

## 生产节拍特性研究

活塞加工生产过程中，加工精度要求高、工艺系统复杂、工序多。对各工序的生产节拍特性进行研究，便于分析影响活塞生产效率的主要环节；对活塞自动化生产线的合理布置，生产物流的优化和重构，人员的合理配备可以提供一定的科学依据。

## 基于PLC的控制系统研究

目前PLC已被广泛应用于活塞机械加工过程的自动化控制系统中。学习PLC的选型和程序设计方法，进行基于PLC的简易模型驱动设计，对活塞自动化生产线的控制设计和改进有重大帮助；对企业提高生产效率、降低生产成本具有一定的指导意义。

## 2

## 基于witness的活塞半自动化人工生产线节拍特性研究

1、记录某活塞的工艺路线和测量各工序的加工时间

2、模型的简化与假设

- ① 钻销座油孔、去毛刺该工序由于其加工时间太短（经我实测，熟练的操作工只需两秒左右），故将其并入车环槽工序当中。整个工序的时间为32s
- ② 将滚压销孔工序并入到精镗销孔工序当中,整个工序的时间为20s。
- ③ 将人（Labor）的元素用传送带（Conveyor）元素代替

工序	工序内容	设备数量(台)	工序时间 ( s )
P1	车止口	1	17
P2	粗镗销孔和扣环槽	1	18
P3	粗车外圆和顶面	1	17
P4	车燃烧室	1	20
P5	车气门避让坑	1	20
P6	钻油孔	1	27
P7	车环槽	1	27
P8	钻销座油孔、去毛刺	1	3
P9	精车外圆和顶面	1	27
P10	精镗销孔	1	16
P11	滚压销孔	1	2

### 3、witness元素的定义

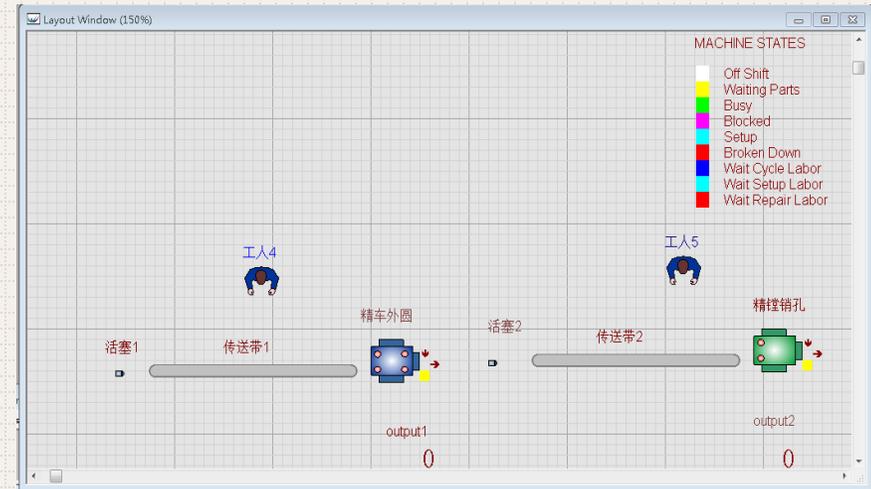
元素名称	类型	数量	说明
活塞毛坯	Part	1	待加工工件
数控机床	Machine	1	车止口
数控机床	Machine	1	粗镗销孔和扣环槽
数控机床	Machine	1	粗车外圆和顶面
数控机床	Machine	1	车燃烧室
数控机床	Machine	1	车气门避让坑
数控机床	Machine	1	钻油孔
数控机床	Machine	1	车环槽
数控机床	Machine	1	精车外圆和顶面
数控机床	Machine	1	精镗销孔
缓冲区	Buffer	4	存放工件
传送带	Conveyor	12	运送工件



## 4、模型布局



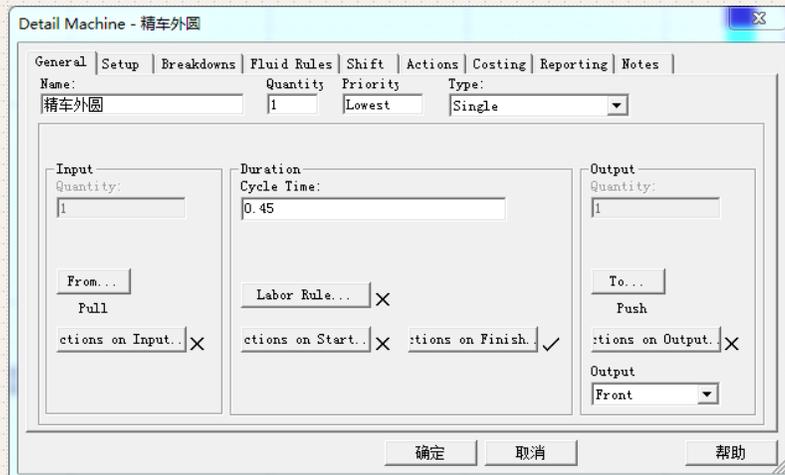
第二部分布局



第四部分布局

## 5、元素的详细设定

- ① 对于机器的加工周期，可按照每个工序的单件加工时间进行设置。
- ② 每个部分的首个工序的零件都设置为主动进入的。
- ③ 设定工件进入机器的时间间隔，该时间间隔等于该部分用时最长的机器的加工周期。
- ④ 将工人装夹和卸载工件的时间定为2s，将其用传送带代替。



## 6、仿真运行

设定120min的运行时间，得到的运行结果



Name	% Idle	% Busy	% Filling	% Emptying	% Blocked	No.Of Operations
车 止 口	5.68	94.32	0	0	0	399
粗 镗 销 孔	0.32	99.68	0	0	0	398
粗 车 外 圆	14.24	85.76	0	0	0	363
车 燃 烧 室	9.37	90.63	0	0	0	362
车 避 让 坑	9.62	90.38	0	0	0	361
钻 回 油 孔	15.59	84.41	0	0	0	225
车 环 槽	0.46	99.54	0	0	0	224
精 车 外 圆	0.03	99.97	0	0	0	266
精 镗 销 孔	0.03	99.97	0	0	0	363

## 7、结果分析

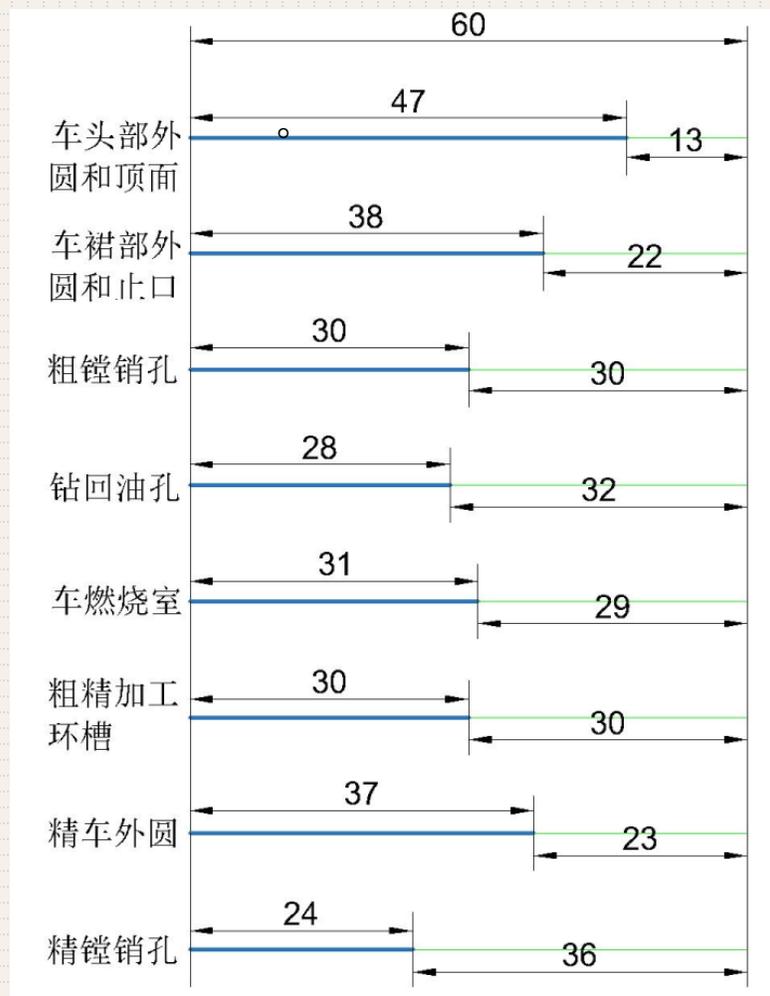
每一部分的生产节拍时间等于该部分加工时间最长的工序的加工时间。

获得了一个重要的结论，就是在活塞生产线中，影响其生产效率的主要环节为加工时间最长的工序。

## 8、后续

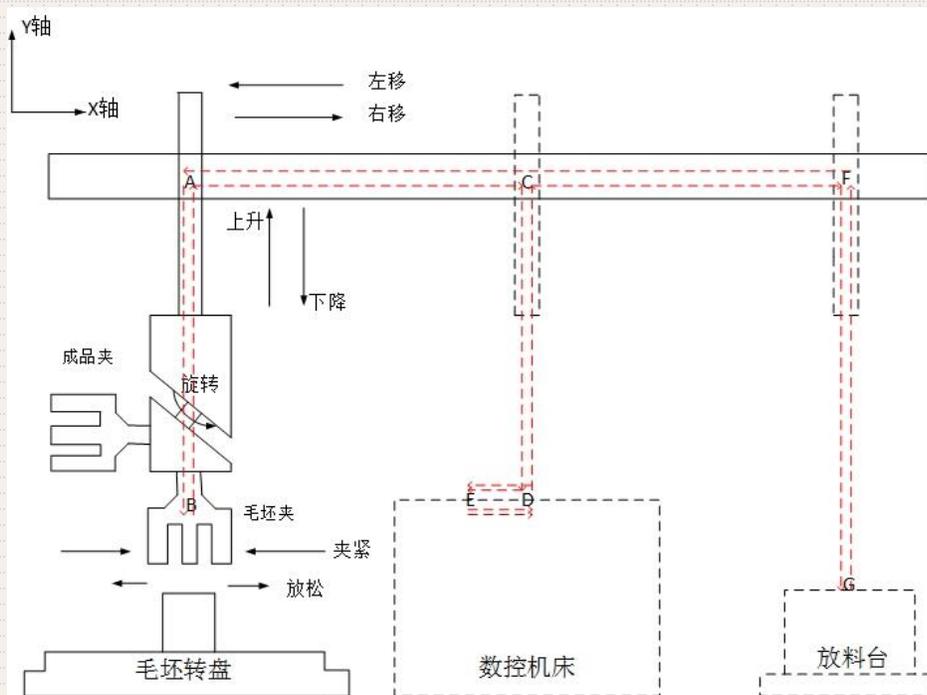
- ① 带着这个重要结论，对活塞自动化生产线的生产节拍进行研究。经过测定发现，自动生产线已经进行了工序同期化处理。节拍时间为1min，与加工时间最长的工序（车头部外圆和顶面）的加工时间（47s）相差了13秒，这13秒时间用于机械手的上下料过程。
- ② 考虑通过改变控制系统的模式降低控制系统搭建的成本。

工序	工序内容	设备数量 (台)	工序时间 (s)
P1	车头部外圆和顶面	1	47
P2	车裙部外圆和止口	1	38
P3	粗镗销孔扣环	1	30
P4	钻回油孔	1	28
P5	车燃烧室	1	31
P6	粗精加工环槽	1	30
P7	精车外圆	1	37
P8	精镗销孔	1	24

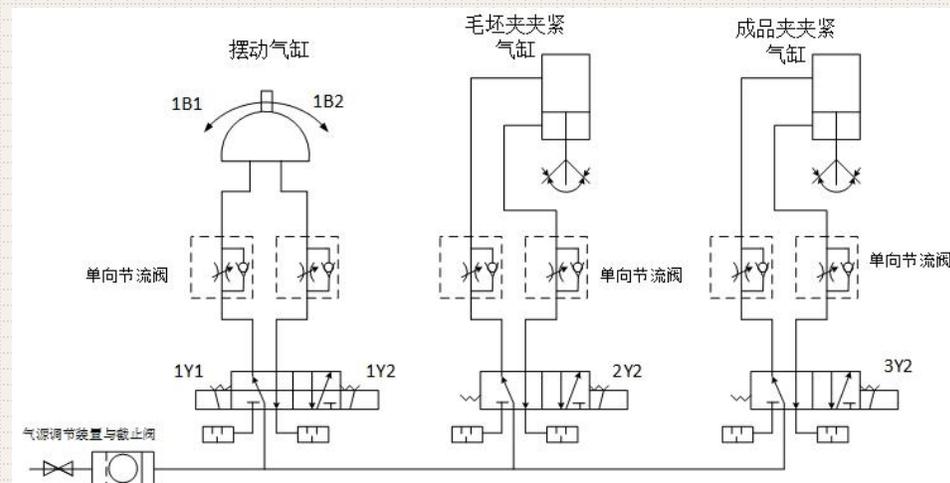


# 基于PLC的桁架自动线控制系统设计

## 1、画出机械手的工作示意图



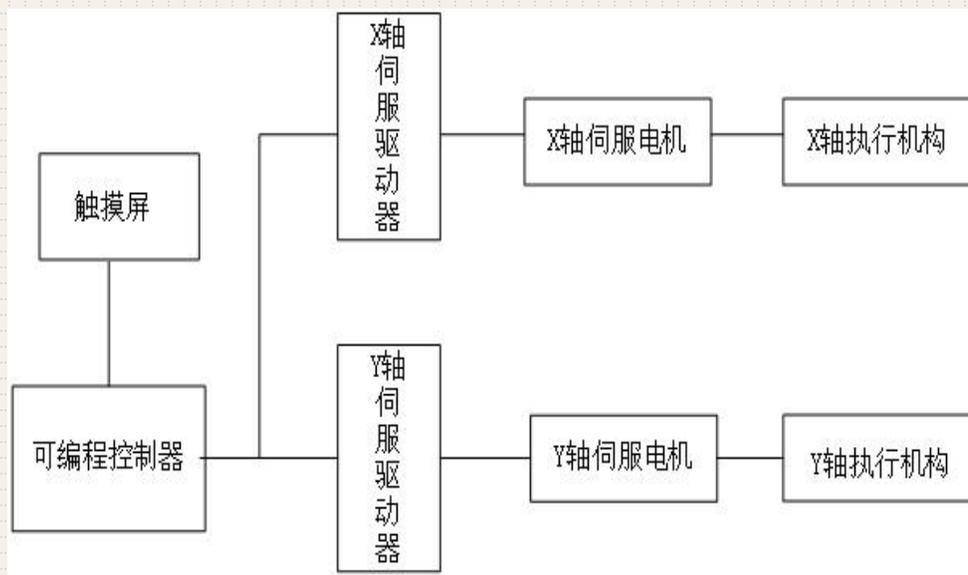
## 2、画出气动驱动原理图



### 3、设计控制模式

当前控制模式：PLC基本单元+定位模块+伺服驱动器+伺服电机

我设计的控制模式：PLC基本单元+伺服驱动器+伺服电机



三菱FX3U系列PLC的基本单元，其自身就带有定位控制功能，可以实现最多3轴的定位控制，如果不用定位模块，则可以降低控制系统的成本。

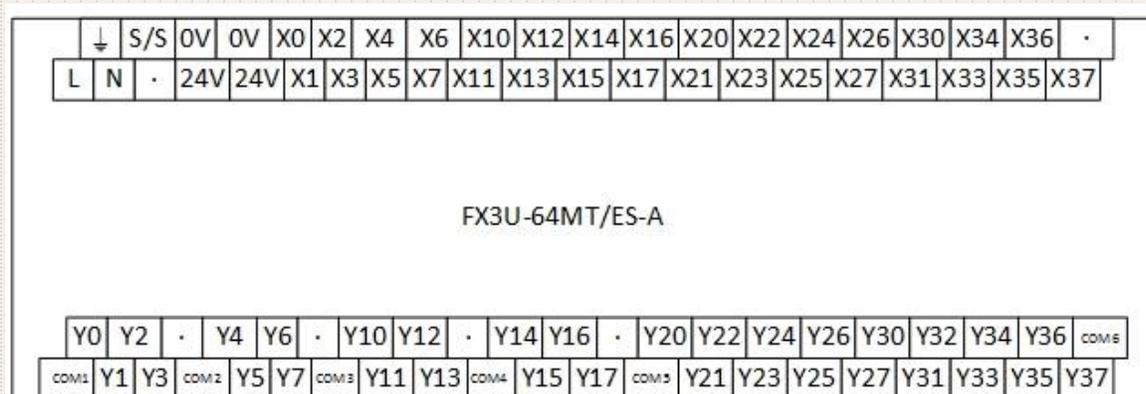
#### 4、PLC和伺服驱动器的选型

- ✓ 活塞柔性自动化生产线的工艺过程比较固定、环境条件友好，以开关量控制为主。
- ✓ 用PLC基本单元控制X轴和Y轴的伺服驱动器，必须为晶体管输出。
- ✓ 参考了企业当前在用的控制系统的I/O表，准确统计了I/O的点数。在统计数据基础上再增加10%-30%了余量来确定总点数。（输入：22x130%=28.6；输出：16x130%=20.8）

端子排列图

PLC型号:FX3U-64MT/ES-A

伺服驱动器：MR-J3-10A

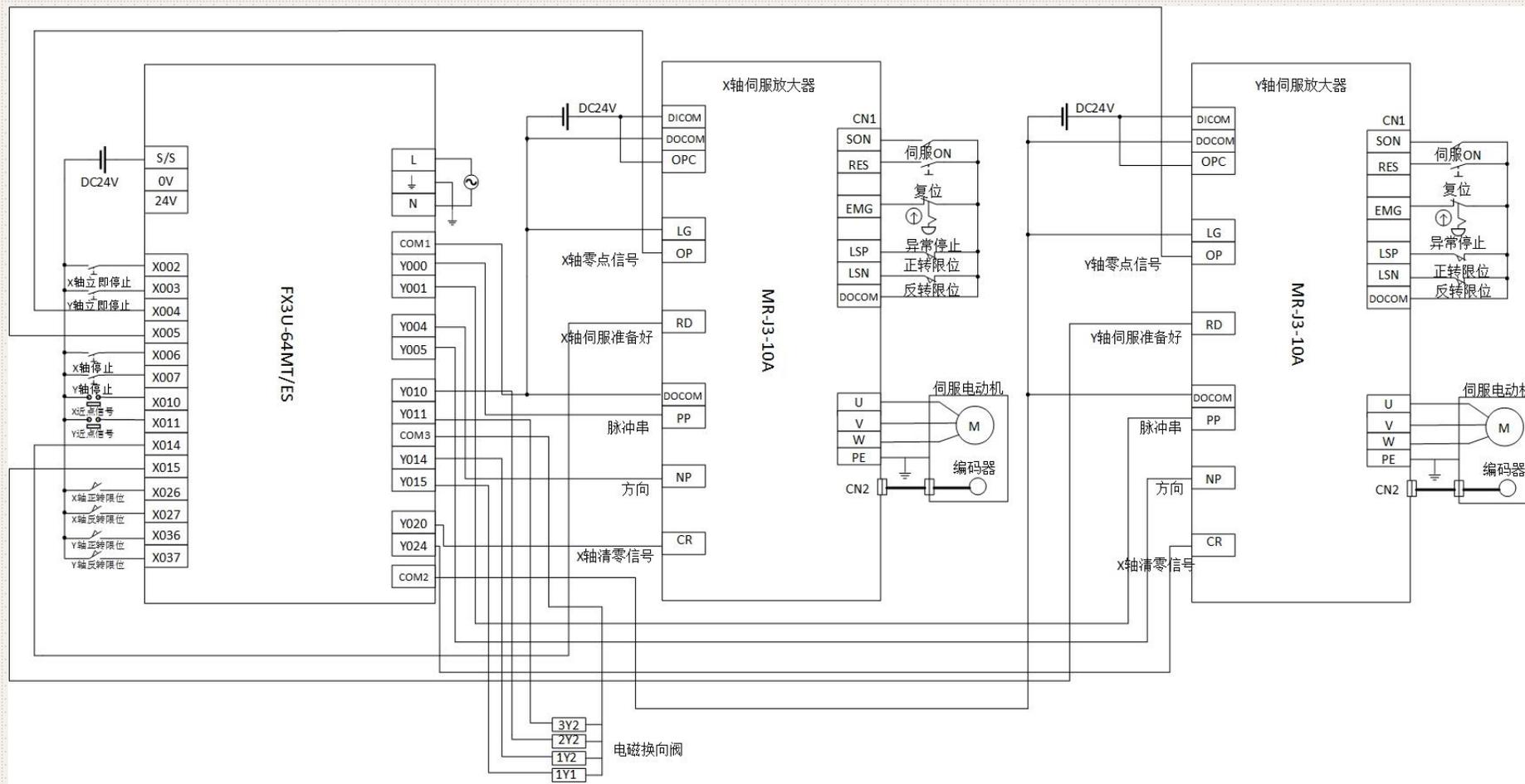


## 5、分配I/O点

X000		Y000	x轴脉冲串（脉冲输出端）
X001		Y001	Y轴脉冲串（脉冲输出端）
X002	x轴立即停止	Y002	
X003	Y轴立即停止	Y003	
X004	x轴零点信号	Y004	x轴方向（方向信号）
X005	Y轴零点信号	Y005	Y轴方向（方向信号）
X006	x轴停止指令	Y006	
X007	Y轴停止指令	Y007	
X010	x轴近点信号	Y010	毛坯夹夹紧
X011	Y轴近点信号	Y011	成品夹夹紧
X012		Y012	
X013		Y013	
X014	x轴伺服准备好	Y014	机械手正转
X015	Y轴伺服准备好	Y015	机械手反转
X016		Y016	
X017		Y017	

X020		Y020	x轴清零信号
X021		Y021	
X022		Y022	
X023		Y023	
X024		Y024	Y轴清零信号
X025		Y025	
X026	x轴正传限位1（LSF）	Y026	
X027	x轴反转限位1（LSR）	Y027	
X030		Y030	
X031		Y031	
X032		Y032	
X033		Y033	
X034		Y034	
X035		Y035	
X036	Y轴正传限位1（LSF）	Y036	
X037	Y轴反转限位1（LSR）	Y037	

## 6、电气原理图设计

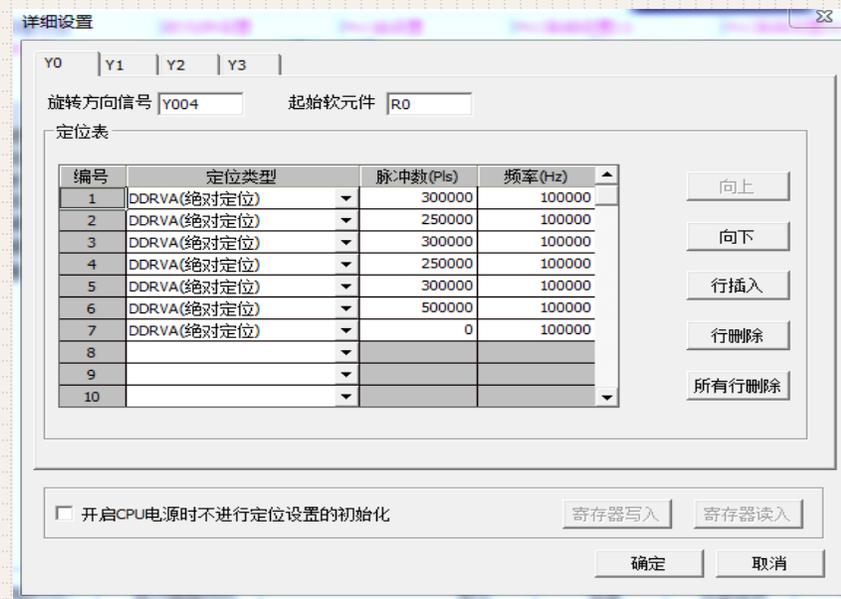


## 7、梯形图编程

表格设定方式定位-TBL命令的运用:

优势:

将定位控制的各个点的所需的脉冲数和频率预先在表格中设定，在程序中调用，可显著减少PLC程序的步数。



详细设置

Y0 | Y1 | Y2 | Y3

旋转方向信号 | Y004 | 起始软元件 | R0

定位表

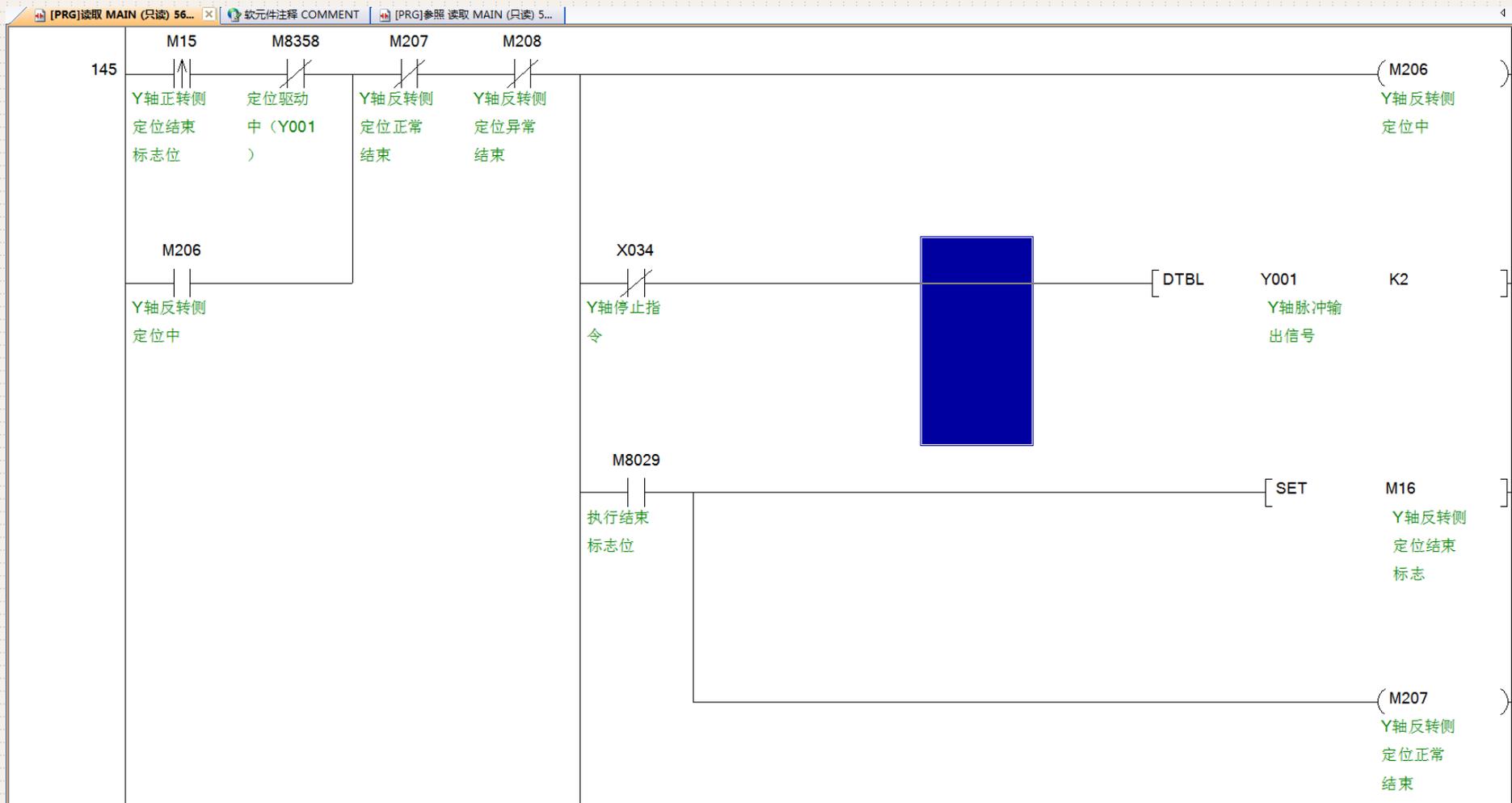
编号	定位类型	脉冲数(Pls)	频率(Hz)
1	DDRVA(绝对定位)	300000	100000
2	DDRVA(绝对定位)	250000	100000
3	DDRVA(绝对定位)	300000	100000
4	DDRVA(绝对定位)	250000	100000
5	DDRVA(绝对定位)	300000	100000
6	DDRVA(绝对定位)	500000	100000
7	DDRVA(绝对定位)	0	100000
8			
9			
10			

开启CPU电源时不进行定位设置的初始化

寄存器写入 寄存器读入

确定 取消

# 桁架机械手PLC控制程序



- ✓ 对此前学过的活塞和机械设计等理论知识有了更深入的理解，而且还对实际生产现场中的工艺路线、组织管理有了切实的体会。
- ✓ 学习到了自动化控制领域的许多知识，学会了witness软件的相关功能和PLC的开发方法。
- ✓ 设计的PLC基本单元定位控制系统，充分发挥了PLC的功能，降低了控制系统的搭建成本
- ✓ 强化了文献检索、科技论文的写作、数据处理等基本技能。

## 4 不足之处

- 1) 本次毕业设计所做的工作更偏向于自动化控制领域，对机床内部的控制系统没能深入分析，对于缩短加工周期，只从大的方面提出了方法。
- 2) 在设计桁架机械手控制系统的程序时，只编写了机械手运动，抓紧等动作的程序，缺乏应对故障，报警等程序，如果需要应用到实际生产中，还需要再完善。
- 3) 在该控制系统的可靠性和抗干扰性方面研究不足。

北理工2014级本科企业毕设答辩

谢谢大家！