

JIDIAN YITIHUA
JINENGXING RENCAI
YONGSHU

机电一体化技能型人才用书

数控机床

电气控制

主 编 王玉梅
副主编 张瑞林 李志刚



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

JIDIAN YITIHUA
JINENGXING RENCAI
YONGSHU

机 电 一 体 化 技 能 型 人 才 用 书

数控机床

电气控制

主 编 王玉梅
副主编 张瑞林 李志刚
参 编 王振宇 魏立新
梁 强 王东霞



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是《机电一体化技能型人才用书》之一。

数控机床是典型的机电一体化产品,数控机床电气控制在整个机床中占有绝对重要的位置。全书共7个学习项目,内容包括:机床电气控制电路图的识读与绘制、CA6140卧式车床电气控制系统、M7130平面磨床电气控制系统、Z3050摇臂钻床电气控制系统、X62W万能铣床电气控制系统、T68卧式镗床电气控制系统和SK40P数控车床电气控制系统。本书旨在通过具体项目引领广大读者掌握各种机床电气控制技术的知识和技能,提高其综合应用能力。

本书可作为高职高专院校机电一体化、工业自动化控制、数控技术及机械制造等专业的一体化教学用书,也可作为相关工程技术人员的学习和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床电气控制/王玉梅主编. —北京:中国电力出版社, 2011

机电一体化技能型人才用书

ISBN 978-7-5123-2125-0

I. ①数… II. ①王… III. ①数控机床-电气控制
IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第189862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)

北京雁林吉兆印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012年2月第一版 2012年2月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 12印张 317千字
印数0001—3000册 定价26.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
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

前言

数控机床是集机、电、液、气、光于一体的典型机电一体化产品，而数控机床电气控制是继电器—接触器控制系统、伺服系统、可编程控制器、自动控制系统、数控系统的综合应用，是数控机床安全操作、故障诊断与维修的重要基础，所以数控机床电气控制在整个机床中占有绝对重要的位置。

本书在教学内容的选取上，以典型机床为载体，以机床电气控制系统为主线，选取了卧式车床、平面磨床、摇臂钻床、万能铣床、卧式镗床、数控车床 6 个典型项目。单个项目自成一体，多个项目之间依次递进。

本书在内容的组织实施上，坚持以工作过程为导向，将机床电气控制技术、变频器技术、自动检测技术、PLC 技术等多门课程的知识、技能点全部重新组合、分解序化到每个学习任务中，以应用的形式出现，突出了知识技能的生动性和鲜活性，体现了教、学、做一体化，帮助学生掌握相关技能和知识，提高学生综合应用能力。

本书由王玉梅等人编写，其中项目 1、5、6 主要由王玉梅编写，项目 2 由李志刚编写，项目 3 由梁强编写，项目 4 由王振宝编写，项目 7 由张瑞林编写，王东霞参与编写项目 1，魏立新参与编写项目 6，全书由王玉梅统稿。

现代数控技术和新型控制技术发展迅猛，限于编者的学识与能力，编写中难免存在不妥之处，恳请广大读者批评指正。

作 者

2011 年 10 月

目 录

前言

项目 1	机床电气控制电路图的识读与绘制	1
任务 1	电气控制原理图的识读与绘制	1
任务 2	元件布置图与接线图的识读与绘制	8
任务 3	机床电气控制电路分析方法	10
	思考与练习	13
项目 2	CA6140 卧式车床电气控制系统	14
任务 1	CA6140 卧式车床的认知	14
任务 2	CA6140 卧式车床刀架的快速移动控制	17
任务 3	CA6140 卧式车床主轴及冷却泵的控制	32
任务 4	CA6140 卧式车床常见电气故障的诊断与检修	37
	思考与练习	42
项目 3	M7130 平面磨床电气控制系统	44
任务 1	M7130 平面磨床的认知	44
任务 2	M7130 平面磨床砂轮和冷却泵的控制	46
任务 3	M7130 平面磨床液压马达和其他辅助线路的控制	52
任务 4	M7130 平面磨床常见电气故障的诊断与检修	55
	思考与练习	56
项目 4	Z3050 摇臂钻床电气控制系统	57
任务 1	Z3050 摇臂钻床的认知	57
任务 2	Z3050 摇臂钻床摇臂升降的控制	60
任务 3	Z3050 摇臂钻床主轴箱和立柱松紧的控制	68
任务 4	Z3050 摇臂钻床常见电气故障的诊断与检修	69
	思考与练习	71
项目 5	X62W 万能铣床电气控制系统	72
任务 1	X62W 万能铣床的认知	72

任务 2	X62W 万能铣床主轴的控制	76
任务 3	X62W 万能铣床进给运动的控制	79
任务 4	X62W 万能铣床常见电气故障的诊断与检修	82
思考与练习		84
项目 6	T68 卧式镗床电气控制系统	85
任务 1	T68 卧式镗床的认知	85
任务 2	T68 卧式镗床主轴的变速控制	88
任务 3	T68 卧式镗床主轴的制动控制	95
任务 4	T68 卧式镗床常见电气故障的诊断与检修	101
思考与练习		102
项目 7	SK40P 数控车床电气控制系统	103
任务 1	数控机床电气控制系统的认知	105
任务 2	SK40P 数控车床冷却泵的控制	125
任务 3	SK40P 数控车床刀架的控制	146
任务 4	SK40P 数控车床主轴驱动系统的控制	157
任务 5	SK40P 数控车床进给伺服系统	175
思考与练习		182
参考文献		183

项目 1

机床电气控制电路图的识读与绘制



技能目标

1. 能够读懂电气控制电路图。
2. 能够绘制电气控制电路图。



知识要点

1. 电气原理图的画法及国家制图标准。
2. 文字符号和图形符号的识读方法。
3. 电气控制电路图的识别、绘制方法。



项目描述

各种生产机械的运动形式多种多样，不管是简单还是复杂，都是由电动机拖动，通过不同的控制电路实现其运动的控制，而不管多么复杂的控制电路都是由最基本的控制环节组成。因此，掌握控制线路最基本的控制环节是熟练分析电气控制线路工作原理和维修的关键，也是成功设计控制系统的基础。本项目主要介绍常用机床的电气控制电路图识读与绘制方法。

任务 1 电气控制原理图的识读与绘制



任务描述

学习电气控制系统的操作技术与维修方法，首先要会读图。本任务主要学习系统图与框图、电气原理图的识读与绘制方法。



知识准备

一、系统图与框图的识读

系统图与框图是采用符号或带注释的框来概略表示系统、分系统、成套装置等的基本组成及其功能关系的一种电气简图。它们是从整体和体系的角度反映对象的基本组成和各部分之间

的相互关系；从功能的角度概略地表达各组成部分的主要功能特征。系统图与框图的区别是系统图一般用于系统或成套装置，而框图用于分系统或单元设备。它们是进一步编制详细技术文件的依据，是读懂复杂原理图必不可少的基础图样，也可供操作和维修时参考。

1. 系统图与框图的组成及应用

(1) 系统图与框图的组成。

系统图与框图主要由矩形框、正方形框或《电气图用图形符号》标准中规定的有关符号、信号流向、框中的注释与说明组成，框符号可以代表一个相对独立的功能单元（如分机、整机或元器件组合等）。一张系统图或框图可以是同一层次的，也可将不同层次（一般以三、四层次为宜，不宜过多）的内容绘制在同一张图中。

(2) 系统图与框图的应用。

1) 符号的使用。系统图或框图主要采用方框符号，或带有注释的框绘制。框图的注释可以采用符号、文字或同时采用文字与符号，如图 1-1 所示为标准型数控系统基本组成框图。

框图中框内出现元器件的图形符号并不一定与实际的元器件一一对应，但可能用于表示某一装置、单元的主要功能或某一装置、单元中主要的元件或器件，或一组元件或器件。

图 1-2 是晶闸管直流调速系统图。全图采用的均为图形符号。图中反映的器件不一定是一个，而可能是一组，它只反映该部分及其功能，无法严格与实际器件一一对应。方框符号的功能是由限定符号来表示，每一个方框符号本身已代表了实际单元的功能。

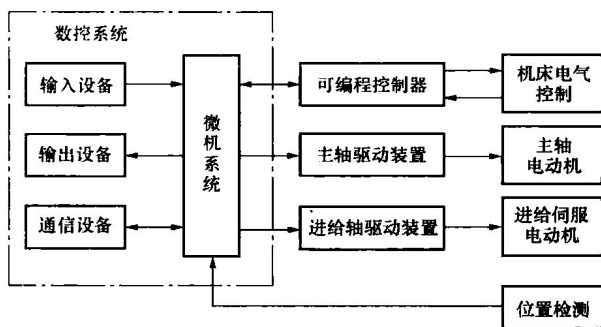


图 1-1 标准型数控系统基本组成框图

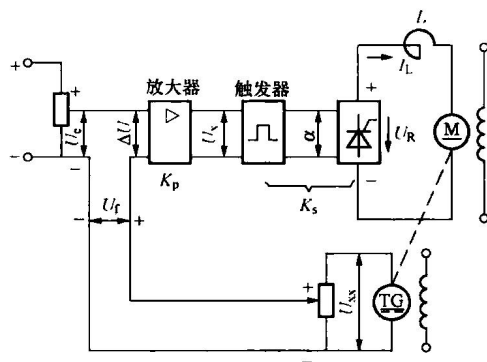


图 1-2 晶闸管直流调速系统图

各种图形符号可以单独出现在框图上，表示某个装置或单元，也可用框线围起，形成带注释的框。系统图和框图常会出现框的嵌套形式，此种形式可以用来形象和直观地反映其对象的层次划分和体系结构。在一张图纸中常常出现嵌套形式，是为了较好地表现系统局部的若干层次，这种围框图的嵌套形式能清楚地反映出各部分的从属关系。如图 1-1 所示，系统图与框图中的“线框”应是实线画成的框，“围框”则是用点划线画成的框。

2) 布局与信息流向。在系统图和框图中，为了充分表达功能概况，常常绘制非电过程的部分流程。因此在系统图与框图的绘制上，若能把整个图面的整体布局，参照其相应的非电过程流程图的布局而作适当安排，将更便于识读，系统图或框图的布局应清晰明了，易于识别信号的流向。信息流向一般按由左至右、自上而下的顺序排列，此时可不画流向开口箭头；为区分信号的流向，对于流向相反的信号最好在导线上绘制流向开口箭头，如图 1-3 所示。

2. 说明与标注

(1) 框图中的注释和说明。

在框图中，可根据实际需要加注各种形式的注释和说明。注释和说明既可加注在框内，也可加注在框外；既可采用文字，也可采用图形符号；既可根据需要在连接线上标注信号、名称、电平、波形、频率、去向等内容，还可将其集中标注在图中空白处。

(2) 项目代号的标注。

在一张系统图或框图中，往往描述了对象的体系、结构和组成的不同层次。采用不同层次绘制系统图或框图，或者在一张图中用框线嵌套来区别不同的层次，或者标注不同层次的项目代号，如图 1-1 所示。

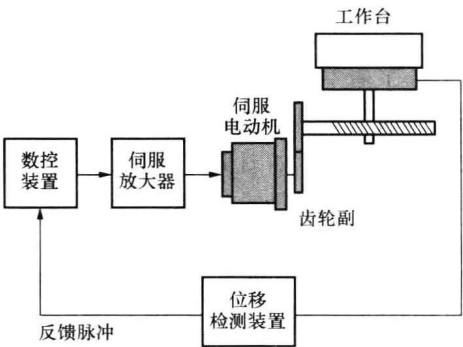


图 1-3 数控机床进给伺服系统图

二、电气原理图的识读

用图形符号和文字符号并按工作顺序排列，详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成和连接关系而不考虑实际位置的简图称为电气原理图。该图以图形符号代替实物，以实线表示电性能连接，按电路、设备或成套装置的原理绘制。电气原理图主要用来详细理解设备或其组成部分的工作原理，为测试和寻找故障提供信息，与框图和接线图等配合使用可进一步了解设备的电气性能及装配关系。电气原理图的绘制规则应符合国家标准 GB/T 6988。下面以图 1-4 CW6132 车床电气原理图为例进行介绍。

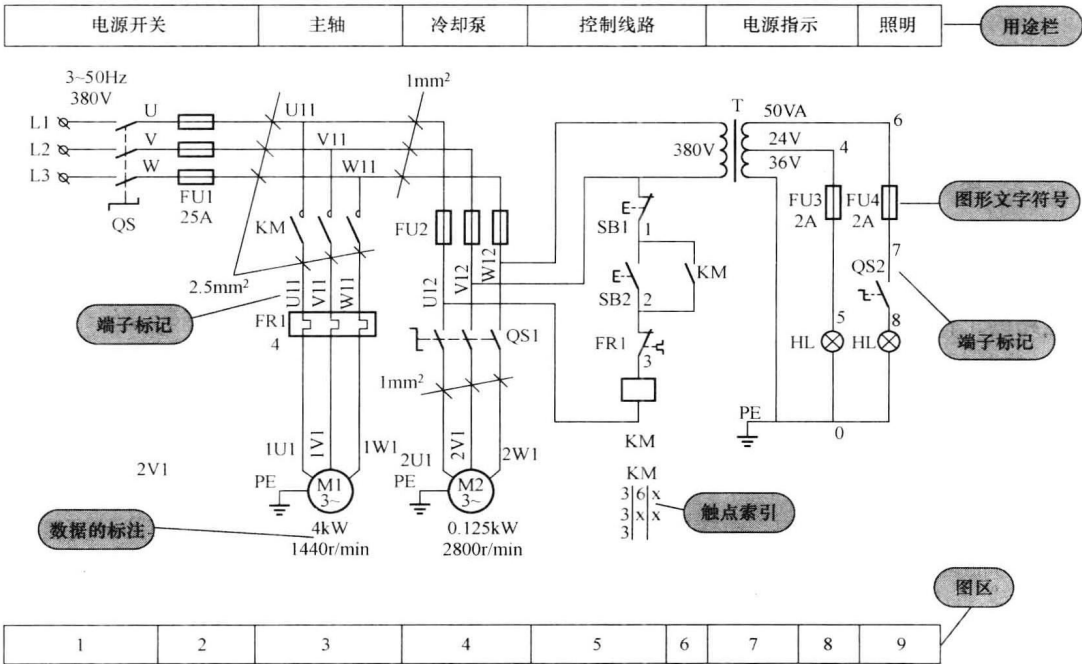


图 1-4 CW6132 车床电气原理图

1. 电气原理图的布局方法

电气原理图一般分为主电路和辅助电路两个部分。主电路从电源到电动机，是大电流通过的路径。辅助电路包括控制电路、照明电路、信号电路及保护电路等，由继电器和接触器的线

圈、继电器的触点、接触器的辅助触点、按钮、照明灯、信号灯、控制变压器等电器元件组成。

(1) 图幅分区。

为了便于检索电气线路，方便阅读、分析电气原理图，避免遗漏，往往需要将图面划分为若干区域。方法是：在图的边框处，竖边方向用大写拉丁字母，横边方向用阿拉伯数字，编号从左上角开始，如图 1-5 所示。分区后，相当于建立了一个坐标，项目和连接线的位置可表示如下：对水平布置的电路，一般用行（拉丁字母）表示；对垂直布置的电路，一般用列（阿拉伯数字）表示；复杂的电路才采用区的代号表示，字母在左，数字在右。原理图可水平布置，也可垂直布置，如图 1-6 与图 1-7 所示。

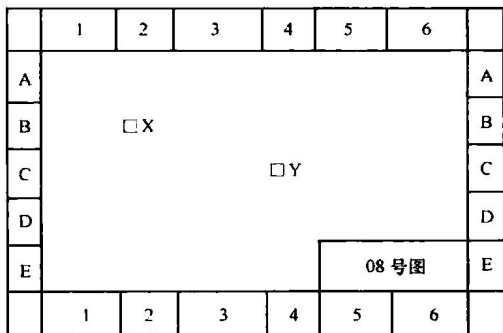


图 1-5 图幅分区图

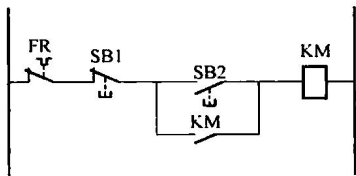


图 1-6 水平布局的电气原理图

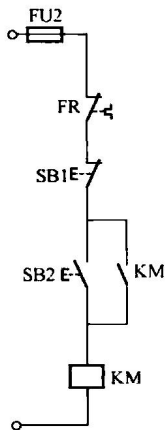


图 1-7 垂直布局的电气原理图

(2) 用途栏。

在图的上方一般还设有用途栏，用文字注明该栏对应的下面电路或元件的功能，以利于理解全电路的工作原理。

2. 电气原理图中的图线表示方法

(1) 图线形式。

电气制图中，一般使用四种形式的图线，即实线、虚线、点划线和双点划线。

(2) 图线宽度。

在电气技术文件的编制中，图线的粗细可根据图形符号的大小选择，一般选用两种宽度的图线，并尽可能地采用细图线。有时为区分或突出符号，或避免混淆而特别需要，也可采用粗图线。

一般粗图线的宽度为细图线宽度的两倍。在绘图中，如需两种或两种以上宽度的图线，则应按细图线宽度 2 的倍数依次递增选择。图线的宽度一般从下列数值中选取：0.25mm，0.35mm，0.5mm，0.7mm，1.0mm，1.4mm。

(3) 指引线。

用于指示注释的对象，细实线绘制，末端指向被注释处。末端在连接线上的指引线采用在连接线和指引线交点上划一短斜线或箭头表示终止，并允许有多个末端。如图 1-8 表示自上而下有 1、2、3 线为 1mm²。

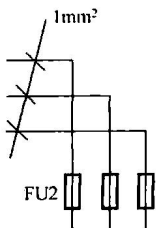


图 1-8 指引线

(3) 导线特征的标注。导线特征通常采用符号标注,即在横线上面或下面标出需标注的内容,如电流种类、配电制式、频率和电压等。图 1-12 (d) 表示一组三相四线制线路。该线路额定线电压 380V、额定相电压 220V、频率为 50Hz,由 3 根 6mm^2 和 1 根 4mm^2 的铝芯橡皮导线组成。

(2) 图线的粗细表示方法。为了突出或区分某些重要的电路,连接导线可采用不同宽度的图线表示。一般而言,需要突出或区分的某些重要电路采用粗图线表示,如电源电路、一次电路、主信号通路等,其余部分则采用细实线表示。

(3) 连接线接点的表示方法。如图 1-13 所示,T 型连接线的接点可不点圆点,十字连接线的接点必须点圆点,否则,表示不连接。

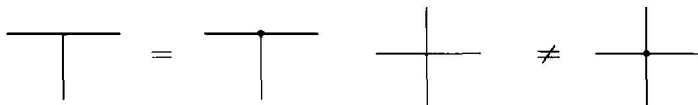


图 1-13 连接线接点的表示方法

(4) 连接线的连续表示法和中断表示法。

1) 连续表示法。电路图连接线大都采用连续线表示。

2) 中断表示法及其标记。如图 1-14 所示,采用中断表示法是简化连接线作图的一个重要手段。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,并在中断处加注相应的标记,以表示其连接关系,如图 1-14 (a) 所示,L 与 L 应当相连;对去向相同线组的中断,应在相应的线组末端加注适当的标记,如图 1-14 (b) 所示;当一条图线需要连接到另外的图上时,必须采用中断线表示,同时应在中断线的末端相互标出识别标记,如图 1-14 (c) 所示,第 23 张图的 L 线应连接到第 24 张图的 A4 区的 L 线;第 24 张图的 L 线应连接到第 23 张图的 C5 区的 L 线。其余连线道理一样。

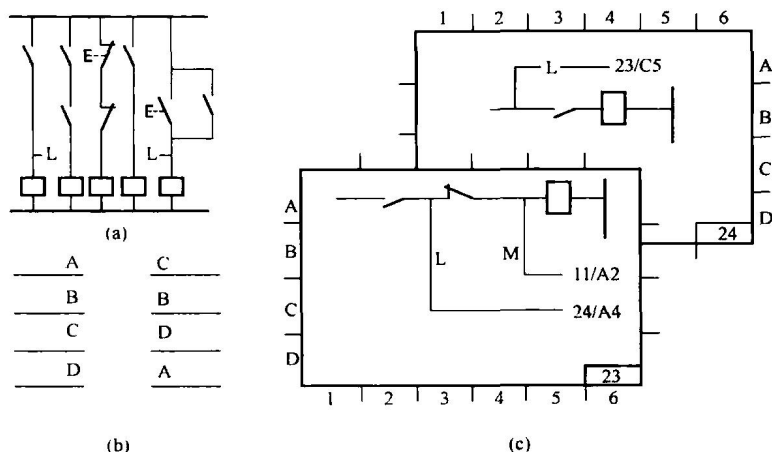


图 1-14 连接线的中断表示法

5. 图形符号和文字符号

(1) 图形符号。

用于图样或其他文件以表示一个设备或概念的图形、标记或字符。由一般符号、符号要素、限定符号组成。例如,低压断路器的图形符号含义如图 1-15 所示。

一般符号用以表示一类产品或此类产品特征的一种很简单的符号,如电阻、电容的符号等。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。

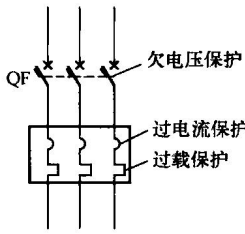
 断路器功能  自动释放功能  热效应  电磁效应  机械连接	 功能单元	 动合触点	
限定符号	符号要素	一般符号	断路器图形符号

图 1-15 低压断路器的图形符号含义

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。如三相绕线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的。

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。限定符号一般不能单独使用，但它可使图形符号更具多样性。如在电阻器一般符号的基础上分别加上不同的限定符号，则可以得到可变电阻器、压敏电阻器、热敏电阻器等。

(2) 文字符号。

文字符号用以标明电气设备、装置和元器件的名称、功能和特征，分为基本文字符号和辅助文字符号，用大写正体拉丁字母表示。

基本文字符号分为单字母和双字母符号两种。单字母符号是按拉丁字母将各类电气设备、装置和元器件划分为 23 大类，每一大类用一个专用单字母符号表示。如“C”表示电容器类，“R”表示电阻器类等。双字母符号是由一个表示种类的单字母和另一个字母组成。如“R”表示电阻器，“RP”表示电位器，“RT”表示热敏电位器等，如图 1-16 所示。



图 1-16 图形符号

辅助文字符号用以表示电气设备、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头一两个字母构成，如“L”表示限制，“RD”表示红色。

(3) 三相线路和电气设备端子标记。

三相交流电路引入线采用 L1、L2、L3、N、PE 标记，直流系统的电源正、负线分别用 L+、L- 标记。

主电路按 U、V、W 顺序标记，分级电源在 U、V、W 的前面加上阿拉伯数字 1、2、3 等来标记，如 1U、1V、1W、2U、2V、2W 等。各电动机分支电路各接点标记在 U、V、W 的后面加数字来表示，数字中的个位数表示电动机代号，十位数表示该支路各接点的代号，如 U21 表示 M1 电动机的第二个接点代号。

三相电动机定子绕组首端分别用 U1、V1、W1 标记，绕组尾端分别用 U2、V2、W2 标记，电动机绕组中间抽头分别用 U3、V3、W3 标记。

控制电路采用阿拉伯数字编号。标注方法按“等电位”原则进行,在垂直绘制的电路中,标号顺序一般按自上而下、从左至右的规律编号。凡是被线圈、触点等元件所间隔的接线端点,都应标以不同的线号。

任务2 元件布置图与接线图的识读与绘制



任务描述

电器元件布置图主要是表明电气设备上所有电器元件的实际位置,电气接线图表示的是成套设备、装置或元件之间的连接关系。它们是进行配线、调试和维修不可缺少的图纸。



知识准备

一、电器元件布置图的绘制

电器元件布置图主要是表明电气设备上所有电器元件的实际位置,为电气设备的安装及维修提供必要的资料。电器元件布置图可根据电气设备的复杂程度集中绘制或分别绘制。

电器元件布置图的绘制原则如下:

(1) 绘制电器元件布置图时,机床的轮廓线用细实线或点划线表示,电器元件均用粗实线绘制出简单的外形轮廓。

(2) 绘制电器元件布置图时,电动机要和被拖动的机械装置画在一起;行程开关应画在获取信息的地方;操作手柄应画在便于操作的地方。

(3) 绘制电器元件布置图时,各电器元件之间,上、下、左、右应保持一定的间距,并且应考虑器件的发热和散热因素,应便于布线、接线和检修。例如,CW6132普通车床元件布置图如图1-17所示。

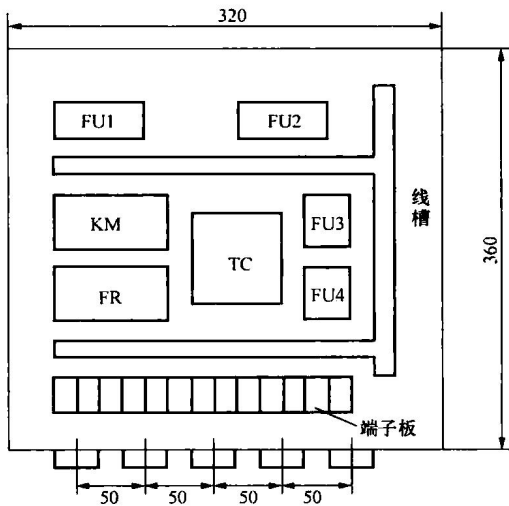


图1-17 CW6132普通车床元件布置图

二、机床电气接线图的识读

接线图是在电路图、位置图等图的基础上绘制和编制出来的,主要用于电气设备及电气线路的安装接线、线路检查、维修和故障处理。在实际工作中,接线图常与电路原理图、位置图配合使用。为了进一步说明问题,有时还要绘制一个关于接线图的表格即接线表。接线图和接线表可以单独使用,也可以组合使用。一般以接线图为主,接线表给予补充。按照功能的不同,接线图可分为单元接线图、互连接线图和端子接线图三种形式。

1. 单元接线图

单元接线图应提供一个结构单元或单元组内部连接所需的全部信息,如图1-18所示。其中图1-18(a)为多线制连续线表示的单元接线图;图1-18(b)为单线制连续线表示的单元接线图;图1-18(c)为中断线表示的单元接线图。图中有两种数字,导线上所标数字为线号;

矩形实线框内所标数字为设备端子号。中断线表示的单元接线图采用了远端标记法和独立标记法相加的混合标记法，即导线上既标注线号（独立标记法），又标注对方的端子号（远端标记法）。“-K22”等为项目种类代号。

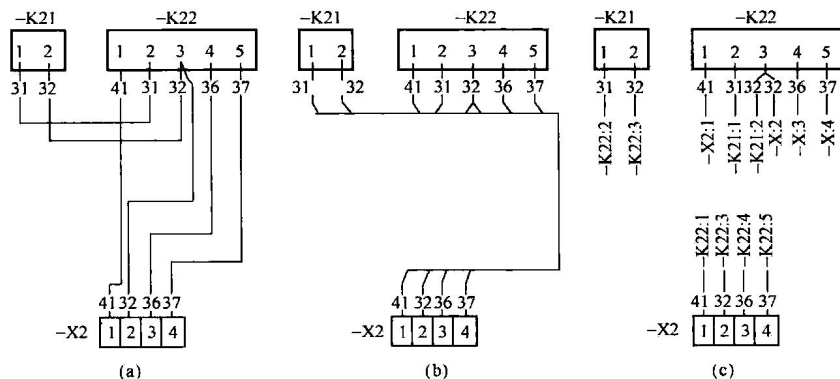


图 1-18 单元接线图

(a) 多线制连续线表示的单元接线图；(b) 单线制连续线表示的单元接线图；(c) 中断线表示的单元接线图

2. 互连接线图

互连接线图应提供不同结构单元之间连接的所需信息。图 1-19 (a) 为单线制连续线表示的互连接线图；图 1-19 (b) 为中断线表示的互连接线图。图中“-W101”等为连接电缆号；“3×1.5”等为连接电缆芯线使用根数 3 及其缆芯截面积 1.5mm²。“+D”等为单元位置代号。

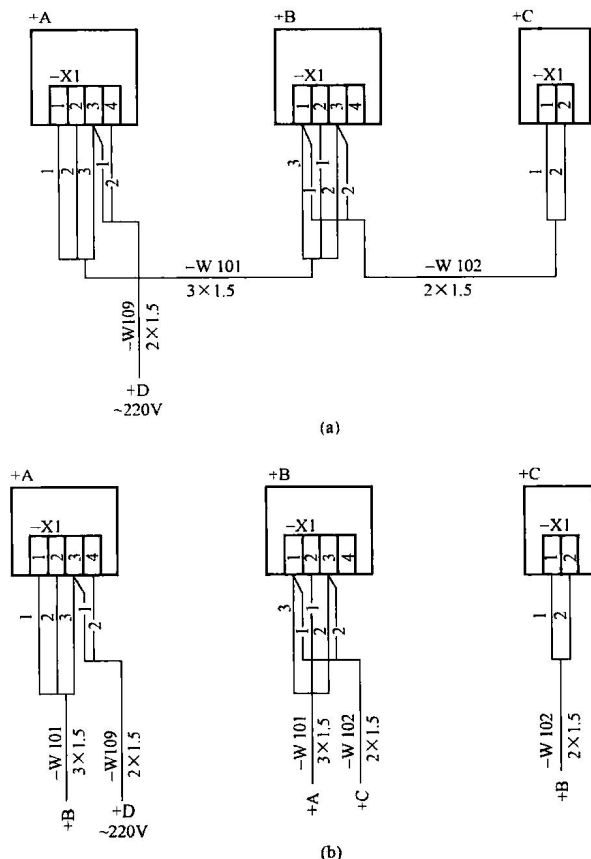


图 1-19 互连接线图

(a) 单线制连续线表示的互连接线图；(b) 中断线表示的互连接线图

3. 端子接线图

端子接线图应提供一个结构单元与外部设备连接所需的信息。端子接线图一般不包括单元或设备的内部连接,但可提供有关的位置信息。对于较小的系统,经常将端子接线图与互连接线图合二为一。

图 1-20 为某机电设备端子接线图。图中标明了机床主板接线端与外部电源进线、按钮板、照明灯、电动机之间的连接关系,也标注了穿线用包塑金属软管的直径和长度、连接导线的根数、截面及颜色等。

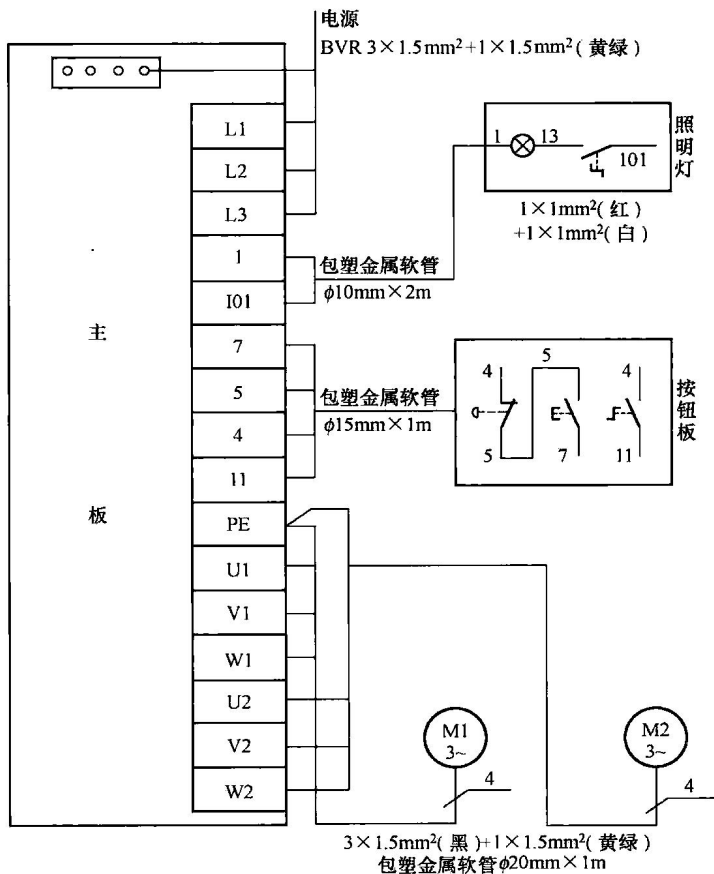


图 1-20 某机电设备端子接线图

任务 3 机床电气控制电路分析方法



任务描述

要想掌握机床电路的工作原理、使用方法和维护修理,就必须对普通机床的相关知识有一个比较全面的了解。学习普通机床知识,不仅需要掌握继电器接触器—继电器基本控制环节和电路的安装调试,还要学会阅读、分析普通机床设备说明书和电气控制电路图。



知识准备

一、阅读设备说明书

设备说明书由机械与电气两大部分组成。通过阅读设备说明书，可以了解以下内容。

- (1) 设备的构造，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、执行电器等数目、规格型号、安装位置、用途及控制要求。
- (3) 设备的使用方法，各操作手柄、开关、旋钮、指示装置等的布置以及在控制电路中的作用。
- (4) 与机械、液压、气动部分直接关联的电器（行程开关、电磁阀、电磁离合器、传感器等）的位置、工作状态及其与机械、液压部分的关系，在控制中的作用等。

二、分析电气控制电路图

电气控制电路图主要包括电气控制原理图、电器设备位置图、电气安装接线图等。其中，电气控制原理图由主电路、控制电路、辅助电路、保护及联锁环节以及特殊控制电路等部分组成，这部分是电路分析的主要内容。

在分析电气控制原理图时，必须与电器设备位置图、电气安装接线图和设备说明书结合起来，并且最好与实物对照进行阅读才能收到更好的效果。

在分析电气控制原理图时，要特别留意电器元件的技术参数和技术指标，各部分的电流、电压值，以便在调试或检修中合理地使用仪表。

1. 电气控制原理图分析的一般方法与步骤

(1) 主电路分析。通过主电路分析，确定电动机和执行电器的起动、转向控制、调速、制动等控制方式。

(2) 控制电路分析。根据主电路分析得出的电动机和执行电器的控制方式，在控制电路中逐一找出对应的控制环节电路，“化整为零”。然后对这些“零碎”的局部控制电路逐一进行分析。

(3) 辅助电路分析。辅助电路包括设备的工作状态显示、电源显示、参数测定、照明和故障报警等部分。辅助电路与控制电路有着密不可分的关系，所以在分析辅助电路时，要与控制电路对照进行。

(4) 联锁与保护环节分析。生产机械对于安全性、可靠性有很高的要求。电气联锁与保护环节是保证这一要求的重要内容，这部分分析不可忽视。

最后统观全局，检查整个控制电路，看是否有遗漏。特别要从整体角度去理解各控制环节之间的联系，以达到全面理解的目的。

2. 分析电路图注意事项

(1) 根据电气原理图，对机床电气控制原理加以分析研究，将控制原理读通读透，尤其是每种机床的电路特点要加以掌握。有些机床电气控制不只是单纯的机械和电气相互控制关系，而是由电气—机械（或液压）—液压（或机械）—电气循环控制，这样就为电气故障检修带来较大难度。

(2) 对于电气安装接线图的掌握也是电气检修的重要组成部分。单纯掌握电气工作原理，而不清楚线路走向、电器元件的安装位置、操作方式等，就不可能顺利地完成检修工作。因为有些电气线路和控制开关不是装在机床的外部，而是装在机床内部，例如 CD6145B 型车床的位置开关 SQ5 在主传动电动机防护罩内，SQ2 脚踏刹车开关在前床腿内安装，不易发现。

(3) 有些机床生产厂家随机带来的图样与机床实际线路在个别地方不相吻合，还有的图样不够清晰等，需要在平时发现改正。检修前对电气安装接线图的对照检查，实际上也是一个学习和掌握新知识、新技能的过程，因为各种机床使用的电器元件不尽相同，尤其是电器产品不断更新换