

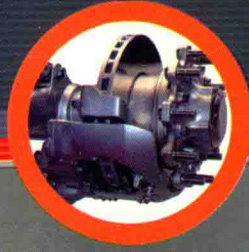
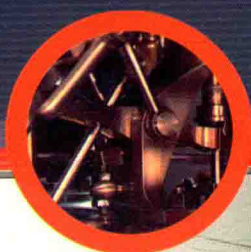


“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

气动与液压实训

QIDONG YU YEYA SHIXUN

◎ 周建清 杨永年 主编



配教学资源包



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

气动与液压实训

主 编	周建清	杨永年	
副主编	王金娟	陈东红	
参 编	姚静玉	周淑红	严亚东
	庄 春	于晓平	洪 剑
主 审	李 成		



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是“十二五”职业教育国家规划教材,是根据《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》及教育部新颁布的《高等职业学校专业教学标准(试行)》编写的。

全书分2个单元,共12个项目,包括气动平口钳、客车车门、送料装置、切割机、压装装置、颜料调色振动机、汇集装置、全自动钻床、传送带方向校正装置、压合装置、升降缸缓冲装置、包裹提升装置控制回路的安装与调试。通过12个项目将气动与液压的基础知识、换向控制、压力控制、行程控制、位置控制、速度控制、时间控制及顺序控制等内容根据工作任务及技能建构的序列进行了重新编排,同时根据企业实际,融入了PLC控制技术,真正实现液、气、电合一。

为便于教学,本书配套有电子教案、助教课件等教学资源,选择本书作为教材的教师可来电(010-88379195)索取,或登录 www.cmpedu.com 网站,注册、免费下载。

本书可作为高等职业院校机械设计制造类、机电设备类专业教学使用。

图书在版编目(CIP)数据

气动与液压实训/周建清,杨永年主编. —北京:机械工业出版社, 2014.8

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-111-46711-3

I. ①气… II. ①周…②杨… III. ①气动技术-高等职业教育-教材②
液压控制-高等职业教育-教材 IV. ①TH138②TH137

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第099470号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:高倩 责任编辑:张晓媛 版式设计:霍永明

责任校对:樊钟英 封面设计:张静 责任印制:李洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2014年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·19.5印张·476千字

0001—2000册

标准书号:ISBN 978-7-111-46711-3

定价:39.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前言

本书是按照《教育部关于开展“十二五”职业教育国家规划教材选题立项工作的通知》，经过出版社初评、申报，由教育部专家组评审确定的“十二五”职业教育国家规划教材，是根据《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》及教育部新颁布的《高等职业学校专业教学标准（试行）》编写的。

本书遵循学生的认知规律，打破传统的学科课程体系，坚持“工学结合、校企合作”的人才培养模式，模拟企业生产环境，渗透企业文化，采取项目化的形式对气动与液压的知识和技能进行重新建构，重点强调学生职业习惯、职业素养的养成。本书具有以下特点：

1) 呈现形式新颖，表现手法创新。坚持以学生为主体，激发学生的学习兴趣。教材模仿企业的作业指导书，将操作步骤、作业工艺图解化，配有简单的词条解释，直观明了、通俗易懂。

2) 常见的气动与液压元件齐全，重点学习其基本结构、符号和型号命令，更符合企业人才的需求规格。

3) 常用的气动与液压控制原则全覆盖。通过 12 个项目涵盖气动与液压技术的基本控制原则和控制回路，充分保障基本知识和基本技能的学习。

4) 拓展内容到位。通过拓展提高，补充学习气动与液压元件、控制回路，弥补项目式教材知识体系不完整的缺陷。每个项目均配有习题，方便巩固所学知识。

5) 控制回路齐全，可操作性强。每一个项目都是一个完整的小型生产设备，包含气动、液压回路和电气控制回路，教材不仅有气动、液压回路的操作指导，同样重视电气控制技术的应用，达到气、液、电技术的相互渗透，使学生对照此教材能顺利完成任务。

6) 充分体现新技术的应用，教材设计了 12 个项目，其中手动控制、继电器控制项目有 6 个，PLC 控制项目有 6 个，充分体现了新技术的应用，更符合企业的实际生产，贴近企业的人才需求，达成培养目标。

全书共 12 个项目，由武进技师学院周建清、杨永年担任主编，武进技师学院王金娟、亚龙科技集团高级工程师陈东红担任副主编，武进技师学院姚静玉、周淑红、严亚东、庄春、于晓平、洪剑参与了教材的编写。全书由武进技师学院李成担任主审。

编写过程中，编者参阅了有关教材和资料，得到了武进技师学院领导、武进技师学院电子技术应用专业名师工作室成员的大力支持与帮助，在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一单元 气动控制装置的安装与调试	1
项目一 气动平口钳控制回路的安装与调试	3
项目二 客车车门控制回路的安装与调试	28
项目三 送料装置控制回路的安装与调试	48
项目四 切割机控制回路的安装与调试	67
项目五 压装装置控制回路的安装与调试	93
项目六 颜料调色振动机控制回路的安装与调试	130
项目七 汇集装置控制回路的安装与调试	150
项目八 全自动钻床控制回路的安装与调试	170
第二单元 液压控制装置的安装与调试	197
项目九 传送带方向校正装置控制回路的安装与调试	199
项目十 压合装置控制回路的安装与调试	228
项目十一 升降缸缓冲装置控制回路的安装与调试	252
项目十二 包裹提升装置控制回路的安装与调试	277
附录 常用液压与气动元件图形符号	298
参考文献	305

第一单元

▶▶ 气动控制装置的安装与调试

项目一 气动平口钳控制回路的安装与调试

学习目标

1. 认识气源及气源处理装置，知道它们的结构、符号和型号，并学会识别、安装及使用。
2. 认识二位五通单气控换向阀、二位三通手动换向阀、节流阀等气动控制元件，知道它们的结构、符号和型号，并会识别、安装及使用。
3. 认识双作用单出杆气缸等气动执行元件，知道它们的结构、符号和型号，并会识别、安装及使用。
4. 会识读气动平口钳气动回路图，并能说出其控制回路的动作过程。
5. 会根据气动平口钳气动回路图、设备布局图正确安装、调试其控制回路。
6. 拓展认识二位五通手动换向阀，并学会气动直接控制的平口钳气动回路。

项目简介

某气动平口钳的外形如图 1-1 所示，它是一种以气压为动力，通过气缸的活塞杆伸出，产生顶力夹紧零件的装置。气动平口钳的结构如图 1-2 所示，它由钳口、钳身、气管接头、换向阀、气缸等组成。通过气控换向阀改变气缸的气流通道，使活塞杆的移动方向发生改变，从而驱动钳口的夹紧与放松。

当气缸的无杆腔进气、有杆腔排气时，其活塞杆伸出，平口钳夹紧；当气缸的有杆腔进气、无杆腔排气时，其活塞杆缩回，平口钳放松。

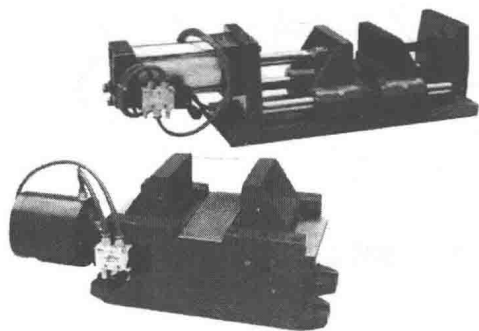


图 1-1 气动平口钳外形图

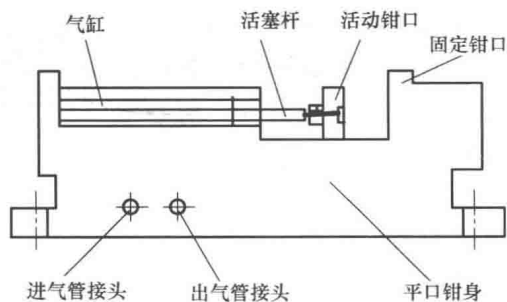


图 1-2 气动平口钳结构图

必备知识

1. 气路元件

(1) 气源装置 产生、处理和储存压缩空气的装置称为气源装置。如图 1-3 所示，气

源装置一般由空气压缩机、后冷却器、油水分离器、气罐、干燥器和过滤器等组成。其中空气压缩机是气源装置的主体部分，其作用是产生具有足够压力和流量的压缩空气，为气动系统提供气压源。图 1-4 为部分空气压缩机的外形图。

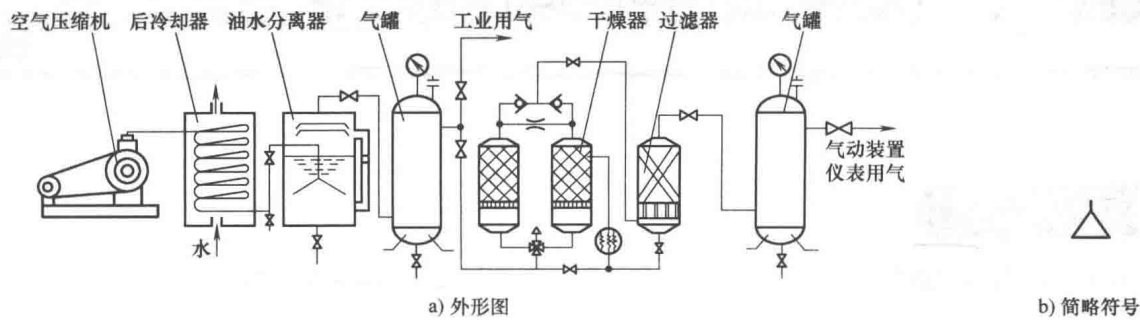


图 1-3 气源装置

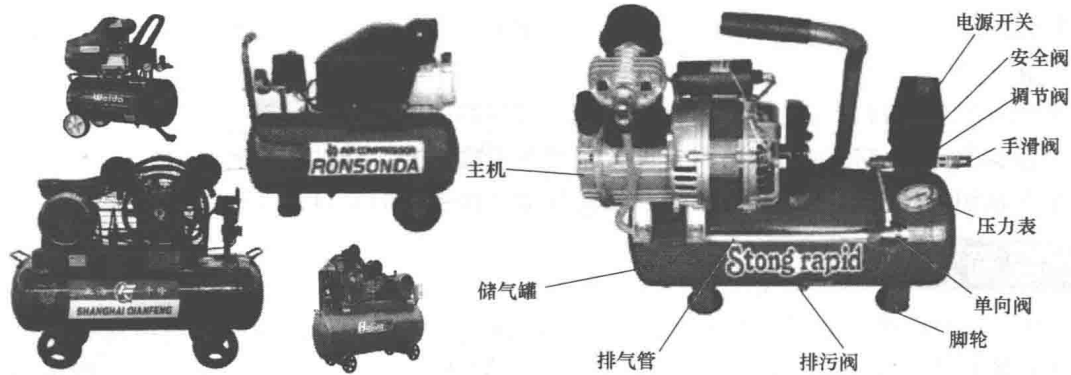


图 1-4 空气压缩机的外形图

如图 1-5 所示，当空气压缩机的主机接通电源后，电动机驱动曲柄旋转，带动活塞移动。当活塞向右移动时，吸气阀开启，外界空气进入气缸内部，这个过程称为吸气过程；当活塞向左移动时，吸气阀关闭，气缸左腔便因容积变小而使压力升高，这个过程称为压缩过程。当气缸内的气体压力增高且高于输出管道内的压力后，排气阀被打开，压缩空气排入管道内，这个过程称为排气过程。活塞往复运动行程一次，即为完成“吸气—压缩—排气”的一个工作循环。

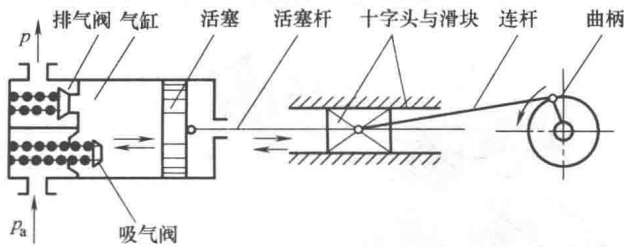


图 1-5 空气压缩机主机工作示意图

(2) 气源处理装置 在实际应用中，通常在气动系统的前面安装气源处理装置，提高气源质量，以满足气动元件对气源质量的要求，而气动三联件（简称三联件）就是其中的一种。

1) 结构与图形符号。由空气过滤器、减压阀和油雾器一起组成的气源处理装置，称为气动三联件，其外形与图形符号如图 1-6 所示。压缩空气流过气动三联件的顺序依次为空气过滤器→减压阀→油雾器，且不能颠倒。这是因为减压阀内部有阻尼小孔和喷嘴，这些小孔容易被杂质堵塞而造成减压阀失灵，故进入减压阀的空气要先通过空气过滤器进行过滤。

PROJECT

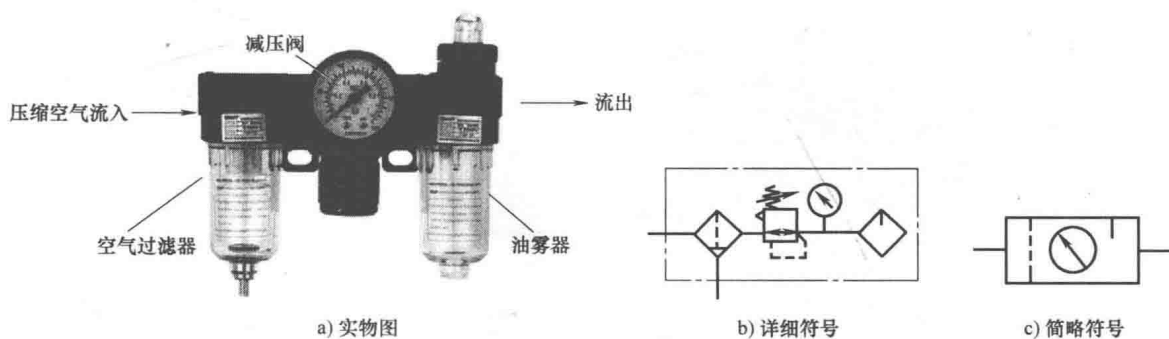


图 1-6 气动三联件的外形与符号

① 空气过滤器。如图 1-7 所示，空气过滤器的作用是滤除压缩空气中的油污、水分和灰尘等杂质。

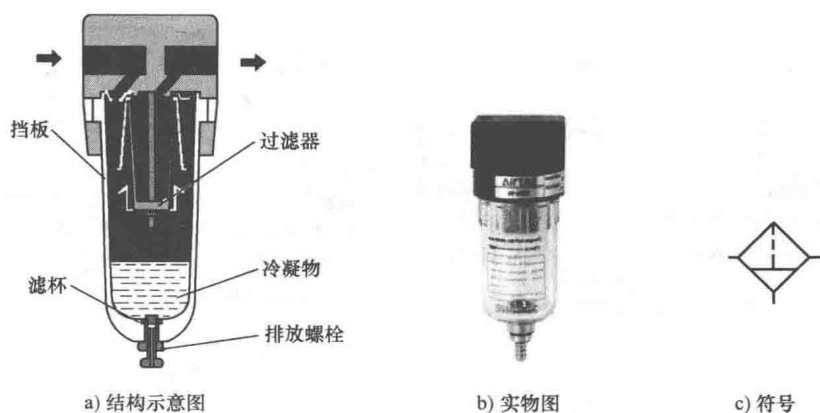


图 1-7 空气过滤器的结构与符号

② 减压阀。如图 1-8 所示，减压阀的作用是对输入的压缩空气进行减压，并将之调节至气动系统所需的压力。

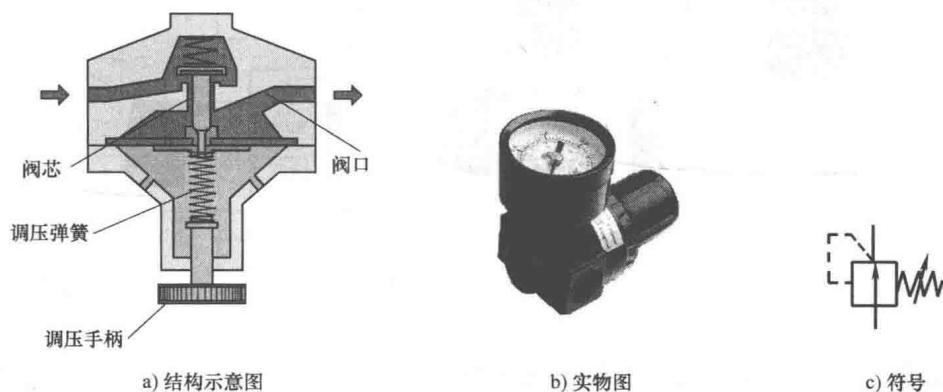


图 1-8 减压阀（带压力表）的结构与符号

③ 油雾器。如图 1-9 所示，油雾器是一种特殊的注油装置，它以压缩空气为动力，将润滑油的油滴喷射成雾状，并混合于压缩空气中，使该压缩空气具有润滑气动元件的能力。

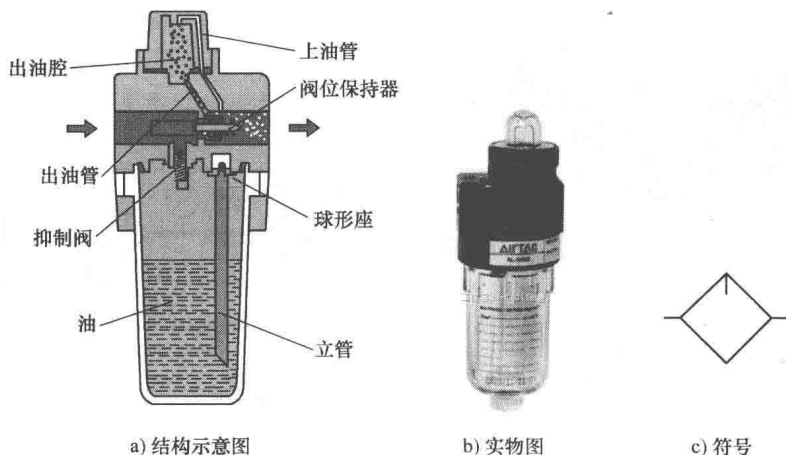


图 1-9 油雾器的结构与符号

2) 型号。AC2000—M—W 型气动三联件的型号及其含义如下：

AC	2000	—	M	W	—	□	—	□
系列代号	接管口径		排水方式	过滤精度		压力表刻度单位		牙型代码
AC:A系列调理组合 BC:B系列调理组合	1500:PT1/8 2000:PT1/4 3000:PT3/8 4000:PT1/2		空白:差压排水 M:手动排水 A:自动排水	空白:40μm级 W:5μm级		空白:MPa P:psi B:bar Z:双刻度(psi、kgf/cm ²)		空白:PT牙 T:NPT牙 G:G牙

(3) 二位五通单气控换向阀 图 1-10 所示为二位五通 (5/2) 单气控换向阀，是一种利用气体压力使阀芯移动，实现换向的气动控制元件。

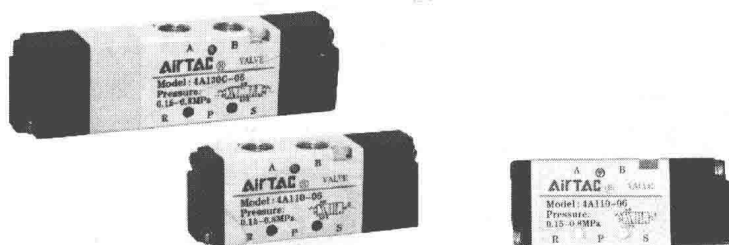


图 1-10 二位五通单气控换向阀

1) 结构与符号。图 1-11 所示的二位五通单气控换向阀有 1 个进气口 (数字标识 1)、2 个工作口 (数字标识 2、4)、2 个排气口 (数字标识 3、5) 和一个控制口 (数字标识 14)。常态时，控制口 14 无气控信号，阀芯在复位弹簧的作用下移至阀体的左侧，进气口 1 和工作口 2 相通，工作口 4 和排气口 5 相通；当控制口 14 有气控信号时，阀芯克服弹簧力移至阀体的右侧，进气口 1 与工作口 4 相通，工作口 2 与排气口 3 相通，实现气路的换向功能。

图 1-12 所示为 4A110—06 型二位五通单气控换向阀的铭牌。根据连接口的标识可以识读阀的符号及其工作位置，图 1-13 所示为 4A110—06 型二位五通单气控换向阀的图形符号，

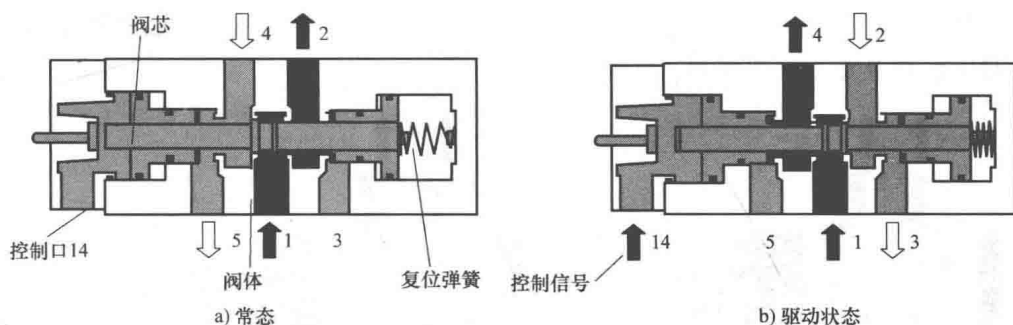


图 1-11 二位五通单气控换向阀结构示意图

它的表达方式见表 1-1，换向阀的控制方式见表 1-2。图形符号中的弹簧表示此阀的复位方式为弹簧复位，复位方式与控制方式分别画在图形符号的两侧。

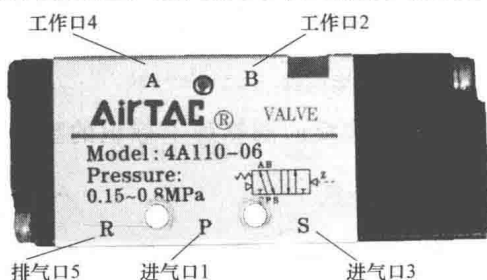


图 1-12 4A110-06 型二位五通单气控换向阀的铭牌

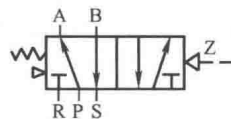


图 1-13 4A110-06 型二位五通单气控换向阀的图形符号

表 1-1 换向阀图形符号的表达方式

名 称	基本符号	含 义
位		方块表示阀门的切换位置
		方块的数目表示阀门可切换的位置数目
流通		方块内直线表示压缩空气的流通过程, 箭头表示流通方向
切断		方块内横竖短线表示压缩空气流动路径的切断位置
接口和初始位置		方块外面所绘的短线表示阀门的接口(入口和出口), 绘有接口的方块表示阀门的初始位置

表 1-2 换向阀的控制方式

类 别	名 称	图 形 符 号
气控式	直接加压控制	

根据 4A110-06 型二位五通单气控换向阀铭牌上的符号及上述表达方式，便可看出其动作过程。如图 1-14 所示，当控制口 Z 无气控信号时，换向阀在弹簧力的作用下处于常态位

置, 进气口 P 与工作口 A 相通; 工作口 B 与排气口 S 相通。当控制口 Z 有气控信号时, 进气口 P 与工作口 B 相通; 工作口 A 与排气口 R 相通。

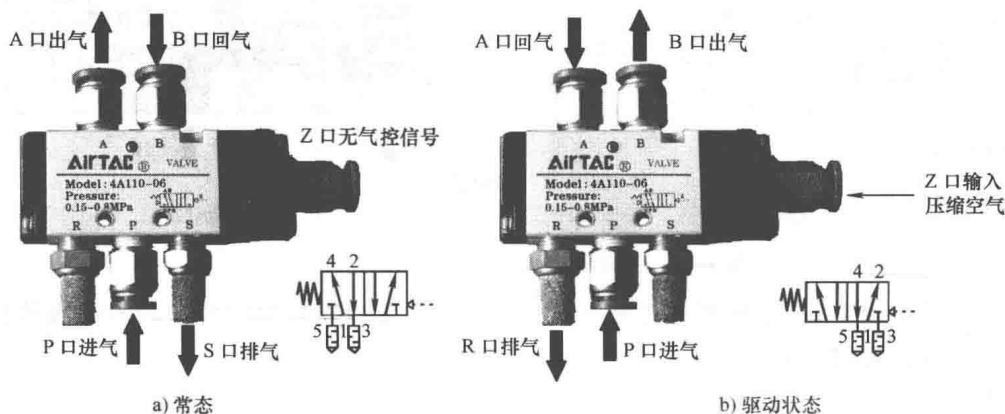


图 1-14 4A110—06 型二位五通单气控换向阀

2) 型号。图 1-15 所示为 4A110—06 型二位五通单气控换向阀铭牌上标识的型号, 其含义如下:

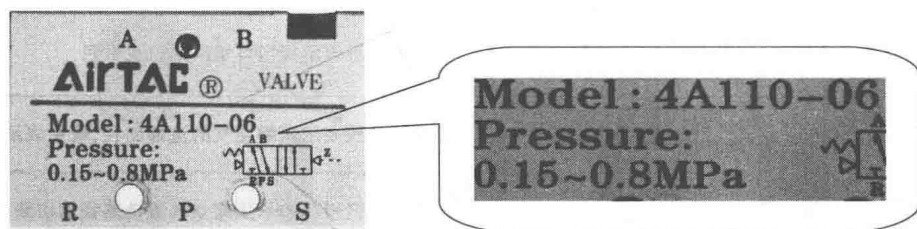
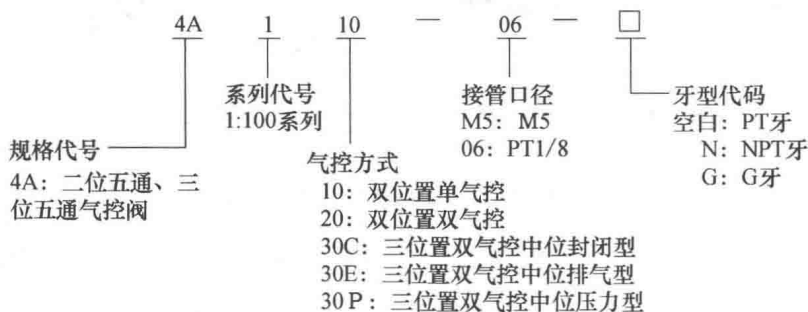


图 1-15 4A110—06 型二位五通单气控换向阀的型号

(4) 二位三通手动换向阀 图 1-16 所示为二位三通机械换向阀, 它是一种是利用机动 (行程挡块) 或手动 (人力) 使阀产生切换动作的气动控制元件。

1) 结构与符号。二位三通手动换向阀是一种通过手动控制的机械换向阀。如图 1-17a, b 所示, 常态

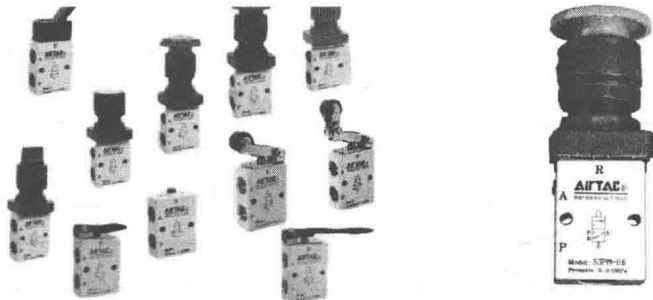


图 1-16 二位三通机械换向阀

下，手动换向阀的弹簧将阀芯压在阀座上，进气口 1 (P) 封闭、工作口 2 (A) 与排气口 3 (R) 相通；如图 1-17d、e 所示，当按下控制按钮后，阀芯向下移动，阀芯与阀座分离，进气口 1 (P) 与工作口 2 (A) 相通、排气口 3 (R) 封闭。

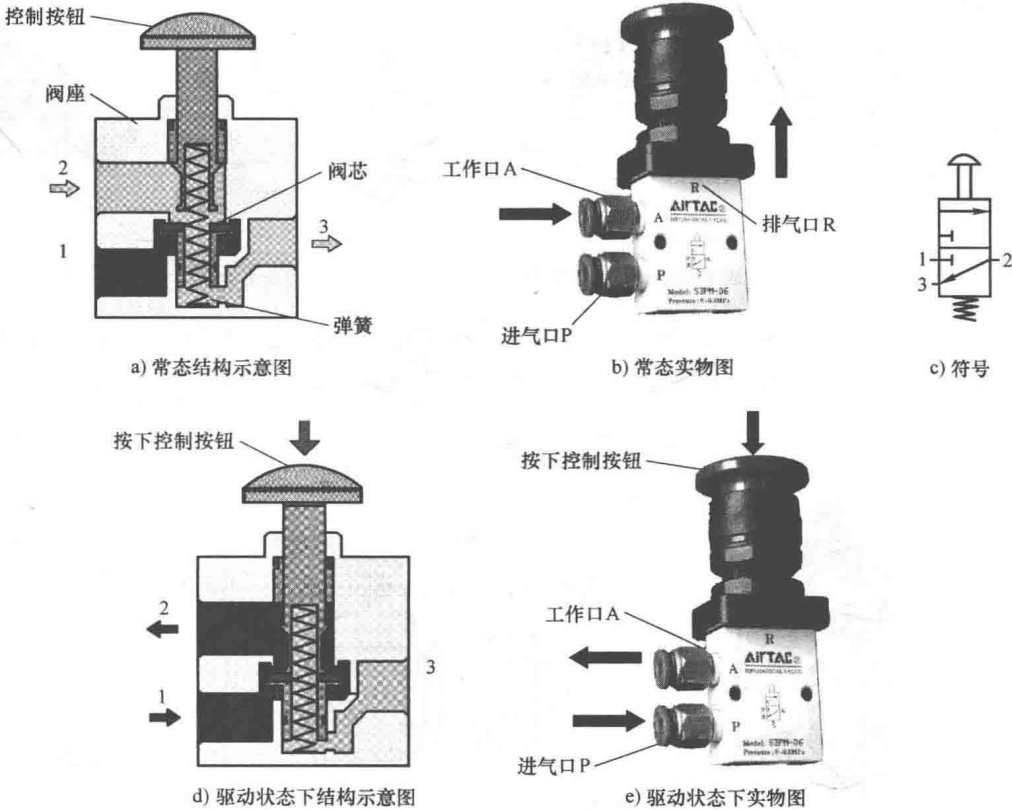


图 1-17 二位三通手动换向阀结构与符号

2) 型号。图 1-18 所示为 S3PM—06R 型二位三通手动换向阀铭牌上标识的型号，其含义如下：



(5) 节流阀 节流阀是一种通过调节阀的开度来限制气动回路流量的控制阀，如图 1-19 所示。

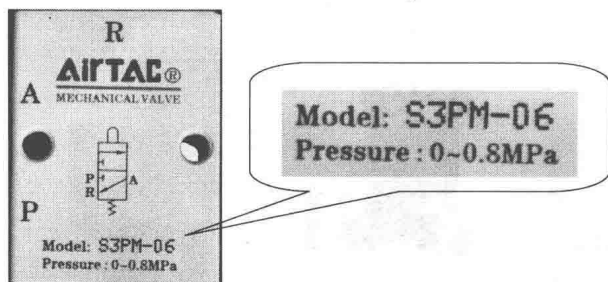


图 1-18 S3PM-06 型二位三通手动换向阀的型号

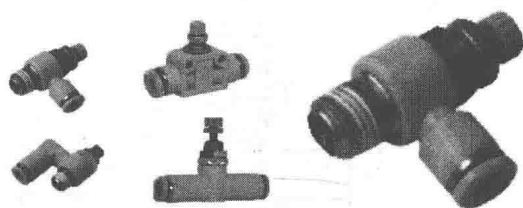


图 1-19 节流阀

1) 结构与符号。如图 1-20 所示，调节节流阀节流口处的流通面积，便可调节其排气流量。节流阀配有调节位置的锁定机构，当流量调节完成后，应将其调节位置用锁紧螺母锁定。

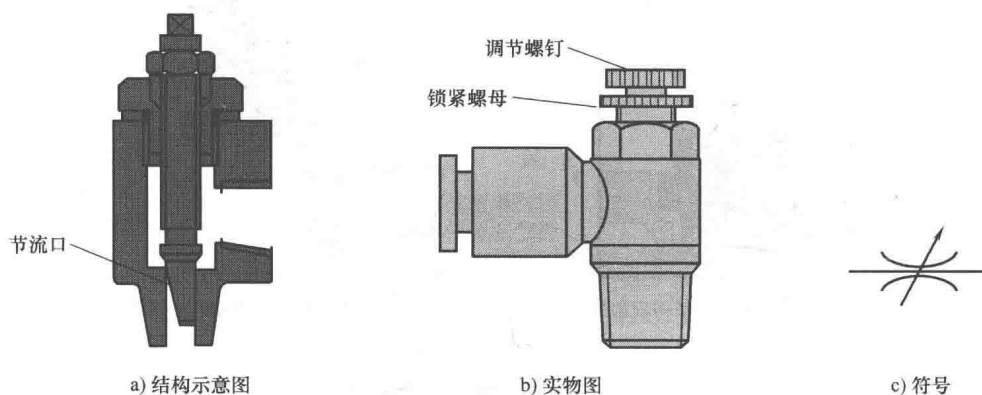


图 1-20 节流阀的结构与符号

2) 型号。ASL8-02B 型节流阀的型号含义如下：

系列代号	ASL	8	—	02	B	节流方式
ASA: 管道节流型		管段规格		螺纹端规格		空白: 排气节流型
ASL: L型(分进气与排气型)						B: 进气节流型
AJSS: 万向节流型						
APA: 管路节流型						
APAM: 带独立分隔板接头						

(6) 双作用单出杆气缸 图 1-21 所示为双作用单出杆气缸，是一种气动系统中应用最为广泛的执行元件，其作用是將压缩空气的压力能转化为机械能，驱动机构作直线往复运动。

1) 结构与符号。如图 1-22a 所示，双作用单出杆气缸主要由活塞杆、活塞、前缸盖、后缸盖、密封圈及缸体等组成。活塞的两侧装有缓冲柱塞，缸盖上装有缓冲套。当气缸运动



图 1-21 双作用单出杆气缸

到端部时，缓冲柱塞进入缓冲套，气缸排气需经缓冲节流阀，排气阻力增加，产生排气背压，形成缓冲气垫，起到缓冲作用。具有双侧缓冲功能的气缸符号如图 1-22b 所示。

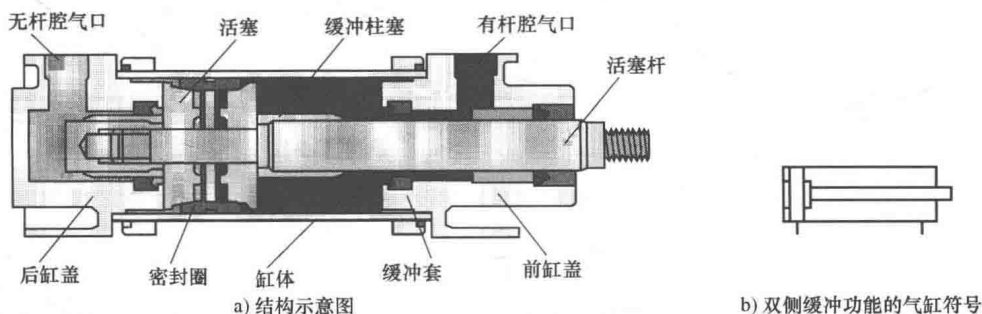


图 1-22 双作用单出杆气缸的结构与符号

如图 1-23 所示，双作用单出杆气缸由两个气口交替执行供气 and 排气任务，气缸在气源的作用下，作双向往复运动。当气缸的无杆腔气口进气，有杆腔气口排气时，气缸的活塞杆伸出；而当气缸的有杆腔气口进气，无杆腔气口排气时，气缸的活塞杆缩回，如图 1-23 所示。值得注意的是，对于气缸而言，必须其中一个气口进气，另一个气口排气，其活塞杆才会产生移动。

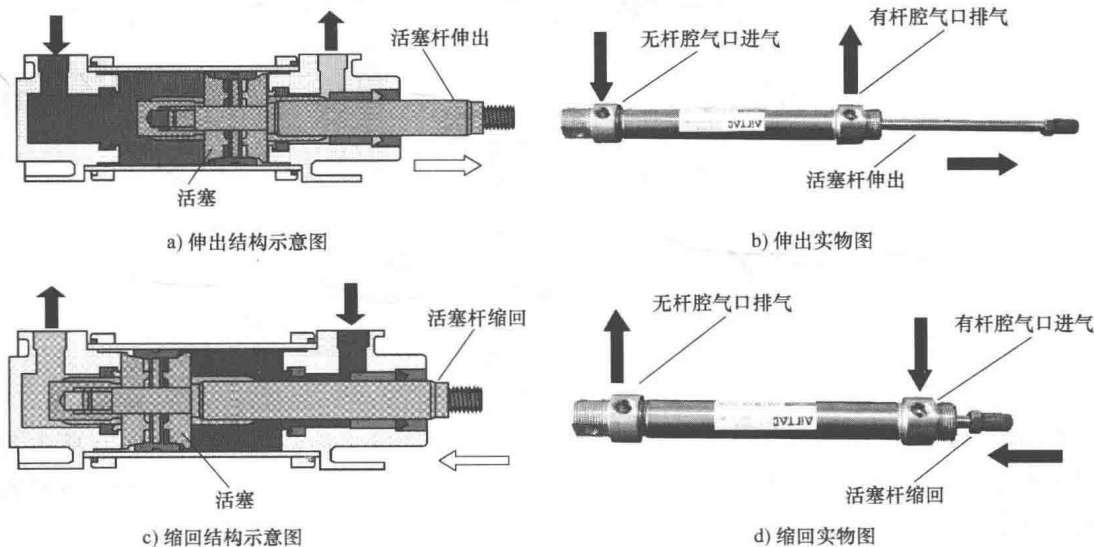


图 1-23 双作用单出杆气缸动作示意图

2) 型号。图 1-24 所示为 MA20 × 100-S-CA 型双作用单出杆气缸铭牌上标识的型号，其含义如下：

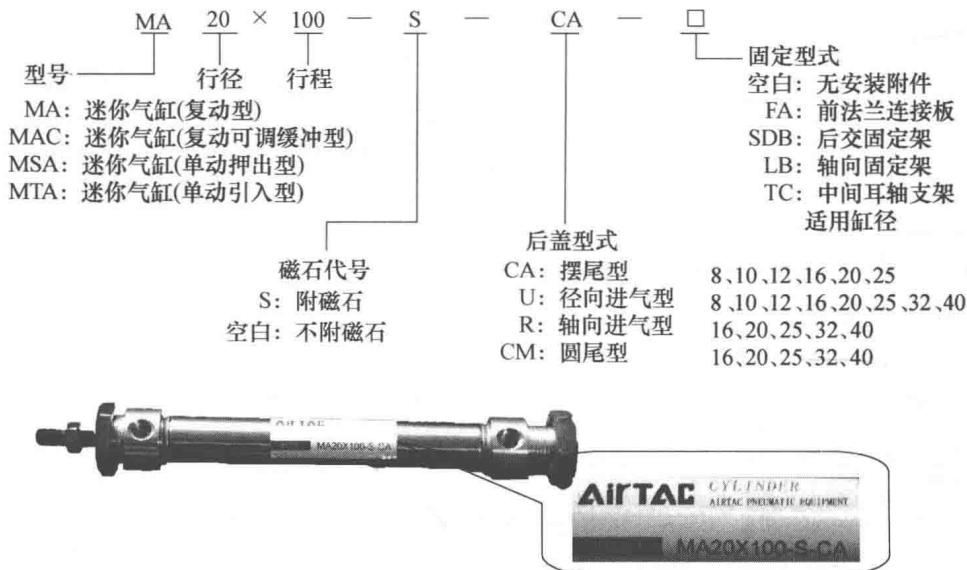


图 1-24 MA20 × 100-S-CA 型双作用单出杆气缸的型号

从气缸的命名含义看，MA20 × 100-S-CA 型气缸属于磁性气缸。磁性气缸的活塞上都有一个永久性磁环，把磁性开关安装在气缸的缸筒上，当活塞往复运动时带动永久性磁环一起运动，磁性开关便能检测到永久性磁环发出的信号，使得开关“接通”或“断开”。

(7) 消声器 在气压系统中，气缸、气阀等元件工作时，排气速度较高，气体体积急剧膨胀，会产生刺耳的噪声。为了消除和减弱这种噪声，应在换向阀的排气口安装消声器，如图 1-25 所示。

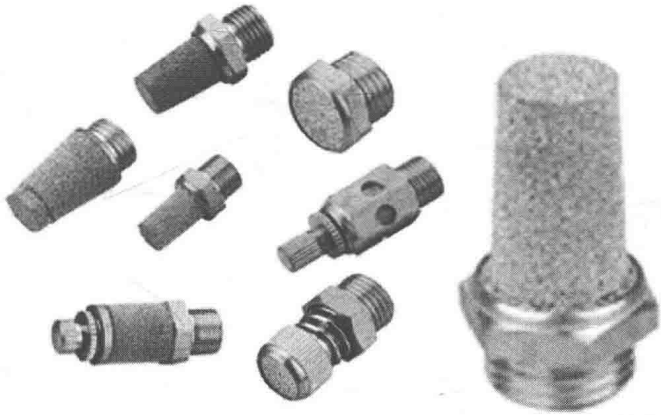


图 1-25 消声器

常用的消声器有 3 种形式：吸收型、膨胀干涉型和膨胀干涉吸收型。图 1-26 所示为吸收型消声器的结构与符号，当有压气体通过消声罩时，气流受到阻力，声能量被部分吸收而转化为热能，从而降低了噪声强度。

2. 气动回路

(1) 气动回路及其组成 图 1-27 所示为气动平口钳的气动回路图，其组成见表 1-3。回路采用气压间接控制方式，其中阀 2 为信号阀，用来控制主控阀阀 1 换向。此回路结构简单，工作可靠。