

机械工程手册

第 36 篇 气 压 传 动

(试 用 本)

机械工程手册
电机工程手册

编辑委员会



机 械 工 业 出 版 社

I-62

/36

机械工程手册

第 36 篇 气压传动

(试 用 本)

机械工程手册
电机工程手册 编辑委员会



机械工业出版社

本篇主要介绍气压传动系统常用元件及系统设计，总结了国内的实践经验，概括了常用的气动基本回路及行程程序控制回路的设计。并介绍了一些典型实例。气动元件的介绍侧重于当前国内联合设计的产品结构。

机 械 工 程 手 册

第 36 篇 气 压 传 动

(试 用 本)

第一机械工业部机床研究所

上 海 工 业 大 学

主 编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ · 印张 $5^{3/4}$ · 字数 157 千字

1979 年 4 月北京第一版·1979 年 4 月北京第一次印刷

印数 00,001—58,000 · 定价 0.46 元

*

统一书号: 15033 · 4624

编 辑 说 明

(一) 我国自建国以来, 机械工业在毛主席的革命路线指引下, 贯彻“独立自主、自力更生”和“洋为中用”的方针, 取得了巨大的成就。为了总结广大群众在生产和科学研究方面的经验, 同时采用国外先进技术, 加强机械工业科学技术的基础建设, 适应实现“四个现代化”的需要, 我们组织编写了《机械工程手册》和《电机工程手册》。

(二) 这两部手册主要供广大机电工人、工程技术人员和干部在设计、制造和技术革新中查阅使用, 也可供教学及其他有关人员参考。

(三) 这两部手册是综合性技术工具书, 着重介绍各专业的理论基础, 常用计算公式, 数据、资料, 关键问题以及发展趋向。在编写中, 力求做到立足全局, 勾划概貌, 反映共性, 突出重点。在内容和表达方式上, 力求做到深入浅出, 简明扼要, 直观易懂, 归类便查。读者在综合研究和处理技术问题时, 《手册》可起备查、提示和启发的作用。它与各类专业技术手册相辅相成, 构成一套比较完整的技术工具书。《机械工程手册》包括基础理论、机械工程材料、机械设计、机械制造工艺、机械制造过程的机械化与自动化、机械产品六个部分, 共七十九篇; 《电机工程手册》包括基础理论、电工材料、电力系统与电源、电机、输变电设备、工业电气设备、仪器仪表与自动化七个部分, 共五十篇。

(四) 参加这两部手册编写工作的, 有全国许多地区和部门的工厂、科研单位、大专院校等五百多个单位, 两千多人。提供资料和参加审定稿件的单位和人员, 更为广泛。许多地区

的科技交流部门，为审定稿件做了大量的工作。各篇在编写、协调、审查、定稿各个环节中，广泛征求意见，发挥了广大群众的智慧和力量。

（五）为了使手册早日与读者见面，广泛征求意见，先分篇出版试用本。由于我们缺乏编辑出版综合性技术工具书的经验，试用本在内容和形式方面，一定会存在不少遗漏、缺点和错误。我们热忱希望读者在试用中进一步审查、验证，提出批评和建议，以便今后出版合订本时加以修订。

（六）本篇是《机械工程手册》第36篇，由第一机械工业部机床研究所、上海工业大学主编，参加编写的有山东工学院、天水风动工具研究所、黄石风动机械厂等单位。许多有关单位对编审工作给予大力支持和帮助，在此一并致谢。

机械工程手册 编辑委员会编辑组
电机工程手册

常用符号表

A ——功热当量 kcal/kgf·m, 截面积 cm^2	Q_g ——总耗气量
C ——流通能力	Q_l ——漏气量
C_v ——流量系数	Q_s ——供气量
c_p ——定压比热	q ——热量
c_v ——定容比热	R ——气体常数 kgf·m/kg·°K, 半径 cm
d ——含湿量 g/m ³ , 直径 cm	S ——有效截面积 mm^2
F ——力 kgf	T ——绝对温度 °K 转矩
G ——重量 kgf	t ——温度 °C, 时间 s
g ——重力加速度 m/s^2	V ——容积 m^3
g_c ——换算因数 $g_c = 9.81 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{kgf} \cdot \text{s}^2$	v ——压缩空气的流速 m/s ; 速度 m/s
l ——长度 m	W ——功 kgf·m
N ——功率 PS	w ——膨胀功 kgf·m
n ——转速 r/min	γ ——重度 kgf/m ³
p ——压力 kgf/cm ² , mmHg, mmH ₂ O	ξ ——局部阻力系数
p_{at} ——大气压力 kgf/cm ²	η ——效率
p_{av} ——平均压力	κ ——绝热指数
p_c ——控制压力	λ ——沿程阻力系数
p_s ——气源压力	μ ——动力粘度 kgf·s/m ²
p_w ——工作压力	ρ ——密度 kgf·s ² /m ²
Δp ——压力降 kgf/cm ²	τ ——时间常数
Q ——流量 l/min	ψ ——相对湿度
Q_{co} ——气缸自由空气耗气量	

目 录

第1章 概 述

1 气压传动系统的组成	36-1
2 气压传动的基本计算	36-1
2.1 基准状态和标准状态	36-1
2.2 重度 γ	36-2
2.3 空气的湿度	36-2
2.4 理想气体状态方程	36-2
2.5 流量特性	36-2
2.6 流量 Q	36-3
2.7 压力降 Δp	36-4
2.8 充气的温度特性与时间特性	36-4
2.9 放气的温度特性与时间特性	36-4
2.10 气缸的自由空气耗气量 Q_{eo}	36-4
3 气动元件 (不包括射流元件)	
基本参数	36-4
4 常用气动系统图形符号	36-5

第2章 气 缸

1 气缸的分类与安装方式	36-9
2 常用气缸	36-10
2.1 无缓冲气缸	36-10
2.2 缓冲气缸	36-10
2.3 回转气缸	36-10
2.4 膜片气缸	36-11
2.5 气动-液压增压缸	36-11
2.6 气动-液压阻尼缸	36-11
3 气缸的设计与计算	36-11
3.1 基本参数	36-11
3.2 缸筒壁厚的计算	36-12
3.3 纵向受压极限力计算	36-12
4 几种特殊气缸	36-13
4.1 多位气缸	36-13
4.2 串联气缸	36-13
4.3 差动气缸	36-13
4.4 冲击气缸	36-13
4.5 伸缩气缸	36-15
4.6 摆动气缸	36-15

4.7 数字气缸	36-15
----------------	-------

第3章 气动马达

1 气动马达的分类与特点	36-16
2 容积式气动马达	36-16
2.1 容积式气动马达的分类及性能比较	36-16
2.2 容积式气动马达的理论工作过程	36-16
2.3 容积式气动马达的特性曲线	36-16
3 气动马达的结构	36-16
3.1 齿轮式气动马达	36-16
3.2 活塞式气动马达	36-18
3.3 叶片式气动马达	36-19
3.4 涡轮式气动马达	36-19

第4章 气动控制阀

1 压力控制阀	36-19
1.1 减压阀	36-19
1.2 气动定值器	36-21
1.3 溢流阀	36-21
1.4 压力顺序阀	36-22
2 流量控制阀	36-22
2.1 节流阀	36-22
2.2 单向节流阀	36-22
2.3 排气节流阀	36-23
2.4 节流阀的主要性能分析	36-23
3 方向控制阀	36-23
3.1 微型电磁控制阀	36-24
3.2 电磁控制阀	36-25
3.3 气压控制阀	36-28
3.4 延时阀、脉冲阀	36-29
3.5 机械控制阀、人工控制阀	36-29
3.6 单向型方向控制阀	36-30
3.7 气动程序分配阀	36-32

第5章 气动逻辑元件及射流元件

1 气动逻辑元件	36-34
1.1 高压截止式逻辑元件	36-34
1.2 高压膜片式逻辑元件	36-36

1.3 滑阀式逻辑元件	36-37
1.4 其它结构逻辑元件	36-37
2 射流元件	36-39
2.1 数字式元件	36-39
2.2 模拟式元件	36-43

第6章 气动辅件及其他装置

1 分水过滤器	36-45
1.1 普通型	36-45
1.2 自动放水型	36-45
2 油雾器	36-45
2.1 普通型油雾器	36-45
2.2 二次雾化型油雾器	36-45
3 非接触式物体位置传感器	36-47
3.1 普通喷嘴-挡板机构	36-47
3.2 喷射式喷嘴-挡板机构	36-47
3.3 反射式传感器	36-47
3.4 贯穿式传感器	36-47
3.5 涡流式传感器	36-48
3.6 对冲式传感器	36-48
3.7 超声波传感器	36-49
4 功率放大器	36-49
4.1 断续式功率放大器	36-49
4.2 比例式功率放大器	36-49
5 转换器	36-50
5.1 气-电转换器	36-50
5.2 电-气转换器	36-51
6 压力继电器	36-52
7 消声器	36-52
8 管接头	36-52

第7章 基本回路及常用回路

1 基本回路	36-53
1.1 换向回路	36-53
1.2 压力控制回路	36-54
1.3 速度控制回路	36-54
1.4 基本逻辑回路	36-58
1.5 放大回路	36-60
2 常用回路	36-60
2.1 安全保护回路	36-60
2.2 供气选择回路	36-61

2.3 同步动作回路	36-61
2.4 往复动作回路	36-62
2.5 程序动作回路	36-64
2.6 多位气缸控制回路	36-65
2.7 计数回路	36-66
2.8 二十进制译码回路	36-66
2.9 比较回路	36-67
2.10 振荡回路	36-67

第8章 气动程序控制回路设计

1 确定工作程序图	36-68
2 绘制X-D线图,找出障碍信号	36-68
2.1 多缸单往复系统X-D线图的绘制	36-68
2.2 多缸多往复系统X-D线图的绘制	36-70
2.3 找出障碍信号	36-71
3 排除有障碍信号障碍段	36-71
3.1 用缩短信号存在时间法排除障碍	36-71
3.2 用信号分配法排除Ⅰ型障碍	36-72
4 对回路其他要求的设计	36-73
4.1 复位、启动及急停	36-73
4.2 回路的自动、手动操作及其切换	36-73
4.3 连锁保护回路	36-73
4.4 回路的简化及信号的整形放大	36-74
5 气动控制逻辑框图及气动控制回路原理图的绘制	36-74

第9章 气压传动系统的设计

1 气压传动系统的组成	36-75
2 设计程序和有关事项	36-75
2.1 设计程序	36-75
2.2 气压传动系统设计有关事项	36-77
3 气压传动系统设计举例	36-78

第10章 气压传动应用举例

1 气液传动在硬质合金刀片磨床中的应用	36-80
2 微震压实造型机气动控制回路	36-81
3 转塔式六角车床气动控制回路	36-82
4 复合材料牙膏软管成型机气动控制回路	36-83
5 有压容器液位调节	36-84
6 液体定量灌装射流控制回路	36-85

第1章 概 述

气压传动是以压缩空气为工作介质来传递动力和控制信号的系统。

随着工业自动化技术的发展,气压传动在各个工业部门得到日益广泛的应用。它与机械、电气、液压传动相比较,具有下列优缺点:

优点:

1) 工作介质是空气,来源方便,使用后直接排至大气,泄漏不致造成污染。

2) 空气粘度小,管路流动压力损失小,适于远距离输送和集中供气,系统简单。

3) 压缩空气在管路中流速快,可直接利用气压信号实现系统的自动控制、完成各种复杂的动作。

4) 易于实现快速的直线往复运动、摆动和高速转动。调速方便,与机械传动相比易于布局及操纵。

5) 气动元件结构简单,适合标准化、系列化,易于制造。

6) 工作环境适应性好,特别在易燃、易爆、多尘埃、强磁、幅射、潮湿,温度变化大等恶劣场合,工作安全可靠。

缺点:

1) 空气有可压缩性,载荷变化时,传递运动不够平稳、均匀。

2) 工作压力不能太高,传动效率低。不易获得很大的力或力矩。

3) 有较大的排气噪声。

1 气压传动系统的组成(图 36·1-1)

气压传动系统一般由四个部分组成:

a. 气源部分 气压发生装置,如空气压缩机,它将机械能转换成气体的压力能。

b. 控制部分 能量控制装置,如压力阀,流量阀,方向阀,射流元件和逻辑元件等。它们可控制和调节气流的压力、流量及方向,以满足各种机械工作性能的要求,实现各种不同的工作循环。

c. 执行部分 能量输出装置,如气马达,气缸,它们把气体的压力能转换为机械能,输出到工作机构上去。

d. 辅助装置 包括空气过滤器、油雾器、传感器、放大器、消声器、管路、接头等。

2 气压传动的基本计算

2.1 基准状态和标准状态

当温度为 0°C ,绝对压力为 760mmHg 时,干空气的状态称为基准状态。当温度为 20°C ,绝对压

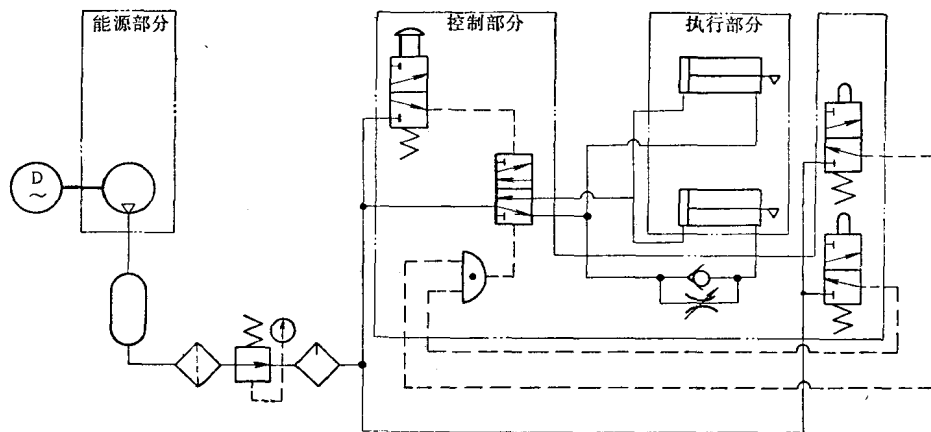


图 36·1-1 气压传动系统的组成

力为 760mmHg, 相对湿度为 65% 时空气状态称为标准状态。

2.2 重度 γ

基准状态干空气的重度 $\gamma_0 = 1.293 \text{ kgf/m}^3$ 。

任意温度和压力下的重度

$$\gamma = \gamma_0 \frac{273}{273+t} \cdot \frac{p_{abs}}{760} = 0.465 \frac{p}{T} \text{ kgf/m}^3 \quad (36.1-1)$$

式中 p_{abs} ——绝对压力 mmHg

T ——绝对温度 °K

t ——摄氏温度 °C

湿空气的重度

$$\gamma = \gamma_0 \frac{273}{273+t} \cdot \frac{p - 0.378 \psi p_b}{760} \text{ kgf/m}^3 \quad (36.1-2)$$

式中 ψ ——相对湿度 %

p_b —— t °C 时的饱和压力 mmHg

2.3 空气的湿度

空气的相对湿度为

$$\psi = \frac{p_{H_2O}}{p_b} \times 100\% \quad (36.1-3)$$

式中 p_{H_2O} ——水蒸汽的分压力 mmHg

p_b ——同一温度下的饱和压力

2.4 理想气体状态方程

$$pV = GRT \quad (36.1-4)$$

式中 G ——气体的重量 kgf

R ——气体常数, 对于空气 $R = 29.27$
kgf·m/kg·°K

理想压缩空气可逆过程的计算式见表 36.1-1。

2.5 流量特性

2.5.1 流通能力 C 和流量系数 C_v 、 K_v 、 f

流通能力 C 是当阀全开、阀两端压差为 1 kgf/cm²、流体重度为 1 gf/cm³ (介质为水) 时, 通过阀的流量值 (m³/h)。

$$C = Q \sqrt{\frac{\gamma}{\Delta p}} \quad (36.1-5)$$

式中 Q ——实测水的流量 m³/h

Δp ——被测阀前后的压差 kgf/cm²

γ ——水的重度, gf/cm³; 在 4 °C 时 $\gamma = 1 \text{ gf/cm}^3$

流量系数 K_v 是当阀全开, 阀两端压差为 1 kgf/cm² 时, 流体为 60°F (15.6°C) 水通过阀的流量值 (m³/h)。

表 36.1-1 理想压缩空气可逆过程计算式

项 目	定 容 过 程	定 压 过 程	定 温 过 程	绝 热 过 程
初终态参数的关系式	$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1}$	$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$	$\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{\kappa}} = \frac{V_1}{V_2}$ $\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = \frac{T_2}{T_1}$
膨胀功 $A\omega = A \int_1^2 p dV \text{ kcal/kg}$	0	$Ap(V_2 - V_1)$ 或 $AR(T_2 - T_1)$	$ART_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$ 或 $Ap_1 V_1 \ln \frac{p_1}{p_2}$	$\frac{ART_1}{\kappa - 1} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right]$ 或 $\frac{ART_1}{\kappa - 1} \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right)$

表中 κ ——绝热指数, 对于空气 $\kappa = 1.4$

A ——功热当量 $A = \frac{1}{427} \text{ kcal/kgf} \cdot \text{m}$

流量系数 C_v 是当阀全开, 阀两端压差为 1psi (1psi = 0.07kgf/cm²), 流体为 60°F 的水通过阀的流量值 ($U \cdot S \cdot \text{gal/min}$, $1 U \cdot S \cdot \text{gal/min} \approx 3.785 \text{ l/min}$)。流量系数 f 是与 C_v 值相同的条件, 通过阀的流量值 ($\text{Imp} \cdot \text{gal/min}$, $1 \text{ Imp} \cdot \text{gal/min} = 4.546 \text{ l/min}$)。

2.5.2 有效截面积 S

气流通过节流孔时, 其流线收缩得比节流孔的实际截面积还小, 此最小截面积称为有效截面积, 它可代表节流孔的流通能力。换向阀、气管等气动元件也可以用相当于换成这种节流孔时的有效截面积来表示。节流孔的有效截面积对实际截面积的比值 α 称为收缩系数。

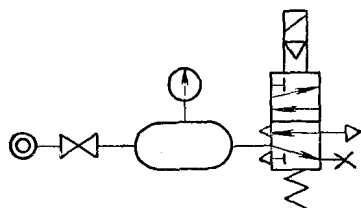


图36-1-2 电磁阀的有效截面积的测试

电磁阀的有效截面积的测试计算方法(图36-1-2), 打开闸阀向容器(一般为 100 l)充气至初始压力 p_1 (5kgf/cm² 左右), 关闭闸阀。电磁阀通电后, 容器内压缩空气排至大气。t 秒后电磁阀断电, 从压力表读出容器内剩余压力 p_2 (约 1 kgf/cm²)。S 值按下式计算:

$$S = \left(12.9V \frac{1}{t} \lg \frac{p_1 + 1.033}{p_2 + 1.033} \right) \sqrt{\frac{273}{T}} \text{ mm}^2 \quad (36-1-6)$$

式中 p_1 ——容器中的初始压力 kgf/cm²
 p_2 ——容器中的剩余压力 kgf/cm²
 t ——电磁阀放气时间 s
 T ——室温 °K

对于一定长度的管路, 按下列实验式计算

$$S = 0.0884 \frac{d^{2.855}}{\sqrt{l}} \text{ mm}^2 \quad (36-1-7)$$

式中 d ——管路内径 mm
 l ——管路长度 m

回路中若干元件并联连接时, 合成有效截面积:

$$S = S_1 + S_2 + \dots + S_n = \sum_{i=1}^n S_i \text{ mm}^2 \quad (36-1-8)$$

回路中若干元件串联连接时, 合成有效截面积:

$$\frac{1}{S^2} = \frac{1}{S_1^2} + \frac{1}{S_2^2} + \dots + \frac{1}{S_n^2} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{S_i^2} \text{ mm}^2 \quad (36-1-9)$$

式中 $S_1, S_2, \dots, S_n$ ——各元件的有效截面积 mm²

2.6 流量 Q

当压缩空气通过气动元件时, 使元件进气口的压力 p_1 保持恒定, 如元件出气口的压力 p_2 降低到 $p_2 = \frac{p_1}{1.893}$ (或 $p_2 = 0.528 p_1$) 时, 则流速达到声速。即当 $p_1 > 1.893 p_2$, 或 $\frac{p_2}{p_1} \geq 0.528$ 时在声速区; 当 $p_1 = (1 \sim 1.893) p_2$, 或 $\frac{p_2}{p_1} = 0.528 \sim 1$ 时在亚声速区。忽略温度的变化, 即 $\sqrt{\frac{273}{T}} \approx 1$ 时, 流量按下列计算

当 $p_1 \leq 1.893 p_2$ 时

$$Q = 22.2 S \sqrt{\Delta p (p_2 + 1.033)} \text{ l/min} \quad (36-1-10)$$

当 $p_1 > 1.893 p_2$ 时

$$Q = 11.1 S (p_1 + 1.033) \text{ l/min} \quad (36-1-11)$$

式中 p_1 ——进气口压力 kgf/cm²
 p_2 ——出气口压力 kgf/cm²
 Δp ——压力降 kgf/cm² $\Delta p = p_1 - p_2$
 S ——有效截面积 mm²

压缩空气流过细长小孔管路时的流量为

$$Q = \frac{\pi d^4 \Delta p}{128 \mu l} \times 10^3 \text{ l/s} \quad (36-1-12)$$

式中 d ——管道的内径 m
 Δp ——压力降 kgf/m²
 μ ——动力粘度 kgf·s/m²
 l ——管道的长度 m

流量连续方程为

$$G = \gamma_1 \cdot A_1 \cdot v_1 = \gamma_2 \cdot A_2 \cdot v_2 \quad (36-1-13)$$

式中 G ——单位时间的重量流量 kgf/s
 γ_1, γ_2 ——截面 1 与截面 2 的重度 kgf/m³
 A_1, A_2 ——截面 1 与截面 2 的截面积 m²
 v_1, v_2 ——截面 1 与截面 2 的流速 m/s

2.7 压力降 Δp

气流在管道内的压力损失包括沿程损失和局部损失, 用压力降 Δp 表示。

$$\text{沿程损失 } \Delta p = \lambda \frac{l}{d} - \frac{\gamma v^2}{2g} \text{ kgf/cm}^2 \quad (36.1-14)$$

$$\text{局部损失 } \Delta p = \zeta \frac{\gamma v^2}{2g} \text{ kgf/cm}^2 \quad (36.1-15)$$

式中 λ ——沿程阻力系数

ζ ——局部阻力系数

l ——截面间距离 m

d ——管道内径

v ——流速

2.8 充气的温度特性与时间特性

气罐充气时 (图36.1-3), 气罐内压力从 p_1 升高到 p_2 , 气罐内温度因绝热压缩从室温 T_1 升高到 T_2 , 则充气后的温度

$$T_2 = \frac{\kappa}{1 + \frac{p_1}{p_2}(\kappa - 1)} T_s \quad (36.1-16)$$

式中 T_s ——气源温度 °K

κ ——绝热指数

若充气到 p_2 时, 停止充气, 气罐温度下降到室温, 此时气罐内压力

$$p = p_2 \frac{T_2}{T_1} \text{ kgf/cm}^2 \quad (36.1-17)$$

当气罐充气到气源压力时所需时间

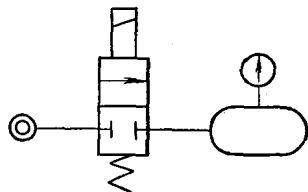


图36.1-3 气罐充气

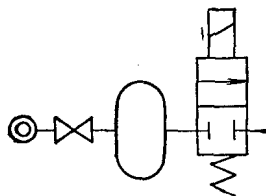


图36.1-4 气罐放气

$$t = \left(1.285 - \frac{p_1}{p_s}\right) \cdot \tau \text{ s} \quad (36.1-18)$$

式中 p_s ——气源压力 kgf/cm²

τ ——充气与放气的时间常数

$$\tau = 5.217 \frac{V}{\kappa S} \sqrt{\frac{273}{T_s}} \quad (36.1-19)$$

式中 V ——气罐的容积 l

S ——有效截面积 mm²

2.9 放气的温度特性与时间特性

气罐放气时 (图36.1-5), 由气罐内的初始温度 T_1 、压力 p_1 经过绝热放气后的压力降低到 p_2 , 温度降低到 T_2 , 则放气后的温度

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \quad (36.1-20)$$

若放气到 p_2 时, 停止放气, 气罐内温度上升到室温, 此时气罐内的压力

$$p = p_2 \frac{T_1}{T_2} \text{ kgf/cm}^2 \quad (36.1-21)$$

当气罐放气完了所需的时间

$$t = \left\{ \frac{2\kappa}{\kappa-1} \left[\left(\frac{p_1}{p_e}\right)^{\frac{\kappa-1}{2\kappa}} - 1 \right] + 0.945 \left(\frac{p_1}{1.033}\right)^{\frac{\kappa-1}{2\kappa}} \right\} \tau \text{ s} \quad (36.1-22)$$

式中 p_e ——临界压力, 一般取 $p_e = 1.893 \times 1.033 = 1.955 \text{ kgf/cm}^2 \text{ abs}$

2.10 气缸的自由空气耗气量 Q_{co}

$$Q_{co} = 0.047 \frac{D^2 L}{t} \times \frac{p_w + 1.033}{1.033} \text{ l/min} \quad (36.1-23)$$

式中 D ——缸径 cm

L ——气缸行程 cm

t ——气缸动作时间 s

p_w ——气缸工作压力 kgf/cm²

3 气动元件 (不包括射流元件) 基本参数

(表36.1-2~表36.1-6)

表36.1-2 压缩空气公称压力系列 kgf/cm²

0.01	(0.02)	0.04	(0.08)	0.10	(0.2)	0.4	(0.8)	1.0	
(1.25)	1.6	(2.0)	2.5	(3.2)	4.0	(5.0)	6.3	(8.3)	10
(12.5)	16	(20)	25	(32)	40	(50)			

表36·1-3 公称通径系列 mm

1	1.2	1.6	2	2.5	3.2	4	6	8	10
15	20	25	32	40	50	63	80		

表36·1-4 管路连接螺纹公称直径系列 mm

普通细牙螺纹		普通粗牙螺纹
M 8×1	M27×2	M3
M10×1	M33×2	M4
M12×1.25	M42×2	M5
M16×1.5	M48×2	M6
M20×1.5	M60×2	

表36·1-5 公称缸径系列 mm

8	10	12	16	20	25	32	40	50
63	80	100	125	160	200	250	320	400

表36·1-6 活塞杆公称直径系列 mm

4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25
28	32	36	40	45	50	63	70	80	90	100	110
125	140	160	180	200	220	250	280	320	360		

4 常用气动系统图形符号

表 36·1-7

类别	名 称	符 号	类别	名 称	符 号
管 路 连 接 及 接 头	工作管路		管 路 连 接 及 接 头	压力测量接点	
	控制管路			开 关	
	连接管路			一般快速接头	
	交叉管路			带单向元件的快速接头	
	软管连接			一般快速接头组	
	气体流动方向			带一个单向阀的快速接头组	
	气体加压方向			伸缩接头	
	排气口		压 缩 机 、 泵 、 马 达 及 气 缸	空气压缩机	
	引出排气口			真空泵	
	堵 头			单向定量马达	

(续)

类别	名	称	符	号	类别	名	称	符	号
压 缩 机、 泵、 马 达 及 气 缸		双向定量马达			压 缩 机、 泵、 马 达 及 气 缸	双 作 用 气 缸	不可调双向缓冲式缸		
		单向变量马达					双作用带可调单向缓冲式缸		
		双向变量马达					双作用带可调双向缓冲式缸		
		摆动马达					双活塞杆缸		
	单 作 用 气 缸	柱塞式缸					差动式缸		
		活塞式缸					伸缩式套筒缸		
		伸缩式套筒缸				增 压 缸	同一介质增压缸		
		弹簧复位缸					不同介质增压缸		
		薄膜式缸					控 制 方 式	手柄式	
		双 作 用 气 缸	单活塞杆缸					转动式	
	不可调单向缓冲式缸				按钮式				
					脚踏式				
						弹簧式			

(续)

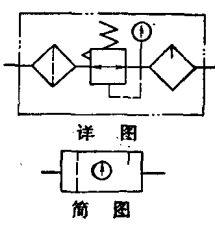
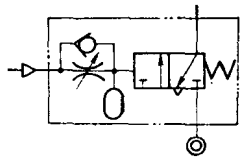
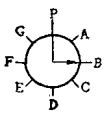
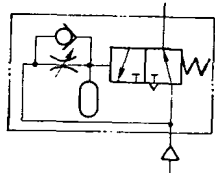
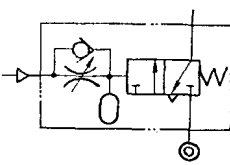
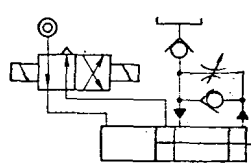
类别	名 称			符 号	类别	名 称			符 号	
制 方 式	顶杆式				压 力 控 制 阀	溢流阀				
	滚轮式					减 压 阀	不带溢流			
	可通过滚轮式						带溢流			
	气 压 控 制	直 式	压力控制				顺序阀			
			泄压控制							
	先 导 式	压力控制		固定节流器						
		泄压控制						可调节流器		
	电磁控制(单线图式)				固定式节流阀					
	复 合 控 制	顺序动作式						可调节式节流阀		
		选择动作式			二位常断式					
	定位机构 (缺口数根据定位数而定)							常通式		
	锁紧机构				二位三通阀					

* 表示锁紧机构方式.

(续)

类别	名称	符号	类别	名称	符号
方向控制阀	二位四通阀		辅件及其他装置	冷却器	
	二位五通阀				
	三位四通阀			粗过滤器	
	三位五通阀			精过滤器	
	单向元件			分水过滤器	
	单向阀			人工放水	
	气控单向阀			自动放水	
	双压阀			油雾器	
	梭阀			二次雾化	
辅件及其它装置	快速排气阀			压力继电器	
	气罐			消声器	
辅件及其它装置	气液传送器			气源	

(续)

类别	名 称	符 号	类别	名 称	符 号
基本符号的典型组合示例	过滤器-减压阀-油雾器		基本符号的典型组合示例	气动延时阀 (延时切断)	
	一路转动分配阀			气动脉冲阀	
	气动延时阀 (延时接通)			气动-液压阻尼缸	

第2章 气 缸

1 气缸的分类与安装方式

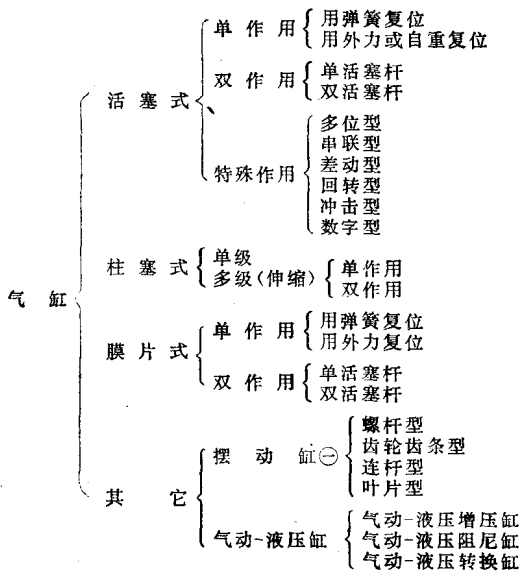
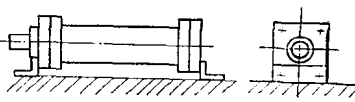
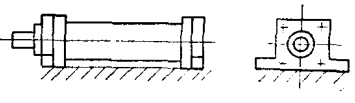
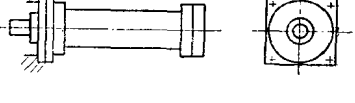


表36·2-1 气缸安装方式

安装方式	简 图	说 明
轴向底座 (脚架)		底座可承受大的倾覆力矩
切向底座		底座可承受大的倾覆力矩
头部外法兰		安装螺钉承受拉力

⊖ 摆动缸应属气动马达一类，但习惯上列入气缸类。