



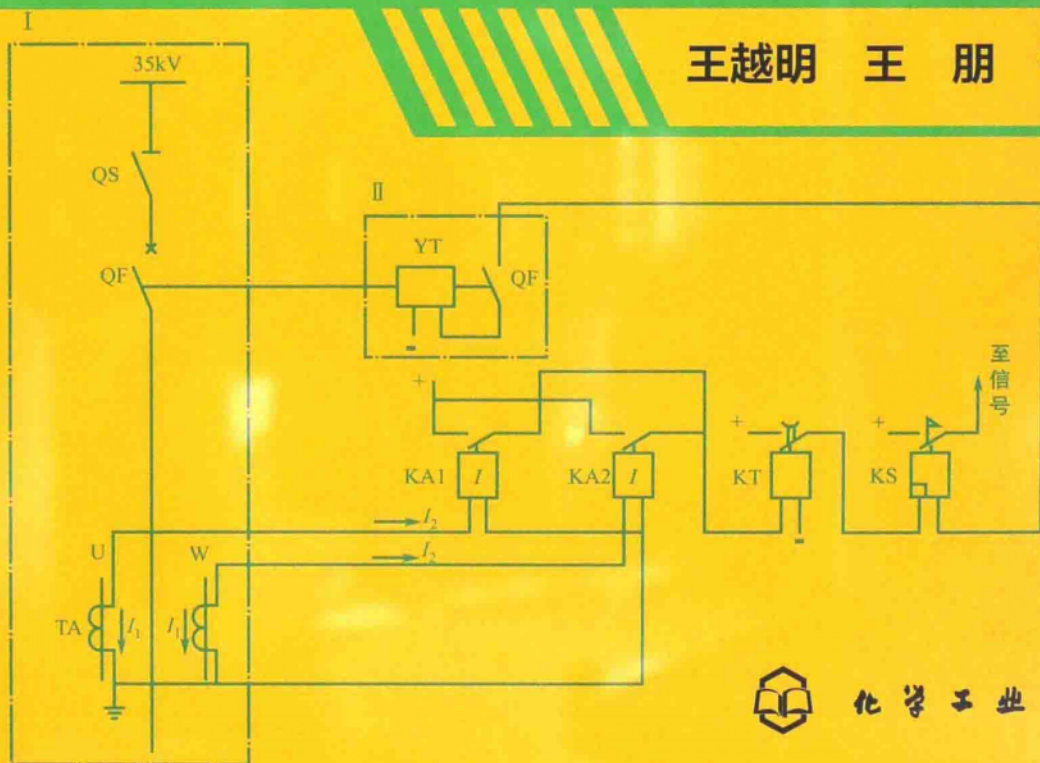
电气二次回路

DIANQI
ERCIHUILU
SHITU

识图

第二版

王越明 王朋 等编著



化学工业出版社

电气二次回路

DIANQI
ERCIHUILU
SHITU

识图

第二版



本书较全面系统地介绍了发电厂及变电站二次回路识图相关基础知识及典型二次回路的识图方法。内容包括二次回路概述及识图的基本知识、控制回路识图、中央信号回路识图、互感器及其二次回路识图、继电保护及自动装置二次回路识图、测量回路识图、操作电源识图及二次回路识图实例等。

本书内容深入浅出，简明扼要，并有完整的变电站二次回路识图实例分析，能帮助读者尽快掌握电气二次回路识图方法和技巧。

本书适合从事电气二次回路设计、安装、运行和调试的工程技术人员使用，亦可作为电力工程技术人员的培训教材和大专院校电气工程等专业教学用书。

ISBN 978-7-122-23123-9



9 787122 231239 >

定价：48.00元



www.cip.com.cn
读科技图书 上化工社网

销售分类建议：电工

电气二次回路

DIANQI
ERCIHUILU
SHITU

识图

第二版

王越明 王朋 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电气二次回路识图/王越明等编著. —2 版. —北京:
化学工业出版社, 2015. 3

ISBN 978-7-122-23123-9

I. ①电… II. ①王… 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 (2015) 第 039166 号

责任编辑: 高墨荣

装帧设计: 刘丽华

责任校对: 王素芹

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)

印刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装订: 三河市敞发装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 15¼ 字数 278 千字 2015 年 5 月北京第 2 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: 48.00 元

版权所有 违者必究

在发电厂和变电站中，一次设备和二次设备构成一个整体，只有两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。二次回路的故障常会破坏或影响电力生产的正常运行。二次回路虽非主体，但它在保证电力生产安全、向用户提供合格的电能方面起着极其重要的作用。

电气二次回路图是用电气元器件及设备的图形符号、文字符号和连线来表示系统或设备中各组成部分之间相互电气关系及其连接关系的一种图。二次回路图是电力系统安装、运行的重要图纸资料。在日常维护运行和检修试验中经常使用这些图纸。二次回路图的逻辑性很强，在绘制过程中遵循着一定的规律，因此看图时一定要抓住这个规律。为满足广大电气人员学习电气二次回路的需要，我们组织编写了本书。

本书第一版出版后受到读者的好评，本次修订，广泛听取了读者和同仁的建议，不仅修改了第一版中不足的地方，而且增加了完整的变电站二次回路识图实例，包括主变高低压侧交流回路、控制回路、保护回路以及 35kV 分路的二次回路分析，修订后的内容更加实用。

本书共分 9 章，较全面系统地介绍了发电厂及变电站二次回路识图相关基础知识及典型二次回路的识图方法。内容主要包括二次回路概述、电气二次回路图的识图知识、控制回路识图、中央信号回路识图、互感器及其二次回路识图、继电保护及自动装置二次回路识图、测量回路识图、操作电源识图及二次回路识图实例等内容。本书适合广大从事电气二次回路设计、安装、运行和调试的工程技术人员使用，亦可作为电力工程技术人员的培训教材和大专院校电气工程等专业教学用书。

本书由王越明、王朋等编著，其中，第 1 章、第 8 章由苏勋文编写，第 2 章、第 6 章、第 9 章由王越明编写，第 3 章由王朋编写，第 4 章、第 5 章由王振龙编写，第 7 章由刘睿编写。全书由黑龙江电力科学研究院马柏杨审阅。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

1

第 1 章

二次回路概述

- 1.1 二次回路的基本概念 / 2
 - 1.1.1 电气设备及一次和二次回路 / 2
 - 1.1.2 二次回路的任务及内容 / 3
- 1.2 二次回路图 / 4
 - 1.2.1 二次回路图的特点 / 4
 - 1.2.2 常用的二次接线图 / 5

2

第 2 章

电气二次回路图的识图知识

- 2.1 图形符号、文字符号及回路标号 / 10
 - 2.1.1 图形符号 / 10
 - 2.1.2 文字符号 / 12
 - 2.1.3 回路标号 / 13
- 2.2 识图要求和方法 / 15
 - 2.2.1 二次回路识图的基本要求 / 15
 - 2.2.2 二次回路识图的方法 / 16
- 2.3 二次回路识图的步骤及注意事项 / 17
 - 2.3.1 基本步骤 / 17
 - 2.3.2 注意事项 / 18
- 2.4 接线图识图 / 18
 - 2.4.1 原理接线图的识图 / 18

2.4.2 展开接线图的识图 / 20

2.4.3 安装接线图的识图 / 22

3

第3章

控制回路识图

3.1 断路器的控制信号回路 / 30

3.1.1 概述 / 30

3.1.2 控制开关 / 32

3.1.3 断路器控制信号回路识图 / 39

3.2 隔离开关的控制及闭锁回路 / 52

3.2.1 隔离开关控制回路识图 / 53

3.2.2 隔离开关的电气闭锁电路 / 55

3.3 控制回路识图实例 / 59

4

第4章

中央信号回路识图

4.1 中央信号回路简介 / 62

4.2 中央信号回路识图 / 63

4.2.1 事故音响信号回路 / 63

4.2.2 闪光信号装置 / 73

4.2.3 预告音响信号回路 / 74

5

第5章

互感器及其二次回路识图

5.1 电压互感器及其二次回路 / 84

5.1.1 电压互感器的基本知识 / 84

5.1.2 电压互感器的二次回路 / 94

5.2 电流互感器及其接线 / 99

5.2.1 电流互感器的基本知识 / 99

5.2.2 电流互感器的接线方式 / 100

5.2.3 电流互感器二次回路的要求 / 103

6

第 6 章

继电保护及自动装置二次回路识图

- 6.1 继电保护及自动装置的基本知识 / 106
 - 6.1.1 继电保护的基本知识 / 106
 - 6.1.2 自动装置的基本知识 / 107
 - 6.1.3 继电保护和自动装置二次回路识图方法 / 108
- 6.2 输电线路继电保护装置的二次回路识图 / 108
 - 6.2.1 阶段式电流保护的二次回路识图 / 108
 - 6.2.2 方向电流保护的二次回路识图 / 111
 - 6.2.3 方向性零序电流保护的二次回路识图 / 114
- 6.3 变压器保护的二次回路识图 / 117
 - 6.3.1 变压器的主保护二次回路识图 / 118
 - 6.3.2 变压器的后备保护二次回路识图 / 120
- 6.4 母线差动及失灵保护的二次回路识图 / 122
 - 6.4.1 单母线完全差动电流保护的二次回路识图 / 122
 - 6.4.2 元件固定连接的双母线差动保护的二次回路识图 / 124
 - 6.4.3 母联相位差动保护的二次回路识图 / 127
 - 6.4.4 失灵保护的二次回路识图 / 131
- 6.5 发电机保护的二次回路识图 / 132
 - 6.5.1 发电机的故障、异常运行状态及应装设的保护 / 132
 - 6.5.2 发电机保护二次回路识图 / 133
- 6.6 自动装置的二次回路识图 / 138
 - 6.6.1 自动重合闸的二次回路识图 / 138
 - 6.6.2 备用电源自动投入装置的二次回路识图 / 142

7

第 7 章

测量回路识图

- 7.1 电流、电压测量回路 / 150
 - 7.1.1 电流测量回路 / 150
 - 7.1.2 电压测量回路 / 151

- 7.2 功率测量回路 / 153
 - 7.2.1 有功功率的测量 / 153
 - 7.2.2 无功功率的测量 / 157
- 7.3 电能的测量回路 / 159
 - 7.3.1 有功电能的测量 / 160
 - 7.3.2 无功电能的测量 / 162
- 7.4 测量回路识图实例 / 165
- 7.5 交流电网绝缘监察装置 / 167
 - 7.5.1 中性点不直接接地系统单相接地时电压和电流的变化 / 167
 - 7.5.2 绝缘监察装置的原理及接线图 / 168

8

第8章 操作电源识图

- 8.1 概述 / 174
 - 8.1.1 对直流操作电源的基本要求 / 174
 - 8.1.2 直流操作电源的分类 / 174
- 8.2 蓄电池直流系统 / 176
 - 8.2.1 概述 / 176
 - 8.2.2 蓄电池直流系统的运行方式 / 177
 - 8.2.3 浮充电式直流系统识图 / 177
- 8.3 硅整流电容储能直流系统识图 / 179
 - 8.3.1 硅整流电容储能直流系统 / 179
 - 8.3.2 储能电容器的检查装置回路识图 / 180
- 8.4 直流系统监察装置和电压监视装置回路识图 / 182
- 8.5 事故照明切换电路识图 / 188

9

第9章 二次回路识图实例

- 9.1 主变的二次回路识图 / 192
 - 9.1.1 主变的交流回路 / 192
 - 9.1.2 主变的保护控制回路 / 194

9.1.3 主变的信号回路、端子排及设备表 / 200

9.2 线路的二次回路识图 / 202

9.2.1 交流回路 / 202

9.2.2 保护控制及信号回路 / 203

附录

附录 1 电气常用新旧图形符号对照表 / 208

附录 2 电气常用新旧文字符号对照表 / 217

附录 3 小母线新旧文字符号及其回路标号 / 218

附录 4 主接线图 / 220

附录 5 主变高压侧二次回路图 / 222

附录 6 主变低压侧二次回路图 / 226

附录 7 35kV 分路二次回路图 / 230

参考文献

1

第 章

二次回路概述

- 1.1 二次回路的基本概念 /2
- 1.2 二次回路图 /4

1.1 二次回路的基本概念

电能是现代工业生产的主要能源和动力。现代社会的信息技术和其他高新技术无一不是建立在电能应用的基础上。电力系统是由发电、变电、输电、配电和用电等环节组成的电能生产、传输、变换、分配和消费的系统。它将自然界的一次能源通过发电动力装置转化成电能，再经输电、变电和配电将电能供应到各用户。电力系统在各个环节和不同层次还具有相应的信息与控制系统，对电能的生产过程进行测量、调节、控制、保护、通信和调度，以保证用户获得安全、经济、优质的电能。

1.1.1 电气设备及一次和二次回路

为了满足电力生产和保证电力系统运行的安全性和经济性，发电厂和变电站中安装有各种电气设备，根据电气设备的作用不同，可将电气设备分为一次设备和二次设备。

通常把生产、变换、输送、分配和使用电能的设备，如发电机、变压器、电力电缆、母线、输电线路、断路器、隔离开关、电抗器、互感器、高压熔断器等称为一次设备，它们是构成电力系统的主体。

而把对一次设备进行监察、控制、测量、调节和保护的低电压设备，如测量仪表、控制和信号器具、继电保护装置、自动远动装置、操作电源、控制电缆和熔断器等称为二次设备。二次设备与一次设备之间取得电的联系要通过电压互感器和电流互感器。

在发电厂和变电站中，根据各种电气设备的作用及要求，按一定的方式用导体连接起来所形成的电路称为电气接线。其中，由一次设备，如发电机、变压器、断路器等，按预期生产流程所连成的电路，称为一次回路，或称电气主接线；由二次设备所连成的电路称为二次回路，或称二次接线。

电气主接线（即一次回路）表明电能汇集和分配的关系以及各种运行方式。电气主接线通常用按规定的图形符号和文字符号画成电气主接线图来表示。电气主接线图可画成三线图，也可画成单线图。三线图给出各相的所有设备的全图，比较复杂，故电气主接线图常用单线图表示，只有需要时才绘制三线图。但是要注意的是，单线图虽然绘出的是单相电路的连接情况，实际上却表示三相电路。在图中所有元件应表示正常状态，例如高压断路器、隔离开关均在断开位置画出。

1.1.2 二次回路的任务及内容

(1) 二次回路的任务

二次回路的任务是反映一次设备的工作状态、控制和调节一次设备，并且当一次设备发生故障时，能使故障部分迅速退出工作，以保证电力系统正常运行。因此二次回路是电力系统安全生产、经济运行、可靠供电的重要保障，是发电厂和变电所中不可缺少的重要组成部分。

(2) 二次回路的内容

二次回路根据完成的功能不同分为测量回路、继电保护和自动装置回路、控制回路、信号回路、调节回路、操作电源回路。

各回路组成及作用如下。

① 测量回路

a. 组成：由各种测量仪表及其相关回路组成。

b. 作用：指示或记录一次设备的运行参数，方便运行人员掌握一次设备的运行状况。

② 继电保护和自动装置回路

a. 组成：由测量部分、逻辑部分和执行部分组成。

b. 作用：自动判别一次设备的运行状态，在系统发生异常运行或故障时，发出异常运行信号或自动跳开断路器（切除故障）。当故障或异常运行状态消失后，快速投入断路器，恢复系统正常运行。

③ 控制回路

a. 组成：由控制开关、控制对象（断路器、隔离开关）的传递机构、操作（或执行）机构组成。

b. 作用：对控制对象进行“跳闸”或“合闸”操作。

④ 信号回路

a. 组成：由信号发送机构、传送机构及信号器具组成。

b. 作用：反映一、二次设备的工作状态。

⑤ 调节回路

a. 组成：由测量机构、传送机构、调节器和执行机构组成。

b. 作用：根据一次设备运行参数的变化，实时在线调节一次设备的工作状态，以满足运行要求。

⑥ 操作电源回路

a. 组成：由电源设备和供电网络组成。

b. 作用：供给上述回路工作电源。

如图 1-1 所示为各种二次回路的关系图。图中左侧部分为某一输电线路的一次回路，粗横线 WB 表示一次母线；QS 代表隔离开关；QF 代表断路器；TA 代表电流互感器；TV 代表电压互感器；T 代表所用变压器。图中右侧为对输电线路进行保护、监视和测量的二次回路。二次回路之间的相互联系以及二次回路与一次回路的关系分析如下。

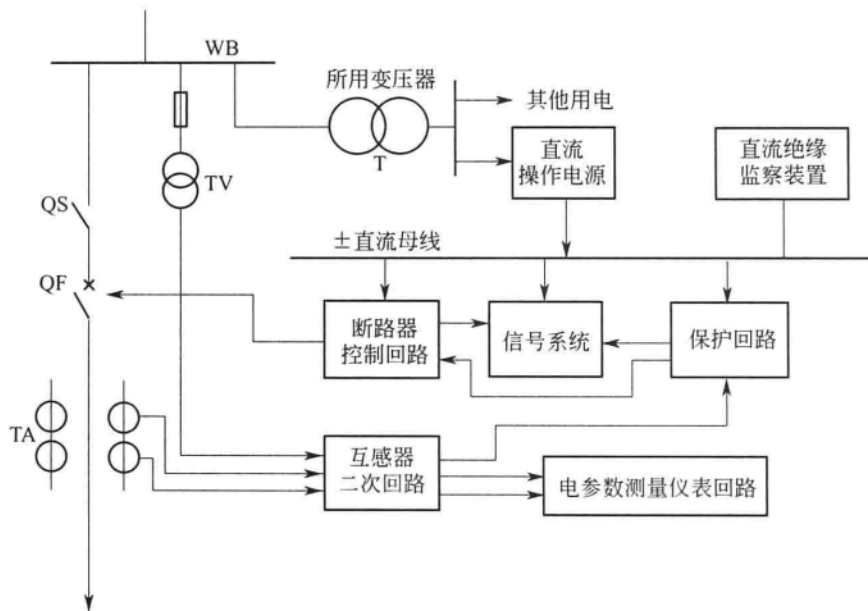


图 1-1 二次回路的关系图

从图中可以看出，所用变压器 T 的输出电压经整流装置提供直流操作电源，直流操作电源与二次直流 ± 小母线连接。断路器的控制回路、信号系统及保护回路直流部分的电源取自直流 ± 小母线。电流互感器和电压互感器将一次电流和电压变换为二次电流和电压送到测量回路和保护回路的交流部分中。断路器的控制回路一方面控制断路器 QF 的跳闸与合闸，同时与信号系统相连以使其在断路器跳、合闸后发信号。保护回路动作后既可以要求断路器控制回路去跳断路器，也可以要求信号系统发信号；测量回路可根据互感器送来的电流、电压反映一次设备的运行状况。

1.2 二次回路图

1.2.1 二次回路图的特点

二次回路图是电气工程图的重要组成部分。它与其他电气图相比，显得更复

杂一些。其复杂性主要因为二次回路自身具有以下特点。

① 二次设备数量多。随着一次设备的电压等级的升高、容量的增大,要求的自动化操作与保护系统也越来越复杂,二次设备的数量与种类也越多。

② 二次连线复杂。由于二次设备数量多,连接二次设备之间的连线也很多,而且二次设备之间的连线不像一次设备之间的连线那么简单。通常情况下,一次设备只在相邻设备之间连接,且导线的根数仅限于单相两根、三相三根或四根(带零线)、直流两根。而二次设备之间的连线可以跨越很远的距离和空间,且往往互相交错连接,另外,某些二次设备的引接线很多,例如,一个中间继电器的引入引出线多达20余根。

③ 二次设备的动作程序多,工作原理复杂。大多数一次设备动作过程是通或断,带电或不带电。而大多数二次设备的动作过程程序多,工作原理复杂。以一般保护电路为例,通常应有传感元件感受被测参量,再将被测量送到执行元件,或立即执行或延时执行,或同时作用于几个元件动作,或按一定次序作用于几个元件分别动作,动作之后还要发出动作信号,如音响、灯光显示。这样,二次回路图必然要复杂得多。

④ 二次设备工作电源种类多。在某一确定的系统中,一次设备的电压等级是很少的。如10kV配电变电所,一次设备的电压等级只有10kV和380/220V。但二次设备的工作电压等级和电源种类却可能有多种,有直流,有交流。有380V以下的各种电压等级,如220V、36V、24V、12V等。

1.2.2 常用的二次接线图

在电力生产中经常采用三种形式的二次接线图,即原理接线图、展开接线图和安装接线图。

(1) 原理接线图

原理接线图是用来表示二次回路中各元件的电气联系和工作原理的电气回路图。原理接线图能够清晰、明显地表示出仪表、继电器、控制开关以及辅助触点等二次设备和电源装置之间的电气连接及其相互动作的顺序和工作原理。见图2-4。

① 原理接线图的特点

a. 二次设备(仪表、继电器、控制开关等)以整体的形式画出,即电气元件的触点和线圈集中表示出来。

b. 二次回路的交流电流回路、交流电压回路、直流回路与一次回路的有关部分画在一起。

② 原理接线图的优缺点

优点：能够直观地表明设备的构成、数量及交流电压、交流电流回路和直流回路之间的联系；作为二次接线设计的原始依据。

缺点：a. 没有给出元件的内部接线及元件引出端子编号和回路编号，直流部分只是标出电源的极性，没有具体表示出从哪一组熔断器下面引出的，图中信号部分也只标出了“至信号”，而没有画出具体的接线；b. 元件和连线较多时，线条相互交叉，显得凌乱。不能作为二次回路的施工图。

(2) 展开接线图

展开接线图是设计、施工和运行中被广泛应用的二次接线图。展开接线图和原理接线图是一种接线的两种形式，见图 2-5。它是用来说明二次接线的动作原理，使阅读者便于了解整个装置的动作程序和工作原理。展开接线图的绘制有一定的规律和特点，掌握了这些规则和特点，才能很好地掌握展开接线图。其规律和特点如下。

① 二次设备按统一规定的图形符号和文字符号画出。常用设备的图形符号和文字符号见附录 1 和附录 2。

② 回路按供给二次设备的各个独立电源划分，各回路在图中分开表示。交流回路以电流互感器或电压互感器的一个二次绕组作为独立电源；直流回路以每组熔断器后引出作为独立电源。

交流回路分为交流电流回路和交流电压回路。交流电流回路的电源为电流互感器的二次绕组，包括保护、测量、自动装置回路等；交流电压回路的电源为电压互感器的二次绕组，包括保护、测量、自动装置、同期回路等。

③ 继电器和接触器的线圈和触点、仪表的电流和电压线圈、控制开关的各对触点、断路器和隔离开关的各个辅助触点，都分开画在所属的回路中，同一设备的文字符号必须相同。

④ 二次设备的连接次序从左到右，动作顺序从上到下，接线图的右侧有相应的文字说明。

⑤ 开关电器的触点采用开关断开时的状态，继电器的触点采用线圈不通电时的状态。应注意的是，继电器的线圈通电以后，并不一定会改变线圈不通电时触点的状态，只有通过继电器线圈的电流（或所加的电压）超过其整定值而使继电器动作时，触点的状态才会转换。

⑥ 二次设备间的连接按等电位原则和规定的数字进行标号。所谓等电位原则就是连接于同一等电位点的导线只编一个号。

⑦ 继电器的线圈和触点不在同一张图上时，要注明引来或引出处。

(3) 安装接线图

安装接线图是根据展开接线图绘制的，是制造厂生产加工控制屏（台）、继电保护屏和现场安装施工用的图，也是检修、运行试验等的主要参考图。安装接线图包括屏面布置图、屏背面接线图和端子排图。

① 屏面布置图 屏面布置图是表示屏上各个二次设备的位置、设备的排列关系及相互间距离尺寸的施工图。不论是设备外形尺寸、设备相互间距离尺寸，还是屏台外形尺寸，均按同一比例绘制。见图 2-6。

② 屏背面接线图 屏背面接线图是人站在屏后面看到的二次设备位置及排列顺序，其二次设备左右方向的排列顺序与屏正面布置图中设备排列顺序正相反。它是表示屏上各个二次设备在屏背面的引出端子之间的连接关系，以及屏上二次电气设备与端子排之间连接关系的施工图。

③ 端子排图 端子排图（从屏背后看）是表明屏内设备与屏外设备连接情况以及屏上需要装设的端子类型、数目以及排列顺序的图。见图 2-7。

安装接线图中各种仪表、继电器、开关、指示灯等元件以及连接导线，都是按照它们的实际位置和连接关系绘制的，为了施工和运行中检查的方便，所有设备的端子和导线都注有走向标志和编号。