



# Z3040 型摇臂钻床电气控制系统的 PLC 改造

徐良雄

(武汉交通职业学院 机电工程学院,湖北 武汉 430065)

**摘 要:** Z3040 型摇臂钻床电气控制系统线路复杂,可靠性和灵活性差,故障率高,采用三菱 FX2N-40MR 可编程控制器对其电气控制系统进行技术改造可提高整个电气控制系统的工作性能和工作效率。就三菱 FX2N-40MRPLC 在 Z3040 型摇臂钻床电气控制系统中的应用,进行了系统 PLC 控制软硬件的设计,可为同类设备的技术改造提供工作借鉴。

**关键词:** 三菱 FX2N-48MR 可编程控制器;Z3040 型摇臂钻床电气控制系统改造;PLC 梯形图

中图分类号: TG522

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2015) 03-0082-04

## 一、引言

摇臂钻床主要用于钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹等多种形式的加工,某企业所用 Z3040 型摇臂钻床役龄几十年,普遍采用继电器接触器电路控制,对其进行故障查找排除、机床维护等工作都很繁琐,工作量非常大。本文采用三菱 FX2N-40MR 可编程控制器对 Z3040 型摇臂钻床的继电器接触电控系统实施技术改造,重新进行了机床电气控制的软、硬件设计。

## 二、Z3040 型摇臂钻床的电气控制功能分析

Z3040 型摇臂钻床的电气控制原理图如图 1 所示<sup>[1-3]</sup>。

Z3040 型摇臂钻床主电路及控制电路功能如下:

1. SB1 和 SB2 分别为总起动按钮和总停止按钮,是专门为操纵摇臂钻床的起动和急停而设置。
2. 主电路采用了隔离开关 QS1、QS2 进行保护。在 QS1、QS2 隔离开关中,使用电磁脱扣装置,其作用为短路保护,取代了熔断器,这样开关与保护合二为一,结构也更加简单方便。热继电器 KR1、KR2 分别

装设在 M1 主电动机与 M3 液压泵电动机的主电路当中,起到长期过载保护的作用。

3. 在动力拖动方面,采用四台电动机。其中, M1 为旋转主轴的主电动机,仅作单方向旋转控制,加工螺纹时,主轴的正反转采用机械方法变换实现; M2 为升降摇臂的电动机,可实现正反转,短时工作,不用设长期过载保护; M3 和 M4 分别为放松与夹紧摇臂、同时实现立柱与主轴箱放松与夹紧的液压泵电动机和冷却泵电动机。这四台电动机的容量都较小,其控制方式均采用直接起动控制。

4. 摇臂部分应在 M3 启动松开后才能实施上升和下降的移动,到达需要的位置后再实施摇臂夹紧的动作。摇臂松开由行程开关 ST2 执行,其夹紧则由行程开关 ST3 执行。

5. 信号指示包括电源指示灯 HL1、立柱与主轴箱松开指示灯 HL2、立柱与主轴箱夹紧指示灯 HL3、主轴电动机旋转指示灯 HL4。

6. 摇臂的夹紧放松及升降设计为自动控制进行方式,立柱和主轴箱的夹紧放松功能设计成既可单独操作,也可同时操作。它们由转换开关 SC 和按钮

收稿日期: 2015-03-07

基金项目: 湖北省教育厅科学技术处立项项目(项目编号: B2014206); 2014 湖北省教育科学规划研究课题(项目编号: 2014B413)。

作者简介: 徐良雄(1956-),男,湖北武汉人,武汉交通职业学院教授,研究方向: 数字电子技术、机床电气控制技术和可编程序控制器。

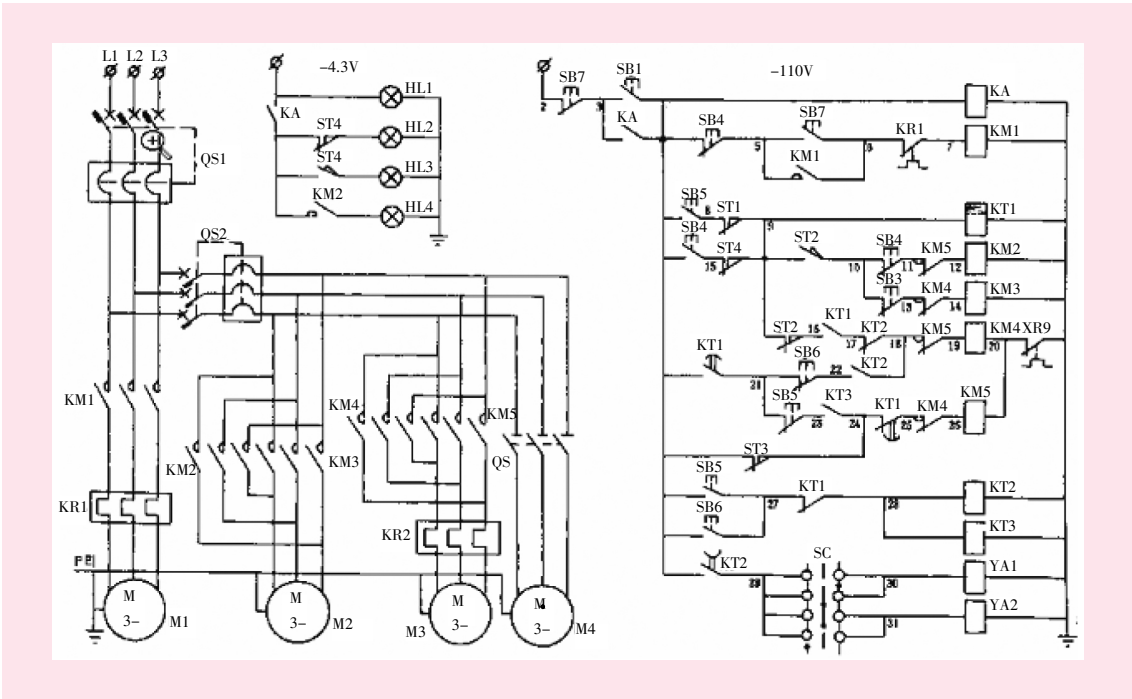


图 1 Z3040 摇臂钻床的电气控制原理图

SB5 或 SB6 控制实现。

三、电气控制系统的 PLC 硬件改造

(一)PLC 硬件任务分析

对 Z3040 型摇臂钻床进行电气控制线路的 PLC 改造时,主要是改造控制电路,电源电路、主电路中

的接触器触点、热继电器发热元件是保持不变的,原控制电路中的继电逻辑功能采用 PLC 控制。为了确保各种联锁功能,需要将位置开关 ST1~ST3,按钮开关 SB1~SB8,热继电器常闭触点 KR1、KR2,立柱与主轴箱松开、夹紧转换开关 SC 分别接入 PLC 的输入端。控制四个电动机的接触器 KM1~KM5,主轴箱

表 1 I/O 分配表及接线图

输入点分配		输出点分配		PLC I/O 接线图
输入 接点	输入开关名称	输出 接点	驱动设备	
X0	QS1 主电路隔离开关			
X1	SB1 总起动按钮			
X2	SB2 主轴电动机 M1 起动按钮			
X3	SB3 摇臂上升按钮			
X4	SB4 摇臂下降按钮			
X5	SB5 立柱、主轴箱松开按钮			
X6	SB6 立柱、主轴箱夹紧按钮			
X7	SB7 总停止按钮			
X10	SB8 主轴电动机 M1 停止按钮			
X11	ST1 摇臂上升保护限位开关			
X12	ST2 摇臂上升保护限位开关			
X13	ST3 摇臂夹紧限位开关			
X14	ST4 摇臂下降保护限位开关			
X15	KR1 主轴电动机过载保护触点			
X16	KR2 液压泵电动机过载保护触点			
X17	SC 立柱松开夹紧转换开关			
X20	SC 主轴箱松开夹紧转换开关			
X21	SC 立柱、主轴箱松紧转换开关			
		Y0	KM1 主轴电动机接触器	
		Y1	KM2 摇臂上升接触器	
		Y2	KM3 摇臂下降接触器	
		Y3	KM4 液压泵松开接触器	
		Y4	KM5 液压泵夹紧接触器	
		Y5	YA1 主轴箱松紧控制电磁铁	
		Y6	YA2 立柱松紧控制电磁铁	
		Y7	HL1 电源指示灯	
		Y10	HL2 立柱、主轴箱松开指示灯	
		Y11	HL3 立柱、主轴箱夹紧指示灯	
		Y12	HL4 主轴电动机旋转指示灯	

图 2 I/O 接线图

控制电磁铁 YA1,立柱控制电磁铁 YA2,指示灯显示 HL1~HL4 分别接入 PLC 的输出端。输出器件接触器使用 127V 交流电压,指示灯显示使用 6.3V 交流电压。

#### (二)硬件改造

Z3040 型摇臂钻床的控制系统有 18 个输入点,11 个输出点,根据接点数量,并考虑系统的扩展功能,选择三菱 FX2N-48MR(24 点输入/24 点输出)继电器输出型 PLC。所有的电器元件还是采用改造前的型号,其安装位置也不变。表 1 为 Z3040 型摇臂钻床各输入/输出点的 PLC 地址分配及接线图(图 2)。

### 四、PLC 软件设计

根据 Z3040 型摇臂钻床的控制电路及各个输入/输出点的 PLC 地址分配,设计该电气控制系统的 PLC 梯形图,如图 3 所示<sup>[7-9]</sup>,其功能控制及调试实现如下所述。

#### (一)编程控制环节

采用通用辅助继电器 M0~M3 作为中间环节,为编程简单化做好准备。按下 QS1,引入三相电源,X0 接通,M0 得电;按下 SB1,控制电路电源接通,X1 接通,M1 得电;按下 SB3 或 SB4,开启摇臂上升或下降工作,X3 或 X4 接通,M2 得电;按下 SB5 或 SB6,立柱、主轴箱松开或夹紧,X5 或 X6 接通,M3 得电。时间继电器按 3 秒设置,另考虑时间继电器瞬时触点功能,采用 M4 实现 T0 时间继电器瞬时特性,M5 实现 T1 和 T2 时间继电器的瞬时特性。

#### (二)主轴电动机控制

QS1 接通,X0 接通。SB1 接通,X1 接通。按下

SB2,主轴电动机 M1 起动,X2 接通,Y0 接通。SB8 为主轴电动机 M1 停止按钮,X10 实现,X15 接主轴热继电器保护触点。

#### (三)摇臂上升、下降,放松、夹紧控制

按松开摇臂,再移动摇臂,移动到位后自动夹紧摇臂方式工作。按下 SB3 或 SB4,X3 或 X4 接通,时间继电器 T0 及 M4 得电,Y3 接通,液压电动机供出压力油松开摇臂,摇臂松开后,ST2 摇臂松开限位开关断开,即 X12 断开,Y3 失电。此时 Y1 或 Y2 支路中 X12 接通,Y1 或 Y2 得电,摇臂上升或下降。摇臂上升或下降到需要位置时,松开 SB3 或 SB4,X3 或 X4 断开,Y1 或 Y2 失电,摇臂停止上升或下降。Y4 支路中因 T0、M4 的断电,使得 Y4 接通,液压电动机分配压力油夹紧摇臂。摇臂夹紧时,ST3 摇臂夹紧限位开关断开,X13 处于开断状态,Y4 失电,完成了摇臂先放松,再上升或下降,最后夹紧的工作过程。

#### (四)主轴箱、立柱放松、夹紧控制

将 SC 立柱、主轴箱转换开关置于 X21 接通状态,则立柱、主轴箱松开或夹紧可同时进行;SC 置于 X17 接通状态,则立柱可松开或夹紧;SC 置于 X20 接通状态,则主轴箱可松开或夹紧。考虑 SC 置于 X21 接通状态,按下 SB5,X5 接通,M3 得电,T1、M5、T2 得电,使得 Y5、Y6 得电,主轴箱、立柱松紧电磁铁 YA1、YA2 通电吸合,为主轴箱、立柱松开做准备。另一方面,T2 延时触点得电后使得 Y3 得电,控制着立柱、主轴箱松开。立柱、主轴箱松开后,手动立柱回转或主轴箱径向移动。移动到位后改按 SB6,X6 接通,X5 断开,Y4 得电,控制着立柱、主轴箱夹紧。

#### (五)指示灯控制

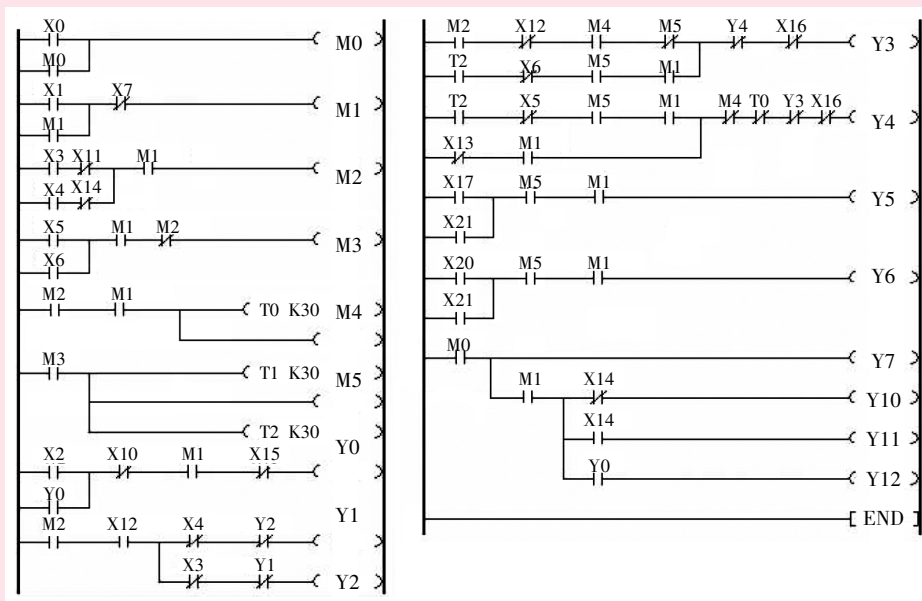


图 3 PLC 梯形图

Y7 因 QS1 上电使得 X0 接通而得电,HL1 电源指示灯亮。Y10 因 ST4 复位使得 HL2 立柱、主轴箱松开指示灯亮。Y11 因立柱、主轴箱已经夹紧使得 HL3 立柱、主轴箱夹紧指示灯亮。HL4 是当主轴电动机旋转时伴随着发亮。

#### (六)调试

将 18 个各输入元器件按图 2 接到 PLC 的输入端,可先用 11 个 LED 灯代替各输出元器件,把如图 3 所示的 PLC 梯形图程序输入到 FX2N-48MR 可编程控制器中,按 Z3040 型摇臂钻床的动作顺序操作接在 PLC 输入端的指令开关,通过观察 LED 灯的点亮和熄灭变化情况,灯亮即为有输出接通,灯灭即为关断无输出,逐段调试程序直到完全符合控制系统要求。然后再接上各实际输出设备,继续调试,使之符合预期要求,接上主电路即可完成改造工作。

#### 五、结束语

采用 PLC 改造后的 Z3040 型摇臂钻床操作控制方便、抗干扰且响应快,故障少且易维护,提高了设备生产效率。既保证了原电路的工作逻辑关系和整机的安全性能,而且还可适应经常变动的工艺条件,有较好的经济效益预期,对其它同类设备的技术改造有一定的借鉴作用。

#### 参考文献:

- [1] 张荣英.Z3040 型摇臂钻床控制系统的 PLC 改造[J].职教与成教,2012,(3):184-185.
- [2] 赵明.工厂电气控制设备[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [3] 王丽,王雪萍.摇臂钻床 Z3040 控制系统电路设计[J].信息与电脑,2010,(6):151-152.
- [4] Xu Liangxiong.The XA6132 Milling PLC transformation of the electrical control system[J].国际设备工程与管理,2013,(4):249-254.
- [5] Xu Liangxiong.The electrical control system PLC transformation of the T68 boring[J].国际设备工程与管理,2014,(2):116-121.
- [6] 咸培冉,陈俊君,田鸿宇.X62W 卧式万能铣床电气控制系统设计[J].黑龙江科技信息,2012,(13):73.
- [7] 禹玺.基于西门子 PLC 的万能铣床电气控制系统改造[J].煤矿机械,2011,(7):175-176.
- [8] 王也仿.可编程控制器应用技术[M].北京:机械工业出版社,2008.
- [9] 徐良雄.《可编程控制器》课程“教学做一体化”的实践探索[J].武汉交通职业学院学报,2011,(1):64-67.

[责任编辑:詹华西]

## On PLC Transformation of Electrical Control System of Z3040 Radial Drilling Machine

XU Liang-xiong

(College of Electromechanical Engineering, Wuhan Technical College of Communications,  
Wuhan 430065, China)

**Abstract:** The circuits in electrical control system of Z3040 radial drilling machine are very complex; they are poor in reliability and flexibility; failure rate is high. The paper proposes innovating the technique with Mitsubishi FX2N-40MR PLC to improve the performance and efficiency of the entire electrical control system. The paper introduces how to use Mitsubishi FX2N-40MR PLC in the electrical control system of Z3040 radial drilling machine. The hardware configuration and PLC programming system are specified, hoping to provide a reference for the technological transformation of similar equipments.

**Key words:** Mitsubishi FX2N-48MR programmable controller; electrical control system of Z3040 radial drilling machine; PLC ladder