



# ChinaSkills

2019 年全国职业院校技能大赛  
中职组“机器人技术应用”赛项  
赛题库

机器人技术应用赛项专家组

机器人技术应用赛项专家组

2019 年 4 月

## 模块一 机械及电气安装调试

### 机械及电气安装工艺要求

1、电缆与气管分开绑扎，第一根绑扎带距离接头处  $60 \pm 5\text{mm}$ ，其余两个绑扎带之间的距离不超过  $50 \pm 5\text{mm}$ ，绑扎带切割不能留余太长，必须小于  $1\text{mm}$ ，美观安全。气路捆扎不影响工业机器人正常动作，不会与周边设备发生刮擦勾连。

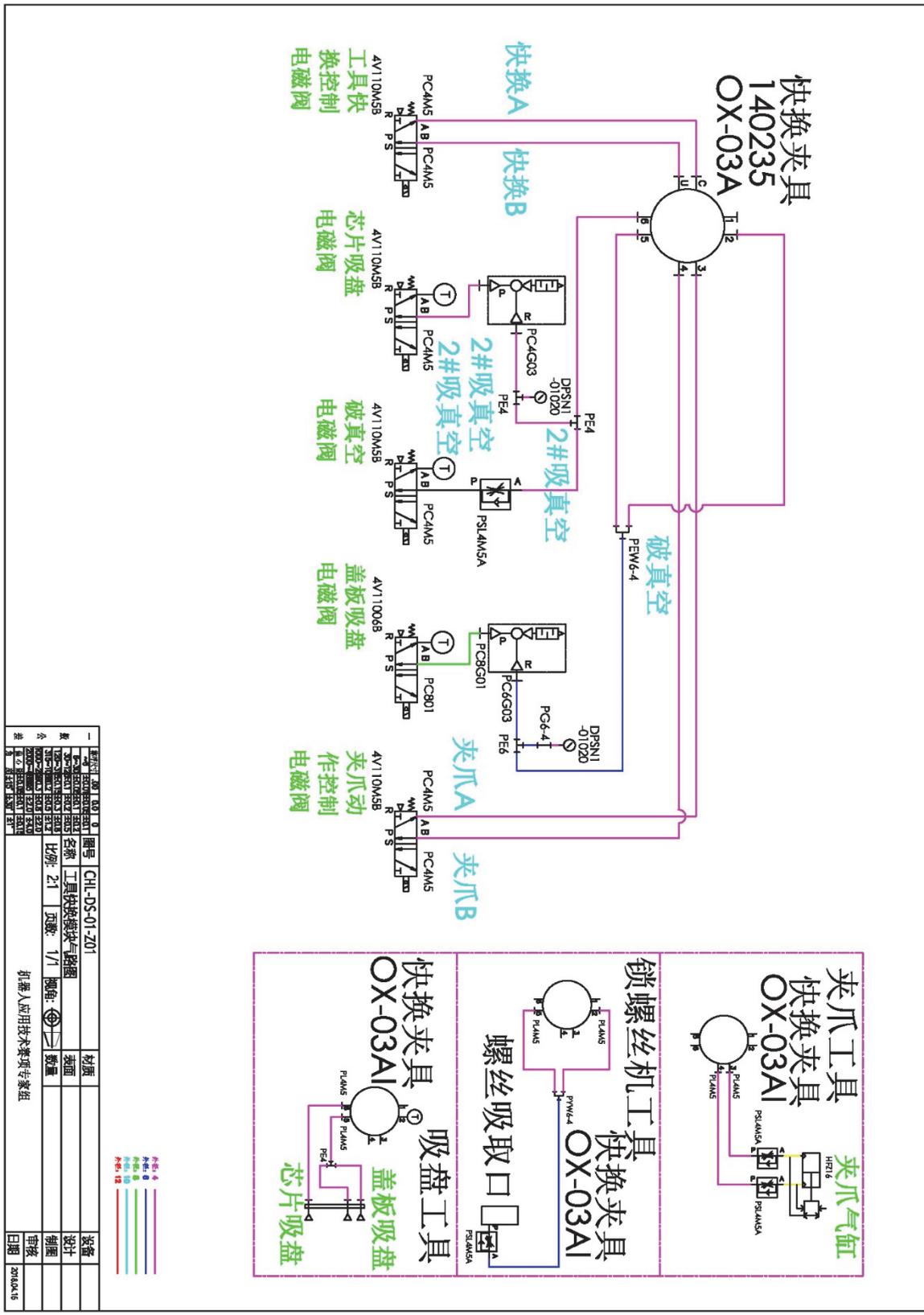
2、电缆和气管分开走线槽，气管在型材支架上可用线夹和扎带固定，两个线夹之间的距离不超过  $120\text{mm}$ 。走线槽的气管长度应合适，不能折弯缠绕和绑扎变形，不允许出现漏气。

3、机械安装需选择合适工具，按提供模块零件完成单元装配，安装完毕后机械单元部分没有晃动和松动。执行元器件气缸动作平缓，无强烈碰撞。

#### 1-1 工具快换模块法兰端安装及气路连接

利用竞赛工位所提供的工具及紧固标准件，将工具快换模块法兰端安装到工业机器人第 6 轴法兰盘上。要求工具快换模块法兰端和工业机器人第 6 轴法兰盘的销钉孔对齐，螺钉紧固。

利用竞赛工位所提供的工具和气管，完成工具快换模块的气路连接，可使工具快换模块法兰端和工具端正常锁定和释放，并实现对各种快换工具的动作控制。要求正压气路用蓝色气管，负压气路用透明气管。



图号	CHL-DS-01-201	比例	2:1	张数	1/1
名称	工具快换模块气路图	设计		审核	
数量		制图		日期	2019.04.15
设计		审核			
制图					
日期					

机器人应用技术竞赛专家组

图 1-1 工具快换模块法兰端气路图纸

### 1-2 涂胶单元机械安装 (1)

利用竞赛工位所提供的工具和零件,完成涂胶单元的结构件零件的安装。

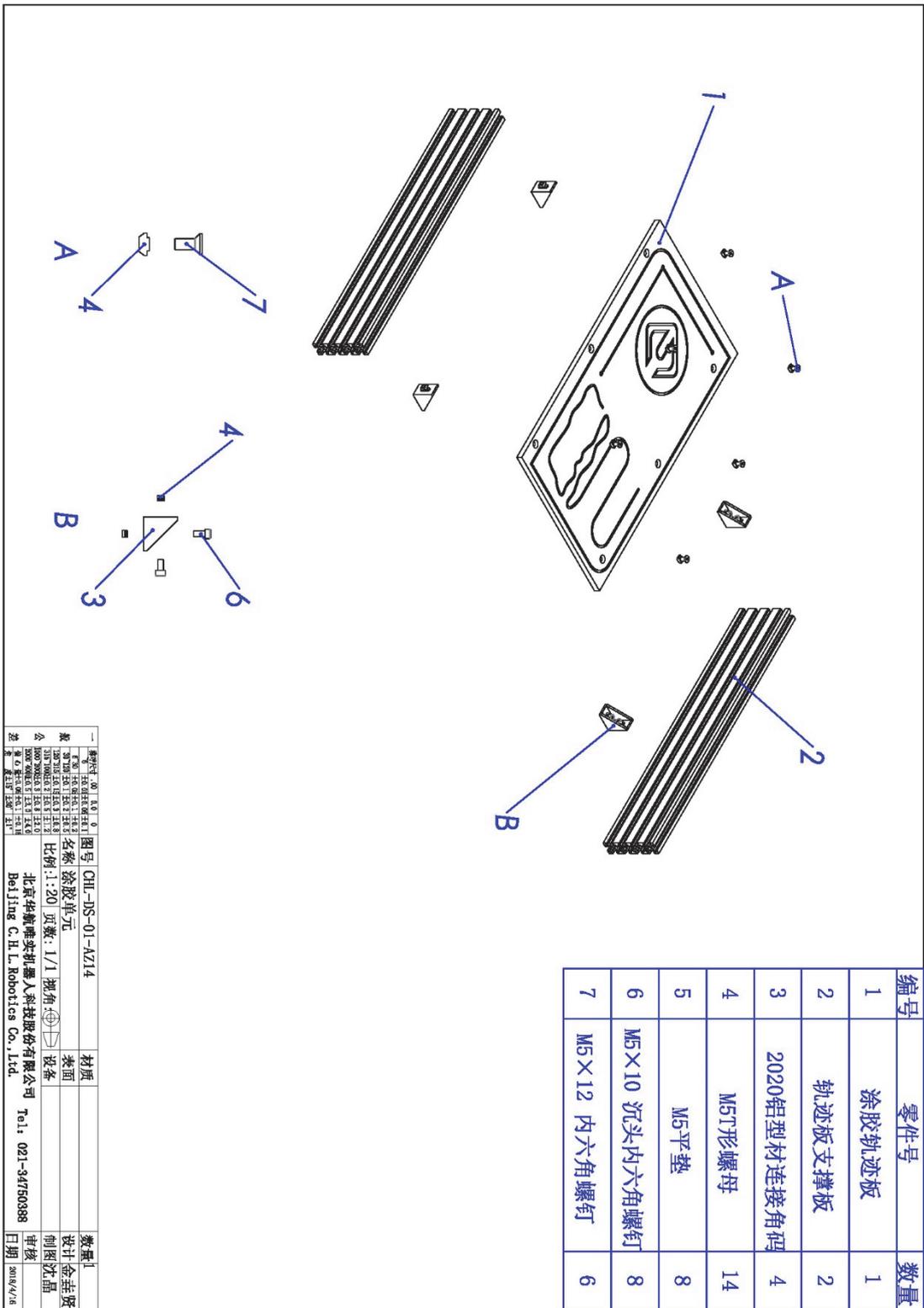


图 1-2 涂胶单元装配图纸

### 1-3 涂胶单元机械安装 (2)

利用竞赛工位所提供的工具和零件,完成涂胶单元的结构件零件的安装。

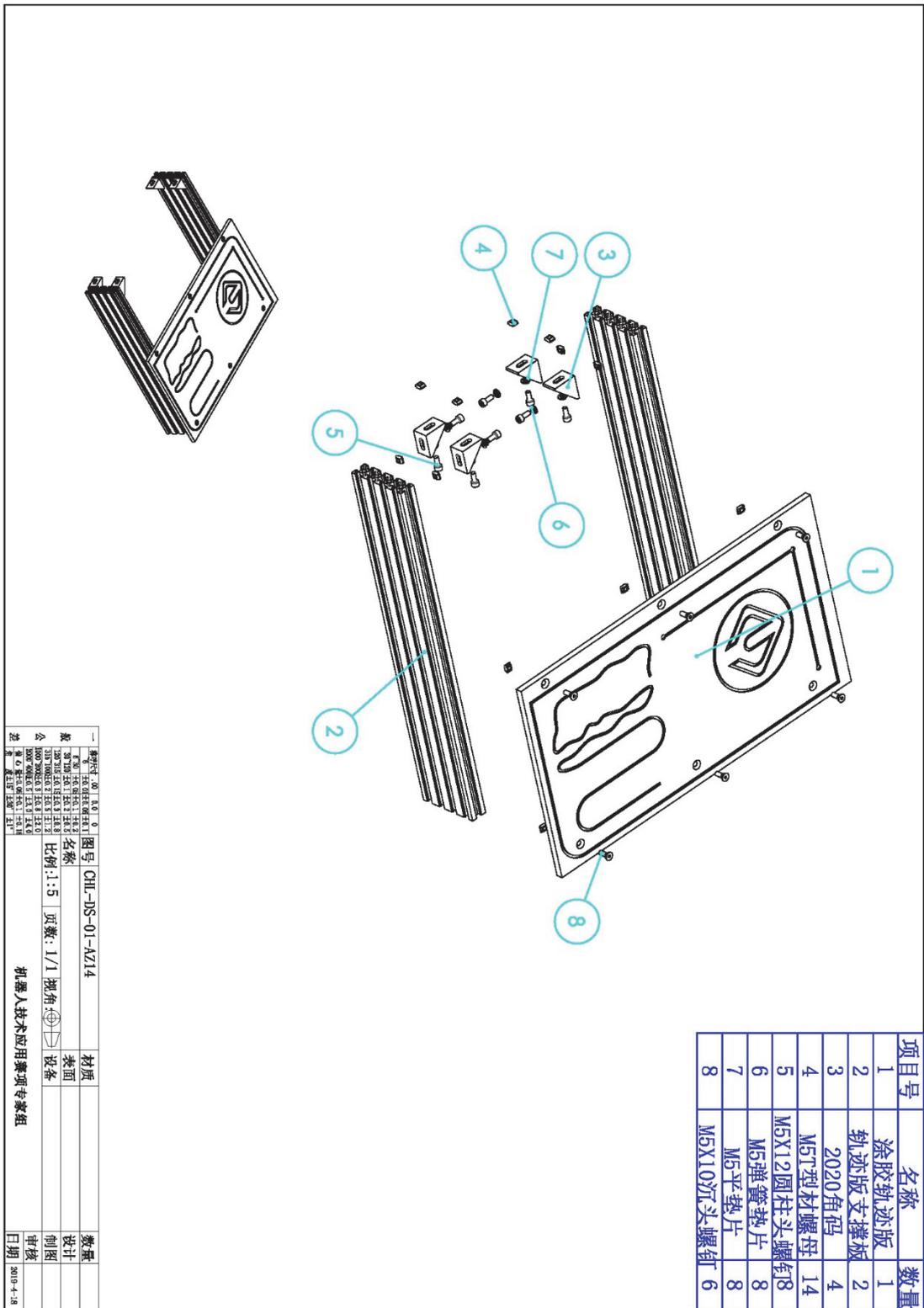


图 1-3 涂胶单元装配图纸

### 1-4 码垛单元机械安装

利用竞赛工位所提供的工具和零件，完成码垛单元平台 A 和平台 B 结构件零件的安装。

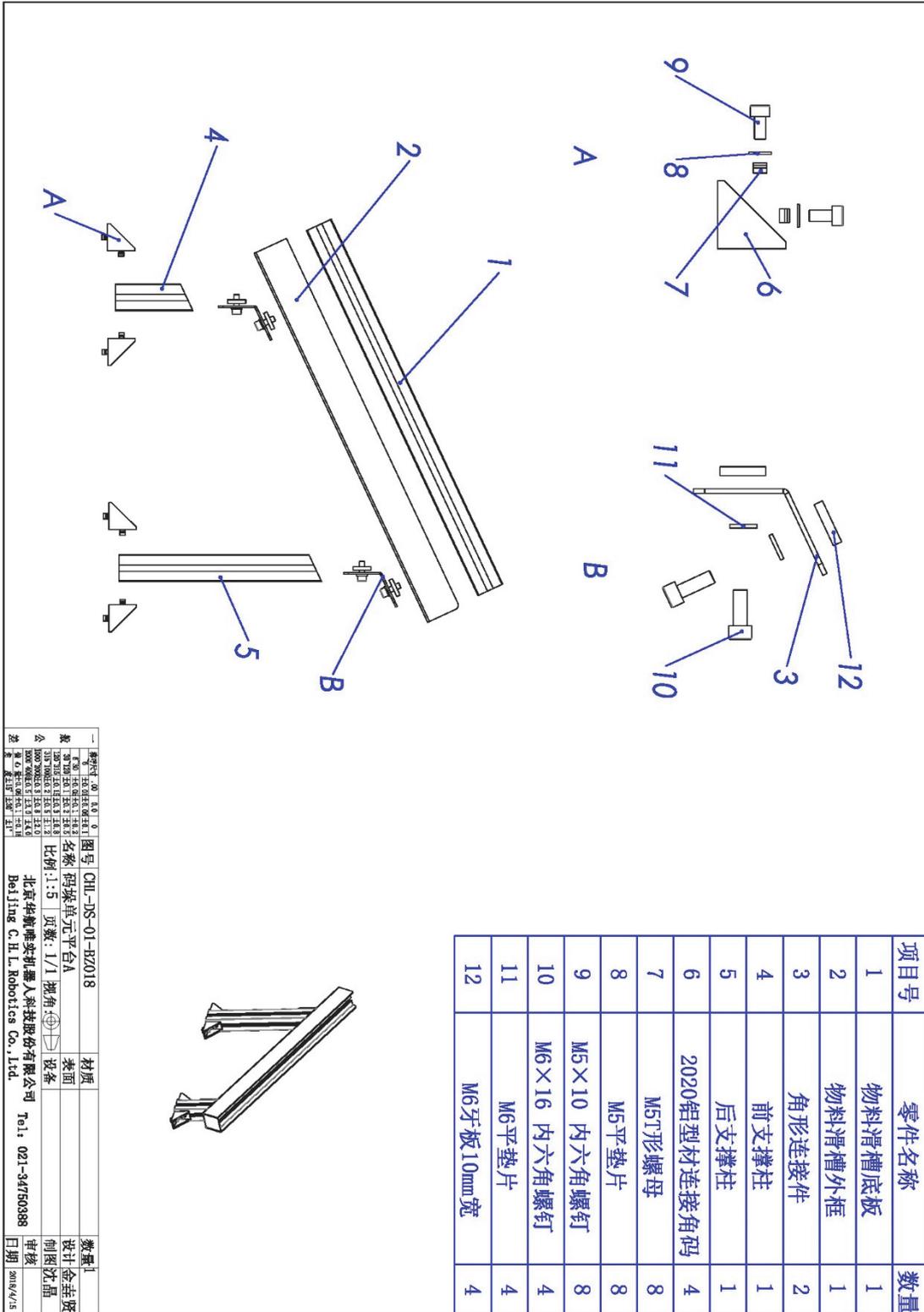


图 1-4 码垛单元平台 A 装配图纸

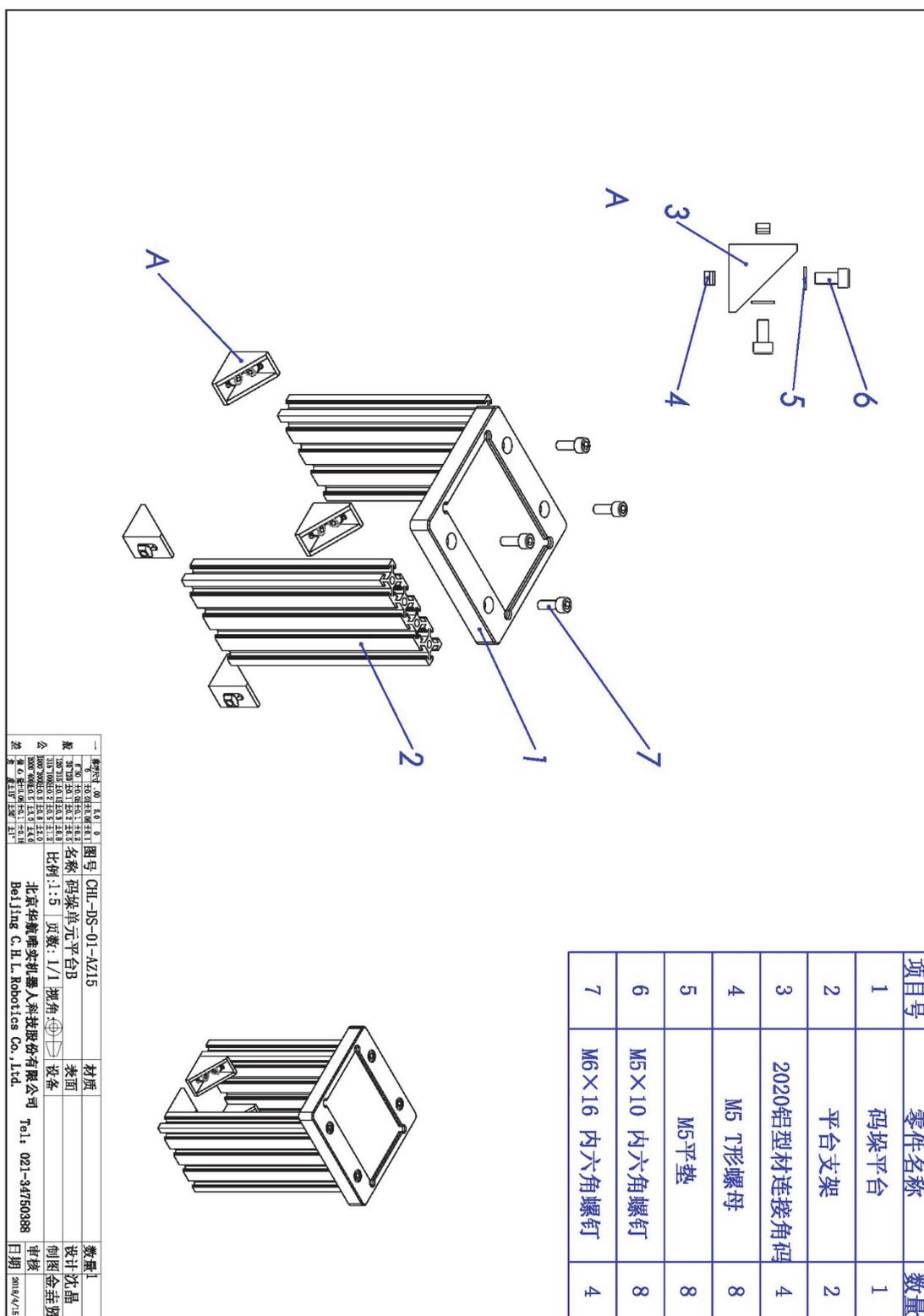


图 1-5 码垛单元平台 B 装配图纸

### 1-5 料仓单元机械安装 (1)

利用竞赛工位所提供的工具和零件，完成料仓单元结构件零件的安装。

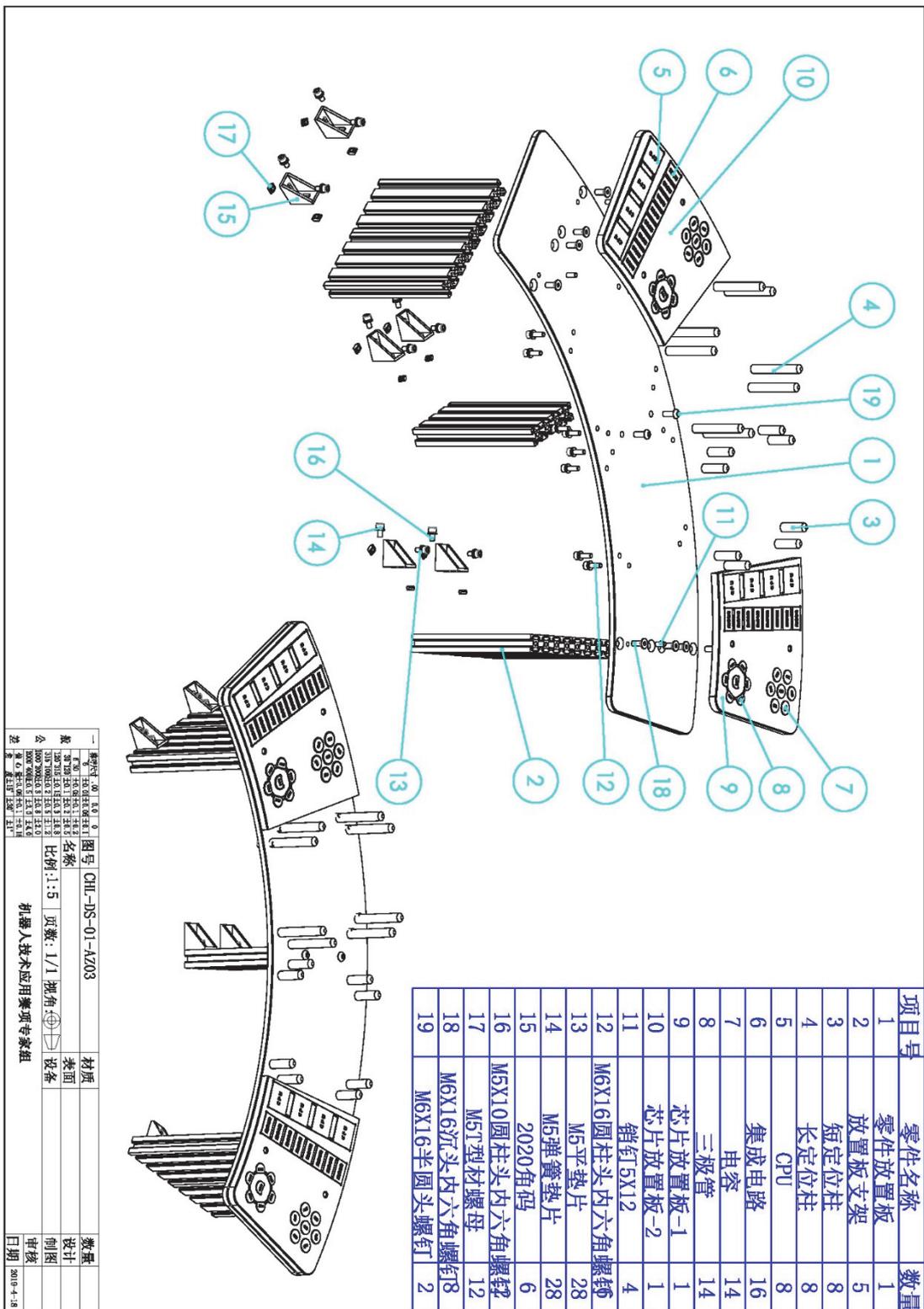


图 1-6 料仓单元装配图纸

### 1-6 料仓单元机械安装 (2)

利用竞赛工位所提供的工具和零件，完成料仓单元结构件零件的安装。

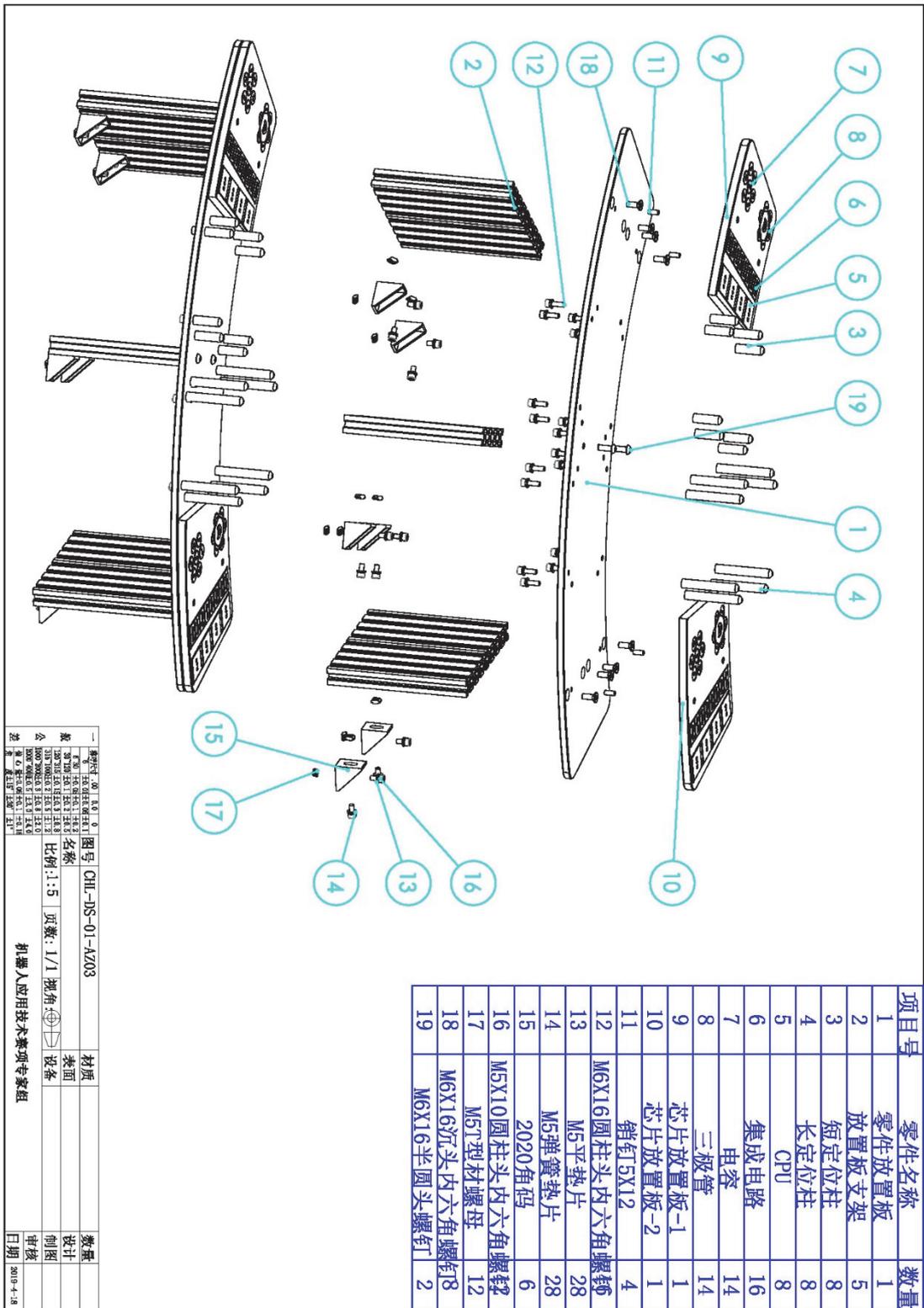


图 1-7 料仓单元装配图纸

### 1-7 废品单元机械安装

利用竞赛工位所提供的工具和零件，完成废品单元结构件零件的安装。

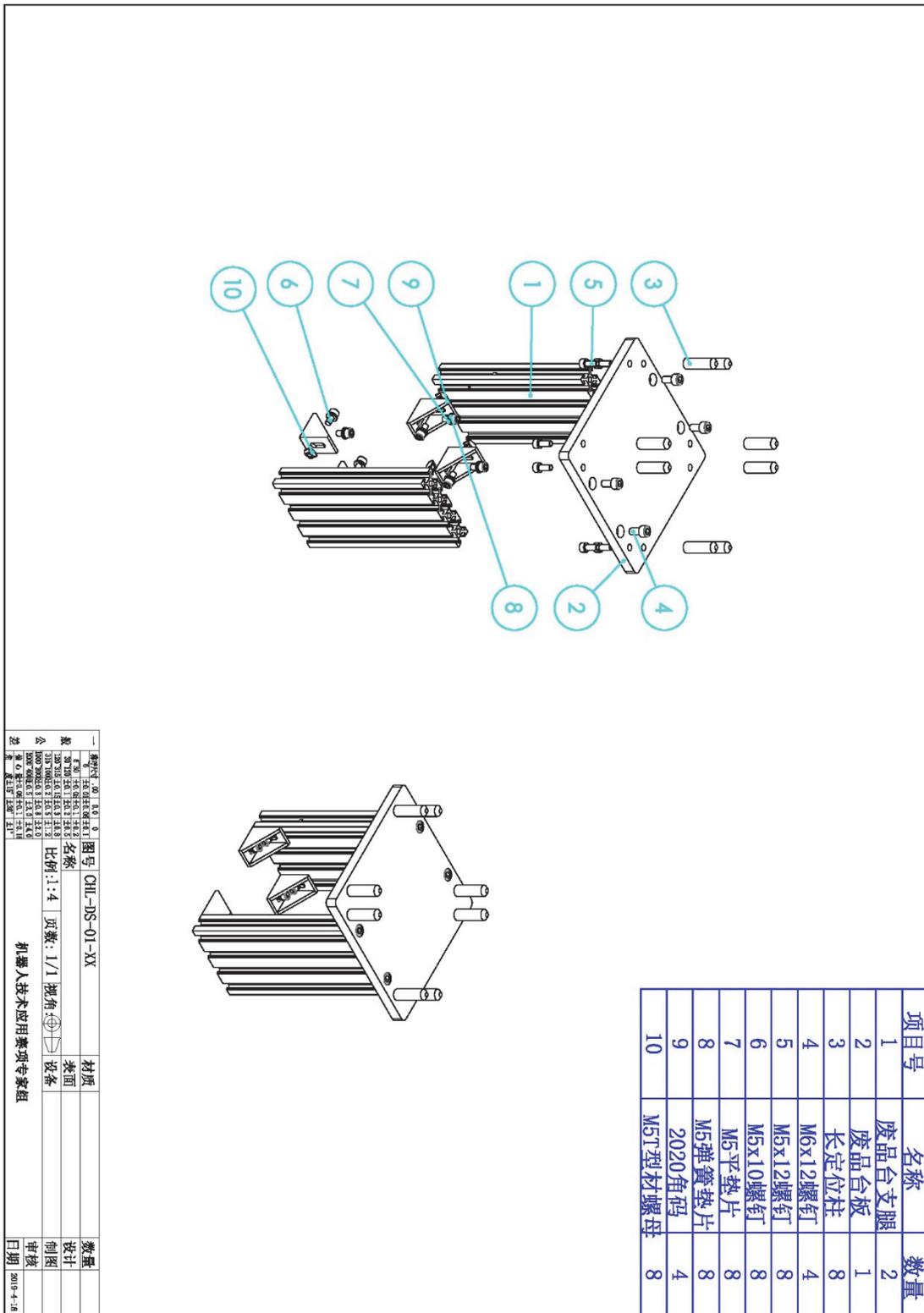


图 1-8 废品单元装配图纸

## 1-8 检测单元 1 号工位机械安装及电气接线

(1) 利用竞赛工位所提供的工具和零件, 完成检测单元 1 号工位的机械结构件、气缸、导轨、检测滑台、检测灯等零件的安装。

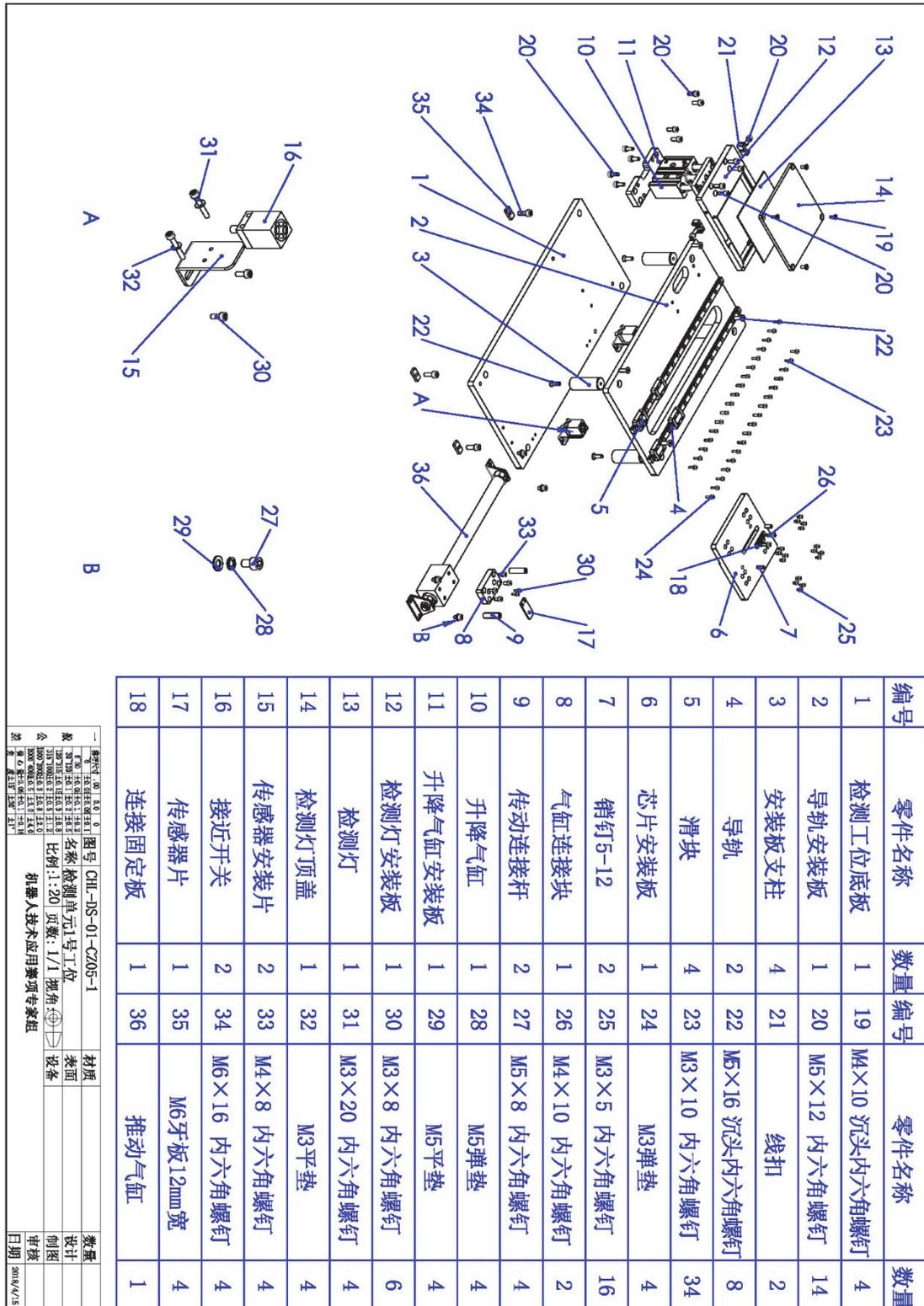


图 1-9 检测单元 1 号工位装配图纸

(2) 利用竞赛工位所提供的工具和零件，完成检测单元 1 号工位的气缸气路连接，能按要求可以实现工位安装台的推进缩回动作、检测灯的升降动作。

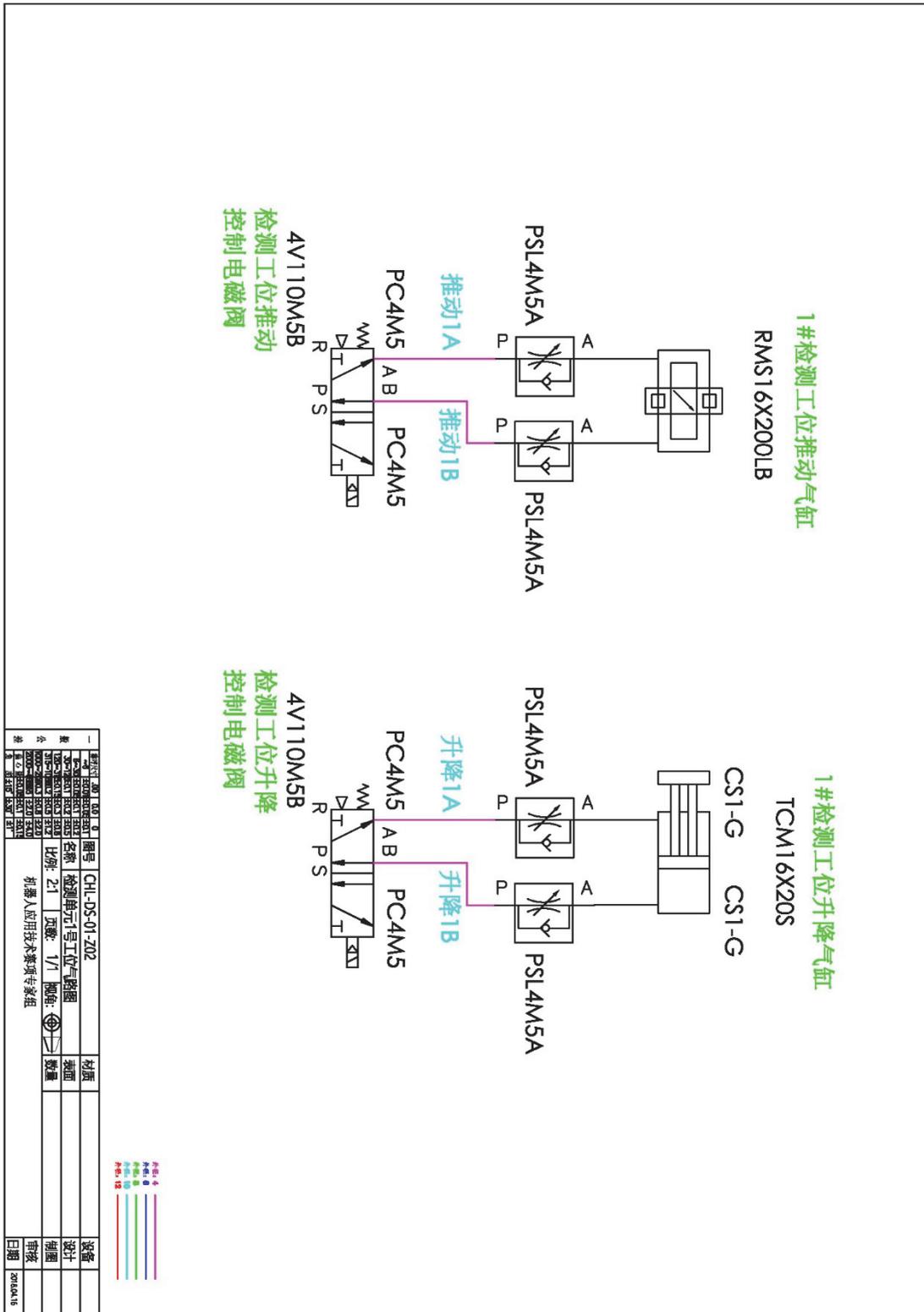


图 1-10 检测单元 1 号工位气动原理图

(3)利用竞赛工位所提供的工具和零件,完成检测单元1号工位传感器、检测灯、指示灯等的电路接线,并调整传感器的安装位置使其可准确反馈气缸状态。

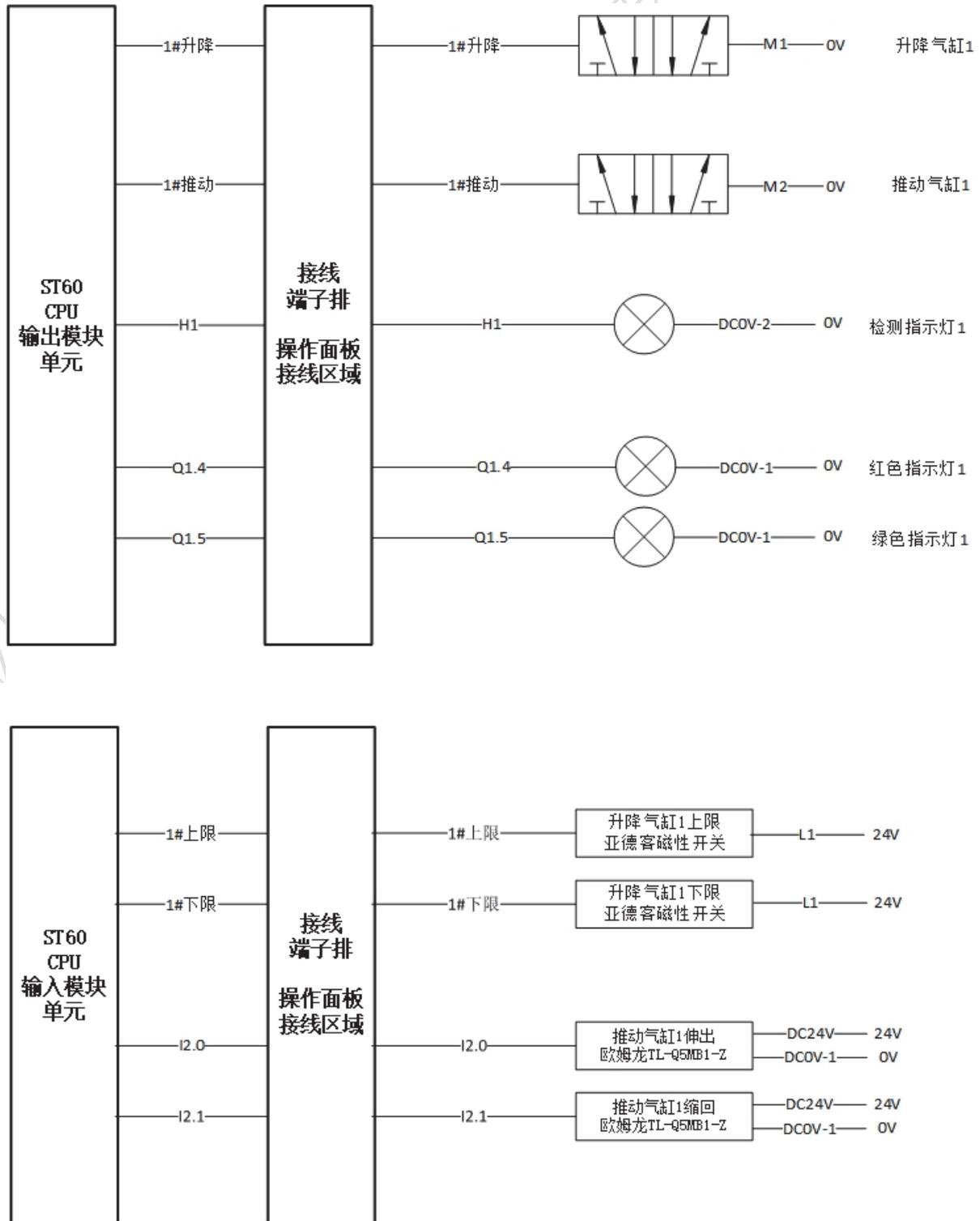


图 1-11 检测单元 1 号工位电气接线信号对照表

### 1-9 检测单元 2 号工位机械安装及电气接线

(1) 利用竞赛工位所提供的工具和零件，完成检测单元 2 号工位的机械结构件、气缸、导轨、检测滑台、检测灯等零件的安装。

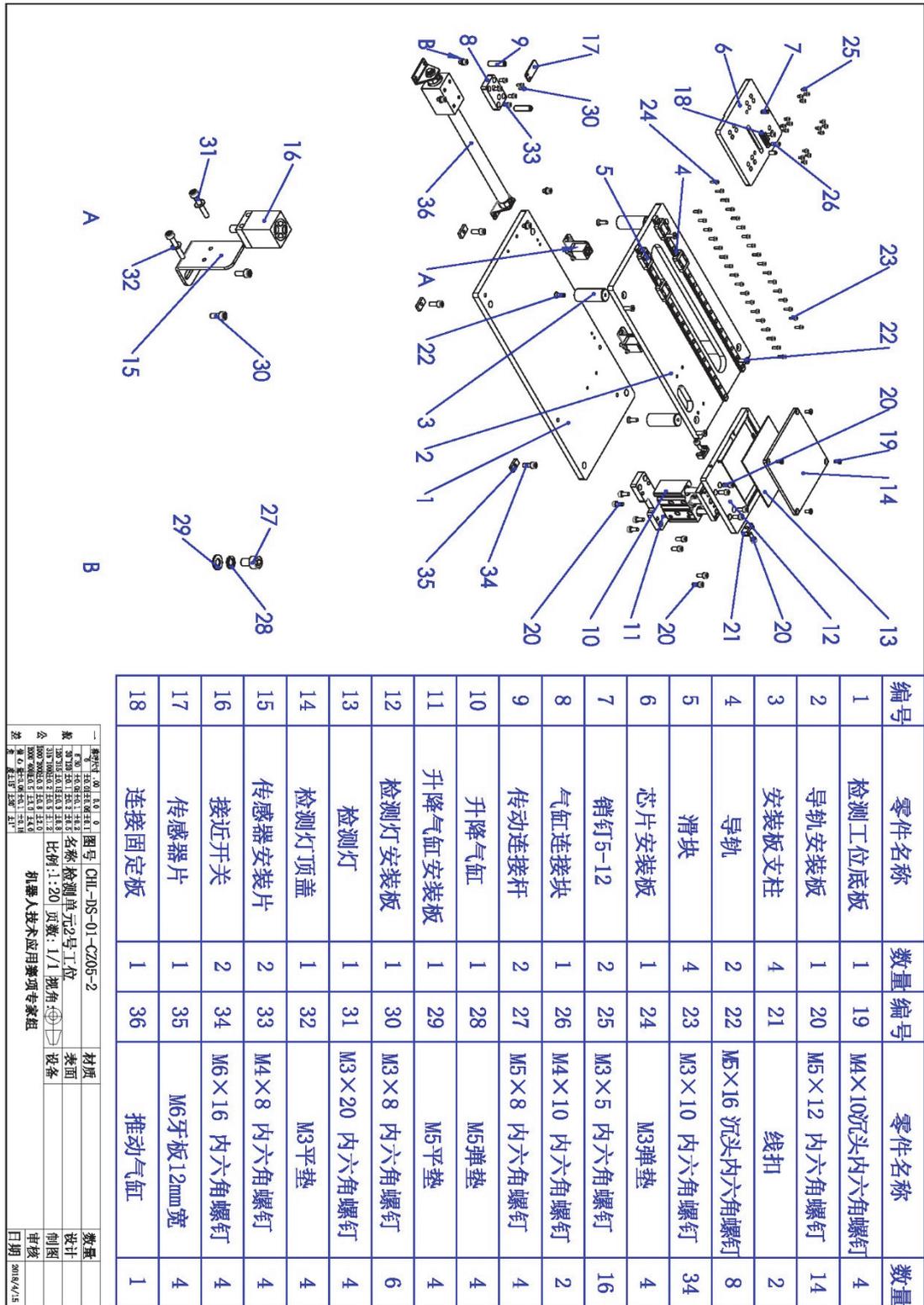


图 1-12 检测单元 2 号工位装配图纸

(2) 利用竞赛工位所提供的工具和零件，完成检测单元 2 号工位的气缸气路连接，能按要求可以实现工位安装台的推进缩回动作、检测灯的升降动作。

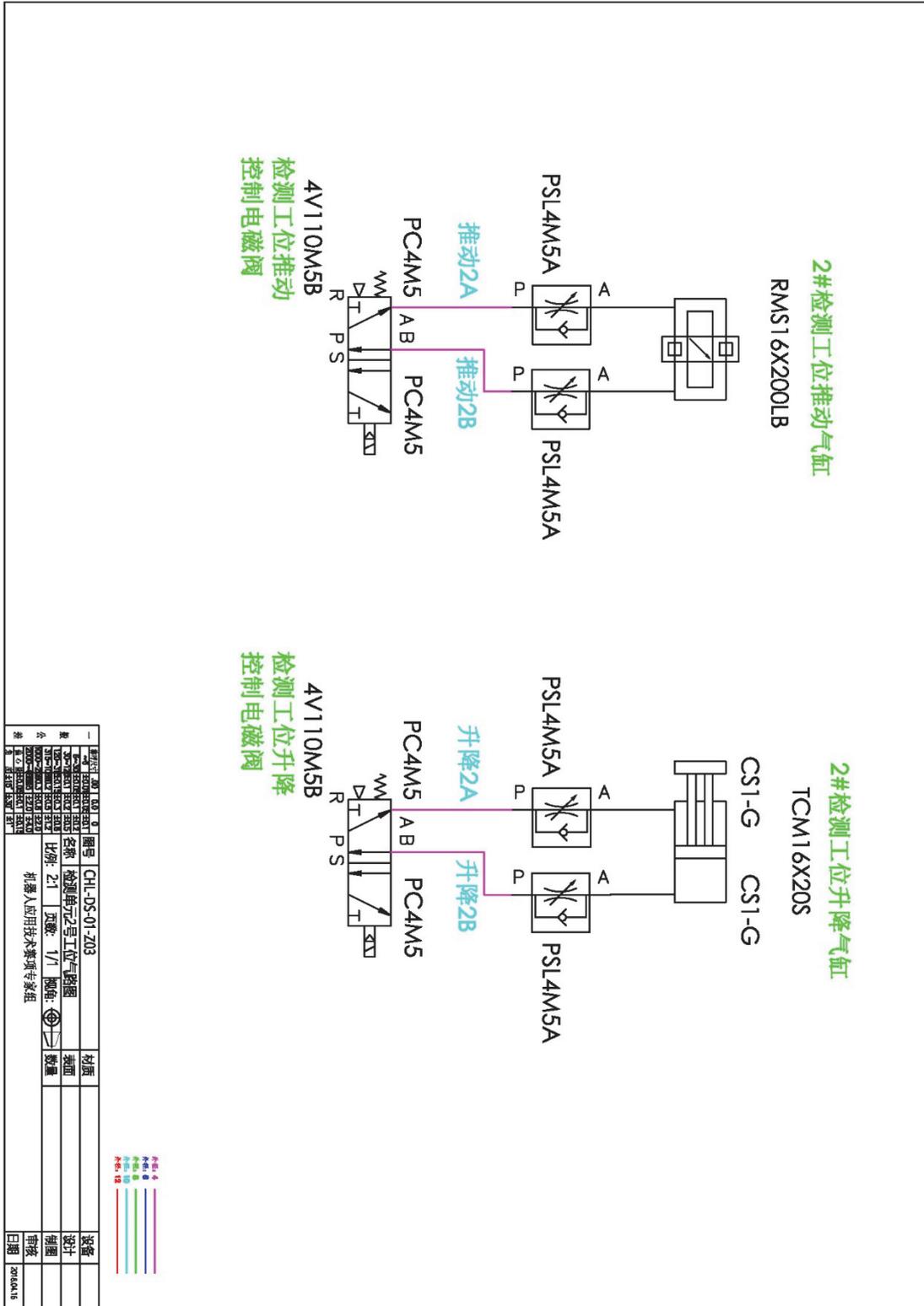


图 1-13 检测单元 2 号工位气动原理图

(3) 利用竞赛工位所提供的工具和零件，完成检测单元 2 号工位的传感器、检测灯、指示灯等的电路接线，并调整传感器的安装位置使其可准确反馈气缸状态。

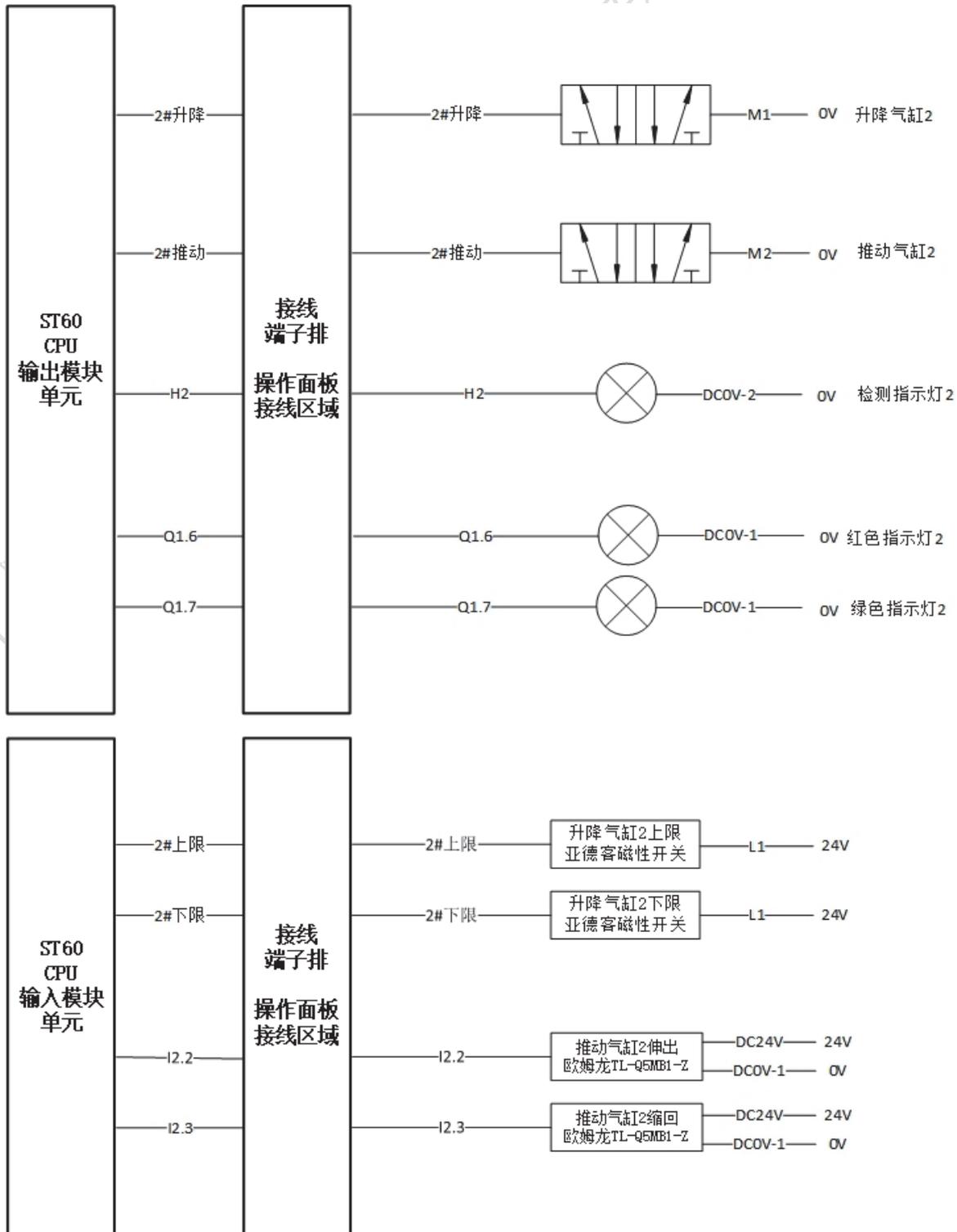


图 1-14 检测单元 2 号工位电气接线信号对照表

## 1-10 检测单元3号工位机械安装及电气接线

(1) 利用竞赛工位所提供的工具和零件,完成检测单元3号工位的机械结构件、气缸、导轨、检测滑台、检测灯等零件的安装。

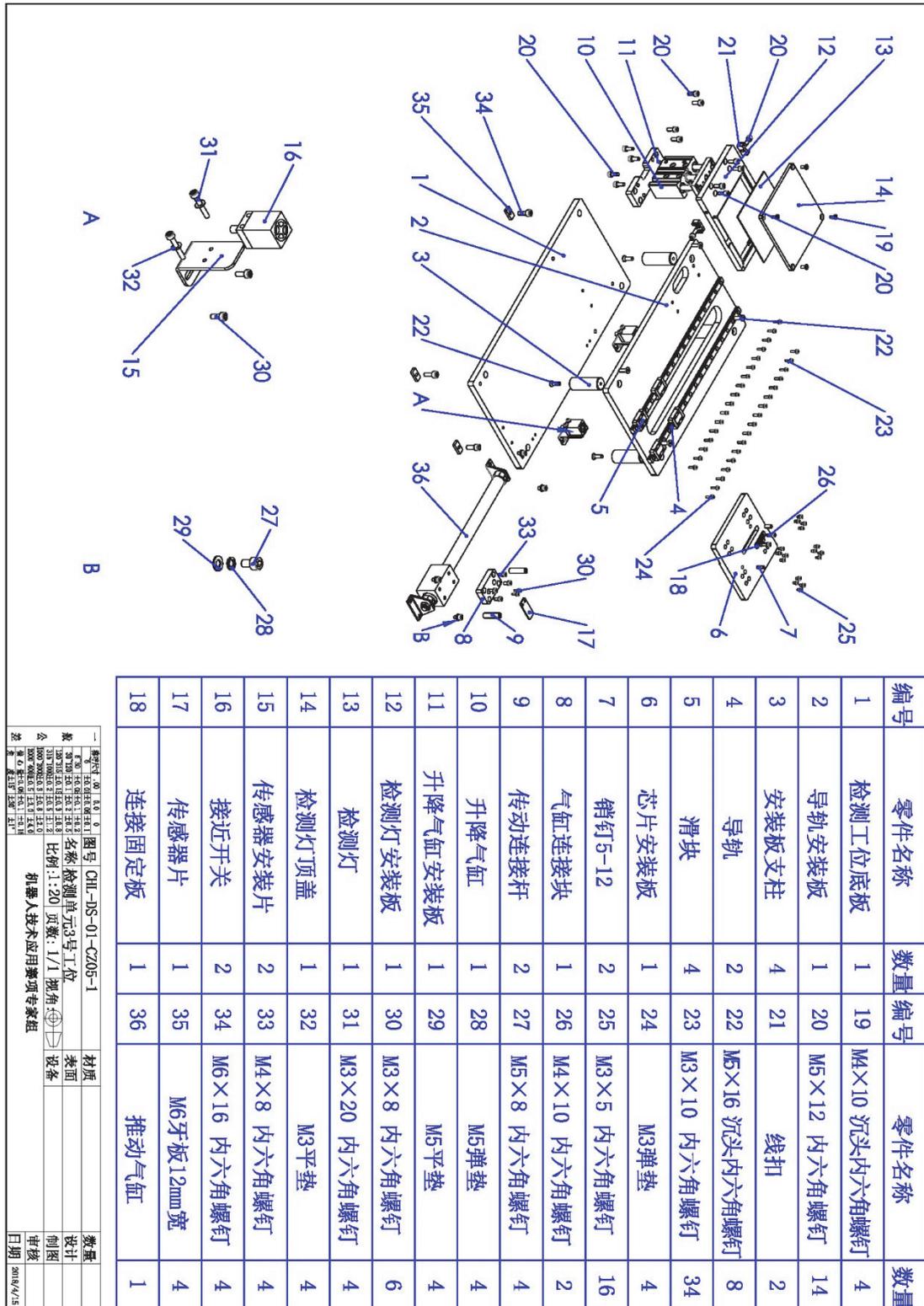


图 1-15 检测单元3号工位装配图纸

(2) 利用竞赛工位所提供的工具和零件，完成检测单元 3 号工位的气缸气路连接，能按要求可以实现工位安装台的推进缩回动作、检测灯的升降动作。

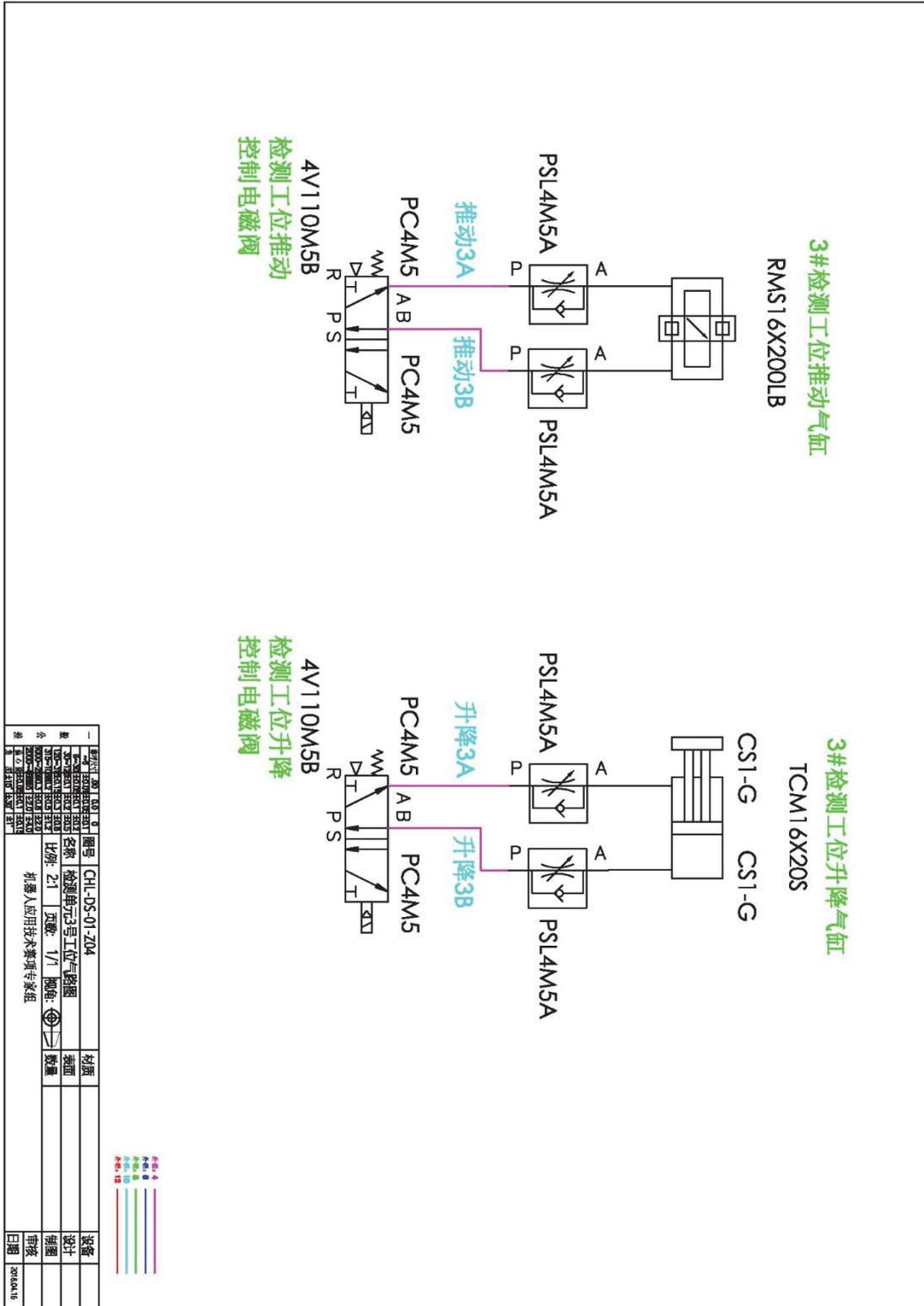


图 1-16 检测单元 3 号工位气路图

(3) 利用竞赛工位所提供的工具和零件，完成检测单元 3 号工位的传感器、检测灯、指示灯等的电路接线，并调整传感器的安装位置使其可准确反馈气缸状态。

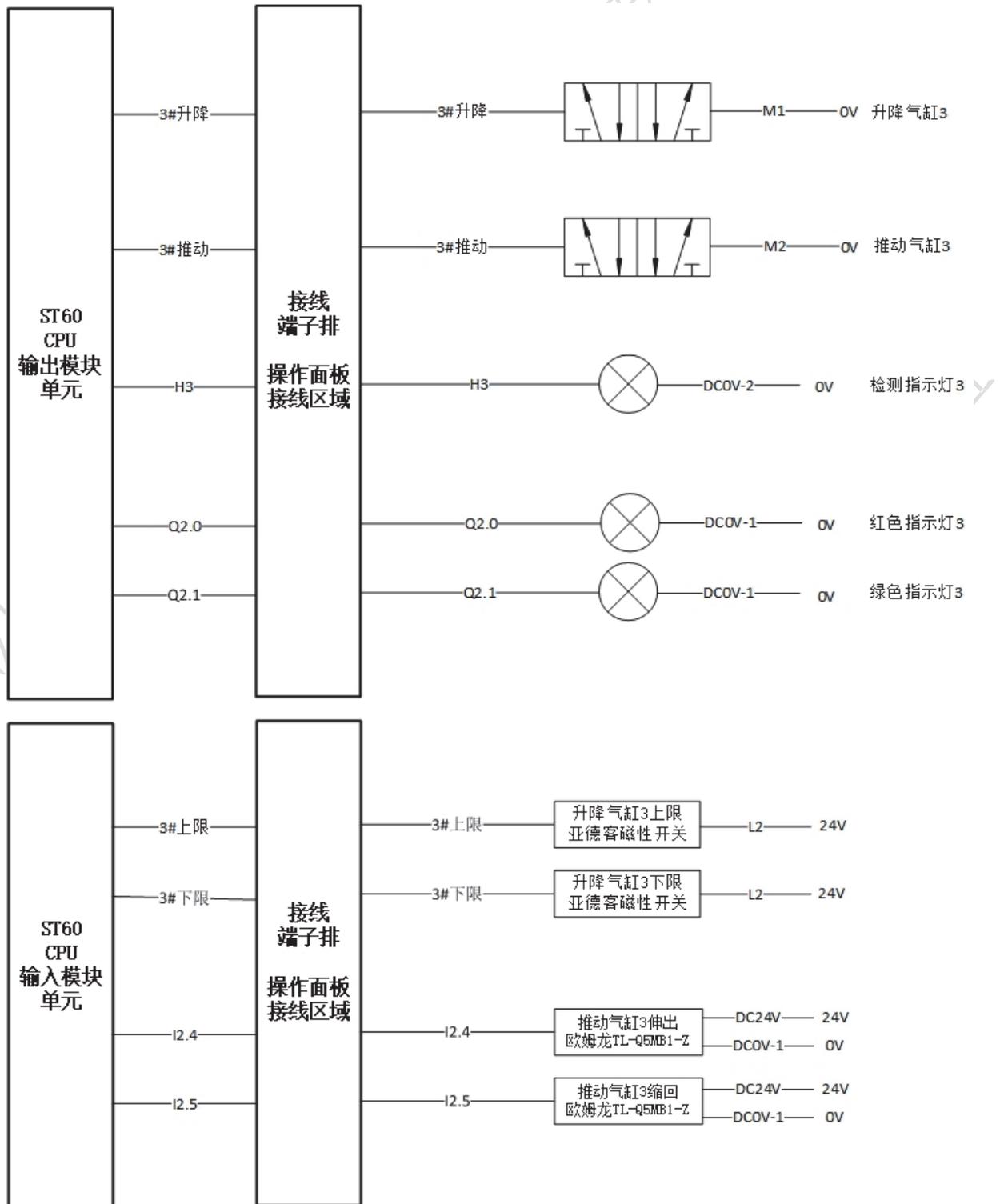


图 1-17 检测单元 3 号工位电气接线信号对照表

### 1-11 检测单元 4 号工位机械安装及电气接线

(1) 利用竞赛工位所提供的工具和零件，完成检测单元 4 号工位的机械结构件、气缸、导轨、检测滑台、检测灯等零件的安装。

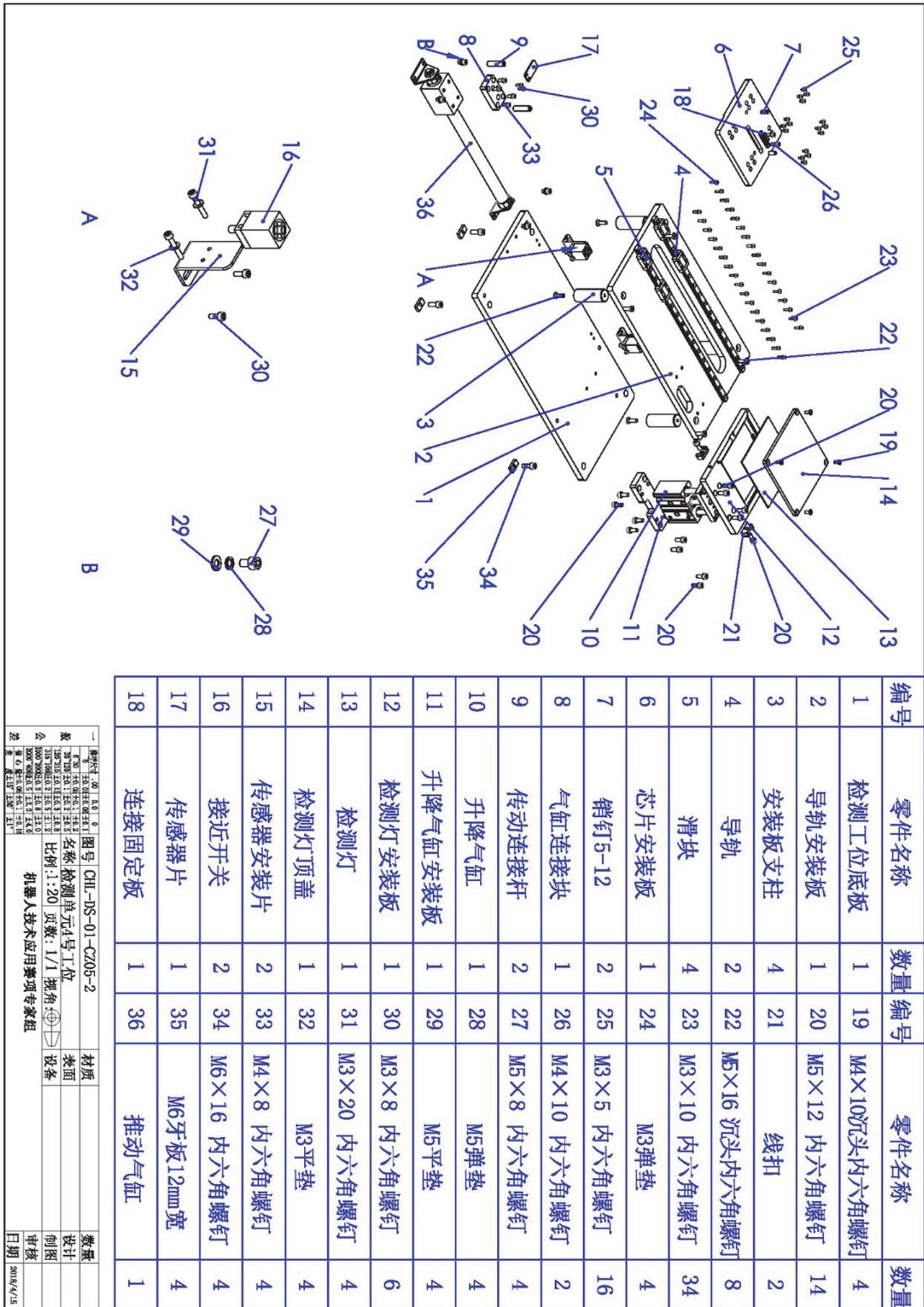


图 1-18 检测单元 4 号工位装配图纸

(2) 利用竞赛工位所提供的工具和零件，完成检测单元 4 号工位的气缸气路连接，能按要求可以实现工位安装台的推进缩回动作、检测灯的升降动作。

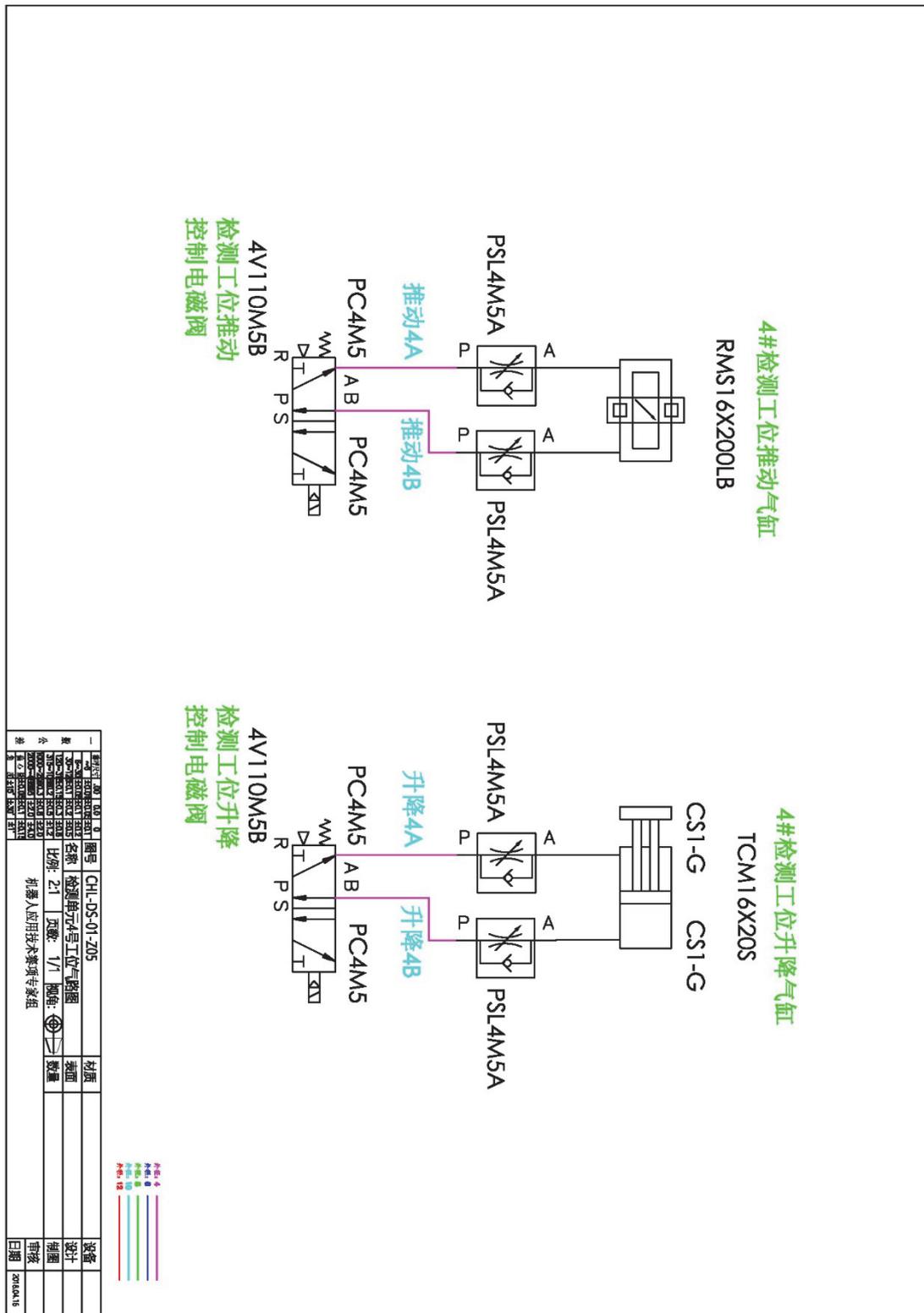


图 1-19 检测单元 4 号工位气动原理图

(3) 利用竞赛工位所提供的工具和零件, 完成检测单元 4 号工位的传感器、检测灯、指示灯等的电路接线, 并调整传感器的安装位置使其可准确反馈气缸状态。

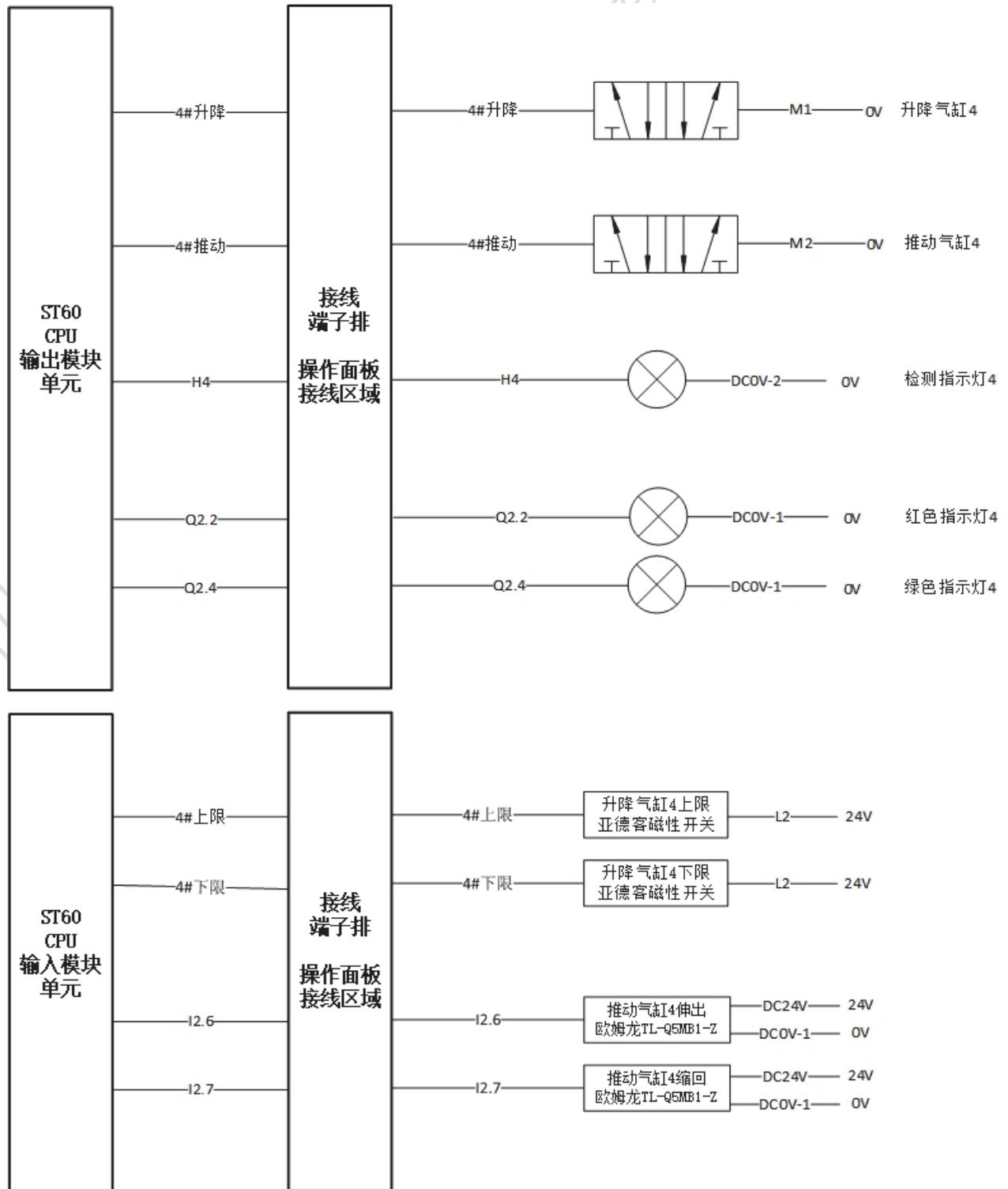


图 1-20 检测单元 4 号工位电气接线信号对照表

### 1-12 工作站台面布局 (1)

按如图 1-21 所示布置和安装工作站台面的各功能单元、工具及工具支架、码垛平台、检测工位等。

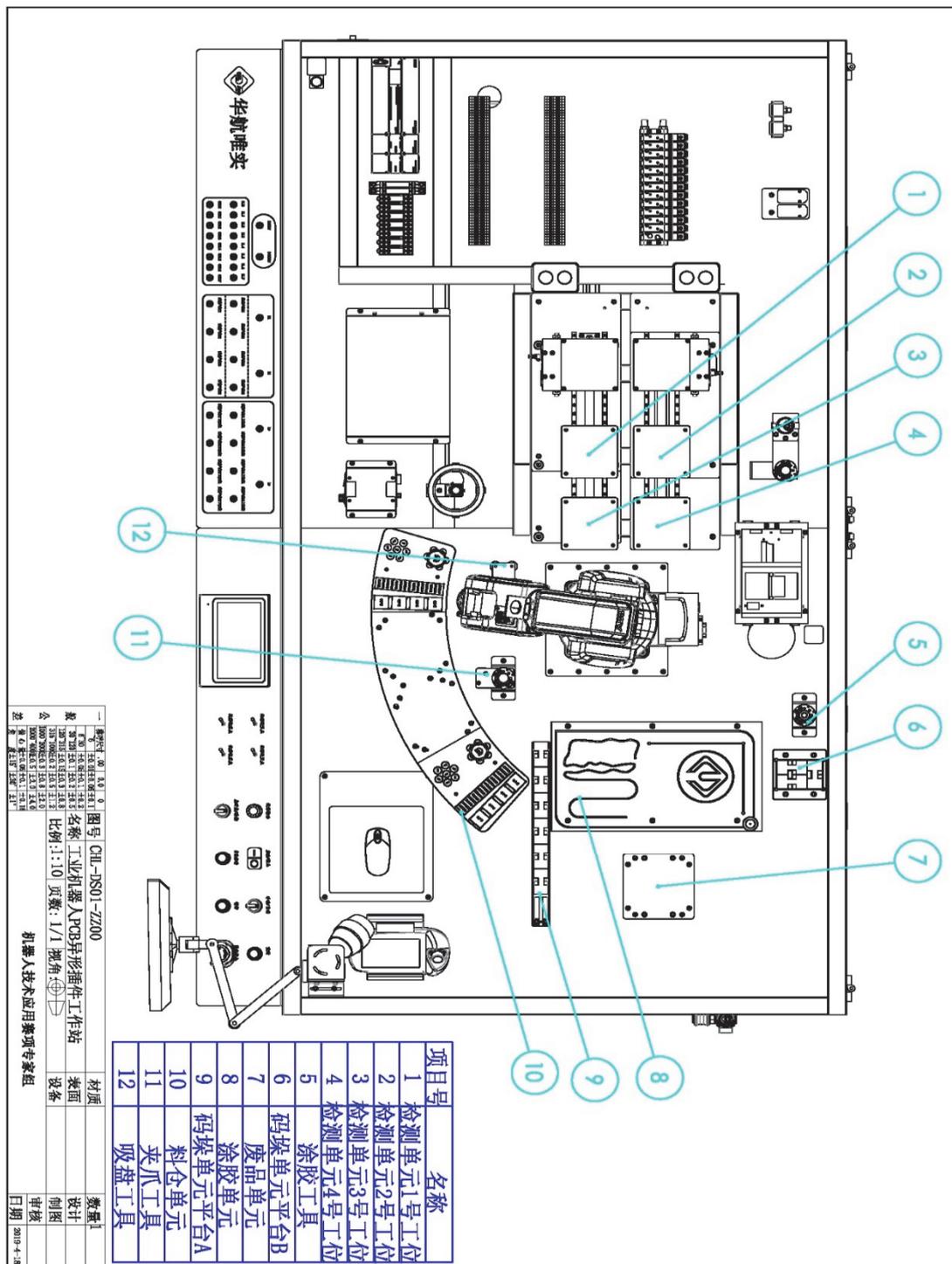


图 1-21 工作站各单元台面布局

注：赛卷中布局图根据任务要求变化会适当调整

### 1-13 工作站台面布局 (2)

按如图 1-22 所示布置和安装工作站台面的各功能单元、工具及工具支架、码垛平台、检测工位等。

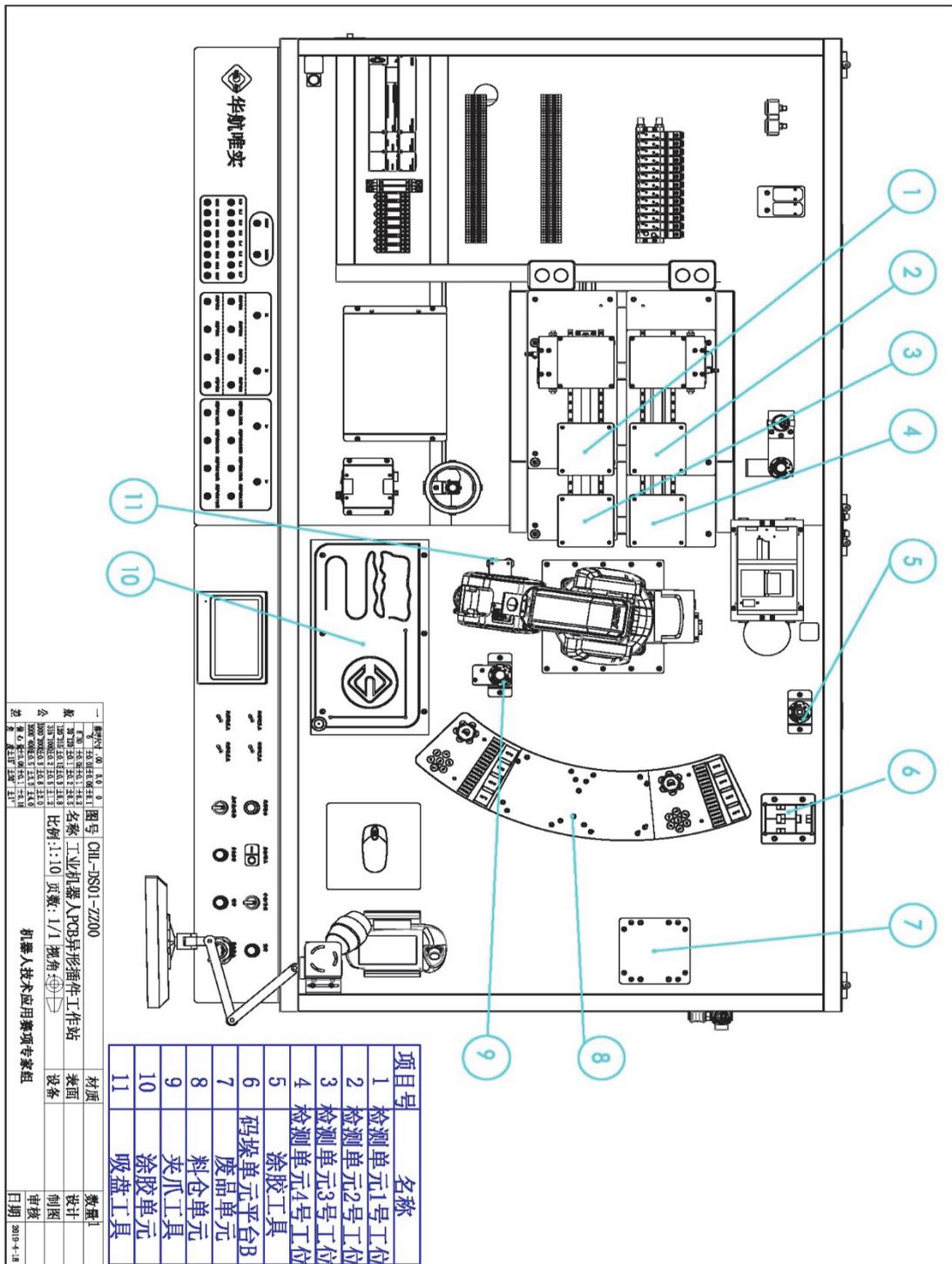


图 1-22 工作站各单元台面布局

注：赛卷中布局图根据任务要求变化会适当调整

### 1-14 工作站台面布局 (3)

按如图 1-23 所示布置和安装工作站台面的各功能单元、工具及工具支架、码垛平台、检测工位等。

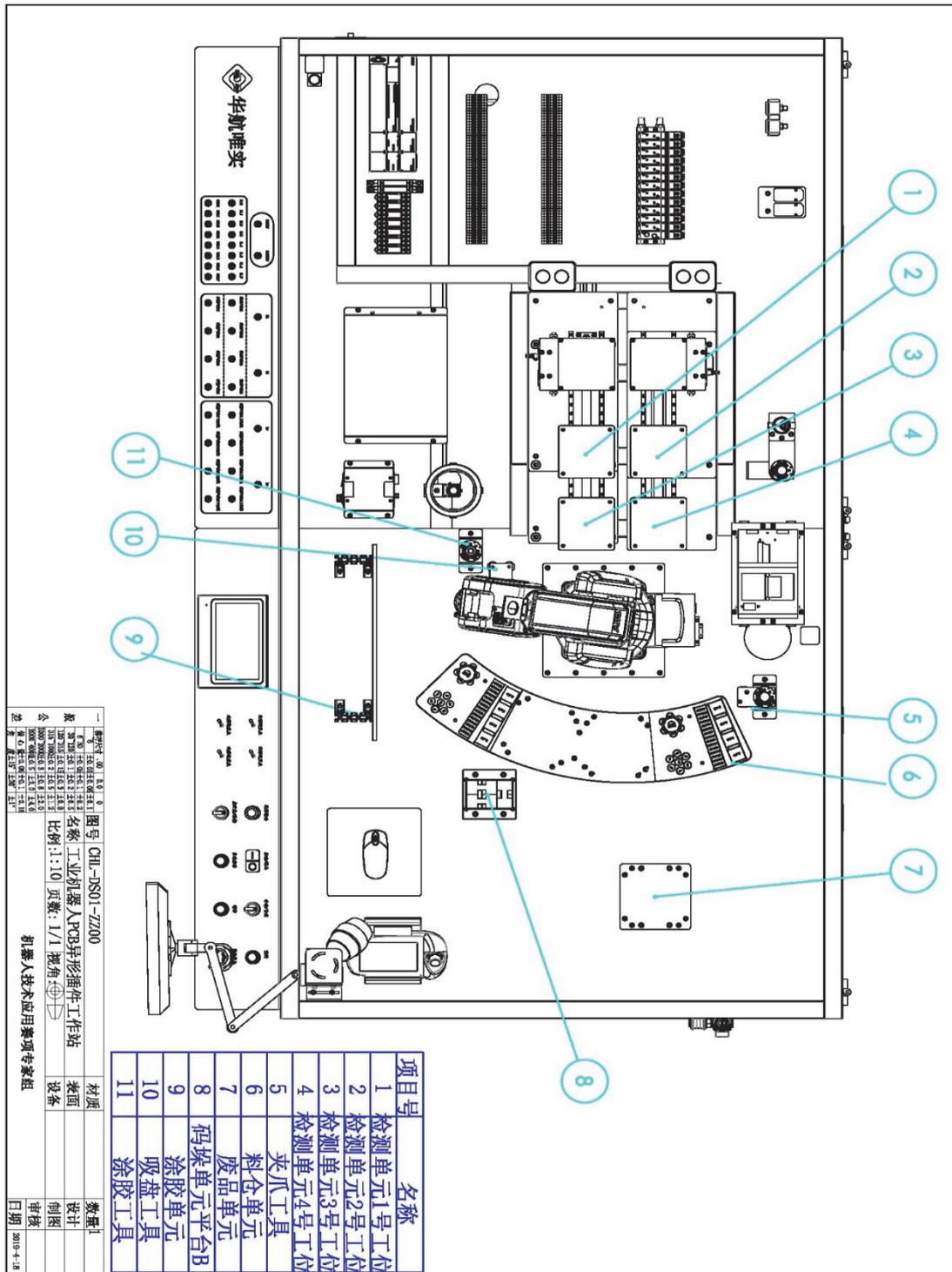


图 1-23 工作站各单元台面布局

注：赛卷中布局图根据任务要求变化会适当调整

### 1-15 工作站台面布局 (4)

按如图 1-24 所示布置和安装工作站台面的各功能单元、工具及工具支架、码垛平台、检测工位等。

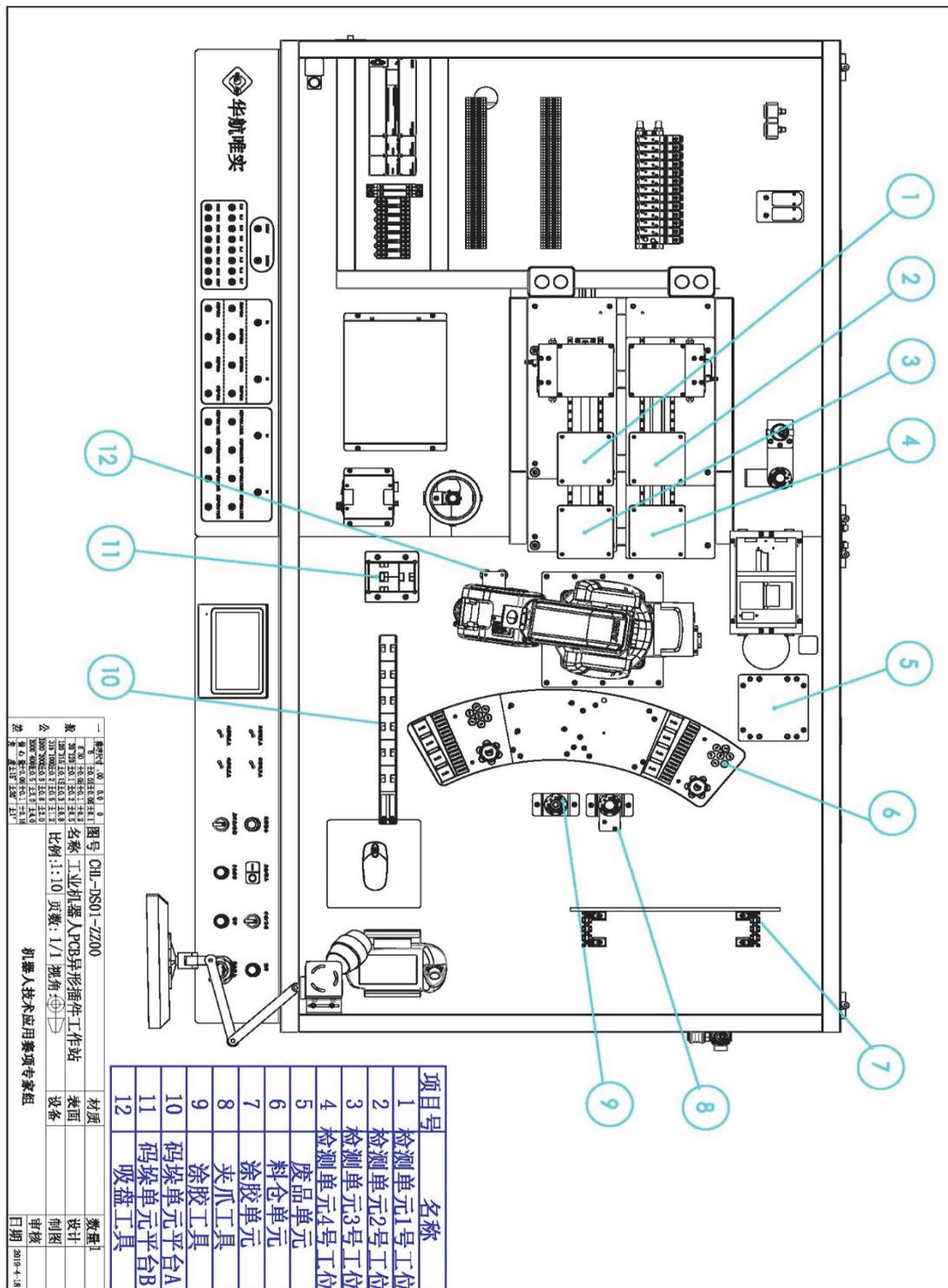


图 1-24 工作站各单元台面布局

注：赛卷中布局图根据任务要求变化会适当调整

### 1-16 供气总控连接

完成从气泵到三联件的气路连接，调整气路压力调整到 0.4~0.6MPa，完成从三联件到阀岛的气路连接。

### 1-17 PLC 的 IO 信号连接

在控制面板区域，参照下面 PLC 的 IO 信号表，利用快接线缆，按工艺要求完成电路接线。

表 1-1 PLC 输入信号表

序号	地址	功能	序号	地址	功能
1	I0.0	急停	13	I1.4	升降气缸 3 上限
2	I0.1	编程/运行	14	I1.5	升降气缸 3 下限
3	I0.2	启动	15	I1.6	升降气缸 4 上限
4	I0.3	停止	16	I1.7	升降气缸 4 下限
5	I0.4	自动启动	17	I2.0	推动气缸 1 伸出
6	I0.5	暂停	18	I2.1	推动气缸 1 缩回
7	I0.6	重新	19	I2.2	推动气缸 2 伸出
8	I0.7	点对点/补偿	20	I2.3	推动气缸 2 缩回
9	I1.0	升降气缸 1 上限	21	I2.4	推动气缸 3 伸出
10	I1.1	升降气缸 1 下限	22	I2.5	推动气缸 3 缩回
11	I1.2	升降气缸 2 上限	23	I2.6	推动气缸 4 伸出
12	I1.3	升降气缸 2 下限	24	I2.7	推动气缸 4 缩回

表 1-2 PLC 输出信号表

序号	地址	功能	序号	地址	功能
1	Q0.0	升降气缸 1	13	Q1.4	红色指示灯 1
2	Q0.1	升降气缸 2	14	Q1.5	绿色指示灯 1
3	Q0.2	升降气缸 3	15	Q1.6	红色指示灯 2
4	Q0.3	升降气缸 4	16	Q1.7	绿色指示灯 2
5	Q0.4	推动气缸 1	17	Q2.0	红色指示灯 3
6	Q0.5	推动气缸 2	18	Q2.1	绿色指示灯 3
7	Q0.6	推动气缸 3	19	Q2.2	红色指示灯 4
8	Q0.7	推动气缸 4	20	Q2.3	绿色指示灯 4

9	Q1.0	检测指示灯 1	21	Q2.4	启动停止指示灯
10	Q1.1	检测指示灯 2	22	Q2.5	自动启动指示灯
11	Q1.2	检测指示灯 3			
12	Q1.3	检测指示灯 4			

注：赛卷中 IO 分配根据任务要求变化会适当调整

## 模块二 工业机器人基础操作及维护维修

### 工业机器人运行规范要求

(1) 工业机器人在运行过程中不得出现轴限位点、奇异点及不可达点，使得工业机器人无法连续完成运动过程。

(2) 工业机器人在运行过程中，不得出现与其他单元或物体碰撞现象，损坏设备。

(3) 工业机器人在完成芯片放置、盖板安装及产品入库时，不得出现抖动现象，且安装物料需准确安装或放置到指定位置。

(4) 工业机器人在运行过程中，不得出现所安装的工具或工具所拾取的物料发生掉落现象。

### 2-1 设定工业机器人 Home 点

操作示教器，设定工业机器人 Home 点姿态为本体的 1 轴、2 轴、3 轴、4 轴、6 轴的关节角度均为 0 度，5 轴的关节角度为 +90°，即工业机器人法兰盘轴线方向为竖直向下，如图 2-1 所示。



图 2-1 工业机器人 Home 点姿态

### 2-2 工业机器人 IO 信号配置

在工业机器人示教器中，根据所提供的工业机器人 IO 信号板与 PLC、视觉控制器等终端的接线图，定义各信号的类型和功能，以满足后续任务操

作和程序编制。

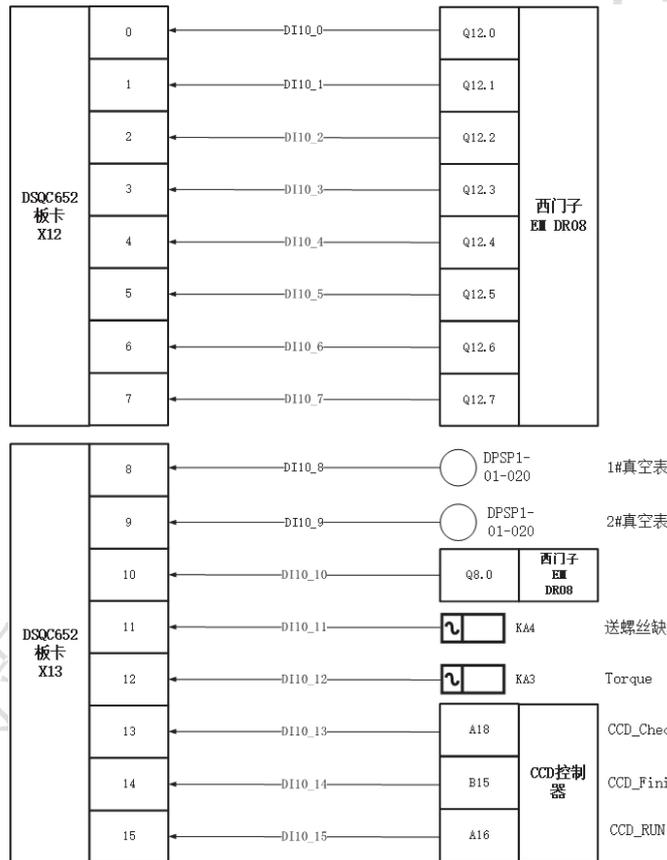


图 2-2 工业机器人数字量输入信号接线图

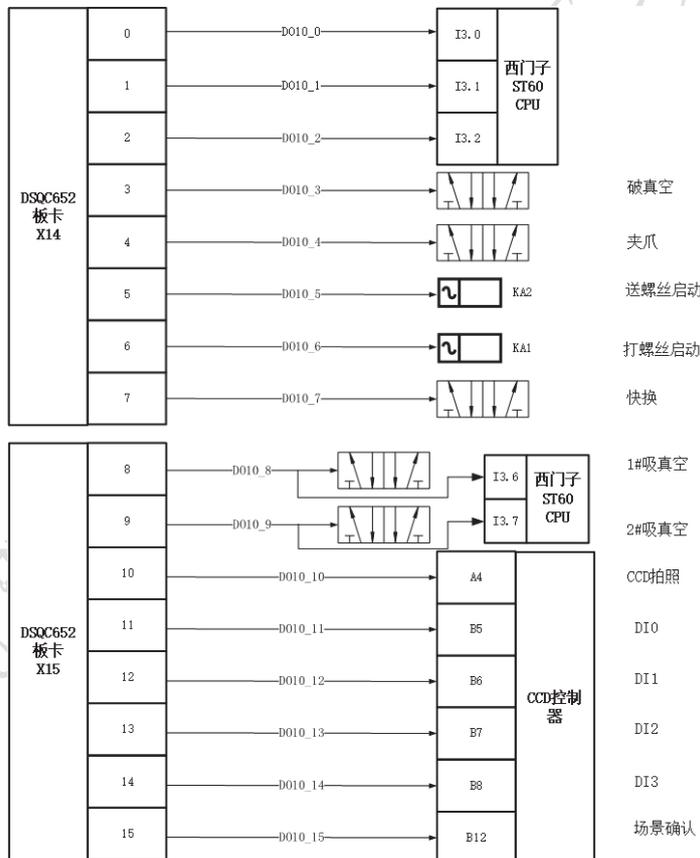


图 2-3 工业机器人数字量输出信号接线图

### 2-3 尖点工具 TCP 标定

利用竞赛工位所提供的工具及紧固标准件，规范地将尖点工具准确安装到工业机器人第六轴末端法兰处。

操作工业机器人，利用工作台上所提供的标定辅助点，采用 4 点法完成对尖点工具的 TCP 标定操作。完成后，选手需务必保持示教器标定完成界面不动，举手示意现场裁判，由裁判记录系统显示的平均误差值。



图 2-4 标定完成界面

完成尖点工具 TCP 标定后，利用竞赛工位所提供的工具，规范地将尖点工具由工业机器人第六轴末端法兰处拆卸并放入操作台上。

### 2-4 夹爪工具 TCP 标定

利用竞赛工位所提供的工具及紧固标准件，规范地将夹爪工具准确安装到工业机器人第六轴末端法兰处。

操作工业机器人，利用工作台上所提供的标定辅助点，采用 4 点法完成对夹爪工具的 TCP 标定操作。完成后，选手需务必保持示教器标定完成界面不动，举手示意现场裁判，由裁判记录系统显示的平均误差值。



图 2-5 标定完成界面

完成夹爪工具 TCP 标定后，利用竞赛工位所提供的工具，规范地将夹爪工具由工业机器人第六轴末端法兰处拆卸并放入操作台上。

## 2-5 转数计数器更新操作

通过示教器操作工业机器人，将本体各轴移至零点标记所指示的同步位置，并进行转数计数器更新操作。

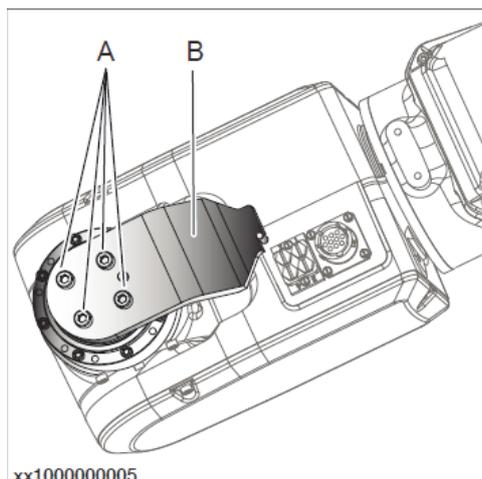


图 2-6 转数计数器更新操作界面

## 2-6 微校标定工装装卸

利用竞赛工位所提供的工具及紧固标准件，规范地将微校标定工装准确安装到工业机器人第六轴末端法兰处。在完成微校操作后，利用竞赛工位所提供的工具，规范地将微校标定工装由工业机器人第六轴末端法兰处拆卸并

规整放入操作台上。



部件：

- A：连接螺钉 (4 pcs)
- B：校准工具

图 2-7 微校标定工装

## 2-7 工业机器人第 1 轴微校操作

操作工业机器人，规范完成其第 1 轴的微校操作。完成后，通过示教器打开“校准”选项中的“编辑电机校准偏移”界面，由现场裁判记录第 1 轴偏移值的数值，否则该项不得分。

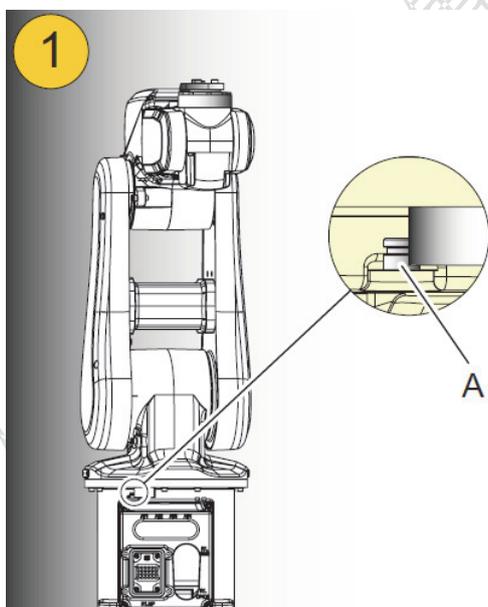


图 2-8 第 1 轴校准针脚位置



图 2-9 编辑电机校准偏移界面

## 2-8 工业机器人第 2 轴微校操作

操作工业机器人，规范完成其第 2 轴的微校操作。完成后，通过示教器打开“校准”选项中的“编辑电机校准偏移”界面，由现场裁判记录第 2 轴偏移值的数值，否则该项不得分。

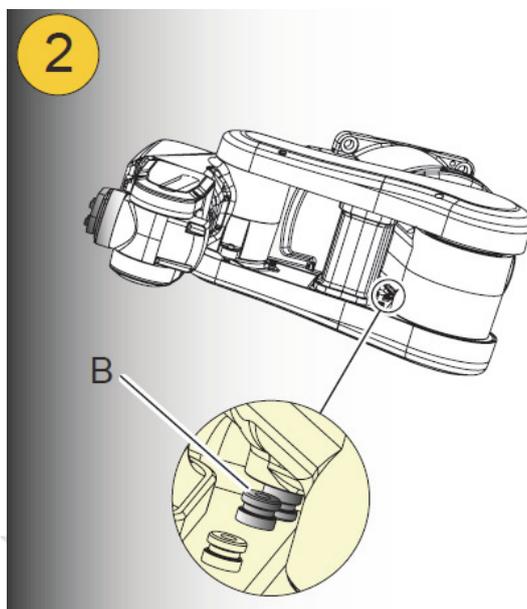


图 2-10 第 2 轴校准针脚位置

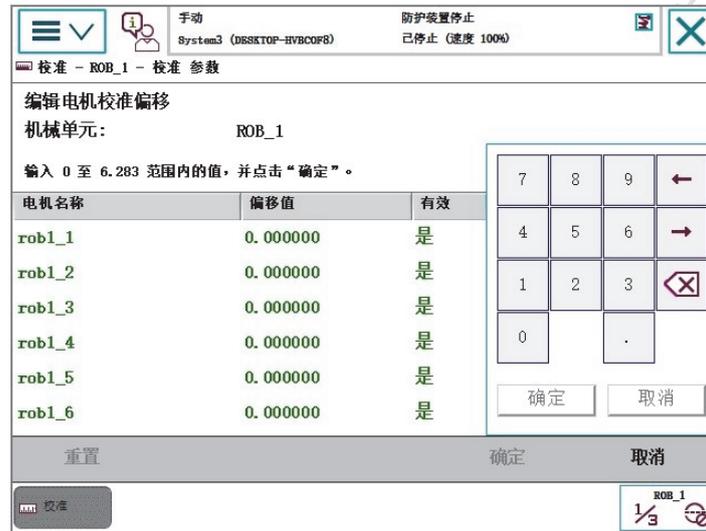


图 2-11 编辑电机校准偏移界面

### 2-9 工业机器人第 3 轴微校操作

操作工业机器人，规范完成其第 3 轴的微校操作。完成后，通过示教器打开“校准”选项中的“编辑电机校准偏移”界面，由现场裁判记录第 3 轴偏移值的数值，否则该项不得分。

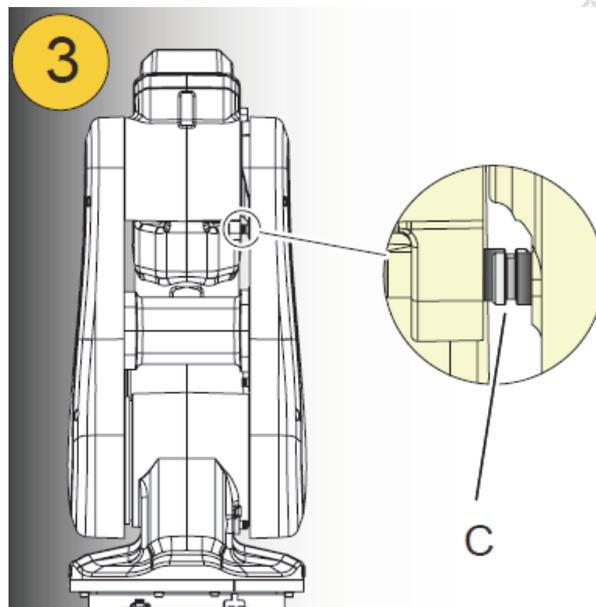


图 2-12 第 3 轴校准针脚位置

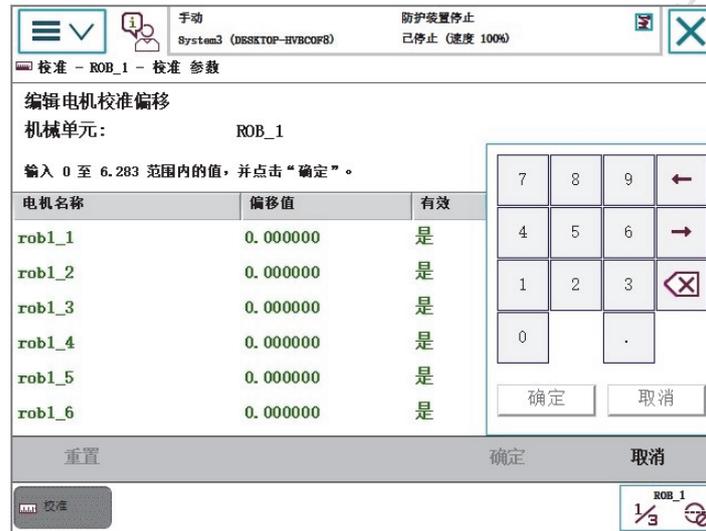


图 2-13 编辑电机校准偏移界面

## 2-10 工业机器人第 4 轴微校操作

操作工业机器人，规范完成其第 4 轴的微校操作。完成后，通过示教器打开“校准”选项中的“编辑电机校准偏移”界面，由现场裁判记录第 4 轴偏移值的数值，否则该项不得分。

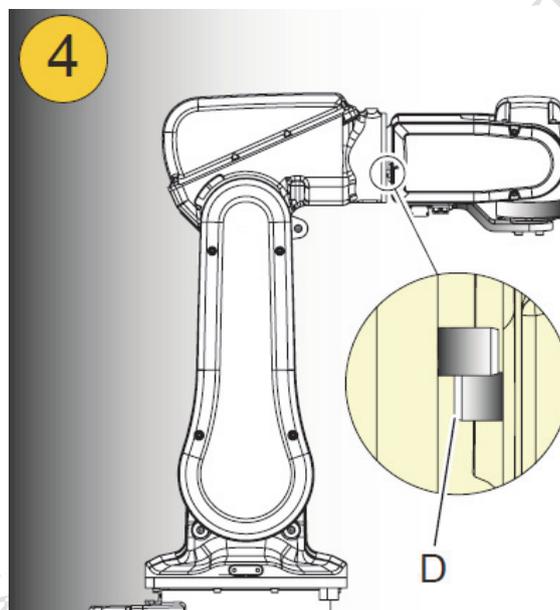


图 2-14 第 4 轴校准针脚位置

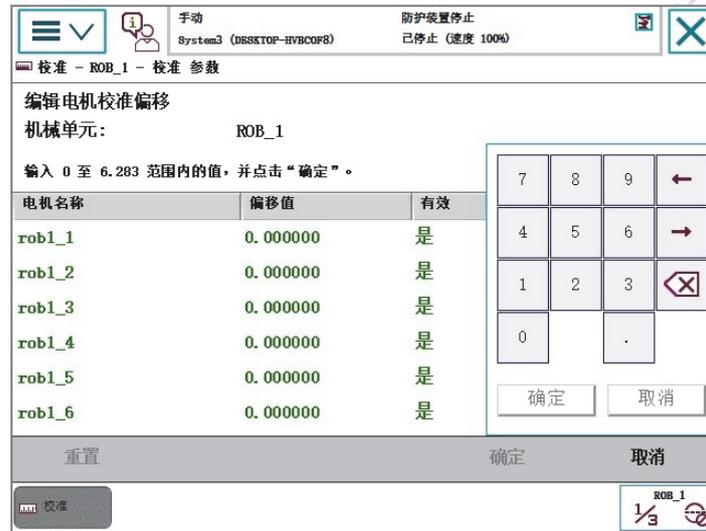


图 2-15 编辑电机校准偏移界面

### 2-11 工业机器人第 5 轴微校操作

操作工业机器人，规范完成其第 5 轴的微校操作。完成后，通过示教器打开“校准”选项中的“编辑电机校准偏移”界面，由现场裁判记录第 5 轴偏移值的数值，否则该项不得分。

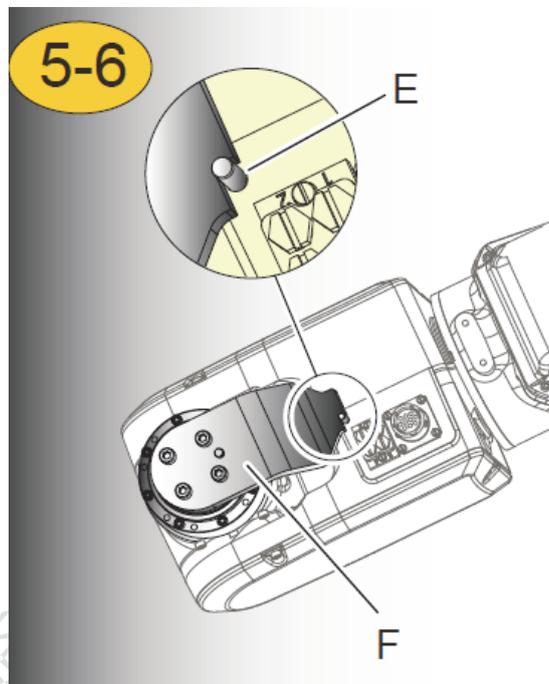


图 2-16 第 5 轴校准针脚位置

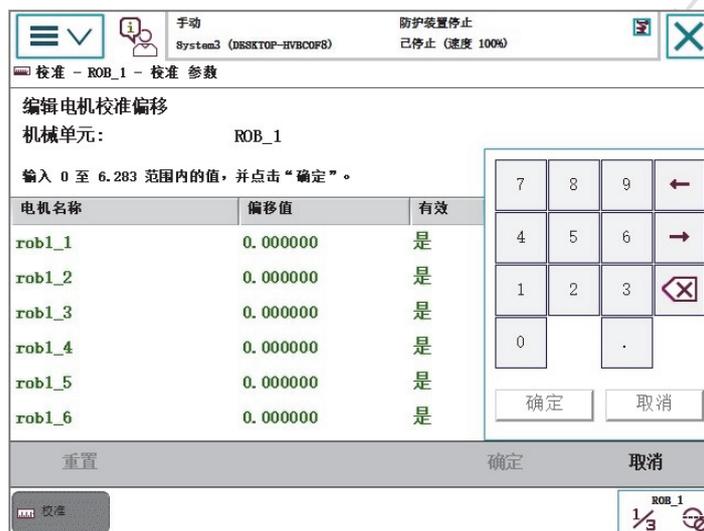


图 2-17 编辑电机校准偏移界面

## 2-12 工业机器人第 6 轴微校操作

操作工业机器人，规范完成其第 1 轴的微校操作。完成后，通过示教器打开“校准”选项中的“编辑电机校准偏移”界面，由现场裁判记录第 6 轴偏移值的数值，否则该项不得分。

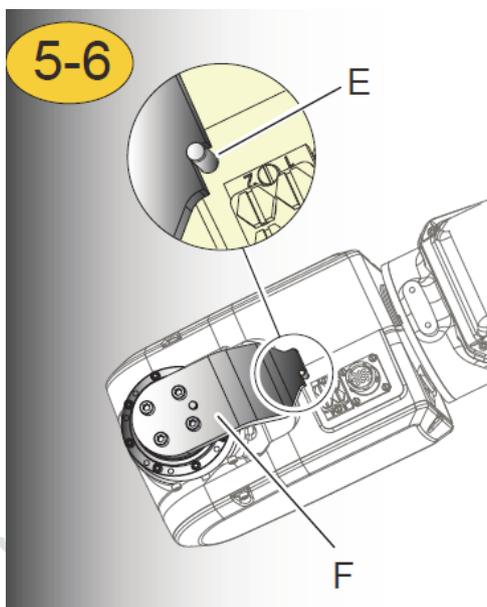


图 2-18 第 6 轴校准针脚位置



图 2-19 编辑电机校准偏移界面

### 模块三 RobotArt 虚拟仿真

#### 3-1 虚拟仿真三维环境搭建

利用现场提供的测量工具，完成对工作站台面上所有单元组件的布局尺寸测量。在 RobotArt 软件中，根据实际测量结果，对三维环境中的单元组件进行位置调整，使其与本赛位竞赛平台一致，要求竞赛平台台面上所有单元均安放到位。

工作站模型文件可通过工具栏“工作站”按钮打开使用，通过工具栏“另存为”按钮保存到文件夹中，请勿擅自更改文件后缀。软件操作过程中注意随时保存比赛成果。

#### 3-2 方形外壳涂胶

在 RobotArt 软件中，针对涂胶单元面板上的方形外壳涂胶轨迹，实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取涂胶工具。
- (3) 以 A1 点为起始点，以 A3 为结束点，顺时针完成方形外壳涂胶。
- (4) 涂胶工具的 TCP 位于涂胶单元轨迹线槽的中心线，偏离涂胶单元平面上方 5mm 距离。
- (5) 轨迹速度为 0.2m/s。
- (6) 工业机器人放回涂胶工具。
- (7) 工业机器人动作结束点为 Home 点。
- (8) 仿真过程中不出现工业机器人不可达点、奇异点、轴限位点。

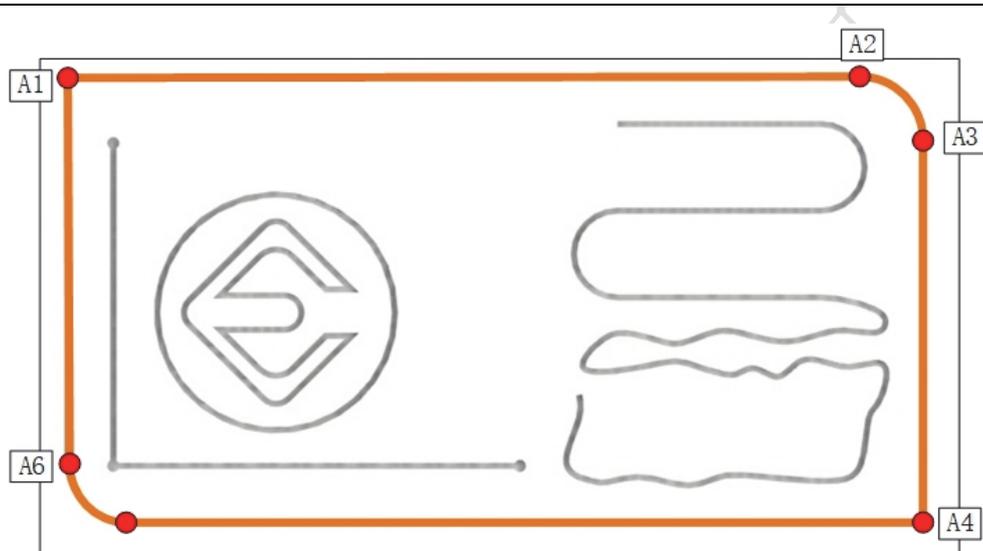


图 3-1 方形涂胶轨迹

### 3-3 圆形外壳涂胶

在 RobotArt 软件中，针对涂胶单元面板上的圆形外壳涂胶轨迹，实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取涂胶工具。
- (3) 以 B1 点为起始点和结束点，逆时针完成圆形外壳涂胶。
- (4) 涂胶工具的 TCP 位于涂胶单元轨迹线槽的中心线，在 B1 到 B2 段偏离涂胶单元平面上方 5mm 距离，在 B2 到 B3 段偏离涂胶单元平面上方 10mm 距离，在 B3 到 B1 段偏离涂胶单元平面上方 5mm 距离。
- (5) 轨迹速度为 0.1m/s。
- (6) 工业机器人放回涂胶工具。
- (7) 工业机器人动作结束点为 Home 点。
- (8) 仿真过程中不出现工业机器人不可达点、奇异点、轴限位点。

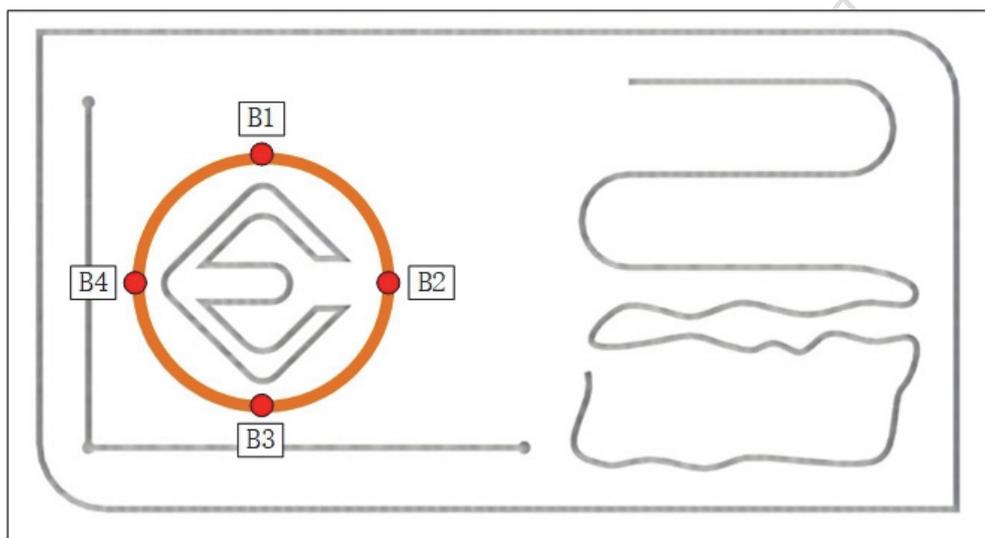


图 3-2 圆形涂胶轨迹

### 3-4 LOGO 轨迹涂胶

在 RobotArt 软件中，针对涂胶单元面板上的 LOGO 轨迹，实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取涂胶工具。
- (3) 以 C2 点为起始点，以 C5 点为结束点，逆时针完成 LOGO 轨迹涂胶。
- (4) 涂胶工具的 TCP 位于涂胶单元轨迹线槽的中心线偏离涂胶单元平面上方 5mm 距离。
- (5) 轨迹速度为 0.2m/s。
- (6) 分别在 C3、C4 点处停留 1s。
- (7) 工业机器人放回涂胶工具。
- (8) 工业机器人动作结束点为 Home 点。
- (9) 仿真过程中不出现工业机器人不可达点、奇异点、轴限位点。

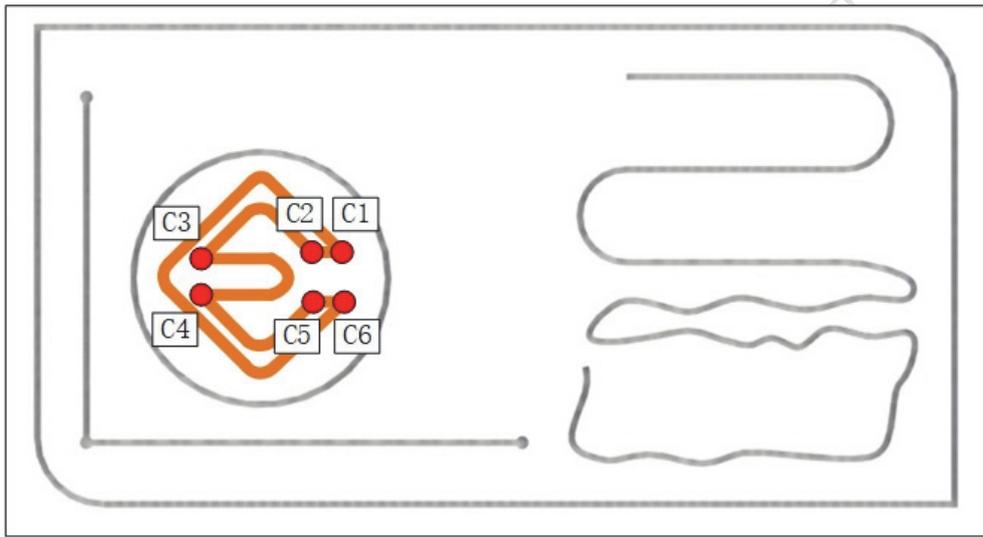


图 3-3 LOGO 涂胶轨迹

### 3-5 复杂轨迹涂胶

在 RobotArt 软件中，针对涂胶单元面板上的复杂轨迹，实现以下动作流程：

(1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。

(2) 工业机器人拾取涂胶工具。

(3) 以 D3 为起始点，以 D7 为结束点，完成复杂轨迹涂胶。

(4) 涂胶工具的 TCP 位于涂胶单元轨迹线槽的中心线偏离涂胶单元平面上方 5mm 距离。

(5) 在 D3 到 D4 和 D5 到 D6 段轨迹速度为 0.2m/s。

(6) 在 D4 到 D5 段轨迹速度为 0.1m/s。

(7) 在 D6 到 D7 段轨迹速度为 0.05m/s。

(8) 工业机器人放回涂胶工具。

(9) 工业机器人动作结束点为 Home 点。

(10) 仿真过程中不出现工业机器人不可达点、奇异点、轴限位点。



### 3-7 双层码垛

在 RobotArt 软件中，针对码垛单元和物料，实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取夹爪工具。
- (3) 将平台 A 中的 6 个物料由底部依次取出并按图 3-6 要求在平台 B 上码垛。

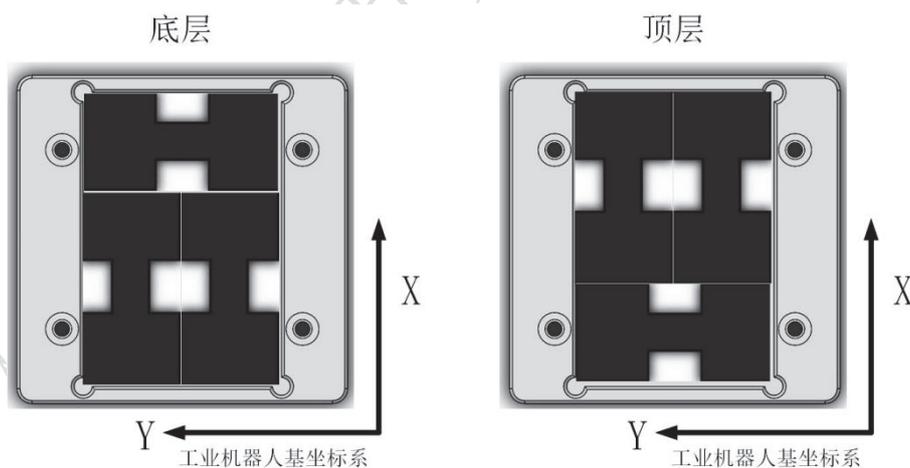


图 3-6 物料摆放要求

- (4) 工业机器人放回夹爪工具。
- (5) 工业机器人动作结束点为 Home 点。
- (6) 仿真过程中不出现工业机器人不可达点、奇异点、轴限位点。

### 3-8 单层拆垛

在 RobotArt 软件中，针对码垛单元和物料，实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取夹爪工具。
- (3) 将平台 B 中的 2 个物料依次取出放入平台 A 中，其中平台 B 的物料摆放如图 3-7 所示。

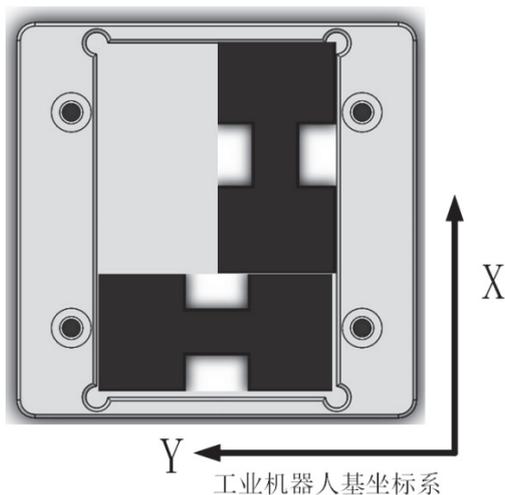


图 3-7 物料摆放情况

- (4) 工业机器人放回夹爪工具。
- (5) 工业机器人动作结束点为 Home 点。
- (6) 仿真过程中不出现工业机器人不可达点、奇异点、轴限位点。

### 3-9 双层拆垛

在 RobotArt 软件中，针对码垛单元和物料，实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取夹爪工具。
- (3) 将平台 B 中的 5 个物料依次取出放入平台 A 中，其中平台 B 的物料摆放如图 3-8 所示。

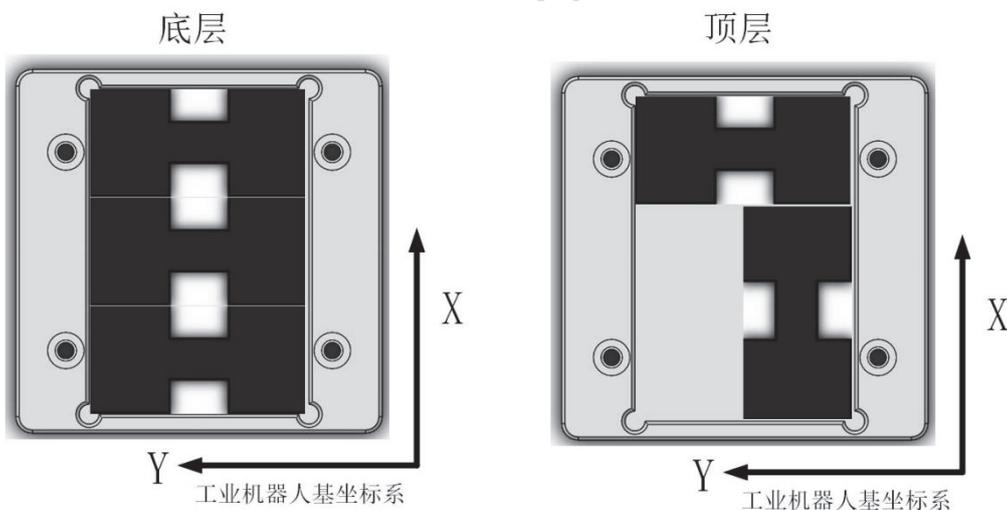


图 3-8 物料摆放情况

- (4) 工业机器人放回夹爪工具。
- (5) 工业机器人动作结束点为 Home 点。
- (6) 仿真过程中不出现工业机器人不可达点、奇异点、轴限位点。

## 模块四 外壳涂胶

### 4-1 方形外壳涂胶

在竞赛平台上，针对涂胶单元面板上的方形外壳涂胶轨迹，对工业机器人操作编程实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取涂胶工具。
- (3) 以 A1 点为起始点，以 A3 为结束点，顺时针完成方形外壳涂胶。
- (4) 涂胶工具的 TCP 位于涂胶单元轨迹线槽的中心线，偏离涂胶单元平面上方 5mm 距离。
- (5) 轨迹速度为 0.2m/s。
- (6) 工业机器人放回涂胶工具。
- (7) 工业机器人动作结束点为 Home 点。

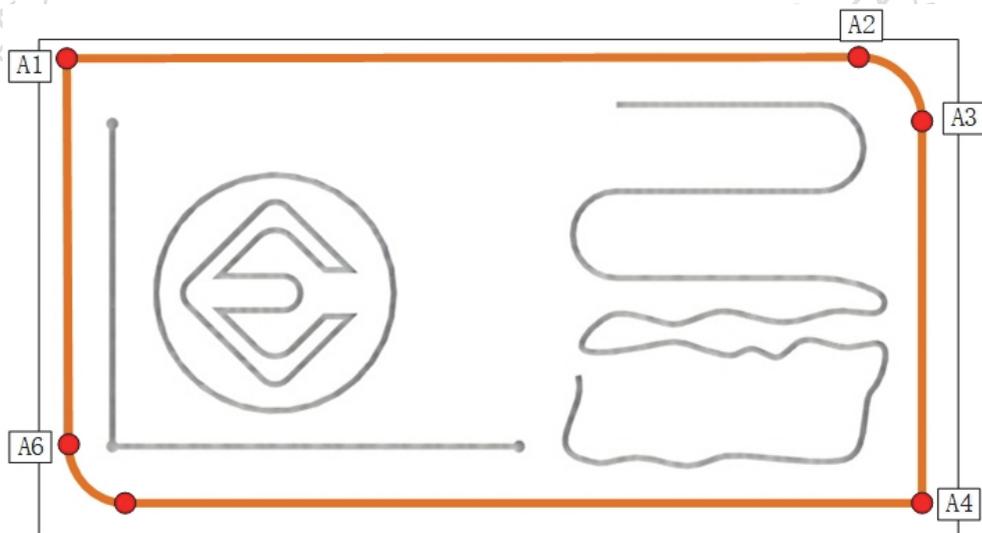


图 4-1 方形涂胶轨迹

### 4-2 圆形外壳涂胶

在竞赛平台上，针对涂胶单元面板上的圆形外壳涂胶轨迹，对工业机器人操作编程实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取涂胶工具。

(3) 以 B1 点为起始点和结束点，逆时针完成圆形轨迹涂胶。

(4) 涂胶工具的 TCP 位于涂胶单元轨迹线槽的中心线，在 B1 到 B2 段偏离涂胶单元平面上方 5mm 距离，在 B2 到 B3 段偏离涂胶单元平面上方 10mm 距离，在 B3 到 B1 段偏离涂胶单元平面上方 5mm 距离。

(5) 轨迹速度为 0.1m/s。

(6) 工业机器人放回涂胶工具。

(7) 工业机器人动作结束点为 Home 点。

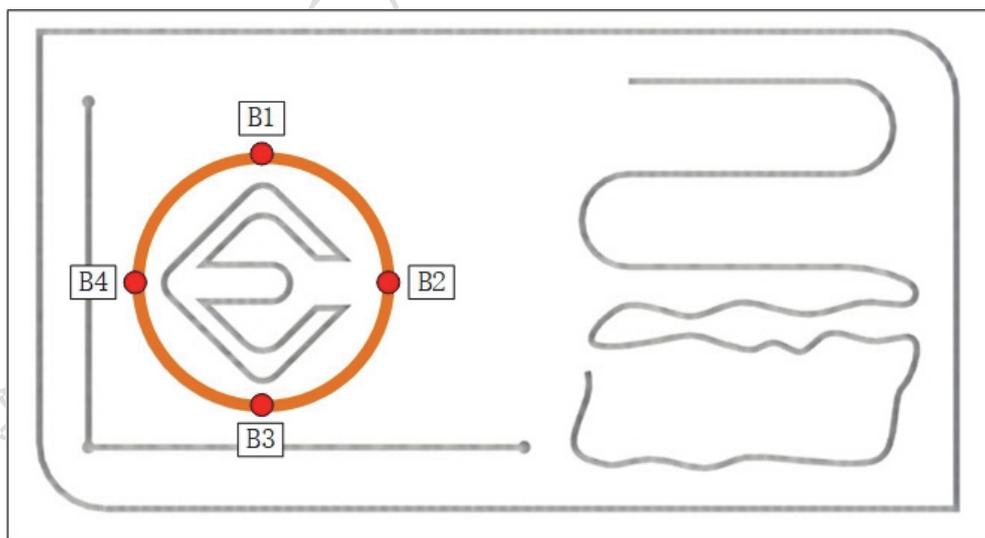


图 4-2 圆形涂胶轨迹

### 4-3 LOGO 轨迹涂胶

在竞赛平台上，针对涂胶单元面板上的 LOGO 轨迹，对工业机器人操作编程实现以下动作流程：

(1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。

(2) 工业机器人拾取涂胶工具。

(3) 以 C2 点为起始点，以 C5 点为结束点，逆时针完成 LOGO 轨迹涂胶。

(4) 涂胶工具的 TCP 位于涂胶单元轨迹线槽的中心线偏离涂胶单元平面上方 5mm 距离。

(5) 轨迹速度为 0.2m/s。

- (6) 分别在 C3、C4 点处停留 1s。
- (7) 工业机器人放回涂胶工具。
- (8) 工业机器人动作结束点为 Home 点。

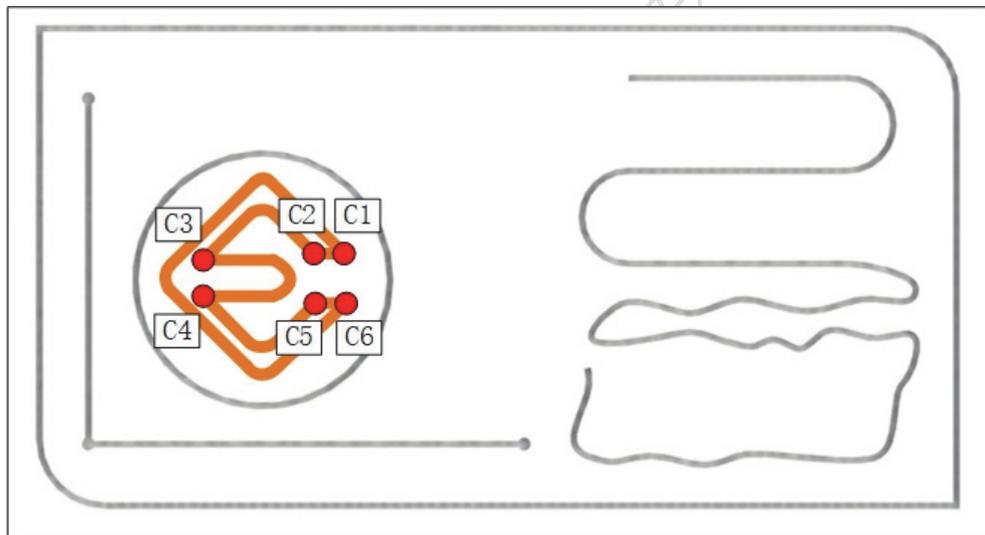


图 4-3 LOGO 涂胶轨迹

#### 4-4 复杂轨迹涂胶

在竞赛平台上，针对涂胶单元面板上的复杂轨迹，对工业机器人操作编程实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取涂胶工具。
- (3) 以 D3 为起始点，以 D7 为结束点，完成复杂轨迹涂胶。
- (4) 涂胶工具的 TCP 位于涂胶单元轨迹线槽的中心线偏离涂胶单元平面上方 5mm 距离。
- (5) 在 D3 到 D4 和 D5 到 D6 段轨迹速度为 0.2m/s。
- (6) 在 D4 到 D5 段轨迹速度为 0.1m/s。
- (7) 在 D6 到 D7 段轨迹速度为 0.05m/s。
- (8) 工业机器人放回涂胶工具。
- (9) 工业机器人动作结束点为 Home 点。

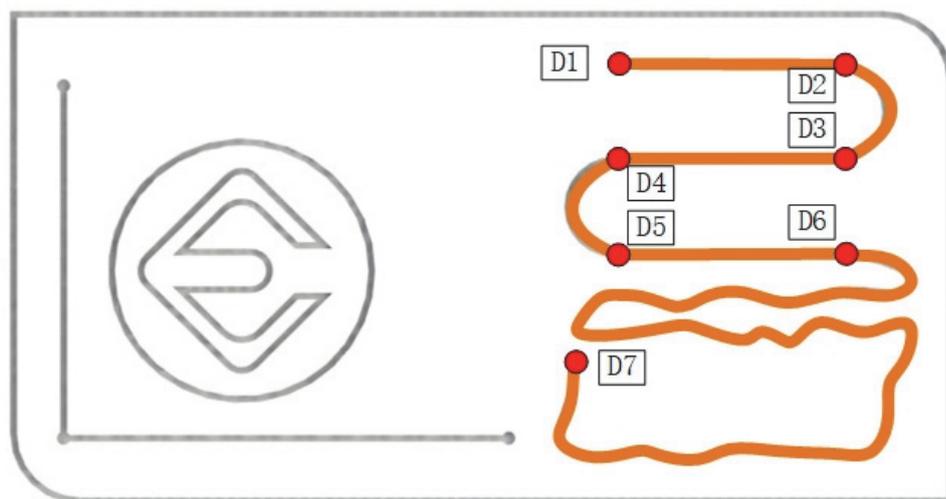


图 4-4 复杂轨迹

#### 4-5 定制轨迹涂胶（1）

在竞赛平台上，针对涂胶单元面板上的各种涂胶轨迹，对工业机器人操作编程实现以下动作流程：

- （1）工业机器人动作起始点为 Home 点。
- （2）工业机器人拾取涂胶工具。
- （3）工业机器人回到 Home 点。
- （4）在触摸屏上设定轨迹的起始点（B1、B2、B3、B4）和终止点（B1、B2、B3、B4），顺时针完成圆形轨迹涂胶（如图 4-5 所示）。
- （5）在触摸屏上设定轨迹的起始点（C1、C2、C3、C4、C5、C6）和终点为（C1、C2、C3、C4、C5、C6），完成复杂轨迹涂胶（如图 4-5 所示）。
- （6）涂胶工具的 TCP 位于涂胶单元轨迹线槽的中心线偏离涂胶单元平面上方，距离由触摸屏界面选择（如图 4-6 所示）。
- （7）轨迹速度参数由触摸屏界面选择（如图 4-6 所示）。
- （8）轨迹在指定的特征点处停留，特征点编号和停留时间由触摸屏界面选择（如图 4-6 所示）。
- （9）工业机器人放回涂胶工具。
- （10）工业机器人动作结束点为 Home 点。

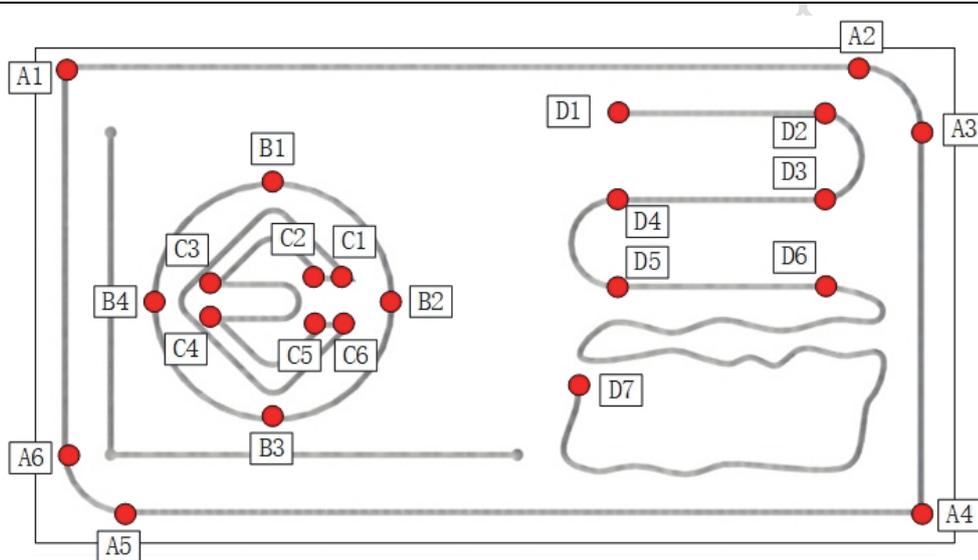


图 4-5 涂胶单元面板



图 4-6 涂胶功能设定界面

#### 4-6 定制轨迹涂胶（2）

在竞赛平台上，针对涂胶单元面板上的各种涂胶轨迹，对工业机器人操作编程实现以下动作流程：

在竞赛平台上，针对涂胶单元面板上的各种涂胶轨迹，对工业机器人操作编程实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取涂胶工具。
- (3) 工业机器人回到 Home 点。

(4) 在触摸屏(图 4-8)上设定轨迹的起始点(A1、A2、A3), 终点为 A6, 按下“涂胶启动”按钮后, 机器人顺时针完成轨迹涂胶(如图 4-7 所示)。

(5) 以触摸屏(图 4-8)上设定轨迹的起始点(D7、D6、D5、D4), 终点为 D1, 按下“涂胶启动”按钮后, 机器人完成复杂轨迹涂胶(如图 4-7 所示)。

(6) 涂胶工具的 TCP 位于涂胶单元轨迹线槽的中心线偏离涂胶单元平面上方 5mm 距离。

(7) 轨迹速度参数为 0.1m/s。

(8) 工业机器人回到 Home 点。

(9) 工业机器人放回涂胶工具。

(10) 工业机器人动作结束点为 Home 点。

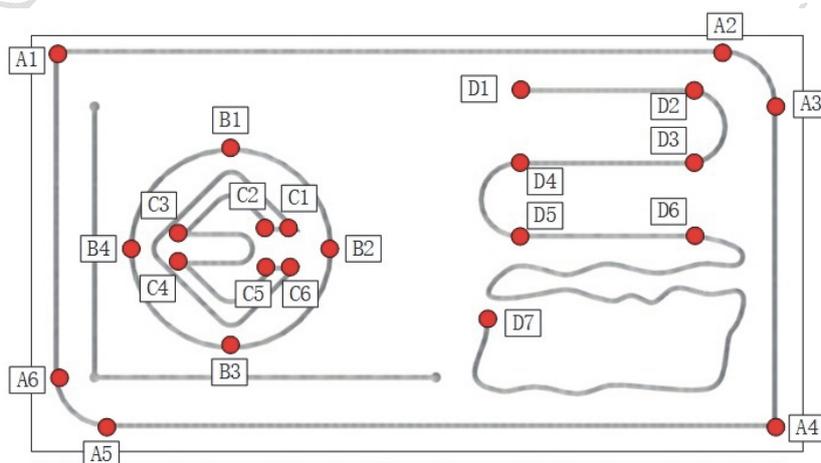


图 4-7 涂胶单元



图 4-8 涂胶功能设定画面

### 4-7 定制轨迹涂胶（3）

在竞赛平台上，针对涂胶单元面板上的各种涂胶轨迹，对工业机器人操作编程实现以下动作流程：

- （1）工业机器人动作起始点为 Home 点。
- （2）工业机器人拾取涂胶工具。
- （3）正常情况下，涂胶工具的 TCP 始终位于涂胶单元轨迹线槽的中心线、工具 Z 轴垂直于涂胶表面。
- （4）若进入特殊区域，如图 4-9 所示，有相应的报警提示。
- （5）工业机器人放回工具。
- （6）工业机器人动作结束点为 Home 点。

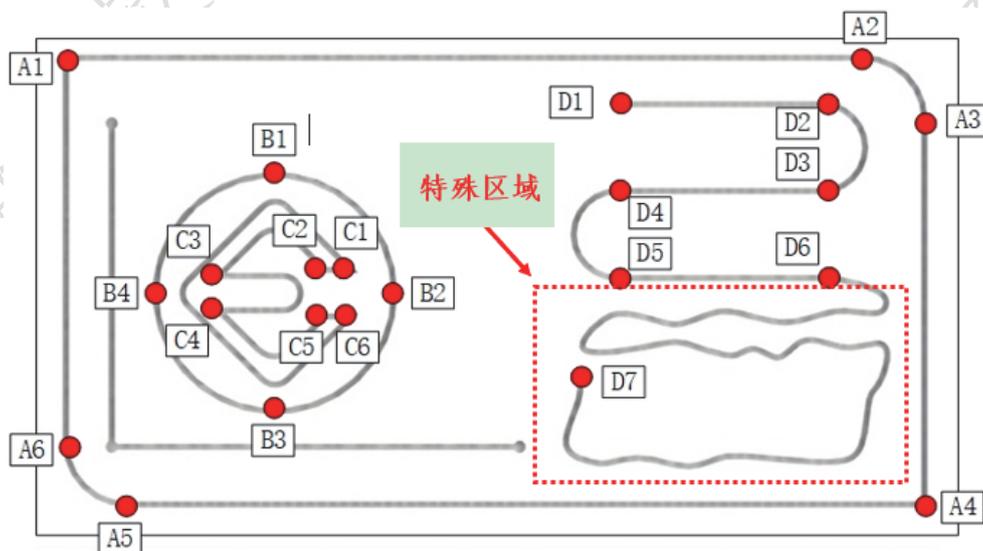


图 4-9 涂胶单元

### 4-8 定制轨迹涂胶（4）

在竞赛平台上，针对涂胶单元面板上的各种涂胶轨迹，对工业机器人操作编程实现以下动作流程：

- （1）工业机器人动作起始点为 Home 点。
- （2）工业机器人拾取相应工具。
- （3）轨迹 A 反复涂胶的层数及 TCP 偏移距离通过触摸屏设定，完成该轨迹的涂胶，如图 4-10 所示。

(4) 轨迹 B 的初始速度、加速度等参数由触摸屏界面设定，触摸屏能实时显示当前涂胶速度，完成该轨迹的涂胶，如图 4-10 所示。

(5) 工业机器人放回工具。

(6) 工业机器人动作结束点为 Home 点。



图 4-10 涂胶工艺参数设定画面

#### 4-9 定制轨迹涂胶 (5)

在竞赛平台上，针对涂胶单元面板上的各种涂胶轨迹，对工业机器人操作编程实现以下动作流程：

(1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。

(2) 工业机器人拾取涂胶工具。

(3) 以 D3 为起始点，以 D7 为结束点，完成复杂轨迹涂胶，模拟涂胶用料量由触摸屏实时显示，如图 4-11 所示。

(4) 完成该轨迹涂胶后，更换吸盘工具，使用小吸盘的吹气功能对表面残胶和溢胶等进行处理。

(5) 工业机器人放回工具。

(6) 工业机器人动作结束点为 Home 点。



图 4-11 累计出胶量显示画面

#### 4-10 定制轨迹涂胶（6）

在竞赛平台上，针对涂胶单元面板上的各种涂胶轨迹，对工业机器人操作编程实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取涂胶工具。
- (3) 对涂胶任务中的多条涂胶轨迹进行选择，界面设计参考图 4-12，完成各条轨迹涂胶。
- (5) 工业机器人放回工具。
- (6) 工业机器人动作结束点为 Home 点。



图 4-12 涂胶轨迹选择

## 模块五 产品码垛

### 5-1 单层码垛

在竞赛平台中，对工业机器人进行操作编程，实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取夹爪工具。
- (3) 将平台 A 中的 3 个物料由底部依次取出并按要求在平台 B 上码垛。

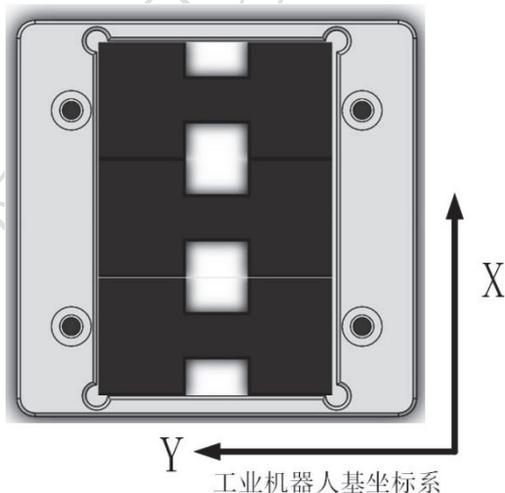


图 5-1 物料摆放要求

- (4) 工业机器人放回夹爪工具。
- (5) 工业机器人动作结束点为 Home 点。
- (6) 要求完整动作完成时间不超过 120s。

### 5-2 双层码垛

在竞赛平台中，对工业机器人进行操作编程，实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取夹爪工具。
- (3) 将平台 A 中的 6 个物料由底部依次取出并按要求在平台 B 上码垛。

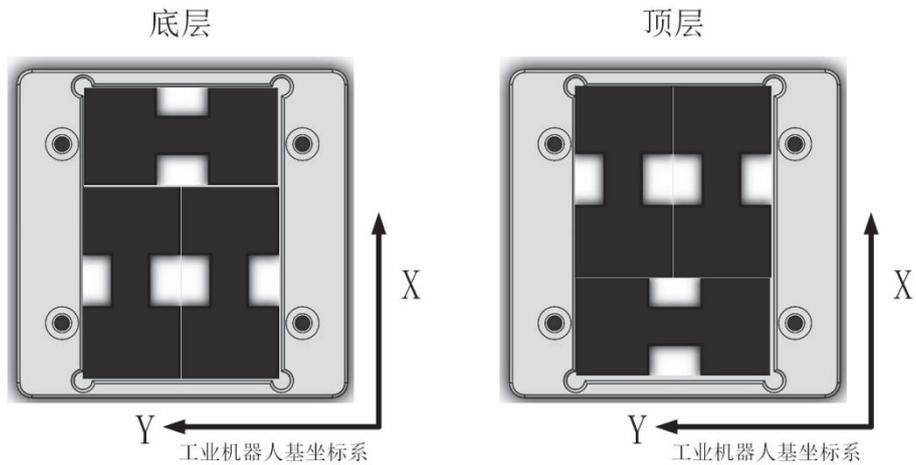


图 5-2 物料摆放要求

- (4) 工业机器人放回夹爪工具。
- (5) 工业机器人动作结束点为 Home 点。

### 5-3 单层拆垛

在竞赛平台中，对工业机器人进行操作编程，实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取夹爪工具。
- (3) 将平台 B 中的 3 个物料依次取出放入平台 A 中，其中平台 B 的物料摆放如所示。

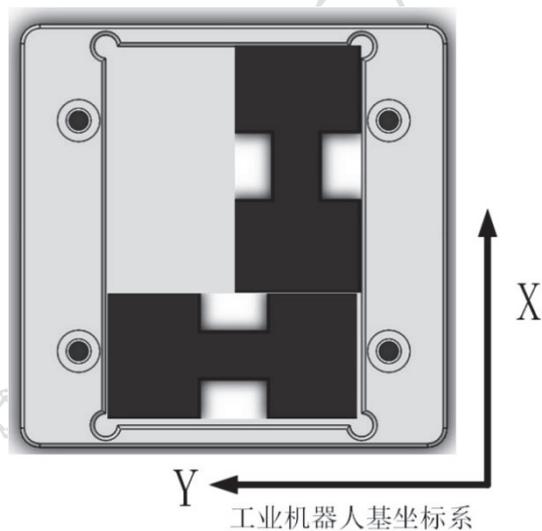


图 5-3 物料摆放情况

- (4) 工业机器人放回夹爪工具。

(5) 工业机器人动作结束点为 Home 点。

#### 5-4 双层拆垛

在竞赛平台中，对工业机器人进行操作编程，实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取夹爪工具。
- (3) 将平台 B 中的 5 个物料依次取出放入平台 A 中，其中平台 B 的物料摆放如图所示。

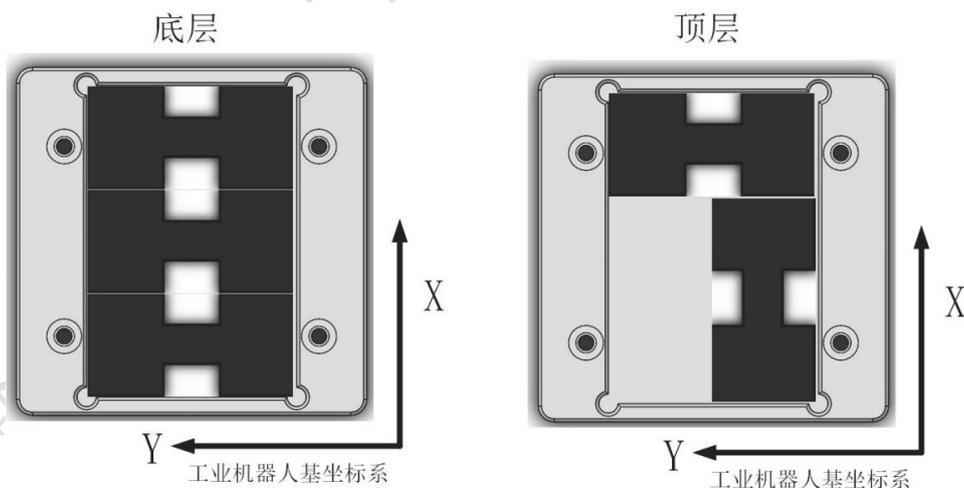


图 5-4 物料摆放情况

- (4) 工业机器人放回夹爪工具。
- (5) 工业机器人动作结束点为 Home 点。

#### 5-5 定制码垛

在竞赛平台中，对工业机器人进行操作编程，实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取夹爪工具。
- (3) 将平台 A 中的 3 个物料由底部依次取出并按照规定要求在平台 B 上码垛一层，码垛型由触摸屏界面选择，如图 5-5 和图 5-6 所示。
- (4) 使用涂胶工具，按照图 5-6 所示的胶装轨迹，对底层物料进行胶装。
- (5) 工业机器人放回夹爪工具。
- (6) 工业机器人动作结束点为 Home 点。



图 5-5 码垛垛型选择画面

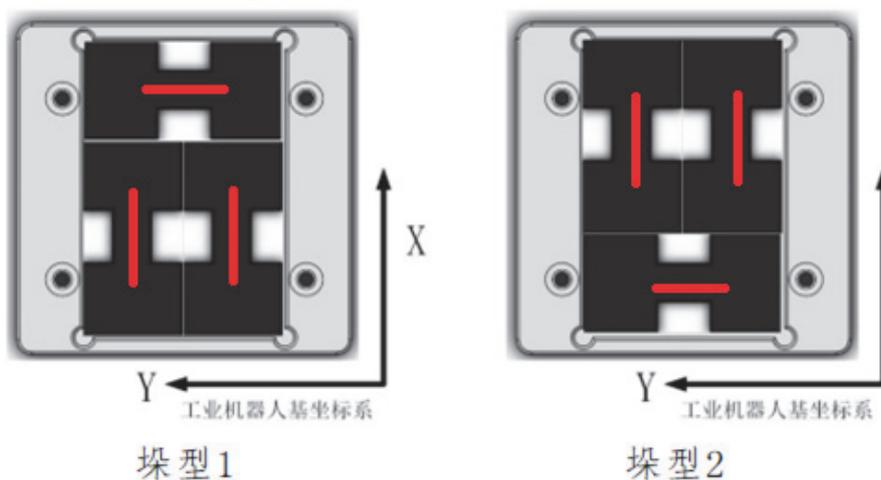


图 5-6 码垛垛型和物料胶装示意图 (红色线段)

### 5-6 定制拆垛

在竞赛平台中，对工业机器人进行操作编程，实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取夹爪工具。
- (3) 将平台 B 中的物料取出放入平台 A 中，其中平台 B 垛型和取料顺序由触摸屏界面选择，如图 5-7 和图 5-8 所示。
- (4) 工业机器人放回夹爪工具。
- (5) 工业机器人动作结束点为 Home 点。

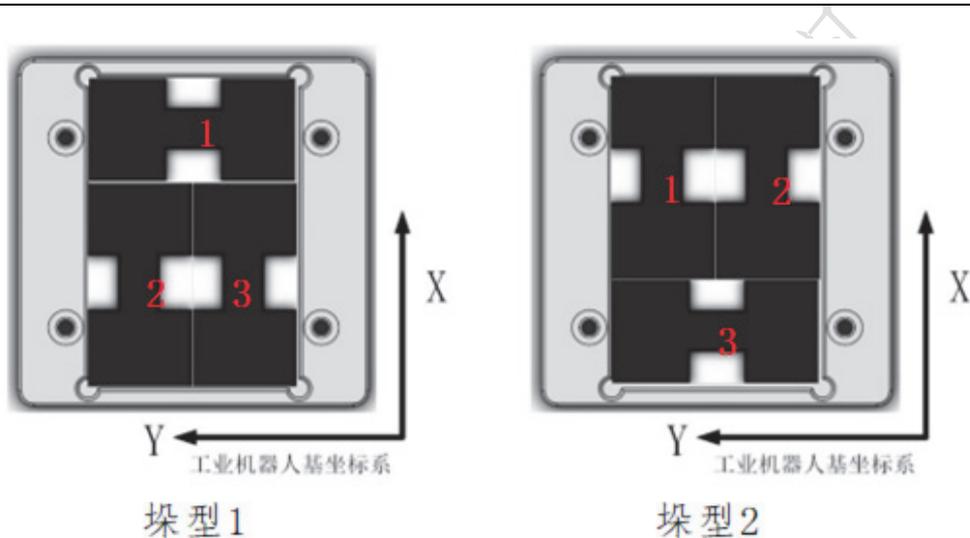


图 5-7 平台 B 垛型和取料顺序图



图 5-8 平台 B 垛型和取料顺序画面

### 5-7 垛型调整

在竞赛平台中，对工业机器人进行操作编程，实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取夹爪工具。
- (3) 平台 B 中初始垛型和目标垛型由触摸屏设置，如图 5-9 和图 5-10 所示，垛型调整过程中，物料不能离开平台 B 区域。
- (4) 工业机器人放回夹爪工具。
- (5) 工业机器人动作结束点为 Home 点。

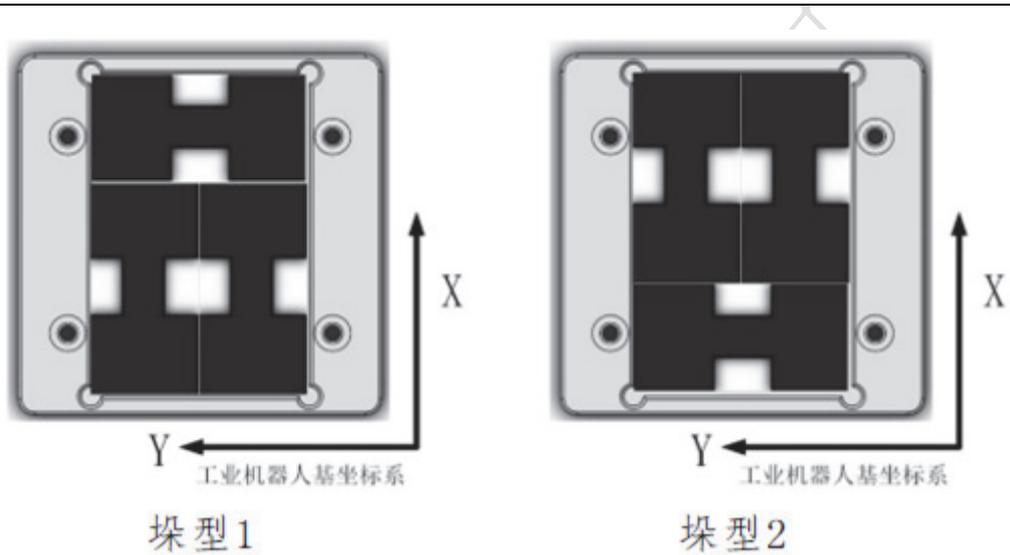


图 5-9 垛型要求



图 5-10 垛型设定界面

### 5-8 定制垛型

在竞赛平台中，对工业机器人进行操作编程，实现以下动作流程：

- (1) 工业机器人动作起始点为 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取夹爪工具。
- (3) 在触摸屏上选择码垛方式，如图 5-11 所示，完成该垛型码垛，码垛垛型如图 5-12 所示。

- (4) 工业机器人放回夹爪工具。
- (5) 工业机器人动作结束点为 Home 点。

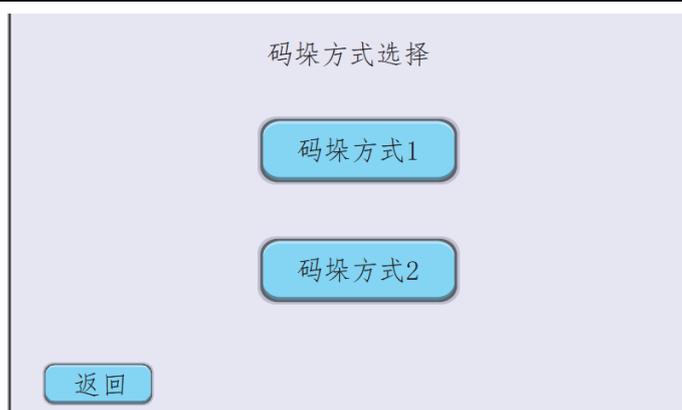


图 5-11 码垛方式选择界面

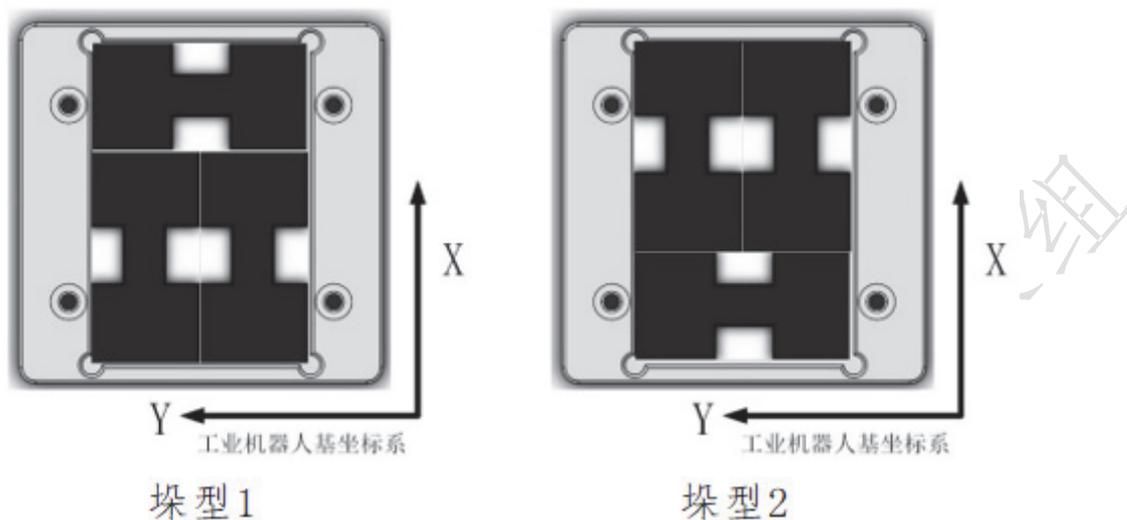


图 5-12 码垛垛型选择

### 5-9 芯片码垛

码垛工艺过程要求如下，中间无停顿：

- (1) 工艺流程起始状态为工业机器人恢复到 Home 点。
- (2) 工业机器人拾取吸盘工具。
- (3) 工业机器人回到 Home 点，在码垛功能设定界面设定三层垛型顺序，如图 5-13 所示。

(4) 设定顺序后在码垛功能设定界面，按下“启动”按钮，工业机器人从芯片回收区料盘中吸取芯片经视觉颜色、形状检测，在码垛单元平台 B 上按照要求摆放芯片，各层摆放的芯片构成如图 5-14 所示（芯片文字方向没有要求，摆放芯片的顺序没有要求），不符合条件的放回原位。例如，若在触摸屏上设置如图 5-13 所示的芯片摆放方式，则图 5-15 为摆放后的参考效果。

- (5) 完成后工业机器人放回吸盘工具。
- (6) 工业机器人回到 Home 点。
- (7) 运行中，可以按下“暂停”按钮，工业机器人停止工作，再按下“启动”按钮后，继续完成当前周期任务。
- (8) 码垛过程中工具、物料不可掉落，不得发生碰撞干涉。



图 5-13 码垛功能设定画面



图 5-14 码垛各层芯片构成

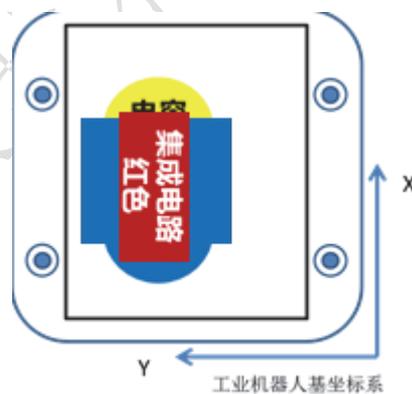


图 5-15 码垛摆放后的参考效果

## 模块六 产品异形芯片分拣安装

### 6-1 吸盘工具的安装与卸载

对工业机器人进行操作和编程，使工业机器人可在运行程序状态下自行运动到吸盘工具位置并通过工具快换模块实现吸盘工具与工业机器人第六轴法兰端安装固连，稳定从工具支架上取出吸盘工具并有效使用吸盘拾取物料。

对工业机器人进行操作和编程，使工业机器人可在运行程序状态下自行运动到吸盘工具位置并通过工具快换模块实现吸盘工具与工业机器人第六轴法兰端脱离卸载，稳定将吸盘工具放置在工具支架上并恢复指定姿态。

### 6-2 芯片原料拾取与放置

对工业机器人进行操作和编程，使工业机器人利用吸盘工具，从指定位置准确拾取芯片原料或将芯片原料放置。动作过程中要求工业机器人稳定运行，不得出现抖动现象。

### 6-3 芯片原料特征检测

对工业机器人和视觉组件进行操作和编程，使工业机器人将拾取的芯片放置到视觉相机的正上方，触发视觉组件拍照，并对该图像进行分析处理后将结果反馈工业机器人。调整视觉组件中的相机镜头焦距/光圈、光源亮度、控制器中的图像参数，从而获取清晰稳定的被检测图像。

### 6-4 芯片特征识别

(1) 对视觉组件进行组态设置，使其在指定检测模板中完成对目标芯片的指定颜色的识别。

(2) 对视觉组件进行组态设置，使其在指定检测模板中完成对目标芯片的指定轮廓的识别。

(3) 对视觉组件进行组态设置，使其在指定检测模块中完成对目标芯片的指定文字的识别。

### 6-5 空位检测

芯片原料区初始状态下未摆放任何芯片的位置，称为空位。只可使用吸

盘工具对芯片空位进行探测，在探测出空位后不得再出现吸盘上无物料空吸现象。

### 6-6 手动界面触摸屏编程

把操作面板区域“编程/运行”旋钮开关旋至“编程”位置，可以实现对 PLC 所有输出点的手动控制和所有输入点的状态监控。界面设计参考图 6-1。



图 6-1 手动界面参考设计图

### 6-7 A03 产品芯片安装

(1) 芯片原料料盘中随机摆满芯片，A03 安装板放置在检测单元 1 号工位，其产品芯片要求如表 6-1 所示。

表 6-1 A03 安装板芯片要求

序号	芯片类型	芯片颜色	数量
1	CPU	蓝色	1
2	集成电路	红色	1
3	电容	黄色	2
4	三极管	红色	1

(2) 工业机器人按照芯片原料料盘中自定义顺序依次取出芯片，通过视觉单元对芯片颜色进行检测。

(3) 根据产品芯片要求, 若为所需芯片则安装到 A03 安装板上, 若非所需芯片则放入芯片回收料盘对应芯片类型位置。

(4) 完成 A03 产品上所有芯片装配后, 工业机器人拾取盖板安装到安装板上。

(5) 检测单元 1 号工位对产品装配状态检测并反馈 OK。

(6) 工业机器人对 A03 产品四角锁定螺丝, 并将其取出放入产品合格位。

### 6-8 A04 产品芯片替换

(1) 芯片原料料盘中随机摆满芯片, A04 安装板放置在检测单元 2 号工位, 其中随机摆满芯片。A04 产品所需芯片状态如表 6-2 所示。

表 6-2 芯片状态

序号	芯片类型	芯片颜色	芯片状态
1	CPU	蓝色	OK
2		灰色	NG
3	集成电路	红色	OK
4		灰色	NG
5	电容	蓝色	OK
6		黄色	NG
7	三极管	黄色	OK
8		红色	NG

(2) 检测单元 2 号工位对 A04 产品装配状态检测并反馈 NG。

(3) 工业机器人由 A04 安装板中依次取出芯片, 通过视觉单元对芯片颜色进行检测。

(4) 芯片状态为 OK, 放回 A04 安装板原位; 芯片状态为 NG, 放入芯片回收料盘对应芯片类型位置。

(5) 对于检测出为 NG 的芯片，工业机器人由芯片原料料盘中以位置编号由小到大依次取出芯片，通过视觉单元对芯片颜色进行检测。

(6) 将 OK 的芯片安装到 A04 安装板上，将 NG 的芯片放入芯片回收料盘。

(7) 完成 A04 产品上所有芯片装配后，工业机器人拾取盖板安装到安装板上。

(8) 检测单元 1 号工位对 A04 产品装配状态检测并反馈 OK。

(9) 工业机器人对 A04 产品四角锁定螺丝，并将其取出放入产品合格位。

### 6-9 随机位置 A05 产品芯片拆除与安装

(1) 将 A05 产品随机放置在检测单元的某一工位上，其中已随机摆满芯片，安装盖板但不锁固螺丝，芯片原料料盘中随机摆满芯片。

(2) A05 产品放置位置由触摸屏设置界面给出。

(3) 检测单元对 A05 产品装配状态检测并反馈 NG。

(4) 工业机器人将 A05 上安装的盖板取下放置于盖板原料位。

(5) 工业机器人按照随机顺序依次拾取 A05 产品中的芯片，通过视觉检测其颜色并记录后，将芯片放置于芯片回收料盘中的该类型芯片放置位。

(6) 工业机器人按照随机顺序依次由芯片原料料盘中取出芯片，通过视觉检测其颜色并记录，与 A05 产品原安装芯片颜色对比；若颜色相同，则放回原料料盘；若颜色不同，则安装到 A05 产品上。

(6) 要求所有芯片只能拾取一次，且当 A05 产品该类型芯片已经安装后，则不得再从芯片原料料盘中拾取该类型芯片。

(7) 完成 A05 产品上所有芯片装配后，工业机器人拾取盖板安装到安装板上。

(8) 检测单元对 A05 产品装配状态检测并反馈 OK。

(9) 工业机器人对 A05 产品四角锁定螺丝，并将其取出放入产品合格

位。

### 6-10 A06 产品芯片安装

(1) 将 A03 产品、A04 产品分别放置在检测单元 1 号工位和 2 号工位上，其中已随机摆满芯片，安装盖板但不锁固螺丝。A05 产品放置在检测单元 3 号工位，不安装芯片和盖板。芯片原料料盘随机摆满芯片。

(2) 检测单元对 A03、A04 产品装配状态检测并反馈 NG。

(3) 工业机器人将 A03、A04 上安装的盖板取下放置于盖板原料位。

(4) 工业机器人按照随机顺序依次由 A03、A04 产品中将所有芯片取出并记录颜色，然后将芯片放置到芯片回收料盘的该类型芯片放置位。

(7) A03 产品的最终芯片颜色要求与原始状态相同。

(8) A04 产品的最终芯片颜色要求与原始状态相反。

(9) A05 产品的芯片颜色由 A03、A04 产品中的芯片颜色比较后决定。对于 CPU、集成电路、三极管芯片，若 A03、A04 两种产品中的芯片颜色不同，则 A05 产品中芯片颜色为安装芯片原料料盘中该类型芯片位置编号最小的芯片颜色的反色。对于电容芯片，A05 产品中芯片颜色为 A03、A04 两种产品电容芯片颜色较多的颜色；若颜色相同，则 A05 产品中芯片颜色为安装芯片原料料盘中该类型芯片位置编号最小的芯片颜色的反色。

(10) 工业机器人由芯片原料料盘中以每种类型芯片位置编号有小到大依次拾取芯片并通过视觉检测后，将所需要的芯片安装到 A03、A04、A05 产品中，不需要的芯片放置到芯片回收料盘的该类型芯片放置位。

(11) 要求所有芯片只能拾取一次，且当所有产品该类型芯片已经安装后，则不得再从芯片原料料盘中拾取该类型芯片。

(12) 完成 A03、A04、A05 产品上所有芯片装配后，工业机器人拾取盖板安装到安装板上。

(13) 检测单元对 A03、A04、A05 产品装配状态检测并反馈 OK。

(14) 工业机器人对 A03、A04、A05 产品四角锁定螺丝，并将其取出

放入产品合格位。

### 6-11 A03 与 A04 产品芯片互换

(1) 将 A03、A04、A06 产品随机放置在检测单元的某三个工位上。其中 A03、A04 已随机摆满芯片，安装盖板但不锁固螺丝；A06 不摆放芯片不安装盖板。

(2) A03、A04、A06 产品放置位置由触摸屏设置界面给出。

(2) 检测单元对 A03、A04 产品装配状态检测并反馈 NG。

(3) 工业机器人将 A03、A04 上安装的盖板取下放置于盖板原料位。

(4) 工业机器人按照随机顺序依次由 A03、A04 产品中将所有芯片取出并记录颜色，并对其中的芯片位置进行调整。

(5) 当 A03、A04 产品同类型芯片颜色相同时，将该芯片放置到芯片回收料盘中；当 A03、A04 产品同类型芯片颜色不同时，利用 A06 产品芯片位置，对 A03、A04 产品芯片互换；对于电容芯片，A03 产品左侧的电容芯片与 A04 产品左侧的电容芯片对应，A03 产品右侧的电容芯片与 A04 产品右侧的电容芯片对应。

(6) 工业机器人由芯片原料料仓中取出芯片补齐 A03、A04 产品中的芯片，芯片颜色与原始颜色相反。

(7) 工业机器人由芯片原料料仓中取出芯片安装 A06 产品，要求其芯片颜色与 A03 产品当前颜色相反；对于电容芯片，以 A03 产品右侧电容芯片颜色为准。

(12) 完成 A03、A04、A06 产品上所有芯片装配后，工业机器人拾取盖板安装到安装板上。

(13) 检测单元对 A03、A04、A06 产品装配状态检测并反馈 OK。

(14) 工业机器人对 A03、A04、A06 产品四角锁定螺丝，并将其取出放入产品合格位。

## 6-12 不同类型芯片剔除

异形芯片的颜色和形状检测通过视觉检测组件完成，每个芯片只允许利用视觉检测一次，芯片原料区排序后每个位置只能拾取一次，回收区芯片不得再拾取；从原料区拾取异形的芯片，检测出掺杂在电容原料区的三极管或掺杂在 CPU 原料区的集成芯片，则分别放入右侧的电容回收区和 CPU 回收区。

## 6-13 颜色分类（1）

利用芯片原料区的空位将原料区所有剩余的异形芯片按颜色进行分类：三极管，红色芯片从 14 号位置开始依次往后摆放，黄色芯片从 19 号位置开始依次往前摆放；电容，黄色芯片从 21 号位置开始依次往后摆放，蓝色芯片从 26 号位置开始依次往前摆放；集成电路，灰色芯片从 5 号位置开始依次往后摆放，红色芯片从 12 号位置开始依次往前摆放；CPU，灰色芯片从 1 号位置开始依次往后摆放，蓝色芯片从 4 号位置开始依次往前摆放。

## 6-14 颜色分类（2）

利用芯片原料区的空位将原料区所有剩余的异形芯片按颜色进行分类：三极管，从 14 号位置开始依次往后摆放，红色芯片、黄色芯片依次间隔排放；电容，从 21 号位置开始依次往后摆放，黄色芯片、蓝色芯片依次间隔排放；集成电路，从 5 号位置开始依次往后摆放，灰色芯片、红色芯片依次间隔排放；CPU，从 1 号位置开始依次往后摆放，灰色芯片、蓝色芯片依次间隔排放。

## 6-15 定制流程产品芯片安装（1）

在检测单元随机放置 A03、A05 和 A06 产品，盖板拆除，放置于盖板原料区，从原料区拾取与当前 A03 产品中颜色不同的 CPU、集成电路、三极管安装到 A06 产品中，拾取与当前 A05 产品中相同颜色的电容安装到 A06 产品中。

### 6-16 定制流程产品芯片安装（2）

在检测单元随机放置 A03、A04 和 A05 产品，将 A04 产品中的所有芯片进行视觉检测，将 A04 产品中颜色和形状一致的芯片转移到 A03 和 A05 产品中相应的位置，A04 产品剩余芯片转移到芯片回收区，从芯片原料区拾取与 A04 产品原有芯片颜色不同的芯片装配到 A04 产品上，将芯片原料区所有剩余的芯片转移到芯片回收区。

触摸屏界面可通过“系统功能设定界面”进入并可退回，在界面中可对初始状态下 A03、A04、A05、A06 四块 PCB 板产品随机放置的工位进行选择，不能选择相同工位。界面设计参考图 6-2。

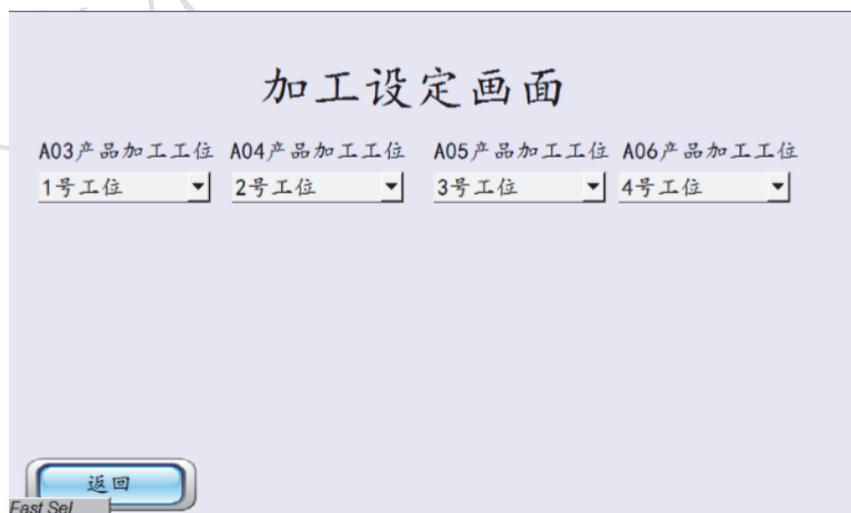


图 6-2 加工设定界面

### 6-17 定制流程产品芯片安装（3）

在检测单元随机放置 A03、A04、A05 和 A06 产品（摆满芯片），拆除 A06 产品盖板，拆除 A06 产品中芯片，通过视觉检测放入芯片回收区，CPU 放置到 4 号位置，集成电路放置到 5、6 号位置，三极管放置到 14 号位置，电容放置到 21 号位置；拆除 A03、A04 和 A05 产品盖板，放置于盖板原料区，利用视觉设备检测 A03、A04 和 A05 产品中所有芯片，对照产品规格，进行对比并调整。颜色相同的芯片放回原位，颜色不同的芯片放入回收区，从原料区拾取与产品规格对应位置颜色相同的芯片补充到 A03、A04 和 A05

产品中。

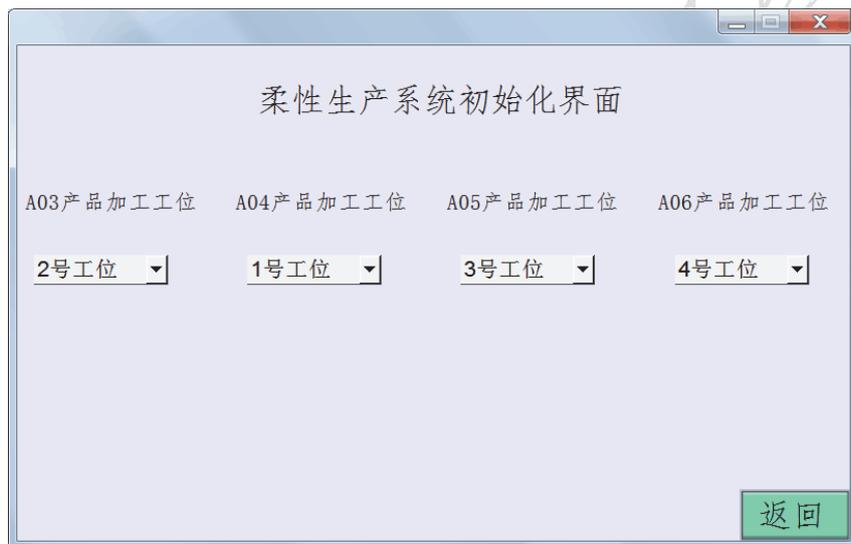


图 6-3 加工设定界面

#### 6-18 定制流程产品芯片安装（4）

在检测单元随机放置 A05 和 A06 产品，将 A06 产品中的所有芯片进行视觉检测，转移到 A05 产品，多余的芯片放入芯片回收区，从芯片原料区拾取与 A06 初始状态颜色相反的三极管、集成电路和 CPU 芯片安装到 A06 产品中，再从芯片原料区随机拾取异形芯片将 A05 产品补全，将芯片原料区所有剩余的芯片转移到芯片回收区。

#### 6-19 定制流程产品芯片安装（5）

在检测单元随机放置 A03、A04 和 A05 产品，所有产品上均不安装盖板和芯片，从原料区随机拾取异形芯片补充 A03、A04 和 A05 产品。在产品补充芯片过程中，随机按下触摸屏“故障工位”按钮，中断本步骤中所进行的动作，拆除本步骤中正在加工的产品，将拆除的芯片放至回收区空位，并将该产品作为后续操作的过渡板。将其他工位产品中位置相同、目标形状相同、颜色相反的芯片互换位置，过渡位置自定，互换完成后利用吸盘工具拾取并安装所有产品的盖板。

#### 6-20 定制流程产品芯片安装（6）

四个工位已经放置 PCB 板（已装盖板，为锁螺丝），工业机器人利用吸

盘工具拆除盖板，然后安装盖板。工业机器人利用锁螺丝工具，通过 IO 控制，从螺丝供料机处拾取螺丝。工业机器人利用锁螺丝工具，将螺丝锁紧到 PCB 产品四角位置（每个产品可以锁 2 颗螺丝、或者 3 颗螺丝、或者 4 颗螺丝）。

### 6-21 定制流程产品芯片安装（7）

将 A05 产品放在一号工位，该产品的初始状态如表 6-3 所示。以此产品为样品，安装其余 3 个工位上的芯片。

表 6-3 A05 产品芯片状态

产品号	芯片位置	芯片种类	产品芯片颜色
A05	1	CPU	随机
	2	集成电路	随机
	3	电容	随机
	4	电容	随机
	5	三极管	随机

### 6-22 定制流程产品芯片安装（8）

在触摸屏中选择 3、4 号工位产品的芯片类型，如图 6-4 所示。从芯片原料区拾取与所选类型一致的芯片安装到三号工位中；从芯片原料区拾取与所选类型相反的芯片安装到四号工位中。



图 6-4 产品上芯片的类型设定画面

### 6-23 定制流程产品芯片安装（9）

利用触摸屏分拣功能设定画面（如图 6-5 所示）设置第一块要加工的板号，点击确认后，该工位升降气缸上升，推动气缸推出，机器人对板上芯片进行检测，若芯片为掺杂则放至芯片回收区，否则放回原位；芯片检测完毕后，推动气缸缩回，升降气缸下降，机器人回到 home 点暂停。选择第二块要加工的板号，按照与第一块板相同的方法，设置第二块要加工的板号，点击确认后，对第二块板上的芯片进行检测，以此类推，完成所有产品上芯片的检测，完成后机器人回 home 点。



图 6-5 板号设定画面

### 6-24 定制流程产品芯片安装（10）

利用触摸屏设定各个工位上产品芯片安装的顺序，如图 6-6 所示。例如：选择 1 号工位按下确认后开始安装一号工位产品上的芯片，然后再选择 2 号工位按下确认后开始安装 2 号工位上的芯片，以此类推，在此过程中随机选择工位号，完成 4 块产品的芯片安装。

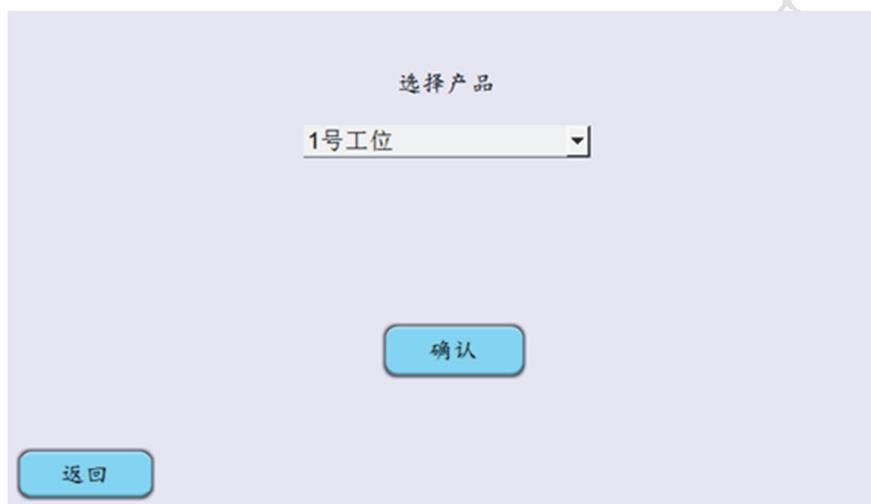


图 6-6 选择工位

### 6-25 定制流程产品芯片安装（11）

界面可通过“系统功能设定界面”进入并可退回，在界面中可对初始状态下，在各工位上的摆放顺序通过触摸屏设定。选择工位为 0 时，代表本种板子不生产，而且一种板子只能在一个工位上生产。界面设计参考图 6-7。



图 6-7 生产设置界面

### 6-26 定制流程产品芯片安装（12）

界面可通过“系统功能设定界面”进入并可退回，在界面中可对初始状态下，在 1 号、2 号、3 号、4 号工位上随意选择 PCB 板产品（A03、A04、A05、A06），不能选择相同编号 PCB 板产品。

### 6-27 定制流程产品芯片安装（13）

界面可通过“系统功能设定界面”进入并可退回，利用触摸屏设定各个工位上产品芯片安装的顺序，例如：选择1号工位按下确认后开始安装一号工位产品上的芯片，然后再选择2号工位按下确认后开始安装2号工位上的芯片，以此类推，在此过程中随机选择工位号，完成4块产品的芯片安装。界面设计参考图6-8。

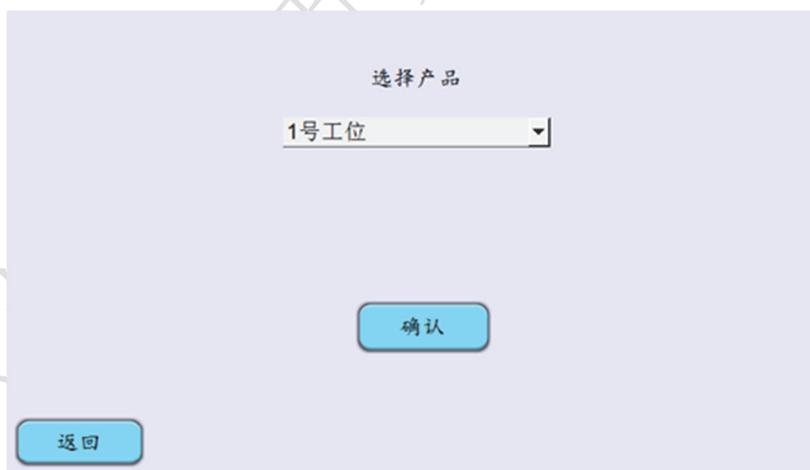


图 6-8 选择工位

### 6-28 定制流程产品芯片安装（14）

触摸屏界面可通过“系统功能设定界面”进入并可退回，工业机器人暂停运行，等待触摸屏设定空板工位号信号。利用触摸屏设定空板工位号，之后，工业机器人将此工位上的PCB板上所有的物料转移到废料区。界面设计参考图6-9。



图 6-9 设定空板

### 6-29 实时显示芯片数量

在检测单元随机放置 A03、A04 和 A05 产品，所有产品上均不安装盖板和芯片，从原料区随机拾取异形芯片补充 A03、A04 和 A05 产品。在产品补充芯片过程中，通过触摸屏实时显示当前原料区不同种类芯片个数，如图 6-10 所示。

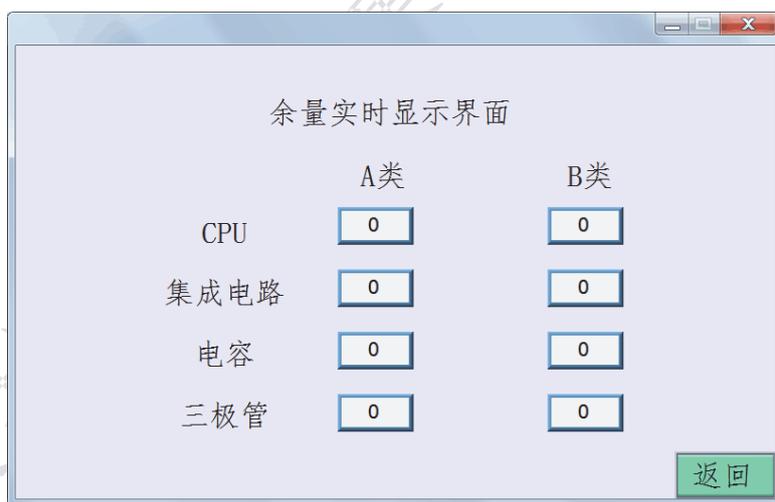


图 6-10 余量实时显示界面

## 模块七 产品装配

### 7-1 锁螺丝工具的安装与卸载

对工业机器人进行操作和编程，使工业机器人可在运行程序状态下自行运动到锁螺丝工具位置并通过工具快换模块实现锁螺丝工具与工业机器人第六轴法兰端安装固连，稳定从工具支架上取出锁螺丝工具。

对工业机器人进行操作和编程，使工业机器人可在运行程序状态下自行运动到锁螺丝工具位置并通过工具快换模块实现锁螺丝工具与工业机器人第六轴法兰端脱离卸载，稳定将锁螺丝工具放置在工具支架上并恢复指定姿态。

### 7-2 锁螺丝工具的使用

对工业机器人进行操作和编程，使工业机器人可在运行程序状态下自行运动到螺丝供料机指定位置，利用锁螺丝工具拾取螺丝后，对盖板进行螺丝锁付工艺加工。

### 7-3 产品拾取与放置

对工业机器人进行操作和编程，使工业机器人利用吸盘工具，从指定位置准确拾取已完成锁死锁付的产品，将其放入指定位置。动作过程中要求工业机器人稳定运行，不得出现无故抖动。

### 7-4 检测单元基础功能 PLC 编程

对 PLC 进行编程，使检测单元 1 号-4 号工位可根据功能要求完成以下动作：

- (1) 安装台推出/缩回
- (2) 检测灯上升/下降
- (3) 检测灯亮/灭
- (4) 检测结果红灯亮/灭
- (5) 检测结果绿灯亮/灭

### 7-5 检测单元 1 号工位流程功能 PLC 编程

对 PLC 进行编程，使检测单元 1 号工位可实现以下类型的连续动作：

(1) 检测并反馈 NG(不合格产品)。初始状态安装台缩回、检测灯上升、所有灯熄灭,等待,获得信号后安装台推出,等待,获得信号安装台缩回,检测灯下降,检测灯以 1s 周期闪烁 3 次,检测灯上升,检测红灯亮,等待,获得信号安装台推出,等待,获得信号检测红灯熄灭、安装台缩回。

(2) 检测并反馈 OK(合格产品)。初始状态安装台缩回、检测灯上升、所有灯熄灭,等待,获得信号后安装台推出,等待,获得信号安装台缩回,检测灯下降,检测灯以 2s 周期频率闪烁 6 次,检测灯上升,检测绿灯亮,等待,获得信号安装台推出,等待,获得信号检测红灯熄灭、安装台缩回。

(3) 检测并反馈 SM(半成品)。初始状态安装台缩回、升降气缸上升、所有灯熄灭,等待,获得信号后安装台推出,等待,获得信号安装台缩回,升降气缸下降,检测灯以 2s 周期频率闪烁 6 次,升降气缸上升,检测红绿灯同时亮,等待,获得信号安装台推出,等待,获得信号后检测红绿灯熄灭、安装台缩回。

### 7-6 检测单元 2 号工位流程功能 PLC 编程

对 PLC 进行编程,使检测单元 2 号工位可实现以下类型的连续动作:

(1) 检测并反馈 NG。初始状态安装台缩回、检测灯上升、所有灯熄灭,等待,获得信号后安装台推出,等待,获得信号安装台缩回,检测灯下降,检测灯以 1s 周期闪烁 3 次,检测灯上升,检测红灯亮,等待,获得信号安装台推出,等待,获得信号检测红灯熄灭、安装台缩回。

(2) 检测并反馈 OK。初始状态安装台缩回、检测灯上升、所有灯熄灭,等待,获得信号后安装台推出,等待,获得信号安装台缩回,检测灯下降,检测灯以 2s 周期频率闪烁 6 次,检测灯上升,检测绿灯亮,等待,获得信号安装台推出,等待,获得信号检测红灯熄灭、安装台缩回。

(3) 检测并反馈 SM。初始状态安装台缩回、升降气缸上升、所有灯熄灭,等待,获得信号后安装台推出,等待,获得信号安装台缩回,升降气缸下降,检测灯以 2s 周期频率闪烁 6 次,升降气缸上升,检测红绿灯同时亮,

等待，获得信号安装台推出，等待，获得信号后检测红绿灯熄灭、安装台缩回。

### 7-7 检测单元 3 号工位流程功能 PLC 编程

对 PLC 进行编程，使检测单元 3 号工位可实现以下类型的连续动作：

(1) 检测并反馈 NG。初始状态安装台缩回、检测灯上升、所有灯熄灭，等待，获得信号后安装台推出，等待，获得信号安装台缩回，检测灯下降，检测灯以 1s 周期闪烁 3 次，检测灯上升，检测红灯亮，等待，获得信号安装台推出，等待，获得信号检测红灯熄灭、安装台缩回。

(2) 检测并反馈 OK。初始状态安装台缩回、检测灯上升、所有灯熄灭，等待，获得信号后安装台推出，等待，获得信号安装台缩回，检测灯下降，检测灯以 2s 周期频率闪烁 6 次，检测灯上升，检测绿灯亮，等待，获得信号安装台推出，等待，获得信号检测红灯熄灭、安装台缩回。

(3) 检测并反馈 SM。初始状态安装台缩回、升降气缸上升、所有灯熄灭，等待，获得信号后安装台推出，等待，获得信号安装台缩回，升降气缸下降，检测灯以 2s 周期频率闪烁 6 次，升降气缸上升，检测红绿灯同时亮，等待，获得信号安装台推出，等待，获得信号后检测红绿灯熄灭、安装台缩回。

### 7-8 检测单元 4 号工位流程功能 PLC 编程

对 PLC 进行编程，使检测单元 4 号工位可实现以下类型的连续动作：

(1) 检测并反馈 NG。初始状态安装台缩回、检测灯上升、所有灯熄灭，等待，获得信号后安装台推出，等待，获得信号安装台缩回，检测灯下降，检测灯以 1s 周期闪烁 3 次，检测灯上升，检测红灯亮，等待，获得信号安装台推出，等待，获得信号检测红灯熄灭、安装台缩回。

(2) 检测并反馈 OK。初始状态安装台缩回、检测灯上升、所有灯熄灭，等待，获得信号后安装台推出，等待，获得信号安装台缩回，检测灯下降，检测灯以 2s 周期频率闪烁 6 次，检测灯上升，检测绿灯亮，等待，获得信号

安装台推出，等待，获得信号检测红灯熄灭、安装台缩回。

(3) 检测并反馈 SM。初始状态安装台缩回、升降气缸上升、所有灯熄灭，等待，获得信号后安装台推出，等待，获得信号安装台缩回，升降气缸下降，检测灯以 2s 周期频率闪烁 6 次，升降气缸上升，检测红绿灯同时亮，等待，获得信号安装台推出，等待，获得信号后检测红绿灯熄灭、安装台缩回。

### 7-9 检测单元基础功能 PLC 编程 (1)

1 号工位 (A03) 和 4 号工位 (A06) 检测结果为 OK，亮绿灯，并放入成品区，2 号工位 (A04) 和 3 号工位 (A05) 产品检测结果为 NG，亮红灯，并放入废品区，产品放置完毕后指示灯熄灭。

### 7-10 检测单元基础功能 PLC 编程 (2)

按下启动和自动启动按钮后，依次对 1 号工位 (A03)、2 号工位 (A04)、3 号工位 (A03) 和 4 号工位 (A06) 产品进行依次检测 (A03 产品检测完成后，再检测 A04 产品，以此类推)，其中 A03 和 A06 产品检测结果为 OK，亮绿灯；A04 和 A05 产品检测结果为 NG，亮红灯。

### 7-11 检测单元基础功能 PLC 编程 (3)

按下启动和自动启动按钮后，同时对 1 号、2 号、3 号和 4 号工位上的 PCB 板同时进行检测，3 秒后，1、2、3 号工位检测结果为 OK，亮绿灯，3 秒后灯熄灭，推动气缸将 1、2、3 号工位 PCB 板推出；4 号工位检测结果为 NG，亮红灯，3 秒后灯熄灭，4 号工位 PCB 板留在检测位置不推出。

### 7-12 检测单元基础功能 PLC 编程 (4)

触摸屏界面如图 7-2 所示，对 4 个工位同时进行检测，设定 NG 的 (红灯长亮) 放置到废品区；设定 OK 的 (绿灯长亮) 放置到成品区，所有产品放置完毕后指示灯才熄灭。



图 7-2 成品次品设定

### 7-13 检测结果自定义

触摸屏界面可通过“系统功能设定界面”进入并可退回，利用触摸屏设定产品最后一次检测结果，随后 4 个工位同时进行检测，设定 NG 的（红灯长亮）放置到废品区；设定 OK 的（绿灯长亮）放置到成品区，所有产品放置完毕后指示灯才熄灭。界面设计参考图 7-3。



图 7-3 产品次品设定

## 模块八 系统优化和设备安全

### 竞赛成果展示要求

在功能演示过程中，选手完成以下动作以完整展示竞赛成果：

(1) 选手做好所有准备工作后，向裁判申请开始演示。得到裁判许可后，默认情况下，选手需要将工业机器人切换至自动运行模式；若选手无法将工业机器人切换至自动运行模式，需要向裁判说明。

(2) 工业机器人在自动运行模式下，选手共需要向裁判展示涂胶、码垛和分拣三个任务的流程演示，三个任务的演示顺序由裁判决定。

(3) 功能演示过程中，不得通过 PC 对 PLC 进行操作，由于程序错误，在向裁判申请、说明操作内容并获得许可后，可以通过示教器对工业机器人进行运行程序位置、信号仿真进行操作，通过 HMI 进行设备状态改变，通过手动触发视觉进行拍照。

(4) 每个任务演示开始后，裁判立刻计时，任务完成后，计时停止。

### 自动流程功能演示要求

在功能演示过程中，自动流程功能演示要求如下：

(1) 工业机器人切换到自动运行模式。

(2) 按照赛题任务要求，顺序依次完成所有流程动作功能展示，执行效果与预期目标一致。

(3) 按照赛题任务要求，程序启动、停止与定制设置等操作方式和运行效果与预期目标一致。

(4) 演示过程中若停机次数超过规定次数，则视同为未达到自动流程功能演示要求。

在功能演示过程中，由于选手原因造成的功能演示流程中断，计为 1 次停机。分为以下几种情况：

(1) 在功能演示过程中，由于选手所编制的程序错误导致的演示中断。

(2) 在功能演示过程中，由于选手主动提出需要对工业机器人的程序运

行位置、相关运行数据或当前位置进行修改，从而导致演示中断。

(3) 在功能演示过程中，由于选手对工作站操作面板的各个按钮或开关操作造成的机器人运行停止。

(4) 在机器人自动运行模式或手动模式状态下，由于示教器弹出错误界面而造成的演示中断。

注意：由于裁判原因造成的设备急停或者运行中断，不计入停机次数。

### 8-1 系统联调

对工业机器人、视觉、PLC、触摸屏进行系统联调，使以上设备可互相配合完成所有任务的动作流程，要求所有动作流程运行工业机器人运行模式为“自动”。优化各控制设备的程序和运行效率，使不同任务动作在指定时间段内完成所有工艺过程。

### 8-2 系统功能设定界面触摸屏编程

在操作面板区域“编程/运行”旋钮开关为“运行”位置时可用，实现对所编制的涂胶功能设定、码垛功能设定、分拣功能设定和加工信息显示等界面的选择并执行。界面设计参考图 7-1。



图 7-1 系统功能设定

### 8-3 “编程/运行”旋钮开关 PLC 编程

对操作面板上所提供的“编程/运行”旋钮开关进行 PLC 编程，当为“编程”档位时可通过触摸屏的“手动界面”对竞赛平台上的所有气缸、灯进行

手动设置和所有传感器状态监控。

#### 8-4 “启动/停止”双位按钮开关 PLC 编程

对操作面板上提供的“启动/停止”双位按钮开关进行 PLC 编程，当通过触摸屏在“涂胶参数设置界面”、“码垛参数设置界面”、“异形芯片分拣和安装参数设置界面”完成工艺参数设置并点击确认按钮后，“启动/停止”灯以 1s 周期持续闪烁。当按下“启动”按钮后，根据所设置的工艺参数执行动作程序。在运行过程中若按下“停止”按钮，则结束当前动作流程，要求工业机器人将工具返回原位后返回 Home 点、所有依次气缸缩回原位（顺序自定义）、所有灯依次熄灭（顺序自定义）。

#### 8-5 “暂停”、“自动启动”按钮开关 PLC 编程

对操作面板上提供的“暂停”、“自动启动”按钮开关进行 PLC 编程，在程序正常运行过程中按下“暂停”按钮，所有动作停止保持，“自动启动”按钮的灯以 1s 周期闪烁，当按下“自动启动”按钮后，“自动启动”按钮的灯熄灭，动作继续执行。

#### 8-6 视觉检测效率

对于每个芯片视觉检测效率要求，只可利用视觉检测一次。对于每次视觉检测，检测时间不得超过 300ms。

#### 8-7 工业机器人运行效率

对工业机器人运行程序进行优化，要求工业机器人在不同工况下运行速度不同，具体要求如下：

- (1) 工业机器人在未拾取任何物料时，运行速度设置为 V1000。
- (2) 工业机器人在拾取物料运行过程中，运行速度设置为 V500。
- (3) 工业机器人在完成拾取、放置、锁螺丝等工艺动作的紧前、紧后过渡点，运行速度合理设置。

#### 8-8 系统运行效率

选手演示某一相同任务的时间进行统计（不计因题目要求和裁判因素造

成的停止时间), 并依据统计的时间长短对各队排名, 其中排名在总队伍数前 20% 的参赛队运行效率为 1 档, 排名在总队伍数 21%-40% 的参赛队运行效率为 2 档, 排名在总队伍数 41%-60% 的参赛队运行效率为 3 档, 其余参赛队为 4 档。三个任务的运行效率分别计算。

注意: 不计 PLC 检测和触摸屏参数设置所消耗的时间。

### 8-9 “重新”按钮开关及“故障指示”蜂鸣器 PLC 编程

对操作面板上提供的“重新”按钮开关进行 PLC 编程, 当按下“重新”按钮后, 操作面板的“故障指示”蜂鸣器以 0.5s 周期持续闪烁并蜂鸣 3s 后停止。若在 3s 期间内再次按下“重新”按钮, 则执行系统初始化, 要求所有气缸缩回原位、工业机器人返回 Home 点、所有灯熄灭, 执行完毕后蜂鸣器对应的灯闪烁并蜂鸣 0.5s 后停止。

### 8-10 “急停”按钮开关 PLC 编程

对操作面板上提供的“急停”按钮开关进行 PLC 编程, 在程序正常运行过程中按下“急停”按钮, 所有动作立即停止, “故障指示”蜂鸣器持续以 0.5s 周期闪烁并蜂鸣, 同时触发触摸屏“报警界面”并提示急停按钮按下。当释放“急停”按钮后, “故障指示”蜂鸣器停止闪烁蜂鸣, 触摸屏“报警界面”可退回其他界面, 竞赛平台处于等待状态不做动作。

### 8-11 安全光栅 PLC 编程 (1)

对竞赛平台正面安全光栅进行 PLC 编程, 在程序正常运行过程中若触发安全光栅持续时间未到 2s 时, 视为偶然性触发, 不做任何处理。触发持续时间超过 2s 后未到 5s 时, 视为故障性为触发, 工业机器人轨迹速度降速 50% 运行。触发持续时间超过 5s 后, 视为事故性为触发, “故障指示”蜂鸣器以 0.5s 周期闪烁并蜂鸣, 同时触发触摸屏“报警界面”并提示安全光栅触发, 工业机器人停止动作。当解除触发后, “故障指示”蜂鸣器灯光停止闪烁, 蜂鸣器停止蜂鸣, 触摸屏“报警界面”可退回其他界面, 工业机器人恢复正常继续运行。

## 8-12 安全光栅 PLC 编程（2）

对竞赛平台正面安全光栅进行 PLC 编程，工作站正面的安全光栅触发时，机器人停止，蜂鸣器报警 3 秒，同时八盏指示灯依次点亮（间隔 1 秒），全部点亮后八盏指示灯依次熄灭（间隔 0.5 秒），点亮和熄灭没有顺序要求，自行决定。

## 8-13 报警界面触摸屏编程

界面在操作面板区域“编程/运行”旋钮开关为“运行”位置时有效，当设备出现工业机器人急停按钮按下、竞赛平台操作面板急停按钮按下、气缸动作异常、检测工位检测结果红灯亮等状态时显示并提示状态信息，在现象排除或相关操作后才可退回原界面，否则保持此界面不可做任何其他操作。

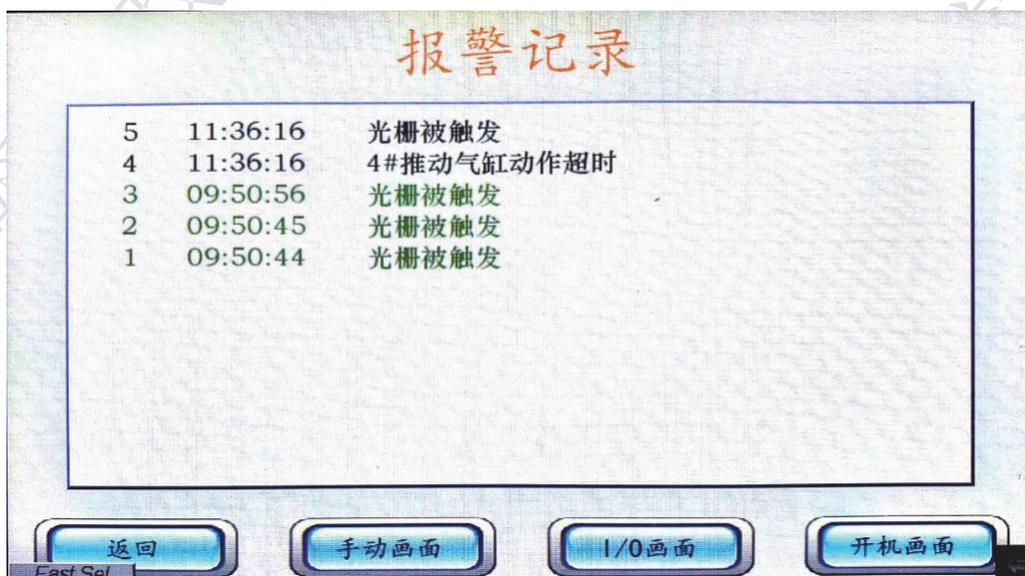


图 8-1 报警画面

## 8-14 系统登录界面设置

设计系统登录界面设置画面，能实现输入正确的用户名和密码后点击“登录”后进入系统功能画面，如图 8-2 所示。

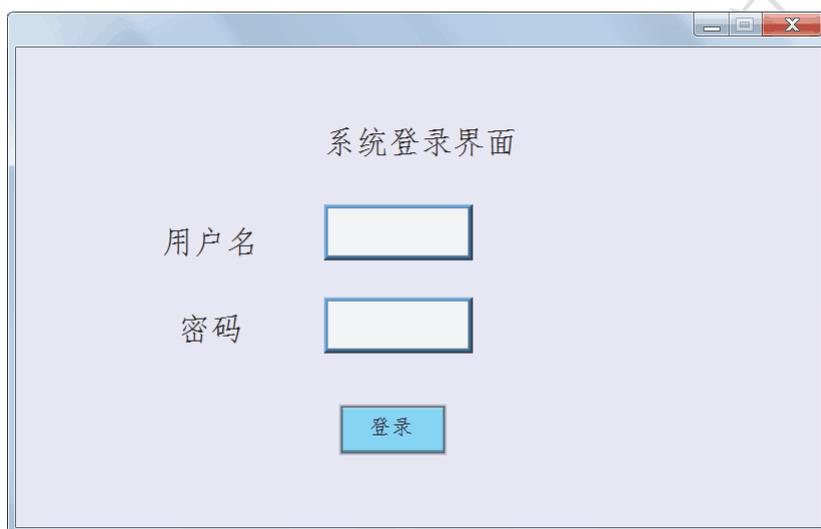


图 8-2 系统登录界面

### 8-15 工作站紧急停止界面

按下控制面板上的急停按钮，机器人立即停止，触摸屏显示“工作站紧急停止，维护中！”，如图 8-3 所示。



图 8-3 工作站紧急停止界面

### 8-16 产品加工进度监控画面

在整个加工过程中，利用触摸屏实时显示加工进度，如图 8-4 所示。

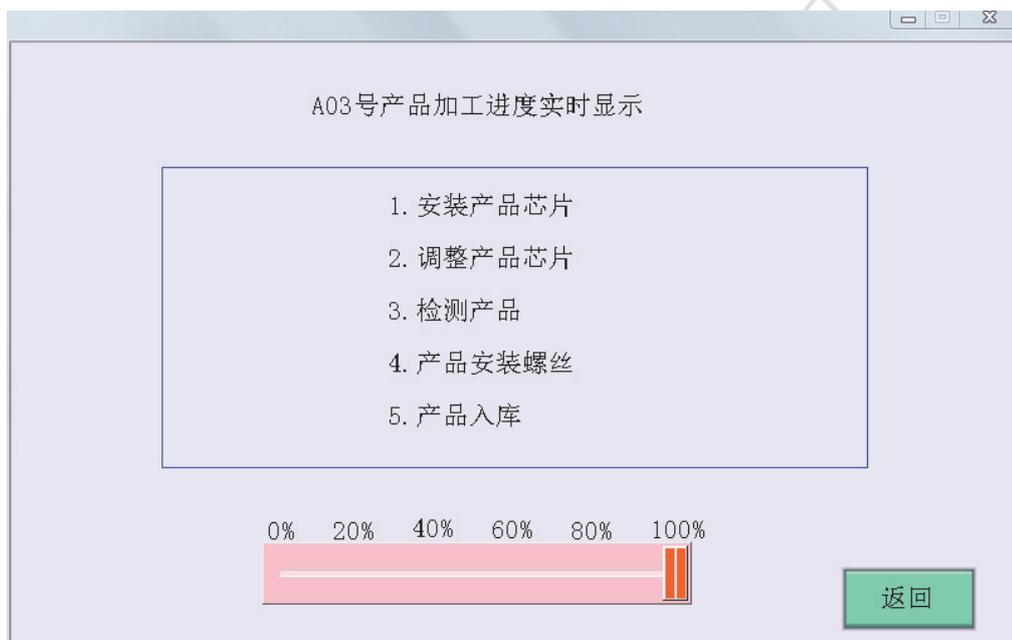


图 8-4 产品加工进度实时显示界面