

○高级技工丛书

路兆梅 / 主 编

周 慧 / 副主编

g
a
o
j
i
j
i
g
o
n
g
c
o
n
g
s
h
u

G

GAOJI WEIXIUDIANGONG JISHU YU SHILI

高级维修电工 技术与实例

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

○高级技工丛书

路兆梅 / 主 编

周 慧 / 副主编

g
a
o
j
i
j
i
g
o
n
g
c
o
n
g
s
h
u

GAOJI WEIXIUDIANGONG JISHU YU SHILI

高级维修电工 技术与实例

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

高级维修电工技术与实例 / 路兆梅主编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2007. 10

(高级技工丛书)

ISBN 978 - 7 - 5345 - 5200 - 7

I. 高... II. 路... III. 电工—维修 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 150811 号

高级维修电工技术与实例

主 编 路兆梅
副 主 编 周 慧
特约编辑 程增础
责任编辑 王明辉
责任校对 郝慧华
责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)
网 址 <http://www.pspress.cn>
集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京紫藤制版印务中心
印 刷 人民日报社南京印务中心

开 本 850 mm×1168 mm 1/32
印 张 19.25
插 页 2
字 数 480000
版 次 2007 年 10 月第 1 版
印 次 2007 年 10 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978 - 7 - 5345 - 5200 - 7
定 价 38.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

高级技工丛书

编委会

主 任 温文源

顾 问 江建春

秘 书 凌正珠

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 玲 王克鸿 王辰宝

王剑钊 许 超 李集仁

吴国梁 恽君璧 韩鸿鸾

虞胜安

前 言

本书是为承担高级维修电工职责的技术人员编写的,希望能对他们更好地掌握必须的理论和实际知识,适应不断提高的对完成岗位职责所需的新知识需求提供帮助。同时也为已具有中级维修电工职业资格证书的维修人员提高能力和扩大知识提供服务,让他们及时接触并积累从事更高一级职业资格所需的知识,为承担更高级别的维修服务做好业务准备。

本书依据《国家职业资格标准》规定的高级维修电工的知识范围而编写,内容包括复杂机床的电气控制,机床的 PLC 控制技术,感应加热电源和机床数控系统基础四个部分。内容深度控制在应知应会的程度,从实用出发,不追求深度和广度,并注意到与中级维修电工的知识水平相衔接。根据《国家职业资格标准》规定,对四个部分的知识和能力的要求是不同的,对机床控制和 PLC 的要求要深一些,而对感应加热电源和机床数控系统的知识要求要浅一些,因此,本书对前两部分的叙述比较详尽和具体,而对后两部分的内容则局限于基础知识的介绍。

本书第 1 章讲述典型机床的复杂电气控

制系统,第2章讲述如何用PLC实现对典型机床的控制,第3章则讲述常见感应加热炉的原理和使用维修,第4章讲述数控机床电气控制系统的基本知识,这些内容中知识点的选择与《国家职业资格标准》的要求基本符合。本书附录收入了高级维修电工职业资格的模拟考卷,供读者参考。

本书第1章由朱校(江苏农林职业技术学院)编写,第2章由周慧(南京工业职业技术学院)编写,第3章由郭明林(南京跃进汽车集团)编写,第4章由路兆梅(南京金肯职业技术学院)编写,全书由周慧统稿。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和错误之处,恳请读者批评指正。

编著者
2007年6月

目 录

1 典型机床设备的电气控制	1
1.1 电气控制线路图的绘制	2
1.1.1 常用电气图形符号和文字符号	2
1.1.2 电气原理图	3
1.1.3 电气元件布置图	8
1.1.4 电气安装接线图	9
1.1.5 电气原理图的分析方法	9
1.2 机床电气设备维修的一般方法	14
1.2.1 电气设备的日常维护保养	15
1.2.2 电气设备的故障检修	17
1.3 平面磨床的电气控制	23
1.3.1 平面磨床的结构、运动形式和控制要求	23
1.3.2 M7130 型平面磨床的电气控制线路分析	25
1.3.3 M7130 型平面磨床的电气布置和接线	29
1.3.4 磨床电气控制线路常见故障分析	32
1.4 铣床的电气控制	36
1.4.1 铣床的主要结构、运动形式和控制要求	36
1.4.2 铣床的电气控制电路	39
1.4.3 铣床电气控制线路常见故障分析	50
1.5 镗床的电气控制	53
1.5.1 镗床的主要结构和运动形式	54

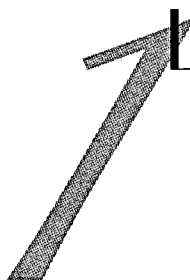
1.5.2	镗床的电气控制线路	56
1.5.3	镗床电气控制线路常见故障分析	65
1.6	组合机床的电气控制	67
1.6.1	动力滑台的电气控制	69
1.6.2	液压回转工作台的电气控制	74
1.6.3	双面单工位组合机床的电气控制	78
1.7	桥式起重机的电气控制	83
1.7.1	桥式起重机的结构及控制要求	84
1.7.2	凸轮控制器	87
1.7.3	桥式起重机控制电路分析	90
1.7.4	桥式起重机的供电特点	96
1.7.5	桥式起重机电气线路常见故障分析	97
1.8	龙门刨床的电气控制	99
1.8.1	龙门刨床的结构及电气控制要求	100
1.8.2	直流调速系统原理	103
1.8.3	电机放大机的工作原理与特点	106
1.8.4	电机放大机组成的自动调速系统	108
1.8.5	龙门刨床主电路	113
1.8.6	龙门刨床控制电路	115
1.8.7	主拖动系统及工作台控制电路	120
1.8.8	龙门刨床常见故障分析	132
2	机床的可编程序控制	140
2.1	PLC 概述	140
2.1.1	PLC 的产生和发展	140
2.1.2	PLC 的基本特点及应用	146
2.1.3	PLC 的分类	151

2.1.4 PLC 的主要技术性能指标	154
2.2 PLC 系统的组成与工作原理	157
2.2.1 PLC 系统的硬件结构组成	157
2.2.2 PLC 的软件组成及编程语言	164
2.2.3 PLC 的编程软元件	169
2.2.4 PLC 的工作原理	177
2.3 PLC 的指令系统	184
2.3.1 PLC 指令系统概述	184
2.3.2 S7-200 PLC 指令系统介绍	185
2.3.3 FX2N PLC 指令系统介绍	215
2.4 PLC 的应用实例	230
2.4.1 PLC 的编程设计	230
2.4.2 PLC 在运料小车控制中的应用	251
2.4.3 PLC 在液体混合装置中的应用	255
2.4.4 PLC 在 Z3040 摇臂钻床控制中的应用	259
2.4.5 PLC 在专用组合机床中的应用	262
2.4.6 桥式起重机的 PLC 及变频器控制电路	266
2.5 PLC 系统的维护和检修	277
2.5.1 PLC 系统的维护	277
2.5.2 PLC 系统故障检测与处理	280
3 感应加热电源	293
3.1 感应加热电源的基本原理	293
3.1.1 感应加热的基本原理	293
3.1.2 感应加热电源的分类	295
3.1.3 感应加热电源的发展趋势	297
3.2 常用电力电子功率开关器件	298

3.2.1	电力电子功率开关器件的发展趋势	298
3.2.2	晶闸管	301
3.2.3	功率晶体管	311
3.2.4	功率场效应晶体管	318
3.2.5	绝缘栅双极晶体管	326
3.3	常用电力电子器件的控制驱动电路	334
3.3.1	晶闸管门极控制触发电路	334
3.3.2	功率晶体管的控制驱动电路	351
3.3.3	功率场效应晶体管的控制驱动电路	361
3.3.4	绝缘栅双极型晶体管的控制驱动电路	364
3.4	晶闸管中频感应加热电源	378
3.4.1	晶闸管中频感应加热电源系统概述	378
3.4.2	整流电路	379
3.4.3	逆变电路	394
3.4.4	国产 KGP 系列晶闸管中频感应加热电源 系统框图	406
3.5	绝缘栅双极晶体管中频感应加热电源	406
3.5.1	绝缘栅双极晶体管中频感应加热电源概述	406
3.5.2	绝缘栅双极晶体管整流电路	407
3.5.3	绝缘栅双极型晶体管逆变电路	409
3.5.4	绝缘栅双极型晶体管中频感应加热电源的 系统框图	412
3.5.5	电子束焊机直流高压逆变电源	416
3.5.6	进口绝缘栅双极型晶体管中频感应加热电源	424
3.6	高频感应加热电源	437
3.6.1	高频感应加热电源概述	437
3.6.2	GP30A 型高频感应加热电源的整机特性	438

3.6.3	GP30A 型高频感应加热电源系统工作原理	438
3.6.4	GP30A 型高频感应加热电源的安装与调试	447
4	机床数控系统基础	452
4.1	数控机床概述	452
4.1.1	数控机床的定义和组成	452
4.1.2	数控机床的分类	454
4.1.3	数控机床的发展	457
4.2	数控机床加工的运算要求	459
4.2.1	机床加工的插补原理和算法	459
4.2.2	脉冲增量插补算法	459
4.2.3	数字增量插补算法	475
4.3	数控机床的计算机控制装置	478
4.3.1	计算机控制装置的硬件组成	478
4.3.2	计算机数控系统的软件	482
4.3.3	计算机数控系统的接口	484
4.4	数控机床的伺服系统	492
4.4.1	伺服系统的位置测量元件	493
4.4.2	伺服系统的执行元件	505
4.4.3	伺服系统的位置闭环控制	529
4.5	数控机床的主轴驱动	536
4.5.1	直流电动机主轴驱动	537
4.5.2	交流电动机主轴驱动	538
4.6	机床数控系统举例	549
4.6.1	MK5XT 机床数控系统	551
4.6.2	SKY2003N 机床数控系统	554
4.7	数控机床的电气故障诊断	558

附录一	电气图常用图形符号和文字符号	
	新旧标准对照	569
附录二	常用元器件文字符号	577
附录三	常用辅助文字符号	578
附录四	高级维修电工模拟考核试卷及答案	579
参考文献		602



典型机床设备的电气控制

在机床设备的电力拖动控制方法中,最基本、最常用的是继电接触器控制,就是用继电气、接触器、按钮、行程开关等有触点的电气元件组成控制线路,实现对电动机的启动、制动、反转、调速或按程序动作等控制,以满足生产工艺的不同要求,并实现生产过程的自动化。近年来,随着现代科学技术的高速发展,电气控制技术也有很大发展,涌现了许多新的控制方法和控制元器件,但是继电接触器控制由于具有结构简单、投资省、安装调试方便、技术要求低等优点,仍然是目前应用最广泛、最基本的一种控制方式。

继电接触控制系统是将许多有触点的电气元件按照一定要求连接而成,有甚为复杂的电气线路,为了表达控制系统的结构、原理,同时也为了便于电气系统的安装、调试和维修,就需要采用一些图形把控制系统表达出来,这些图形就称为电气控制线路图。

在不同的电气控制系统中,为满足各种生产设备的不同要求,电气控制线路图也各不相同,但这些控制线路图无论多么复杂,都是由一些基本的控制环节和典型线路组合而

成的,因此在分析控制原理或判断故障时,一般都是从这些基本环节入手,由浅入深,由易到难,再结合具体的生产工艺要求,加以分析判断,熟悉这些基本环节,有助于对电气图的分析 and 理解。

这里主要以继电气、接触器等常规电气元件组成的控制线路为基础,介绍电气线路图的绘制原则及其图形符号,并列举一些典型机械设备,根据其结构特点和运动要求,介绍这些设备电气控制线路的各部分组成、工作原理和分析、检修方法。

1.1 电气控制线路图的绘制

电气控制线路图是电气工作人员的工程语言,是电气工作人员必须掌握的工具。它按照国家标准,用规定的图形符号,表示出各种电气元件,又用规定的文字符号表达各个电气元件的名称、用途、主要功能及特征等内容,成为对电气控制系统的一种描述。电气控制线路图可分为电气原理图、电气布置图和电气安装接线图三种。下面就各种电气线路图的作用、绘制原则和标准作简单介绍。

1.1.1 常用电气图形符号和文字符号

电气控制线路图必须按国家标准绘制,我国绘制电气设备的国家标准有:GB/T4728—2000“电气图用图形符号”,GB 6988—1997“电气制图”和GB 7159—1987“电气技术中的文字符号制图通则”,并规定从2001年1月1日起,电气控制线路图中的图形和文字符号必须符合最新的国家标准。

由于许多技术资料 and 老版书籍中仍然采用旧标准,为方便阅读,在附录中分别列出了一些常用的电气图形符号、文字符号、辅助文字符号及其新旧型号对照表。

1.1.2 电气原理图

电气原理图用以表达电气控制系统的工作原理,便于阅读和分析控制系统的动作过程。图中包含所有电气元件的导电部分和接线端子。电气原理图根据简单、清晰的原则,采用电气元件展开形式绘制,清楚地表明电路图中各电气元件的组成和导电部分之间及其与接线端子之间的连接关系,但电气原理图并不反映电气元件的实际位置和尺寸大小。

电气原理图的特点是线路结构简单,层次分明,适合于分析和研究控制电路的工作原理,所以在设计、生产、安装调试和设备维修过程中得到广泛的应用,成为不可或缺的技术资料。为了便于阅读和理解电气原理图,现以图 1.1-1 所示的某设备电气原理图为例,来说明绘制电气原理图的一些基本规则和阅读时应注意的事项。

1. 绘制电气原理图应遵循的原则

电气原理图一般分为主电路和辅助电路两部分。主电路是指从电源到电动机绕组有大电流通过的部分,包括从电源进入到执行电动机之间相连的各类电气元件,一般常用的有刀闸开关或组合开关、熔断器、接触器主触点、热继电器的热元件和电动机等。辅助电路则是除主电路以外的电路,其流过的电流比较小,它包括控制电路、照明电路、信号电路及保护电路等。其中控制电路部分最为复杂,具有逻辑控制功能,能按生产工艺要求执行一定的逻辑控制程序,完成生产工艺要求,一般是由各类接触器和继电器的线圈、触点以及操作按钮、行程开关、控制变压器等组成。

原理图中的各电气元件并不画出实际的外形,而是采用国家规定的统一符号来表示,包括图形符号和文字符号。如电动机的图形符号是用一个大圆圈来表示,其文字符号是 M ;接触器和继电器线圈的图形符号都是用一个长方形表示,其文字符号接触器是

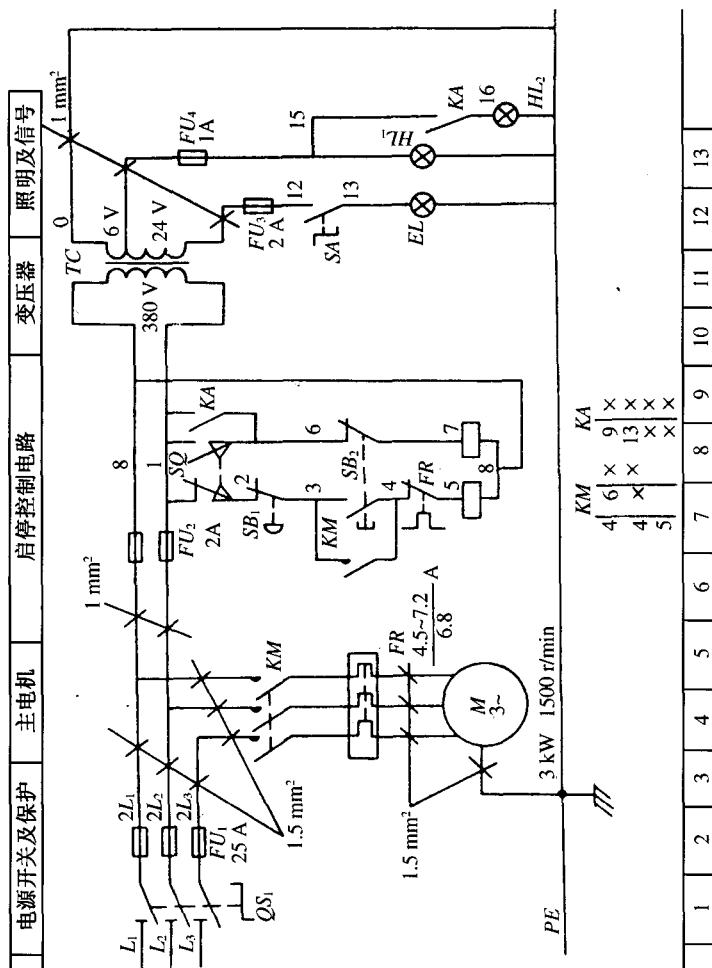


图 1.1-1 某机床设备电气原理图

KM,继电器是 KA。

原理图中电气元件的布局应根据便于阅读的原则安排。一般主电路在图面的左侧或上方,辅助电路在图面右侧或下方。无论是主电路还是辅助电路,均按其功能主次和动作顺序从上到下、从左到右排列。电气原理图一般按垂直方向布置,有时根据需要也可以水平方向布置,将图形符号按逆时针方向旋转 90° 角,但文字符号不可倒置。

原理图中同一电气元件的不同部件可以不画在一起,但无论分布在何处,都要标注上统一的文字符号,便于识别。例如,同一个接触器,其线圈在辅助电路中而触点在主电路中,都用符号 KM 来表示。对于多个同类型电气元件,则在其文字符号后面再加上数字序号来区分。例如,两个同类型接触器分别用 KM_1 、 KM_2 来表示。

原理图中各电气元件的工作状态按下列规定画出:

① 所有电气元件的触点状态。都应按没有通电和没有受外力作用时的初始状态画出。如接触器、继电器和行程开关的动合触点均为断开状态,而动断触点均为闭合状态。

② 手动开关以置于零位或没受外力操作时的状态(即没有动作状态)画出;机械操作开关以处在非动作状态画出。如控制按钮、转换开关均以没有受到外力作用时的状态画出。

③ 多状态开关以零位为准,如果没有明确零位,必须在图中说明触点所处的位置。对于复杂的多状态开关还应列出触点的位置闭合表。

④ 线路图中各电气元件的排列布置,一般按动作顺序从上到下、从左到右依次排列,可水平布置也可垂直布置。

2. 图面区域的划分

为便于对电路图的阅读和分析,通常将电气原理图按功能划分成几个区域,每个功能区有一个区号,并用文字标明其功能。