

题 2**自动化生产线安装与调试工作任务书****一、竞赛设备说明**

YL-335B 自动生产线由供料、装配、加工、分拣及输送 5 个工作单元组成。其中，供料、输送、装配、加工与分拣单元各用一台 PLC 承担其控制任务，4 台 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。

系统自动运行时，其主令工作信号主要由连接到系统主站（输送站）PLC 的触摸屏人机界面提供，主站与各从站之间通过网络交换信息。整个系统的主要工作状态除了在人机界面上显示外，尚须由连接到主站的警示灯显示启动、运行、停止、报警等状态。

二、工作过程概述

1. 将来自供料单元的白色或黑色杯形工件送往装配单元完成白色、黑色或金属芯件的嵌入装配，然后送往加工单元，经过压紧加工工序，所获得的成品工件送往分拣单元进行分拣。

2. 在分拣单元检测区检出如图 1 所示的有效成品工件，根据客户指定的成品搭配要求在工位一、工位二和工位三上打包输出一定数量的套件（具体数量由客户指定）。



图 1 有效成品工件

3. 在分拣单元检测区检出的白套白芯和黑套黑芯工件是无效成品，应回送到进料口，由输送单元的机械手装置抓取送往工件回收盒。

4. 当领取的两种套件数达到客户指定数量时，系统停止工作。

三、需要完成的工作任务**（一）自动生产线设备部件安装、气路连接及调整**

根据供料状况和工作目标要求，YL-335B 自动生产线各工作单元在工作台面上布局如附页图 01 所示。请你首先完成生产线各工作单元的**部分装配工作**，然后把这些工作单元安装在 YL-335B 的工作桌面上，图中，长度单位为毫米，要求安装误差不大于 1 毫米。安装时请注意，输送单元直线运动机构的参考点位置（系统**原点**）在**原点传感器**

中心线处，供料单元出料台中心线也与原点传感器中心线重合。

各工作单元装置侧部分的装配要求如下：

(1)根据附页 02 和 03 图（加工、分拣单元的装配效果图），完成加工和分拣两单元装置侧部件的安装和调整以及工作单元在工作台面上定位。然后根据两单元工作的工艺要求完成它们的气路连接，并调整气路，确保各气缸运行顺畅和平稳。

(2) 输送单元直线导轨底板已经安装在工作台面上，请根据附页 04 图（输送单元的装配效果图）继续完成装置侧部分的机械部件安装和调整的工作，再根据该单元工作的工艺要求完成其气路连接，气路连接完成后请进一步调整气路，确保各气缸运行顺畅和平稳。

其中抓取机械手各气缸初始位置为：提升气缸处于下降状态，手臂伸缩气缸处于缩回状态，气爪处于松开状态，手臂摆动气缸在左限位位置；其右摆幅度为 100°。

(3) 装配单元和供料单元的装置侧部分机械部件安装、气路连接工作已完成，请将这两个工作单元安装到工作台面上，然后进一步加以校核并调整气路，确保各气缸运行顺畅和平稳。

（二）电路设计和电路连接

1、供料单元和装配单元的电气接线已经完成。请根据实际接线查核确定各工作单元 PLC 的 I/O 分配，作为程序编制的依据。

2、设计加工-分拣站的控制电路，完成控制电路连接。

本系统中，加工和分拣单元合用一台 PLC 作为控制器：

(1)采用西门子或三菱 PLC 的系统，使用设备出厂时控制分拣单元的 PLC 为控制器。为满足 I/O 点需求，增加一块数字量扩展模块。

①采用 **S7-200** 系列时，扩展模块为 EM 223（8 点输入；8 点继电器输出）；

②采用 **S7-200 SMART** 系列时，扩展模块为 EM DR16（8 点输入；8 点继电器输出）；

③采用 **FX-3U** 系列时，扩展模块为 FX2N-8ER（4 点输入；4 点继电器输出）；

(2)采用汇川 H2U 的系统，PLC 使用 H2U-3232MRA-XP 型，不增加扩展模块。

本站中分拣单元变频器的控制要求主要采用通讯实现。其中，PLC 采用 FX3U 系列时，通过 FX3U-485ADP 通信扩展模块实现 RS485 通讯；采用西门子 S7-200 或 S7-200 SMART 系列时，应采用 USS 协议实现 RS485 通讯，PLC 上的模拟量 I/O 端子无须连接。采用 H2U-XP 系列时，使用 MODBUS-RTU 协议。电路连接完成后应根据运行要求设定变频器有关参数，并将参数记录在附页 06 答卷上指定位置。

3、设计输送单元的电气控制电路，并在附页图 05 的电路图框（A3 图纸）上绘制其控制电路图。然后根据所设计的电路图连接电路。电路连接完成后应根据运行要求设定伺服驱动器有关参数，并将参数记录在附页 06 答卷上指定位置。

4、设计注意事项：

①所设计的电路应满足工作任务要求。

②电气制图图形符号和文字符号的使用应满足机标 JB/T 2739-2008 和 JB/T 2740-2008 的要求。

③设备安装、气路连接、电路接线应符合附页“自动化生产线安装与调试赛项安装技术规范”的要求。

④所有连接到 PLC 侧接线端口的 I/O 信号线应套上标号管，标号的编制自行确定。

(三) 部分设备的故障检查及排除

1、本生产线的装配站已经完成设备安装和电气接线，但可能存在硬件故障，请您检查并排除这些故障，使之能按工作要求正常运行。如果您无法排除硬件故障，允许放弃此项工作，由技术支持人员排除故障，但您将失去这项工作的得分。

2、装配站 PLC 已下载了根据**手动模式运行要求编制的程序**，但存在错误，请您检查并排除这些程序错误。当您完成错误排除工作后，必须在附页 06 答卷中指定位置填写错误现象和处理措施，作为软件故障排除评分的依据。如果您无法排除该软件错误，可清除错误程序，自行按工作要求编制控制程序，但将失去这项工作的得分。

(四) 各站 PLC 网络连接

本系统的 PLC 网络指定输送站作为系统主站。请根据您所选用的 PLC 类型，选择合适的网络通信方式并完成网络连接。

(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（输送站）PLC 的相应接口。在 TPC7062KK 人机界面上组态画面，要求用户窗口包括首页界面、手动调试、客户登录和系统运行 4 个主窗口。

手动调试、客户登录和系统运行等界面的组态要求将在后面阐述手动模式和自动运行的工作任务时一并说明，此处仅说明首页界面的组态要求。首页界面是启动界面，供参考的画面如图 2 所示。界面上各按钮的功能如下：

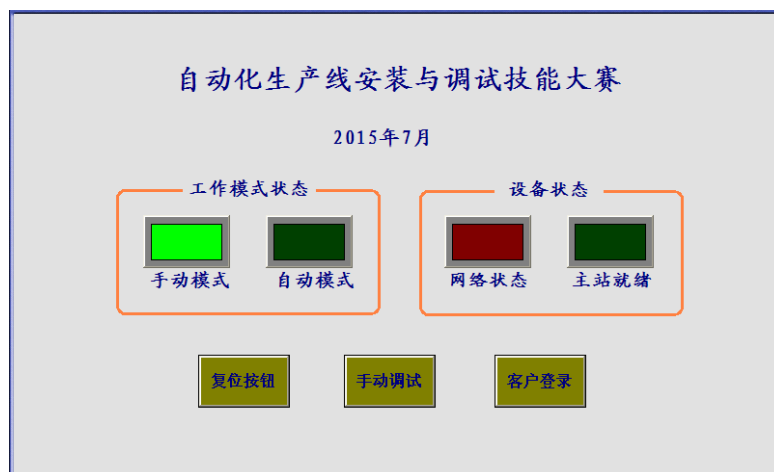


图2 首页界面

(1)复位按钮:当主站的工作模式选择开关 SA 置于手动模式时(手动模式指示灯亮),具有操作员组权限的用户触摸此按钮,将向主站 PLC 发出设备复位信号,复位期间“主站就绪”指示灯闪烁,直到复位完成变成常亮。

(2)“手动调试”按钮:当 SA 在手动模式位置且主站已经准备就绪,具有操作员组权限的用户可触摸该按钮进入手动调试界面。

(3)“客户登录”按钮:属于客户组成员的用户,可触摸此按钮进入客户登录界面,在该界面完成帐户登录和领料设定后,若设备状态满足要求,可切换到系统运行界面。

(六) 编制及调试 PLC 程序

系统的工作模式分为手动运行模式和自动运行模式。系统上电后,无论何种工作模式,都必须首先完成主站复位操作后才能进行。

1、主站复位操作过程

上电前应使抓取机械手置于直线导轨中间位置,上电后人机界面在首页界面。触摸复位按钮发出设备复位命令后,主站 PLC 将执行复位程序,首先检查各气缸是否在初始位置,使不在初始位置的气缸返回初始位置,然后驱动抓取机械手装置移动到原点位置,移动速度可自行设定。当主站各气缸已处于初始位置,抓取机械手装置原点已确认且移动到原点位置时,向人机界面发送主站就绪信息。

2、手动运行模式

本系统的手动运行模式,要求各工作站操作人员相互配合,撇开网络通信来组织生产线的工作过程。手动运行时,各站的方式转换开关 SA 应设置到手动方式位置。

(1)从站手动运行的工作要求

①各从站手动运行时,应配置一个按钮控制设备的启动/停止,另一按钮用以模拟主站的工作指令(请求供料、请求装配、请求加工、分拣可启动等),启动各站自身工

艺过程，即供料站供给工件、装配站的工件装配、加工-分拣站的工件压紧加工、工件传送，检测以及分拣的功能。

②装配站手动运行启动后，如果回转台上的左料盘内没有芯件，就执行下料操作；如果左料盘内有芯件，而右料盘内没有芯件，执行回转台回转操作。

③分拣站手动运行时，变频器运行的频率和减速（下降）时间有 2 档设定，由 QS 切换开关实现：当 QS 抬起状态时要求为 20Hz，减速时间 0.4 秒；按下状态时为 38Hz，减速时间为 1 秒。设备运行时可以在任何时刻切换，但应在下一工作周期开始时才生效。

④各从站按钮/指示灯模块的指示灯状态显示要求如下：

a. 设备上电和气源接通后，若设备准备好，则“正常工作”指示灯 HL1 常亮。否则，该指示灯以 1Hz 频率闪烁。

b. 手动运行启动后，“设备运行”指示灯 HL2 常亮。

c. 供料站在运行中发生“工件不足”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“没有工件”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。 workstation 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。

d. 装配站在运行中发生“芯件不足”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“没有芯件”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。 workstation 在完成本周期任务后停止。除非向料仓补充足够的芯件，工作站不能再启动。

注：装配单元缺料是指：缺料检测传感器动作，回转台左、右料盘均没有芯件。

(2)主站（输送站）手动运行调试

主站手动调试的主令信号主要来源于人机界面的手动调试界面，如图 3 所示。

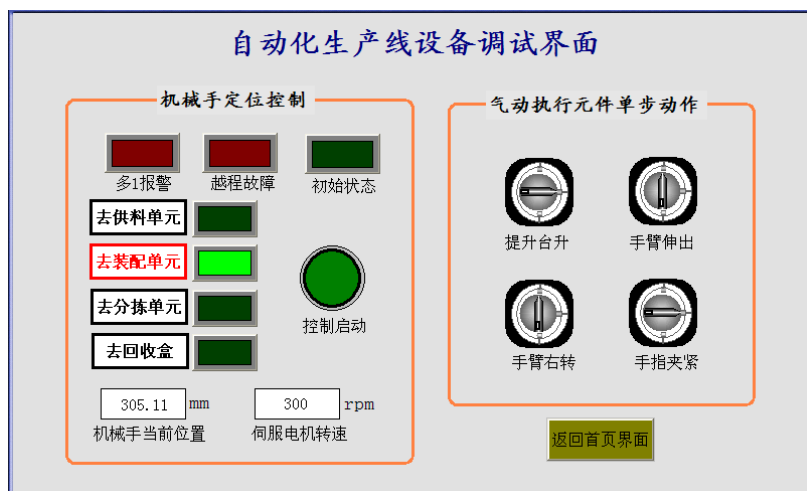


图 3 手动调试界面

手动调试界面包括机械手定位移动操作和气动执行元件单步动作等 2 个区域。请参照该画面完成手动调试界面的组态和编写 PLC 控制程序,实现抓取机械手装置在各工作单元抓取、放下和传送工件的功能。该功能通过交替执行气动执行元件单步动作和机械手移动到目标站点的操作来实现。

① 气动执行元件单步动作

通过界面上“气动执行元件单步动作”框内开关构件,提供本站各气缸的单步动作指令,实现抓取机械手装置在各工作单元抓取和放下工件的功能。

注意,该框内的开关构件应选用有明显档位区别,便于观察其状态的开关构件。此外,您的组态程序应确保,在机械手装置移动期间,不能操作各气缸的单步开关使气缸动作;当机械手装置的手臂伸缩气缸伸出状态时,装置不能移动。

② 抓取机械手装置定位控制

- 在机械手定位控制框内应设置 4 个目标站点(送料、装配、分拣以及回收盒)的选择标签,触摸任一标签,相应的目标站点被选择,标签的文字和边框均呈红色。如果该测试尚未开始,再次触摸该标签,该项选择将复位。

- 如果某目标站点被选择是唯一的,触摸控制启动按钮,PLC 程序将控制伺服系统运行,执行驱动机械手装置定位到目标站点工作台的操作(机械手装置的移动速度应不小于 300mm/s),此时该选择标签旁的指示灯将被点亮,表示该项定位在进行中;定位完成后,标签旁的指示灯熄灭,选择标签也自动复位。

- 定位过程中,界面上应实时显示输送站抓取机械手当前位置和伺服电机当前给定的转速(抓取机械手当前位置为装置相对系统原点的坐标,单位为 mm,显示精度为 0.01mm;伺服电机当前给定的转速的单位为 r/min,用正负号指示旋转的方向,此显示值应与伺服驱动器前面板 7 段 LED 所显示的“位置指令速度”相一致)。

- 调试界面上应设置“多 1 报警”指示灯。如果触摸了 2 个或 2 个以上的目标站点选择标签,将发生多 1 报警,“多 1 报警”指示灯将快速闪烁。此时应复位定位尚未开始的选择标签,使报警消除。

(3) 生产线的手动运行调试

进行生产线手动运行调试,请 2 名选手配合操作,完成生产线的完整工作过程。手动调试评估时,分拣站工件的分拣原则,只考虑待分拣工件是嵌入金属、白色或黑色芯件的白色工件,其他工件认作无效工件。。从 1#出料槽应推出嵌入金属芯件的工件;从 2#出料槽应推出嵌入白色芯件的工件;从 3#出料槽应推出嵌入黑色芯件的工件。无效

工件在检测区被检出后，回送至进料口，由输送站抓取机械手抓取送往工件回收盒。

当手动测试完毕，输送站返回到初始状态时，可点击按钮返回首页界面。

2、正常情况下系统的自动运行模式

(1)客户登录界面的组态要求

系统自动运行模式时人机界面须首先切换到客户登录界面，该界面主要包括领料帐户登录提示区域、领料设定区域以及进入运行界面的切换操作等 3 部分。供参考的客户登录界面如图 4 所示。

帐号	激活状态	可用份额	
		套件1	套件2
B01	已激活	3	2
B02	未激活	0	0
B03	未激活	0	0

图 4 客户登录界面

①帐户登录区域

本工作任务考虑有三个领料帐户的情况。帐号分别为 B01、B02，B03，初始密码均为“6666”。注意：密码为初始值时，帐号为未激活状态，其可用的领料份额为 0；这时帐户须以初始密码登录，成功后修改密码，设定希望领取的成品搭配类型，使帐号在激活状态，从而得到每种套件各 5 套的领料份额（见图 4 中帐户信息表）。帐户登录的步骤如下：

a. 进入客户登录界面后，首先在帐户登录提示区显示：“请凭帐号、密码登录！”，触摸“帐户登录”按钮，将弹出的如图 5(a) 所示的帐户登录子窗口，分别输入帐号和密码后触摸登录按钮。如输入有错，界面上应弹出如图 5(b) 的提示子窗口，触摸其中的确定按钮使其消失，用户可重新输入。如输入正确则登录成功，则对帐号未激活帐户，上方的提示区将显示：“您的帐号尚未激活，请点击帐号激活按钮，修改密码，使帐号激活，您才有领料份额。”

b. 激活帐号的操作

为了使帐号激活，您需要在界面上设置“帐号激活”按钮。触摸此按钮，界面上弹出修改密码子窗口，如图 5(c) 所示，帐户可在此子窗口上输入新的帐号密码并设定

希望领取的成品搭配类型。

图 5(a) 帐户登录子窗口

图 5(b) 输入错误提示框

图 5(c) 帐号激活子窗口

- 新的帐号密码应不等于“6666”。
- 成品工件的搭配类型共 3 类，每类分为两种套件，如下表所示。帐户在激活其帐号时，应设定希望领取的搭配类型，设定的搭配类型不能改变，直到可用份额全部用完。

类型序号	套件 1	套件 2
1	白套金属芯工件+白套黑色芯工件	黑套金属芯工件+黑套白色芯工件
2	白套金属芯工件+黑套金属芯工件	白套黑色芯工件+黑套白色芯工件
3	白套金属芯工件+黑套白色芯工件	白套黑色芯工件+黑套金属芯工件

如果输入的数据满足以上两个条件，则帐号成功激活，拥有该帐号的客户将得到每种套件各 5 套的领料份额，并可分批领取。

这时帐户登录框上方的提示区将显示：“您已成功登录，且帐号在激活状态，您可返回首页，也可设置领料数量，进入运行界面。”

框内下方的帐户信息表中，对应帐号的激活状态，将变为用红色字表示的“已激活”；搭配类型栏目中将显示帐户所设定的搭配类型；可用份额栏目中套件 1 和套件 2 数均赋与 5 套。

②领料数量设定区域

已经成功登录，且帐号已激活的帐户，如果希望进入运行界面领料，应分别设置搭配类型所对应的两种套件的领料套数（均为 0～可用套数）。注意，两种套件的领料套数输入框中所输入的数值不能超出当前可用套数，否则应被箝位在该可用套数上。例如，帐号激活后第 1 次领料，套件 1（或套件 2）最多只能领 5 套，若输入 6 套，则输入框的数值应能自动修改为 5 套。

③进入运行界面的切换操作

已经成功登录，且帐号已激活的帐户，完成领料设定后，如果工作模式在自动模式、系统网络无故障、主站已经准备就绪，可触摸“进入运行”按钮，切换到运行界面。

(2)系统运行界面的组态要求

供参考的系统运行界面如图 6 所示，界面可分为主、从站主要状态显示，分拣站变频器参数设置和实时显示，领料帐户数据设定和领料完成状况显示，以及系统启动操作、运行状态和主要故障状态显示等 4 个区域。

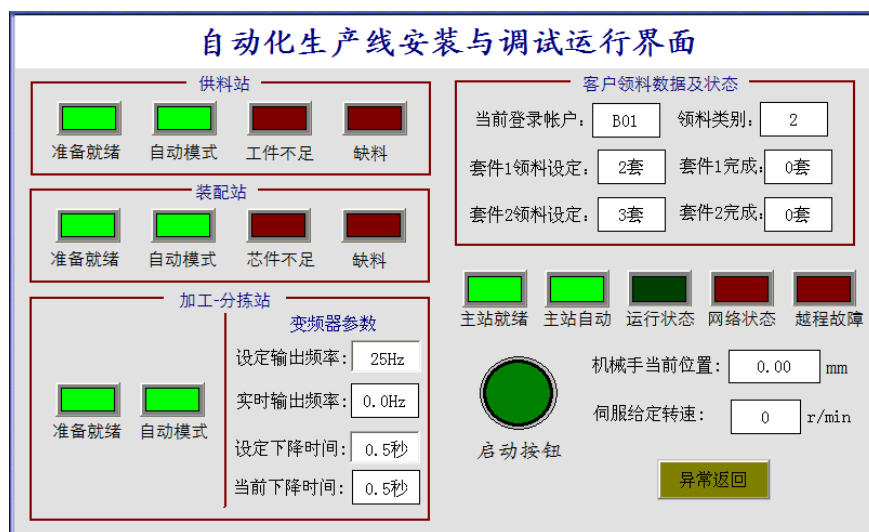


图 6 运行界面

其中，输送单元机械手装置当前位置、伺服给定转速的组态要求与手动调试界面的要求相同，分拣站变频器参数设置和实时显示组态要求如下：

①界面上可设置变频器输出频率和下降时间参数，输出频率设定为 20~38Hz（整数），缺省值 25Hz；下降时间设定为 0.4~1.0 秒，缺省值 0.5 秒。

②界面上应实时显示变频器实际输出频率当前值和下降时间参数当前值，精度分别为 0.1Hz 和 0.1 秒。

(3)系统的启动

自动运行模式下，系统启动的条件有网络通讯是否正常、各工作站是否准备就绪。

① 网络通讯正常时“通讯状态”指示灯亮，故障时闪烁。

② 准备就绪的条件是：

- 各工作站的方式转换开关均置于自动模式。
- 主站在初始状态，即主站各气缸均处于初始位置，抓取机械手装置在原点位置。
- 供料站在初始状态，即各个气缸均处于初始位置，料仓内有足够的工件。
- 装配站在初始状态，即各个气缸均处于初始位置，料仓内有足够的芯件。
- 加工-分拣站在初始状态，即各个气缸均处于初始位置，传送带电机在停止状态。

仅当以上二个条件均满足，才可触摸人机界面上的启动按钮启动系统。系统启动后，人机界面上“运行状态”指示灯常亮，表示系统在自动方式下运行。

(4)正常运行过程

系统正常运行情况下,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。各从站接收到系统发来的启动信号时,即进入运行状态。当启动信号被复位时,工作站退出运行状态。

① 主站(输送站)的工作流程

a. 系统启动 1 秒后,主站即向供料站发出请求供料指令,接收到供料完成的应答信号后,抓取机械手装置抓取出料台上工件。

b. 抓取动作完成后,伺服电机驱动机械手装置以不小于 350mm/s 的速度移动到装配单元的装配台正前方,把工件放到装配台上,操作完成后发出请求装配信号。

c. 接收到装配完成信号后,机械手装置抓取已装配工件。抓取动作完成后,伺服电机驱动机械手装置移动到分拣站进料口中心线对应坐标的位置,然后手臂右摆到右限位位置,把工件放到加工单元加工台上。机械手装置的运动速度要求与 b. 相同。

d. 加工完成后,机械手装置抓取已加工工件。然后左转到左限位位置,把工件放到分拣单元的进料口上。放下动作完成后,机械手装置以不小于 350mm/s 的速度返回到供料站,准备下一次工作。

e. 返回过程中,若接收到分拣站发来的“工件退回”信号时,即改变运动方向,以 400mm/s 的速度移动到分拣站进料口正前方,抓取分拣站所退回的工件,然后移动至工件回收盒处,手臂伸出、手指张开,使工件跌落到回收盒中;完成后再返回到原点。

f. 一个工作周期结束后,如果系统尚未接收到停止运行指令,则供料站再次推出工件,开始下一轮的传送过程。

② 供料站工作流程

当接收到主站发来的请求供料信号,执行把工件推到出料台上的操作。完成后向系统发出供料完成信号。若供料料仓内没有工件或工件不足,则向系统发出相应报警信号。

③ 装配站工作流程

当接收到系统允许装配信号,装配单元装配台的工件被检出后,执行装配过程。装配机械手返回初始位置后,向系统发出装配完成信号。

④ 分拣站的工作流程

加工-分拣站进入运行状态后,其工作流程分为两个分支:

a. 加工分支:当加工单元加工台的工件被检出,且接收到系统请求加工信号后,执行加工过程。当加工好的工件重新送回待料位置时,向系统发出加工完成信号。

b. 分拣分支:当输送站机械手装置在分拣单元进料口放下工件、缩回到位后,分

拣站的变频器即启动,驱动传动电动机把工件带入检测区进行属性检测,在检测区出口确定工件的流向并向主站发送工件检测结果信号。成品工件的分拣原则如下:

(a) 控制程序应根据帐户设定的搭配类型和两种套件领料数,完成两种套件输出到三个工位的任务。

(b) 控制程序应确保,输出任务完成后,三个工位上都没有剩余的工件。

(c) 各工位装入套件的种类没有限制,例如工位一正在装入属于套件1的工件,当装满1套打包清空后,也允许装入属于套件2的工件;工位二和工位三亦然。

(d) 如果传送带送来的工件同时满足二个工位以至三个工位的推入条件,则各工位装入工件的优先权请自行确定。

(e) 每当一套套件分拣完成,应向系统发送该套件的种类,在运行界面上统计各种套件领料完成状况。

(f) 如果传送带送来的成品工件均不满足三个工位装入条件;或该工件是无效工件(黑套黑色芯工件或白套白色芯工件),分拣站应向主站发出“工件退回”信号,并将该工件回送至进料口,由抓取机械手抓取该工件送往工件回收盒。

(3)系统的正常停止

如果各工位已完成的两种套件的领料总数均达到本次登录帐户所设定的领料设定值,本次领料任务完成。界面上“运行状态”指示灯闪烁,延时 2s 系统停止,“运行状态”指示灯熄灭。停止后 3 秒,运行界面自动返回首页。

3、运行过程中发生供料故障的处理

如果发生来自供料或装配单元的物料(工件或芯件)不足的预报警信号或缺料报警信号,则系统动作如下:

① 如果发生物料不足的预报警,则仅警示灯发出预警信号,系统继续工作。

② 如果发生缺料报警,警示灯将发出报警信号。

③ 若缺料报警信号来自供料单元,且供料单元物料台上已推出工件,系统继续运行,直至该工作周期任务完成,系统将停止工作,除非使料仓加满足够工件,系统不能再启动。

④ 若缺料报警信号来自装配单元,系统继续运行,直至该工作周期任务完成,系统将停止工作。除非使料仓加满足够芯件,系统不能再启动。

⑤ 系统由于缺料报警而停止后,若缺料故障无法解除,可触摸运行界面上“异常返回”按钮返回首页界面,但本轮领料任务中尚未完成的套件装入部分将被放弃。

4、运行停止后的重启

运行停止返回首页后，如果该帐户再次登录并进入运行界面，则前次运行界面中的帐户有关数据保存，并接着前次记录继续运行，直到可用的领料份额全部完成。

注意，您编写的程序和组态的界面，必须确保系统在多次重启时的稳定性，包括运行停止返回首页后，系统停电退出工作，再次上电后的重启。

5、警示灯的系统工作状态显示要求

(1) 主站上电后，如果复位尚未完成，则绿色灯闪烁（1Hz），复位完成后绿色灯常亮状态，其余两灯熄灭状态。

(2) 系统在自动模式下运行启动后，绿、橙、红三个警示灯逐个点亮，时间频率为 1 秒，当三个灯如流水般亮完后，全部熄灭 1 秒，然后全部点亮 1 秒，再全部熄灭 1 秒后又重新从绿色灯开始不断重复。

(3) 如果发生物料（工件或芯片）不足的预报警信号，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。

(4) 如果发生没有物料的报警信号，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。

四、注意事项

(1) 选手应在 **360 分钟**内完成工作任务。

(2) 选手提交最终的 PLC 程序和组态文件，存放在 “D:\2015 自动线\XX” 文件夹下 (XX: 工位号)。选手的试卷和答卷用工位号标识，不得写上姓名或与身份有关的信息（竞赛时每组发放 2 套试题、1 份答卷及 1 张电路框图，竞赛结束时一并收回）。

(3) 比赛中如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 5 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。