

“十五”国家重点图书

附二维码扫描学习资料

大学工程训练教程

AXUE GONGCHENG XUNLIAN JIAOCHENG

主编◎商利容 汤胜常

(第三版)



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

大学工程训练教程

——附二维码扫描学习资料
(第三版)

商利容 汤胜常 主编



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

内 容 提 要

“大学工程训练”课程是一门实践性很强的技术基础课,它是高等院校工科专业和部分理科专业的必修课程。本书是根据教育部对大学工程训练的基本要求,并结合华东理工大学“工程实践课程教学执行大纲”的内容,认真总结了1999年成立工程训练中心以来工程训练教学改革的经验编写的。

本书编写时,对教学内容进行了精选和更新,删除和压缩了现代工业生产中已经较少使用的工艺方法,增加了管道技术、仿真技术、电子技术、数控技术等内容,有利于对学生进行综合工程素质教育和现代制造技术教学。

本书共12章,主要内容有管道工程、系统仿真、电子技术、工程材料和钢的热处理、焊接、钳工、铸工、车工、铣工、磨工和数控加工。

本书可作为工程类高等院校本科教学的工程训练通用教材,也可作为高等专科院校、职工大学、电视大学、函授大学的高职和成人教育相关课程教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

大学工程训练教程 / 商利容,汤胜常主编. —3版. —上海:

华东理工大学出版社,2016.7

附二维码扫描学习资料

ISBN 978-7-5628-4653-6

I. ①大… II. ①汤… ②商… III. ①工业技术-高等学校-教材 IV. ①T-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 102504 号

策划编辑 / 徐知今

责任编辑 / 徐知今

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地址:上海市梅陇路130号,200237

电话:021-64250306

网址:press.ecust.edu.cn

邮箱:zongbianban@ecust.edu.cn

印 刷 / 江苏省句容市排印厂

开 本 / 787mm×1092mm 1/16

印 张 / 20.5

字 数 / 491千字

版 次 / 2016年7月第3版

印 次 / 2016年7月第1次

定 价 / 45.00元

版权所有 侵权必究

前 言

(第三版)

(课程的性质、任务和学习方法)

《大学工程训练教程》(简称金工实习)的教学过程、教学内容和教学手段,与传统的金工实习已发生了很大的变化,成为一门系统性、综合性和实践性的课程。根据课程的性质和任务,相应地安排了实践性教学过程、教学原则和方法,以及教学效果的检查和评价体系,形成了本课程独特的教学体系和学习方法。是培养复合型人才和建立多学科知识结构的重要技术基础课;是机械、材料、管理和工艺类各专业的必修课;也是部分专业学生唯一的一门机械制造工艺学方面的课程。通过本课程的教学,能使学生初步了解设备和机械产品的生产过程,以及材料的选用和加工工艺知识,对现代工业生产方式有初步认识;能使学生获得较宽的知识面,较强的工程实践能力;培养学生严谨务实的科学作风,并具有独立地学习与掌握新知识的能力和方法,以具备创新能力和竞争意识,适应 21 世纪社会主义市场经济复合型和创新型人才的需求。

以零件生产工艺的全过程为载体,学生通过这一过程的学习,理解和掌握机械制造工艺过程的基本知识、基本技术与操作方法;也了解了整个过程的管理方法、组织方法和协同配合的团队精神。

本课程的教学是在相应的理论指导下,强调基础,强调工程观点,重视实践,通过各工种的课堂讲课、实践教学、实验、电化教学、工艺分析讨论等教学环节,从抽象的理论化研究模式和方法转变为以工程观点来观察工程实际问题;启发学生动手、动脑、积极思维,勇于创新的积极性,逐步掌握分析和解决工程实际问题的能力和方法。

学习本课程的方法:听课时,边听边记笔记、边思考;提倡教与学互动,有问必答;充分利用现场环境,实现情景化学习,仔细观察、思考;课外及时完成作业。

《大学工程训练教程》第一、第二版是根据 1995 年原国家教委颁布的《工程材料与机械制造基础》系列课程教材基本要求编写的。本版修订时,根据国家教育部新颁布的〔重点高校《工程材料及机械制造基础》系列课程改革指南〕,参照了历年来兄弟院校和我校对本门课程的教学经验与改革成果,结合国内外在现代机械制造技术方面的发展,尤其是 2008 年 8 月制定的《国家中长期教学改革和规划纲要》,强化科教兴国、人才强国和可持续发展战略,坚持以人为本,遵循教育规律和人才成长规律,提高高校人才培养与国家人才需求的契合度,形成人才成长的可持续学习体制的要求,而对原《大学工程训练教程》内容作出了全面改版和更新,以适应 21 世纪国家对科技人才的新要求。

本着少而精的教学原则,我们对传统金工实习中的内容作出了更新和遴选,例如切削加工中的刨削加工,作了删除;铸工中的熔化部分,改用了电阻炉加热,删除了传统的冲天炉。同时,也增加了若干新工艺、新技术,如铸工中的消失模铸造(Lost Form Casting);塑料管道与管件等内容。

国内外机械制造装备与加工工艺的迅速发展,不仅直接促进了数控机床及其加工工艺自身的发展,也有力地改变着未来各类机件的结构设计与加工方法,所以,在本次改版中,修订和充实了数控加工的教学内容,并新设计了若干习题和思考题等。

在学校教务处领导的关心和指导下,我们将倾力把本课程建设成为精品课程,除面向学生的教学过程不断改进外,课程教材的修订改版,题库的设计和练习题详解的编著,都是本课程 CAI 的核心内容。编写上力求做到基本知识和工艺原理阐释清楚,学生在阅读时能领悟出所蕴含的基本概念与相应的工艺原理。文句简练扼要,重点突出。

本教材共分 12 章,包括了管道工程、系统仿真、零件的表面处理、电子技术、工程材料和钢的热处理、焊接与切割、钳工、铸造、车削加工、铣削加工、磨削和数控加工等内容。它们都是以机械零件的生产工艺过程为体系,阐释了设备、机床、工具、量具、夹具等,在加工工艺过程中的合理使用方法与操作步骤,以及零件的加工工艺程序和方法。其中第 2 章,系统仿真,由商利容老师修订编著;其余各章,均由汤胜常老师修订编著。

本教材可作为机械类、近机类、非机类专业的本科、专科、高职和继续教育院校的《机械制造基础工程训练》或《金工实习》课程教材;也可作为相应专业的网络教育学院和开放大学的教材使用。

本书的修订改版,倾注了我们对课程建设与教学改革的无限热忱,相信通过我们的辛勤劳动,将在今后的教学过程中会取得丰硕的成果。

由于水平所限和时间仓促,错漏之处,恳请读者批评指正。

编者

2016 年 3 月

前 言

近年来,全国各高等院校都相继成立了工程训练中心,传统的金工实习教学已拓展成为大学工程训练的新课程,教学过程、教学手段与教学内容都发生了很大的变化。为了适应新的教学要求,我们编写了《大学工程训练教程》。

工程训练课程是一门实践性很强的技术基础课,是培养复合型人才和建立多学科知识结构的重要基础课,是机械、材料、管理和工艺类各专业的必修课程。通过本课程的工程教学与实践训练,结合其他课程,能使获得较宽的知识面,较强的工程实践能力;培养学生严谨务实的科学作风,并具有独立地学习与掌握新知识的能力,以具备创新能力和竞争意识,适应 21 世纪社会主义市场经济复合型和创新型人才的需求。

《大学工程训练教程》是根据 1995 年原国家教委颁布的“工程材料与机械制造基础”课程教学基本要求和其后新颁布的“重点高等工科院校‘工程材料及机械制造基础’系列课程改革指南”的各项要求,并结合华东理工大学“工程实践课程教学执行大纲”的内容,认真总结了 1999 年成立工程训练中心以来工程训练教学改革的经验编写的。本书在编写过程中,根据新教学要求的精神,删除和压缩了现代工业生产中已经较少使用的工艺方法,增加了管道技术、仿真技术、电子技术、数控技术等内容,有利于各相关学校对本科生进行综合工程素质教育和现代制造技术教学。

本书共十二章,主要内容有管道工程、系统仿真、电子技术、工程材料和钢的热处理、焊接、钳工、铸工、车工、铣工、磨工和数控加工。

本书由商利容、汤胜常主编。参加编写工作的有潘蓉、叶志辉、陈青蟾、刘正道和谢佑国。胡德兴和沈荣昌对编写工作也提供了部分素材,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中得到工程训练中心领导的大力支持,得到了华东理工大学教务处教材立项资助,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,编写时间较紧,书中难免有不妥和错误之处,恳请读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 管道工程	(1)
1.1 基本知识	(1)
1.2 管道加工	(14)
1.3 管道流程	(19)
1.4 塑料管道与管件	(27)
第 2 章 系统仿真	(48)
2.1 基本概念	(48)
2.2 仿真技术	(49)
2.3 化工仿真	(52)
2.4 离心泵及液位单元操作	(57)
2.5 换热器	(59)
2.6 连续反应	(61)
2.7 精馏系统	(65)
2.8 加热炉	(69)
第 3 章 零件的表面处理	(74)
3.1 概述	(74)
3.2 零件表面的氧化处理	(77)
3.3 零件表面的镀覆处理	(78)
3.4 零件表面的磷化处理	(80)
3.5 零件表面的渗镀处理	(81)
3.6 零件表面处理先进工艺简介	(83)
第 4 章 电子技术	(93)
4.1 基本原理	(93)
4.2 电子元件	(97)
4.3 焊接技术	(100)
4.4 调试技术	(103)
4.5 故障分析和处理	(105)
第 5 章 工程材料和钢的热处理	(110)
5.1 工程材料的分类	(110)
5.2 金属材料性能	(113)
5.3 钢的热处理	(115)
5.4 零件的热处理	(119)

第 6 章 焊接与切割	(122)
6.1 概述	(122)
6.2 手工电弧焊	(123)
6.3 气焊	(132)
6.4 氧气切割	(135)
6.5 其他焊接方法	(136)
第 7 章 钳工	(144)
7.1 概述	(144)
7.2 划线	(145)
7.3 锉削	(149)
7.4 钻孔	(151)
7.5 锯削	(155)
7.6 攻螺纹	(157)
7.7 套螺纹	(158)
第 8 章 铸造	(165)
8.1 铸造生产工艺过程及特点	(165)
8.2 砂型的组成及其作用	(166)
8.3 造型和造芯	(167)
8.4 浇注、落砂和清理	(173)
8.5 铸件质量检验与缺陷分析	(175)
8.6 特种铸造	(177)
第 9 章 车削加工	(186)
9.1 概述	(186)
9.2 卧式车床	(188)
9.3 车刀	(191)
9.4 车削精度	(196)
9.5 车削过程基本规律	(199)
9.6 车削加工	(201)
9.7 量具的使用和保养	(210)
9.8 典型零件车削工艺	(214)
第 10 章 铣削加工	(228)
10.1 概述	(228)
10.2 铣床及主要附件	(229)
10.3 常用铣刀种类及安装	(233)
10.4 铣削加工的基本知识	(234)
10.5 铣削加工	(236)

第 11 章 磨削	(247)
11.1 磨削的特点及应用	(247)
11.2 砂轮的组成、特性及选用	(248)
11.3 砂轮的检查、安装、平衡和修整	(252)
11.4 磨削运动与磨削用量	(253)
11.5 外圆磨床的主要组成及功用	(254)
11.6 外圆磨削方法	(255)
11.7 其他磨床的结构特点	(258)
第 12 章 数控加工	(267)
12.1 概述	(267)
12.2 数控编程基础	(275)
12.3 数控车床	(283)
12.4 数控铣床	(292)
12.5 脉冲数控电火花线切割加工	(301)
参考文献	(315)

第1章

管道工程

管道是用来输送流体介质的一种设备,例如热能传递,给排水,各种气体、液体和物料的输送等。在工业生产中,需要用管道将各种设备、阀门和管件等用不同材料和直径的管材稳固而整齐地连通在一起,保证系统正常地工作。

1.1 基本知识

1.1.1 专业术语

(1) 公称直径 管子和管件能按此互相连接在一起的标准直径。其数值既不是管子的内径,也不是管子的外径,而是与它们相接近的一个整数值。公称直径用符号 DN 表示,其后为公称直径数值,单位为毫米(mm)。

表 1-1 普通钢管结构参数(水、煤气钢管的规格 YB234-63)

公称直径 /mm	相当的管 螺纹/in	外径 /mm	壁厚 /mm	内径 /mm	公称直径 /mm	相当的管 螺纹/in	外径 /mm	壁厚 /mm	内径 /mm
8	$\frac{1}{4}$	13.50	2.25	9	50	2	60.00	3.50	53.00
10	$\frac{3}{8}$	17.00	2.25	12.50	65	$2\frac{1}{2}$	75.50	3.75	68.00
15	$\frac{1}{2}$	21.25	2.75	15.75	80	3	88.50	4.00	80.50
20	$\frac{3}{4}$	26.75	2.75	21.25	100	4	114.00	4.00	106.00
25	1	33.50	3.25	27.00	125	5	140.00	4.50	131.00
32	$1\frac{1}{4}$	42.25	3.25	35.75	150	6	165.00	4.50	156.00
40	$1\frac{1}{2}$	48.00	3.50	41.00					

(2) 公称压力 在基准温度下的耐压强度,称为公称压力,用符号 PN 表示,其后为公称压力数值,单位为兆帕(MPa)。

(3) 管道 由管道组成件和管道支承件组成,用以输送、分配、混合、分离、排放、计量、

控制或阻止流体流动的管子、管件、法兰、螺栓、垫片、阀门和其他组成件或受压部件的装配总称。

(4) 管道组成件 用于连接或装配管道的元件。它包括管子、管件、法兰、垫片、紧固件、阀门以及膨胀接头、耐压软管、疏水管、过滤器和分离器等。

(5) 管道支承件 管道安装件和附着件的总称。

(6) 安装件 将负荷从管子或管道附着件上传递至支承结构或设备上的元件。它包括吊杆、弹簧支吊架、斜拉杆、平衡锤、松紧螺栓、支撑杆、链条、导轨、锚固件、鞍座、垫板、滚柱、托座和滑动支架等。

(7) 附着件 用焊接、螺栓连接等方法附装在管子上的零件,它包括管吊、吊(支)耳、圆环、夹子、吊夹、紧固夹板和裙式管座等。

1.1.2 管材的分类

常用的管材种类很多,一般可分为金属管、非金属管和衬里管三大类。

1. 金属管

金属管包括钢管、铸铁管、紫铜管和黄铜管。铸铁管由于耐腐蚀性好,常用于埋地给水管道、煤气管道和室内排水管道;紫铜管和黄铜管主要用于制造换热设备、低温管路,以及机械设备的油管和控制系统管路。钢管是各种工程中最常用的管材,可分为有缝钢管和无缝钢管两类。

(1) 有缝钢管 有缝钢管又称焊接钢管,可分为低压流体输送钢管和电焊钢管两类。低压流体输送钢管常用来输送水和煤气,故俗称水煤气管。电焊钢管的工作温度不宜超过 200°C 。

(2) 无缝钢管 无缝钢管是由圆钢坯加热后,经穿管机穿孔轧制(热轧)而成的,或者再经过冷拔而成为外径较小的管子,它没有缝,强度高,可用在重要管路上,如高压蒸汽和过热蒸汽的管路,高压水和过热水管路,高压气体和液体管路,以及输送燃烧性、爆炸性和有毒害性流体的物料管路等。

2. 非金属管

非金属管中常用的有陶瓷管、玻璃管及塑料管。它们都具有耐化学腐蚀的优点,常用于化工厂、城建工程中,如用水泥做成大直径的下水道等。

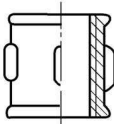
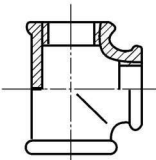
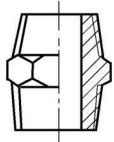
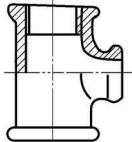
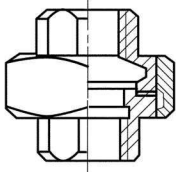
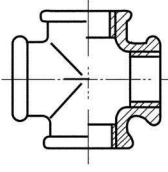
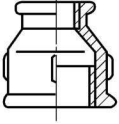
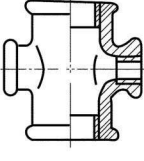
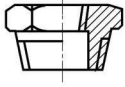
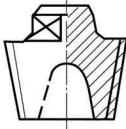
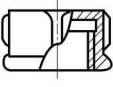
3. 衬里管

凡是有衬里的管子,统称为衬里管。一般是在碳钢管和铸铁管内衬里。作为衬里的材料很多,相应就称为衬橡胶管、衬玻璃管、搪瓷管等。衬里管可以用于输送各种腐蚀性介质,可大大节省金属,降低工程费用。

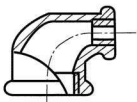
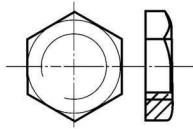
1.1.3 常用管件

在管路中改变走向、标高或改变管径,以及由主管上引出支管,均需采用管件来实现。常用管件种类和用途如表 1-2 所示。

表 1-2 常用管件种类及用途

种 类	用 途	种 类	用 途
 内螺纹管接头	俗称“内牙管、管箍、束节、管接头、死接头”等。用以连接两段公称直径相同的具有外螺纹的管子	 等径三通	俗称“T 形管”或“天”。用于由主管中接出支管、改变管路方向和连接三段公称直径相同的管子
 外螺纹管接头	俗称“外牙管、外螺纹短接、外丝扣、外接头、双头丝对管”等。用以连接两个公称直径相同的具有内螺纹的管件	 异径三通	俗称“中小天”。用以由主管中接出支管、改变管路方向和连接三段具有两种公称直径的管子
 活管接	俗称“活接头、由壬”等。用以连接两段公称直径相同的管件	 等径四通	俗称“十字管”。用以连接四段公称直径相同的管子
 异径管	俗称“大小头”。用以连接两段公称直径不相同的管子	 异径四通	俗称“大小十字管”。用以连接四段具有两种公称直径的管子
 内外螺纹管接头	俗称“内外牙管、补心”等。用以连接一个公称直径较大的具有内螺纹的管件和一段公称直径较小的具有外螺纹的管子	 外方堵头	俗称“管塞、丝堵、堵头”等。用以封闭管路
 等径弯头	俗称“弯头、肘管”等。用以改变管路方向和连接两段公称直径相同的管子,它可分为 45° 和 90° 两种	 管帽	俗称“闷头”。用以封闭管路

(续表)

种 类	用 途	种 类	用 途
 异径弯头	俗称“大小弯头”。用以改变管路方向和连接两段公称直径不相同的管子	 锁紧螺母	俗称“背帽、根母”等。它与内牙管联用,可以得到可拆的接头

1.1.4 阀门

阀门是用来控制流体在管道内流动的装置。在生产过程中,其主要作用有:接通或截断管内流体的流动;改变管道阻力,调节管内流体的速度;使流体通过阀门后产生压力降,达到节流的目的;有些阀门能根据需要自动启闭,以控制流体的流向、维持一定的压力等。

1. 常用阀门

1) 截止阀

截止阀也称切断阀,其结构如图 1-1 所示。截止阀的阀瓣为盘形,通过改变阀盘和阀座之间的距离,可以改变截面的大小,从而调节流量,也可截流,所以称为截止阀。适用于低、中、高压管道,不适用于含有颗粒固体或黏度较大的流体管道,且只允许介质单向流动。安装时,应使管道中流体由下而上流经阀盘,流体阻力小,开启省力。关闭后,填料不与介质接触,易检修。

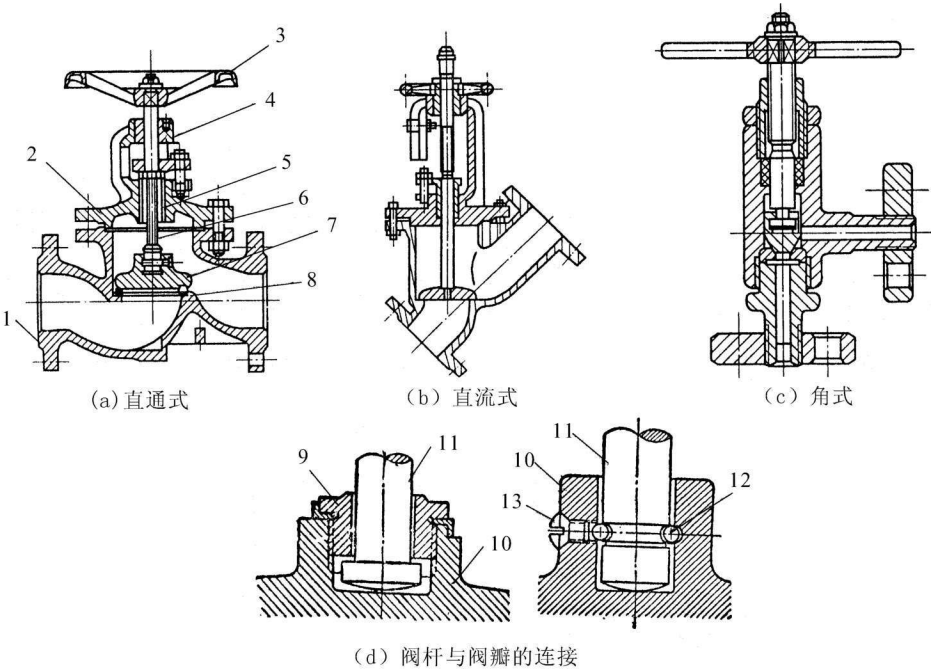


图 1-1 截止阀

1—阀体;2—阀盖;3—手轮;4—阀帽;5—导向套;6、11—阀杆;
7、10—阀瓣;8—阀座;9—螺纹连接套;12—钢球;13—丝堵

2) 旋塞阀

旋塞阀俗称考克,其结构如图 1-2 所示。启闭方便迅速。旋塞阀适宜输送带有固体颗粒的流体,在化工、医药和食品工业的液体、气体、蒸汽、浆液和高黏度介质管道上都有应用,主要用于低压和小口径管路中。启闭时,将旋塞绕自身轴线回转 $\leq 90^\circ$ 即可。

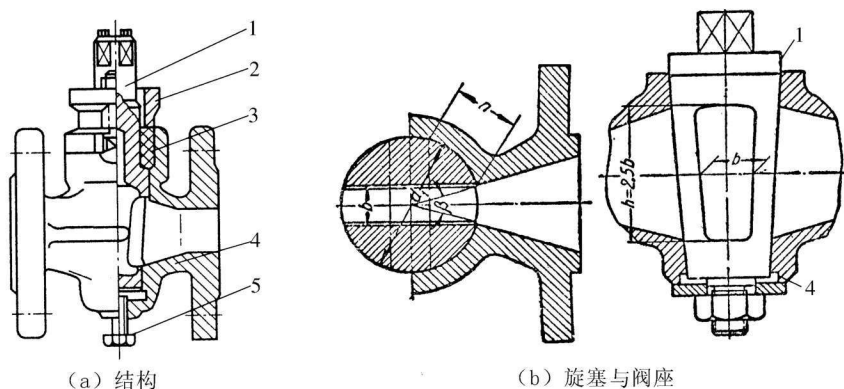


图 1-2 旋塞阀(考克)

1—旋塞;2—压盖;3—填料;4—阀体;5—退塞螺栓

3) 蝶阀

蝶阀采用圆盘式启闭件,圆盘状阀瓣固定于阀杆上(图 1-3),阀杆旋转角度的大小,就是阀门的开度。蝶阀只适用于低压管路,输送水、空气、煤气等。

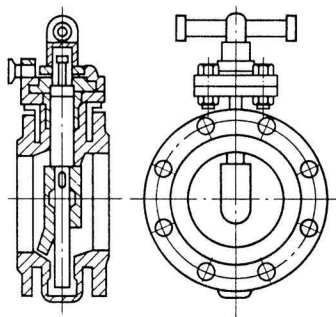
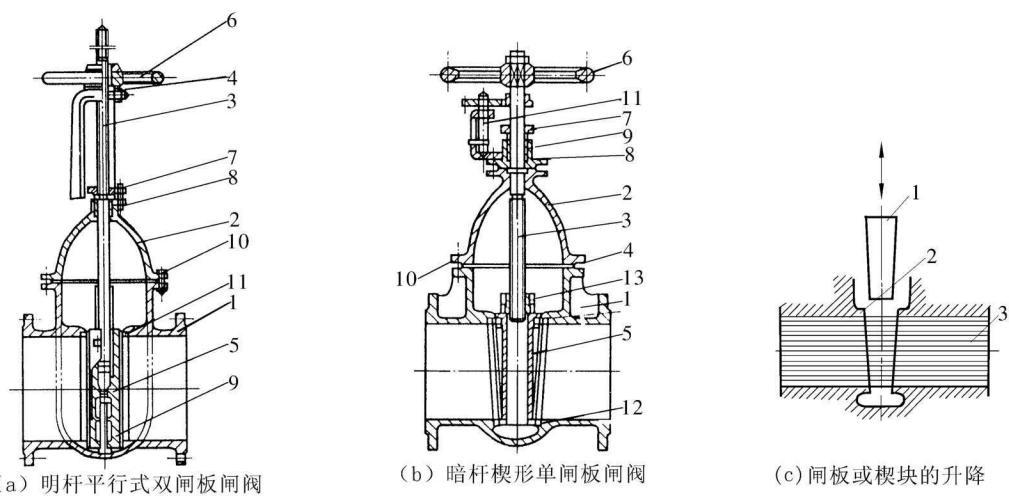


图 1-3 蝶阀

4) 闸阀

闸阀又称闸门阀或闸板阀,是利用闸板升降来控制启闭或调节的一种阀门。其阀瓣的启闭方向与介质流动方向垂直,如图 1-4(c)所示。阀瓣升起,阀开启,介质通过;落下时,阀关闭,介质流切断。闸阀采用旋转阀杆的方法升降闸板,启闭过程缓慢、省力。适用于压力 $\leq 1\text{MPa}$ 、温度 $< 200^\circ\text{C}$ 的介质。常用于水管总控制管上,以切断或调节流量,因其流动阻力小,操作方便,开启缓慢而无水锤现象,管道上尤其水管上用得较多。其结构见图 1-4。



1—阀体;2—阀帽;3—阀杆;4—阀杆螺母;
5—闸板;6—手轮;7—填料压盖;8—填料;
9—顶楔;10—垫片;11—密封圈

1—阀体;2—阀帽;3—阀杆;4—阀杆螺母;
5—闸板;6—手轮;7—压盖;8—填料;
9—填料箱;10—垫片;11—指示器;
12,13—密封圈

1—阀瓣;2—阀座;3—介质流

图 1-4 闸阀

5) 球阀

球阀一般用于需快速启闭的场合,阀体内部阀芯呈圆球状。其结构见图 1-5。

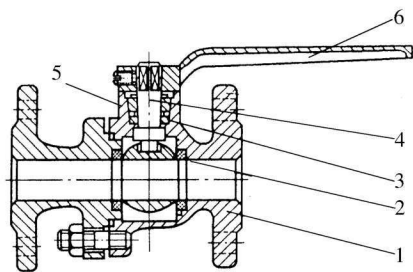


图 1-5 球阀

1—阀体;2—球体;3—填料;4—阀杆;5—阀帽;6—手柄

6) 减压阀

减压阀是一种能使介质压力降低到一定数值的自动阀。减压阀主要是靠膜片和弹簧等敏感元件来改变阀杆的位置,从而实现减压目的,使设备和管道中的介质压力达到生产工艺所需的工作压力,同时也能依靠介质本身的能量,使出口压力自动保持稳定。其结构见图1-6。

7) 蒸汽疏水阀

蒸汽疏水阀的作用是自动地排除加热设备或蒸汽管中的蒸汽凝结水,且不漏出蒸汽。又能防止管道中的水锤现象发生,又称阻汽排水器或回水盒。利用蒸汽和冷凝水的热力性质不同,使阀瓣启闭,达到排水阻汽目的,称为热力型疏水阀,分为热动力式和脉冲式两种。

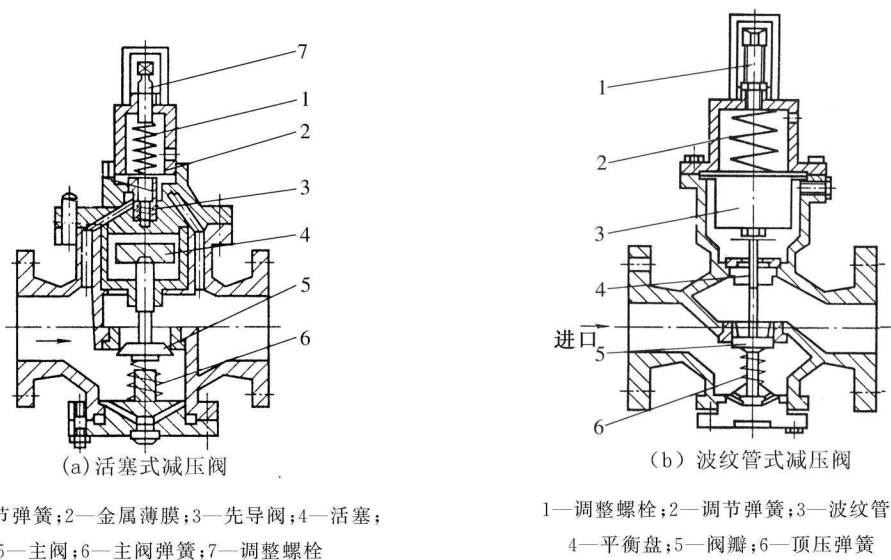


图 1-6 减压阀

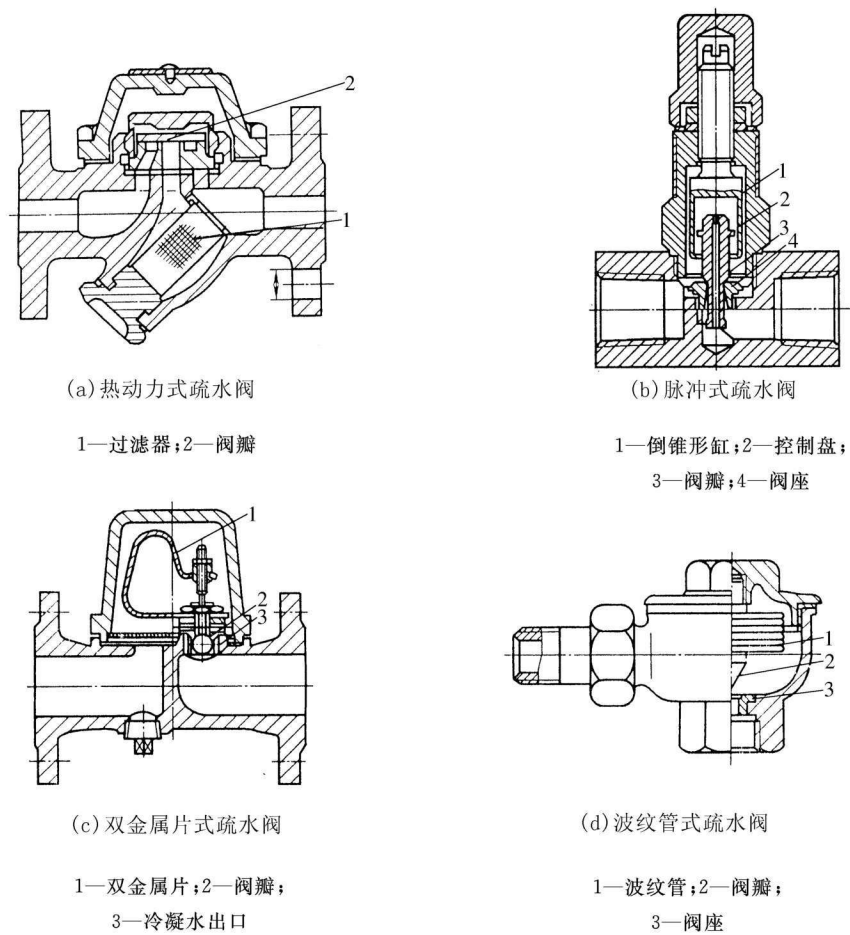


图 1-7 疏水阀

前者如图 1-7(a)所示,结构简单,体积小,能防止介质逆流,工作压力范围大,使用最广,但噪声大。后者[图 1-7(b)]的阀瓣处在倒锥形缸内,当压差变化时,锥形缸的间隙也变化。适用于较高压力的蒸汽,体积小,排量大,便于检修,是一种新型阀型。

图 1-7(c)、1-7(d)属于热膨胀型疏水阀,利用冷凝水与蒸汽间的温差,驱使膨胀元件推动阀瓣开关,达到排水阻汽。分为双金属片式和波纹管式两种。前者[图 1-7(c)]的热膨胀元件是双金属片的;后者[图 1-7(d)]是封闭的波纹管,内装容易膨胀的液体(如 C_2H_5OH 、 CH_3CH_2Cl)。当阀体内积聚冷凝水时,波纹管收缩,带着阀瓣离开阀座,排水;当水排净泄出蒸汽时,波纹管内液体受热汽化膨胀,带着阀瓣压紧阀座,蒸汽通路关闭,常用于低压采暖管路中。

8) 止回阀

止回阀(又名单向阀),其结构如图 1-8 所示,它是一种利用阀前阀后介质的压力差而自动启闭的阀门,适用于防止流体逆向流动的场合。

按结构型式不同,止回阀可分为升降式和旋启式两种。升降式止回阀的结构如图 1-8(a)所示,当介质向右流动时,推开阀瓣流过;反之,阀瓣沿导向套下降,阻断通路,阻止逆流。旋启式止回阀的结构如图 1-8(b)所示。利用摇板来启闭。摇板的密封环由橡胶、黄铜制造。

止回阀适用于洁净介质,含颗粒固体、黏度大的液体不适用。常用在泵、压缩机出口管上,疏水阀的排水管上,以及其他不允许介质倒流的管路上。

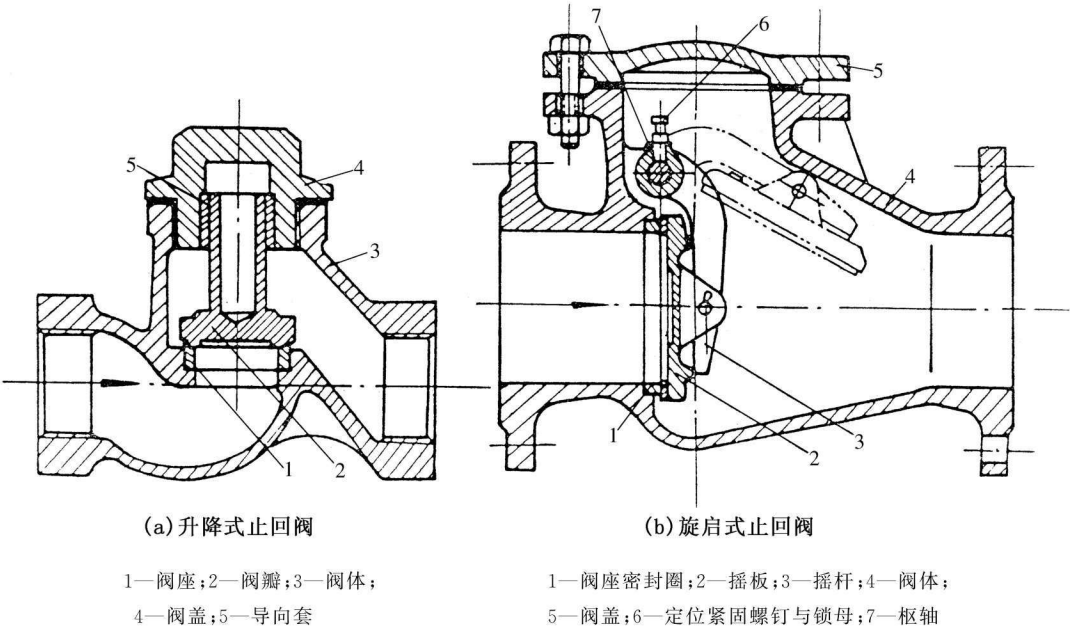


图 1-8 止回阀