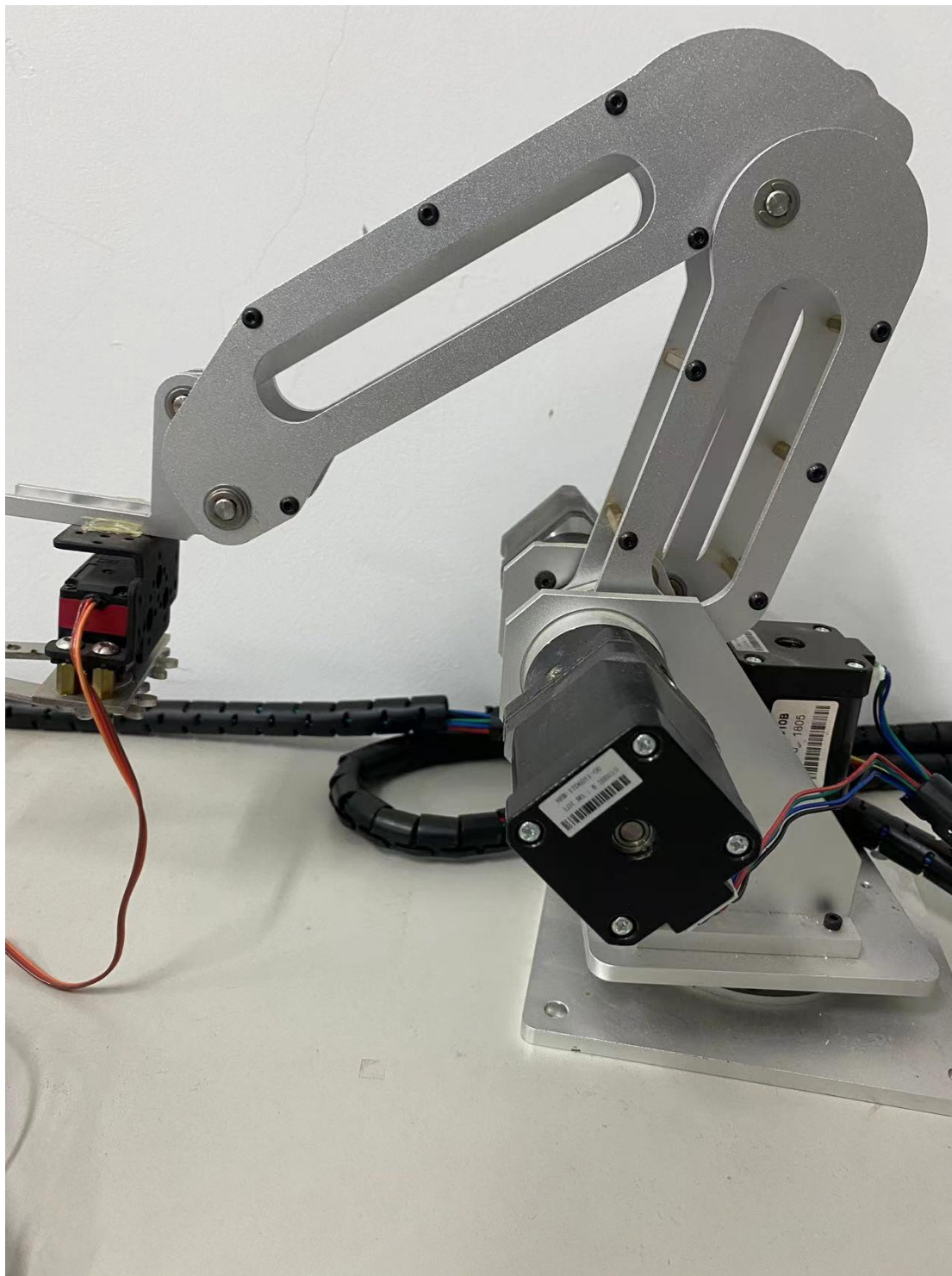


PLC 综合设计大作业——机器臂运动控制

刘梓越 1120220823

1. 实验装置简介

实验室有一机器臂 ROB 如图所示。



机器臂 ROB 共包括三个步进电机，如图 1 所示，每一个步进电机都需要通过 PLC 产生时钟脉冲信号 PUL 和方向信号 DIR。步进电机 3 控制机器臂底盘旋转；步进电机 2 控制机器臂的小臂运动；步进电机 1 控制机器臂的大臂运动。

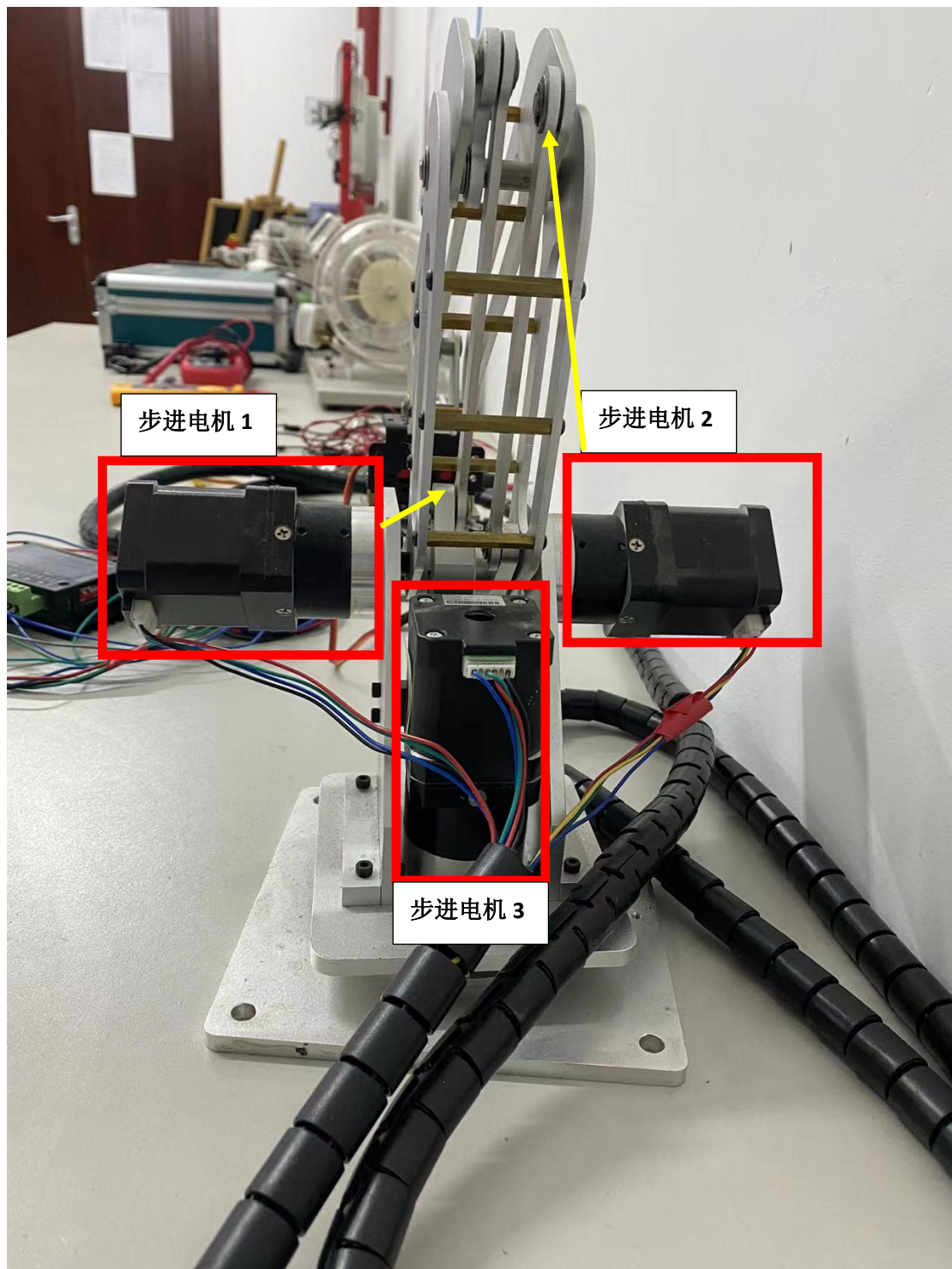


图 1 机器臂步进电机分布

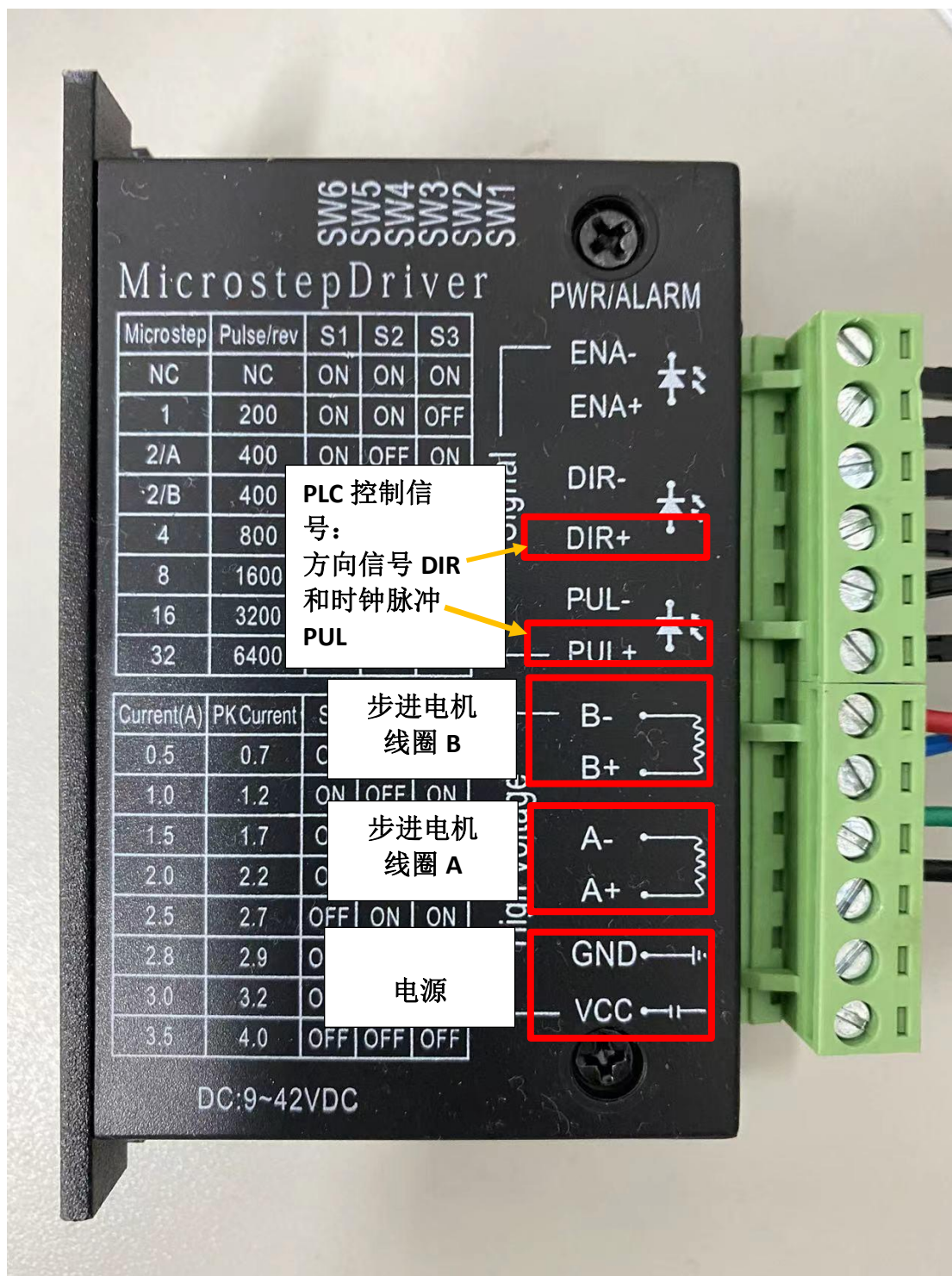


图 2 步进电机驱动器

整个控制系统由可编程序控制器、步进电机驱动器以及步进电动机组成，它们之间的关系如图 3 所示。

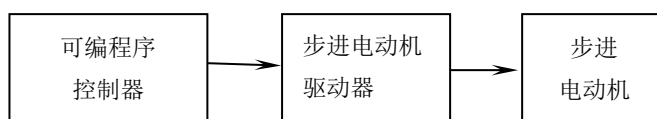


图 3 系统结构图

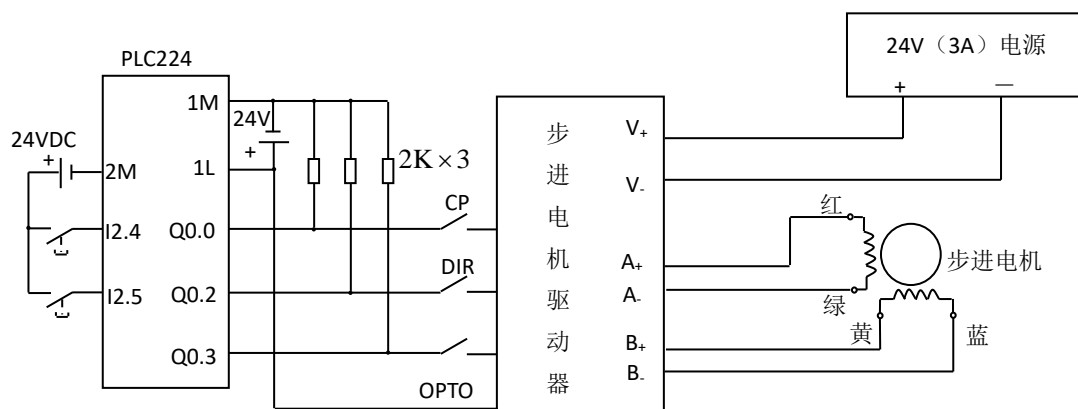
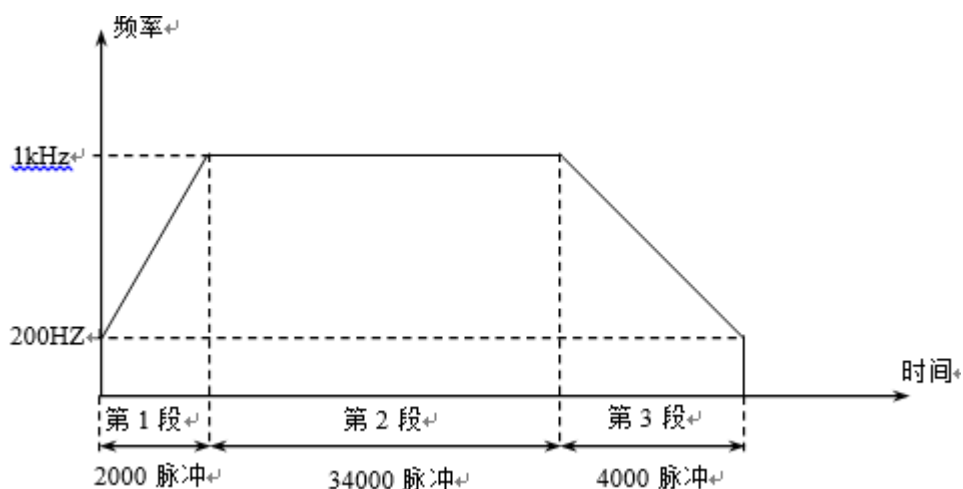


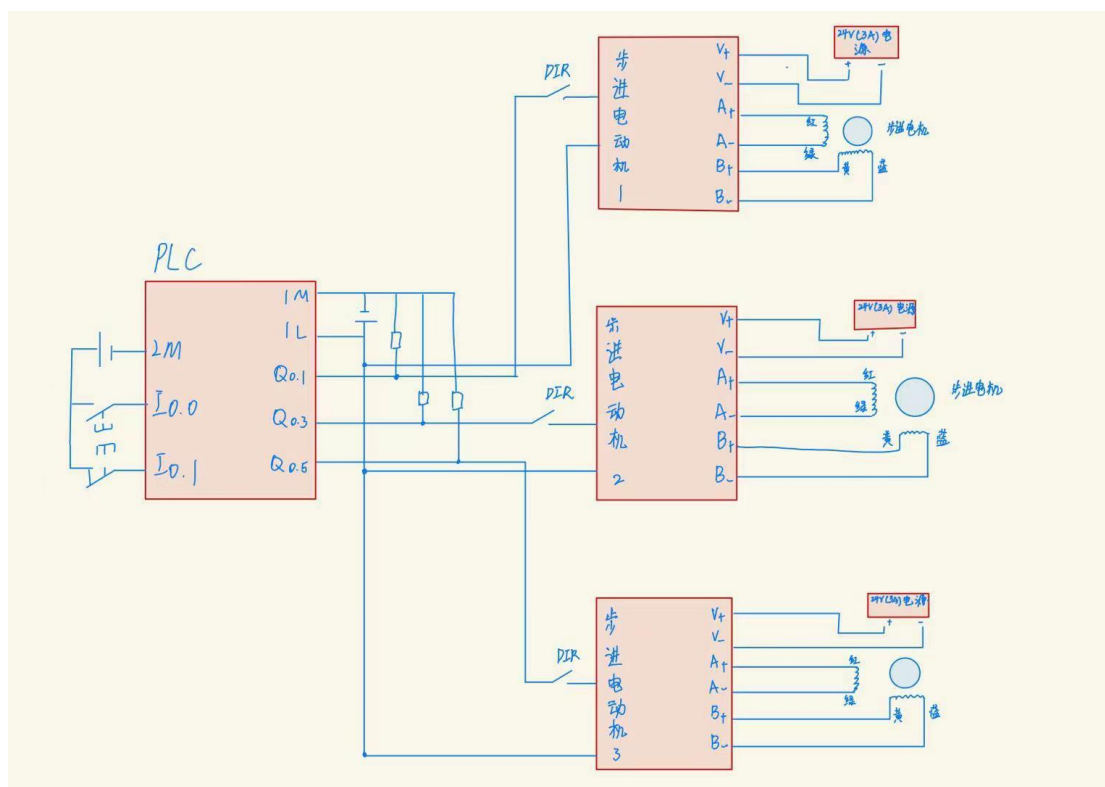
图 4 系统结构图

步进电机的最高起动频率一般比最高运行频率低许多，如果直接按最高运行频率起动，步进电机将产生丢步或根本不运行的情况。而对于正在快速运行的步进电机，若在到达终点附近时，停发脉冲，令其立即锁定，也难以实现，由于旋转系统的惯性，会发生冲过终点的现象。因此，在控制过程中，运行速度要有一个加速—恒速—减速的过程。



2. 实验结果

2.1 PLC 外部接线图



2.2 PLC 输入输出变量表

| | | | |
|------|--------|------|----------|
| I0.0 | 启动按钮 | M1.4 | 上升沿变量 |
| I0.1 | 停止按钮 | M1.5 | 下降沿变量 |
| M1.0 | 自动按钮 | M1.6 | 自动运行上升沿 |
| M1.1 | 大臂运行 | M1.7 | 底盘正传 3s |
| M1.2 | 小臂运行 | M2.0 | 底盘反转 3s |
| M1.3 | 底盘运行 | M2.1 | 大小臂正转 5s |
| MD2 | 大臂脉冲频率 | M2.2 | 大小臂反转 5s |
| MD3 | 小臂脉冲频率 | Q0.5 | 底盘方向 |
| MD4 | 底盘脉冲频率 | Q0.1 | 大臂方向 |
| M0.0 | 时钟 | Q0.3 | 小臂方向 |

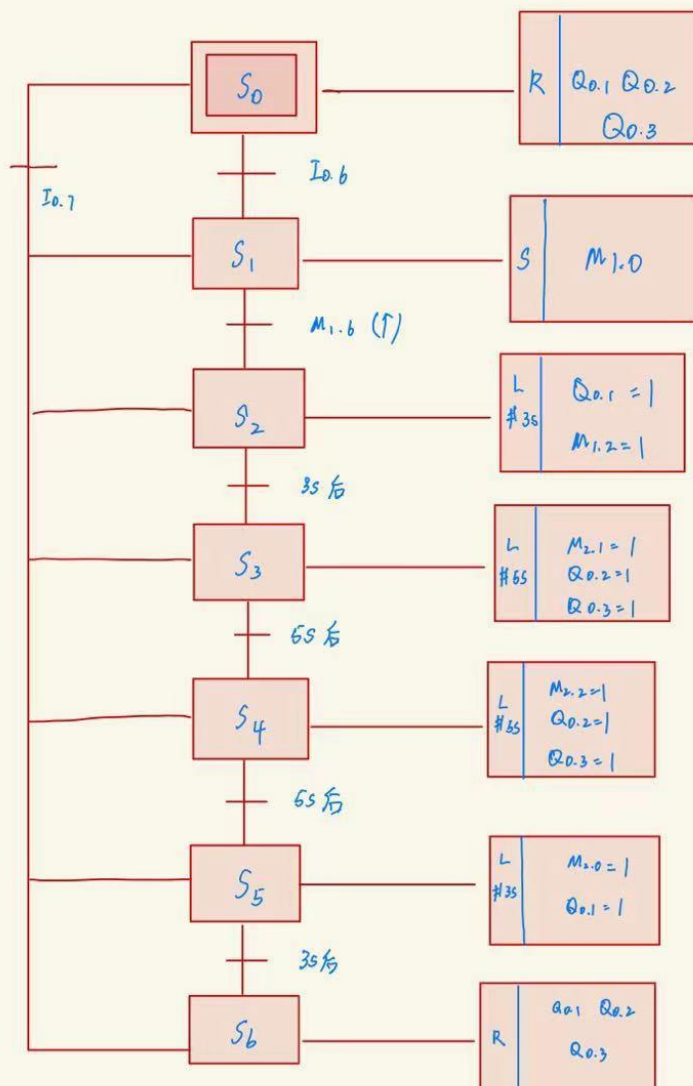
2.3 机械臂运动姿态及流程图

运动姿态：

底盘正向旋转 3s, 随后大臂和小臂同时正向旋转 5s, 然后大臂小臂同时反向旋转 5s, 最后底盘反向旋转 3s。

流程图:

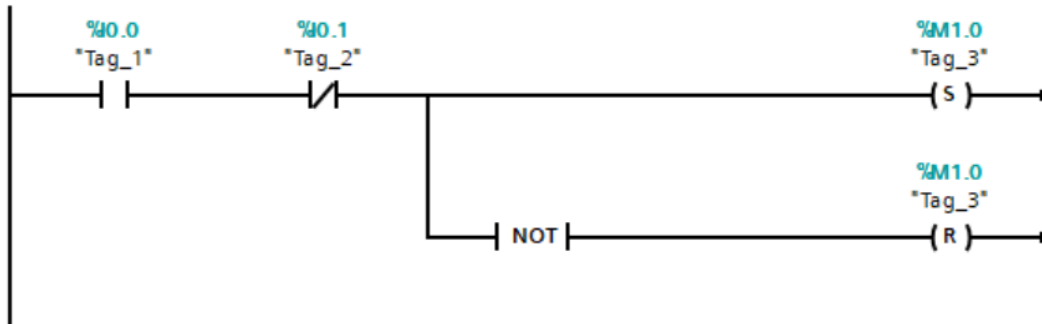
- (1) 底盘正转 3s
- (2) 大臂和小臂一起运动，大小臂同时正转 5s，再反转 3s
- (3) 底盘再正转 3s



2.4 梯形图程序

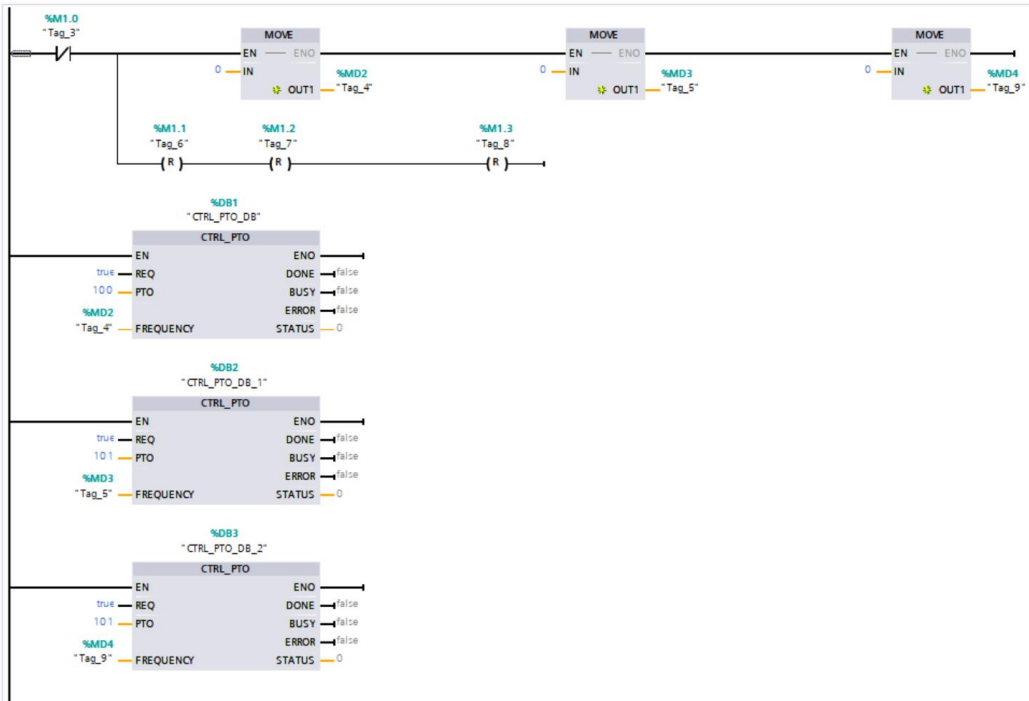
▼ 程序段 1 :

启动

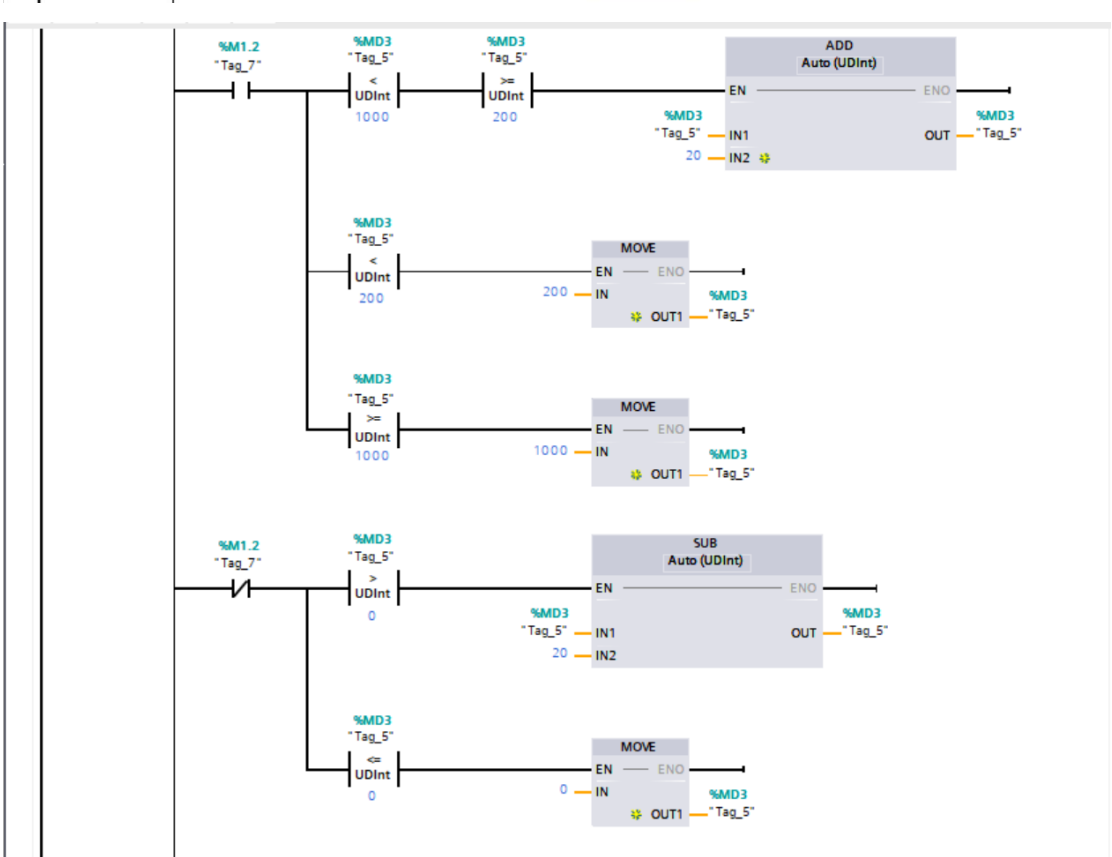
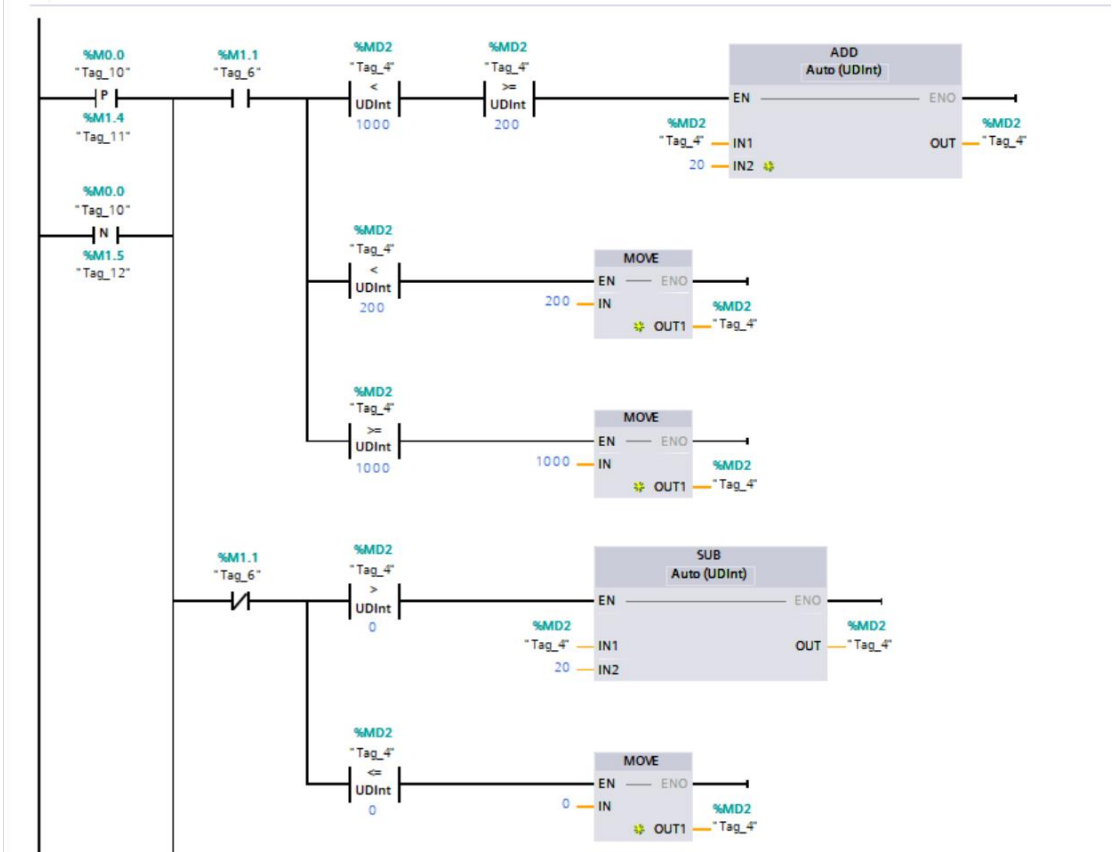


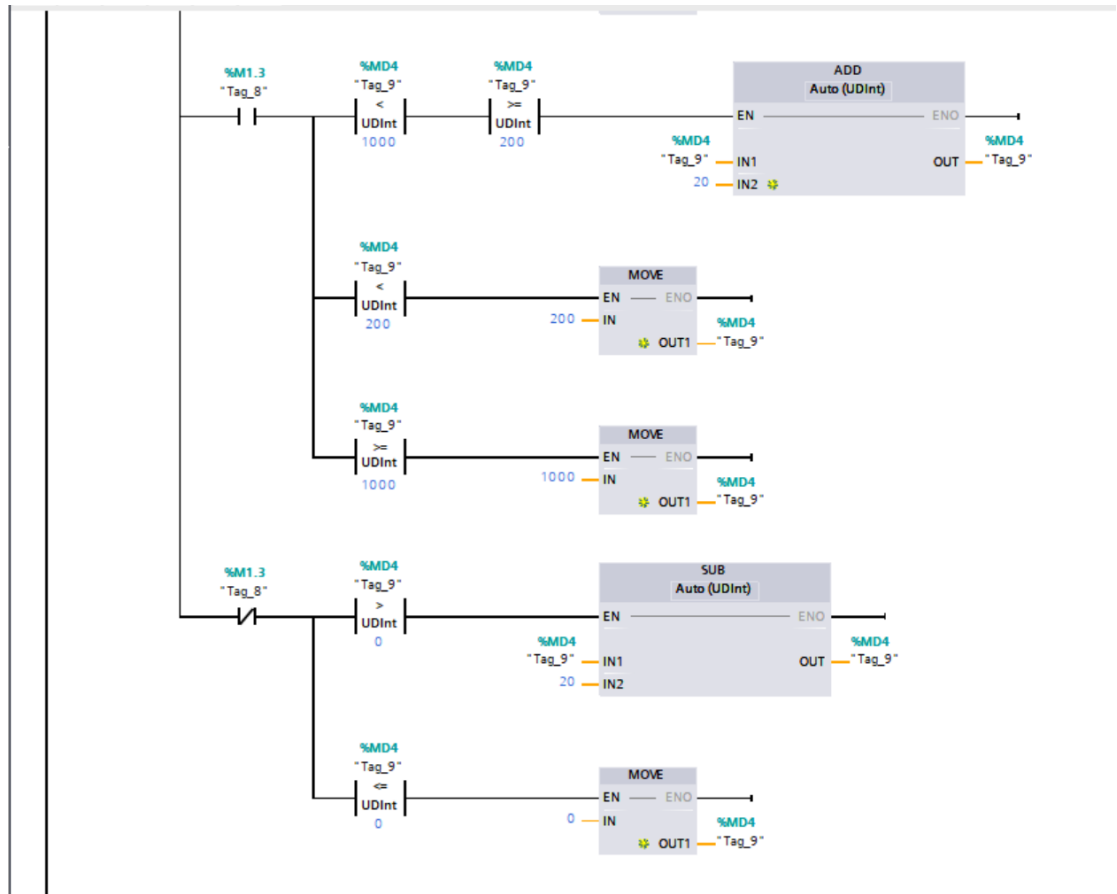
▼ 程序段 2 :

脉冲输出



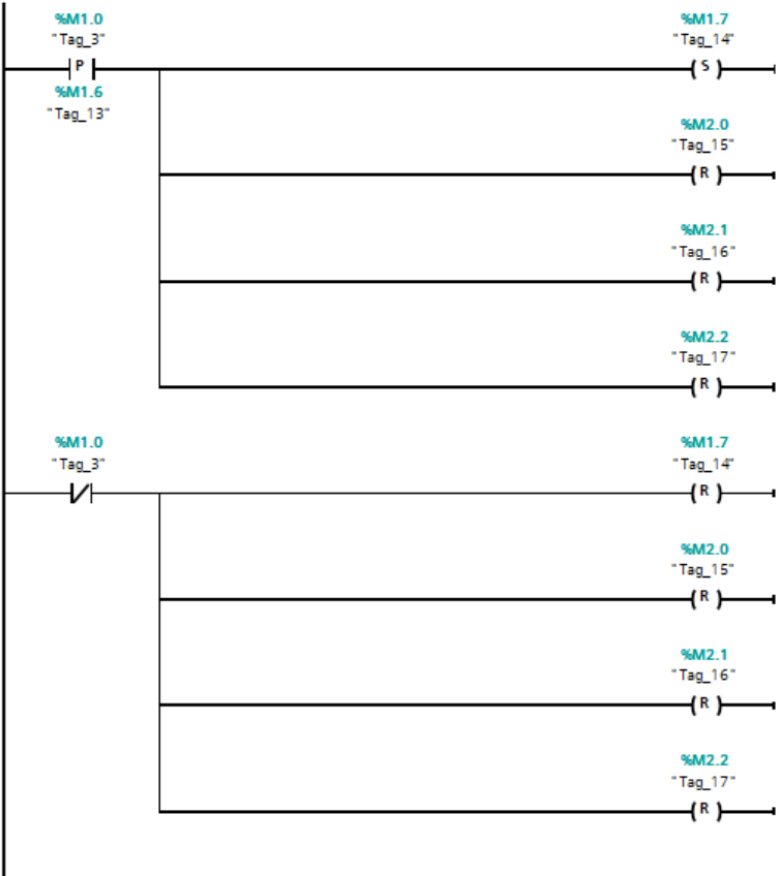
程序段 3 :
加速、匀速、减速





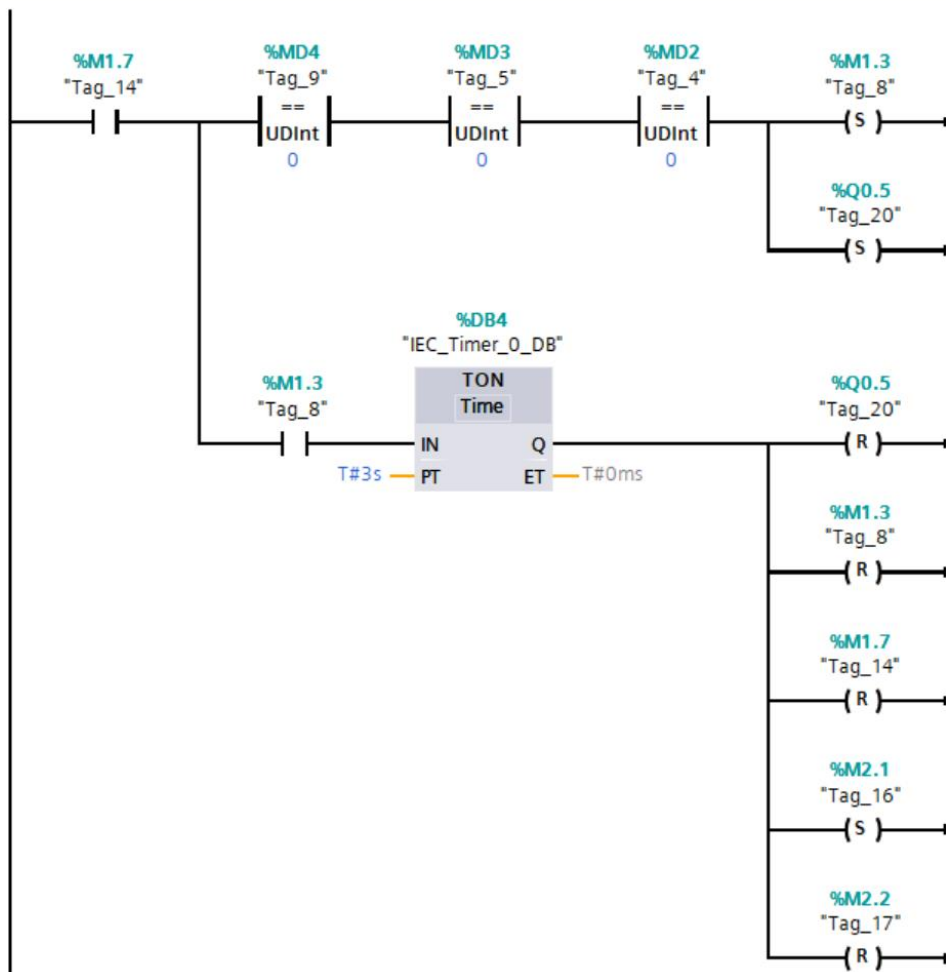
▼ 程序段 4 :

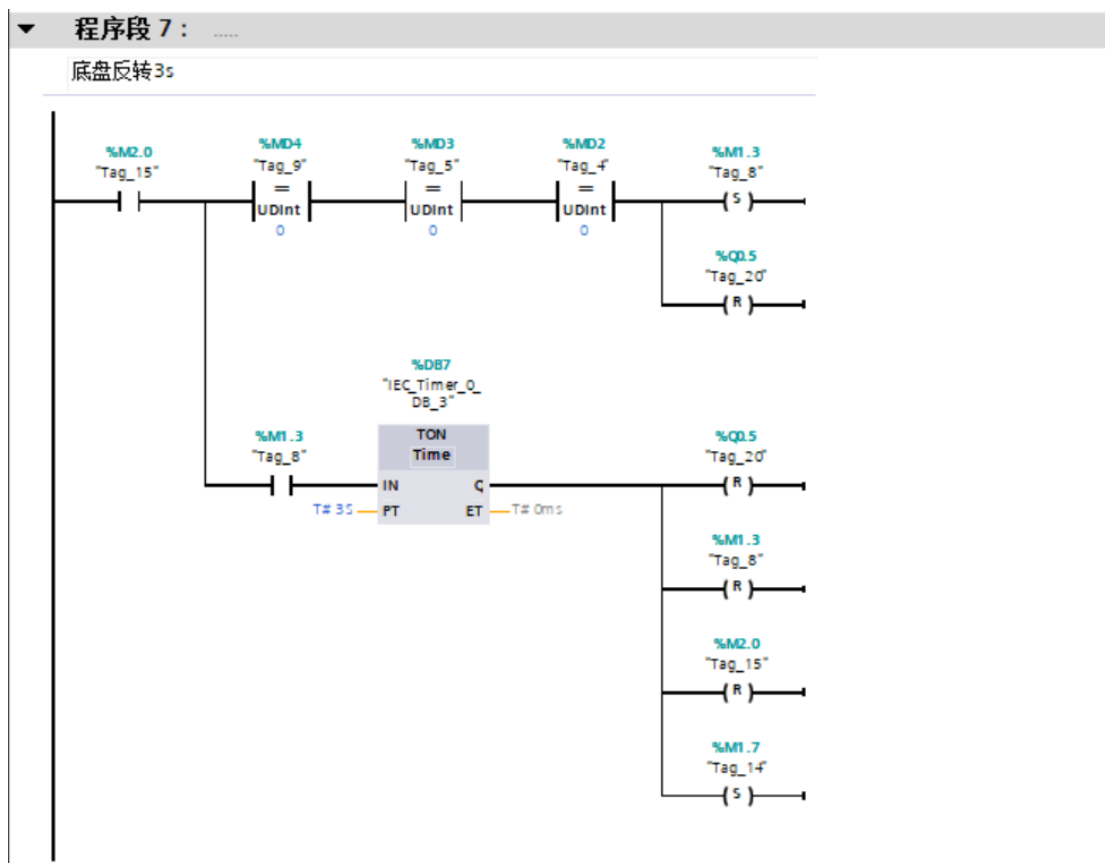
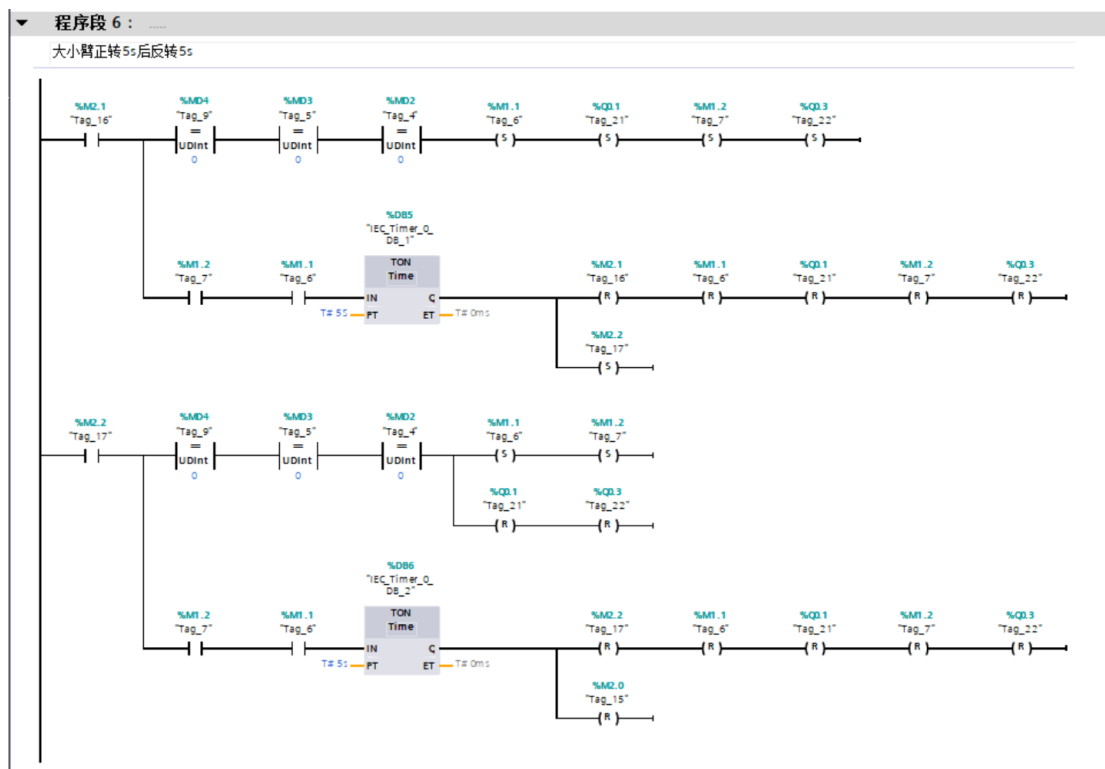
自动运行



程序段 5:

底盘正转3s





3. 实验总结

在这次实验中，我们通过设计和实现一个基于 PLC 控制的机器臂系统，深入理解了 PLC 在实际自动化系统中的应用。实验过程中，我们使用了三个步进电机，通过 PLC 生成时钟脉冲信号 PUL 和方向信号 DIR，分别控制机器臂底盘旋转、

大臂运动和小臂运动。实验的主要任务包括 PLC 外部接线、输入输出变量的设定以及梯形图程序的编写。

首先，我们了解了步进电机的工作原理及其在自动化控制中的重要性。步进电机的控制需要精确的时钟脉冲和方向控制信号，通过 PLC 可以方便地实现这些控制。在实际操作中，我们发现步进电机的启动频率和运行频率之间存在显著差异，需要一个加速-恒速-减速的过程来避免丢步或超出终点的现象。

在系统实现过程中，我们设计了一个具体的运动姿态流程：底盘正向旋转 3 秒，大臂和小臂同时正向旋转 5 秒，反向旋转 5 秒，最后底盘反向旋转 3 秒。这一流程通过 PLC 程序进行控制，并且通过梯形图的形式实现了逻辑控制。

实验中遇到的挑战主要在于精确控制步进电机的速度和方向，确保各个电机之间的协调工作。我们通过反复调整程序和硬件连接，最终实现了预期的控制效果。同时，通过对控制系统的调试和优化，我们对 PLC 编程有了更深刻的认识，特别是对梯形图程序设计中的细节问题有了更多的体会。

总的来说，这次实验不仅提升了我们的 PLC 编程能力，还增强了我们对自动化控制系统整体架构和调试方法的理解。通过动手实践，我们更加清晰地认识到 PLC 在工业控制中的强大功能和灵活性，为今后的进一步学习和应用奠定了坚实的基础。