

维修电工职业技能培训丛书

实用电气线路

程 周 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

维修电工职业技能培训丛书

实用电气线路

程 周 主编

高等教育出版社

内容提要

本书根据最新颁布的“维修电工”国家职业标准,深入浅出地介绍了该工种初级、中级和高级工在参加考核鉴定时所涉及的应知、应会方面的内容。

第一篇初级维修电工。内容包括:电气识图,二极管、晶体管及简单应用电路图,交流电动机绕组展开图,基本电气控制与机床电气线路,照明及动力线路。

第二篇中级维修电工。内容包括:放大电路,变压器的联结组,直流电机的绕组,常用电气控制线路,直流电动机的控制线路,三相同步电动机的控制线路,机床电气调速系统,典型生产机械电气控制线路。

第三篇高级维修电工。内容包括:模拟电子电路,数字电子电路,自控的基本知识与原理图,交流电动机调速系统,电梯的电气控制线路,可编程控制器及其控制线路,电力晶体管电压型逆变电路。

本书可作为培训部门、各级职业技能鉴定机构、再就业培训中心的有关岗位培训教材,也可作为各类职业院校、短期培训班的培训教材,还可作为相关行业工程技术人员的实用手册。

图书在版编目(CIP)数据

实用电气线路/程周主编. —北京:高等教育出版社,2005.12

ISBN 7-04-018022-7

I. 实... II. 程... III. 电路-基本知识
IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 122327 号

策划编辑 李宇峰 责任编辑 李宇峰 封面设计 于涛 责任绘图 黄建英
版式设计 史新薇 责任校对 尤静 责任印制 孔源

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市南方印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 17
字 数 400 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育网 www.widedu.com

版 次 2005 年 12 月第 1 版
印 次 2005 年 12 月第 1 次印刷
定 价 25.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18022-00

出版说明

为了适应当前经济社会的发展和科学技术的进步,配合最新颁布的维修电工及相关行业国家职业标准与职业技能鉴定规范,高等教育出版社组织有关职业学校专家及行业企业工程技术人员对“维修电工”国家职业标准及职业技能鉴定规范进行了认真的研究与再认识,并进行了广泛的调研。在此基础上,组织编写维修电工职业技能培训丛书。

本次推出的有:《实用电工手册》、《实用电工问答》、《电工常识》、《电气安全》、《电工材料》、《电气照明》、《实用电气线路》、《电气控制与实训》、《电子技术技能训练》、《安装电工实用技术》、《建筑电工实用技术》、《维修电工技能训练》、《电工考级指南》、《维修电工考级指南》、《维修电工技能鉴定考核试题库》等。

维修电工职业技能培训丛书在编写中体现以下特点:

- 贴近岗位。本系列丛书以企业需求为基本依据,加强实践性教学环节,以满足企业的岗位需求作为课程开发的出发点,紧扣国家最新颁布的相关行业岗位的国家职业标准和职业技能鉴定规范,使丛书内容与岗位相衔接。特别注意吸收近年来国内外的最新科技成果,充分体现时代性,努力培养企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者。

- 突出技能。本系列丛书立足于实际运用,突出“以就业为导向”、“以能力为本位”的思想,精选从行业岗位提炼出来的安全案例进行分析训练,并结合行业需要,设计多个综合训练,以培养学生的实践能力和操作技能,适应行业技术发展。

- 理论联系实际。本系列丛书力图使教学内容与企业生产现状相符,理论联系实际,讲练结合,学以致用,有利于学习者主动参与到教学活动中,提高学习主动性和操作技能,提高解决实际问题的能力。同时注意深入浅出,图文并茂,加大了实物图和工作流程图比例。

- 适用范围广。本系列丛书可作为培训部门、各级职业技能鉴定机构、再就业培训中心的有关岗位培训教材,也可作为各类职业院校、中专、技工学校、短期培训班的培训教材,还可作为相关行业工程技术人员的实用手册。

维修电工职业技能培训丛书将于 2006 年春季陆续出版。不足之处,敬请广大读者批评指正。

高等教育出版社

2005 年 7 月

前 言

本书是根据最新颁布的“维修电工”国家职业标准及技能鉴定规范编写的,可作为参加国家职业技能鉴定人员的学习用书,也可以作为各类职业院校电类各专业及其他相关专业的实践教学指导用书。

本书在编写过程中,已经充分考虑到读者现有的自学能力及基础知识,学生在教师指导下,可以按照初级工、中级工和高级工的要求,逐步学习各篇的内容。也可以根据自身的条件,独立选择对应初、中、高三篇中某篇的内容学习,以达到事半功倍的效果。

在学习本书过程中编者建议:

1. 内容上注意把握好“宏观了解、注重应用”的原则,处理好初、中、高三个级别之间的关系,处理好同一级别中不同内容之间的关系。

(1) 注重从宏观上了解“维修电工”所涉及到的原理、作用、功能、型号、安装及维护方法。涉及到基础理论知识,宜浅不宜深,以“了解”层次为主体,以能够解决职业技能鉴定中应会部分的考核为目标,不宜也没有必要对专、深的专业理论进行研究。

(2) 注重应用,不片面强调系统性,将应用性放在首要位置,通过本书的学习,掌握“维修电工”工种应会部分的技能,特别是操作性的知识和技能,应做到“明白道理,安装有序,排除故障心中有底”。

2. 结构上注意根据初级、中级和高级维修电工的不同特点,本着可行、实用、科学的原则把握学习本书内容的先后顺序。

(1) 可按初级、中级和高级的顺序展开学习。

(2) 可根据不同地区、不同学校、不同专业的实际需要与可能,选择初级工、中级工或高级工的内容,配合本系列其他有关书籍的学习,以满足不同类型学校和学生对职业技能鉴定的不同要求。

对于如何学好本书编者认为:

1. 读书与操作并重。本书编写过程中已充分考虑到读者的自学能力和必须掌握知识内容的深浅,自学是有可能的。要主动学习,认真读书中的内容,弄清道理。要勤于思考,学会运用知识,理解所学知识在实际操作和维护中的应用;要重视操作的训练,在实操过程中学习,在应用中巩固概念,掌握分析问题的方法。

2. 建立起基本工作过程的概念,掌握好基本维护方法。本书的学习是为了今后更好地掌握“维修电工”所涉及的各类电气设备的维修,所以对电气设备基本工作过程的了解应该是很重要的。例如,在中级工和高级工中都有通用和专用机床的电气控制线路作为鉴定内容,然而进一步了解该机床的基本工作过程(如加工方法、工艺流程、基本机械结构),对学习好本书的内容有着积极的促进作用。应该在学习过程中养成发现问题、提出问题、讨论问题的习惯。

本教材由安徽职业技术学院实训中心程周主编,安徽职业技术学院电气系董武、温晓玲参加编写。具体分工为:董武编写第一篇;程周编写第二篇;温晓玲编写第三篇。

湖南铁道职业技术学院赵承荻教授以高度负责的态度审阅了全书,提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。本书编写过程中,得到安徽职业技术学院周洪颖老师的帮助和支持,编者在此也一并表示感谢。

由于编者学识和水平有限,书中难免存在缺点和错误,恳请同行和使用本书的广大读者批评指正。联系电子邮箱:ahchzh@163.com。

编 者
2005 年 6 月

目 录

第一篇 初级维修电工

第一章 电气识图	1	第一节 三相单层绕组展开图	24
第一节 电气图的分类与制图规则	1	第二节 三相双层绕组展开图	26
第二节 图形符号、文字符号与项目 代号	5	第三节 单相异步电动机定子绕组 展开图	28
第三节 电气控制线路的分析	9	第四章 基本电气控制与机床电气线 路	30
第二章 二极管、晶体管及简单应用 电路图	13	第一节 三相笼型异步电动机基本 控制线路	30
第一节 二极管单相整流电路和 滤波电路	13	第二节 普通机床电气线路	31
第二节 晶体管	18	第五章 照明及动力线路	35
第三节 简单稳压电路	23	第一节 车间动力线路	35
第三章 交流电动机绕组展开图	24	第二节 车间照明线路	36

第二篇 中级维修电工

第一章 放大电路	39	第二节 单波绕组	91
第一节 共射极放大电路	39	第四章 常用电气控制线路	94
第二节 放大电路的基本性能指 标	44	第一节 自动往返循环控制线路	94
第三节 阻容耦合放大电路	45	第二节 起动控制线路	94
第四节 负反馈放大电路	46	第三节 制动控制线路	98
第五节 功率放大电路	51	第四节 多速异步电动机控制 线路	101
第六节 集成功率放大器	54	第五节 三相绕线转子异步电动机 基本控制线路	103
第七节 正弦波振荡电路	57	第五章 直流电动机的控制线路	107
第八节 直接耦合放大电路	61	第一节 直流电动机的起动控制 线路	107
第九节 晶闸管应用电路	67	第二节 直流电动机的正反转控制 线路	109
第十节 基本逻辑门	79	第三节 直流电动机的制动控制 线路	110
第二章 变压器的联结组	84	第四节 直流电动机的调速控制	
第一节 Y,y 联结组	84		
第二节 Y,d 联结组	85		
第三章 直流电机的绕组	87		
第一节 单叠绕组	88		

线路	112
第六章 三相同步电动机的控制	
线路	114
第一节 同步电动机的起动控制	
线路	114
第二节 同步电动机的制动控制	
线路	116
第七章 机床电气调速系统	117
第一节 直流发电机-电动机	
系统	117
第二节 交磁电机扩大机调速	

第三篇 高级维修电工

第一章 模拟电子电路	151
第一节 集成运放及应用电路	151
第二节 直流稳压电源电路	158
第三节 晶闸管电路	160
第二章 数字电子电路	167
第一节 集成逻辑门电路	167
第二节 组合逻辑电路	172
第三节 触发器	181
第四节 时序逻辑电路	187
第五节 脉冲产生、整形和转换电	
路	194
第三章 自控的基本知识与原理图	199
第一节 自动控制基本概念	199
第二节 单闭环有差调速系统	201
第三节 转速负反馈无静差调速	
系统	203
第四节 转速、电流双闭环调速	
系统	205
第四章 交流电动机调速系统	208
第一节 绕组转子异步电动机串级	
调速系统	208
第二节 三相异步电动机变频调速	

系统	118
第三节 晶闸管直流电动机调速	128
第八章 典型生产机械电气控制线路	130
第一节 Z35 摇臂钻床的电气控制	
线路	130
第二节 X62W 万能铣床的电气控	
制线路	134
第三节 M7475B 平面磨床的电气	
控制线路	139
第四节 T612 型镗床的电气控制	
线路	145

系统	211
第三节 无换向器电动机调速	
系统	215
第五章 电梯的电气控制线路	220
第一节 电梯结构	220
第二节 电梯电气控制系统的主要	
电器部件	222
第三节 直流电梯的电气控制	
线路	227
第六章 可编程控制器(PLC)及其控制	
线路	239
第一节 PLC 基本概念	239
第二节 指令系统	241
第三节 可编程控制器控制线路	247
第七章 电力晶体管电压型逆变电路	251
第一节 串联逆变电路基本概念	251
第二节 串联逆变电路	253
附录 1 低压电器产品型号组成形式	255
附表 1 低压电器产品型号类组	256
附表 2 通用派生代号	257
附表 3 特殊环境条件派生代号	257
附录 2 电气原理图中常用电气符号	258

第一篇 初级维修电工

第一章 电气识图

第一节 电气图的分类与制图规则

用电气图形符号绘制的图称为电气图,它是电工技术领域中的主要的信息提供方式。电气图的种类很多,可以根据其用途进行分类。不同种类电气图的表达方式和适用范围国家标准已作了明确的规定和划分。对不同专业和在不同场合下,只要是按照同一种用途绘成的电气图,不仅在表达方式与方法上必须是统一的,而且在图的分类与属性上也应该是一致的。

一、系统图和框图

用符号或带注释的框概略地表示系统、分系统、成套装置或设备等的 basic 组成、相互关系及其主要特征的一种简图,称为系统图或框图。其用途是为进一步编制详细的技术文件提供依据,供操作和维修时参考。这里所谓的技术文件,包括电气图本身,因此系统图和框图是绘制其他各种电气图(主要是指电路图)的主要依据。

系统图和框图两者间原则上没有区别。在实际使用中,系统图通常用于系统或成套设备,框图则用于分系统或设备。

1. “框”的表达方式

“框”是系统图和框图中的主要内容。“框”的内涵应随图的表达层次不同而定。较高层次的图一般只反映对象的概况,可以用有简明文字说明其功能或组成的单元线框表达,如图 1-1-1(a)所示。较低层次的图可将对象表达得较为详细一些,例如可以选用包含若干图形符号并附有简要文字说明的单元线框表达,如图 1-1-1(b)所示,或者用能反映若干图形符号间连接关系的围框表达,如图 1-1-1(c)所示,必要时还可以标注围框及围框内各图形符号的项目代号。

在更多的场合下是直接方框符号表达。以上“线框”应是实线画成的框,“围框”则是点画线画成的框。若干具有相同组成部分的围框可以用简化画法表示。

2. 画法要点

系统图和框图对布图有很高的要求,强调布局清晰,以利于识别过程和信息的流向。基本流向应是自左至右或自上至下,只有在某些特殊情况下方可例外。

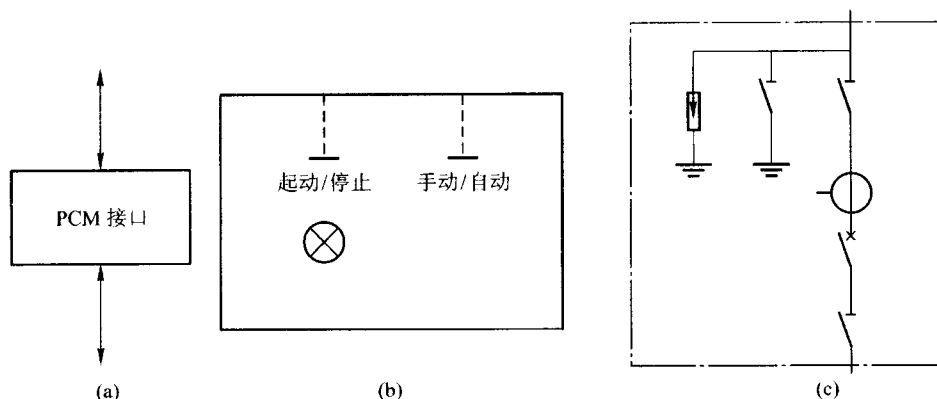


图 1-1-1 系统图和框图用的“框”

用于表达非电过程中的电气控制系统或电气控制设备的系统图和框图,可以根据非电过程的流程图绘制。但是,图中的控制信号流向应该与过程的流向相互垂直,以利识别。图 1-1-2 所示的轧钢厂系统图是比较典型由左至右为非电过程的工艺流向,由此确定各种控制系统的布局。各种控制系统的“配电—施控”过程自上至下作用于非电过程的各个阶段。图例中主要工艺生产过程的流向,电气控制系统的信号流向相互垂直,再辅以粗细不一的连接线和表示施向的箭头,读图时就一目了然,十分醒目清晰。

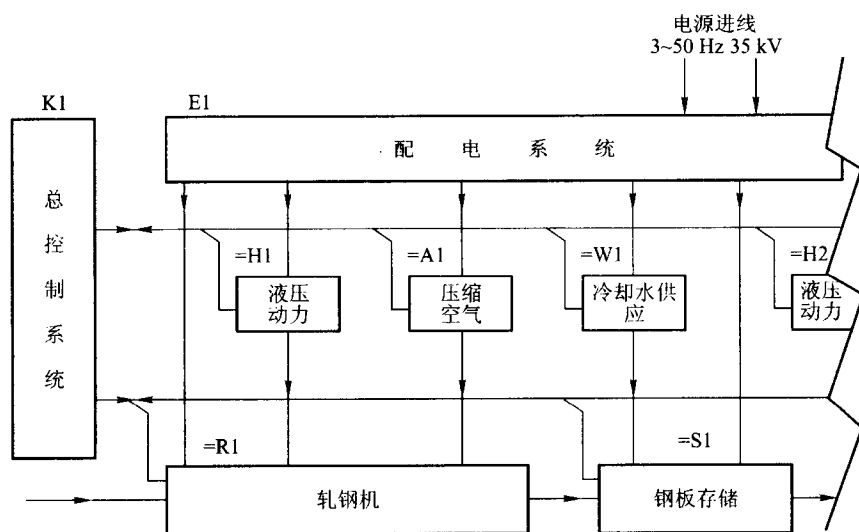


图 1-1-2 轧钢厂的系统图

应该注意区分表示两种不同流向的箭头形式,开口箭头(↑)专门用于表示控制信号的流向,实心箭头(↓)则表示过程的流向。

电路图中的所有电器元件不画出实际外形图,而采用国家标准规定的图形符号和文字符号表示,同一电器的各个部件可根据需要画在不同的地方,但必须用相同的文字符号标注。

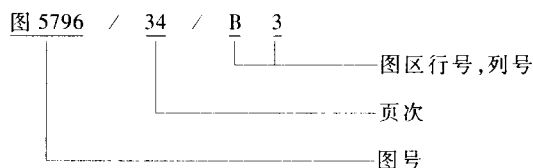
电路图中所有电器元件的可动部分通常表示在电器非激励或不工作的状态和位置,其中常见的器件状态有:

- (1) 继电器和接触器的线圈处在非激励状态。
- (2) 断路器和隔离开关在断开位置。
- (3) 零位操作的手动控制开关在零位状态,不带零位的手动控制开关在图中规定的位置。
- (4) 机械操作开关和按钮在非工作状态或不受力状态。
- (5) 保护类元器件处在设备正常工作状态,特殊情况在图样上说明。

3. 图区和触点位置索引

工程图样通常采用分区的方式建立坐标,以便于阅读查找,电路图常采用在图的下方沿横坐标方向划分的方式,并用数字标明图区,如图 1-1-3 所示。同时,在图的上方沿横坐标方向划区,分别标明该区电路的功能。

元件的相关触点位置的索引用图号、页次和区号组合表示如下:



当某图号仅有一页图样时,只写图号和图区的行、列号,在只有一个图号多页图样时,则图号可省略,而元件的相关触点只出现在一张图样上时,只标出图区号或列号。

继电器和接触器的触点位置采用附图的方式表示,附图可画在电路图中相应线圈的下方。此时,可只标出触点的位置索引,也可画在电路图上其他地方。附图上的触点表示方法如图 1-1-3 所示,其中触点图形符号可省略不画。

4. 电路图中技术数据的标注

电路图中元器件的数据和型号,一般用小号字体标注在电器代号的下面,如图 1-1-3 中热继电器动作电流和整定值的标注。电路图中导线敷设面积也可如图 1-1-3 标注。

三、电器元件布置图

电器布置图中绘出机械设备上所有电气设备和电器元件的实际位置,是生产机械电气控制设备制造、安装和维修必不可少的技术文件。布置图中根据设备的复杂程度或集中绘制在一张图纸上,或将控制柜、操作台的电器元件布置图分别绘出。绘制布置图时机械设备轮廓用双点画线画出,所有可见的和需要表达清楚的电器元件及设备,用粗实线绘出其简单的外形轮廓。

四、接线图

接线图主要用于安装接线、线路检查、线路维修和故障处理,它表示了设备电控系统各单元和各元器件间的接线关系,并标注出所需数据,如接线端子号、连接导线参数等。实际应用中通常与电路图和位置图一起使用。图 1-1-4 所示为根据图 1-1-3 机床电路图绘制的接线图。

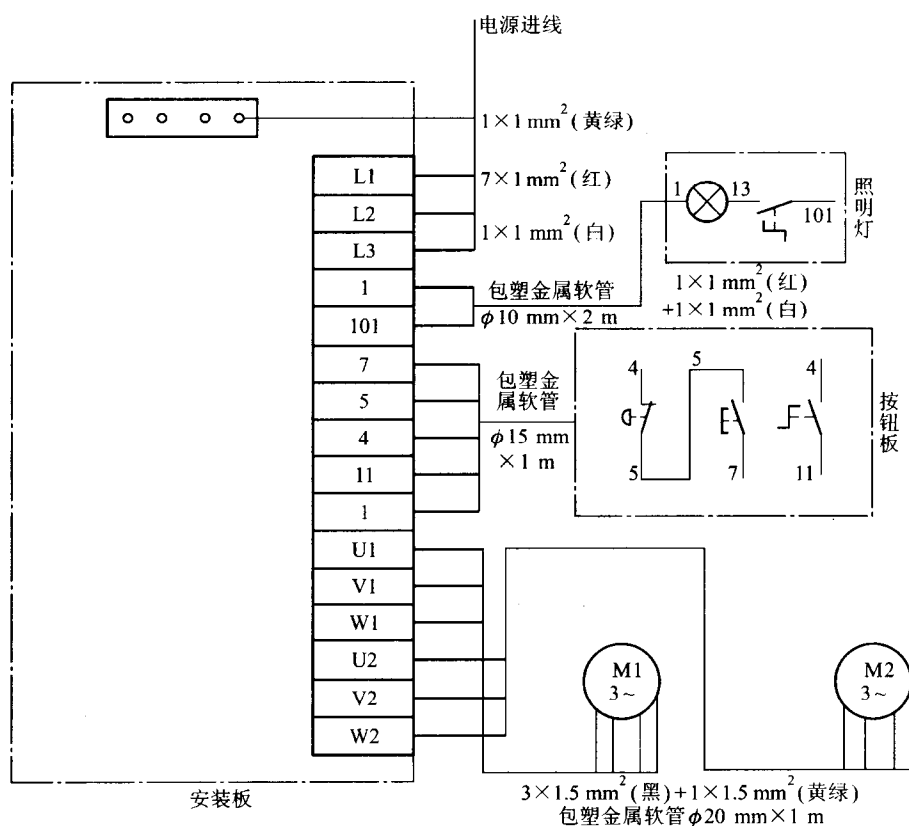


图 1-1-4 某机床电控系统接线图

电气接线图是现场安装的依据,绘制时要求:

- (1) 图中要正确表示用电设备和各电器元件之间的接线关系和数据,并用点画线分别框出电气控制柜、操作台等接线板上的电气元件,画出点画线框之间的连接关系。
- (2) 标出连接导线的根数、截面积和颜色,以及导线保护外管的直径和长度。
- (3) 不在同一控制柜和同一配电屏上的各电气元件的连接,必须通过接线端子板进行。图中的文字符号及端子编号与电气原理图必须一致。
- (4) 标明该机床电气控制系统的电源进线。

第二节 图形符号、文字符号与项目代号

电气图是一种工程图,是用来描述电气控制设备结构、工作原理和技术要求的图纸,需要用统一的工程语言的形式来表达,这个统一的工程语言应根据国家电气制图标准,用标准的图形符号、文字符号及规定的画法绘制。常用电气符号见附录 2。

一、电气图中的图形符号

所谓的图形符号是一种统称,通常是指用于图样或其他文件表示一个设备或概念图形标记或字符。图形符号由符号要素、限定符号、一般符号以及常用的非电气操作控制的动作(例如机械控制符号等),根据不同的具体器件等构成。

1. 符号要素

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才能构成一个设备或概念的完整符号。例如,三相异步电动机是由定子、转子及各自的引线等几个符号要素构成,这些符号要求有确切的含义,但一般不能单独使用,其布置也不一定与符号所表示的设备实际结构相一致。

2. 一般符号

用于表示同一类产品和此类产品特性的一种很简单的符号,它们是各类元器件的基本符号。例如,一般电阻器、电容器和具有一般单向导电性的二极管的符号。一般符号不但广义上代表各类元器件,也可以表示没有附加信息或功能的具体元件。

3. 限定符号

限定符号是用以提供附加信息的一种加在其他符号上的符号。例如,在电阻器一般符号的基础上,加上不同的限定符号就可组成可变电阻器、光敏电阻器、热敏电阻器等具有不同功能的电阻器。也就是说使用限定符号以后,可以使图形符号具有多样性。

限定符号一般不能单独使用。一般符号有时也可以作为限定符号。例如,电容器的一般符号加到二极管的一般符号上就构成变容二极管的符号。

4. 使用图形符号的几点注意事项

(1) 所有符号均应按无电压、无外力作用的正常状态示出。例如,按钮未按下,闸刀未合闸等。

(2) 在图形符号中,某些设备元件有多个图形符号,在选用时,应该尽可能选用优选形。在能够表达其含义的情况下,尽可能采用最简单形式,在同一图号的图中使用时,应采用同一形式。图形符号的大小和线条的粗细应基本一致。

(3) 为适应不同需求,可将图形符号根据需要放大和缩小,但各符号相互间的比例应该保持不变。图形符号绘制时方位不是强制的,在不改变符号本身含义的前提下,可以将图形符号根据需要旋转或成镜像放置。

(4) 图形符号中导线符号可以用不同宽度的线条表示,以突出和区分某些电路或连接线。一般常将电源线或主信号导线用加粗的实线表示。

二、电气图中的文字符号

电气图中的文字符号是用于标明电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态和特征的,可在电器设备、装置和元器件上或其近旁使用,以表明电器设备、装置和元器件种类的字母代码和功能字母代码。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。

1. 基本文字符号

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,每一个大类用一个字母表示。例如,“R”代表电阻器,“M”代表电动机,“C”代表电容器。

(2) 双字母符号 双字母符号是由一个表示种类的单字母与另一字母组成,并且是单字母在前,另一字母在后。双字母中在后的字母通常选用该类设备、装置和元器件的英文名词的首字母,这样,双字母符号可以较详细和更具体地表述电气设备、装置和元器件的名称。例如,“RP”代表电位器;“RT”代表热敏电阻器。

2. 辅助文字符号

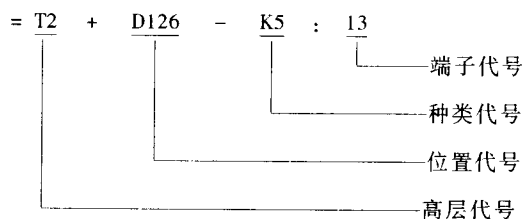
辅助文字符号是用以表示电气设备、装置和元器件以及线路的功能、状态和特征的,通常也是由英文单词的前一两个字母构成。例如,“DC”代表直流,“IN”代表输入,“S”代表信号。

辅助文字符号一般放在单字母文字符号后面,构成组合双字母符号。例如,“Y”是电气操作机械装置的单字母符号;“B”是代表制动的辅助文字符号,“YB”代表制动电磁铁的组符号。辅助文字符号也可单独使用,例如“ON”代表闭合,“N”代表中性线。

三、项目代号

项目代号是以一个系统、成套设备或设备的依次分解为基础,用以识别图、图表、表格或说明书等形式的技术文件中与实际设备上的项目种类,并提供项目的层次关系、实际位置等较多信息的一种特定代码。例如,1 个水泵供水系统可以分解为若干泵组(电动机-水泵组),1 个泵组内又可分解出 1 个电动机和起动器,还可以再往下逐级进行分解。这个供水系统,其中的每一泵组、起动器,以及依次往下分解出的每个部件、基本件等,都可以分别给出一个项目代号,在对它们进行适当分类的同时,用以确定其隶属关系、安装位置、连接情况等。项目代号注写在各种技术文件中表示该项目的图形符号边,以利对照识读。

一个完整的项目代号包括 4 个代号段,各个代号段以规定的前缀符号区分,一般情况下,各代号段的注写顺序是固定的。举例如下:



在大多数情况下,项目代号不必注写齐全,可以就项目本身的情况省略注写其中的某一段或某几段。例如,所指项目为继电器时,就可以省略注写第 1、2、4 段,即只注出第 3 段的种类代号;再如所指项目为继电器的某个端子时,可以根据图的分类和表达需要,必须标注第 4 段的端子代号。

每个代号段均由前缀符号和字符组成。字符为拉丁字母、或阿拉伯数字、或两者的组合。其中,拉丁字母无论大写、小写都具有相同的意义,但应优先采用大写字母,特别是第 4 段端子代号,通常都只采用大写字母作标记。项目代号中的某段或某几段代号内的字符代码可以适当组合,使该段或该几段代号成为复合代号,以提供更多的补充信息。

1. 高层代号

高层代号是指在系统或设备中,对给予代号的项目而言任何较高层次的项目的代号,用于表示该给定代号项目的隶属关系。

高层代号的前缀符号为“=”,其后的字符代码由字母和数字组合而成。由于高层在各类系统或成套设备中的划分方法不一,名称各异,所以国家标准没有规定字母的代码,可以按习称自行确定。设计人员应在电气图的施工图设计阶段,将自行确定的字母代码列表加以说明,作为设计说明中的一个内容提供给施工单位和建设单位,以利读图,例如:



复合的高层代号可以简化为: = S3P2。

2. 位置代号

位置代号是用于说明某个项目在组件、设备、系统或者建筑物中实际位置的一种代号。

位置代号的前缀符号为“+”,其后的字符代码可以是字母,或者是数字,或者是字母与数字的组合。国家标准没有规定字母的代码,所以可自行确定并列表说明。例如:位置在“第106室(的)第B排开关柜(的)第4个开关柜(的)第C个抽屉(的)第3块印制电路板”上,可以表示为: +106+B+4+C+3,简化为“+106B4C3”。简化时要注意,若相邻两组位置代号都是以数字或字母作字符代码时,为避免引起误解,应该在两组数字或字母间加注“.”,以表示其前后为两组层次不同的位置代号。

开关设备或控制设备有时需注明更详细的位置,此时应按照网格模数定位系统来确定它们的位置代号代码。

3. 种类代号

种类代号是用于识别所指项目属于什么种类的一种代号。通常只需说明属于哪一种大类,必要时才作进一步的分类。标注这种代号时,只考虑项目的种类属性,与项目在电路中的功能无关。例如开关类组件,在电力电路中使用,起断路器作用,在控制电路中使用,起选择器作用,而断路器和选择器分属于两个大类,要用不同的种类字母代号表示,前者为“Q”,后者为“S”。因此,要根据开关安装在什么电路中,才能确定相应的种类代号字母。

种类代号的前缀符号为“-”,其后的字符代码有3种不同的表达形式。

(1) 用字母代号加数字序号作字符代码。字母代号一般都是基本文字符号中的单字母,不得已而采用多个字母时,可采用双字母。此时,应在图中或文件内说明该双字母代号的意义。

(2) 仅用数字序号作字符代码。这种表达形式不分项目的类别,所有基本件按预定的顺序统一编号。

(3) 以数字作项目分类和序号的字符代码。这种表达形式相当于第1种,只是项目分类不用字母代号而改用数字代码。数字代号的意义可自行确定,例如:“1”表示继电器,“2”表示电容器等。这种表达形式也要在图中或图后附页列表说明数字代码及其所表达的意义。

种类代号的复合一般只限于用字母代号加数字序号作字符代码的表达形式,复合方式及其简化方法则与高层代号相同。

标准规定,种类代号还可以补充一个后缀符号,用于表示特征动作或作用。后缀符号为一个字母代号,称为功能代号。例如,“-K3M”表示功能为“M”的第3号继电器。功能代号字母所表示的意义是自行确定的,所以也要在图中或图后另页列表说明。读图时要注意分清数字前后字母所代表的不同涵义,该例中的后缀“M”不能误认为“电动机”。

一般情况下种类代号不必增注功能代号。如果确实需要增注,则在与其他种类代号复合时,不要将前缀符号“-”省略,以免引起误解。

4. 端子代号

端子代号是指项目上用作同外电路进行电气连接的电器导电件的代号。端子代号的前缀符号为“:”,其后的字符代码可以是数字,或者是一个大写拉丁字母,或者是数字和字母的组合。电气图中端子代号的字母必须大写,且不得使用字母I或O,以免与数字1或0混淆。其他电气技术文件中端子代号的字母最好用大写,但也允许在特殊情况下用小写字母,大、小写字母具有同等意义。

若作为项目的电器接线端子有标准的规定时,端子代号的字符代码必须与之相一致。例如,三相交流电器的接线端子与相位有关系时,字母代号必须用U、V、W,并且与三相交流电的相序L1、L2、L3对应。若没有端子的规定标记,端子代号可以按以下原则进行标注:

(1) 单个元件的两个端点可以用连续的两个数字来标志,但要从“1”或者“11”、“21”……开始序数。单个元件的中间各端点用自然递增数序的数字来标志,并应注意从靠近较小数字的端点处接续按序标注。

(2) 排列成组的几个相似元件,各个元件的端点可在数字前冠以规定的标记字母。如果不需要或者不可能识别相位时,可以用附点形式进行标注。例如,“第2号元件第1号端子”可表示为“:2.1”。如果不会产生误解,可简化为“:21”。

第三节 电气控制线路的分析

一、电气控制线路分析内容

阅读分析电气控制线路是通过对各种技术资料的分析来掌握电气控制线路的工作原理、技术指标、使用说明、使用方法、维护要求等。主要包括以下几个方面。

1. 设备说明书

设备说明书由机械与电气两部分组成。在分析时首先要阅读这两部分的说明书,了解以下内容:

- (1) 设备结构,主要技术指标,机械、液压、气动部分的工作原理。
- (2) 电气传动方式,电动机、执行电器的数目、规格型号、安装位置、用途及控制要求。
- (3) 设备使用方法,各操作手柄、开关、旋钮、指示装置的布置以及在控制电路中的作用。
- (4) 与机械、液压关联的电器(行程开关、电磁阀、电磁离合器、传感器等)的位置、工作状态及与机械、液压部分的关系,在控制中的作用等。

2. 电气原理图

电气原理图的分析是分析控制电路的中心内容。电气原理图由主电路、控制电路、辅助电