

电气图识读

入门丛书



学看 电气二次回路图

盛国林 夏敏静 肖 曼 编著



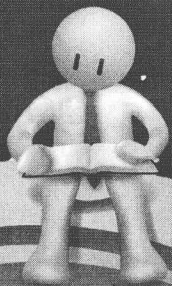
YZLI0890101933



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电气图识读

入门丛书



学看 电气二次回路图

盛国林 夏敏静 肖 曼 编著



YZLI0890101933



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为《电气图识读入门丛书》之一。

全书共9章,主要包括电气二次回路概述,电气二次回路图的识图,电气测量回路,控制与信号回路,输电线路继电保护装置的二次回路,变压器保护的二次回路,发电机保护的二次回路,直流操作电源的二次回路,二次回路的运行、维护、调试及故障处理等。

本书图文并茂,通俗易懂,可供从事电气专业的工程技术人员、技术工人、社会电工阅读,也可作为电力职业学院相关专业学生的参考用书。



图书在版编目(CIP)数据

学看电气二次回路图/盛国林,夏敏静,肖曼编
著. —北京:中国电力出版社,2011

(电气图识读入门丛书)

ISBN 978-7-5123-1845-8

I. ①学… II. ①盛…②夏…③肖… III. ①二次系
统-电路图-识别 IV. ①TM645.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第125839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

*

2011年10月第一版 2011年10月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 8印张 139千字

印数 0001—3000册 定价 19.80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

电气二次回路是发电厂和变电站电气回路的重要组成部分，它直接关系到发电厂和变电站的综合自动化水平，影响到发电厂和变电站的运行安全，为了方便广大电气工作者系统地学习并熟练地应用电气二次回路，我们组织编写了《学看电气二次回路图》这本书。

本书主要介绍了电气二次回路概述，电气二次回路图的识图，电气测量回路，控制与信号回路，输电线路继电保护装置的二次回路，变压器保护的二次回路，发电机保护的二次回路，直流操作电源的二次回路，二次回路的运行、维护、调试及故障处理等有关知识。

本书结合我国电力系统的实际情况，紧密联系生产实际，注重基础知识及实际动手能力的培养，内容通俗、简要、易学、易懂、易会，图文并茂。全书突出了新知识、新技术、新方法、新工艺的引进与运用。

本书由三峡电力职业学院盛国林、夏敏静、肖曼编著。限于编者水平及时间，书中难免有不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

作者

2011年6月



目录

前言

第1章 电气二次回路概述	1
1.1 电气设备的划分及二次回路的含义	1
1.2 二次回路的重要性	1
1.3 电气二次回路图的类型	2
1.3.1 原理接线图	2
1.3.2 安装接线图	4
第2章 电气二次回路图的识图	8
2.1 电气图中的各种符号及回路编号	8
2.1.1 电气图中的图形符号	8
2.1.2 电气图上的文字符号	13
2.1.3 电气图中的二次回路标号	20
2.1.4 电气主回路的回路标号	22
2.1.5 继电器(接触器)导电接线端子的标记	23
2.2 电气二次回路图的绘图及识图方法	24
2.2.1 绘制电气图的基本要求	24
2.2.2 识图的基本思路	24
2.2.3 转换开关和控制器的识图	26
第3章 电气测量回路	29
3.1 电流互感器回路	29
3.1.1 三相星形接线	29
3.1.2 两相不完全星形接线	30
3.1.3 三相三角形接线	30
3.1.4 两相电流差接线	31
3.1.5 零序接线	32

3.2 电压互感器回路	32
3.2.1 电压互感器的单相式接线	32
3.2.2 电压互感器的三相式接线	32
3.2.3 电压互感器的 V 形接线	33
3.2.4 开口三角形接线	33
3.2.5 三相三柱电压互感器的接线特点	34
3.3 功率测量回路	34
3.3.1 电动系功率表的测量电路	34
3.3.2 直流功率的测量电路	35
3.3.3 交流功率的测量电路	36
3.4 电能测量回路	37
3.4.1 电能表的正确使用	37
3.4.2 有功电能的测量回路	38
3.4.3 三相无功电能的测量接线图	40

第4章 控制与信号回路 42

4.1 断路器控制回路	42
4.1.1 断路器的操动机构	42
4.1.2 弹簧操动机构的断路器控制和信号电路	43
4.1.3 液压分相操作断路器的控制信号电路	47
4.1.4 具有就地/远方切换控制的断路器控制和信号回路	51
4.2 隔离开关控制回路	53
4.2.1 隔离开关控制电路构成原则	53
4.2.2 隔离开关的控制电路	53
4.2.3 隔离开关的电气闭锁电路	55
4.3 信号回路	58
4.3.1 概述	58
4.3.2 中央复归不重复动作的音响信号回路	60
4.3.3 中央复归可重复动作的事故音响信号回路	60
4.3.4 信号回路监视	62
4.3.5 保护装置动作和自动重合闸装置动作信号	62

第5章 输电线路继电保护装置的二次回路 64

5.1 过电流保护的二次回路	64
----------------	----

5.1.1	过电流保护的動作原理	64
5.1.2	过电流保护的時限特性	65
5.1.3	过电流保护装置的构成	66
5.1.4	两种过电流保护的比较	67
5.2	速断保护的二次回路	68
5.2.1	电流速断保护的特点和工作原理	68
5.2.2	电流速断保护的装置单相原理接线图	69
5.2.3	延时电流速断保护	69
5.3	方向过电流保护的二次回路	70
5.3.1	方向过电流保护的二次接线图	71
5.3.2	方向过电流保护動作过程	72
5.4	零序电流保护的二次回路	72
5.5	自动重合闸的二次回路	73
5.5.1	自动重合闸的种类	73
5.5.2	自动重合闸的基本要求	73
5.5.3	单侧电源供电线路三相一次电气重合闸装置	74

第6章 变压器保护的二次回路 77

6.1	变压器的控制及其异常运行状态	77
6.1.1	变压器的控制	77
6.1.2	变压器的故障和非正常运行状态	77
6.2	变压器的主要保护	77
6.2.1	电流速断保护	77
6.2.2	保护回路的接线	79

第7章 发电机保护的二次回路 81

7.1	概述	81
7.1.1	发电机的故障和不正常运行状态	81
7.1.2	发电机的保护方式及保护装置原则	82
7.2	纵联差动保护回路	84
7.2.1	高灵敏度纵差保护	84
7.2.2	带断线监视继电器的发电机纵差保护	86
7.3	过电流保护回路	87
7.4	过电压保护回路	87

7.5 解列保护回路	88
7.5.1 解列保护的提出	88
7.5.2 低频低压解列保护	89
第8章 直流操作电源的二次回路	91
8.1 蓄电池直流电源回路	91
8.1.1 蓄电池的分类	91
8.1.2 铅酸蓄电池的构造及工作原理	92
8.1.3 蓄电池直流系统的运行方式及接线	93
8.1.4 镉镍碱性蓄电池	95
8.2 整流操作的直流电源回路	97
8.2.1 硅整流电容储能直流系统	97
8.2.2 复式整流系统	99
8.3 绝缘监察装置回路	101
8.3.1 电压的测量及绝缘监视	101
8.3.2 直流系统的电压监控电路典型图例	104
第9章 二次回路的运行、维护、调试及故障处理	105
9.1 二次回路的运行与维护	105
9.1.1 二次回路的运行环境	105
9.1.2 二次回路的维护要求	106
9.1.3 二次回路熔断器熔丝的配置	106
9.1.4 运行监视	106
9.1.5 电源系统的维护	107
9.1.6 技术管理	107
9.2 二次回路的调试	107
9.2.1 导通法测试	107
9.2.2 通电法测试	108
9.3 二次回路的异常运行及故障处理	111
9.3.1 异常运行	111
9.3.2 故障处理	114
参考文献	119



第1章

电气二次回路概述

1.1 电气设备的划分及二次回路的含义

电能的生产、输送、分配和使用,需大量的各种类型的电气设备,以构成电力发、输、配的主系统。为了使主系统安全、稳定、连续、可靠地向用户提供充足的、合格的电能,系统的运行方式需经常进行改变并应随时监察其工况。当某一设备发生故障时,应尽快地、有选择性地切除故障,以保证电气设备和电力系统的安全运行。因此,电气设备可根据它们在电力生产中不同的作用分成一次设备和二次设备。

一次设备是指直接参加发、输、配电能的系统中使用的电气设备,如发电机、变压器、电力电缆、输电线、断路器、隔离开关、电流互感器、电压互感器、避雷器等。由这些设备连接在一起构成的电路,称之为一次回路或称之为电气主接线。

二次设备是指对一次设备的工况进行监督、控制、调节、保护,为运行人员提供运行工况或生产指挥信号所需的电气设备,如测量仪表、继电器、控制及信号器具、自动装置等。这些设备通常由电流互感器和电压互感器的二次绕组的出线以及直流回路,按照一定的要求连接在一起构成的电路,称之为二次回路或二次接线。

1.2 二次回路的重要性

在发电厂或变电站中,一次设备是重要的,二次设备也是重要的。因为一次设备和二次设备构成一个整体,只有二者都处在良好的状态,才能保证电力生产的安全,尤其是在大型的、现代化的电网中,二次设备的重要性更显突出。因此,过去那种重一次设备、轻二次设备的观念应该改变。



二次回路的故障常会破坏或影响电力生产的正常运行。例如：若某变电站差动保护的二次回路接线有错误，则当变压器带的负荷较大或发生穿越性相间短路时，就会发生误跳闸；若线路保护接线有错误，一旦系统发生故障，则断路器该跳闸的不跳闸，不该跳闸的却跳了闸，就会造成设备损坏、电力系统瓦解的大事故；若测量回路有问题，就将影响计量，少收或多收用户的电费，同时也难以判定电能质量是否合格。因此，二次回路虽非主体，但它在保证电力生产的安全，向用户提供合格的电能等方面都起着极其重要的作用。所以，从事二次回路施工及运行维护的工作人员，都必须熟悉二次回路的原理，充分理解设计图纸的意图，认真检查二次设备的质量，确保二次回路的正确，并应学会读二次回路图的方法，这是用好、管好电气设备，确保电力生产安全的重要环节。

1.3 电气二次回路图的类型

按照用途，通常将电气二次回路图分为原理接线图和安装接线图两大类。

1.3.1 原理接线图

原理接线图以清晰、明显的形式表示出仪表、继电器、控制开关、辅助触点等二次设备和电源装置之间的电气联接及其相互动作的顺序和工作原理。它可分为归总式原理接线图和展开式原理接线图两种。

1. 归总式原理接线图

归总式原理接线图简称原理图，以整体的形式表示各二次设备之间的电气联接，一般与一次回路的有关部分画在一起。在这种图中，设备的触点和绕组是集地表示出来，综合地表示出交流电压、电流回路和直流电源之间的联系。原理图能够使看图者对二次回路的构成以及动作过程有一个明确的整体概念，在变电站的继电保护、自动装置和电气测量回路设计中使用。图 1-1 所示为某 10kV 线路过电流保护原理图。

电路的工作原理和动作顺序为：当线路过负荷或发生故障时，流过它的电流增大，使流过接于电流互感器二次侧的电流继电器的电流也相应增大，在电流超过保护装置的整定值时，电流继电器 KA1~KA2 动作，其动合触点接通时间继电器 KT 线圈，经过预定的时限，KT 的触点闭合发出跳闸脉冲使断路器 QF 跳闸线圈 YT 带电，断路器 QF 跳闸，同时跳闸脉冲电流流经信号继电器 KS 的线圈，其触点闭合发出信号。

从图 1-1 中可以看出，一次设备和二次设备都以完整的图形符号表示出来，

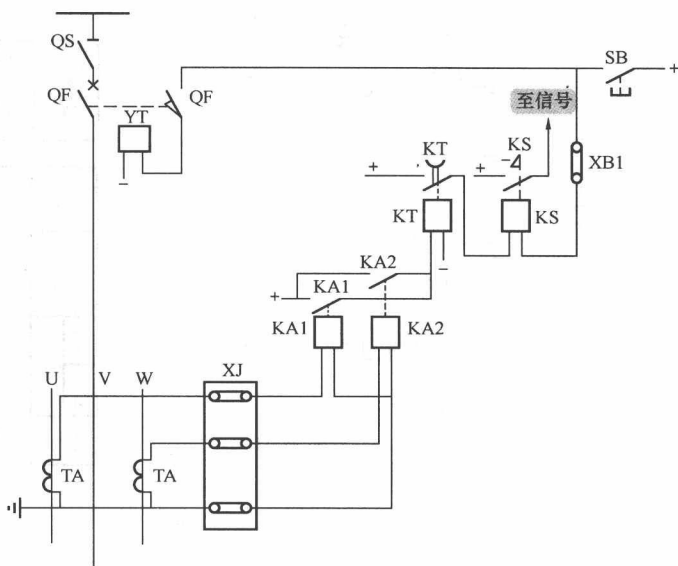


图 1-1 10kV 线路过电流保护原理图

能使我们整套保护装置的工作原理有一个整体的概念。但是这种图存在着许多缺点：

- (1) 只能表示继电器保护装置的主要元件，而对细节之处则无法表示。
- (2) 不能表明继电器之间连接线的实际位置，不便维护和调试。
- (3) 没有表示出各元件内部的接线情况，如端子标号、回路编号等。
- (4) 标出的直流“+”、“-”极比较分散，不便于看图。
- (5) 对于较复杂的继电保护装置（如距离保护等）很难用原理接线图表现出来，即使画出了图，也很难看清楚。因此，在实际工作中受到限制。

2. 展开式原理接线图

展开式原理接线图简称展开图，以分散的形式表示二次设备之间的电气连接。在这种图中，设备的触点和线圈分散布置，按它们动作的顺序相互串联从电源“+”极到“-”极，或从电源的一相到另一相，算作一条“支路”。依次从上到下排列成若干行（当水平布置时）或从左到右排列成若干列（当垂直布置时），同时，展开图是按交流电压回路、交流电流回路和直流回路分别绘制的。图 1-2 所示为某 10kV 线路过电流保护展开图，即与图 1-1 对应的展开图。

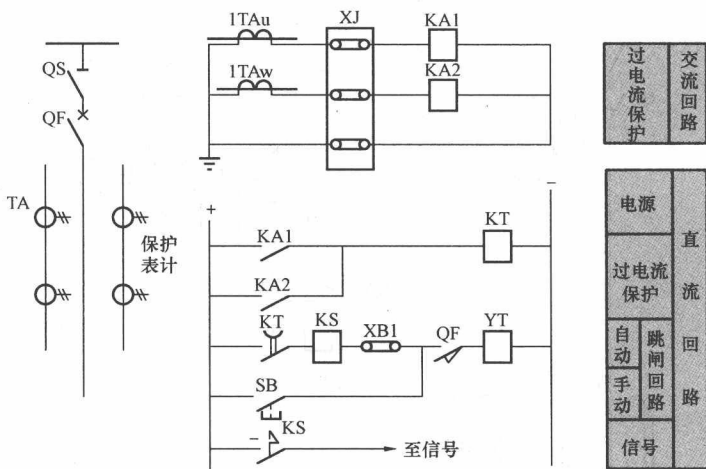


图 1-2 10kV 线路过电流保护展开图

展开图具有如下优点：

- (1) 容易跟踪回路的动作顺序。
- (2) 便于二次回路设计，因为可以很方便地采用展开图中的基本逻辑环节作为单元回路来构成满足一定技术要求的接线。
- (3) 容易发现接线中的错误回路。

展开图在电工装置中用得非常普遍，一般用来表示回路的某一部分或整个装置的工作原理。例如，发电机的控制、保护、监测回路展开图，中央信号展开图等。

1.3.2 安装接线图

安装接线图是二次回路设计的最后阶段，用来作为设备制造、现场安装的实用二次接线图，也是运行、调试、检修等的主要参考图纸。在这种图上，设备和器具均按实际情况布置。设备、器具的端子和导线、电缆的走向均用符号、标号加以标志。两端连接不同端子的导线，为了便于查找其走向，采用专门的“相对编号”的标号方法。

安装接线图包括：屏面布置图（它表示设备和器具在屏面上的安装位置，屏和屏上的设备、器具及其布置均按比例绘制）；屏后接线图（它表示屏内的设备、器具之间和屏外设备之间的电气联接）；端子排图（用于表示连接屏内外各设备和器具的各种端子排的布置及电气联接）。端子排图通常表示在屏后

接线上。

图 1-3 (a) 为一个线路控制屏的屏面布置图, 图 1-3 (b) 为某继电屏的屏面布置图; 图 1-4 为某 35kV 线路电流保护屏屏后接线图; 图 1-5 为端子排图。

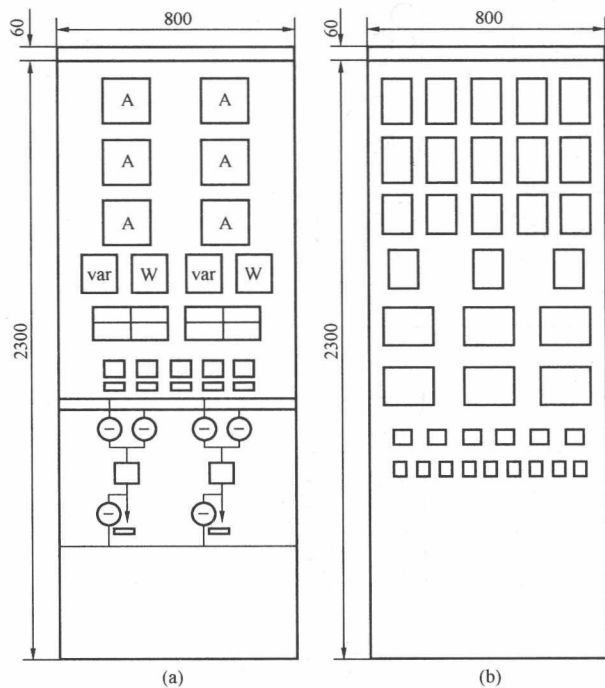
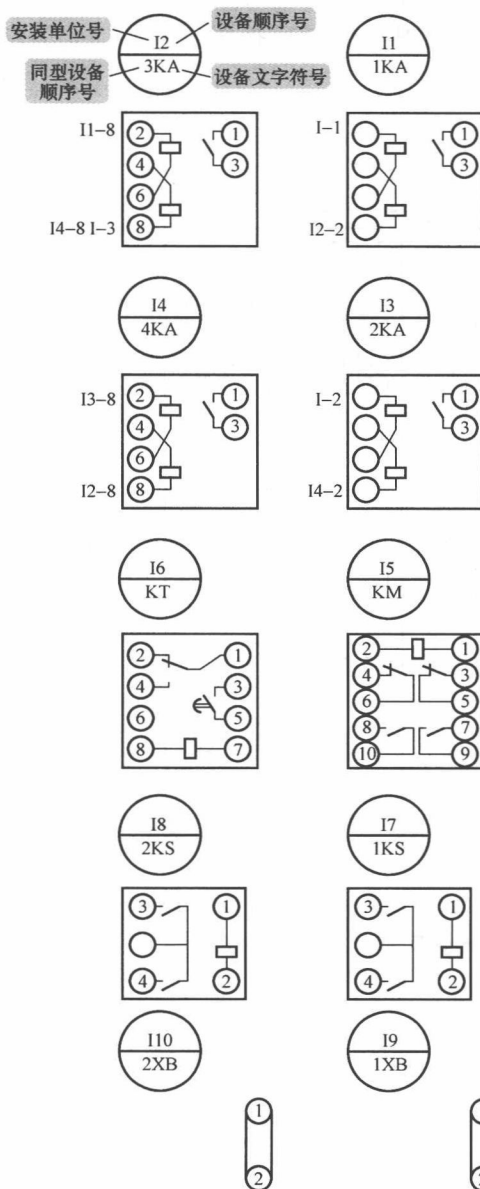


图 1-3 屏面布置图

(a) 控制屏; (b) 继电屏





FM _____
PM _____

35kV线路电流保护		
11-2	1	A4111TA
13-2	2	C4111TA
12-8	3	N411
	4	
	5	01
	6	
	7	
	8	02
	9	
	10	
15-10	11	33
17-3	12	703FM
17-4	13	716PM
	14	
	15	
	16	

至电流互感器

图 1-4 35kV 线路电流保护屏后接线图

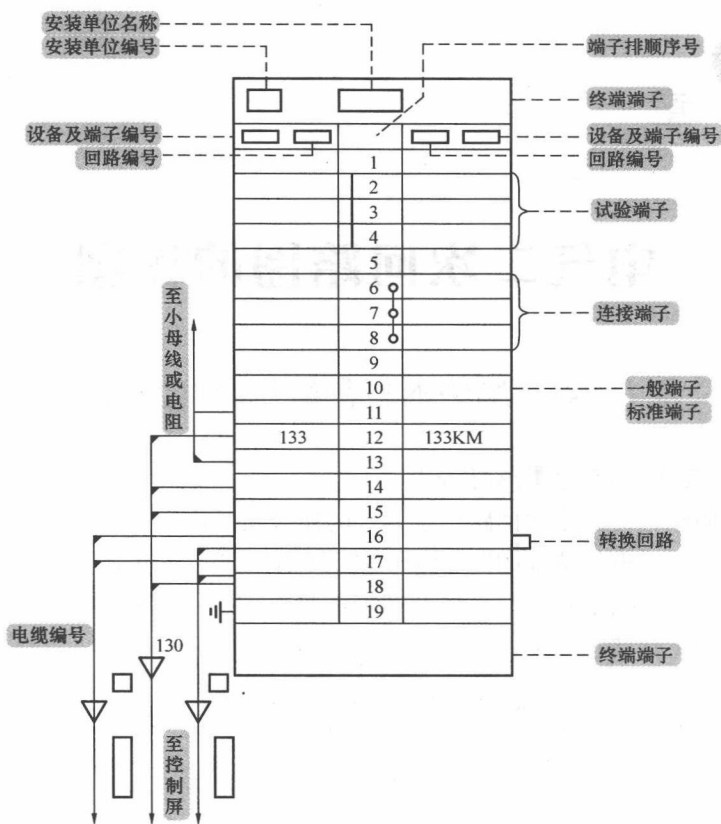


图 1-5 端子排图





第2章

电气二次回路图的识图

2.1 电气图中的各种符号及回路编号

2.1.1 电气图中的图形符号

为了说明电气一、二次回路中各元件的连接状况,在电气图上需要把每个电气元件用具有一定电气特征的图形符号表示出来,表 2-1 和表 2-2 所列为现行标准的部分电气一次系统和二次系统的图形符号。表中的图形符号,均按无电压、无外力作用的正常状态画出。

表 2-1 保护、控制和二次设备图形符号

图形符号	说 明	图形符号	说 明
形式1 	动合(常开)触点 注:本符号也可用作开关一般符号		当操作器件被吸合时延时闭合的动合触点
形式2 			当操作器件被释放时延时断开的动合触点
	动断(常闭)触点		当操作器件被释放时延时闭合的动断触点
	先断后合的转换触点		当操作器件被吸合时延时断开的动断触点
	中间断开的双向触点		吸合时延时闭合,释放时延时断开的动合触点

续表

图形符号	说 明	图形符号	说 明
	信号继电器 机械保持的动合（常开）触点 机械保持的动断（常闭）触点		拉拔开关（不闭锁）
	单极六位开关		旋钮开关、旋转开关（闭锁）
	单极四位开关		多极开关的一般符号单线表示
	非电量触点 动合（常开）触点 动断（常闭）触点		多线表示
	热继电器动断（常闭）触点		接触器（在非动作位置触点断开）
	位置开关，动合触点		接触器（在非动作位置触点闭合）
	位置开关，动断触点		断路器
	手动开关的一般符号		隔离开关
	按钮开关（不闭锁）		具有中间断开位置的双向隔离开关
			负荷开关（负荷隔离开关）

