



机电一体化系统动力与执行机构的安装与调试

【知识目标】

- (1) 掌握气动系统相关知识、气动和电气动系统的组成。
- (2) 掌握常用的执行元件和控制元件的工作原理和应用场合。
- (3) 熟练掌握 MPS 各单元的气动回路图。

【技能目标】

- (1) 熟悉模块化生产系统的气动系统的构建。
- (2) 熟练用 FESTO 软件绘制气动回路图。
- (3) 拆卸并组装模块化生产系统的气动系统。
- (4) 调试模块化生产系统的气动回路。

一、导入 MPS 执行机构(气动系统)

MPS 采用电气动系统实现其传动控制,气源采用 0.5~0.8MPa 的气压,执行元件采用汽缸、气电机、气爪和吸盘,控制元件采用单向节流阀和电磁换向阀,采用三菱 PLC 来实现气动系统的逻辑控制功能。

1. 送料单元气动回路的构建

(1) 执行元件: 1 个双作用汽缸、1 个摆动汽缸、1 个真空发生器和 1 个吸盘。

(2) 控制元件: 1 个二位五通双控电磁换向阀,1 个二位五通单控电磁换向阀,1 个三位五通双控电磁换向阀,4 个单向节流阀,4 个传感器作为位置检测和 1 个压力开关。

(3) 送料单元气动回路图如图 3-1 所示。

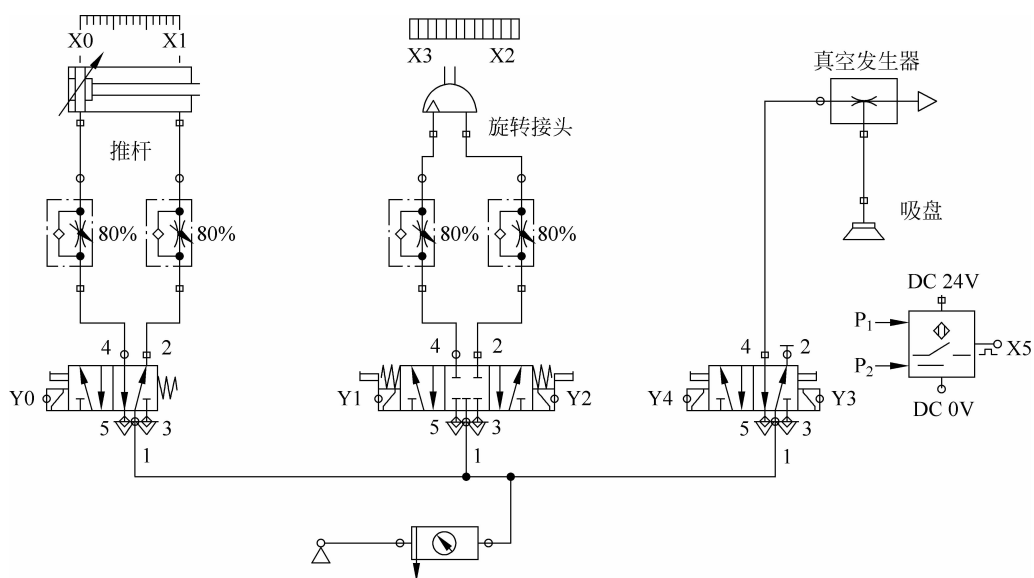


图 3-1 送料单元气动回路图

2. 检测单元气动回路的构建

- (1) 执行元件：3 个双作用直线汽缸、1 个单作用直线汽缸。
- (2) 控制元件：1 个三位五通双控电磁换向阀，3 个二位五通单控电磁换向阀，6 个单向节流阀，4 个传感器作为位置检测。
- (3) 检测单元气动回路图如图 3-2 所示。

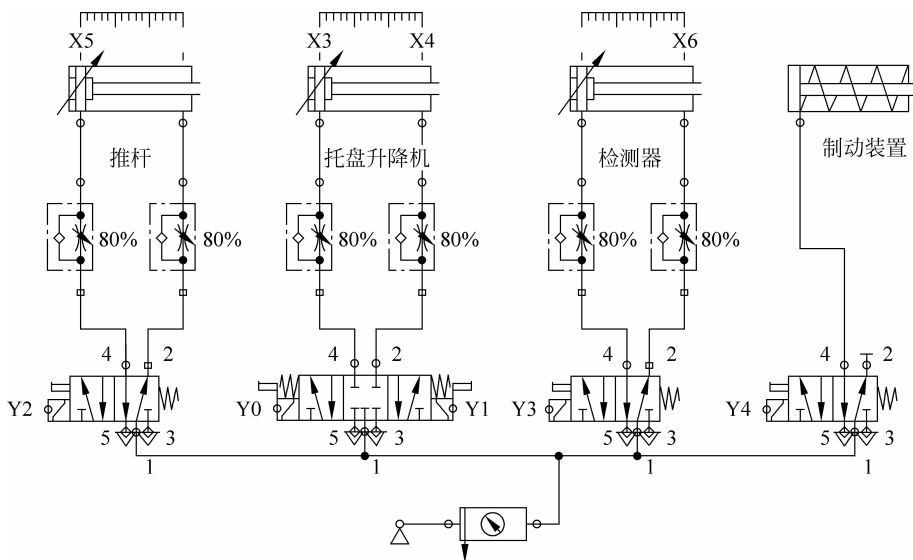


图 3-2 检测单元气动回路图

3. 加工单元气动回路的构建

- (1) 执行元件：3 个双作用直线汽缸。
- (2) 控制元件：1 个二位五通双控电磁换向阀, 2 个二位五通单控电磁换向阀, 6 个单向节流阀, 6 个传感器作为位置检测。
- (3) 加工单元气动回路图如图 3-3 所示。

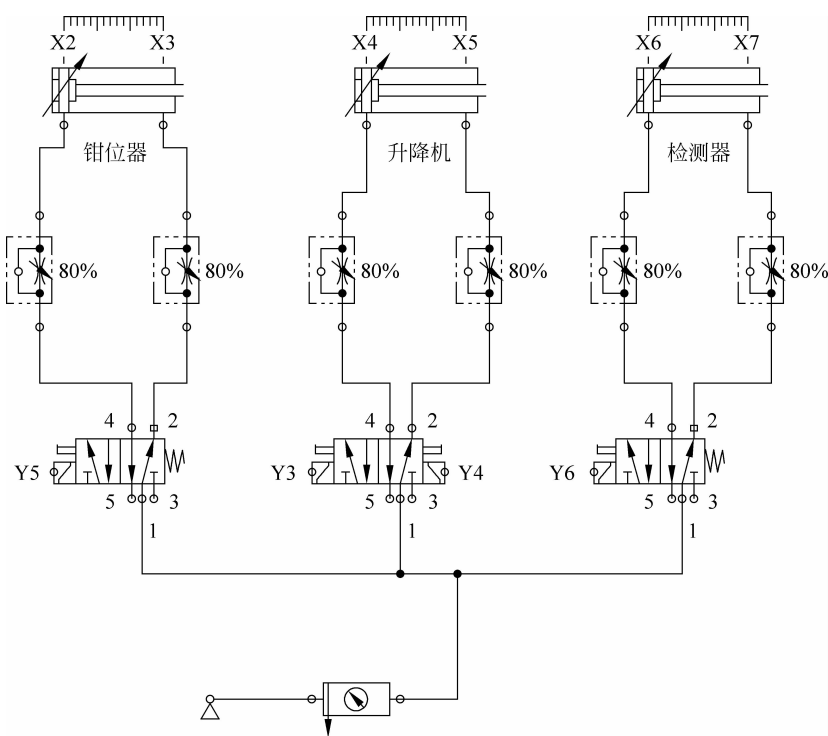


图 3-3 加工单元气动回路图

4. 提取单元气动回路的构建

- (1) 执行元件：2 个双作用直线汽缸, 1 个摆动汽缸, 1 个真空发生器和 1 个吸盘。
- (2) 控制元件：3 个二位五通双控电磁换向阀, 1 个二位五通单控电磁换向阀, 7 个单向节流阀, 6 个传感器作为位置检测和 1 个压力开关。
- (3) 提取单元气动回路图如图 3-4 所示。

5. 分配单元的气动回路的构建

- (1) 执行元件：2 个双作用直线汽缸, 1 个单作用直线汽缸。
- (2) 控制元件：3 个二位五通单控电磁换向阀, 5 个单向节流阀, 4 个传感器作为位置检测。
- (3) 分配单元气动回路图如图 3-5 所示。

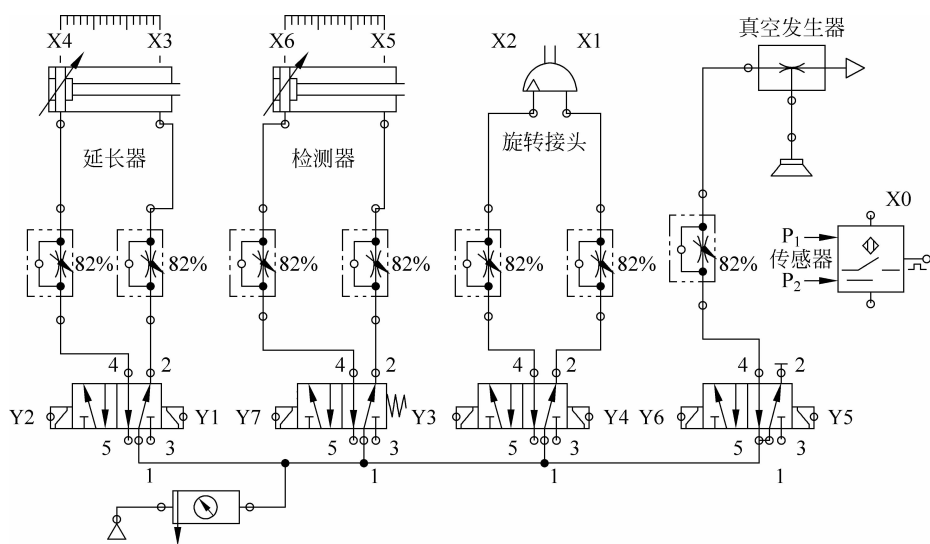


图 3-4 提取单元气动回路图

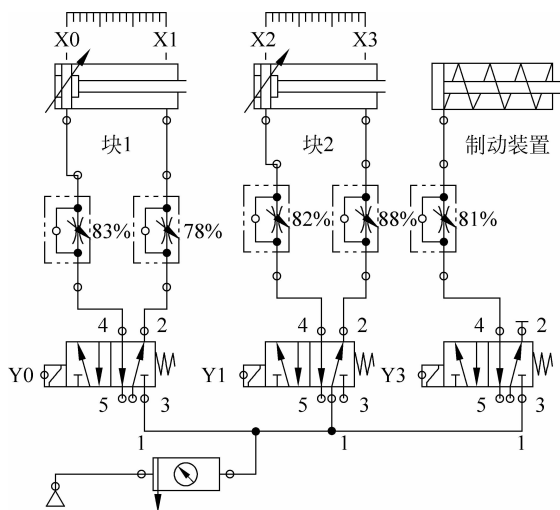


图 3-5 分配单元气动回路图

二、相关理论知识

（一）气动系统

1. 气动概述

气动技术是以压缩空气作为动力源,驱动气动执行元件完成一定的运动规律的应用技术。气动系统的能源介质为压缩空气,利用各种元件组成具有各种不同控制功能的基本回路,再由若干基本回路组成传动系统来进行能量转换、传递和控制。气动技术在工业

生产中的应用十分广泛,它主要应用在化工产品的生产中;用于人不宜到达的地方,如高温、危险的劳动场所;用于高速重复的运动机械中;用在农业设备、食品业、机械行业的剪、切、铆和医学领域等。

2. 气动系统的组成

气动系统由气压发生装置、执行元件、控制元件和辅助元件四大部分组成,如图 3-6 所示。

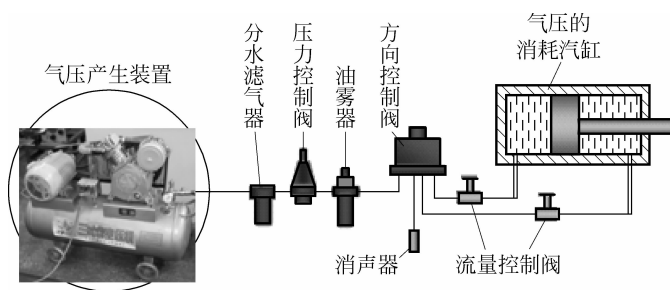


图 3-6 气动系统组成

1) 气压发生装置

气压发生装置(简称空压站)是获得压缩空气的能源装置,由空气压缩机和气源净化设备组成,如图 3-7 所示。

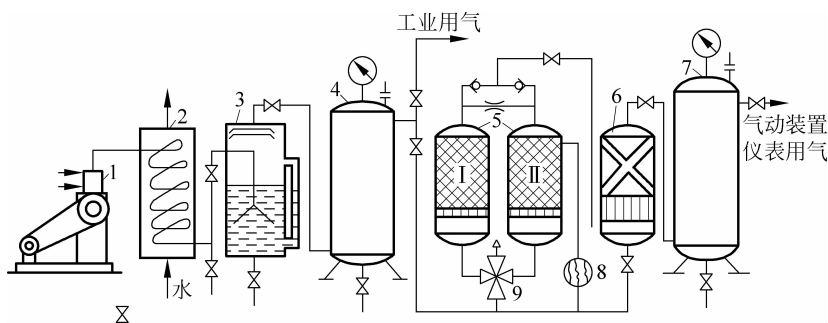


图 3-7 空压站净化流程示意图

1—压缩机; 2—冷却器; 3—分离器; 4、7—储气罐; 5—干燥器;
6—过滤器; 8—加热器; 9—四通阀

(1) 空气压缩机: 将原动机(电机或内燃机)的机械能转化为压缩空气的压力能。按工作原理分类,可分为容积式空压机和速度式空压机。容积式空压机的工作原理是使压缩空压机中气体单位体积内空气分子的密度增加以提高压缩空气的压力。速度式空压机的工作原理是提高气体的流度以此增加气体的动能,然后将气体的动能转化为压力能以提高压缩空气的压力。

(2) 气源净化设备: 主要包括空气过滤器、冷却器、油水分离器、空气干燥器等元件。分别起到过滤压缩空气中的灰尘和杂质,降低压缩空气的温度,除去压缩空气的水分、油分、污染杂质以及吸附水蒸气等作用。

① 空气过滤器：空气在进入压缩机之前，必须经过空气过滤器，过滤去除其中所含的灰尘和杂质，以避免磨损而使汽缸和活塞环过量损耗。过滤的原理：根据固体物质和空气分子的大小和质量不同，利用惯性阻隔和吸附的方法，将灰尘和杂质与空气分离。空气过滤器由壳体 and 滤芯组成。滤芯通常由纸质、织物、陶瓷、泡沫塑料、金属等材料制成。按过滤等级分类，过滤器可分为一次过滤器和二次过滤器。一次过滤器：通常采用纸质、金属滤芯，滤灰率为 50%~70%，在空气压缩机的进气端使用。二次过滤器：在空气压缩机的输出端使用，滤灰率为 70%~90%，高效过滤器滤灰率可达 90%。

② 冷却器：冷却器安装在空压机的输出管路上，用于降低压缩空气的温度，并使压缩空气中的大部分水汽、油气冷凝成水滴、油滴，以便经油水分离器(除油器)析出。冷却器一般用间接式水冷换热器，其结构形式有列管式、套管式、散热片式和蛇管式等。蛇管式冷却器结构简单，使用维护方便，使用于流量较小的任何压力范围，应用最广泛。

③ 油水分离器(除油器)：除油器用于分离压缩空气中所含的油分和水分。工作原理：当压缩空气进入除油器后，产生流向和流速的急剧变化，再依靠惯性作用，将密度比压缩空气大的油滴和水滴分离出来。

④ 空气干燥器：空气干燥器是吸收和排除压缩空气中的水分和部分油分与杂质，使湿空气变成干空气的装置。压缩空气的干燥方法主要有机械法、离心法、冷冻法和吸附法等。机械法和离心法的原理基本上与除油器的工作原理相同。目前，工业上常用的是冷冻法和吸附法。

2) 执行元件

执行元件是以压缩空气为工作介质，并将压缩空气的压力能转变为机械能的能量转换装置，主要包括汽缸(提供直线往复运动)、气电机(提供连续回转运动)、摆动电机(提供不连续的回转运动)。

(1) 单作用汽缸工作原理。单作用汽缸在缸盖一端气口输入压缩空气使活塞杆伸出(或缩回)，而另一端靠弹簧、自重或其他外力等使活塞杆恢复到初始位置。单作用汽缸只在动作方向需要压缩空气，故可节约一半压缩空气。主要用在夹紧、退料、阻挡、压入、举起和进给等操作上。单作用汽缸如图 3-8 所示。

(2) 双作用汽缸工作原理。汽缸两个方向的运动都是通过压缩空气实现的，它的两端具有缓冲，通过缓冲调节装置，可以调节其终端缓冲。汽缸活塞上永久磁铁可用于驱动磁感应传感器动作。双作用汽缸如图 3-9 所示。

(3) 无杆汽缸，主要分为机械接触式和磁性耦合式两种。通常将磁性耦合无杆汽缸称为磁性汽缸。机械接触式无杆汽缸(如图 3-10 所示)的工作原理：在汽缸筒轴向开有一条槽，与普通汽缸一样，在汽缸两端设置空气缓冲装置。活塞 5 带动与负载相连的滑块 6 一起在槽内移动，且借助缸体上的一管状沟槽防止产生旋转，为了防泄漏及防尘需要，在开口部采用内侧密封带 3 和外侧密封带 4，并固定在两端盖上。这种汽缸占据的空间小，不需要设置防转动机构，适用缸径为 8~80mm，汽缸运动速度高，可达 2m/s。由于负载与活塞是由在汽缸槽内运动的滑块连接的，因此在使用时必须考虑其径向和轴向负载。为了增加负载能力，必须增加导向机构。磁性耦合的无杆汽缸工作原理是在活塞上安装了一组高磁性的永久磁环，磁力线通过薄壁缸筒(不锈钢或铝合金非导磁材料)与套在外

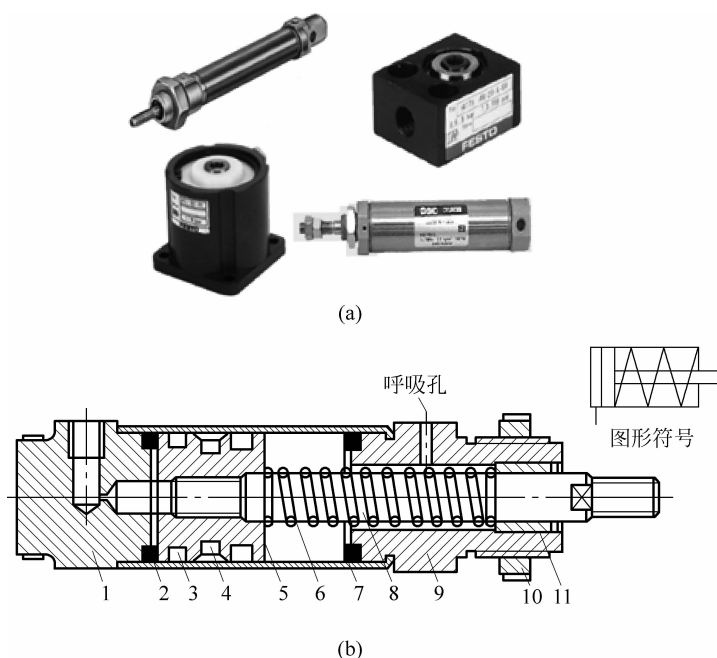


图 3-8 单作用汽缸外形图与结构原理图

1—后缸盖；2—橡胶缓冲垫；3—活塞密封圈；4—导向环；5—活塞；6—弹簧；
7—缸筒；8—活塞杆；9—前缸盖；10—螺母；11—导向套

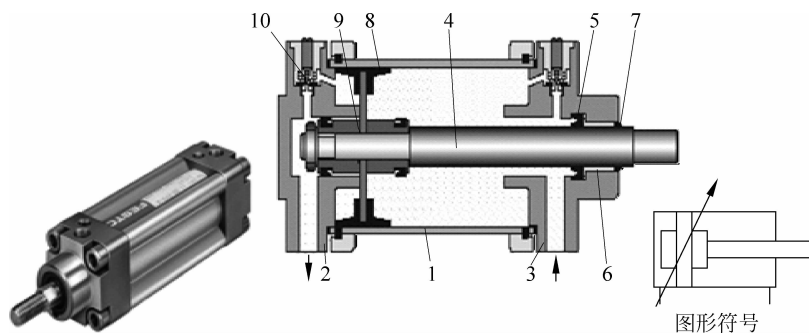


图 3-9 普通型单活塞杆双作用汽缸

1—缸筒；2—后缸盖；3—前缸盖；4—活塞杆；5—防尘密封圈；6—导向套；
7—密封圈；8—活塞；9—缓冲柱塞；10—缓冲节流阀

面的另一组磁环作用。由于两组磁环极性相反具有很强的吸力,当活塞在一侧输入气压作用下移动时,则在磁耦合力作用下,带动套筒与负载一起移动。在汽缸行程两端设有空气缓冲装置,如图 3-11 所示。

(4) 带磁性接近开关的汽缸是指在汽缸的活塞上装有一个永久磁环,而将磁性开关装在汽缸的缸筒外侧,其余和一般汽缸并无两样。汽缸可以是各种型号的,但缸筒必须是导磁性弱、隔磁性强的材料,如铝合金、不锈钢、黄铜等。当随汽缸移动的磁环靠近磁性开

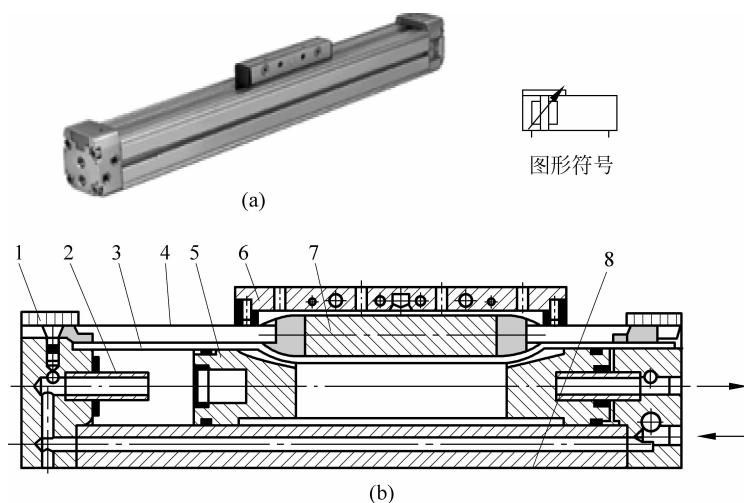


图 3-10 机械接触式无杆汽缸结构图

1—节流阀；2—缓冲柱塞；3—内侧密封带；4—外侧密封带；5—活塞；6—滑块；7—活塞缸；8—缸筒

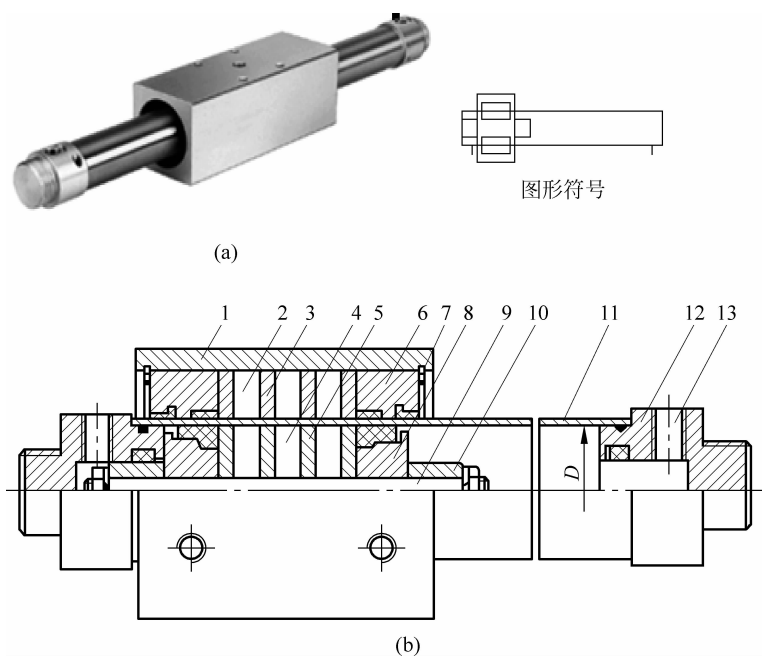


图 3-11 磁性无活塞杆汽缸结构图

1—套筒(移动支架)；2—外磁环(永久磁铁)；3—外导磁板；4—内磁环(永久磁铁)；5—内导磁板；6—压盖；7—卡环；8—活塞；9—活塞轴；10—缓冲柱塞；11—汽缸筒；12—端盖；13—进排气口

关时,舌簧开关的两根簧片被磁化而触点闭合,产生电信号;当磁环离开磁性开关后,簧片失磁,触点断开,这样可以检测到汽缸的活塞位置而控制相应的电磁阀动作。图 3-12 为带磁性开关汽缸的工作原理图。

(5) 摆动汽缸是输出轴被限制在某个角度内作往复摆动的一种汽缸,又称为旋转汽缸。摆动汽缸目前在工业上应用广泛,多用于安装位置受到限制,或转动角度小于 360° 的回转工作部件,其动作原理是将压缩空气的压力能转变为机械能。常用摆动汽缸的最大摆动角度分为 90° 、 180° 、 270° 三种规格。按照摆动汽缸的结构特点可分为齿轮齿条式和叶片式两类。

① 齿轮齿条式摆动汽缸:有单齿条和双齿条两种。图 3-13(b)为单齿条式摆动汽缸的结构原理图,压缩空气推动活塞 6 带动齿条 3 作直线运动,齿条 3 则推动齿轮 4 作旋转运动,由输出轴 5(齿轮轴)输出力矩。输出轴与外部机构的转轴相连,让外部机构作摆动。摆动汽缸的行程终点位置可调,且在终端可调缓冲装置,缓冲大小与汽缸摆动的角度无关,在活塞上装有一个永久磁环,行程开关可固定在缸体的安装沟槽中。图 3-13(a)为单齿条式摆动汽缸外形图。

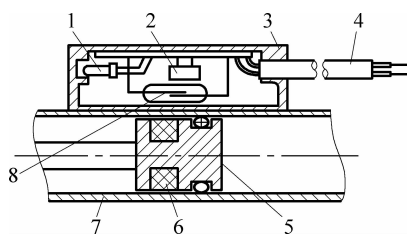


图 3-12 带磁性开关汽缸的工作原理图

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

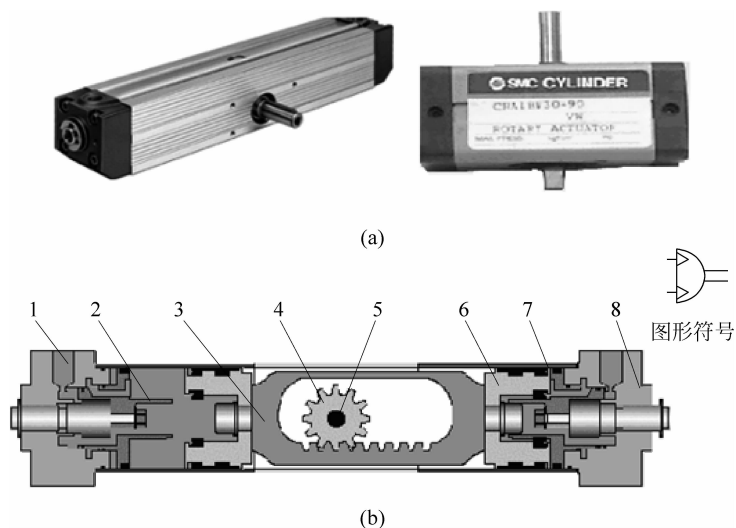


图 3-13 齿轮齿条式摆动汽缸

1—缓冲节流阀；2—缓冲柱塞；3—齿条；4—齿轮；5—输出轴；
6—活塞；7—缸体；8—端盖

② 叶片式摆动汽缸可分为单叶片式、双叶片式和多叶片式。叶片越多,摆动角度越小,但扭矩却要增大。单叶片型输出摆动角度小于 360° ,双叶片型输出摆动角度小于 180° ,三叶片型则在 120° 以内。图 3-14(b)、(c)分别为单、双叶片式摆动汽缸的结构原理图。在定子上有两条气路,当左腔进气时,右腔排气,叶片在压缩空气作用下逆时针转动;反之,作顺时针转动。旋转叶片将压力传递到驱动轴上作摆动。可调节止动装置与旋转叶片的对角度相互独立,从而使得挡块可以调节摆动角度大小。在终端位置,弹性缓冲垫可对冲击进行缓冲。图 3-14(a)为叶片式摆动汽缸的外形图。

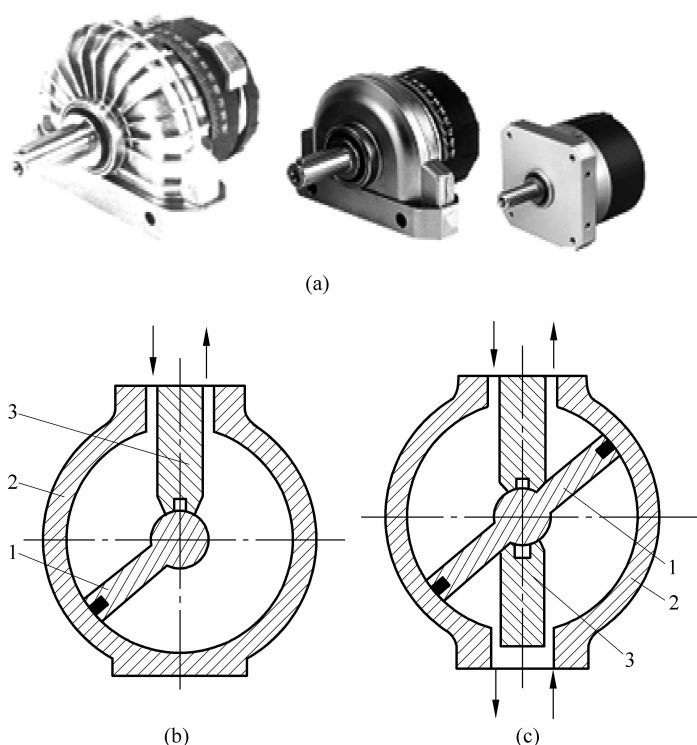


图 3-14 叶片式摆动汽缸的外形与结构图

1—叶片；2—定子；3—挡块

(6) 气爪。气爪也叫气动手指,气爪能实现各种抓取功能,是现代气动机械手的关键部件,如图 3-15 所示。气爪的特点是:所有的结构都是双作用的,能实现双向抓取,可自动对中,重复精度高;抓取力矩恒定;在手指驱动汽缸两侧可安装非接触式检测开关;有多种安装、连接方式。

① 图 3-15(a)所示为 FESTO 平行气爪,平行气爪通过两个活塞工作,两个气爪对心移动。这种气爪可以输出很大的抓取力,既可用于内抓取,也可用于外抓取。

② 图 3-15(b)所示为 FESTO 摆动气爪,内外抓取 40° 摆角,抓取力大,并确保抓取力矩始终恒定。

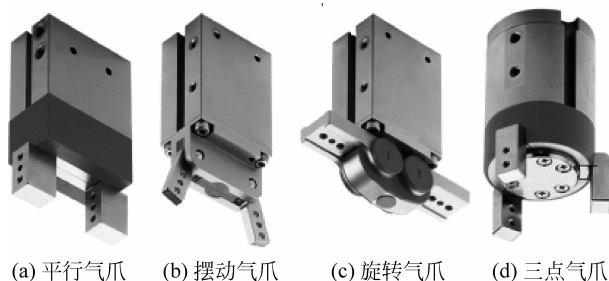


图 3-15 气爪外形图