

典型机床电气控制解析 与PLC改造实例

朱朝宽 张勇 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



典型机床电气控制解析与 PLC 改造实例

朱朝宽 张勇 编著



机械工业出版社

本书分为两部分,第一部分内容以通用机床控制为主,选择了车床、钻床、磨床、镗床、铣床、齿轮加工机床、刨床、拉床等类型设备中比较典型的机床设备为对象,从设备的成形原理、结构特点、工艺特点出发,对设备的电气控制进行解析,并利用可编程序控制器(简称 PLC),结合变频技术对各个设备进行改造,在不改变控制要求的前提下,设计了 PLC 电气电路图和控制梯形图,对 PLC 的控制过程进行了分析说明。第二部分内容以组合机床为主,对自动化批量生产中具有代表性的钻铰组合机床、具有回转工作台的多工位组合机床、深孔钻削组合机床、双面铣削组合机床、精镗孔组合机床等,根据具体的控制要求,分别进行了继电器控制系统设计和 PLC 控制设计,并进行了详细说明。

本书从设备工作要求出发,较为详细地对机床设备进行解析和合理利用 PLC 技术进行改造,将机电一体化进行有机结合。本书适合于机床电气控制开发设计人员、设备维修与改造人员、机械工程类专业学生等使用。

图书在版编目(CIP)数据

典型机床电气控制解析与 PLC 改造实例/朱朝宽,张勇编著. —北京:机械工业出版社,2011. 1(2011. 10 重印)

ISBN 978-7-111-32609-0

I. ①典… II. ①朱…②张… III. ①机床—电气控制②可编程序控制器 IV. ①TG502. 35②TP332. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 232507 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:周国萍

责任编辑:周国萍

责任印制:乔宇

责任校对:陈延翔

封面设计:路恩中

北京汇林印务有限公司印刷

2011 年 10 月第 1 版第 2 次印刷

169mm×239mm·18.25 印张·345 千字

3001—5000 册

标准书号:ISBN -978-7-111-32609-0

定价:36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

策划编辑:(010)88379733

社服务中心:(010)88361066

网络服务

销售一部:(010)68326294

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着数控技术、PLC 技术、变频技术的迅速发展,新的控制方法在机床上的应用越来越广泛,这些新技术不仅使设备控制更加稳定,加工精度得到提高,也能够简化机械结构和电气电路,为机床电气控制技术的持续发展提供良好的技术支持。学习 PLC 控制技术在机床中的应用方法和思路是机械工程类人才培养的一个重要内容。

本书从各类机械加工设备中选择具有代表性的机床进行电气控制解析,阐明各种机床的工艺特点、加工原理、结构特点与电气控制之间的关系,从控制要求出发来解析电气控制设计的逻辑思路,这有利于将机械与电气控制有机结合起来,能够从机械与电气控制两个方面来理解和分析机床设备。本书介绍专用的组合机床电气控制设计,有利于将机、电、液、气的控制结合起来,掌握自动循环控制的设计方法。在编写结构上,将机床的继电器控制和 PLC 改造放在一起,便于相互的理解。

本书的另一个重要内容是利用 PLC 和变频技术对各个设备进行改造。在尽量使用原有电气元件和保持控制内容不变的情况下,利用 PLC 进行电气电路的改造和控制程序的设计,能够简化电气电路,降低故障率,便于维护和维修;有利于理解 PLC 的工作方式、逻辑元件的含义和正确使用逻辑元件;有利于正确把握 PLC 的逻辑元件与控制对象之间的关系,能够从实际应用的角度掌握变频器使用和学习 PLC 在实际应用中的思路、方法以及编程技巧;对于推广 PLC 技术、变频技术在机械设备中的应用具有重要意义。

本书在编写过程中,强调 PLC 应用中一些容易出现错误的地方;强调逻辑元件的应用分析;强调在 PLC 中一些运用较少、理解比较困难的逻辑指令的使用技巧和含义解释;强调编程方法和 PLC 的电气特性对电气设计的影响;强调 PLC 控制设计与继电器控制设计中的不同点。对于改造其他的机床和非机床设备,特别是对专用机床的 PLC 控制设计,本书有重要的参考价值。

本书选材注重实用性,具有结构合理、新颖的特点。适合于机床电气控制开发设计人员、机床维修维护人员阅读参考,也可以作为机械工程类专业的实训教材和教学参考书。

在编写本书的过程中,编著者参考了大量的国内外资料,限于篇幅,没有一一列举,在此向有关作者表示衷心的感谢。同时由于编著者学识水平有限,书中疏漏之处,恳请有关专家和读者朋友批评指正。

朱朝宽
2010 年 8 月

目 录

前言

第 1 篇 典型通用机床电气控制系统

第 1 章 车床	1
1.1 C650 卧式车床电气控制解析	1
1.1.1 C650 的工艺特点与控制要求	1
1.1.2 C650 电路控制分析说明	2
1.2 C650 卧式车床电气控制 PLC 改造	6
1.2.1 C650 改造说明与电路设计	6
1.2.2 C650 程序设计与说明	8
1.3 CW61100E 卧式车床电气控制解析	10
1.3.1 CW61100E 的工艺特点与控制要求	10
1.3.2 CW61100E 电路控制分析说明	10
1.4 CW61100E 卧式车床电气控制 PLC 改造	13
1.4.1 CW61100E 改造说明与电路设计	13
1.4.2 CW61100E 程序设计与说明	15
1.5 C2132 卧式多轴自动车床电气控制解析	17
1.5.1 C2132 的工艺特点与控制要求	17
1.5.2 C2132 电路控制分析说明	19
1.6 C2132 卧式多轴自动车床电气控制 PLC 改造	24
1.6.1 C2132 改造说明与电路设计	24
1.6.2 C2132 程序设计与说明	26
1.7 C523 立式车床电气控制解析	31
1.7.1 C523 的工艺特点与控制要求	31
1.7.2 C523 电路控制分析说明	32
1.8 C523 立式车床电气控制 PLC 改造	38
1.8.1 C523 改造说明与电路设计	38
1.8.2 C523 程序设计与说明	43

第 2 章 钻床	50
2.1 Z3040 摇臂钻床电气控制解析	50
2.1.1 Z3040 的工艺特点与控制要求	50
2.1.2 Z3040 电路控制分析说明	51
2.2 Z3040 摇臂钻床电气控制 PLC 改造	54
2.2.1 Z3040 改造说明与电路设计	54
2.2.2 Z3040 程序设计与说明	56
2.3 Z5163 立式钻床电气控制分析	58
2.3.1 Z5163 的工艺特点与控制要求	58
2.3.2 Z5163 电路控制分析说明	60
2.4 Z5163 立式钻床电气控制 PLC 改造	65
2.4.1 Z5163 改造说明与电路设计	65
2.4.2 Z5163 程序设计与说明	68
第 3 章 磨床	74
3.1 M1432A 万能外圆磨床电气控制解析	74
3.1.1 M1432A 的工艺特点与控制要求	74
3.1.2 M1432A 电路控制分析说明	75
3.2 M1432A 万能外圆磨床电气控制 PLC 改造	79
3.2.1 M1432A 改造说明与电路设计	79
3.2.2 M1432A 程序设计与说明	81
3.3 M7130 电气控制解析	83
3.3.1 M7130 的工艺特点与控制要求	83
3.3.2 M7130 电路控制分析说明	84
3.4 M7130 电气控制 PLC 改造	88
3.4.1 M7130 改造说明与电路设计	88
3.4.2 M7130 程序设计与说明	90
第 4 章 镗床	93
4.1 T68 卧式镗床的电气控制解析	93
4.1.1 T68 的工艺特点与控制要求	93
4.1.2 T68 电路控制分析说明	94
4.2 T68 卧式镗床的电气控制 PLC 改造	98
4.2.1 T68 改造说明与电路设计	98
4.2.2 T68 的 PLC 程序设计与说明	100
4.3 T4240B 立式双柱坐标镗床电气控制解析	104

4.3.1	T4240B 的工艺特点与控制要求	104
4.3.2	T4240B 电路控制分析说明	106
4.4	T4240B 立式双柱坐标镗床的电气控制 PLC 改造	110
4.4.1	T4240B 改造说明与电路设计	110
4.4.2	T4240B 程序设计与说明	112
4.5	T611H 移动卧式镗床电气控制分析	116
4.5.1	T611H 的工艺特点与控制要求	116
4.5.2	T611H 电路控制分析说明	117
4.6	T611H 移动卧式镗床电气控制 PLC 改造	122
4.6.1	T611H 改造说明与电路设计	122
4.6.2	T611H 程序设计与说明	124
第 5 章	铣床	128
5.1	X62W 电气控制解析	128
5.1.1	X62W 的工艺特点与控制要求	128
5.1.2	X62W 电路控制分析说明	128
5.2	X62W 电气控制 PLC 改造	134
5.2.1	X62W 改造说明与电路设计	134
5.2.2	X62W 程序设计与说明	136
第 6 章	齿轮加工机床	139
6.1	YM3150E 滚齿机电气控制解析	139
6.1.1	YM3150E 的工艺特点与控制要求	139
6.1.2	YM3150E 电路控制分析说明	140
6.2	YM3150E 滚齿机电气控制 PLC 改造	144
6.2.1	YM3150E 改造说明与电路设计	144
6.2.2	YM3150E 程序设计与说明	146
6.3	YB6016 半自动花键铣床电气控制解析	147
6.3.1	YB6016 的工艺特点与控制要求	147
6.3.2	YB6016 电路控制分析说明	148
6.4	YB6016 半自动花键铣床电气控制 PLC 改造	152
6.4.1	YB6016 改造说明与电路设计	152
6.4.2	YB6016 程序设计与说明	154
第 7 章	刨床	156
7.1	B2012A 龙门刨床电气控制解析	156
7.1.1	B2012A 的工艺特点与控制要求	156

7.1.2	B2012A 拖动分析	156
7.1.3	B2012A 电路控制分析说明	158
7.2	B2012A 龙门刨床电气控制 PLC 改造	170
7.2.1	变频器的选择与说明	170
7.2.2	B2012A 改造说明与电路设计	171
7.2.3	B2012A 程序设计与说明	175
第 8 章	拉床	183
8.1	L710 电气控制解析.....	183
8.1.1	L710 的工艺特点与控制要求.....	183
8.1.2	L710 电路控制分析说明.....	183
8.2	L710 电气控制 PLC 改造	187
8.2.1	L710 改造说明与电路设计.....	187
8.2.2	L710 程序设计与说明.....	189
第 2 篇 专用机床的电气控制系统设计		
第 9 章	多工位回转工作台组合机床控制系统	193
9.1	多工位组合机床的继电器-接触器控制设计.....	193
9.1.1	多工位回转工作台组合机床的工艺特点	193
9.1.2	多工位回转工作台组合机床液压系统说明	194
9.1.3	电路控制设计与说明	196
9.2	多工位组合机床的 PLC 控制设计.....	203
9.2.1	PLC 的电路设计	203
9.2.2	PLC 控制程序设计与说明	206
第 10 章	钻镗组合机床控制系统	211
10.1	钻镗组合机床的继电器控制设计.....	211
10.1.1	钻镗组合机床的工艺特点.....	211
10.1.2	二次进给组合机床的液压系统说明.....	212
10.1.3	电路控制设计与说明.....	214
10.2	钻镗组合机床的 PLC 控制设计	217
10.2.1	PLC 的电路设计	217
10.2.2	PLC 控制程序设计与说明	219
第 11 章	深孔钻削组合机床控制系统	222
11.1	深孔钻削组合机床的继电器—接触器控制设计.....	222
11.1.1	深孔钻削组合机床继电器—接触器的工艺特点.....	222

11.1.2	深孔钻削组合机床的传动系统说明·····	224
11.1.3	电路控制设计与说明·····	225
11.2	深孔钻削组合机床的 PLC 控制设计 ·····	233
11.2.1	PLC 的电路设计 ·····	233
11.2.2	PLC 控制程序设计与说明 ·····	235
第 12 章	双面铣削组合机床控制系统设计 ·····	241
12.1	双面铣削组合机床的继电器控制设计·····	241
12.1.1	双面铣削组合机床的特点·····	241
12.1.2	双面铣削组合机床的液压系统说明·····	242
12.1.3	电路控制设计与说明·····	244
12.2	双面铣削组合机床的 PLC 控制设计 ·····	249
12.2.1	PLC 的电路设计 ·····	249
12.2.2	PLC 控制程序设计与说明 ·····	251
第 13 章	精镗孔组合机床控制系统 ·····	258
13.1	精镗孔组合机床的继电器控制系统设计·····	258
13.1.1	精镗孔组合机床的工艺特点·····	258
13.1.2	精镗孔组合机床的液压系统设计说明·····	261
13.1.3	电路控制设计与说明·····	264
13.2	精镗孔组合机床的 PLC 控制设计 ·····	270
13.2.1	PLC 的电路设计 ·····	273
13.2.2	PLC 控制程序设计与说明 ·····	274
参考文献	·····	284

第 1 篇 典型通用机床电气控制系统

第 1 章 车 床

1.1 C650 卧式车床电气控制解析

1.1.1 C650 的工艺特点与控制要求

1. 卧式车床电气控制系统分析

在金属切削机床中,卧式车床是机械加工中应用最广泛的一种机床,它能完成多种多样的加工工序。卧式车床的工艺特征为对各种回转体类零件进行加工,如各种轴类、套类和盘类零件,可以车削出内外圆柱面、圆锥面及成形回转面、各种常用螺纹及端面等;其运动特征为主轴带动工件旋转,形成切削主运动,刀架移动形成进给运动,刀架的进给运动由主电动机提供动力,刀架的快速运动由快速电动机提供,操作形式为点动。不同型号的卧式车床加工零件的尺寸范围不同,拖动电动机的工作要求不同,因而控制电路也不尽相同。总体上看,由于卧式车床运动形式简单,常采用机械调速的方法,因此相应的控制电路不复杂。在主轴正、反转和制动的控制方面,有电气控制和机械控制。

2. 电力拖动及控制要求分析

一般卧式车床配置三台三相笼型异步电动机,分别为提供工作进给动力和主运动的主电动机 M1、驱动冷却泵供液的电动机 M2 和驱动刀架快速移动的电动机 M3。电动机的控制要求分述如下:

(1) 主电动机控制要求

卧式车床的主电动机 M1 完成主轴运动和进给运动的拖动。主轴与刀架运动要求电动机能够直接起动,同时还要求能够正、反转,并可对正、反两个方向进行制动停车控制;为了加工和调整的方便,需要具有点动功能;为了提高加工效率,主轴的转动需要进行制动。

(2) 冷却泵电动机控制要求

冷却泵电动机 M2 在加工时带动冷却泵工作,提供切削液,可以直接起动,并且为连续工作状态。

(3) 快速移动电动机控制要求

快速移动电动机 M3 用于拖动溜板箱带动刀架快速移动,在工作过程中以点动工作方式,需要根据使用情况随时手动控制起停。

1.1.2 C650 电路控制分析说明

卧式车床 C650 的电气控制系统电路图如图 1-1 所示。图示所用的电气元件符号与功能说明见表 1-1。下面分析其工作过程。

1. 主电路分析

车床的电源采用三相 380V 交流电源,由隔离开关 QS 引入,主电路中包含三台电动机的驱动电路。主电动机 M1 的电路接线分为三部分:第一部分为交流接触器 KM1、KM2 的主触点,分别控制主电动机 M1 的正转和反转;第二部分为交流接触器 KM3 的主触点,控制限流电阻 R 的接入与切除,在主轴点动调整时,R 的串入可限制起动电流;第三部分为用来监视主电动机 M1 绕组电流的电流表 A,由于 M1 功率大,所以电流表 A 接入电流互感器 TA 回路。机床工作时,可调整

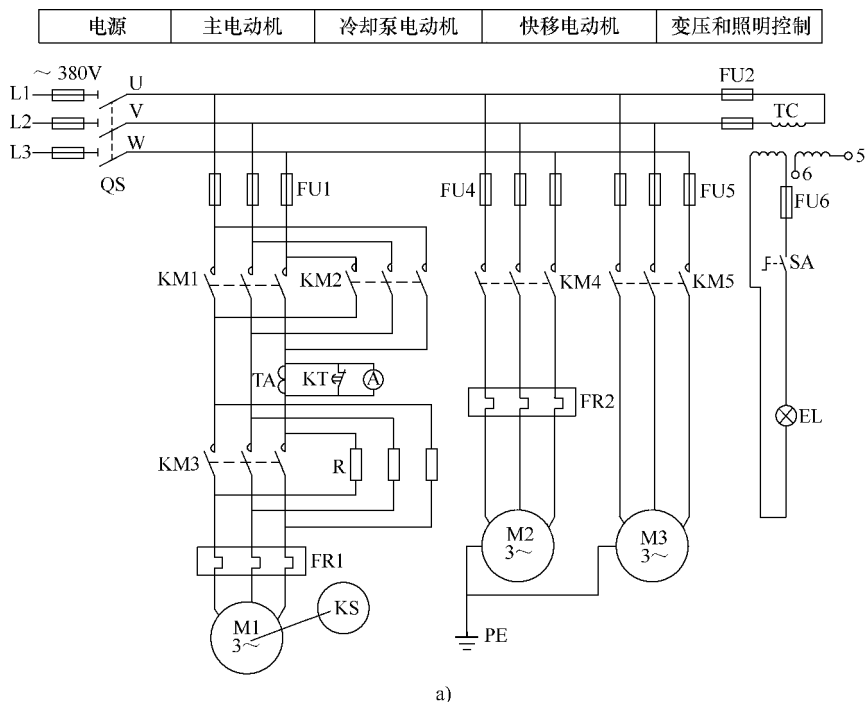


图 1-1 卧式车床 C650 的电气控制系统电路图

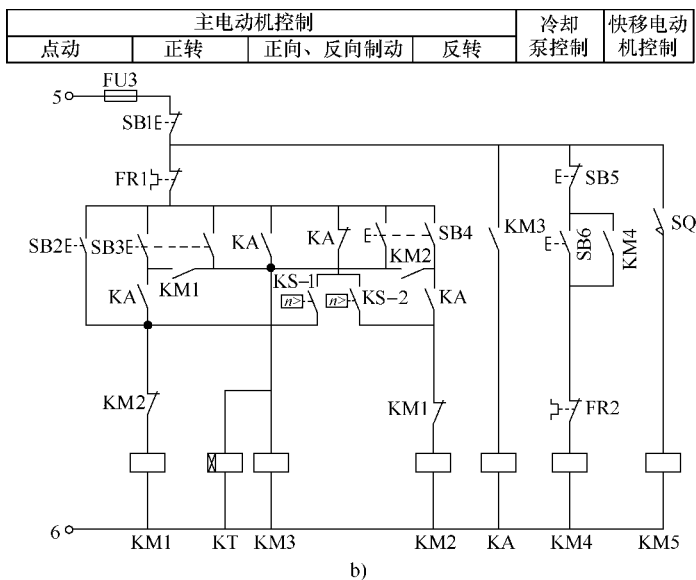


图 1-1 卧式车床 C650 的电气控制系统电路图(续)

切削用量,使电流表 A 的电流接近主电动机 M1 额定电流对应值(经 TA 后减小了的电流值),以便提高生产效率和充分利用电动机的潜力。为了防止电流表在主电动机起动时大电流对它造成冲击损坏,在电路中设置了通电延时时间继电器 KT 进行保护,当主电动机正向或反向起动时,KT 线圈通电,当延时时间未到,电流表 A 被 KT 延时动断触点短接,无电流通过,只有当延时结束后,KT 的延时断开的常闭触点断开才会有电流通过。速度继电器 KS 的速度检测部分与电动机的输出轴相连,以实现正、反转的反接制动。

冷却泵电动机 M2 的起动与停止由接触器 KM4 的主触点控制,快速移动电动机 M3 则由接触器 KM5 控制。

为保证主电路的正常运行,分别有熔断器 FU1、FU4、FU5 对电动机 M1、M2、M3 实现短路保护;由热继电器 FR1、FR2 对 M1 和 M2 进行过载保护;快速移动电动机 M3 由于工作时间短,所以不需要过载保护。

2. 控制电路分析

由于控制电路电气元件较多,因此采用控制变压器 TC 与三相电网进行电隔离,以提高操作和维修时的安全性,控制电路所需的 110V 交流电源由控制变压器

表 1-1 C650 卧式车床电气元件表

符 号	名称及用途	符 号	名称及用途
M1	主电动机	SB1	总停按钮
M2	冷却泵电动机	SB2	主电动机正向点动按钮
M3	快速移动电动机	SB3	主电动机正转按钮
KM1	主电动机正转接触器	SB4	主电动机反转按钮
KM2	主电动机反转接触器	SB5	冷却泵电动机停止按钮
KM3	短接限流电阻接触器	SB6	冷却泵电动机起动按钮
KM4	冷却泵起动接触器	TC	控制变压器
KM5	快速电动机起动接触器	FU1~FU6	熔断器
KA	中间继电器	FR1	主电动机过载保护热继电器
KT	通电延时时间继电器	FR2	冷却泵过载保护热继电器
SQ	快速移动点动行程开关	R	限流电阻
SA	转换开关	EL	照明灯
KS	速度继电器	TA	电流互感器
A	电流表	QS	隔离开关

TC 提供,采用 FU3 做短路保护。控制电路可划分为主电动机 M1、冷却泵电动机 M2 以及快速移动电动机 M3 的三个局部控制电路。根据控制要求,下面对各局部控制电路逐一进行分析。

(1) 主电动机的起动与正、反转控制电路

C650 车床主轴的正、反转是通过主电动机的正、反转来实现的。主电动机 M1 的额定功率为 30kW,但车削加工时消耗功率较大,而起动时负载很小,因此起动电流并不大,在非频繁点动的一般工作时,仍可采用全压直接起动,工作控制过程如下:

当按下主电动机正转按钮 SB3 时,短接限流电阻的接触器 KM3 线圈和通电延时时间继电器 KT 线圈同时得电。KT 得电,其位于 M1 主电路中的延时动断触点短接电流表 A 在延时断开后,电流表接入电路正常工作,从而使其免受起动电流的冲击。KM3 通电,其主触点闭合,短接限流电阻 R,辅助动合触点闭合,使得 KA 线圈得电。KA 动断触点断开,分断反接制动电路。KA 动合触点闭合,一方面使得 KM3 在 SB3 松开后仍然保持通电,进而 KA 也保持通电;另一方面使得

KM1 线圈通电并形成自锁, KM1 主触点闭合, 此时主电动机 M1 正向直接起动。

SB4 为主电动机反转按钮, 反向直接起动过程与正向类似, 不再叙述。

(2) 主电动机的点动调整控制

点动调整控制时, 按下主电动机正向点动按钮 SB2, 主电动机正转接触器 KM1 线圈通电, 其主触点闭合, 由于 KM3 线圈并没接通, 因此电流必须经限流电阻 R 进入主电动机, 从而减少了起动电流, 此时电动机 M1 正向直接起动。KM3 线圈未得电, 其辅助动合触点不闭合, 中间继电器 KA 不工作, 虽然 KM1 的辅助动合触点已闭合, 但不自锁。因而松开 SB2 后, KM1 线圈立即断电, 主电动机 M1 停转。这样就实现了主电动机的点动控制。

(3) 主电动机的反接制动控制

C650 车床停车时采用反接制动方式, 用速度继电器 KS 进行速度检测和控制。下面以正转状态下的反接制动为例说明电路的工作过程。

当主电动机 M1 正转运行时, 由速度继电器工作原理可知, 此时 KS 的动合触点 KS-2 闭合。当按下总停按钮 SB1 后, 原来通电的 KM1、KM3、KT 和 KA 线圈全部断电, 它们的所有触点均被释放而复位。当松开 SB1 后, 由于主电动机的惯性速度仍很大, KS 的动合触点 KS-2 继续保持闭合状态, KA 动断触点复位闭合使主电动机反转接触器 KM2 线圈通电。其电流通路是: SB1 动断触点 → FR1 动断触点 → KA 动断触点 → KS-2 动合触点 → KM1 动断触点 → KM2 线圈。这样主电动机 M1 主电路反接, 反向电磁转矩将平衡正向惯性转动转矩, 电动机正向转速很快就降下来, 当速度降低到较低数值时, KS-2 动合触点断开, 从而切断了 KM2 线圈的电路, 正向反接制动结束。

反转时的反接制动过程与上述过程类似, 只是在此过程中起作用的为速度继电器的 KS-1 动合触点。

在反接过程中, 由于 KM3 线圈没有得电, 因此限流电阻 R 被接入主电动机电路, 以限制反接制动电流。

通过对主电动机控制电路的分析, 可看到中间继电器 KA 在电路中一方面拓展短接限流电阻的接触器 KM3 触点, 另一方面在制动控制电路中起着电子开关的作用。

(4) 冷却泵电动机的控制

冷却泵电动机 M2 的控制为典型的直接起动控制电路环节, 电路中起停按钮分别为 SB6 和 SB5, 由它们控制接触器 KM4 线圈的得电与断电, 从而实现冷却泵电动机 M2 的长动控制。

(5) 刀架的快速移动

刀架的快速移动是通过操作控制手柄压动行程开关 SQ,使其动合触点闭合,控制接触器 KM5 线圈通电,KM5 主触点闭合,快速移动电动机 M3 起动运转,其输出动力经传动系统最终驱动溜板箱带动刀架作快速的移动。当控制手柄复位时,KM5 断电,M3 停止转动,控制电路为典型的无自锁结构的点动控制。

此外,控制变压器 TC 的二次侧还有一路电压为 36V,给车床提供照明。当转换开关 SA 闭合时,照明灯 EL 点亮;转换开关 SA 断开时,EL 熄灭。

1.2 C650 卧式车床电气控制 PLC 改造

1.2.1 C650 改造说明与电路设计

利用可编程序控制器进行改造,首先考虑保证原有控制功能不变,并尽量保留原来的电气元件,不添加新的元件。根据 C650 的工作过程和已有继电器控制的电气参数,选择 FX2N 可编程序控制器进行改造。输出端口采用继电器输出方式,接触器、时间继电器线圈与 PLC 的输出端口连接,提供给输出端口的电压为 110V,与这些负载线圈的额定电压一致。各个按钮、行程开关、速度继电器触点、热继电器触点与 PLC 的输入端口连接,由输入端口将信号传入 PLC 中。输入端口的元件不需要单独提供电源,其信号电源由 PLC 内部提供。在改造中,主要采用了以下几点措施:

1) 将硬件上有互锁关系的输出元件,如接触器 KM1 和 KM2,与输出端口连接就实现互锁,这是 FX 系列 PLC 的要求。

2) 将热继电器常闭触点,速度继电器的正、反向触点与输入端口连接。直接将触点状态传入 PLC 中。

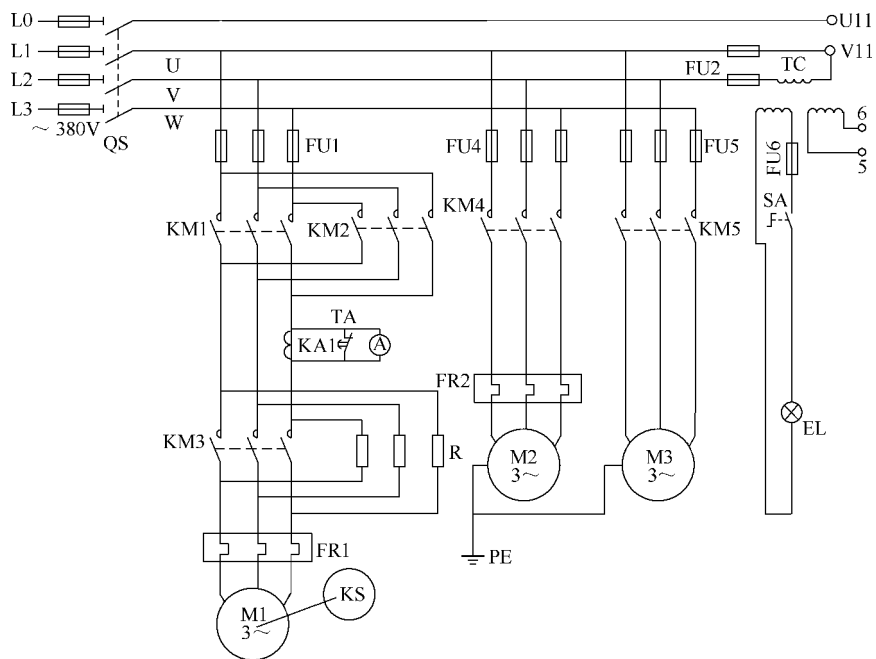
3) 时间继电器的线圈直接与 PLC 输出端口连接,没有采用 PLC 中的定时器,有利于简化控制。

4) 原来的中间继电器 KA 用辅助继电器代替,不占输出端口。

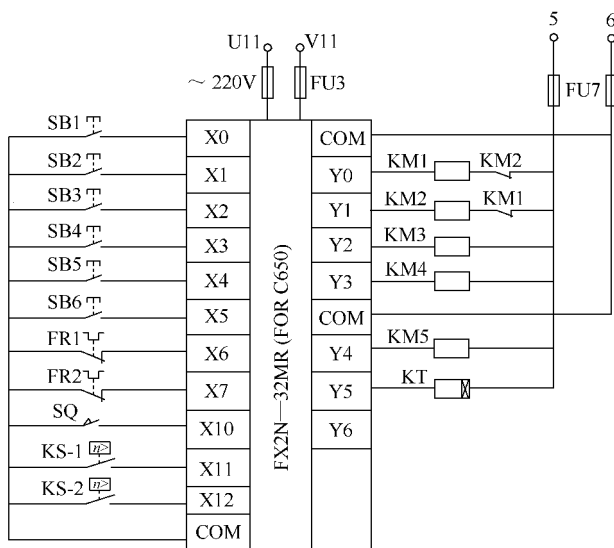
5) 反接制动采用辅助继电器 M2、M3 来记载当前的旋转方向,以便制动时反接控制。

6) 热继电器触点与输入端口连接时,如果用其常闭触点,PLC 控制回路中无须取反。

结合输入、输出总点数,选用 FX2N—32MR 能够满足要求。改造后的电气原理图如图 1-2 所示,元件分配情况见表 1-2。



a)



b)

图 1-2 PLC 改造 C650 车床的电气原理图

表 1-2 PLC 端口分配表

电气元件	作用	逻辑元件	电气元件	作用	逻辑元件
SB1	总停按钮	X0	KS-1	速度继电器正转触点	X11
SB2	主电动机点动	X1	KS-2	速度继电器反转触点	X12
SB3	主电动机正转	X2	KM1	主电动机正转接触器	Y0
SB4	主电动机反转控制	X3	KM2	主电动机反转接触器	Y1
SB5	冷却泵起动控制	X4	KM3	短接限流接触器	Y2
SB6	冷却泵停止控制	X5	KM4	冷却泵接触器	Y3
FR1	热继电器触点	X6	KM5	快进电动机接触器	Y4
FR2	热继电器触点	X7	KA1	中间继电器	M0
SQ	快进行程开关	X10	KT	电流表延时接通继电器	Y5

1.2.2 C650 程序设计与说明

根据 C650 的控制要求和继电器—接触器的控制逻辑,结合 PLC 的端口分配,设计的 PLC 控制程序如图 1-3 所示。

1. 点动调整

按下按钮 SB2, X1 为 ON,使输出继电器 Y0 线圈的逻辑回路导通,驱动接触器 KM1 得电,主电动机 M1 正转电路接通,电动机转动。由于在梯形图中 Y0 回路没有自锁,所以电动机只能作正转点动控制。

2. 正、反转起动

按下正转起动按钮 SB3, X2 为 ON,输出继电器 Y2 线圈的逻辑回路导通自锁,驱动负载接触器 KM3 线圈得电,主电路中的限流电阻 R 被短接,输出继电器线圈 Y5 为 ON,时间继电器线圈得电,计时开始,电流表电路被短接。经过一定时间后,时间继电器延时触点断开,电流表 A 开始监测主轴电动机的电流。同时, Y2 驱动辅助继电器 M1 得电并自锁,输出继电器线圈 Y0 逻辑回路导通,驱动负载接触器 KM1 线圈得电,主电路闭合,电动机正转起动。

当按下反转按钮 SB4 时,输入继电器 X3 为 ON,首先驱动输出继电器 Y2 线圈的逻辑回路导通,输出继电器 Y5 线圈得电并自锁,然后使 Y1 为 ON,驱动接触器 KM2、KM3 得电并自锁,主电路反接起动,电动机反转。

3. 制动停止

假设电动机在正转,当主轴电动机正向旋转速度达到 120 r/min 时,则速度继电器的正转触点 KS-2 闭合,输出继电器 X11 为 ON,为主轴电动机正向旋转反向制动做好准备。当按下停止按钮 SB1 后,输入继电器 X0 为 ON,取反后为 OFF,使输出继电器 Y1、Y2、Y0 线圈回路断开,当松开按钮 SB1 后, X0 为 OFF,取反为