

2025 年 CIMC “西门子杯”中国智能制造挑战赛

智能制造工程设计与应用类赛项：离散行业自动化方向（工程实践）

竞赛设备描述

一、 系统组成

离散行业生产线由六个工作站组成，分别是主件供料站、次品分拣站、旋转工作站、方向调整站、产品组装站及产品分拣站，如图 1 所示。



图 1 对象示意图

使用的软硬件配置清单如下：

- (1) S7-1200: CPU 1214C DC/DC/DC 或者 CPU 1215C DC/DC/DC
- (2) 西门子人机交互界面: KTP700
- (3) 信号板: 4 x 24 VDC
- (4) 交换机: 8 口百兆交换机
- (5) 软件: STEP7 Professional V18 和 WINCC Advanced V18

注意：以实际现场的设备为准，可关注分赛区赛前发布的设备清单。

二、 工艺说明

1、主件供料站

系统初始化，初始化完成后设备处于初始状态（同步带驱动电机 M1 停止、同步带输送组件处于搬运初始位、升降气缸抬起、气爪松开）。

人工将物料放置在上料处的皮带上，上料驱动电机 M2 使能后，物料滑动至皮带末端。当末端的物料检测传感器检测到有物料后，升降气缸带动气爪下行，并夹取物料，夹取成功后，气爪上行，然后搬运电机 M1 开始正转，驱使同步带输送组件从搬运初始位置 B1 向搬运右侧位 B2 移动，当同步带输送组件移动到搬运右侧位置 B2 时，搬运电机 M1 停止正转，在接收到信号后，升降气缸带动气爪下行到第二站的物料承载平台上方，气爪松开将物料放下，放置成功后，升降气缸带动气爪上行，然后电机 M1 开始反转，同步带输送组件回到搬运初始位置 B1。

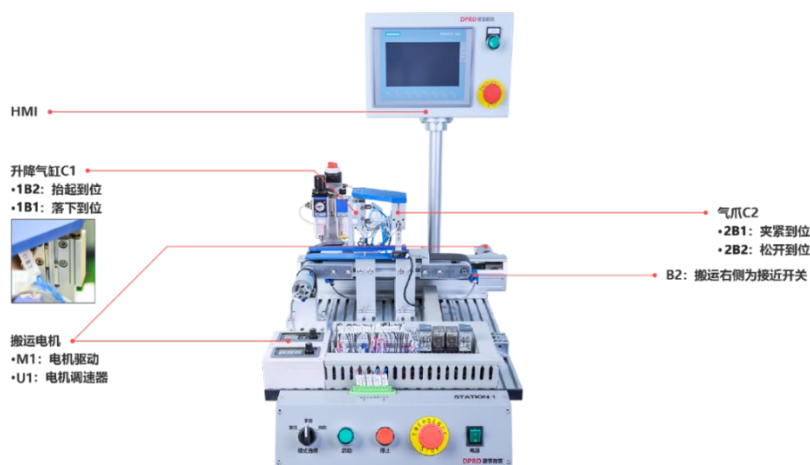


图 2 主件供料站主视图

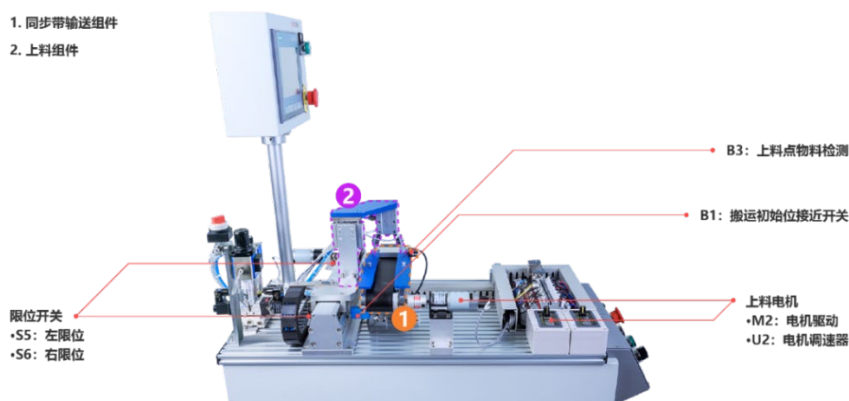


图 3 主件供料站侧视图

2、次品分拣站

系统初始化，初始化完成后设备处于初始状态（排料气缸缩回、推料向下一站气缸缩回、升降气缸抬起、同步带驱动电机停止、同步带输送组件处于搬运初始位）。

本站前端的承载料平台下方的物料检测传感器检测到有物料后，搬运电机 M1 开始正转，同步带输送组件从搬运初始位向搬运右侧位移动，当高度检测点漫反射光电开关 B4 检测到物料后，电机 M1 停止转动，高度检测组件中的红外测物料高度传感器对物料高度进行检测，并记录结果。然后电机 M1 继续正转，物料继续向搬运右侧位移动，到达搬运右侧位时，电机 M1 停止转动。此时，根据物料的高度检测结果做不同操作。

如果是不合格物料，废品排料气缸动作将物料排出，掉入废料盒中；如果是合格物料，在接收到第三站空闲信号后，升降气缸带动推料气缸下行，推料气缸动作，推料完成后，升降气缸带动推料气缸上行。然后电机 M1 开始反转，同步带输送组件回到搬运初始位。

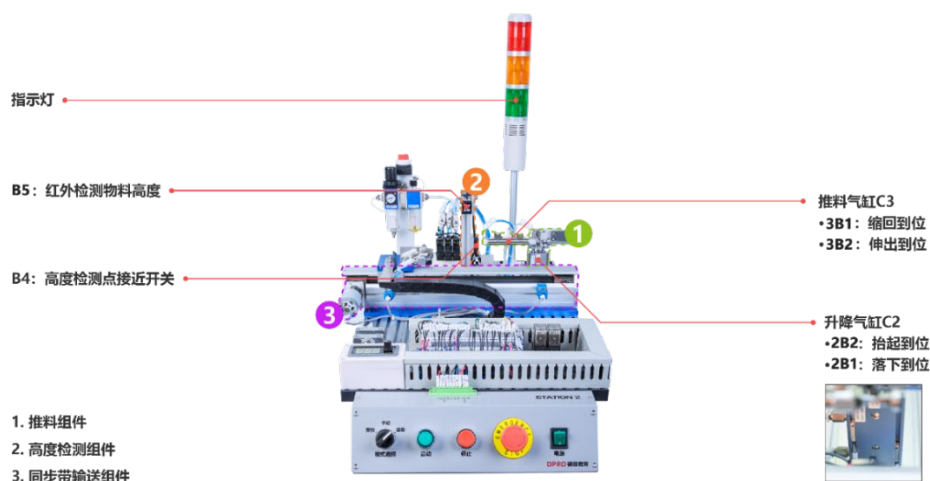


图 4 次品分拣站主视图

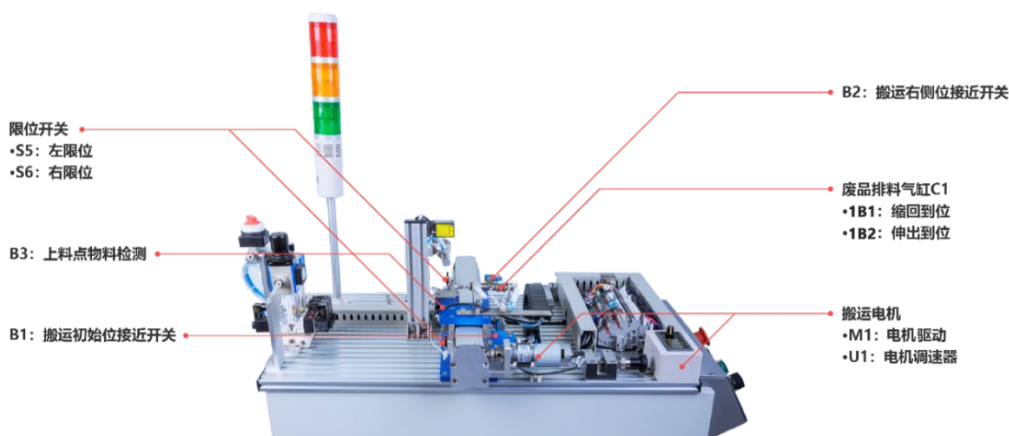


图 5 次品分拣站侧视图

3、旋转工作站

系统初始化，初始化完成后设备处于初始状态（步进电机回零后停止、推料向下一站气缸缩回、旋转气缸在原位、气爪松开、升降气缸抬起、转盘在原位）。

转盘下的上料点红外漫反射光电开关 B1 检测到有料后，步进电机转动，带动转盘组件顺时针转动 60°后使物料到达方向检测点 B2，对射光纤检测物料方向，并记录结果。然后转盘组件继续旋转 60°，物料到达方向旋转点 B3 后，根据方向检测的结果执行不同操作。

如果方向正确，不执行方向调整操作；如果方向不正确，方向调整组件将物料旋转 90°。然后在转盘组件顺时针转动 60°后停止，物料到达出料点，在接收到第四站空闲信号后，推料气缸动作，完成推料后，步进电机归原点。

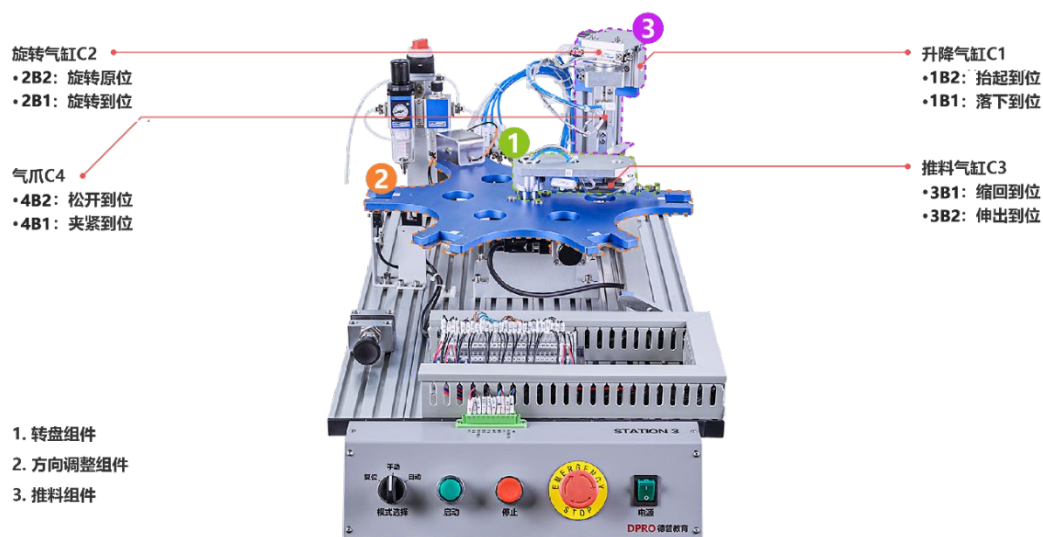


图 6 旋转工作站主视图 1

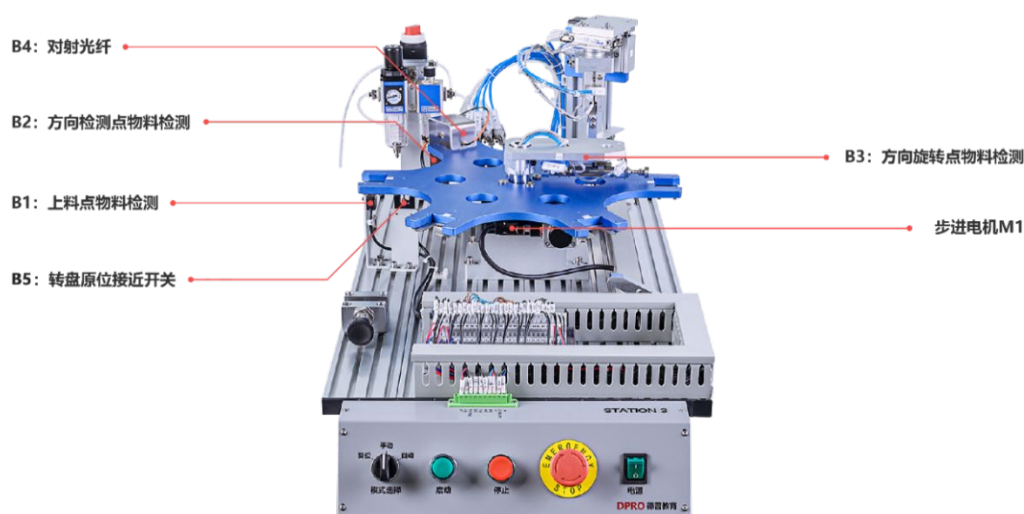


图 7 旋转工作站主视图 2

4、方向调整站

系统初始化，初始化完成后设备处于初始状态（同步带驱动电机停止运行、推料向下一站气缸缩回、旋转气缸在原位、气爪松开、1号升降气缸抬起、2号升降气缸抬起）。

当上料点物料检测传感器检测到有物料时，电感式接近开关 B2 检测物料上是否有金属部件，并记录结果。然后同步带驱动电机 M1 开始转动，搬运电机带动物料向出料点移动，当方向旋转点物料检测传感器检测到物料时，电机 M1 停止转动并根据金属检测结果执行不同操作。

如果检测结果为非金属，则不对物料实行方向调整操作；如果检测结果为有金属，方向调整组件将物料旋转 180°。然后电机 M1 转动，带动物料向出料点 B4 移动，当出料点漫反射光电开关 B4 检测到物料时，电机 M1 停止转动，2号升降气缸带动推料气缸下行，在接收到第五站空闲信号后，推料气缸动作，完成推料后，2号升降气缸带动推料气缸上行。

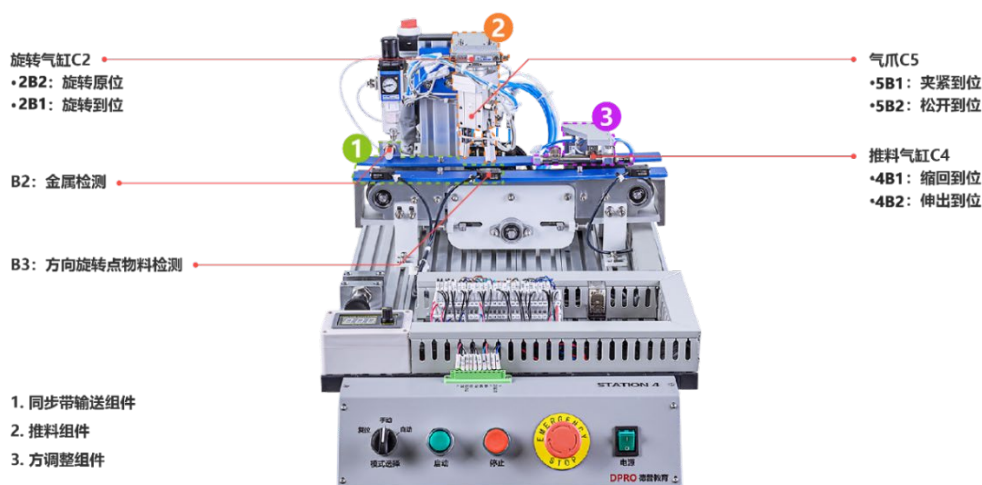


图 8 方向调整站主视图

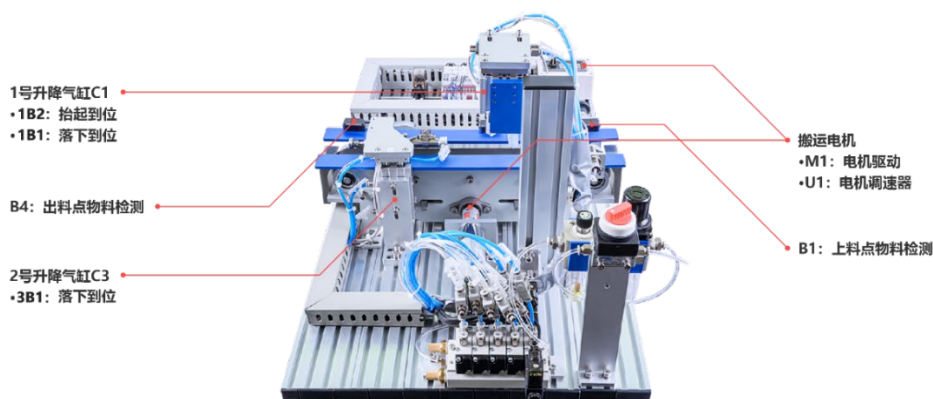


图 9 方向调整站后视图

5、产品组装站

系统初始化，初始化完成后设备处于初始状态（定位气缸缩回、按钮头供料气缸伸出、螺栓供料气缸缩回、螺栓推出气缸缩回、无杆气缸缩回、拧螺栓电机停止）。

当物料检测传感器检测到有物料时，定位气缸将物料固定，按钮头供料气缸初始为伸出状态。按钮头从按钮头供料槽落下，完成按钮头的供料，按钮头供料气缸缩回将按钮头推入材料的开孔中，实现按钮头的装配。当按钮头装配完成后，螺栓供料气缸初始为缩回状态，螺栓从螺栓供料槽落下，然后螺栓供料气缸伸出，完成螺栓装配的供料。之后无杆气缸伸出带动无杆气缸输送组件向右移动，拧螺栓电机 M1 启动，电机 M1 启动后，螺栓推出气缸伸出，从而实现螺栓的装配。当螺栓装配完成后，拧螺栓电机停止运转，螺栓推出气缸缩回，螺栓供料气缸缩回，定位气缸将物料松开。然后给第六站发送完成信号，当第六站将物料夹取且离开上料点物料检测传感器后，无杆气缸缩回，带动无杆气缸输送组件回到初始位置。

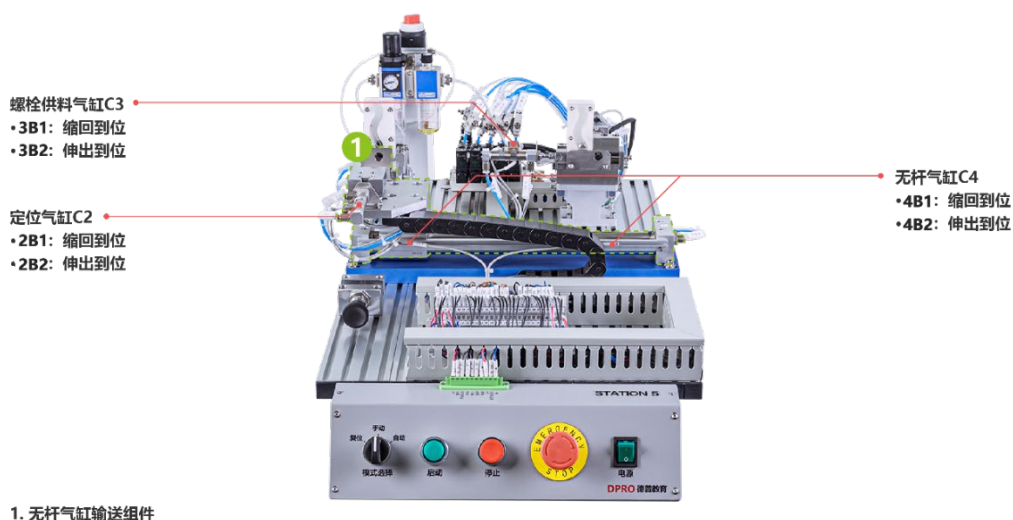


图 10 产品组装站主视图

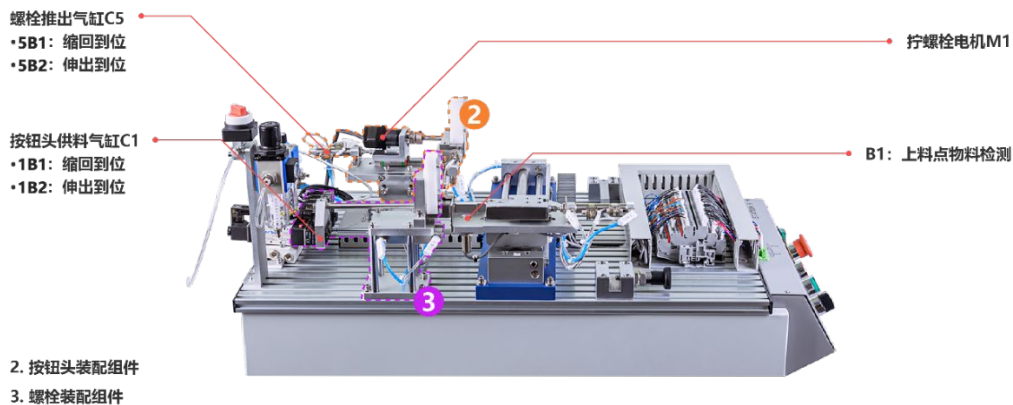


图 11 产品组装站侧视图

6、产品分拣站

系统初始化，初始化完成后设备处于初始状态（提升电机 M1 回到原点、气爪松开、丝杠输送组件在搬运初始位、丝杠输送电机 M2 停止）。

提升机构带动气爪下降并夹取产品，夹取成功后，提升机构带动气爪上升，然后搬运电机 M2 正转，丝杠输送组件移动到颜色检测位置处（丝杠输送组件在搬运 1#通道位），电机 M2 停止转动，检测产品颜色，并记录结果。检测完成后，如果是红色产品，提升机构带动气爪下降到滑道上方，松开气爪，将红色产品放入滑道；如果是白色产品，搬运电机 M2 启动并正转，丝杠输送组件移动到搬运 2#通道位，电机 M2 停止转动，提升机构带动气爪下降到滑道上方松开气爪，把白色产品放入滑道。分拣完成后，提升机构回到初始原点位置处，然后搬运电机 M2 启动并反转，丝杠输送组件回到搬运初始位。

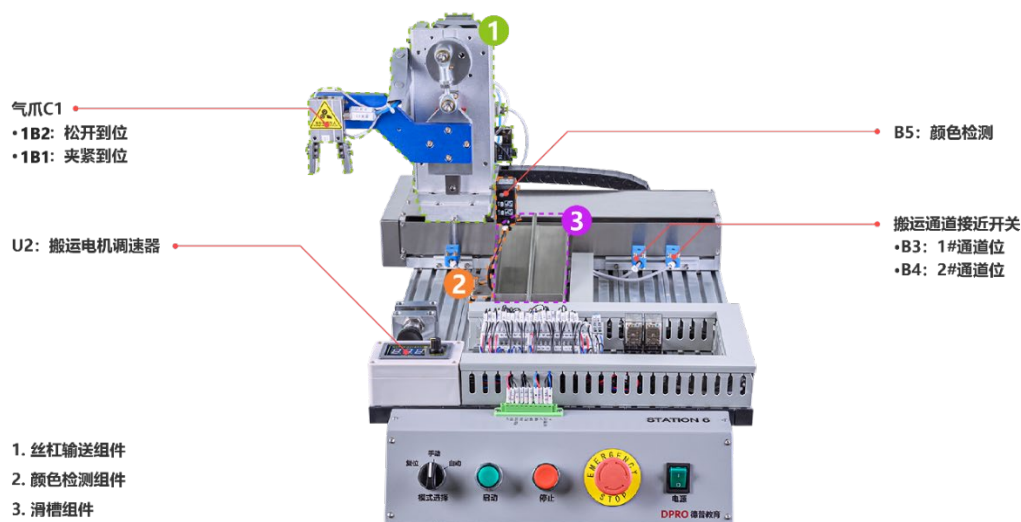


图 12 产品分拣站主视图

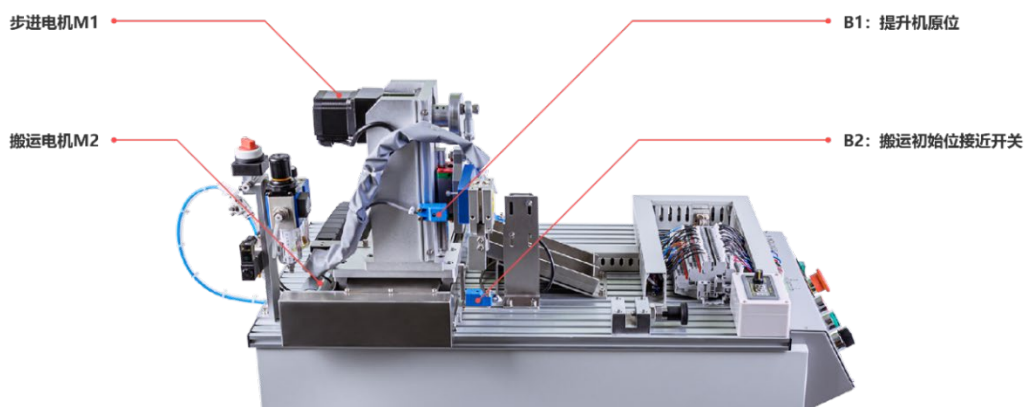


图 13 产品分拣站侧视图

三、 变量表

表 1 主件供料站变量表

地址	符号	说明	状态	
			0	1
I0.0	S1	自动/手动	手动（断开）	自动（接通）
I0.1	S2	启动	断开	接通
I0.2	S3	停止	——	——
I0.3	S4	急停	接通	断开
I0.4	B1	搬运初始位	未到位（灭）	到位（亮）
I0.5	B2	搬运右侧位	未到位（灭）	到位（亮）
I0.6	B3	上料点有料	无料（灭）	有料（亮）
I0.7	1B2	升降气缸抬起	抬起未到位（灭）	抬起到位（亮）
I1.0	1B1	升降气缸落下	落下未到位（灭）	落下到位（亮）
I1.1	2B2	气爪松开	松开未到位（灭）	松开到位（亮）
I1.2	2B1	气爪夹紧	夹紧未到位（灭）	夹紧到位（亮）
I1.3	S1	复位	断开	接通
I1.4	S5	HMI 启动	断开	接通
I1.5	S6	HMI 急停	接通	断开
Q0.0	L1	启动按钮指示灯	灭	亮
Q0.1	K1	搬运电机使能	停止	运动
Q0.2	K2	搬运电机方向	向左	向右
Q0.3	1Y	升降气缸落下线圈	抬起	落下
Q0.4	2Y1	气爪松开线圈	/	松开
Q0.5	2Y2	气爪夹紧线圈	/	夹紧
Q0.6	K3	上料电机使能	停止	运动
IO 地址不是绝对的，需要根据实际硬件组态的地址空间而定				

表 2 次品分拣站变量表

地址	符号	说明	状态	
			0	1
I0.0	S1	自动/ 手动	手动（断开）	自动（接通）
I0.1	S2	启动	断开	接通
I0.2	S3	停止	——	——
I0.3	S4	急停	接通	断开
I0.4	B1	搬运初始位	未到位（灭）	到位（亮）
I0.5	B2	搬运右侧位	未到位（灭）	到位（亮）
I0.6	B3	上料点有料	无料（灭）	有料（亮）
I0.7	B4	高度检测点有料	无料（灭）	有料（亮）
I1.0	1B1	排料气缸缩回	缩回未到位	缩回到位
I1.1	1B2	排料气缸伸出	伸出未到位	伸出到位
I1.2	2B2	升降气缸抬起	抬起未到位	抬起到位
I1.3	2B1	升降气缸落下	落下未到位	落下到位
I1.4	3B1	推料气缸缩回	缩回未到位	缩回到位
I1.5	3B2	推料气缸伸出	伸出未到位	伸出到位
I2.0	S1	复位	断开	接通
AI 0	B5	红外测距物料高度	模拟量：0-13824	
Q0.0	L1	启动按钮指示灯/三色灯绿灯	灭	亮
Q0.1	K1	搬运电机使能	停止	运动
Q0.2	K2	搬运电机方向	向左	向右
Q0.3	1Y	排料气缸伸出线圈	缩回	伸出
Q0.4	2Y	升降气缸落下线圈	抬起	落下
Q0.5	3Y1	推料伸出线圈	/	伸出
Q0.6	3Y2	推料缩回线圈	/	缩回
Q0.7	L2	三色灯黄灯	灭	亮
Q1.0	L3	三色灯红灯	灭	亮
Q1.1	H1	三色灯蜂鸣器	不响	响

表 3 旋转工作站变量表

地址	符号	说明	状态	
			0	1
I0.0	S1	自动/ 手动	手动（断开）	自动（接通）
I0.1	S2	启动	断开	接通
I0.2	S3	停止	——	——
I0.3	S4	急停	接通	断开
I0.4	B1	上料点有料	无料（灭）	有料（亮）
I0.5	B2	方向检测点有料	无料（灭）	有料（亮）
I0.6	B3	方向旋转点有料	无料（灭）	有料（亮）
I0.7	B4	对射光纤	无料（灭）	有料（亮）
I1.0	1B2	升降气缸抬起	抬起未到位（灭）	抬起到位（亮）
I1.1	1B1	升降气缸落下	落下未到位（灭）	落下到位（亮）
I1.2	2B2	旋转气缸原位	原点未到位（灭）	原点到位（亮）
I1.3	2B1	旋转气缸旋转位	旋转未到位（灭）	旋转到位（亮）
I1.4	4B2	气爪松开	松开未到位（灭）	松开到位（亮）
I1.5	S1	复位	断开	接通
I2.0	4B1	气爪夹紧	夹紧未到位（灭）	夹紧到位（亮）
I2.1	3B1	推料气缸缩回	缩回未到位（灭）	缩回到位（亮）
I2.2	3B2	推料气缸伸出	伸出未到位（灭）	伸出到位（亮）
I2.3	B5	旋转工作台原点	原点未到位（亮）	原点到位（灭）
Q0.0	L1	启动按钮指示灯	灭	亮
Q0.1	N1	步进电机脉冲	停止	运动
Q0.2	1Y	升降气缸落下线圈	抬起	落下
Q0.3	2Y	旋转气缸旋转线圈	原点	旋转
Q0.4	3Y	推料气缸伸出线圈	缩回	伸出
Q0.5	4Y1	气爪松开线圈	/	松开
Q0.6	4Y2	气爪夹紧线圈	/	夹紧
Q0.7	D1	步进电机方向	逆时针旋转	顺时针旋转

表 4 方向调整站变量表

地址	符号	说明	状态	
			0	1
I0.0	S1	自动/手动	手动（断开）	自动（接通）
I0.1	S2	启动	断开	接通
I0.2	S3	停止	——	——
I0.3	S4	急停	接通	断开
I0.4	B1	上料点有料	无料（灭）	有料（亮）
I0.5	B2	金属检测	无金属（灭）	有金属（亮）
I0.6	B3	方向旋转点有料	无料（灭）	有料（亮）
I0.7	B4	出料点有料	无料（灭）	有料（亮）
I1.0	1B2	1 号升降气缸抬起	抬起未到位（灭）	抬起到位（亮）
I1.1	1B1	1 号升降气缸落下	落下未到位（灭）	落下到位（亮）
I1.2	2B2	旋转气缸原位	原位未到位（灭）	原位到位（亮）
I1.3	2B1	旋转气缸旋转	旋转未到位（灭）	旋转到位（亮）
I1.4	5B1	气爪夹紧	夹紧未到位（灭）	夹紧到位（亮）
I1.5	5B2	气爪松开	松开未到位（灭）	松开到位（亮）
I2.0	4B1	推料气缸缩回	缩回未到位（灭）	缩回到位（亮）
I2.1	4B2	推料气缸伸出	伸出未到位（灭）	伸出到位（亮）
I2.2	S1	复位	断开	接通
I2.3	3B1	2 号升降气缸落下	落下未到位（灭）	落下到位（亮）
Q0.0	L1	启动按钮指示灯	灭	亮
Q0.1	K1	搬运电机使能	停止	运动
Q0.2	1Y	1 号升降气缸线圈（方向旋转点）	抬起	落下
Q0.3	2Y	旋转气缸线圈	原点	旋转
Q0.4	3Y	2 号升降气缸线圈（出料点）	抬起	落下
Q0.5	4Y	推料气缸线圈	缩回	伸出
Q0.6	5Y1	气爪松开线圈	/	松开
Q0.7	5Y2	气爪夹紧线圈	/	夹紧

表 5 产品组装站变量表

地址	符号	说明	状态	
			0	1
I0.0	S1	自动/手动	手动（断开）	自动（接通）
I0.1	S2	启动	断开	接通
I0.2	S3	停止	——	——
I0.3	S4	急停	接通	断开
I0.4	B1	上料点有料	无料（灭）	有料（亮）
I0.5	1B1	按钮头供料气缸缩回	缩回未到位（灭）	缩回到位（亮）
I0.6	1B2	按钮头供料气缸伸出	伸出未到位（灭）	伸出到位（亮）
I0.7	2B1	定位气缸缩回	缩回未到位（灭）	缩回到位（亮）
I1.0	2B2	定位气缸伸出	伸出未到位（灭）	伸出到位（亮）
I1.1	3B2	螺栓供料气缸伸出	伸出未到位（灭）	伸出到位（亮）
I1.2	3B1	螺栓供料气缸缩回	缩回未到位（灭）	缩回到位（亮）
I1.3	5B1	螺栓推出气缸缩回	缩回未到位（灭）	缩回到位（亮）
I1.4	5B2	螺栓推出气缸伸出	伸出未到位（灭）	伸出到位（亮）
I1.5	S1	复位	断开	接通
I2.0	4B1	无杆气缸缩回	缩回未到位（灭）	缩回到位（亮）
I2.1	4B2	无杆气缸伸出	伸出未到位（灭）	伸出到位（亮）
Q0.0	L1	启动按钮指示灯	灭	亮
Q0.1	N1	拧螺栓电机脉冲	停止	运动
Q0.2	1Y	按钮头供料气缸线圈	伸出	缩回
Q0.3	2Y	定位气缸线圈	缩回	伸出
Q0.4	3Y	螺栓供料气缸线圈	缩回	伸出
Q0.5	5Y1	螺栓推出气缸伸出线圈	/	伸出
Q0.6	5Y2	螺栓推出气缸缩回线圈	/	缩回
Q0.7	4Y	无杆气缸线圈	缩回	伸出

表 6 产品分拣站变量表

地址	符号	说明	状态	
			0	1
I0.0	S1	自动/手动	手动（断开）	自动（接通）
I0.1	S2	启动	断开	接通
I0.2	S3	停止	——	——
I0.3	S4	急停	接通	断开
I0.4	B1	提升机原点	原点未到位（灭）	原点到位（亮）
I0.5		预留		
I0.6		预留		
I0.7	B2	搬运初始位	初始位未到达（灭）	初始位到达（亮）
I1.0	B3	搬运 1#通道位	1#通道位未到达（灭）	1#通道位到达（亮）
I1.1	B4	搬运 2#通道位	2#通道位未到达（灭）	2#通道位到达（亮）
I1.2	B5	颜色检测	白色（灭）	红色（亮）
I1.3	1B2	气爪松开	松开未到位（灭）	松开到位（亮）
I1.4	1B1	气爪夹紧	夹紧未到位（灭）	夹紧到位（亮）
I1.5	S1	复位	断开	接通
Q0.0	L1	启动按钮指示灯	灭	亮
Q0.1	P1	提升电机脉冲	停止	运动
Q0.2	D1	提升电机方向	逆时针	顺时针
Q0.3	K1	搬运电机使能	停止	运动
Q0.4	K2	搬运电机方向	向左	向右
Q0.5	1Y1	气爪松开线圈	/	松开
Q0.6	1Y2	气爪夹紧线圈	/	夹紧

四、 步进电机使用说明

离散行业自动化生产线中旋转工作站、产品组装站和产品分拣站都使用到步进电机，考虑到不同设备版本的步进驱动器参数存在差异，在此举例说明，仅供参考。

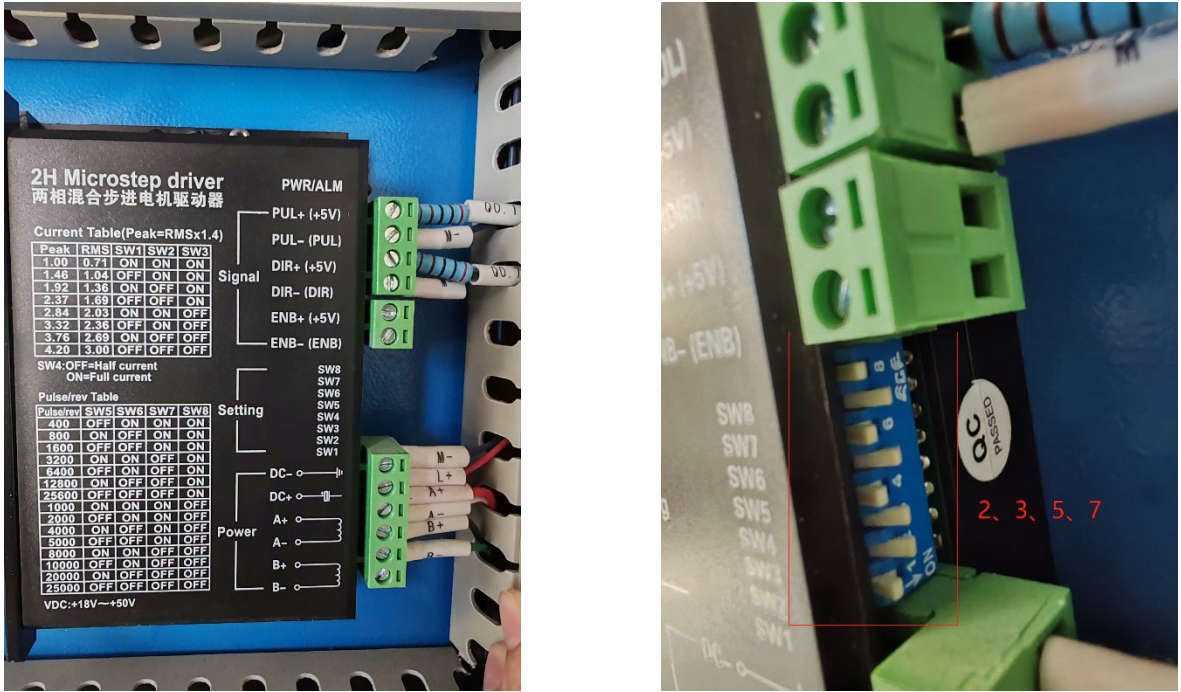


图 14 旋转工作站-步进驱动器

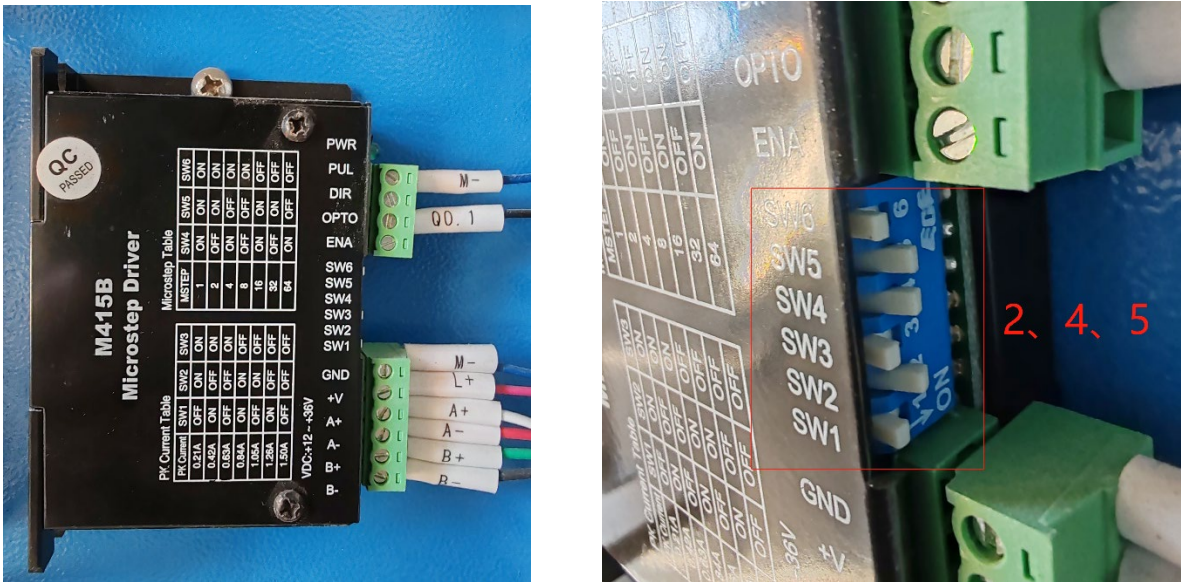


图 15 产品组装站-步进驱动器

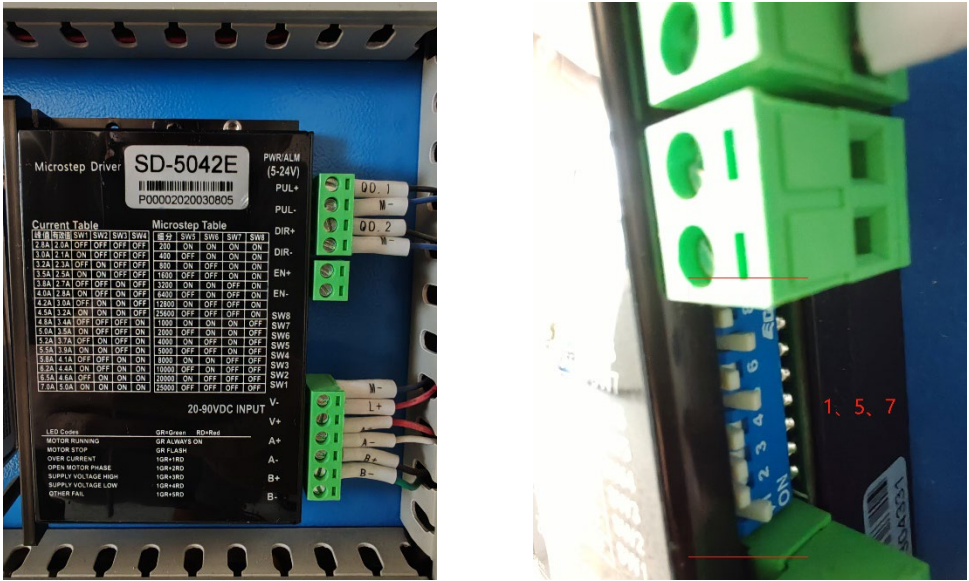


图 16 产品分拣站-步进驱动器

注意事项：步进电机组态参数存在差异，调用程序时需结合实际的设备情况。