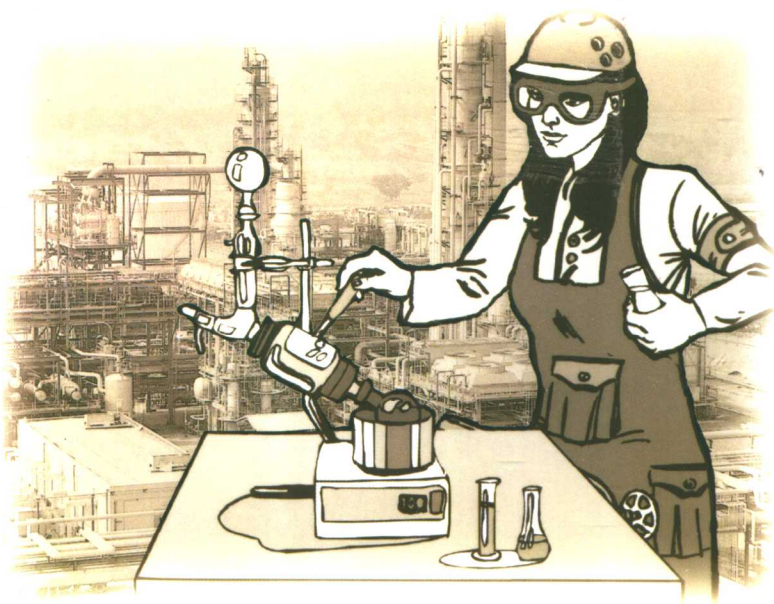


化工操作工实训丛书

化学反应器操作实训

刘承先 文艺 主编

薛叙明 主审



Chemical Industry Press



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

化工操作工实训丛书

化学反应器操作实训

刘承先 文 艺 主编

薛叙明 主审



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

化学反应器操作实训/刘承先, 文艺主编. 薛叙明主审. —北京:
化学工业出版社, 2005. 11

(化工操作工实训丛书)

ISBN 7-5025-7941-9

I. 化… II. ①刘…②文… III. 反应器 IV. TQ052.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 140959 号

化工操作工实训丛书 化学反应器操作实训

刘承先 文 艺 主编

薛叙明 主审

责任编辑: 辛 田 李玉晖

文字编辑: 项 激

责任校对: 凌亚男

封面设计: 尹琳琳

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号; 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 9¼ 字数 185 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7941-9

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着我国社会经济的迅猛发展和职业资格准入制度的不断推进,对从事石油与化工行业的生产操作人员进行职业技能培训与鉴定显得尤为重要。为尽快适应经济与行业发展需求,本着提升石油与化工行业生产操作人员的理论知识水平与实际操作技能的目的,依据《中华人民共和国工人技术等级标准》(以下简称《等级标准》)和《中华人民共和国职业技能鉴定规范(化工行业特有工种考核大纲)》(以下简称《考核大纲》)的要求,化学工业出版社组织编写了这套化工操作工实训丛书。它包括《流体输送与过滤操作实训》、《传热、蒸发与冷冻操作实训》、《传质与分离操作实训》、《化学反应器操作实训》和《化工仿真操作实训》五分册。

本套培训教材的编写遵循了“坚持标准、结合实际,立足现状、着眼发展,突出技能、体现特色,内容精练、深浅适度”的指导思想,以《考核大纲》为准绳,参考《等级标准》,从有利于教师教学和方便工人学习出发,力求做到教材内容能适应当前化工技术的发展及现代化生产工人的技能培训要求。

本套培训教材具有如下基本特点。

(1) 作为工人技能培训用书,本套培训教材以化工单元操作和岗位操作技术为主线,着重介绍岗位操作必须掌握的基本知识、基本理论、操作规范和设备维护等知识;强调实践操作,力求做到理论联系实际,注重理论性与实用性的统一。

(2) 以目前在化学工业中广泛使用的成熟技术及工艺作为重点,同时对近年来在化工企业生产中采用的新标准、新技术、新工艺和新设备也有所涉及,力求体现本行业的技术发展趋势。

(3) 考虑到目前本行业工人的实际情况,由浅入深、由易到难地提出问题、分析问题和解决问题。此外,在每章节后编入适量的习题,以帮助读者巩固所学知识,检验学习效果。

本套培训教材的编写出版得到了常州工程职业技术学院有关领导和老师以及相关化工企业工程技术人员的大力支持,常州工程职业技术学院化工工

程系系主任薛叙明老师对本套培训教材的出版做了大量工作，他组织了本套教材的编写班子并参与提纲的制定与审定，担任了本套培训教材的主审。在此，对上述人员的辛勤劳动表示衷心的感谢。

本套培训教材适用于石油与化工行业的生产操作人员技能培训，也可作为自学教材使用。

本书为《化学反应器操作实训》分册。随着我国化学工业的不断发展，市场竞争越来越激烈，产品成本是化工企业市场竞争能力的关键。化学反应器是化工生产中的核心设备，反应器投产运行之后，操作水平的高低直接影响产品成本。一个合格的化学反应器岗位操作人员，需要对反应器的结构、性能特点、使用条件有充分的认识，才能根据各种因素和条件的变化进行相应的修正，使反应器始终在最优的条件下工作。

针对化工企业反应器岗位要求的特点，本书避免烦琐的数学描述，减少基本理论的叙述，重点放在反应器及相关设备的结构、性能特点以及正常的操作、不正常现象的处理等技术的阐述，强化实践技能培养，帮助读者在岗位上更快地适应实际操作工作。

本书由刘承先、文艺担任主编。绪论、第四章由刘承先编写；第一章、第五章、第六章由文艺编写；第二章、第三章由伍士国编写。扬子石油化工股份公司化工厂秦建元总工程师在编写过程中提出了宝贵意见。

由于学术水平、教学经验不足，加之时间仓促，不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2005年7月

目 录

绪论	1
一、化学反应器的分类	1
二、化学反应器的操作方式	1
三、化工生产中开、停车的一般要求	4
四、本书的主要内容	6
复习思考题	6
第一章 搅拌釜式反应器	7
第一节 概述	7
一、搅拌釜式反应器在化工生产中的作用	7
二、搅拌釜式反应器的分类	7
三、特点与发展趋势	9
第二节 结构	10
一、壳体	11
二、搅拌装置	11
三、轴封	17
四、换热装置	18
五、无泄漏磁力釜	25
第三节 间歇釜式反应器的操作	26
一、常压间歇釜式反应器的操作	26
二、高压间歇釜式反应器的操作	29
第四节 连续搅拌釜式反应器的操作	33
一、工艺流程简述	34
二、连续搅拌釜式反应器的操作	34
三、异常现象及处理	35
第五节 釜式反应器的故障处理及维护	35
一、反应釜常见故障与处理方法	35
二、维护要点	36
复习思考题	37

第二章 管式反应器	38
第一节 概述	38
一、管式反应器的特点	38
二、管式反应器的分类及工业应用	38
第二节 管式反应器的结构	39
第三节 管式反应器的操作	41
一、工艺流程简述	41
二、操作	42
三、异常现象的原因及处理方法	44
第四节 管式反应器常见故障及处理方法	45
一、常见故障及处理方法	45
二、维护要点	46
复习思考题	46
第三章 塔式反应器	47
第一节 概述	47
一、塔式反应器的工业应用	47
二、塔式反应器基本类型和特点	47
第二节 鼓泡塔反应器	50
一、鼓泡塔反应器的分类及应用	50
二、鼓泡塔反应器的结构	52
三、鼓泡塔反应器中流体的流动特性	52
四、鼓泡塔反应器的操作	54
五、异常现象及事故处理	58
六、鼓泡塔反应器常见故障及处理方法	59
第三节 填料塔反应器	60
一、填料塔反应器的结构	60
二、填料的类型及性能评价	66
三、填料塔反应器的流动特性	69
四、填料塔反应器的操作	72
五、填料塔反应器的异常现象与处理方法	75
六、填料塔反应器常见故障及处理方法	76
复习思考题	77
第四章 气固相固定床催化反应器	79
第一节 概述	79
一、固定床反应器的特点	79
二、固定床反应器的分类	80

第二节 固体催化剂床层内流体的传质和传热	80
一、固体催化剂组成	80
二、固体催化剂的特性	81
三、催化床层的一些重要指标	83
四、固定床反应器内的流体流动	85
第三节 固定床反应器结构	88
一、绝热式固定床反应器的结构	88
二、换热式固定床反应器的结构	90
第四节 固定床反应器的操作	97
一、固体催化剂的填装操作	97
二、绝热式固定床反应器的操作	104
三、换热式固定床反应器的操作	109
第五节 固定床反应器常见故障分析及处理	113
一、常见故障及处理方法	113
二、合成塔和催化剂的维护	114
复习思考题	115
第五章 流化床反应器	116
第一节 概述	116
一、流化床反应器的特点	116
二、流化床反应器的分类	117
第二节 流化床层中流体的传质与传热	119
一、流化床层中流体的流动	119
二、流化床反应器中流体的传质	123
三、流化床反应器中的传热	124
第三节 流化床反应器结构	125
一、床底部	125
二、反应段	127
三、扩大段	128
第四节 流化床反应器的操作	130
一、工艺流程简述	130
二、流化床反应器的操作	131
三、异常现象及处理	134
第五节 流化床催化反应器常见故障及处理方法	134
复习思考题	135
第六章 其他形式反应器	136
第一节 移动床反应器	136

一、移动床反应器的基本特点.....	136
二、移动床反应器的日常操作.....	137
三、连续再生操作.....	138
第二节 气液固三相反应器.....	139
一、固定床气液固三相反应器.....	140
二、悬浮床气液固三相反应器.....	140
第三节 生化反应器.....	142
一、生化反应器的特点及分类.....	142
二、生化反应器的发展趋势.....	143
第四节 电化学反应器.....	143
一、电化学反应器的类型.....	143
二、电化学反应器的主要构件.....	145
复习思考题.....	145
参考文献	147

绪 论

一个典型的化工生产过程大致有三个组成部分（见图 0-1）：①原料的预处理，即按化学反应的要求，将原料进行净化等操作；②化学反应，即将一种或几种反应原料转化为所需的产物；③产物的分离，以获得符合规格的纯净化工产品。①、③部分为物理过程，②部分为化学反应过程。很显然，化学反应是化工生产过程的核心。用来进行化学反应的设备称为化学反应器，化学反应器是化工生产装置中的关键设备。

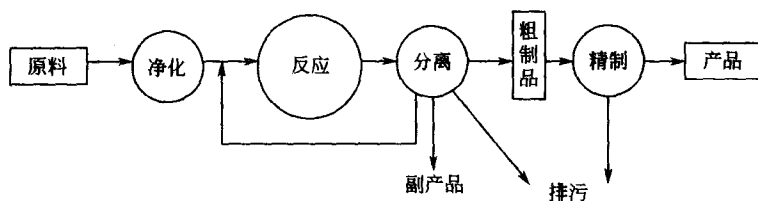


图 0-1 化工生产过程示意图

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过程的相互影响、相互渗透，必然影响过程的特性和反应的结果，使反应过程复杂化。

一、化学反应器的分类

石油化工、有机化工、无机化工、精细化工、高分子化工、煤化工、冶金化工等生产涉及化学反应的产品种类繁多，每一产品都有各自的反应过程与设备。化学反应器的分类方式很多，按结构原理的特点可分为如下几种类型：管式反应器、釜式反应器、塔式反应器（包括板式塔、填料塔、鼓泡塔和喷淋塔反应器等）、固定床反应器、流化床反应器、移动床反应器、滴流床反应器等。图 0-2 为各类反应器的示意图，表 0-1 为各类反应器的应用特点和生产应用举例。

以上简要地介绍了化学反应器的主要类型及其应用。由于化工产品生产的特点，使实际生产中应用的反应器种类繁多，显然不可能都一一包括在内。

二、化学反应器的操作方式

化学反应器有三种操作方式：间歇（分批）式、连续式和半连续（半间歇）式。

表 0-1 化学反应器的应用特点与生产应用举例

形 式	适用的反应	应 用 特 点	应 用 举 例
管式反应器	气相、液相	返混小,所需反应器体积较小,比传热面大,但对慢速反应,管要很长,压降大	石脑油裂解、甲基丁炔醇合成、管式法高压聚乙烯生产等
反应釜、单釜或多釜串联	液相、液液相、液固相	适用性强,操作弹性大,连续操作时温度、浓度容易控制,产品质量均一,但高转化率时,反应器体积大	甲苯硝化、氯乙烯聚合、酯化反应等
板式塔	气液相	逆流接触,气液返混均小,流速有限制,如需传热,常在板间加传热面	苯连续磺化、异丙苯氧化等
填料塔	液相、气液相	结构简单,返混小,压降小,有温差,填料装卸麻烦	化学吸收、丙烯连续聚合等
鼓泡塔	气液相、气液固(催化剂)相	气相返混小,但液相返混大,温度较易调节,气体压降大,流速有限制,有挡板可减少返混	苯的烷基化、二甲苯氧化等
喷淋塔	气液相快速反应	结构简单,液体表面积大,停留时间受塔高限制,气流速度有限制	氯乙醇制丙烯腈、高级醇的连续磺化等
固定床	气固(催化或非催化)相	返混小,高转化率时催化剂用量少,催化剂不易磨损,传热控温不易,催化剂装卸麻烦	乙苯脱氢制苯乙烯、乙炔法制氯乙烯、合成氨、乙烯法制醋酸乙烯等
流化床	气固(催化或非催化)相	传热好,温度均匀,易控制,催化剂有效系数大,粒子输送容易,但磨损大,床内返混大,对高转化率不利,操作条件限制较大	苯氧化制苯酐、石油催化裂化、乙烯氧氯化制二氯乙烷等
移动床	气固(催化、非催化)相	固体返混小,固气比可变性大,粒子传送较易,床内温差大,调节困难	石油催化裂化、矿物的焙烧或冶炼
滴流床	气液固(催化剂)相	催化剂带出少,分离易,气液分布要求均匀,温度调节较困难	丁炔二醇加氢等

(1) 间歇(分批)式操作 采用间歇操作的反应器称为间歇反应器,其特点是进行反应所需的原料一次性装入反应器内,然后在其中进行化学反应,经一定时间后,达到所要求的反应程度时卸出全部物料,其中主要是反应产物以及少量未被转化的原料。接着是清洗反应器,继而进行下一批原料的装入、反应和卸料。所以间歇反应器又称为分批反应器。间歇反应过程是一个非定态过程,反应器内物系的组成随时间而变,这是间歇过程的基本特征。间歇反应器在反应过程中既没有物料的输入,也没有物料的输出,即不存在物料的流动,整个反应过程都是在恒容下进行的。反应物系若为气体,则必充满整个反应器空间;若为液体,虽不充满整个反应器空间,由于压力的变化而引起液体体积的改变通常可以忽略,因此按恒容处理也足够准确。

采用间歇操作的反应器几乎都是釜式反应器,其余类型极为罕见。间歇反应器适用于反应速率慢的化学反应,以及产量小的化学品生产过程。对于那些批量少而产品的品种又多的企业尤为适宜,例如医药等精细化工往往就属于这种

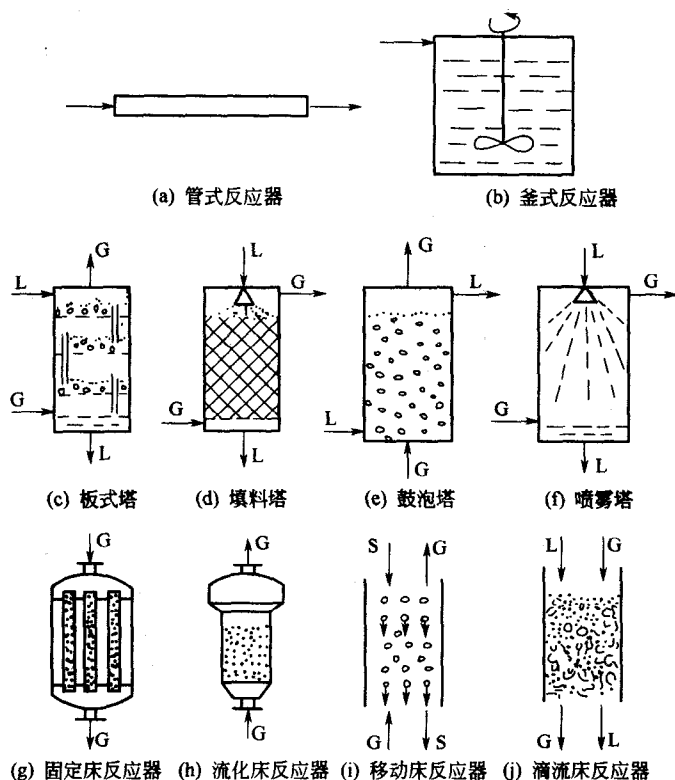


图 0-2 不同类型的化学反应器示意图

G—气体；L—液体；S—固体

情况。

(2) 连续式操作 这一操作方式的特征是连续地将原料输入反应器，反应产物也连续地从反应器流出，采用连续操作的反应器称为连续反应器或流动反应器。前面所述的各类反应器都可采用连续操作。对于工业生产中某些类型的反应器，连续操作是惟一可采用的操作方式。连续操作的反应器多属于定态操作，此时反应器内任何部位的物系参数，如浓度及反应温度等均不随时间而改变，但却随位置而改变。大规模工业生产的反应器绝大部分都是采用连续操作。因为它具有产品质量稳定、劳动生产率高、便于实现机械化和自动化等优点。这些都是间歇操作无法与之相比的。然而连续操作系统一旦建立，想要改变产品品种是十分困难的，有时甚至要较大幅度地改变产品产量也不易办到，但间歇操作系统则较为灵活。

(3) 半连续（半间歇）式操作 原料与产物只要其中的一种为连续输入或输出而其余则为分批加入或卸出的操作，均属半连续操作，相应的反应器称为半连续反应器或半间歇反应器。由此可见，半连续操作具有连续操作和间歇操作的某

些特征。有连续流动的物料，这点与连续操作相似；也有分批加入或卸出的物料，因而生产是间歇的，这反映了间歇操作的特点。由于这些原因，半连续反应器的反应物系组成必然既随时间而改变，也随反应器内的位置而改变。管式、釜式、塔式以及固定床反应器都可采用半连续操作方式。

三、化工生产中开、停车的一般要求

在化工生产中，开、停车的生产操作是衡量操作工人技术水平高低的一个重要标准。随着化工先进生产技术的迅速发展，机械化、自动化水平的不断提高，对开、停车的技术要求也就越来越高。开、停车进行的好坏，准备工作和处理情况如何，对生产的进行都有直接影响。开、停车是生产中最重要的一环。

化工生产中的开、停车包括基建完工后的第一次开车，正常生产中的开、停车，特殊情况（事故）下突然停车，大、中修之后的开车等。

（一）基建完工后的第一次开车

基建完工后的第一次开车，一般按四个阶段进行：开车前的准备工作；单机试车；联动试车；化工试车。下面分别予以简单介绍。

（1）开车前的准备工作 开车前的准备工作大致如下：① 施工工程安装完毕后的验收工作；② 开车所需原料、辅助原料、公用工程（水、电、汽等），以及生产所需物资的准备工作；③ 技术文件、设备图纸及使用说明书和各专业的施工图，岗位操作法和试车文件的准备；④ 车间组织的健全，人员配备及考核工作；⑤ 核对配管、机械设备、仪表电气、安全设施及盲板和过滤网的最终检查工作。

（2）单机试车 此项目的是为了确认转动和待动设备是否合格好用，是否符合有关技术规范，如空气压缩机、制冷用氨压缩机、离心式水泵和带搅拌设备等。

单机试车是在不带物料和无载荷的情况下进行的。首先断开联轴器，单独开动电动机，运转 48h，观察电动机是否发热、振动，有无杂音，转动方向是否正确等。当电动机试验合格后，再和设备连接在一起进行试验，一般也运转 48h（此项试验应以设备使用说明书或设计要求为依据）。在运转过程中，经过细心观察和仪表检测，均达到设计要求时（如温度、压力、转速等）即为合格。如在试车中发现问题，应会同施工单位有关人员及时检修，修好后重新试车，直到合格为止，试车时间不准累计。

（3）联动试车 联动试车是用水、空气或者和生产物料相似的其他介质，代替生产物料所进行的一种模拟生产状态的试车。目的是为了检验生产装置连续通过物料的性能（当不能用水试车时，可改用介质，如煤油代替）。联动试车时也可以给水进行加热或降温，观察仪表是否能准确地指示出通过的流量、温度和压力等数据，以及设备的运转是否正常等情况。

联动试车能暴露设计和安装中的一些问题，在这些问题解决以后，再进行联

动试车，直至认为流程畅通为止。

联动试车后要把水或煤油放空，并清洗干净。

(4) 化工试车 当以上各项工作都完成后，则进入化工试车阶段。化工试车是按照已制定的试车方案，在统一指挥下，按化工生产工序的前后顺序进行，化工试车因生产类型的不同而各异。

综上所述，一个化工生产装置的开车是一个非常复杂也很重要的生产环节。开车的步骤并非一样，要根据具体地区、部门的技术力量和经验，制定切实可行的开车方案。正常生产检修后的开车和化工试车相似。

(二) 停车及停车后的处理

在化工生产中停车的方法与停车前的状态有关，不同的状态，停车的方法及停车后的处理方法也就不同。一般有以下三种方式。

(1) 正常停车 生产进行到一段时间后，设备需要检查或检修进行的有计划的停车，称为正常停车。这种停车，是逐步减少物料的加入，直至完全停止加入，待所有物料反应完毕后，开始处理设备内剩余的物料，处理完毕后，停止供汽、供水，降温降压，最后停止转动设备的运转，使生产完全停止。

停车后，对某些需要进行检修的设备，要用盲板切断该设备上物料管线，以免可燃气体、液体物料漏过而造成事故。检修设备动火或进入设备内检查，要把其中的物料彻底清洗干净，并经过安全分析合格后方可进行。

(2) 局部紧急停车 生产过程中，在一些想象不到的特殊情况下的停车，称为局部紧急停车。如某设备损坏、某部分电气设备的电源发生故障、某一个或多个仪表失灵等，都会造成生产装置的局部紧急停车。

当这种情况发生时，应立即通知前步工序采取紧急处理措施。把物料暂时储存或向事故排放部分（如火炬、放空等）排放，并停止入料，转入停车待生产的状态（绝对不允许再向局部停车部分输送物料，以免造成重大事故）。同时，立即通知下步工序，停止生产或处于待开车状态。此时，应积极抢修，排除故障。待停车原因消除后，应按化工开车的程序恢复生产。

(3) 全面紧急停车 当生产过程中突然发生停电、停水、停汽或发生重大事故时，则要全面紧急停车。这种停车事前是不知道的，操作人员要尽力保护好设备，防止事故的发生和扩大。对有危险的设备，如高压设备应进行手动操作，以排出物料；对有凝固危险的物料要进行人工搅拌（如聚合釜的搅拌器可以人工推动，并使本岗位的阀门处于正常停车状态）。

对于自动化程度较高的生产装置，在车间内备有紧急停车按钮，并和关键阀门联锁在一起。当发生紧急停车时，操作人员一定要以最快的速度去按这个按钮。为了防止全面紧急停车的发生，一般的化工厂均有备用电源。当第一电源断电时，第二电源应立即供电。

从上述可知，化工生产中的开、停车是一个很复杂的操作过程，且随生产的

品种不同而有所差异，这部分内容必须载入生产车间的岗位操作规程中。

四、本书的主要内容

每一种化工产品都有其特定的生产条件，化学反应器的结构形式、操作过程必须立足于具体化学产品的生产，因此，本书在编写过程中以典型化工产品为对象介绍化学反应器的操作。本书的主要内容如下。

- (1) 常见的化学反应器的结构、特点、工业应用。
- (2) 化学反应器的正常开、停车操作，日常运行以及不正常现象的处理方法。
- (3) 化学反应器的辅助设备结构、特点。
- (4) 与反应器相配套的换热装置、换热介质的特点及应用。
- (5) 固体催化剂的性能、装卸。

复习思考题

1. 化学反应器的操作方式有哪几种？各有何特点？
2. 按结构原理的不同可将反应器分为哪几种类型？各自适宜于哪些工业反应？各有什么特点？

第一章 搅拌釜式反应器

第一节 概 述

一、搅拌釜式反应器在化工生产中的作用

装有搅拌器的釜式设备（或称槽、罐），是化学工业中广泛采用的反应器之一，它可用来进行液液均相反应，也可用于非均相反应，如非均相液相、液固相、气液相、气液固相等，普遍应用于石油化工、橡胶、农药、染料、医药等工业，用来完成磺化、硝化、氢化、烃化、聚合、缩合等工艺过程，以及用作有机染料和中间体等许多工艺过程的反应设备。例如聚合反应过程约 90% 采用搅拌釜式反应器。聚氯乙烯在美国 70% 以上用悬浮法生产，采用 $10\sim 150\text{m}^3$ 左右的搅拌釜。德国氯乙烯悬浮聚合采用 200m^3 的大型搅拌釜。中国生产聚氯乙烯，大多采用 13.5m^3 、 33m^3 不锈钢或复合钢板的聚合釜，以及 7m^3 、 14m^3 的搪瓷釜。涤纶树脂的生产，采用本体熔融缩聚，聚合反应器也使用搅拌釜。在精细化工生产中，几乎所有的单元操作都可以在搅拌釜式反应器内进行。

搅拌釜式反应器的应用范围之所以广泛是因为这类反应器的结构简单，加工方便，传质效率高，温度分布均匀，操作条件（如温度、浓度、停留时间等）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。

二、搅拌釜式反应器的分类

（一）按操作方式分

按操作方式可分为间歇（分批）式、半连续（半间歇）式和连续式操作。

搅拌釜式反应器可以进行间歇式操作，一次加入反应物料，在一定的反应条件下，经过一定的反应时间，当达到所要求的转化率时，取出全部产物，如图 1-1 (a) 所示。间歇式操作设备利用率不高，劳动强度大，只适用于小批量、多品种生产，在染料及制药工业中广泛采用。

搅拌釜式反应器可以单釜或多釜串联进行连续操作，即连续加入反应物和取出产物，如图 1-1 (d) 所示。连续操作设备利用率高，产品质量稳定，易于自动控制，适用于大规模生产。

搅拌釜式反应器也可以进行半间歇操作，即一种物料分批加入，而另一种物料连续加入，如图 1-1 (b) 所示；或者是同时加入物料，用蒸馏的方法连续移

走部分产品的生产过程,如图 1-1 (c) 所示。半间歇操作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所要求的反应温度的反应。

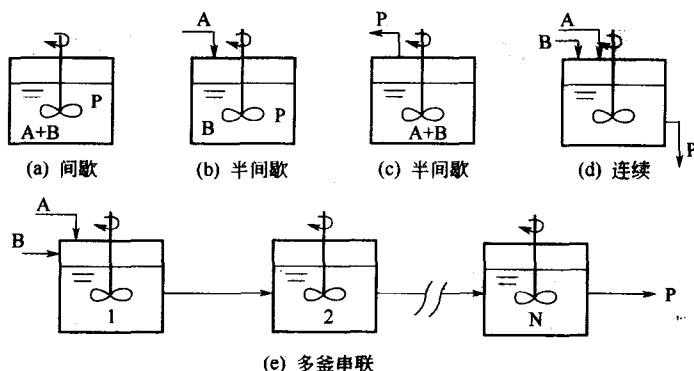


图 1-1 反应釜的操作方式

(二) 按材质分

按材质可分为钢制(或衬瓷板)反应釜、铸铁反应釜及搪玻璃反应釜。

最常见的钢制反应釜的材料为 Q235A (或容器钢)。钢制反应釜的特点是制造工艺简单、造价费用较低,维护检修方便,使用范围广泛,因此,化工生产普遍采用。由于材料 Q235A 不耐酸性介质腐蚀,常用的还有不锈钢材料制的反应釜,可以耐一般酸性介质。经过镜面抛光的不锈钢制反应釜还特别适用于高黏度体系聚合反应。

铸铁反应釜在氯化、磺化、硝化、缩合、硫酸增浓等反应过程中使用较多。

搪玻璃反应釜,俗称搪瓷锅。在碳钢锅的内表面涂上含有二氧化硅玻璃釉,经 900°C 左右的高温焙烧,形成玻璃搪层。由于搪玻璃反应釜对许多介质具有良好的抗腐蚀性,所以被广泛用于精细化工生产中的卤化反应及有盐酸、硫酸、硝酸等存在时的各种反应。搪玻璃反应釜的性能如下。

① 耐腐蚀性。它能耐大多数无机酸、有机酸、有机溶剂等介质的腐蚀,尤其在盐酸、硝酸、王水等介质中具有良好的耐腐蚀性能。搪玻璃设备不宜用于下列介质的储存和反应,否则将会因腐蚀而较快地损坏:任何浓度和温度的氢氟酸; $\text{pH} > 12$ 且温度大于 100°C 的碱性介质;温度大于 180°C 、浓度大于 30% 的磷酸;酸碱交替的反应过程;含氟离子的其他介质。

② 耐热性。允许在 $-30 \sim 240^{\circ}\text{C}$ 范围内使用,耐热温差小于 120°C ,耐冷温差小于 110°C 。

③ 耐冲击性。耐冲击性较小,为 $2.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ ($1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 98.0665\text{kPa}$),因而使用时应避免硬物冲击碰撞。搪玻璃反应釜在运输和安装时,要防止碰撞。加料时严防重物掉入容器内,使用时要缓慢加压升温,防止剧变。