

竞赛题 C

自动线装配与调试

任 务 书

工位号：_____

一、竞赛设备及工艺过程描述

YL-335B 自动生产线由供料、装配、加工、分拣和输送等 5 个工作站组成，各工作站均设置一台 PLC 承担其控制任务，各 PLC 之间通过 RS485 串行通信的方式实现互连，构成分布式的控制系统。

系统主令工作信号由连接到输送站 PLC 的触摸屏人机界面提供，整个系统的主要工作状态除了在人机界面上显示外，尚须由安装在装配单元的警示灯显示启动、停止、报警等状态。

自动生产线的工作目标是：按计划对一批白色或黑色塑料工件进行嵌入零件装配和压紧加工，然后进行成品搭配分拣。所嵌入的零件是金属或白色的小园柱零件，已装配和加工的成品工件如图 1 所示。



图 1 已完成装配和压紧加工的工件

成品搭配分拣成两种套件，第一种套件由一个内嵌金属零件的白色工件和一个内嵌白色零件的白色工件组合而成，第二种套件由一个内嵌金属零件的黑色工件和一个内嵌白色零件的黑色工件组合而成。每当一套套件在分拣单元被分拣推出到相应的出料槽后，即被后序的打包工艺设备取出。

二、需要完成的工作任务

(一) 自动生产线设备部件安装

完成 YL-335B 自动生产线的供料、装配、加工、分拣单元和输送单元的部分装配工作，并把这些工作单元安装在 YL-335B 的工作桌面上。

2、YL-335B 自动生产线各工作单元装置部分的安装位置如图 5 所示。图中，长度单位为毫米。

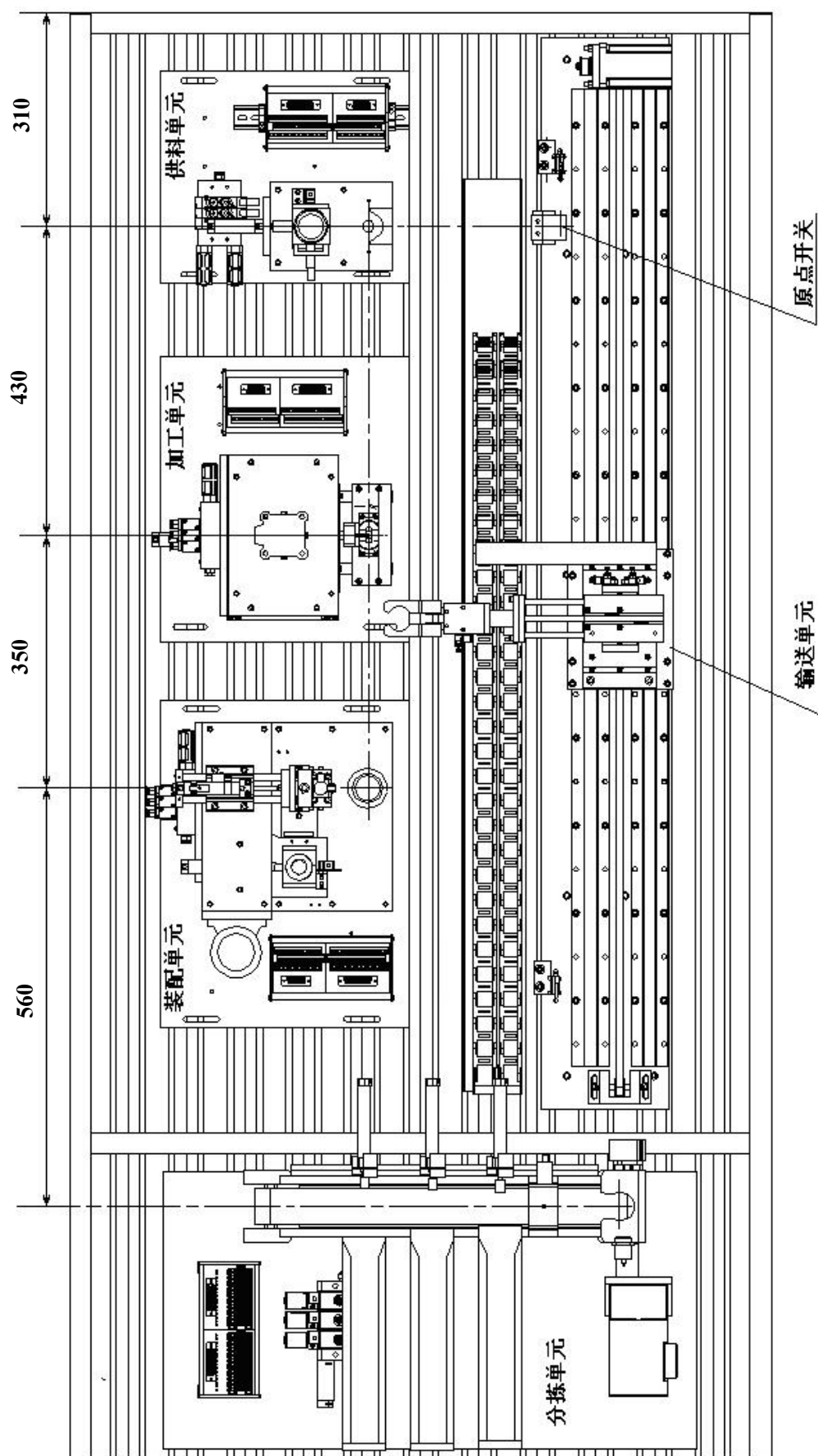


图 5 YL-335B 自动生产线设备俯视图

1、各工作单元装置侧部分的装配要求如下：

(1) 加工和装配工作单元装置侧部分的机械部件安装、气路连接工作已完成，选手须进一步按工作任务要求完成该单元在工作桌面上的定位，并进行必要的调整工作。

(2) 完成供料单元装置侧部分部件的安装和调整以及工作单元在工作台面上定位。装配的效果图如图 2 所示。

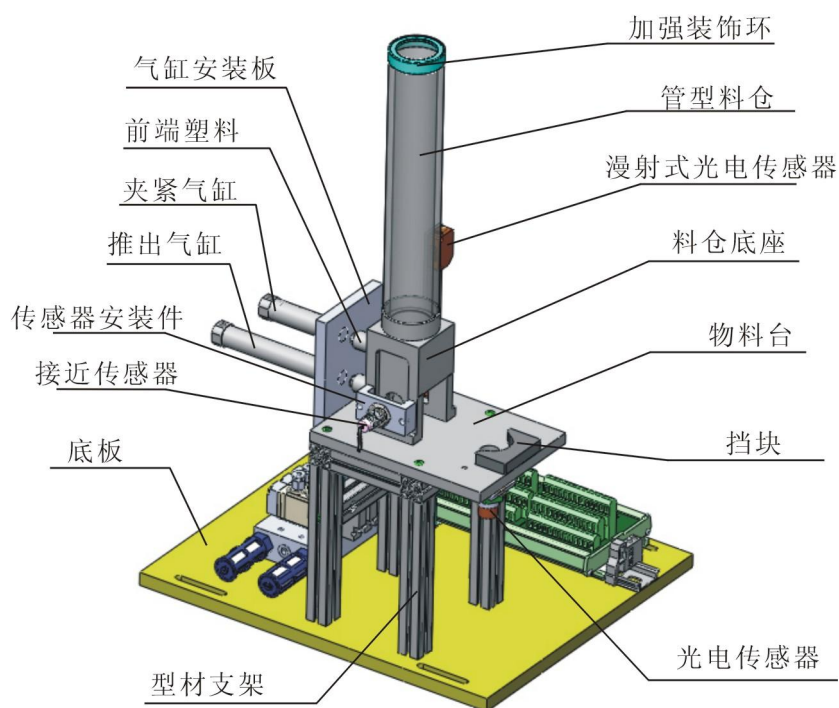


图 2 供料单元装配效果图

(3) 完成分拣单元分拣单元装置侧部分部件的安装和调整以及工作单元在工作台面上定位。装配的效果图如图 3 所示。

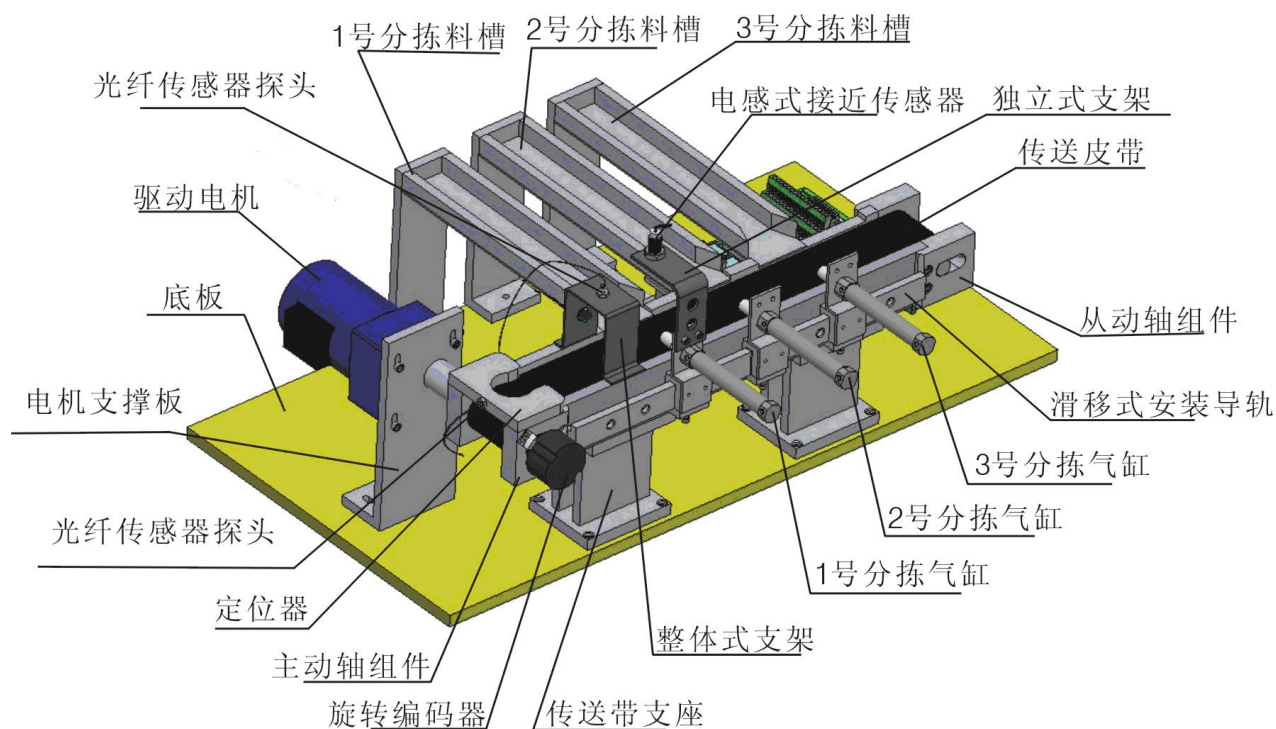


图3 分拣单元装置侧装配效果图

(3) 完成输送单元在工作台面上定位，装置侧各部件的安装和调整。输送单元装置侧装配效果图如图5所示。

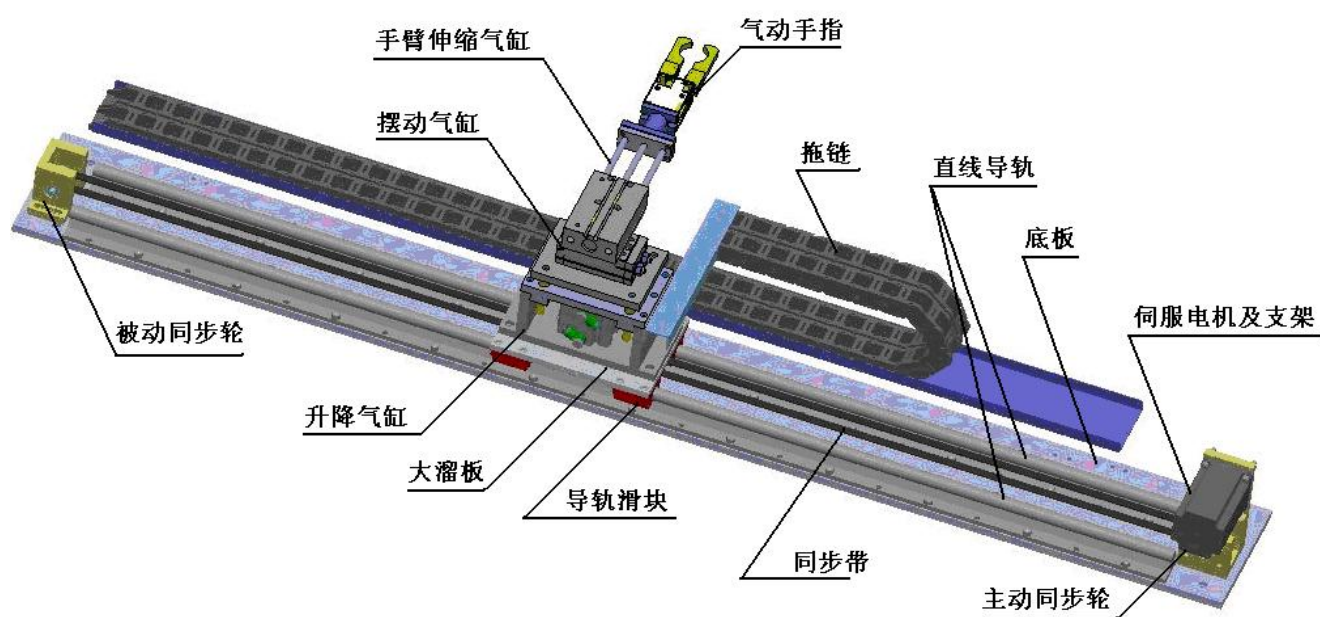


图4 输送单元装置侧效果图

(二) 气路连接及调整

1、按照图6、图7和图8所示的供料、分拣和输送单元气动系统图完

成该三个工作单元的气路连接，并调整气路，确保各气缸运行顺畅和平稳。

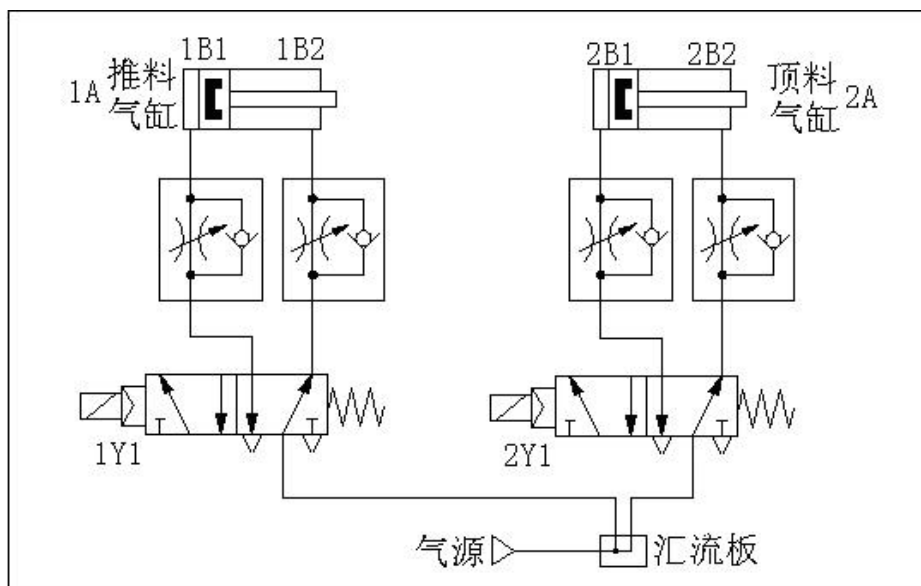


图 6 供料单元气动系统原理图

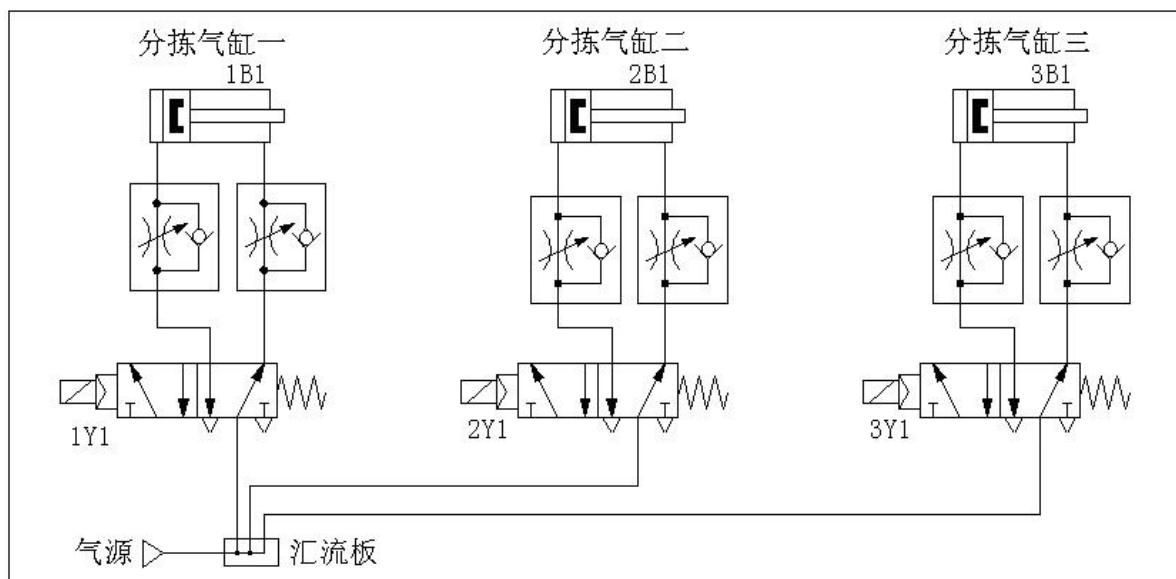


图 7 分拣单元气动系统原理图

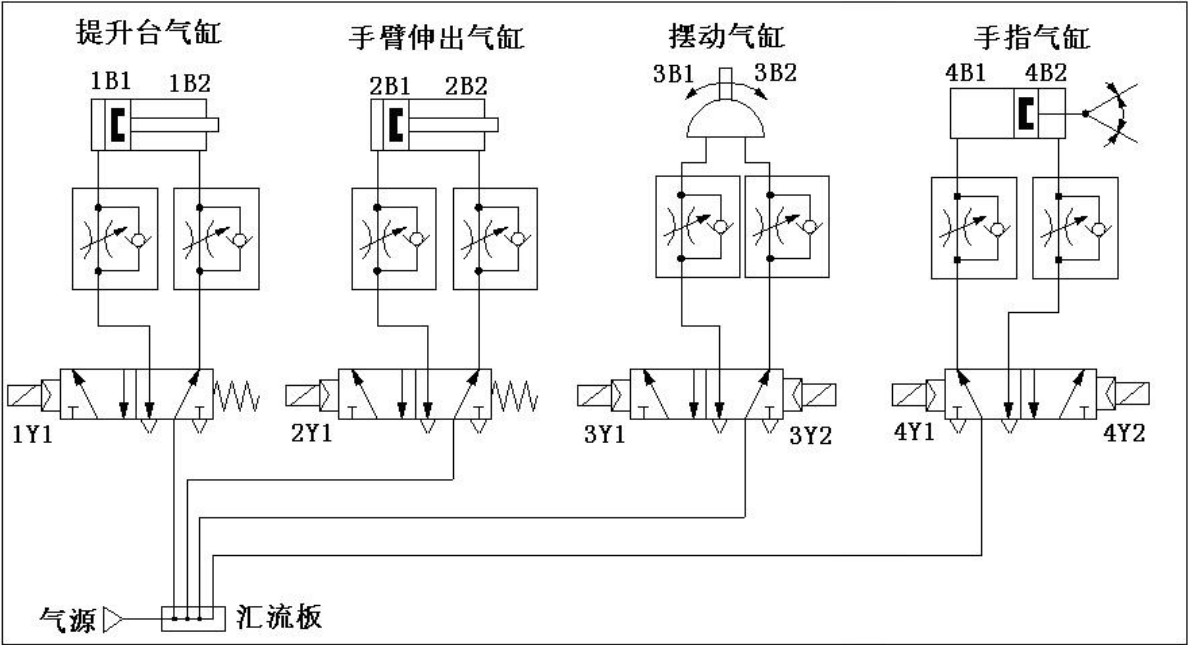


图 8 输送单元气动系统原理图

2、检查加工和装配单元各气缸初始位置是否符合下列要求，如不符合请适当调整。

(1) 加工单元的冲压气缸处于缩回状态、夹紧工件的气动手指处于张开状态，控制滑动加工台的直线气缸处于伸出状态。

(2) 装配站的挡料气缸处于伸出状态，顶料气缸处于缩回状态。装配机械手的升降气缸处于提升状态，伸缩气缸处于缩回状态，气爪处于松开状态。

(3) 完成气路调整，确保各气缸运行顺畅和平稳。

(三) 电路设计和电路连接

1、装配单元的电气接线已经完成，表 1(a)、(b) 列出了 PLC 的 I/O 分配表，作为程序编制的依据。

表 1(a) 装配单元 PLC（S7-200 系列）的 I/O 信号表

输入信号				输出信号			
序号	PLC 输入点	信号名称	信号来源	序号	PLC 输出点	信号名称	信号来源
1	I0.0	零件不足检测	装置侧	1	Q0.0	挡料电磁阀	装置侧
2	I0.1	零件有无检测		2	Q0.1	顶料电磁阀	
3	I0.2	左料盘零件检测		3	Q0.2	回转电磁阀	
4	I0.3	右料盘零件检测		4	Q0.3	手爪夹紧电磁阀	
5	I0.4	装配台工件检测		5	Q0.4	手爪下降电磁阀	

6	I0.5	顶料到位检测		6	Q0.5	手臂伸出电磁阀	
7	I0.6	顶料复位检测		7	Q0.6	红色警示灯	
8	I0.7	挡料状态检测		8	Q0.7	橙色警示灯	
9	I1.0	落料状态检测		9	Q1.0	绿色警示灯	
10	I1.1	摆动气缸左限检测		10	Q1.1		按钮 / 指示灯模块
11	I1.2	摆动气缸右限检测		11	Q1.2		
12	I1.3	手爪夹紧检测		12	Q1.3		
13	I1.4	手爪下降到位检测		13	Q1.4		
14	I1.5	手爪上升到位检测		14	Q1.5	HL1	
15	I1.6	手臂缩回到位检测		15	Q1.6	HL2	
16	I1.7	手臂伸出到位检测	按钮 / 指示灯模块	16	Q1.7	HL3	
17	I2.0						
18	I2.1						
19	I2.2						
20	I2.3						
21	I2.4	停止按钮					
22	I2.5	启动按钮					
23	I2.6	急停按钮					
24	I2.7	单机/联机					

表 1(b) 装配单元 PLC (FX 系列) 的 I/O 信号表

输入信号				输出信号			
序号	PLC 输入点	信号名称	信号来源	序号	PLC 输出点	信号名称	信号来源
1	X000	零件不足检测	装置侧	1	Y000	挡料电磁阀	装置侧
2	X001	零件有无检测		2	Y001	顶料电磁阀	
3	X002	左料盘零件检测		3	Y002	回转电磁阀	
4	X003	右料盘零件检测		4	Y003	手爪夹紧电磁阀	
5	X004	装配台工件检测		5	Y004	手爪下降电磁阀	
6	X005	顶料到位检测		6	Y005	手臂伸出电磁阀	
7	X006	顶料复位检测		7	Y006	红色警示灯	
8	X007	挡料状态检测		8	Y007	橙色警示灯	
9	X010	落料状态检测		9	Y010	绿色警示灯	
10	X011	摆动气缸左限检测		10	Y011		按钮 / 指示灯模块
11	X012	摆动气缸右限检测		11	Y012		
12	X013	手爪夹紧检测		12	Y013		
13	X014	手爪下降到位检测		13	Y014		
14	X015	手爪上升到位检测		14	Y015	HL1	
15	X016	手臂缩回到位检测		15	Y016	HL2	
16	X017	手臂伸出到位检测		16	Y017	HL3	
17	X020						
18	X021						
19	X022						
20	X023						
21	X024	停止按钮	按钮 / 指示灯模块				
22	X025	启动按钮					
23	X026	急停按钮					
24	X027	单机/联机					

2、加工单元的电气接线已经完成，请根据实际接线确定 PLC 的 I/O 分配，作为程序编制的依据。

3、供料单元 PLC 侧已经完成接线，请核查接线端口所对应的 I/O 信号，确定 I/O 分配，然后据此完成装置侧的电气接线。

4、设计分拣单元的电气控制电路，并根据所设计的电路图连接电路。电路图应包括 PLC 的 I/O 端子分配和变频器主电路及控制电路。电路连接完成后应根据运行要求设定变频器有关参数（其中要求斜坡下降时间或减速时间参数不小于 1S），变频器有关参数应以表格形式记录在所提供的电路图上。

5、设计输送单元的电气控制电路，并根据所设计的电路图连接电路；电路图应包括 PLC 的 I/O 端子分配、伺服电机及其驱动器控制电路。电路连接完成后应根据运行要求设定伺服电机驱动器有关参数，参数应以表格形式记录在所提供的电路图上。

6、说明：

① 所有连接到接线端口的导线应套上标号管，标号的编制自行确定。

② PLC 侧所有端子接线必须采用压接方式。

(四) 各站 PLC 网络连接

对不同厂家 PLC 的系统，所指定的网络通信方式如下：

(1) 采用西门子 S7-200 系列时，指定为 PPI 方式，并指定输送单元作为系统主站。

(2) 采用三菱 FX 系列时，指定为 N:N 方式，并指定输送单元作为系统主站。

(五) 连接触摸屏并组态用户界面

触摸屏应连接到系统中主站 PLC 的相应接口。在 TPC7062KS 人机界面上组态画面，要求用户窗口包括欢迎界面、输送站测试界面和主界面三个窗口。

1、欢迎界面是启动界面，触摸屏上电后运行，欢迎界面屏幕上方的标题文字向左循环移动，循环周期约 14 秒，当触摸欢迎界面上任意部位时，都将切换到输送站测试界面。欢迎界面如图 9 所示，其中的位图文件存放在个人计算机的“D: \技术文档\”文件夹中。



图 9 欢迎界面

2、输送站测试界面应按照下列功能要求自行设计：

(1) 输送站测试包括抓取机械手装置单项动作测试和直线运动机构驱动测试。测试界面应能实现两项测试内容的切换。

(2) 使用界面中的开关、按钮等元件，提供抓取机械手装置单项动作测试的主令信号。单项动作测试包括：升降气缸的提升/下降；手臂伸缩气缸的伸出/缩回；气动手指的夹紧/松开；摆动气缸的左旋/右旋。

(3) 使用界面中的指示灯元件，显示测试时各气缸的工作状态。

(4) 使用界面中的选择开关元件，提供直线运动机构驱动测试时运行速度的档次信号。界面上应能显示当前抓取机械手沿直线导轨运动的方向和速度数值。

(5) 测试界面应提供切换到主界面的按钮，在单站测试完成条件下，可切换到主窗口界面。

3、主窗口界面如图 10 所示。其界面组态应具有下列功能：



图 10 主窗口界面

- (1) 提供系统工作方式（单站/全线）选择信号和系统启动信号。
- (2) 在人机界面上可设定计划生产套件总数，并生产过程中显示尚须完成的套件总数。
- (3) 在人机界面上设定分拣单元变频器的运行频率（40Hz～50Hz）。
- (4) 在人机界面上动态显示输送单元机械手装置当前位置（以原点位置为参考点，度量单位为毫米）。
- (5) 指示网络的运行状态（正常、故障）。
- (6) 指示各工作单元的运行、故障状态。其中故障状态包括：
 - ① 供料单元的供料不足状态和缺料状态。
 - ② 装配单元的供料不足状态和缺料状态。

③ 输送单元抓取机械手装置越程故障（左或右极限开关动作），以及工作单元运行中的紧急停止状态。发生上述故障时，有关的报警指示灯以闪烁方式报警。

(7) 当系统停止全线运行时，若工作方式选择到单站方式，按下“返回”按钮，返回到输送站测试界面。

(六) 程序编制及调试

系统的工作模式分为单站测试和全线运行模式。系统上电后应首先进入单站测试模式。仅当所有单站在停止状态且选择到全线方式，以及人机界面中选择开关置为全线运行方式，系统才能投入全线运行。若需从全线运行模式切换到单站测试模式，仅当系统工作停止后人机界面中选择开关切换到单站模式才有效。各工作站要进行单站测试，其按钮/指示灯模块上的方式选择开关应置于单站方式。

1、单站测试模式

(1) 供料站单站测试要求：

① 设备上电和气源接通后，若工作单元的两个气缸满足初始位置要求，且料仓内有足够的待加工工件，出料台上没有工件，则“正常工作”指示灯 HL1 常亮，表示设备准备好。否则，该指示灯以 1Hz 频率闪烁。

② 若设备准备好，按下启动按钮 SB1，工作单元将处于启动状态。这时按一下推料按钮 SB2，表示有供料请求，设备应执行把工件推到出料台上的操作。每当工件被推到出料台上时，“推料完成”指示灯 HL2 亮，直到出料台上的工件被人工取出后熄灭。工件被人工取出后，再按 SB2，设备将再次执行推料操作。

③ 若在运行中料仓内工件不足，则工作单元继续工作，但“正常工作”指示灯 HL1 以 1Hz 的频率闪烁。若料仓内没有工件，则 HL1 指示灯和 HL2 指示灯均以 2Hz 频率闪烁。设备在本次推料操作完成后停止。除非向料仓补充足够的工件，工作站不能再启动。

(2) 装配站单站测试要求:

① 设备上电和气源接通后,若各气缸满足初始位置要求,料仓上已经有足够的小园柱零件;工件装配台上没有待装配工件。则“正常工作”指示灯 HL1 常亮,表示设备准备好。否则,该指示灯以 1Hz 频率闪烁。

② 若设备准备好,按下启动按钮,装配单元启动,“设备运行”指示灯 HL2 常亮。如果回转台上的左料盘内没有小园柱零件,就执行下料操作;如果左料盘内有零件,而右料盘内没有零件,执行回转台回转操作。

③ 如果回转台上的右料盘内有小园柱零件且装配台上有待装配工件,执行装配机械手抓取小园柱零件,放入待装配工件中的控制。

④ 完成装配任务后,装配机械手应返回初始位置,等待下一次装配。

⑤ 若在运行过程中按下停止按钮,则供料机构应立即停止送料,在装配条件满足的情况下,装配单元在完成本次装配后停止工作。

⑥ 在运行中发生“零件不足”报警时,指示灯 HL3 以 1Hz 的频率闪烁,HL1 和 HL2 灯常亮;在运行中发生“零件没有”报警时,指示灯 HL3 以亮 1 秒,灭 0.5 秒的方式闪烁,HL2 熄灭,HL1 常亮。工作站在完成本周期任务后停止。除非向料仓补充足够的工件,工作站不能再启动。

(3) 加工站单站测试要求

① 上电和气源接通后,若各气缸满足初始位置要求,则“正常工作”指示灯 HL1 常亮,表示设备准备好。否则,该指示灯以 1Hz 频率闪烁。

② 若设备准备好,按下启动按钮,设备启动,“设备运行”指示灯 HL2 常亮。当待加工工件送到加工台上并被检出后,设备执行将工件夹紧,送往加工区域冲压,完成冲压动作后返回待料位置的工件加工工序。如果没有停止信号输入,当再有待加工工件送到加工台上时,加工单元又开始下一周期工作。

③ 在工作过程中,若按下停止按钮,加工单元在完成本周期的动作后停止工作。HL2 指示灯熄灭。

(4) 分拣站单站测试要求:

① 设备上电和气源接通后,若工作单元的三个气缸满足初始位置要求,则“正常工作”指示灯 HL1 常亮,表示设备准备好。否则,该指示灯以 1Hz 频率闪烁。

② 若设备准备好,按下启动按钮,系统启动,“设备运行”指示灯 HL2 常亮。当传送带入料口人工放下已装配的工件时,变频器即启动,驱动传动电动机以频率为 30Hz 的速度,把工件带往分拣区。

③ 分拣原则是:满足第一种套件关系的工件(每个白色芯白色工件和一个金属芯白色工件搭配组合成一组套件,不考虑二个工件的排列顺序)到达 1 号滑槽中间时,传送带停止,推料气缸 1 动作把工件推出;满足第二种套件关系的工件(每个白色芯黑色工件和一个金属芯黑色工件搭配组合成一组套件,不考虑二个工件的排列顺序)到达 2 号滑槽中间时,传送带停止,推料气缸 2 动作把工件推出。不满足上述套件关系的工件到达 3 号滑槽中间时,传送带停止,推料气缸 3 动作把工件推出。

工件被推出滑槽后,该工作单元的一个工作周期结束。仅当工件被推出滑槽后,才能再次向传送带下料,开始下一个工作周期。

如果每种套件均被推出 1 套,则测试完成。在最后一个工作周期结束后,设备退出运行状态,指示灯 HL2 熄灭。

说明:假设每当一套套件在分拣单元被分拣推出到相应的出料槽后,即被后序的打包工艺设备取出,打包工艺设备不属于本生产线控制。

(5) 输送站的单站调试,包括抓取机械手装置单项动作测试和直线运动机构的运行测试。两项测试内容的选择指令,由人机界面发出。

① 抓取机械手装置单项动作测试时,设备响应 HMI 界面上的主令信号,单步执行抓取机械手的手臂上升/下降、伸出/缩回;手爪的夹紧/松开和机械手手臂的 90° 回转。

② 进行直线运动机构的运行测试时,通过按钮/指示灯模块的按钮

SB1、SB2 和输送站测试界面上的速度选择开关点动驱动抓取机械手装置沿直线导轨运动。其中，按钮 SB1 实现正向点动运转功能，按钮 SB2 实现反向点动运转功能；HMI 界面上的选择开关 SA1 指令 2 档速度选择，第 1 档速度要求为 50mm/s，第 2 档速度要求为 200mm/s。在按下 SB1 或 SB2 实现点动运转时，应允许切换 SA1，改变当前运转速度。但当运转速度为 200mm/s 时，机械手手臂必须在缩回状态。

③ 直线运动机构的运行测试应包括原点校准功能。当原点搜索操作完成，可同时按下 SB1、SB2 2 秒时间，确认抓取机械手装置已在原点位置。

④ 仅当抓取机械手装置上各气缸返回初始位置，抓取机械手位于原点位置时，单站测试才能认为完成。

2、系统正常的全线运行模式步骤如下：

(1) 人机界面切换到主画面窗口后，输送站 PLC 程序应首先检查供料、装配、加工和分拣等工作站是否处于初始状态。初始状态是指：

① 各工作单元气动执行元件均处于初始位置。

② 供料单元料仓内有足够的待加工工件。

③ 装配单元料仓内有足够的小园柱零件。

若上述条件中任一条件不满足，则安装在装配站上的绿色警示灯以 2Hz 的频率闪烁。红色和黄色灯均熄灭。这时系统不能启动。

如果上述各工作站均处于初始状态，绿色警示灯常亮。若人机界面中设定的计划生产套件总数大于零，则允许启动系统。这时若触摸人机界面上的启动按钮，系统启动，绿色和黄色警示灯均常亮，并且供料站、加工站和分拣站的指示灯 HL3 常亮，表示系统在全线方式下运行。

(2) 计划生产套件总数的设定只能在系统未启动或处于停止状态时进行，套件数量一旦指定且系统进入运行状态后，在该批工作完成前，修改套件数量无效。

(3) 系统正常运行情况下，各从站的工艺工作过程与单站过程相同，但

运行的主令信号均来源于系统主站。同时，各从站应将本站运行中有关的状态信息发回主站。即：

① 供料站接收到系统发来的启动信号时，即进入运行状态。在接收到供料请求信号时，即进行把工件推到出料台上的操作。工件推出到出料台后，应向系统发出出料台上有工件信号。若供料站的料仓内没有工件或工件不足，则向系统发出报警或预警信号。当系统发来的启动信号被复位时，工作站在完成本工作周期后退出运行状态。

② 装配站接收到系统发来的启动信号时，即进入运行状态。装配站物料台的传感器检测到工件到来后，开始执行装配过程。装入动作完成后，向系统发出装配完成信号。

如果装配站的料仓或料槽内没有小园柱零件或零件不足，应向系统发出报警或预警信号。当系统发来的启动信号被复位时，工作站按正常停止的流程退出运行状态。

③ 加工站接收到系统发来的启动信号时，即进入运行状态，当加工台上有工件且被检出后，执行加工过程。冲压动作完成且加工台返回待料位置后，向系统发出加工完成信号。

④ 分拣站接收到系统发来的启动信号时，即进入运行状态。当输送站机械手装置放下工件、缩回到位后，分拣站的变频器即启动，驱动传动电动机以 60%人机界面所指定的变频器运行频率的速度，把工件带入分拣区进行分拣，工件分拣原则与单站运行相同。当分拣气缸活塞杆推出工件并返回后，向系统发出分拣完成信号。

(4) 输送站的工艺工作流程

① 输送站接收到人机界面发来的启动指令后，即进入运行状态，并把启动指令发往各从站。

② 当接收到供料站的“出料台上有工件”信号后，输送站抓取机械手装置应执行抓取供料站工件的操作。动作完成后，伺服电机驱动机械手装

置以不小于 300mm/s 的速度移动到装配站装配台的正前方，把工件放到装配站的装配台上。

③ 接收到装配完成信号后，机械手装置应抓取已装配的工件，然后从装配站向加工站运送工件，到达加工站的加工台正前方，把工件放到加工台上。机械手装置的运动速度要求与②相同。

④ 接收到加工完成信号后，机械手装置应执行抓取已压紧工件的操作。抓取动作完成后，机械手臂逆时针旋转 90°，然后伺服电机驱动机械手装置移动到分拣站进料口。执行在传送带进料口上方把工件放下的操作。机械手装置的运动速度要求与②相同。

⑤ 机械手装置完成放下工件的操作并缩回到位后，手臂应顺时针旋转 90°，然后伺服电机驱动机械手装置以不小于 400mm/s 的速度，高速返回原点。

仅当分拣站完成一次分拣操作，并且输送站机械手装置回到原点，系统的一个工作周期才认为结束。如果从分拣站 1 号或 2 号槽推出的套件总数未达到设定值，系统在暂停 1 秒后，开始下一工作周期。

如果在 1 号或 2 号槽推出的套件总数达到所指定值时，系统工作结束，警示灯中黄色灯熄灭，绿色灯仍保持常亮。系统工作结束后若再按下启动按钮，则系统又重新开始工作。

3、异常工作状态测试

(1) 工件供给状态的信号警示

如果发生来自供料站或装配站的“工件不足够”的预报警信号或“工件没有”的报警信号，则系统动作如下：

① 如果发生“工件不足够”的预报警信号警示灯中红色灯以 1Hz 的频率闪烁，绿色和黄色灯保持常亮。系统继续工作。

② 如果发生“工件没有”的报警信号，警示灯中红色灯以亮 1 秒，灭 0.5 秒的方式闪烁；黄色灯熄灭，绿色灯保持常亮。

若“工件没有”的报警信号来自供料站，且供料站物料台上已推出工件，系统继续运行，直至完成该工作周期尚未完成的工作。当该工作周期工作结束，系统将停止工作，除非“工件没有”的报警信号消失，系统不能再启动。

若“工件没有”的报警信号来自装配站，且装配站回转台上已落下小园柱零件，系统继续运行，直至完成该工作周期尚未完成的工作。当该工作周期工作结束，系统将停止工作，除非“工件没有”的报警信号消失，系统不能再启动。

(2) 废品零件处理

装配站料仓中提供的小园柱零件，可能渗有黑色废品零件。嵌入了废品零件的工件在分拣站被检出后，由传送带送到末端适当位置停车。此时分拣单元的指示灯 HL3 以 1Hz 的频率闪烁，提示分拣站工作人员人工褪出所装配的废品零件。废品零件褪出后，工作人员重新把工件放到传送带上，按下 SB2 按钮，HL3 熄灭，驱动电动机以 30Hz 频率反转，把工件回送到进料口，到达后，再按一次 SB2 按钮，传送带停止。然后由输送站机械手取回工件送往装配站重新装配。

输送站机械手装置在高速返回途中收到废品零件信息后，应立即停止。然后重新前往分拣站取回工件送往装配站重新装配。

三、注意事项

(1) 选手应在试卷指定页内完成输送单元的电气控制电路设计图、分拣单元变频器主电路和控制电路设计图

(2) 选手提交最终的 PLC 程序，存放在 “D: \2009 \” 文件夹下，项目名称以机型+工位号（两位）+计算机序号标示+程序号，西门子系统机型标示为 S，三菱系统机型表示为 M，计算机序号标示指现场两台计算机的序号（选手决定计算机序号标示，前加-），程序号按 ABCDE 顺序定义。例如西门

子系统工位号 01 的第 1 台计算机 B 程序为：S01-1B。选手的试卷用工位号标识，不得写上姓名或与身份有关的信息（竞赛时每组发放三套试题，选手将所有答案集中写在其中一套上并在试卷的封面标明“答卷”，三套试题一并收回）。

(3) 比赛中如出现下列情况时另行扣分：

- ① 调试过程中由于撞击造成抓取机械手不能正常工作扣 15 分。
- ② 选手认定器件有故障可提出更换，经裁判测定器件完好时每次扣 3 分，器件确实损坏每更换一次补时 3 分钟。

(4) 由于错误接线等原因引起 PLC、伺服电机及驱动器、变频器和直流电源损坏，取消竞赛资格。

(5) 比赛时间 5 小时 30 分钟。

输送单元的电气控制电路设计图绘制专用页

输送单元的电气控制电路设计图绘制专用页（续）

分拣单元变频器主电路和控制电路设计图