

调节阀使用与维修

调节阀

使用与维修

吴国熙 编著

化学工业出版社

TH A Q U E R A S H I N K O N G T U W E I X I U

调节阀使用与维修

ISBN 7-5025-2264-6



9 787502 522643 >

ISBN 7-5025-2264-6/TP · 207 定价: 28.00元

TH
78

调节阀使用与维修

吴国熙 编著

化学工业出版社
·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

调节阀使用与维修/ 吴国熙编著. —北京: 化学工业出版社, 1999 (2001.1 重印)

ISBN 7-5025-2264-6

I. 调… II. 吴… III. ①调节阀-使用②调节阀-维修
IV. TH134

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1998) 第 14532 号

调节阀使用与维修

吴国熙 编著

责任编辑: 刘 哲

责任校对: 陈 静

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行

工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982511

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市管庄永胜印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 15 字数 366 千字

1999 年 5 月第 1 版 2001 年 1 月北京第 2 次印刷

印 数: 4001—6000

ISBN 7-5025-2264-6/TP·207

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

近年来，心中总是怀着一个强烈的愿望，那就是编写一本关于调节阀的书。原因有三个：第一，根据许多专家提出的建议，早在 1984 年就已经仔细地讨论过北京化工大学（原北京化工学院）和浙江大学所提出的“调节阀的使用”编写大纲，后来因为种种原因而搁浅；第二，国内调节阀专著比较少，有关著作的内容只侧重某些方面，我所编写的教材也同样受篇幅所限，过于简单，而且部分内容已经陈旧，急待修改和补充；第三，有的手册虽然内容比较丰富，但分散在各个篇章之中，查阅大本手册很不方便。就以内容最多的译著“ISA 调节阀手册”（第二版）来说，虽然内容丰富，但毕竟是外国手册，从编排格式、文字描述到使用单位，都有不尽人意之处。

一旦动笔，感到困难不少。每一章，每一节，都有许多专题和难题，内容似乎独立，却又互有联系，因此从内容的编排到具体取舍都较难处理，也只能采用气动调节阀为主，而其他执行机构为辅的办法，力求使读者对调节阀既有全面的了解，又有所侧重。

本书中所引用的插图，绝大部分是国内外各厂家所生产和使用过的结构图和装置图，有很强的可靠性。本书只重点介绍实用结构、计算公式、选择和使用方法，没有过多涉及数学推算和理论分析，目的在于提高实用性。书中很多内容译自国外新书和期刊，其中包括新产品结构、计算技术、测试技术、智能化技术等内容，目的在于反映调节阀新貌，提高本书的现代性。

我虽然曾亲自参加调节阀的设计和安装工作，但仍缺乏实践经验，水平有限。许多专家和学者在长期的研究和实践中已经做了大量工作，积累不少的经验 and 资料，为本书的编写提供了大量依据和素材。书中许多图样摘录自一些手册、产品目录、产品说明书和工厂的测试工艺；本书还摘录了一些没有正式出版的资料，例如附录 1 摘录自奚文群同志编写的“调节阀口径计算指南”，附录 2 摘录自明赐东同志的“调节阀选型指南”。特此对这些专家表示谢意！

在本书的写作和出版过程中，还得到孙延祚、胡志君、郁学军等同志的热心帮助，特此表示衷心感谢！同时感谢我的全家对我的全力支持！

水平所限，书中必然有很多错误，欢迎批评指正。

作者

1997 年 9 月

内 容 提 要

本书共分8章,主要包括调节阀结构、流量系数计算、噪声计算及治理、调节阀的选择和使用等内容。书中除了介绍一些传统结构外,大量引用近代国内外所设计的调节阀新产品、新结构和计算方法,并从实用的角度,比较详细地介绍调节阀的测试、安装、维修及附件等方面的知识。

本书可供从事自控系统工作的调节阀使用厂家、生产厂家、科研单位、设计部门的技术人员使用,也可作为大专院校自动化专业师生的参考书。

目 录

第 1 章 概 论	1
1.1 现代工业对调节阀的使用要求	1
1.2 调节阀的发展历史和现状	3
1.3 调节阀的发展趋势	4
1.3.1 拓宽产品范围	4
1.3.2 利用计算机进行设计和计算	5
1.3.3 调节阀智能化	7
1.3.4 光纤技术和数字通信技术的应用	8
第 2 章 调节阀结构	11
2.1 调节阀的组成及分类	11
2.2 执行机构	13
2.2.1 传统的执行机构	13
2.2.2 侧装式气动执行机构	19
2.2.3 轻型气动执行机构	21
2.2.4 电-液式执行机构	23
2.3 阀	30
2.3.1 传统的阀	30
2.3.2 自力式调节阀	36
2.3.3 低压降比调节阀	38
2.3.4 数字阀	43
2.4 上阀盖及其密封填料	45
2.4.1 上阀盖的结构形式	45
2.4.2 密封填料	47
2.5 智能调节阀	50
2.5.1 智能电动调节阀的组成结构	50
2.5.2 智能电动调节阀的功能	51
2.5.3 智能伺服放大器的作用	52
2.5.4 智能调节阀系统	54
第 3 章 调节阀的流量系数及其计算	57
3.1 调节阀计算的理论基础	57
3.1.1 调节阀的节流原理和流量系数	57
3.1.2 压力恢复和压力恢复系数	58
3.1.3 闪蒸、空化及其影响	59
3.1.4 阻塞流对计算的影响	60
3.2 流量系数的计算	62

3.2.1 不可压缩流体	62
3.2.2 可压缩流体	66
3.2.3 管件形状修正	73
3.2.4 流量系数计算公式的分析和比较	78
3.3 调节阀的可调比	81
3.3.1 理想可调比	81
3.3.2 实际可调比	81
第4章 调节阀的选择	84
4.1 调节阀类型的选择	84
4.1.1 执行机构的选择	84
4.1.2 阀的选择	91
4.2 调节阀作用方式的选择	100
4.2.1 气动调节阀的作用方式	100
4.2.2 作用方式的选择	100
4.3 调节阀特性的选择	101
4.3.1 流量特性的选择	101
4.3.2 静态特性和动态特性	109
4.4 调节阀口径的选择	114
4.4.1 计算流量的确定	115
4.4.2 计算压差的确定	116
4.4.3 调节阀开度的验算	117
4.4.4 可调比的验算	119
4.4.5 口径计算和选择实例	119
4.5 调节阀材料的选择	122
4.5.1 承受压力的零部件材料	122
4.5.2 阀内件的材料	128
4.5.3 非金属材料	129
第5章 调节阀的噪声	131
5.1 声音和噪声的基本知识	131
5.1.1 噪声及其危害性	131
5.1.2 噪声的允许标准	132
5.1.3 常用的声学术语	132
5.2 调节阀产生噪声的原因	134
5.2.1 机械噪声	134
5.2.2 液体动力噪声	135
5.2.3 气体动力噪声	135
5.3 噪声的预估	137
5.3.1 液体动力噪声的估算公式	137
5.3.2 气体动力噪声的估算公式	137
5.3.3 计算实例	139

5.4 调节阀噪声的治理	140
5.4.1 声源处理法	140
5.4.2 声路处理法	146
5.5 调节阀噪声的测量	148
5.5.1 液体动力噪声的测量	148
5.5.2 气体动力噪声的测量	152
第6章 调节阀的测试和安装	155
6.1 调节阀的测试	155
6.1.1 静特性测试	155
6.1.2 气密性测试	159
6.1.3 密封性测试	161
6.1.4 泄漏量测试	162
6.1.5 空载全行程时间的测试	164
6.1.6 绝缘电阻和绝缘强度的测试	166
6.1.7 额定流量系数和固有流量特性的测试	167
6.1.8 阶跃过渡过程的测试	171
6.1.9 频率响应特性的测试	174
6.1.10 其他测试及检验规定	175
6.2 调节阀的安装	177
6.2.1 安装调节阀的准则	177
6.2.2 执行机构的安装方法	183
第7章 调节阀的故障分析和维修	189
7.1 调节阀的常见故障及消除	189
7.1.1 执行机构的主要故障元件	189
7.1.2 阀的主要故障元件	189
7.2 维修工具和设备	192
7.2.1 常用工具的类型及用途	192
7.2.2 小型维修设备	194
7.2.3 起重设备及运输车	195
7.2.4 阀门修理台	195
7.2.5 研磨机	196
7.2.6 常用工具的操作	197
7.3 维修工作	198
7.3.1 预防性维修	198
7.3.2 故障维修	199
第8章 调节阀的附件	207
8.1 阀门定位器	207
8.1.1 阀门定位器的分类及用途	207
8.1.2 气动阀门定位器	209
8.1.3 电-气阀门定位器	212

8.1.4 智能电-气阀门定位器	213
8.2 手轮机构	215
8.2.1 用途及结构	215
8.2.2 使用手轮机构注意事项	216
8.3 电-气转换器	217
8.3.1 用途和工作原理	217
8.3.2 特性分析	218
8.4 阀位传送器	218
8.4.1 气动阀位传送器	218
8.4.2 电动阀位传送器	218
8.5 空气过滤减压器和安全阀	220
8.5.1 空气过滤减压器	220
8.5.2 空气安全阀	221
8.6 气动保位阀	221
8.7 气动继动器	222
8.8 阀位控制器	223
8.9 其他附件	224
附录	226
附录 1 国产调节阀型号、名称及编制法	226
附录 2 国产调节阀系列产品及型号	227
参考文献	229

第1章 概 论

1.1 现代工业对调节阀的使用要求

先进的现代工业是以生产自动化为标志的。从自动化系统的发展历史和进步来看,技术工具的变革起着极为重要的作用。各种先进的控制手段虽然不断出现,但基本的控制规律没有改变,而技术工具的变化则是日新月异。人们已经不再满足于传统的生产方式,开始用模拟电路、数字化、微机化等先进技术进行革新。智能仪表的研制和使用更为工业自动化开创了美好的未来。

图 1-1 是一个典型的热交换器的自动调节系统图。从图中可以看出,调节阀的信号来自调节器,根据信号的变化直接改变蒸汽——被调介质的流量,即改变输入到对象(热交换器)的热量,使出口热水的温度保持在给定的温度值。这种典型的自动化控制系统主要有三个环节——检测、控制、执行三大部分。近年,检测仪表和控制仪表受到数字技术和微处理器技术的影响,发生的变化已是众目共睹,而执行器这一环节,特别是作为主要产品的调节阀,也有长足的进步。传统使用的调节阀虽然基本上满足许多工业系统的需要,但随着现代化工业的大规模发展,如何生产出更多、更好的先进产品,如何提高产品质量标准,如何更有效,更安全地操作,如何更充分地利用资源,节约能源和保护生态环境,都给社会、给人们提出新的课题,人们已经对调节阀提出更严格、更高的要求。这些要求可归纳如下。

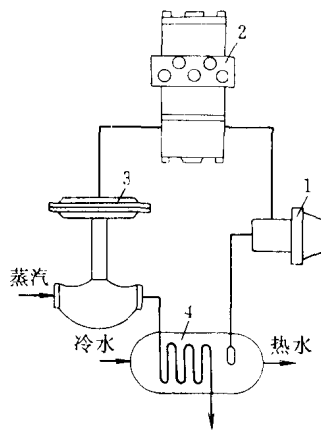


图 1-1 热交换器温度调节系统

1—温度变送器；2—调节器；
3—调节阀；4—热交换器

(1) 质量更稳定,工作更可靠,操作更安全

在过程控制中,调节阀直接和控制流体相接触,一旦发生故障,后果不堪设想。在石油工业中,从油田到炼油厂,各种生产装置都大规模地集中监测和控制,大部分操作条件都是在高温低压或高温高压中进行,介质都是易燃易爆的各种油品,因此,调节阀的可靠性和防火防爆性被提到首位。在化学工业中,过程的多样性及工艺条件的变化,对温度、压力、流量和液位四大热工变量的控制和执行中,都有很多特殊问题要求调节阀能够适用。在电力工业中,火力发电厂要对锅炉进行控制,锅炉调节系统中保持水位的正常至关重要,避免调节阀的误开、误关,避免事故的发生又是何等的重要。

为了确保调节阀的工作性能和可靠性,必须做到如下的要求。

① 保证调节阀的质量 调节阀的选用要经过严格的计算;类型、口径、各项性能都要符合要求;调节阀各种重要零件的材料要严格地挑选;要有足够的强度和刚度;要按照国家标准通过耐压试验,气密性等试验;生产厂家的制造技术和测试方法必须符合标准,要由主管部门鉴定认可。严禁不具备生产条件的小厂进行生产。

② 确保可靠的操作性 这里不仅指调节阀本身的制造质量,而且包括对操作人员的培训和素质的提高。为了防止误操作,工艺人员一定要注意铭牌所标的注意事项,根据我国新

气动调节阀新标准 (GB/T 4213—92), 执行机构的铭牌至少要标出制造厂名、产品型号、额定流量系数、设计位号、产品编号及制造年月等项; 阀体上则要铸出或冲出表示介质流动方向的箭头和“DN”数值以及“PN”的字样及数值, 也可以标志在与阀体牢牢固定的铭牌上。重要的阀门都要装有足够的附件, 如阀门定位器、极限开关等。要有足够的安装空间和操作空间, 有足够的照明, 有严格的操作规程。

③ 有应急装置 当高压气体设备发生事故时, 为防止直接损害其他设备, 必须在连接设备的管路上安装切断装置, 必要时安装快速切断阀。对快速切断阀的泄漏量要有严格规定。在容易发生火灾的场合, 要从结构上考虑到调节阀的耐火性, 或者用防火涂层等办法。应急的装置有防火袋, 它在几分钟之内就可以套上, 袋的材料含有多层的陶瓷纤维或玻璃纤维; 还可以采用连杆保护的方法, 夹持元件可以用一些易熔连杆, 电热连杆, 这些连杆受热时启动, 在着火的危险时刻断开, 使阀门移动到一个保险的位置。

(2) 保护环境

保护自然环境、生活环境的重要性的必要性是众所周知的。调节阀对环境造成不良影响的因素主要是大气污染和噪音等问题, 公众和社会对此都有强烈的要求。应该有相应的对策。

① 防止大气污染 “跑、冒、滴、漏”是许多化工厂、炼油厂的常见公害, 也是不易解决的问题。设备泄漏不仅浪费大量宝贵的物料和能源, 而且污染环境, 诱发中毒, 引起火灾和爆炸。

为了防止大气污染, 阀的密封部位不能泄漏。要注意密封方法和密封材料的选用, 当流体有毒性时, 例如氯气或一氧化碳等介质, 就要考虑用波纹管密封或更可靠的密封方法。为了防止更为可怕的放射性流体的泄漏, 更要遵照核电站的使用要求和规定, 采用特殊的方法。

② 防止噪声 在使用调节阀的环境保护问题中, 噪声问题十分突出。由于调节阀的使用必然造成流体的减压、速度变化和振动, 噪声的产生是难以避免的, 问题是要控制它的噪声级的大小。在过程装置中, 能产生噪声的设备有电动机、泵、压缩机、锅炉、调节阀等, 而调节阀的噪声占有很大比例。调节阀噪声的类型有机械噪声、液体动力噪声和空气动力噪声, 对其产生的机理、预估和防止, 将在第 5 章进行详细的讨论。

(3) 节约能源

在使用调节阀的过程中要把节能问题和调节阀的结构、使用、安装、维修联系起来。

① 采用低阻抗阀门 使流体流过阀门的阻抗最小, 减少能耗。在使用球阀时, 在全开状态下球芯孔与管道的口径如果相同, 就可以节约压缩机、泵等设备的电力消耗。与某些传统阀门相比, 凸轮挠曲阀具有更大的容量, 可以在较小压差的情况下进行相同流量的调节, 达到减少能耗的目的。利用一些阀内件结构改变的阀门, 例如, 使用低 S 值调节阀, 能够达到节能的目的。

② 提高阀芯、阀座的密封性能 阀芯、阀座密封性能不好, 阀门就不能完全关闭, 泄漏引起的压力下降造成动力损失。为了提高密封性, 可以采用掺有玻璃纤维的聚四氟乙烯或石墨等材料来代替纯四氟乙烯制造阀座, 采用高硬度的密封垫片, 采用迷宫式密封面等办法。还要保护密封面不能损伤。

③ 尽量使用电动执行机构 采用气动执行机构要始终保持一定的气压才能动作, 这样, 一年所消耗的能源很多, 如果用电动执行机构, 只需在改变开度时供电, 当阀门达到所需的

开度就停止供电。虽然电动执行机构造价高，防爆性能差，但从节能的角度看，有明显的优点。

(4) 适用于新能源

长期以来，石油是一种主要能源，而近年已经出现了许多新能源，这些新能源从加工生产到运输、储存，都对调节阀提出特殊的要求。

① 液化天然气 液化天然气是一种洁净的能源，它可以解决燃烧石油后产生污染大气的公害问题。

由于生产液化天然气装置的流体温度低至 -162°C ，在这种低温情况下，对低温调节阀及其所用的材料和结构都有新的要求。关键在于解决材料的强度、脆裂性和变形问题，要求动作部分不能冻结。如果低温阀用于超低温的宇宙火箭的液态氢 (-253°C) 及液态氮 (-269°C) 的控制系统，则从结构到材料处理都要求特殊的方法。

② 液化煤浆 将煤粉粉碎后与溶剂混合，再经过一系列处理和脱硫，得到一种优质燃料——液化煤浆。用于这种系统的调节阀受煤浆的高速冲刷，会很快磨蚀而损坏，材料的硬度，耐磨性、耐热性及韧性都很重要，除选用适用的材料外，还可以用分段式或迷宫式结构来缓和煤浆的冲刷作用。

③ 原子能 核电站的自动控制系统必然使用调节阀。在核聚合反应过程中控制超电导的低温液态氮，这种阀门必须满足下面的要求：

- a. 具有防止放射性物质外泄的结构；
- b. 优良的动作性能；
- c. 调整、维修简便；
- d. 材料能经受放射性照射；
- e. 不能使用禁忌物质（如含氯等卤素材料）。

可见，与常规阀门相比，这种调节阀的设计、制造、试验、检查和使用环节更特殊，更严格，为了确保安全，必须从各方面给予保证。

展望未来，要面临的问题会更多：原材料供不应求，石油、煤、水资源的消耗和欠缺；社会对提高生产力和改善工作条件的要求；环境保护及人类生活质量提高的呼声。要解决这些问题，就要对旧的过程控制系统进行改造，或者创造出更新的过程控制方法，而新的系统对调节阀的要求就更高。

1.2 调节阀的发展历史和现状

调节阀的产品历史可以追溯到最早的自力式调节阀，其最原始的结构是一种带重锤的球形阀，利用重锤平衡阀芯所受到的流体作用来进行调节。这种调节阀后来演变成利用阀后压力进行调节的自力式调节阀。

在 30 年代，产品的类型已经很多，阀体形状为球形的球形阀成为代表性产品，40 年代之后，角形阀、蝶阀、隔膜阀和球阀都相继出现，先后在市场上占据主导地位，各种产品已经比较齐全。60 年代后出现的套筒阀很快受到重视并成为球形阀的主流产品。70 年代出现的新产品是凸轮挠曲阀，它容量大，流路简单，不平衡力小，这些优点使它成为角行程阀门的佼佼者。在这个时期，各种各样的阀门已更为完善而且形成系列。与此同时，侧装增力式调节阀（也称为 ΣF 型阀门）研制成功，由于其结构独特，安装高度小，能够增力，因此受到许多工厂和用户的欢迎。从 80 年代开始，人们又先后制造了各种轻型（或称为精小型）

调节阀，它的主要特点是在气动执行机构中，用多根弹簧代替原来的一根大弹簧，这样，气动执行机构就以新的面貌出现，它使调节阀小型化，高容量化，这种执行机构有可能取代老式笨重的执行机构。进入 90 年代，由于智能式阀门的出现，为调节阀的发展翻开新的一页。

我国的气动调节阀生产行业起步较晚，有关工厂和部门自行设计和生产的直通单座调节阀、双座调节阀、三通调节阀、高压调节阀、蝶阀、长行程执行机构和阀门定位器等传统产品至今仍在使⽤。我国气动调节阀的飞跃是从 80 年代开始，许多工厂先后引进国外的先进技术，在提高原有产品的性能，进一步标准化和系列化的基础上，先后研制了侧装式气动调节阀和轻型调节阀等新产品。

我国的电动调节阀起步也较晚，50 年代中期主要是仿制苏联的产品，制造有触点的电动执行机构。60 年代才开始研制无触点的电动执行机构，经过 20 多年的发展，目前已经有许多厂家专门生产电动调节阀，生产各种无触点的 DKZ 型直行程电动执行机构和 DKJ 型角行程电动执行机构。在最近 20 年，主要开发了一些新的产品，例如 DDZ-II 型和 DDZ-III 型电动执行机构。但是这些产品已经到了更新换代的时候，它们存在着明显的缺点，如死区大，工作温度范围窄（ $-10 \sim +55^{\circ}\text{C}$ ），力矩保护和性能保护差，绝缘等级不高。因此，目前国内各厂家都致力于产品的革新，研制新型的电动执行机构，如：

① 大功率（大于 $6000\text{N}\cdot\text{m}$ ）和小功率（小于 $100\text{N}\cdot\text{m}$ ）电动执行机构 大功率执行机构可以用于大型电站和动力厂、冶金厂，它以三相电源为动力，与三相伺服放大器、三相控制器和三相操作器配套使用，可以实现无扰动切换、事故报警和连续保护。小功率电动执行机构则用于小型控制系统。

② 多转式电动执行机构 这种执行机构输出轴的最大转圈数为 $5 \sim 120$ 圈，主要用来控制高温、高压调节阀，适应于频繁的起动和控制，适应于自控和远程控制，调节速度可快可慢，在紧急状态下能快速关闭或打开。

③ 高分辨率步进电机执行机构 步进电机控制器采用微处理机控制，配以显示单元，具有操作、运行方便、控制精度高、稳定性好、功率消耗低等特点，既可用于常规的开环回路，接受上位计算机控制，又可用于闭环，接受常规模拟量控制信号，能适应各种控制系统的要求。

④ 带微机的电动执行机构 用智能伺服放大器取代传统的模拟放大器，具有自诊断、自处理、特性修正等功能，这种新型的终端控制元件是很有发展前途的，将在第 2 章详细介绍。

目前，调节阀新的理论和计算公式已为大家所接受，但仍没有统一，历史留下来的各种公式（见第 3 章表 3-6）仍被保留。用旧的公式虽然误差大，但计算较为简单；用新的公式虽然精确，但比较麻烦，因为计算系数多，要查阅的图表多。

1.3 调节阀的发展趋势

1.3.1 拓宽产品范围

近 20 年调节阀技术的进步突出表现在执行机构上，阀门结构的变化不大，而气动执行机构和电动执行机构已经面目一新。气动执行机构的侧装式增力型执行机构和多弹簧轻型执行机构的开发和广泛应用，可能会取代旧的较为笨重的传统产品，电动执行机构由于电子技术的突飞猛进，在功率范围的拓宽、分辨率及其他性能的提高和微处理机的配合等方面，都迈出了可喜的一步，人们企盼着更新一代的产品有更好的结构和性能，旧的产品将被新的产

品所更换。产品发展的任务是：

- a. 完善设计，特别是组合式设计，使产品更多样化，功能更完善，性能更好；
- b. 利用步进电机和电子技术，进一步开发高分辨率的执行机构；
- c. 研制新一代的电动执行机构，开发机电一体化产品，在微机化、智能化方面研制出更出色的产品。

1.3.2 利用计算机进行设计和计算

(1) 开展计算机辅助设计 (CAD) 工作

计算机辅助设计 (CAD) 适用于生产厂家对产品的设计。计算机辅助设计使用计算机、软件程序和一些输入装置，能在屏幕显示器 (CRT) 上显示出设计图样，直接得到调节阀的截面。设计一旦完成之后，可以旋转所完成的视图，作出截面图，产生轴测图。

为了说明这种技术的实际应用，以一个蝶阀为例，设计出来的阀板如图 1-2 所示。设计的第一步是决定蝶阀主要的结构参数，如轴承长度和轴承材料，轴的材料，轴径的大小，轴的无支承部分的长度，阀板的材料和结构，销钉的位置。

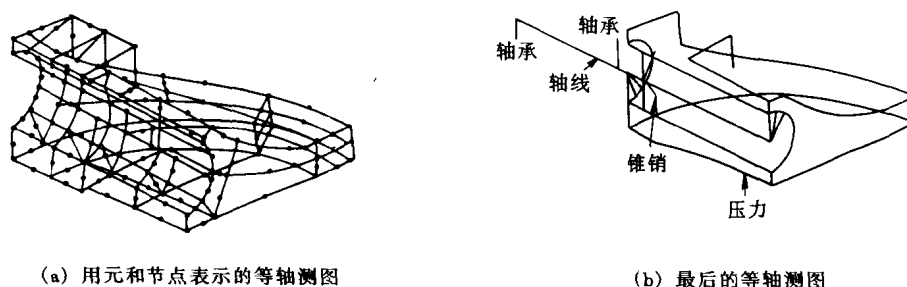


图 1-2 蝶阀阀板结构图 (1/4)

为了减小用于设计的计算机容量，利用模型的对称性，只需要研究其 1/4 的截面，而不降低任何精度。为了使分析更进一步简化，可研究通过轴中心的二维横截面模型。这种模型通过简单改变图面或变更设计参数的方法，可以简单而迅速地测定各种几何条件和材料特性。

这种设计方法实际上是有限元分析法，它通过各束网格和连接点模拟阀门结构的机械特性。这种结构被碎分成许多细小的积木，各条线束称为元，连接点称为节点。简单结构安排为二维的正方体和长方体，而复杂结构则安排为三维的抛物线体。

设计阀板结构时要安排有限元网格，可直接在 CRT 上利用计算机辅助图来进行。计算机自动地记录每个节点和每个元的真实位置，按照它在 CRT 的状况来记录。

一旦形成基本视图之后，轴线旋转就可以形成等轴测图，如图 1-2 (a) 所示。在最后阶段，先“清理”等轴测图，然后加入有关阀板结构特性和边界条件的信息，再作底面加载的变形分析，见图 1-2 (b)。

(2) 利用计算机计算并选择调节阀

用计算机计算和选择调节阀已是大势所趋，而且将进一步推广，图 1-3 示出了对调节阀的交叉性计算和选择过程。

利用计算机计算的优点：

- ① 简单方便，只要设计人员熟悉微机操作和程序的功能就可以使用；
- ② 如果输入数据不合理，计算机将指出数据错误，设计人员可及时进行处理，重新输

入数据，直至得到合适的结果；

③ 在输入数据后，计算机将打印出各种数据及流量系数 K_v 的最大值、最小值，并自动圆整 K_v 值和选择阀的口径；

④ 计算机程序可根据不同的介质（液体、气体、蒸汽、二相流）及调节阀的类型（单座阀、双座阀、角形阀、蝶阀、球阀等），按阀门的流量特性（线性、抛物线、等百分比）进行快速而准确的计算和选择。

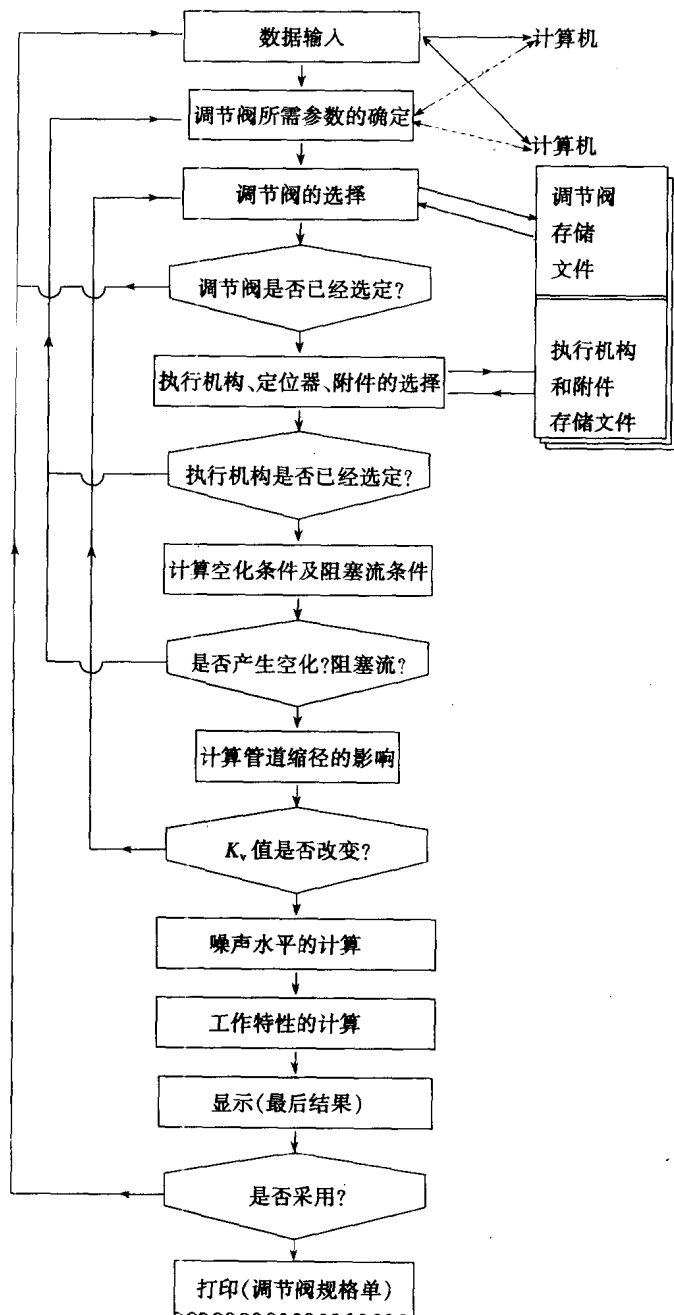


图 1-3 计算机交叉计算示意图

图 1-4 表示计算机程序处理方法的框图。

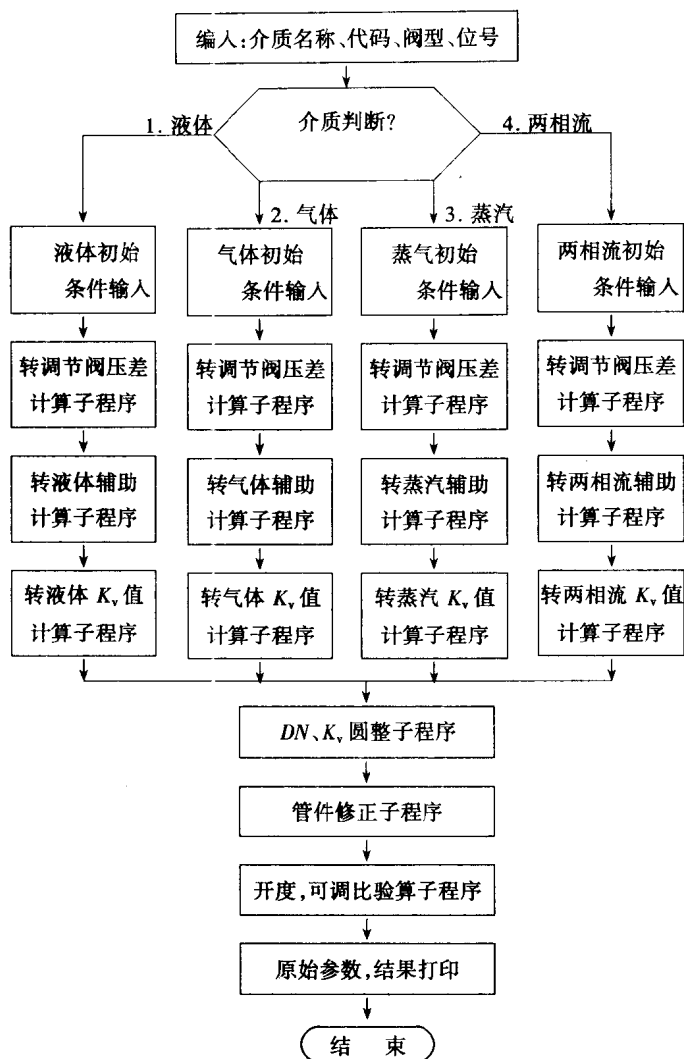


图 1-4 调节阀计算方框图

1.3.3 调节阀智能化

调节阀的智能化在国外起步较早, 现在已有产品投入应用, 我国目前也十分重视这种研究工作。

调节阀不论是气动还是电动, 都可以智能化, 例如图 1-5 所示的气动活塞式调节阀, 如果在执行机构上配以全电子式阀门定位器, 用电子元件代替磁力马达, 就可以进行简单的 PID (比例-积分-微分) 运算。它的工作原理是: 调节阀的阀杆与一个反馈内电位计相连, 每一个位置对应一个相应的电位, 电位随阀杆的移动而连续变化。装置中的比较器将输入调节阀的信号与调节阀阀杆位置对应的反馈内电位计的电位信号相比较。如果不符合, 比较器后的逻辑电路根据比较器输出的相位 (电压的正负) 打开两个微动开关的一个, 正电压打开通向上气缸的开关, 负电压打开通向下气缸的开关, 执行机构的推杆移动, 这种位移又改变