



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
五年制高等职业教育供电专业教学用书

电气化铁道供变电技术

(二次系统)

陶乃彬 主编

0101101010101010111010110

0101101010101010111

01011010101010101

01011010101010101

中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

电气化铁道供变电技术 (二次系统)

陶乃彬 主 编
李学武 副主编
吴命利 董文海 主 审

中 国 铁 道 出 版 社

2007年·北京

内 容 简 介

本教材被列入“教育部职业教育与成人教育司推荐教材”。

本教材全面详细讲述了牵引变电所二次系统的构成及基本原理。主要包括:二次接线常识,高压开关距离控制、信号电路,中央信号系统,自用电系统,监视、测量电路,变电所综合自动化系统。为了便于自学每章后面均附有复习思考题。

本书适合作为高职高专及成人教育电气化铁道技术专业教材,也可作为供用电技术人员继续教育培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电气化铁道供变电技术. 二次系统/陶乃彬主编. —北京:中国铁道出版社,2007. 2

教育部职业教育与成人教育司推荐教材. 五年制高等职业教育电类专业教学用书

ISBN 978 - 7 - 113 - 07580 - 4

I. 电… II. 陶… III. 电气化铁道 - 牵引变电所 - 二次系统 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. U224

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 013751 号

书 名:电气化铁道供变电技术(二次系统)

作 者:陶乃彬 主编

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:阚济存

封面设计:冯龙彬

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:8.5 字数:208 千

版 本:2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~3 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-07580-4/TM·71

定 价:13.00 元

版权所有 侵权必究

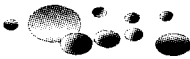
凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

编辑部电话(010)51873133

发行部电话(010)51873124



前 言



本书是根据铁道部教材编辑部和供电专业教学指导委员会组织的“铁道供电、企业供电专业高职高专专业课和专业基础课教材编写会”会议精神编写,本教材列入“教育部职业教育与成人教育司推荐教材”。

随着电气化铁道事业不断发展,牵引变电所作为电气化铁道供变电系统的重要组成部分,大量采用先进技术与新型设备,逐步实现监控自动化、远动化,运行管理智能化,性能检测及故障诊断现代化,对广大牵引变电所运行维护人员在知识上、技能上提出更高要求。

编者以自己多年来从事高职高专教学与职工培训经验为基础,结合电气化铁道供变电系统的实际情况,以牵引变电所新技术新设备技术资料为依据,充分汲取了高职高专在探索培养技术应用性人才方面取得的成功经验和教学成果,并参阅有关技术文献和生产厂家的技术资料,编写了本书。

本书全面系统地介绍了牵引变电所运行维护人员应掌握的基本知识、技能,紧扣岗位标准,以设备讲解为中心,以技术应用为重点,力求做到内容新颖、概念准确、技术先进、联系实际,具有较强的实用性。

本书为系列教材,由《电气化铁道供变电技术(一次系统)》、《电气化铁道供变电技术(二次系统)》两部分构成。《电气化铁道供变电技术(一次系统)》主要介绍牵引变电所一次系统的主要电器设备及其主接线,短路电流的效应及电器的选择;《电气化铁道供变电技术(二次系统)》主要介绍一次电器设备的控制信号电路及其操作电源,牵引变电所的综合自动化。两部分相互呼应,又独立成书,有利于日常教学和职工培训的灵活安排。

《电气化铁道供变电技术(二次系统)》兼顾了近年来牵引变电所新技术的发展方向,以电路单元为载体,分别讲述了牵引变电所控制回路、信号回路、监视测量回路、自用电系统的电路结构与工作原理,特别增加了综合自动化变电所中断路器控制信号回路、直流操作电源回路的内容讲解,并对变电所综合自动化系统作了简要介绍。书中的二次回路图贯彻执行国家最新标准:图形符号采用 GB/T 4728-2000《电气简图用图形符号》(符合 IEC 60617 标准);文字符号以 GB 7159-1987《电气技术中文字符号制定通则》和 DL 5028-1993《电力工程制图标准》为基础,同时参照《铁路电力牵引供电施工规范》(2004 年版)制定。

《电气化铁道供变电技术(二次系统)》由陶乃彬担任主编、李学武担任副主

编,具体分工为:陶乃彬、李学武共同编写第二、三、四、六章;杨洁编写第一章、第五章、附录。

本书由教育部推荐专家北京交通大学吴命利和北京铁路电气化学校董文海主审;西南交通大学张丽博士和许继集团凌梅工程师在编写过程中给予大力帮助,郑州铁路局郑州供电段周福安为本书编写提供部分技术资料;林永顺、谭慧铭老师参加本书审稿,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中疏漏和错误之处在所难免,诚恳欢迎读者提出宝贵意见。

编 者

2006年8月



目 录



第一章 二次接线基本常识

第一节 二次接线概述	1
第二节 二次接线图概述	3
第三节 展开式原理图	5
第四节 安装接线图	10
复习思考题	23

第二章 高压开关距离控制、信号电路

第一节 控制、信号电路概述	24
第二节 采用电磁型操动机构的断路器控制、信号电路	27
第三节 采用弹簧操动机构的断路器控制、信号电路	32
第四节 采用液压操动机构的断路器控制、信号电路	34
第五节 电动操作隔离开关的控制、信号电路	40
第六节 隔离开关与断路器联动操作的控制、信号电路	42
复习思考题	45

第三章 中央信号系统

第一节 信号装置概述	46
第二节 ZYX-1A 型晶体管中央信号装置	49
第三节 牵引变电所晶体管成套中央信号系统	56
复习思考题	57

第四章 自用电系统

第一节 交流自用电系统	59
第二节 直流自用电系统概述	62
第三节 碱性蓄电池组直流系统	66
第四节 高频开关电源直流系统	79
复习思考题	88

第五章 监视、测量电路

第一节 监视、测量电路概述	89
第二节 电气测量	93

第三节 电能计量 97

第四节 监视电路 101

复习思考题 108

第六章 变电所综合自动化技术简介

第一节 变电所综合自动化系统基本概念与特点 109

第二节 综合自动化系统主要功能 110

第三节 综合自动化系统举例 115

复习思考题 119

附 录

附表1 电气常用图形符号新旧对照表 120

附表2 二次回路常用电气新旧文字符号对照表 126

附表3 小母线的文字符号及色别 128

参考文献 129

第一章 二次接线基本常识

电力牵引供变电系统中的二次设备按一定顺序相互连接而成的电路称为二次接线,也称为二次接线。二次接线是一个多功能复杂网络,包括监视测量回路、控制回路、信号回路、调节回路、继电保护和自动装置、自动和远动化装置以及操作电源系统等几个部分。二次接线是电力系统安全、经济、稳定运行的重要保障,是变电所电气系统的重要组成部分。用来表明二次设备的配置、相互连接关系和工作原理的电气接线图,称为二次电路图,即二次接线图。二次接线图中,各种设备都按国家统一规定的图形符号表示。

第一节 二次接线概述

在电力牵引供变电系统中,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。电气接线通常用电气接线图来表示,图中所表示设备的连接顺序应与设备实际连接顺序相一致,接线图是用于安装和检查的。

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。在供变电系统中,电气设备按其用途不同,通常分为一次设备和二次设备两大类,其接线可分为一次接线和二次接线。

一次接线在《电气化铁道供变电技术(一次系统)》中已经介绍,下面着重对二次接线进行介绍。

一、二次接线的功能

一次设备一般都是大容量、高电压的设备,为了实现运行维护人员对一次设备进行监控,就必须配置与一次设备保持电气隔离的低电压、小容量的相应设备,统称这些设备为二次设备。二次设备通过电压互感器和电流互感器与一次设备取得电的联系。二次设备是指对一次设备的工作状态进行控制、保护、监察和测量的一系列低压、弱电设备,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。二次设备按一定顺序相互连接而成的电路称为二次电路,也称为二次接线。二次接线只描述二次电气设备的外部接线和接线原理。

二次接线是供变电系统电气接线的重要组成部分,它附属于一定的一次接线或一次设备,是对一次设备进行控制操作、测量监察和保护的有效手段,是电力系统安全生产、经济运行、可靠供电的重要保障。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,以保持电力系统处于最佳运行状态。

二、二次接线的分类

二次接线按电流分为:直流回路和交流回路;按工作性质分为:监视、测量回路,控制回路,信号回路,调节回路,继电保护与自动装置,自动和远动装置以及操作电源系统等几个部分。

1. 监视、测量回路

主要由各种显示仪表、测量元件及其相关回路组成,其作用是监视、测量一次设备的工作状态,以便运行人员掌握一次设备运行情况,为运行管理、事故分析提供参数。

2. 控制回路

主要由控制开关、相应的控制继电器组成,其作用是对一次高压开关设备进行合、分闸操作。控制回路按自动化程度可分为手动控制和自动控制两种;按控制距离可分为就地控制和距离控制两种;按控制方式可分为分散控制和集中控制两种,分散控制均为“一对一”控制,集中控制有“一对一”控制和“一对N”的选线控制;按操作电源性质可分为直流操作和交流操作两种;按操作电源电压和电流的大小可分为强电控制和弱电控制两种,强电控制采用较高电压(直流110 V或220 V)和较大电流(交流5 A),弱电控制采用较低电压(直流60 V以下,交流50 V以下)和较小电流(交流0.5~1 A)。

3. 信号回路

牵引变电所信号回路主要由开关设备的位置信号、继电保护和自动装置的动作信号和中央信号三部分组成。其主要作用是反映一次设备和二次设备的工作状态。

4. 调节回路

调节回路是指调节型自动装置,主要由测量机构、传送机构、调节器和执行机构组成。其作用是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。

5. 继电保护与自动装置

随着电气化铁道的发展,电力牵引供变电系统的调节、控制、保护、测量等操作已日趋自动化。这些自动化中的一个重要方面,就是在电力系统发生故障或出现不正常运行状态时,能够自动反应和处理故障。例如,测定故障的参数和位置,切除故障设备,投入备用设备等,这些设备统称为电力系统的继电保护与自动装置,主要由继电保护、自动装置和相应的辅助元件组成。其作用是:自动辨别一次设备的工作状态;在事故和不正常运行状态时,继电保护装置能够自动跳开断路器(切除故障)和消除不良状态并发出报警信号;当事故或不正常运行状态消失后,快速投入断路器,恢复系统正常运行。

6. 自动和远动装置电路

为了完成变电所与调度所之间远距离信息的实时自动传输,必须应用远动技术,采用远动装置。远动技术即调度所与各被控端(包括变电所等)之间实现遥控、遥测、遥信和遥调技术的总称。远动化的主要任务:其一是集中监视,提高安全经济运行水平。正常状态下实现合理的系统运行方式。事故时,及时了解事故的发生和范围,加快事故处理;其二是集中控制,提高劳动生产率。调度人员可以借助远动装置进行遥控或遥调,实现无人化或少人化,并提高运行操作质量,改善运行人员的劳动条件。随着变电所调度自动化技术应用的不断发展和深入以及计算机技术、通讯技术等领域的发展,牵引变电所的自动功能和远动功能都在不断地发展和完善,计算机远动与自动系统已在牵引变电所中得到普遍的应用,电气化铁道供电系统的可靠性和现代化程度有了显著的提高。

牵引变电所中的继电保护和远动装置属于二次接线范畴,但因为它们自成一个完整的体系,将其独立看待,专门研究。此处所讲的二次接线仅为牵引变电所的控制、信号、监测等电路,不包括保护装置、自动远动装置、继电器、电子元器件的内部接线和接线原理。

7. 操作电源系统

操作电源系统主要由电源设备和供电网络组成,它包括直流电源和交流电源系统。其作用是供给上述各回路工作电源。牵引变电所的操作电源多采用直流电源系统,简称为直流系统,部分小型变电所也可采用交流电源或整流电源(如硅整流电容储能或电源变换式直流系统)。

上述二次接线各部分之间的关系可用框图的形式表示如图 1-1 所示。

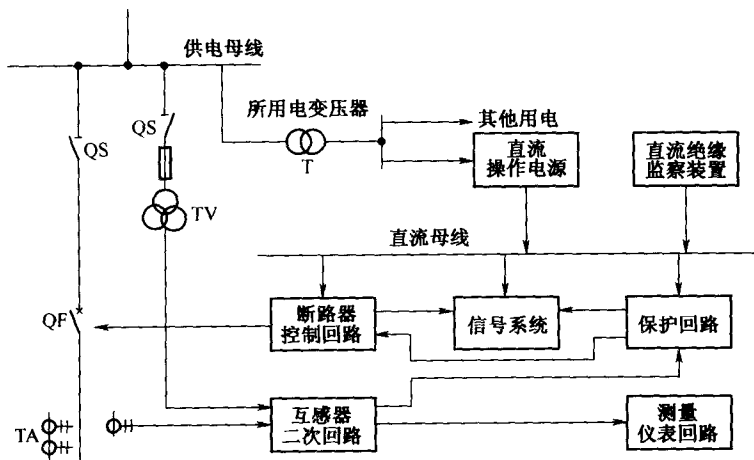


图 1-1 二次回路结构与功能示意图

第二节 二次接线图概述

用来表明二次设备的配置、相互连接关系和工作原理的电气接线图,称为二次接线图,即二次电路图。按照用途,一般将二次接线图分为归总式原理接线图、展开式原理接线图和安装接线图。对于保护回路三种图都要有,对于控制、信号和测量回路,一般只画展开式原理接线图和安装接线图。

一、电气图形文字符号

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。

(一) 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。既不给出元件、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《电气简图用图形符号》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 1。

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。因此,常开接点是指设备在正常状态时断开着的接点,也称为动合接点或正接点;常闭接点是指设备在正常状态时闭合着的接点,也称为动断接点或反接点。

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。

(二) 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。电气常用文字符号参见附表 2。

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。

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。

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。

文字符号的组合形式一般为:

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。

二、二次接线图的类型

1. 归总式原理接线图

归总式原理接线图简称原理图,是以整体的形式表示各二次设备之间的电气连接及其工作原理的接线图,一般与一次接线中有关部分画在一起。归总式原理接线图原理图主要特点如下。

(1) 二次接线和一次接线的有关部分画在一起,且电气元件以整体的形式来表示,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,并可清晰地表明二次接线对一次接线的辅助作用。

(2) 原理图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,能使我们对整套保护装置的工作原理有一个整体概念,是绘制展开式原理接线图等其他工程图的原始依据。

(3)原理图的缺点是交、直流回路画在一起,连线交叉零乱,又没有元件间的内部连线、端子号码和回路的标号等,对于较复杂的继电保护装置(如距离保护等)很难用原理接线图表现出来,即使画出了图,也很难看清楚,安装接线时容易出差错,不便于现场查找回路及调试,依靠它排除故障较困难。因此只有归总式原理图是不能用于施工的,现场广泛使用的是展开式原理接线图。

下面以图 1-2 所示牵引变电所 27.5 kV 馈线过电流保护原理接线图为例,说明这种接线图的特点。

由图 1-2 可见,过电流保护装置由一个电流继电器 KA、时间继电器 KT、信号继电器 KS 组成,并通过电流互感器 TA 和断路器分闸线圈 YT 与主电路联系在一起。正常时,由于负荷电流经电流互感器变流后流入电流继电器线圈的电流值小于 KA 的动作值,所以导致各继电器均处于正常状态,常开接点断开。断路器处于合闸位置的动状态,其常开辅助接点闭合。

当一次电路发生短路故障时,馈线电流增大,TA 的二次电流也随之增大。当二次电流增大至 KA 的整定动作值时,KA 动作,其常开接点闭合,接通了 KT 线圈的直流回路,其带时限的常开接点延时闭合,使直流电源的正极经 KT 的常开接点、KS 的线圈、断路器常开辅助接点、分闸线圈与直流电源的负极接通,分闸线圈受电,断路器操作机构动作,使断路器跳闸,自动切除故障线路。同时,信号继电器受电动作,其接点转换,发出分闸信号。

2. 展开式原理图

展开式原理接线图简称展开图,是在归总式原理接线图的基础上,将整体形式的二次电路按其供电电源的性质不同,分解成交流电压、交流电流和直流回路等相对独立的部分,组成多个独立回路,以分散的形式表示二次设备之间的电气连接。它是制造、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。其详细内容见本章第三节所述。

3. 安装接线图

安装接线图是制造厂或施工单位根据展开式原理图绘制的配电盘布置及接线的实际安装图。一般分为:盘面布置图、端子排图和盘后接线图。在安装接线图中,各种仪表、继电器、成套装置、开关、电阻等二次设备以及连接导线和端子排,都是按照它们的实际图形、安装位置和连接关系绘制的。它反映了二次电路的实际接线情况。为了便于安装接线和运行中检查,所有设备的端子和连接导线都加上走向标志。其详细内容见本章第四节所述。

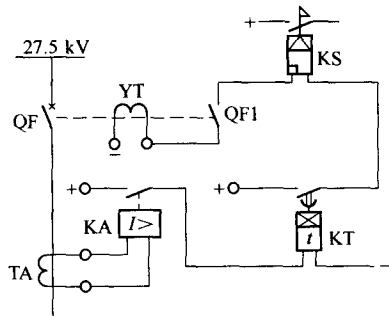


图 1-2 27.5 kV 馈线
过电流保护原理图

第三节 展开式原理图

展开式原理接线图是将二次设备按其线圈和接点的接线回路展开分别画出,将整体形式的二次电路按其供电电源的性质不同,分解成交流电压、交流电流和直流回路等相对独立的部分,组成多个独立回路,表示二次电路设备配置、连接关系和工作原理的二次接线图,简称展开图。

一、展开图结构及特点

展开图的主要特点是以分散的形式表示二次设备之间的电气连接。

1. 按不同电源回路划分成多个独立回路。例如:直流与交流回路分开绘制,直流回路又分

控制回路、测量回路、保护回路和信号回路等;交流回路又分电流回路和电压回路。

2. 同一元件的线圈、接点按其通过电流性质的不同,分别绘入对应的直流回路、交流回路中去。例如:交流电流线圈接入电流回路,交流电压线圈接入电压回路。为了避免看图时产生混淆,属于同一元件的线圈和接点标有相同的文字符号。

下面以图 1-3 所示 27.5 kV 馈线过电流保护展开图为例,说明这种接线图的特点。

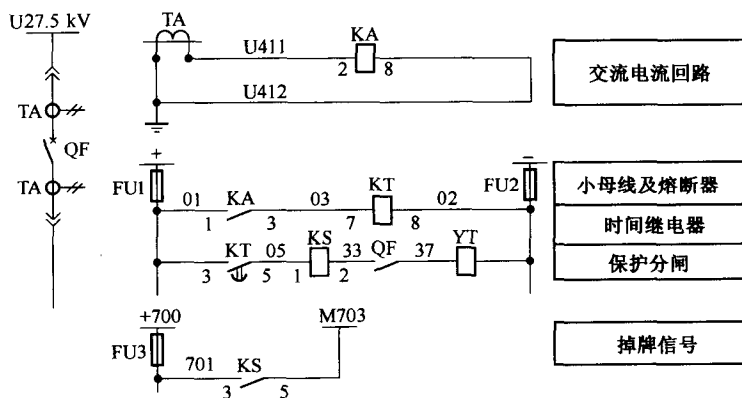


图 1-3 27.5 kV 馈线过电流保护展开图

图 1-3 为在图 1-2 的基础上绘制的 27.5 kV 馈线电流保护展开式原理图。该 27.5 kV 馈线过电流保护装置的接线,可用交流电流回路、直流回路两部分图来表示,同样能说明该保护装置的工作原理(略)。

展开图中,属于同一性质电路内的线圈、接点按电流通过的方向顺序(该顺序应便于接线)连接构成各自的回路。在同一回路里,继电器的线圈、接点及其他二次设备按电流流通的顺序从左至右依次连接,称为展开图的“行”。并在各行的右侧标出回路作用的文字说明。各回路的排列顺序一般是先交流电流回路、交流电压回路,后直流回路。在每个回路当中,对交流回路来说按 U、V、W、N 相序分行排列的;对直流回路则是按各元件动作的先后顺序由上而下逐行垂直排列的。如图 1-3 所示,全图从左到右,从上到下层次清楚,动作的先后次序分明,看起来一目了然。

比较图 1-2 和图 1-3 可见,展开图 1-3 接线清楚,动作顺序层次分明,便于读图和分析,特别在复杂电路中优点更为突出。

二、二次接线图的标号原则

为了便于二次电路安装施工和在投入运行后进行检修,对展开图不同的回路及回路中各元件间的连接导线应分别编制不同的标号。标号应该做到:①根据标号能了解该回路的用途;②根据标号进行正确的连接。

二次回路标号由不超过三位的数字组成,特殊情况允许用四位数字。当需要表明回路的相别或某些主要特征时,可以在数字标号前面(或后面)增设文字标号,例如对于交流回路应该在数字标号前注明相别(如 U411、V411、W411、...)。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(例如直流正、负电源回路,跳、合闸回路)都给予了固定的标号。

二次回路的标号一般采用“等电位编号原则”。即回路中连于同一电位点的所有分支导

线均应编相同的标号。回路中由线圈、接点、开关、按钮、电阻、连接片等元件间隔的不同线段，用不同的数字标号组表示。因为在接点断开时接点两端已不是等电位，所以应给予不同的编号。

三、二次接线图的标号方法

二次回路标号的数字采用阿拉伯数字，文字标号采用规定的字母。与数字标号并列的文字符号用大写字母，角注用小写字母。标号的顺序应按展开图的行从上到下，从左到右依次编号。标号一般标注在连接线的上方。

1. 直流回路标号方法

直流回路的编号一般从正极回路线段起按规定的奇数号依次编制，每经过一个非阻抗元件（如按钮、开关、接点、连片等），标号按奇数号递增（除特殊用途的标号外），即直流回路的正电位点用奇数标号（如 1、3、5、…）；当经过阻抗元件时（如电压线圈、电阻等），应改变标号极性，即从负极侧按规定的偶数标号。根据上述的标号方法依次进行编制，即负电位点用偶数标号（如 2、4、6、…）直至与正极标号的线段相相应（即所有线段均编有标号）。当从正、负极两侧编号至中间出现不能确定极性的线段时（如串联阻抗元件之间的连接导线），可以任意选标该回路的奇数或偶数递增接续号。直流回路中的合闸、分闸、信号灯等特殊支路，应标注规定的专用标号。

在具体工程中，并不需要对二次回路展开图中的每一个结点都进行回路编号，而只对引至端子排上的回路加以编号即可。在同一盘上互相连接的设备，在盘后接线图中有相应的标志方法。

直流回路数字标号组如表 1-1 所示。控制和保护回路使用的数字编号，按熔断器所属的回路分组，以百位数为一组。表中文字 I ~ IV 表示四个标号组，每一组用于由一对熔断器引下的控制回路编号，例如对于三绕组变压器，每一侧装一台断路器，其符号分别为 QF1、QF2 和 QF3，则对每一台断路器的控制回路应取相对应的编号。例如对 QF1 取 101 ~ 199，对 QF2 取 201 ~ 299，对 QF3 取 301 ~ 399。开关设备、控制回路的数字标号组，应按开关数字的数字序号进行选取。例如，有三个控制开关 1SA、2SA、3SA，则 1SA 对应的控制回路数字标号选 101 ~ 199，2SA 所对应的控制回路数字标号选 201 ~ 299，3SA 所对应的控制回路数字标号选 301 ~ 399。

表 1-1 直流回路数字标号组

序号	回路名称	数字标号				附注
		I	II	III	IV	①
1	正电源回路	1	101	201	301	
2	负电源回路	2	102	202	302	
3	合闸回路	3 ~ 31	103 ~ 131	203 ~ 231	303 ~ 331	②
4	合闸监视回路	5	105	205	305	
5	跳闸回路	33 ~ 49	133 ~ 149	233 ~ 249	333 ~ 349	②
6	跳闸监视回路	35	135	235	335	
7	备用电源自动合闸回路	50 ~ 69	150 ~ 169	250 ~ 269	350 ~ 359	③

续上表

序号	回路名称	数字标号				附注
		I	II	III	IV	
8	开关设备位置信号回路	70 ~ 89	170 ~ 189	270 ~ 289	370 ~ 389	
9	事故跳闸音响回路	90 ~ 99	190 ~ 199	290 ~ 299	390 ~ 399	
10	保护回路	01 ~ 099				
11	信号及其他回路	701 ~ 799				
12	断路器位置遥信回路	801 ~ 809				
13	断路器合闸线圈或操动机构电机回路	871 ~ 879				
14	隔离开关操作闭锁回路	881 ~ 889				
15	变压器零序保护公用电源回路	J01、J02、J03				

附注:①当同一安装单位内的断路器多于3个时,在不发生混淆的情况下,可用数字组401~499和501~599进行标号;如发生混淆,可在其数字标号前增注文字符号“QF”,以便区别。

②当断路器合闸回路中的绿灯回路及跳闸回路中的红灯回路是直接自控制电源引下时,其回路标号应与控制电源相同。

③在没有备用电源自动投入的安装单位系统图中,标号50~69可作为其他回路的标号。

2. 交流回路标号方法

交流回路的标号除用三位数外,前面还加注文字标号注明相别。三位数字的意义分别为:个位数表示回路连线顺序标号,十位数表示互感器副绕组序号,百位数表示电路性质标号(电流回路:4,电压回路:6)。回路使用的标号组,要与互感器文字后的“序号”相对应。如:电流互感器TA1的U相回路标号是U411~U419,则U411表示U相电流回路中电流互感器的1号副绕组二次电路的第1段连接导线;电压互感器TV2的V相回路标号V621~V629,则V623表示V相电压回路中2号电压互感器二次电路的第3段连接导线。交流电流回路按流互绕组顺序号编号,交流电压回路按压互安装顺序编号。编号时从互感器副边的始端起至终端(接地端)按规定的数字标号组,不分奇偶数,取连续递增的数字依次编制。互感器中线(或零线)的标号,单相回路可接续回路标号依次编制,三相回路可按不同相别编制起始标号,如N411、N611或L411、L611等。交流回路数字标号组如表1-2所示。

表1-2 交流回路数字标号组

回路名称	互感器的文字符号及电压等级	回路标号组				
		U相	V相	W相	中性线	零序
保护装置及测量表计电流回路	TA	U401 ~ U409	V401 ~ V409	W401 ~ W409	N401 ~ N409	L401 ~ L409
	TA1	U411 ~ U419	V411 ~ V419	W411 ~ W419	N411 ~ N419	L411 ~ L419
	TA2	U421 ~ U429	V421 ~ V429	W421 ~ W429	N421 ~ N429	L421 ~ L429
	TA9	U491 ~ U499	V491 ~ V499	W491 ~ W499	N491 ~ N499	L491 ~ L499
	TA10	U501 ~ U509	V501 ~ V509	W501 ~ W509	N501 ~ N509	L501 ~ L509
	TA19	U591 ~ U599	V591 ~ V599	W591 ~ W599	N591 ~ N599	L591 ~ L599
保护装置及测量表计电压回路	TV	U601 ~ U609	V601 ~ V609	W601 ~ W609	N601 ~ N609	L601 ~ L609
	TV1	U611 ~ U619	V611 ~ V619	W611 ~ W619	N611 ~ N619	L611 ~ L619
	TV2	U621 ~ U629	V621 ~ V629	W621 ~ W629	N621 ~ N629	L621 ~ L629

续上表

回路名称	互感器的文字符号 及电压等级	回路标号组				
		U 相	V 相	W 相	中性线	零序
经隔离开关辅助接点或继电器切换后的电压回路	(6~10) kV	U760~U769	V760~V769	W760~W769	N600	
	35 kV	U790~U799	V790~V799	W790~W799	N600	L790~799
	110 kV	U(V、W、L、X _w)710~719、N600				
	220 kV	U(V、W、L、X _w)720~729、N600				
绝缘监察电压表的公用回路		U700	V700	W700	N700	
母线差动保护公用电流回路	(6~10) kV	U360	V360	W360		
	35 kV	U330	V330	W330		
	110 kV	U310	V310	W310		
	220 kV	U320	V320	W320		

此外,展开图中的小母线用粗线条表示,并注以文字符号,在控制和信号回路中的一些辅助小母线和交流电压小母线,除文字符号外,还给予固定的数字编号。常见小母线的文字符号和数字编号见书后附录中附表3。

四、看二次接线图的基本方法

二次接线图的逻辑性很强,在绘制时遵循着一定的规律,所以看图时若能抓住规律就很容易看懂。看图的基本步骤如下。

1. 根据展开图右侧的文字说明,了解各回路的性质,然后从上到下逐个回路看通。

2. 先交流、后直流。交流看电源,直流找线圈,抓住接点不放松,一个一个全查清。“先交流、后直流”是指先看二次接线图的交流回路,把交流回路看完看懂后,根据交流回路的电气量以及在系统中发生故障时这些电气量的变化特点,向直流逻辑回路推断,再看直流回路。一般说来,交流回路比较简单,容易看懂。“交流看电源,直流找线圈”是指交流回路要从电源(交流回路的电流互感器和电压互感器的二次绕组)入手。交流回路有交流电流和电压回路两部分,先找出电源来自哪组电流互感器或哪组电压互感器,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,并联系与交流回路有关的线圈分析各设备的动作。“抓住接点不放松,一个一个全查清”是指继电器线圈找到后,再找出与之相应的接点。根据接点的闭合或开断引起回路的反应情况,再进一步分析,直至查清整个逻辑回路的动作过程。

3. 先线圈,后接点。即先查起动元件,后查起动元件的接点通断的电路。因为只有到继电器或装置的线圈通电(并达到其起动值),其相应接点才会动作,由接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。

4. 先上后下、先左后右,盘外设备一个也不漏。“先上后下,先左后右”的原因如下:一次接线的母线在上而负荷在下;二次接线的展开图中,交流回路的互感器二次侧线圈(即电源)在上,其负载线圈在下;直流回路正电源在上,负电源在下,驱动接点在上,被起动的线圈在下;端子排图、盘后接线图一般也是由上而下;单元设备编号,则一般是由左至右的顺序排列的。某一完整功能的实现,要通过若干“行”完成,各“行”可能在不同的图纸上,应找全与该功能相关的所有图纸。

由于展开图结构清楚,标号明确,所以其应用较为广泛。它不但便于施工安装接线,也有利于变电所的运行维护、检修调试及故障分析处理。因此,要求从事牵引变电所工作的有关人员都要学会看展开图,并且熟练的掌握。特别是牵引变电所的值班人员,更要加倍熟悉展开图,对它做到了如指掌。当变电所内发生故障时,才能做到迅速、正确地判断和处理故障,使之尽快恢复正常运行。

展开图是二次接线装置施工、运行维护以及故障分析和处理的重要图纸,也是绘制安装接线图的主要依据。但现场安装施工还需更具体的安装接线图。

第四节 安装接线图

为了安装施工和维修试验的方便,在前述原理接线图、展开接线图的基础上,还需要绘制用于具体安装施工接线用的安装施工图,用来表明二次接线的实际安装情况。

用于表明配电盘的类型,各二次设备在盘上的安装位置以及设备间的尺寸及二次设备接线情况的图叫安装接线图。在安装接线图中,各种仪表、继电器和端子排,都是按国标图形绘制的。为了便于安装接线和运行中检查,所有设备的端子和连接导线都加上走向标志。安装接线图一般包括盘面布置图、端子排图和盘后接线图。有时盘后接线图和端子排图画在一起。

安装接线图是生产厂家制造控制盘、保护盘以及现场施工安装接线所依据的主要图纸,也是变电所运行维护等项工作的主要参考图。

一、盘面布置图

根据配电盘及各二次设备的实际尺寸,按一定比例绘制而成的盘面设备布置图,称为盘面布置图。它表示了配电盘正面各安装单位二次设备的实际安装位置,是正视图,并附有设备明细表,列出了盘中各设备的名称、型号、技术数据及数量等,以便制造厂备料和安装加工。

盘面布置总的原则是:应便于监视、操作、检修、试验且保证安全,设备应布置的对称、整齐、美观、紧凑,并留有余地,以利扩建。

1. 控制盘的布置原则

控制盘的盘面设计是从下列要求出发的:便于观察,操作调节方便、安全;安装、检修简单易行;整体美观、清晰;用盘数量较少。控制盘的盘面由上至下,通常首先布置指示仪表,仪表下面布置光字牌,光字牌下面可布置一排转换开关,转换开关下面为模拟接线,再下面为红绿指示灯及控制开关。如图1-4所示。

(1)同一水平线上应安装同样的仪表。通常第一、二行安装电流表、电压表,第三行装功率是和频率表。最低一排仪表的中心线离地面高度应不低于1500 mm,最高一排仪表离盘顶要留200 mm的距离,最边一行仪表要离盘边至少50 mm的距离,以利走线。在离盘顶160 mm的范围内应留空,因盘背面在此高度有安装电阻及小刀闸等的钢架。为便于观察,指示仪表应力求与下面的模拟接线相对应,U、V、W相按纵向排列。

(2)盘上所有光字牌通常布置在仪表下面,并在同一高度上,并以光字牌下边为准对齐。光字牌的布置要适当照顾瞬时、延时信号的分类。

(3)同一电压等级的模拟母线应布置在同一水平上,其宽度一般为12mm,模拟母线要清晰,各盘要适当考虑连贯,并能简明地反映主接线类型。区别相别时,U、V、W相分别用黄、绿、红色表示。模拟母线涂色参见附录中附表3。