

学习单元一 自动化生产线概述

一、自动化生产线的产生

自动化生产线是现代工业的生命线。机械制造、电子信息、石油化工、轻工纺织、食品、制药、汽车制造、军工生产等现代工业的发展都离不开自动化生产线的主导和支撑作用。

自动装置的出现和应用始于 18 世纪。1788 年,英国机械师 J. 瓦特发明了离心式调速器(飞球调速器),并把它与蒸汽机的阀门连接起来,构成蒸汽机转速的闭环自动控制系统。瓦特的这项发明开创了近代自动调节装置应用的新纪元,对第一次工业革命及后来控制理论的发展产生了重要影响。人们开始采用自动调节装置来应对工业生产中出现的问题。这一时期的调节器都是一些跟踪给定值的装置,使一些物理量保持在给定值附近。自动调节器的应用标志着自动化技术进入了新的历史时期。

20 世纪以后,工业生产中广泛应用各种自动调节装置,促进了对调节系统进行分析 and 综合的研究工作。这一时期虽然在自动调节器中已广泛应用反馈控制的结构,但从理论上研究反馈控制的原理则是从 19 世纪 20 年代开始的。1833 年,英国数学家 C. 巴贝奇在设计分析机时首先提出了程序控制的原理。1939 年,世界上第一批系统与控制的专业研究机构成立,为 20 世纪 40 年代形成经典控制理论和发展局部自动化做了理论上和组织上的准备。

20 世纪 40~50 年代是局部自动化时期。第二次世界大战时期形成的经典控制理论对战后发展局部自动化起了重要的促进作用。在解决问题的过程中形成了经典控制理论,人们设计出各种精密的自动调节装置,开创了“系统和控制”这一新的科学领域。这一新的学科,当时在美国称为伺服机构理论,在苏联称为自动调整理论,主要用来解决单变量的控制问题。

1946 年,美国福特公司的机械工程师 D. S. 哈德最先提出“自动化”(automation)一词,并用该词来描述发动机气缸的自动传送和加工的过程。

20 世纪 50 年代末起至今是综合自动化时期,空间技术在这一时期迅速发展,因此迫切需要解决多变量系统的最优控制问题,于是诞生了现代控制理论。现代控制理论的形成和发展为综合自动化的出现奠定了理论基础。

20 世纪 50 年代,自动调节器和经典控制理论的发展,使自动化进入以单变量自动调节

系统为主的局部自动化阶段。

20 世纪 60 年代,随着现代控制理论的出现和电子计算机的推广应用,自动化控制与信息处理结合起来,使自动化进入生产过程的最优控制与管理的综合自动化阶段。

20 世纪 70 年代以后,自动化的对象变为大规模、复杂的工程和非工程系统,涉及许多用现代控制理论难以解决的问题。这些问题的研究,促进了自动化的理论、方法和手段的革新,于是出现了大系统的系统控制和复杂系统的智能控制,出现了综合利用计算机、通信技术、系统工程和人工智能等成果的高级自动化系统,如柔性制造系统、办公自动化、智能机器人、专家系统、决策支撑系统、计算机集成制造系统等。

自动化生产线是在自动化专机的基础上发展起来的。自动化专机是单台的自动化设备,它所能完成的功能是有限的,只能完成产品生产过程中单个或少数几个工序。完成工序后,经常需要将已完成的半成品及生产过程信息采用人工方式传送到其他专机上继续新的生产工序。整个生产过程需要一系列不同功能的专机和人工参与才能完成,既降低了场地的利用率,又增加了人员及附件设备的数量,还增加了生产成本,尤其是在人工参与过程中给产品的生产质量带来了各种隐患,不利于实现产品生产的高效率和高质量。

通过自动化输送系统将产品生产所需要的一系列不同的自动化专机按照生产工序的先后次序连接起来,可省去专机之间的人工参与过程。产品生产的流程是由一台专机完成相应工序的操作后,经过输送系统将已完成的半成品及生产过程信息自动传送到下一台专机继续进行新的工序操作,直到完成全部的工序为止。这样不仅减少了整个生产过程所需要的人力、物力,而且大大缩短了生产周期,提高了生产效率,降低了生产成本,保证了产品质量。这就是自动化生产线产生的背景。

自动化生产线是在流水线和自动化专机的功能基础上逐渐发展形成的、自动工作的机电一体化的装置系统。它通过自动化输送系统及其他辅助装置,按照特定的生产流程将各种自动化专机连接成一体,并通过气动、液压、电动机、传感器和电气控制系统使各部分联合动作,使整个系统按照规定的程序自动地工作,连续、稳定地生产出符合技术要求的特定产品。

二、自动化生产线的概念与应用

自动化是指机器设备、系统或过程(生产、管理过程)在没有人或较少人的直接参与下,按照人的要求,经过自动检测、信息处理、分析判断、操纵控制,实现预期的目标的过程。自动化技术广泛用于工业、农业、军事、科学研究、交通运输、商业、医疗、服务和家庭等方面。

自动化生产线也称自动生产线,是指由自动化机器体系实现产品工艺过程的一种生产组织形式。它是在连续流水线的进一步发展的基础上形成的。其特点是:加工对象自动地由一台机床传送到另一台机床,并由机床自动地进行加工、装卸、检验等。工人的任务仅是调整、监督和管理自动化生产线,不参与直接操作。

自动化生产线的典型应用如下。

(1)在机械加工中的应用。自动化生产线在机械加工中应用广泛,其主要功能是实施加工和装配,其中涉及气动控制、电气控制、自动检测、电机调速、可编程逻辑控制器(programmable logic controller, PLC)编程等。自动化生产线在机械加工中的应用如图 1-1 所示。

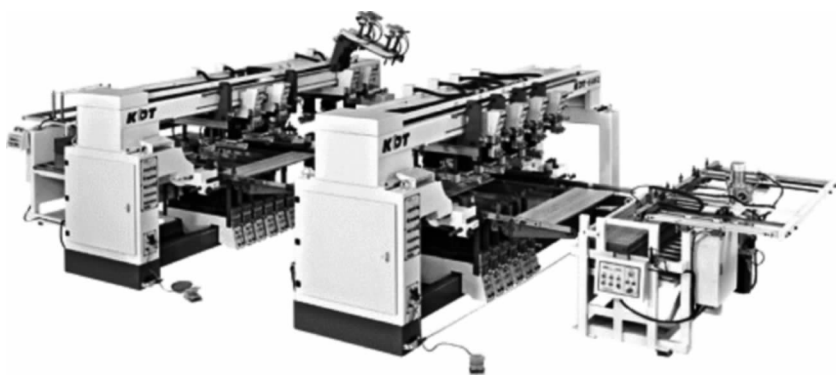


图 1-1 自动化生产线在机械加工中的应用

(2)在啤酒灌装中的应用。啤酒灌装自动化生产线可对灌装后的啤酒进行包装、喷号、贴标签等,其中涉及气动控制、电气控制、自动检测、电机调速、PLC 编程等。自动化生产线在啤酒灌装中的应用如图 1-2 所示。



图 1-2 自动化生产线在啤酒灌装中的应用

三、自动化生产线的特点与功能

1. 自动化生产线的特点

- (1)采用自动化生产线生产的产品有足够大的产量。
- (2)产品设计和工艺先进、稳定、可靠,并能在较长时间内保持基本不变。
- (3)在大批量生产中采用自动化生产线,能够提高劳动生产率,稳定和提高产品质量,改善劳动条件,缩减生产占地面积,降低生产成本,缩短生产周期,保证生产均衡性,有显著的经济效益。
- (4)自动化生产线能够在无人干预的情况下按规定的程序或指令自动完成操作或控制过程,其目标是“稳,准,快”。
- (5)采用自动化生产线不仅可以把人从繁重的体力劳动、部分脑力劳动以及恶劣、危险的工作环境中解放出来,而且能扩展人的器官功能,极大地提高劳动生产率,增强人类认识世界和改造世界的能力。

2. 自动化生产线的功能

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:运转功能、控制功能、检测功能和驱动功能。

(1)运转功能。运转功能在生产线中依靠动力源来提供。

(2)控制功能。控制功能在自动化生产线中得以实现,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,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。

(3)检测功能。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(位置、温度、压力、流量等)传递给信息处理部分完成控制作用。

(4)驱动功能。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。整个自动化生产线的主体是机械部分。

四、自动化生产线的调试与维护

自动化生产线是一个由若干子系统组成的系统,在投入生产前需要进行相关的调试,以保证能够按既定要求进行生产。并且,在运行过程中,由于部件存在老化和磨损现象,因而需要相关人员定期地对生产线的相关设备或子系统进行维护,以保证生产线能够持续、稳定地工作。

有关自动化生产线的调试与维护将在后文中进行讲解。

学习单元二 认识 YL-335B 自动化生产线

一、YL-335B 自动化生产线的基本组成与基本功能

1. YL-335B 自动化生产线的基本组成

YL-335B 自动化生产线实训考核装备由安装在铝合金导轨式实训台上的供料单元、加工单元、装配单元、分拣单元和输送单元组成。其外观如图 1-3 所示。

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的整体运动则采取步进电机驱动、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,这些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。传感器技术是机电一体化技术中的关键技术之一,是现代工业实现高度自动化的前提之一。

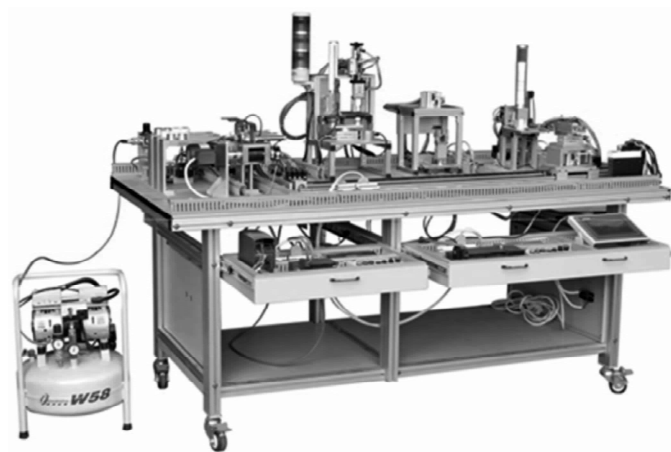


图 1-3 YL-335B 自动化生产线的外观

在控制方面, YL-335B 自动化生产线采用了基于 RS485 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 RS485 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 RS485 通信模式, 组建成一个小型的 PLC 网络。小型 PLC 网络因具有结构简单、价格低廉的特点, 而在小型自动化生产线中有着广泛的应用, 在现代工业网络通信中仍占据相当的份额。

2. YL-335B 自动化生产线的基本功能

YL-335B 自动化生产线各工作单元在实训台上的分布如图 1-4 所示。

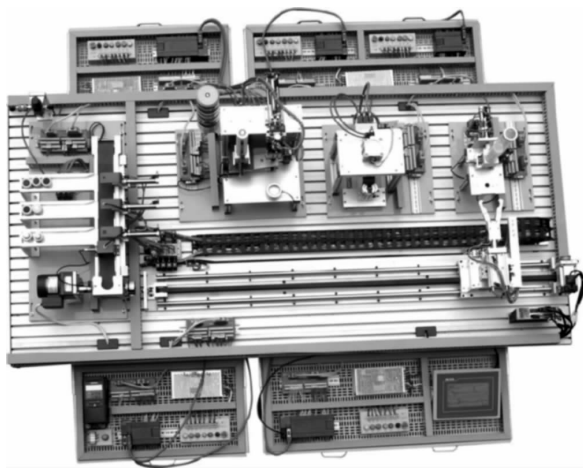


图 1-4 YL-335B 自动化生产线各工作单元在实训台上的分布

各工作单元的基本功能如下。

1) 供料单元的基本功能

供料单元是 YL-335B 自动化生产线中的起始单元, 在整个系统中, 起着向系统中的其他单元提供原料的作用。供料单元的具体功能是: 按照需要将放置在料仓中的待加工工件(原料)自动地推到物料台上, 以便输送单元的机械手对其进行抓取, 并输送到其他单元上。如图 1-5 所示为供料单元实物的全貌。

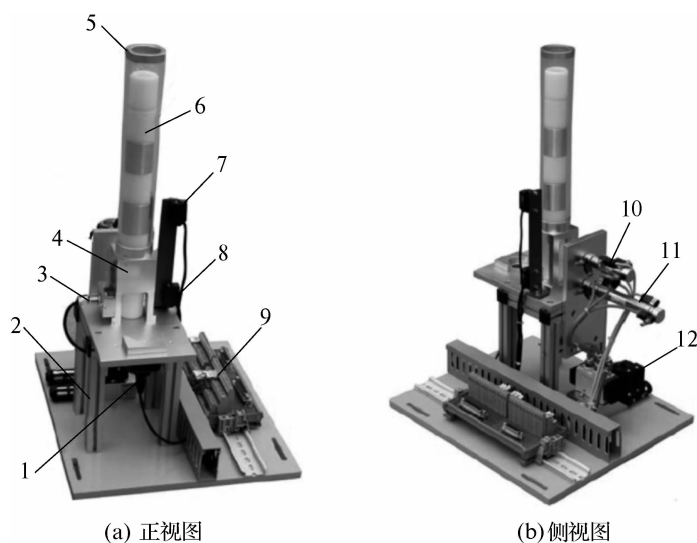


图 1-5 供料单元实物的全貌

- 1—光电传感器 3; 2—支架; 3—金属传感器; 4—料仓底座; 5—工件装料管;
6—工件; 7—光电传感器 1; 8—光电传感器 2; 9—接线端口;
10—顶料气缸; 11—推料气缸; 12—电磁阀组

2) 加工单元的基本功能

加工单元先把该单元物料台上的工件(工件由输送单元的抓取机械手装置送来)送到冲压机构下面,完成一次冲压加工动作,再送回到物料台上,待输送单元的抓取机械手装置将其取出。如图 1-6 所示为加工单元实物的全貌。

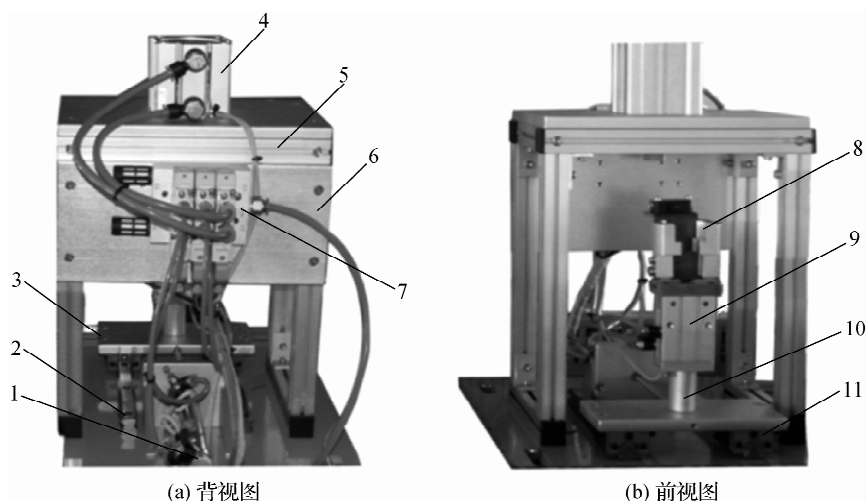


图 1-6 加工单元实物的全貌

- 1, 4—气缸; 2—导轨; 3—滑动底板; 5—气缸安装板; 6—安装板;
7—阀组; 8—手爪; 9—气动手指; 10—连接座; 11—滑块

3) 装配单元的基本功能

装配单元完成将该单元料仓内的黑色或白色小圆柱工件嵌入已加工的工件中的装配过程。装配单元总装实物如图 1-7 所示。

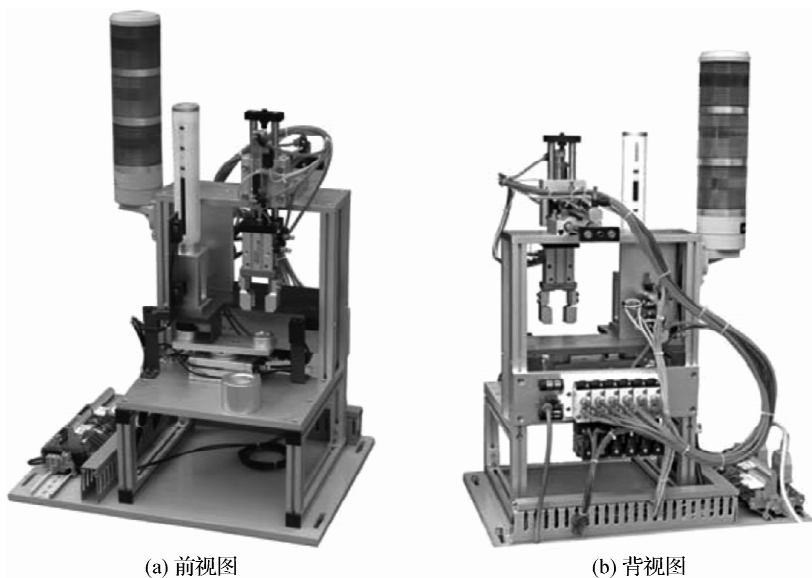


图 1-7 装配单元总装实物

4) 分拣单元的基本功能

分拣单元对上一单元送来的已加工、装配的工件进行分拣,实现不同颜色的工件从不同的料槽中分流的功能。如图 1-8 所示为分拣单元实物的全貌。

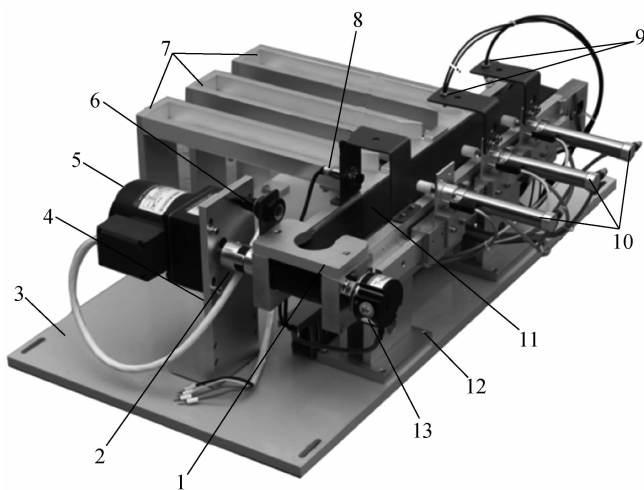


图 1-8 分拣单元实物的全貌

- 1—导向器; 2—联轴器; 3—底板; 4—电机安装支架; 5—减速电动机; 6—进料光电传感器;
7—出料滑槽; 8—金属传感器; 9—光纤传感器探头; 10—推料气缸;
11—传送带; 12—传送带支承座; 13—编码器

5) 输送单元的基本功能

输送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,然后放下,实现传送工件的功能。输送单元的外观如图 1-9 所示。

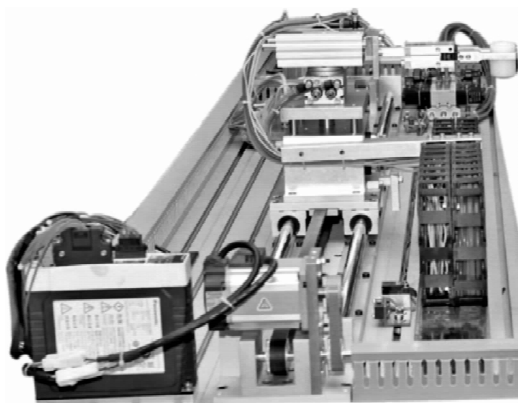


图 1-9 输送单元的外观

直线运动传动机构的驱动器可采用伺服电机或步进电机,视实训目的而定。YL-335B 的标准配置为伺服电机。

二、YL-335B 自动化生产线的控制系统

1. YL-335B 工作单元的结构特点

YL-335B 设备中的各工作单元的结构特点是机械装置和电气控制部分相对分离。每一工作单元的机械装置整体安装在底板上,而控制工作单元生产过程的 PLC 装置则安装在工作台两侧的抽屉板上。因此,工作单元的机械装置与 PLC 装置之间的信息交换是一个关键的问题。

YL-335B 的解决方案为:机械装置上的各电磁阀和传感器的引线均连接到装置侧的接线端口上,PLC 的 I/O 引出线则连接到 PLC 侧的接线端口上。两个接线端口通过多芯信号电缆互连。图 1-10 和图 1-11 分别为装置侧的接线端口和 PLC 侧的接线端口。

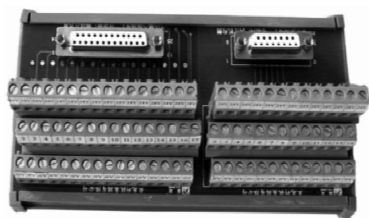


图 1-10 装置侧的接线端口



图 1-11 PLC 侧的接线端口

装置侧的接线端口的接线端子采用三层端子结构:上层端子用以连接 DC 24 V 电源的 +24 V 端,底层端子用以连接 DC 24 V 电源的 0 V 端,中间层端子用以连接各信号线。PLC 侧的接线端口的接线端子采用两层端子结构:上层端子用以连接各信号线,其端子号与装置侧的接线端口的接线端子相对应;底层端子用以连接 DC 24 V 电源的 +24 V 端和 0 V

端。装置侧的接线端口和 PLC 侧的接线端口之间通过专用电缆连接。其中,25 针接头电缆和 PLC 的输入信号相连接,15 针接头电缆和 PLC 的输出信号相连接。

2. YL-335B 控制系统的组成

YL-335B 的每一工作单元都可自成一个独立的系统,同时也可以通过网络互连构成一个分布式的控制系统。

(1)当工作单元自成一个独立的系统时,其设备运行的主令信号以及运行过程中的状态显示信号,均来源于该工作单元按钮指示灯模块。按钮指示灯模块如图 1-12 所示。模块上的指示灯和按钮的端脚全部引到端子排上。

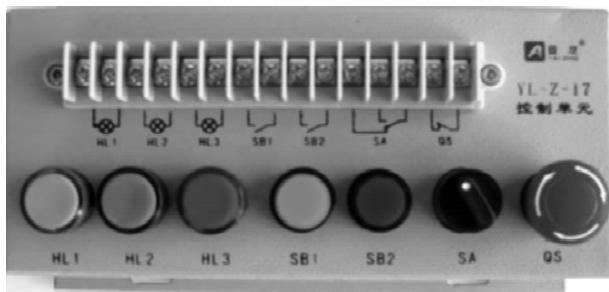


图 1-12 按钮指示灯模块

①指示灯(DC 24 V)。黄色指示灯(HL1)、绿色指示灯(HL2)、红色指示灯(HL3)各一个。

②主令器件。绿色常开按钮(SB1)一个,红色常开按钮(SB2)一个,选择开关(SA,一对转换触点),急停按钮(QS,一个常闭触点)。

(2)当各工作单元通过网络互连构成一个分布式的控制系统时,对于采用西门子 S7-200 smart 系列 PLC 的设备,YL-335B 的标准配置是采用 PPI 协议的通信方式,如图 1-13 所示。

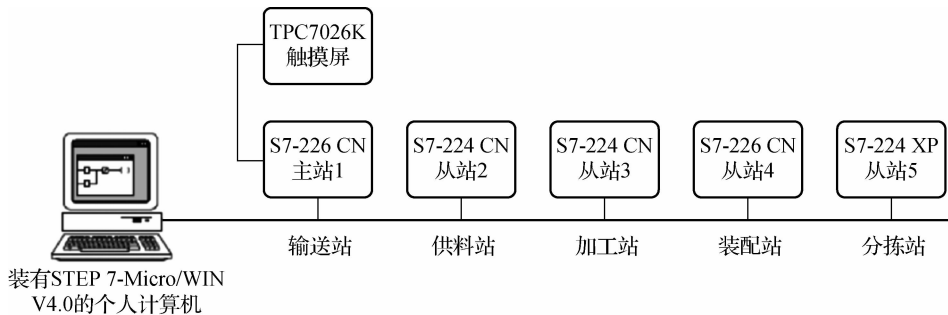


图 1-13 YL-335B 的 PPI 网络

各工作站 PLC 配置如下。

- ①输送单元:S7-226 DC/DC/DC 主单元,共 24 点输入和 16 点晶体管输出。
- ②供料单元:S7-224 AC/DC/RLY 主单元,共 14 点输入和 10 点继电器输出。
- ③加工单元:S7-224 AC/DC/RLY 主单元,共 14 点输入和 10 点继电器输出。
- ④装配单元:S7-226 AC/DC/RLY 主单元,共 24 点输入和 16 点继电器输出。
- ⑤分拣单元:S7-224 XP AC/DC/RLY 主单元,共 14 点输入和 10 点继电器输出。

三、YL-335B 自动化生产线的供电系统

YL-335B 的外部供电电源为三相五线制 AC 380 V/220 V,如图 1-14 所示为 YL-335B 供电电源模块一次回路原理。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 PLC 均采用 DZ47C5/1P 单相自动开关供电。此外,系统配置 4 台 DC 24 V/6 A 开关稳压电源,分别用作供料单元、加工单元、分拣单元及输送单元的直流电源。配电箱元件位置布局如图 1-15 所示。

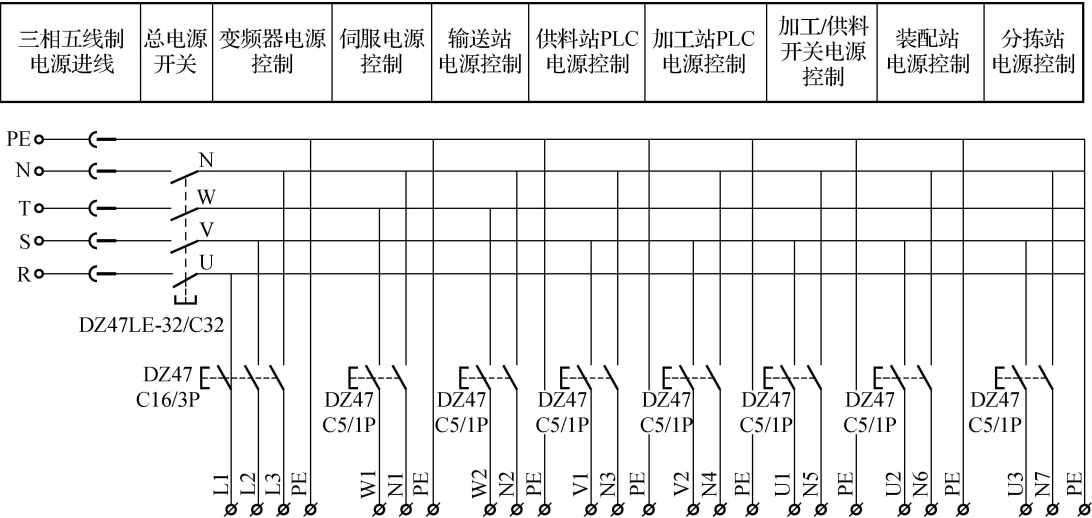


图 1-14 YL-335B 供电电源模块一次回路原理

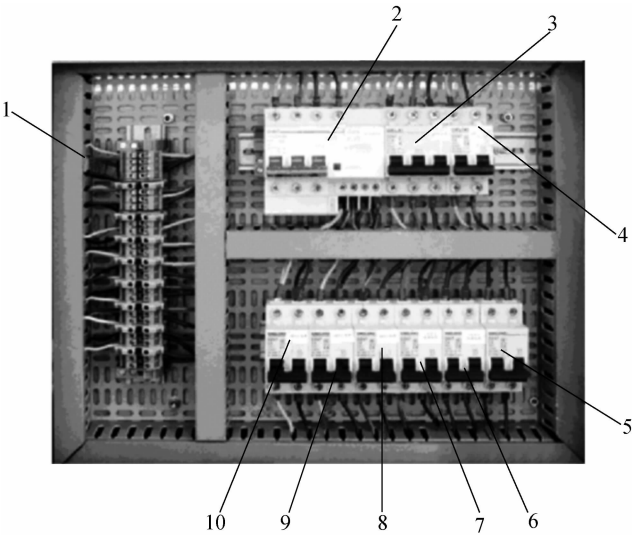


图 1-15 配电箱元件位置布局

- 1—接线端子板；2—总电源开关；3—变频器电源控制；4—伺服电源控制；5—分拣站电源控制；
6—装配站电源控制；7—加工/供料开关电源控制；8—加工站 PLC 电源控制；
9—供料站 PLC 电源控制；10—输送站电源控制

四、YL-335B 自动化生产线的传感器

1. 传感器的基本概念

传感器(transducer/sensor)是一种检测装置,能感受到被测量的信息,并能将感受到的信息按一定规律变换为电信号或其他所需形式的信息输出,以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。

传感器的特点包括微型化、数字化、智能化、多功能化、系统化、网络化。它是实现自动检测和自动控制的首要环节。传感器的存在和发展,让物体有了触觉、味觉和嗅觉等感官,让物体慢慢“活”了起来。

在 YL-335B 中用到的传感器有漫射式光电接近开关、磁性开关、光纤传感器、旋转编码器、电感式接近开关等。

2. 漫射式光电接近开关的使用

漫射式光电接近开关是利用光照射到被测物体上后反射回来的光线而工作的,由于物体反射的光线为漫射光,故称为漫射式光电接近开关。它的光发射器与光接收器处于同一侧位置,且为一体化结构。在工作时,光发射器始终发射检测光,若接近开关前方一定距离内没有物体,则没有光被反射到光接收器,接近开关处于常态而不动作;反之,若接近开关前方一定距离内出现物体,只要反射回来的光强度足够,则光接收器在接收到足够的漫射光后就会使接近开关动作而改变输出的状态。

供料单元中用来检测工件不足或工件有无的漫射式光电接近开关选用神视(OMRON)公司的 CX-441(E3Z-L61)型放大器内置型光电开关(细小光束型,NPN 型晶体管集电极开路输出)。CX-441(E3Z-L61)型光电开关的外形及顶端面上的调节旋钮和显示灯如图 1-16 所示。图中,动作选择开关的功能是选择受光动作(light)或遮光动作(drag)模式,即当此开关按顺时针方向充分旋转时(L 侧),进入检测-ON 模式;当此开关按逆时针方向充分旋转时(D 侧),进入检测-OFF 模式。

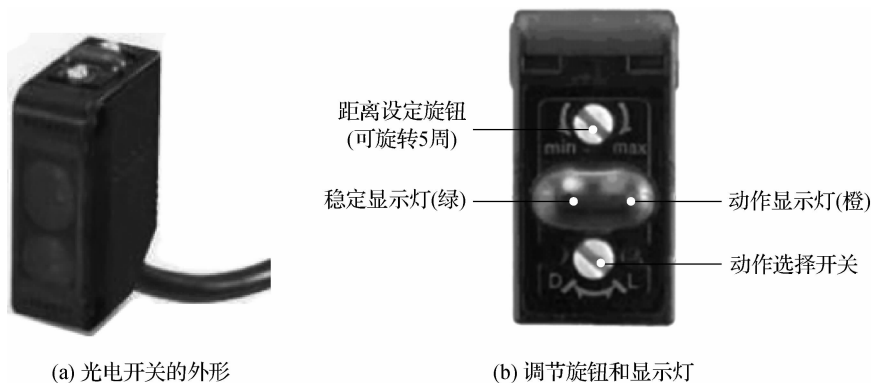


图 1-16 CX-441(E3Z-L61)型光电开关的外形及顶端面上的调节旋钮和显示灯

距离设定旋钮是 5 回转调节器,调整距离时注意逐步轻微旋转,若充分旋转,则距离调

节器会空转。调整的方法是:首先按逆时针方向将距离调节器充分旋到最小检测距离(对于 E3Z-L61 来说,约 20 mm),然后根据要求距离放置检测物体,按顺时针方向逐步旋转距离调节器,找到传感器进入检测状态的点;拉开检测物体距离,按顺时针方向进一步旋转距离调节器,找到传感器再次进入检测状态的点,一旦进入,则向后旋转距离调节器直到传感器回到非检测状态的点。两点之间的中点为稳定检测物体的最佳位置。如图 1-17 所示为 CX-441 (E3Z-L61)光电开关的内部电路原理框图。

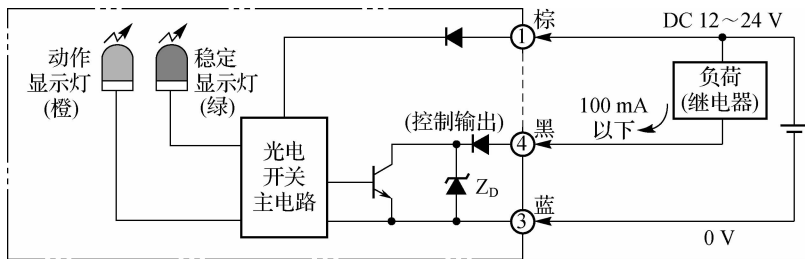


图 1-17 CX-441(E3Z-L61)光电开关的内部电路原理框图

用来检测物料台上有无物料的光电开关是一个圆柱形漫射式光电接近开关,其工作时向上发出光线,从而透过小孔检测是否有工件存在,该光电开关选用 SICK 公司的 MHT15-N2317 光电开关,其外形如图 1-18 所示。



图 1-18 MHT15-N2317 光电开关的外形

3. 磁性开关的使用

YL-335B 所使用的气缸都是带磁性开关的气缸。这些气缸的缸筒采用导磁性弱、隔磁性强的材料,如硬铝、不锈钢等。在非磁性体的活塞上安装一个永久磁铁的磁环,这样就提供了一个反映气缸活塞位置的磁场。而安装在气缸外侧的磁性开关则用来检测气缸活塞位置,即检测活塞的运动行程。有触点式的磁性开关用舌簧开关作为磁场检测元件。舌簧开关成型于合成树脂块内,并且一般还将动作指示灯、过电压保护电路塑封在内。图 1-19 为带磁性开关气缸的工作原理。当气缸中随活塞移动的磁环靠近开关时,舌簧开关的两根簧片被磁化而相互吸引,触点闭合;当磁环远离开关时,簧片失磁,触点断开。触点闭合或断开时会发出电控信号,在 PLC 的自动控制中,可以利用该信号判断推料气缸和顶料气缸的运动状态或所处的位置,以确定工件是否被推出或气缸是否已返回。

在磁性开关上设置的 LED 用于显示其信号状态,供调试时使用。当磁性开关动作时,输出信号“1”,LED 亮;当磁性开关不动作时,输出信号“0”,LED 不亮。磁性开关的安装位置可以调整,调整方法是松开磁性开关的紧定螺栓,让磁性开关顺着气缸滑动,待滑动到指定位置后,旋紧紧定螺栓。

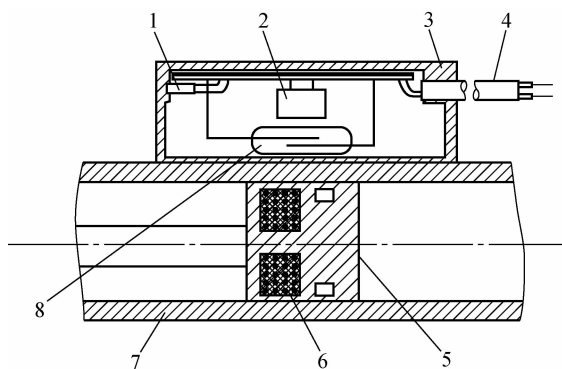


图 1-19 带磁性开关气缸的工作原理

1—动作指示灯；2—保护电路；3—开关外壳；4—导线；5—活塞；
6—磁环(永久磁铁)；7—缸筒；8—舌簧开关

磁性开关有蓝色和棕色 2 根引出线,使用时,蓝色引出线应连接到 PLC 输入公共端,棕色引出线应连接到 PLC 输入端。磁性开关的内部电路如图 1-20 中的虚线框所示。

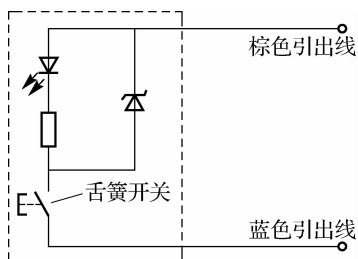


图 1-20 磁性开关的内部电路

4. 光纤传感器的使用

光纤传感器由光纤检测头和放大器两部分组成。光纤检测头和放大器是分离的两个部分,光纤检测头的尾端部分分成 2 条光纤,使用时分别将 2 条光纤插入放大器的 2 个光纤孔。光纤传感器的组件如图 1-21 所示。如图 1-22 所示为放大器的安装。

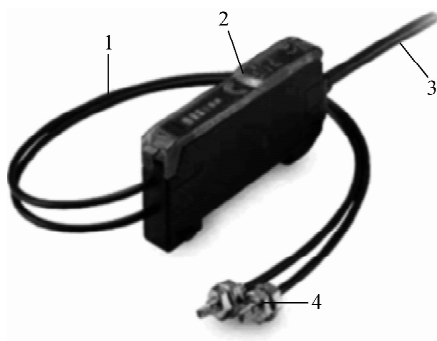


图 1-21 光纤传感器的组件

1—光纤；2—放大器；3—信号线；4—光纤检测头

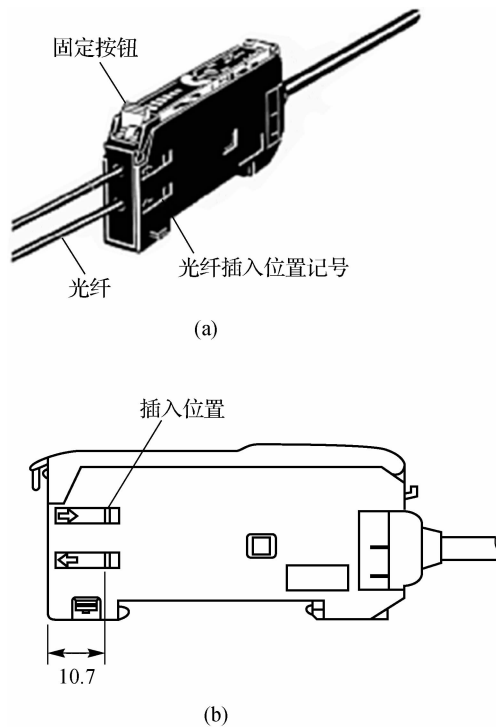


图 1-22 放大器的安装

光纤传感器也是光电传感器的一种。光纤传感器具有以下优点:抗电磁干扰、可工作于恶劣环境,传输距离远,使用寿命长。此外,由于光纤检测头具有较小的体积,所以可以安装在很小的空间内。光纤传感器的灵敏度的调节范围较大。当光纤传感器的灵敏度调得较小时,对于反射性较差的黑色物体,光电探测器无法接收到反射信号;而对于反射性较好的白色物体,光电探测器则可以接收到反射信号。反之,若调高光纤传感器的灵敏度,则即使对反射性较差的黑色物体,光电探测器也可以接收到反射信号。图 1-23 为光纤传感器放大器单元的俯视图。旋转 8 旋转灵敏度高速旋钮就能进行放大器的灵敏度调节(顺时针旋转旋钮,灵敏度增大),调节时会看到入光量显示灯发光的变化。当探测器检测到物料时,动作显示灯会亮,提示检测到物料。

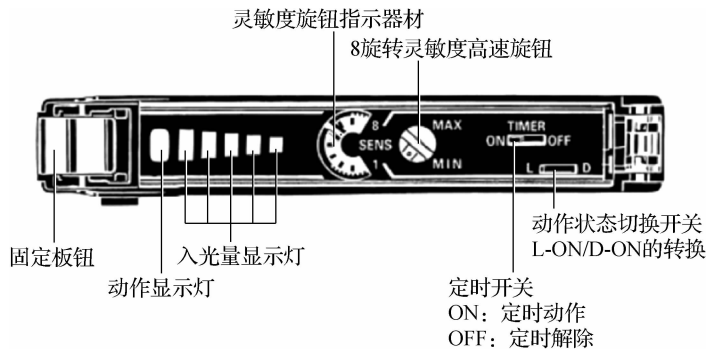


图 1-23 光纤传感器放大器单元的俯视图

E3Z-NA11 型光纤传感器电路框图如图 1-24 所示,接线时应根据导线颜色判断电源极性和信号输出线,切勿把信号输出线直接连接到电源+24 V 端。

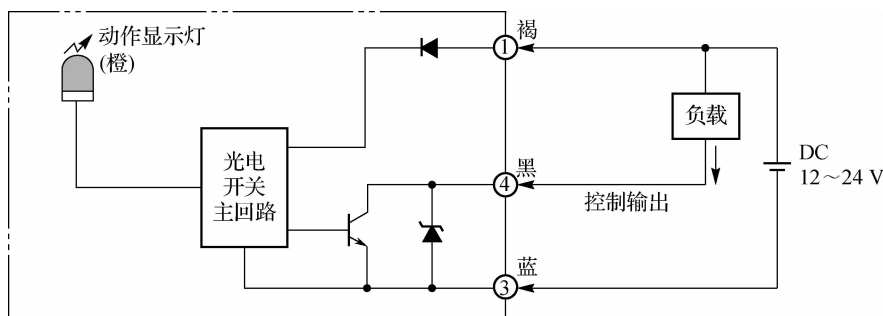


图 1-24 E3Z-NA11 型光纤传感器电路框图

5. 旋转编码器的使用

旋转编码器是通过光电转换将输出至轴上的机械、几何位移量转换成脉冲或数字信号的传感器,主要用于速度或位置(角度)的检测。典型的旋转编码器是由光栅盘和光电检测装置组成的。光栅盘是在一定直径的圆板上等分地开通若干个长方形狭缝。由于光电码盘与电动机同轴,因此电动机旋转时,光栅盘与电动机同速旋转,并经发光二极管等电子元件组成的检测装置检测输出若干脉冲信号。旋转编码器的原理如图 1-25 所示。通过计算每秒旋转编码器输出脉冲的个数就可得出电动机的转速。

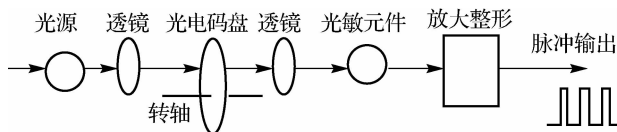


图 1-25 旋转编码器的原理

一般来说,根据旋转编码器产生脉冲方式的不同,可以将旋转编码器分为增量式编码器、绝对式编码器和复合式编码器三大类。自动化生产线上常采用的是增量式编码器。

增量式编码器是直接利用光电转换原理输出 3 组方波脉冲 A 相、B 相和 Z 相。A、B 两组脉冲相位差 90° ,用于辨向;当 A 相脉冲超前 B 相时为正转方向,当 B 相脉冲超前 A 相时为反转方向。Z 相为每转一个脉冲,用于基准点定位。增量式编码器相位差如图 1-26 所示。

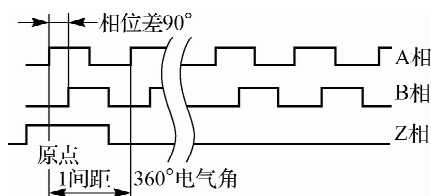


图 1-26 增量式编码器相位差

YL-335B 分拣单元使用这种具有 A、B 两相 90° 相位差的通用型旋转编码器来计算工件在传送带上的位置。编码器直接连接到传送带的主动轴上。该旋转编码器的三相脉冲采用

NPN 型集电极开路输出,分辨率为 500 线,工作电源为 DC 12~24 V。本工作单元没有使用 Z 相脉冲,A、B 两相输出端直接连接到 PLC (S7-224 XP AC/DC/RLY 主单元)的高速计数器输入端。

计算工件在传送带上的位置时,需确定每两个脉冲之间的距离(脉冲当量)。分拣单元主动轴的直径为 $d=43\text{ mm}$,减速电动机每旋转一周,皮带上的工件的移动距离 $L=\pi d=3.14\times 43=135.02\text{ mm}$,故脉冲当量 $\mu=L/500\approx 0.27\text{ mm}$ 。按图 1-27 所示的安装尺寸,当工件从下料口中心移至传感器中心时,旋转编码器约发出 435 个脉冲;移至第一个推杆中心点时,约发出 620 个脉冲;移至第二个推杆中心点时,约发出 974 个脉冲;移至第三个推杆中心点时,约发出 1 298 个脉冲。

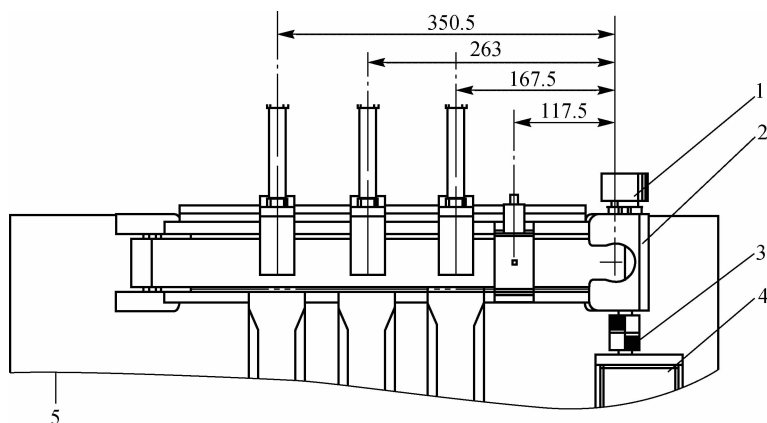


图 1-27 传送带位置计算用图

1—旋转编码器; 2—进料导向器; 3—联轴器; 4—减速电动机; 5—底板

应该指出的是,上述脉冲当量的计算只是理论上的。实际上各种误差因素不可避免,如传送带主动轴直径(包括皮带厚度)的测量误差,传送带的安装偏差和张紧度,分拣单元整体在工作台面上的定位偏差,等等,都将影响理论计算值。因此,理论计算值只能作为估算值。脉冲当量的误差所引起的累积误差会随着工件在传送带上运动距离的增大而迅速增加,甚至达到不可容忍的地步。因而在分拣单元安装调试时,除了要仔细调整,尽量减少安装偏差外,还需现场测试脉冲当量值。

6. 电感式接近开关的使用

电感式接近开关是利用电涡流效应制造的传感器。电涡流效应是指这样一种物理效应:当金属物体处于一个交变的磁场中时,在金属内部会产生交变的电涡流,该涡流又会反作用于产生它的磁场。如果这个交变的磁场是由一个电感线圈产生的,则这个电感线圈中的电流就会发生变化,用于平衡涡流产生的磁场。利用这一原理,以高频振荡器(LC 振荡器)中的电感线圈作为检测元件,当被测金属物体接近电感线圈时产生涡流效应,引起振荡器振幅或频率的变化,由传感器的信号调理电路(包括检波、放大、整形、输出等电路)将该变化转换成开关量输出,从而达到检测目的。电感式接近开关的工作原理如图 1-28 所示。在供料单元中,为了检测待加工工件是否为金属材料,在供料管底座侧面安装了一个电感式传

感器,如图 1-29 所示。

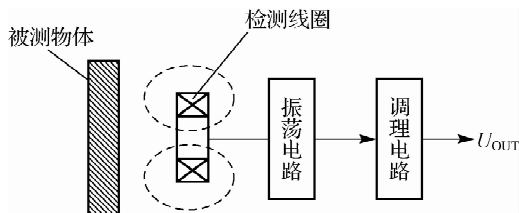


图 1-28 电感式接近开关的工作原理

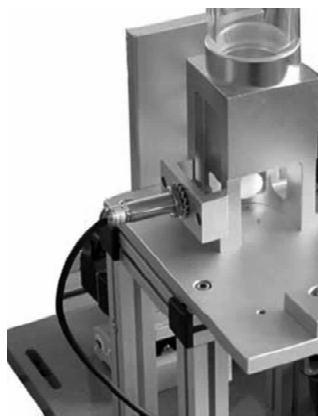


图 1-29 供料单元上的电感式传感器

在接近开关的选用和安装中,必须认真考虑检测距离和设定距离,保证生产线上的传感器可靠动作。安装距离注意说明如图 1-30 所示。

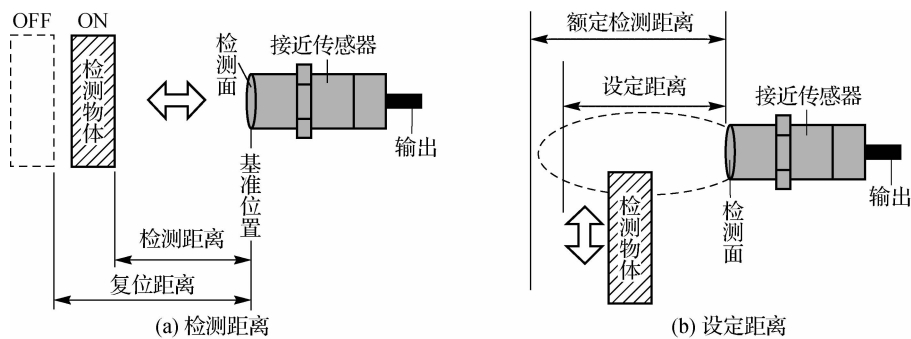


图 1-30 安装距离注意说明



视频
传感器的介绍

五、YL-335B 自动化生产线的气动系统

气动技术是以压缩空气为介质,以气源为动力的能源传递技术,是实现机械运动和自动化控制的方法之一。随着自动控制技术的不断发展,气动技术在自动化生产线中也得到了广泛应用。特别是机电一体化的出现,使气动技术向高科技又迈进了一步。

1. 气动系统基本概述

1) 气体的压缩性

一定质量的静止气体由于压力发生变化而导致气体所占容积发生变化的现象,称为气体的压缩性。压缩空气就是利用专用设备将空气压缩成带有一定压力的气体。对于封闭容器中的气体或流动中的气体,其压力、容积和温度的变化是紧密配合的,但变化前后的能量是保持不变的,即满足

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

式中, P_1 、 P_2 为封闭容器中气体压缩前、后的压力; V_1 、 V_2 为封闭容器中气体压缩前、后的容积; T_1 、 T_2 为封闭容器中气体压缩前、后的温度。

2) 气动系统的基本特性

(1) 玻意耳定律。玻意耳定律阐述的是当活塞在外力作用下向下运动时,气体的容积减小而压力增加(在等温状态下),即压力 P 与容积 V 成反比,如图 1-31 所示。

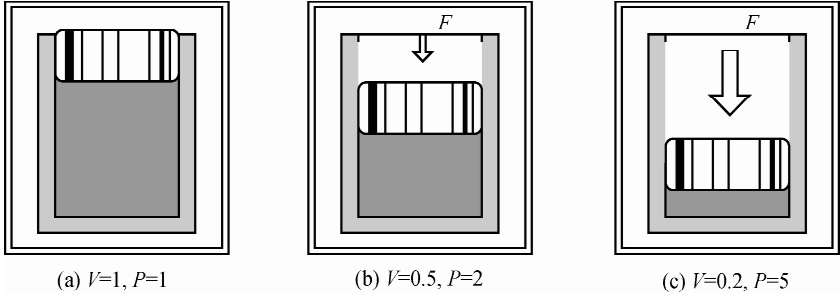


图 1-31 玻意耳定律

(2) 查理定律。查理定律阐述的是在质量不变且压力恒定的条件下,气体的温度 T 增加,其容积 V 也随之增加,所以温度 T 与容积 V 成正比,如图 1-32 所示。

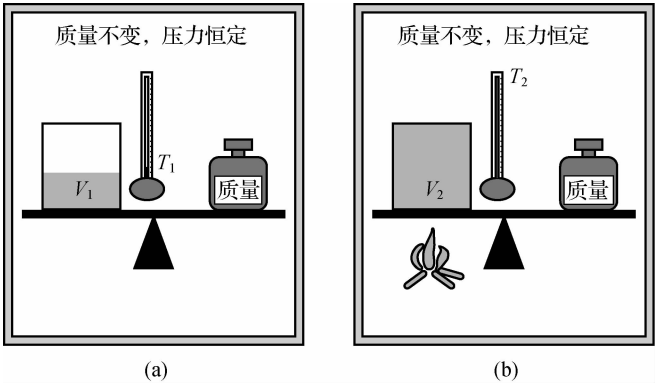


图 1-32 查理定律

(3) 盖吕萨克定律。盖吕萨克定律阐述的是在压力 P 保持不变的条件下,气体的温度 T 增加,其容积 V 也随之增加,所以温度 T 与容积 V 成正比;在容积 V 保持不变的条件下,气体的温度 T 增加,其压力 P 也随之增加,所以温度 T 与压力 P 成正比,如图 1-33 所示。

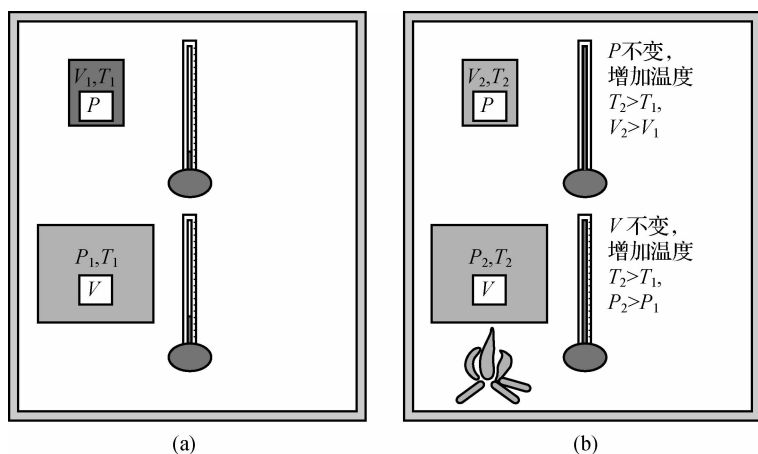


图 1-33 盖吕萨克定律

由以上气源系统的特性可以看出,气体经过压缩后可以进行储藏。气动系统主要是工作在等温的状态下,在封闭的容器内对气体进行压缩,导致气体的密度增加,而气体的密度增加又会使气体的压力增加。空气压缩机就是利用这一原理来产生压缩空气的。

2. YL-335B 的气源处理系统

1) 电动气泵

YL-335B 所使用的气源来自电动气泵,通过电动机带动空气压缩机旋转后输出压缩空气。压缩空气是一种重要的动力源,与其他能源相比,它具有清晰透明、输送方便、无毒无害、不怕高温等特点。

2) 气动三联件

工业上的气动系统常常使用组合起来的气动三联件作为气源处理装置。气动三联件是指空气过滤器、调压阀和油雾器,各元件之间采用模块式组合方式连接。这种方式安装简单、密封性好,易于实现标准化、系列化,可缩小装置的外形尺寸,节省空间和配管,便于维修和集中管理。气动三联件如图 1-34 所示。

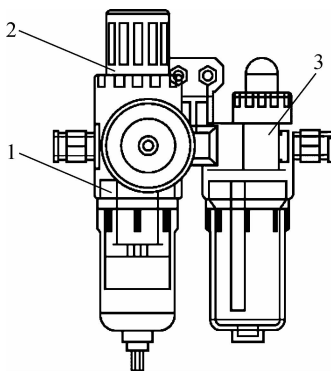


图 1-34 气动三联件

1—空气过滤器; 2—调压阀; 3—油雾器

输出的压缩空气通过快速三接头和气管与气动三联件连接,压缩空气经过过滤、调压、雾化,被输送到各工作单元。进行压力调节时,在转动旋钮前要先将其拉起再旋转,压下旋钮为定位,向右旋转旋钮为调高出口压力,向左旋转旋钮为调低出口压力。调节压力时,应逐步、均匀地调至所需压力值,不应一步调节到位。

3. YL-335B 所使用的气动执行元件

气动执行元件是用来驱动机械设备做直线运动、摆动运动和旋转运动的元件。它将气压能转换成机械能,气缸主要驱动机械做直线运动,摆动缸和气马达主要驱动机械做摆动和旋转运动,气动手指主要用来做机械手或夹紧装置。

1) 直线(双作用)气缸

直线(双作用)气缸是主要完成直线运动的执行元件,其主要执行机构是活塞杆。活塞杆可以进行双向运动,而活塞将缸体的内部分为两个气室。

当某一个气室通入压缩气体时(此时另一个气室与大气相通),会推动活塞向前运动,于是活塞杆也会相应地移动。直线(双作用)气缸的外部结构如图 1-35 所示。

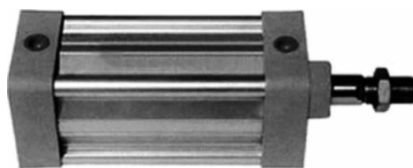


图 1-35 直线(双作用)气缸的外部结构

直线(双作用)气缸有两个工作口,当在活塞的两端交替地通入压缩气体时(当活塞的一端气室进气时,活塞的另一端气室则处于排气状态),活塞会带动活塞杆完成伸出和缩回运动。直线(双作用)气缸的工作如图 1-36 所示。

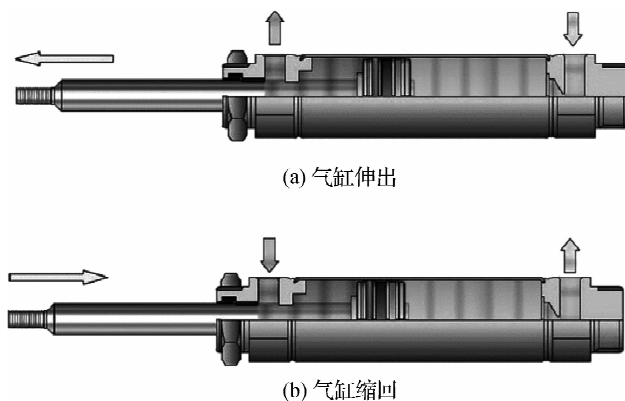


图 1-36 直线(双作用)气缸的工作

2) 薄型气缸

薄型气缸属于省空间类气缸,即气缸的轴向或径向尺寸比标准气缸有较大减小的气缸。薄型气缸具有结构紧凑、重量轻、占用空间小等优点。图 1-37 为薄型气缸的外形及剖视图。

薄型气缸的特点是缸筒与无杆侧端盖压铸成一体,缸盖用弹性挡圈固定,缸体外廓为方形,行程短、输出力大。

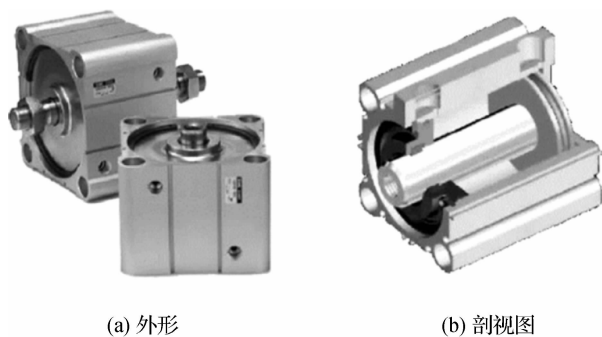


图 1-37 薄型气缸的外形及剖视图

3) 气动摆台

回转物料台的主要器件是气动摆台,它是由直线气缸驱动齿轮齿条实现回转运动的,回转角度为 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 或 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$,而且可以安装磁性开关,检测旋转到位信号,多用于方向和位置需要变换的机构。气动摆台的外形及剖视图如图 1-38 所示。YL-335B 使用的气动摆台的回转角度为 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 。当需要调节回转角度或摆动位置的精度时,应首先松开调节螺杆上的反扣螺母,通过旋入或旋出调节螺杆来改变回转凸台的回转角度。调节螺杆 1 和调节螺杆 2 分别用于左旋角度和右旋角度的调整。当调整好回转角度后,应将反扣螺母与基体反扣锁紧,以防止调节螺杆松动造成的回转精度降低。

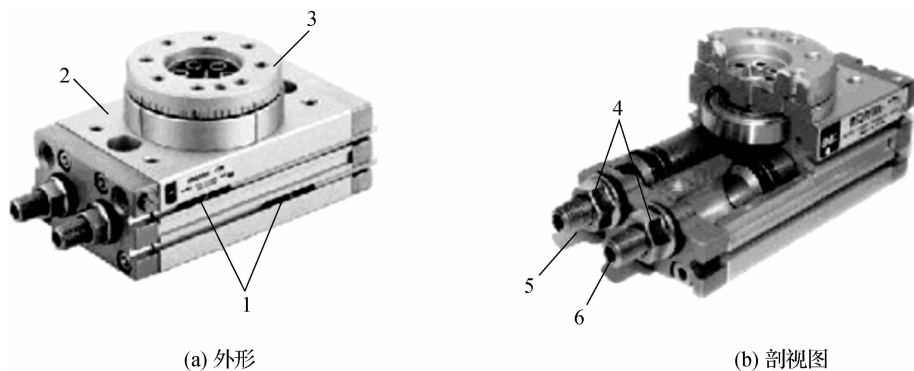


图 1-38 气动摆台的外形及剖视图

1—磁性开关; 2—基体; 3—回转凸台; 4—反扣螺母;
5—调节螺杆 1; 6—调节螺杆 2

回转到位的信号是通过调整气动摆台滑轨内的两个磁性开关的位置来实现的。磁性开关安装在气缸体的滑轨内,松开磁性开关的紧固螺钉,磁性开关就可以沿着滑轨左右移动。确定磁性开关的位置后,旋紧紧固螺钉即可完成位置的调整。

4) 导向气缸

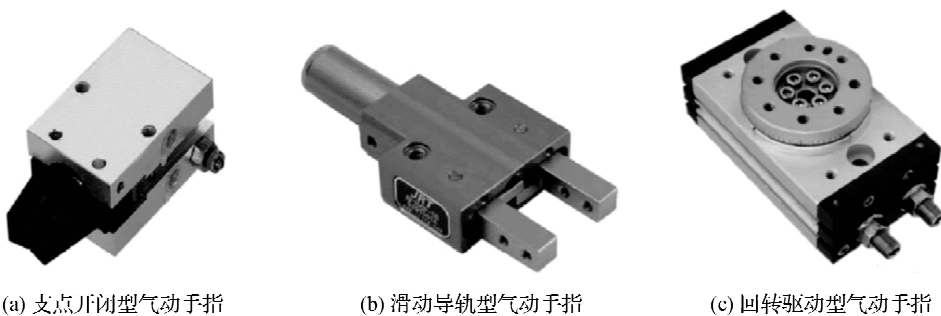
导向气缸是具有导向功能的气缸,它由气缸和滑动单元组合而成。导向气缸具有导向精度高、抗扭矩性强、承载能力强、工作平稳等特点。导向气缸的外部结构如图 1-39 所示。



图 1-39 导向气缸的外部结构

5) 气动手指

气动手指用于抓取、夹紧工件,通常有支点开闭型、滑动导轨型和回转驱动型等形式,它们的外形如图 1-40 所示。



(a) 支点开闭型气动手指

(b) 滑动导轨型气动手指

(c) 回转驱动型气动手指

图 1-40 气动手指的外形

4. YL-335B 所使用的气动控制元件

气动控制元件用来为执行元件和其他控制元件提供气源,其主要功能是控制气路中的执行元件的动作变换。常用的气动控制元件有单向节流阀、单电控电磁换向阀、双电控电磁换向阀等。

1) 单向节流阀

单向节流阀是由单向阀和节流阀并联而成的流量控制阀,常用于控制气缸的运动速度,所以也称速度控制阀。单向阀的功能是靠单向密封圈来实现的。图 1-41 为排气节流方式的单向节流阀剖面图。当空气从气缸排气口排出时,单向密封圈处于封堵状态,单向阀关闭,这时只能通过调节手轮使节流阀杆上下移动,从而改变节流阀开度,达到节流的目的;反之,在进气时,单向密封圈被气流冲开,单向阀开启,压缩空气直接进入气缸进气口,节流阀不起作用。因此,这种节流方式称为排气节流方式。

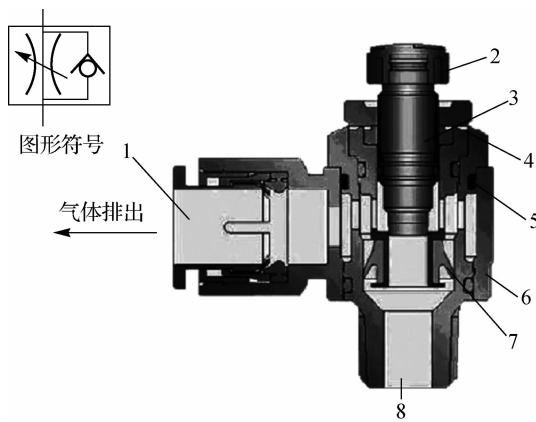


图 1-41 排气节流方式的单向节流阀剖面图

1—快速接头；2—手轮；3—节流阀杆；4—阀体 A；5—O 形密封圈；
6—阀体 B；7—单向密封圈；8—气缸进/排气口

2)单电控电磁换向阀

单电控电磁换向阀按切换通口的数目可分为二通阀、三通阀、四通阀、五通阀，见表 1-1。通口包括 P(压力进气口)，A、B(压力工作口)，R、S(压力排气口)。单电控的二通电磁换向阀、三通电磁换向阀常用来控制单作用气缸的运动，四通电磁换向阀、五通电磁换向阀常用来控制双作用气缸的运动。

表 1-1 单电控电磁换向阀的类型

名 称	二通阀		三通阀		四通阀	五通阀
	常断	常通	常断	常通		
职能符号						

二通阀又称直通阀，它有 2 个通口，即 P 口和 A 口。三通阀为换向阀，它有 3 个通口，即 P 口、A 口和 R 口。二通阀、三通阀有常通型和常断型之分。常通型指阀的控制口未加控制信号(零位)时，P 口和 A 口相通；而常断型指阀在零位时，P 口和 A 口是断开的。

四通阀为换向阀，它有 4 个通口，即 P 口、A 口、B 口和 R 口。四通阀工作时的通路为 P—A、B—R 或 P—B、A—R。

五通阀为换向阀，它有 5 个通口，即 P 口、A 口、B 口、R 口和 S 口。五通阀工作时的通路为 P—A、B—S(R 封堵)或 P—B、A—R(S 封堵)。

阀芯的切换工作位置简称“位”，阀芯有几个切换位置就称为几位阀。有 2 个通口的二位阀称为二位二通阀(常表示为 2/2 阀，前一位数表示通口数，后一位数表示工作位置数)，它可以实现气路的通或断。有 3 个通口的二位阀称为二位三通阀(常表示为 3/2 阀)。在不

同样的工作位置,二位三通阀可实现 P、A 口相通或 A、R 口相通。常用的还有二位四通阀(常表示为 4/2 阀)和二位五通阀(常表示为 5/2 阀),它们可以用于推动双作用气缸的缩回与伸出。单电控 5/2 换向阀的内部结构如图 1-42 所示。

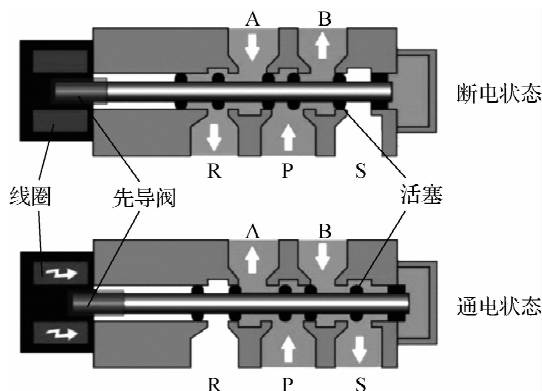


图 1-42 单电控 5/2 换向阀的内部结构

3) 双电控电磁换向阀

双电控电磁换向阀的外形结构如图 1-43 所示。双电控电磁换向阀与单电控电磁换向阀的区别在于,对于单电控电磁换向阀,在无电控信号时,阀芯在弹簧力的作用下会复位;而对于双电控电磁换向阀,在两端都无电控信号时,阀芯的位置取决于前一个电控信号。

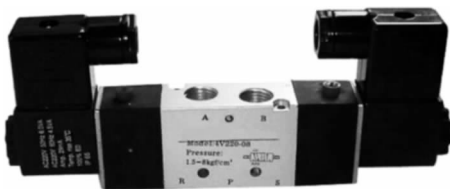


图 1-43 双电控电磁换向阀的外形结构

注意:双电控电磁换向阀的两个电控信号不能同时为“1”,即在控制过程中不允许两个线圈同时得电,否则可能会造成电磁线圈被烧毁。

5. YL-335B 所使用的气动辅助元件

1) 消声器

消声器是阻止声音传播而允许气流通过的一种器件,是消除空气动力性噪声的重要措施。消声器一般安装在各种阀的排气口上,以起到降低噪声的作用。消声器的外形如图 1-44 所示。



图 1-44 消声器的外形

2) 快速接头

快速接头分为直通接头、弯角接头、三通接头、四通接头等,它的连接口可以直接与塑料气管进行快速插接,以方便气路系统的连接。快速接头的外形如图 1-45 所示。



图 1-45 快速接头的外形

3) 塑料气管

塑料气管是用于气路系统连接的载体,它将气动执行元件、气动控制元件、气动辅助元件等快速连接起来。塑料气管的外形如图 1-46 所示。



图 1-46 塑料气管的外形

六、YL-335B 自动化生产线的传动系统

(一) 西门子 MM420 变频器

1. MM420 变频器的安装和接线

西门子 MM420 (MICROMASTER420) 是用于控制三相交流电动机速度的变频器系列。该系列有多种型号。YL-335B 选用的 MM420 订货号为 6SE6420-2UD17-5AA1, MM420 变频器的外形如图 1-47 所示。该变频器的额定参数如下:电源电压为 380~480 V,三相交流额定输出功率为 0.75 kW,额定输入电流为 2.4 A,额定输出电流为 2.1 A,外形尺寸为 A 型,操作面板为基本操作面板(BOP)。



图 1-47 MM420 变频器的外形

1) MM420 变频器的安装和拆卸

在工程使用中,MM420 变频器通常安装在配电箱内的 DIN 导轨上,其安装和拆卸的步骤如图 1-48 所示。

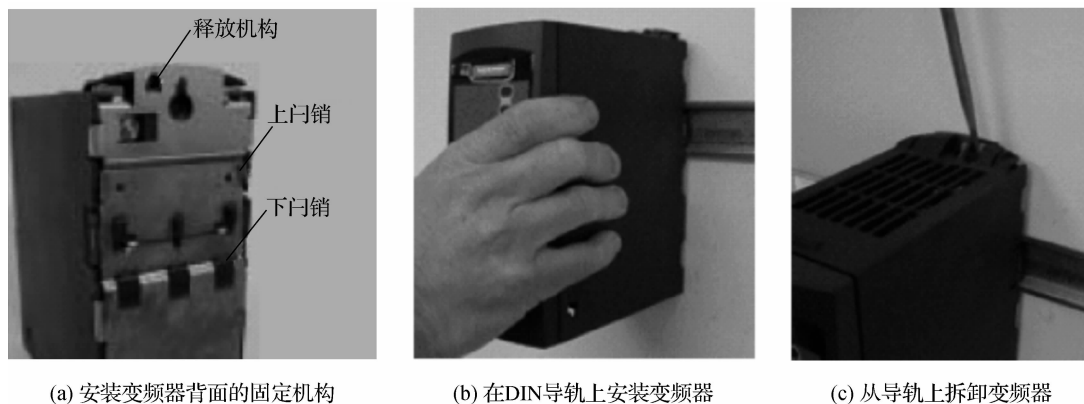


图 1-48 MM420 变频器安装和拆卸的步骤

(1) 安装的步骤。

- ①用导轨的上闩销把变频器固定到导轨的安装位置上。
- ②向导轨上按压变频器,直到导轨的下闩销嵌入到位。

(2) 从导轨上拆卸变频器的步骤。

- ①为了松开变频器的释放机构,需将螺丝刀插入释放机构中。
- ②向下施加压力,导轨的下闩销就会松开。
- ③将变频器从导轨上取下。

2) MM420 变频器的接线

打开变频器的盖子后,就可以连接电源和电动机的接线端子。接线端子在变频器机壳下盖板内,机壳盖板的拆卸步骤如图 1-49 所示。

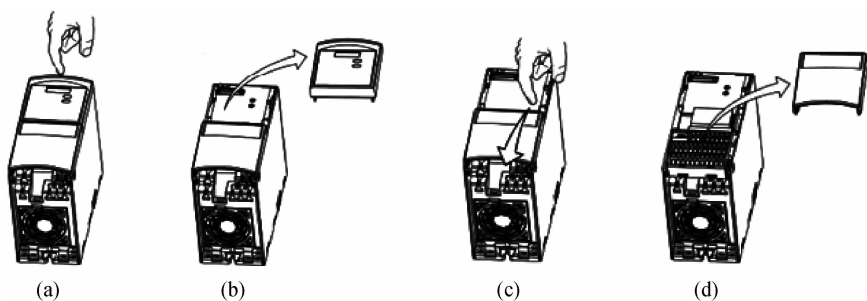


图 1-49 机壳盖板的拆卸步骤

拆卸盖板后可以看到变频器的接线端子,如图 1-50 所示。

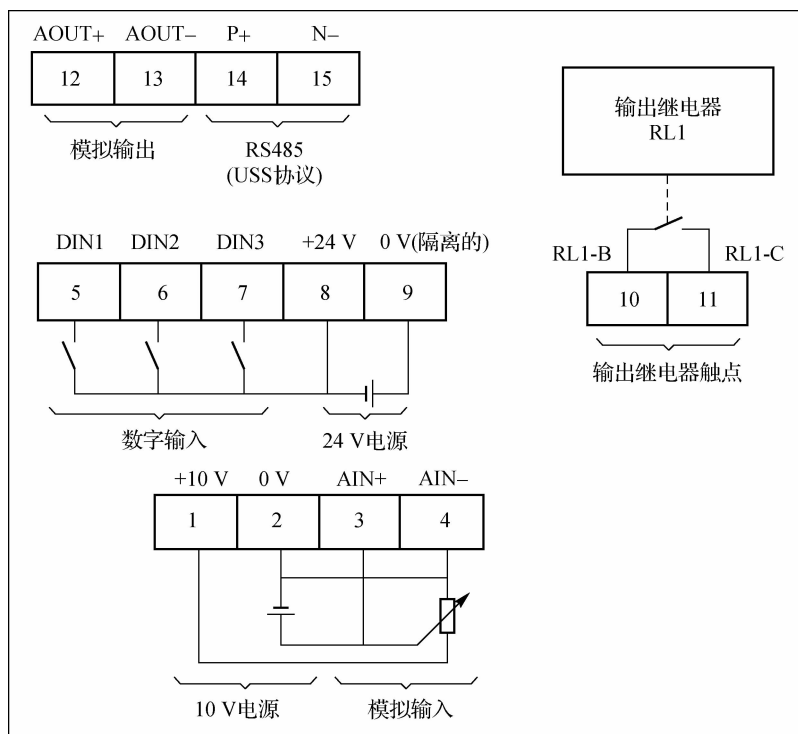


图 1-50 MM420 变频器的接线端子

(1)变频器主电路的接线。YL-335B 分拣单元变频器主电路电源由配电箱通过自动开关 QF 单独提供一路三相电源供给,连接到图 1-50 所示的电源接线端子,电动机接线端子引出线则连接到电动机。

注意:接地线 PE 必须连接到变频器接地端子,并连接到交流电动机的外壳。

(2)MM420 变频器控制电路的接线如图 1-51 所示。

2. MM420 变频器的基本操作面板

图 1-52 为基本操作面板。利用基本操作面板可以改变变频器的各个参数。基本操作面板具有 7 段显示的 5 位数字,可以显示参数的序号和数值、报警和故障信息,以及设定值和实际值。参数的信息不能用 BOP 操作面板存储。

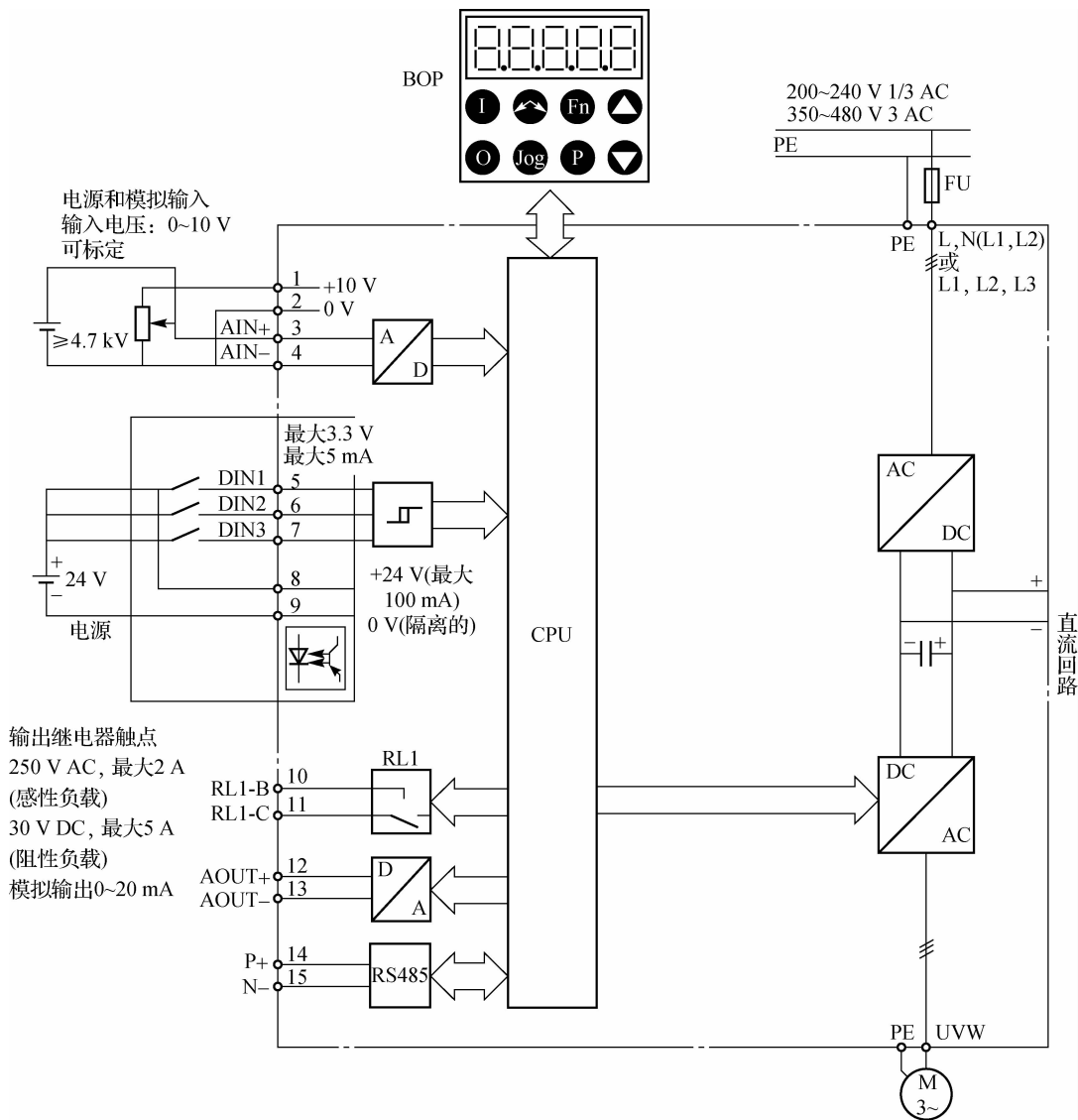


图 1-51 MM420 变频器控制电路的接线



图 1-52 基本操作面板

基本操作面板上有 8 个按钮,表 1-2 列出了这些按钮的功能。

表 1-2 基本操作面板上的按钮及其功能

按 钮	功 能	功能的说明
	启动电动机	按此键启动变频器。按缺省值运行时,此键被封锁;为了使此键的操作有效,应设定 P0700=1
	状态显示	OFF1:按此键,变频器将按选定的斜坡下降速率减速停车,按缺省值运行时,此键被封锁;为了允许此键操作,应设定 P0700=1。 OFF2:按此键两次(或一次,但时间较长),电动机将在惯性作用下自由停车。此功能总是“使能”的
	改变电动机的转动方向	按此键可以改变电动机的转动方向,电动机的反向用负号表示或用闪烁的小数点表示。按缺省值运行时,此键是被封锁的,为了使此键的操作有效,应设定 P0700=1
	电动机点动	在变频器无输出的情况下按此键,将使电动机启动,并按预设定的点动频率运行。释放此键时,变频器停车。如果电动机正在运行,按此键将不起作用
	功能	此键用于浏览辅助信息。 在变频器运行过程中,当显示任何一个参数时按下此键并保持不动 2 s,将显示以下参数值(在变频器运行中,从任何一个参数开始)。 (1)直流回路电压(用 d 表示,单位 V); (2)输出电流(A); (3)输出频率(Hz); (4)输出电压(用 o 表示,单位 V); (5)由 P0005 选定的数值(如果 P0005 选择显示上述参数中的任何一个,这里将不再显示)。 连续多次按下此键,将轮流显示以上参数。 跳转功能:在显示任何一个参数(r××××或 P××××)时短时间按下此键,将立即跳转到 r0000,如果需要,用户可以接着修改其他的参数。跳转到 r0000 后,按此键将返回原来的显示点。 复位:在出现故障或报警的情况下,按此键可以将操作面板上显示的故障或报警信息复位
	访问参数	按此键可访问参数
	增加数值	按此键可增加面板上显示的参数数值
	减少数值	按此键可减少面板上显示的参数数值

3. MM420 变频器的参数

1) 参数号和参数名称

参数号是指参数的编号。参数号用 0000~9999 的 4 位数字表示。当在参数号的前面冠以一个 小写字母 r 时,表示该参数是“只读”的参数。其他所有参数号的前面都冠以一个 大写字母 P。这些参数的设定值可以直接在标题栏的“最小值”和“最大值”范围内进行修改。

[下标]表示该参数是一个带下标的参数,并且指定了下标的有效序号。通过下标,可以对同一参数的用途进行扩展;或者对不同的控制对象,自动改变所显示的或所设定的参数。

2) 参数设置方法

用基本操作面板可以修改和设定系统参数(如斜坡时间、最小频率和最大频率等),使变频器具有期望的特性。选择的参数号和设定的参数值将在 5 位数字的 LCD 上显示。

更改参数数值的步骤可大致归纳为:查找所选定的参数号;进入参数值访问级,修改参数值;确认并存储修改好的参数值。

参数 P0004(参数过滤器)的作用是根据所选定的一组功能对参数进行过滤(或筛选),并集中对过滤出的一组参数进行访问,从而更方便地进行调试。参数 P0004 的设定值见表 1-3,缺省的设定值为 0。

表 1-3 参数 P0004 的设定值

设 定 值	所指定参数值意义	设 定 值	所指定参数值意义
0	全部参数	12	驱动装置的特征
2	变频器参数	13	电动机的控制
3	电动机参数	20	通信
7	命令,二进制 I/O	21	报警/警告/监控
8	模-数转换和数-模转换	22	工艺参量控制器(如 PID)
10	设定值通道/RFG(斜坡函数发生器)		

将参数 P0004 的设定值从 0 改为 3 的步骤见表 1-4。

表 1-4 改变参数 P0004 设定值的步骤

序 号	操作内容	显示的结果
1	按  访问参数	
2	按住  直到显示出 P0004	
3	按  进入参数数值访问级	
4	按  或  达到所需要的数值	
5	按  确认并存储参数的数值	
6	按  直到显示出 r000	
7	按  返回标准的变频器显示(有用户定义)	