



控制阀 实用手册

龚飞鹰 刘传君 何衍庆 编著

 KONGZHIFA SHIYONG SHOUC



化学工业出版社

控制阀 实用手册

龚飞鹰 刘传君 何衍庆 编著

 KONGZHIFA SHIYONG SHOUCE



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据



控制阀实用手册/龚飞鹰, 刘传君, 何衍庆编著. —北京:
化学工业出版社, 2015. 6
ISBN 978-7-122-23543-5

I. ①控… II. ①龚…②刘…③何… III. ①控制阀-手
册 IV. ①TH134-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 068026 号

责任编辑: 宋 辉

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 边 涛

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市胜利装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 38 字数 1020 千字 2015 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 168.00 元

版权所有 违者必究

《控制阀实用手册》编写人员

(以姓氏笔画排序)

王 朋	王华忠	王慧锋	冯保罗
刘传君	孙自强	何乙平	何衍庆
吴宁胜	严邦明	陈 佳	陈春雷
陈积玉	陈迎宪	邱宣振	杭一飞
茅玲娣	武丽英	周孝英	张德贤
俞旭波	高勤学	龚飞鹰	龚长坤
彭亦功	缪玲梅	潘联宝	

序

(一)

控制阀是一类特殊的阀门，它具有一般阀门的节流或切断功能，也具有自动控制的调节功能。它的应用对象复杂、应用条件各异，流体物性各不相同，使控制阀的种类繁多。一些新材料、新检测技术、新控制方案的应用对控制阀提出更高要求，如降噪、防泄漏、稳定运行、可靠安全和数据传输等。此外，控制阀的应用领域越来越广，应用条件越来越苛刻，研制新型控制阀的呼声也越来越迫切。

为顺应时代发展需要，《控制阀实用手册》围绕控制阀应用的有关问题进行了介绍和论述，是一本很实用的手册。其内容涉及控制阀的工作原理、材料、结构特点、工程设计和计算，还包括控制阀维护和检修等。例如，目前国内大多采用一些国外的计算软件，但部分软件并不符合国家标准，为此，手册提供了符合国家标准和国际标准的控制阀流量系数计算内容，提供了计算软件的计算方法和丰富的示例，这是其突出的亮点。

手册的另一特点是理论与实践结合，将控制阀作为控制系统的最终元件，从系统的观点出发，从过程自动化应用出发，以控制理论为依据，以控制工程为指导，分析和研究控制阀，因此，它对工业应用具有一定的指导意义。

手册的编著者都有十分丰富的实践应用经验，并有设计制造和工程设计及应用的背景，常年来积极参与自动化学会的学术和推广普及活动。将不同领域背景的技术人员组织起来，发挥各自长处，既可从理论着手，又可从实践出发，去解决工业过程实际的问题，这是手册的第三大特色。

(二)

“工业 4.0”为全球新一轮的工业革命吹响前进号角，以智能制造为主导，以信息化和工业化两化融合为内容的新工业革命，通过信息物理系统来实现产品全生命周期中各制造单元之间相互独立地自动交流信息，触发动作和实现控制，将制造流程由自动化向智能化转变，进而通过智能工厂和智能生产来实现由单一品种的大规模生产向定制化规模生产的历史性转变。

数字化工厂是数学模型、方法和工具的综合系统，它将连续的数据管理集成，以产品全生命周期的数据为基础，对整个生产过程仿真、评估和优化，并扩展到整个产品生命周期。因此，数字化工厂是全面实现“工业 4.0”的基础。

发达国家是在完成工业化以后实行信息化的，而我国则是在工业化进程中出现信息化问题。从中国共产党“十五大”提出“改造和提高传统产业，发展新兴产业和高技术产业，推进国民经济信息化”，到党的“十六大”提出“以信息化带动工业化，以工业化促进信息化”，再到党的“十七大”明确提出“坚持走中国特色新型工业化道路，大力推进信息化与工业化融合”，这些都说明我国对信息化和工业化的认识不断深化，两化融合的步伐越来越快，目标越来越明确。

当前，工业领域两化融合的主要工作是，综合集成与深化应用；数据自动化采集和系统优化；数字化和智能化的企业建设；大数据、云计算、物联网等新技术的应用等四方面。控制阀作为制造行业的一个重要产品，它的两化融合也涉及上述内容。例如，根据被应用的不同生产过程数学模型，研制控制阀的流路结构和流量特性，使其性能得到优化，实现节能、降噪和稳定运行，延长生命周期等。在现有控制阀的基础上，应用被控过程数学模型，实现

生产过程优化，使生产过程更平稳，维护更简单，提高产品合格率，降低生产成本等。这些内容在本手册都有涉及。例如，量身定制控制阀阀瓣型面的设计是个性化生产的基础，它将改变控制阀流量特性的基本系列，提高控制系统的稳定性。对原有控制阀，手册提出的补偿处理技术可改善控制系统的控制品质等。

基于上述理由，特郑重向流程行业和自动化行业的系统工程师、仪表工程师，以及有关高校和研究院所的技术人员推荐本手册。

中国自动化学会仪表与装置专业委员会 秘书长

石明根

前言

控制阀在国民经济各部门有广泛应用。它与生产建设、国防建设和人民生活息息相关。为对不同流体进行控制,控制阀的类型众多,品种规格繁杂,为设计选型和实际应用带来困难。随着新的工艺生产过程和控制要求的不断涌现,新的科学技术的不断出现和完善,对控制阀的要求也不断提升。工业 4.0 不仅对我国,也对全球的制造行业提出前进目标,以信息化和工业化深度融合的数字化和智能化制造为制造业的全新信息物理平台的建立提供了坚实基础。工业 4.0 对控制阀制造和应用将产生巨大影响,首先表现在个性化生产,即为适应不同被控对象的应用,研制和生产“量身定制”的控制阀,它更能够适应被控对象的特性,降低偏离度,提高控制系统控制品质。其次,控制阀的应用也更精细化,如控制阀制造商应提供不同行程时的相对流量系数;不再用单一控制阀控制,而采用多控制阀组合以实现更精确控制和更精准控制等。为此,我们编写了本实用手册。

控制阀从机械产品发展为机电一体化产品,从常规模拟仪表发展为智能仪表,涉及的知识内容从流体力学、热力学到材料学、制造工艺学、自动控制科学等。因此,要在一本手册内全面介绍有关知识有一定困难。为此,本手册从实用性出发,介绍和分析有关控制阀的实用性问题。本手册的特点如下。

① 创新性。本手册提供笔者多年来的研究成果。例如,根据工作流量特性和压降比,“量身定制”控制阀阀芯型面;用软件实现流量特性补偿处理;根据最新 IEC 标准编写流量系数和噪声预估等计算程序;估算额定流量系数的公式;提出实际开度计算公式,根据控制阀开度等数据估算其流量等内容。它们为控制阀的精确控制和精准调节应用提供了有效手段和工具。

② 先进性。本手册采用了最新颁布的有关国家和国际标准,包括 2014 年修订的一些标准,以便于实际应用;国家标准还未颁布与国际标准等效的更新版本内容,本手册也介绍了国际上近年来开发的控制阀和附件,如最小流量控制阀、自动泵再循环阀、精小型执行机构、智能阀门定位器、现场总线智能阀门定位器等,紧跟国际发展趋势。

③ 理论与实践结合。本手册理论与实践结合,以理论指导实践,并用实践验证理论。例如,通过分析串级控制系统的共振现象,讨论阀门定位器的振荡,从本质上阐述和分析了阀门定位器功能。本手册结合集散控制系统和现场总线控制系统中智能阀门定位器的应用,对智能和非智能阀门定位器进行深入研究和分析,讨论它们对控制阀流量特性、控制系统控制品质的影响。

在编著上,本手册并没有把控制阀作为一个机械产品进行叙述,而是将控制阀作为控制系统的最终元件,作为控制系统的一部分进行分析。因此,本手册从过程自动化应用出发,以控制理论为依据,以控制工程为工具,分析和研究控制阀,以理论知识指导实际应用进行说明,并结合实际应用实例用理论知识进行分析,力求达到理论与实践紧密结合。

④ 实用性。本手册不仅提供了最新的有关标准,如包括 ASME、ANSI、GB、IEC、VDMA 等国际和国家的材料标准、壁厚标准、控制阀校验标准、噪声预估标准等,还为设计应用的工程技术人员提供了用于设计计算的大量资料。例如,近年来广泛应用的用于计算气体的压缩因子等 Lee-Kesler 方程;最新 AGA-8-92DC 的计算方法计算天然气压缩因子;计算液体饱和蒸汽压的 Antoine 方程和几千组化学物的系数;计算水和水蒸气的 IAPWS-IF97 计算公式等。

为保护知识产权,本手册对引用的有关产品都提供了其来源,既便于读者查找,也便于

对有关单位表示感谢。

本手册共分9章。第1章概述；第2章控制阀结构；第3章控制阀材料；第4章控制阀计算的理论基础，介绍控制阀工作原理、力和力矩系统计算、流量系数计算、噪声和流量特性；第5章控制阀的工程计算，着重介绍设计计算的理论基础、设计选型和计算示例等内容；第6章控制阀性能对控制系统的影响，从控制系统整体出发，讨论控制系统的性能指标、控制阀性能对控制系统的影响等；第7章阀门定位器和控制阀附件；第8章控制阀的试验，包括主要性能试验、型式试验和检验等；第9章控制阀的安装和维修。

本手册是工矿企业、自控工程设计人员、科研开发单位工程技术人员工程设计和应用、安装和维护时的重要资料，也是自动化和仪表专业、机电一体化专业学生的重要参考教材。它可作为自控设计部门技术人员的设计资料，工矿企业和控制阀制造企业工程技术人员的参考资料，也可作为工矿企业技术人员安装和维护时的参考资料和控制阀培训班的培训教材。

本手册由龚飞鹰、刘传君、何衍庆编著。本手册的编写工作得到上海工业自动化仪表研究院、华东理工大学自动化所、上海交通大学电子信息与电气工程学院、江南大学物联网学院、上海应用技术学院、德国派沃国际工业（上海）有限公司、《自动化仪表》编辑部及《控制阀信息》编辑部等单位的关心和支持，中国自动化学会仪表与装置专业委员会石明根秘书长在百忙中审核了本手册，并为本手册作序。智北超、范铠、彭瑜、汤继亮、朱晓枫、黄道、袁景琪、杨慧中、叶银忠、边玉平、纪纲、汤逢海、王树森等先生给予大力支持和悉心指导。Fisher、无锡工装、星域、山武、ABB、Samson、Metso、Foxboro 和科洋等公司的 Kilm Polk、沈伟愿、郁学军、蒋锦华、杨勇、张红梅、戴自祥、周人、汪湛、赖思敏等先生提供了大量技术资料和技术支持。李冰、孙治祥、智恒明、智恒新、严春明、缪煜新、殷家云、李素香、阎笑冰、裴智轶、陈小熔、何展敏、陈新、贾敬华、倪雁、车运慧、陈伟、吴洁、张春利、余勇、李雄伟、石慧、柯春雷、朱杰、陈联、龙卷海、胡雯茵、张英辉、董亮、谈雪芳、陈天成、张胜利、黄雅明、屠培卿、王勇、高晓燕、徐晓敏、王大方、王为国、杨洁等先生提供了不少帮助和支持。此外，池秋英、潘洪莉、范秀兰等先生积极支持和帮助本手册的编写工作，谨在此一并表示衷心感谢。

由于时间和笔者的水平所限，疏漏在所难免，恳请读者不吝指正。

编著者

目录

第 1 章 概述	1
1.1 控制阀在工业生产过程控制中的作用	1
1.1.1 控制系统的基本组成	1
1.1.2 控制阀在控制系统中的作用	2
1.2 控制阀的发展展望	3
1.2.1 控制阀应用中存在的问题	3
1.2.2 控制阀的发展趋势	3
1.3 控制阀术语	5
1.3.1 控制阀分类术语	5
1.3.2 控制阀结构和零部件术语	8
1.3.3 控制阀功能和其他术语	12
1.4 控制阀型号编制	17
1.4.1 型号编制方法	17
1.4.2 控制阀参数	21
1.4.3 控制阀系列型谱	41
第 2 章 控制阀结构	42
2.1 控制阀的组成和分类	42
2.1.1 控制阀的组成	42
2.1.2 执行机构分类	42
2.1.3 调节机构分类	43
2.1.4 附件分类	44
2.2 执行机构	44
2.2.1 气动薄膜执行机构	45
2.2.2 气动活塞执行机构	49
2.2.3 电动执行机构	53
2.2.4 液动执行机构	65
2.2.5 手动执行机构	76
2.2.6 自力式调节阀	78
2.3 调节机构	82
2.3.1 概述	82
2.3.2 直行程调节机构	85
2.3.3 角行程调节机构	94
2.3.4 特殊结构控制阀	99
2.4 控制阀其他零部件	109
2.4.1 阀瓣和阀板	109
2.4.2 控制阀的导向和行程转换机构	110

2.4.3	控制阀的填料装置	112
2.4.4	控制阀的连接	116
2.4.5	控制阀内密封	117
第3章	控制阀材料	119
3.1	控制阀阀体	119
3.1.1	控制阀阀体的材料	119
3.1.2	控制阀阀盖的材料	132
3.1.3	控制阀阀体和阀盖最小壁厚	133
3.1.4	耐腐蚀性材料	135
3.1.5	控制阀阀杆(轴)的材料	145
3.2	控制阀阀内件	146
3.2.1	控制阀阀瓣和阀板的材料	146
3.2.2	控制阀密封座的材料	150
3.2.3	填料和润滑剂	152
3.3	其他零部件	154
3.3.1	焊接材料	154
3.3.2	垫片	159
3.3.3	紧固件	162
第4章	控制阀计算的理论基础	165
4.1	控制阀工作原理	165
4.1.1	基础知识	165
4.1.2	流量系数计算中的有关系数	170
4.2	控制阀力(矩)系统的计算	180
4.2.1	执行机构输出推力(矩)的计算	180
4.2.2	调节机构不平衡力(矩)的计算	184
4.2.3	调节机构允许压差的计算	185
4.2.4	执行机构部件的设计计算	188
4.2.5	其他力矩的设计计算	199
4.3	控制阀流量系数的计算	201
4.3.1	概述	201
4.3.2	不可压缩流体流量系数的计算	204
4.3.3	可压缩流体流量系数的计算	206
4.3.4	流经多级控制阀的流体流量系数计算	207
4.3.5	两相流体的流量系数计算	208
4.3.6	流量系数的计算	210
4.3.7	计算流量系数的圆整	216
4.4	控制阀流量特性	218
4.4.1	控制阀的流量特性	218
4.4.2	控制阀固有流量特性的实现	229
4.5	控制阀噪声预估	231

4.5.1	概述	231
4.5.2	噪声预估	233
4.5.3	噪声测定和治理噪声的措施	248
4.6	计算数据的确定	259
4.6.1	材料的力学性能	259
4.6.2	流体的物性数据	270
第5章	控制阀的工程设计	292
5.1	工程设计符号	292
5.1.1	控制阀的工程设计符号	292
5.1.2	控制阀工程设计符号的示例	295
5.2	控制阀应用设计	296
5.2.1	控制阀数据表	296
5.2.2	控制阀类型的选择	296
5.2.3	控制阀材料的选择	305
5.2.4	控制阀泄漏等级的选择	319
5.2.5	控制阀气开气关方式的选择	323
5.2.6	控制阀流量特性的选择	324
5.2.7	控制阀内流体流向的选择	329
5.3	控制阀口径的确定	330
5.3.1	数据的准备	330
5.3.2	计算流量系数	331
5.3.3	确定控制阀额定流量系数	341
5.3.4	控制阀开度计算	345
5.3.5	确定控制阀实际可调比	348
5.3.6	确定控制阀压降比	350
5.4	控制阀的防噪	353
5.4.1	控制阀声功率噪声的估算	353
5.4.2	流动噪声的估算	354
5.4.3	噪声修正	355
5.4.4	流速限制	356
5.5	控制阀的防爆、防护和安全完整性等级	358
5.5.1	防爆等级标志和设备保护级别	358
5.5.2	外壳防护等级	365
5.5.3	安全完整性等级	369
5.6	工程应用中的问题及处理	377
5.6.1	工艺提供数据不足	377
5.6.2	根据控制阀开度估算流体流量	380
5.6.3	多阀组合应用	383
第6章	控制阀性能对控制系统的影响	388
6.1	控制系统的性能指标	388

6.1.1	控制系统的时域性能指标	388
6.1.2	控制系统的偏差积分性能指标	390
6.2	控制阀性能对控制系统的影响	391
6.2.1	执行机构性能对控制系统控制品质的影响	391
6.2.2	调节机构性能对控制系统控制品质的影响	397
6.2.3	压降比 s 的影响	400
6.3	控制系统对控制阀的要求	403
6.3.1	控制系统运行准则	403
6.3.2	稳定运行时开环增益允许的变化范围	404
6.3.3	流量控制系统	407
6.3.4	液位控制系统	412
6.3.5	压力控制系统	414
6.3.6	温度控制系统	416
6.3.7	推荐的流量特性选择	420
第 7 章	阀门定位器和控制阀附件	422
7.1	阀门定位器的工作原理	422
7.1.1	阀门定位器的工作原理	422
7.1.2	阀门定位器的传递函数分析	430
7.1.3	阀门定位器的功能	431
7.2	阀门定位器在控制系统中的作用	432
7.2.1	阀门定位器组成的串级控制系统	432
7.2.2	阀门定位器应用中的注意事项	438
7.3	智能阀门定位器	439
7.3.1	智能阀门定位器的工作原理	439
7.3.2	智能阀门定位器对控制系统性能的影响	445
7.4	控制阀其他附件	447
7.4.1	控制阀其他附件	447
7.4.2	三断保护和快开、快关的实现	457
第 8 章	控制阀的试验	465
8.1	控制阀主要性能指标的试验	465
8.1.1	静特性试验	465
8.1.2	气密性试验	468
8.1.3	密封性试验	469
8.1.4	泄漏量试验	470
8.1.5	空载全行程时间试验	471
8.1.6	绝缘性能试验	473
8.1.7	耐压强度试验	473
8.1.8	其他性能试验	474
8.2	控制阀型式试验和检验	474
8.2.1	额定流量系数和固有流量特性试验	476

8.2.2 控制阀其他系数的试验	479
8.2.3 工业过程控制系统用电磁阀的试验	484
8.2.4 工业过程控制系统用阀门定位器的试验	488
第9章 控制阀的安装和维修	503
9.1 控制阀配管和安装的考虑	503
9.1.1 安全的考虑	503
9.1.2 性能的考虑	504
9.1.3 可操作性和可维护性的考虑	505
9.2 安装施工	506
9.2.1 安装施工的准备	506
9.2.2 控制阀安装施工的规定	508
9.2.3 控制阀安装前的检验	513
9.2.4 控制阀现场调试	514
9.2.5 控制阀的管理	515
9.3 故障分析	516
9.3.1 执行机构的故障分析	516
9.3.2 调节机构的故障分析	519
9.3.3 阀门定位器的故障分析	522
9.3.4 气动系统常见故障	522
9.4 控制阀的维护	523
9.4.1 控制阀的日常维护	524
9.4.2 控制阀的定期维修	525
9.4.3 控制阀的预见性维修	527
9.4.4 闲置控制阀的日常维护	533
9.5 控制阀的其他处理	534
9.5.1 控制阀流量特性的处理方法	534
9.5.2 控制阀口径的处理方法	537
参考文献	539
附录A 阀门结构长度	542
A.1 阀门的结构长度	542
A.2 燃气调压器的结构长度	553
A.3 自力式调节阀的结构长度	554
附录B Antoine 常数	555
附录C 水和水蒸气热力学性能	574
C.1 概述	574
C.1.1 公式的结构	574
C.1.2 命名法	574
C.2 方程	575
C.2.1 区域2和3间边界的辅助方程	575
C.2.2 区域1的方程	576

C. 2. 3	区域 2 的方程	578
C. 2. 4	区域 3 的方程	586
C. 2. 5	区域 4 的方程	587
C. 2. 6	区域 5 的方程	588
C. 2. 7	示例	590
附录 D	FCI 70-2-2006 控制阀阀座泄漏量	591
D. 1	泄漏等级	591
D. 2	试验方法	592

1.1 控制阀在工业生产过程控制中的作用

1.1.1 控制系统的基本组成

(1) 人工控制

以图 1-1 所示液位控制为例，说明人工控制的有关概念。液位是工艺需要控制的变量，操作员根据液位高低调节排放阀的开度，使液位保持在工艺所需的高度。人工控制的过程如下。

- ① 操作员用眼睛观测容器液位，经神经系统传到大脑。
- ② 大脑对液位观测值与工艺期望值进行比较，经分析和判别，发出控制指令。
- ③ 根据大脑发出的控制指令，操作员通过手操纵阀门，改变阀门开度，使排出流量变化。
- ④ 反复上述步骤，使液位维持在期望值。

(2) 自动控制

因为现代工业生产过程需要控制的温度、压力、流量等参数成百上千，人工控制难以满足现代工业生产过程的要求，存在劳动强度大，控制精度低、响应时间长等缺点。各种自动控制系统模拟人工控制的方法，用仪表、计算机等装置代替操作员的眼、大脑、手等的功能，实现对生产过程的自动控制。简单控制系统包含检测元件和变送器、控制器、执行器和被控对象等。图 1-2 是简单控制系统的框图。

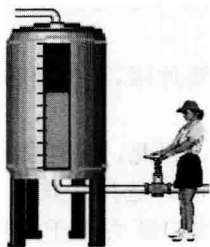


图 1-1 人工控制

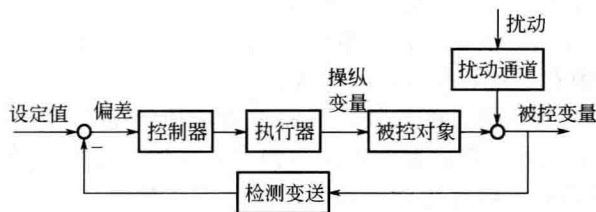


图 1-2 简单控制系统的框图

检测元件和变送器（Sensor and Transmitter）用于检测被控变量，将检测信号转换为标准信号。例如，热电阻将温度变化转换为电阻变化，温度变送器将电阻或热电势信号转换为标准的气压或电流、电压信号等。

控制器（Controller）将检测变送环节输出的标准信号与设定值信号进行比较，获得偏差信号，按一定控制规律对偏差信号（Error Signal）进行运算，运算输出送执行器。控制器可用模拟仪表实现，也可用微处理器组成的数字控制器实现，例如，DCS（分布控制系统）和 FCS（现场总线控制系统）中采用的 PID 控制功能模块等。

执行器（Actuator）处于控制环路的最终位置，也称为最终元件（Final Control Ele-

ment)。执行器用于接收控制器的输出信号,并控制操纵变量变化。在大多数工业生产过程控制的应用中,执行器采用控制阀。其他执行器有计量泵、调节挡板等。近年来,随着变频调速技术的应用,一些控制系统已采用变频器和相应的电动机(泵)等设备组成执行器。本书介绍控制阀的有关内容,不讨论变频器和其他执行器。

生产过程(被控对象)的负荷变化或者操作条件改变时,通过检测元件和变送器的检测和变送,将过程的被控变量送控制器,经控制规律运算后的输出送执行器,改变过程中相应的流体流量,使被控变量与设定值保持一致。可见,检测元件和变送器的作用类似于人的眼睛,控制器的作用类似于人的大脑,执行器的作用类似于人的手脚。

与人工控制的控制过程类似,当系统受到干扰影响时,用检测变送仪表检测过程的被控变量信号(模拟人眼的功能),控制器将检测变送信号与设定值比较,按一定控制规律对其偏差值进行运算(模拟人脑的功能),并输出信号驱动执行机构改变操纵变量(模拟人手的功能),使被控变量回复到设定值。

1.1.2 控制阀在控制系统中的作用

(1) 控制阀的重要性

控制阀(Control valve)用于调节流体流量。根据国标 GB/T 17213《工业过程控制阀 第一部分控制阀术语和总则》的规定,应称为控制阀。但目前仍有一些文献将它称为调节阀(Adjusting valve)。从控制系统整体看,一个控制系统控制的好坏,都要通过控制阀来实现。控制阀的重要性表现如下。

① 控制阀是节流装置,它是动部件。与检测元件和变送器、控制器比较,在控制过程中,控制阀需要不断改变节流件的流通面积,使操纵变量变化,以适应负荷变化或操作条件的改变。因此,对控制阀阀组件的密封、耐压、腐蚀等提出更高要求。例如,密封会使控制阀摩擦力增加,控制阀死区加大,造成控制系统控制品质变差等。

② 控制阀的阀内件与过程介质直接接触。控制阀和检测元件与过程介质接触的不同点如下。

a. 接触介质不同。对控制阀的耐腐蚀性、强度和刚度、材料等有更高要求。

b. 检测元件与过程介质可采用隔离液等方法隔离,控制阀通常与过程介质直接接触,很难采用隔离的方法与过程介质隔离。

③ 控制阀的活动部件是造成“跑”、“冒”、“滴”、“漏”的主要原因,它不仅造成资源或物料的浪费,也污染环境,引发事故。

④ 控制阀是通过阀内件的节流改变流体流阻实现流量的调节,因此,是耗能元件。为此,降低能耗,降低控制阀的压力损失,和较好地控制品质之间要合理选择和兼顾。

⑤ 控制阀对流体进行节流的同时,也造成噪声。例如,当阀出口压力低于液体的蒸汽压力时,造成闪蒸;当阀下游压力高于液体蒸汽压力时,造成汽蚀。控制阀造成的噪声和控制阀流路的设计、操作压力、被控介质特性等有关,因此,降低噪声,降低压力损失等对控制阀的应用提出更高要求。

⑥ 控制阀的适应性强。它被安装在各种不同的生产过程,生产过程的低温、高温、高压、大流量、微小流量等操作条件需要控制阀具有各种不同的功能,控制阀应能适应不同应用的要求。

⑦ 检测元件和变送器、控制器等发展快,投入的人力和物力多。相对来看,通常认为控制阀结构简单,因此,对控制阀投入研究和开发的人力和物力相对不足。

(2) 控制阀在控制系统中的作用

控制阀在控制系统中的作用如下。

① 控制阀用于自动控制系统中流体的流量,从而实现自动调节生产过程中有关工艺变量的作用。与手动阀门不同,控制阀可自动调节,不需要人工操纵,因此,可大大降低劳动强度,提高生产效率。

② 控制阀能够在供给它的能源或信号中断时及时回复到安全状态,避免事故发生。通过控制阀故障关(FC)或故障开(FO)或故障保持(FR)等选择,使控制阀关闭、打开或保持故障时开度,防止事故的发生或蔓延。

③ 控制阀可补偿被控对象的非线性特性,实现生产过程的稳定运行。控制系统稳定运行的关键是系统的开环增益在运行过程中保持恒定。对被控对象具有非线性特性的生产过程,例如,温度控制等具有饱和和非线性特性的生产过程,可通过选择控制阀的流量特性,补偿被控对象的非线性,使生产过程稳定运行。

1.2 控制阀的发展展望

1.2.1 控制阀应用中存在的问题

控制阀应用中存在下列问题。

① 控制阀的品种多,规格多,参数多:控制阀为适应不同工业生产过程的控制要求,例如,温度、压力、介质特性等,有近千种不同规格,不同类型的产品,使控制阀的选型不方便、安装应用不方便、维护不方便、管理不方便。

② 控制阀的可靠性差:控制阀在出厂时的特性与运行一段时间后的特性有很大差异,例如,泄漏量增加、噪声增大、阀门复现性变差等,给长期稳定运行带来困难。

③ 控制阀笨重,给控制阀的运输、安装、维护带来不便:通常,控制阀比一般的仪表要重几倍到上百倍,例如,一台 DN200 的控制阀重达 700kg,运输、安装和维护都需要动用一些机械设备才能完成,给控制阀的应用带来不便。

④ 控制阀的流量特性与工业过程被控对象特性不匹配,造成控制系统品质变差:控制阀的理想流量特性已在产品出厂确定,但工业过程被控对象特性各不相同,加上压降比变化,使控制阀工作流量特性不能与被控对象特性匹配,并使控制系统控制品质变差。

⑤ 控制阀噪声过大:工业应用中,控制阀噪声已成为工业设备的主要噪声源,因此,降低控制阀噪声成为当前重要的研究课题,并得到各国政府的重视。

⑥ 能耗大:控制阀是耗能设备,在能源越来越紧缺的当前,更应采用节能技术,降低控制阀的能耗,提高能源的利用率。

1.2.2 控制阀的发展趋势

控制阀向智能化、标准化、精小化、旋转化、一体化和安全化等方向发展。

(1) 智能化和标准化

控制阀的智能化和标准化已经提到议事日程。智能化主要采用智能阀门定位器。智能化表现在下列几方面。

① 控制阀的自诊断,运行状态的远程通信等智能功能,使控制阀的管理方便,故障诊断变得容易,也降低了对维护人员的技能要求。

② 减少产品类型,简化生产流程。采用智能阀门定位器不仅可方便地改变控制阀的流量特性,也可提高控制系统的控制品质。因此,对控制阀流量特性的要求可简化及标准化(例如,仅生产线性特性控制阀)。用智能化功能模块实现与被控对象特性的匹配,使控制阀产品的类型和品种大大减少,使控制阀的制造过程得到简化。