

国家示范院校工学结合系列教材

GUOJIA SHIFAN YU

XUECAI

自动线 安装与调试

ZIDONGXIAN Anzhuang Yu Tiaoshi

李爱民 主编

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

列教材

自动线安装与调试

主编 李爱民

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书以天津龙洲 Me093399 型自动生产线为基础,主要介绍了自动化生产线安装与调试的相关知识。全书分为 12 个单元:上料单元、下料单元、加盖单元、穿销单元、综合检测单元、伸缩换向单元、模拟单元、液压单元、图像识别单元、分拣单元、升降梯立体仓库单元和主控单元。本书以这些单元为载体,分解为若干项目,综合讲解机械技术、PLC 技术、触摸屏技术、气动技术、液压技术、传感器技术、步进控制技术等知识。通过理论实践一体化的项目教学,使学生掌握机电一体化综合应用技术。

本书适合作为高职高专相关专业的教材,也可作为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

自动线安装与调试 / 李爱民主编. —徐州:中国
矿业大学出版社,2013.8
ISBN 978-7-5646-1980-0

I. ①自… II. ①李… 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(2013)第 186918 号

书 名 自动线安装与调试

主 编 李爱民

责任编辑 耿东锋 张 岩

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 13.25 字数 328 千字

版次/印次 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

定 价 21.60 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

本书是机电一体化技术的综合应用,为即将从事自动化生产线安装与调试的毕业顶岗实习学生提供必需的知识和技能准备。自动化生产线安装与调试是一门巩固和综合已学过的机电一体化知识的课程,包括机械技术、PLC 技术、触摸屏技术、气动技术、液压技术、传感器技术、步进控制技术 etc。

本书由四大部分组成:第一部分是认知自动化生产线,主要是对典型自动化生产线和天津龙洲 Me093399 型自动生产线进行了介绍;第二部分是自动化生产线各单元安装与调试,主要针对自动化生产线各单元安装与调试过程中的电路设计、电路连接、气路连接安装、程序的编写与调试等问题进行了讲述;第三部分是自动线系统控制,主要讲解如何实现自动化生产线的整体协调工作;第四部分是组态监控,主要讲解如何使用监控软件实现对自动化生产线的监视和控制。

本书的编写以项目单元为载体,注重提高读者综合运用技术的能力。本书内容贴近生产实际,运用边学边做的方式,能使读者较快地掌握相应的技能。

全书由江苏建筑职业技术学院李爱民主编。参加本书编写的还有江苏建筑职业技术学院黄继战、王冬梅、威海永、张广超、李珊和徐州中矿大传动与自动化有限公司丁玉侠、陈家兴。

由于编者水平有限,加上时间仓促,不妥之处敬请广大读者批评指正。

编者

2013 年 3 月

目 录

项目一 认知自动化生产线	1
任务一 了解自动化生产线	1
任务二 认识 Me 型自动化生产线	2
项目二 自动化生产线各单元安装与调试	7
任务一 上料单元安装与调试	7
任务二 下料单元安装与调试	35
任务三 加盖单元安装与调试	46
任务四 穿销单元安装与调试	56
任务五 综合检测单元安装与调试	72
任务六 伸缩换向单元安装与调试	83
任务七 模拟单元安装与调试	95
任务八 液压单元安装与调试	112
任务九 图像识别单元安装与调试	124
任务十 分拣单元安装与调试	132
任务十一 升降梯立体仓库单元安装与调试	144
项目三 自动线系统控制	172
任务一 相关知识	172
任务二 用 PROFIBUS 总线控制自动线	192
任务三 自动线控制技能训练	194
项目四 组态监控	196
任务一 相关知识	196
任务二 在 SIMATIC WinCC 中创建工程	197
参考文献	204

项目一 认知自动化生产线

学习目标 了解自动化生产线的工作流程;了解自动化生产线的核心技术;掌握自动化生产线的操作方法。

任务一 了解自动化生产线

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,而且要求工件装卸、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。这种自动工作的机械电气一体化系统称为自动化生产线。

自动化生产线的任务就是为了实现自动生产,那么如何才能完成这一任务呢?

自动化生产线综合应用机械技术、控制技术、传感技术、网络技术等,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、气动和电气系统,将各个部分的动作联系起来,完成预定的生产加工任务。

一、自动化生产线的组成

自动化生产线是在生产流水线的基础上,配以必要的自动检测、控制、调整补偿装置及自动送料装置,使物品在无需人工直接参与操作的情况下自动完成送料、生产的全过程,并取得各机组间的平衡协调。

自动化生产线除了具有生产流水线的一般特征外,还具有更严格的生产节奏和协调性。它主要由基本设备、运输储存装置和自动控制系统三大部分组成,如图 1-1 所示。

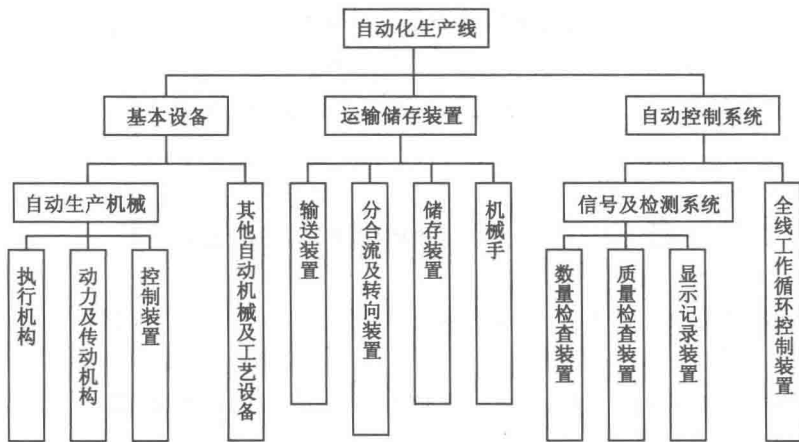


图 1-1 自动化生产线的组成

其中,自动生产机械是最基本的工艺设备,而运输储存装置是必要的辅助装置。它们都依靠自动控制系统来完成确定的工作循环。所以,运输储存装置和自动控制系统是区别流水线和自动化生产线的重要标志。当今出现的自动化生产线,逐渐采用了系统论、信息论、控制论和智能论等现代工程基础科学,并应用各种新技术来检测生产质量和控制生产工艺过程的各环节。

自动化生产线的建立已为产品生产过程的连续化、高速化奠定了基础。今后的工业生产不但要求有更多不同产品和规格的自动化生产线,而且还要实现产品生产过程的综合自动化,即向自动化生产车间和自动化生产工厂的方向发展。

二、自动化生产线的分类

自动化生产线有许多不同的类型,从自动化生产线的结构特点出发,可将自动化生产线从以下两方面进行分类:

(1) 根据所用工艺设备类型进行分类

① 通用机床自动化生产线:这类自动化生产线多数是在流水线的基础上,利用现有通用机床进行自动化改装后构成的。

② 专用机床自动化生产线:这类自动化生产线所采用的工艺设备以专用自动机床为主。

③ 组合机床自动化生产线:这类自动化生产线是用组合机床连成的,在大批量生产中得到了普遍应用。

(2) 根据自动化生产线中是否有储料装置进行分类

① 刚性连接的自动化生产线:在这类自动化生产线中没有储料装置,机床按照工艺顺序依次排列,工件由输送装置强制性地从一个工位移送到下一个工位,直到加工完毕。这种自动化生产线越长,因故障而停歇的时间损失就越大。

② 柔性连接的自动化生产线:在这类自动化生产线中设有必要的储料装置,根据实际需要可以在每台机床之间设置储料装置,也可以相隔若干台机床设置储料装置,将自动化生产线分为若干工段。这样,当某一台机床因故障停歇时,其余的机床可以在一定的时间内继续工作,或当前后相邻两台机床的生产节拍相差较大时,储料装置可以在一定时间内起着调节平衡作用,不致使工作节拍短的机床总要停下来等候。

③ 半刚半柔的自动化生产线:根据工作需要,可以结合上面两种生产线的优点,适当布置设备。在两台容易出现故障的设备之间安置储料装置,而在不容易损坏的设备之间采用刚性连接方式。

任务二 认识 Me 型自动化生产线

本系统是以工业生产中的自动化装配生产线为原型开发的实训综合应用平台。系统控制过程中除涵盖多种基本控制方法外,还凸现组态控制、工业总线、电脑视觉、实时监控等先进技术,为培养现代化应用型人才创设了完整、灵活、模块化、易扩展的理想工业场景。

为便于协调整个生产线的全程控制,系统设置了一个主站总控制台。主站总控制台是整个装配生产线连续运行的指挥调度中心,其主要功能是实现全程运行的总体控制,完成全

系统的通讯连接等。自动化装配生产线及其工作流程示意图如图 1-2、图 1-3 所示。

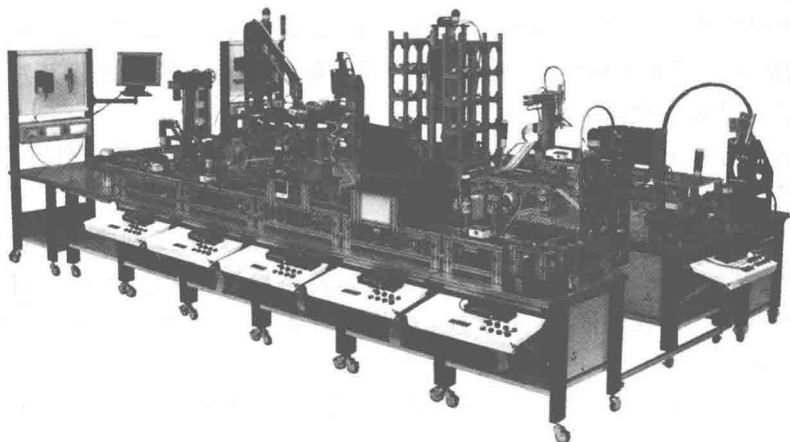


图 1-2 自动化装配生产线

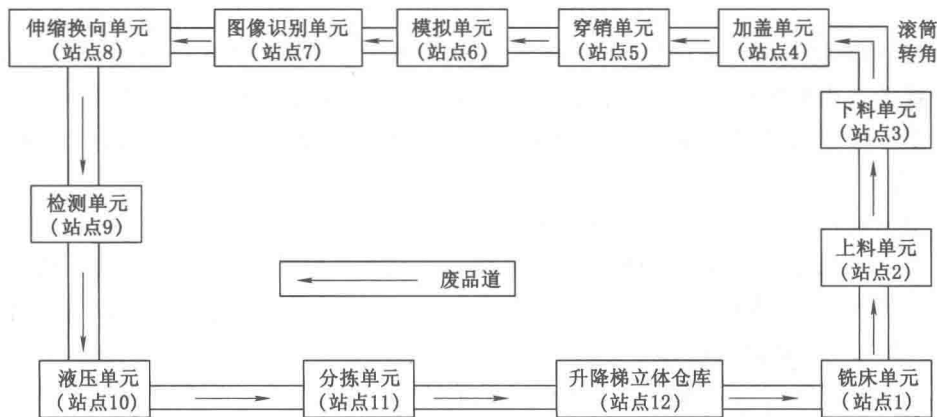


图 1-3 装配生产线工作流程示意图

整个系统主要由 12 个从站点组成，每个从站单元完成特定的工作任务，以装配、检验、分拣、入库的顺序完成各种装配操作和物流处理过程。各单元的主要功能如下：

- (1) 铣床单元(站点 1):本站有工件时,进行自动卡紧和铣削加工。
- (2) 上料单元(站点 2):根据工件的位置情况,从料槽中抓取装配主体送入数控铣床单元或将铣床单元加工后的产品转送下料单元。
- (3) 下料单元(站点 3):将前站送入本单元下料仓的工件主体,通过直流电机驱动间歇机构带动同步齿型带使之下落,工件主体下落至托盘后经传送带向下站传送。
- (4) 加盖单元(站点 4):通过直流电机带动蜗轮蜗杆,经减速电机驱动摆臂将上盖装配至工件主体,完成装配后工件随托盘向下站传送。
- (5) 穿销单元(站点 5):通过旋转推筒推送销钉的方法,完成工件主体与上盖的实体连接装配,完成装配后的工件随托盘向下站传送。

(6) 模拟单元(站点 6):本站增加了模拟量控制的 PLC 特殊功能模块,以实现完成装配的工件进行模拟喷漆和烘干,完成喷漆烘干后的工件随托盘向下站传送。

(7) 图像识别单元(站点 7):运用电脑识别技术将前站传送来的工件进行数字化处理(通过图形摄取装置采集工件的当前画面与原设置结果进行比较),并将其判定结果输出。经检验处理后工件随托盘向下站传送。

(8) 伸缩换向单元(站点 8):将前站传送过来的托盘及组装好的工件经换向、提升、旋转、下落后传送至传送带向下站传送。

(9) 检测单元(站点 9):运用各类检测传感装置对装配好的工件成品进行全面检测(包括上盖、销钉的装配情况,销钉材质,有无标签等),并将检测结果送至 PLC 进行处理,以此作为后续站控制方式选择的依据(如分拣站依标签有无判别正、次品,仓库站依销钉材质确定库位)。

(10) 液压单元(站点 10):通过液压换向回路实现对工件的盖章操作,完成对托盘进件、出件后再经 90°旋转换向送至下一单元。

(11) 分拣单元(站点 11):根据检测单元的检测结果(标签有无),采用气动机械手对工件进行分类,合格产品随托盘进入下一站入库;不合格产品进入废品线,空托盘向下站传送。

(12) 升降梯立体仓库(站点 12):本站由升降梯与立体仓库两部分组成,可进行两个不同生产线的入库和出库。在本装配生产线中可根据检测单元对销钉材质的检测结果将工件进行分类入库(金属销钉和尼龙销钉分别入不同的仓库)。若传送至本单元的为分拣后的空托盘,则将其放行。

综上所述,站点 1、2、3、4、5 主要完成了顺序逻辑控制;站点 6 实现了对模拟量的控制;站点 7 引入了先进的图像识别技术;站点 9 综汇了激光发射器、电感式、电容式、色彩标志等多种传感器的应用;站点 10 为液压传动控制;站点 11 突出体现了气动机械手的控制;站点 12 则实现了步进电机的控制。

在装配生产线运行中各个站点既可以自成体系,彼此又有一定的关联。为此,采用了 Profibus 现场总线技术,通过 1 个主站(S7—300 系列 PLC)和 12 个从站(S7—200 系列 PLC)组成系统,实现主、从站之间的通信联系,控制系统组成框图如图 1-4 所示。

在主站总控制台的上位计算机上安装有 WinCC 组态监控软件,WinCC 所创建的监控功能可通过动画组件对各单元的工作情况进行实时模拟,为操作人员提供系统运行的相关信息,实现装配生产线的全程监控。

本系统涉及现场所需的诸多综合技术应用,如机械传动技术、电气控制技术、气动与液压技术、传感器的应用、PLC 控制技术、过程控制技术和现代化生产中的组态控制、工业总线、电脑视觉、实时监控等。

在完成项目时应由易到难,逐步深入,可从单站控制入手。完成单站控制的步骤如图 1-5 所示。

在每一站点单元控制的基础上可以再扩展为系统的全程控制,进而完成 Profibus 现场总线控制和对整个生产线的实时监控。

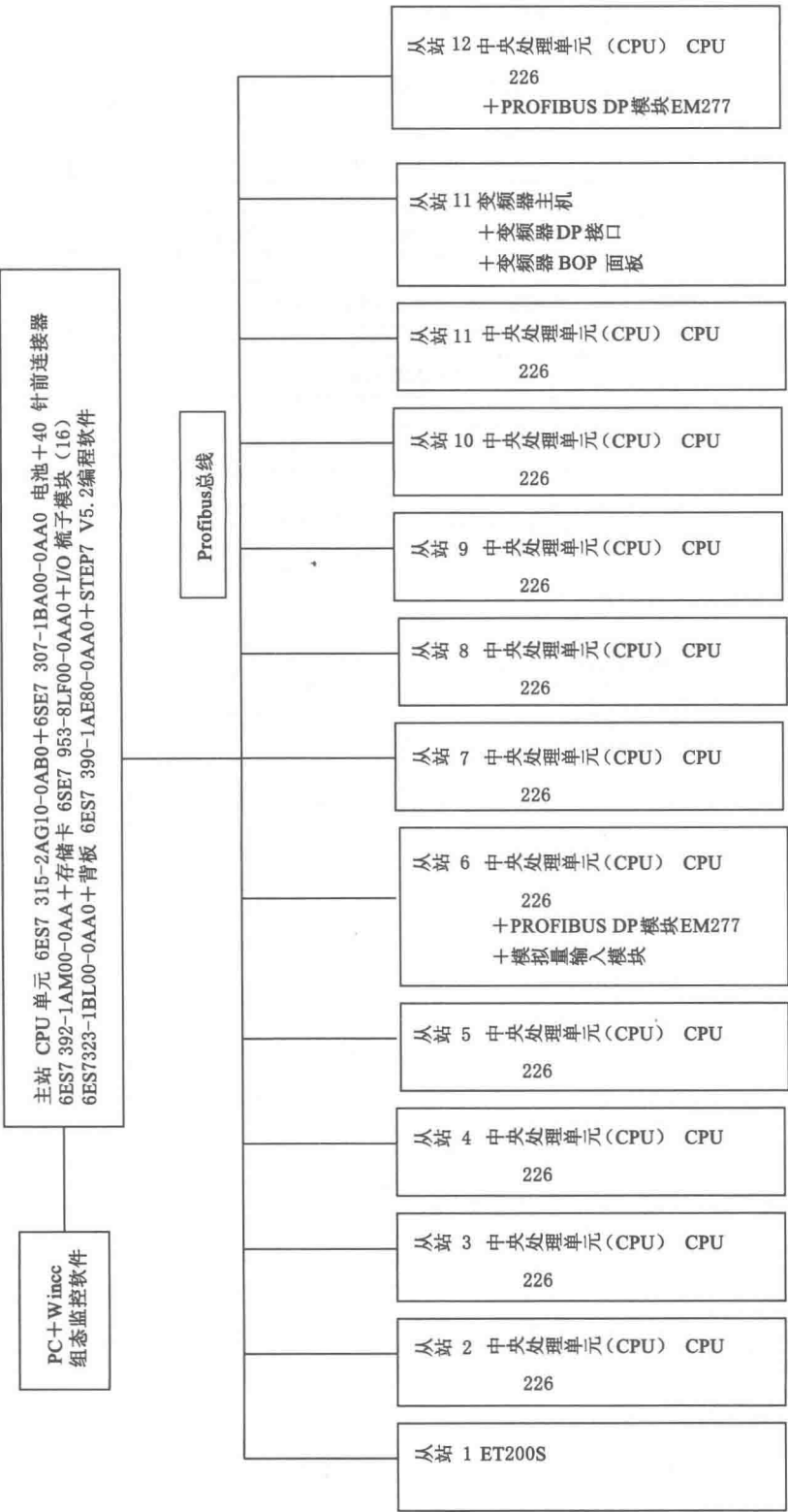


图 1-4 控制系统组成框图

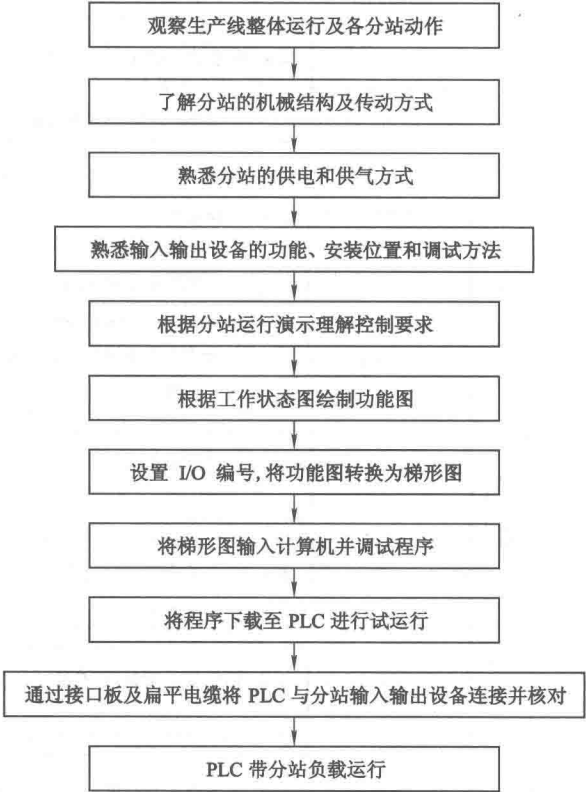


图 1-5 完成单站控制的步骤

项目二 自动化生产线各单元安装与调试

学习目标 能在规定时间内完成自动化生产线各站的安装和调试;能根据控制要求进行各站控制程序设计和调试;能解决自动化生产线的安装与在运行过程中出现的常见问题。

训练模式 3 人一组分工协作,完成生产线中 12 个分站的安装、调试等工作。

本自动化生产线配置了 12 个站,每个站可以自成体系独立运行,也可以任意组合应用,这体现了 PLC 核心技术在不同工作环境下、不同应用领域中、不同应用时效下的应用。PLC 核心技术在不同工作环境下的反复应用,反映了它在机电控制领域的核心地位,体现了 PLC 核心技术与教学环境一体化课程建设思路。

任务一 上料单元安装与调试



学习目标

- (1) 掌握本单元的结构组成、功能及安装,了解本单元的工作过程。
- (2) 了解传感器的功能和在上料单元中的作用。
- (3) 掌握步进电机的功能和在上料单元中的使用方法。
- (4) 掌握绘制气动原理图、电气原理图和电气接线图的方法。
- (5) 掌握用 PLC 控制上料单元的工作过程并编写程序。



任务描述

学生根据控制要求,选择所需元器件和工具,绘制气动原理图,绘制电路图,熟悉 I/O 分配,编写程序并调试,完成上料单元的工作过程。

子任务一 认识上料单元

上料单元是整个装配生产线的起点,该单元的主要功能是根据不同的控制要求从料槽中抓取装配主体送入数控铣床单元或将铣床单元加工后的产品转送到下料单元。

主体上料单元的结构组成如图 2-1 所示,包括扬臂同步带传动机构、旋转行星齿轮传动机构、水平移动支架及其齿轮齿条传动机构、托盘直线传送单元、托盘转向从动单元、轨道等。

本单元在结构设计中涉及行星齿轮系、螺纹微调机构、齿轮齿条机构、张紧机构等的相关机械原理、机械零件知识。行星齿轮系的结构如图 2-2 所示。

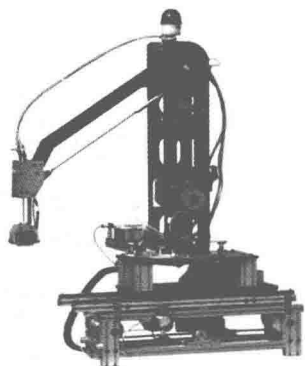
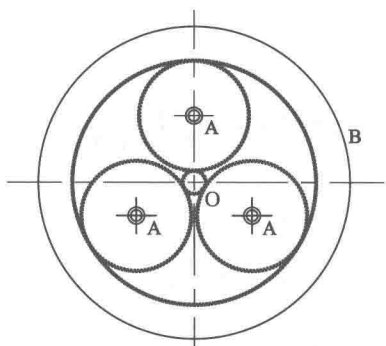


图 2-1 主体上料单元



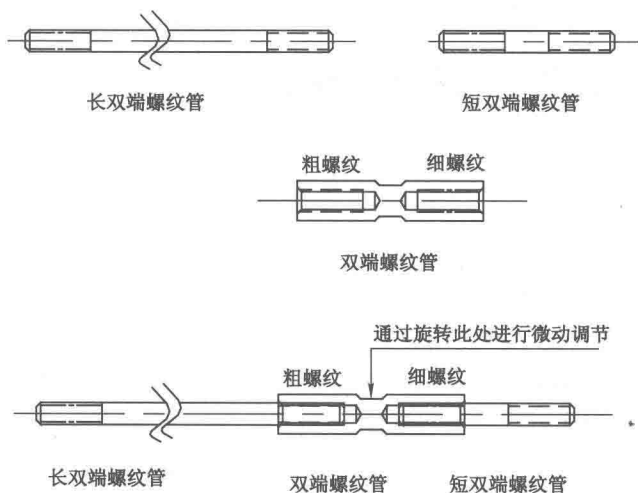
机构名称:行星齿轮系

工作特性:降速比大,增加扭矩。齿轮 O 和电机安装在—起,齿轮 A 与齿轮 O、B 相啮合

本机应用目的:齿轮 A 带动旋转盘(齿轮 B)取、送工件

图 2-2 行星齿轮系结构图

螺纹微调机构结构图如图 2-3 所示。



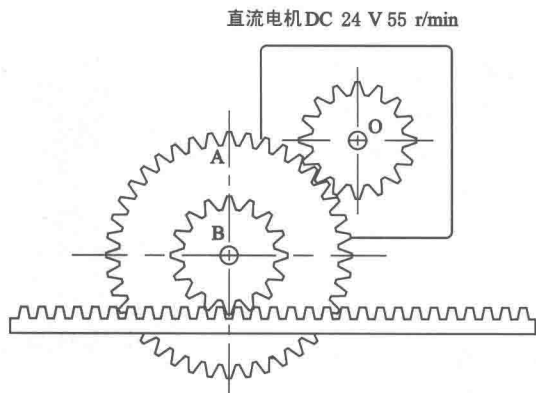
机构名称:螺纹微调机构

工作特性:调动螺母,利用螺距差实现微调

本机应用目的:调节平行四边形的精度

图 2-3 螺纹微调机构结构图

齿轮齿条机构结构如图 2-4 所示。



机构名称:齿轮齿条机构

工作特性:降速比大,增加水平推动力。

齿轮 O 和电机安装在—起,与齿轮 A 相啮合。齿轮 B 与齿轮 A 同轴,与齿条相啮合,将旋转运动转为直线运动

本机应用目的:电机带动齿轮齿条行走

图 2-4 齿轮齿条机构结构图

为实现本单元的控制功能,在主体结构相应位置装设了光电传感器、磁性接近开关、微动开关等检测与传感装置,并配备了步进电机、直流电机、止动气缸、电磁铁等执行机构和电磁阀、继电器等控制元件,如图 2-5 所示。

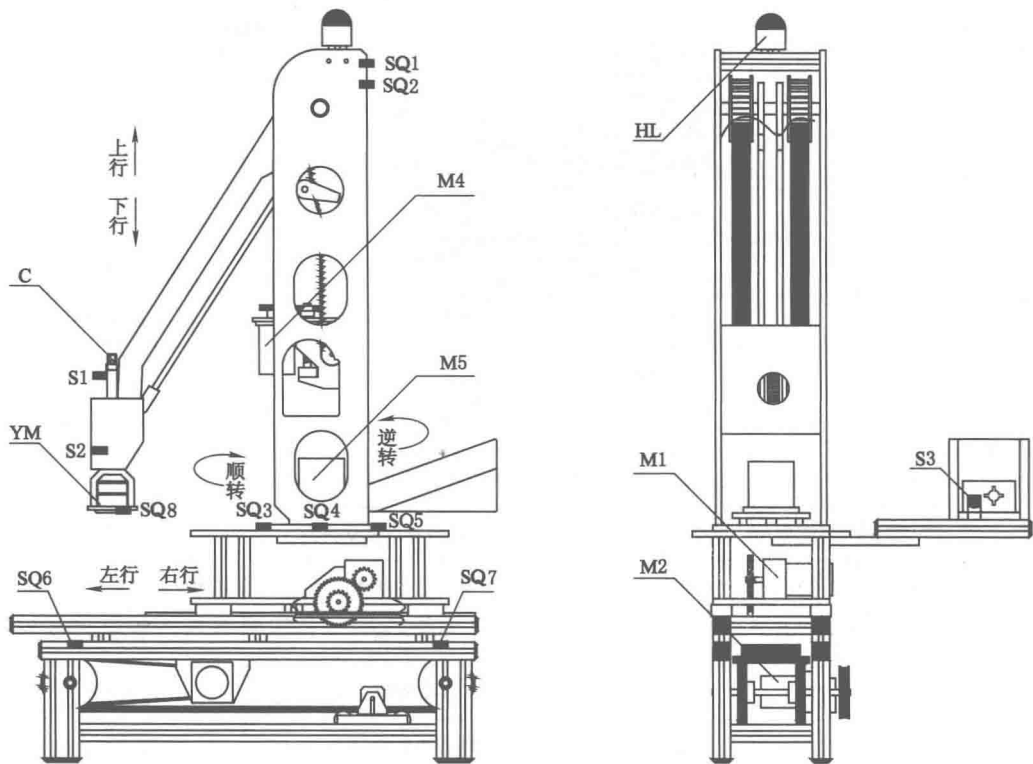


图 2-5 上料单元检测元件、控制机构安装位置示意图

SQ1——扬臂下行检测;SQ2——扬臂上行检测;SQ3——顺转检测;SQ4——90°旋转检测;SQ5——逆转检测;
SQ6——左行检测;SQ7——右行检测;SQ8——工件吸持检测;S1——气缸升检测;S2——气缸降检测;
S3——工件检测;M1——行进电机;M2——直线 I 电机;M4——扬臂升降电机;M5——旋转电机;
YM——直流电磁吸铁;C——止动气缸;HL——指示灯

上料单元各元件如表 2-1 所示。

表 2-1 上料单元检测元件、执行机构、控制元件一览表

类别	序号	编号	名称	功能	安装位置
检测元件	1	SQ1	微动开关	确定扬臂下行位置	两支撑侧板顶部型材
	2	SQ2	微动开关	确定扬臂上行位置	两支撑侧板顶部型材
	3	SQ3	微动开关	确定扬臂顺转位置	圆盘
	4	SQ4	微动开关	确定扬臂 90°旋转位置	圆盘
	5	SQ5	微动开关	确定扬臂逆转位置	圆盘
	6	SQ6	微动开关	确定扬臂左行位置(铣床方向)	圆盘左面支撑型材

续表 2-1

类别	序号	编号	名称	功能	安装位置
检测元件	7	SQ7	微动开关	确定扬臂右行位置(下料方向)	圆盘右面支撑型材
	8	SQ8	微动开关	工件吸持检测	电磁铁上
	9	S1	磁性接近开关	确定气缸初始位置	气缸
	10	S2	磁性接近开关	确定气缸伸出位置	气缸
	11	S3	光电传感器	检测工件槽工件	工件槽侧面
执行机构	1	M5	直流电机	驱动扬臂旋转	圆盘
	2	M4	步进电机	驱动扬臂升降	两支撑侧板中间
	3	M1	直流电机	驱动上料单元行进	滑轨支撑板
	4	M2	直流电机	驱动直线Ⅰ传送带	直线单元
	5	M3	直流电机	驱动直线Ⅱ传送带	升降梯旁直线单元
	6	YM	直流电磁吸铁	控制扬臂电磁铁吸放工件	扬臂
	7	C	止动气缸	驱动扬臂顶端电磁铁升降	扬臂
	8	HL	工作指示灯	显示工作状态	两支撑侧板顶部型材
	9	HA1	蜂鸣器	事故报警	控制板
	10	HA2	蜂鸣器	事故报警	控制板
控制元件	1	KM1	继电器	扬臂左行控制	直线单元内侧
	2	KM2	继电器	扬臂右行控制	直线单元内侧
	3	KM3	继电器	控制步进电机得电失电	直线单元内侧
	4	KM4	继电器	扬臂顺时针旋转控制	直线单元内侧
	5	KM5	继电器	扬臂逆时针旋转控制	直线单元内侧
	6	YV	电磁阀	止动气缸伸缩控制	两支撑侧板中间

子任务二 相关知识

一、S7—200 系列 PLC 的结构与认知

在自动线中,每一个站都安装了一个西门子 S7—200 系列的可编程逻辑控制器 PLC 来控制、指挥自动线上的机械手、气爪按程序动作,是自动线的核心部件。

1. 典型 PLC 的组成

S7—200 系列 PLC 由 PLC 主机和扩展模块组成。其中,PLC 主机由 CPU、存储器、通信电路、基本输入/输出电路、电源等基本模块组成,可以单独完成控制功能,它包含一个控制系统所需的最小组成单元。图 2-6 所示是 S7—200 CPU 模块的外形结构图,它将一个微

处理器、一个集成电源和数字量 I/O(输入/输出)点集成在一个紧密的封装之中。

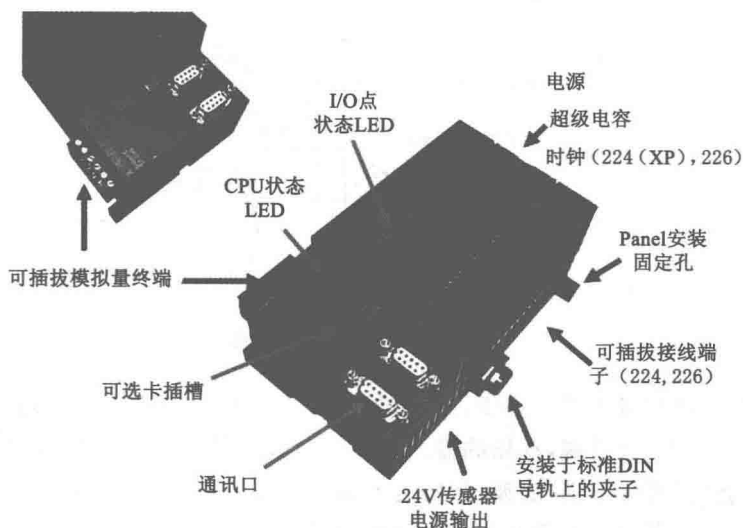


图 2-6 S7—200 CPU 模块的外形结构图

由图 2-6 可知,虽然 PLC 的外观与通用计算机有较大差别,但在内部结构上,PLC 只是像一台增强了 I/O 功能的、可与控制对象方便连接的计算机。在系统结构上,PLC 的基本组成包括硬件与软件两部分。PLC 的硬件部分由中央处理器(CPU)、存储器、输入接口、输出接口、通信接口、电源等构成;PLC 的软件部分由系统程序和用户程序等构成。

2. 典型 PLC 的硬件结构

在内部结构上,PLC 的 CPU 模块与通用微机 CPU 一样,CPU 在 PLC 系统中的作用类似于人体的神经中枢。

PLC 系统中的存储器按作用可分为三类:系统程序存储器、用户程序存储器、功能存储器(数据区)。

如数字量输入映象区是 S7—200CPU 为输入端信号状态开辟的一个存储区。输入映像寄存器的标识符为 I,在每个扫描周期的开始 CPU 对输入点进行采样,并将采样值存于输入映像寄存器中。输入映像寄存器是 PLC 接收外部输入的开关量信号的窗口。数字量输出映象区是 S7—200CPU 为输出端信号状态开辟的一个存储区。输出映像寄存器的标识符为 Q,在每个扫描周期的末尾,CPU 将输出映像寄存器的数据传送给输出模块,再由后者驱动外部负载。

3. 开关量输入/输出端口

输入接口将按钮、行程开关或传感器等产生的开关量信号或模拟量信号,转换成数字信号送给 CPU。开关量输入工程上常称为“开入量”或“DI(数字量输入)”。

开关量输入端口将按钮、行程开关或传感器等外部电路的接通与断开的信号,转换成 PLC 所能识别的 1(高电平)、0(低电平)数字信号送入 CPU 单元。

图 2-7 中,虚线框内为内部电路,外部输入由连接在输入点的开关 K 由外部电源经公共端与 PLC 内部电路构成回路,内部电路通过光电耦合器将外部开关的接通与断开转换成

CPU 所能识别的 0(低电平)、1(高电平)信号。其中 $R1$ 为限流电阻, $R2$ 、 C 构成滤波电路, 滤除输入开关信号中的高频干扰, LED 显示该输入点的状态。

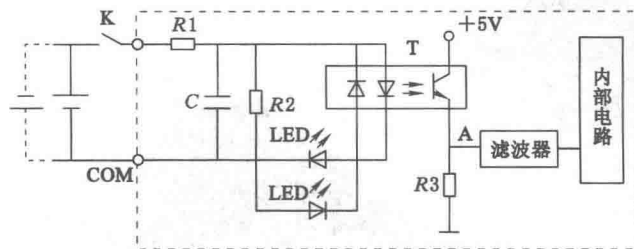


图 2-7 开关量输入端口电路

输入信号的电源均可由用户提供, 直流输入信号的电源也可由 PLC 自身提供, 一般 8 路或 4 路输入共用一个公共端, 现场的输入提供一对开关信号: “0”或“1”(有无触点均可)。每路输入信号均经过光电隔离、滤波, 然后送入输入缓冲器等待 CPU 采样。每路输入信号均有 LED 显示, 以指明信号是否到达 PLC 的输入端子。

输出接口将 CPU 向外输出的数字信号转换成可以驱动外部执行电路的信号, 分为数字量输出与模拟量输出。开关输出模块是把 CPU 逻辑运算的结果“0”、“1”信号变成功率接点的输出, 驱动外部负载, 不同开关量输出模块的端口特性不同, 按照负载使用的电源可分为直流输出模块、交流输出模块和交直流输出模块。按照输出的开关器件种类可分为场效应晶体管输出、继电器输出等。它们所能驱动的负载类型、负载大小和相应时间是不同的。

继电器输出单元的电路如图 2-8 所示。虚线框内是 PLC 内部的输出电路, 框外为外部连线。图中只画出对应一个输出点的输出电路, 各输出点对应的输出电路均相同。

其中 LED 表示输出点的状态, KM 为一小型直流继电器。当 PLC 运算结果使得对应 KM 的内部继电器为“1”信号时, 内部电路输出高电平信号, KM 得电吸合, 其常开触点闭合, 负载得电, LED 点亮, 表示该输出点接通; 当 PLC 运算结果使得对应 KM 的内部继电器为“0”信号时, 内部电路输出低电平信号, KM 失电, 其常开触点断开, 负载失电, LED 熄灭, 表示该输出点断开。

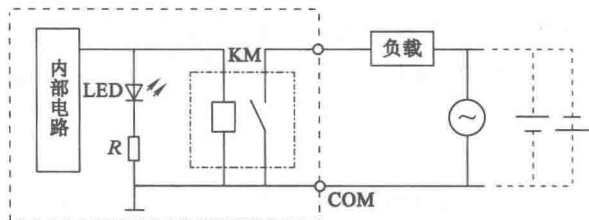


图 2-8 继电器输出单元的电路

图 2-9 是晶体管输出端口的接口电路, $T1$ 是光电耦合器, LED 用于指示输出点的状态, VT 为输出晶体管, VD 为保护二极管, 可防止负载电压极性接反或高电压、交流电压损坏晶