

中国造船工程学会人才与教育学术委员会
教材建设学组 推荐

船舶系列丛书

CHUANBO XILIE CONGSHU

船舶电工识图

杨庆堂 赵 群 主编
船舶工业教材编审室 审

HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

船舶电工识图

主编 杨庆堂 赵 群

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书内容包括:电工识图基础知识,常用电气控制电路识图,常用机床控制图,供电系统电气图识读,电工识图试题及附录等。

本书可作为高等工科学学校电气技术、电气自动化等专业的教材,也适用于高职院校、职工大学、电视大学,并可供其他有关专业师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

船舶电工识图/杨庆堂,赵群主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2010.11
ISBN 978-7-81133-980-2

I. ①船… II. ①杨…②赵… III. ①船用电气设备
—识图 IV. ①U665

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 219285 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 12
字 数 300 千字
版 次 2011 年 1 月第 1 版
印 次 2011 年 1 月第 1 次印刷
定 价 22.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

船舶电工识图以能力培养为目标,突出实际、实用、实践的原则,适当减少理论推导,力求深入浅出、循序渐进地介绍电工识图的基本概念和识图方法。本书重点放在基本概念的阐述、各种典型电路的分析及应用实例的介绍;注重培养学生实践能力、分析和解决问题的能力。

本书内容包括:电工识图基础知识、常用电气控制电路识图、常用机床控制电路图、供电系统电气图识读、电工识图试题及附录。

本书由渤海船舶职业学院杨庆堂、赵群主编。本书编写的具体分工为:第一、二、五章由渤海船舶职业学院杨庆堂编写,第三、四章及附录部分由渤海船舶职业学院赵群编写。由于编者水平、经验有限,疏漏及错误之处在所难免,希望广大读者批评指正。

编者

2010年7月

目 录

第一章 电工识图基础知识	1
第一节 电气图的基本构成	1
第二节 电气符号	4
第三节 电气图的分类	11
第四节 电气图的表示方法	13
第五节 电气识图的基本要求和基本步骤	24
复习思考题	26
第二章 常用电器控制电路识图	28
第一节 常用电器及符号	28
第二节 电气识图方法	39
第三节 常用典型电气图	41
复习思考题	52
第三章 常用机床控制电路图	53
第一节 电动葫芦控制电路	53
第二节 CA6140 型普通车床电气控制系统	53
第三节 Z3050 摇臂钻床控制电路	57
第四节 M7120 磨床电气控制电路	60
第五节 铣床电气控制电路	64
第六节 镗床电气控制电路	70
第七节 15/3 吨桥式起重机控制电路	74
第八节 B2012A 型龙门刨床及控制电路	79
复习思考题	83
第四章 供电系统电气图识读	85
第一节 高、低压供配电系统概述	85
第二节 供电系统主接线图	89
第三节 供电系统二次电气图	97
复习思考题	103
第五章 电工识图试题库	105
部分答案	145
附录	164
附录 A 常用电气简图用图形符号	164
附录 B 常用电气设备用图形符号	179
附录 C 电气设备文字符号	181
参考文献	186

第一章 电工识图基础知识

第一节 电气图的基本构成

一、电气图图纸幅面的一般规定

1. 图纸幅面及尺寸的规定

电气图的图纸幅面一般分为 5 种:0 号图纸、1 号图纸、2 号图纸、3 号图纸和 4 号图纸,分别用 A0、A1、A2、A3 及 A4 表示。各种幅面的尺寸有相应的规定。一般规定,在绘制电气图时,幅面四周要留一定距离的侧边,具体如图 1-1 所示,各侧边的宽度见表 1-1。选用图纸时,按照表述对象的规模、复杂程度及要求,遵循布局紧凑、清晰、匀称、使用方便的原则,尽量选用较小的图纸幅面,少数情况下,可按规定加大幅面。

表 1-1 图幅尺寸

单位:mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
宽×长($B\times L$)	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
边宽(c)	10			5	
装订侧边宽(a)	25				

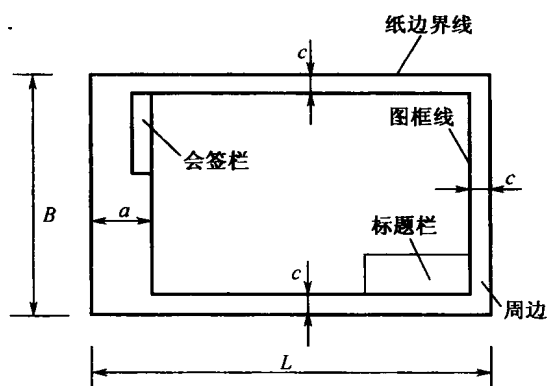


图 1-1 图幅尺寸代号的意义

2. 图形用线的规定

国家标准中规定了 8 种图形用线,即粗实线、细实线、波浪线、双折线、虚线、细点画线、粗点画线、双点画线。电气图中使用较多的是粗实线、细实线、虚线和细点画线。图线宽度一般为 0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1.0 mm 及 1.4 mm。以粗实线宽度 b 为准,通常在同一张图中只选用 2~3 种宽度的图线,粗线的宽度为细线的 2~3 倍。图中平行线的最小间距应不小于粗线宽度的两倍且不小于 0.7 mm。

电气图中的指引线(用来注释某一元器件或某一部分的指向线),用细实线表示,指向被标注处根据其末端不同,加注不同标记,图 1-2 列举了三种指引线的画法。

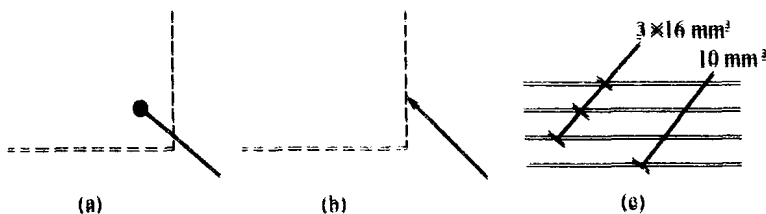


图 1-2 指引线的画法

(a)指引线末端在轮廓线以内;(b)指引线末端的轮廓线上;(c)指引线末端在回路线上

电气图上各种图形符号之间的连接线,一般用实线表示,计划扩展的内容用虚线。有时为了突出或区分不同电路的功能,不同电路可采用不同宽度的图线表示。

连接线的识别标记一般注在靠近连接线的上方,也可在中断处标注,如图 1-3 所示。当连接线穿越图面其他部分时,允许将连接线中断,并在中断处加相应标记。有多根平行线或一组线时,为避免图面繁杂,可采用图 1-4 方式表示。



图 1-3 连接线的标记

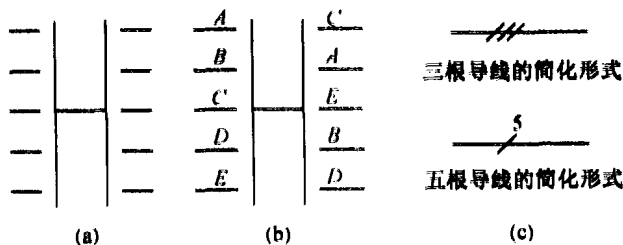


图 1-4 多根导线或连接线的简化画法

(a)多根导线的单线表示;(b)两端处于不同位置的平行线的单线表;
(c)多根导线的简化画法

围框线是电气图上用来表示其中一部分的功能、结构或项目范围的线条,一般用细点画线表示。围框线一般不应与元器件符号相交(插头、插座和端子符号除外)。

3. 标注的规定

按国家标准规定,标注的汉字、数字和字母,都必须做到“字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀”。汉字应写成仿宋体,并应采用国家正式公布的简化字。汉字按字高分为20号、14号、10号、7号、5号、3.5号、2.5号和1.8号8种字号,字宽约为字高的2/3。2.5号和1.8号字一般不用。数字通常采用正体。字母有大写、小写和正体、斜体之分。

标注尺寸时,一般需要有尺寸线、尺寸界线、尺寸起止点的箭头或45°短划线、尺寸数字和尺寸单位等几部分。尺寸线、尺寸界线一般用细实线表示。尺寸箭头一般用实心箭头表示,建筑图中则常用45°短画线表示。尺寸数字一般标注在尺寸线的上方或中断处。尺寸单位可用其名称或代号表示,工程图上除标高尺寸、总平面图和一些特大构件的尺寸单位一般以米(m)为单位外,其余尺寸一般以毫米(mm)为单位。凡是尺寸单位为mm的,不必注明尺寸单位,如图1-5所示,采用其它单位的尺寸,必须注明尺寸单位。在一张图中每一尺寸一般只标注一次(建筑电气图上允许标注重复尺寸)。

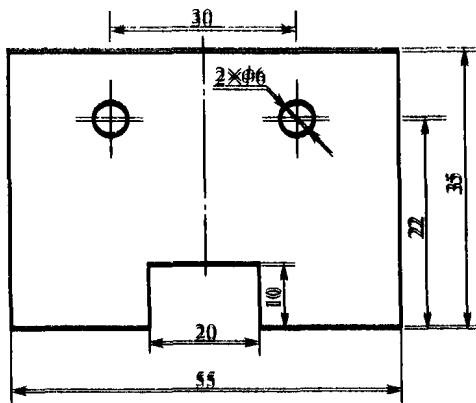


图 1-5 尺寸标注图

4. 图样比例的规定

图样的比例是指图形的大小与实际物件的大小之比。电气图需要按比例绘制,用手安装电气设备及布线的简图,如平面图、剖面布置图等,一般在1:10,1:20,1:50,1:100,1:200及1:500比例系列中选用,如果需要用其他比例,应按国家有关标准选用。

二、电气图的组成

电气图一般由电气图表、技术说明、主要电气设备(或元件)明细表和标题栏四部分组成。电气图表是电气图的主要部分,所以一般又把电气图表称为电气图。

(1) 电气图表 电气图表是用国家统一规定的电气图形符号和文字符号表示电路中电气设备(或元器件)相互关系的图形。它是用来表示设计思想和设计意图的图形,通过它可以弄清电气系统或设备中各部分之间、各元器件之间以及它们相互间的连接关系,并能进一步了解其原理、功能和动作顺序。

(2) 技术说明 技术说明又称为技术要求,是用以注明电气图表中相关的技术要点、安装要求及未尽事项的文字。技术说明的书写位置在各种电路中有所不同,比如在主电路(一次回路)图中,技术说明书写在图面的右下方,标题栏的上方;在副电路(二次回路)图中,技术说明书写在图面的右上方。

(3) 主要电气设备(元件)明细表 电气设备明细表用来注明电气图表中主要电气设备(或元件)的代号、名称、型号、规格、数量和说明,它是识图、订货、安装时的重要依据。明细表在不同电路中的列写方面也不同,比如在主电路图中,明细表一般在图面的右上方,由上而下逐项列出;在副电路图中,明细表一般在图面的右下方,紧接标题栏之上,自下而上逐项列出。

(4) 标题栏 标题栏又称为图标,用于标注电气工程名称、设计类别、设计单位、图名、

图号、比例、尺寸单位及设计人、制图人、描图人、审核人、批准人的签名和日期等。标题栏一般在图面的右下角。标题栏是电气设计图的重要技术档案,各栏目中的签名人对图中的技术内容承担相应责任。识图时首先应看标题栏。

此外,有些电气图还包括会签栏,会签栏一般位于标题栏左侧或图框线以外的左上方,它用于相关专业技术人员会审认可的签名,如图 1-1 所示。

三、电气图的主要特点

电气图中,大部分仅用来表示电路中各设备、装置、元器件等的功能及连接关系,一般都有以下特点。

(1) 电气图的主要表达形式是电气简图 电气简图的各组成部分或元器件是用电气图形符号表示的。仅仅表示各装置、设备及元器件的相互位置和连接顺序,其外形、结构及尺寸等特征不能具体表示出来。这对读识图纸、区别各组成部分的名称、功能、状态、特征、对应关系和安装位置等带来了很大方便。

(2) 电气图的主要表达内容是元件和连接线 由于电气图主要是用来描述电气设备连接关系的,通常可以把电源设备、负载设备和控制设备都看成元件,把连接关系看成是连接线,这样电气图就是由各种电器元件和连接线构成的电路,元件和连接线自然成为其主要表达内容。

(3) 电气图的主要要素是图形符号和文字符号 电气图大多采用简图表示,而简图的主要特点就是用国家统一规定的图形符号和文字符号表达绘制,因此,图形符号和文字符号是组成电气图的主要要素。

(4) 电气图中的元件都是按正常状态绘制 所谓“正常状态”或“正常位置”,是指电器元件、器件和设备的可动部分为非激励(未通电,未受外力作用)或不工作的状态或位置,例如:继电器和接触器的线圈未通电,因而其触点在还未动作的位置;断路器、负荷开关、隔离开关、刀开关等在断开位置;带零位的手动控制开关的操作手柄在“0”位;行程开关在非工作状态或位置;事故、备用、报警等开关在设备、电路正常使用或正常工作位置。对于发、输、变、配、供电系统的电气图,应按照实际设计,把备用的电源、线路、变压器以及与之配套的开关设备等都一一表达出来。

(5) 电气图往往与主体工程及其他配套工程的图有密切关联。电气工程通常同主体工程(土建工程)及其他配套工程(如机械设备安蒸气煤气管道等)配合进行,电气装置及设备的布局、走向、安装等必然与此密切相关。因此,电气图,尤其是电气布置图无疑与土建工程图、管道工程图等有着不可分割的联系。这些电气图不仅要根据有关土建、机械、管道图按要求及尺寸来布置,而且要符合国家有关设计规程和规范要求(如安全、防火、防爆、防雷等)。

第二节 电 气 符 号

电气符号包括图形符号、文字符号、项目代号和回路标号等几种。各种电路图都是用这几种电气符号表示。电气符号可以用来表示电路的构成、功能、设备相互连接顺序及工作原理,因此,掌握电气符号的含义、标注原则和使用方法,对看懂电气电路图十分重要。

一、图形符号

图形符号是指用来表示一个设备或一个概念的图形、标记或字符的符号。

1. 图形符号的组成

图形符号通常由基本符号、一般符号、符号要素和限定符号等组成。

(1) 基本符号用以说明电路的某些特征,而不表示独立的电器或元器件。

(2) 一般符号是用以表示一类产品或此类产品的特征的一种符号,一般符号通常很简单,例如“○”为电机的一般符号,“ $\sqcap$ ”是线圈的一般符号。

(3) 符号要素是一种具有确定意义的简单图形,必须同其他图形组合以构成一个设备或概念的完整符号。例如,图 1-6(a)是构成电子管的四个符号要素,即管壳、阴极、阳极和栅极,它们虽有确定的含义,但一般不能单独使用,而通过不同形式组合成多种图形符号。

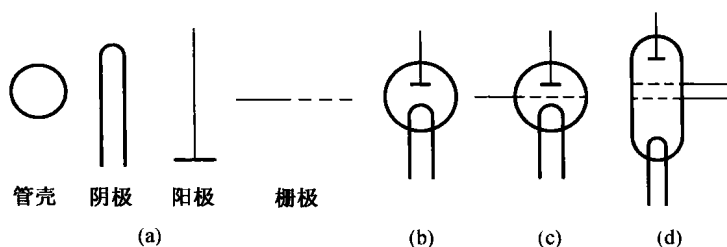


图 1-6 符号要素及其组合示例

(a)符号要素;(b)二极管;(c)三极管;(d)四极管

(4) 限定符号是指在某个符号上附加一个附加限定信息的符号。限定符号的附加限定信息一般是电流和电压的种类、可变性、力和运动的方向、(能量、信号)流动方向及材料的类型等。限定符号的应用,使图形符号更具有多样性,如图 1-7、图 1-8 所示。

实际电气电路中,一般符号及限定符号最为常用。

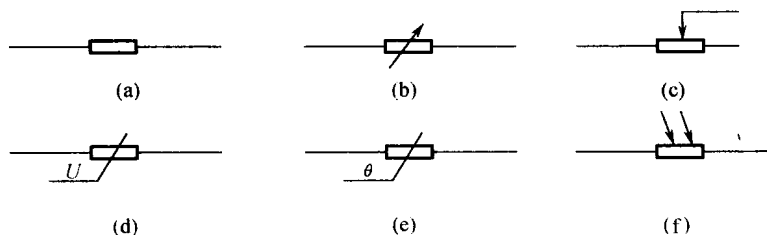


图 1-7 限定符号应用举例(电阻)

(a)电阻器的一般符号;(b)可调电阻器;(c)带滑动触点的电阻器;
(d)压敏电阻器;(e)热敏电阻器;(f)光敏电阻器

2. 图形符号的分类

按照表示的对象及用途不同,图形符号分为电气图用图形符号及电气设备用图形符号两大类。电气图形符号种类繁多,在 GB/T4728 系列标准中将其分为 11 类,即:(1)导线和连接件;(2)基本无源元件;(3)半导体管和电子管;(4)电能的发生和转换;(5)开关、控制和

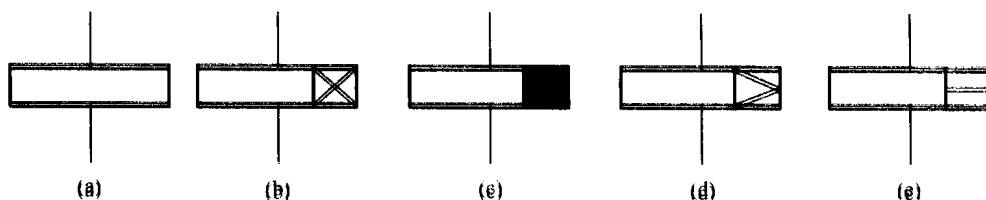


图 1-8 限定符号应用举例(线圈)

(a)继电器线圈的一般符号;(b)缓慢吸合继电器线圈;(c)缓慢释放继电器线圈
(d)机械保持继电器线圈;(e)快速继电器线圈

保护器件;(6) 测量仪表、灯和信号器件;(7) 电信;交换和外围设备;(8) 电信;传输;(9) 建筑安装平面布置图;(10) 二进制逻辑元件;(11) 模拟元件。电气图用图形符号是构成电气图的基本单元,常用的电气图用图形符号见附录 A。

电气设备用图形符号主要适用于各种类型的电气设备或电气设备的部件,使操作人员了解其用途和操作方法,其主要用途为识别、限定、说明、命令、警告和指示等。

电气设备用图形符号与电气图用图形符号大多是不同的,有的虽然符号相同,但含义却大不相同。例如变压器的电气设备用图形符号和电气图用图形符号,二者在形式上是相同的,但电气图用符号中的变压器符号表示电路中的一类变压器设备,担负变压功能;而电气设备用图形符号中的变压器符号,则表示电气设备可通过变压器与电力线相连接的开关、控制器、连接器或端子相接,也可用于变压器包封或外壳上,还有的用于平面布置图上,表示变压器的安装位置。常用的电气设备用图形符号见附录 B。

3. 图形符号的应用注意事项

(1) 图形符号一般均按未通电、无外力作用的“正常状态”表示。例如,开关未闭合,继电器、接触器的线圈未通电,按钮未按下等。

(2) 某些设备或元件有几个图形符号,在选用时应尽可能采用优选形,尽量采用最简单的形式,在同类图中使用同一种形式。如三相电力变压器、DS-110(120)系列时间继电器、GL-11(15、21、25)型电流继电器的图形符号。

(3) 为了突出主次或区别不同用途,相同的图形符号允许采用不同的符号大小、不同的图线宽度来表示。例如电力变压器与电压互感器、发电机与励磁机、主电路与副电路、母线与一般导线等的表示。

(4) 同一电气设备的三相及同类电气设备或元器件的图形符号应大小一致、图线等宽、整齐划一、排列匀称。

二、文字符号

文字符号用于标明电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态及特征,一般标注在电气设备、装置和元器件之上或其近旁。文字符号还可以用来表示项目代号种类和功能。

1. 文字符号的分类

电气技术中的文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号两类。

(1) 基本文字符号又分为单字母符号和双字母符号。电气设备常用基本文字符号见附录 C 中表 C-1。

① 单字母符号:单字母符号是将各种电气设备、装置和元器件分为 23 个大类,每个大类用一个字母符号(拉丁字母中除去“I”、“O”和“J”)来表示。

② 双字母符号:双字母符号由一个表示大类的字母与另一个字母组成,表示大类的字母在前,一般为单字母,另一个字母在后。如互感器属变压器“T”大类,其单字母符号是“T”,而电流互感器用“TA”,电压互感器用“TV”表示;又如指示灯属信号器件“H”大类,而红色指示灯用“HR”,绿色指示灯用“HG”以示区分。

(2) 辅助文字符号。辅助文字符号也有很多,见附录 C 中表 C-2。辅助文字符号用于表示电气设备、装置和元器件、线路的功能、状态、特征及位置。如“ST”表示启动,“STP”表示停止;“ON”表示闭合,“OFF”表示断开;“RD”表示红色,“GN”表示绿色;“H”“L”分别表示高、低等。

2. 文字符号的使用

电气图中的文字符号并不适用于各类电气产品的型号编制与命名。文字符号的字母书写采用拉丁字母大写正体,一般应优先采用单字母符号。只有当为了较详细、具体地标注电气设备、装置和元器件时,才采用双字母符号。

辅助文字符号既可与单字母符号组成双字母符号,如“KA”表示电流继电器,“MS”表示同步电动机;也可以单独使用,如“N”表示中性线,“PEN”表示保护接地与中性线共用(简称保护中性线)。

三、项目代号

在电气图上通常用一个图形符号表示的基本元器件、部件、组件、功能单元、设备、系统等,称为项目。项目有大有小,可能相差很多,大至电力系统、成套配电装置,以及发电机、变压器,小至电阻器、端子、连接片等,都可以称为项目。

项目代号是用以识别图形、表图、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代码。由项目代号可以将不同的图或其他技术文件上的项目与实际设备中的该项目一一对应联系起来。如某一有功电能表 PJ1,是计量 2 号线路 W2 的,线路 W2 是在 5 号高压开关柜内,而开关柜的种类代号为 A,因而,此有功电能表的项目种类代号全称为“= A5 - W2 - P1”,其电能表第 3 号接线端子则应称为“= A5 - W2 - P1:3”,或简称为“= A5 - W2 - P1:3”。又如某照明灯的项目代号为“= S5 + 201 - E3:2”。则表示 5 号车间变电所 201 室 3 号照明灯的 2 号端子。

项目代号是由拉丁字母、阿拉伯数字及特定的前缀符号,按照一定规则组合而成的。一个完整的项目代号包括 4 个代号段,其名称及前缀符号见表 1-2。

表 1-2 项目代号的分段名称及前缀符号

段号	1	2	3	4
代号名称	高层代号	位置代号	种类代号	端子代号
前缀符号	=	+	-	:

1. 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。如

电力系统、变电所、电力变压器、电动机、启动器等。由于各类子系统或成套配电装置、设备的划分方法不同,某些部分对其所属的下一级项目就是高层。例如,电力系统对其所属的变电所,电力系统的代号为高层代号,但对此变电所中某一开关(如高压断路器)的项目代号,则该变电所代号为高层代号。故高层代号具有项目总代号的含义,其命名是相对的,只能根据需要命名,但要在图中加以说明。

2. 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及数字组成。在使用位置代号时,应画出表示该项目位置的示意图。图 1-9 所示为某机械厂的中央控制室,内有控制屏、操作电源屏及继电保护屏等 3 列,各列用拉丁字母表示,各屏用数字表示,则位置代号用字母和数字组合而成表示。如 B 列屏的第 3 号控制屏的位置代号表示为“+ B + 3”,它安装在 202 室,则全称表示为“+ 202 + B + 3”,可简化表示为“+ 202B3”。

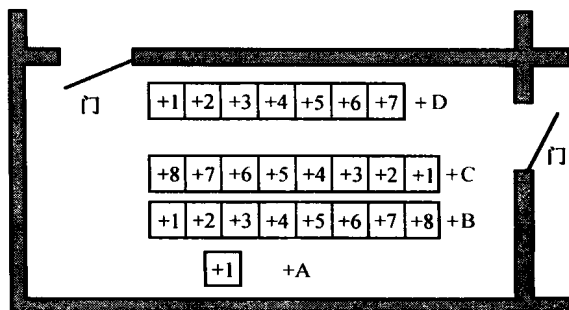


图 1-9 控制室位置代号示意图

3. 种类代号

用以识别项目种类的代号,称为种类代号。项目种类是将各种电器元件、器件、设备、装置等,根据其结构和在电路中的作用来分类的,相近的项目归为同类,常用单字母符号命名(图 1-10)。

(1) 种类代号通常有三种表达方法。

① 第一种方法:由字母代码和数字组成,如 $-A_3$, $-T_2$, $-K_5$, $-R_1$ 等,这是运用最多、最直观和最容易理解的表示方法。其中,字母代码为规定的文字符号(单字母、双字母或辅助字母符号,一般用单字母符号)。例如,某 2 号线路 W_2 保护的第 3 个继电器可表示为“ $= W_2 - K_3$ ”,其中“-”为种类代号段的前缀符号,“K”为项目种类(继电器)的字母代码,“3”为同一项目种类(继电器)的序号。

② 第二种方法:用顺序数字(1,2,3…)给图中每一个项目规定一个统一的数字序号,同时将这些顺序数字和它所相应代表的项目列表于图中或其他说明中,如 - 1, - 2, - 3…。

③ 第三种方法:将不同类的项目分组编号,如继电器用 11,12,13…,信号灯用 21,22,23…,电阻用 31,32,33…,并将编号所代表的项目列表于图中、图后或其他说明中。

对于以上三种方法表示的项目的相似部分,如继电器的触点,可在数字后加“·”,再用数字区别。如第一种方法继电器 K_5 的触点 $K_5.1$, $K_5.2$ 等,第二种方法继电器 1.1,1.2,2.1,2.2 等,而第三种方法可表示为继电器 11.1,11.2,12.1,12.2 等,如图 1-11 所示。

(2) 复合项目的种类代号由若干项目组成的复合项目,其种类代号可采用字母代码加数字表示。如某高压开关柜 A_3 中的第 2 个继电器,可表示为“ $- A_3 - K_2$ ”,或简化为“ $- A_3 K_2$ ”;某低压断路器 QF_2 中的电动机 M_1 ,热脱扣器 TR_1 可表示为“ $- Q_2 - M_1$ ”“ $- Q_2 - T_1$ ”,或简化为“ $- Q_2 M_1$ ”“ $- Q_2 T_1$ ”等。

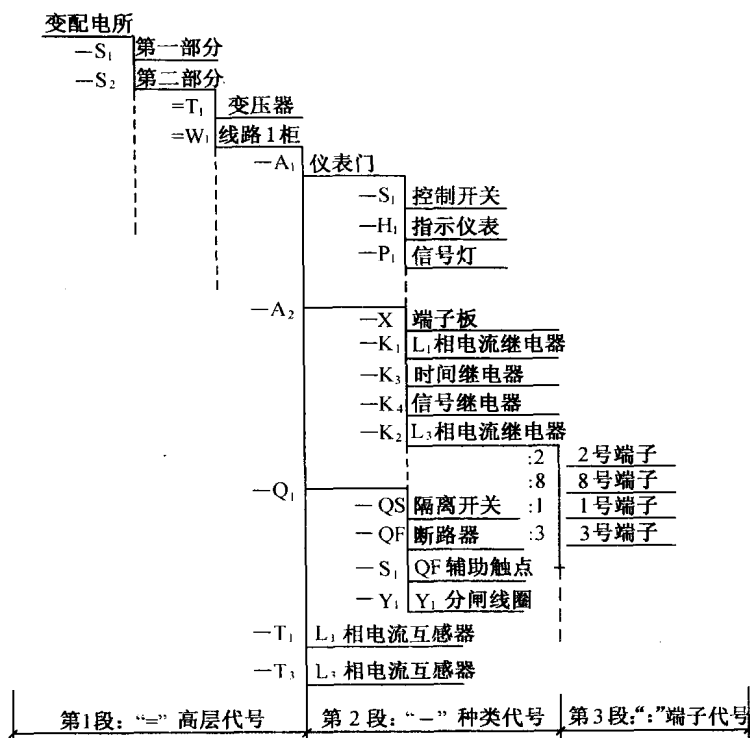


图 1-10 某 10 kV 线路过电流保护的项目代号结构、前缀符号及其分解图

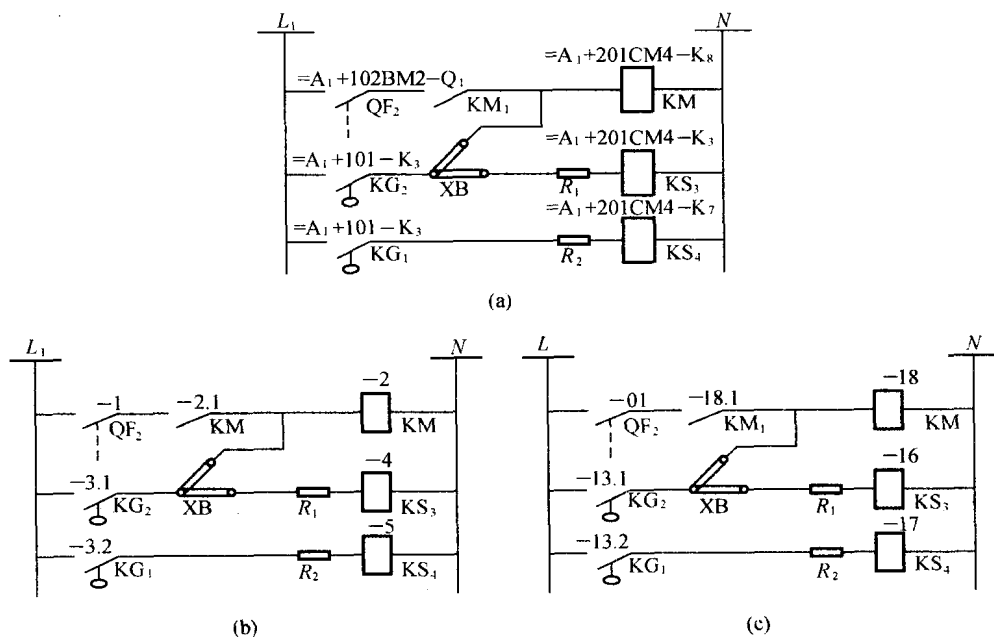


图 1-11 种类代号的三种表达方法示例

(a)第一种方法;(b)第二种方法;(c)第三种方法

4. 端子代号

用于同外电路进行电气连接的接线端子的代号,称为端子代号。端子代号是完整项目代号的一部分。当项目的端子有标记时,端子代号必须与项目上的端子标记一致;当项目的端子无标记时,应在图上自行设立端子代号。一般端子板(排)的代号用“X”表示,以区别于设备代号。

5. 项目代号的应用

项目代号是用来识别项目,由代号段组成的特定代码。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,项目代号可以单独表示一个项目,而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。

电气原理图中之所以要标注项目代号,是因为根据该原理图可以很方便地进行安装、检修、分析与查找事故,所以国家标准把它规定在电气工程图样的编制方法之中。但根据使用场合及详略要求的不同,在一张图上的某一项目代号不一定都有四个代号段。当不需要知道设备的实际安装位置时,则可省掉位置代号;当图中所有项目的高层代号相同时,可省掉高层代号而只需另外加以说明。

在集中表示法和半集中表示法的图中,项目代号只在符号旁标注一次;在分开表示法的图中,项目代号应在项目每一部分的符号旁都要标注出来。

四、回路标号

电路图中用来表示各回路的种类和特征的文字符号和数字标号,统称为回路标号。

1. 回路标号的一般原则

回路标号属于导线识别主标记中的“独立标记”符号,通常采用阿拉伯数字表示。根据国家规定,回路标号的一般原则主要有以下几点。

(1) 将导线按用途分组,每组给以一定的数字范围。

(2) 导线的标号一般由三位或三位以下的数字组成,当需要标明导线的相别或其他特征时,在数字的前面或后面(一般在前面)加注文字符号。

(3) 导线标号按“等电位原则”进行,即回路中连接在同一点上的所有导线具有相同电位,则标注相同的回路标号。

(4) 由线圈、触头、电阻、电容等元器件即减压元件所间隔的线段,应标注不同的回路标号。

(5) 标号应从交流电源或直流电源的正极开始,以奇数顺序号 1,3,5…或 101,103,105…开始,直至电路中一个主要减压元件为止,之后按偶数顺序号…6,4,2 或…106,104,102 至交流电源的中性线(或另一相线)或直流电源的负极。

(6) 某些特殊用途的回路则给以固定数字标号,如断路器跳闸回路用 33,133 等。

2. 回路标号的分类

回路标号根据标识电路的内容不同可分为直流回路的标号、交流回路的标号和电力拖动、自动控制电路的标号。

(1) 直流回路的标号在直流一次回路中,用个位数字的奇、偶数区分回路的极性;用十位数字的顺序区分回路中的不同线段,如正极回路用 1,11,21,31…顺序标注,负极回路用 2,12,22,32…顺序标注;用百位数字区分不同供电电源的回路,如 A 电源的正、负极回路分别标注 101,111,121…和 102,112,122…,B 电源的正、负极回路分别标注为 201,211,221…和 202,212,222…。在直流二次回路中,正极回路的线段按奇数顺序标号,如 1,3,5…,负极回

路的线段按偶数顺序标号,如 2,4,6...

在同一回路中,经过电阻、电容、线圈等减压元件时,要改变标号的极性;对不能明确标明极性的线段,可任意选标奇数或偶数。

(2) 交流回路的标号在交流一次回路中,用个位数字的顺序区分回路的相别,用十位数字的顺序区分回路中的不同线段。如第一相回路按 1,11,21...顺序标号,第二相按 2,12,22...顺序标号,第三相按 3,13,23...顺序标号;交流二次回路的标号原则与直流二次回路的标号原则相似,回路的主要减压元件两侧的不同线段分别按奇数和偶数的顺序标号,如左侧用奇数,则右侧用偶数标号。元器件相互间的连接导线,可任意选标奇数或偶数。对于不同供电电源的回路,也可用百位数字的顺序标号进行区分。

(3) 电力拖动、自动控制电路的标号一次回路的标号由文字符号和数字标号两部分组成:文字符号用于标明一次回路中电器元件和线路的技术特性,如交流电动机定子绕组的首端用 U_1, V_1, W_1 , 尾端用 U_2, V_2, W_2 表示,三相交流电源端用 L_1, L_2, L_3 表示;数字、标号用来区别同一文字标号回路中的不同线段,如三相交流电源端用 L_1, L_2, L_3 标号,而开关以下用 U_{11}, V_{12}, W_{13} , 熔断器以下用 U_{21}, V_{22}, W_{23} 标号等。

在二次回路中,除电器元件、设备、线路标注文字符号外,为简明起见,其他只标注回路标号。

第三节 电气图的分类

电气图的分类方法很多,一般可以根据对象的类别、对象的规模大小、使用场合及表达方式等的不同来分类,例如:按表达对象不同,可分为军用图、民用图、电力系统(发输变配电)用图、工矿企业生产用图、船用图、邮电通信用图、广播电视用图等;按表达相数的不同,可分单线图、三线图;按电路性质的不同,可分为一次回路图、二次回路图;按负荷性质不同,分为动力用电图、照明用电图;按表达方式不同,分为概略类型的图和详细类型的图。

按照最新国家标准,电气信息文件分为六大类,分别是功能性文件、位置文件、接线文件、项目表、说明文件和其他文件。我们把电气图的类别也按照电气图所表达的电气信息内容来划分。

一、表示功能性信息的电气图

表示功能性信息的电气图按照其表示形式的不同分为功能性简图和功能表图两类。其中功能性简图包括概略图、功能图、电路图、端子功能图、程序图等;功能性表图包括功能表图、顺序表图和时序图。

1. 概略图

概略图是指表示系统、分系统、装置、部件、设备、软件中各项目之间的主要关系和连接的相对的简图。概略图通常采用单线表示法,可作为教学、训练、操作和维修的基本文件。当概略图用来表示在过程流动路线中所包含的非电气装置时,称为流程简图。概略图一般用方框符号表示。图 1-12 所示为过电流保护概略图,它表示了当线路上发生短路故障时,启动用的电流继电器 KA 瞬时动作,使时间继电器 KT 启动,经一定的时限后,接通信号继电器 KS 和出口继电器 KM。KM 则接通断路器 QF 的跳闸回路,作用于 QF 跳闸。

该图是采用方框符号绘制,用以说明过电流保护系统的基本组成、相互关系及主要特征的简图,而并没有具体表示各具体元件及其连接关系。电气概略图往往是某一电气系统、装置、设备进行成套设计的第一张图,它们的用途主要是:作为进一步设计的依据;供操作和维修时参考;供有关部门了解设计对象的整体方案、简要工作原理和各部分的主要组成等。

2. 功能图

功能图是指用理论的或理想的电路来详细表示系统、分系统、装置、部件、设备、软件等的功能的简图。功能图不涉及具体的实施方法。比如用于分析和计算电路特性或状态的等效电路就属于功能图。图 1-13 所示为某异步电动机 T 形等效电路图,它将旋转电动机的电磁关系特性用静止的电路表示,它是分析和计算异步电动机电磁特性和运行状态的重要工具。

3. 电路图

电路图表示系统、分系统、装置、部件、设备、软件等实际电路的简图。它是采用按功能排列的图形符号来表示各元件及其连接关系,不需要考虑项目的实际尺寸、形状和位置。电路图可为了解电路所起的作用、编制接线文件、测试和寻找故障、安装和维修提供必要的信息。

4. 端子功能图

端子功能图是用来表示功能单元的各端子接口连接和内部功能的一种简图。

5. 程序图

程序图是详细表示程序单元、模块及其互连关系的简图。

6. 功能性表图

7. 程序表图

程序表图是表示系统各个单元工作次序或状态的图(表),各单元的工作或状态按一个方向排列,并在图上成直角绘出过程步骤或时间,如描述手动控制开关功能的表图。

8. 时序表图

时序表图是按比例绘出时间轴的顺序表图。

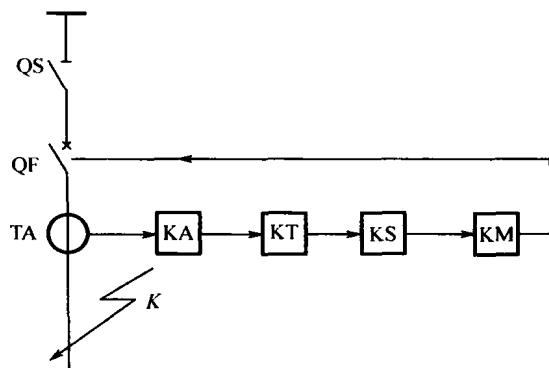


图 1-12 过电流概略图

KA—电流继电器;KT—时间继电器;
KS—信号继电器;KM—中间继电器

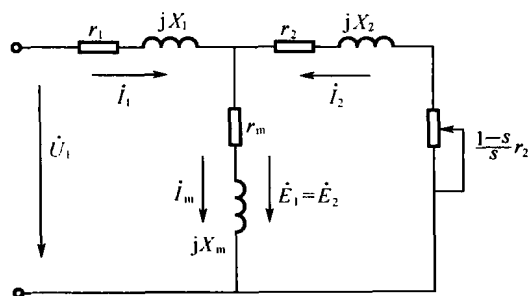


图 1-13 异步电动机 T 形等效电路图

r_1, X_1 —定子绕组的电阻和漏电抗;
 r_2, X_2 —折算后的转子绕组的电阻和漏电抗;
 r_m —与定子铁芯损耗相对应的等效电阻;
 X_m —与主磁通相对应的励磁电抗;
 s —转差率