

智能传感器检测技术综合实训平台



操作手册



中双元（杭州）科技有限公司

中文

06/2026V1.0

订货号:

出版时间: 06/2026

作者: 中双元（杭州）科技有限公司

设计: 06/2026, 中双元（杭州）科技有限公司

目录

1	基本操作要求	3
2	警告标示	4
3	合理使用	4
4	产品介绍	5
4.1	S7-1200 系列 PLC 硬件组态介绍	6
4.1.1	1PLC	6
4.1.2	2SM1278	7
4.1.3	CB1241 (RS485)	1
4.2	触摸屏 (KTP7010)	3
4.3	变频器 (V20)	5
4.4	IO模块 (00BH11)	7
4.5	RFID读写器 (YF471-RJ45)	8
4.6	震动传感器 (WTVB01-485)	9
4.7	距离测量模块	11
4.8	杯体供料仓模块	12
4.9	固体罐装模块	13
4.10	传送带模块	14
4.11	控制面板模块	15
4.12	视觉检测模块	16
4.13	嵌入式 Linux 板卡	17
5	技术数据	18
6.1	常规数据	18
6.2	针脚定义	19
6	操作说明	20
6.1	远程IO模块程序 (IO Link)	21
6.2	RFID程序 (TCP/IP)	26
6.3	震动传感器 (Modbus RTU)	29
6.4	编码器 (SHC)	31
6.5	上位机读写 (Modbus TCP)	32
6.6	上位机与相机程序	33

1 基本操作要求

基本安全操作要求:

- 商业设备必须遵守国家相关的电气系统及设备相关的规定。
- 实验室或教学设备必须由具备以下资质的人员来管理:
 - 具有上岗资格的电工或者经过电气工程培训的人员。
 - 了解相关安全要求和安全规定。
 - 且该人员应具有相关培训的培训记录。
- 电缆和设备负载电流不得超过的最大允许电流。
 - 使用保险丝确保时刻检测设备和电缆不超过额定电流值。
 - 根据不同情况, 在设备前端安装独立的保险丝来提供适当的过流保护。
- 带有接地端子的设备必须保证可靠接地。
 - 如果有接地线 (实验室黄绿插座), 该接地线一定要连接到保护接地线上保护接地应在上电前最先连接 (上电前), 并且在断电后最后断开 (断电后)。
- 在技术数据中未特别指明的情况下, 本设备不带有集成保险丝。

实验室或教学设备必须配备如下:

- 紧急停止设备
 - 至少安装一个在室内的紧急停止设备, 和一个在实验室或教室以外的紧急停止设备。
- 为了确保实验室和教室的安全, 操作电源和压缩空气不能由未经许可的人操作, 比如通过以下方式:
 - 钥匙开关。
 - 以加锁的开关阀。
- 实验室或教室必须装有剩余电流保护 (RCDs)
 - 采用额定剩余电流 ≤ 30 mA 的 B 型剩余电流保护器。
- 实验室或教室必须配备过流保护设备
 - 保险丝和断路器。
- 实验室或教学设备必须由具备以下资质的人员来管理:
 - 具有上岗资格的电工或接受过适当培训的人员了解相关安全要求和安全规定且该人员应具有相关培训的培训记录。
- 不得使用已损坏或有缺陷的设备

- 禁止在实验室或教室使用已损坏的设备，并应将其搬离实验室或教室。
- 已损坏的电缆、气管和液压油管具有安全风险，所以一定要将其从实验室或教室搬离。

2 警告标示

在本文件及设备硬件上，带有用来描述由于对系统的错误使用而引起相关危险的警告标示。

警告标示将使用如下：



警告

忽视此标示可能造成严重的人身伤害和重大财产损失。

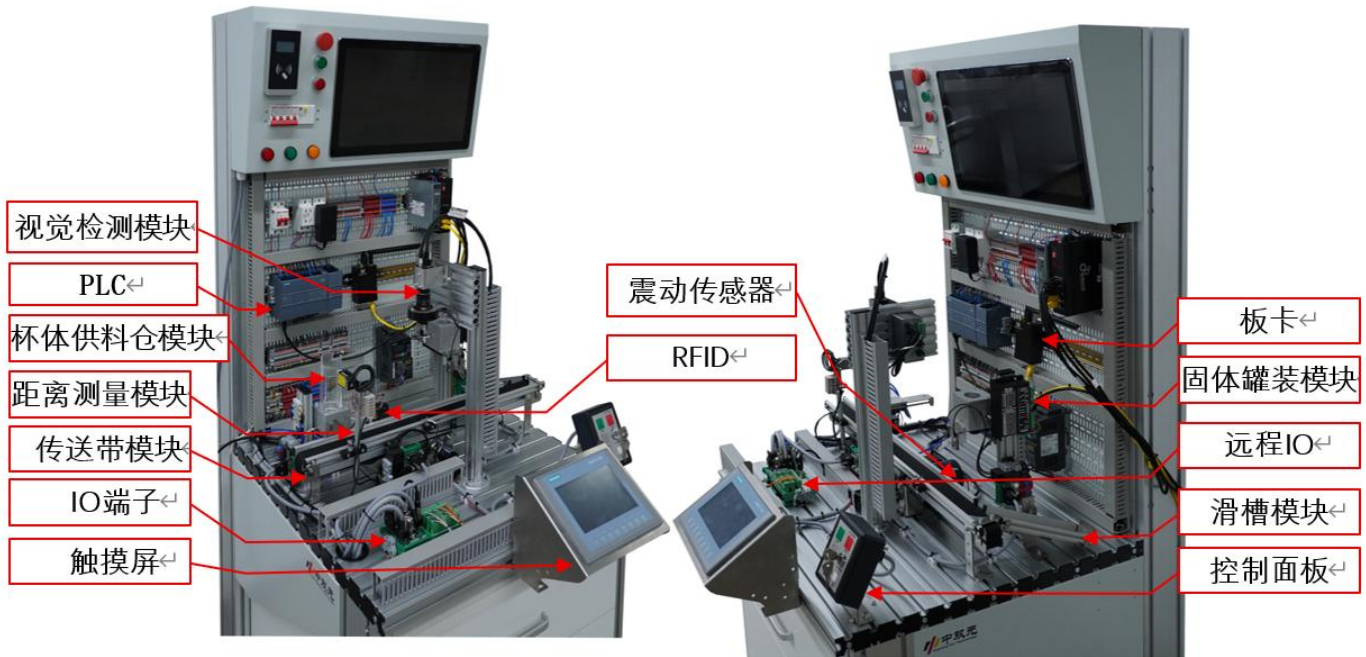
3 合理使用

MPES 只应在如下情况下使用：

- 作为教学、培训及大赛设备使用。
- 在系统的安全功能完全正常的情况下使用。

虽然各设备站是由符合目前公认的安全规则的最新技术设计而出的，但是仍有对用户和第三方的生命和肢体安全构成威胁的可能，并且相关器件也可能因为使用不当而造成损坏。

4 产品介绍



智能传感器检测技术综合实训平台

智能传感器检测技术综合实训平台主要由杯体供料仓模块、输送带模块、颗粒罐装模块、距离测量模块、视觉检测模块、远程IO模块、震动传感器、读写传感器、1215CPLC、KTP700触摸屏、V20变频器、鲁班猫板卡、显示屏、电气接口模块和IO端子等组成。本平台选用杯体供料仓模块与输送带模块完成基础供料与输送。该模块作为智能检测的载体，配合全线布置的智能传感器（距离、视觉、震动、读写），实现对杯体工件物理特性与身份信息的全方位智能感知与数据采集。

杯体供料仓模块与输送带模块位于本实训平台的物料首端。通过供料仓将杯体工件有序推送至输送带上，作为智能检测的被测目标。工件随输送带动态通过全线的智能传感器检测工位：距离测量模块用于测量工件开口，视觉检测模块进行外观或特征识别，震动传感器实时监测设备运行状态与工艺同步性，RFID读写传感器则完成工件身份信息的读写。所有传感器采集的数据通过电气接口模块与IO端子汇集至S7-1215C PLC进行综合研判，并在KTP700触摸屏与上位机显示屏上进行数据可视化监控，从而在单站内实现“感知-控制-执行”的完整智能检测闭环。

4.1 S7-1200 系列 PLC 硬件组态介绍

本系统用到以下硬件：

名称	订货号
1215C DC/DC/DC PLC	6ES7 215-1AG40-0XB0
SM 1278	6ES7 278-4BD32-0XB0
CB 1241 (RS485)	6ES7 241-1CH30-1XB0

4.1.1 PLC

PLC(Programmable Logic Controller)即可编程逻辑控制器，是一种采用一类可编程的存储器，用于其内部存储程序，执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令，并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程个控制器。可编程逻辑控制器实质是一种专用于工业控制的计算机，其硬件结构基本上与微型计算机类似，但由于工业环境的复杂性，相比于一般的计算机，它有它的一些特点：1、使用方便，编程简单；2、功能强，性能价格比高；3、硬件配套齐全，用户使用方便，适应性强；4、可靠性高，抗干扰能力强；5、系统的设计、安装、调试工作量少；6、维修工作量小，维修方便。正因为这些特点，使得 PLC 在工业上得到了广泛的应用。

PLC 的工作原理：当可编程逻辑控制器投入运行后，其工作过程一般分为三个阶段，即输入采样、用户程序执行和输出刷新三个阶段。完成上述三个阶段称作一个扫描周期。在整个运行期间，可编程逻辑控制器的CPU以一定的扫描速度重复执行上述三个阶段：一、输入采样阶段，在此阶段，PLC将通过扫描将外部读到过程映像区；二、用户程序执行阶段，PLC 以过程映像区和自己内部的存取器的内容为依据从上到下从左到右执行用户程序，根据程序内容刷新过程映像区和内部变量；三、输出刷新阶段，当扫描用户程序结束后，可编程逻辑控制器就进入输出刷新阶段。在此期间，CPU按照I/O映象区内对应的状态和数据刷新所有的输出锁存电路，再经输出电路驱动相应的外设。这时，才是可编程逻辑控制器的真正输出。

SIMATIC S7-1200 是西门子公司最新推出的一款紧凑型、模块化的PLC，可完成简单逻辑控制、高级逻辑控制、HMI和网络通信等任务。单机小型自动化系统的完美解决方案。对于需要网络通信功能和单屏或多屏HMI的自动化系统，易于设计和实施。具有支持小型运动控制系统、过程控制系统的高级应用功能。除了继承西门子公司一如既往可靠的硬件外，配套的变成软件应用了大量的图形组态技术，使用方便，自动化程度高。



1215C DC/DC/DC PLC外观

4. 1. 2SM1278

IO-Link 是主站和设备之间的一种点对点连接。非屏蔽的标准电缆可用于在 IO-Link Master 上以成熟的三线制技术连接常规型和智能型传感器和执行器。开关状态和数据通道为 24 V DC 信号。SM1278 4xIO-Link Master 是一个具有四个接口（Port）的模块，它既可以作为通信模块来使用，也可以作为数字量信号模块来使用。模块的每一个接口都有三种工作模式：IO-Link 通信模式、24V 数字量输入（DI）模式和 24V 数字量输出（DO）模式。



SM1278外观

指示灯含义：模块的中部是 LED 指示灯，包括一个诊断指示灯“DIAG”和四组接口状态指示灯，每一组接口指示灯包括三个 LED：COM、C/Q 和 F。模块诊断指示灯 DIAG 的含义如下模块诊断指示灯 DIAG 的含义如下：

状态	描述
熄灭	背板总线供电不正常
绿色闪烁	模块未组态（找不到 CPU）
绿色常亮	模块已经组态并且工作正常，没有错误
红色闪烁	模块自身检测到错误或者 L+电源没有连接

接口指示灯 COM1~COM4 的含义如下：

状态	描述
熄灭	接口未激活
绿色闪烁	接口已经激活但设备未连接；或者接口已经激活，单连接的设备不是配置的设备；
绿色常亮	接口已经激活且设备已经正确连接

在标准 IO 模式下，指示灯 C/Q 的含义如下：

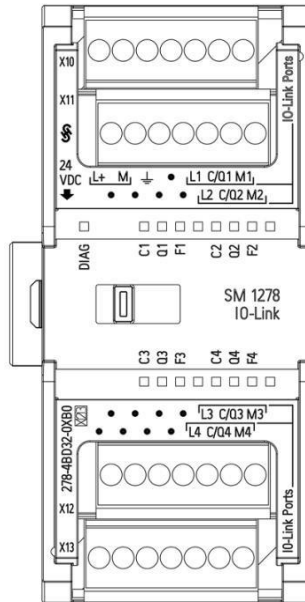
状态	描述
熄灭	过程值信号=0
点亮	过程值信号=1

F 指示灯用来指示错误状态，其含义如下：

状态	描述
熄灭	没有错误
点亮	有错误发生

接线端子定义

SM1278 4xIO-Link Master 上下各有两个接线端子排，上面两个编号为 X10 和 X11，下面两个编号为 X12 和 X13。如下图：



SM1278 接线图

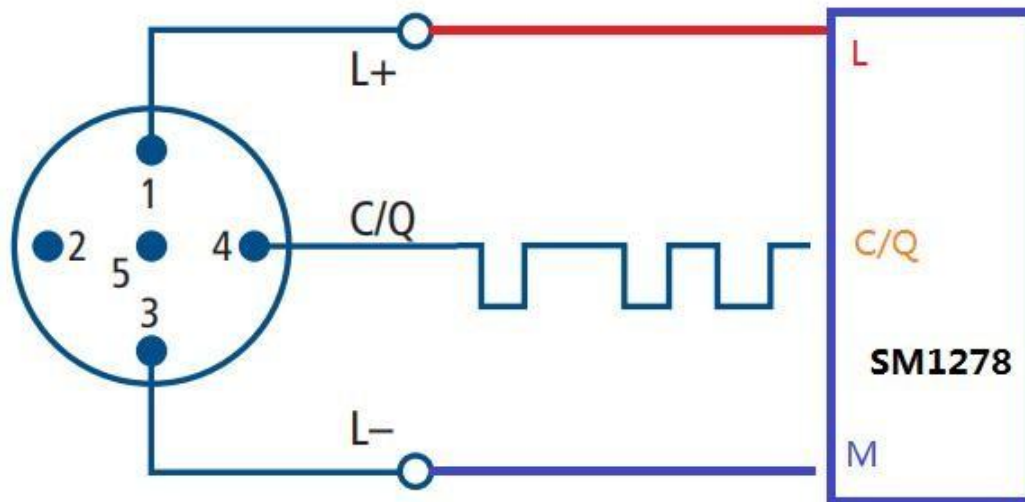
每个端子排有七个接线端子，各段子的定义下：

针脚	X10	X11	X12	X13
1	L+	Reserved/保留	Reserved/保留	Reserved/保留
2	M	Reserved/保留	Reserved/保留	Reserved/保留
3	Functional earth	Reserved/保留	Reserved/保留	Reserved/保留
4	Reserved/保留	Reserved/保留	Reserved/保留	Reserved/保留
5	L1	L2	L3	L4
6	C/Q1	C/Q2	C/Q3	C/Q4
7	M1	M2	M3	M4

其中：

X10-1 为 24V 正极，用来给模块供电；X10-2 为 24V 负极；X10-3 为功能性接地；SM1278 的 IO-Link 接口类型为 A 型（Port Class A），X10-5（L1）为 24V 电源正极，用来给 IO-Link 设备供电；X10-6（C/Q1）为 IO-Link 通信线；X10-7（M1）为 24V 电源负极；其它接线端子的定义与 X10 类似。

在 IO-Link 通信模式下，SM1278 4xIO-Link Master 连接 IO-Link Device 的接线方式



SM1278 与 00HB11 连接图

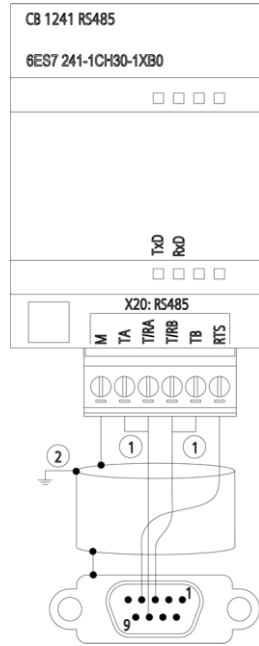
4. 1. 3 CB1241 (RS485)

CB 1241(RS485) 是西门子 SIMATIC S7-1200 PLC 系列的一种信号板（Communication Board）。它能够直接插在 S7-1200 CPU 的正前方，在不占用控制柜额外空间及CPU插槽（外扩模块位置）的前提下，为系统经济、无缝地扩展一路RS485串行通信接口。在工业自动化教学与工程应用中，CB 1241 常用于连接变频器（如西门子 V20/G120C）、温控仪表、智能传感器、伺服驱动器等各类支持Modbus RTU协议、USS 协议或自由口通信（PPI/ASCII）的现场设备。



CB1241 (RS485) 外观

CB 1241(RS485) 采用5点式可拆卸接线端子排。正确的物理接线是串行通信成功的前提，其端子具体定义及对应功能如下表所示：



CB 1241 (RS485)接线图

序号	端子标识	信号名称	说明
1	M	通信参考地	通信参考地（建议与对端设备的通信地相连）
2	TA	接收/发送正	在RS485（半双工）模式下，它与TB组成差分信号对，负责数据的发送和接收。
3	T/RA	接收/发送正	在四线制（全双工）模式下，通常作为接收正信号（Receive A/+）；在某些双线制（半双工）模块内部跳转时，它也可能指代发送/接收A。
4	T/RB	接收/发送负	在四线制（全双工）模式下，通常作为接收负信号（Receive B/-）。
5	TB	接收/发送负	在RS485（半双工）模式下，它与TA组成差分信号对。
6	RTS	屏蔽层	连接电缆屏蔽层，用于抗干扰接地

4.2 触摸屏（KTP7032）

SIMATIC HMI KTP700 是一款集触摸操作（Touch）与机械按键操作（Key）于一体的工业级人机界面。它专为实现中小型自动化现场的设备监控、参数配置及报警提示而设计，通常与西门子 S7-1200 等控制器配合使用，是现代化分布式控制系统中不可或缺的“人机交互窗口”。



KTP700 Basic PN外观

核心功能特点：

（1） 触摸与按键双重操作（KTP），屏幕支持高灵敏度的触控操作（Touch），同时在屏幕下方和两侧配有 8 个可自由组态的机械触觉按键（Key）。在现场操作人员佩戴厚重工业手套、或者屏幕沾染油污的恶劣环境下，机械按键能确保关键指令（如启动、急停切换、画面返回）的绝对触发。

（2） 高分辨率宽屏显示，采用 7 英寸 TFT 宽屏显示，分辨率达到 800×480 像素，支持 64,000 色显示。相比传统 4:3 屏幕，16:9 的宽屏布局能容纳更丰富的工艺流程图、趋势图以及更直观的工业 HMI 界面排布。KTP700 Basic (Profinet)，集成标准 RJ45 以太网接口（Profinet 协议），可直接拉网线连接 PLC 或交换机，支持高达 10/100Mbit/s 的高速数据交互。

（3） 全集成自动化（TIA 博途）无缝组态，软件开发完全嵌入在西门子 TIA Portal（博途软件）中。在同一个软件平台内，HMI 的变量可直接关联 PLC（如 S7-1200）的变量标签，无需二次导入。其支持丰富的图形组态技术、趋势图控件、配方管理以及用户权限安全管理。

（4） 坚固性与高防护，前盖防护等级达到 IP65（完全防尘、防喷水），外壳具备极佳的耐化学性和抗震动性。内置非易失性闪存（Flash），即使现场意外断电，系统数据和报警记录也不会丢失。

项目	参数规格
显示屏类型	7.7英寸TFT宽屏显示（16:9）。
接口类型	1×RJ45以太网接口（Profinet版）或1×RS422/485 接口（DP版）；1×USB2.0

	接口（用于固件更新、配方或数据导出）。
分辨率/色彩	800 × 480像素/64K 色（64000色）。
控制元素	模拟式触摸屏+8个带触觉反馈的键盘功能键。
工作电压	24VDC(19.2V ~ 28.8V)工业标准供电。

4.3 变频器（V20）

SINAMICS V20 是一款专为经济型自动化驱动设计的紧凑型变频器。该型号采用单相 220V 交流进线、三相 220V 交流出线的设计，额定功率为 0.37kW(0.5HP)，非常适合驱动中小型三相异步电动机。它以操作简便、经济实用、坚固耐用著称。



SIEMENS SINAMICS V20外观

核心功能特点：

(1) 紧凑的单相 220V 工业设计，可为空间受限的控制柜设计，支持壁挂式安装或穿墙式安装。采用单相 220V 供电，极大地方便了在没有三相 380V 动力电的现场（如实验室、小型工作坊或单相控制回路）进行调试与应用。

(2) 无传感器矢量控制（高级控制模式），除了基础的 V/F（电压/频率）控制外，还支持先进的无传感器矢量控制（SVC）。即使在低速运转时，也能为电机提供高启动转矩和精准的速度控制，自适应负载波动。

(3) “BOP-2”直观的操作面板，变频器正面集成清晰的液晶显示屏与 8 个功能按键（包含启动/停止、菜单切换、参数确认及上下微调键），无需借助外接电脑，即可在现场快速完成电机参数的设定、运行方向切换（正反转）以及故障诊断。

(4) 节能与经济性优化，内置独特的节能模式（ECO 模式），能够根据电机的实际负载自动优化电压输出，降低能耗。此外，支持内置 PID 控制功能，无需额外购买 PLC 的 PID 模块即可实现现场水泵、风机的闭环恒压、恒流控制。无滤波器（Un-Filtered）坚固版设计，该特定型号为无内置 EMC 滤波器版本，硬件结构更加精简且皮实耐用，在电网环境较差、允许使用无滤波设备的工业场合具备更高的性价比和抗电源波动能力。

(5) USS/Modbus TU 双通讯接口，底部集成了标准的 RS485 通信端子，原生支持西门子 USS 协议和标准的 Modbus RTU 协议。可以用一条双绞线轻松串联多台变频器，直接接入上层 PLC（如西门子 S7-1200）的串行通信模块中，进行数字化的集中启停、频率给定和状态读取。

项目	参数规格
输入电压/电流	1AC (单相) 200V 至240V AC, 额定电流 6.2A, 50/60Hz。
输出电压/电流	3AC (三相) 0V 输入电压值, 额定电流 2.3A, 0Hz至50Hz。
控制方式	V/f 控制 (线性、平方、多点、FC0)、无传感器矢量控制 (SVC)。
内置功能	PID 调节、多段速控制 (最多4段固定频率)、JOG点动、节能模式。
适配电机功率	0.37 kW/0.5HP。

4. 4IO模块（00BH11）

FNI IOL-310-S01-K024 是一款紧凑、高效的分布式/远程输入输出模块，作为分散式输入和输出模块用于连接到一个工业网络。该模块基于先进的 IO-Link 通讯协议，旨在简化现场设备层的信号采集与控制，是现代工业自动化控制系统的高性价比方案。



远程I/O模块（00BH11）外观

核心功能特点：

- （1）灵活的多通道配置，模块提供 16 路数字量 I/O 通道（16xDI/DC）。输入输出信号类型支持三线 PNP、二线 PNP 以及干接点。
- （2）高速标准通信，采用标准 M12 A-编码公头 IO-Link 接口，支持 COM2 传输速率（38.4 kbit/s）。其过程数据循环时间与最小循环时间一致，仅为 3ms，能确保数据的高实时性传输。免螺丝接线设计，信号端口、24V 电源和 GND 端口均采用免螺丝弹簧式接线端子，不仅大幅简化了现场接线工作，且具备更强的抗震动松脱能力。
- （3）参数可调，模块支持高度定制化，通过服务数据可进行通道的位倒置设置（0x40，支持 0000-FFFF 反向映射）以及 I/O 方向切换（0x41，可自定义每路信号为输入或输出）。完善的状态诊断：板载丰富的 LED 指示灯，可实时清晰显示 1~16 点数字信号状态、IO-Link 通讯状态、UA 辅助电源以及 US 模块电源状态，极大地方便了现场的调试与故障排查。

项目	参数规格
物理尺寸	77.0 mm × 86.6 mm × 47.8 mm（宽×高×深）。
通讯接口	IO-Link 接口（M12 A-编码，公头）。
过程数据长度	2字节输入\2字节输出。
单路负载能力	引脚+24V，单路输入供电最大负载 100mA，单路输出供电最大负载 350mA。
总电流限制	每8路（1-8路，9-16路）总电流 < 1A。

4. 5RFID读写器（YF471-RJ45）

YF471-RJ45 是由一款高可靠性、紧凑型工业级 RFID 读写器。该设备采用标准 RJ45 网口通信设计，支持主流的工业以太网通讯协议。它专用于高精度的标签识别与数据读写。通过将现场物料、托盘或工装夹具上的 RFID 标签信息实时采集并上传，能够与可编程逻辑控制（PLC，如西门子 S7-1200/1500）及上层 MES/WMS 系统无缝对接，是构建数字化工厂与智能化物流系统的关键组件。



RFID读写器（YF471-RJ45）外观

核心功能特点：

（1）标准 RJ45 工业以太网接口，配备标准的 RJ45 网络接口，支持 Modbus TCP、Profinet 或标准 TCP/IP 等工业以太网协议。无需额外的专用网关，即可直接拉线接入车间现有的工业网络，大幅简化拓扑结构。

（2）紧凑型分布式安装：机身采用轻量化、紧凑型外形设计，支持就近分布式安装。可直接固定在流水线支架、机器人末端或工装工位上，减少现场密集长途接线，提高系统稳定性。

（3）智能数据处理，内置高性能微处理器，支持对现场标签的快速防碰撞识别。能够在极短的扫描周期（毫秒级）内完成数据的读取与校验，适应高速输送线上的动态识别需求。富的状态 LED 指示：机身面板集成了清晰的 LED 状态指示灯，分别对应电源（PWR）、网络通信（LINK/ACT）以及读卡状态（RFID/RD），便于现场技术人员在调试和维护时快速排查故障。

项目	参数规格
工作频率	常见为高频（HF 13.56MHz，支持 ISO15693/14443A）或超高频（UHF 920-925MHz），根据具体型号版本而定）。
通信接口	1×RJ45网口（Modbus TCP/Profinet/TCP/IP/UDP）。
读写距离	视具体配置与标签大小而定（高频一般在 0~100mm 左右，超高频可达数米）。
工作温度	-25℃至+70℃。
防护等级	IP65或IP67（防尘、防喷水/短时浸水）。

4.6 震动传感器（WTVB01-485）

WTVB01-485 是一款高集成度、数字输出型工业振动传感器。设备内部集成了高精度的三轴加速度计与先进的数字信号处理芯片，通过核心算法可同时解算出被测物体的振动位移、振动速度（烈度）、振动频率以及振动角度。传感器支持标准的 RS485 总线网络，能够以分布式、多节点的方式拉线直接接入 PLC（如西门子 S7-1200/1500）、数据采集网关（如边缘计算网关）或上位机组态系统，用于旋转机械、往复式机械的轴承磨损、动平衡不良等故障的提前预警。



WTVB01-485外观

核心功能特点：

(1) 多维度数据全方位测量，区别于传统只输出单一加速度的传感器，该模块能够同时输出三轴位移、三轴速度、三轴角度、三轴频率等丰富参数，全方位精准判断电机、水泵等旋转机械的实时运行状态。先进的数字滤波技术，模块内部自带电压稳定电路，内置先进的数字滤波算法，能够有效过滤现场因非目标晃动、随机噪声引起的杂波，大幅提高测量的稳定度与精细度。

(2) RS485 通信总线，采用 RS485 物理接口，基于标准的 Modbus RTU 通讯协议。这使其具备极强的抗干扰能力与长距离传输能力，单条总线上可串联多个振动传感器，显著降低布线成本。

(3) 灵活可调的参数配置，传感器的截止频率（如 0~100Hz）和检测周期均可根据现场机械的额定转速进行微调，从而精准锁定该设备特有的故障特征频率。预测性维护与故障预警，针对轴承磨损、轴承开裂、动平衡不良以及轴心不对中等引起的异常振动，

传感器能通过连续的数据趋势分析提前发出预警，防止机器在带病状态下恶化引发恶性事故。

项目	参数规格
测量维度	三轴（X、Y、Z 轴）。
输出参数	振动位移、振动速度、振动频率、动态角度。
测量精度	线性度/测量误差 $<F. S \pm 5\%$ 。
通讯接口	RS485 接口（A、B 两线制）（标准 Modbus RTU 协议）。
频率响应	截止频率通常在 0~100Hz 可调（适用于中低频工业设备监测）。

4.7 距离测量模块

本模块是一款安装于输送线上的高精度分布式工件姿态检测装置。模块以高性能微型激光位移传感器为核心，利用光电反射测量原理，能够非接触式地实时捕获通过工件的精确高度与相对距离。通过数字化数据反馈，上层控制端可据此精准判别工件的高度特征、开关开口方向及正反姿态，为后续的工件处理提供数据支撑。



距离测量模块外观

核心功能特点：

（1）非接触，模块通过微型激光位移传感器发射高频激光脉冲，利用光反射量与三角测量原理，动态检测通过工件的表面高度与特征距离。即使面对高速流转的工件，也能精准捕捉微小的几何高度差，进而计算出工件的正反面状态和开口方向。

（2）紧凑型机械结构，就地分布式安装，模块物理结构经过工业级精简设计，由一个微型激光位移传感器、一个高刚性固定杆和一个专用固定支架组成。整体装置直接跨装在标准工业输送带上方，占用现场空间极小，且具备出色的抗震动性，确保光路长期稳定。

4.8 杯体供料仓模块

本模块是一款应用于自动化生产线起始端的分布式工件供给装置。模块采用垂直重力式储料设计与气动推进结构，专门用于将成叠嵌套的杯体工件进行精准单体分离，并实现向后续加工工站的连续、稳定供给。通过控制端对气动执行元件的精确时序驱动，模块能够完成“整批存储-单体分离-定向推送”的自动化物料始发任务。



杯体供料仓模块外观

核心功能特点：

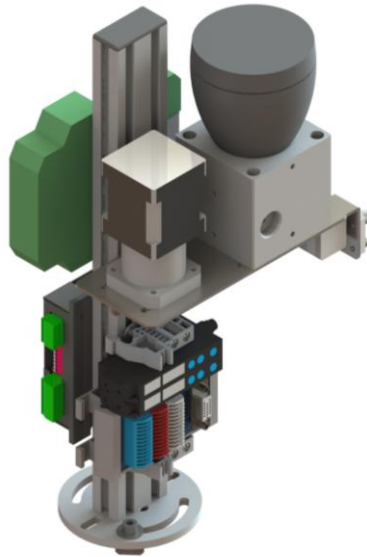
(1) 单体气动分离，控制端启动定向供料指令后，模块通过高性能单电控两位五通电磁阀，驱动底部的双作用柱型气缸执行“伸出-缩回”的往复直线运动。配合机械加工的精密推料舌块与门式井架结构，将最底部的杯体工件逐个从推料井中分离并推送至外部承接轨道。运动速度自适应可调，

(2) 气路系统中配有单向节流阀（调速阀），现场技术人员可以通过手动调节进排气流量，对推进气缸的伸出和缩回速度进行任意微调，以匹配整条输送线的最优生产节拍，避免机械冲击。

(3) 状态直观可视，物料仓采用高透光率的透明有机玻璃圆筒设计，不仅美观耐用，更便于现场操作人员与视觉传感器直接观测仓内残料剩余状态；整体基于型材基体与方圆型地脚构建，抗振性强，并集成了独立的电气接口模块，实现线缆的模块化快速接插。

4.9 固体罐装模块

本模块是一款应用于自动化生产线加工段的分布式精密固体定量罐装装置。模块采用步进电机作为驱动核心，通过数字脉冲精确控制同步轮的物理旋转角度，从而实现固体钢珠工件的单粒受控下落。结合落料管道处配置的高频响应光栅传感器，系统可对物料下落数量进行实时捕获与闭环计数。



固体罐装模块外观

核心功能特点：

（1）精密步进角度控制，模块的核心执行机构由高性能步进电机与同步轮传动系统构成。主控端通过向步进驱动器发送精确数量的数字脉冲，驱动同步轮进行微小角度的步进旋转，使钢珠顺着预留的落料口精准、分批次地向下释放，有效杜绝了传统气动落料易卡料、不连续的弊端。

（2）高灵敏光栅闭环计数，物料下落通道采用全透明耐磨管道设计，外部紧凑搭配了一组微型光栅传感器（红外对射）。当钢珠穿过透明管下落时，传感器随之输出高频脉冲信号，控制端依此进行精确的计数累加，实现投料数量的现场闭环控制。

（3）模块化分布式架构，整体机械构型紧凑，集成了电机驱动接口、传感器信号转接板以及标准的机械定位座。装置直接架设于输送带目标工位上方，便于就地分布式布线、维护与机械微调。

4.10 传送带模块

本模块是一款运用于自动化生产线核心部分的工件运输装置，模块采用交流减速电机驱动，并通过西门子变频器实现宽调速比、高平稳性的无级调速控制。模块的有效传输距离为700mm适用于传输直径为40mm的工件。模块搭配了多种光电传感器以及编码传感器，可用于传送带上工件位置的检测以及配合模块的协作信号。



传送带模块外观

核心功能特点：

（1） 扩展性高：模块结构全面采用工业级标准 T 型槽设计，赋予了系统极佳的物理扩展性。沿线搭载的所有传感器固定杆、检测夹具以及附加功能模块，无需现场进行加工。只需利用标准的型材滑块螺母，即可在 T 型槽轨道上实现无级滑动微调。

（2） 多维度闭环控制：模块融合了编码器、多点光电传感器组以及三轴振动传感器，共同构建起了一个多维度复合闭环控制系统。

4.11 控制面板模块

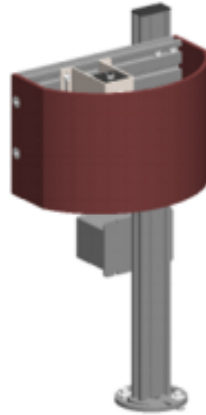
本模块是整条自动化生产线的人机交互安全控制模块，面板集成了物理控制按键与多色 LED 状态指示灯阵列，对系统运行状态进行提示。



控制面板外观

4.12 视觉检测模块

本模块是整条数字化生产线的核心视觉感知心。模块以高性能工业相机为视觉核心，搭配定制化的机器视觉算法，专为流水线上运行的工件进行外观检测、颜色识别。



视觉识别模块外观

核心功能特点

（1）海康威精密配置：模块核心组件采用海康威视（HIKROBOT）230万像素千兆网口工业面阵相机。该相机搭载高品质全局快门 CMOS 传感器，具备极高的动态范围与优秀的抗噪性能。

（2）极简拓扑，分布式就地接线：相机采用千兆以太网（GigE Vision）接口设计，支持长距离稳定传输，可就近拉线接入工业交换机或鲁班猫 1 板卡。现场集成的可调光 LED 环形光源与触发感知传感器，全采用就近原则接入传送带自带的电气接口模块，从根本上消除了繁琐的传统线束长途拉扯，极大地便利了现场的模块化异地重组。

4.13 嵌入式 Linux 板卡

鲁班猫 1 是一款基于瑞芯微 RK3566 高性能四核处理器设计的紧凑型微型计算机板卡。它体积小、接口极其丰富，内置高达 1TOPS 算力的独立 NPU（神经网络处理器），原生支持全功能千兆网口、双频 Wi-Fi 以及标准的工业级扩展总线。在分布式控制网络中，鲁班猫 1 常作为智能边缘计算网关、机器视觉预处理终端或轻量级本地服务器，为控制层与感知层之间架起高性能的“算力桥梁”。



型嵌入式 Linux 板卡外观

核心特点：

- （1）四核 64 位高性能架构：搭载 RK3566 四核 Cortex-A55 处理器，主频高达 1.8GHz，采用先进的 22nm 工艺，具备超低功耗与极佳的散热表现，适合现场控制柜内的长时间全天候稳定运行。
- （2）内置轻量级 AI 算力（NPU）：内置 1TOPS 算力的独立硬件 NPU，支持 TensorFlow、PyTorch 等主流深度学习框架。能够就地对工件检测与姿态识别模块上传的数据进行机器视觉深度解算，或对振动传感器的连续高频波形进行在线傅里叶变换与故障分类识别。
- （3）紧凑的卡片式构型：板卡整体尺寸仅相当于一张银行卡大小，外壳或机架同样可轻松搭配通用的 T 型槽型材轨道支架，直接固设于标准实验台、带槽安装架或工业配电箱的 DIN 导轨上。
- （4）高柔性 GPIO 分布式接口总线：板载标准的 40-Pin 扩展引脚接口，兼容主流开源生态。支持直接引出 I2C、SPI、UART（TTL/RS485）、PWM 脉冲等底层总线，便于就近、分布式接入外部驱动器（如步进电机驱动器、电磁阀模块）以及多点光电传感器。
- （5）原生千兆工业以太网：集成 1 路标准的 RJ45 千兆以太网口（支持标准 TCP/IP、MQTT、Modbus TCP 协议），可作为上层节点无缝拉线接入西门子 S7-1200/1500 PLC 局域网，或者将现场统计数据实时上传至云端服务器或 KTP700 触摸屏。
- （6）无线高速链路：板载双频 Wi-Fi（2.4GHz/5GHz）与蓝牙（BLE）模块，在不便布线的复杂现场，可作为高柔性的无线数据网关使用。

5 技术数据

6.1 常规数据

参数	数值
操作压力	0.4~0.6MPa
操作电压	24 V DC, 4.5 A
工件要求	圆形工件尺寸：最大 40 mm
数字量输入/输出 输入： 15 输出： 12	电源最大 24 V 直流 单个输出通道最大2 A 总电流 最大4 A
模拟量输入/输出 输入： 1 输出： 无	0 to 10 V 直流 or ± 10 V 直流
电气连接	15针插口
气动连接	外径 4 mm 塑料气管
气压为 600 kPa 时压缩空气消耗量(持续动作)	1 l/min
尺寸	350×720×450 mm
以上数据仅供参考	

6.2 针脚定义

数字量 1

针脚	数据类型	说明
I0.0	BOOL	传送带模块-编码器A
I0.1	BOOL	传送带模块-编码器B
I0.2	BOOL	罐装模块-计数光栅
I0.3	BOOL	罐装模块-料仓有料
I0.4	BOOL	空
I0.5	BOOL	空
I0.6	BOOL	工件在检测位置
I0.7	BOOL	工件在RFID位置
I1.0	BOOL	工件在罐装位置
I1.1	BOOL	工件为开口向下
Q0.0	BOOL	罐装模块-脉冲信号
Q0.1	BOOL	罐装模块-方向信号
Q1.0	BOOL	变频器正反转切换
Q1.1	BOOL	变频器使能

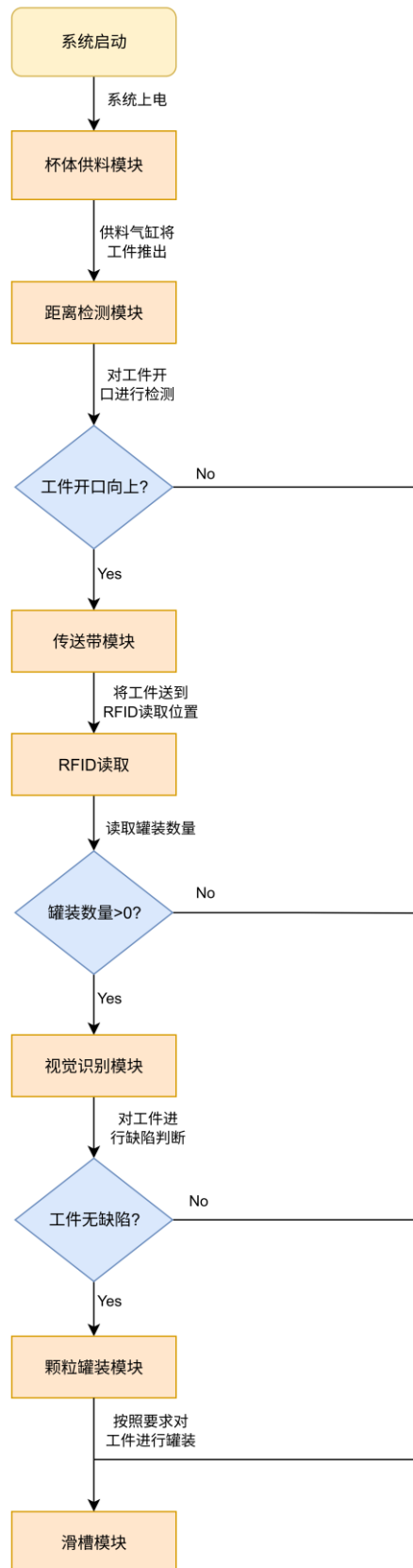
模拟量 1

针脚	数据类型	说明
AI0	Int	高度传感器模拟量输出

远程IO

针脚	数据类型	说明
1	BOOL	杯体供料模块料仓有料
2	BOOL	杯体供料模块-推料臂缩回（推料气缸伸出）
3	BOOL	杯体供料模块-推料臂伸出（推料气缸缩回）
4	BOOL	空
5	BOOL	控制面板-启动按钮
6	BOOL	控制面板-停止按钮
7	BOOL	控制面板-手自动切换按钮
8	BOOL	控制面板-复位按钮
9	BOOL	杯体供料模块-推料臂伸出（推料气缸缩回）
10	BOOL	空
11	BOOL	空
12	BOOL	空
13	BOOL	控制面板-启动灯
14	BOOL	控制面板-复位灯
15	BOOL	控制面板-Q1灯
16	BOOL	控制面板-Q2灯

6 操作说明



本站可以完成以下功能：

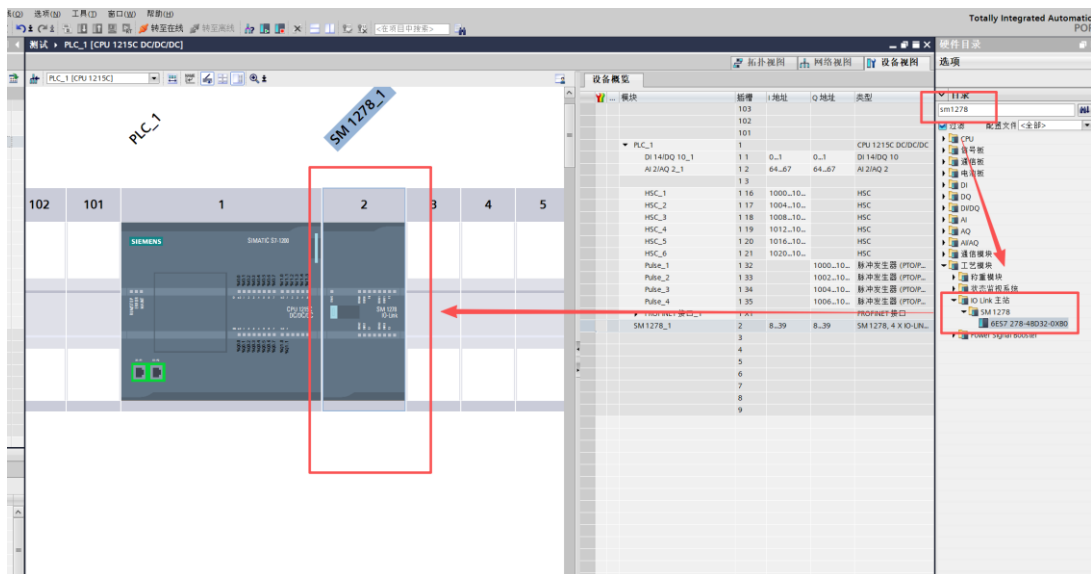
1. 对工件进行正反检测。
2. 对工件进行缺陷检测。
3. 对工件进行罐装加工。
4. 运用RFID进行加工订单设定。
5. 运用震动传感器实现异常监测。

启动条件：

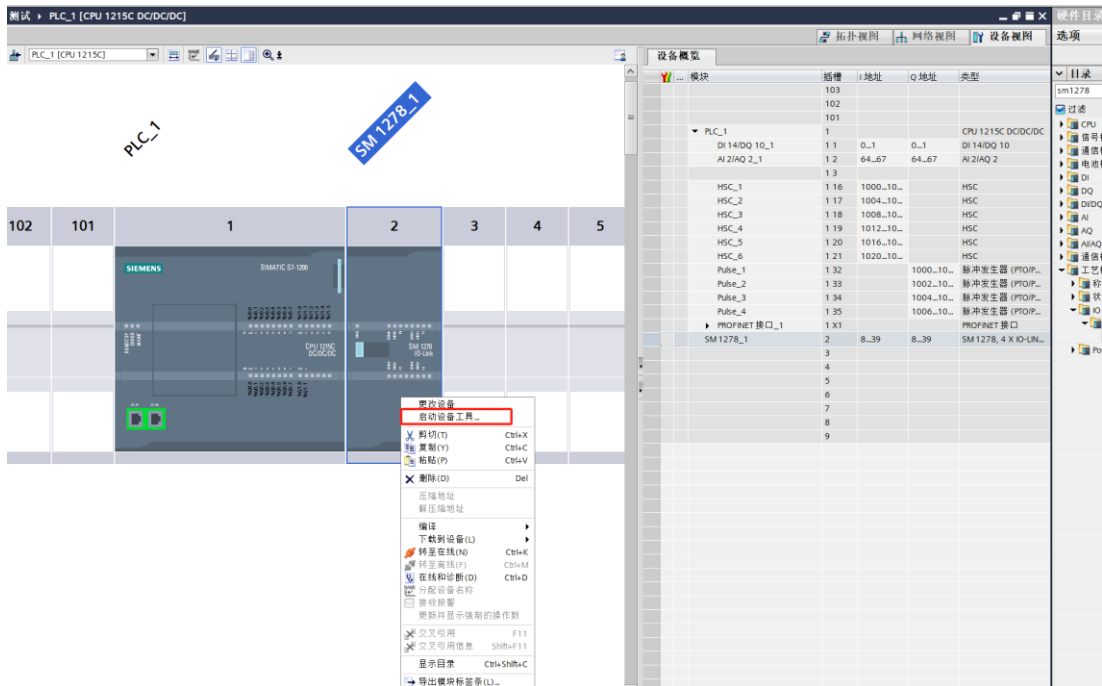
1. 杯体供料仓模块的料仓中有杯体。
2. 传送带上无工件并处于停止状态。
3. 罐装模块停止运行

6.1 远程IO模块程序（IO Link）

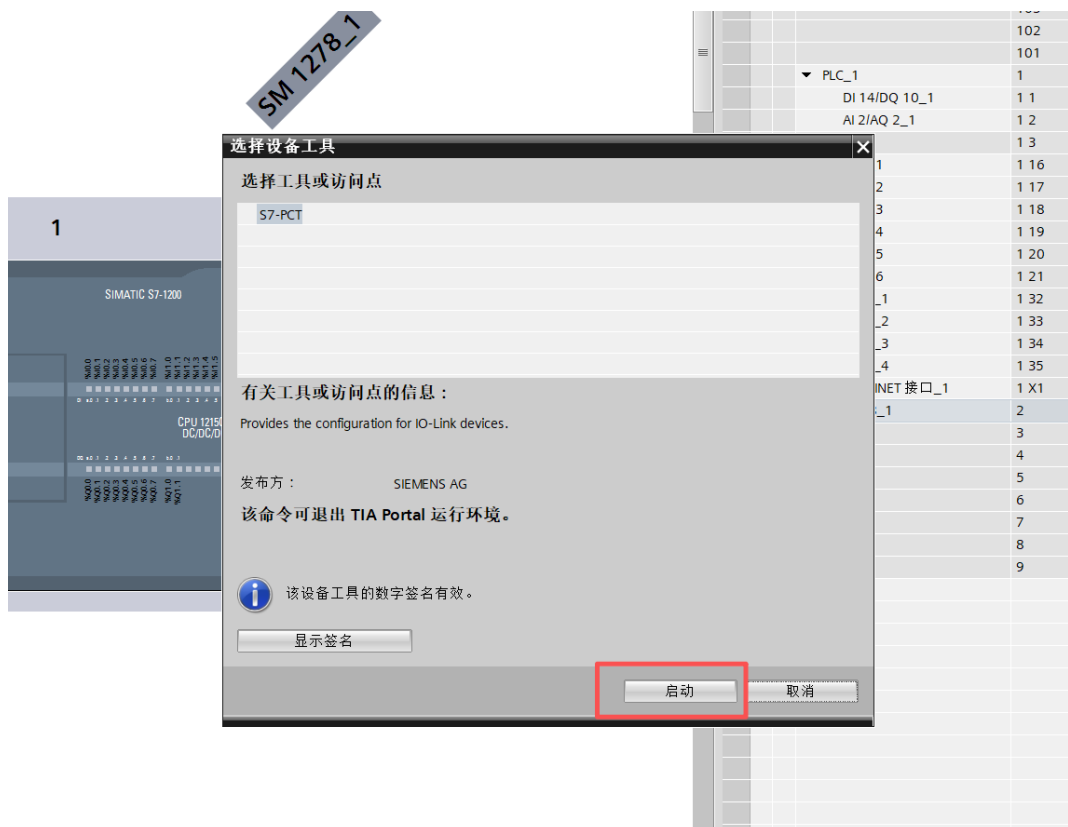
1.添加IO LINK主站模块



2. 点击扩展模块右键鼠标，启动设备工具



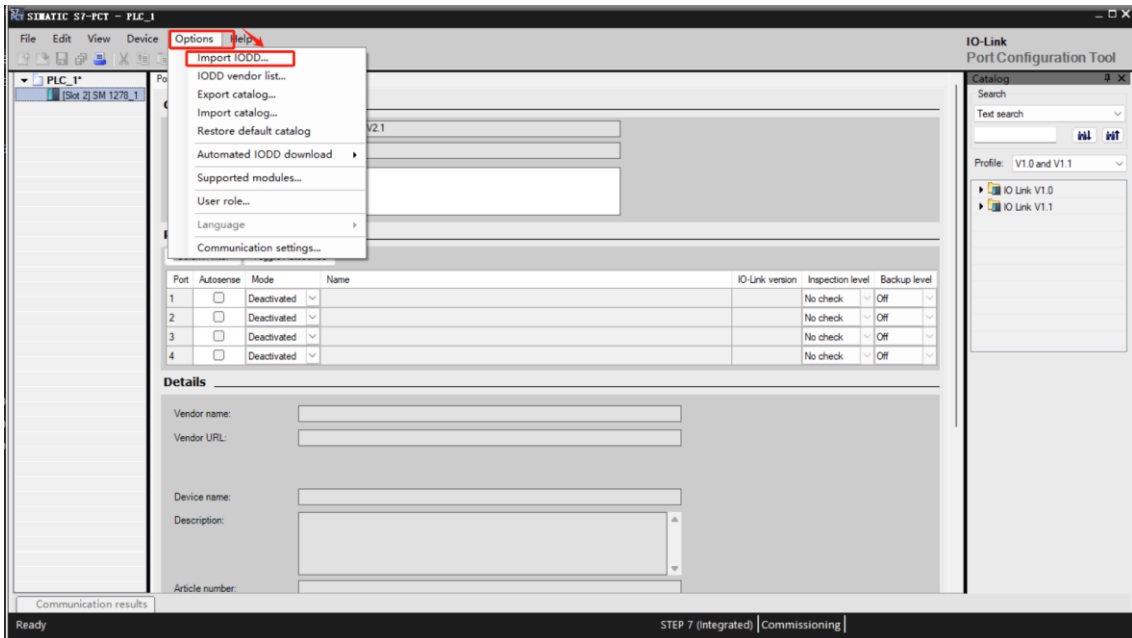
3. 点击启动



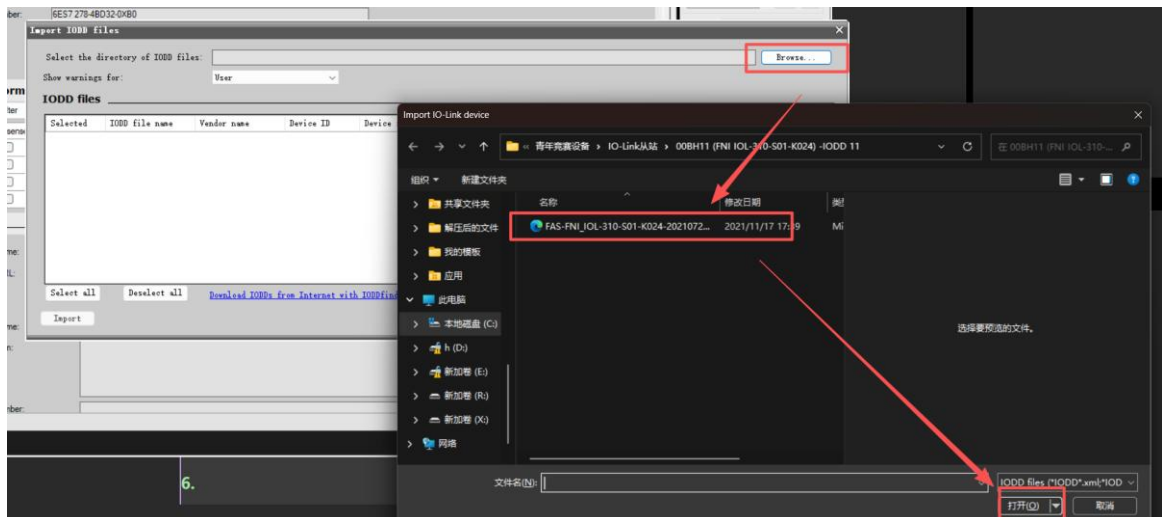
4里选择自己通PLC的网口，这里没选对可能会导致S7-PCT工具卡死。



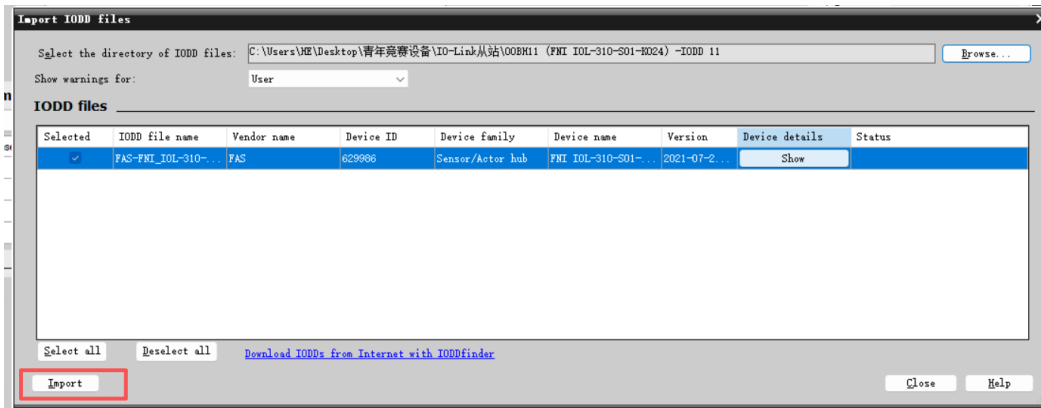
5点击Options(选项)再选择Import I（导入）IODD



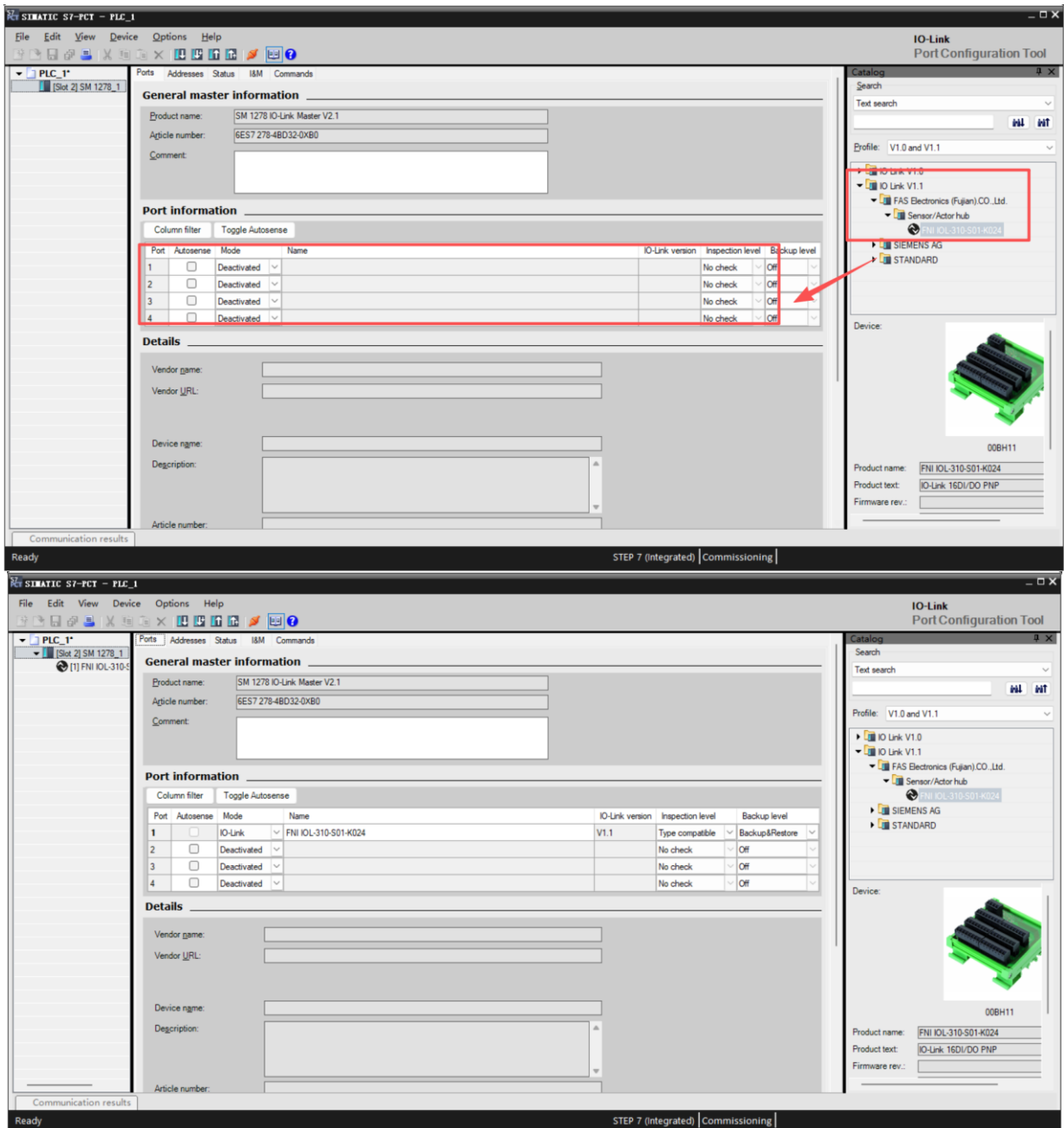
6.进入界面后点击Browse(浏览)，选择文件位置并打开



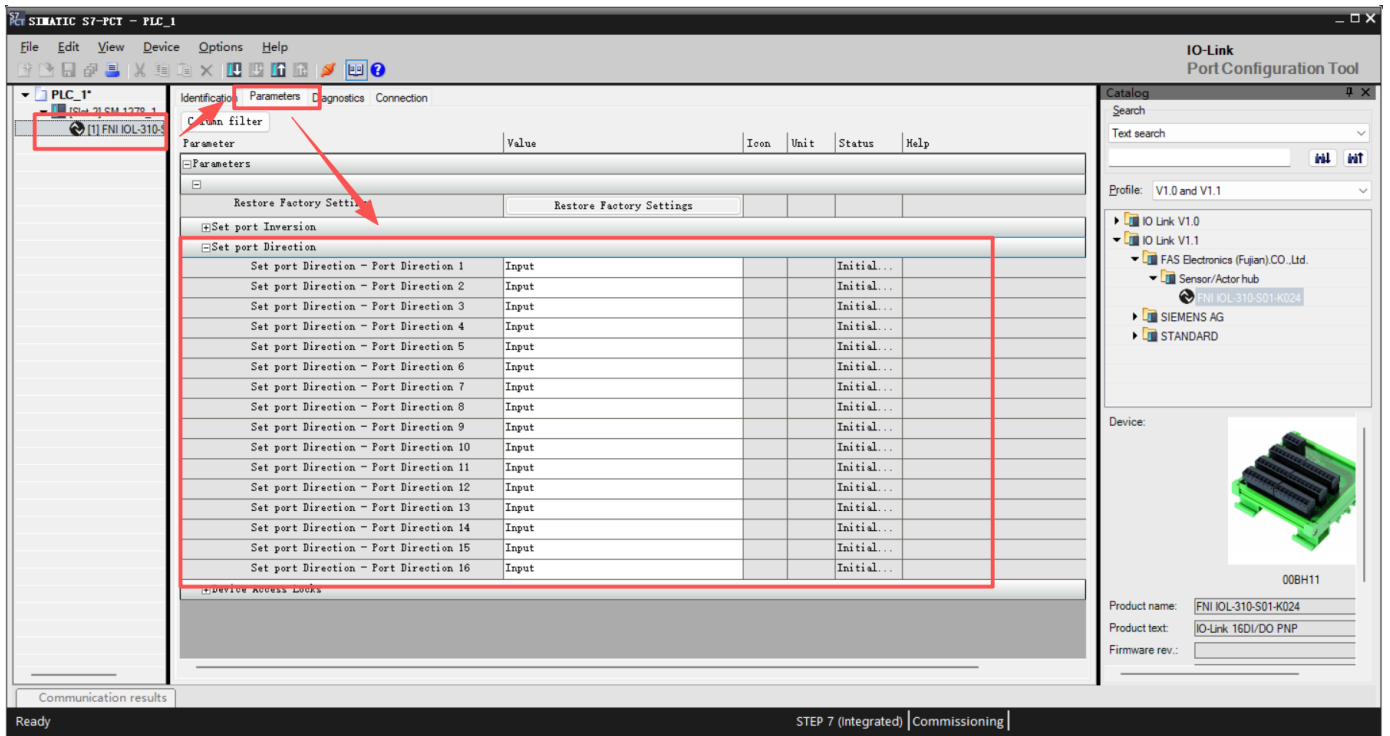
7.确认后点击Improt（导入）



8.导入完成后，在右边目录中找到导入的远程IO模块，并拖拽到对应槽位中

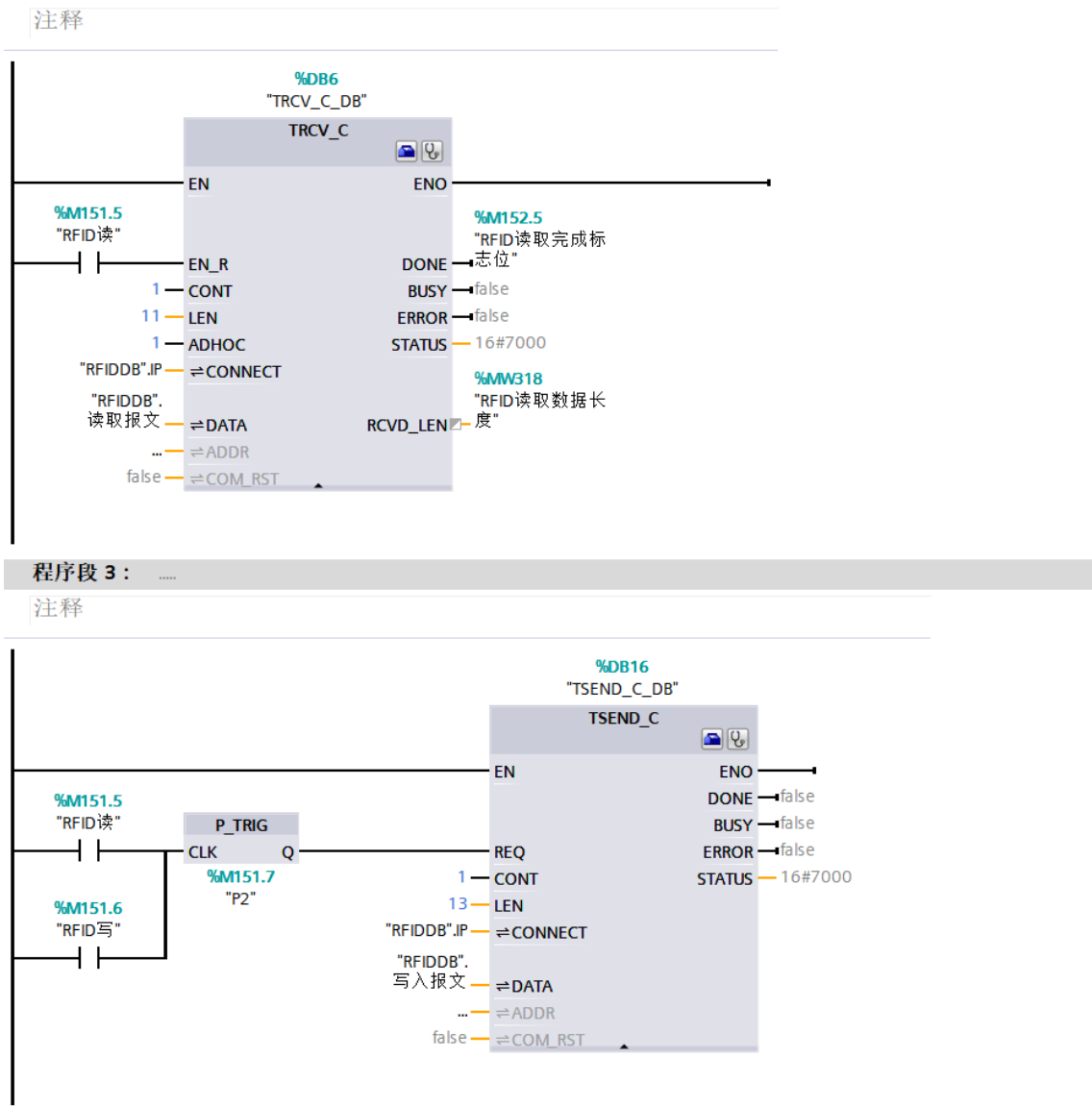


9.选择远程IO模块，打开Parameters（参数）界面，Set port Direction（设置端口方向）（方向就是输入/输出类型）。



6.2 RFID程序（TCP/IP）

程序主要用于通过TCP/IP协议与一个RFID读写器（读头）进行以太网通信。程序由两个主要部分组成：接收数据（TRCV_C）和发送数据（TSEND_C）。带有_C后缀的指令表示它们是紧凑型（Compact）通信指令，内部集成了连接的建立和断开功能。



这个功能块叫做 "RFID读写发码"。它的核心作用是：根据输入的“读”或“写”控制信号，自动组装一套符合特定 RFID 读写器通信协议的十六进制（HEX）指令报文，并通过Output接口（绑定了上一轮对话中的 "RFIDDB".写入报文）输出，供底层的通信块发送。

%DB15
 "RFID读写发码_DB"

%FB2
 "RFID读写发码"

EN
ENO

%M151.5
 "RFID读" — 读

%M151.6
 "RFID写" — 写

0 — 读起始
 1 — 读块数
 0 — 写起始
 1 — 写块数

%MB500
 "写入数据" — sj1
 16#0 — sj2
 16#0 — sj3
 16#0 — sj4

"RFIDDB".
 写入报文 — =Output

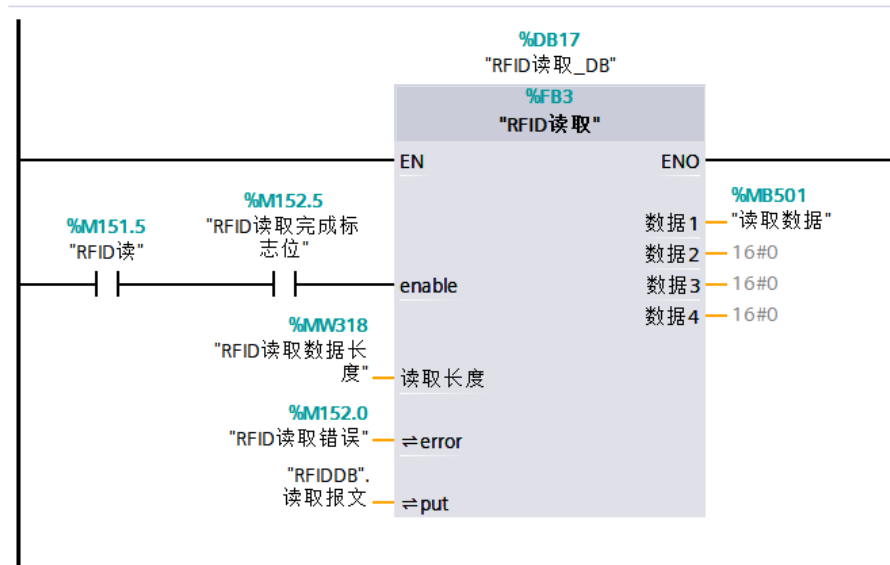
```

1 //
2 // 1. 读指令报文组装（检测到 #读 信号的上升沿时触发）
3 //
4 IF #读 AND #P1 = 0 THEN
5     #Output[0] := 16#02; // 帧头: SIX (Start of Text), 固定为 0x02
6     #Output[1] := 0; // 数据长度高字节
7     #Output[2] := 4; // 数据长度低字节 (后面有 4 个字节的核心数据)
8     #Output[3] := 16#11; // 功能码/命令字: 代表"读数据"操作
9     #Output[4] := 2; // 设备类型/标识
10    #Output[5] := #读起始; // 欲读取的寄存器起始地址
11    #Output[6] := #读块数; // 欲读取的数据块数量/长度
12    // ----- 自动计算读报文的 BCC 异或校验码 -----
13    // 从数组[1]到[6]的所有数据依次进行异或运算 (不包含数组[0]的帧头)
14    FOR #D := 1 TO 6 DO
15        #读校验 := #读校验 XOR #Output[#D];
16    END_FOR;
17    #Output[7] := #读校验; // 将计算出的异或校验码写入报文指定格位
18    #Output[8] := 16#03; // 帧尾: ETX (End of Text), 固定为 0x03
19    // ----- 清空缓冲区后续无效数据 -----
20    // 将数组[9]到[19]的空间全部初始化清零, 防止残留上一次发送的历史数据
21    FILL_BLK(IN := 16#00,
22            COUNT := 11,
23            OUT => #Output[9]);
24 END_IF;
25 #P1 := #读; // 边缘存储位: 记录本次循环的状态, 用于下一次判断上升沿
26 //
27 // 2. 写指令报文组装（检测到 #写 信号的上升沿时触发）
28 //
29 IF #写 AND #P2 = 0 THEN
30    #Output[0] := 16#02; // 帧头: SIX, 固定为 0x02
31    #Output[1] := 0; // 数据长度高字节
32    // 动态计算数据长度: 每写入 1 块数据占用 4 字节, 外加 4 字节的固定报头 (功能码+类型+起始+块数)
33    #Output[2] := (#写块数 * 4) + 4;
34    #Output[3] := 16#12; // 功能码/命令字: 代表"写数据"操作
35    #Output[4] := 2; // 设备类型/标识
36    #Output[5] := #写起始; // 欲写入的寄存器起始地址
37    #Output[6] := #写块数; // 欲写入的数据块数量
38    // ----- 装载待写入的实际物理数据 (4个字节) -----
39    #Output[7] := #sj1; // 待写数据字节 1
40    #Output[8] := #sj2; // 待写数据字节 2
41    #Output[9] := #sj3; // 待写数据字节 3
42    #Output[10] := #sj4; // 待写数据字节 4
43    // ----- 自动计算写报文的 BCC 异或校验码 -----
44    // 计算范围: 从数组[1]开始, 直到有效数据结束 (等同于 数据长度 + 2)
45    FOR #X := 1 TO ((#写块数 * 4) + 4) + 2 DO
46        #写校验 := #写校验 XOR #Output[#X];
47    END_FOR;
48    // ----- 根据动态长度, 精准定位并写入校验码与帧尾 -----
49    #Output[#Output[2] + 3] := #写校验; // 动态定位校验码格位 (长度值 + 3)
50    #Output[#Output[2] + 4] := 16#03; // 动态定位帧尾格位 (长度值 + 4), 固定为 0x03
51 END_IF;
52 #P2 := #写; // 边缘存储位: 记录本次循环的状态, 用于下一次判断上升沿
53
        
```

北京恒达集电教学设备有限公司

27

这个功能块叫做 "RFID读取"。它的核心任务是：当底层的以太网通信块（TRCV_C）成功收到读写器的返回数据后，负责校验这帧数据是否合法，如果合法，就精准剥离出里面的核心物理数据（卡片内容）并输出给主程序。

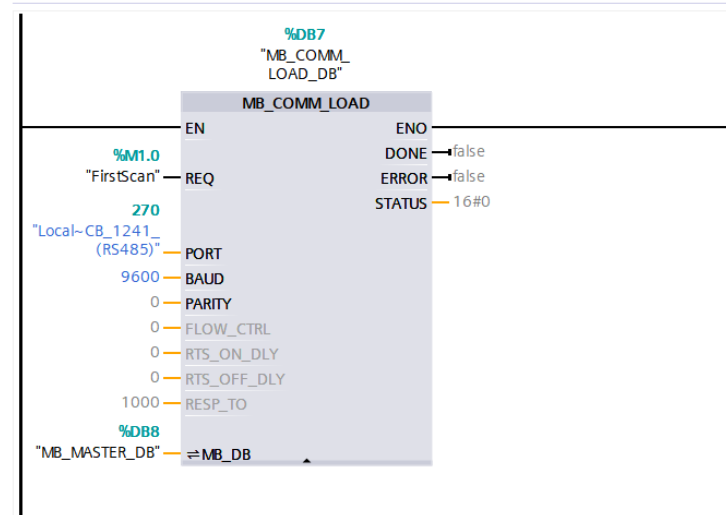


```

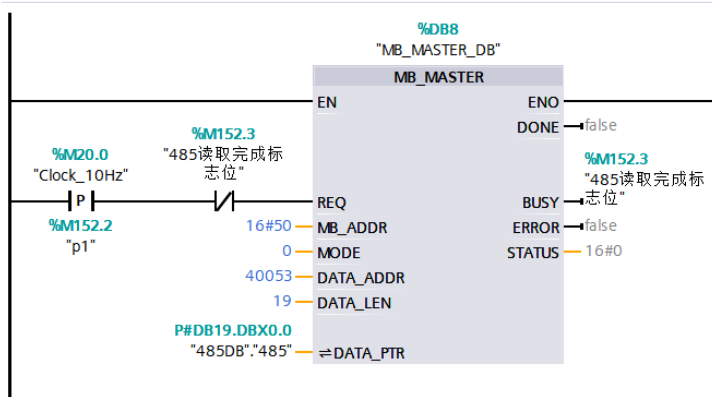
1 // =====
2 // 3. 接收报文解析逻辑（检测到 #enable 允许解析信号的上升沿时触发）
3 // =====
4 IF #enable AND #P1 = 0 THEN
5 // ----- 初始化状态与数据区 -----
6 #error := 0; // 清除上一次的错误标志
7 #数据1 := 0; // 清空数据接收槽 1
8 #数据2 := 0; // 清空数据接收槽 2
9 #数据3 := 0; // 清空数据接收槽 3
10 #数据4 := 0; // 清空数据接收槽 4
11
12 // ----- 严格校验返回的报文长度 -----
13 // 工业自由口通信防错核心：只有接收长度完全等于 11 字节，才认为这是一帧合法的完整响应
14 IF #读取长度 = 11 THEN
15 // 核心数据提取（跳过前级的包头、长度等报头格位，精准剥离出 4 个字节的物理数据）
16 #数据1 := #put[5]; // 提取第 1 个数据字节（对应前面写指令的 #sj1 或传感器返回的高字节）
17 #数据2 := #put[6]; // 提取第 2 个数据字节（对应前面写指令的 #sj2）
18 #数据3 := #put[7]; // 提取第 3 个数据字节（对应前面写指令的 #sj3）
19 #数据4 := #put[8]; // 提取第 4 个数据字节（对应前面写指令的 #sj4）
20 ELSE
21 // ----- 长度异常处理（脏数据或断帧） -----
22 #error := 1; // 长度不匹配，直接触发通信错误标志（给上位机或故障报警使用）
23
24 // 异常安全机制：立刻使用块填充指令将整个接收缓冲区（20个字节）全部强制清零
25 // 作用：防止这次的错误残存数据干扰下一次的正常通信解析
26 FILL_BLK(IN := 16#00,
27          COUNT := 20,
28          OUT => #put[0]);
29 END_IF;
30 END_IF;
31 #P1 := #enable; // 边缘存储位：记录本次循环状态，用于下一次判断上升沿
    
```

6.3 震动传感器（Modbus RTU）

程序由两个核心的标准通信块组成：**MB_COMM_LOAD**（通信端口初始化）和**MB_MASTER**（Modbus 主站控制）。**MB_COMM_LOAD**是配置PLC 硬件串口的通信参数，并在PLC启动时对其进行初始化。它必须在**MB_MASTER**运行之前成功执行一次。**MB_MASTER**让PLC充当Modbus RTU主站（Master），负责向网络中的从站（震动传感器）主动发起读写请求。



程序段 2 :



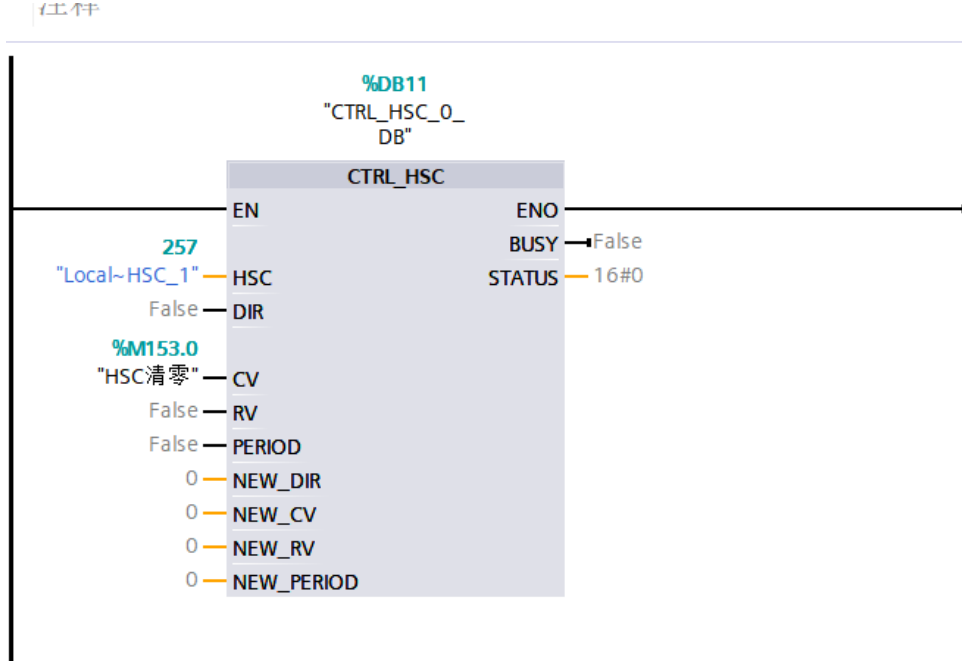
由于硬件芯片（ADC）物理限制及 Modbus 串口按字节传输的强制性要求，厂商只发送 2 字节的有符号整数，具体的数据还需我们通过公式计算。

```

1 // =====
2 // 1. 三轴加速度计算 (放大100倍, 保留2位小数。例如: 1.25g 变 125)
3 // =====
4 "上位机1".数据[0] := REAL_TO_INT((INT_TO_REAL("485DB"."485"[0]) / 32768.0) * 16.0 * 100.0); // x轴加速度
5 "上位机1".数据[1] := REAL_TO_INT((INT_TO_REAL("485DB"."485"[1]) / 32768.0) * 16.0 * 100.0); // y轴加速度
6 "上位机1".数据[2] := REAL_TO_INT((INT_TO_REAL("485DB"."485"[2]) / 32768.0) * 16.0 * 100.0); // z轴加速度
7
8 // =====
9 // 2. 三轴角速度计算 (无小数, 直接计算整数。若想留2位小数也可以最后乘100)
10 // =====
11 "上位机1".数据[3] := REAL_TO_INT((INT_TO_REAL("485DB"."485"[3]) / 32768.0) * 2000.0); // x轴角速度
12 "上位机1".数据[4] := REAL_TO_INT((INT_TO_REAL("485DB"."485"[4]) / 32768.0) * 2000.0); // y轴角速度
13 "上位机1".数据[5] := REAL_TO_INT((INT_TO_REAL("485DB"."485"[5]) / 32768.0) * 2000.0); // z轴角速度
14
15 // =====
16 // 3. 三轴振动速度 (无换算系数, 直接赋值)
17 // =====
18 "上位机1".数据[6] := "485DB"."485"[6]; // x轴振动速度 (mm/s)
19 "上位机1".数据[7] := "485DB"."485"[7]; // y轴振动速度 (mm/s)
20 "上位机1".数据[8] := "485DB"."485"[8]; // z轴振动速度 (mm/s)
21
22 // =====
23 // 4. 三轴振动角度计算 (放大100倍, 保留2位小数。例如: 45.85° 变 4585)
24 // =====
25 "上位机1".数据[9] := REAL_TO_INT((INT_TO_REAL("485DB"."485"[9]) / 32768.0) * 180.0 * 100.0); // x轴角度
26 "上位机1".数据[10] := REAL_TO_INT((INT_TO_REAL("485DB"."485"[10]) / 32768.0) * 180.0 * 100.0); // y轴角度
27 "上位机1".数据[11] := REAL_TO_INT((INT_TO_REAL("485DB"."485"[11]) / 32768.0) * 180.0 * 100.0); // z轴角度
28
29 // =====
30 // 5. 芯片温度计算 (原始数据本身就是放大100倍的, 直接赋值刚好保留2位小数!)
31 // =====
32 "上位机1".数据[12] := "485DB"."485"[12]/100; // 产品温度 (例如: 2530 代表 25.30°C)
33
34 // =====
35 // 6. 三轴振动位移 (无换算系数, 直接赋值)
36 // =====
37 "上位机1".数据[13] := "485DB"."485"[13]; // x轴振动位移 (um)
38 "上位机1".数据[14] := "485DB"."485"[14]; // y轴振动位移 (um)
39 "上位机1".数据[15] := "485DB"."485"[15]; // z轴振动位移 (um)
40
41 // =====
42 // 7. 三轴振动频率 (无换算系数, 直接赋值)
43 // =====
44 "上位机1".数据[16] := "485DB"."485"[16]; // x轴振动频率 (Hz)
45 "上位机1".数据[17] := "485DB"."485"[17]; // y轴振动频率 (Hz)
46 "上位机1".数据[18] := "485DB"."485"[18]; // z轴振动频率 (Hz)
47
48
    
```

6.4 编码器（SHC）

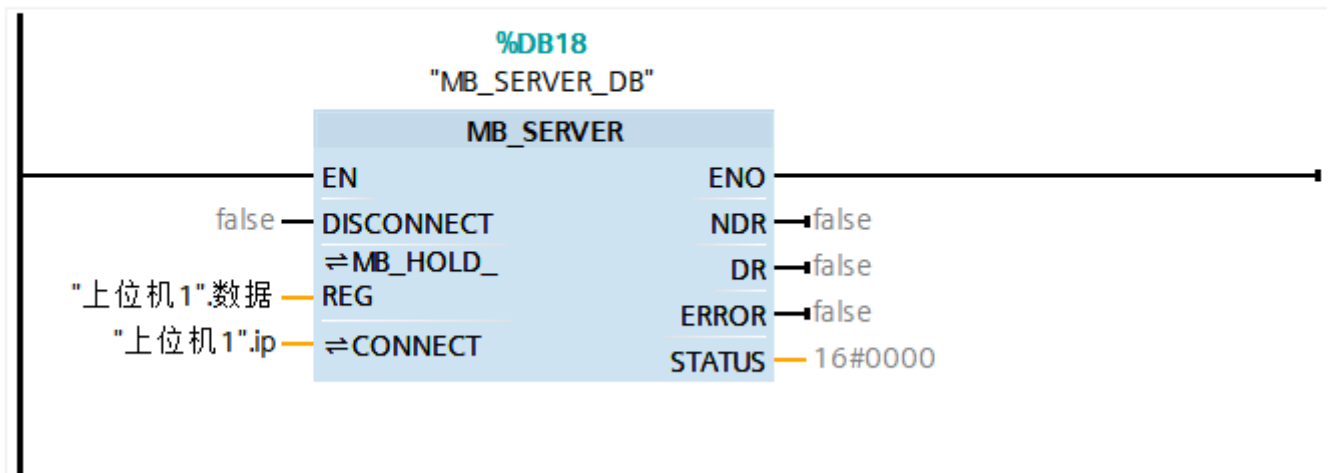
编码器需要用到 PLC 硬件内部集成的高速计数器（HSC）。而CTRL_HSC指令块的作用，就是在程序运行过程中动态地修改计数器的参数或对其进行控制（如清零、改变方向等）。（HSC1的默认计数地址是ID1000）



6.5 上位机读写（Modbus TCP）

MB_SERVER 指令的核心功能是让PLC充当 Modbus TCP 从站（服务器）。它把PL内部的数据区开放出来，允许局域网内的其他主站设备（上位机）通过以太网网络直接读取或写入PLC里的数据。

注释



6.6 上位机与相机程序

本项目可以实现使用海康相机运行RKNN推理的YOLOV5N模型对工件进行识别，同时与PLC通讯接收传感器数据。

快速上手

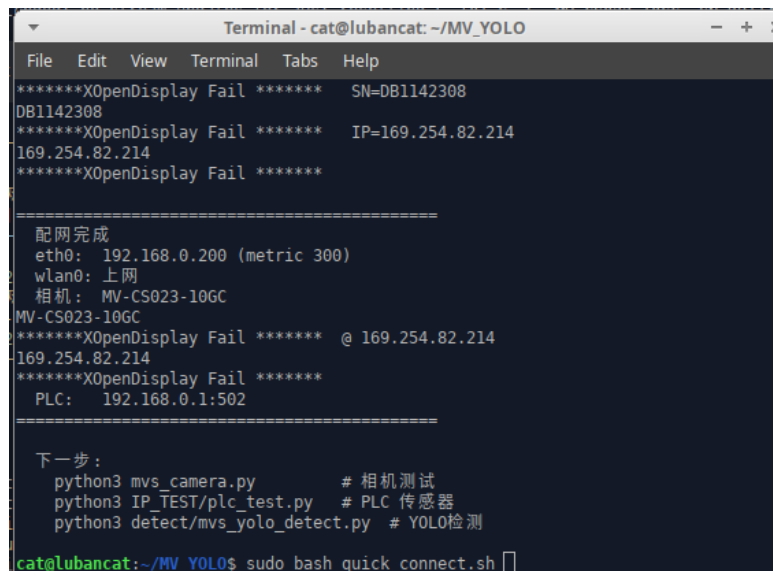
1. 安装环境依赖

```
``bash
cd ~/MV_YOLO
bash install.sh
``
```

脚本会自动检查并安装所有依赖

2. 配网，寻找设备

```
``bash
sudo bash quick_connect.sh
``
```

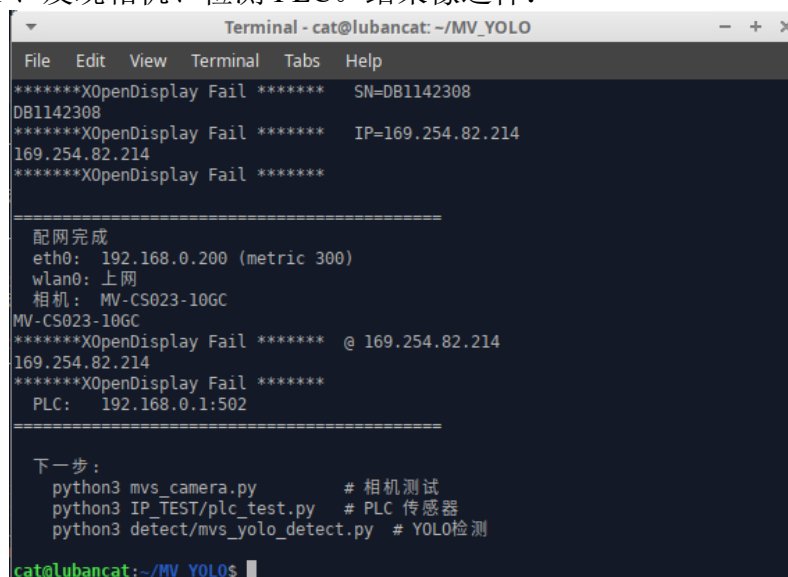


```
Terminal - cat@lubancat: ~/MV_YOLO
File Edit View Terminal Tabs Help
*****XOpenDisplay Fail ***** SN=DB1142308
DB1142308
*****XOpenDisplay Fail ***** IP=169.254.82.214
169.254.82.214
*****XOpenDisplay Fail *****

=====
配网完成
eth0: 192.168.0.200 (metric 300)
wlan0: 上网
相机: MV-CS023-10GC
MV-CS023-10GC
*****XOpenDisplay Fail ***** @ 169.254.82.214
169.254.82.214
*****XOpenDisplay Fail *****
PLC: 192.168.0.1:502

=====
下一步:
python3 mvs_camera.py # 相机测试
python3 IP_TEST/plc_test.py # PLC 传感器
python3 detect/mvs_yolo_detect.py # YOLO检测
cat@lubancat:~/MV_YOLO$ sudo bash quick_connect.sh
```

会自动给 eth0 配 IP、发现相机、检测 PLC。结果像这样：



```
Terminal - cat@lubancat: ~/MV_YOLO
File Edit View Terminal Tabs Help
*****XOpenDisplay Fail ***** SN=DB1142308
DB1142308
*****XOpenDisplay Fail ***** IP=169.254.82.214
169.254.82.214
*****XOpenDisplay Fail *****

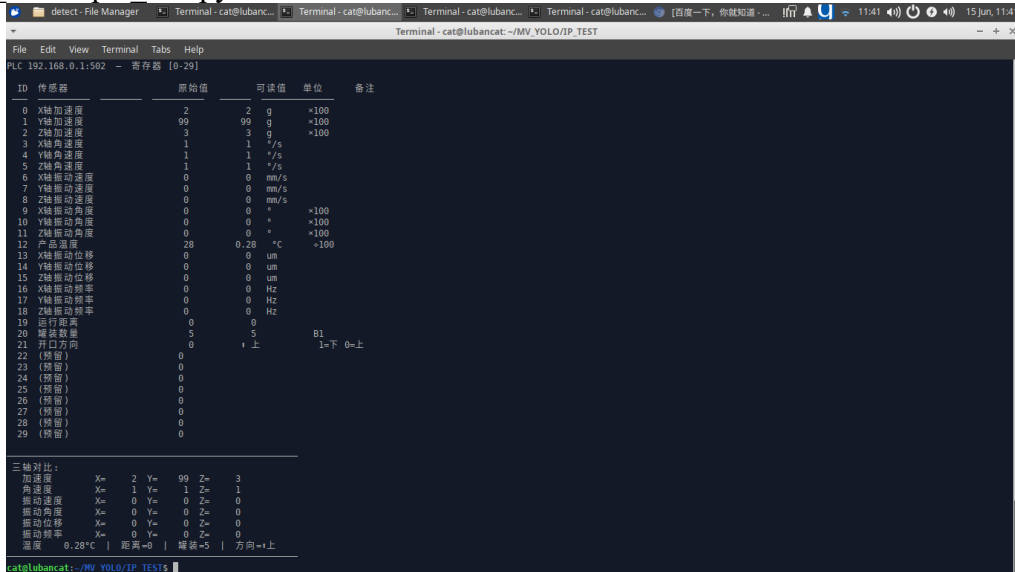
=====
配网完成
eth0: 192.168.0.200 (metric 300)
wlan0: 上网
相机: MV-CS023-10GC
MV-CS023-10GC
*****XOpenDisplay Fail ***** @ 169.254.82.214
169.254.82.214
*****XOpenDisplay Fail *****
PLC: 192.168.0.1:502

=====
下一步:
python3 mvs_camera.py # 相机测试
python3 IP_TEST/plc_test.py # PLC 传感器
python3 detect/mvs_yolo_detect.py # YOLO检测
cat@lubancat:~/MV_YOLO$
```

3. 正式运行

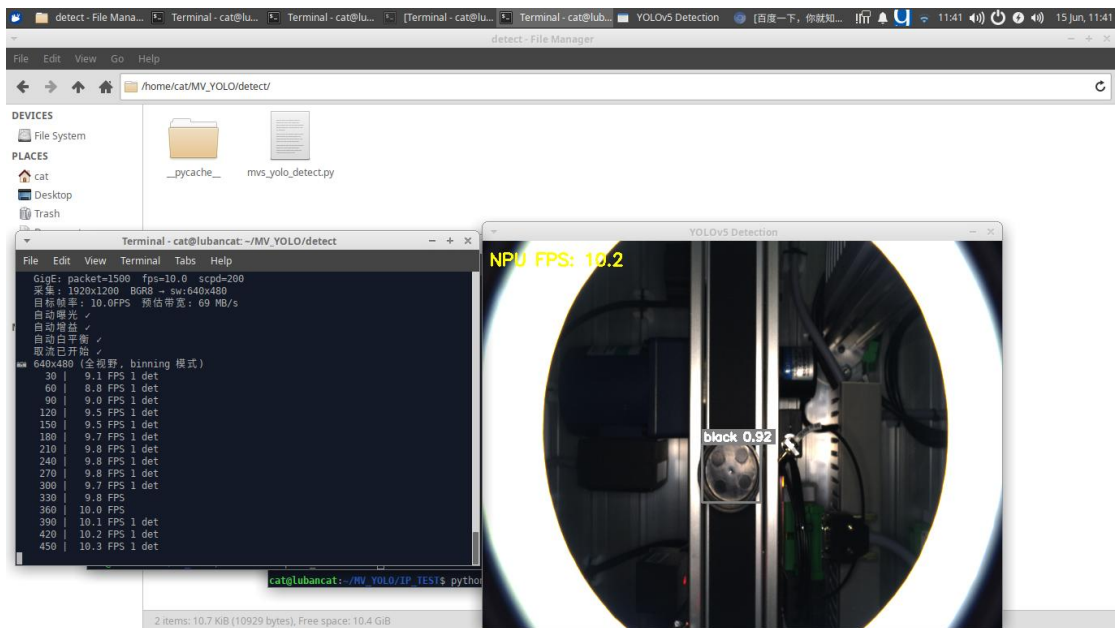
```
``bash
# 看 PLC 传感器数据
```

python3 IP TEST/plc test.py



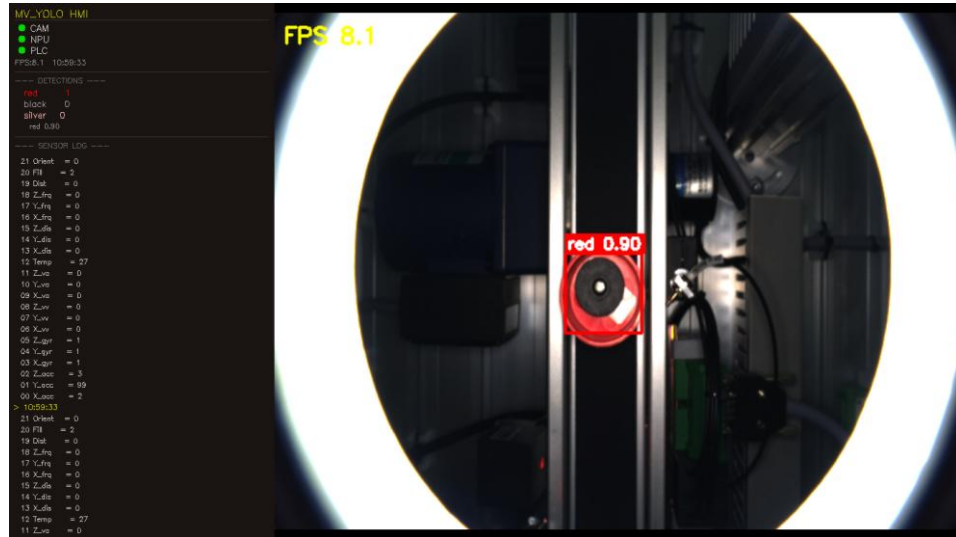
启动 AI 检测（显示器上实时画框）

python3 detect/mvs_yolo_detect.py
 ...



开启上位机HMI界面

python3 frontend.py



以下是上位机界面以及识别效果展示

