

湖南工程学院

# 课程设计

课程名称 运动控制系统

---

课题名称 龙门铣床的变频调速控制

---

专业班级 自动化 0903

---

姓名 汪洋

---

学号 \*\*\*\*\*

---

指导教师 赵葵银 唐勇奇等

---

2012 年 12 月 19 日

湖南工程学院  
课程设计任务书

课程名称： 运动控制系统

题 目： 龙门铣床的变频调速控制

专业班级： 自动化 0903

学生姓名： 汪洋 学号： 14

指导老师： 赵葵银、唐勇奇等

审 批：

任务书下达日期 2012 年 12 月 10 日

设计完成日期 2010 年 12 月 21 日

## 设计内容与设计要求

### 一、设计内容：

#### 1、电路功能：

- 1) 要求用变频器与 PLC 控制龙门铣床系统，工作台进给和左、右主轴进给机构实现变频调速。
- 2) 电路由主电路与控制电路组成，电路主要环节：变频器主电路及相关滤波环节、PLC 控制电路。控制电路主要环节：电压电流检测单元、检测与故障保护电路、各类调节器等。
- 3) 系统要求检测电路与保护电路设计较完整。

#### 2. 系统总体方案确定

#### 3. 主电路设计与分析

- 1) 确定主电路方案
- 2) 主电路元器件的计算及选型
- 3) 主电路保护环节设计

#### 4. 控制电路设计与分析

- 1) 检测电路设计
- 2) 功能单元电路设计
- 3) 各类调节器设计
- 4) 控制电路参数确定

### 二、设计要求：

- 1) 要求用变频器与 PLC 控制龙门铣床系统。
- 2) 设计思路清晰，给出整体设计框图；
- 3) 单元电路设计，给出具体设计思路和电路；
- 4) 分析各部分电路的工作原理，编写相应的程序。
- 5) 绘制总电路图

6) 写出设计报告;

## 主要设计条件

### 1、设计依据主要参数

- 1) 输入电压: 三相 (AC) 380V (1+10%)
- 2) 对工作台进给和左、右主轴进给机构实现变频调速。工作台进给传动电机的最大负载电流 26A, 调速范围  $D>40$ 。
- 3) 工作台进给传动交流电机参数, 额定功率 11KW, 额定转速 1460rpm 额定电流 22.6A。

### 2. 可提供实验与仿真条件

## 说明书格式

1. 课程设计封面;
2. 任务书;
3. 说明书目录;
4. 设计总体思路, 基本原理和框图 (总电路图);
5. 单元电路设计 (各单元电路图);
6. 故障分析与电路改进、实验、仿真、编程等。
7. 总结与体会;
8. 附录 (完整的总电路图);
9. 参考文献;
10. 课程设计成绩评分表

## 进 度 安 排

第一周星期一：课题内容介绍和查找资料；

星期二：总体电路方案确定

星期三：主电路设计

星期四：控制电路设计

星期五：控制电路设计；

第二周星期一：控制电路设计

星期二：电路原理及波形分析或实验、仿真分析等

星期四~五：写设计报告，打印相关图纸；

星期五下午：答辩及资料整理

## 参 考 文 献

- [1] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统(第3版)[M]. 机械工业出版社, 2003. 8
- [2] 王兆安 黄俊. 电力电子技术(第4版). 机械工业出版社, 2000. 5
- [3] 陈伯时, 陈敏逊. 交流调速系统[M]. 机械工业出版社, 1998. 5
- [4] 李华德. 交流调速控制系统[M]. 电子工业出版社, 2003. 3
- [5] 张燕宾.SPWM变频调速技术[M]. 机械工业出版社, 1997. 12
- [6] 谭建成. 电机专用集成电路[M]. 机械工业出版社, 1997. 8
- [7] 刘祖润 胡俊达. 毕业设计指导. 机械工业出版社, 1995
- [8] 许大中, 贺益康. 电机控制[M]. 浙江大学出版社, 1996. 11
- [9] 张燕宾等. 实用变频调速技术培训教程[M]. 机械工业出版社, 2003. 7
- [10] 刘星平. 电力电子技术及电力拖动自动控制系统. 校内, 1999

# 目录

前言.....	7..
第 1 章 设计总体思路 .....	8 ..
1.1 设计思路.....	8
1.2 基本原理.....	9
1.2.1 电动机调速原理.....	9
1.2.2 变频器的工作原理.....	11
第 2 章 控制电路 .....	13 ..
2.1 PLC 电路设计 .....	13
2.2 变频电路设计.....	15
2.2.1 机械设备的负载转矩特性.....	15
2.2.2 变频器的控制方式.....	16
2.2.3 电路设计.....	19
第 3 章 PLC 程序设计 .....	22 ..
第 4 章 变频器调试 .....	24 ..
4.1 参数复位.....	24
4.2 快速调试状态.....	25
4.3 功能调试.....	错误!未定义书签。
总结.....	28..
附录.....	29..
参考文献.....	29
评分表.....	错误!未定义书签。

# 前言

龙门铣床是加工较大型工件的机加设备，其电气控制系统包括工作台的主传动和进给机构的逻辑控制两大部分。河南焦作迈科公司有一台龙门铣床，从 70 年代至今使用了多年。龙门铣床的工作台主传动采用直流可逆调速拖动方式。早期的直流调速控制系统由分立元件构成，使用了若干年以后，故障率明显上升，维修工作量不断增大，故障停工工时急剧上升，已经严重影响生产的正常进行。原来的直流调速系统已经淘汰了，没有可能再对直流调速系统换新处理，进行技术节能改造是必然的选择。

本次的课题的内容是对以前的龙门铣床电路进行改进，通过时下流行的 PLC 与变频器相结合实现铣床的左、右主轴的无极调速。现在选用西门子公司的 S7-224PLC 作为控制器以及西门子的 MCROMASTER40 变频器。通过 PLC 的输入端子来选择变频器的运行方式，以及左右主轴的切换。变频器采用数字输入控制方式，通过矢量控制方式来实现变频调速。

# 第1章 设计总体思路

## 1.1 设计思路

本课题的内容是对以前的龙门铣床电路进行改进，通过时下流行的 PLC 与变频器相结合实现铣床的左、右主轴的无极调速。现在选用西门子公司的 S7-224PLC 作为控制器以及西门子的 MCROMASTER 440 变频器。通过 PLC 的输入端子来选择变频器的运行方式，以及左右主轴的切换。变频器采用数字输入控制方式，通过矢量控制方式来实现变频调速。整体方案流程图如图1

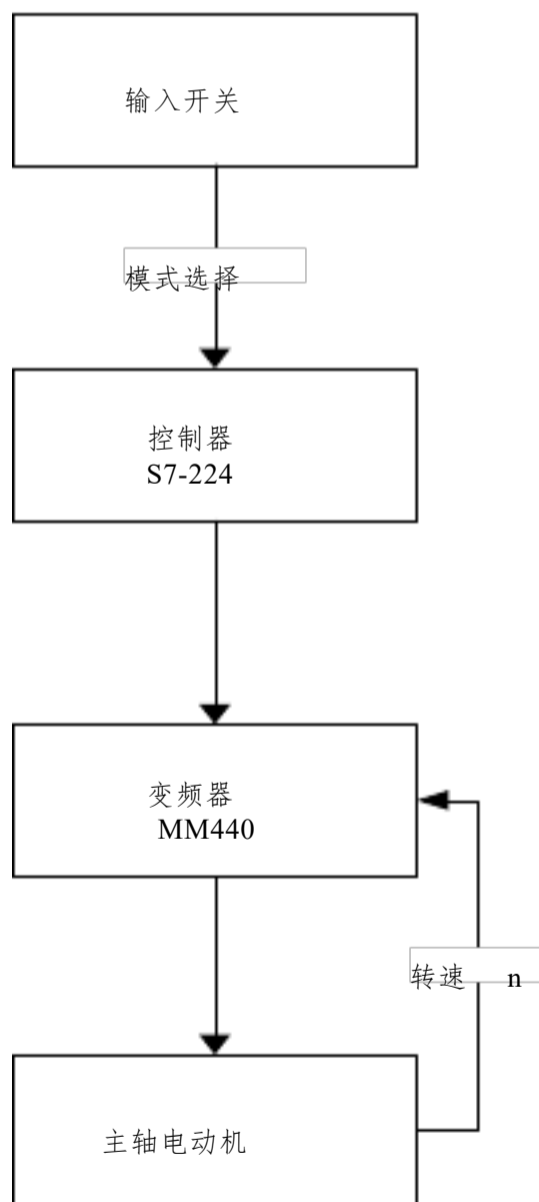


图 1 方案设计框图



## 1.2 基本原理

### 1.2.1 电动机调速原理

感应电动机的转子转速：

$$n = \frac{60 f_1 (1 - s)}{p} \quad (1)$$

式中  $f_1$  一定子供电频率（电源频率）

$p$  一电动机定子绕组极对数

$s$  一转差率

由(1)可见，要改变电动机的转速：①改变磁极对数  $p$ ，电动机的转速可作有级变速；②改变转差率；③改变频率  $f$ 。在数控机床中，交流电动机的调速常采用变频调速的方式。

感应电动机每相的感应电动势：

$$E_1 = 4.44 f_1 N_1 \Phi_m U_1$$

(2)

式中  $N_1$  一每相绕组有效匝数

$\Phi_m$  一每极磁通

$U_1$  一定子电压

则  $\Phi_m = K U_1 / f_1$ 。在降低频率的同时，降低电压  $U_1$ ，以保持  $\Phi_m$  不变。这种  $U_1$  和  $f_1$  的配合变化称之为恒磁通变频调速中的协调控制（恒转矩调速控制），如图 3。当  $f_1$  频率超过异步电动机名牌的

已达到变频器的输出电压的

最大值再不能随  $f_1$  而升高，异步电动机的每极磁通  $\Phi_m$  与  $f_1$  成反比例下降，其转矩也随着  $f_1$  反比例下降。但因转速  $n$  提高，异步电动机的输出功率  $P$  则在此区域内保持不变 ( $P=Tn$ )，称为恒功率调速，如图 2

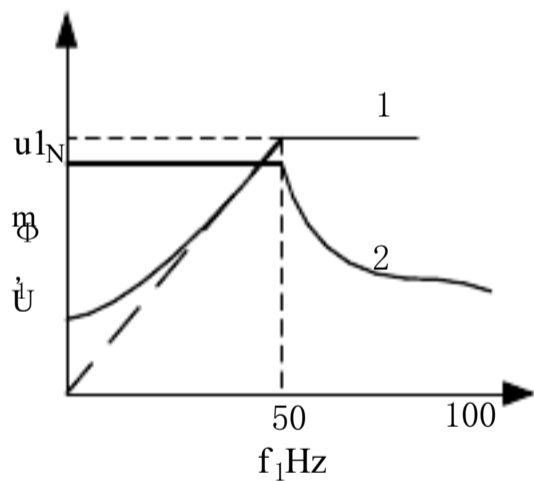
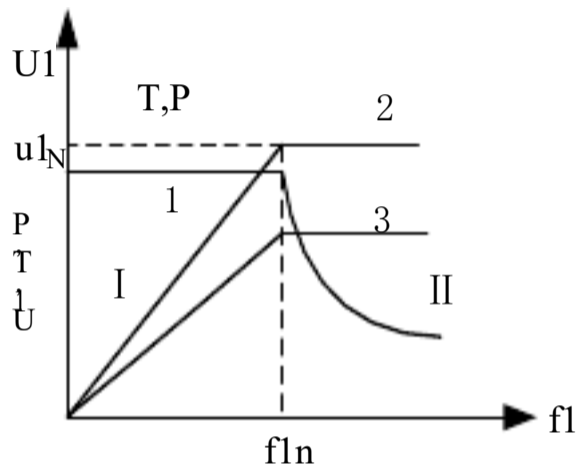


图 2 异步电动机运行区域  
压、磁通特性

图 3 异步电动机电

I. 恒转矩 II. 恒功率

1.  $U_1$  曲线 2.

□ 曲线  
<sub>m</sub>

1. T 曲线 2.  $U_1$  曲线 3. P 曲线

或功率模块 IPM 组成的 PWM 逆变器,构成了交-直-交电源型变压变频器。所谓通用,包含着两方面的含义:一是可以和通用的笼型异步电动机配套使用;二是具有多种可供选择的功能,适用于各种不同性质的负载。

如图 4 所示是一种典型的数字控制通用变频器异步电动机调速系统原理图。它包括主电路、驱动电路、微机控制电路、保护信号采集与综合电路。

通用变频器-异步电动机调速系统的主电路由二极管整流器 UR、PWM 逆变器 U1 和中间直流电路组成,一般都是电压型的,采用大电容 C1 和 C2 滤波,同时兼有无功功率交换的作用。为了避免大电容在合上电源开关 S1 后通电的瞬间产生过大的充电电流,在整流和滤波电容间的直流回路上串入限流电阻 R0(或电抗),刚通上电源时,由 R0 限制充电电流,然后延时用开关 S2 将 R0 短路,以免长期接入 R0 时影响变频器的正常工作,并产生附加损耗。

由于二极管整流器不能用异步电动机的再生制动提供反向电流的通路,所以除特殊情况外,通用变频器一般都用电阻(见图中的 Rb)吸收制动电能。减速制动时,异步电动机进入发电状态,首先通过逆变器的续流二极管向电容充电,当中间直流回路的电压(通称泵升电压)升高到一定的限制值时,通过泵升限制电路使开关器件 VTb 导通,将电动机释放出来的动能消耗在制动电阻 Rb 上。为了便于散热,制动电阻器作为附件单独装在变频器机箱外边。

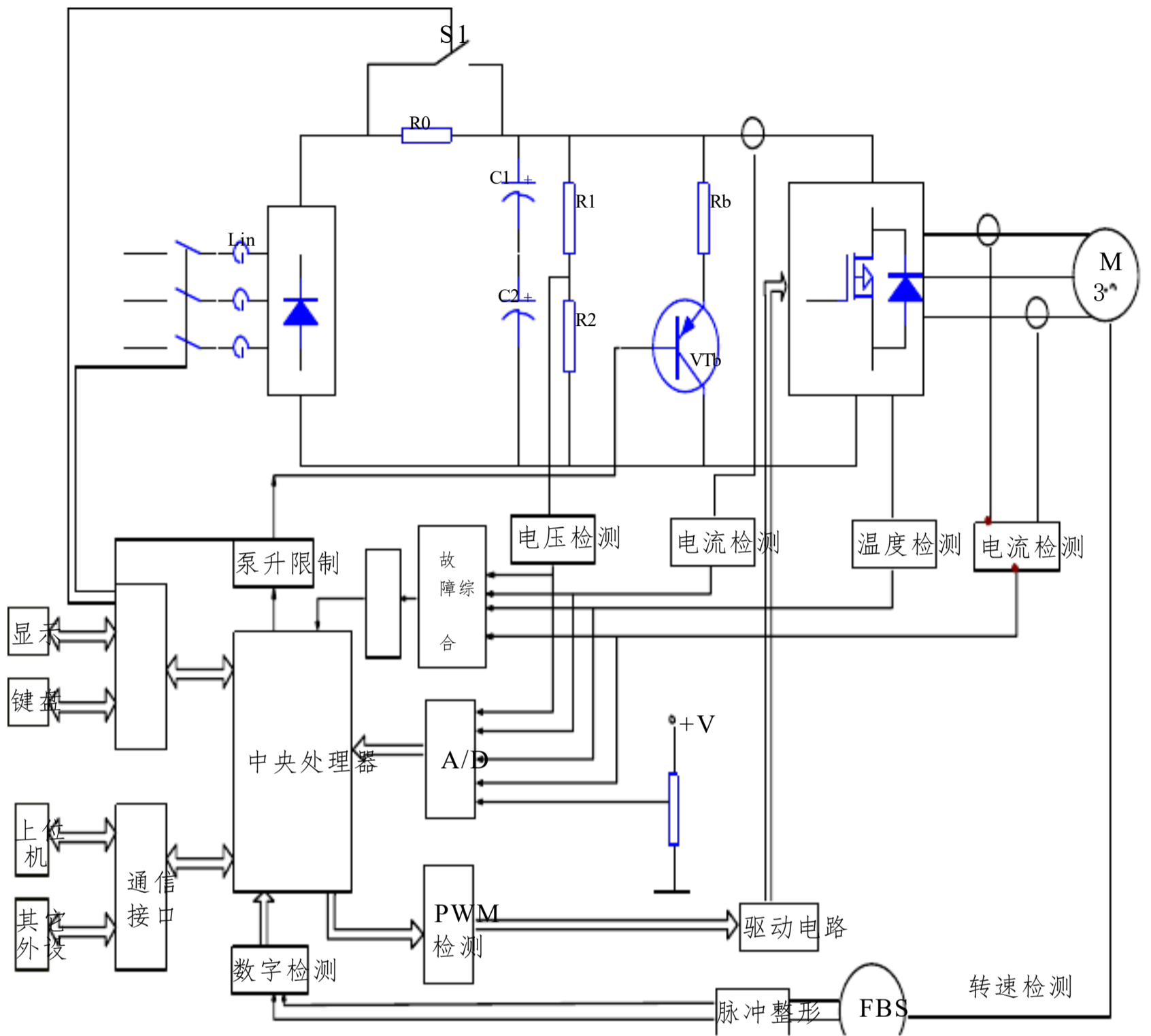


图 4 数字控制通用变频器异步电动机调速系统原理图

# 章 控制电路

## 电路设计

控制单元采用西门子公司的 ，其具有编程方法简单易学；功能强，性能价格比高；硬件配套齐全，用户使用方便，适应性强；可靠性高，抗干扰能力强；系统的设计、安装、调试工作量少等一系列特点。适用于各行各业，各种场合中的检测及控制的自动化。S7-200 系列 PLC 内部集成了 32 浮点运算，具有高速计数，占空比可调脉冲输出，PID 调节，模拟电位器等功能。在设计中考虑到种植回路和输出点数及运行速度，先用 S7-200 CPU224 型 PLC。图 5 是 224 型 PLC 的 I/O 分布图

如图 6 是 PLC 与外部电路的连接图。SB1 是作为变频器主电路的开关，用于开短变频器与电网的连接。当 SB1 闭合变频器通电，反之则断电。SB2 和 SB3 使用于左右主轴的切换的。当 SB2 闭合，SB3 断开时，KM1 线圈闭合，使左主轴电机投入使用，右主轴电动机停止。当 SB3 闭合，SB2 断开时，情况刚好相反，为了防止两个电动机同时导通，引起短路。在程序上要使两个电动机的导通时间相差 5S，同时在电气连接上要使 KM1 和 KM2 实现电气互锁，把 KM1 的常闭触点和 KM2 的常开触点相串联。同理 KM2 的常闭触点和 KM1 的常开触点相串联，这样当 KM1 的线圈通电之后 KM1 的常闭触点断开，使右主轴的电路断开，常开触点闭合，这时要把 SB3 的开关断开才能使左主轴电动机运行。SB4 是进给电动机的开关，当 SB4 闭合之后，KM3 线圈闭合，KM3 的常开触点闭合从而使进给电动机的运行，SB4 断开之后，进给电机断开。SB5、

SB7 分别用来控制左右主轴电机的正传、反转以及停车。SB5 闭合后，PLC 的 Q0.4 输出为 1，Q0.4 接到变频器的 DIN1 这时电机正传运行，断开则停止运行；SB6 闭合后，PLC 的 Q0.5 输出为 1，Q0.5 接到变频器的 DIN2 这时电机正传运行。SB7 可以在任何状态使变频器停止工作，用于正常停车。SB8 可以在任何状态使变频器停止工作，用于紧急停车。要使电机运行则 SB7、SB8 在正常的情况应处于断开状态。

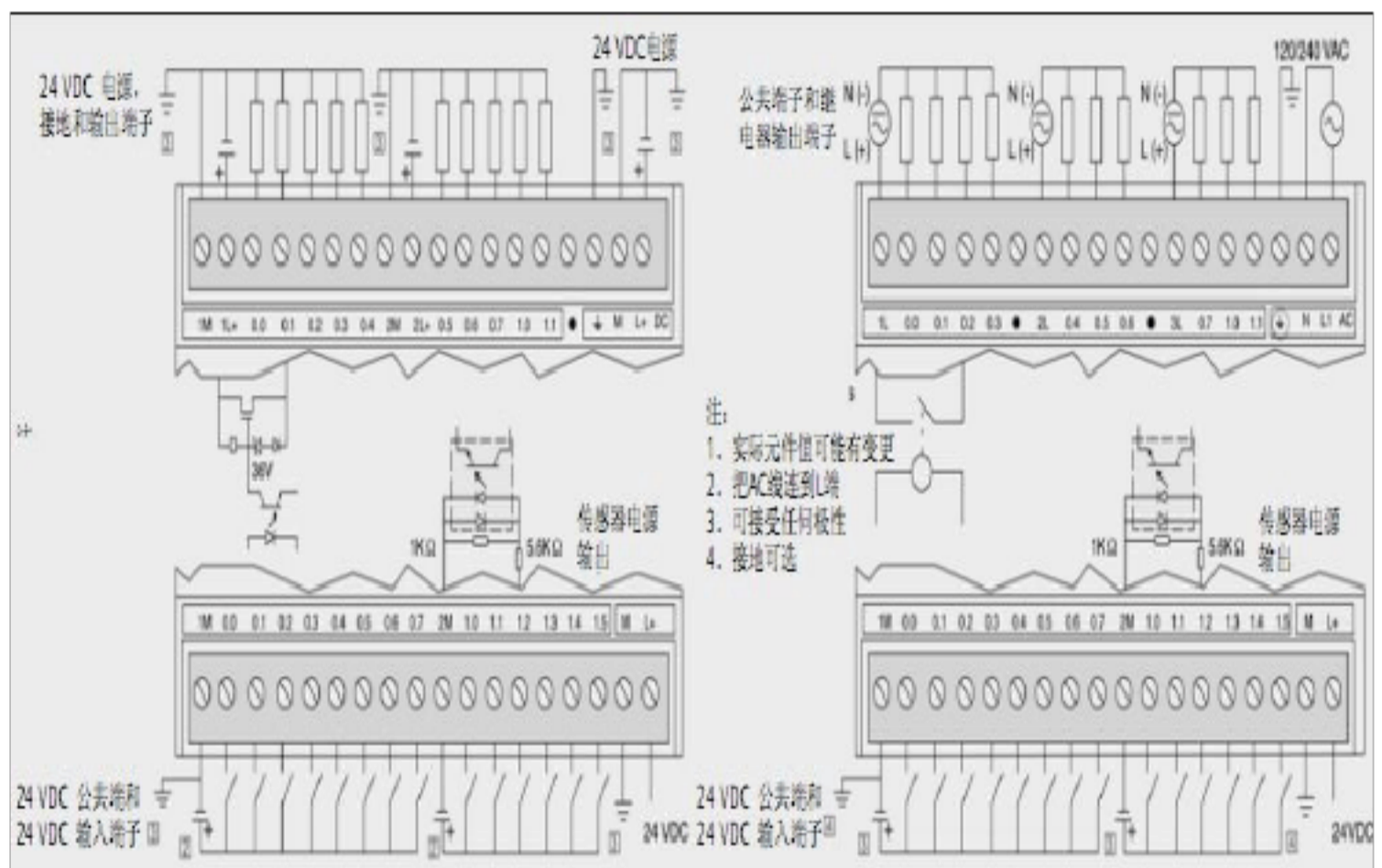


图 5 S7-200 CPU224 型 PLC I/O 分布图

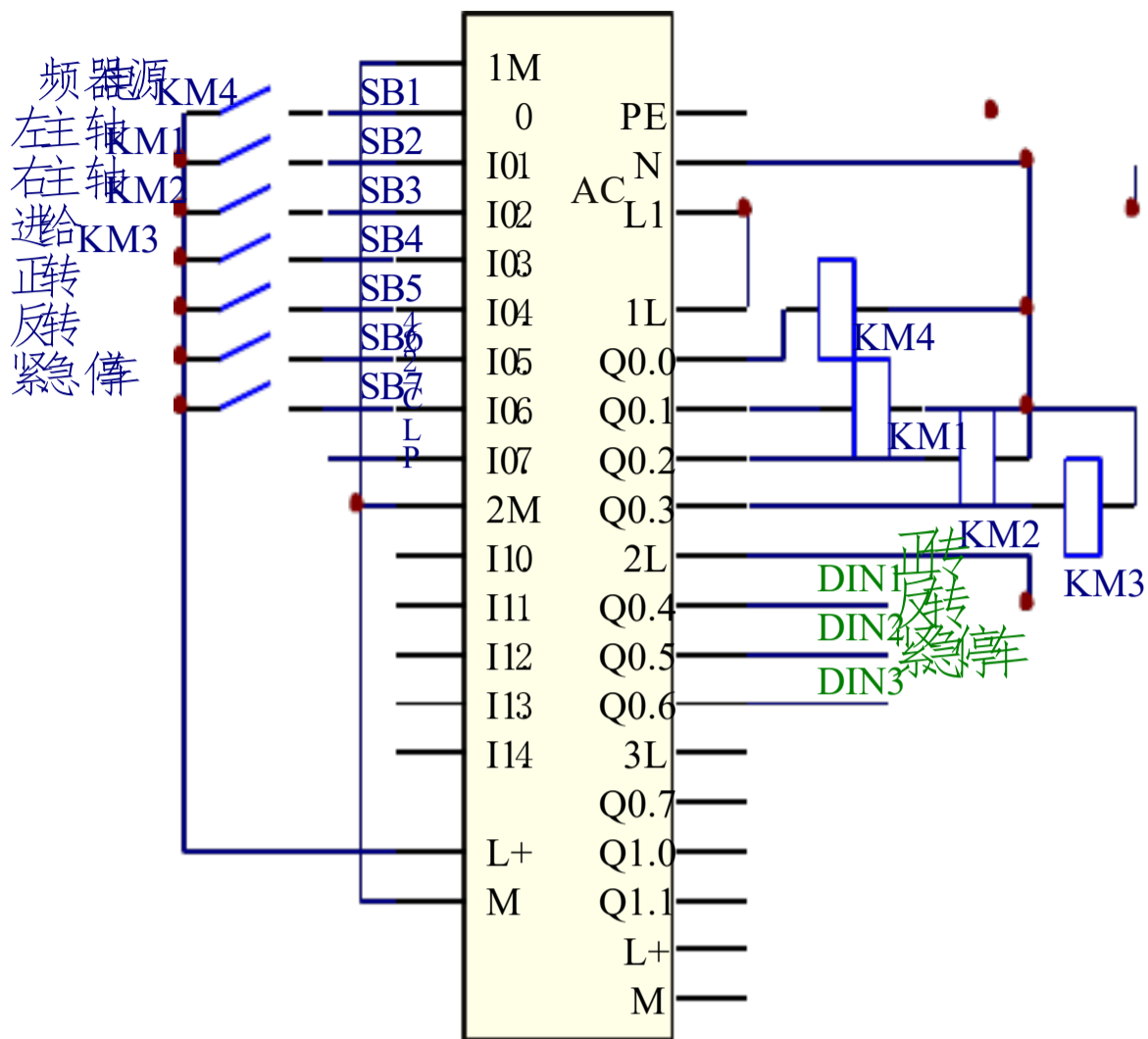


图 6 PLC S7-224 电路设计

从变频的正确选择对于机械设备电控系统的正常运行时至关重要的。选择变频器，首先要按照机械设备的类型、负载转矩特性、调速范围、静态速度精度、启动转矩的要求，然后决定选用何种控制方式的变频器最合适。所谓合适是在满足机械设备的实际工艺生产要求和适用场合的前提下，实现变频器的最佳性价比。

### 机械设备的负载转矩特性

人们在实际中常将生产机的不同，分为三大类型：恒转矩负载、恒功率负载。

#### (1) 恒转矩负载

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/688125110054006035>