

300MW级火力发电厂培训丛书

电气控制及保护

山西漳泽电力股份有限公司 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

300MW级火力发电厂培训丛书

电气控制及保护

山西漳泽电力股份有限公司 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

20 世纪 80 年代开始, 国产和引进的 300MW 级火力发电机组就陆续成为我国电力生产中的主力机组。由于已投入运行 30 多年, 涉及机组运行、检修、技术改造和节能减排、脱硫脱硝等要求越来越严, 以及急需提高实际运行、检修人员的操作技能水平, 组织编写了一套《300MW 级火力发电厂培训丛书》, 分为《汽轮机设备及系统》《锅炉设备及系统》《热控设备及系统》《电气设备及系统》《电气控制及保护》《集控运行》《化学设备及系统》《输煤设备及系统》《环保设备及系统》共 9 册。

本书为《300MW 级火力发电厂培训丛书 电气控制及保护》, 共五章, 主要包括二次回路的相关知识及读图方法, 220kV 线路保护的基础知识及装置, 220kV 母线保护、断路器失灵保护、母联保护的相关知识, 发电机—变压器组保护的配置原理及逻辑, 几种励磁系统及其检修与维护。

本书既可作为全国 300MW 级火力发电机组电气二次设备系统运行、检修、维护及管理生产人员、技术人员和管理人员等的培训用书, 也可作为高等院校相关专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制及保护/山西漳泽电力股份有限公司编. —北京:
中国电力出版社, 2015. 7
(300MW 级火力发电厂培训丛书)
ISBN 978-7-5123-7591-8

I. ①电… II. ①山… III. ①火电厂-电气控制②电厂-电
气设备-保护 IV. ①TM621. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 078061 号

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
汇鑫印务有限公司印刷
各地新华书店经售

*

2015 年 7 月第一版 2015 年 7 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.5 印张 380 千字
印数 0001—3000 册 定价 51.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
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

随着我国国民经济的飞速发展,电力需求也急速增长,电力工业进入了快速发展的新时期,电源建设和技术装备水平都有了较大的提高。

由于引进型 300MW 级火力发电机组具有调峰性能好、安全可靠性高、经济性能好、负荷适应性广及自动化水平高等特点,早已成为我国火力发电机组中的主力机型。国产 300MW 级火力发电机组在我国也得到广泛使用和发展,对我国电力发展起到了积极的作用。

为了帮助有关工程技术人员、现场生产人员更好地了解和掌握机组的结构、性能和操作程序等,提高员工的业务水平,满足电力行业对人才技能、安全运行以及改革发展之所需,河津发电分公司按照山西漳泽电力股份有限公司的要求,在总结多年工作经验的基础上,组织专业技术人员编写了本套培训丛书。

《300MW 级火力发电厂培训丛书》分为《汽轮机设备及系统》《锅炉设备及系统》《热控设备及系统》《电气设备及系统》《电气控制及保护》《集控运行》《化学设备及系统》《输煤设备及系统》《环保设备及系统》9 册。

本书为《300MW 级火力发电厂培训丛书 电气控制及保护》,共五章,主要包括二次回路的相关知识及读图方法,220kV 线路保护的基础知识及装置,220kV 母线保护、断路器失灵保护、母联保护的相关知识,发电机—变压器组保护的配置原理及逻辑,几种励磁系统及其检修与维护。

本书由山西漳泽电力股份有限公司王志军主编,其中第一、三章由王国仁、苏江武、孙鑫编写,第二章由李立民、巩军、王思超编写,第四章由卢瑞刚、兰金良、遆朝丽编写,第五章由王夏洋、原媛编写。

由于编者的水平、经验所限,且编写时间仓促,书中难免有疏漏和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2015 年 4 月

目 录

前言

第一章	二次回路图及其识读	1
第一节	概述	1
第二节	二次识图相关知识	1
第三节	二次回路图纸的读图方法	8
第二章	220kV 线路保护	23
第一节	概述	23
第二节	线路保护基础知识	23
第三节	线路保护装置	35
第四节	其他设备	61
第三章	220kV 母线保护及断路器失灵保护	69
第一节	概述	69
第二节	母线保护装置的硬件	69
第三节	母线差动保护	74
第四节	断路器失灵保护	80
第五节	母联保护	82
第六节	母线保护 TA 绕组的配置和极性	83
第七节	母线保护的定期校验	85
第八节	母线差动保护带负荷测相量	88
第九节	母线保护装置异常及处理措施	90
第四章	发电机—变压器组保护	97
第一节	概述	97
第二节	发电机—变压器组保护的典型配置	99
第三节	发电机—变压器组电流、电压互感器布置	100
第四节	发电机—变压器组保护动作出口方式	102
第五节	发电机—变压器组保护原理及逻辑	104

第六节	REG 216 型发电机—变压器组保护.....	121
第五章	励磁系统及其检修与维护.....	155
第一节	概述.....	155
第二节	MEC-5330 励磁系统	168
第三节	GEC-300 励磁系统.....	178
第四节	SAVR-2000 励磁系统	220
第五节	检修与维护.....	236
参考文献		255



第一章

二次回路图及其识读

第一节 概 述

在电力系统中，通常根据电气设备的作用将其分为一次设备和二次设备。一次设备是指直接用于生产、输送、分配电能的设备，包括发电机、电力变压器、断路器、隔离开关、母线、电力电缆和输电线路等，是构成电力系统的主体。二次设备是指用于对电力系统及一次设备的工况进行监测、控制、调节和保护的低压电气设备，包括测量仪表、一次设备的控制、运行情况监视信号及自动化监控系统、继电保护和安全自动装置、通信设备等。二次设备之间相互连接的回路称为二次回路，它是确保电力系统安全生产、经济运行和可靠供电不可缺少的重要组成部分。

二次回路通常包括采集一次系统电压、电流信号的交流电压回路、交流电流回路，对断路器及隔离开关等设备进行操作的控制回路，继电保护装置的保护回路，对发电机同期并列、励磁系统、主变压器分接头进行控制的调节回路，反映一、二次设备运行状态、异常及故障的信号回路，供二次设备工作的电源系统回路等。

第二节 二次识图相关知识

一、常用的概念说明

触点的常态：指在二次回路图纸中的继电器、接触器或压力等触点的正常状态。对于断路器、隔离开关、接地开关的位置辅助触点，是指断路器、隔离开关、接地开关在断开位置时触点的状态；对于压力触点、温度触点、热继电器等，指正常压力下的状态；对于继电器或接触器，指它们不励磁时的状态。

励磁与不励磁：对于电压型线圈的继电器或接触器，指在它们的线圈两端施加足够大的电压，能使其触点分、合发生改变的状态。对于电流型线圈的继电器或接触器，指在它们的线圈通过足够大的电流，能使其触点分、合发生改变的状态。

触点动作与不动作：触点处于常态叫触点不动作；如因设备的继电器或接触器励磁，或者压力改变、温度改变等，导致触点的分、合状态不同于常态叫触点动作。

二、二次回路图纸的分类

1. 原理接线图

原理接线图（见图 1-1）表示测量表计、控制信号、保护和自动装置的工作原理。原



理图反映整个装置（回路）的完整概念，主要用于了解装置、回路的动作原理。在原理图中，各元件是整块形式，与一次接线有关部分画在一起，并由电流回路或电压回路联系起来。但图中无端子编号和各回路之间的交叉，实际使用非常不便。

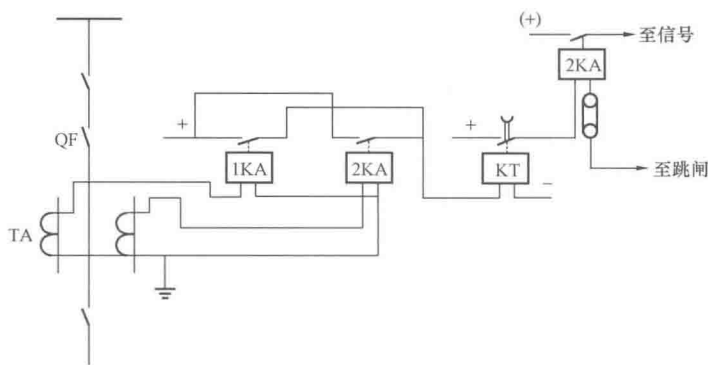


图 1-1 简单过电流保护的原理接线图

原理接线图的特点是将二次回路的工作原理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、直流回路等都综合在一起。因此，这种图纸的优点是能够使读图者对整个二次回路的构成及动作过程，都有一个明确的整体概念。其缺点是对二次回路的细节表示不够，不能表示各元件之间的实际位置，未反映各元件的内部接线及端子标号、回路标号等，不便于现场的维护与调试，对于较复杂的二次回路读图比较困难。

2. 展开图

展开图（见图 1-2）是另一种方式构成的接线图，各元件被分成若干部分，元件的线圈、触点分散在交流回路和直流回路中。在展开图中按电流通过的方向，画出按钮、触点、线圈和它们的端子编号，由左至右、由上到下排列起来，最后构成完整的展开图。在图的右侧还有文字说明回路的作用。常见的展开图有电流回路图、电压回路图、控制回路图及信号回路图等。

其特点是条理清晰，非常方便对回路进行逐一分析与检查。它是以二次回路的每个独

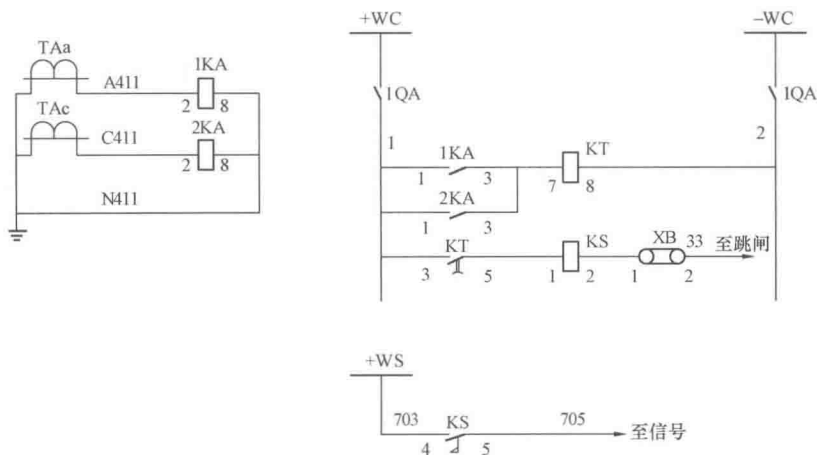


图 1-2 展开图



立电源来划分单元再进行绘图的，如交流电流回路、交流电压回路、直流控制回路、继电保护回路及信号回路等。根据这个原则，必须将同属于一个元件的线圈、触点等采用相同的文字符号表示。

3. 平面布置图

平面布置图（见图 1-3）反映一个屏（保护屏、控制屏、电能表屏等）上全部设备的安装位置，并指明各设备在整个屏中的设备编号。它用于了解一个屏上设备的布置情况（包括安装位置、设备型号和设备编号），分屏前布置图、屏后布置图两种。

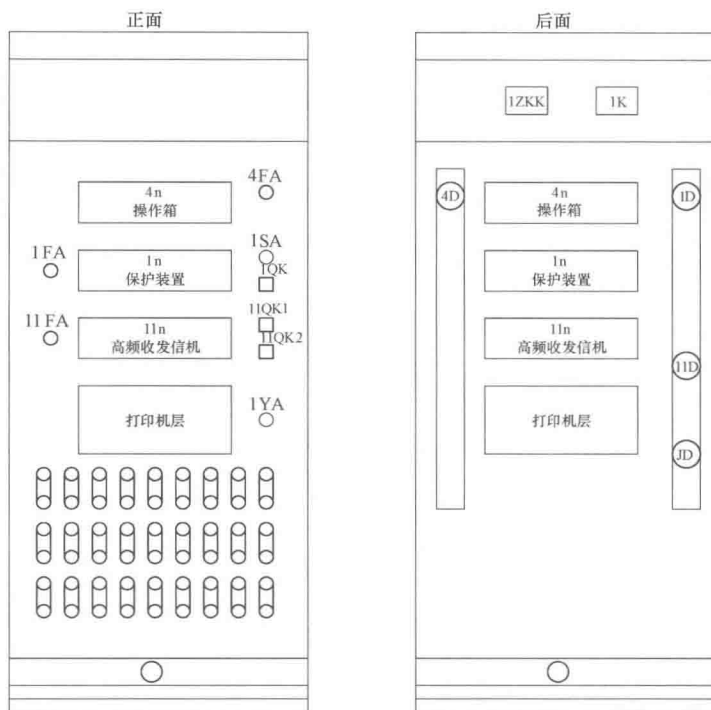


图 1-3 保护屏布置图

平面布置图是加工制造屏柜和安装屏柜上设备的图纸依据。上面每个元件的排列、布置，都是根据运行操作和检修维护的合理性、方便性来确定的，因此，按照一定的比例进行绘制并标注尺寸。

4. 安装接线图

安装接线图（见图 1-4）常见的有屏柜的端子接线图、开关或端子箱的安装接线图。图中每个设备都有按一定顺序的编号、代号，设备的接线端子（柱）也有标号，此标号完全与产品的实际位置对应。每个接线端子还注明连接的去向。端子排图还有回路编号（与展开图对应）、端子连接的电缆去向、电缆的编号，与现场实际设备的安装情况完全对应，是安装和核对现场不可缺少的图纸。

安装接线图是以屏面布置为基础，以原理图为依据而绘制成的接线图。它标明了屏柜上各元件的代表符号、顺序号，以及每个元件引出端子之间的连接情况，它是一种指导屏柜上配线工作的图纸。为了配线方便，在安装接线图中对各元件和端子排都采用相对标号

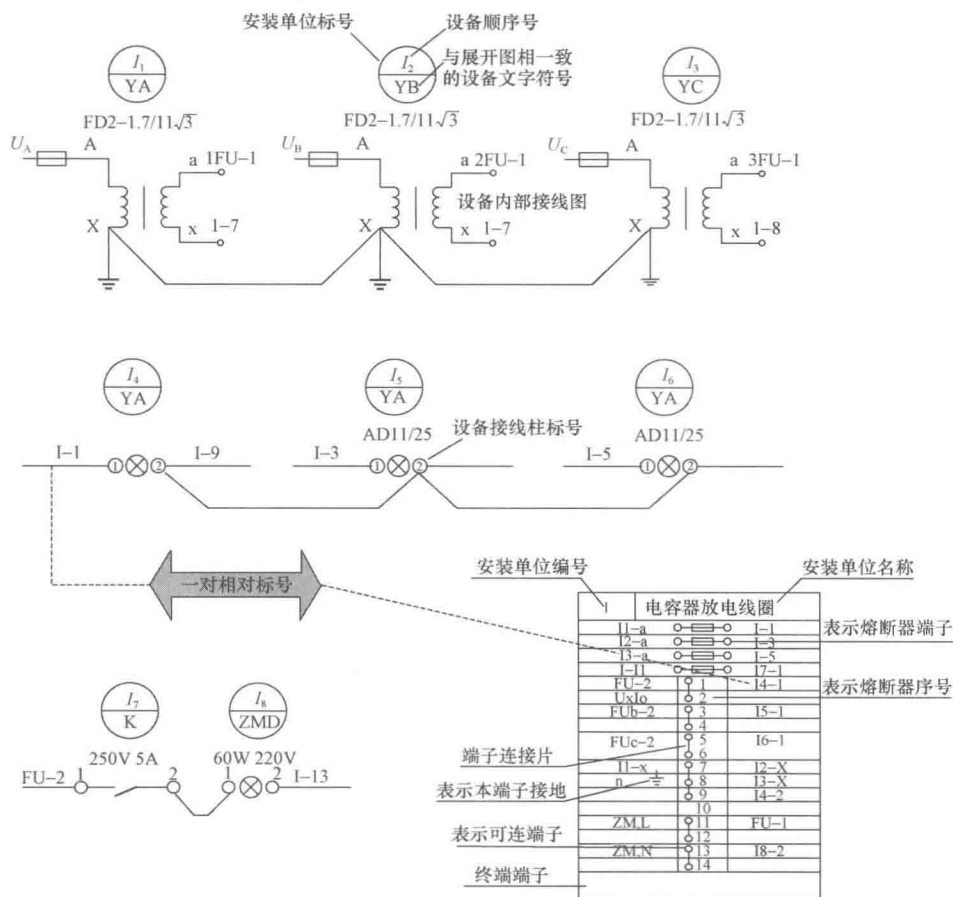


图 1-4 安装接线图

法进行标号，用以说明这些元件间的相互连接关系。

三、二次回路的标号

(一) 标号的作用

二次设备数量多，相互之间连接复杂。为便于安装、运行和维护，在二次回路的所有设备之间的连线都要进行标号，这就是二次回路标号。标号一般采用数字或数字和文字的组，它表明了回路的性质和用途。

标号分为回路标号法和相对标号法。按线的性质、用途进行标号称为回路标号法，按线的走向进行标号称为相对标号法。

(二) 回路标号法

在图纸展开图的每个元件（触点、线圈、端子排的端子等）之间的线段都标号（常称为回路编号），回路标号通常能表明该回路的用途。在屏柜或端子箱端子排的端子接线头处的标号与图纸展开图的回路标号对应。在同一个间隔，回路标号相同的端子、引线在电气上连接的电阻为零，即互相之间用导线连接。

1. 回路标号原则

凡是各设备间要用控制电缆经端子进行联系的，都要按回路编号的原则进行标号。此



外,某些装在屏顶的设备与屏内设备进行连接,也需要经过端子排,此时屏顶设备就可看做是屏外设备,而在其连线上同样按回路编号原则给以相应的标号。为了明确起见,对直流回路和交流回路采用不同的标号方法,而在交、直流回路中,对各种不同用途的回路又赋予不同的数字符号。因此在二次回路接线图中,当看到标号后,就能知道这一回路的性质而便于维护和检修。

2. 二次回路标号的基本方法

(1) 用四位或四位以下的数字组成,需要标明回路的相别或某些主要特征时,可在数字标号的前面(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)须标以相同的回路标号。

(3) 电气设备的触点、线圈、电阻、电容器等元件所间隔的线段,即看为不同的线段,一般赋予不同的标号;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. 直流回路的标号细则

(1) 对于不同用途的直流回路,使用不同的数字范围,如控制和保护回路用 001~099 及 1~599,励磁回路用 601~609。

(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,每一百个数分为一组,如 100~199、200~299、300~399...,其中每段里面先编正极性回路(编为奇数)由小到大,再编负极回路(编为偶数)由大到小,如 100、101、103、133、...、142、140...

(3) 信号回路的数字标号组,应按事故、位置、预告、指挥信号进行分组,按数字大小进行排列。

(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进行选取。例如:有 3 个控制开关 1SA、2SA、3SA,则 1SA 对应的控制回路数字标号选 101~199,2SA 对应的控制回路数字标号选 201~299,3SA 对应的控制回路数字标号选 301~399。

(5) 正极回路线段按奇数标号,负极回路线段按偶数标号。每一次经过回路的主要降压元(部)件(如线圈、绕组、电阻等)后,即改变其极性,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:正电源回路为 101、201,负电源回路为 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编号为 35、135、235...

直流回路编号原则见表 1-1。

表 1-1

直流回路编号原则

序号	回路名称	标号			
		I	II	III	IV
1	正源回路	101	201	301	401
2	负源回路	102	202	302	402



续表

序号	回路名称	标号			
		I	II	III	IV
3	合闸回路	103	203	303	403
4	合闸监视回路	105	205	305	405
5	跳闸回路	133	233	333	433
		1133	2133	3133	4133
		1233	2233	3233	4233
6	跳闸监视回路	135	235	335	435
		1135	2135	3135	4135
		1235	2235	3235	4235
7	备用电源自动合闸回路	150~169	250~269	350~369	450~469
8	开关设备的位置信号回路	170~189	270~289	370~389	470~489
9	事故跳闸音响信号回路	190~199	290~299	390~399	490~499
10	保护回路	01~099 (或 0101~0999)			
11	发电机励磁回路	601~699 (或 6011~6999)			
12	信号及其他回路	701~799 (或 7011~7999)			
13	断路器位置遥信回路	801~809 (或 8011~8999)			
14	断路器合闸线圈或操动机构电动机回路	871~879 (或 8711~8799)			
15	隔离开关操作闭锁回路	881~889 (或 8810~8899)			
16	发动机调速电动机回路	991~999 (或 9910~9999)			
17	变压器零序保护共用电源回路	001、002、003			
18	变送器后回路	A001~A999			
19	微机系统数字量	D001~D999			
20	至闪光报警装置	8001~8999			

4. 交流回路的标号细则

交流回路的标号原则与直流回路类似，见表 1-2。

(1) 交流回路按相别顺序标号，它除用三位数字编号外，还加有文字标号以示区别，如 A411、B411、C411。

(2) 对于不同用途的交流回路，使用不同的数字组。在数字组前加大写的英文字母来区别其相别。几组并联的电流互感器，其并联回路应取数字组中较小的一组数字标号。不同相的电流互感器并联时，并联回路可选任何一组电流互感器的数字组进行标号。电压回路的数字标号，应以十个数字为一组，如 A601~A609、B601~B609、C601~C609、A791~A799…，以供一个单独的互感器回路标号之用。

(3) 电流互感器和电压互感器的回路，均须在分配给它们的数字标号范围内，自互感器引出端开始，按顺序编号，例如 1TA 的回路标号用 411~419，2TV 的回路标号用 621~629 等。

(4) 某些特殊的交流回路（如母线差动保护公共电流回路、绝缘监察继电器电压表的公共回路等）给予专用的标号组。

表 1-2 交流回路编号原则

序号	回路名称	用途	标号				
			A 相	B 相	C 相	中性线	零序
1	保护装置及 测量仪表电 压回路	T1	A11~A19	B11~B19	C11~C19	N11~N19	L11~L19
2		T1-1	A111~A119	B111~B119	C111~C119	N111~N119	L111~L119
3		T1-2	A121~A129	B121~B129	C121~C129	N121~N129	L121~L129
4		T1-9	A191~A199	B191~B199	C191~C119	N191~N199	L191~L199
5		T2-1	A211~A119	B211~B119	C211~C119	N211~N119	L211~L119
6		T2-9	A291~A299	B291~B119	C291~C299	N291~N299	L291~L299
7		T11-1	A1111~A1119	B1111~B1119	C1111~C1119	N1111~N1119	L1111~L1119
8		T11-2	A1121~A1129	B1121~B1129	C1121~C1129	N1121~N1129	L1121~L1129
9		T1	A611~A619	B611~B619	C611~C619	N611~N619	L611~L619
10		T2	A621~A629	B621~B629	C621~C629	N621~N629	L621~L629
11		T3	A631~A639	B631~B639	C631~C639	N631~N639	L631~L639
12	经隔离开关 辅助触点或 继电器切换 后的电压 回路	6~10kV	A (C、N) 760~769、B600				
13		35kV	A (C、N) 730~739、B600				
14		110kV	A (B、C、L、SC) 710~719、N600				
15		220kV	A (B、C、L、SC) 720~729、N600				
16		330kV	A (B、C、L、SC) 730~739、N600				
17	绝缘监测电压 表的公共回路		A700	B700	C700	N700	—
18	母线差动 保护公共 电流回路	6~10kV	A360	B360	C360	N360	—
19		35kV	A330	B330	C330	N330	—
20		110kV	A310	B310	C310	N310	—
21		220kV	A320	B320	C320	N320	—
22		330kV	A330	B330	C330	N330	—
23		500kV	A350	B350	C350	N350	—
24	未经切换的 电压回路	TV01	A611~A619	B611~B619	C611~C619	N611~N619	L611~L619
25		TV09	A691~A699	B691~B699	C691~C699	N691~N699	L691~L699

（三）相对标号法

当两个设备的端子通过连线互相连接时，在安装接线图上，用相对标号法来表示设备某个端子（接线柱）的连线的连接去向。简单地说为：甲的端子上标乙的端子号，乙的端子上标甲的端子号。这个标号标在每个设备的端子连接线的线头处。在实际设备的接线柱及端子排的端子接线头上都标有以相对标号法表示的标号，以标明连接的去向。这种相互对应标号的方法称为相对标号法。

1. 相对标号的作用

回路标号可以将不同安装位置的二次设备通过标号连接起来，对于同一屏内或同一箱内的二次设备，相隔距离较近，相互之间的连线多，回路多，采用回路标号很难避免重



号,而且不便查线和施工,这时就只有使用相对标号:先把本屏或本箱内的设备顺序标号,再对每个设备的每个接线柱进行标号,然后在需要接线的接线柱旁写上对端接线柱标号,以此来表示每根连线。

2. 相对标号的组成

一个相对标号就代表一个接线头,一对相对标号就代表一根连线,对于一面屏、一个箱子,接线柱数百个,每个接线柱都得标号,标号不重复、好查线,就必须统一格式,常用的是“设备标号—接线柱头号”格式。

(1) 设备标号一种是以罗马数字和阿拉伯数字组合的标号,多用于屏(箱)内设备数量较多的安装接线图,如中央信号继电器屏、高压开关柜、断路器机构箱等。罗马数字表示安装单位标号,阿拉伯数字表示设备顺序号,在该标号下边,通常还有该设备的文字符号和参数型号。例如一面屏上安装有两条线路保护,则把用于第一条线路保护的设备按从上到下顺序编为 I 1、I 2、I 3...,端子排编为 I;把用于第二条线路保护的设备按从上到下顺序编为 II 1、II 2、II 3...,端子排编为 II。为对应展开图,在设备标号下方标注有与展开图一致的设备的文字符号,有时还注明设备型号,这种标号方式便于查找设备,但缺点是不够直观。

另一种直接编设备文字符号(与展开图相一致的文字符号),用于屏(箱)内设备数量较少的安装接线图,微机保护将大量的设备都集成在保护箱内,整面微机保护屏上除保护箱外就只有自动空气开关、按钮、连接片和端子排了,所以现在的微机保护屏大都采用这种标号方式。例如保护装置就编为 1n、2n、11n,自动空气开关就编为 1K、2K、3K,连接片就标为 1XB、2XB、3XB 等,按钮就标为 1SA、2SA;属于 1n 装置的端子排就编为 1D,属于 11n 装置的端子排就编为 11D 等。

(2) 设备接线柱标号。每个设备在出厂时对其接线柱都有明确标号,在绘制安装接线图时就应将这些标号按其排列关系、相对位置表达出来,以求得图纸和实物的对应。对于端子排,通常按从左到右、从上到下的顺序用阿拉伯数字顺序标号。

把设备标号和接线柱标号加在一起,每个接线柱就有了唯一的相对标号。

第三节 二次回路图纸的读图方法

一、看懂工作原理的常用方法

(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,按照电流的流动方向,看到负极为止。

(2) 交流回路从相线到中性线。例如变压器的冷却回路,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 极)为止。

(3) 见触点找线圈,见线圈找触点。见触点即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)。

(4) 利用欧姆定律分析继电器判断是否动作。判别的依据是,电压型线圈的两端加有



足够大的电压，电流型线圈的两端加有足够大的电流。对于电压型继电器的线圈回路，当线圈的两端通过若干个继电器的触点或电流线圈分别与电源的正、负极贯通时，则认为继电器（接触器）动作（励磁）；当回路中有断开的触点，或线圈回路串接有比较大的电阻，或线圈被并接的触点短接时，则认为继电器（接触器）不动作（不励磁）。例如：断路器跳闸回路，当断路器处于合位，跳闸线圈的正极端串接有合位继电器（电阻大）时，则认为其不动作；当保护跳闸触点闭合，将线圈直接接到电源正极时，则认为跳闸线圈动作。对于电流型继电器（如跳闸回路的防跳跃继电器）的线圈回路，当线圈的两端通过若干个继电器的触点或电阻较小的线圈分别与电源的正、负极贯通时，则认为继电器（接触器）动作（励磁）。

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

（6）利用相对标号法、回路标号法弄清安装图与展开图的接线原理图中设备的对应关系。核查安装图与展开图的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。要从安装图（如保护屏端子排接线图）上查清某个端子排的端子在展开图中的位置，则先查出该端子所在的回路标号，再查对展开图中的回路标号，相同的回路标号即同个回路，即可在展开图中找到该回路，查明它在整个回路中的作用。若手上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，则从安装图中每个设备端子上所标的编号，依据相对编号法，查到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提供的位置，去相应的安装图上查对；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）装置的端子，然后直接去可能的屏柜、端子箱中查找。

（7）识图特殊问题的解决方法。

1）如何用设备的实际状态（现场能看到的设备状态）来描述回路或继电器的动作条件。先以回路的触点分、合状态来描述回路的条件，然后根据触点的分、合状态与设备状态的对应关系，替换描述（如用开关机构箱的“远方/就地切换开关”在“远方”位置来代替“远方/就地切换开关”在远方控制回路中的触点状态）。必须逐步形成这一能力，否则看图纸将停留在原始状态，只能看到触点的分、合和继电器是否励磁，无法与运行中设备状态的监视和操作结合起来。

2）如何弄清展开图中采用方框画法的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，然后利用能展示该设备内部接线图的装置说明书或厂家图，在这些图纸中找到与外部连接的端子编号，再与内部回路连接起来，最后通过与外部连接的端子与外部回路联系起来。

二、看图注意问题

（1）虽然在一套二次图纸中最重要的图纸为控制及信号回路图、电流和电压回路



图、保护屏（控制屏）端子排图及开关的安装接线图，看图时应熟悉这几份图纸，但不能忽略其他图纸的辅助作用，否则可能事倍功半，卡在某个问题不出来或漏掉一些特殊的回路。

(2) 记忆一些常用的回路编号和图形符号，看图时则会大大加快看懂图纸的速度。

(3) 特别留意运行人员操作的设备，如电源熔断器、自动空气开关、切换开关，以及它们在图纸中的位置及所起的作用，必须查清它们在现场的实际位置。

三、国外二次图纸的读图方法

目前国内使用的国外电气二次设备厂家主要有瑞士 ABB、日本三菱、德国西门子等，与这些设备有关的读图方法，是电气专业人员必须了解和掌握的。

(一) 国外二次回路图纸识图的相关知识

1. 图中包含的信息

(1) 公司名称：MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION、ABB、GUTRO 等。

(2) 图纸名称：TITLE。

(3) 图号：DRG No.。

(4) 图纸页号：SHEET (SW16, SW30) 两个页号中间可以不连续，方便设计人员随时插入。

(5) 图纸页码：PAGE No.，页码必须是连续的三位以上的阿拉伯数字。

(6) 图纸完成日期。

(7) 制图和校核人员。

(8) 图纸版本号：图纸修改版本号用大写字母 A、B、C、D 表示，每次修改的日期在图中都明确标出。如经过 4 次修改，则图纸的最新版本号是 D 版，第 5 次修改则图纸的最新版本号是 F 版，依次类推。

2. 常见的几种国外图纸类型

(1) 展开接线图。与国内的展开图相同，也叫原理接线图，如图 1-5 所示。

(2) 单线图。把用简单符号表示的电气设备用单条线连接起来表示实际系统的接线示意图，一般用于电气一次系统，如图 1-6 所示。

(3) 平面布置图。表示设备安装尺寸的图纸，如图 1-7 所示。

(4) 电缆联系图。电缆联系图表示两个屏柜之间电缆联系的图纸，如图 1-8 所示，图中表示了所用电缆的型号和所使用的电缆芯数，以及电缆的起点和终点。其中箭头加符号 $\rightarrow \otimes$ 和 $\otimes \rightarrow$ 表示该回路的路径，经过一个设备后进入另外一个设备。

3. 国外二次回路的标号

国外图纸采用的是回路标号法。常见的几种标号原则：

(1) 回路标号采用大写英文字母加数字的方法。如 A1、A2、…、B1、B2、…、D1、D2…，一般同一回路使用一个英文字母，如合闸回路用 B，跳闸回路用 T，直流电源用 BP1、BN1 等。

(2) 图号加回路号的方法。如 SW3427X、SW34BN1，其中 SW34 是图纸页号，27X、BN1 是回路号，这样可以非常方便地在相应图纸中找到该回路。

