



从校园到职场

# 阀门制造工艺 入门与精通

陆培文 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

从校园到职场

# 阀门制造工艺入门与精通

主    编    陆培文  
编写人员    宁道俊    丁伟民    宁丹枫  
              孙晓霞    陆兴华    胡增洪  
              彭建宏    关书训    李国华  
主    审    杜兆年



机械工业出版社

本书针对现行专业教育的实际情况,为大中专以上毕业生深入掌握阀门制造工艺方面的知识和技能而编写。内容包括机械加工工艺规程的制订、阀门的加工精度、阀门零件的热处理、阀门密封面的堆焊、阀门阀体铸钢件的焊补、全焊接球阀的埋弧焊、阀门的组装和阀门的型式试验以及出厂检验等方面的工艺知识。以我国各阀门制造企业的实践经验为主,并收集了国外阀门制造方面的一些先进经验,内容详实实用。

本书可作为从事阀门制造的工程技术人员的自学和企业培训教材,以及相关职业院校师生的教学参考书。

本书可与《阀门设计入门与精通》配套使用。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

阀门制造工艺入门与精通/陆培文主编. —北京:机械工业出版社, 2010. 4  
(从校园到职场)  
ISBN 978 - 7 - 111 - 28879 - 4

I. ①阀… II. ①陆… III. ①阀门-生产工艺 IV. ①TH134

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 027571 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)  
策划编辑: 沈 红 责任编辑: 舒 雯  
版式设计: 霍永明 责任校对: 李锦莉 吴美英  
封面设计: 路恩中 责任印制: 杨 曦  
北京京丰印刷厂印刷  
2010 年 5 月第 1 版 · 第 1 次印刷  
184mm × 260mm · 33.5 印张 · 935 千字  
0 001—3 000 册  
标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 28879 - 4  
定价: 69.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
电话服务 网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

阀门在国民经济各个部门中广泛地应用着，如石油、天然气、煤炭和矿石的开采、提炼加工和管道输送系统中，化工产品、医药和食品生产过程中，水电、火电和核电站的生产建设过程中，城市和工业企业的给排水、供热和供气的管路中，冶金生产设备中，船舶、车辆、飞机、航天以及各种运动机械的流体系统中，农田的排灌装置中都大量地使用着各种类型高质量的阀门。此外，在火箭发射等新技术领域里，也使用着各种特殊性能的高可靠性的阀门。阀门的产品质量不仅和产品设计有关，也与阀门的制造工艺有关。由于阀门制造工艺的问题，使阀门密封性能差或寿命短，而产生介质的外漏或内漏，甚至会影响开启或关闭，会直接造成环境污染或损坏装置，如有毒有害介质、腐蚀性介质、放射性介质和易燃易爆介质的泄漏有可能产生重大经济损失，甚至发生火灾和人身伤亡事故。对于高温高压阀门、高中压气体阀门和调节阀、安全阀等，阀门的安全可靠又是非常重要的，因此，必须十分重视阀门的制造工艺问题。

改革开放三十多年来，我国阀门制造业得到了飞速发展。目前我国自行设计、制造的各种类型的阀门产品不仅广泛地应用于国民经济和国防建设的各部门，而且有大量的阀门产品出口。近年来，随着我国石油、天然气、化工、冶金、水电、火电、核电、轻工、医药、食品、航空、航天、交通运输和国防工业的迅速发展，对阀门从品种、数量和质量上提出了更高、更严的要求。为适应阀门行业的要求和满足培养阀门专业工艺人员的需要，特编写《阀门设计入门与精通》的姊妹篇《阀门制造工艺入门与精通》。

本书以我国阀门制造厂的实践经验为主，并收集了国外阀门制造方面的一些先进经验，较系统地介绍了各类阀门零件的热处理、机械加工、密封面堆焊、阀门的组装以及阀门的试验与检验等方面的工艺知识。此外，为了保持全书的系统性，对有关机械制造工艺学的基础知识也作了详细的介绍，内容比较实用。

本书共分两篇，第1篇为阀门制造工艺基础知识，共分6章，分别介绍了阀门的基本知识，机械加工工艺规程的制订、阀门加工精度、阀门加工表面质量、阀门机械加工的生产率和经济性、我国阀门制造工艺的概况和发展。第2篇为典型阀门零件的加工，共分9章，分别介绍了阀杆加工、启闭件加工、阀体类零件的加工、阀盖类零件的加工、阀门其他零件的加工、阀门密封面堆焊及热处理、阀门密封面的研磨及珩磨、阀门铸钢件的焊补与焊接、阀门的组装和试验。

本书可作为院校阀门专业教学过程中的参考教材；也可作为阀门制造企业的广大工艺人员的培训和自学的教材，为广大工艺人员进行编制阀门制造工艺时提供参考。

本书在编写过程中得到了天津市富赛克阀门有限公司范全军总经理和自贡凯特姆阀门阿尔法驱动装置制造有限公司蔡志明总经理的大力支持；五洲阀门有限公司刘张提供了数控机床的加工程序，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，错误和不妥之处在所难免，望广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

## 第 1 篇 阀门制造工艺基础知识

第 1 章 阀门的基础知识 .....	1	的方法 .....	114
1.1 阀门的用途 .....	1	3.4 加工误差的综合分析及质量管理 .....	128
1.2 阀门的分类 .....	2	第 4 章 阀门加工表面质量 .....	158
1.3 常用阀门的结构及配合精度和 表面粗糙度 .....	7	4.1 概述 .....	158
第 2 章 机械加工工艺规程的制订 .....	67	4.2 影响表面粗糙度的因素 .....	159
2.1 基本概念 .....	67	4.3 影响表面物理力学性能变化的因素 .....	160
2.2 工艺规程制订的原则、步骤及 原始资料 .....	74	4.4 阀门机械加工中的振动 .....	163
2.3 零件图的研究 .....	75	第 5 章 阀门机械加工的生产率和 经济性 .....	176
2.4 毛坯选择 .....	76	5.1 时间定额 .....	176
2.5 定位基准选择 .....	79	5.2 提高机械加工生产率的工艺措施 .....	176
2.6 工艺路线的拟定 .....	90	5.3 阀门机械加工自动化 .....	179
2.7 加工余量的确定 .....	96	5.4 工艺过程的技术经济分析 .....	183
2.8 工序尺寸及其偏差的确定 .....	99	第 6 章 我国阀门制造工艺的概况 及发展 .....	186
2.9 机床、工艺装备等的选择 .....	112	6.1 阀门制造工艺的特点 .....	186
第 3 章 阀门加工精度 .....	113	6.2 我国阀门制造工艺的概况 .....	187
3.1 阀门加工精度的概念 .....	113	6.3 我国阀门制造工艺的发展方向 .....	188
3.2 阀门零件机械加工误差的类型 .....	113	6.4 阀门零件机械加工工艺规程的编制 .....	189
3.3 加工误差产生的原因及提高精度			

## 第 2 篇 典型阀门零件的加工

第 7 章 阀杆加工 .....	203	9.2 法兰连接直通式阀体的加工 .....	273
7.1 概述 .....	203	9.3 螺纹承插焊、对接焊直通式阀体 的加工 .....	300
7.2 阀杆类零件的机械加工过程 .....	208	9.4 法兰、螺纹和对焊角式阀体的加工 .....	307
7.3 阀杆梯形螺纹的加工 .....	213	9.5 球阀阀体的加工 .....	315
7.4 阀杆的气体氮化 .....	226	9.6 旋塞阀阀体的加工 .....	330
第 8 章 启闭件加工 .....	228	9.7 蝶阀阀体的加工 .....	333
8.1 概述 .....	228	第 10 章 阀盖类零件的加工 .....	340
8.2 盘式启闭件的加工 .....	228	10.1 框梁式阀盖的加工 .....	342
8.3 阀瓣的加工 .....	244	10.2 盔式阀盖的加工 .....	352
8.4 球阀球体的加工 .....	249	10.3 螺纹式阀盖的加工 .....	357
8.5 旋塞阀塞体的加工 .....	254	10.4 其他类型阀盖的加工 .....	360
第 9 章 阀体类零件的加工 .....	257	第 11 章 阀门其他零件的加工 .....	363
9.1 阀体常用材料及热处理规范 .....	259	11.1 阀杆螺母的加工 .....	363

11.2 填料压盖或填料压板的加工 .....	366	13.1 阀门密封面的研磨 .....	416
11.3 隔环的加工 .....	368	13.2 阀门密封面的珩磨 .....	430
11.4 闸板架的加工 .....	369	<b>第 14 章 阀门铸钢件的焊补与</b>	
11.5 摇杆的加工 .....	371	<b>焊接</b> .....	435
11.6 支架的加工 .....	372	14.1 阀门铸钢件的焊补 .....	435
11.7 压套螺母的加工 .....	374	14.2 石油天然气工业—管线输送系统— 管线球阀的焊接—埋弧自动焊 .....	444
11.8 阀座的加工 .....	375	<b>第 15 章 阀门的组装及试验</b> .....	463
<b>第 12 章 阀门密封面堆焊及热处理</b> .....	386	15.1 阀门的组装 .....	463
12.1 阀门密封面的堆焊 .....	386	15.2 阀门的试验 .....	474
12.2 阀门密封面的热处理 .....	412	<b>参考文献</b> .....	527
<b>第 13 章 阀门密封面的研磨与珩磨</b> .....	416		



# 第 1 篇 阀门制造工艺基础知识

## 第 1 章 阀门的基础知识

### 1.1 阀门的用途

阀门是流体管路的控制装置。它可以切断和接通管路中介质、阻止管路中的介质倒流、调节管路中介质的压力和流量、改变管路中介质流动的方向，用于超压安全保护、排放多余介质，防止压力超过规定数值、气水分离等。随着现代技术的发展，在工业、农业、国防、航天及人民生活等方面，流体管路的应用日益普遍，对阀门的需求量愈来愈大。现在阀门已经是被广泛使用的一种通用机械产品。

阀门是随着流体管路的产生而产生的。人类使用阀门已有近四千年的历史了。我国古代从盐井中吸取卤水制盐时，就曾在竹制管路中使用木塞阀。公元前 1800 多年，古埃及人为了防止尼罗河泛滥而修建大规模水利工程时，也曾采用过类似的木制旋塞来控制水流的分配，这些都是阀门的雏型。

工业上阀门的大量应用，是从瓦特发明蒸汽机以后才开始的。20 世纪初出现了铸钢、锻钢和锻焊结构的阀门。20 世纪 30 年代开始采用铬镍钢及铬钼钢来制造高温耐腐蚀阀门。40 年代，由于火力发电站的迅速发展，电站锅炉的参数提高，出现了高温、高压阀门。七八十年代，由于石油、石化、化工、电力、长输管线、核电站、各种低温工程，以及海底采油等工业的迅速发展，对阀门的需要量急剧增加。此外，对阀门的结构、材料、驱动方式、使用性能等方面都提出了更高的要求。现在阀门的公称尺寸小至 1mm，大于 10000mm；工作压力从  $1.3 \times 10^{-3}$  MPa 到超高压 1000MPa；工作温度从超低温  $-269^{\circ}\text{C}$  到超高温  $1430^{\circ}\text{C}$ ；工作介质的流速可以超过声速的 11 倍。阀门的控制可采用多种驱动方式，如手动、电动、气动、液动、电—气或电—液联动及电磁驱动等；也可以在压力、温度或其他形式传感信号的作用下，按预定的要求动作，或者不进行简单的开启或关闭。阀门的材料除灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、碳素钢、合金钢、有色金属及塑料外，还可采用哈氏合金、蒙乃尔合金、因科镍尔、钛及钛合金、奥氏体不锈钢、耐热钢及低温钢等。阀门密封面的材料从铜合金、Cr13、奥氏体不锈钢发展到现今的钴基硬质合金、镍基硬质合金、蒙乃尔合金、碳化钨、镍基纳米粉末、氟塑料、聚醚醚酮等。阀门的填料和垫片材料从石墨、石棉、合成塑料、合成橡胶发展到碳纤维、柔性石墨、氟塑料、缠绕式垫片、金属波形垫及金属环垫等。

阀门的用途极为广泛。无论是石油开采、石油和天然气输送、炼油、石化、化工、发电、冶金、矿山、纺织、造纸、制药、食品等工业都需要各种类型的阀门来控制介质的输送。据统计，一个现代化的石化企业，就需要多种类型、各种公称尺寸和公称压力的阀门近万台。

阀门和水泵一样是农业排灌、水利工程所必须的重要产品。我国南水北调工程就采用了技术

要求严格的大口径平板闸阀和电—液联动的大口径蝶阀。

在交通运输方面，不仅轮船、飞机、火车上需要阀门，在长距离输送石油、天然气和固体物质的管线上，更需要大量长寿命的各种类型的阀门。

在原子能工业、火箭、航天、核电等尖端技术方面，需要各种类型的真空、低温、高温等特殊阀。此外，与人民生活息息相关的供水、采暖、燃气管路上更是离不开阀门。

由此可见，在促进国民经济发展和改善人民生活方面，阀门起着不可忽视的作用。

## 1.2 阀门的分类

阀门的种类繁多。随着各类成套设备工艺流程和性能的不断改进，阀门的种类还在不断增加，分类方法也有很多种。

### 1.2.1 按自动和驱动分类

(1) 自动阀门 依靠介质（液体、空气、蒸汽等）本身的能力而自行动作的阀门。如安全阀、止回阀、液压阀、蒸汽疏水阀、空气疏水阀及紧急切断阀等。

(2) 驱动阀门 借动手动、电力、液力或气力来操纵的阀门。如闸阀、截止阀、节流阀、蝶阀、球阀、旋塞阀及调节阀等。

### 1.2.2 按用途和作用分类

(1) 截断阀类 主要用于截断或接通管路中的介质流。如截止阀、闸阀、球阀、旋塞阀、蝶阀及隔膜阀等。

(2) 止回阀类 用于阻止介质倒流。如各种不同结构的止回阀。

(3) 调节阀类 主要用于调节管路中介质的压力和流量。如调节阀、节流阀及减压阀等。

(4) 分流阀类 用于改变管路中介质流动的方向，起分配、分流或混合介质的作用。如各种结构的分配阀、三通或四通旋塞、三通或四通球阀及各种类型的疏水阀等。

(5) 安全阀类 用于超压安全保护，排放多余介质，防止压力超过规定数值。如各种类型的安全阀。

(6) 多用阀类 用于替代两个、三个甚至更多个类型的阀门。如截止止回阀、止回球阀及截止止回安全阀等。

(7) 其他特殊专用阀类 如排污阀、放空阀、清焦阀、清管阀及紧急切断阀等。

### 1.2.3 按主要技术参数分类

#### 1. 按公称尺寸分类

(1) 小口径阀门 公称尺寸  $DN \leq 40$  的阀门。

(2) 中口径阀门 公称尺寸  $DN50 \sim DN300$  的阀门。

(3) 大口径阀门 公称尺寸  $DN350 \sim DN1200$  的阀门。

(4) 特大口径阀门 公称尺寸  $DN \geq 1400$  的阀门。

#### 2. 按公称压力分类

(1) 真空阀 工作压力低于标准大气压的阀门。

(2) 低压阀 公称压力  $PN \leq 16$  的阀门。

(3) 中压阀 公称压力  $PN$  为  $25 \sim 63$  的阀门。

(4) 高压阀 公称压力  $PN$  为  $100 \sim 800$  的阀门。

(5) 超高压阀 公称压力  $PN \geq 1000$  的阀门。

### 3. 按介质工作温度分类

- (1) 高温阀  $t > 450^\circ\text{C}$  的阀门。
- (2) 中温阀  $120^\circ\text{C} \leq t \leq 450^\circ\text{C}$  的阀门。
- (3) 常温阀  $-29^\circ\text{C} \leq t < 120^\circ\text{C}$  的阀门。
- (4) 低温阀  $-100^\circ\text{C} \leq t < -29^\circ\text{C}$  的阀门。
- (5) 超低温阀  $t < -100^\circ\text{C}$  的阀门。

### 4. 按阀体材料分类

- (1) 非金属材料阀门 如陶瓷阀门、玻璃钢阀门及塑料阀门。
- (2) 金属材料阀门 如铜合金阀门、铝合金阀门、铅合金阀门、钛合金阀门、蒙乃尔合金阀门、哈氏合金阀门、铸铁阀门、碳素铸钢阀门、低合金钢阀门及高合金钢阀门。
- (3) 金属阀体衬里阀门 如衬铅阀门、衬塑料阀门、衬搪瓷阀门及衬橡胶阀门等。

### 5. 按与管道的连接方式分类

- (1) 法兰连接阀门 阀体上带有法兰，与管道采用法兰连接的阀门。
- (2) 螺纹联接阀门 阀体上带有内螺纹或外螺纹，与管道采用螺纹联接的阀门。
- (3) 焊接联接阀门 阀体上带有焊口，与管道采用焊接连接的阀门。
- (4) 夹箍连接阀门 阀体上带有夹口，与管道采用夹箍连接的阀门。
- (5) 卡套连接阀门 用卡套与管道连接的阀门。

### 6. 按操纵方式分类

- (1) 手动阀门 借助手轮、手柄、杠杆或链轮等，由人力来操纵的阀门。当需传递较大的力矩时，可采用蜗轮、齿轮等减速装置。
- (2) 电动阀门 用电动机、电磁或其他电气装置操纵的阀门。
- (3) 液压或气压阀门 借助液体（水、油等液体介质）或空气的压力操纵的阀门。

## 1.2.4 按结构特征分类

- (1) 截门形 关闭件沿着阀座的中心线移动，截门形结构如图 1-1 所示。
- (2) 闸门形 关闭件沿着垂直于阀座中心线的方向移动，闸刀形结构如图 1-2 所示。

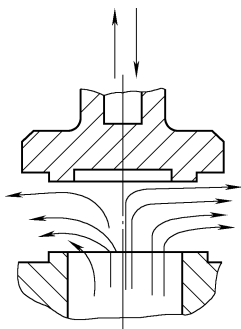


图 1-1 截门形结构

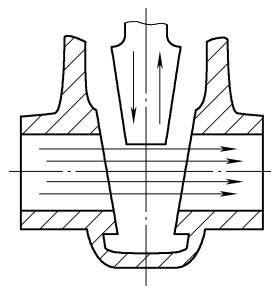


图 1-2 闸门形结构

- (3) 旋塞和球形 关闭件是柱塞、锥塞或球体，围绕本身的轴线旋转，结构如图 1-3 所示。
- (4) 旋启形 关闭件围绕阀座外的轴线旋转，结构如图 1-4 所示。
- (5) 蝶形 关闭件的圆盘围绕阀座内的轴线旋转（中线式）或围绕阀座外的轴线旋转（偏心式）的结构，如图 1-5 所示。

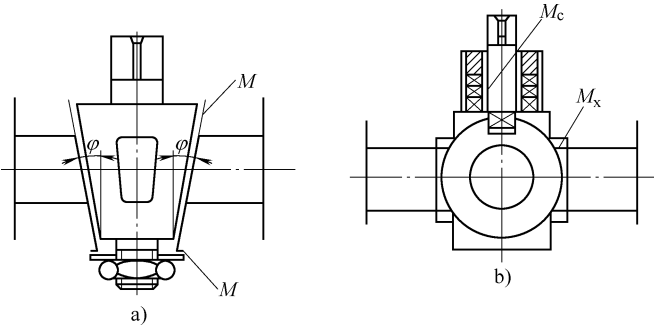


图 1-3 旋塞和球形结构

a) 旋塞 b) 球形

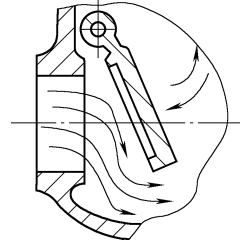


图 1-4 旋启形结构

(6) 滑阀形 关闭件在垂直于通道的方向上滑动，结构如图 1-6 所示。

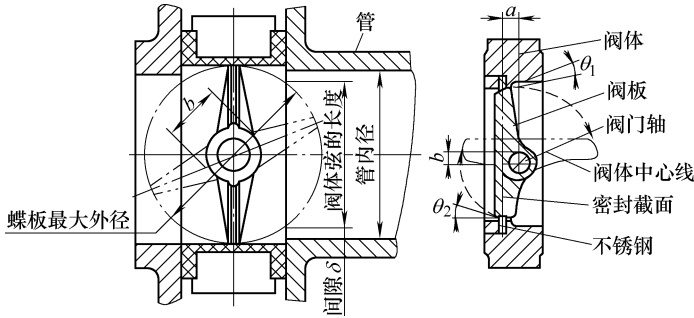


图 1-5 蝶形结构

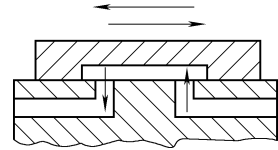
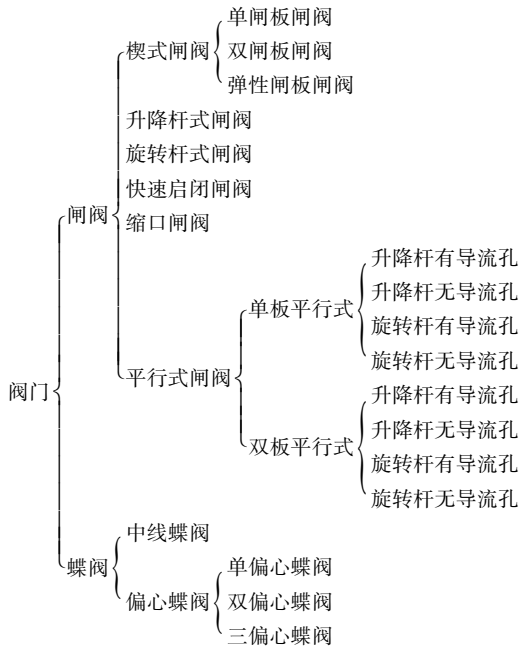


图 1-6 滑阀形结构

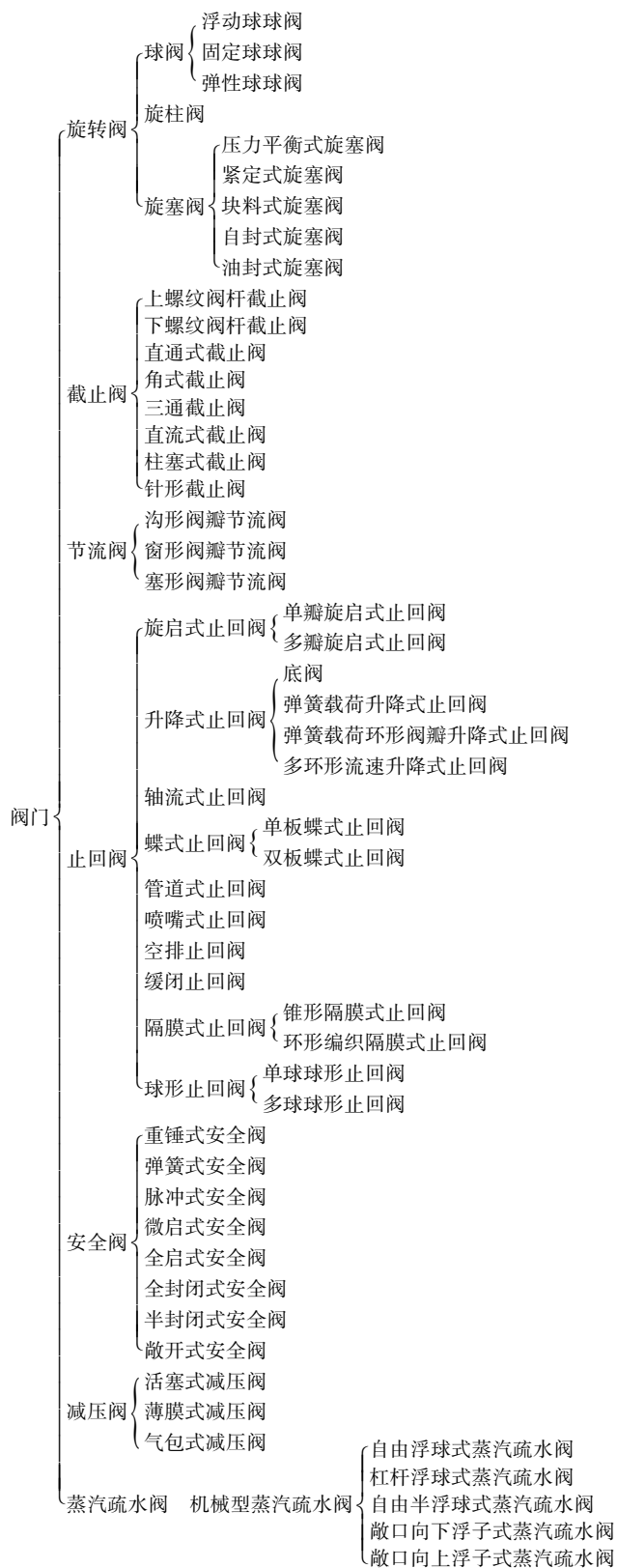
### 1.2.5 按结构原理分类

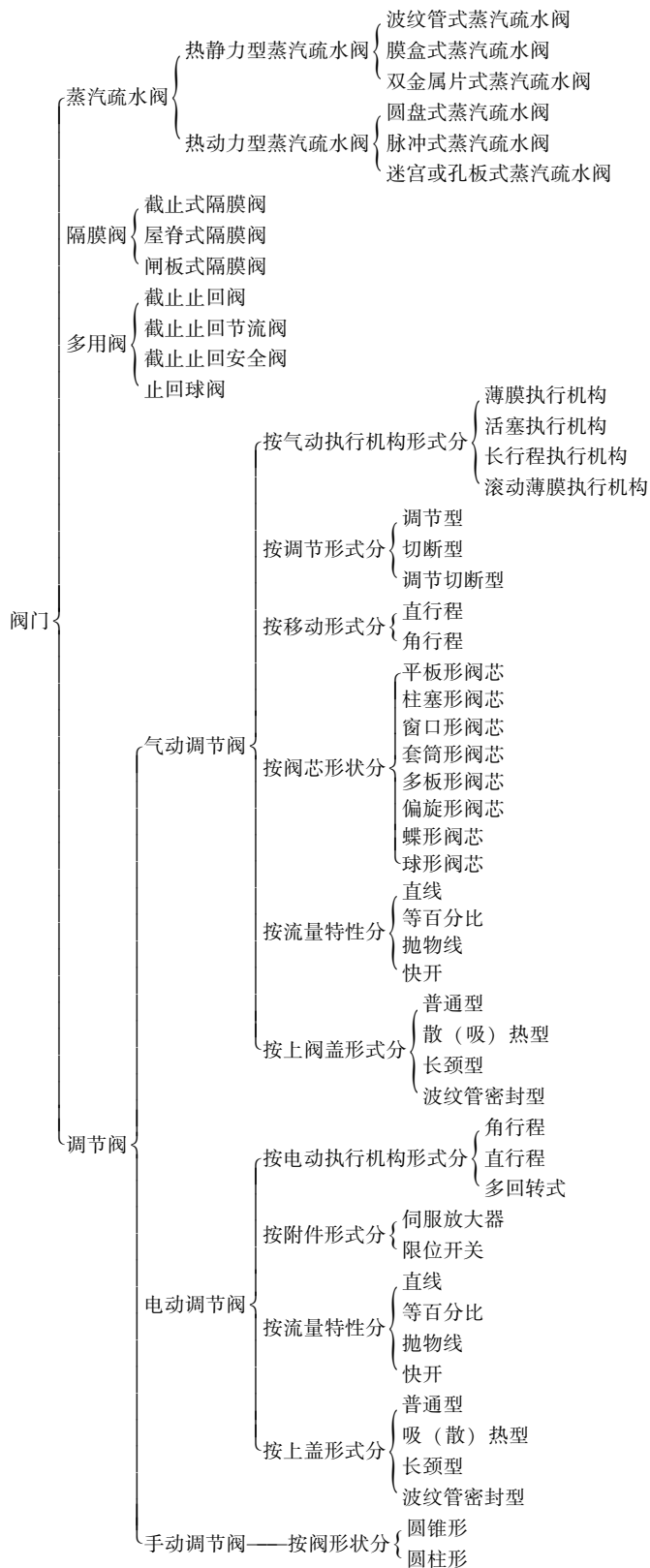
按结构原理分类是目前国内、国际最常用的分类方法。表 1-1 为阀门按结构原理分类表。

表 1-1 阀门按结构原理分类表



(续)





## 1.3 常用阀门的结构及配合精度和表面粗糙度

### 1.3.1 闸阀

在各种类型的阀门中，闸阀是应用最广泛的一种。闸阀是指关闭件（闸板）沿通道轴线的垂直方向移动的阀门，在管道上主要作为切断介质用，即全开或开闭。一般闸阀不可用来节流。它可以用于高温和高压，并可以用于各种不同的介质。闸阀一般不用于输送泥浆、粘稠性介质的管路中。闸阀具有以下优点：

- 1) 流体阻力小，可靠性强。
- 2) 启闭所需力矩较小。
- 3) 可以使用在介质向两个方向流动的环网管路上，也就是说介质的流向不受限制。
- 4) 全开时，密封面受工作介质的冲蚀比截止阀小。
- 5) 形体比较简单，制造工艺性较好。
- 6) 结构长度比较小。

由于闸阀具有许多优点，因此使用范围很广。通常  $DN \geq 50$  的管路作为切断介质的装置都选用闸阀，甚至在某些小口径的管路上（如  $DN15 \sim DN40$ ），目前仍保留了一部分闸阀。

闸阀亦有一些缺点，主要是：

- 1) 外形尺寸和开启高度都较大，所需安装空间亦较大。
- 2) 在启闭过程中，密封面间有相对摩擦，磨损较大，甚至容易引起擦伤现象。
- 3) 一般闸阀都有两个密封副，给加工、研磨和维修增加了一些困难。
- 4) 启、闭时间较长。

闸阀有各种不同的结构形式，其主要区别是所采用的密封元件结构形式不同。根据密封元件的结构，常常把闸阀分成几种不同的类型，而最常见的形式是平行式闸阀和楔式闸阀；根据阀杆的结构，还可分成升降杆（明杆）闸阀和旋转杆（暗杆）闸阀。

#### 1. 平行式闸阀

平行式闸阀的两个密封面与管道轴线相垂直，即两个密封面相互平行的闸阀，如图 1-7 所示。

在平行式闸阀中，以带推力楔块的结构最为普通，图 1-7a、b 即为带有一个位于两闸板中间的双面推力楔块的平行式闸阀，适用于低压，中、小口径（ $DN50 \sim DN400$ ）的闸阀。图 1-7c 为两块闸板间带有弹簧的平行式闸阀。弹簧能产生必要的预压紧力，有利于闸板的密封。图 1-7d 为带浮动套筒阀座单闸板平行式闸阀，浮动阀座靠背后的弹簧产生预紧比压，靠介质作用力产生密封比压，适用高压、小口径，广泛地应用于井口采油树。图 1-7e 为带导流孔的单闸板平行式闸阀，靠阀座背面的弹簧和介质压力产生预紧力和密封比压，适用于高压、大口径，主要应用于石油、天然气及成品长输管线（在开启时可通球清管）。图 1-7f 为 V 形胀板式双闸板平行式闸阀，靠 V 形闸板及关闭时的阀体底部作用力使闸板撑开，产生密封力，保证可靠密封，适用于石油、天然气的开采和输送。

#### 2. 楔式闸阀

楔式闸阀的两个密封面与管道轴线成某种角度，即两个密封面成楔形的闸阀。如图 1-8 所示。其密封面的倾斜角度一般有  $2^\circ 52'$ 、 $3^\circ 30'$ 、 $5^\circ$ 、 $8^\circ$  和  $10^\circ$  等几种，倾斜角度的大小主要取决于介质温度的高低；一般工件温度愈高，所取的角度应愈大，以减少温度升高时发生闸板楔住的可能性。

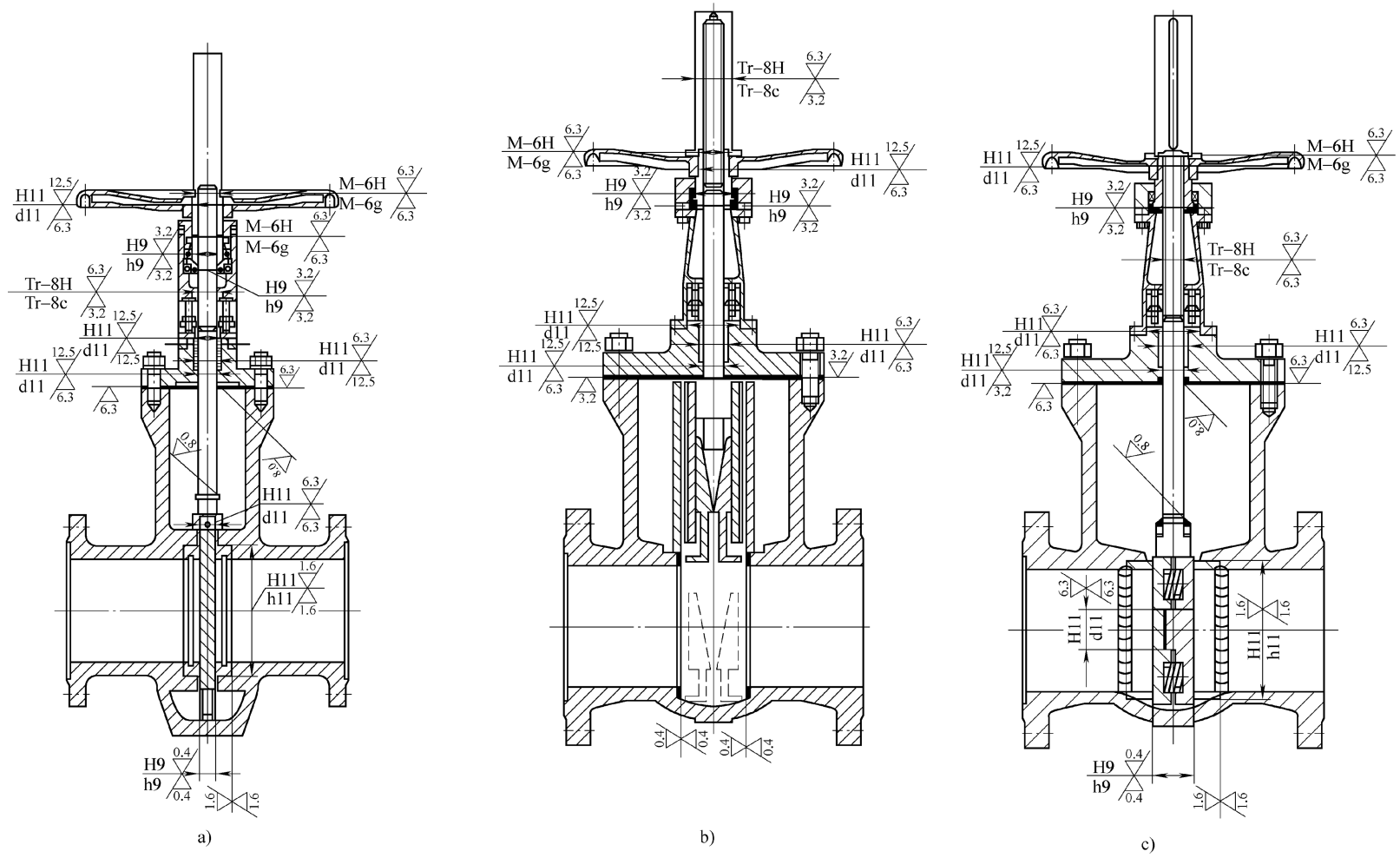


图 1-7 平行式闸阀

a) 明杆平行式单闸板无导孔闸阀 b) 上楔块平行式闸阀 c) 两闸板间带弹簧的平行式闸阀

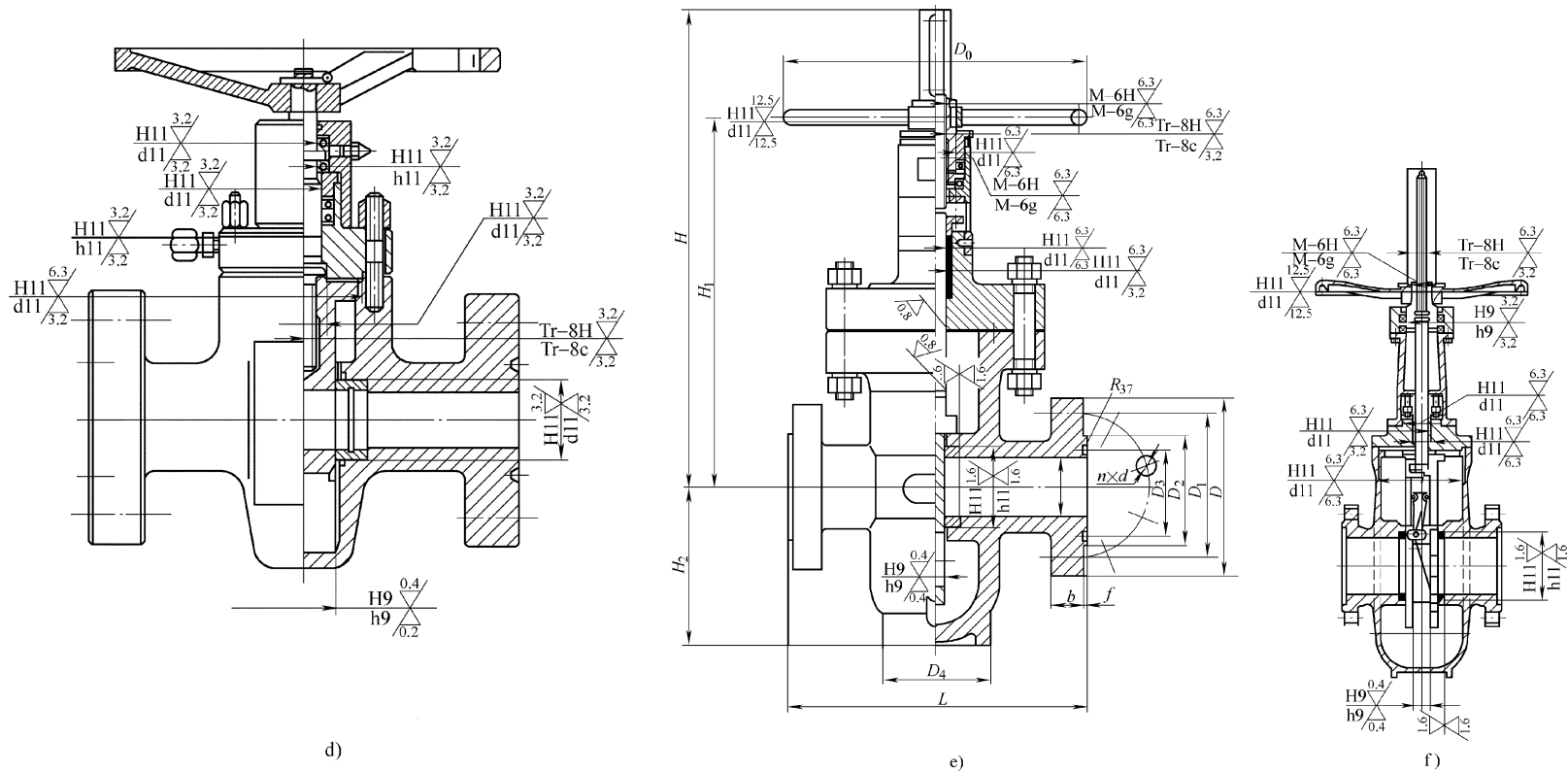


图 1-7 平行式闸阀 (续)

d) 带浮动套筒阀座单闸板平行式闸阀 e) 带导流孔的单闸板平行式闸阀 f) V形胀板式双闸板平行式闸阀

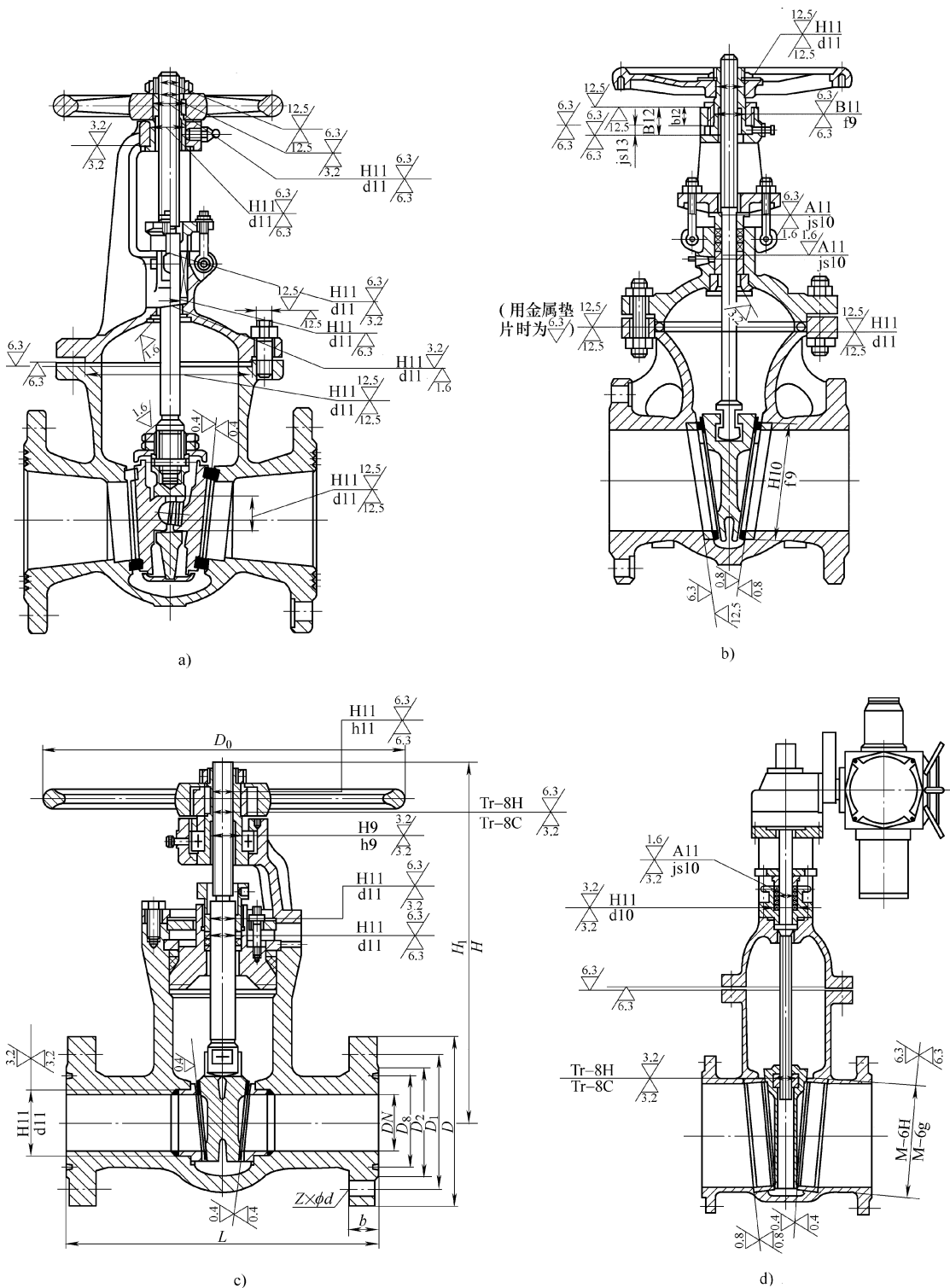


图 1-8 楔式闸阀

a) 双闸板楔式闸阀 b) 单闸板楔式闸阀 c) 弹性闸板楔式闸阀 d) 旋转杆 (暗杆) 楔式闸阀