

瓦·马留诺尤

[罗]英·波斯希纳 著

麦·斯多依卡

理 论

烃加工出版社

调 节 阀

〔罗〕瓦·马留诺尤 英·波斯希纳 著
麦·斯多依卡

赵光理 牛玉兰 译

詹 石 何润华 校

烃 加 主 出 版 社

V. MARINOIU
I. POSCHINA M. STOICA
ROBINETE DE REGLARE
EDITURA TEHNICA BUCURESTI
1980 (第二版)

•
调 节 阀

〔罗〕瓦·马留诺尤

英·波斯希纳 麦·斯多依卡 著

赵光理 牛玉兰 译

詹 石 何润华 校

烃加工出版社出版

建华印刷厂排版

建新印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092 毫米 32 开本 11¹/₂ 印张 251 千字印 1—5,000

1985 年 8 月北京第 1 版 1985 年 8 月北京第 1 次印刷

书号: 15391·18 定价: 2.35 元

1

内 容 提 要

本书系统介绍了各种调节阀的构造、材质、试验和维修方法，详细分析了调节阀的特性和如何改善其性能的途径，给出了在不同场合下正确选用调节阀的方法和计算公式，并附有大量计算实例，便于读者参考和加深理解。

本书可供从事石油、化工、自控等专业和调节阀制造、维修工作的工程技术人员以及有关大专院校师生阅读。

再 版 前 言

此书从第一次出版到现在，已经七年了。在这段时间里，人们对调节阀进行了大量的研究，发现了一些新型调节阀并建立了一些先进的特性计算方法。作者经过专门的调查，并对全世界的成就进行了了解，有可能对罗马尼亚调节阀性能的改进做出直接贡献。所有这些成就，使本版的内容与1972年初版相比有了较大变化。

再版保留了第一版中的第1章和第3章。作为丛书形式全面地介绍了调节阀，反映了在此领域中的成就。因为调节阀既是自动化系统的元件，又是管路系统的阀件，故分析了它在不同流动状态时的静态特性和工作特性。在不同温度、压力、液面和流量的条件下，确定调节阀的最佳特性。书中也介绍了调节阀的结构、材质、试验、保养和维修的一些问题。

再版中加入大量的应用示例，以便于理解和消化书中的内容。

作 者

38921

初 版 前 言

在自动化技术中，调节阀是最常用的执行元件之一。使用一个自动化元件，必然有许多特性问题，如机械特性，水力特性，工艺和自动化特性等，所以在实践中正确地选择调节阀总要遇到许多困难。

从实际出发，此书的前一部分将介绍选择调节阀的方法。在选择调节阀时，常带有许多计算例子，这些计算例子的解答是优先选用国产的调节阀。为此，本书附有国产调节阀的主要特性数据表。

本书能使下列人员感兴趣：

工业自动化系统的设计工程师；

使用工业自动化系统的工程师和技术员；

设计与管理工艺过程的工艺师，但主要是帮助自动化工程师；

从事调节阀设计与制造的工程师；

自动化专业的大学生。

作者希望本书对自动化爱好者有所帮助。

目 录

第1章 调节阀——自动化系统的元件	1
参考文献	5
第1章 调节阀——管路系统的阀件	6
2.1 流体运动的阻力	6
2.2 通过调节阀的流体	25
2.3 调节阀的固有特性	27
2.4 K_v 值计算关系式	42
2.5 调节阀的静态工作特性	48
参考文献	68
第3章 调节阀的动态特性	70
3.1 气动信号传送管线的动态特性	70
3.2 调节阀的动态特性	74
参考文献	78
第4章 在不同的自动化系统中, 调节阀的工作特性	79
4.1 流量自动调节	79
4.2 液面自动调节	100
4.3 压力自动调节	110
4.4 温度自动调节	119
参考文献	131
第5章 调节阀的结构和元件的计算	132
5.1 芯型调节阀的构造	135
5.2 蝶型调节阀的结构	155

5.3 调节阀各零件的材料·····	160
5.4 元件的计算·····	171
参考文献 ·····	176
第6章 用于特殊目的的调节阀·····	177
6.1 用于中心核电站的调节阀·····	177
6.2 蒸汽热力站调节阀·····	184
6.3 热裂化过程调节阀·····	186
6.4 自力式调节器·····	190
参考文献 ·····	195
第7章 执行机构和附件 ·····	196
7.1 执行机构的分类·····	196
7.2 气动执行机构·····	197
7.3 电动执行机构·····	213
7.4 气动执行机构主要部件的计算·····	221
7.5 阀门定位器·····	236
7.6 手动装置·····	243
参考文献 ·····	246
第8章 流体通过调节阀的特殊流动状态 ·····	247
8.1 对于不可压缩的流体, 调节阀的计算关系式·····	249
8.2 对于可压缩流体, 调节阀的计算公式·····	270
8.3 有关调节阀的一些特殊问题·····	279
8.4 调节阀的噪音·····	286
8.5 噪音防治的方法·····	300
参考文献 ·····	306
第9章 调节阀的选择 ·····	309
9.1 调节阀气动执行机构的选择·····	309
9.2 气动执行机构的快速选择法·····	320

9.3 电动执行机构的选择.....	329
9.4 调节阀的选择方法.....	332
9.5 调节阀选择计算的例子.....	335
参考文献	341
第10章 调节阀的试验、维护和修理	342
10.1 调节阀的试验	342
10.2 调节阀的维护保养	346
10.3 调节阀的修理	347
参考文献	350
附录1 调节阀的系数 K_{vs} 值(德尔果维什德厂).....	351
附录2 阻力系数 λ 的计算图	356
附录3 粘度换算	357

第 1 章 调节阀——自动化系统的元件

图 1.1 是一个自动调节系统。这个系统的目的在于当给定值是 x_i 反馈是 x_r 时，使自动化过程 EA 的输出 x_o 保持不变。

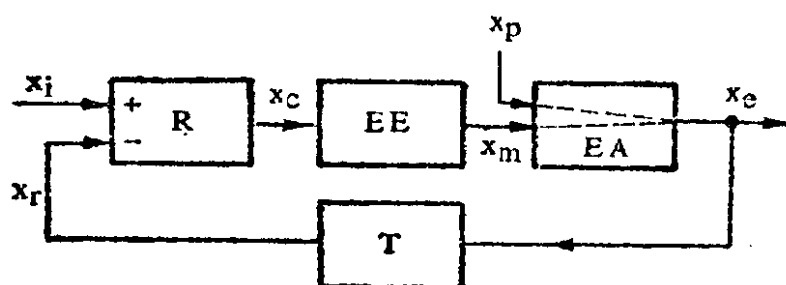


图 1.1 自动调节系统结构图

EA—自动化过程；T—变送器；R—调节器；EE—执行元件； x_i —输入量； x_r —反馈量； x_o —输出量； x_c —控制量； x_m —自动化过程的作用量； x_p —扰动量。

当由于扰动 x_p 的作用使输出 x_o 改变时，变送器 T 通过反馈值 x_r ，把这个改变的信息传送给调节器 R。调节器按照 x_i 与 x_r 的偏差值进行调节，产生控制量 x_c ， x_c 通过执行元件 EE 作用于自动化过程。在 x_c 作用下， x_m 发生变化，到过渡过程结束时， x_m 的变化补偿了干扰的影响，使被调参数重新回到给定值①。

在图 1.2 中介绍一个具体的例子。这是一个换热器输出温度的自动调节系统，这个系统工作的情况能够在方块图 1.1 的基础上进行分析。实际上我们遇到的自动化系统比它

① 这仅适用于无偏差的自动调节系统。

复杂。但从执行元件来说，问题是一样的。因此，我们仅就这个自动化系统来进行研究。

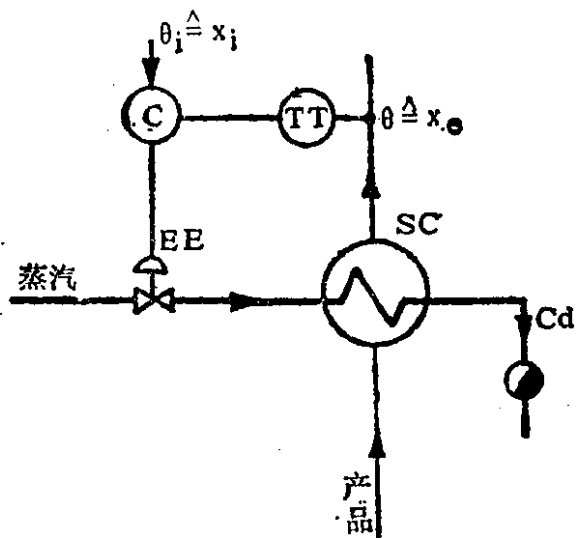


图 1.2 按偏差调节温度的
自动化系统

TT—温度变送器；C—调节器；
EE—执行元件；
SC—换热器；Cd—冷凝器

首先可以看到，系统中有一个执行元件，通过它作用于被调节对象。根据控制讯号值，执行元件改变自动化过程的输入值。实际上，讯号 x_m 是调节因素，在大多数情况下它是流量（空气、蒸汽、水、石油化工产品的流量等等）。调节流量最常用的执行元件是调节阀。

其次可以看到，自动化仪表包括变送器、调节器和执行元件，与被调节

对象在两处连接，即在进口处与执行元件相连，在出口处连接变送器。在自动化系统设计中，这两种连接使得设计复杂化。变送器只需从样本目录中选择，而选择调节阀必须进行大量的计算，要考虑各个方面因素：如动力、工艺、经济等等。

如图1.3整个调节阀主要由两部分组成：执行机构和调节机构（阀门）。

调节阀的输入是从调节器来的信号 x_c ，一般的是0.2~1巴的气动信号或者是电动信号，而输出是工艺过程的流量。

在气动信号 x_c 的作用下，执行机构的阀杆移动H，这同时也是阀门的输入。阀杆行程H或阀芯的不同位置，导致通

过阀门的流体流通截面改变，从而有了不同的流量 Q 。由此获得通过阀门的流量依赖于输入信号 x_c 的关系。

在自动化系统中，调节阀有一定的静态特性和一定的动态特性。调节阀的这些特性影响着自动化系统的稳定性和自动调节过程的品质。

调节阀有两种选择的可能性：

线性的动态和静态特性；

带有某些特点的非线性动态和静态特性。

当自动化系统的其他元件组成一个线性子系统时，属于第一种情况。在这种情况下，为了不破坏自动化系统的线性，即在整个工作范围内，使调节过程具有同样的稳定性和品质特性，必须选择一个具有线性特性的调节阀。

当自动化系统的其他元件组成一个非线性子系统时，属于第二种情况。在这种情况下，要选择一个调节阀，以便通过它的静态特性来补偿其他元件的非线性，使整个自动化系统是线性的。

这两种情况在具有特殊性质的非线性自动化系统中都能遇到。一般地说，选择一个具有特定的静态特性或者是其他特性的调节

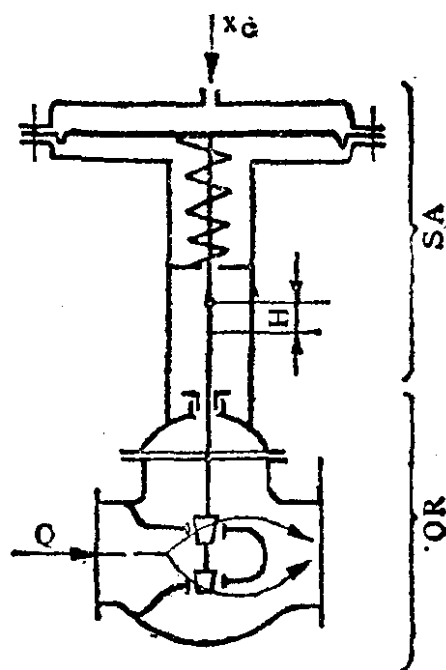


图 1.3 调节阀原理图

SA—执行机构，OR—调节机构
(调节阀)； x_c —气动控制信号，
 H —阀杆的行程； Q —通过阀门的流量

阀,尤其是第二种情况下的调节阀选择问题,还没有足够的论著和阐述。在参考文献[1, 2, 3]中,有对此问题的论述以及选择具有非线性特性调节阀的实际例子。

例1.1 试确定在一个液体流量自动调节系统中,调节阀具有何种静态特性时,才能使系统是线性的? 已知带孔板的流量变送器是非线性元件。

解:

已知带孔板的流量变送器其静态特性关系式是:

$$x_r = KQ^2 \quad (1.1)$$

在上式中: K 是常数; Q 是通过管子的流量; x_r 是变送器的输出信号。

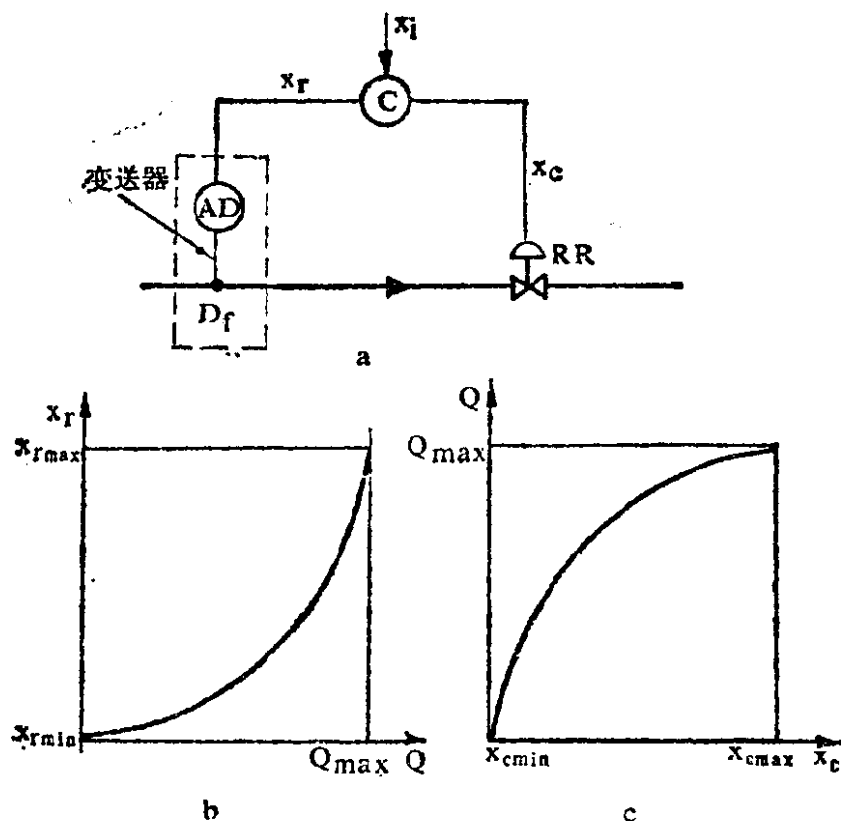


图 1.4 流量自动调节系统

a—原理图, b—变送器的静态特性, c—为使系统线性化, 调节阀需要的静态特性, D_f —孔板, AD—变送器, C—调节器, RR—调节阀

因为调节器是线性的，所以为使整个系统为线性的，要求变送器-导管-调节阀组成子线性系统，如图 1.4。子线性系统的输入量是 x_c ，输出量是 x_r 。要求有线性关系式：

$$x_r = ax_c \quad (1.2)$$

在上式中， a 是直线的斜率。问题是要求函数 $Q(x_c)$ 满足式 (1.2)。把式 (1.2) 代入式 (1.1)，获得：

$$ax_c = KQ^2$$

$$\text{即 } Q = \sqrt{\frac{a}{K}} \cdot \sqrt{x_c} \quad (1.3)$$

关系式 (1.3) 表示了要回答的问题。在图 1.4 中描绘了这两个非线性元件的特性。

参 考 文 献

1. Müller, J., Müller, R. *Stelleinrichtungen für Stoffströme*, Berlin, VEB Verlag Technik, 1966.
2. Müller, R. *Zweckmäßige Durchflußkennlinien von Stellarmaturen*. In: MSR ap, nr. 5, 1970.
3. Samal, E. *Durchflußregelung. Wahl der zweckmäßigsten Kennlinienform des Stellventils*. In: *Regelungstechnische Praxis und Prozeß- Rechentechnik*, Heft 4, 1970.
4. STAS 6019-67. *Automatică. Terminologie*.

第2章 调节阀——管路系统的阀件

2.1. 流体运动的阻力

液体流过管路系统时，由于沿程摩擦产生能量损失，也由于局部阻力（弯头、阀件①、三通、管径突然扩大与缩小等引起的阻力）产生附加的能量损失。

在一个直径为 D_1 的导管中，压力损失 ΔP_1 的计算公式是：

$$\Delta P_1 = \rho_1 \frac{w_1^2}{2} \left(\frac{L_1}{D_1} \lambda_1 + \sum_j \zeta_{1j} + \sum_k \zeta_{1k} \right) \quad (2.1)$$

在上式中： ζ_{1j} 表示通过阀件的能量损失系数； ζ_{1k} 表示其他局部损失系数； λ_1 表示导管的流体阻力系数； L_1 表示导管的有效长度； w_1 表示流速； ρ_1 表示密度。

如果液体流过简单的管路，压力损失值可按实验确定的系数 λ （见附录1）进行理论计算。对于局部阻力，仅仅在简单的情况进行理论计算。因为在大多数情况中，系数 ζ 是不同的，必须按不同情况通过实验来确定。实际上，无量纲的系数 ζ 表示流体沿程阻力的动能损失。对于两个不同的结构或两种不同的工艺条件，除了偶然的情况外，水力阻力是不相等的。系数 ζ 也是不同的。对于湍流区，列表给出了通过理论或实践确定的系数 ζ_j 值。但是系数 ζ_k 仅给出了一个参考值^[1,4]，可用来进行工程计算。

① 阀件是专用的器件，安装在管道上或容器上，能够分配或传输流体，目的是改变流体通过的截面，具有切断、调节、分配流体或者改变流动特性的功能。

可以说,对于一定结构的产品, ζ_j 和 ζ_k 值可从产品目录中查得。

如果仅仅涉及到局部阻力, 压力降的计算公式为:

$$\Delta P_l = \rho_l \frac{w_l^2}{2} \left(\sum_j \zeta_{lj} + \sum_k \zeta_{lk} \right) \quad (2.2)$$

在上式中, w_l 是在局部阻力件之前或之后按管径 D_l 计算的流体平均速度, 在某些情况下, 是指特定区的流速。

必须注意到, 在大多数情况下, ζ 是对圆截面管道说的。

对于一个管段, 关系式 (2.2) 可写成:

$$\Delta P = \rho \frac{w^2}{2} \zeta \quad (2.3)$$

2.1.1. 局部阻力系数 ζ_k

如前所述, 本书中将局部阻力分为两类: 阀件阻力和其他局部阻力。这样划分的目的是便于讨论, 有利于深入讨论通过阀件的流体流动。在讨论阀件时, 还将介绍一些原始资料。

本节仅讨论局部阻力, 而阀件阻力将在以后讨论。

2.1.1.1. 导管的流入和流出

当容器与导管连接的时候, 导管被安装在容器的出口或入口上, 或者把导管的一头插入罐内或从罐内引出导管 (见图 2.1 和 2.2)。

这时, 为了确定压力损失, 可应用关系式 (2.3), 在公式 (2.3) 中 w 是平均流速。 ζ 值可从图 2.1 和图 2.2 中得到。

2.1.1.2. 流通截面的变化

不同直径导管连接时需要一些连接件, 这些连接件使截

面积缓慢地或突然地扩大或缩小。

下面将介绍各种连接件的压力损失 ΔP 和系数 ζ 的计算关

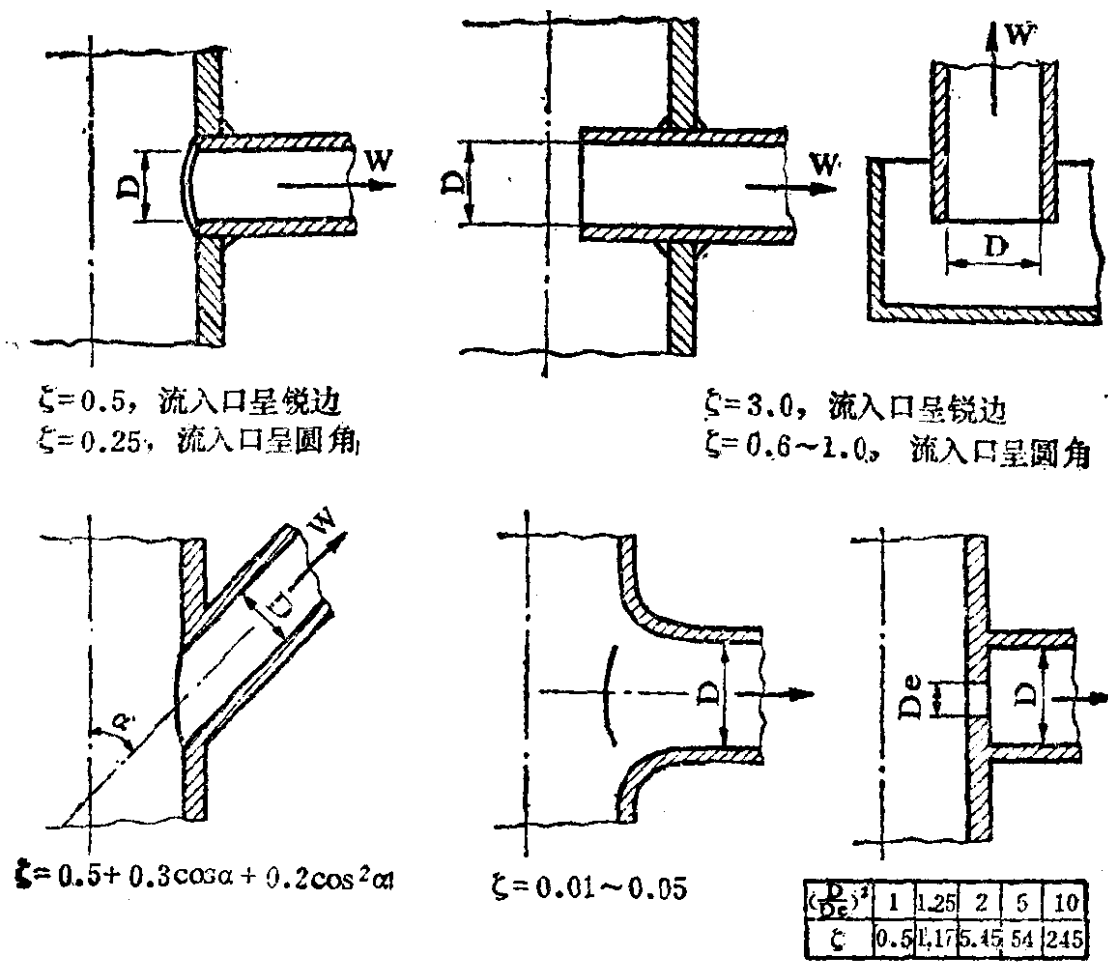


图 2.1 流体从不同接管流入时的 ζ 值

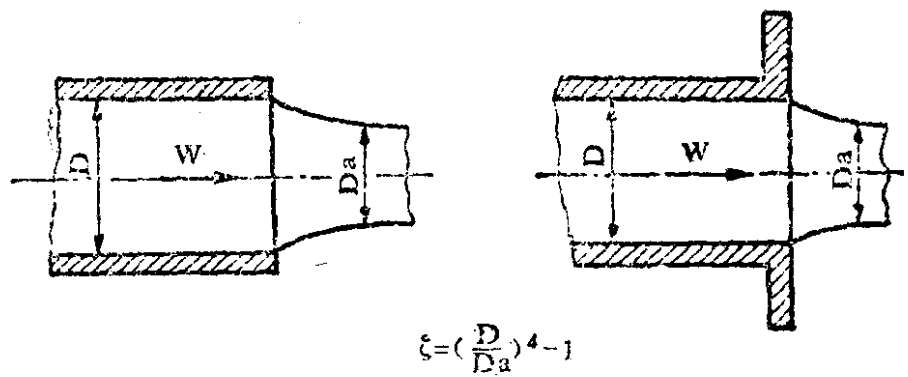


图 2.2 流体从不同接管流出时的 ζ 值