



“十二五”江苏省高等学校重点教材

自动化生产线的 安装与调试

第二版

周天沛 朱 涛 主编
韩吉生 副主编

ZIDONGHUA SHENGCHANXIAN DE
ANZHUANG YU TIAOSHI



化学工业出版社



“十二五”江苏省高等学校重点教材

自动化生产线的 安装与调试

第二版

周天沛 朱 涛 主编

韩吉生 副主编

ZIDONGHUA SHENGCHANXIAN DE
ANZHANG YU TIAOSHI



化学工业出版社

· 北京 ·

本书分为项目引导篇、项目基础篇、项目实战篇和项目拓展篇，主要内容包括自动化生产线简介、自动生产线各个核心部分的使用、自动化生产线各单元及整体安装与调试、工业机器人和柔性生产线的介绍等。本书是以全国职业院校技能大赛（高职组）“自动化生产线安装与调试项目竞赛”中使用的YL-335B自动化生产线为平台，是基于工作过程导向的教材。本书编写紧扣“准确性、实用性、先进性、可读性”的原则，将总任务分解为若干个任务，力求深入浅出、图文并茂，以提高学生学习兴趣和效率。

本书适合作为高职高专相关专业的教材，也可作为相关工程技术人员研究自动化生产线的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

自动化生产线的安装与调试 / 周天沛，朱涛主编. —2版.
北京：化学工业出版社，2017.6
ISBN 978-7-122-29871-3

I. ①自… II. ①周…②朱… III. ①自动生产线-安装-
高等职业教育-教材②自动生产线-调试方法-高等职业教
育-教材 IV. ①TP278

中国版本图书馆CIP数据核字（2017）第128306号

责任编辑：廉 静
责任校对：宋 玮

文字编辑：张绪瑞
装帧设计：王晓宇

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）
印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司
装 订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张14 字数328千字 2017年6月北京第2版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：36.00元

版权所有 违者必究

《自动化生产线的安装与调试》第一版自2013年出版以后，承蒙广大读者的厚爱，已经连续印刷数次。近年来，随着国内外自动化专业的迅速发展，自动化生产线的理论教学、实践训练和人才培养都面临着全新的挑战，《自动化生产线的安装与调试》教材的修订工作也势在必行，本次修订本着“实用、管用、够用”的原则，在保持原教材的特色、组织结构和内容体系基本不变的前提下，在多个方面进行了更新和充实。修订的主要内容有：

1. 对第一版中有关排版和内容中出现的纰漏和差错进行了订正。通过修订，力求做到概念清晰、表达正确。

2. 对有关章节的内容和条目顺序进行了调整和充实。通过修订，力求做到实用、管用和够用。

3. 原教材主要介绍以三菱PLC为架构的自动化生产线的安装与调试，没有介绍西门子PLC为架构的自动化生产线的安装与调试。由于西门子PLC在市场占有率非常高，因此本次修订增加了该方面内容的介绍。

4. 此外本次修订比原教材增加了项目拓展篇的内容。

本书以技能大赛指定设备“亚龙YL-335B自动化生产线”为平台，针对其安装、调试、运行等过程中应知、应会的核心技术进行了基于工作过程的讲述。本书紧密结合高等职业技术教育的特点，以自动化生产线安装与调试理论知识与实践相结合为出发点，着重能力培养，帮助读者学习和掌握自动化生产线安装与调试的基础知识和基本技能，并为进一步学习自动化生产线打下良好的基础。

本书由四大部分组成，第一部分为项目引导篇，主要对自动化生产线及YL-335B型自动化生产线进行了介绍；第二部分为项目基础篇，主要针对YL-335B型自动化生产线应涉及到的设备、元件及相关知识点进行了详细讲解；第三部分为项目实战篇，主要内容是以YL-335B型自动化生产线为平台，针对其五个工作站的安装与调试工作过程进行了讲述，最后对自动化生产线总体安装与调试和自动化生产线的维护与故障分析进行了讲述；第四部分为项目拓展篇，主要对与自动化生产线有密切关系的工业机器人和柔性生产线技术进行了简要介绍。

本书由徐州工业职业技术学院的周天沛、朱涛担任主编，辽宁石化职业技术学院韩吉生担任副主编，编写分工如下：项目引导篇的项目一和项目二，项目基础篇的项目一和项目二，项目实战篇的项目一和项目二由周天沛编写；项目基础篇的项目六，项目实战篇的项目三和项目四由朱涛编写；项目基础篇的项目五，项目实战篇的项目五、项目六和项目七由韩吉生编写；项目基础篇的项目三和项目四由吉智编写；项目拓展篇的项目一、项目二由魏强编写。在本教材的编写过程中，得到了中国亚龙科技集团的大力支持，提供了YL-335B型自动化生产线及其技术文档，并派出相关工程技术人员进行指导。另外得到了兄弟高职院校的各位专家和老师的帮助，在此，谨向为本书编写和出版付出辛勤劳动的同志表示衷心的感谢。

由于水平有限，书中难免存在一些疏漏及不妥之处，恳切希望广大读者批评指正。

编者

2017年5月

目录

项目引导篇

- 项目一 认识自动化生产线 / 001
- 项目二 认识YL-335B型自动化生产线 / 004

项目基础篇

- 项目一 自动化生产线中的传感器知识 / 009
 - 学习单元一 传感器的基本知识 / 009
 - 学习单元二 磁性开关的使用 / 011
 - 学习单元三 光电开关的使用 / 012
 - 学习单元四 光纤传感器的使用 / 015
 - 学习单元五 光电编码器的使用 / 017
 - 学习单元六 电感式接近开关的使用 / 018
- 项目二 自动化生产线中的气动元件知识 / 020
 - 学习单元一 气泵的认知 / 020
 - 学习单元二 气动执行元件的认知 / 022
 - 学习单元三 气动控制元件的认知 / 025
- 项目三 自动化生产线中的传动系统知识 / 031
 - 学习单元一 步进电动机及其驱动器的使用 / 031
 - 学习单元二 伺服电动机及其驱动器的使用 / 037
 - 学习单元三 变频器的使用 / 044

项目四 自动化生产线中的PLC知识	/ 064
学习单元一 认知三菱FX系列PLC	/ 064
学习单元二 认知西门子S7-200系列PLC	/ 068
项目五 自动化生产线中的通信技术知识	/ 071
学习单元一 认知三菱FX系列PLC N : N通信	/ 071
学习单元二 认知PPI通信	/ 078
项目六 自动化生产线中的人机界面及其组态技术知识	/ 083
学习单元一 认知TPC7062KS人机界面	/ 084
学习单元二 认知MCGS组态软件	/ 086

项目实战篇

项目一 供料单元的安装与调试	/ 088
学习单元一 初步认识供料单元	/ 089
学习单元二 供料单元的安装	/ 090
学习单元三 供料单元PLC的编程与调试	/ 096
学习单元四 任务实施	/ 098
项目二 加工单元的安装与调试	/ 102
学习单元一 初步认识加工单元	/ 102
学习单元二 加工单元的安装	/ 104
学习单元三 加工单元PLC的编程与调试	/ 110
学习单元四 任务实施	/ 112
项目三 装配单元的安装与调试	/ 116
学习单元一 初步认识装配单元	/ 116
学习单元二 装配单元的安装	/ 121
学习单元三 装配单元PLC的编程与调试	/ 126
学习单元四 任务实施	/ 130

项目四 分拣单元的安装与调试	/ 134
学习单元一 初步认识分拣单元	/ 134
学习单元二 分拣单元的安装	/ 137
学习单元三 分拣单元PLC的编程与调试	/ 142
学习单元四 任务实施	/ 152
项目五 输送单元的安装与调试	/ 157
学习单元一 初步认识输送单元	/ 157
学习单元二 输送单元的安装	/ 160
学习单元三 输送单元PLC的编程与调试	/ 165
学习单元四 任务实施	/ 174
项目六 自动化生产线的总体安装与调试	/ 178
学习单元一 自动化生产线的安装	/ 178
学习单元二 自动化生产线的程序设计	/ 181
学习单元三 任务实施	/ 191
项目七 自动化生产线的维护与故障分析	/ 198
学习单元一 自动化生产线的维护	/ 198
学习单元二 自动化生产线的故障分析	/ 202

项目拓展篇

项目一 工业机器人的认知	/ 208
项目二 柔性生产线技术的认知	/ 212

参考文献




项目引导篇



项目一

认识自动化生产线



项目学习目标

- ① 了解自动化生产线的定义和作用。
- ② 了解自动化生产线的发展趋势。

1. 自动化生产线的概念

自动化生产线是由自动执行装置（包括各种执行器件、机构，如电动机、电磁铁、电磁阀、气动、液压等），经各种检测装置（包括各种检测器件、传感器、仪表等）检测各装置的工作进程、工作状态，经逻辑、数理运算、判断，按生产工艺要求的程序，自动进行生产作业的流水线。

自动化生产线综合应用机械技术、控制技术、传感技术、驱动技术、网络技术、人机接口技术等，通过一些辅助装置按工艺顺序将各种机械加工装置连成一体，并控制液压、气压和电气系统将各个部分动作联系起来，完成预定的生产加工任务。

简单地说, 自动化生产线是由工件传送系统和控制系统将一组自动机床和辅助设备按照工件加工顺序联结起来, 自动完成产品全部或部分制造过程的生产系统, 简称自动线。

2. 自动化生产线在工厂生产中的应用实例

自动化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及工艺过程, 使产品成为合格的制品, 而且要求在装卸工件、定位夹紧、工件在工序间的输送、工件的分拣甚至包装等都能自动地进行, 使其按照规定的程序自动地进行工作。

下面就介绍几个自动化生产线的应用实例。

如图 1-1 所示是应用于某公司的塑壳式断路器自动生产线, 包括自动上料、自动铆接、五次通电检查、瞬时特性检查、延时特性检查、自动打标等工序, 采用可编程控制器控制, 每个单元都有独立的控制、声光报警等功能, 采用网络技术将生产线构成一个完善的网络系统, 大大提高了劳动生产率和产品质量。



图 1-1 塑壳式断路器自动生产线



图 1-2 某汽车制动器自动化装配线

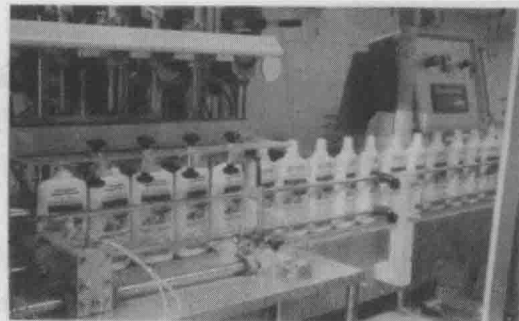


图 1-3 某日化厂自动灌装线

如图 1-2 所示是某汽车配件厂的制动器自动化装配线, 该生产线考虑到设备性能、生产节拍、总体布局、物流传输等因素, 采用标准化、模块化设计、选用各种机械手及可编程自动化装置, 实现零件的自动送料、自动装配、自动检测、自动打标、自动包装等装配过程自动化, 采用网络通信监控、数据管理实现控制与管理。

图 1-3 所示是某日化厂的自动灌装线, 主要完成上料、灌装、封口、检测、打标、包装、码垛等几个生产过程, 实现集约化大规模生产的要求。

3. 自动化生产线的发展过程

人类在制造工具过程中得到发展, 人类发展需要越来越好的工具。人类自从学会利用天然工具, 更好地维持生命的延续后, 就一直没有停止对工具的渴望和不懈的追求。在这个过程中, 人类的创新能力也在不断地提高。生产线就是人类生产活动的一种工具。它体现了人类的智慧。世界上任何事物的发展都经历了从低级到高级的过程, 人类社会生产力的发展也是如此。1913年, 福特汽车公司在底特律的小作坊里生产出第一辆轿车。此后, 由于市场需求量扩大, 原有的小作坊生产模式不能满足市

场需求，必须寻求新的生产模式，自动化生产线生产方式就是在这个时期问世的。

自动化生产线生产方式的优点是：它能使复杂的汽车装配工作变得简单，各个岗位上的工人只要经过短期、简单的培训就可以上岗了。这样就免去了3~5年学徒时间，简单的工作岗位还可以少出差错、易熟练操作、提高效率。可以想象到，一位操作工记住几百至上千的零件安装顺序是多么不容易！

20世纪初，美国汽车制造业兴起，成批生产汽车急需新的生产方式。要想让一个工人短时间内熟练掌握相应的加工技能，提高生产率和质量，最好的方法就是将复杂的加工及组装内容分解为简单、容易操作的。例如，在一间很长的车间内组装汽车，工人被安排在组装线两侧的各个工位上，每位工人只加工或组装一个或几个零件。本工位上加工或组装好的部件被传送装置送到下一个工位上，再由该下一个工位的工人继续加工或组装，直到整部汽车被组装结束。这就是真正意义上的自动化生产线式的生产。由于它的优势明显，具有很强的竞争力，所以，很快就其他加工行业普及开来。例如，电视生产线、冰箱生产线、包装生产线、啤酒灌装生产线、手机生产线等。这种生产方式还影响了其他许多产业的发展，如机械制造、冶金、电子、仪表、化工、造纸、航空、家电、食品、医药等。可以说，目前，70%的工业产品都是在自动化生产线上生产的。

4. 自动化生产线的发展趋势

自动化生产线所涉及的技术领域是很广泛的，它的发展、完善是与各种相关技术的进步及相互渗透紧密相连的。各种技术的不断更新推动了它的迅速发展。

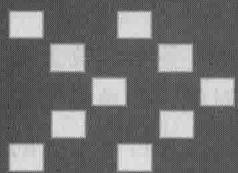
可编程控制器是一种以顺序控制为主、网络调节为辅的工业控制器。它不仅能完成逻辑判断、定时、记忆和算术运算等功能，而且能大规模地控制开关量和模拟量。基于这些优点，可编程控制器取代了传统的顺序控制器，开始广泛应用于自动化生产中的控制系统。

由于微型计算机的出现，机器人内装的控制器被计算机代替而产生了工业机器人，以工业机械手最为普遍。各具特色的机器人和机械手在自动化生产中的装卸工件、定位夹紧、工件传输、包装等部分得到广泛应用。现在正在研制的新一代智能机器人不仅具有运动操作技能，而且还有视觉、听觉、触觉等感觉的辨别能力，具有判断、决策能力。这种机器人的研制成功将把自动化生产带入一个全新的领域。

液压和气动技术，特别是气动技术，由于是将取之不尽的空气作为介质的，因此具有传动反应快、动作迅速、气动元件制作容易、成本小、便于集中供应和长距离输送等优点，而引起人们的普遍重视。气动技术已经发展成为一个独立的技术领域，在各行业，特别是在自动化生产线中得到迅速的发展和广泛的使用。

此外，传感技术随着材料科学的发展和固体效应的不断出现，形成了一个新型的科学技术领域。在应用上出现了带微处理器的“智能传感器”，它在自动化生产中监视着各种复杂的自动控制程序，起着极其重要的作用。

进入21世纪，自动化的功能在计算机技术、网络通信技术和人工智能技术的推动下，将生产出智能控制设备，使工业生产过程有一定的自适应能力。所有这些支持自动化生产的相关技术的进一步发展，使得自动化生产技术功能更加齐全、完善、先进，从而能完成技术性更复杂的操作，并能生产或装配工艺更高的产品。



项目二

认识 YL-335B 型自动化生产线

项目学习目标

- ① 了解 YL-335B 型自动生产线的基本结构组成，生产工艺流程。
- ② 掌握 YL-335B 型自动生产线的基本功能。

1. YL-335B 型自动化生产线的基本结构

YL-335B 型自动生产线由供料单元、加工单元、装配单元、分拣单元和输送单元 5 个单元组成，各工作站均设置一台 PLC 承担其控制任务，各个 PLC 之间通过 RS-485 串行通信进行通信，构成分布式的控制系统，其外观如图 1-4 所示。

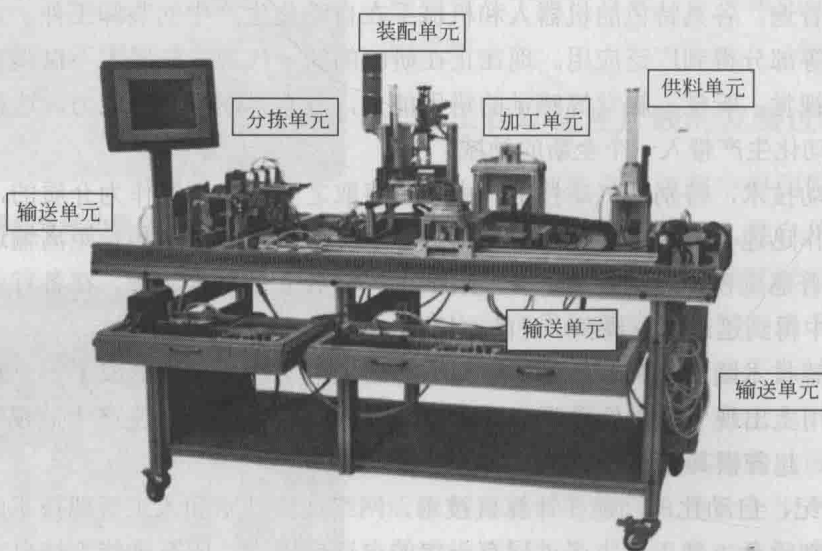


图 1-4 YL-335B 型自动生产线外观

YL-335B型自动生产线的工作过程：将供料单元料仓内的工件送往加工单元的物料台，完成加工操作后，把加工好的工件送往装配单元的物料台，然后把装配单元料仓内的不同颜色的小圆柱工件嵌入到物料台上的工件中，完成装配后的成品送往分拣单元分拣输出，分拣站根据工件的材质、颜色进行分拣。

其中，每一工作单元都可自成一个独立的系统，同时也都是一个机电一体化的系统。各个单元的执行机构基本上以气动执行机构为主，但输送单元的机械手装置整体运动则采取伺服电动机驱动、精密定位的位置控制，该驱动系统具有长行程、多定位点的特点，是一个典型的一维位置控制系统。分拣单元的传送带驱动则采用了通用变频器驱动三相异步电动机的交流传动装置。位置控制和变频器技术是现代工业企业应用最为广泛的电气控制技术。

在YL-335B设备上应用了多种类型的传感器，分别用于判断物体的运动位置、物体通过的状态、物体的颜色及材质等。传感器技术是自动化生产线中的关键技术之一，是现代工业实现智能加工和智能制造的关键载体。

在控制方面，YL-335B采用了基于RS-485串行通信的PLC网络控制方案，即每一工作单元由一台PLC承担其控制任务，各PLC之间通过RS-485串行通信实现互连的分布式控制方式。用户可根据需要选择不同厂家的PLC及其所支持的RS-485通信模式组成一个小型的PLC网络。掌握基于RS-485串行通信的PLC网络技术，将为进一步学习现场总线技术、工业以太网技术等打下良好的基础。

2.YL-335B型自动化生产线的基本功能

① 供料单元的基本功能 供料单元是YL-335B中的起始单元，在整个系统中，起着向系统中的其他单元提供原料的作用。具体的功能是按照需要将放置在料仓中待加工工件（原料）自动地推出到物料台上，以便输送单元的机械手将其抓取，并输送到其他单元上。其外观如图1-5所示。

② 加工单元的基本功能 将输送单元的机械手装置从供料单元物料台上抓取的工件送到该单元的冲压机构下面，完成一次冲压加工动作，然后再送回到物料台上，待输送单元的抓取机械手装置取出。其外观如图1-6所示。

③ 装配单元的基本功能 完成将该单元料仓内的黑色或白色小圆柱零件嵌入到已加工的工件中的装配过程。其外观如图1-7所示。



图1-5 供料单元外观

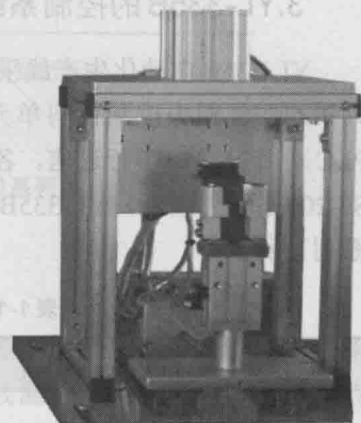


图1-6 加工单元外观

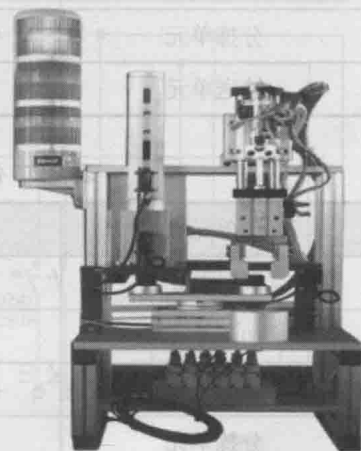


图1-7 装配单元外观

④ 分拣单元的基本功能 完成将上一单元送来的已加工、装配的工件进行分拣，实现不同属性（颜色、材料等）的工件从不同的料槽分流的功能。其外观如图 1-8 所示。

⑤ 输送单元的基本功能 该单元通过直线运动传动机构驱动抓取机械手装置到指定单元的物料台上精确定位，并在该物料台上抓取工件，把抓取到的工件输送到指定地点后放下，从而实现传送工件的功能。其外观如图 1-9 所示。

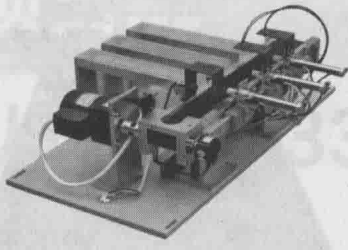


图 1-8 分拣单元外观

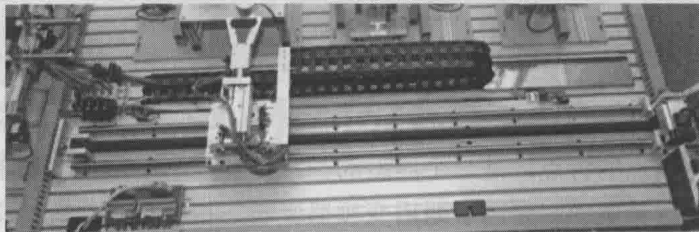


图 1-9 输送单元外观

3.YL-335B 的控制系統

YL-335B 自动化生产线采用 5 台 PLC，分别采用三菱 FX 系列 PLC 或者是西门子 S7-200 系列 PLC，分别去控制供料单元、加工单元、装配单元、分拣单元和输送单元 5 个单元。5 个 PLC 采用 RS-485 串行通信。各工作单元的 PLC 配置如表 1-1（三菱 FX 系列）和表 1-2（西门子 S7-200 系列）所示，YL-335B 的通信网络如图 1-10（三菱 FX 系列）和图 1-11（西门子 S7-200 系列）所示。

表 1-1 各工作单元的 PLC 配置表（三菱 FX 系列）

工作单元名称	PLC 配置清单
供料单元	FX2N-32MR 主单元，共 16 点输入，16 点继电器输出
加工单元	FX2N-32MR 主单元，共 16 点输入，16 点继电器输出
装配单元	FX2N-48MR 主单元，共 24 点输入，24 点继电器输出
分拣单元	FX2N-32MR 主单元，共 16 点输入，16 点继电器输出
输送单元	FX1N-40MT 主单元，共 24 点输入，16 点晶体管输出

表 1-2 各工作单元的 PLC 配置表（西门子 S7-200 系列）

工作单元名称	PLC 配置清单
供料单元	S2-200-224 AC/DC/RLY 主单元，共 14 点输入，10 点继电器输出
加工单元	S2-200-224 AC/DC/RLY 主单元，共 14 点输入，10 点继电器输出
装配单元	S2-200-226 AC/DC/RLY 主单元，共 24 点输入，16 点继电器输出
分拣单元	S2-200-224 AC/DC/RLY 主单元，共 14 点输入，10 点继电器输出
输送单元	S2-200-226 DC/DC/DC 主单元，共 24 点输入，16 点晶体管输出

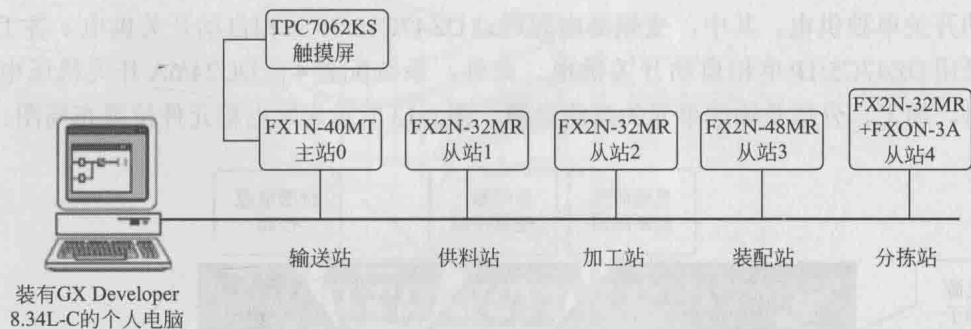


图 1-10 YL-335B 的通信网络 (三菱 FX 系列)

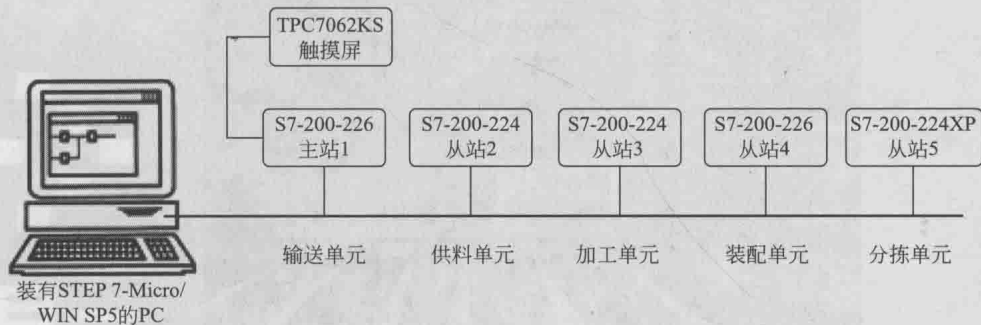


图 1-11 YL-335B 的通信网络 (西门子 S7-200 系列)

4.YL-335B 的供电系统

YL-335B 要求外部供电电源为三相五线制 AC380V/220V, 图 1-12 为供电系统的一次回路原理图。图 1-12 中, 总电源开关选用 DZ47LE-32/C32 型三相四线漏电开关。系统各主要负载

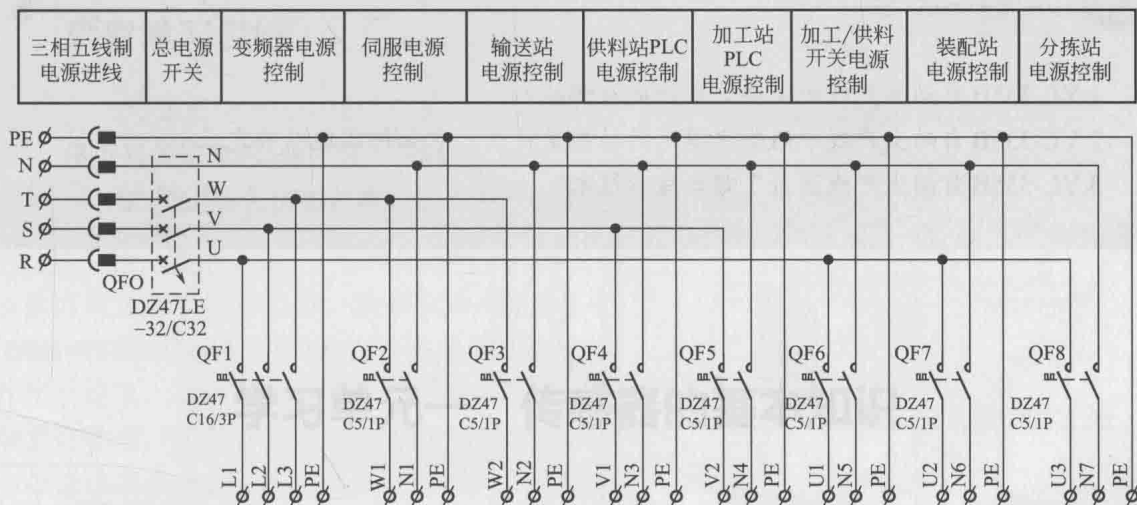


图 1-12 YL-335B 供电系统的一次回路原理图

通过自动开关单独供电。其中，变频器电源通过DZ47C16/3P三相自动开关供电；各工作站的PLC均采用DZ47C5/1P单相自动开关供电。此外，系统配置4台DC24/6A开关稳压电源分别用做供料、加工、分拣及输送单元的直流电源。图1-13所示为配电箱元件位置布局图。

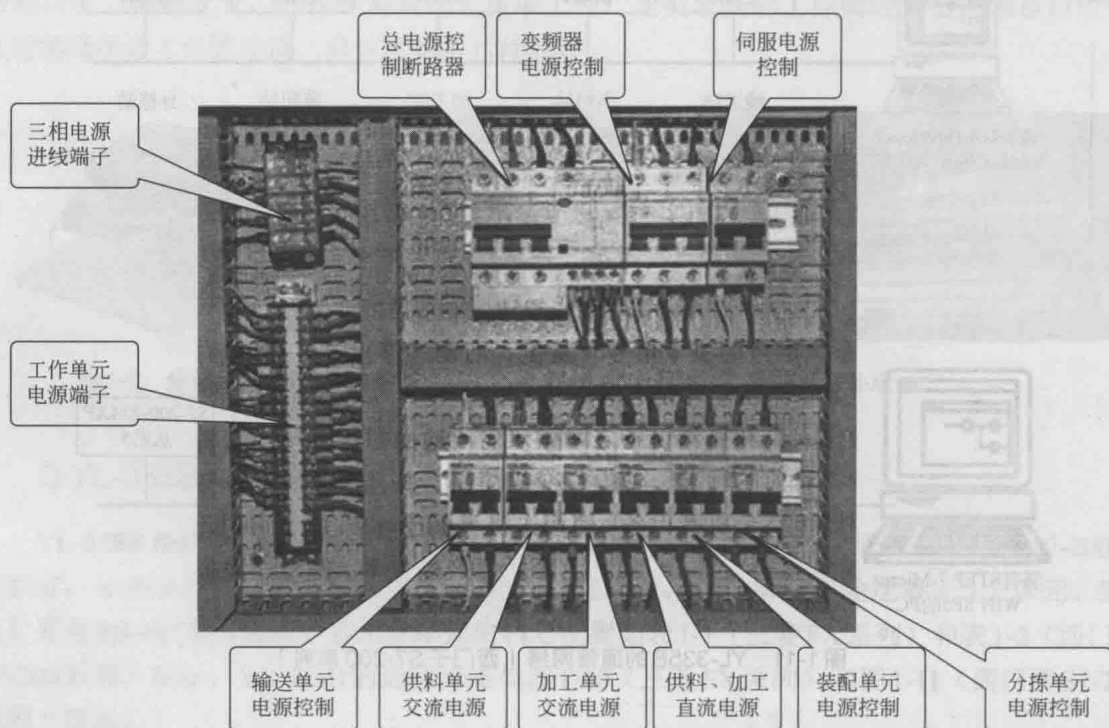


图1-13 配电箱元件位置布局图



问题与思考

- 1.YL-335B自动生产线的主要结构组成有哪些？
- 2.YL-335B自动生产线中的输送单元的功能是什么？它如何实现精确定位？
- 3.YL-335B自动生产线涵盖了哪些核心技术？

项目基础篇

项目一

自动化生产线中的传感器知识

项目学习目标

- ① 掌握生产线中磁性开关、光电式开关、光纤传感器、光电编码器和电感式接近开关等传感器的结构、特点。
- ② 能进行各传感器在自动化生产线中的安装和调试。

学习单元一 传感器的基本知识

1. 传感器的组成

传感器通常由敏感元件、转换元件和测量电路等组成，其原理图如图2-1所示。