

高职高专“十五”规划教材

GAOZHI
GAOZHUAN
SHIWU
GUIHUA JIAOCAI

变配电所二次系统

阎晓霞 苏小林 合编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

高职高专“十五”规划教材

GAOZHI
GAOZHUAN
SHIWU
GUIHUA JIAOCAI

变配电所二次系统

阎晓霞 苏小林 合编
赵 琳 主审



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书为高职高专“十五”规划教材。

本书对变配电所二次系统进行了全面详细的讲述。主要内容包括控制系统、信号系统、同步系统、直流系统电源、电压互感器的二次回路及变电所综合自动化等。

本书对近年来在变配电所二次系统中发展起来的新技术、新设备,如将控制、测量、信号、远动融为一体的变电所计算机监控系统,新型的信号装置、保护测控装置都进行了较为详细的介绍,力求做到内容新颖、概念准确、技术先进、联系实际。

本书主要作为高职高专供用电技术专业、工业电气自动化专业、电气技术专业的教材,也可作为函授和自考辅导教材和电力行业技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

变配电所二次系统/阎晓霞,苏小林编. —北京:中国电力出版社,2004

高职高专“十五”规划教材

ISBN 7-5083-2082-4

I. 变... II. ①阎... ②苏... III. 变电所-配电系统-二次系统-高等学校:技术学校-教材 IV. TM645.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 018889 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>)

三河汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2004 年 5 月第一版 2004 年 5 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 10 印张 224 千字

印数 0001—3000 册 定价 18.00 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)

序

随着新世纪的到来,我国进入全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化的新的发展阶段。新世纪新阶段的新任务,对我国高等职业教育提出了新要求。我国加入世界贸易组织和经济全球化迅速发展的新形势,也要求高等职业教育必须开创新局面。

高职高专教材建设是高等职业教育的重要组成部分,是一项极具重要意义的基础性工作,对高等职业教育培养目标的实现起着举足轻重的作用。为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》精神,进一步推动高等职业教育的发展,加强高职高专教材建设,根据教育部关于通过多层次的教材建设,逐步建立起多学科、多类型、多层次、多品种系列配套的教材体系的精神,中国电力教育协会会同中国高等职业技术教育研究会和中国电力出版社,组织有关专家对高职高专“十五”教材规划工作进行研究,在广泛征求各方面意见的基础上,制订了反映电力及相关行业特点、体现高等职业教育特色的高职高专“十五”教材规划。同时,为适应电力体制改革和电力高等职业教育发展的需要,中国电力教育协会筹备组建全国电力高等职业教育教材建设指导委员会,以便更好地推动新世纪电力高职高专教材的研究、规划与开发。

高职高专“十五”规划教材紧紧围绕培养高等技术应用性专门人才开展编写工作。基础课程教材注重体现以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为教学重点;专业课程教材着重加强针对性和实用性。同时,“十五”规划教材不仅注重内容和体系的改革,还注重方法和手段的改革,以满足科技发展和生产实际的需求。此外,高职高专“十五”规划教材还着力推动高等职业教育人才培养模式改革,促进高等职业教育协调发展。相信通过我们的不断努力,一批内容新、体系新、方法新、手段新,在内容质量上和出版质量上有突破的高水平高职高专教材,很快就能陆续推出,力争尽快形成一纲多本、优化配套,适用于不同地区、不同学校、特色鲜明的高职高专教育教材体系。

在高职高专“十五”教材规划的组织实施过程中,得到了教育部、国家电力公司、中国电力企业联合会、中国高等职业技术教育研究会、中国电力出版社、有关院校和广大教师的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

教材建设是一项长期而艰巨的任务,不可能一蹴而就,需要不断完善。因此,在教材的使用过程中,请大家随时提出宝贵的意见和建议,以便今后修订或增补。(联系方式:100761 北京市宣武区白广路二条1号综合楼9层 中国电力教育协会教材建设办公室 010-63416222)

2008/3/5
中国电力教育协会

前言

变配电所的二次系统是变配电所的重要组成部分,它是对变配电所一次系统进行监测、控制、保护和调节的系统,变配电所的二次系统直接影响变配电所的安全、可靠、经济运行。

变配电所的二次系统内容相当广泛,它包括互感器二次电路、控制系统、信号系统、测量系统、同步系统、保护系统、直流系统等。而在技术领域方面,二次系统在近几十年发生了较大变化,如变电所的控制,由最初的单一强电控制发展到今天的强电、弱电、计算机控制多种控制方式并存,其中的控制开关由原来的多触点的万能开关,逐步被结构简单的控制开关或切换开关代替。变电所的保护装置也由最初的电磁继电器构成,发展到由整流元件、晶体管、集成电路、微型计算机构成。近年来随着计算机技术、通信技术、自动控制技术、电子技术在变电所二次系统的应用,以微机为核心,将控制、测量、信号、保护、远动、管理融为一体的功能统一、信息共享的计算机监控及综合自动化系统已广泛应用于变配电所,彻底改变了常规二次系统功能独立、设备庞杂、接线及安装调试复杂的局面,使变配电所的技术和管理水平大大提高。

本教材对变配电所上述几部分系统进行了全面的阐述。作为基础知识,本教材对常规的二次系统作了较全面的介绍(保护系统考虑到有专门的教材作介绍,本书不再涉及),并对近十几年来在二次系统中发展起来的新技术、新设备,如将控制、测量、信号、远动融为一体的变电所计算机监控系统,新型的信号装置、保护测控装置都进行了较为详细的介绍,力求做到内容新颖、概念准确、技术先进、联系实际。

本教材第一、二、七章由山西大学工程学院苏小林编写,第三、四、五、六章由山西大学工程学院阎晓霞编写。全书由阎晓霞统稿,并由北京供电局设计院高级工程师赵琳审阅,提出了很多宝贵意见,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平和条件有限,书中错误和不当处在所难免,恳请读者指正。

编者

2004年1月

目 录

序	
前言	
第一章 二次电气图的基本知识	1
第一节 电气图的基本概念	1
第二节 二次电路图	6
第三节 二次接线图	9
第四节 屏面布置图	13
第二章 互感器二次回路	15
第一节 电压互感器二次回路	15
第二节 电流互感器二次电路	24
第三章 变配电所的控制系统	29
第一节 概述	29
第二节 断路器的控制电路	31
第三节 隔离开关的控制及闭锁电路	48
第四章 变配电所的信号系统	56
第一节 概述	56
第二节 常规的中央信号系统	58
第三节 新型的中央信号系统	66
第五章 变配电所的同步系统	70
第一节 概述	70
第二节 同步系统的接线	70
第三节 同步装置	74
第六章 变配电所微机监控及其综合自动化系统	91
第一节 微机监控与综合自动化系统基本构成	91
第二节 信息量的输入、输出通道	96

第三节	工程实例	101
第七章	变配电所的直流系统	107
第一节	概述	107
第二节	蓄电池的基本概念	110
第三节	蓄电池直流系统	115
第四节	硅整流电容储能直流系统	118
第五节	直流系统的绝缘监察和电压监察	122
第六节	直流供电网络	127
附录		128
参考文献		153

第一章

二次电气图的基本知识

电气图是电气工程语言,每一位电气工程技术人员需熟悉电气图,既要能熟练地应用电气图表达设计思想和设计意图,又要能熟练地读懂相关电气图,以便更好地开展相关技术工作。对于从事变配电系统电气运行、检修、安装和管理的工作人员,应具有较强的电气识图能力。二次电气图是用于反映二次系统的工作原理、组成、连接关系等的一种电气工程图。由于变配电所二次系统涉及的内容多,元器件种类与数量多,范围广,所以在一个变配电工程的电气工程图中,二次电气图占有较大比例。二次系统具有连接导线多,二次设备动作程序多,工作原理复杂,工作电源种类多等特点,二次电气图也较为复杂。要想熟练阅读二次电气图,首先必须掌握二次电气图的基本知识。本章重点介绍二次电路图和二次接线图。为了读者能更好地掌握二次电气图,在本章也介绍电气图的一些基本概念。

第一节 电气图的基本概念

电气图是用电气图形符号、带注释的围框或简化外形表示电气系统或设备中各组成部分之间相互关系及其连接关系的一种简图。

一、电气图的分类

电气图按照表达形式和用途的不同,可分为以下几种:

(1) 系统图或框图。用符号或带注释的框,概略表示系统或分系统的基本组成、相互关系及其主要特征的一种简图。

(2) 电路图。用图形符号并按其工作顺序排列,详细表示电路、设备或成套装置的全部组成和连接关系,而不考虑其实际位置的一种简图。其目的是便于详细了解作用原理、分析和计算电路特性,所以这种图过去习惯称为电气原理图或原理接线图。

(3) 功能图。表示理论或理想的电路而不涉及实现方法的一种简图。其用途是提供绘制电路图或其他有关图的依据。

(4) 逻辑图。主要用二进制逻辑单元图形符号绘制的一种简图,其中只表示功能而不涉及实现方法的逻辑图,称为纯逻辑图。

(5) 功能表图。表示控制系统的作用和状态的一种简图。这种图采用图形符号和文字叙述相结合的表示方法,用以全面描述控制系统的控制过程、功能和特性。

(6) 等效电路图。表示理论或理想的元件及其连接关系的一种功能图,供分析和计算电

路特性和状态之用。

(7) 程序图。详细表示程序单元和程序片及其互连关系的一种简图。程序图中的要素和模块的布置应能清楚地表示出其相互关系，目的是便于理解程序运行。

(8) 端子功能图。表示功能单元全部外接端子，并用功能图、功能表图或文字表示其内部功能的一种简图。端子功能图主要用于电路图中。当电路比较复杂时，其中的功能单元可用端子功能图来代替，并在其内加注标记或说明，以便查找该功能单元的电路图。

(9) 设备元件表。成套装置、设备和装置中各组成部分和相应数据列成的表格。其用途是表示各组成部分的名称、型号、规格和数量等。

(10) 接线图或接线表。表示成套装置、设备或装置连接关系，用以进行接线和检查的一种简图或表格。

(11) 单元接线图或单元接线表。表示成套装置或设备中一个结构单元内的连接关系的一种接线图或接线表。

(12) 互连接线图或互连接线表。表示成套装置或设备的不同结构单元之间连接关系的一种接线图或接线表。

(13) 端子接线图或端子接线表。表示成套装置或设备中一个结构单元的端子以及接在端子上的外部接线（必要时包括内部接线）的一种接线图或接线表。

(14) 电缆配置图或电缆配置表。提供电缆两端位置，必要时还包括电缆功能、特性和路径等信息的一种接线图或接线表。

(15) 数据单。对特定项目给出详细的资料。

(16) 位置简图或位置图。表示成套装置、设备或装置中各个项目的位置的一种简图或一种图。

二、电气图形符号、文字符号

电气图中元件、部件、组件、设备、装置、线路等一般是采用图形符号、文字符号和项目代号来表示。图形符号、文字符号和项目代号可看成是电气工程语言中的“词汇”。阅读电气图，首先要了解和熟悉这些符号的形式、内容、含义，以及它们之间的相互关系。

1. 图形符号

通常用于图样或其他文件以表达一个设备或概念的图形、标记或字符，统称为图形符号。

电气图中所用的图形符号主要是一般符号和方框符号。

(1) 一般符号。用以表示一类产品和此类产品特征的一种通常很简单的符号。

(2) 方框符号。用以表示元件、设备等的组合及其功能的一种简单图形符号。即不给出元件、设备的细节，也不考虑所有连接，例如：正方形、长方形、圆形图形符号。

根据国家标准《电气图用图形符号》(GB4728)的规定，将电气图形符号分为11类，常用的图形符号参见附表一。

图形符号均是按无电压、无外力作用的正常状态表示的，例如，继电器、接触器的线圈未通电；断路器、隔离开关未合闸；按钮未按下；行程开关未到位等。在选用图形符号时，应尽可能采用优选形；在满足需要的前提下，尽可能采用最简单的形式；在同一图号的图中

只能选用同一种图形形式。

大多数图形符号的取向是任意的。在不会引起错误理解的情况下,可根据图面布置的需要将符号旋转或取其镜像放置。

2. 文字符号

在电气图中,除了用图形符号来表示各种设备、元件等外,还在图形符号旁标注相应的文字符号,以区分不同的设备、元件,以及同类设备或元件中不同功能的设备或元件。

文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号。基本文字符号分为单字母符号和双字母符号。

(1) 单字母符号。单字母符号是用拉丁字母将各种电气设备、装置和元器件划分为 23 大类,每大类用一个专用单字母符号表示。由于拉丁字母“I”和“O”易同阿拉伯数字“1”和“0”混淆,因此不把它们作为单独的文字符号使用。字母“J”也未采用。单字母符号见附表二。

(2) 双字母符号。双字母符号是由一个表示种类的单字母符号与另一字母组成,其组合形式是以单字母符号在前,另一字母在后的次序列出。只有当用单字母符号不能满足要求,需要将大类进一步划分时,才采用双字母符号,以便较详细和更具体地表述电气设备、装置和元器件。

(3) 辅助文字符号。辅助文字符号是用以表示电气设备、装置和元器件以及线路的功能、状态和特征的,通常是由英文单词的前一两个字母构成。辅助文字符号一般放在基本文字符号的后边,构成组合文字符号,也可单独使用,如“ON”表示接通,“OFF”表示关闭。常用辅助文字符号见附表三。

文字符号的组合形成一般为

基本符号 + 辅助符号 + 数字序号

例如:第 3 组熔断器,其符号为 FU3;第 2 个接触器,其符号为 KM2。电气常用文字符号见附表四。

三、项目代号

项目是指在电气图上用一个图形符号表示的基本件、部件、组件、功能单元、设备、系统等,如电阻器、继电器、发电机、开关设备、配电系统、电力系统等。

项目代号是用于识别图、图表、表格中和设备上的项目种类,并提供项目的层次关系、实际位置等信息的一种特定的代码。通过项目代号可以将图、图表、表格、技术文件中的项目和实际设备中的该项目一一对应和联系起来。

一个完整的项目代号是由 4 个具有相关信息的代号段组成,每个代号段都用特定的前缀符号加以区分,它们分别是:

种类代号段,其前缀符号为“-”;

高层代号段,其前缀符号为“=”;

位置代号段,其前缀符号为“+”;

端子代号段,其前缀符号为“:”。

(1) 种类代号。用于识别项目种类的代号,是项目代号的核心部分。种类代号一般由字

母代码和数字组成, 其中的字母代码必须是规定的文字符号。例如: - K2 表示第 2 个继电器; - QS3 表示第 3 个电力隔离开关。

(2) 高层代号。系统或设备中任何较高层次(对给予代号的项目而言)项目的代号, 称为高层代号。高层代号可用任意选定的字符、数字表示。高层代号表示方法举例如下:

S1 系统中的第 2 个断路器 QF2, 可表示为 = S1 - QF2;

S 系统第 2 个子系统中第 3 个电流表 PA3, 可表示为 = S - 2 - PA3, 简化为 = S2 - PA3。

(3) 位置代号。项目在组件、设备、系统或建筑物中的实际位置的代号, 称为位置代号。位置代号通常由自行规定的拉丁字母或数字组成。在使用位置代号时, 应给出表示该项目位置的示意图。

(4) 端子代号。用以同外电路进行电气连接的电器导电件的代号, 称为端子代号, 一般用于表示接线端子、插头、插座、塞孔、连接片一类元件的端子。端子代号通常采用数字或大写字母表示, 例如: - X: 5 表示端子板 X 的 5 号端子; - K4: C 表示继电器 K4 的 C 号端子。

一个项目可以由一个代号段组成, 也可以由几个代号段组成。通常, 种类代号可单独表示一个项目, 其余大多应与种类代号组合起来, 才能较完整地表示一个项目。

四、电气图的基本表示方法

(一) 用于电路的表示方法

在电气图中, 连接线或导线可采用多线表示法、单线表示法或混合表示法。

1. 多线表示法

多线表示法是指每根连接线或导线各用一条图线表示的方法。多线表示法能详细地表达各相或各线的内容, 尤其是在各相或各线内容不对称的情况下宜采用这种表示法。

2. 单线表示法

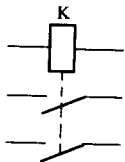
单线表示法是指两根或两根以上的连接线或导线只用一条图线表示的方法。这种表示法主要应用于三相或多线基本对称的情况。

3. 混合表示法

混合表示法是指在同一图中, 一部分采用单线表示法, 另一部分采用多线表示法。这种表示法兼有单线表示法简洁精炼的优点, 又兼有多线表示法对描述对象精确、充分的优点。

(二) 用于电气元件的表示法

电气元件在电气图中, 可根据需要, 分别采用集中表示法、分开表示法和半集中表示法。



1. 集中表示法

集中表示法是把一个元件各组成部分的图形符号绘制在一起的方法。在集中表示法中, 各组成部分用机械连接线(虚线)互相连接起来, 且连接线必须是一条直线。图 1-1 所示为一个继电器的集中表示法。图中, 继电器的一个线圈和两对触点绘制在一起, 并用机械连接线联系起来构成一个整体。

2. 半集中表示法

半集中表示法是把一个元件某些组成部分的图形符号在简图上分开布置,

图 1-1 集中表示法示例

并用机械连接线表示它们之间关系的方法,其目的是得到清晰的电路布局。在半集中表示法中,机械连接线可以弯折、分支和交叉。如图 1-2 所示,继电器 K 的线圈和两对触点采用的就是半集中表示法。

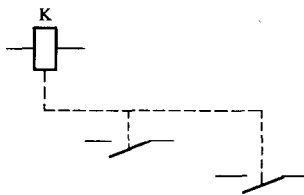


图 1-2 半集中表示法示例

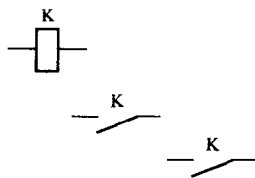


图 1-3 分开表示法示例

3. 分开表示法

分开表示法是把一个元件各组成部分的图形符号在简图上分开布置,并仅用项目代号表示它们之间的关系,其目的是得到清晰的电路布局。如图 1-3 所示,继电器 K 的一个线圈和两对触点采用分开表示法,分别画在不同的电路中,且各部分标注相同的项目代号。

(三) 元件工作状态的表示方法

在电气图中用图形符号表示元件、器件和设备,通常对应应在非激励或不工作的状态或位置,即元件、器件和设备的可动部分为非激励或不工作的状态或位置。例如:

- (1) 继电器和接触器在非激励的状态(线圈不带电的状态)。
- (2) 断路器、负荷开关和隔离开关在断开位置。
- (3) 带零位的手动控制开关在零位位置,不带零位的手动控制开关在图中规定的位置。
- (4) 机械操作开关,例如行程开关,在非工作的状态或位置,即搁置时的情况。

(四) 图线的布置

表示导线、信号通路、连接线等的图线一般应为直线,即横平竖直,尽可能减少交叉和弯折。图线的布置通常有水平布置和垂直布置。

1. 水平布置

水平布置是将设备和元件按行布置,使得其连接线一般成水平布置。

2. 垂直布置

垂直布置是将设备和元件按列排列,连接线成垂直布置。

(五) 电路或元件的布局

在电气图中,电路或元件的布局方法有功能布局法和位置布局法两种。

1. 功能布局法

功能布局法是指简图中元件符号的布置,只考虑元件功能关系,而不考虑实际位置的一种布局方法。在这种布局法中,是按照因果关系将各功能组从左到右或从上到下布置;每个功能组的元件集中布置在一起,一般按工作顺序排列。大部分的电气图,如系统图、电路图、逻辑图等都采用这种布局方法。

2. 位置布局法

位置布局法是指简图中元件符号的布置对应于该元件实际位置的布局方法。接线图、电

缆配置图、屏面布置图等都是采用这种方法。

(六) 连接线去向和接线关系的表示法

表示连接线的去向和接线关系有连续表示法和中断表示法。连续表示法是将连接线头尾用导线连通的方法。中断表示法是将连接线在中间中断，再用符号表示导线的去向。

在下列条件下可采用中断表示法：

(1) 当穿越图面的连接线较长或穿越稠密区域时，允许将连接线中断，在中断处加相应的标记。

(2) 去向相同的线组，也可用中断线表示，在中断处加相应的标记。

(3) 一条图线需要连接到另外的图上去，则必须采用中断线表示。

第二节 二次电路图

二次电气图的基本用途是阐述二次系统的电气工作原理，提供装接和使用信息。二次电气图主要有：阐述电气工作原理的二次电路图和描述装接关系的二次接线图。

二次电路图可分为集中式二次电路图、分开式二次电路图和半集中式二次电路图。

一、集中式二次电路图

集中式二次电路图，过去习惯称为整体式原理电路图，它是把二次设备或装置各组成部分的图形符号，按照其相互关系、动作原理集中绘制在一起的电路，以整体的形式表示各二次设备之间的电气连接，一般与一次回路的有关部分画在一起。通过集中式二次电路图对二次回路的构成、动作过程和工作原理有一个明确的整体概念。

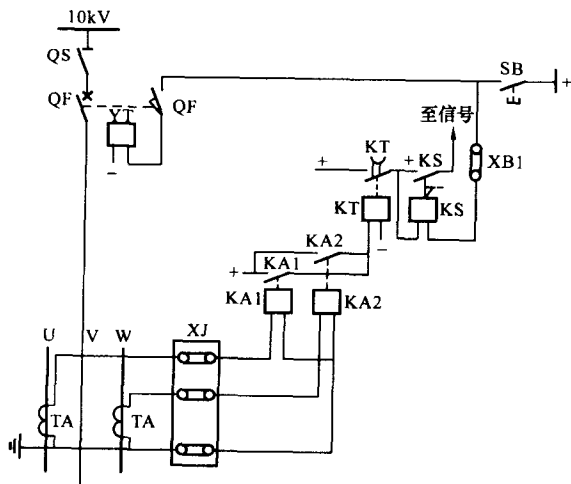


图 1-4 10kV 线路过电流保护集中式二次电路图

图 1-4 所示为某 10kV 线路的过电流保护集中式二次电路图。由图可知该保护装置主要由电流互感器 TA、电流继电器 KA、时间继电器 KT、信号继电器 KS 等组成。

电路的工作原理和动作顺序为：当 10kV 线路故障时，连接于电流互感器 TA 的电流继电器 KA1 ~ KA2 动作，其常开触点闭合接通时间继电器 KT 线圈；经过一定延时后，其常开触点闭合，发出跳闸脉冲使断路器跳闸线圈 YT 带电，断路器 QF 跳闸，切除故障；同时信号继电器 KS 接通，常开触点闭合发出信号。通过分析可知，该保护装置的基本功能是当 10kV 线路中的电流超过一定

值，经过一定时间，断路器跳闸，切除线路供电电源。

由图 1-4 可看出集中式二次电路图具有以下特点：

(1) 集中式二次电路图是以设备、元件为中心绘制的电路图, 各种设备元件均以集中的形式表示, 以便获得对二次系统有一个明确的整体概念。

(2) 集中式二次电路图中, 往往将有关的一次系统及主要的一次设备简要地绘制在二次电路图的一旁, 以便更加清晰、具体地表明二次系统对一次系统的监视、测量、保护等功能。

(3) 在集中式二次电路图中, 各种二次设备元件的内部结构、连接线、接线端子一般不予画出, 以便突出二次系统的工作原理。

同时, 我们也可发现, 在集中式二次电路图中, 各设备元件的接线端子没有标号, 各种电气连接线没有标记, 无法了解各元件内部之间的接线情况; 电源仅示出其种类, 如“+”、“-”、“L”、“N”等, 未表示出引自何处; 信号部分仅示出“至信号”, 其内容没有详细表示。所以, 不能按集中式二次电路图去接线、查线。对于较复杂的二次系统, 由于设备元件及连接线很多, 很难用该种电路图表示, 即使画出了图, 也很难阅读。

二、分开式二次电路图

分开式二次电路图, 过去也习惯称为展开式原理接线图。它是将二次系统中的设备元件按分开式方法表示, 即设备元件各组成部分分别绘制在不同电源的电路(亦称回路)中, 主要用于说明二次系统工作原理的图。

分开式二次电路图基本出发点是按回路展开绘制, 如交流电流回路、交流电压回路、直流回路等。如图 1-5 所示某 10kV 线路过流保护分开式二次电路图, 该图中包括了以下几个基本回路:

(1) 交流电流回路。电源是电流互感器二次绕组, 负载是电流继电器的线圈 KA1 和 KA2。

(2) 直流电压回路。也称为直流操作回路, 电源是直流电压(+、-), 负载是时间继电器线圈 KT 和断路器 QF 的跳闸线圈 YT。

(3) 直流信号回路。电源是直流电压(+、-), 负载是信号电器(未画出)。

分开式二次电路图具有如下特点:

(1) 以回路为中心绘制, 将各个设备元件的不同组成部分分别画在不同回路中, 例如电流继电器 KA1 的线圈在交流电流回路, 其常开触点却绘制在直流电压回路。

(2) 同一设备元件的不同组成部分标注同一个文字符号, 通过文字符号来反映它们之间的联系, 例如时间继电器的线圈和延时闭合的常开触点都标注为 KT。

(3) 在每个回路中, 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)。行从上到下按系统动作顺序排列; 对于多相电路, 通常按相序从上到下或从左到右排列。每行元件的排列一般也按动作顺序从左至右排列。

(4) 在水平布置中, 每一回路的右侧一般都有简单的文字说明, 用以说明电路的名称、功能等。这些文字说明是图的重要组成部分, 读图时应给予足够的重视。

(5) 各回路的供电电源, 除电流互感器外, 一般都是通过各种电源小母线引入的。二次电路图中常用小母线见附表五所示。

(6) 为了安装接线和维护检修, 在分开式二次电路图中, 对每个回路及其元件间的连接线一般标注回路标号。

回路标号一般由 3 位或 3 位以下的数字组成。当需要标明回路的相别和其他特征时, 可

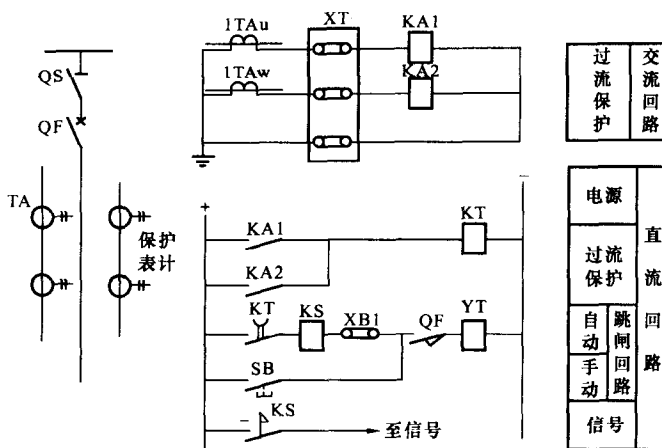


图 1-5 10kV 线路过电流保护分开式二次电路图

在数字前加上必要的文字符号，例如表示相别的 U、V、W、N 等文字符号。对于不同用途的回路规定了标号数字的范围，对于一些比较重要的常见回路都给予了规定的标号，见附表五所示。

回路标号按等电位原则标注，即在电气回路中连于一点的所有导线用同一数字标注。当回路经过开关或继电器触点时，因为在触点断开时触点两端已不是等电位，所以应给予不同的标号。

直流回路标号从正电源开始，以奇数顺序标号，直到最后一个主要电压降元件，然后再按偶数顺序标号直至负电源。交流回路也是按这个原则标号。例如：图 1-6 给出了二次回路标号的示例，图 1-6 (a) 为一直流回路，与正电源相连的标号 101，经过触点 K1，标号变为 103，经过触点 K2，标号变为 105，再经降压元件 Q1，标号变为偶数，依次标号为 106、104 至负电源 102。图 1-6 (b) 为一交流回路，与相线相连的标号 1，经过触点 K1，标号为 3，经过触点 K2，标号为 5，再经降压元件，标号变为偶数，依次为 6、4、2 至中性线 N。

分开式二次电路图图线清晰，在水平布置中，横向排列，符合人们的阅读习惯，易于阅读，便于按图接线、查线。通常，比较复杂的二次系统，均采用分开式二次电路图。二次电

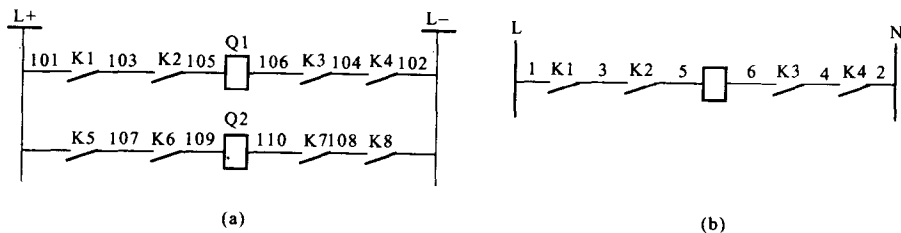


图 1-6 二次回路标号示例

(a) 直流回路；(b) 交流回路

气工程图中，一般也是采用分开式二次电路图表示。

第三节 二次接线图

二次接线图是表示二次设备连接关系的一种简图，是二次系统进行布置、安装、接线、查找、调试、维修和故障分析处理的主要依据。

二次接线图按照功能的不同，可分为以下几种：

- (1) 单元接线图。
- (2) 互连接线图。
- (3) 端子接线图。
- (4) 电缆配置图。

下面重点介绍单元接线图和端子接线图。

一、单元接线图

单元接线图是表示成套装置或设备中一个结构单元内部连接关系的一种接线图。为了清楚地表示这种连接关系，通常按装置或设备的背面布置而绘制，所以，单元接线图又称为屏背面接线图，它表示了一个单元（如控制屏、配电屏）内部各个项目（如元器件等）的屏背内部连接情况。

屏背面接线图是以屏面布置图为基础，并以二次电路图为依据而绘制成的接线图。它标明了屏上各个设备的图形符号、顺序编号以及各个设备引出端子之间的连接情况和设备与端子排之间的连接情况，它是一种指导屏上配线工作的图。

1. 项目的表示与布置

单元内的元件、器件、部件和设备等项目，一般采用简化外形符号（如矩形、正方形、圆）表示。一些简单的元件，如电阻、电容、信号电器等，可以采用一般符号。各设备的引出端子，应按实际排列顺序画出。设备的内部接线，一般不需要画出，但对于有助于某些器件工作原理的了解和便于检查测试，如继电器，也可简单画出其内部结构示意图，一般只画出与引出端子有关的线圈及触点。对于安装在屏正面的设备，从屏后看不见轮廓者，其边框应用虚线表示。

项目的布置是根据屏背面的视图，将代表项目的简化外形符号或一般符号等按项目的相对位置布置。不要求按比例尺绘制，但要保证项目的相对位置正确，即上下、左右位置不能改变。对于有多面布线的单元，可按屏背面上顶、下底、左右侧面、后面、前门展开，各个项目分别布置在各视图上。

2. 项目的标注

单元接线图中，在各个项目图形的上方应加以标注。标注的内容有：①安装单位编号及设备顺序号；②与分开二次电路图相一致的该项目的文字符号；③与设备表相一致的该项目的型号。

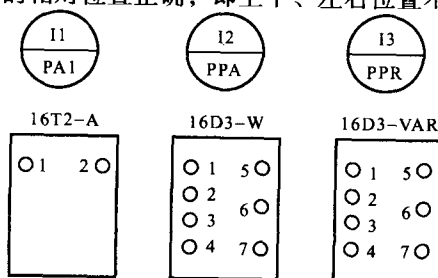


图 1-7 项目标注示例

项目标注的图例见图 1-7, 在项目的上方画有一圆, 圆中有一横线, 横线上方表示安装设备的单元顺序号和设备序号, 如 I 表示安装单位顺序, 1、2、3 表示设备单元内项目顺序, 其横线的下方表示项目的文字符号。在新标准中, 只需在项目的简化外形符号或一般符号旁标注项目代号即可。

3. 导线的表示和标记

项目间的端子是通过导线连接的。在接线图中, 导线的表示有中断线、连续线、单线、多线等形式。对于端子比较少, 而且布置在一起的项目, 可采用连续线表示, 显得直观和方便。在电气工程图中, 一般采用中断线表示导线。

在中断线表示法中, 为了便于识别导线的去向, 需要对导线进行标记。导线的标记方法很多, 在电气工程图中, 应用较广的是从属远端的相对标记法, 简称相对标记法 (也称相对编号法)。

所谓相对标记法是在本端的端子处标记远端所连接的端子的号, 如甲、乙两个端子用导线连接, 用中断表示时, 在甲端子旁标上乙端子的号, 在乙端子旁标上甲端子的号。如果在某个端子旁边没有标号, 说明该端子是空着的, 没有连接对象; 如果有两个标号, 说明该端子有两个连接对象。

图 1-8 所示为相对标记法的应用。在图中, 电流继电器 KA1 的 1 号端子标号 I:5 和 I2:1, 表明该端子应与端子排 I 的 5 号端子和端子排 I2 的 1 号端子相连, 同样在端子排 I 的 5 号端子和端子排 I2 的 1 号端子分别标号为 II:1, 表明这两个端子是与 II 设备 (即电流继电器 KA1) 的 1 号端子相连, 两者遥相呼应, 分别标注对方的标号, 其他端子也是如此。

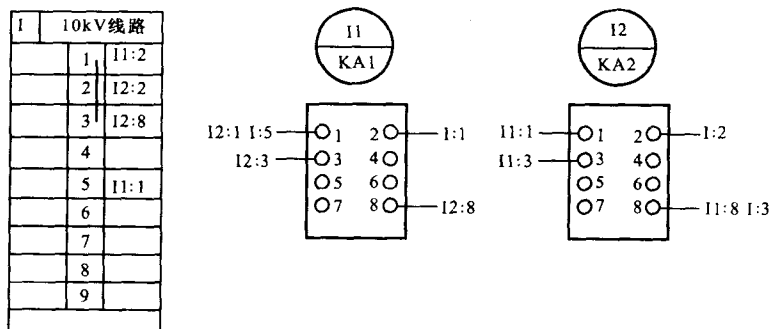


图 1-8 相对标记法的应用

二、端子接线图

端子是用以连接器件和外部导线的导电件, 是二次接线中不可缺少的配件。屏内设备与屏外设备之间的连接是通过端子和电缆来实现的。许多端子组合在一起构成端子排。保护屏和控制屏的端子排, 多数采用垂直布置方式, 安装在屏后的两侧。有些成套保护屏采用水平布置方式, 安装在屏后的下部或中部。

1. 端子的种类

常用端子的种类及用途见表 1-1。