

模块 1 供料单元的安装与调试

【能力目标】

- (1) 会分析供料单元的工作过程。
- (2) 能进行本单元气路的连接及调整。
- (3) 会进行本单元传感器的安装接线，并能正确调试。
- (4) 能进行程序的离线和在线调试。
- (5) 能在规定时间内完成供料单元的拆装与调整，根据控制要求完成程序的编制与调试，并能解决安装与运行过程中出现的问题。

【知识目标】

- (1) 熟悉供料单元的结构组成及工作过程。
- (2) 掌握双作用气缸、单电控电磁阀等基本气动元件的功能、特性。
- (3) 掌握磁性开关、电感式接近开关、光电式接近开关等传感器的结构、特点及电气接口特性。
- (4) 掌握用步进指令编制顺序控制程序的方法。
- (5) 掌握子程序调用指令的应用。

【教学重点】

气路的调整、传感器的调试、供料控制程序的编制。

【教学难点】

传感器的调试、控制程序的编制与调试运行。

1.1 供料单元的结构及工作原理

供料单元是自动化生产线的起点站，在整个自动化生产线中起到向其他工作单元提供原材料的作用。其主要功能是将料仓的工件推到物料台上，等待机械手装置将其抓送到加工单元进行加工。

供料单元主要由 PLC（可编程控制器）模块、急停按钮、启动按钮、停止按钮、工件装料管、工件推出装置、支撑架、阀组、端子排组件、传感器、走线槽、底板等组成，如图 1-1 所示。

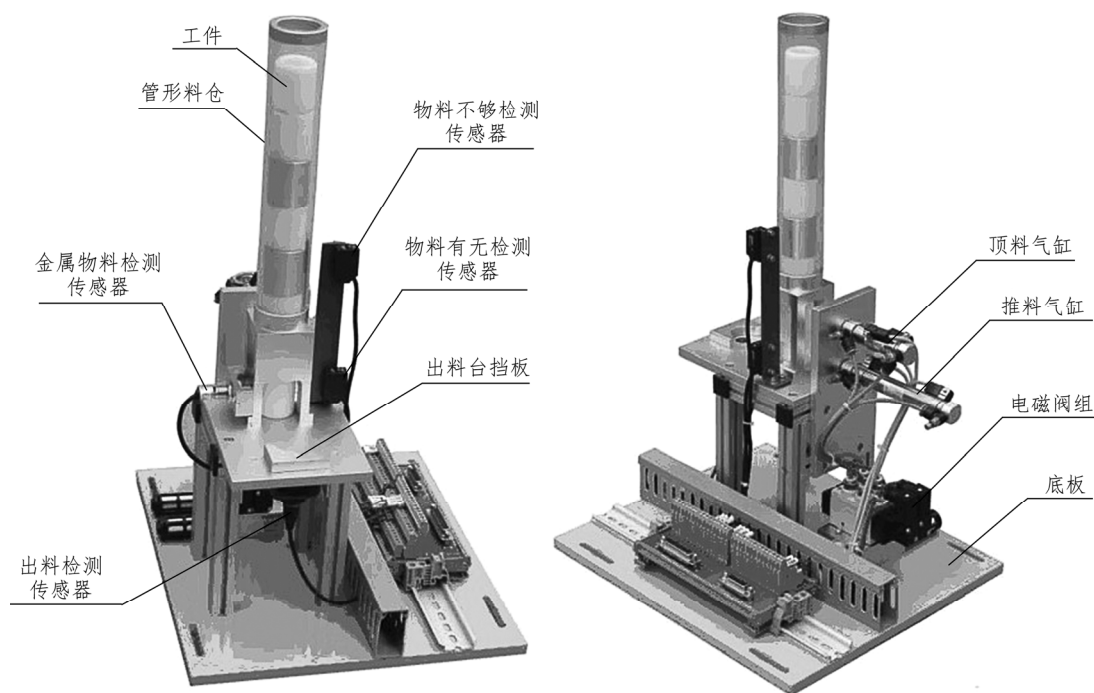


图 1-1 供料单元的装置侧部分机构

其中，管形料仓和工件推出装置用于存储工件原料，并在需要时将料仓中最下层的工件推出到物料台上。该部分主要由管形料仓、推料气缸、顶料气缸、漫反射开关、磁感应接近开关组成。供料操作如图 1-2 所示。

供料单元的工作原理：工件垂直叠放在料仓中，推料气缸处于料仓的底层，其活塞杆可从料仓的底部通过。当活塞杆退回初始位置时，它与最下层工件处于同一水平位置，而顶料气缸则与次下层工件处于同一水平位置。需要将工件推出到物料台上时，首先使顶料气缸的活塞杆推出，压住次下层工件；然后使推料气缸活塞杆推出，从而把最下层工件推到物料台上。在推料气缸返回并从料仓底部抽出后，再使顶料气缸返回，松开次下层工件。这样，料仓中的工件就在重力的作用下，自动向下移动一个工件，为下一次推出工件做好准备。

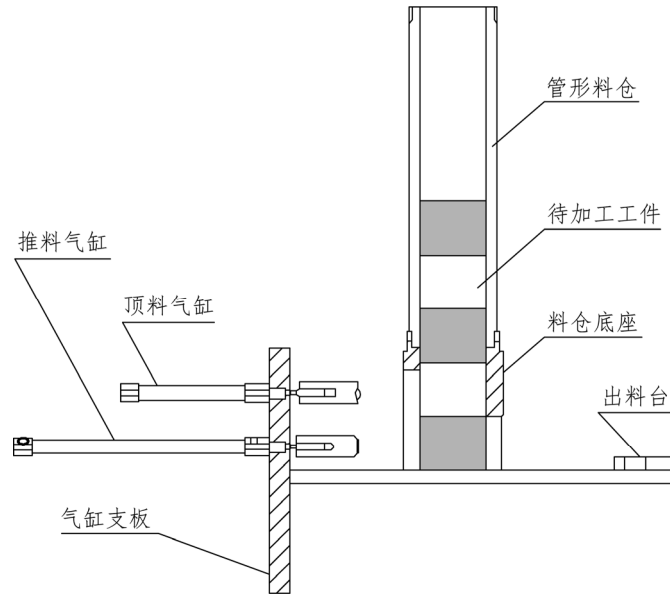


图 1-2 供料操作示意图

1.2 相关知识

1.2.1 供料单元使用的相关传感器（见图 1-3）

位置 A 和位置 B 光电开关感应距离为 0~100 mm，颜色检测光电开关应距离可调（系统已调好，请不要随意调整感应距离）。材质检测接近开关感应距离为 0~5 mm，用来区分金属和非金属物料。请确保系统运行时，各传感器前不存在其他物品。

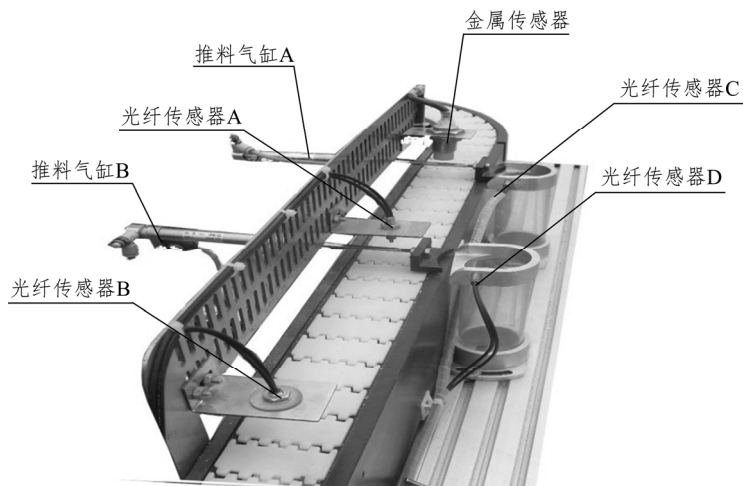


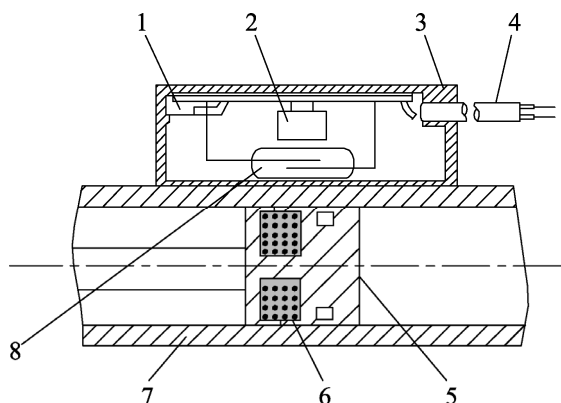
图 1-3 传感器示意图

YL-335B 型自动线各工作单元所使用的传感器都是接近传感器，它利用传感器对所接近的物体具有的敏感特性来识别物体的接近，并输出相应开关信号，因此，接近传感器通常也被称为接近开关。

接近传感器有多种检测方式，包括利用电磁感应引起检测对象的金属体中产生涡电流的方式、捕捉检测体接近引起电气信号容量变化的方式、利用磁石和引导开关的方式、利用光电效应和光电转换器件作为检测元件等。YL-335B 型自动线所使用的是磁感应式接近开关(或称磁性开关)、电感式接近开关、漫反射光电开关和光纤型光电传感器等。

1. 磁性开关

YL-335B 型自动线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磁场检测元件。舌簧开关成型于合成树脂块内，并且一般还有动作指示灯、过电压保护电路也一起被塑封在内。图 1-4 是带磁性开关气缸的工作原理图。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；当磁环移开开关后，簧片失磁，触点断开。触点闭合或断开时发出电控信号，在 PLC 的自动控制中，可以利用该信号判断推料及顶料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返回。



1—动作指示灯；2—保护电器；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。

图 1-4 带磁性开关气缸的工作原理图

在磁性开关上设置的 LED（发光二极管）用于显示其信号状态，供调试时使用。磁性开关动作时，输出信号“1”，LED 亮；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，调整方法是松开它的紧定螺栓，让磁性开关顺着气缸滑动，到达指定位置后，再旋紧紧定螺栓。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 输入模块的 COM 端子上，棕色引出线应连接到 PLC 输入的对应 X 端子上。磁性开关的内部电路如图 1-5 中虚线框内所示。

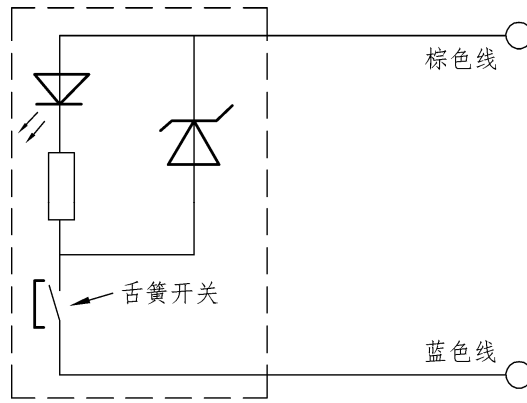


图 1-5 磁性开关内部电路

2. 电感式接近开关

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磁场中，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，可以用高频振荡器（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了涡流效应，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。电感式接近传感器工作原理如图 1-6 所示。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 1-7 所示。

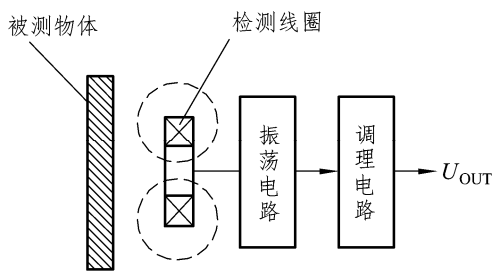


图 1-6 电感式接近传感器原理框图

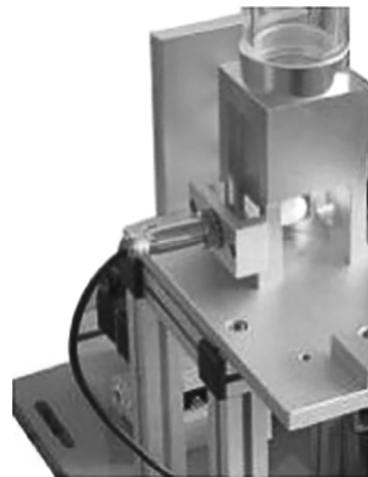


图 1-7 供料单元上的电感式传感器

在接近开关的选用和安装中，必须认真考虑检测距离、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 1-8 所示。

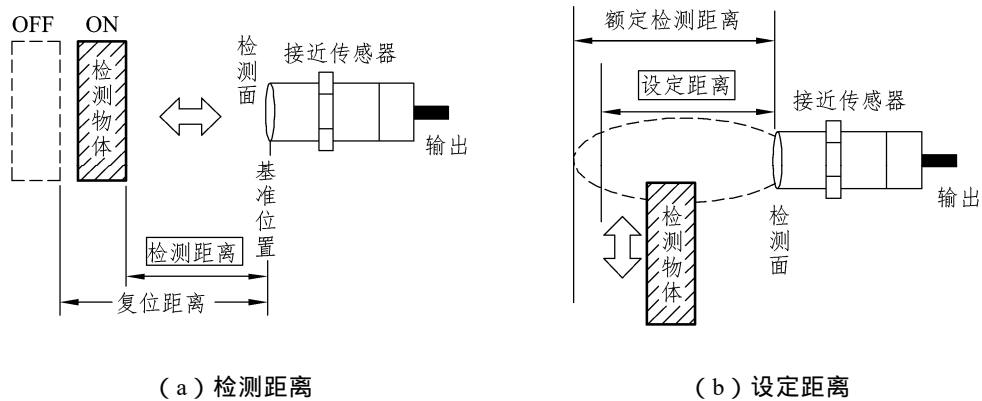


图 1-8 安装距离注意说明

3. 漫射式光电接近开关

1) 光电式接近开关

光电传感器是利用光的各种性质，检测有无物体和表面状态变化等的传感器。其中，输出形式为开关量的传感器为光电式接近开关。光电式接近开关主要由光发射器和光接收器构成。如果光发射器发射的光线因检测物体不同而被遮掩或反射，到达光接收器的量将会发生变化。光接收器的敏感元件将检测出这种变化，并转换为电气信号输出。光发射器大多使用可见光和红外光。按照接收器接收光的方式的不同，光电式接近开关可分为对射式、反射式和漫射式 3 种，如图 1-9 所示。

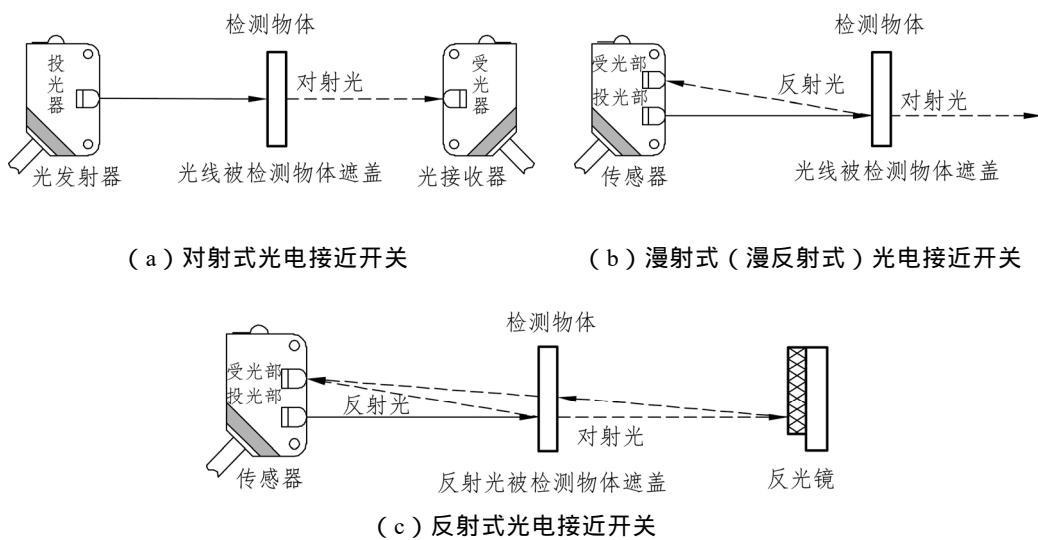


图 1-9 光电式接近开关

2) 漫射式光电开关

漫射式光电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，则没有光被反射到接收器，接近开关处于常态而不动作；反之若接近开关的前方一定距离内出现物体，只要反射回来的光强度足够，则接收器接收到足够的漫射光就会使接近开关动作而改变输出的状态。图 1-9 (b) 为漫射式光电接近开关的工作原理示意图。送料单元中，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或 OMRON 公司的 CX-441 型或 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）。该光电开关的外形和顶端面上的调节旋钮及显示灯如图 1-10 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），则进入“检测-ON”模式；当此开关按逆时针方向充分旋转时（D 侧），则进入“检测-OFF”模式。距离设定旋钮是回转调节器，调整距离时注意逐步轻微旋转，否则旋转幅度过大距离调节器会空转。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（E3Z-L61 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，使传感器进入检测条件的点；拉开检测物体距离，按顺时针方向进一步旋转距离调节器，使传感器再次进入检测状态，一旦进入，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。图 1-11 给出了该光电开关的内部电路原理框图。

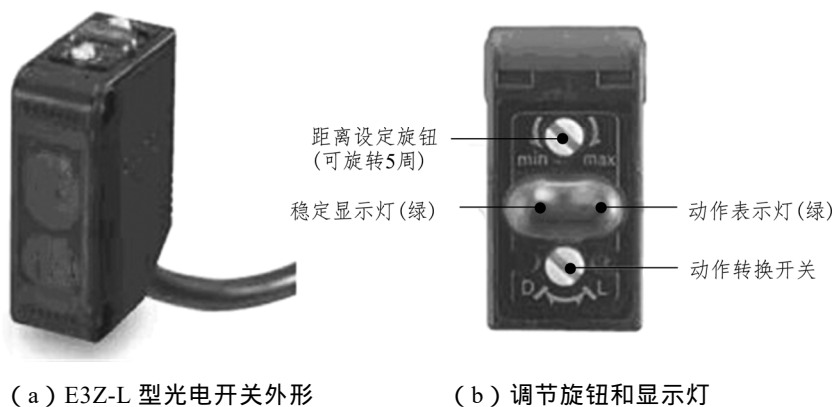


图 1-10 CX-441 (E3Z-L61) 型光电开关的外形和调节旋钮、显示灯

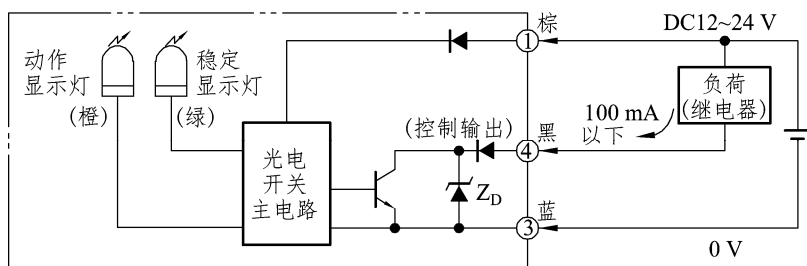


图 1-11 CX-441 (E3Z-L61) 光电开关电路原理图

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。它工作时向上发出光线，从而透过小孔检测是否有工件存在，本物料台上选用 SICK 公司的 MHT15-N2317 型光电开关，其外形如图 1-12 所示。



图 1-12 MHT15-N2317 型光电开关外形

3) 光纤式光电接近开关

光纤型传感器由光纤检测头、光纤放大器两部分组成。放大器和光纤检测头是分离的两个部分，光纤检测头的尾端部分分成两条光纤，使用时分别插入放大器的两个光纤孔。光纤型传感器以光纤本身作为敏感元件，使光纤兼有感受和传递被测信息的作用。它没有电路连接，不产生热量，只利用很少的光能。光纤传感器组件如图 1-13 所示。图 1-14 是放大器的安装示意。



图 1-13 光纤传感器组件

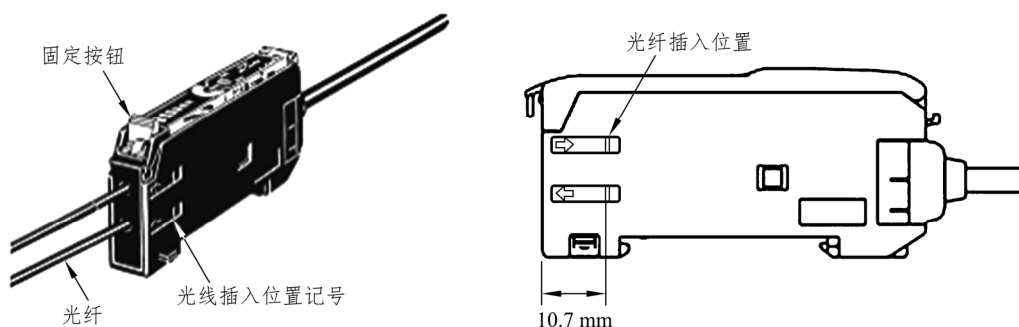


图 1-14 光纤传感器组件外形及放大器的安装示意

光纤传感器也是光电传感器的一种。光纤传感器具有下述优点：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，由于光纤头体积较小，可以安装在空间很小的地方。光纤式光电接近开关的放大器的灵敏度调节范围较大。当光纤传感器灵敏度调得较小时，光电探测器无法接收到反射性较差的黑色物体的反射信号；而可以接收到反射性较好的白色物体的反射信号。若调高光纤传感器灵敏度，则即使是反射性较差的黑色物体，光电探测器也可以接收到其反射信号。图 1-15 给出了放大器单元的俯视图，调节其中部的旋转灵敏度高速旋钮就能进行放大器灵敏度调节（顺时针旋转灵敏度增大）。调节时，会观察到“入光量显示灯”亮度的变化。当探测器检测到物料时，“动作显示灯”会亮，提示检测到物料。

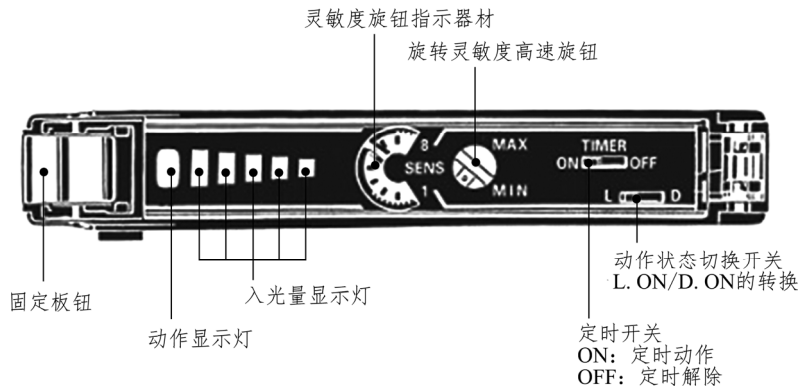


图 1-15 光纤传感器放大器单元的俯视图

E3X-NA11 型光纤传感器电路如图 1-16 所示，接线时请注意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。

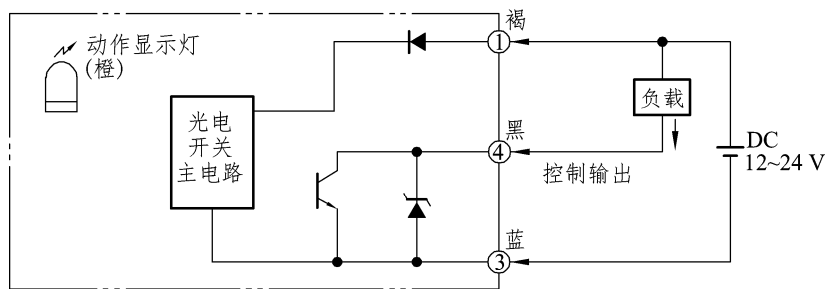
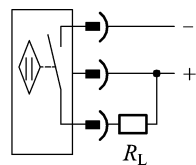


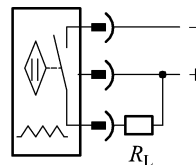
图 1-16 E3X-NA11 型光纤传感器电路框图

4. 常用开关量传感器图形符号

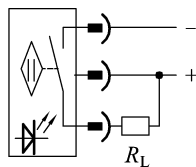
常用开关量传感器图形符号如图 1-17 所示。图中 (a)(b)(c) 三种情况均使用 NPN 型三极管集电极开路输出。如果是使用 PNP 型三极管，正负极性应反过来。



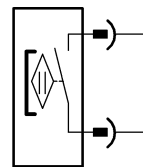
(a) 通用图形符号



(b) 电感式接近开关



(c) 光电式接近开关



(d) 磁性开关

图 1-17 常用开关量传感器图形符号

5. 接近开关、磁性开关、光电开关的区别及特点

通俗来讲，接近开关、磁性开关、光电开关的区别就是感应的对象不一样。

1) 接近开关感应的对象是物体

接近开关是一种无须与运动部件进行机械直接接触就可以操作的位置开关，当物体接近开关的感应面到达动作距离时，不需要机械接触及施加任何压力即可使开关动作，从而驱动直流电器或给 PLC 装置提供控制指令。这是一种理想的电子开关量传感器。

以位移传感器为例，只有当有物体移向接近开关且接近到一定距离时，位移传感器才有“感知”，开关才会动作。通常把这个距离叫“检出距离”。不同的接近开关检出距离不同。有时被检测物体是按一定的时间间隔，一个接一个地移向接近开关，又一个接一个地离开，如此不断地重复。不同的接近开关对检测对象的响应能力也是不同的。这种响应特性被称为“响应频率”。

接近开关抗干扰性能好，开关频率高，产品有电感式、电容式、霍尔式等。

2) 磁性开关感应的对象是磁信号

磁性开关是一种利用磁场信号来控制的线路开关器件，也叫磁控开关。常用的磁性开关有单触点和双触点两种。

磁性开关具有体积小、结构简单、质量轻、耗电少、使用方便、价格便宜、动作灵敏、抗腐蚀性好、寿命长等优点。如 PP、PVDF 材质可适用于强酸碱场所；SUS 304/316 金属材料适用于高温高压桶槽。接线盒规格最齐全，有塑料、铝合金、不锈钢防爆型，防护等级为 IP-65 以上。

3) 光电开关感应的对象是光束

光电开关（光电传感器）是光电接近开关的简称，它是利用被检测物对光束的遮挡或反射，由同步回路接通电路，从而检测物体的有无。物体不限于金属，所有能反射光线（或者对光线有遮挡作用）的物体均可以被检测。光电开关将输入电流在发射器上转换为光信号射出，接收器再根据接收到的光线的强弱或有无对目标物体进行探测，如安防系统中常见的光电开关烟雾报警器。工业中经常用它来计量机械臂的运动次数。

光电开关是传感器的一种，它把发射端和接收端之间光的强弱变化转化为电流的变化以达到探测的目的。由于光电开关输出回路和输入回路是电隔离的（即电绝缘），所以它可以在许多场合得到应用。采用集成电路技术和 SMT（表面安装工艺）制造的新一代光电开关器件具有延时、展宽、外同步、抗相互干扰、可靠性高、工作区域稳定和自诊断等智能化功能。

光电开关按检测方式可分为漫射式、对射式、反射式、槽式和光纤式等不同种类。

1.2.2 供料单元的气动元件

1. 标准双作用直线气缸

标准气缸是指气缸的功能和规格是普遍使用的、结构容易制造的、制造厂通常作为通用产品供应市场的气缸。双作用气缸是指活塞的往复运动均由压缩空气来推动。图 1-18 是标准双作用直线气缸的工作示意图。图中，气缸的两个端盖上都设有进、排气通口，从无杆侧端

盖气口进气时，推动活塞向左运动；反之，从有杆侧端盖气口进气时，推动活塞向右运动。双作用气缸具有结构简单，输出力稳定，行程可根据需要选择的优点，但由于是利用压缩空气交替作用于活塞上实现活塞杆伸缩运动的，回缩时压缩空气的有效作用面积较小，所以产生的力要小于活塞杆伸出时产生的推力。

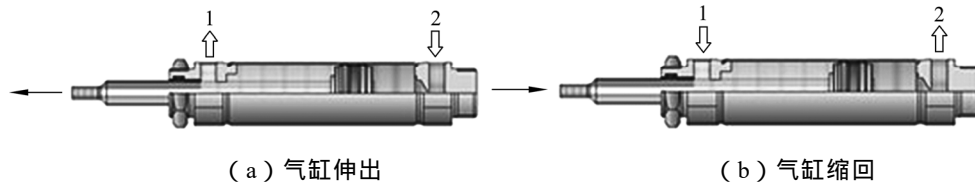


图 1-18 双作用气缸工作示意图

为了使气缸的动作平稳可靠，应对气缸的运动速度加以控制，常用的方法是使用单向节流阀来实现。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，所以也被称为速度控制阀。

图 1-19 给出了在双作用气缸装上两个单向节流阀的连接示意图，这种连接方式称为排气节流方式。即当从 A 端进气，B 端排气时，单向节流阀 A 的单向阀开启，向气缸无杆腔快速充气；由于单向节流阀 B 的单向阀关闭，有杆腔只能经节流阀排气，调节节流阀 B 的开度，便可改变活塞杆伸出时的运动速度。反之，调节节流阀 A 的开度则可改变活塞杆缩回时的运动速度。这种控制方式的活塞运行稳定，是最常用的方式。

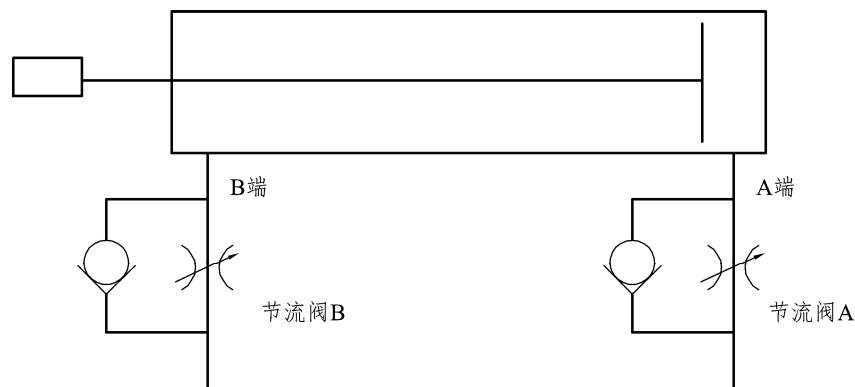


图 1-19 节流阀连接和调整原理示意图

节流阀上有快速接头，合适外径的气管很容易连接到快速接头上，十分方便。图 1-20 是安装了带快速接头的限出型气缸节流阀的气缸外观。

2. 单电控电磁换向阀、电磁阀组

如前所述，对于顶料或推料气缸，其活塞的运动是靠向气缸一端进气，并从另一端排气，来实现的。气体流动方向则由能改变气体流动方向或通断的控制阀（即方向控制阀）加以控制。在自动控制中，方向控制阀常采用电磁控制方式实现方向控制，称为电磁换向阀。电磁换向阀是利用其电磁线圈通电时，静铁心对动铁心产生的电磁吸力使阀芯切换，达到改变气

流方向的目的。图 1-21 所示是一个单电控二位三通电磁换向阀的工作原理示意。

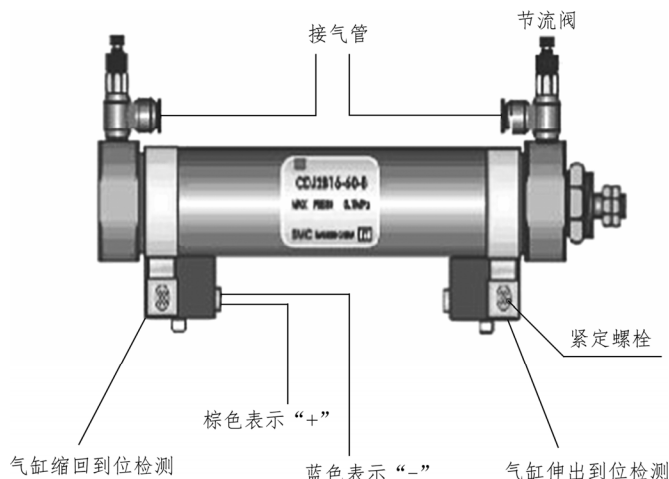


图 1-20 安装节流阀的气缸

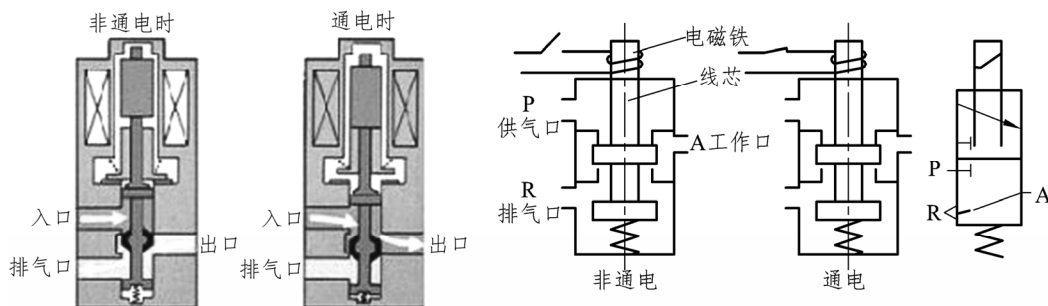


图 1-21 单电控电磁换向阀的工作原理

所谓“位”指的是为了改变气体方向，阀芯相对于阀体所具有的不同的工作位置。“通”的含义则指换向阀与系统相连的端口，有几个端口即为几通。图 1-21 中的电磁阀，只有两个工作位置，具有供气口 P、工作口 A 和排气口 R，故为二位三通阀。图 1-22 分别给出二位三通、二位四通和二位五通单电控电磁换向阀的图形符号，图形中有几个方格就是几位，方格中的“⊥”和“⊢”符号表示各接口互不相通。

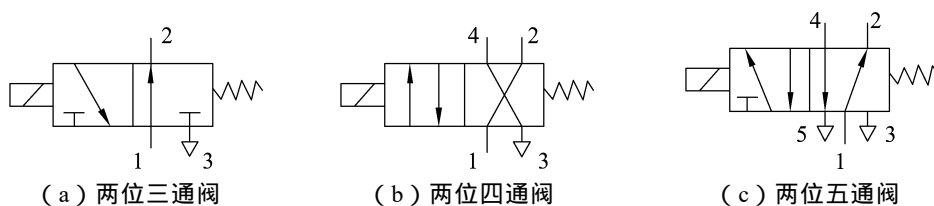


图 1-22 部分单电控电磁换向阀的图形符号

YL-335B 型自动线所有工作单元的执行气缸都是双作用气缸，因此，控制它们工作的电磁阀需要有两个工作口、两个排气口以及一个供气口，故使用的电磁阀均为二位五通电磁阀。送料单元用了两个二位五通的单电控电磁阀。这两个电磁阀带有手动换向和加锁钮，有锁定

(LOCK) 和开启 (PUSH) 两个位置。用小螺丝刀把加锁钮旋到在“LOCK”位置时，手控开关向下凹进去，不能进行手控操作；只有在“PUSH”位置，才可用工具向下按，信号为“1”，等同于该侧的电磁信号为“1”。常态时，手控开关的信号为“0”。在进行设备调试时，可以使用手控开关对阀进行控制，从而实现对相应气路的切换，以改变推料缸等执行机构的动作，达到调试的目的。

两个电磁阀集中安装在汇流板上。汇流板中两个排气口末端均安装了消声器，消声器的作用是减少压缩空气向大气排放时的噪声。这种将多个阀与消声器、汇流板等集中在一起构成的一组控制阀的集成称为阀组，而每个阀的功能是彼此独立的。阀组的结构如图 1-23 所示。

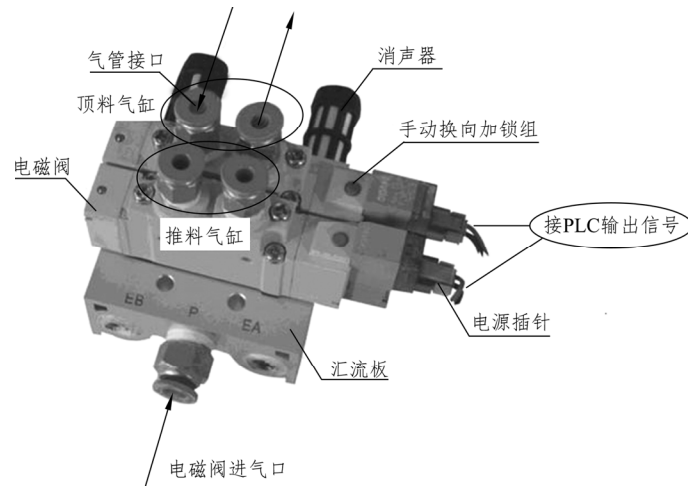


图 1-23 电磁阀组

3. 气动控制回路

气动控制回路是本工作单元的执行机构，该执行机构的逻辑控制功能是由 PLC 实现的。气动控制回路的工作原理如图 1-24 所示。图中，1A 和 2A 分别为推料气缸和顶料气缸；1B1 和 1B2 为安装在推料气缸的两个极限工作位置的磁感应接近开关；2B1 和 2B2 为安装在顶料气缸的两个极限工作位置的磁感应接近开关；1Y1 和 2Y1 分别为控制推料气缸和顶料气缸的电磁阀的电磁控制端，通常，这两个气缸的初始位置均设定在缩回状态。

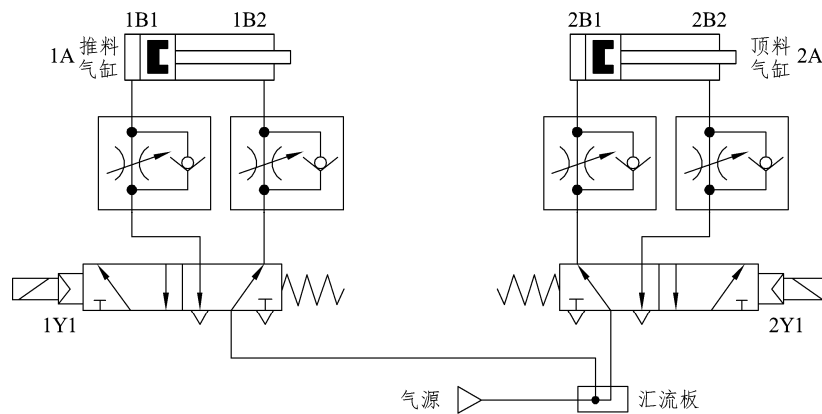


图 1-24 供料单元气动控制回路工作原理

1.3 供料单元的装配与调试

1.3.1 项目目标

- (1) 将供料单元拆开成组件和零件的形式，学会正确使用拆装工具。
- (2) 将供料单元组件和零件组装成成品，掌握该单元的正确安装步骤。
- (3) 学会机械部分的装配，气路的连接与调整及电气接线。

1.3.2 供料单元装置侧的拆卸

- (1) 松开底板紧固螺钉，拆下总进气管，将供料单元搬离设备到拆装工作台。
- (2) 拆卸气路、电磁阀组。
- (3) 依次拆卸接线端子及端子上的导线、端子卡座、线槽、底座等。
- (4) 将供料单元机械部分拆成组件。
- (5) 将各组件拆成散件，并将拆卸下的零配件摆放整齐。

1.3.3 安装步骤和方法

1. 机械部分安装

机械部分的安装是供料单元安装的基础，在安装过程中应按照“零件→组件→安装”的顺序进行安装。用螺栓把装配好的组件连接为整体，再用橡皮锤把装料管敲入料仓底座中，然后在相应的位置上安装传感器，最后把电磁阀组件和电气接线端子排组件安装在底板上。具体步骤如下：

- (1) 把供料站各零件组合成整体安装时的组件。
- (2) 对组件进行安装。组合成的组件包括铝合金型材支撑架组件、出料台及料仓底座组件、推料机构组件，如图 1-25 所示。
- (3) 各组件装配牢固后，将各传感器安装到位，不需要安紧，以便下一步调试。
- (4) 用螺栓把它们连接为整体，再用橡皮锤把装料管敲入料仓底座。
- (5) 将连接好的供料站机械部分以及电磁阀组、接线端子排固定在底板上。
- (6) 完成装置侧机械部分和各传感器安装后，固定底板完成供料单元装置侧的安装。

机械部分的安装需注意以下几点：

- (1) 装配铝合金型材支撑架时，注意调整好各边的平行度和垂直度，锁紧螺栓。
- (2) 气缸安装板和铝合金型材支撑架的连接，需要预先在特定位置的铝型材 T 形槽中放置与之相匹配的螺母。如果没有放置螺母或没有放置足够多的螺母，可能导致无法安装或安装不可靠。
- (3) 在底板上固定机械结构时，需要将底板移动到操作台的边缘，将螺栓从底板的反面