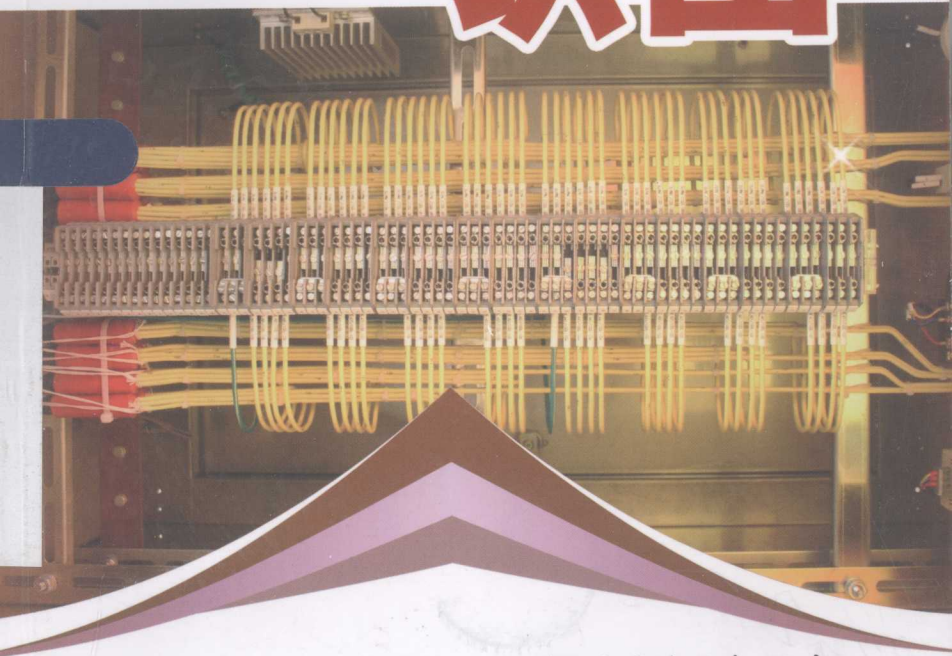


文 锋 臧家义 主编

(第二版)

电气二次接线 识图



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

014034826

(第二版)

TM645.2

17-2

电气二次接线 识图

主 编 文 锋 臧家义
副主编 李艳红 侯梅毅
主 审 胡文峰 李长云
黄平平



TM645.2

17-2



北航

C1715122



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

全书共分十一章,主要内容有电气二次接线概述、互感器及其接线、断路器及其控制、隔离开关及其控制、测量及监控系统、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、二次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、文图并茂,可供从事电气运行、检修、试验的电工及工矿企业、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,臧家义主编. —2版. —北京:
中国电力出版社, 2014. 3

ISBN 978-7-5123-5353-4

I. ①电… II. ①文… ②臧… III. ①发电厂-二次
系统-导线连接-识图 IV. ①TM645. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 299601 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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2000 年 2 月第一版

2014 年 3 月第二版 2014 年 3 月北京第十五次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 6 印张 127 千字

印数 46001—49000 册 定价 20.00 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

第一版前言

发电厂及变电所的控制接线，又称为“二次接线”，是发电厂和变电所安全生产、运行维护的重要组成部分，对电力系统安全可靠运行有着极其重要的作用。电力生产实践证明，电力生产的一次设备在运行中常发生故障甚至造成事故，这就必须装设用以监控、测量和发报警信号的继电保护和自动装置等电气二次设备，以便在一次设备发生事故时能快速、准确、可靠地切除事故，使电力系统保持最好的运行状态。

新中国成立以来，特别是近十多年来，电力工业得到高速发展，电气二次设备的自动化水平得到很大提高，电气二次接线显得更加重要。本书通过对大量工程图纸的介绍分析，力图使读者尽快学会和掌握电气二次接线识图、绘图的基本方法，提高实际工作能力。

本书内容密切结合电力生产实际，选图典型，文字通俗易懂，便于自学。同时，为执行和推广国家新技术标准，书中图形和文字符号全部采用新规定的符号。

本书由高校从事电力教学的老教师和电力生产第一线的高级工程师执笔，由山东黄台发电厂总工程师郭荣兴主审。

由于编写此类书籍的经验不足，收集资料不够全面，书中内容和图例难免有不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

1999年9月

前 言

二次接线是发电厂和变电所安全生产、运行维护的重要组成部分，对电力系统安全可靠运行有着极其重要的作用。电力生产的一次设备在运行中常发生故障甚至事故，因此必须装设用以监控、测量和发报警信号的继电保护和自动装置等电气二次设备，以便在一次设备发生事故时能快速、准确、可靠地切除事故，使电力系统保持最好的运行状态。

随着电力行业的高速发展，电气二次设备的自动化水平得到很大提高，电气二次接线显得更加重要，本书通过对大量工程图纸的介绍分析，力图使读者掌握电气二次接线基本方法，提高实际工作能力。

本书第一版先后印刷 13 次，发行量达 10 万余册，得到广大读者的认可。为紧跟电力工业的科技发展，本书第二版删除了第一版中的控制开关、信号系统、CKJ 型距离保护、CKJ 型高频闭锁距离保护的逻辑电路和自动按频减负荷装置等内容，同时增加了电容式电压互感器、隔离开关的操作范围、LFP-901/902A (C) 型超高压线路成套快速保护和低压低频减载装置等内容。

本书内容紧密结合电力生产实际，选图典型实用，

解析由浅入深、文字通俗易懂,可供从事电气运行、检修、试验的初学者使用,也可供电力职业院校的学生使用。

由于编者水平有限,收集资料不够全面,书中内容难免有不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2013 年 10 月

目 录

前言

第一版前言

第一章 电气二次接线概述	1
第一节 看二次接线图的基本方法	3
第二节 二次接线原理图	4
第三节 二次接线展开图	6
第四节 二次接线安装图	8
第二章 互感器及其接线	10
第一节 电流互感器及其接线	11
第二节 电压互感器及其接线	16
第三节 电压互感器实用接线分析	20
第三章 断路器及其控制	25
第一节 断路器	25
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	41
第四章 隔离开关及其控制	47
第一节 隔离开关及其位置信号	47
第二节 隔离开关的控制回路	50
第三节 隔离开关的闭锁回路	53

第五章 测量及监察系统	59
第一节 有功功率和电能的测量	59
第二节 无功功率和电能的测量	68
第三节 交流电网绝缘监察装置	74
第六章 输电线路保护	81
第一节 两段式过电流保护	82
第二节 方向过电流保护	85
第三节 零序方向电流保护	88
第四节 距离保护	92
第五节 高频闭锁距离保护	96
第七章 变压器保护	108
第一节 气体保护	108
第二节 电流速断保护	110
第三节 过电流保护	111
第四节 三绕组变压器保护装置	114
第八章 母线差动保护及断路器失灵保护	125
第一节 单母线完全差动电流保护	125
第二节 固定连接的双母线差动保护	127
第三节 电流相位比较式母线差动保护	131
第四节 断路器失灵保护	137
第九章 自动装置	141
第一节 备用电源自动投入装置	141
第二节 输电线路自动重合闸装置	144
第三节 低压低频减负荷装置	148

第十章 操作电源及接线	151
第一节 操作电源概述	151
第二节 蓄电池组直流电源系统	153
第三节 整流操作的直流电源系统	157
第四节 直流绝缘监察装置和电压监察装置	163
第十一章 二次接线的安装施工图	167
第一节 安装施工图概述	167
第二节 屏面布置图	168
第三节 端子排图	169
第四节 屏背面接线图	171
附表 电气二次接线常用设备文字符号表	178



第一章

电气二次接线概述

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，将电气设备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，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，它们是不可分割的一个整体。如果将电力系统比喻成一个人，那么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通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二次接线图纸，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，其绘制标准参照国内发布的相关电气图形符号标准。

电力系统继电保护装置是安装在系统主要元件发电机、变压器、输电线路、母线和电动机上的具有特殊功能的自动装置。当被保护的任一元件发生故障或处于不正常工作状态时，司职于保护该元件的自动装置立刻作用于该元件的断路器使其跳闸切除故障或发出异常信号。

对继电保护装置的基本要求如下：

(1) 选择性。当电力系统任一点发生故障时，继电保护装置应保证只切除故障元件，非故障部分仍能继续运行。

(2) 快速性。当电力系统发生故障时，为保证系统的稳定性，要求继电保护装置以最快的速度切除故障，同时减少系统低压状态下的工作时间。

(3) 灵敏性。在保护范围内发生故障时继电保护装置的反应能力，不论系统运行方式、故障类型、故障点位置如

何，保护均应灵敏可靠动作。

(4) 可靠性。当故障发生在保护范围内时，继电保护装置应可靠动作，不应拒绝动作；而在正常运行或故障发生在保护范围外部时保护应可靠不动作，不应发生误动作。

对继电保护装置的四个基本要求，最重要的是可靠性，也是电力系统进行保护配置时应首先考虑的因素。

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，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“六先六后”作逐一说明。

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，弄清是一次设备及其工作性质，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。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；直流侧从正电源沿接线找到负电源，并分析各设备的动作情况。

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（并达到其启动值），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绕组（即电源）在上，负载绕组在下；直流回路正电源在上、负电源在下，驱动触点在上、被启动的绕组在下；端子排图、屏背面接线图一般也是由上到下排列；单元设备编号一般是按由左至右的顺序排列。

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二次接线原理图、展开图和安装图分别进行介绍。

第二节 二次接线原理图

二次接线原理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。

二次接线原理图的特点如下：

（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) 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 线路的过电流保护接线原理图为例, 说明这种接线图的特点。

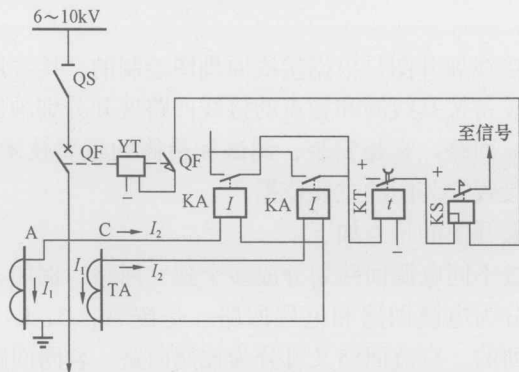


图 1-1 6~10kV 线路过电流保护接线原理图

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 , 其二次绕组感应出的 I_2 流经电流继电器 KA 线圈, KA 启动, 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 启动, 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 YF 接至负电源。信号继电器 KS 和断路器 QF 同时启动, 使断路器跳闸, 并经信号

继电器 KS 的动合触点发出信号。

二次接线原理图表明继电保护和自动装置的工作原理和构成的设备，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，而在现场工作中接线展开图应用最广泛。

第三节 二次接线展开图

二次接线展开图是根据接线原理图绘制的。接线展开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，它是安装、调试和检修的重要技术图纸，也是绘制接线安装图的主要依据。

接线展开图的特点如下：

(1) 按不同电源回路划分成多个独立回路。例如，交流回路又可分为电流回路和电压回路，是按 A、B、C、N 相序分行排列的。直流回路又可分为控制回路、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接线展开图的特点。

图 1-2 是根据图 1-1 所示的接线原理图绘制的相应接线展开图，分析如下：

(1) 图中右侧为与二次接线有关的一次接线图，左侧为

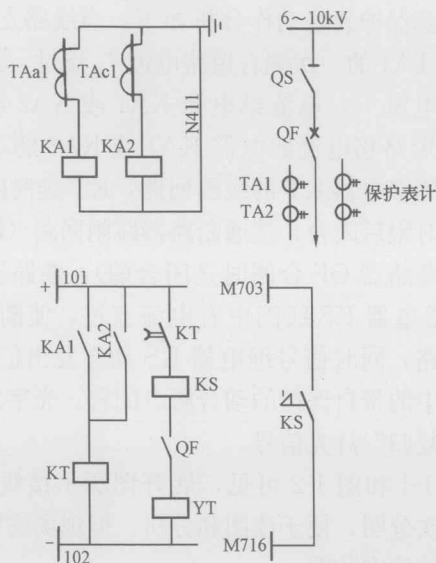


图 1-2 6~10kV 线路过电流保护二次接线展开图

保护回路展开图；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、KA2，两者并接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 I_1 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，展开图所示接线关系清晰，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二次接线安装图。

第四节 二次接线安装图

二次接线安装图是控制、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，是根据接线展开图绘制的。接线安装图包括屏面布置图、屏背面接线图和端子排图等，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