

9334/234

30356

# 气动调节阀计算、使用手册

上海工业自动化仪表研究所

一九七六年十月



数据加载失败，请稍后重试！



数据加载失败，请稍后重试！

# 前言

在伟大领袖毛主席“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”总路线的指引下，我国的气动调节阀从无到有，在较短的时期内有了很大的发展。特别是史无前例的无产阶级文化大革命中，战斗在执行器行业的广大工人师傅和革命科技人员，在毛主席革命路线的指引下，高举革命批判的大旗，狠批了“洋奴哲学”“爬行主义”，“名利思想”等，进一步树立了“全心全意为人民服务”的观点，并遵照毛主席关于“独立自主，自力更生”“走自己工业发展道路”的教导，决心打一场翻身仗。经过几年来的努力工作，连续组织了三次全行业的统一设计，成功地试制了八大系列产品，从而基本改变了我国执行器的落后面貌，确立了我国的气动调节阀体系，为工业生产自动化的进一步发展提供了有利条件。

气动调节阀作为执行器是工业生产过程自动化的重要环节之一。选用不当会显著的降低设备效率，并使自动调节装置的调整带来附加困难，降低调节精度甚至不能满足调节要求，因此气动调节阀的正确合理的选择和使用有着重要的意义。但由于刘少奇反革命修正主义企业路线和科研路线的影响，气动调节阀的使用长期得不到应有的重视，致使使用水平落后成为自动化的薄弱环节之一。近几年来随着工业自动化的发展和生产实践的进一步深入，广大使用单位的工人师傅和革命技术人员越来越深刻的认识到气动调节阀在自动系统中的重要作用，并对气动调节阀的正确选用提出了迫切要求。因此在我国革命生产一派大好形势下，由燃化部自控技术中心站及一机部热工仪表科学研究所联合发起组织了“气动调节阀计算、使用手册”的编制小组，于七〇年八月十五日在一机部热工仪表科学研究所正式成立并开始工作。编制小组由燃化部第一设计院，第六设计院，第八设计院，上海医药工业设计院，燃化部自控技术中心站，一机部热工仪表科学研究所，一机部工业自动

化研究所等七了单位共八名同志组成。

编制小组遵照伟大领袖毛主席“走自己工业发展道路”的教导，根据我国国情，贯彻普及中提高的原则，以现有统一设计产品即气动直通单座调节阀，气动直通双座调节阀，气动角形调节阀，气动隔膜调节阀，气动高压调节阀，气动薄膜执行机构，气动活塞执行机构以及有关附件等内容为手册的编制范围。

编制小组先后经过三次现场调研，拜工人为师，向工人师傅请教，在总结国内使用经验并参考马哲国内外资料基础上于七一年三月完成了手册编制工作。本手册较系统的介绍了我国各种气动调节阀产品的特点和性能以及有关选择与使用的各种问题。并按照毛主席的“去粗取精，去伪存真，由此及彼，由表及里”的教导，在对国内外有关经验和资料进行了马哲比较的基础上，引入了有关推力计算，口径计算和流量特性的选择等问题。但由于我们缺乏经验，国内实践资料积累不多，并且一时也缺乏有关试验条件，因此对某些问题尚不宜得出结论。编制小组全体人员衷心希望“手册”能起到一丁抛砖引玉的作用，希望有关生产使用现场和设计研究单位共同努力，按照毛主席关于“一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。”的教导，对“手册”推荐的选择原则和方法，在生产斗争、科学实验中加以检验，并在实践过程中得到提高。

编制过程中得到许多生产、设计、科研单位的支持和帮助。对本册的提纲和内容进行了认真的讨论并提出了许多宝贵的意见。特此表示深切的感谢。

“因为我们是为人民服务的，所以，我们如果有缺点，就不怕别人批评指出。不管是什么人，谁向我们指出都行。只要你说得对，我们就改正。”虽然这本手册是在无产阶级文化大革命斗、批、修深入开展的大好形势下编写，但由于我们以真学习毛泽东思想不够，政治水平和技术业务水平不高，对生产实际了解不深刻，手册中存在着不少缺点和问题。我们热诚地希望最

有实践经验的工人师傅和革命技术人员给我们提出批评和建议，使其更加完善，以更好的为提高我国工业生产过程自动化的使用水平服务。

编 者

一九七一年三月

联系单位：

炼化部自控技术中心站

一机部热工仪表科学研究所

# 再版说明

气动调节阀计算使用手册出版以来，对合理选用调节阀，以及提高我国工业生产过程自动化的使用水平起了一定的积极作用，得到了广大读者的热情支持和好评。

由于“手册”是非正式出版，付印数量有限，不能满足需要。现根据广大用户单位的要求，将“手册”再次重印，以满足我国工业生产过程自动化发展的需要。因受时间和条件的限制，这次再版时原稿内容不作增删，仅对原稿中不妥之处和付印中的错误进行修改。并请读者注意以下几点。

1、自“手册”编制以来，因我国社会主义建设的发展需要，又研制和发展了一批新产品，如偏心旋转阀、套筒阀、球阀、高压阀、自力式调节器、阀门定位器和阀位传送器等，读者如需了解这方面产品可查阅有关产品说明书。

2、关于气体和蒸汽的流通能力计算公式在原稿中推荐采用压缩系数法和诺模图计算图表，为了便于工程计算，由四川省化工第一设计院和上海工业自动化仪表研究所（原一机部热工仪表研究所）等单位共同研制了调节阀计算尺，并已於 75 年正式提供使用。为了便于制造，计算尺是按平均压力法设计的。虽然计算精度稍低於“手册”推荐的压缩系数法，但在工程计算中已能满足要求，在此特加以说明。

编者 一九七六年十月

# 目 录

|     |                 |    |
|-----|-----------------|----|
| 第一章 | 产品介绍            | 1  |
| 第一节 | 概述              | 1  |
| 一.  | 执行器的应用          | 1  |
| 二.  | 节流原理            | 2  |
| 第二节 | 气动调节阀           | 3  |
| 一.  | 气动执行机构的结构形式与选择  | 4  |
| 二.  | 调节阀的结构形式与选择     | 16 |
| 第三节 | 辅助装置            | 34 |
| 一.  | 阀门定位器           | 34 |
| 二.  | 手轮机构            | 37 |
| 三.  | 信号藕气管接头         | 39 |
| 第四节 | 气动调节阀产品系列       | 39 |
| 一.  | 气动调节阀主要技术数据     | 39 |
| 二.  | 气动调节阀外形尺寸和安装尺寸  | 46 |
| 三.  | 调节阀材料的许用压力      | 50 |
| 第五节 | 气动调节阀型号编制       | 51 |
| 第二章 | 调节阀不平衡力与执行机构的选择 | 57 |
| 第一节 | 调节阀的不平衡力        | 58 |
| 一.  | 不平衡力的产生原因       | 58 |
| 二.  | 各种调节阀不平衡力的计算分析  | 58 |
| 第二节 | 执行机构的输出力        | 63 |



|     |                               |     |
|-----|-------------------------------|-----|
| 一.  | 气动薄膜(有弹簧)执行机构                 | 63  |
| 二.  | 气动活塞式(无弹簧)执行机构                | 65  |
| 三.  | 输出力矩的计算                       | 67  |
| 第三节 | 调节阀的允许压差                      | 68  |
| 一.  | 各种调节阀允许压差的计算公式                | 68  |
| 二.  | 各种调节阀允许压差的图表                  | 74  |
| 第四节 | 执行机构的刚度与调节阀的稳定性               | 87  |
| 一.  | 刚度的计算                         | 87  |
| 二.  | 气动薄膜执行机构与单座调节阀配合后的<br>操作稳定性分析 | 90  |
| 第三章 | 流量特性及其选择                      | 95  |
| 第一节 | 调节阀的可调范围                      | 95  |
| 一.  | 可调范围的定义                       | 95  |
| 二.  | 理想可调范围                        | 95  |
| 三.  | 实际可调范围                        | 96  |
| 第二节 | 流量特性                          | 98  |
| 一.  | 流量特性的定义                       | 98  |
| 二.  | 典型的理想流量特性                     | 99  |
| 三.  | 工作流量特性                        | 109 |
| 第三节 | 流量特性的选择原则                     | 124 |
| 一.  | 从控制系统的调节品质出发                  | 124 |
| 二.  | 从工艺配管情况出发                     | 126 |
| 三.  | 从适应系统的负荷波动出发                  | 127 |
| 四.  | 几种特殊情况                        | 127 |

|     |                 |     |
|-----|-----------------|-----|
| 第四章 | 流通能力和调节阀口径的计算   | 128 |
| 第一节 | 流通能力            | 128 |
| 一.  | 定义及其物理意义        | 128 |
| 二.  | 调节阀口径的决定顺序      | 130 |
| 第二节 | 流通能力的计算         | 130 |
| 一.  | 一般液体的C值计算       | 130 |
| 二.  | 气体的C值计算         | 130 |
| 三.  | 饱和蒸汽和过热蒸汽的C值计算  | 137 |
| 四.  | 高粘度液体的C值计算      | 142 |
| 五.  | 液体闪蒸时的C值计算      | 145 |
| 六.  | 两相流的C值计算        | 156 |
| 第三节 | 调节阀口径计算中的几个问题   | 161 |
| 一.  | 计算流量的选择         | 161 |
| 二.  | 计算压差的选择         | 162 |
| 三.  | 调节阀的开度          | 166 |
| 四.  | 可调范围的验算         | 168 |
| 五.  | 三通调节阀的口径计算      | 169 |
| 六.  | 汽蚀现象及其避免方法      | 175 |
| 七.  | 流动方向对C值的影响      | 177 |
| 第五章 | 安装、维护           | 178 |
| 第一节 | 气动调节阀的安装        | 178 |
| 一.  | 气动调节阀的安装位置及注意事项 | 178 |
| 二.  | 气动调节阀的旁路        | 180 |
| 第二节 | 气动调节阀的维修        | 185 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 一、气动调节阀检修时重点检查的部位 | 185 |
| 二、气动调节阀安装前的检查项目   | 186 |
| 三、气动调节阀常见的故障      | 187 |

## 附录：

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 一、 $C$ 和 $C_v$ 的比较      | 189 |
| 二、关于常用气体 $C$ 值计算公式的推导   | 190 |
| 三、关于气体 $C$ 值计算的国内外公式的比较 | 192 |
| 四、关于蒸汽 $C$ 值计算的国内外公式的比较 | 194 |
| 五、关于蒸汽 $C$ 值计算公式的推导     | 196 |
| 六、关于国内外各种粘度修正方法的比较      | 196 |
| 七、关于高粘度液体 $C$ 值计算公式的推导  | 200 |
| 八、关于闪蒸密度计算方法的公式推导       | 203 |
| 九、气动调节阀校验大纲摘录           | 205 |

## 毛主席语录

中国人民有志气、有毅力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

## 第一章 产品介绍

执行器是生产过程自动化系统的一个重要环节，气动调节阀是执行器中的一个类别，在工业自动化中广泛应用。过去，由于受大叛徒、大内奸、大工贼刘少奇的“洋奴哲学”、“爬行主义”等反革命修正主义科研路线和企业线路的影响，气动调节阀生产和使用得不到足够重视，影响了生产过程自动化的发展。

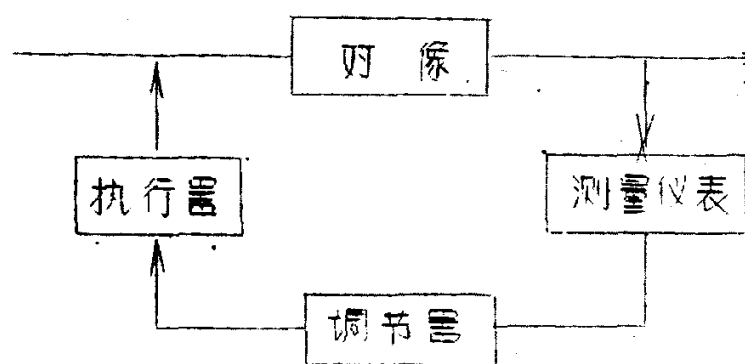
轰轰烈烈的无产阶级文化大革命，彻底摧毁了以刘少奇为首的资产阶级司令部。战斗在气动调节阀战线上的广大工人和革命科技人员“抓革命，促生产”，遵照毛主席“打破洋框框，走自己工业发展道路”的伟大教导，“自力更生”地设计制造了我国自己的气动调节阀产品系列，彻底改变了过去气动调节阀仿制外国，产品混乱的局面，为我国的工业自动化发展贡献了力量。

本章着重介绍我国已经过统一设计的几种气动调节阀的用途、结构形式和产品系列。并对准备发展的产品作了一般介绍，供使用参考。

### 第一节 概述

#### 一、执行器的应用

在生产过程自动调节系统中，执行器是一个重要的、必不可少的环节，被称之为生产过程自动化的“手脚”。一个简单的自动调节系统有对象、测量仪表（包括感受元件、变送器、显示仪表等）、调节器、执行器等组成。见图1-1。执行器的作用是直接与流体接触，调节流体的流量。



执行器按其能源形式可分为：气动执行器(通称气动调节阀)、电动执行器、液动执行器三类。这三类执行器的比较见表1—1。

由于气动调节阀具有结构简单、动作可靠、输出推

力大、维修方便、适于防火

防爆和价廉等优点，所以气动调节阀被广泛应用于化工、石油、冶金、电力、轻纺等工业部门中。

表1—1 气、电、液执行器比较

|          | 气动执行器      | 电动执行器    | 液动执行器    |
|----------|------------|----------|----------|
| 构造       | 简单         | 复杂       | 简单       |
| 体积       | 中          | 小        | 大        |
| 推力       | 中          | 小        | 大        |
| 配管配线     | 较复杂        | 简单       | 复杂       |
| 控制信号传递延迟 | 大          | 小        | 小        |
| 维护检修     | 简单         | 复杂       | 简单       |
| 使用场合     | 适于防火防爆场合   | 不适于防爆场合  | 要注意火花    |
| 动力故障     | 尚能维持短时自动操作 | 不能维持自动操作 | 不能维持自动操作 |
| 价格       | 低          | 高        | 高        |

## 二、节流原理

从流体力学观点来看，调节阀是一个局部阻力可以变化的节流元件。

对不可压缩流体，由流体的能量守恒原理可知调节阀上的压力损失为：

$$h = \xi \frac{W^2}{2g} \quad \text{--- 1 --- 1}$$

式中： $h = \frac{P_1 - P_2}{\gamma}$  —— 调节阀上的压差，其中  $P_1$ 、 $P_2$  分别为阀前阀后的压力

$\xi$  —— 调节阀阻力系数，随阀门开度变化

$W$  —— 流体的平均流速， $W = \frac{Q}{F}$

$Q$  —— 流体体积流量

$F$  —— 调节阀接管截面积

$g$  —— 重力加速度

$\gamma$  —— 液体重度

从流量代替速度，1—1式可改写为

$$Q = \sqrt{\frac{F}{\xi}} \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\gamma} \cdot 2g} \quad \text{--- 1-2}$$

从公式1—2中可见，当  $\frac{P_1 - P_2}{\gamma}$  不变时， $\xi$  减小，流量  $Q$  增大；反之， $\xi$  增大， $Q$  减小。调节阀就是按照输入信号通过改变行程来改变阻力系数，从而达到调节流量的目的。

## 第二节 气动调节阀

气动调节阀（即气动执行器）由气动执行机构和调节阀两部分组成。执行机构是执行器的推动装置，产生推力；调节阀是执行器的调节部分，直接与介质接触，调节流体介质的流量。

气动执行机构有气动薄膜执行机构和气动活塞执行机构两种。

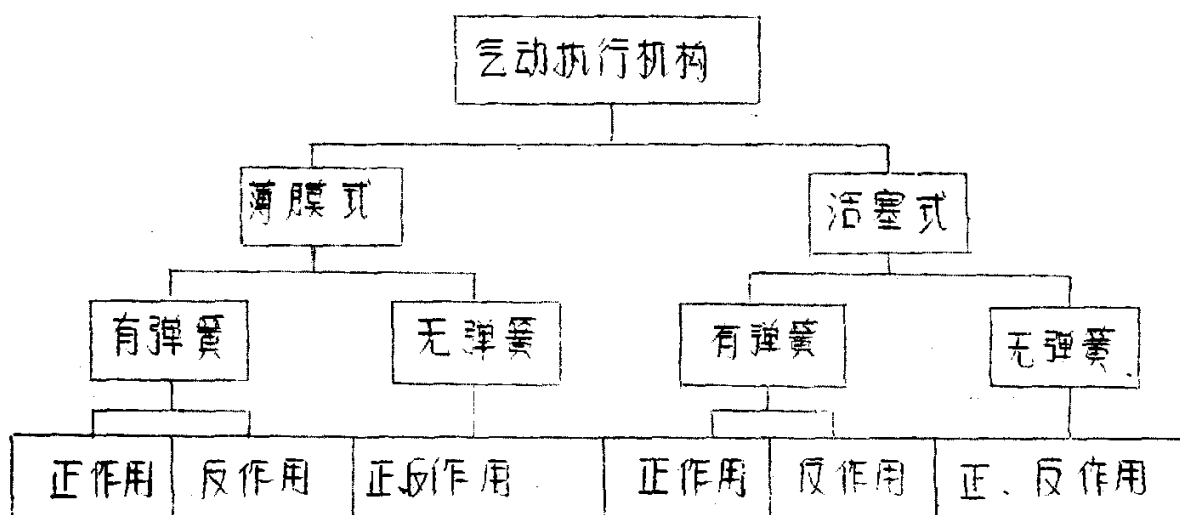
调节阀的结构形式有直通单座、直通双座、角形、高压、三通、隔膜、蝶阀、阀体分离阀等基型品种，另外还有由此变型的高温、低温、波纹管密封等特殊形式。

如何选择气动调节阀的结构形式，这是大家比较关心的问题。过去，由

于受刘少奇修正主义路线的影响，对调节阀使用重视不够，使调节阀产品不齐全，因此缺乏正确的认识。我们必须遵照伟大领袖毛主席“一切真知都是从直接经验发源的”的教导，在使用实践中，“要认真总结经验，摆脱盲目性，从必然王国向自由王国发展”。这里为了便于大家选用，特将气动调节阀各产品特点分别介绍如下：

### 一、气动执行器的结构形式与选择

#### 1. 气动执行机构的分类：



|       |                 |           |           |              |           |           |              |
|-------|-----------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|--------------|
| 优缺点比较 | 推力              | 小         | 小         | 中            | 中         | 中         | 大            |
|       | 体积              | 大         | 大         | 中            | 中         | 中         | 小            |
|       | 定位器             | 小要<br>(要) | 小要<br>(要) | 要(两位式<br>小要) | 小要<br>(要) | 小要<br>(要) | 要(两位式<br>小要) |
|       | 气源<br>中断时<br>位置 | 板端<br>位置  | 板端<br>位置  | 不定           | 板端<br>位置  | 板端<br>位置  | 不定           |
|       | 价格              | 低         | 低         | 中            | 较高        | 较高        | 高            |

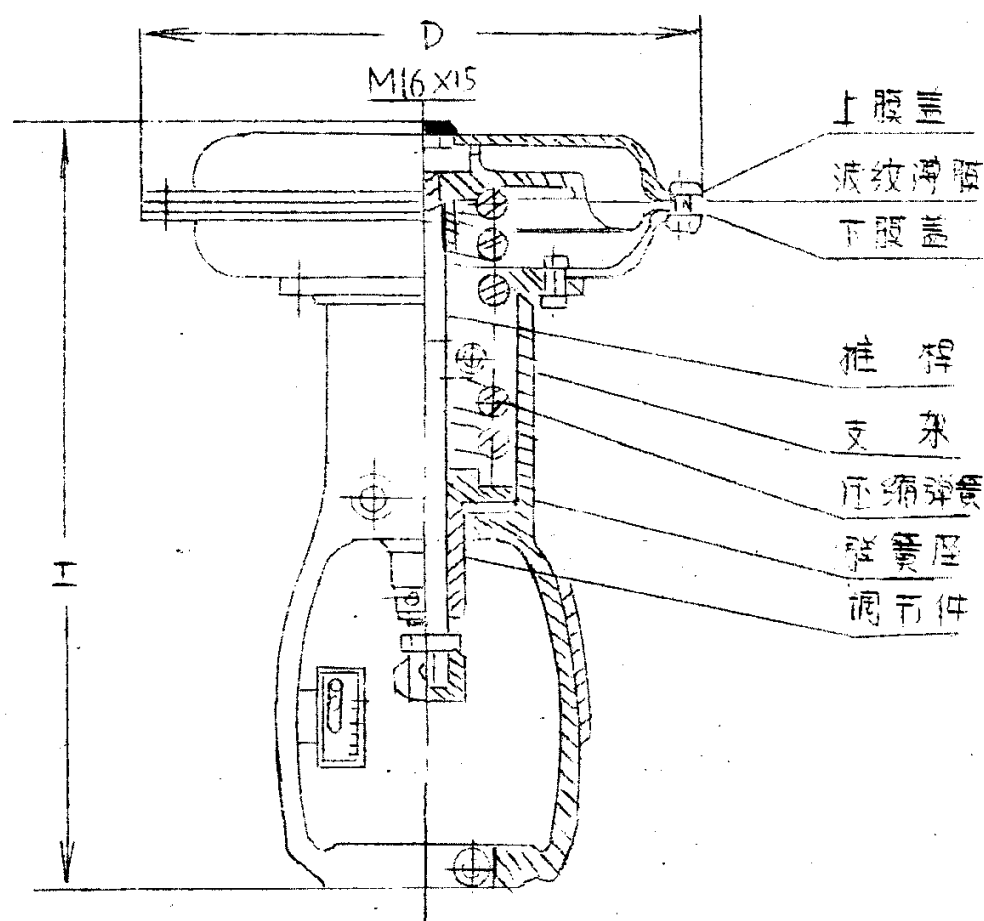
我国目前经过统一设计并已投入生产的气动执行机构有：气动薄膜（有弹簧）执行机构、气动活塞（无弹簧）执行机构和气动长行程执行机构（属活塞式）。

## 2. 气动薄膜（有弹簧）执行机构：

有弹簧气动薄膜执行机构是常用的气动执行机构，它通常接受 $0.2 \sim 1.0 \text{ Kg/cm}^2$  ( $0.4 \sim 2.0 \text{ Kg/cm}^2$ ) 信号压力。具有结构简单、动作可靠、维修方便、价廉等优点，因此得到广泛的使用。

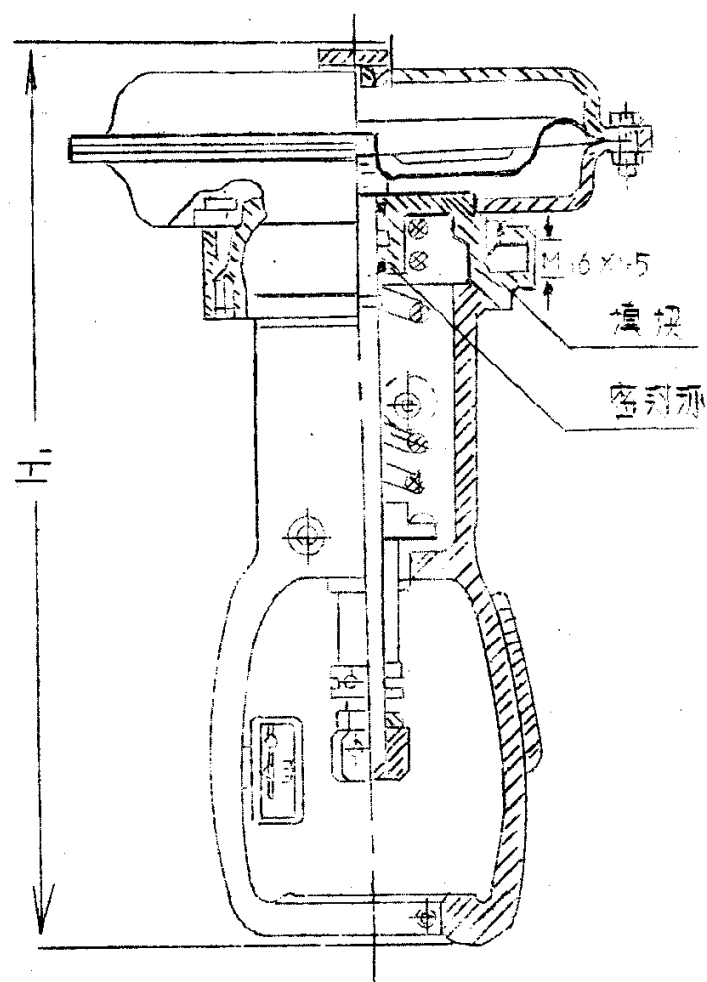
气动薄膜执行机构有正作用式和反作用式。我国型号为ZMA型和ZMB型。其结构见图1-2。当信号压力增大时，推杆向下动作的叫正作用式执行机构；反之，当信号压力增大时，推杆向上动作的叫反作用式执行机构。

当信号压力输入薄膜气室时，信号压力在薄膜上产生推力，使推杆部件移动，并压缩弹簧，直到弹簧的反作用力与信号压力在薄膜上产生的推力相平衡，这时推杆的移动，就是气动薄膜执行机构的位移输出，也称行程。



ZMA型气动薄膜执行机构（正作用式）





ZMB 型气动薄膜执行机构 (反作用式)

图 1-2

正、反作用执行机构结构基本相同，由上、下膜盖、波纹薄膜、推杆部件、弹簧、支架等组成。在正作用执行机构上增加一丁装有“O”型密封圈的填料并更换了别零件后即能方便的组成反作用执行机构。