

职业教育“十二五”规划教材



化工单元实训

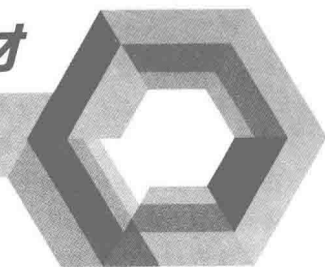
王 强 主 编
张 冬 副主编
陈晓峰 主 审

HUAGONG
DANYUAN
SHIXUN



化学工业出版社

职业教育“十二五”规划教材



化工单元实训

王 强 主 编
张 冬 副主编
陈晓峰 主 审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是作者和所在学校教师根据实际教学的经验结合现代职业教育的自主学习的理念编写而成的。

本书共分为八个实训单元,内容包括流体输送、化工传热、离心喷雾干燥、流化床干燥、间歇操作反应釜的使用、液体精馏装置的使用、吸收-解吸、萃取等,基本涵盖了化工生产的基本单元操作。在八个单元操作的基础上,融入了流程的认识能力,安全生产知识,团队协作能力的培养以及分析解决问题能力的培养。

本教材可作为高职高专化工类专业教材,也可供化工类专业中高职衔接学生使用,还可作为化工生产企业技术工人技能培训的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

化工单元实训/王强主编. —北京:化学工业出版社,
2013.10

职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-18279-1

I. ①化… II. ①王… III. ①化工单元操作-职业
教育-教材 IV. ①TQ02

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第201256号

责任编辑:陈有华 旷英姿
责任校对:宋 夏

装帧设计:尹琳琳

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 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张8 字数176千字 2013年11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:21.00元

版权所有 违者必究

前言

职业教育的根本任务是培养有较强实际动手能力和职业能力的技能型人才，而实际训练是培养这种能力的重要环节。

对于化工专业职业能力的培养，单元设备的操作能力是一个合格化工技能人才必须掌握的基础能力。在化工类职业教育中，单元操作技能的培养成为各个学校都非常重视的一个教学环节。

本书的编写主旨是力求将每个实训过程分解为多个相对独立的任务，并在每个任务中充分体现学生主导、教师辅助的教学特点，尽量发挥学生的主观能动性和自主思考的能力，充分开拓学生思路，让学生在“做中学”、在“学中做”，让学生成为实训操作的主体，提高其自主发现问题和解决问题的能力。并形成“教、学、做、训、考”一体化的教学模式。同时培养学生的制订计划、分工协作、相互配合的工作习惯。通过认识装置、熟悉流程、探明原理、制订方案、操作验证、改进方案、优化操作这一整套流程，采用由浅入深、循序渐进的方法进行教学。

本书内容包括：流体输送实训（刘星佳编写），化工传热综合实训、离心喷雾干燥实训、流化床干燥实训（张冬编写），间歇操作反应釜的使用（陆明军编写），液体精馏装置的使用、吸收-解吸实训装置的运行操作、萃取操作实训装置的使用与维护（王强编写）。实训项目的设置全面涵盖了典型化工生产的基本操作过程。

本书在新疆化学工业学校作为校本教材使用了4年，在使用过程中根据学生的反馈意见，以及通过与兄弟院校关于实训教学方法的交流，对本教材进行了多次的改进，以期更加符合现代化工职业教育的要求。

本教材由王强主编，张冬副主编，陈晓峰主审。在编写中参考了实训装置的使用说明书，同时得到了学校李绍岭校长、陈晓峰主任的大力支持，在此一并表示感谢。

由于装置的特点和我们的水平有限，本书有一定的局限性和很多不足的地方，欢迎大家批评指正。

编者

2013年6月

目录

└ 第一实训单元 流体输送实训 / 1

- 任务一 装置运行准备 / 5
- 任务二 用离心泵输送流体到指定位置 / 6
- 任务三 离心泵的串联、并联操作 / 11
- 任务四 利用压力差输送液体到指定位置 / 14
- 任务五 离心泵运行的故障及处理 / 17
- 任务六 正确使用其他输送机械完成流体输送 / 20

└ 第二实训单元 化工传热综合实训 / 23

- 任务一 装置运行准备 / 32
- 任务二 用一台列管换热器分别采用逆、顺流操作并指定流体加热至指定温度 / 32
- 任务三 两台列管换热器的串联、并联操作 / 36
- 任务四 板式换热器和套管换热器的使用操作 / 40
- 任务五 列管换热器的故障及处理 / 43

└ 第三实训单元 离心喷雾干燥实训 / 47

- 实训任务 将指定湿物料用现有装置干燥到指定含水率 / 50

└ 第四实训单元 流化床干燥实训 / 54

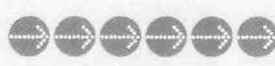
- 实训任务 将指定待干燥物料干燥至既定指标 / 60

└ 第五实训单元 间歇操作反应釜的使用 / 64

- 任务一 间歇反应釜的开车操作 / 70
- 任务二 间歇反应釜的停车操作 / 73

└ 第六实训单元 液体精馏装置的使用 / 74

- 任务一 装置运行准备 / 85



目录

任务二 利用现有装置将乙醇-水混合液分离 / 86

任务三 精馏装置的停车操作 / 88

任务四 精馏过程中异常情况的判断和处理 / 89

└ 第七实训单元 吸收-解吸实训装置的运行操作 / 92

任务一 装置使用前的准备 / 104

任务二 吸收-解吸装置的冷态开车和正常运行维护 / 104

任务三 吸收-解吸装置的停车操作 / 105

任务四 吸收-解吸装置不正常运行及其处理 / 106

└ 第八实训单元 萃取操作实训装置的使用与维护 / 108

任务一 装置运行准备 / 116

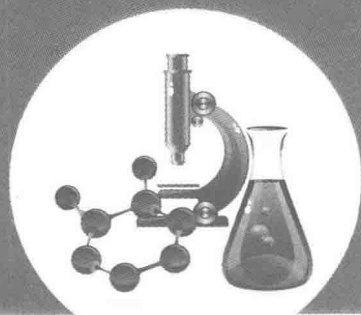
任务二 萃取装置的正常开车操作和运行维护 / 117

任务三 萃取装置的停车操作 / 118

任务四 萃取装置运行的不正常状态及其处理 / 118

└ 参考文献 / 122

第一实训单元



流体输送实训



知识目标

1. 了解化工生产中常见的流体输送方法和输送机械的结构、工作原理。
2. 了解常用阀门、管件。
3. 了解管路阻力及输送过程故障原因。
4. 了解流体流动过程的能量平衡。



能力目标

1. 正确使用离心泵、螺杆泵、旋涡泵、真空泵，按要求开启和停止上述设备。
2. 正确操作阀门、转换输送管路以及泵设备的串联和并联操作。
3. 正确完成输送设备的切换操作。
4. 按要求检查管路、设备、阀门、管件，做好开车和停车工作。
5. 正确使用相关仪表，通过仪表数据判断设备运行状况。
6. 能及时了解设备的运行情况，随时发现、正确判断、及时处理各种异常现象，特殊情况能进行紧急停车操作。
7. 正确识读装置流程，并根据流程设备用不同方法完成流体输送任务。
8. 正确制定操作方案，合理分工，团结协作完成实训任务。



装置流程与导文

流体输送对象包括离心泵、原料罐、真空机组、电动调节阀、空压机、涡轮流量计、玻璃转子流量计、压力传感器、霍尔开关、螺杆泵、旋涡泵、离心泵、压力表、差压变送器、现场仪表。

流体输送装置流程见图 1-1，装置阀门、装置输送设备、装置控制仪表见表 1-1～表 1-3。

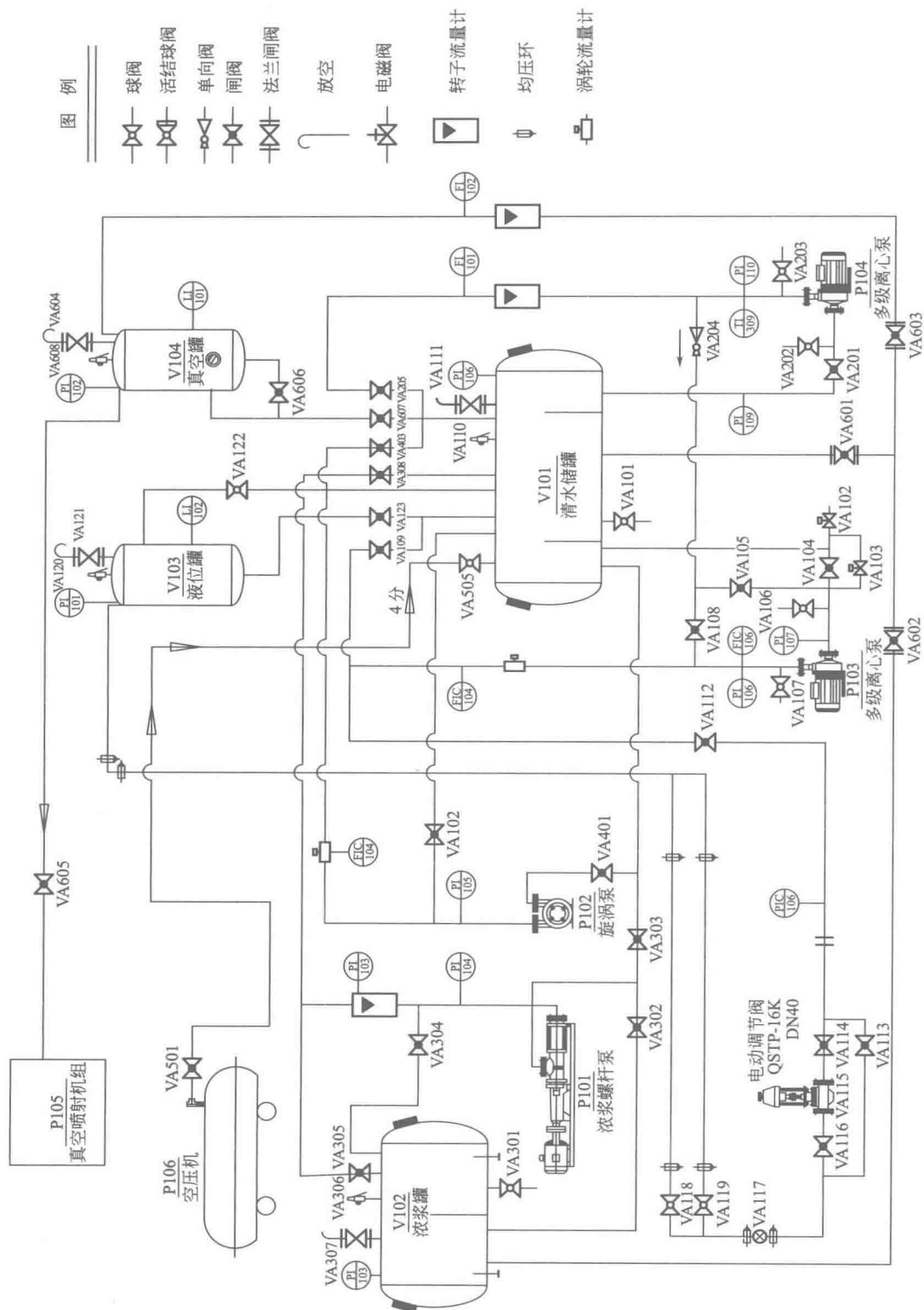


图 1-1 流体输送装置流程

表 1-1 装置阀门

序号	符号	名称
1	VA101	清水贮罐球阀
2	VA102	水嘴阀
3	VA103	旋涡泵(P102)闸阀
4	VA104	电磁阀
5	VA105	电磁阀
6	VA106	闸阀
7	VA107	闸阀
8	VA108	闸阀
9	VA109	单向阀
10	VA110	清水贮罐下部球阀
11	VA111	清水贮罐上部球阀
12	VA112	清水贮罐安全阀
13	VA113	清水贮罐上部支路闸阀
14	VA114	清水贮罐上部支路闸阀
15	VA115	清水贮罐上部支路闸阀
16	VA116	清水贮罐上部支路闸阀
17	VA117	清水贮罐上部支路闸阀
18	VA118	真空罐下部支路闸阀
19	VA119	清水贮罐上部支路闸阀
20	VA120	真空罐放空阀
21	VA121	液位罐放空阀
22	VA122	液位罐安全阀
23	VA123	真空罐球阀
24	VA124	压缩空气缓冲罐底部球阀
25	VA125	压缩空气缓冲罐安全阀
26	VA126	压缩空气缓冲罐放空阀
27	VA127	闸阀
28	VA128	闸阀
29	VA129	电动调节阀
30	VA130	闸阀
31	VA131	闸阀
32	VA132	活结球阀
33	VA133	活结球阀
34	VA201	闸阀
35	VA202	闸阀
36	P103	多级离心泵
37	V101	清水贮罐
38	V102	液位罐
39	V103	真空罐
40	P102	多级离心泵
41	P104	真空喷射机组
42	P106	空气压缩机
43	P101	旋涡泵
44	V104	压缩空气缓冲罐
45	VA134	球阀
46	VA135	法兰闸阀

表 1-2 装置输送设备

序号	设备名称	供电电压	额定功率
1	1# 离心泵	三相 380V	0.37kW
2	2# 离心泵	三相 380V	0.37kW
3	旋涡泵	三相 380V	1.1kW
4	螺杆泵	三相 380V	2.2kW
5	水力真空喷射机组	三相 380V	1.5kW
6	空压机	三相 380V	1.5kW
总 计			7.5kW

表 1-3 装置控制仪表

位号	仪表用途	仪表位置	规格
PI101	液位罐顶部压力	就地	压力表
PI102	真空罐顶部真空表	就地	压力表
PI103	浓浆罐上部压力	就地	压力表
PI104	离心泵(P101)管道垂直支路压力	就地	指针压力表 40kPa,1.5 级
PI105	离心泵(P103)管道水平支路压力	就地	指针压力表 40kPa,1.5 级
FI101	转子流量计流量	就地	玻璃转子流量计
FI102	转子流量计流量	就地	玻璃转子流量计
LI101	真空罐液位	就地	精度 1cm
LI102	液位罐液位	就地	精度 1cm
PI111	液位罐底部压力	就地	压力表
FIC101	离心泵(P102)垂直支路管道流量	就地+集中	流量计
PI106	离心泵(P102)水平支路管道流量	就地	流量计
PI107	离心泵(P102)水平支路管道流量	就地	流量计
PI108	离心泵(P102)垂直支路管道流量	就地	流量计
PI109	离心泵(P102)垂直支路管道流量	就地	流量计
PI110	压缩空气缓冲罐上部压力	就地	压力表
FI103	转子流量计流量	就地	转子流量计
PI111	旋涡泵(P101)管道压力	就地	压力表
FIC102	孔板流量计流量	就地+集中	孔板流量计

任务一 装置运行准备

检查装置管路、设备、阀门、仪表、公用工程状况，并填表 1-4，正确识读流程。

表 1-4 装置检查记录

检查人					
检查项目	管路	设备	阀门	仪表	公用工程
检查结果					

将检查详细结果报指导教师核准，并分别对流程进行简要说明。



任务二 用离心泵输送流体到指定位置

1. 确认离心泵输送管路

2. 讨论输送开车和停车方案，将讨论结果（泵、阀门的开启和关闭及顺序）填写到表 1-5 中。

表 1-5 离心泵开车操作阀门、设备状态

序号	符号	开、关状态		开、关顺序(1、2、…)
1	VA101			
2	VA102			
3	VA103			
4	VA104			
5	VA105			
6	VA106			
7	VA107			
8	VA108			
9	VA109			
10	VA110			
11	VA111			
12	VA112			
13	VA113			
14	VA114			
15	VA115			
16	VA116			
17	VA117			
18	VA118			
19	VA119			
20	VA120			
21	VA121			
22	VA122			
23	VA123			
24	VA124			
25	VA125			
26	VA126			
27	VA127			
28	VA128			
29	VA129			
30	VA130			
31	VA131			
32	VA132			
33	VA133			
34	VA201			
35	VA202			

续表

序号	符号	开、关状态		开、关顺序(1、2、…)
36	P103			
37	V101			
38	V102			
39	V103			
40	P102			
41	P104			
42	P106			
43	P101			
44	V104			
45	VA134			
46	VA135			
47	1# 离心泵			
48	2# 离心泵			
49	旋涡泵			
50	螺杆泵			
51	水力真空喷射机组			
52	空压机			

3. 按方案进行操作验证，发现问题并简要说明，讨论解决方案。

问题一：
解决：

问题二：
解决：

问题三：
解决：

问题四：
解决：

4. 再次操作验证，并改变离心泵转速，观察现象，将操作巡检记录填入表 1-6 中。

表 1-6 操作巡检记录

序号	温度/℃	流量/(m ³ /h)	进口压力/kPa	出口压力/kPa	转速/(r/min)	功率/kW

5. 调整流量维持其稳定（指定值），并控制受液罐液位。
6. 讨论制定停车、泄液操作方案，填写表 1-7。

表 1-7 离心泵停车操作阀门、设备状态

序号	符号	开、关状态		开、关顺序(1、2、…)
1	VA101			
2	VA102			
3	VA103			
4	VA104			
5	VA105			
6	VA106			
7	VA107			
8	VA108			
9	VA109			
10	VA110			
11	VA111			
12	VA112			
13	VA113			
14	VA114			
15	VA115			
16	VA116			
17	VA117			
18	VA118			
19	VA119			
20	VA120			
21	VA121			
22	VA122			
23	VA123			
24	VA124			
25	VA125			
26	VA126			
27	VA127			
28	VA128			
29	VA129			
30	VA130			
31	VA131			
32	VA132			
33	VA133			
34	VA201			
35	VA202			
36	P103			
37	V101			
38	V102			
39	V103			

续表

序号	符号	开、关状态		开、关顺序(1、2、…)
40	P102			
41	P104			
42	P106			
43	P101			
44	V104			
45	VA134			
46	VA135			
47	1# 离心泵			
48	2# 离心泵			
49	旋涡泵			
50	螺杆泵			
51	水力真空喷射机组			
52	空压机			

7. 操作验证停车方案, 正确停车、泄液、停止公用工程。



实训问题讨论

1. 离心泵的构成有哪些部分? 工作原理是怎样的?
2. 管路中的流动阻力主要是由哪里来的?
3. 离心泵的扬程、功率、转速和输送流量有什么关系?
4. 当离心泵已经选定, 其输出流量可调吗? 如何调?



阅读知识

1. 离心泵工作原理 (见图 1-2)

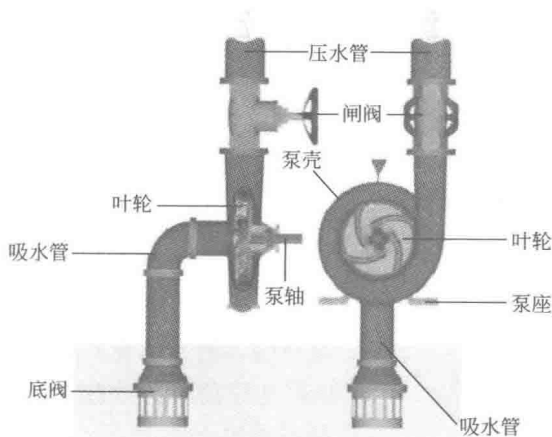


图 1-2 离心泵工作原理

离心泵由吸入管, 排出管和离心泵主体组成。离心泵主体分为转动部分和固定部分。转动部分由电机带动旋转, 将能量传递给被输送的部分, 主要包括叶轮和泵轴。固定部分包括泵壳, 导轮, 密封装置等。叶轮是离心泵中使液体接受外加能量的部件。泵轴的作用是把电动机的能量传递给叶轮。泵壳是通道截面积逐渐扩大的蜗形壳体, 它将液体限定在一定的空间里, 并将液体大部分动能转化为静压能。导轮是一组与叶轮旋转方向相适应, 且固定于泵壳上的叶片。密封装置的作用是防止液体的泄漏或空气的倒吸入泵内。

启动灌满了被输送液体的离心泵后, 在电机的作用下, 泵轴带动叶轮一起旋转, 叶轮的叶片推动其间的液体转动, 在离心力的作用下, 液体被甩向叶轮边缘并获得动能; 在导轮的引领下沿流通截面积逐渐扩大的泵壳流向排出管, 液体流速逐渐降低, 而静压能增大。排出管的增压液体经管路即可送往目的地。与此同时, 叶轮中心因为液体被甩出而形成一定的真空, 因贮槽液面上方压强大于叶轮中心处, 在压力差的作用下, 液体不断从吸入管进入泵内, 以填补被排出的液体位置。因此, 只要叶轮不断旋转, 液体便不断的被吸入和排出。由此, 离心泵之所以能输送液体, 主要是依靠高速旋转的叶轮。

2. 离心泵的主要性能参数和特性影响因素

离心泵的主要性能参数有流量、扬程、效率, 三者有如下关系: 扬程随流量的增大而下降; 轴功率随流量的增大而上升; 效率, 随流量的增大, 先是上升达到一个最大值, 而后, 流量再增大, 则效率开始下降。

流体密度对离心泵的扬程、流量、效率无影响, 但是会影响轴功率, 一般液体密度越大, 轴功率越大。

流体的黏度会对离心泵的运行产生较大的影响, 一般, 黏度越大, 则泵的扬程、流量都会减小, 效率下降, 轴功率增大。

3. 常用阀门

(1) 闸阀 (见图 1-3) 闸阀是指启闭体 (阀板) 由阀杆带动阀座密封面作升降运动的阀门, 可接通或截断流体的通道。当阀门部分开启时, 在闸板背面产生涡流, 易引起

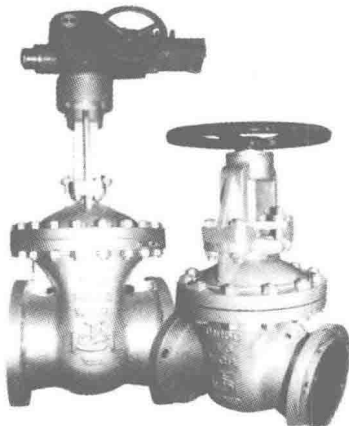


图 1-3 闸阀

闸板的侵蚀和震动, 也易损坏阀座密封面, 修理困难。闸阀通常适用于不需要经常启闭, 而且保持闸板全开或全闭的工况。不适用于作为调节或节流使用。

① 闸阀的优点:

- a. 流体阻力小。
- b. 开闭所需外力较小。
- c. 介质的流向不受限制。
- d. 全开时, 密封面受工作介质的冲蚀比截止阀小。
- e. 体形比较简单, 铸造工艺性较好。

② 闸阀不足之处:

- a. 外形尺寸和开启高度都较大。安装所需空间较大。

b. 开闭过程中, 密封面间有相对摩擦, 容易引起擦伤现象。

c. 闸阀一般都有两个密封面, 给加工、研磨和维修增加一些困难。

(2) 截止阀和节流阀 截止阀和节流阀都是向下闭合式阀门, 启闭件 (阀瓣) 由阀杆带动, 沿阀座轴线作升降运动来启闭阀门。

截止阀与节流阀的结构基本相同, 只是阀瓣的形状不同, 截止阀的阀瓣为盘形, 节流阀的阀瓣多为圆锥流线型, 特别适用于节流, 可以改变通道的截面积, 用以调节介质的流量与压力。截止阀阀瓣 (平面阀瓣) 如图 1-4 所示。

(3) 球阀 (图 1-5) 它是由旋塞阀演变而来。它具有相同的启闭动作, 不同的是阀芯旋转体不是塞子而是球体。当球旋转 90° 时, 在进、出口处应全部呈现球面, 从而截断流动。

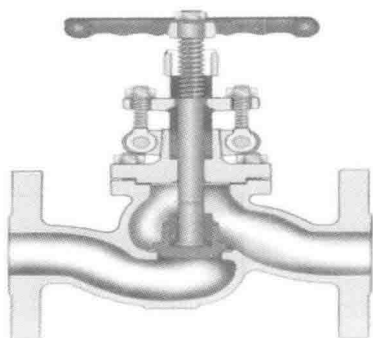


图 1-4 截止阀

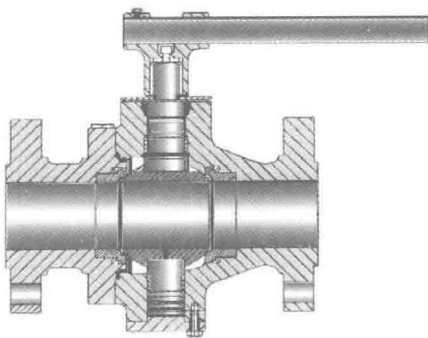


图 1-5 球阀

球阀在管路中主要用来做切断、分配和改变介质的流动方向。它具有以下优点:

- ① 结构简单、体积小、质量轻, 维修方便。
- ② 流体阻力小, 紧密可靠, 密封性能好。
- ③ 操作方便, 开闭迅速, 便于远距离的控制。
- ④ 球体和阀座的密封面与介质隔离, 不易引起阀门密封面的侵蚀。
- ⑤ 适用范围广, 通径从小到几毫米, 大到几米, 从高真空至高压都可应用。

任务三 离心泵的串联、并联操作

1. 确认两台离心泵的位置、进出口阀, 确认 1 号泵和 2 号泵。
2. 分别讨论制定串联操作、并联操作的开车方案, 并填写表 1-8。

表 1-8 离心泵串联、并联操作阀门、设备状态

序号	符号	开、关状态		开、关顺序(1、2、...)	
		串联	并联	串联	并联
1	VA101				
2	VA102				
3	VA103				
4	VA104				