



面向“十二五”高职高专规划教材
高等职业教育骨干校课程改革项目研究成果

HUAGONG
FANYING SHIXUN

化工反应实训

主编 吕利霞 郑玉霞

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向“十二五”高职高专规划教材
高等职业教育骨干校课程改革项目研究成果

化工反应实训

主 编 吕利霞 郑玉霞
参 编 吉 娜 张晓蕾
主 审 李景林



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学中重要的组成部分。本书充分体现了高等职业教育的应用特色,突出了人才创新素质和创新能力的培养。从理论和实践两方面对化工反应中常用反应器的结构、特点、典型产品的开车、停车操作和运行中常见异常现象的判断和处理及反应器的维护等做了系统的介绍。全书内容丰富,突出实训应用,增加了玻璃反应器操作内容及反应器仿真操作的实例内容。

本书可以作为高职高专化工类各专业及相关专业的教材,也可以作为中级以上化工总控工的实训指导书,还可以作为从事化工、石油、煤炭、精化等相关专业操作人员、工程技术人员、管理人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

化工反应实训/吕利霞,郑玉霞主编. —北京:北京理工大学出版社, 2013.3

ISBN 978-7-5640-7524-8

I. ①化… II. ①吕… ②郑… III. ①化学反应工程-高等职业教育-教材 IV. ①TQ03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 054766 号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/保定市中华美凯印刷有限公司

开 本/710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张/9

字 数/148 千字

版 次/2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷

定 价/21.00 元

加工编辑/胡卫民

责任编辑/陈 竑

责任校对/杨 露

责任印制/王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换



前 言

2006年11月,教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件的颁布,高职教育教学改革开始在全国全面而深入地展开,以能力本位、素质基础、工学结合人才培养模式的创新为背景,以国家示范性高等职业院校为骨干的院校正在将学科课程体系改革为以工作过程系统化的开发方法重构课程体系。

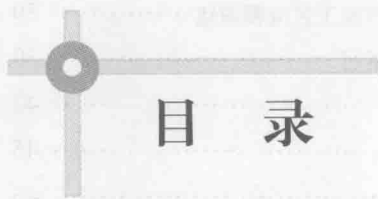
本书努力贯彻化工高职教育教学改革的精神,遵照高职教学的培养目标,体现模块化教学的要求,突出化学反应器实操技能的培养,淡化抽象理论的讲解;内容编排采取归纳法:从实践到理论、从感性到理性,内容结构以项目化教学为模式,以任务为中心,任务引领知识。

本书共分为七个项目:项目一为釜式反应器选择与操作;项目二为管式反应器选择与操作;项目三为固定床反应器选择与操作;项目四为流化床反应器选择与操作;项目五为塔式反应器选择与操作;项目六为其他反应器;项目七为反应器仿真操作实例。每一项目都包括教学目标及若干任务。

本书由内蒙古化工职业学院吕利霞、郑玉霞主编,由中盐吉兰泰盐化集团有限公司李景林主审。项目三、项目四由吕利霞编写,项目一和项目五由郑玉霞编写,项目二、项目六由吉娜编写,项目七及前言、目录、绪论、参考文献等由张晓蕾编写,本书由吕利霞统稿,在本书的编写过程中得到了学院同行、设备供应单位、北京东方仿真公司的大力支持,并提出了许多宝贵的意见,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,敬请同行们提出批评、建议和改进意见。

编 者



目 录

绪论	1
一、本书的性质、内容和任务	1
二、学习本书的方法	1
三、化学反应设备操作的目的和需注意的问题	2
四、化学反应器操作实训统一要求	2
项目一 釜式反应器选择与操作	3
任务1 釜式反应器的选择	4
一、均相反应动力学基础	4
二、釜式反应器特点	6
三、釜式反应器分类	6
四、釜式反应器结构	8
任务2 釜式反应器的操作	24
一、甲苯空气氧化制苯甲酸的操作原理及工艺流程简述	24
二、甲苯空气氧化制苯甲酸的操作与运行	27
三、玻璃釜式反应器操作	28
四、釜式反应器的故障处理及维护	29
任务3 学习拓展	31
一、釜式反应器安全检修规程	31
二、高压氢化釜操作要点	32
复习思考题	33
项目二 管式反应器选择与操作	34
任务1 管式反应器的选择	34
一、管式反应器的特点	35
二、管式反应器的分类	35
三、管式反应器的结构	37
任务2 管式反应器的操作	39

一、环氧乙烷与水反应生成乙二醇的操作原理及工艺流程简述	39
二、环氧乙烷与水反应生成乙二醇的操作与运行	39
三、管式反应器的故障处理及维护	43
任务3 学习拓展	45
一、“三废”处理及环境保护	45
二、燃烧与爆炸一般知识	46
复习思考题	47
项目三 固定床反应器选择与操作	48
任务1 固定床反应器的选择	48
一、气固相催化反应动力学基础	48
二、固体催化剂知识	49
三、固定床反应器结构与特点	51
任务2 固定床反应器的操作	52
一、催化剂的使用	53
二、石脑油裂解制乙烯的操作原理及工艺流程简述	54
三、石脑油裂解制乙烯的操作与运行	56
四、玻璃固定床反应器操作	57
五、固定床反应器的故障处理及维护	58
任务3 学习拓展	58
一、径向固定床催化反应器简介	58
二、气相色谱与气体钢瓶的使用	59
复习思考题	59
项目四 流化床反应器选择与操作	61
任务1 流化床反应器的选择	61
一、流态化	61
二、流化床反应器结构与特点	63
三、流化床反应器传质	63
四、流化床反应器传热	64
任务2 流化床反应器的操作	64
一、甲醇催化裂化脱水制烯烃的操作原理及工艺流程简述	64
二、甲醇催化裂化脱水制烯烃的操作与运行	65
三、玻璃流化床反应器操作	67

四、流化床反应器的故障处理及维护	70
任务3 学习拓展	71
一、流态化技术的进展	71
二、流化床技术在其他生产中的应用	71
复习思考题	72
项目五 塔式反应器选择与操作	73
任务1 塔式反应器的选择	74
一、气液相反应动力学基础	74
二、塔式反应器的特点	75
三、塔式反应器的分类	77
四、鼓泡塔反应器特点、分类与结构	78
五、填料塔反应器特点与结构	81
六、板式塔反应器特点与结构	82
任务2 鼓泡塔反应器的操作	84
一、乙烯与苯生产乙苯的操作原理及工艺流程简述	85
二、乙烯与苯生产乙苯的操作与运行	86
三、塔式反应器的故障处理及维护	87
任务3 学习拓展	89
一、填料塔填料	89
二、安全生产技术	92
复习思考题	95
项目六 其他反应器	96
任务1 其他反应器简介	96
一、移动床反应器	96
二、气液固三相反应器	100
三、生化反应器	103
四、电化学反应器	105
任务2 学习拓展	108
现代生物反应器的发展现状	108
复习思考题	109
项目七 反应器仿真操作实例	110
任务1 固定床反应器单元仿真培训系统	111

一、工艺流程说明	111
二、固定床反应器单元操作规程	112
三、事故设置一览	115
四、仿真界面	116
五、思考题	116
任务2 流化床反应器单元仿真培训系统	119
一、工艺流程说明	119
二、装置的操作规程	120
三、事故设置一览	124
四、仿真界面	124
五、思考题	127
任务3 间歇反应釜单元仿真培训系统	127
一、工艺流程说明	127
二、间歇反应器单元操作规程	128
三、事故设置一览	131
四、仿真界面	132
五、思考题	132
参考文献	135

绪 论

化工生产过程是对原料进行物理和化学加工,以获得化工产品的过程。化学工业产品种类繁多,但不论是何种产品,它的生产工艺过程都可以概括为以下三个部分:原料的预处理、化学反应过程以及反应产物的分离与提纯过程,其中,原料的预处理和反应产物的分离与提纯过程主要是物理过程,而化学反应过程是整个化工产品生产的核心,其他过程根据反应过程的需要而设置。实现化学反应过程的设备是反应器,是化工装置的重要设备之一,其设计制造是否合理、运行是否可靠、操作是否规范等直接影响化工生产过程中质量的好坏,最终影响化工产品的质量和生产的经济性。

一、本书的性质、内容和任务

化学反应器种类繁多,按照外形及内部反应混合物的接触方式分为釜式、塔式、固定床、流化床反应器等,本书内容即按此编排:包括釜式反应器、管式反应器、固定床反应器、流化床反应器、塔式反应器及其他反应器六个项目,还有一个仿真操作实例项目。每一项目自成一体,从反应器的选择、反应器的操作及任务拓展等方面做了阐述,内容结构以项目化教学为模式,以操作任务为中心,任务引领知识,从感性到理性,再从理论联系实际,指导实践,便于老师教学和学生学习。本书的特点是:以能力培养为中心,培养学生运用所学知识来分析问题、解决问题的综合能力,以及不断获取新知识的能力和创新能力,培养技术性人才,体现应用性、实用性、综合性和先进性原则,重视技能培养、强调专业知识与工程实践能力并重,生产技术与企业现状相结合,学以致用。

二、学习本书的方法

根据化学反应器的特点,建议在学习中注重理论与实践的结合,借助反应器的设备图、反应器实训装置、反应器仿真软件、反应器仿真素材图片等,学习者先通过观察和教师演示相关实训装置、工业装置或仿真软件等培养感性认识,并对实际现象总结归纳,然后带着问题到课堂听课,以达到理性认

识,并作出推理,然后通过课堂理论知识的学习,再让学生亲自动手操作实训装置,练习相关的反应器仿真操作,做到理论指导实践,实践检验理论。教学方式除上述介绍外,还应结合观看生产设备教学片、专题讲座、教学讨论、企业参观等多种方式,以提高教学效果。

三、化学反应设备操作的目的和需注意的问题

化学反应设备操作通过实际操作使学生理论联系实际,培养学生的动手能力,为后续专业课的学习打下坚实的基础。反应器实训操作是针对具体的一个化工产品的生产过程所必需的反应器操作实训,是应用化工技术专业知识结构中不可缺少的组成部分,其目的在于配合“化学反应过程与设备”或“化学反应器”理论课的学习,通过实际操作,了解反应器的结构和操作方法的各自特点差异,以及掌握各类不同反应工艺条件测定的技巧,让学生学会在不同装置上运用所学的知识去解决各类问题的本领。因此掌握每个反应器的基本流程,所用到的设备种类及其性能都是职业院校的学生所应该重点掌握的内容。只有熟悉和掌握了这些知识和实际操作,我们的毕业生就会很快地在工作岗位中熟悉和掌握他们的实践操作技巧,使我们的学生很快就符合企业的要求。

四、化学反应器操作实训统一要求

1. 化学反应设备操作实训要求

- (1) 了解常见化学反应器的结构、特点、工业应用。
- (2) 熟练掌握各个化学反应器的正常开车、停车操作。了解日常运行以及不正常现象的处理方法。
- (3) 能正确、稳定地将各个反应装置操作到正常运行状态下。
- (4) 按要求认真编写各单元的实训报告。

2. 报告书写要求

报告内容应包括反应器操作原理、操作步骤、注意事项,并进行数据处理、流程的绘制及实训总结。

项目一

釜式反应器选择与操作

教学目标

知识目标

1. 了解均相反应的基本原理
2. 掌握釜式反应器的特点、分类及结构
3. 掌握甲苯空气氧化制苯甲酸的反应原理，工艺流程
4. 掌握甲苯空气氧化制苯甲酸的开车、停车操作
5. 掌握釜式反应器的故障处理及维护

能力目标

1. 能依据反应特点及生产条件正确选择反应器的类型
2. 能具备釜式反应器的正确操作及设备维护能力
3. 能初步应用工程技术观点分析和解决釜式反应器操作中常见问题
4. 能具备主要设备开车、停车操作的能力，对设备运行中的异常现象能够及时发现并处理
5. 能具备调节工艺参数的能力，能够依据工艺要求进行及时、准确的调节
6. 能具备按生产要求进行过程记录的能力

素质目标

1. 培养学生信息获取与加工的能力
2. 逐步形成综合分析问题、解决问题的能力
3. 培养安全意识、环境保护意识、经济意识
4. 增强学生沟通、表达能力
5. 培养学生严谨的工作态度
6. 培养团队合作意识

工作任务

根据化工产品的化学反应特点和生产条件来选择与操作釜式反应器。

任务1 釜式反应器的选择

工作任务

根据化工产品的化学反应特点和生产条件来初步选择釜式反应器。

技术理论

一、均相反应动力学基础

生产过程与化学反应器紧密相关, 化学反应器中进行的过程不仅有化学反应过程, 同时还伴有许多物理过程。这些物理过程与化学反应过程相互影响、相互渗透, 化学反应过程伴随着质量、热量和动量的同时传递, 必然影响反应过程的特性和化学反应结果。因此, 研究宏观反应动力学与化学反应器的选择、设计与操作密切相关。

均相反应是指在均匀的液相或气相中进行的反应。就是反应物之间不存在相界面, 反应系统中只有一种相态。例如, 两种气体之间的反应就属于均相反应, 两种完全互溶的液体之间的反应, 也属于均相反应。均相反应有很广泛的应用范围, 如烃类的热裂解为典型的气相均相反应, 而酸碱中和、酯化、皂化等则为典型的液相均相反应。均相反应的特点是反应过程不存在相界面, 过程总速率由化学反应本身决定。

均相反应动力学研究各种外界因素对反应速率和反应产物分布的影响以及它们之间的定量关系。这种数学关系称为速率方程或本征(经典、固有、微观)动力学方程。

1. 均相反应速率

化学反应速率是指单位时间、单位体积的物料数量的变化量。物料指反应物或产物。因此, 均相反应速率定义式为:

$$\pm r_i = \pm \frac{1}{V} \frac{dn_i}{d\tau} \quad \text{kmol}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$$

式中, 对反应物, 取“-”, 而对产物则取“+”。对于化学反应速率值得注意的是反应速率恒为正值。

2. 均相反应动力学方程

反应动力学方程一般式为:

$$r_i = k_c f(C_i)$$

式中, k_c 为反应速率常数, 有时也用 k 表示。反应速率常数 k 就是当反应物浓度为 1 时的反应速率, 又称反应的比速率。 k 值大小直接决定了反应速率

的高低和反应进行的难易程度。不同的反应有不同的反应速率常数，对于同一个反应，速率常数随温度、溶剂、催化剂的变化而变化。它是反映本质和温度的函数，是反应的能量因素。 $f(C_i)$ 为浓度函数，它是反应的推动力因素。

在一般情况下，反应速率常数 k 与热力学温度 T 之间的关系可以用 Arrhenius 经验方程表示，即：

$$k = A_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$$

式中， A_0 ——指前因子，其单位与反应速率常数相同；

E ——化学反应的活化能，单位为 J/mol；

R ——气体常数，值为 8.314 J/(mol · K)。

反应活化能是为使反应物分子“激发”所需给予的能量。活化能的大小是表征化学反应进行难易程度的标志。活化能高，反应难于进行；活化能低，则容易进行。但是活化能 E 不是决定反应难易程度的唯一因素，它与频率因子 A_0 共同决定反应速率。应当注意：

① 活化能 E 不同于反应的热效应，它不表示反应过程中吸收或放出的热量，而只表示使反应分子达到活化态所需的能量，故与反应热效应并无直接的关系。

② 活化能 E 不能独立预示反应速率的大小，它只表明反应速率对温度的敏感程度。 E 越大，温度对反应速率的影响越大。除了个别的反应外，一般反应速率均随温度的上升而加快。 E 越大，反应速率随温度的上升而增加得越快。

③ 对于同一反应，即当活化能 E 一定时，反应速率对温度的敏感程度随着温度的升高而降低。

在均相反应系统中如只进行如下不可逆化学反应：



其动力学方程一般都可表示为：

$$\begin{aligned} \pm r_i &= k_i c_A^{\alpha_1} c_B^{\alpha_2} \\ (-r_A) &= -\frac{1}{V} \frac{dn_A}{d\tau} = k_1 C_A^{\alpha_1} C_B^{\beta_1} \end{aligned}$$

其中， α_1, α_2 是反应级数，即是指动力学方程式中浓度项的指数。它是由实验确定的常数。可以是分数，也可以是负数，其绝对值小于 3。反应级数不同于反应的分子数，前者是在动力学意义上讲的，后者是在计量化学意义上讲的。对于基元反应，反应级数即等于化学反应式的计量系数值，而对于非基元反应，应通过实验来确定。反应级数高低并不单独决定反应速率的快慢，

反应级数只反映反应速率对浓度的敏感程度。级数越高，浓度对反应速率的影响越大。

二、釜式反应器特点

釜式反应器也叫槽式、锅式反应器或反应釜，是低高径比的圆筒形反应器，其高与直径之比一般在1~3。在加压操作时，上、下封头多为半球形或椭圆形；而在常压操作时，上、下封头可作为平盖，为了放料方便，下底也可做成锥形。反应器内常设有搅拌（机械搅拌、气流搅拌等）装置。高径比较大时，可用多层搅拌桨叶。在反应过程中物料需加热冷却时，可在反应器壁处设置夹套或在器内设置换热面，也可通过外循环进行换热。

釜式反应器结构简单，加工方便，操作时温度、浓度容易控制，传质效率高，温度分布均匀，产品质量均一。操作条件的可控范围较广，操作灵活性大，便于更换品种，能适应多样化的生产。其有适用范围广泛，投资少，投产容易，可以方便地改变反应内容积的优点。在化工生产中，既可适用于间歇操作过程，又可用于连续操作过程，可单釜操作，也可多釜串联使用。但若应用在需要较高转化率的工艺要求时，有需要较大容积和换热面积小，反应温度不易控制，停留时间不一致的缺点。通常在操作条件比较缓和的情况下，如常压、温度较低且低于物料沸点时，釜式反应器的应用最为普遍。釜式反应器用于实现以液相单相反应过程为主的反应（如聚合反应）和实现液液、气液、液固、气液固等多相反应过程的反应。

三、釜式反应器分类

1. 按操作方式分类

按操作方式分类可分为间歇釜式反应器、连续釜式反应器和半连续釜式反应器。

（1）间歇釜式反应器，也称间歇釜。

间歇操作反应器系将原料按一定配比一次加入反应器，待反应达到一定要求后，一次卸出物料。间歇釜式反应器的优点是设备简单，操作灵活，同一设备可用于生产多种产品，易于适应不同操作条件和产品品种的生产，尤其适合于医药、染料等工业部门小批量、多品种、反应时间较长的产品生产。另外，间歇反应器中不存在物料的返混，对大多数反应有利。间歇釜的缺点是需有装料、卸料、清洗等辅助工序的操作，产品质量也不易稳定。但有些反应过程，如一些发酵反应和聚合反应，实现连续生产尚有困难，至今还采用间歇釜。

(2) 连续釜式反应器，也称连续釜。

连续操作反应器系连续加入原料，连续排出反应产物。当操作达到定态时，反应器内任何位置上物料的组成、温度等状态参数不随时间而变化。在搅拌剧烈、液体黏度较低或平均停留时间较长的场合，釜内物料流型可视作全混流，反应釜相应地称作全混釜。连续釜式反应器可避免间歇釜的缺点，其优点是产品质量稳定，易于操作控制。大规模生产的产品应尽可能采用连续反应器。

搅拌作用会造成釜内流体的返混。这对大多数反应皆为不利，应通过反应器合理选型和结构设计加以抑制。在要求转化率高或有串联副反应的场合，釜式反应器中的返混现象是不利因素。此时可采用多釜串联反应器，以减小返混的不利影响，并可分釜控制反应条件。连续搅拌釜式反应器是石油化工中常用的反应器型式之一，它广泛用于聚合、磺化、硝化及生化反应等连续过程。尤其对于聚合反应，80%以上的聚合反应器采用搅拌釜。可见在聚合过程中，搅拌釜式反应器处于举足轻重的地位。

(3) 半连续釜式反应器。

半连续操作釜式反应器也称为半间歇操作釜式反应器，介于上述两者之间，通常是将一种反应物一次加入，然后另一种原料连续加入的反应器。反应达到一定要求后，停止操作并卸出物料。半连续操作釜式反应器特别适用于要求一种反应物的浓度高而另一种反应物的浓度低的化学反应，适用于可以通过调节加料速度来控制反应温度的反应。其特性介于间歇釜和连续釜之间。

2. 按材质分类

按材质釜式反应器可分为钢制反应器、铸铁反应器和搪玻璃反应器。

(1) 钢制反应器。

钢制反应器特点是制造工艺简单，造价费用低，设备维护检修方便，使用范围广泛，在化工生产中普遍使用。最常见的钢制反应器的材料为 Q235A，其不耐酸性介质的腐蚀，而不锈钢材料制得的反应釜可以耐一般酸性物质。

(2) 铸铁反应器。

铸铁是含碳量大于 2.1% 的铁碳合金，铸铁是经过二次加工的产品，所以比生铁耐磨，具有良好的化学稳定性，而且价格低。所以铸铁反应器在氯化、磺化、硝化等重要的化学反应中使用较多。例如，氯苯液相混酸硝化的反应釜，由于硝化废酸中含有 71% 以上的硫酸，操作温度又在 333 K，因此釜体、釜盖均采用 HT-21-40 铸铁材料制造。

(3) 搪玻璃反应器。

搪玻璃反应器俗称搪瓷锅或搪瓷釜。是在碳钢釜的内表面涂上二氧化硅玻璃釉，经过 1 173 K 左右的高温焙烧，形成玻璃搪层。其能耐大多数无机

酸、有机酸等介质的腐蚀,尤其在盐酸、硝酸、王水等介质中具有良好的耐腐蚀性能,但搪玻璃釜不适用于高温碱、氢氟酸、浓度大于30%的高温磷酸、含氟离子等存在的物料介质。

我国标准的搪玻璃反应器有K型和F型两种。K型釜盖与釜体分开,可以装置尺寸大的锚式、框式和桨式搅拌器,容积有50~10 000 L的不同规格,使用范围广。F型釜体不分,盖上有入孔,配装有较小尺寸的锚式或桨式搅拌器,适用于黏度低、易混合的液液相及气液相反应体系。F型的密封面比K型的小得多,对于真空和加压下操作更为适合。

使用搪玻璃反应器时,应严防金属等硬物掉进釜内,以免碰伤搪瓷表面;避免冷罐加热料;夹套升温、升压应缓慢进行,一般先通入0.1 MPa水蒸汽,保持15分钟后再缓慢提压升温,升压速度以0.01 MPa/min为宜。无论加热还是冷却都应在允许的温度范围内进行。通常使用温度在273~453 K。出料后必须等罐内温度降到允许的温度范围内,严防骤冷骤热。使用中严防夹套内进入酸液,停止使用后必须清除罐内、夹套内的积水,避免冬天气温低结冰胀裂搪瓷表面。

3. 按操作压力分类

按操作压力釜式反应器可分为低压釜和高压釜。

(1) 低压釜。

低压釜是最常见的搅拌釜式反应器。在搅拌轴与壳体之间采用动密封结构,在低压(1.6 MPa以下)条件下能够防止物料泄漏。

(2) 高压釜。

高压釜在高压条件下,动密封往往难以保证不泄漏,所以常常采用磁力搅拌,其特点是以静密封代替填料密封或机械密封,从而实现反应釜在全密封状态下工作,保证一定压力。因此高压釜适用于各种极毒、易燃易爆以及渗透力极强的化工工艺过程,是石油化工、有机合成、食品、药品制备等工业的理想设备。

四、釜式反应器结构

精细化工生产中经常遇到气—液、液—液和液—固相反应,应用最为广泛的一类反应设备是釜式反应器。它被用于进行许多不同的反应过程,例如,硝化、还原、磺化、碱熔、氯化、缩合等,以及各种辅助过程,例如,溶解、稀释、中和、酸化、混合等。

图1-1是一种典型的釜式反应器,它由钢板卷焊制成圆筒体,再焊接上由钢板压制的标准釜底,并配上釜盖、夹套、搅拌器等部件。由图可见其结

构主要由以下几部分组成：壳体结构、搅拌装置、密封装置和换热装置。

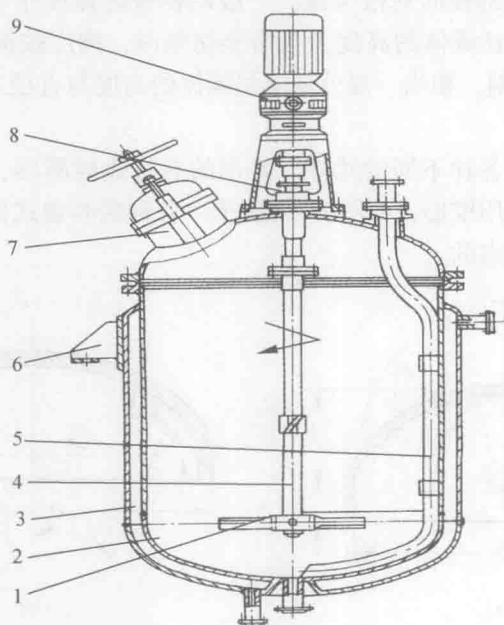


图 1-1 釜式反应器

1 - 搅拌器；2 - 釜体；3 - 夹套；4 - 搅拌；5 - 压料管；6 - 支架；7 - 人孔；8 - 轴封；9 - 传动装置

1. 釜式反应器壳体结构

(1) 罐体。

釜式反应器的壳体结构包括筒体、底、盖（或称封头）、手孔或人孔、视镜及各种工艺接管口等。釜式反应器的筒体皆制成圆筒形。釜底和釜盖常用的形状有碟形、平面形、球形和椭圆形，釜底也有锥形，如图 1-2 所示。

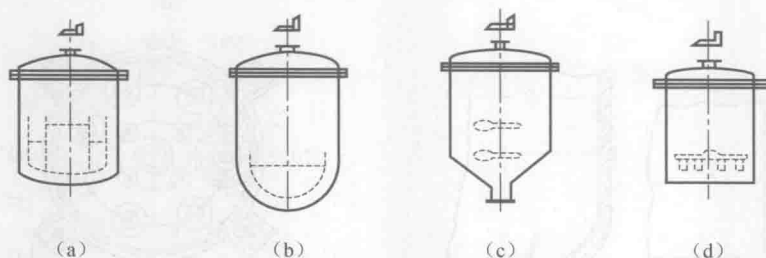


图 1-2 釜式反应器的壳体结构

(a) 碟形；(b) 球形；(c) 锥形；(d) 平面形

罐体是将钢板卷成圆筒形，沿着直线进行 V 形加强焊而制成的。罐体的