

[美] Philip L. Skousen 著



Valve Handbook (Second Edition)

阀门手册

○ 孙家孔 译 (第二版)



中国石化出版社

阀门手册

(第二版)

【美】Philip L. Skousen 著

孙家孔 译

中国石化出版社

内 容 提 要

本书全面、系统地介绍了阀门的基础知识、阀门种类和阀门应用等方面内容。具体内容包括: 阀门介绍、阀门选用准则、手动阀门、控制阀、手动控制器和执行机构、灵活阀门及定位器、确定阀门尺寸、确定执行机构尺寸和常见阀门问题等。

本书可作为阀门使用维修人员以及设备管理和工程技术人员的工具书, 也可作为阀门设计人员和从事压力容器、管道设计人员的参考书。

著作合同登记号 图字: 01-2005-0793

Valve handbook/Philip L. Skousen

ISBN: 0-07-143773-8

Copyright © 2004, 1998 by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. Printed in the United States of America. Except as permitted under the United States Copyright Act of 1976, no part of this publication may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书中文简体字版权为中国石化出版社和美国麦格劳-希尔教育(亚洲)出版公司共同拥有, 由中国石化出版社独家出版。未经出版者预先书面许可, 任何人或机构不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

图书在版编目(CIP)数据

阀门手册/(美)斯库森(Skousen, P. L.)著;孙家孔译.
—北京:中国石化出版社, 2005
ISBN 7-80164-896-X

I. 阀… II. ①斯…②孙… III. 阀门-技术手册
IV. TH134-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 107589 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 14.75 印张 370 千字

2005 年 12 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

定价:55.00 元

(购买时请认明封面防伪标识)

第二版前言

当第一版阀门手册于 1988 年由 McGraw - Hill 出版时, 阀门工业正处于一个发展年代, 它是由数字通信重大进展而推动的。六年之后, 灵活阀门、数字定位器、全能场地信息转移通路、场地通讯技术、辅助软件和无线因特网技术全面推动了工艺控制到终端控制元件。根据阀门制造厂已将灵活终端控制元件结合到工艺控制系统的广泛进步, 修改了第二版阀门手册。不仅灵活技术改变了控制阀的功能面貌, 也给许多手动阀门和执行机构提供了方法。本版说明了这些进展: 工艺过程工业走向将场地信息转移通路用于数字工艺控制系统的工厂, 以及场地通信规程技术用于仍在使用模拟工艺过程控制技术系统的工厂。

正如第一版一样, 阀门手册重点继续关注最常用的手动阀门、控制阀门、执行机构以及附件和设计及操作的情报。它也提供了有关阀门常见问题和广泛解决这些问题的办法的有关情报。

以下诸位和单位为第二版提供了内容, 对他们的帮助给予极大的感谢: Robert Sogge, 菲舍尔控制国际(爱默生工艺管理部), Mark Francis, 阀门制造商协会, Masoneilan, 修整装置测量和控制部, 场地信息转移通路基地, HART (高通导可寻址遥控传送器)通信基地, 控制工程杂志编辑(由 Putman Media 出版)。

如同第一版一样, 我感谢我的妻子 Patty 和我的女儿 Lindsay, Ashlee 和 Kristin 的不断支持。同时也感谢如下一同工作的专业同事及朋友们的帮助: Mike Storrs, Greg Swenson, Scott Folster, Steve Thoresen, Claude Gubler, Alan Macdonald 等人, 特别是我尊敬的同事 Connor Storrs, 他为本版提供了有价值的见解和注释。

Philip L. Skousen, ABC

目 录

第一章 阀门介绍	(1)
1.1 阀门	(1)
1.2 按功能的阀门分类	(1)
1.3 按照应用分类	(4)
1.4 按运动的分类	(7)
1.5 阀门开口尺寸分类	(7)
1.6 常用管线术语	(7)
第二章 阀门选择准则	(9)
2.1 阀门系数	(9)
2.2 流动特性	(9)
2.3 关闭要求	(16)
2.4 阀体端面连接	(17)
2.5 压力等级	(21)
2.6 面对面准则	(22)
2.7 阀体材料选择	(23)
2.8 垫片选择	(25)
2.9 填料选择	(29)
第三章 手动阀门	(39)
3.1 手动阀门介绍	(39)
3.2 手动旋塞阀	(40)
3.3 手动球阀	(44)
3.4 手动蝶阀	(47)
3.5 手动截止阀	(52)
3.6 手动闸阀	(55)
3.7 手动胶管阀	(59)
3.8 手动隔膜阀	(63)
第四章 控制阀	(66)
4.1 控制阀介绍	(66)
4.2 截止控制阀	(66)
4.3 蝶形控制阀	(79)
4.4 球形控制阀	(86)
4.5 偏心旋塞控制阀	(91)
第五章 手动控制器和执行机构	(94)
5.1 手动控制器和执行机构的介绍	(94)
5.2 手动控制器	(95)

5.3	气动执行机构	(100)
5.4	非气动执行机构	(112)
5.5	执行机构性能	(115)
5.6	定位器	(115)
5.7	辅助手轮	(119)
5.8	外部失效系统	(122)
5.9	通用配件	(127)
第六章	灵活阀门及定位器	(135)
6.1	工艺控制	(135)
6.2	控制阀的灵活系统	(139)
6.3	数字定位器	(142)
第七章	确定阀门尺寸	(145)
7.1	确定阀门尺寸介绍	(145)
7.2	确定阀门尺寸术语	(147)
7.3	确定液体操作控制阀的阀体尺寸	(150)
7.4	确定气体操作控制阀的阀体尺寸	(160)
第八章	确定执行机构尺寸	(168)
8.1	确定执行机构尺寸的准则	(168)
8.2	确定气动执行机构尺寸	(172)
8.3	确定机电的和电动液压的执行机构尺寸	(178)
第九章	常见阀门问题	(179)
9.1	高压力降	(179)
9.2	气穴	(180)
9.3	闪蒸	(193)
9.4	堵塞物流	(193)
9.5	高速度	(194)
9.6	水锤效应	(194)
9.7	高噪声水平	(195)
9.8	噪声衰减	(206)
9.9	易散的发射	(216)
参考文献		(226)

第一章 阀门介绍

1.1 阀门

1.1.1 阀门定义

按定义,阀门是专门设计成的机械器件用以直流、启动、停止、混合或调节工艺流体的流量、压力或温度。阀门能设计成处理液体或气体的运行。按阀门的设计、功能和应用的特征,它的类型、尺寸和压力等级有很多种类。最小的工业阀门重量可小到 1 lb(0.45kg),可舒适地放于人的手中。而最大的可重到 10t(9070kg)以上,高度达到 24ft(6.1m)以上。工业过程阀门能用于管线尺寸由 0.5m[公称直径(DN15)]到超过 48in(DN1200)。不过超过 90%以上的阀门用于工艺系统上是安装在 4in(DN100)或较小尺寸的管线上。阀门压力能够用于由负压到超过 1300psi(897bar)。工艺阀门尺寸的变化实例如图 1.1 所示。

今天现有阀门的领域已由简单的水龙头发展到备有信息处理机的控制阀,该信息处理机提供工艺过程的单回路控制。今天最常用的类型是闸阀、旋塞阀、球阀、蝶阀、止回阀、泄压阀和截止阀。

阀门能由许多种材料制造,大多数阀门是由钢、铁、塑料、黄铜、青铜或大量的特殊合金制造的。

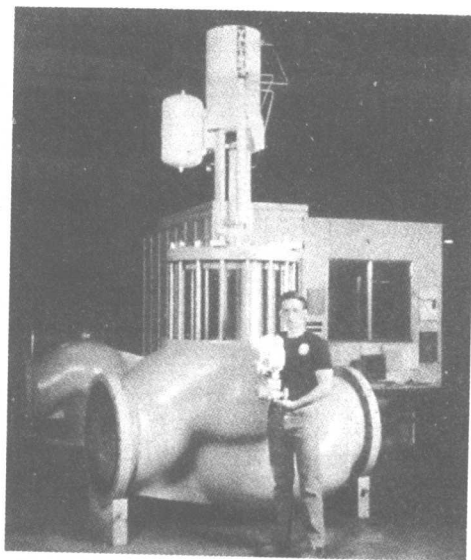


图 1.1 30in 和 1in 截止阀的尺寸比较
(瓦尔太克国际提供)

1.2 按功能阀门分类

1.2.1 按处理的工艺流体的功能和设计的特征

阀门可分为三类:双位式(开-关式)阀门,它具有控制物流闭合和允许其通过的功能;止回阀,它只允许物流向一个方向穿流;节流阀,它可在全开到全关的任一点上调节物流。按功能给阀门定义的一个混乱情况是特殊的阀体设计,诸如截止阀、闸阀、旋塞阀、球阀、蝶阀和胶管形阀门可符合一个、二个或所有三类分类。例如,旋塞阀可用于开-关双向操作,或增加执行机构,可用作节流控制阀。另一种例子是球形阀体,根据其内部设计可以是开-关双位阀、止回阀或节流阀。因此当将特殊阀体类型和特殊分类视为等同时,用户应小心。

1.2.2 双位式阀门(开-关阀门)

有时指的是隔断阀,双位阀是用于起动或停止通过工艺过程的介质流动。通常双位式阀门包括闸阀、旋塞阀、球阀、泄压阀和缸底阀(图 1.2)。大多数双位式阀门是手工操作,不过增加一个执行机构它可自动操作(图 1.3)。

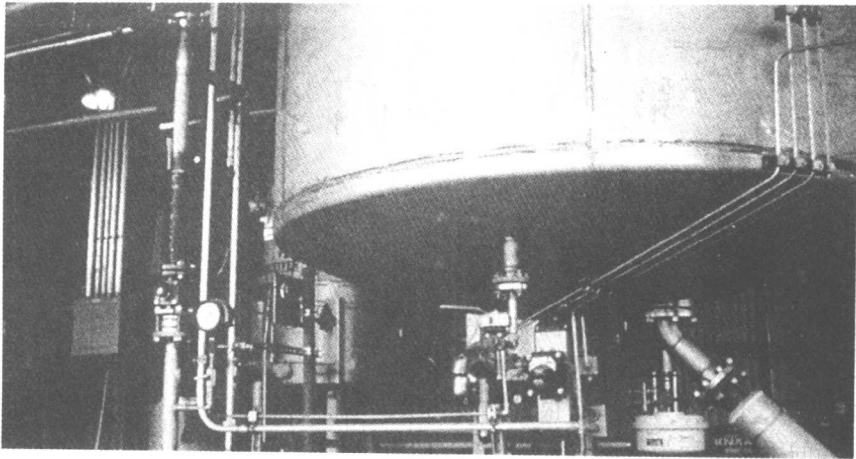


图 1.2 钢铁加工过程用的缸底阀
(卡莫 USA 提供)

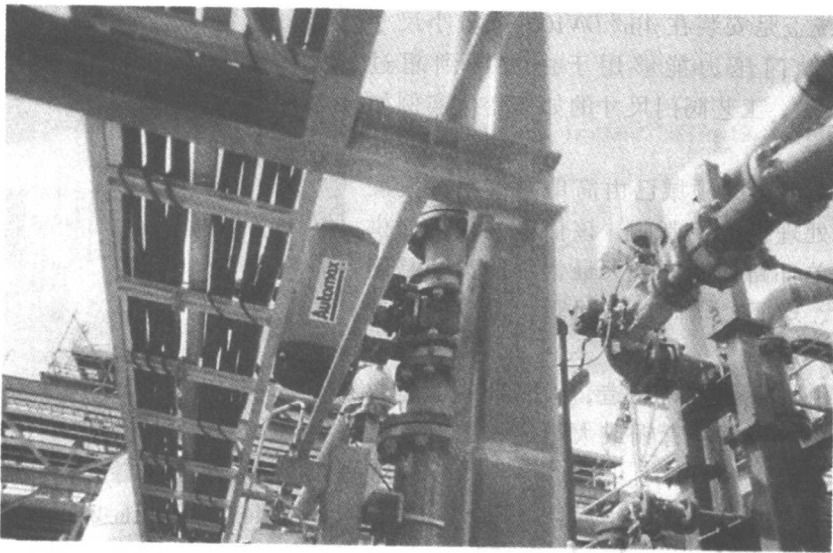


图 1.3 化学工业使用的带有齿条和小齿轮的执行机构的 1/4 转的旋转阀
(奥托马克公司及杜瑞罗公司提供)

双位式阀门通常用于物流必须环绕一个区域内改变方向，在该区域内进行维护或在此处工人们必须防护潜在的安全危害。他们对混合物料亦有用途，即当在预先确定的适当时间内大量物流被混合且不要求准确计量。安全管理系统也要求自动的双位式阀门，当紧急情况发生时立即关闭系统。

泄压阀是自身执行的双位式阀门，仅当超过预先设定压力时阀门打开(图 1.4)。该种阀门分为两类：泄压阀和安全阀。泄压阀是用于防护液体操作过量增压的；安全阀是用于气体操作，此处系统过量增压存在着安全和工艺过程危害并必须放空。

1.2.3 止回阀

止回阀仅允许流体在预期的方向流动。此设计是这样的，即在相反方向的任何流动或压力被机械地限制其产生。所有的单向阀都是止回阀(图 1.5)。

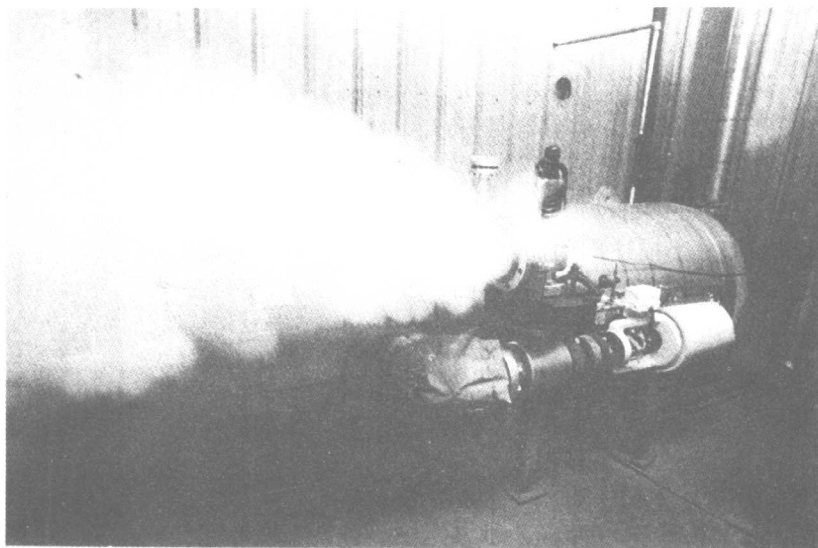


图 1.4 为校正破坏压力，泄压阀进行试验
(沃尔太克·休斯顿服务中心提供)

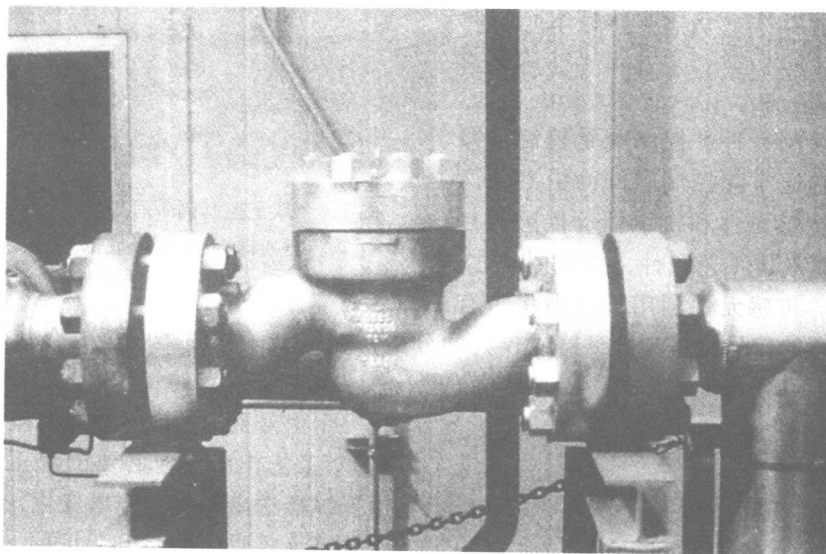


图 1.5 天然气操作中的活塞单向阀
(沃尔太克国际提供)

止回阀用于防止流体的返流，返流会损坏设备和扰乱工艺过程。当泵或压缩机停工时，这种阀门特别有助于防护液体运行的泵或气体运行的压缩机产生返流。止回阀也应用于具有不同压力且必须保持分开的工艺系统。

1.2.4 节流阀

节流阀是用于调整运行中的流量、温度或压力的。这些阀门可在阀门行程之内任何位置活动并固定在该位置，包括全开或全关位置。因此，它也能起双位阀的作用。不过，许多节流阀设计是备有手操作的手轮和拉杆，有些是备有执行机构或执行机构系统，以提供较大的推力、调位能力以及自动控制(图 1.6)。

压力调节器是节流阀，它改变阀的位置以保持下游生产的恒压(图 1.7)。如下游生产压力升高，调节器略微关闭以降低压力。如果下游生产压力下降，调节器打开以增加压力。

节流阀家族的一部分为自动控制阀，有时简称为控制阀，是一个描述阀门的术语，它能改变流动条件以满足工艺要求。这些阀永远备有执行机构以达到自动控制。执行机构设计成接收一个命令信号并利用外部动力源(空气、电或液压)转换到一具体阀门位置，以符合具体时间的功能要求。

1.2.5 控制回路中的末控制元件

控制阀是最常用末控制元件。术语末控制元件指的是高功能设备，它需要提供动力和准确度，去控制流动介质达到预期的运行条件。另外一些控制元件包括计量泵、百页窗、阻尼器、变节距风叶及电流控制设施。

作为末控制元件，控制阀是控制回路的一部分，它通常除控制阀外尚由其他两元件组成：传感元件和操纵器。传感元件(传感器)测量具体工艺条件，如流体压力、液位或温度。传感元件利用传送器将带有

工艺条件信息的信号传送到操纵器或较大的分配控制系统。操纵器接受自传感器传来的输入，并与设定点或与工艺部位所需预期值进行比较。比较设定点的实际输入，操纵器经过传送一个信号到末控制元件(大概不会是控制阀)对工艺作出任何必要的修正。阀门按照由操纵器送出的信号作出变化，该操纵器是由传感元件进行测量和验证的。图 1.8 表示一个常见的环路图表，它利用流程(FT)、压力(PT)和温度(TT)传送器及控制阀和操纵器连接。

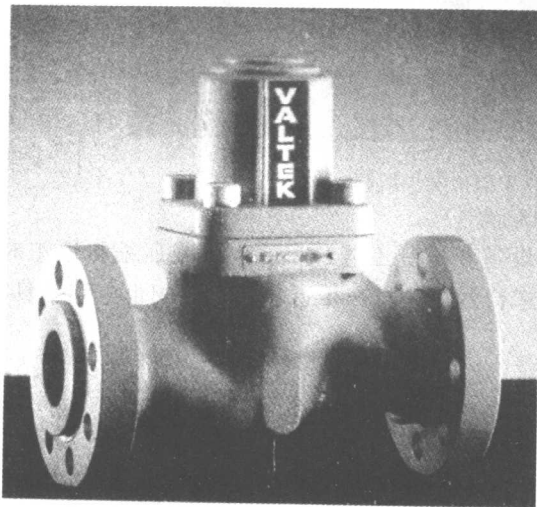


图 1.7 压力调节器
(沃尔太克国际提供)

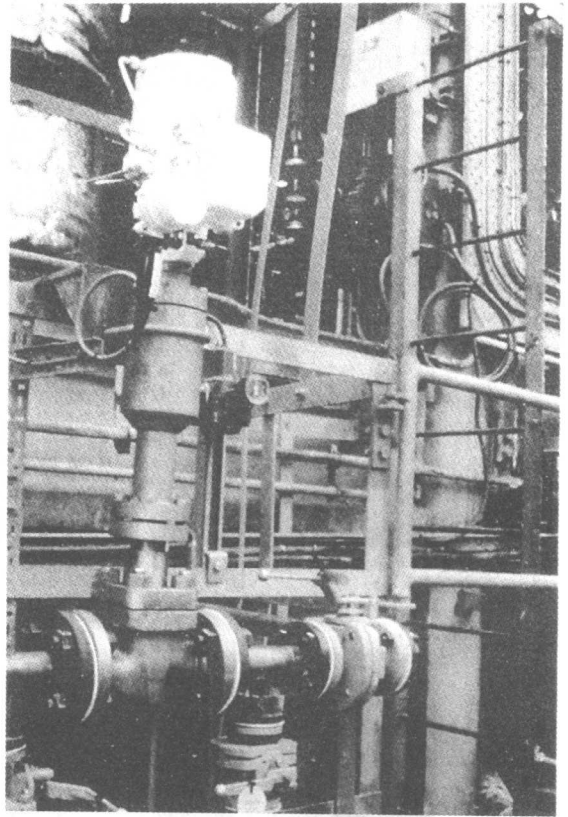


图 1.6 截止控制阀带有外伸的阀盖(左)及
1/4 转隔断球阀(右侧及底部)用于炼油厂
(沃特太克国际提供)

1.3 按照应用分类

1.3.1 应用分类的介绍

虽然阀门经常按功能分类，但它们有时也按应用分类，该应用确定了设计特点。使用三个分类：通用工况阀门，为多用途的阀门设计，它能应用于为数众多的操作而不需

进行修改；特殊工况阀门，为特殊用途设计的阀门；严重工况阀门，为高度地设计以避免困难操作的副作用。

1.3.2 通用工况阀门

通用工况阀门是那些为多数普通操作设计的阀门，其具有低的额定压力，在美国国家标准协会(ANSI)的 150 级到 600 级(管径在 DN16 到 DN100)之间，中等额定温度在 - 50 ~ 650°F (- 46 ~ 343℃)之间，非腐蚀性介质和普通降压而不会导致气穴和闪蒸。通用工况阀门设计有一定程度的互换性和适应性以使它们在较广泛的工况中应用。阀体材料被规定为碳钢和不锈钢。图 1.9 表示两个通用工况阀门的图例，一个为手工操作阀，一个为自动阀。

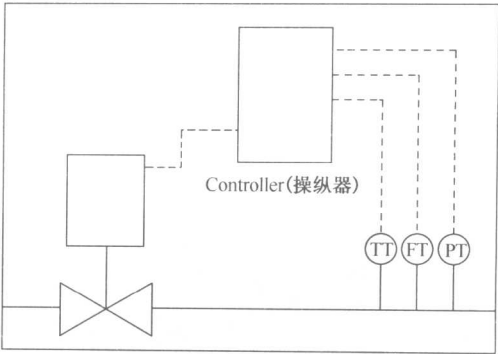


图 1.8 控制回路图表示流量(FT)、压力(PT)、温度(TT)传送器及控制阀和操纵器的关系
(沃特太克国际提供)

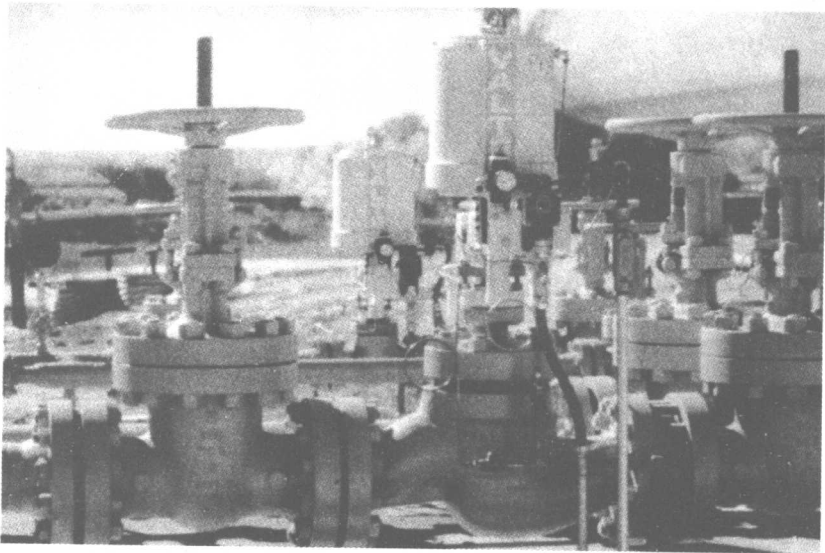


图 1.9 用于气化工艺过程的堵塞工况的楔形闸阀，其旁路为通用工况控制阀
(沃尔太克国际提供)

1.3.3 特殊工况阀门

特殊工况阀门是定做制造的阀门，它是为正常工艺运行以外的单一应用而设计的。由于其奇特的设计和制造，它只能在有关特定工况的参数和运行条件下才可操作。该阀门通常用于处理一个需要的温度、高压或在腐蚀的介质中。图 1.10 表示一控制阀，其设计具有清刮式阀体和陶瓷阀芯以处理磨损的矿物工况包括砂颗粒及高压空气。

1.3.4 严重工况阀门

特殊工况阀门属于严重工况阀门，该严重工况阀具有特殊特性以处理挥发性物质，诸如高压降导致严重气穴、闪蒸、堵塞或高噪音等级(在第九章有很详细介绍)。该种阀可在截止阀上设计很好的阀芯，或特殊阀盘；或在旋转阀中设计特殊球以减少或防止运行中的

影响。

此外，操作工况或工艺运行可要求设置特殊执行机构以克服工艺过程之力。图 1.11 表示一个严重工况阀门，它可处理 1100°F (593°C) 液体钙，它具有多级阀芯以处理高压力降，其阀盖带有特殊冷却翅片。电动液压执行机构能够产生 200000 lb (889600N) 的推力。

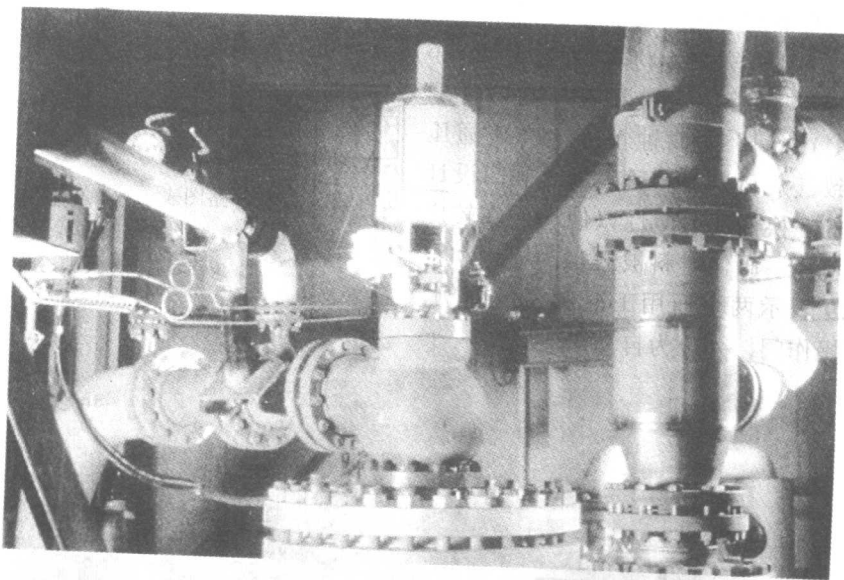


图 1.10 刮刮式截止阀用于磨损的矿物工况包括高压空气及砂颗粒
(沃尔太克国际提供)

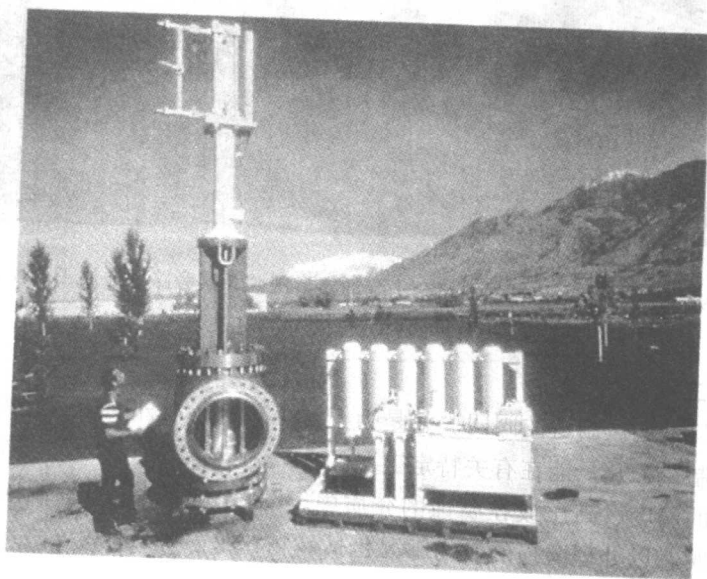


图 1.11 处理高压力降，高温液体钙的严重工况阀门
(沃尔太克国际提供)

1.4 按运动分类

1.4.1 运动分类的介绍

某些用户将阀门按阀门机械运动分类。直线运动阀(通常也叫做直线阀),它具有一个滑动阀杆以推动一个闭合元件到开启或关闭位置(闭合元件是指内部阀门设施用来打开、关闭或调整流量)。闸阀、截止阀、胶管阀、隔膜阀、对开阀体阀、三通阀和角阀等都属于此类阀门。直线阀由于设计简单、容易维护和较其他运动分类的阀门有更多的尺寸、压力等级和设计选择,所以它们是目前已有阀门中的最通用型式。

另一方面,旋转运动阀(也叫做旋转阀)使用闭合元件在 $1/4$ 转角或 45° 范围内,打开或堵塞流道。旋转阀通常较其类似的直线阀的尺寸小和重量轻。它们被限制在一定的压力降下工作,易于产生气穴和闪蒸现象。但是旋转阀的设计已经成熟,它们已克服这些原有的限制,现在正被加速应用。

1.5 阀门开口尺寸分类

1.5.1 全开口阀门

在工艺系统,大多数阀门是设计成通过使闭合元件的流动通道或面积小于管线内径,而将其流量限制到某个范围。另一方面,某些闸阀或球阀可设计成其内部流动通道有足够尺寸使物流通过而无明显的限制。这种阀叫做全开口阀门,因为其内部流道等于入口的全面积。

全开口阀门主要用于开-关和断路工况,此处物流必须停止或转向。全开口阀门也允许在管线内使用“猪”,“猪”是自驱动的(或流动驱动)机构,以净化管线内部和除去任何工艺聚集物或铁锈。

1.5.2 缩口阀门

另一方面,缩口阀门是闭合元件节制流量的阀门。闭合元件的开口的流动面积小于管线内径的面积。例如,直线截止阀的阀座或旋塞阀的套筒通道具有与阀门进口和出口内径相同的流动面积。此种节流当物流通过闭合元件时,可使阀门产生压力降,当物流通过节流区后可使部分压力恢复。

缩口阀门主要目的是通过减流或通过节流以控流量,它等于调节封闭元件使阀门在某一开度上提供不同的物流量。

1.6 常用管线术语

1.6.1 管线术语介绍

虽然本手册内包括有一完整的语汇,但读者仍应熟悉世界阀门行业的常用管线术语。因为阀门工业和过程工业的优良企业一道,被北美过去 50 年以上的开发及公司的出现所推动,阀门的管线术语严重地被英制系统所影响。英制系统使用磅每平方英寸(psi)表示压力,用公称管子尺寸(NPS)表示阀门和管线尺寸[管线内径横断的尺寸(英寸)]。这些术语在美国今日仍在使用,它是以美国国家标准协会(ANSI)所建立的术语为根据的。

美国以外的地方,阀门和管线的术语是建立在国际单位系统(米制系统)基础上的,它是由国际标准组织(ISO)创立的,按照米制系统基本计量单位是米,而距离则为米的倍数(例如千米),或是米的相同单位(厘米,毫米)。典型米制阀门计量除厘米以外,压力则以千帕(kPa)(或 bar)。ISO 标准以公称直径(DN)表示管径,压力等级则以公称压力(PN)表示,表

1.1 和表 1.2 提供了 ANSI 和 ISO 标准快速参考。

表 1.1 公称管子尺寸和公称直径

公称管子尺寸(NPS)/in	公称直径(DN)/mm	公称管子尺寸(NPS)/in	公称直径(DN)/mm
0.25	6	8.0	200
0.5	15	10.0	250
0.75	20	12.0	300
1.0	25	14.0	350
1.25	32	16.0	400
1.5	40	18.0	450
2.0	50	20.0	500
2.5	65	24.0	600
3.0	80	36.0	900
4.0	100	42.0	1000
6.0	150	48.0	1200

注：凯末尔阀门提供数据。

表 1.2 ANSI 压力等级和公称压力

ANSI 压力等级/psi	公称压力(PN)/bar	ANSI 压力等级/psi	公称压力(PN)/bar
150	16	1500	250
300	40	2500	400
600	100	4500	700
900	160		

注：PN 是 ANSI 压力等级近似，在两个标准之间不应用精确的对比关系。PN 和 D/N(德国工业标准)的压力 - 温度等级对比不同于 ANSI 的压力 - 温度等级(凯沫尔阀门提供)。

第二章 阀门选择准则

2.1 阀门系数

2.1.1 阀门系数介绍

通常测定阀门的方法是阀门系数(C_v)，它也被称为流动系数。当为特殊工况选择阀门时，使用阀门系数确定阀门尺寸，该阀门可在工艺流体稳定的控制下，能够通过所需要的流量。阀门制造商通常公布各种类型阀门的 C_v 数据，它是近似数值，并能按照管线结构或阀座制造而变动上调 10%。

如一个阀门不能正确计算 C_v ，通常将削弱在两个方面之一的阀门性能：如果 C_v 对所需要的工艺而言太小，则阀门本身或阀内的阀芯尺寸不够，会使工艺系统流量不够。此外，因为阀门的节流会导致上游压力增加，并在阀门导致上游泵或其他上游设备损坏之前产生高的背压。尺寸不够的 C_v 也会产生阀内的较高阻力降，它将导致空穴现象或闪蒸。

如果 C_v 计算值比系统需要的过高，通常选用一个大的超过尺寸的阀门。显然，一个大尺寸阀门的造价、尺寸及重量是主要的缺点。除此之外，如果阀门是节流操作，控制问题明显会发生。通常闭合元件，如旋塞或阀盘，正位于阀座之外，它有可能产生高压力降和较快流速而产生气穴现象及闪蒸，或阀芯零件的磨损。此外，如果闭合元件在阀座上闭合而操作器又不能够控制在该位置，它将被吸入到阀座。这种现象被称为溶缸闭锁效应。

2.1.2 C_v 的定义

一个 C_v 的定义为一美国加仑(3.78 公升)的水在 60°F(16°C)时流经一个开口(如阀门)，在一分钟内产生一个 psi(0.1bar)的压力降。由美国仪表协会(ANSI/ISA 标准 S75.01)规定的简化 C_v 计算公式是：

$$C_v = \text{物流} \times m \sqrt{\frac{\text{流动温度下的比重}}{\text{压力降}}}$$

C_v 的计算逐步过程见第七章。

2.2 流动特性

2.2.1 流动特性介绍

每一个节流阀都有其流动特性，它描述阀门系数 C_v 和阀门行程之间的关系。换言之，当阀门打开时，作为选择阀门设计的关键因素——流动特性允许一定流量在阀门行程的特定百分数内通过。此种特性允许阀门在可判断的情况下控制流量。这在使用节流阀时是很重要的。

通过节流阀的流率不仅受到阀门流动特性影响，而且也受到阀门压力降的影响。一个阀门特性在具有变动压力降的系统内工作，与相同阀门流动特性在恒定压力降的工况下工作，是有很大的差别的。当不考虑管线影响，阀门在恒定压力降操作时，流动特性被认为是固有流动特性。但是如果考虑阀门和管线二者的影响，流动特性将改变其理想曲线，并被称为安

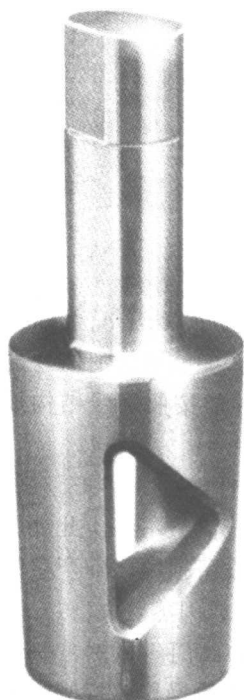


图 2.1 可表示特征的 1/4
转角旋塞阀
(杜瑞隆公司, 阀门部提供)

装流动特性。通常, 一系统必须经整体考虑来确定安装流动特性, 它将在第 2.2.5 节中进一步讨论。某定旋转阀, 诸如蝶阀和球阀, 有其固有流动特性, 它是不能够改变的, 是因为其闭合元件不能轻易地变更。为此, 旋转控制阀在节流的工况下, 利用一个带有执行机构定位器的可表示特征的凸轮来改变固有流动特性, 或利用改变闭合机构, 如 V 形缺口球阀以改变固有流动特性。1/4 转的旋塞阀和球阀能通过改变旋塞阀的开口以改变流动特性(见图 2.1)。另一方面, 线性阀流动特性通常是由阀芯的设计确定, 即通过笼式阀芯内的孔的尺寸和形状(图 2.2)或阀芯头的形状(图 2.3)来确定。

三种常用的流动特性是: 等百分比式、直线式和快开式。三种流动特性的理想曲线列于图 2.4。但是, 此三种曲线的固有流动特性会受阀体类型和设计以及管线因素的影响。

2.2.2 等百分比流动特性

在三种常见流动特性中, 在节流阀上最频繁地使用是等百分比流动特性。关于固有等百分比流动特性, 其流率在行程开始处是小的, 而在行程的末端处则增加到较大的数量。这在行程的前半部分给闭合元件提供了准确而又优良的控制, 而在此处是较难维持其控制的, 这是因为闭合元件更易于被工艺过程之力的影响。另一方面, 等百分比特性可在行程后半部分提高容量, 而允许阀门通过所需的流量。对特定的阀门, 等百分比特性在行程的前半部分可引起改良的幅度变化范围和较佳的可重复性及分辨能力。

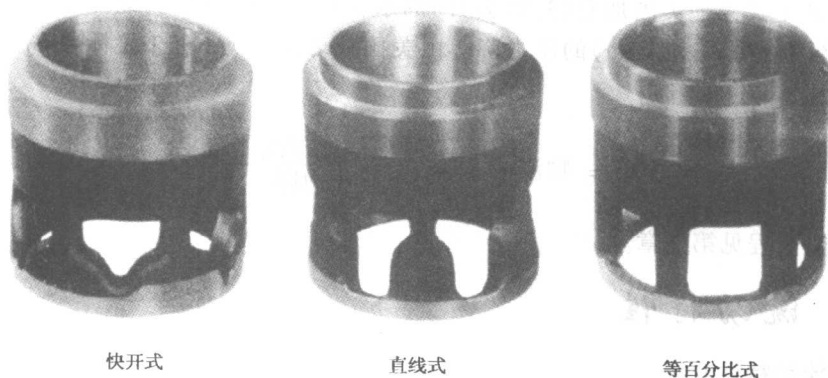


图 2.2 可表示特征的笼式阀芯
(菲舍尔控制国际提供)

等百分比特性的数学计算公式为:

$$Q = Q_0 e^{nL}, \frac{dQ}{dL} = nQ$$

式中 Q ——流率;
 L ——阀的行程;
 e ——2.718;

Q_0 ——最小可控制流率；

n ——常数。

虽然阀门本身流动特性是等百分比的，但安装流动特性是接近于直线流动特性。这就是通常工艺系统压力降大于通过阀门压力降的理由。图 2.5 表示一个等百分比特性的两条流动曲线：固有流动特性和考虑管线影响的安装流动特性。附加的管线影响有一种倾向使流动特性自理想等百分比特性远离到固有直线特性。

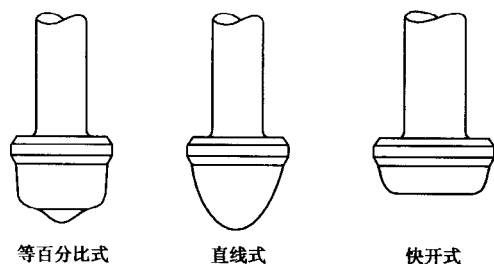


图 2.3 可表示特征的直线式阀芯
(沃尔太克国际提供)

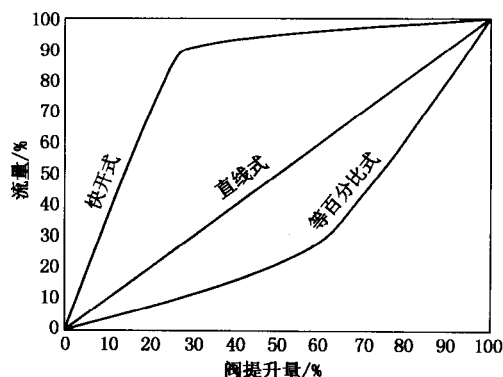


图 2.4 典型固有流动特性
(沃尔太克国际提供)

2.2.3 直线流动特性

固有直线流动特性是指不管阀门的位置如何，在阀门行程的单位流动上产生相等的变化。直线流动特性经常是在那些主要压力降是通过阀门时产生的工艺系统中应用。在很大程度上，直线流动特性与等百分比特性相比，直线流动特性可在全部的行程上提供较佳的流量。

直线流动特性的数学公式是：

$$Q = kL, \quad \frac{dQ}{dL} = k$$

式中 Q ——流率；

L ——阀门行程；

k ——比例常数。

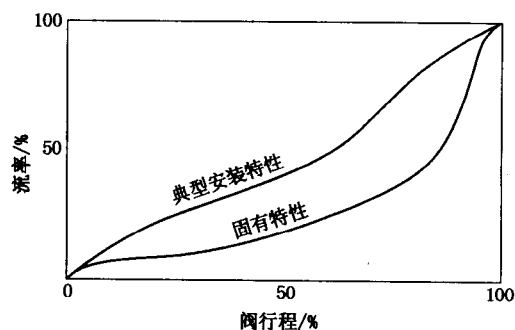


图 2.5 典型固有和安装等百分比流动特性
(沃尔太克国际提供)

图 2.6 表示固有直线流动特性，以及安装特性(考虑管线效应)。由图可看出，管线效应有一种将直线流动特性推向快开特性的倾向。

2.2.4 快开流动特性

快开流动特性差不多仅仅用于开-关工况，当阀门开始打开时，会立即产生最大流量(图 2.7)。由于快开特性的极端特征，其固有和安装特性是相似的。

2.2.5 确定安装流动特性

如前所述，当阀门安装在工艺系统时，固有流动特性会明显地改变。当考虑系统管线的效应时，等百分比特性向直线特性移动，而线性特性向快开特性移动。以下两例安装的工