

自动化生产线组装与维护

秦萍 朱智亮 主编 金程程 李辉 副主编

ZIDONGHUA
SHENGCHANXIAN
ZUZHANG
YU WEIHU



黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社

自动化生产线 组装与维护

ZIDONGHUA SHENGCHANXIAN
ZUZHUANG YU WEIHU

秦萍 朱智亮 主编 金程程 李辉 副主编



黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

自动化生产线组装与维护 / 秦萍, 朱智亮主编. --
银川: 宁夏人民出版社, 2019.10

ISBN 978-7-227-07091-7

I. ①自… II. ①秦… ②朱… III. ①自动生产线—
组装 ②自动生产线—维修 IV. ① TP278

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 234410 号

自动化生产线组装与维护

秦萍 朱智亮 主编

责任编辑 贺飞雁

责任校对 赵学佳

封面设计 马一卜

责任印制 肖艳



黄河出版传媒集团 出版发行
宁夏人民出版社

出版人 薛文斌

地址 宁夏银川市北京东路 139 号出版大厦 (750001)

网址 <http://www.yrpubm.com>

网上书店 <http://www.hh-book.com>

电子信箱 nxrmcbs@126.com

邮购电话 0951-5052104 5052106

经销 全国新华书店

印刷装订 宁夏人民出版社数字印刷基地

印刷委托书号 (宁) 0014864

开本 787 mm × 1092 mm 1/16

印张 14.75 字数 260 千字

版次 2019 年 10 月第 1 版

印次 2019 年 10 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-227-07091-7

定价 36.00 元

版权所有 侵权必究

前 言

本书以典型自动化生产线为载体，融入 PLC 控制技术、变频器控制技术、传感器技术、触摸屏组态编程技术等，将自动化生产线各个典型单元联系起来，完成预定的自动化生产任务。

本书由四个学习项目组成，即自动化生产线认识、皮带输送机控制系统装调与维护、饮料自动灌装生产线装调与维护、自动化物流系统设计安装与调试维护，每个项目由若干个学习任务组成。

本书由宁夏工商职业技术学院秦萍、朱智亮任主编，金程程、李辉任副主编。全书共设四个学习项目，其中秦萍教授负责项目一、项目四的编写，朱智亮副教授负责项目二的编写，金程程讲师负责项目三的编写，李辉副教授负责项目一、项目四的编写，全书由秦萍统稿。

限于作者水平，疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

目 录

项目一 自动化生产线认识

- 任务一 了解自动化生产线作用 / 001
- 任务二 典型自动化生产线各组成单元及其基本功能 / 003
- 任务三 认识 TSMCP 自动化生产线装置 / 004

项目二 皮带输送机控制系统装调与维护

- 任务一 明确皮带机项目要求 / 013
- 任务二 制定皮带机项目工作计划 / 014
- 任务三 S7-300PLC 认识及基本指令学习 / 015
- 任务四 直流电机与拖动皮带机电路、程序设计 / 040
- 任务五 Siemens TIA Portal 软件应用及仿真学习 / 044
- 任务六 直流电机拖动皮带机安装、调试、维护 / 051
- 任务七 G120 变频器与交流电机接线及参数设定、调试 / 058
- 任务八 变频器程序设计 调试与维护 / 085
- 任务九 皮带输送机传输系统梯形图控制程序设计与调试 / 094

项目三 饮料自动灌装生产线装调与维护

- 任务一 明确饮料自动灌装生产线项目要求 / 098
- 任务二 制定饮料自动灌装生产线项目工作计划 / 101
- 任务三 传感器认识安装、检修 / 104
- 任务四 气动基本控制回路设计、安装、调试 / 114

任务五 顺序图设计方法 / 120

任务六 饮料自动灌装生产线电路设计 / 135

任务七 饮料自动灌装生产线系统程序设计 / 138

任务八 饮料自动灌装生产线系统安装、调试、维护 / 160

任务九 饮料自动灌装生产线项目验收（功能、资料） / 162

项目四 自动化物流系统设计安装与调试维护

任务一 自动化物流系统项目要求 / 165

任务二 制定自动化物流系统项目工作计划 / 174

任务三 机械手安装、编程、调试 / 181

任务四 机械手直线运动定位控制调试（步进电机控制） / 185

任务五 PLC 以太网通讯网络设置、编程 / 196

任务六 自动化物流系统电路设计 / 207

任务七 自动化物流系统系统程序设计 / 209

任务八 自动化物流系统系统安装、调试、维护 / 217

任务九 自动化物流系统项目验收（功能、资料） / 227

参考文献

项目一 自动化生产线认识

任务一 了解自动化生产线作用

一、自动化生产线应用

自动化生产线是产品生产过程所经过的路线,即从原料进入生产现场开始,经过加工、运送、装配、检验等一系列生产活动所构成的路线。狭义的生产线是按对象原则组织起来的,完成产品工艺过程的一种生产组织形式。过去,人们对自动化的理解或者说自动化的功能目标是以机械的动作代替人力操作,自动地完成特定的作业。后来随着电子和信息技术的发展,特别是随着计算机的出现和广泛应用,自动化的概念已扩展为用机器(包括计算机)不仅代替人的体力劳动而且还代替或辅助脑力劳动,以自动地完成特定的作业。

由于科学技术的快速发展,自动化生产技术在工业生产中得到越来越广泛的应用。在机械制造、电子等行业已经设计和制造出大量的类型各异的自动化生产线,如图 1-1 所示。这些自动化生产线的使用,在提高劳动效率和产品的质量、改善工人劳动条件、降低能源消耗、节约材料等方面均取得了显著的成效。

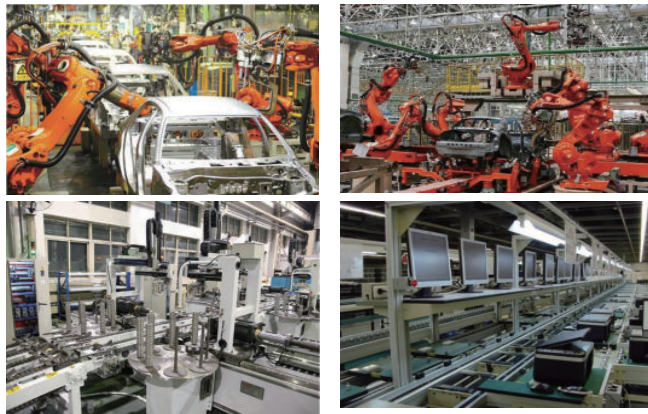


图 1-1 自动化生产线应用

自动化生产线之所以能成为一个系统，缘于它是建立在机械技术、计算机技术、传感技术、驱动技术、接口技术等基础上的一门综合技术。它从系统工程观点出发，应用这些综合技术，根据生产的需要，对他们进行了有效地组织与综合，从而实现整体设备的最佳化。因此，自动化生产线虽源于流水生产线与流水生产线有相似之处，但其性能已经远远超过流水生产线，并有许多明显的不同。最主要的特点是自动化生产线吸纳具有统一的自动化控制系统，有较高的自动化程度，还具有比流水生产线更为严格的生产节奏，工作必须以一定的生产节拍经过各个工位完成预定的加工。

二、自动化生产线组成

由于生产的产品不同，各种类型的自动化生产线的大小不一，结构有别，功能各异。可以把自动化生产线分为五个部分：机械本体部分、检测及传感器部分、控制部分、执行机构部分、动力源部分。

从功能上来看，不论何种类型的自动化生产线都应具备最基本的四大功能：即：运转功能、控制功能、检测功能和驱动功能。

运转功能在生产线上依靠动力源来提供。控制功能在自动生产线当中得以实现，是由微型机、单片机、可编程控制器或其他一些电子装置来承担完成的。在工作过程中，设在各部位的传感器把信号检测出来，控制装置对信号进行存储、运输、运算、变换等等，然后用相应的接口电路向执行机构发出命令，完成必要的动作。检测功能主要由位置传感器、直线位移传感器、角位移传感器等各种传感器来实现。传感器收集生产线上的各种信息，如：位置、温度、压力、流量等传递给信息处理部分完成控制作用。驱动功能主要由电动机、液压缸、气压缸、电磁阀、机械手或机器人等执行机构来完成。整个自动生产线的主体是机械部分。

三、自动化生产线工作状态

自动化生产线的控制系统主要用于保证线内的机床、工件传送系统，以及辅助设备按照规定的工作循环和连锁要求正常工作，并设有故障寻检装置和信号装置。为适应自动线的调试和正常运行的要求，控制系统有三种工作状态：调整、半自动和自动。在调整状态时可手动操作和调整，实现单台设备的各个动作；在半自动状态时可实现单台设备的单循环工作；在自动状态时自动线能连续工作。

控制系统有“预停”控制机能，自动线在正常工作情况下需要停车时，能在完成一个工作循环、各机床的有关运动部件都回到原始位置后才停车。自动线的其他辅助设备是根据工艺需要和自动化程度设置的，如有清洗机工件自动检验装置、自动换刀装置、自动排屑系统和集中冷却系统等。为提高自动线的生产率，必须保证自动线的工作可靠性。影响自动线工作可靠性的主要因素是加工质量的稳定性和设备工作可靠性。自动线的发展方向主要是提高生产率和增大多用性、灵活性。为适应多品种生产的需要，将发展能快速调整的可调自动线。

四、自动生产线发展概况

自动生产线是在流水线的基础上逐渐发展起来的，它不仅要求线体上各种机械加工装置能自动地完成预定的各道工序，达到相应的工艺要求，生产出合格的产品，为了能够实现这个目标，可以采用自动输送和其他一些辅助装置，根据工艺顺序把不同的机械加工装置组成一个整体，各个部件之间的动作是通过气压系统和电气制动系统组合起来的，使它能够实现规定的程序而进行自动工作，这种自动工作的机械装置系统被我们称为自动生产线。

现在科学技术日新月异，在工业生产中自动化生产技术也使用得非常的普遍，并且在电子和机械制造等领域已经研究并生产出许多各种类型的自动生产线，正是因为这些自动生产线的飞速发展和广泛使用，提高了生产效率及产品的质量、改善了工作的条件、降低了能源的损耗、节约了材料等，在各方方面都获得了显著的效果。

任务二 典型自动化生产线各组成单元及其基本功能

一、自动化生产线组成部分

供料单元、检测单元、加工装配单元、机械手搬运单元、输送分拣单元、立体仓库单元。

二、主要功能

1. 供料单元

基本功能：实现工件从送料模块的井式料仓中自动推出，送到输送带上，

进入下一个工作单元。

2. 检测单元

基本功能：通过电感传感器、电容传感器和光纤传感器实现对待处理工件颜色和材质的检测，根据检测结果信息通过滑槽模块完成向下一工作单元传送或直接推入相应滑槽。

3. 加工装配单元

基本功能：旋转工作台接收到新工件后，旋转工作台模块启动工作，分步实现其上待加工工件的模拟钻孔加工或装配加工，并对加工质量进行模拟检测等功能。

4. 机械手搬运单元

基本功能：机械手执行工件的拾取与放置动作，通过机械手完成移动搬运任务，自动地实现工件从上一工作单元拾取搬运到下一工作单元功能。

5. 输送分拣单元

基本功能：在接收到新工件后，传送带开始传送工作，根据上一工作站的工件信息，在位置检测模块和推料模块的配合下，实现传送带模块上工件的自动分拣输送功能。

6. 立体仓库单元

基本功能：将加工装配完成的工件，通过堆垛机依据接收到的工件的材质、颜色等信息，自动运送至相应指定的仓位口，并将工件推入立体仓库完成工件的存储功能。堆垛机一般由两台伺服电机或步进电机控制，实现立体仓储精确位置控制功能。

任务三 认识 TSMCP 自动化生产线装置

一、TSMCP 自动生产线介绍

TSMCP 自动生产线装配与调试实训装置采用型材结构、其上安装有井式供料单元、皮带传送与检测单元、机械手搬运与仓储单元、切削加工单元、多工位装配单元、温度控制单元和搬运机械手单元七大单元，分别由几个控制器控制，各控制器之间使用工业以太网或 MPI 网络连接，同时配合电源模块、按钮模块、PLC 模块、变频器及交流电机模块、步进电机及驱动模块、交流伺服电机及驱动模块、各种工业传感器检测模块和触摸屏模块等构成整

个系统。系统涵盖技术广泛，包含气动技术、传感器检测技术、直流电机驱动技术、步进电机驱动技术、伺服电机驱动技术、触摸屏应用技术、上位机监控技术、PLC、工业网络技术、变频调速技术、PLC 技术、故障检测技术、机械结构与系统安装调试技术、人机接口技术、运动控制技术等。生产线装置如图 1-2 所示。

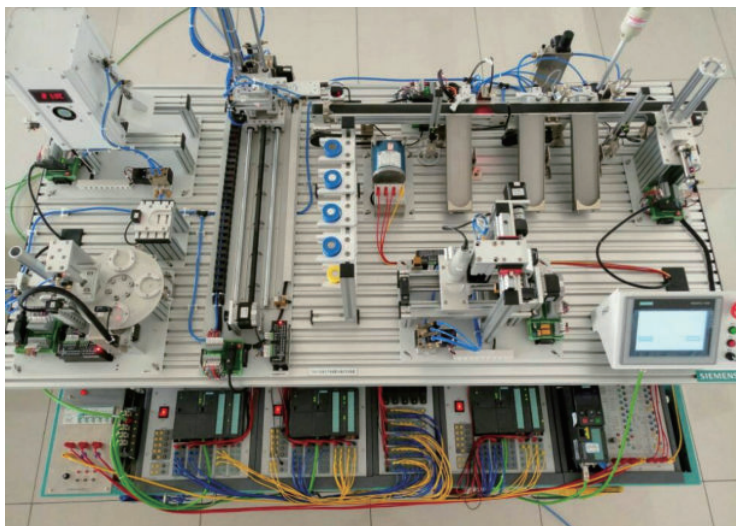


图 1-2 TSMCP 自动化生产线装置

二、自动化生产线特点

本系统采用开放式结构，PLC 主机接口开放、控制单元接口开放，能进行更深层次的训练，不仅会编程，而且要熟悉各种传感器、电机、变频器、气缸等传感器和执行器的接线方式，学习设计系统的思路与方法。

系统开放式的结构，可使用多种控制器，如西门子、三菱、欧姆龙、松下、AB、GE 以及单片机等控制。该装置中七大单元采用独立的机电集成设计，单元中所涉及各种传感器、电机、电磁阀等。传感器、执行器都采用就近原则汇总到带保护装置的 YF1301 接口模块中，便于各模块单元之间的灵活组合，系统可以采用工业网络进行整个培训系统的控制，同时进行上位机管理和监控。

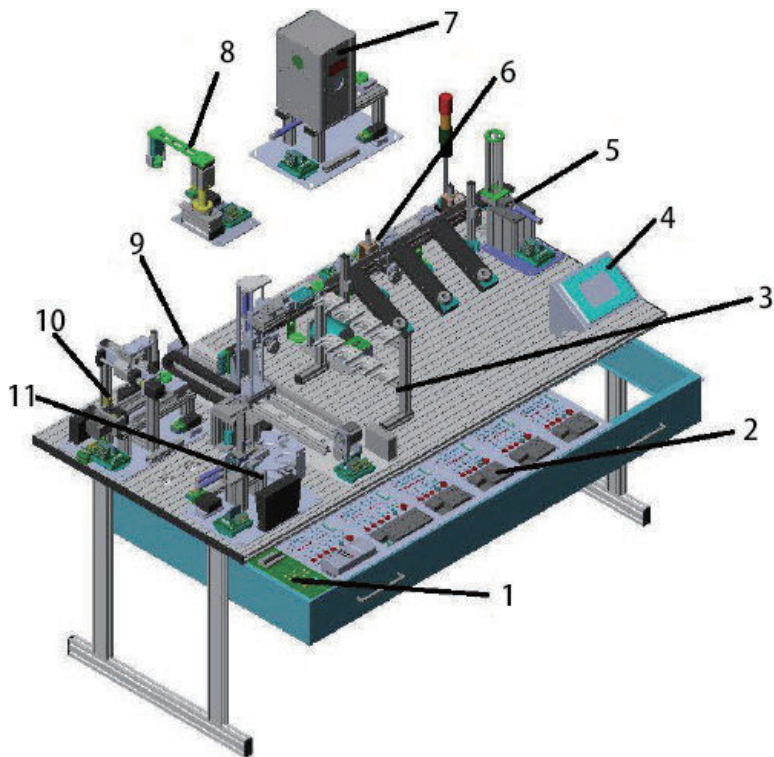
各模块单元能够通过重新组合，构成多种典型的工业生产培训系统。

三、系统结构组成以及使用方法

1. 系统总体结构

系统由型材桌体、井式供料单元、传送检测与分拣单元、机械手搬运与仓储单元、

切削加工单元、多工位装配单元、温度控制单元、电源模块、PLC 模块、变频器模块、触摸屏模块等组成，各组成部分分布如图 1-3 所示。



1. 电源模块 2. 控制器单元 3. 立体仓库单元 4. 触摸屏单元 5. 井式供料单元 6. 皮带传送与检测单元 7. 温度控制单元 8. 机械手单元 9. 行走机械手与搬运单元 10. 加工单元 11. 多工位装配单元

图 1-3 系统各组成部分分布图

2. 电源模块

(1) 电源模块概述

电源模块配有断路器，保险管座、系统电源指示灯等。

可供多组直流 24V，交流 220V、380V 电压。

配备航空插头，增加操作安全性。

电源模块下方装有交流电源插座，给伺服系统进行供电。

24V 直流开关电源，采用西门子品牌，输出电压稳定，具有电压可调、短路保护等功能。

(2) 电源模块图示以及使用方法

电源模块操作面板如图 1-4 所示，电源模块接口如图 1-5 所示。

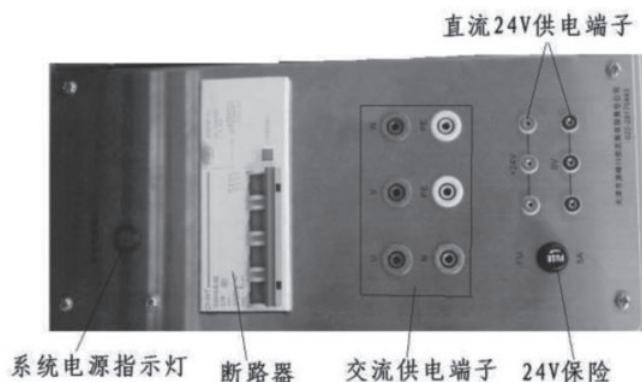


图 1-4 电源操作面板

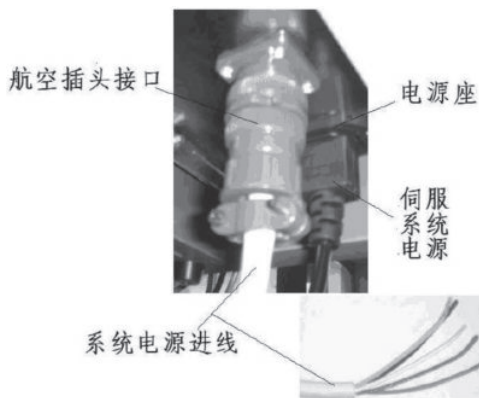


图 1-5 电源模块接口图

3. 变频器与交流三相同步电机模块

(1) 变频器概述

①工艺：铁质外壳，完整嵌入实训台抽屉式架体，I/O 接口开放到控制面板。

②控制面板工艺要求：2mm 厚印刷电路板上覆膜，采用背面印刷技术，保证图形符号永不脱落。如图 1-6 所示。

③模块采用西门子变频器，三相 400V 级。

④变频器输入侧 L1、L2、L3、PE 采用四号接插线，输出侧 U、V、W、PE 采用三号接插线，避免误接线。变频器输入的 L1、L2、L3、PE 对应电源单元的 U、V、W、PE；变频器输出的 U、V、W、PE 对应三相交流同步电机的 U、V、W、PE。

⑤采用 TOP 的控制面板，可直接对触摸屏参数进行修改，并可实时监控变频器输出的电气参数。

(2) 变频器使用方法与注意事项

①变频器在使用时，要注意电压的选择，同时需正确设置参数。

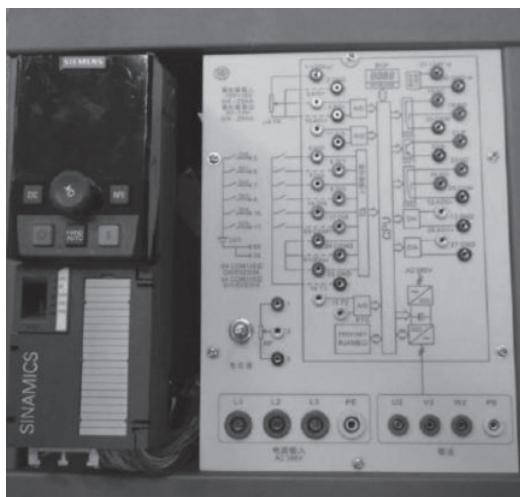


图 1-6 变频器操作及接线面板

②要保证变频器可靠接地。

③使用变频器前请事先阅读变频器操作手册（电子版），严格按照操作手册进行操作。

④变频器输出会对 PLC 控制线路产生干扰，在使用变频器时应将变频器输出线路与其他控制线路分开，特别是不要靠近有脉冲输出的控制线路。

(3) 三相交流同步电机

电机采用永磁低速同步电动机，其外观图如图 1-7 所示。

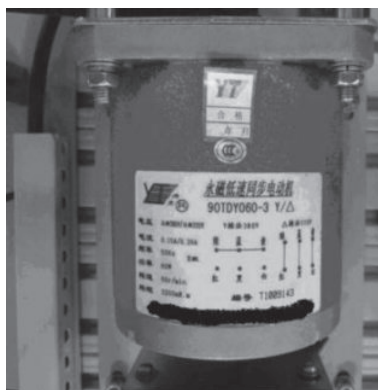


图 1-7 交流同步电机

交流同步电机参数如下：

电机额定电压三相：380/220V；

电流：0.15/0.25A；

额定转矩：3200mN·m；

额定频率：50Hz；

额定转速：60r/min；

本电机模块采用星型接法，电机电压为 380V。

(4) 交流三相同步电机使用注意事项

①首先保证电机严格接地。

②在使用电机时注意不要用手去转电机轴上的同步轮，也不要用手抓连接同步轮的皮带，以免电机转动伤到手。

③电机在高于额定频率（50Hz）下运行，如发热异常，请立即断电。

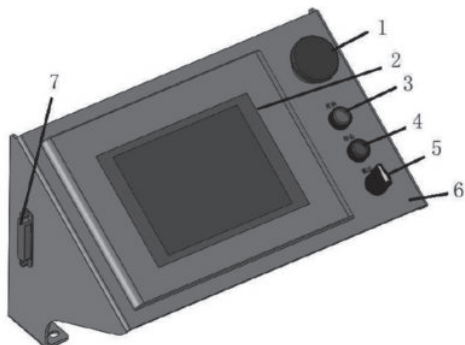
④电机运行中如发出异常声音，请立即断电，并检查电机接线，查看是否缺相，或接线处松动。

⑤要保持同步带松紧适当。

4. 触摸屏模块

(1) 触摸屏单元

触摸屏单元采用西门子 TP700 型彩色触摸屏，通过一个型材基体将触摸屏单元固定于桌面，移动方便，可安装在任何位置，从而大大提升了触摸屏的使用效率；将触摸屏上的接线引致井式供料单元，同时用 25 针电缆，将触摸屏的电源以及触摸屏上的按钮引出至五通道接口模块，如果需要使用触摸屏单元上的按钮和开关，直接在五通道接口模块接线即可。TP700 触摸屏具有 422/485 接口和 Internet 接口，可进行 PPI、MPI、PROFIBUS、ETHERNET 等通讯连接，其接口如图 1-8 所示。



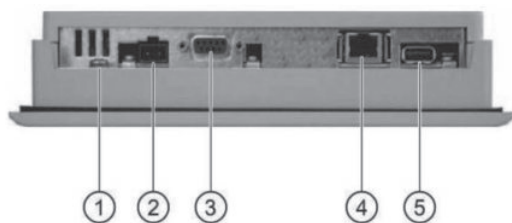
1. 急停按钮 2. TP700 触摸屏 3. 启动按钮 4. 停止按钮 5. 模式转换开关 6. 型材基体

图 1-8 触摸屏单元

5. PLC 模块

(1) PLC 概述

本装置可以使用多型号主机进行控制，并且可以组合使用。工艺：铁质外壳，



1. 壳等接地电位端子 2. 电源插座 3.RS422/485 接口 (IFIB) 4.Internet 连接口 (适用于 TP177BPN/DP) 5.USB 连接

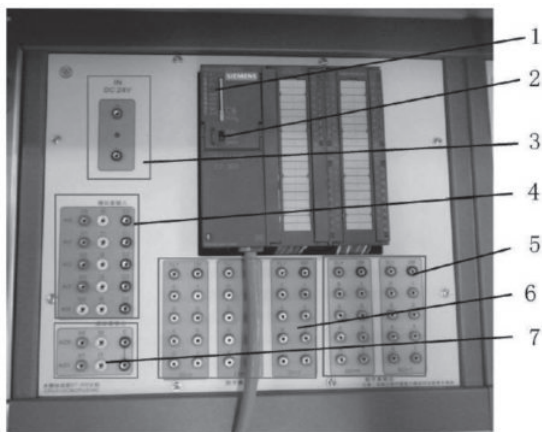
图 1-9 TP700 设备上的接口说明

能嵌入实训台抽屉式架体内, I/O 接口开放式控制面板, 并提供误接线保护功能。控制面板工艺要求: 2mm 厚印刷电路板上覆膜, 采用背面印刷技术, 保证图形符号永不脱落。

(2) PLC 控制模块

系统包括 3 个 PLC 控制模块, PLC 采用的是 S7-300 (CPU314-2PN/DP), 三个单元在使用时可以分别使用和组合使用。

(3) S7-300PLC 模块结构如图 1-10 所示。



1.PLC 指示灯 2.PLC 拨动开关 3.PLC 供电电源接口 4.模拟量输入接口 5.数字输出接口 6.数字量输入接口 7.模拟量输出接口

图 1-10 S7-300PLC 模块 (CPU314-2PN/DP)

3.S7-300PLC 模块使用方法与使用注意事项

PLC 模块控制面板使用时, 红色的端口应连接 24V, 黑色端口应连接 GND (0V), 蓝色端口是 PLC 输入信号, 绿色端口是 PLC 输出信号。

系统电源接线: 使用 PLC 时, 首先将 PLC 的电源线正确连接, 本系统采用 DC24V 供电, 接线时注意极性, 不要带电插拔。

数字量输入输出接线: 如果需要使用 S7-300PLC 输入信号, 则将 PLC 输入

信号的公共端接到 24V 和 0V，在该模块中，有三组数字量输入信号，每组信号有 8 个输入，在使用该组输入信号时，将信号上方的公共端（1L+ 和 1M 或者 4L+ 和 4M）正确连接，即 L+ 连接 24V，M 连接 0V。该模块有两组数字量输出信号，每组有 8 个输出，在使用该组输出信号时，将信号上的公共端（2L+ 和 2M 或者 3L+ 和 3M）正确连接，即 L+ 连接 24V，M 连接 0V。

模拟量输入输出接线：模拟量输入信号分为电压型信号和电流型信号，在本系统中，共有 4 组 PLC 模拟量输入信号，在使用时，将使用的该组模拟量信号公共端（C0 或 C1 或 C2 或 C3）连接到 0V，然后按照西门子模拟量的输入规范接线即可。

模拟量输出信号分为电压型信号和电流型信号，在本系统中，共有 2 组 PLC 模拟量输入信号，在使用时，将使用的该组模拟量信号公共端（C0 或 C1）连接到 0V，然后按照西门子模拟量的输出规范接线即可。

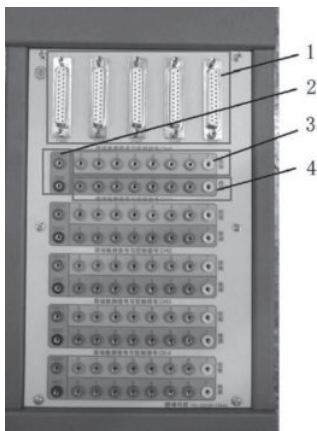
6. 信号接口模块

（1）信号接口模块概述

每个工作单元或模块都可以用一根 25 针电缆将其连接至五通道信号接口模块，PLC 通过与五通道信号接口模块与 YF1301 的连接达到控制各个单元或模块的目的。信号接口模块如图 1-11 所示。

（2）信号接口模块使用方法

每个信号接口模块有 5 个通道（CH0-CH4），使用时用 25 针电缆将信号接口模块和各个单元模块连接，然后通过 2# 导线将信号接口模块和 PLC 的输入输出连接，使用举例如下。用 PLC 控制井式送料单元，当料井内有工件时，将工件推出，其控制接线如下：



1.25 针接口 2. 单元或模块电源接口 3. 控制端子 4- 检测端子

图 1-11 五通道信号接口单元