，是具有多种功能的复杂网络，其内容包括输电线路及高压设备的控制、调节、信号、测量与监察、继电保护及自动装置、操作电源等系统。

(1) 控制系统由各种控制器具、控制对象和控制网络构成。其主要作用是对发电厂或变电所的开关设备进行跳、合闸操作，以满足改变主系统运行方式及处理故障的要求。

(2) 信号系统由信号发送机构、接受显示元件及其网络构成。其作用是准确、及时地显示出相应一次设备的工作状态，为运行人员提供操作、调节和处理故障的可靠依据。

(3) 测量与监察系统由各种电气测量仪表、监察装置、切换开关及其网络构成。其作用是指示或记录主要电气设备和输电线路的运行参数，作为生产调度和运行值班人员掌握主系统的运行情况，并进行经济核算和故障处理的主要依据。

(4) 继电保护与自动装置由互感器、变换器、各种继电保护及自动装置、选择开关及其网络构成。其作用是监视主系统的运行情况，一旦出现故障或异常便自动进行处理，并发出信号。

(5) 调节系统由测量机构、传送设备、执行元件及其网络构成。其作用是调节某些主设备的工作参数，以保证主设备和电力系统得安全、经济、稳定运行。

(6) 操作电源系统由直流电源设备和供电网络构成。其作用是供给上述各二次系统的工作电源，高压断路器的跳、合闸电源及其他重要设备的事故电源。

1.1.2 二次接线图的分类

图纸是工程的语言。表明二次接线的图纸称为二次接线图。绘制二次接线图必须使用国家规定的通用图形符号和文字符号（见附录一～附录五）。

发电厂及变电所的二次接线图数量很多，为了便于利用、管理，按照其绘制方法和用途的不同，一般将其分为原理图、布置图、安装图 and 解释性图四类。

1. 原理接线图

原理接线图是表述二次回路的构成、相互动作顺序和工作原理的图纸。一般将原理图分为归总式原理图和展开式原理图两种。

归总式原理图（简称原理图），是一种将二次回路与有关一次设备画在一起，以整体图

形符号表示二次设备，按电路实际连接关系绘制的图纸。

展开式原理图（简称展开图），是将二次设备按其线圈和触点的接线回路展开分别画出，组成多个独立回路（如交流回路、直流回路、信号回路等）的图纸。它是安装、调试和检修的重要技术图纸，也是绘制安装图的主要依据。

2. 布置图

布置图包括控制室的平面布置图，控制与保护屏的屏面布置图，各种小母线布置图等。这些都是二次接线施工设计中不可缺少的内容。绘制布置图以发电厂及变电所的整体规划和有关原理图做依据，并且满足二次接线设计的有关规程。

3. 安装接线图

安装接线图是以原理图和布置图为依据，按照设计的具体要求绘制的，供二次屏配线及二次设备安装所使用的图纸。它是制造厂家生产加工和现场安装的依据，也是现场运行、试验和检修的参考。安装接线图包括屏后接线图和端子排接线图。

4. 解释性图

解释性图是除了原理图、布置图和安装图以外根据实际需要绘制的图纸。常用的解释性图有表示生产工艺流程的示意图，表示操作及动作过程的逻辑框图，继电保护、自动装置及测量仪表的配置图，二次电缆联系图及二次系统图等等。

1.1.3 二次接线技术的发展

发电厂及变电所二次回路技术的发展和电力系统的发展一样，经历了从简单到复杂，从低级到高级的发展过程。特别是随着大型电力系统的形成，机组容量的增加，电子、微机、光纤等技术的应用，二次回路技术得到了相应发展。

二次接线技术发展重要体现在发电厂及变电所控制方式的变化上，从简单的就地分散控制到现代化的综合控制，其经历了四个发展阶段。

1. 就地分散控制

就地分散控制是对每一个被控制对象设置独立的控制回路，实行一对一的控制。这种控制方式简便易行，但不便于各机组、设备间的协调配合，适用于小型发电厂及变电所。

2. 集中控制

集中控制是在发电厂及变电所内设置一个中央控制室，对全厂（所）的主要电气设备实行远方集中控制。采用集中控制时，相应的继电保护、自动装置也安装在中央控制室内，不但可以节省操作电缆、亦便于调试维护，而且会提高运行的安全性。在我国单机容量为100MW及以下的发电厂和35kV以上的变电所，广泛采用中央控制室控制。

3. 单元控制

单元控制是单机容量在200MW及以上的发电厂采用的控制方式。按单元制控制时，炉、机、电按单元制运行，设置数个单元控制室和一个网络控制室。每个单元控制室集中控制两台机组的设备，电气部分包括发电机或发动机—双绕组变压器组、高压厂用及备用变压器和其他需要集中控制的设备。在网络控制室控制三绕组及自耦变压器、高压母线设备和110kV以上高压输电线路。继电保护、自动装置和仪表安装在相应的单元和网络控制室，或与其相邻的房间。单元控制是我国大型发电厂主要采用的控制方式。

4. 综合控制

综合控制就是以计算机为核心，同时完成发电厂及变电所的控制、监察、保护、测量、

调节、分析计算、计划决策等功能,实行最优化运行。综合控制是电力生产过程自动化水平高度发展的重要标志。

1.2 二次回路的基本阅图方法

1.2.1 二次回路的阅读方法

二次回路图的逻辑性很强,在绘制时遵循着一定的规律,看图时若能抓住规律就很容易看懂。读图前首先应看懂该张图纸所绘制的继电保护装置的动作原理、功能以及图纸上所标符号代表的设备名称,然后再看图纸。

看图的基本要领可以归纳为以下几方面:

(1)“先一次,后二次”。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,弄清一次设备的编号、位置及性质,再看对一次部分起监控作用的二次部分具体起什么监控作用。

(2)“先交流,后直流”。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。因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,直接反映一次接线的运行状况;而直流回路则是对交流回路各参数的变化所产生的反映(监控和保护作用)。

(3)“先电源,后接线”。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(交流回路的电流互感器和电压互感器的二次绕组),再顺此回路接线往后看;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。

(4)“先线圈,后触点”。先找到二次设备的线圈后,再找出与之对应的触点,根据触点的闭合或开断引起回路变化的情况,再进一步分析,直至查清整个逻辑回路的动作过程。

(5)“先上后下,先左后右,屏外设备一个也不漏”。这个要领主要是针对端子排图和屏后安装图而言。看端子排图一定要配合展开图来看。

以上所说的“六先六后”是二次回路看图的基本方法和一般性规律,对于个别情况还需具体分析。

1.2.2 二次设备的表示方法

1. 二次设备的图形符号与文字符号

图形符号可形象地表示设备、器具及其线圈与触点的类型;而文字符号可明确表示设备的名称、用途和特征。在二次接线图中的图形、文字符号由国家统一规定,遵循国际 IEC 标准。目前国内规定使用的是 GB/T 4728—2000《电气简图用图形符号》,国际上使用的《电气简图用图形符号》是 IEC60617 标准。具体符号见附录一、附录二。

2. 二次回路的编号

二次回路接线图中的各个电气设备,都按一定的要求进行连接。为了区别这些连接回路的功能,便于正确连接,二次回路的编号,根据等电位原则进行。就是在电气回路中连接于一点的全部导线都用同一个编号表示。当回路经过开关或继电器触点等隔开后,因为在触点断开时触点两端已不是等电位,所以应给予不同的编号。

直流回路的数字标号组见表 1-1。

表 1-1 直流回路的数字标号组

回路名称	数字标号组			
	一	二	三	四
正电源回路	1	101	201	301
负电源回路	2	102	202	302
合闸回路	3~31	103~131	203~231	303~331
绿灯或合闸回路监视继电器回路 ^①	5	105	205	305
跳闸回路	33~49	133~149	233~249	333~349
红灯或跳闸回路监视继电器回路 ^①	35	135	135	335
备用电源自动合闸回路 ^②	50~69	150~169	250~269	350~369
开关设备的位置信号回路	70~89	170~189	270~289	370~389
事故跳闸音响信号回路	90~99	190~199	290~299	390~399
保护回路	01~099 (或 J1~J99)			
发电机励磁回路	601~699			
信号及其他回路	701~999			

注 ①对接于断路器控制回路内的红灯和绿灯回路，如直接自控制回路电源引接时，该回路可标注与控制回路电源相同的标号。

②在没有备用电源自动投入的安装单位接线图中，标号 50~69 可作为其他回路的标号，但当回路标号不够用时，可以向后递增。

表中中文字一、二、三、四表示四个标号组，每一组用于由一对熔断器引下的控制回路编号，例如对于三绕组变压器，每一侧装一台断路器，其符号分别为 QF1、QF2 和 QF3，则对每一台断路器的控制回路应取相对应的编号。例如对 QF1 取 101~199，对 QF2 取 201~299，对 QF3 取 301~399。

直流回路编号方法为：先从正电源出发，以奇数顺序编号，直到最后一个有压降的元件为止。如果最后一个有压降的元件的后面不是直接连在负极上，而是通过连接片、断路器或继电器触点接在负极上，则下一步应从负极开始以偶数顺序编号至上述已有编号的结点为止。

在具体工程中，并不需要对二次回路展开图中的每一个节点都进行回路编号，而只对引至端子排上的回路加以编号即可。在同一屏上互相连接的设备，在屏背面接线图中有相应的标示方法。

交流回路数字标号组如表 1-2 所示。

表 1-2 交流回路数字标号组

回路名称	互感器的文字符号及电压等级	回路标号组				
		U 相	V 相	W 相	中性线	零序
保护装置及测量表的电流回路	TA	U401~U409	V401~V409	W401~W409	N401~N409	L401~L409
	TA1	U411~U419	V411~V419	W411~W419	N411~N419	L411~L419
	TA2	U421~U429	V421~V429	W421~W429	N421~N429	L421~L429
	TA9	U491~U499	V491~V499	W491~W499	N491~N499	L491~L499
	TA10	U501~U509	V501~V509	W501~W509	N501~N509	L501~L509
	TA19	U591~U599	V591~V599	W591~W599	N591~N599	L591~L599

续表

回路名称	互感器的文字符号及电压等级	回路标号组				
		U 相	V 相	W 相	中性线	零序
保护装置及测量表的电压回路	TV	U601~U609	V601~V609	W601~W609	N601~N609	L601~L609
	TV1	U611~U619	V611~V619	W611~W619	N611~N619	L611~L619
	TV2	U621~U629	V621~V629	W621~W629	N621~N629	L621~L629
在隔离开关辅助触点和隔离开关位置继电器触点后的电压回路	110kV	U (V、W、N、L、X) 710~719				
	220kV	U (V、W、N、L、X) 720~729				
	35kV	U (V、W、N、L) 730~739				
	6~10kV	U (V、W) 760~769				
绝缘监察电压表的公用回路		U700	V700	W700	N700	
母线差动保护公用的电流回路	110kV	U310	V310	W310	N310	
	220kV	U320	V320	W320	N320	
	35kV	U330		W330	N330	
	6~10kV	U360		W360	N360	
控制、保护、信号回路		U1~U399	V1~V399	W1~W399	N1~N399	

电流互感器及电压互感器二次回路编号是按一次接线中电流互感器与电压互感器的编号相对来分组的。例如在一条线路上装两组电流互感器，其中，一组供继电保护用，取符号为 TA1；另一组供测量表计用，取符号为 TA2。则对 TA1 的二次回路编号应取 U411~U419、V411~V419、W411~W419 和 N411~N419，对 TA2 的二次回路编号应取 U421~U429、V421~V429、W421~W429 和 N421~N429，余类推。交流电流与电压回路的编号不分奇数与偶数，从电源处开始按顺序编号。虽然对每只电流互感器只给 9 个号码，但一般情况下已足够用。

展开图中的小母线用粗线条表示，并注以文字符号，在控制和信号回路中的一些辅助小母线和交流电压小母线，除文字符号外，还给予固定的数字编号。常见小母线的文字符号和数字编号见附录三。

1.3 原 理 图

1.3.1 归总式原理图的阅读要求

归总式原理接线图是表示二次回路构成原理的最基本图纸。它能使看图者对整个装置的构成有一个整体的概念，是二次回路设计的原始依据。

1. 归总式原理接线图的特点

(1) 归总式原理接线图是将所有的二次设备以整体的图形表示，并和一次设备画在一起，使整套装置的构成有一个整体的观念，清楚地了解各设备间的电气联系和动作原理。

(2) 所有的仪表、继电器和其他电器都以整体的形式出现。

(3) 其相互连接的电流回路、电压回路和直流回路，都综合画在一起。

如图 1-1 所示，可看出一次设备（如 QF、TA 等）和二次设备（如 KA、KT、KS 等）都以完整的图形符号表示出来，能使人们对整套继电保护装置的工作原理有一个整体概念。

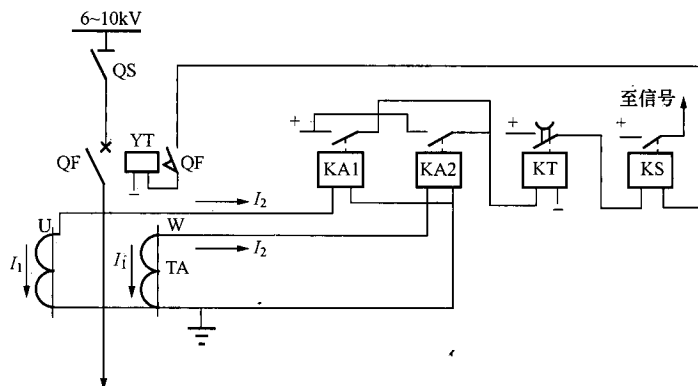


图 1-1 原理接线图

2. 归总式原理接线图的缺点

- (1) 接线不清楚，没有绘出元件的内部接线。
- (2) 没有元件引出端子的编号和回路编号。
- (3) 没有绘出直流电源具体从哪组熔断器引来。
- (4) 没有绘出信号的具体接线，故不便于阅读，更不便于指导施工。

1.3.2 展开式原理图的阅读要求

展开式原理图和归总式原理图是一种接线的两种形式，如图 1-2 所示。它用来说明二次接线的动作原理，便于读者了解整个装置的动作程序和工作原理。它是以二次回路的每一个独立电源来划分单元而进行编制的。根据这个原则，必须将属于同一个仪表或继电器的电流线圈、电压线圈以及触点，分别画在不同的回路中。为了避免混淆，属于同一个仪表或继电器的不同组成部分，都采用相同的文字符号。

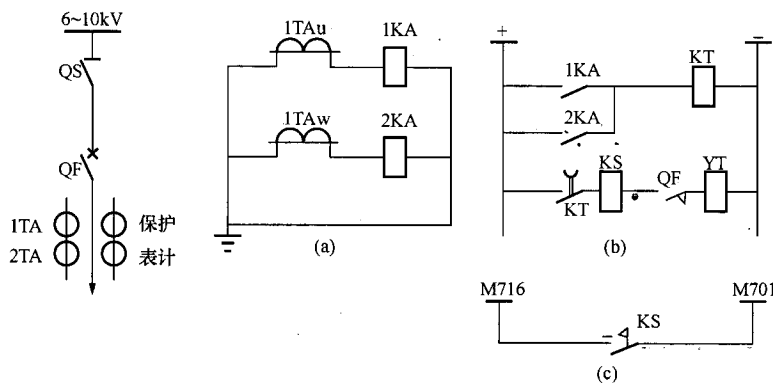


图 1-2 展开接线图

(a) 交流回路；(b) 直流回路；(c) 信号回路

1. 展开式原理图的特点

(1) 按二次接线图的每个独立电源来绘图。一般分为交流电流回路、交流电压回路、直流回路、继电保护回路和信号回路等几个主要组成部分。

(2) 同一个电器元件的线圈和触头分别画在所属的回路内。但要采用相同的文字符号标出。若元件不止一个，还需加上数字序号，以示区别。属于同一回路的线圈和触头，按照电流通过的顺序依次从左向右连接，即形成图中的“行”。各行又按照元件动作先后，由上向

下垂直排列，各行从左向右阅读，整个展开图从上向下阅读。

(3) 在展开式原理图的右侧，每一回路均有文字说明，便于阅读。

2. 展开图的阅读要求

(1) 首先要了解每个电器元件的简单结构及动作原理。

(2) 图中各电器元件都按国家统一规定的图形符号和文字符号标注，应能熟练掌握。

(3) 图上所示电器元件触头位置都是正常状态，即电器元件不通电时触点所处的状态。因此，动合触点是指电器元件不通电（或通电不足）时，触点是断开的；动断触点是指电器元件不通电（或通电不足）时，触点是闭合的；另外还要注意，有的触头具有延时动作的性能，如时间继电器，它们的触头动作时，要经过一定的时间（一般几秒）才闭合或断开。这种触头的符号与一般瞬时动作的触头符号有区别，读图时要注意区分。

3. 阅读展开图要领

(1) 直流母线或交流电压母线用粗线条表示，以区别于其他回路的联络线。

(2) 继电器和每一个小的逻辑回路的作用都在展开图的右侧注明。

(3) 展开图中各元件用国家统一的标准图形符号和文字标号表示，继电器和各种电气元件的文字符号与相应原理接线图中的文字符号应一致。了解电路图中所用设备的图形符号及文字标号代表的意义很重要。电气常用新旧图形符号及文字标号对照表见附录一、附录二。

(4) 继电器的触点和电气元件之间的连接线段都有数字编号（称回路标号），便于了解该回路的用途和性质，以及根据标号能进行正确的连接，以便安装、施工、运行和检修。常用的回路编号见附录四、附录五。

(5) 同一个继电器的文字符号与其本身触点的文字符号相同。

(6) 各种小母线和辅助小母线都有标号，便于了解该回路的性质。

(7) 对于展开图中个别的继电器，或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，并用虚线将其框起来，并对任何引进触点或回路也要说明来处。

(8) 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），其标号也随之改变。

(9) 常用的回路都是固定的编号，如断路器的跳闸回路是 33 等，合闸回路是 3 等。

(10) 交流回路的标号除用三位数外，前面加注文字符号，交流电流回路使用的数字范围是 400~599。电压回路为 600~799。其中个位数字表示不同的回路，十位数字表示互感器的组数（即电流互感器或电压互感器的组数）。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。例如：U(A) 相电流互感器 1TA 的回路标号是 U411~U419；U(A) 相电压互感器 2TV 的回路标号为 U621~U629。

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。单纯看端子排图仅是一系列的数字和符号的集合，把它与展开图结合起来看就可知道其连接回路了。

4. 展开图的优点

(1) 展开图的接线清晰，易于阅读。

(2) 便于掌握整套装置的动作过程和工作原理，特别是在复杂的继电保护装置的二次回路中，用展开图绘制优点更为突出。

1.4 安 装 图

为施工、维护运行的方便,在展开图的基础上,还应绘制安装接线图。它是制造厂加工制造屏(台)和现场施工安装用的图纸,也是运行试验、检修的主要参考图纸。它一般包括屏面布置图、屏后接线图和端子排图等几个组成部分。

1.4.1 安装接线图的特点

安装接线图的特点是各电器元件及连接导线都是按照它们的实际图形、实际位置和连接关系绘制的。为了便于施工和检查,所有元件的端子和导线都加上走向标志。

1.4.2 安装接线图的阅读方法和步骤

阅读安装接线图时,应对照展开图,根据展开图阅读顺序,全图从上到下,每行从左到右进行。导线的连接应用“对应原则”来表示。阅读步骤如下:

(1) 对照展开图了解由哪些设备组成。

(2) 看交流回路。每相电流互感器通过电缆连接到端子排试验端子上,其回路编号分别为 U411、V411、W411,并分别接到电流继电器上,构成继电保护交流回路。

(3) 看直流回路。控制电源,从屏顶直流小母线 L+、L- 经熔断器后,分别引到端子排上,通过端子排与相应设备连接,构成不同的直流回路。

(4) 看信号回路。从屏顶小母线 +700、-700 引到端子排上,通过端子排与信号继电器连接,构成不同的信号回路。

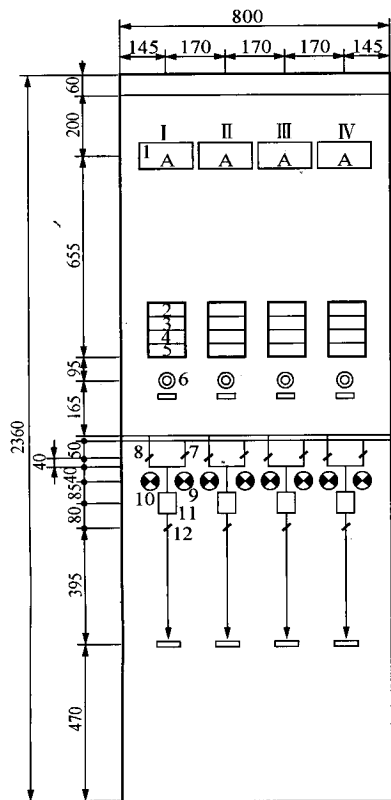


图 1-3 某屏面布置图

1.4.3 屏面布置图

开关柜的屏面布置图是加工制造屏(盘)和安装屏(盘)上设备的依据。上面每个元件的排列、布置,都是根据运行操作的合理性,并考虑维护运行和施工的方便而确定的,因此应按照一定的比例进行绘制,如图 1-3 所示。

屏内的二次设备应按一定顺序布置和排列。如国家规定:

(1) 电器屏上,一般把电流继电器、电压继电器放在屏的最上部,中部放置中间继电器和时间继电器,下部放置调试工作量较大的继电器、连接片及试验部件。

(2) 在控制屏上,一般把电流表、电压表、频率表和功率表等靠屏的最上部,光字牌、指示灯、信号灯和控制开关放在屏的中部。

1.4.4 屏后接线图

屏后接线图是制造厂生产屏过程中配线的依据,也是施工和运行的重要参考图纸。它是以展开接线图、屏面布置图和端子排图为原始资料,由制造厂的设计部门绘制的,标明屏上各元件在屏后的连接情况,及屏内元件与端子排的连接情况,如图 1-4 所示。

在屏后接线图上，设备的排列是与屏面布置图相对应的。由于屏后接线图为背视图，看图者相当于站在屏后，所以左右方向正好与屏面布置图相反。

1.4.5 端子排接线图

1. 端子排接线图的作用

端子是二次接线中不可缺少的配件。虽然屏内电器元件的连线多数是直接相连，但屏内元件与屏外元件之间的连接，以及同一屏内元件接线需要经常断开时，一般是通过端子或电缆来实现。

许多接线端子的组合称为端子排。端子排接线图就是表示屏上需要装设的端子数目、类型、排列次序以及它与屏内元件和屏外设备连接情况的图纸，如图 1-5 所示。端子排的主要作用有如下几点。

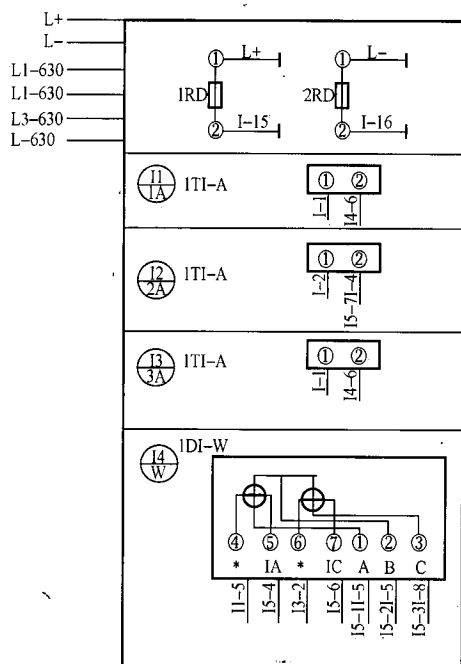


图 1-4 某屏后接线图

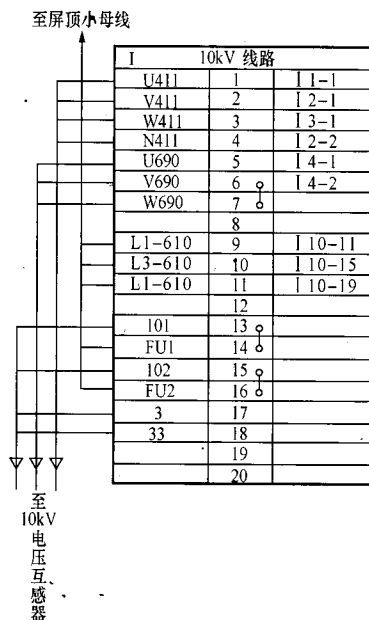


图 1-5 某端子牌图

- (1) 利用端子排可以迅速可靠地将电器元件连接起来。
- (2) 端子排可以减少导线的交叉和便于分出支路。
- (3) 可以在不断开二次回路的情况下, 对某些元件进行试验或检修。

2. 端子排布置原则

每一个安装单位应有独立的端子排。垂直布置时由上而下，水平布置时由左至右按下列回路分组顺序地排列。

- (1) 交流电流回路（不包括自动调整励磁装置的电流回路），按每组电流互感器分组。同一保护方式的电流回路一般排在一起。
- (2) 交流电压回路，按每组电压互感器分组。同一保护方式的电压回路一般排在一起，其中又按数字大小排列，再按 U、V、W、N、L（A、B、C、N、L）排列。
- (3) 信号回路，按预告、指挥、位置及事故信号分组。
- (4) 控制回路，按各组熔断器分组。

(5) 其他回路,按远动装置、励磁保护、自动调整励磁装置电流电压回路、远方调整及连锁回路分组。每一回路又按极性、编号和相序顺序排列。

(6) 转接回路,先排列本安装单位的转接端子,再安装别的安装单位的转接端子。

1.4.6 安装图的绘制

画屏后接线图时,应首先根据屏面布置图,按在屏上的实际安装位置把各设备的背视图画出来。设备形状应尽量与实际情况相符。不要求按比例尺绘制,但要保证设备间的相对位置正确。各设备的引出端子,应按实际排列顺序画出。设备的内部接线简单的,像电流表、电压表等,不必画出,复杂的则应画出。对于内部接线相当复杂的继电器、设备等可只画出与引出端子有关的线圈及触点,并标出正负电源的极性。对安装在屏正面的设备,从屏后看不见轮廓者,其边框应用虚线表示。

屏后接线图中在各个设备图形的上方应加以标号。标号的内容如下。

(1) 与屏面布置图相一致的安装单位编号及设备顺序号;如 I 1、I 2、I 3 等。其中罗马数字 I 表示安装单位顺序,阿拉伯数字 1、2、3 表示设备顺序;

(2) 与展开图相一致的该设备的文字符号;

(3) 与设备表相一致的该设备的型号。

将屏上安装的各设备图形画好之后,下一步是根据订货单位提供的端子排图绘制端子排。将其布置在屏的一侧或两侧,给端子加以编号,并根据订货单位提供的小母线布置图,在端子排的上部,标出屏顶的小母线和每根小母线的名称。

最后,根据展开接线图对屏上各设备之间的连接线及屏上设备至端子排间的连接线进行标号。由于连接线数目很多,如采用对每个连接线都从起点到终点用线条直接连起来的画法,不但制图很费时间,而且在配线时也很难分辨清楚,极易造成错误,所以普遍采用的是在各设备的端子旁及端子排旁进行标号的方法,用符号注明该端子应该连接到哪里去,即目前广泛采用的“相对编号法”。例如,甲、乙两个端子应该用导线连接起来,那么就在甲端子旁标上乙端子的号,在乙端子旁标上甲端子的号。这样,在配线时就可以根据图纸,对屏上每个设备的任一端子,都能找到与它连接的对象。如果在某个端子旁边没有标号,那就说明该端子是空着的,没有连接对象;如果有两个标号,那就说明该端子有两个连接对象,配线时应用两根导线接到两处去。按规定,每个端子上最多只能接两根导线。由于在每个端子旁标明的是它所连接的对象,所以称这种标志方法为“相对编号法”。

下面以 10kV 线路保护为例,具体说明“相对编号法”的应用。为简单起见,只标出交流电流回路部分,如图 1-6 (a) 所示。

为了实现图 1-6 (a) 的接线,在图 1-6 (b) 中画出了电流继电器 KA1 和 KA2 的背视图和端子排图,继电器 KA1 和 KA2 的设备编号分别为 I 1 和 I 2。背视图中有继电器 KA1 和 KA2 的内部接线和端子号。端子排的最上面一格中标出了安装单位编号“I”和安装单位名称“10kV 线路保护”,在下面画出了有关的三个端子,并予以编号。

下面用“相对编号法”对所要连接的端子加以标志。

由于从电流互感器 TA 处引来的三根电缆芯(回路编号为 U411、W411、N411)需要经过端子排才能与屏上的继电器连接,为此应用了端子排图上 1~3 号三个端子。在端子排的外侧分别标上了回路编号 U411、W411 和 N411 及所指电流互感器的符号和相别。在端子排的内侧 1 号端子应接至 KA1 的端子②,KA1 的安装标号为 I 1,其端子②的符号应为

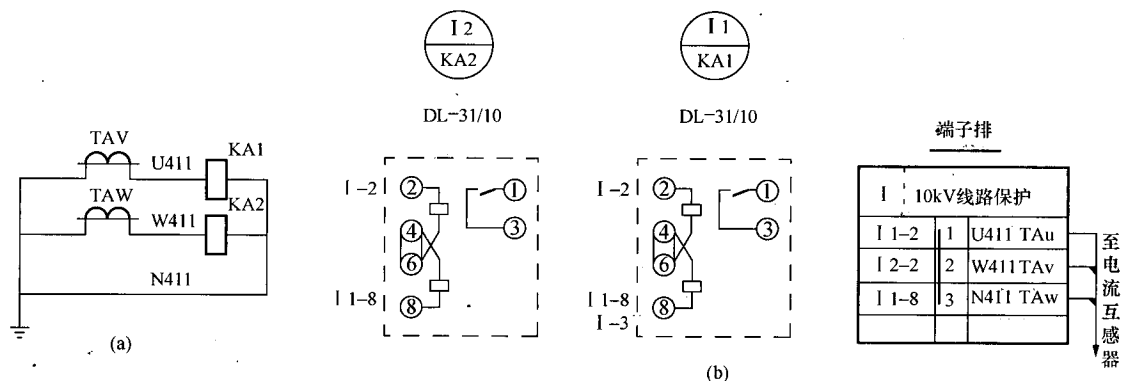


图 1-6 相对编号法的应用

(a) 展开图; (b) 安装图

I 1-2,所以在端子排 1 号端子内侧写上 I 1-2,在 KA1 的端子②旁标上 1 号端子的标号 I-1 (罗马数字 I 表示安装单位 I 的端子排,数码 1 表示端子的顺序号是 1)。同理,在端子排的 2 号端子内侧写上 I 2-2,表示应接至 KA2 的端子②上,而在 KA2 的端子②旁标上 I-2,表示应接至端子排的第 2 号端子上。KA1 和 KA2 的端子⑧相互连接,因此在 I 1 的端子⑧旁标上 I 2-8,而在 I 2 的端子⑧旁标上 I 1-8。最后从 KA1 的端子⑧处接至端子排上的第 3 号端子,并在 I 1 的端子⑧旁标上 I-3,在端子排的第 3 号端子旁标上 I 1-8。于是完成了图 1-6 (a) 所要求的接线。

相对编号法在实际运用中应掌握以下原则:

(1) 为了走线方便,屏内设备及屏顶设备与小母线连接时,需要经过端子排,而屏内设备与屏外设备连接时,则必须通过端子排再用电缆与屏外设备连接。

(2) 对于放置在一起的电阻和熔断器、光字牌以及同一设备的两个接线螺钉,采用线条连接比相对编号法来得清晰、简单、方便。因此一般可采用线条直接连接。

(3) 对于不经过端子排的二次设备(如装在屏顶的熔断器、电铃、蜂鸣器、附加电阻等)与屏顶控制、信号小母线直接连接时,也应采用相对编号法表示。

(4) 屏内设备间通过端子的连接法:屏内设备间的接线一般都是直接连接,但有时由于某种原因只允许穿过一根导线时,可经过端子排进行并头。

1.5 二次屏的安装

1.5.1 二次设备选择

1. 熔断器的选择

(1) 控制、信号和保护回路熔断器的选择。熔断器应按二次回路最大负荷电流选择,即

$$I_N = \frac{I_{LD \cdot \max}}{K} \quad (1-1)$$

式中 I_N ——熔件的额定电流, A;

$I_{LD \cdot \max}$ ——二次回路最大负荷电流, A;

K ——配合系数,一般取 1.5。

另外,控制、信号和保护回路的熔断器还要根据所采用的断路器及操作机构,直流电源