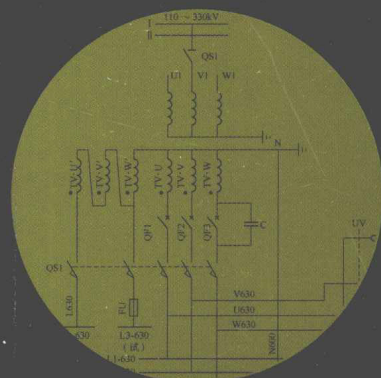


发电厂及变电站的 二次回路与故障分析

王越明 主编 王朋 副主编



FADIANCHANG JI BIANDIANZHAN DE
ERCI HUILU YU GUZHANG FENXI



化学工业出版社

发电厂及变电站的二次回路 与故障分析

王越明 主 编

王 朋 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

发电厂及变电站的二次回路及故障分析/王越明主编.
北京: 化学工业出版社, 2010.12
ISBN 978-7-122-09682-1

I. 发… II. 王… III. ①发电厂-二次系统②变电
所-二次系统 IV. TM645.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 201680 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 顾淑云

装帧设计: 王晓宇

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: 北京云浩印刷有限责任公司
720mm×1000mm 1/16 印张 13 字数 243 千字 2011 年 1 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: 29.00 元

版权所有 违者必究

前 言

电力系统是国民经济的重要组成部分，随着社会的发展，电力系统的规模越来越大，结构越来越复杂。二次回路在电力系统中起保护、控制、测量、监察的重要作用，它是经济、安全运行等的重要保证，二次回路的故障常会破坏或影响电力生产的正常运行。例如若某变电所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时，一旦系统发生故障，则可能会使断路器该跳闸的不跳闸，不该跳闸的却跳了闸，从而造成设备损坏、电力系统瘫痪的大事故；若测量回路有问题，必将影响计量，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。

本书在编写过程中，以有关国家标准、行业标准和专业性文件为指导，收集了近年来与本书有关的技术资料并结合现场实际加以整理、补充和完善。

本书共分两篇，较全面系统地介绍了发电厂及变电站二次回路的组成、工作原理及故障分析方法。第一篇主要包括二次回路的基本概念及接线图、互感器及其二次回路、测量回路、同步系统、断路器的控制与信号电路、隔离开关的控制和闭锁电路、中央信号及其他信号系统、发电机及变压器的二次回路、操作电源系统等内容；第二篇主要包括控制回路故障分析、信号回路故障分析、互感器二次回路故障分析、继电保护回路故障分析等内容，并配合具体故障实例讲解。全书内容深入浅出，简明扼要，方便读者学习阅读。

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的教学用书。

全书共 13 章，由黑龙江科技学院王越明任主编，王朋任副主编。第 1、2、10、11 章由王越明编写；第 3、4 章由黑龙江科技学院刘睿编写；第 5 章由哈尔滨工业大学刘鹏编写；第 6~8 章由王朋编写；第 9 章由黑龙江大学庞桂云编写；第 12、13 章由黑龙江省电力科学研究所马柏杨编写。全书由郭明良主审。

由于编者水平有限，时间仓促，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录

第一篇 发电厂及变电站的二次回路

第 1 章 二次回路概述	2
1.1 二次回路的基本概念	2
1.2 二次回路的接线图	3
1.2.1 原理接线图	3
1.2.2 展开接线图	5
1.2.3 安装接线图	6
第 2 章 互感器及其二次回路	8
2.1 电压互感器及其二次回路	8
2.1.1 电压互感器的基本知识	8
2.1.2 电压互感器二次回路	13
2.2 电流互感器	20
2.2.1 电流互感器的分类及特点	20
2.2.2 电流互感器的接线方式	22
2.2.3 电流互感器的误差和准确度	24
2.2.4 电流互感器二次回路的要求	25
第 3 章 测量回路	27
3.1 功率测量回路	27
3.1.1 有功功率的测量	27
3.1.2 无功功率的测量	31
3.2 电能测量回路	35
3.2.1 有功电能的测量	35
3.2.2 无功电能的测量	37
3.3 交流电网绝缘监察装置	40
3.3.1 中性点不直接接地系统单相接地时电压和电流的变化	41
3.3.2 绝缘监察装置的原理及接线图	42
第 4 章 同步系统	46
4.1 同步系统概述	46

4.1.1	同步并列的方法	46
4.1.2	同步点的设置	47
4.2	同步测量表计及其接线	48
4.2.1	1T1-S型电磁式同步表	49
4.2.2	组合式同步表	52
4.3	同步电压的引入	54
4.3.1	三相接线方式同步电压的引入	54
4.3.2	单相接线方式同步电压的引入	58
4.4	手动准同步并列回路	61
4.4.1	组合同步表测量回路	62
4.4.2	待并发电机调速回路	63
4.4.3	同步闭锁回路	64
4.4.4	同步点断路器的合闸回路	65
4.5	同步合闸的断路器控制回路	67
第5章	断路器的控制与信号回路	69
5.1	概述	69
5.1.1	断路器的操作机构	69
5.1.2	断路器的控制类型	70
5.2	断路器的控制信号回路	70
5.2.1	断路器控制回路的基本要求	70
5.2.2	控制开关	71
5.2.3	断路器的基本控制回路	75
5.2.4	断路器的防跳回路	76
5.2.5	断路器的位置指示回路	78
5.2.6	事故音响信号启动回路	81
5.2.7	断路器控制回路完好性的监视	82
5.3	断路器的实用控制信号回路	82
5.3.1	灯光监视的断路器控制与信号回路	82
5.3.2	音响监视的断路器控制与信号回路	88
第6章	隔离开关的控制和闭锁回路	91
6.1	隔离开关的控制及位置指示回路	91
6.1.1	隔离开关的控制回路	91
6.1.2	隔离开关的位置指示回路	94
6.2	隔离开关的电气闭锁回路	95
第7章	中央信号及其他信号系统	99
7.1	概述	99

7.1.1	信号回路的分类	99
7.1.2	中央信号的形式	100
7.1.3	信号回路的基本要求	101
7.2	中央信号系统	101
7.2.1	事故信号系统	101
7.2.2	预告信号系统	113
7.3	发电机指挥信号	119
第8章	发电机及变压器的二次回路	122
8.1	发电机的二次回路	122
8.1.1	励磁系统的控制回路	122
8.1.2	复式励磁系统控制、测量及信号原理接线图	124
8.2	变压器的二次回路	129
8.2.1	强迫油循环风冷却器控制回路	129
8.2.2	变压器有载调压回路	134
第9章	操作电源	136
9.1	概述	136
9.1.1	对操作电源的基本要求	136
9.1.2	操作电源的分类	136
9.1.3	直流负荷的分类	138
9.2	蓄电池直流系统	140
9.2.1	蓄电池的容量及放电率	140
9.2.2	蓄电池直流系统的分类	141
9.2.3	蓄电池直流系统的运行方式	142
9.2.4	镉镍蓄电池的直流系统	143
9.3	硅整流电容储能直流系统	146
9.3.1	硅整流电容储能直流系统	146
9.3.2	储能电容器的检查装置	148
9.4	直流系统监察装置和电压监察装置	150

第二篇 二次回路的故障分析

第10章	控制回路故障分析	158
10.1	断路器控制回路故障分析	158
10.1.1	断路器二次回路元件更换不当引发的故障分析	158
10.1.2	KYN28型高压开关柜手车式断路器故障分析及处理	158
10.1.3	220kV断路器无故障自动分闸	160

10.1.4	GIS 断路器控制回路故障的分析与处理	161
10.2	隔离开关控制回路对地短路引起的误动分析	164
第 11 章	信号回路故障分析	168
11.1	中央信号系统故障分析	168
11.1.1	事故信号电源消失的原因分析及处理方法	168
11.1.2	信号继电器不掉牌的故障分析	169
11.1.3	预告信号回路电源监视灯故障原因分析及处理	172
11.2	其他信号故障分析	173
11.2.1	合、分闸红绿灯不亮的处理	173
11.2.2	接地灯亮和音响时实际未接地的处理	174
第 12 章	互感器二次回路故障分析	175
12.1	电压互感器二次回路故障分析	175
12.1.1	电压互感器三次绕组引出线短路造成的事故	175
12.1.2	电压互感器接线错误引起主变压器零序电压保护误动跳闸	177
12.2	电流互感器二次回路故障分析	179
第 13 章	继电保护回路故障分析	181
13.1	变压器差动保护误动	181
13.2	变压器气体继电器故障分析	181
13.3	220kV 线路距离保护误动事故分析	183
附录	184
附表 1	电气常用新旧图形符号对照表	184
附表 2	电气常用新旧文字符号对照表	193
附表 3	小母线新旧文字符号及其回路标号	194
参考文献	196

第一篇

发电厂及变电站的二次回路

第 1 章 二次回路概述

1.1 二次回路的基本概念

电力系统是发电、送电、变电、配电、用电各个环节的各种电气设备连成的整体。直接生产、输送、分配电能的高电压、大电流的设备，称为一次设备（或主设备），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；而对一次设备进行监察、控制、测量、调节和保护的低压设备，称为二次设备（或辅助设备），二次设备包括测量仪表、控制和信号器具、继电保护装置、自动运动装置、操作电源、控制电缆和熔断器等。

我们把发电厂或变电站内一次设备按照工作关系互相连接而构成的电路称为一次回路（或主回路），而把二次设备相互连接而构成的电路称为二次回路。

二次回路的基本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。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，是发电厂和变电站中不可缺少的重要组成部分。

二次回路根据完成的功能不同分为控制回路、信号回路、测量回路、调节回路、继电保护和自动装置回路、操作电源回路。各回路组成及作用如下。

（1）测量回路

① 组成：由各种测量仪表及其相关回路组成。

② 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

① 组成：由测量部分、逻辑部分和执行部分组成。

② 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

① 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。

② 作用：对控制对象进行“跳闸”或“合闸”操作。

③ 分类

a. 按控制距离可分为：就地控制和距离控制两种；

b. 按自动化程度可分为：手动控制和自动控制两种；

c. 按控制方式可分为：集中控制和分散控制两种。对于集中控制又分为“一对一”控制和“一对N”的选线控制两种；而对于分散控制只有“一对一”控制方式；

d. 按电源的性质可分为：交流操作和直流操作两种；

e. 按电源电压和电流的大小可分为：强电控制和弱电控制两种。

(4) 信号回路

① 组成：由信号发送机构、传送机构及信号器具组成。

② 作用：反映一、二次设备的工作状态。

③ 分类

a. 按信号性质可分为：事故信号、预告信号、指挥信号和位置信号；

b. 按信号的显示方式可分为：灯光信号和音响信号两种；

c. 按信号的复归方式可分为：手动复归和自动复归两种。

(5) 调节回路

① 组成：由测量机构、传送机构、调节器和执行机构组成。

② 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) 操作电源系统

① 组成：由电源设备和供电网络组成。

② 作用：为控制、信号回路，继电保护和自动装置等提供工作电源。

1.2 二次回路的接线图

二次回路的接线图是以国家规定通用的图形符号和文字符号来表示二次设备的互相连接关系。常见的有原理接线图、展开接线图和安装接线图三种。

1.2.1 原理接线图

原理接线图是用来表示仪表、继电器、控制开关、信号装置、自动装置等二次设备和电源装置的电气联系及相互动作的顺序和工作原理的电气回路图。

(1) 原理接线图的特点

① 二次接线和一次接线的相关部分画在一起，原理接线图中所有电气元件

都是以整体的形式表示，其相互联系的电流回路、电压回路和直流回路，都综合在一起，能表明二次设备的构成、数量及电气连接情况，使看图者对整个装置的构成有一个明确的整体概念。

② 用统一的图形和文字符号表示，按动作顺序画出，便于分析动作原理，使看图者对动作过程有一个明确的概念，是绘制展开接线图等其他工程图的原始依据。

(2) 原理接线图中各元件的结构和功能以及整套装置的动作原理

下面以 35kV 线路过电流保护原理接线图为例，说明原理接线图的特点。

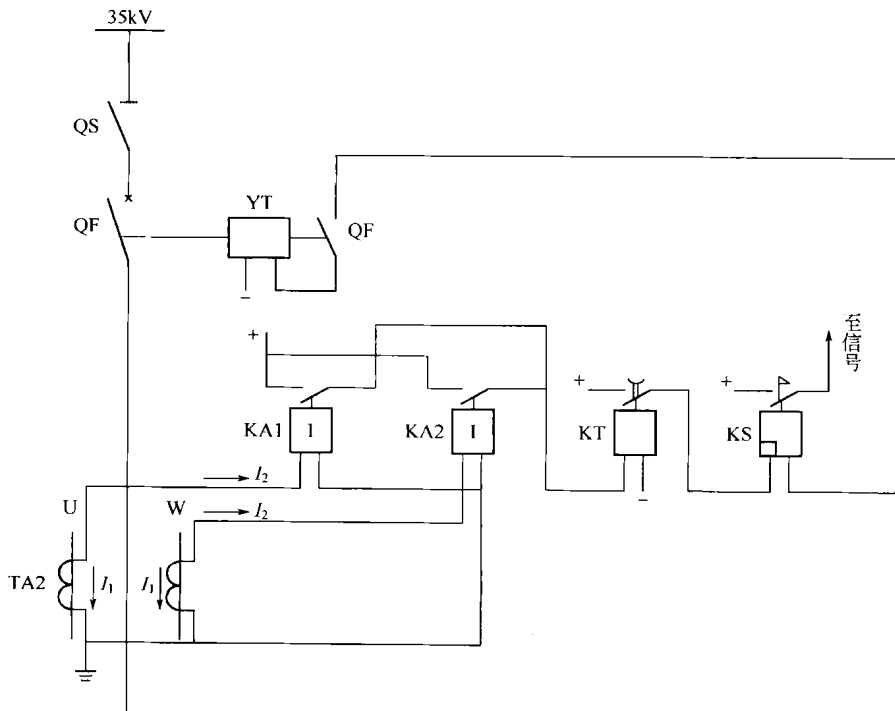


图 1-1 35kV 线路过流保护原理接线图

如图 1-1 所示为 35kV 线路过流保护原理接线图，由图可见，整套保护装置由四只继电器组成：两只电流继电器 KA1、KA2，一只时间继电器 KT 及一只信号继电器 KS。

① 元件结构及功能

a. 电流互感器 (TA)：其一次绕组流过系统大电流 I_1 ，二次绕组中流过变化了的小电流 I_2 ， I_2 的额定值为 5A。

b. 电流继电器 (KA)：其线圈接于 U、W 相电流互感器的二次线圈回路中，线圈流过电流互感器的二次电流 I_2 ，当 I_2 达到电流继电器的动作值时，其动合触点闭合，接通外电路。

c. 时间继电器 (KT): 线圈通电, 其动合触点延时闭合, 接通外电路。

d. 信号继电器 (KS): 线圈通电, 其动合触点闭合, 接通信号回路, 且掉牌, 以便值班人员辨识其动作与否。若信号继电器动作, 需手动复归, 以便准备下一次动作。

e. 断路器跳闸线圈 (YT): 线圈通电, 断路器跳闸。

f. 断路器 (QF): 合闸线圈通电, 断路器主触点接通大电流, 其辅助触头相应切换, 即动合触点闭合, 接通外电路, 同时动断触点断开, 切断外电路。

② 装置动作原理。当出现相间短路时, 电流互感器一次侧 U 相或 W 相绕组流过短路电流, 其二次绕组感应出 I_2 流经电流继电器线圈, 电流继电器动作, 其动合触点闭合, 将由直流操作电源正母线来的电源加在时间继电器 KT 的线圈上, 时间继电器 KT 启动, 经一定时限后其延时动合触点闭合, 正电源经过其触点和信号继电器 KS 的线圈以及断路器的动合辅助触点 QF 和断路器跳闸线圈 YT 接至负电源。信号继电器的 KS 的线圈和跳闸线圈 YT 中有电流流过。两者同时动作, 跳闸线圈 YT 动作使断路器 QF 跳闸, 信号继电器 KS 动作发出信号。

原理接线图主要用于表示继电保护和自动装置的工作原理和构成这套装置所需要的设备, 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, 因此只可作为二次回路设计的原始依据, 而不能作为二次回路的施工图。

1.2.2 展开接线图

展开接线图以分散的形式表示二次设备之间的电气连接。它按照供电电源的不同划分成不同的独立回路, 同一元件的线圈和触点要分开表示在对应回路中, 属于同一元件的线圈和触点要用相同的文字符号表示。

(1) 展开接线图的特点

① 按不同电源划分成多个独立回路, 一般有交流电流回路、交流电压回路、直流控制回路、直流信号回路等几个主要部分。每一部分又分成多行。交流回路: 如电流回路、电压回路, 按 U、V、W、N 相序分行排列; 直流回路: 如控制回路、信号回路、保护回路等。按继电器 (装置) 的动作顺序, 各行自上而下排列。在每一行中各组件的线圈和触点是按实际连接顺序排列的。

② 在每一回路的右侧通常有对应文字说明 (回路名称、用途等), 便于分析和读图。展开图中各元件都有国家统一规定的图形符号和文字符号, 附表 1 给出二次回路中常用到的图形符号。

③ 各行还根据等电位原则进行编号 (即回路编号), 同时还要表示出线圈和元件的端子号, 便于分类查线、维修和施工。回路编号见附表 3。

在二次回路中所有开关电器和继电器的触点都是按照它们的正常状态表示的。所谓正常状态是指开关电器在断开位置和继电器线圈中没有电流时的状态。因此通常所说的动合触点（或常开触点）是继电器线圈不通电时，该触点是断开的；动断触点（常闭触点）是继电器不通电时，该触点是闭合的。

（2）读展开接线图的方法

- ① 先看一次接线，后看二次接线；
- ② 先看交流回路，再看直流回路；
- ③ 对各种继电器和装置，先找到启动线圈，再找相应的触点；
- ④ 对同一回路，由上至下；对同一行，由左至右；
- ⑤ 对于事故设备分析，先找到动作部分，再找相应的信号。

下面以 35kV 线路过电流保护展开接线图为例，说明原理接线图的特点。

如图 1-2 所示是根据图 1-1 所示的原理图绘制的展开接线图。图 1-2 (a) 为与保护回路有关的 35kV 输电线路一次系统的示意图，从图纸右侧对应的文字说明可知：图 1-2 (b) 为交流电流回路，这个回路是整套保护的测量部分，作为保护用的电流互感器 TA2 的二次绕组为该电流回路的电源，每相接入一只电流继电器线圈，由公共线连成回路，构成不完全星形接线，U421、W421、N421 为回路编号；图 1-2(c) 为直流回路，左、右侧的竖线表示正、负电源，正、负电源是由变电站直流屏引出的，构成操作电源的正电源小母线（+）、负电源小母线（-），经熔断器 1FU、2FU 引下，所有回路分别列于正、负电源之间，其动作顺序从左到右，从上到下。M703、M716 为掉牌未复归小母线。整套保护动作顺序为：当被保护线路上发生过电流时，交流电流回路中的电流继电器 KA1 或 KA2 动作，其在直流回路中的动合触点闭合，接通时间继电器 KT 的线圈回路。时间继电器动作后经过整定时限其延时触点闭合，接通跳闸回路。断路器在合闸状态时，其与主轴联动的常开辅助触点 QF 是闭合的，因而此时在跳闸线圈 YT 中有电流流过，使断路器跳闸。同时串联于跳闸回路中的信号继电器 KS 动作并掉牌，其在信号回路中的触点 KS 闭合，接通小母线 M703 和 M716，M703 接信号正电源，M716 经光字牌的信号灯接负电源，光字牌点亮，给出正面标有“掉牌未复归”的灯光信号。

比较图 1-1 和图 1-2 可见，展开接线图接线清晰，动作程序层次分明，容易跟踪回路的动作顺序。由于原理接线图不能作为施工图，所以展开接线图得到了广泛的应用。展开接线图是制造、安装、运行的重要技术图纸，也是绘制安装接线图的主要依据。

1.2.3 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

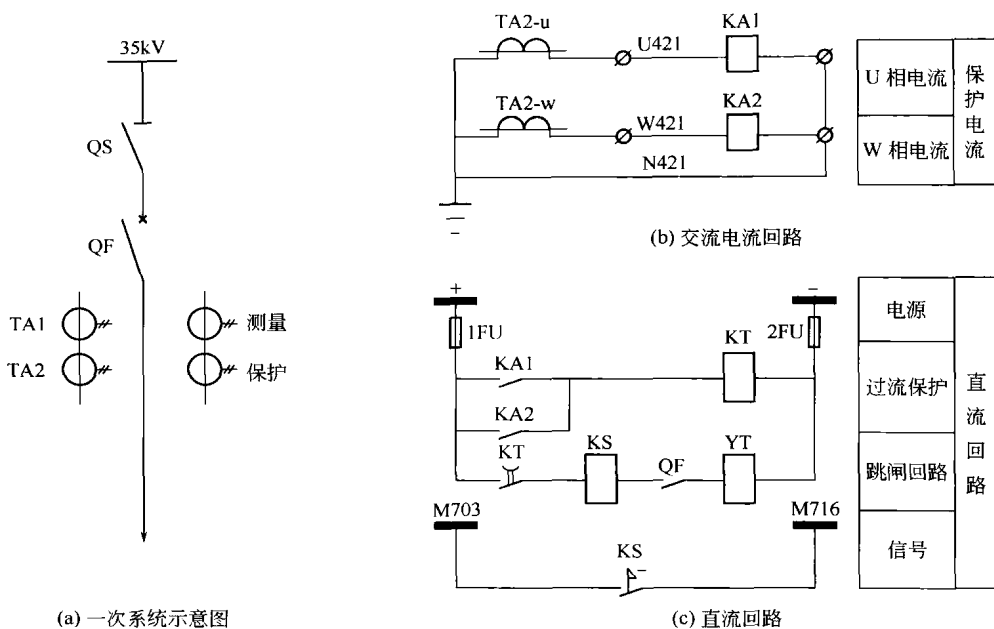


图 1-2 35kV 线路保护展开接线图

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

屏面布置图表示屏上各个元件二次设备位置、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。

(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）表明屏内设备与屏外设备连接情况以及屏上需要设置的端子类型、数目以及排列顺序的图。

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。

第2章 互感器及其二次回路

互感器是一种电量传变装置，是一种特殊用途的变压器，通过互感器可将电压或电流按规定比例改变而频率保持不变，给测量仪器、仪表或保护和自动装置供电。互感器分为电压互感器（TV）与电流互感器（TA）两大类。

互感器的主要用途如下。

① 电压互感器将高电压变为标准的低电压，电流互感器将大电流变为标准的小电流。如果与测量仪器、仪表配合，则可测量电力设备的电压、电流和功率（或电能）；而与继电器或其他控制、保护设备配合，可对系统的重要电力设备进行过电压、过电流和接地故障保护。

② 应用互感器使测量仪表及保护装置得以与系统的高电压隔离，保证了操作人员和设备的安全，同时可使测量仪表、继电保护及自动装置标准化、小型化。

2.1 电压互感器及其二次回路

电压互感器是在正常使用情况下，其二次电压与一次电压成正比，而其相位差在连接方法正确时接近于零的互感器。电压互感器的一次绕组与电力系统的一次回路并联，二次绕组与测量仪表、继电保护及自动装置的电压线圈并联。

2.1.1 电压互感器的基本知识

（1）电压互感器的分类

① 按工作原理分：电磁式电压互感器和电容分压式电压互感器。

电磁式电压互感器的原理与基本结构和变压器完全相似；电容式电压互感器是由电容分压器、补偿电控器、中间变压器、阻尼器及载波装置保护间隙等组成，常在中性点接地系统中作电压测量、功率测量、继电保护及载波通信用。

② 按相数分：单相电压互感器和三相电压互感器。

电压互感器大多是单相的。由三台单相电压互感器可组成三相电压互感器；三相电压互感器包括三相三柱式和三相五柱式。

③ 按绝缘介质分：干式电压互感器、浇注式电压互感器、气体绝缘电压互感器和油浸式电压互感器。浇注式适用于 35kV 及以下的电压互感器，110kV 及

以上的电压互感器主要采用油浸式。

④ 按绕组数分：双绕组互感器和多绕组互感器。

双绕组有一个一次绕组和一个二次绕组，多绕组有一个一次绕组和多个二次绕组。专供测量用的电压互感器除一次绕组外，只有一个二次绕组给测量仪表供电即可。应用于电力系统的电压互感器，除要求有一个或两个二次绕组输出信号给测量或过电压保护装置外，还需要提供接地故障保护所需要的零序电压信号，这就要求互感器应做成三绕组或四绕组互感器。

⑤ 按安装地点分：户内型互感器和户外型互感器。

(2) 电压互感器的特点

① 电压互感器二次绕组的额定电压。当一次绕组电压为额定值时，二次额定线电压为 100V ，额定相电压为 $100/\sqrt{3}\text{V}$ 。对三相五柱式电压互感器辅助二次绕组额定相电压；用于 35kV 及以下中性点不直接接地系统为 $\frac{100}{3}\text{V}$ ；用于 110kV 及以上中性点直接接地系统为 100V 。

② 电压互感器的变比。若电压互感器一次绕组为 N_1 匝，额定相电压为 U_{1N} ；二次绕组为 N_2 匝，额定相电压为 U_{2N} ，则变比 n_{TV} 为

$$n_{\text{TV}} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_{1N}}{U_{2N}}$$

电压互感器的变比等于一、二次绕组匝数之比，也等于一、二次额定相电压之比。

对于三相五柱式电压互感器，为了使开口三角侧输出的最大二次电压不超过 100V ，其变比 n_{TV} 有如下两种情况。

a. 用于 35kV 及以下中性点不直接接地系统，其变比 n_{TV} 为

$$n_{\text{TV}} = U_{1N} \left/ \frac{100}{\sqrt{3}}\text{V} \right/ \frac{100}{3}\text{V}$$

b. 用于 110kV 及以上中性点直接接地系统，其变比 n_{TV} 为

$$n_{\text{TV}} = U_{1N} \left/ \frac{100}{\sqrt{3}}\text{V} \right/ 100\text{V}$$

③ 电压互感器二次侧不允许短路。并接在电压互感器二次绕组上的二次负载，是测量仪表、继电保护及自动装置的电压线圈，电压线圈导线较细，负载阻抗较大，负载电流很小，所以电压互感器正常运行时近似于空载运行的变压器。由于电压互感器内阻抗很小，若二次回路短路时，会出现危险的过电流，将损坏二次设备和危及人身安全。

(3) 电压互感器的极性

如图 2-1 所示为单相电压互感器的接线图。单相电压互感器一、二次侧引出