

电气二次接线识图

文锋 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

M645.2

1629

197463

TM645.2

W629

电气二次接线识图

主 编 文 锋

副主编 张尔桦 黄平平

主 审 郭荣兴



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

全书共分十二章，主要内容有电气控制接线概述、互感器及其接线、断路器及其控制、隔离开关及其控制、信号系统、测量及监察系统、输电线路保护、变压器保护、母线差动保护及断路器失灵保护、自动装置、操作电源及接线、控制接线的安装施工图等。

全书内容新颖、实用，由浅入深、通俗易懂、图文并茂，可供从事电气运行、检修、试验的青年电工及工矿企业、电力系统电工和农村电工阅读，也可供电力中专、电力技校的学生学习使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气二次接线识图/文锋主编.-北京:中国电力出版社,2000.1

ISBN 7-5083-0201-X

I. 电… II. 文… III. 二次系统-导线连接-识图法 IV. TM645.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 70705 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

保定列电印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2000 年 2 月第一版 2000 年 2 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 32 开本 7.125 印张 156 千字 1 插页
印数 0001—4000 册 定价 13.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

目 录

前言

第一章 电气控制接线概述	1
第一节 看二次接线图的基本方法	2
第二节 原理接线图	3
第三节 展开接线图	5
第四节 安装接线图	7
第二章 互感器及其接线	9
第一节 电流互感器及其接线	9
第二节 电压互感器及其接线	14
第三节 电压互感器实用接线分析	17
第三章 断路器及其控制	22
第一节 断路器及控制开关	22
第二节 断路器的基本控制回路	29
第三节 实用的断路器控制回路与 信号回路	39
第四章 隔离开关及其控制	46
第一节 隔离开关及其位置信号	46
第二节 隔离开关的控制回路	48
第三节 隔离开关的闭锁回路	52
第五章 信号系统	58
第一节 信号系统概述	58
第二节 中央事故信号系统	59
第三节 中央预告信号系统	70
第四节 闪光信号装置	78
第六章 测量及监察系统	82
第一节 有功功率和电能的测量	82

第二节	无功功率和电能的测量	91
第三节	交流电网绝缘监察装置	97
第七章	输电线路保护	103
第一节	两段式过电流保护	104
第二节	方向过电流保护	107
第三节	零序方向电流保护	111
第四节	距离保护	115
第五节	高频闭锁距离保护	131
第八章	变压器保护	151
第一节	气体保护	151
第二节	电流速断保护	152
第三节	过电流保护	154
第四节	三绕组变压器保护装置	157
第九章	母线差动保护及断路器失灵保护	167
第一节	单母线完全差动电流保护	167
第二节	固定连接的双母线差动保护	168
第三节	电流相位比较式母线差动保护	172
第四节	断路器失灵保护	178
第十章	自动装置	182
第一节	备用电源自动投入装置	182
第二节	输电线路自动重合闸装置	185
第三节	自动按频率减负荷装置	189
第十一章	操作电源及接线	191
第一节	操作电源概述	191
第二节	蓄电池组直流电源系统	193
第三节	整流操作的直流电源系统	197

第四节	直流绝缘监察装置和电压监察装置	203
第十二章	控制接线的安装施工图	207
第一节	安装施工图概述	207
第二节	屏面布置图	208
第三节	端子排图	209
第四节	屏背面接线图	211
附表	电气二次接线常用设备文字符号表	218

第一章

电气控制接线概述

电能的生产、输送和分配，需要大量的电气设备，这些设备经各种接线相连接，构成复杂的电力系统。在发电厂和变电所中，通常将电气接线分为一次接线和二次接线，其中的电气设备也分为一次设备和二次设备。

一次设备是指直接生产、输送和分配电能的高电压、大电流的设备，又称为主设备，包括发电机、变压器、断路器、隔离开关、电力电缆、母线、输电线、电抗器、避雷器、高压熔断器、电流互感器、电压互感器等。由一次设备连接在一起构成的电路，称为一次接线或主接线。

二次设备是指对一次设备进行监察、控制、测量、调整和保护的低电压设备，又称为辅助设备，包括测量仪表、控制和信号器具、继电保护装置、自动远动装置、操作电源、控制电缆及熔断器等。由二次设备互相连接构成的电路称为二次接线，又称为二次回路。

二次接线是发电厂和变电所电气接线的重要组成部分，是电力系统安全生产、经济运行的可靠保障。二次接线的基本任务是：反映一次设备的工作状况，控制一次设备；当一次设备发生故障时，能将故障部分迅速退出工作，以保持电力系统处在最佳运行状态。

电力系统由一次接线和二次接线共同组成，他们是不可分割的一个整体。如果将电力系统比喻成一个人的话，其一次接线是人的骨骼和肌肉，而二次接线则是人的神经系统，只

有二者都处在良好的状态,才能保证电力系统的正常运行。尤其是在高度自动化的现代电网中,二次接线的重要作用更突出。

二次接线图以国家规定的统用图形符号和文字符号来表示二次设备的相互连接关系。我国在电力生产中常采用三种形式的工程图纸,即原理接线图、展开接线图和安装接线图。美国采用逻辑图、原理图、接线图三种形式。二次接线图的绘制原则是接线简明清晰,能准确地表示系统的运行工况,便于现场施工和调试操作,便于实现自动化,其绘制标准参照国际电工委员会(IEC)发布的电气图形符号标准。

第一节 看二次接线图的基本方法

二次接线的最大特点是其设备、元件的动作严格按照设计的先后顺序进行,其逻辑性很强,所以读图时只需按一定的规律进行,便会显得条理清楚,易读易记。

看图的基本方法可以归纳为如下六句话(即六先六后):

先一次,后二次;先交流,后直流;先电源,后接线;先线圈,后触点;先上后下;先左后右。下面对这六先六后作一说明。

所谓“先一次,后二次”,就是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,弄清是什么设备和工作性质,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。

所谓“先交流,后直流”,就是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）。

所谓“先电源，后接线”，就是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），再由此顺回路接线往后看：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。

所谓“先线圈，后触点”，就是先找到继电器或装置的线圈，再找到其相应的触点。因为只有线圈通电（并达到其起动作值），其相应触点才会动作；由触点的通断引起回路的变化，进一步分析整个回路的动作过程。

所谓“先上后下”和“先左后右”，可理解为：一次接线的母线在上而负荷在下；在二次接线的展开图中，交流回路的互感器二次侧线圈（既电源）在上，其负载线圈在下；直流回路正电源在上，负电源在下，驱动触点在上，被起动的线圈在下；端子排图、屏背面接线图一般也是由上到下；单元设备编号，则一般是由左至右的顺序排列的。

以上所说的“六先六后”是二次接线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。后面对电力生产中常用的原理接线图、展开接线图和安装接线图分别进行介绍。

第二节 原理接线图

二次接线的原理接线图是用来表示二次接线各元件（二次设备）的电气连接及其工作原理的电气回路图。

原理接线图的特点如下：

(1) 二次接线和一次接线的相关部分画在一起，且电气元件以整体的形式表示（线圈与触点画在一起），能表明各二次设备的构成、数量及电气连接情况，图形直观形象，便于设计构思和记忆。

(2) 用统一的图形和文字符号表示，按动作顺序画出，便于分析整套装置的动作原理，是绘制展开接线图等其他工程图的原始依据。

(3) 其缺点是不能表明元件的内部接线、端子标号及导线连接方法等，因此不能作为施工图纸。

下面以图 1-1 所示的 6~10kV 线路的过电流保护原理接线图为例，说明这种接线图的特点。

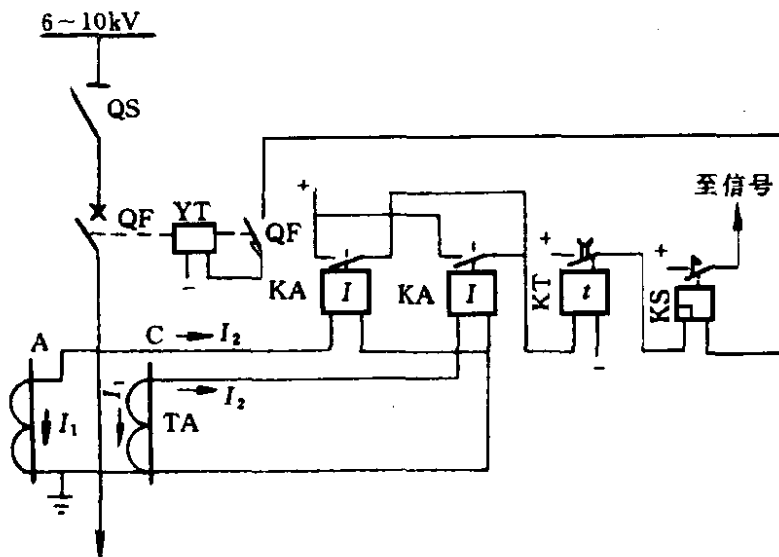


图 1-1 10kV 线路过电流保护原理接线图

由图 1-1 可见，电流继电器 KA 经电流互感器 TA 的二次绕组接入系统的 A、C 相线路，当 A 相或 C 相发生短路时，电流互感器一次绕组流过短路电流 I_1 ，其二次绕组感应出 I_2 流经电流继电器 KA 线圈，KA 起动，其动合触点闭合，将直流操作电源正母线经时间继电器 KT 线圈接至负母线，KT

起动，经一定时限后其延时动合触点闭合，正电源经 KT 触点、信号继电器 KS 的线圈、断路器的动合辅助触点 QF 以及断路器的跳闸线圈 YT 接至负电源。信号继电器 KS 和断路器 QF 同时起动，使断路器跳闸，并经信号继电器 KS 的动合触点发出信号。

原理接线图表明继电保护和自动装置的工作原理和构成这套装置所用的设备，没有标明具体的接线端子和回路编号，因此只有原理接线图是不能用于施工的，在现场工作中展开接线图得到了广泛应用。

第三节 展开接线图

展开接线图是根据原理接线图绘制的。展开接线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，是安装、调试和检修的重要技术图纸，也是绘制安装接线图的主要依据。

展开接线图的特点如下：

(1) 按不同电源回路划分成多个独立回路。例如：交流回路，又分电流回路和电压回路，都是按 A、B、C、N 相序分行排列的。直流回路，又分控制回路、合闸回路、测量回路、保护回路和信号回路等；在这些回路中，各继电器（装置）的动作顺序是自上而下、自左至右排列的。

(2) 在图形的上方有对应的文字说明（回路名称、用途等），便于读图和分析。

(3) 各导线、端子都有统一规定的回路编号和标号，便于分类查线、施工和维修。

下面以 6~10kV 线路过电流保护为例说明展开接线图

的特点。

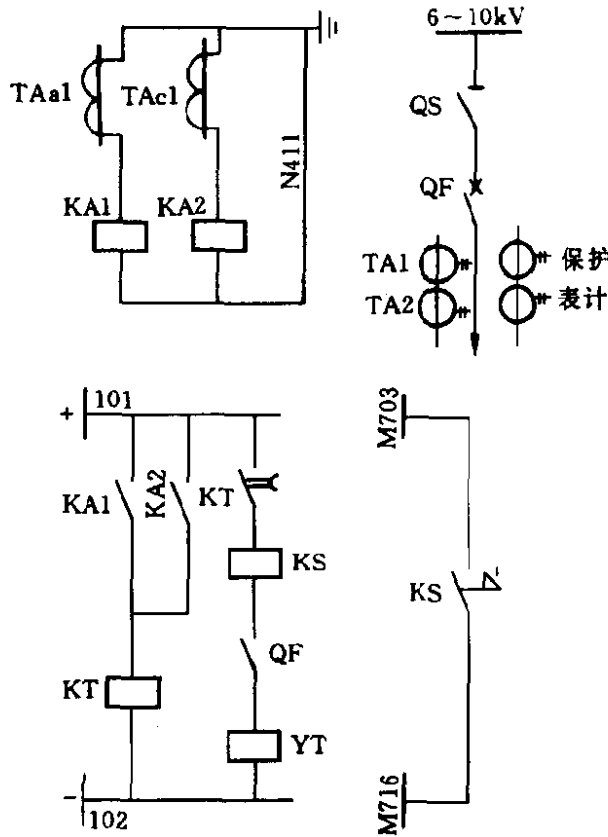


图 1-2 6~10kV 线路过电流保护展开接线图

图 1-2 是根据图 1-1 所示的原理接线图绘制的相应展开接线图。由图 1-2 分析如下。

(1) 图中右侧为与二次接线有关的一次接线图，左边为保护回路展开图。其上为交流回路，下为直流操作回路和信号回路。

(2) 在交流回路中，电流互感器 TA1 的二次绕组为该回路的电源，在 A、C 相各接入一只电流继电器线圈 KA1、KA2，由公共线 N411 连成交流回路，构成不完全星形接线。

(3) 在直流回路中，正电源在上，负电源在下，其回路分别用 101 和 102 标出。左列上端为电流继电器的动合触点

KA1、KA2，两者并联启动下端的时间继电器 KT 的线圈。第二列为断路器跳闸回路。第三列是信号回路，M703、M716 为“掉牌未复归”光字牌小母线。

(4) 整套保护装置动作分析如下：当线路发生短路时，电流互感器 TA1 的一次侧有短路电流流过，其二次侧绕组流过相应电流 I_2 ，电流继电器 KA1 或 KA2 动作。在直流回路中，短路相电流继电器 KA1 或 KA2 的动合触点闭合，接通时间继电器 KT 的线圈回路，KT 延时闭合的动合触点经一定时限后闭合，接通断路器跳闸回路（断路器动合辅助触点在断路器 QF 合闸时是闭合的），断路器跳闸线圈 YT 和信号继电器 KS 线圈中有电流流过，使断路器跳闸，切断故障线路，同时信号继电器 KS 动作发出信号并掉牌。在信号回路中的带自保持的动合触点闭合，光字牌点亮，显示“掉牌未复归”灯光信号。

比较图 1-1 和图 1-2 可见，展开接线图 1-2 接线关系清晰，动作顺序层次分明，便于读图和分析。但现场安装施工需更具体的安装接线图。

第四节 安装接线图

安装接线图是控制、保护等屏（台）制造厂生产加工和现场安装施工用的图纸，也是运行试验、检修等的主要参考图纸，是根据展开接线图绘制的。安装接线图包括屏面布置图、屏背面接线图和端子排图几个组成部分，简单介绍如下。

1. 屏面布置图

屏面布置图是指从屏的正面看将各安装设备和仪表的实际安装位置按比例画出的正视图，它是屏背面接线图的依据。

2. 屏背面接线图

屏背面接线图是指从屏的背面看的、表明屏内设备在屏背面的引出端子之间的连接情况以及端子与端子排之间连接关系的图。屏背面接线图是以屏面布置图为基础，以展开接线图为依据绘制的接线图。

3. 端子排图

端子排图是指从屏背后看、表明屏内设备连接和屏内设备与屏外设备连接关系的图。端子排图需表明端子类型、数量以及排列顺序。

安装接线图中各种设备、仪表、继电器、开关、指示灯等元器件以及连接导线，都是按照它们的实际位置和连接关系绘制的，为了施工和运行检修的方便，所有设备的端子和连线都按“相对编号法”的原则标注编号。详细内容在后面“安装施工图”一章中叙述。

安装接线图是最具体、最详细的施工图，是照图施工（接线）的工程图。



互感器及其接线

对高电压和大电流的电气设备,必须经过互感器的变换,变成低电压和小电流方可接入测量仪表和监察保护装置。在发电厂和变电所中应用最广的是电流互感器(TA)和电压互感器(TV),它们的工作原理都与变压器相近似。

互感器的作用和功能主要有以下几点:

(1) 将一次系统的高电压和大电流变为易于测量的低电压和小电流,并且规定为标准数值,即额定电压为100V和额定电流为5A或1A、0.5A。这样,可使测量仪表、保护控制装置标准化、小型化。

(2) 将电气二次设备与一次设备相隔离,既保证了设备和人身的安全,又使接线灵活、安装方便、维修时不必中断一次设备的运行。

(3) 系统运行参数由互感器二次侧采集,易于实行微机监控和远方操作,便于集中控制。

第一节 电流互感器及其接线

电流互感器(TA)是一种变流装置,其结构原理与变压器相似,由铁芯、一次绕组和二次绕组构成。一次绕组直接串接于系统线路中,流过负荷电流;二次绕组上串接各种测量表计或保护装置的电流线圈,负载阻抗很小,接近于短路状态;绕组中的电流(在一次绕组流过额定电流时)应为5A。

一、电流互感器的基本参数

1. 电流互感器的变比

电流互感器一次绕组串接于一次系统电路中，绕组匝数 N_1 少(多为单线——一匝)，流过大的负荷电流 I_1 ，其导线粗，阻抗小。电流互感器二次绕组为 N_2 匝，当一次负荷电流为额定 I_{1N} 时，则二次绕组流过电流为 I_{2N} ，则电流互感器的变比 $n_{TA} = I_{1N}/I_{2N} = N_2/N_1$ ，即电流互感器的变比为一、二次侧电流之比，也等于一、二次绕组匝数的反比。

为适应不同负荷电流测量的需要，电流互感器的变比通常设计为 30/5、50/5、100/5、150/5、300/5、…，300MW 发电机 TA 的变比为 12000/5。

2. 电流互感器的极性

电流互感器一、二次绕组标有同一符号的两端子称为同名端或同极性端。由同名端两端子同时注入电流时，铁芯中所产生的磁通是相互增强的，所以同名端表示的是在某一瞬间能同时达到最高或最低电位的两端子，用“*”或“·”表示。我国规定，同名端按减极性法原则标准，如图 2-1 所示，一次电流 I_1 由 L1 端流入，从 L2 端流出；二次感应电流 I_2 从 K2 端流入，从 K1 端流出。即在一、二次绕组中电流的正方向是相反的，铁芯中的感应磁通是相减（方面相反）的。

按减极性原则标注同名端的优点是，电流互感器的外特性与原系统相同，从外观上看好象是直接通过的，比较直观。

3. 电流互感器的精度

电流互感器的精度（准确度），是指其在 100% 额定二次负荷情况下的百分比误差。0.1% 误差即为 0.1 级；0.5% 误差即为 0.5 级。电力系统常用电流互感器的精度有 0.1、0.2、0.5、1.0、2.5 和 5 级等。

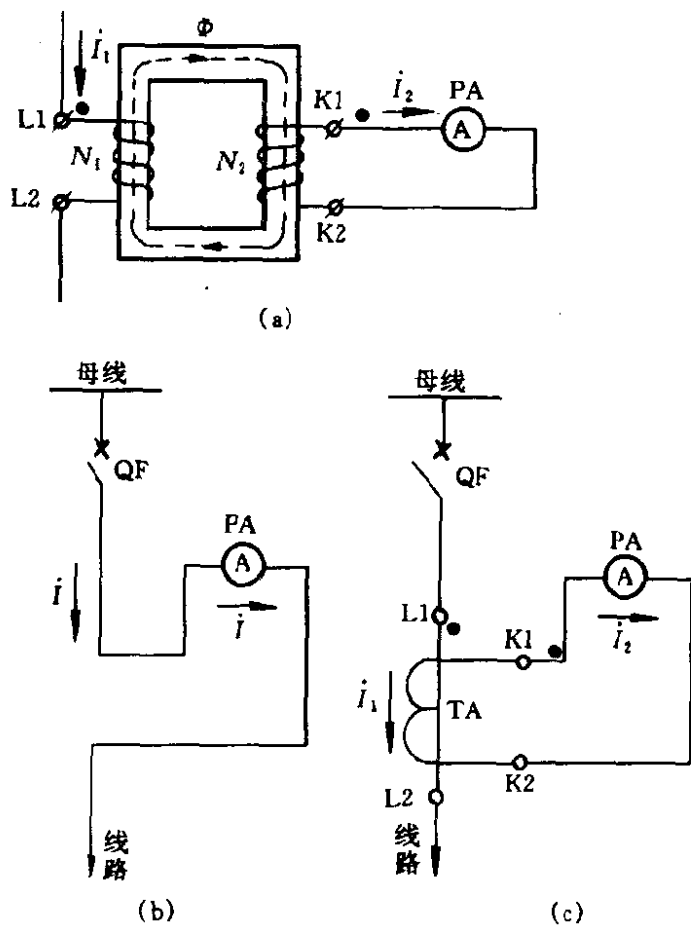


图 2-1 单相电流互感器原理接线图

(a) 原理图；(b) 电流表直接接入；(c) 经互感器接入

用于测量的电流互感器，精度应不低于 0.5 级，而所配仪表精度应不低于 1.0 级。

二次负荷过低或过高，都会影响电流互感器的测量精度。

二、电流互感器的接线方式

电流互感器的接线方式是随测量仪表、继电保护和自动装置的需要而定的。常见的电流互感器接线方式有：三相星形接线、两相不完全星形接线、两相三继电器接线、三相零序接线等。