

HUAGONG YUANLI



高职高专“十一五”规划教材

化工原理

刘志丽 主编 张彬 主审



化学工业出版社

HUAGONG

YUANLI



高职高专“十一五”规划教材

化工原理

刘志丽 主编 张彬 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是根据高职高专食品类专业对化工原理课程教学要求编写的。化工原理研究化工生产中单元操作的基本原理、典型设备的构造及工艺尺寸的计算,所以是食品、制药、生物工程、冶金等专业学生的重要课程。

本书以动量传递、热量传递、质量传递为内容介绍主线条,重点介绍了流体流动与输送、非均相物系的分离、传热、溶液浓缩、蒸馏、吸收、干燥、制冷等单元操作,并根据食品生产的特点介绍了萃取、吸附、浸出、膜分离技术。所编内容有着广泛的生产实用性。

本书内容涉及面较广,文字简练,没有烦琐的理论推导;图文并茂、通俗易懂,每章后配有思考题及计算题供培养学生解决问题训练之用。本书适合高职层次食品类、制药类及生物技术类相关专业学生学习使用,也可供生产企业工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工原理/刘志丽主编. —北京:化学工业出版社,
2008.3

高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-02211-0

I. 化… II. 刘… III. 化工原理-高等学校:技术学
院-教材 IV. TQ02

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第026511号

责任编辑:李植峰 梁静丽 郎红旗

文字编辑:李 玥

责任校对:陶燕华

装帧设计:风行书装

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)

印刷:北京市振南印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张18 字数447千字 2008年8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:29.00元

版权所有 违者必究

高职高专食品类“十一五”规划教材 建设委员会成员名单

主任委员	贡汉坤	逯家富				
副主任委员	杨宝进	朱维军	于雷	刘冬	徐忠传	朱国辉
委	丁立孝	李靖靖	程云燕	杨昌鹏		
员	(按照姓名汉语拼音排序)					
	边静玮	蔡晓雯	常锋	程云燕	丁立孝	贡汉坤
	郝亚菊	郝育忠	贾怀峰	李崇高	李春迎	李慧东
	李伟华	李五聚	李霞	李正英	刘冬	刘靖
	陆旋	逯家富	秦玉丽	沈泽智	石晓	王百木
	王方林	王文焕	王宇鸿	魏庆葆	翁连海	吴晓彤
	杨宝进	杨昌鹏	杨登想	于雷	臧凤军	张百胜
	张奇志	张胜	赵金海	郑显义	朱国辉	朱维军
						顾鹏程
						李靖靖
						姜金华
						王德静
						徐忠传
						张海
						祝战斌

高职高专食品类“十一五”规划教材 编审委员会成员名单

主任委员	莫慧平						
副主任委员	魏振枢	魏明奎	夏红	翟玮玮	徐亚杰	陈月英	陈忠军
委 员	赵晨霞	蔡健	蔡花真	徐亚杰	陈月英	陈忠军	初峰
	(按照姓名汉语拼音排序)						
	艾苏龙	蔡花真	蔡健	陈红霞	陈月英	陈忠军	初峰
	崔俊林	符明淳	顾宗珠	郭晓昭	郭永	胡斌杰	胡永源
	黄卫萍	黄贤刚	金明琴	李春光	李翠华	李东风	李福泉
	李秀娟	李云捷	廖威	刘红梅	刘静	刘志丽	陆霞
	孟宏昌	莫慧平	农志荣	庞彩霞	邵伯进	宋卫江	隋继学
	陶令霞	汪玉光	王丽琼	王立新	王卫红	王学民	王雪莲
	魏明奎	魏振枢	吴秋波	夏红	熊万斌	徐亚杰	严佩峰
	杨国伟	杨芝萍	余奇飞	袁仲	岳春	翟玮玮	詹忠根
	张德广	张海芳	张红润	赵晨霞	赵晓华	周晓莉	朱成庆

高职高专食品类“十一五”规划教材 建设单位

(按照单位名称汉语拼音排序)

北京电子科技职业学院
北京农业职业学院
滨州市技术学院
滨州职业学院
长春职业技术学院
常熟理工学院
重庆工贸职业技术学院
重庆三峡职业技术学院
东营职业技术学院
福建华南女子职业学院
福建宁德职业技术学院
广东农工商职业技术学院
广东轻工职业技术学院
广西农业职业技术学院
广西职业技术学院
广州城市职业学院
海南职业技术学院
河北交通职业技术学院
河南工贸职业技术学院
河南农业职业技术学院
河南濮阳职业技术学院
河南商业高等专科学校
河南质量工程职业学院
黑龙江农业职业技术学院
黑龙江畜牧兽医职业学院
呼和浩特职业学院
湖北大学知行学院
湖北轻工职业技术学院
黄河水利职业技术学院
济宁职业技术学院

嘉兴职业技术学院
江苏财经职业技术学院
江苏农林职业技术学院
江苏食品职业技术学院
江苏畜牧兽医职业技术学院
江西工业贸易职业技术学院
焦作大学
荆楚理工学院
景德镇高等专科学校
开封大学
漯河医学高等专科学校
漯河职业技术学院
南阳理工学院
内江职业技术学院
内蒙古大学
内蒙古化工职业学院
内蒙古农业大学职业技术学院
内蒙古商贸职业技术学院
平顶山职业技术学院
日照职业技术学院
陕西宝鸡职业技术学院
商丘职业技术学院
深圳职业技术学院
沈阳师范大学
双汇实业集团有限责任公司
苏州农业职业技术学院
天津职业大学
武汉生物工程学院
襄樊职业技术学院
信阳农业高等专科学校

杨凌职业技术学院
永城职业学院
漳州职业技术学院
浙江经贸职业技术学院

郑州牧业工程高等专科学校
郑州轻工职业学院
中国神马集团
中州大学

本书编写人员名单

主 编 刘志丽 (江西工业贸易职业技术学院)

副主编 刘丹赤 (山东日照职业技术学院)

张荣侠 (山东济宁职业技术学院)

参编人员 (按照姓名汉语拼音排序)

李旭东 (河南质量工程职业学院)

刘丹赤 (山东日照职业技术学院)

刘志丽 (江西工业贸易职业技术学院)

王百木 (河南永城职业学院)

王 斌 (郑州牧业工程高等专科学校)

张东军 (河南漯河职业技术学院)

张继南 (山东济宁职业技术学院)

张荣侠 (山东济宁职业技术学院)

主 审 张 彬 (南昌大学)

序

作为高等教育发展中的一个类型,近年来我国的高职高专教育蓬勃发展,“十五”期间是其跨越式发展阶段,高职高专教育的规模空前壮大,专业建设、改革和发展思路进一步明晰,教育研究和教学实践都取得了丰硕成果。但课程改革和教材建设的相对滞后导致目前的人才培养效果与市场需求之间还存在着一定的偏差。虽然“十五”期间各级教育主管部门、高职高专院校以及各类出版社对高职高专教材建设给予了较大的支持和投入,出版了一些特色教材,但由于整个高职高专教育改革尚处于探索阶段,故而“十五”期间出版的一些教材难免存在一定程度的不足,没有全面反映出高职高专教育的特征与要求,教材的内容未能紧密联系生产经营实际,与高职高专教育应紧密联系行业实际的要求不相适应。尤其是专业课程教材的编写缺少规划性,同一专业的各门课程所使用的教材缺乏内在的沟通衔接。为适应高职高专教学的需要,在总结“十五”期间高职高专教学改革成果的基础上,组织编写一批突出高职高专教育特色,以培养适应行业需要的高级技能型人才为目标的高质量教材不仅十分必要,而且十分迫切。

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)中提出将重点建设好3000种左右国家规划教材,号召教师与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材。“十一五”期间,教育部将深化教学内容和课程体系改革、全面提高高等职业教育教学质量作为工作重点,从培养目标、专业改革与建设、人才培养模式、实训基地建设、教学团队建设、教学质量保障体系、领导管理规范化等多方面对高等职业教育提出新的要求。这对于教材建设既是机遇,又是挑战,每一个与高职高专教育相关的部门和个人都有责任、有义务为高职高专教材建设做出贡献。

化学工业出版社为中央级综合科技出版社,是国家规划教材的重要出版基地,为我国高等教育的发展做出了积极贡献,被新闻出版总署主要领导评价为“导向正确、管理规范、特色鲜明、效益良好的模范出版社”,最近荣获首届中国出版政府奖——先进出版单位奖。依照教育部的部署和要求,2006年化学工业出版社在“教育部高等学校高职高专食品类专业教学指导委员会”的指导下,邀请开设食品类专业的60余家高职高专骨干院校和食品相关行业企业作为教材建设单位,共同研讨开发食品类高职高专“十一五”规划教材,成立了“高职高专食品类‘十一五’规划教材建设委员会”和“高职高专食品类‘十一五’规划教材编审委员会”,拟在“十一五”期间组织相关院校的一线教师和相关企业的技术人员,在深入调研、整体规划的基础上,编写出版一套食品类相关专业基础课、专业课及专业相关外延课程教材——“高职高专‘十一五’规划教材★食品类系列”。该批教材将涵盖各类高职高专院校的食品加工、食品营养与检测和食品生物技术等专业开设的课程,从而形成优化配置的高职高专教材体系。目前,该套教材的首批编写计划已顺利实施,首批60余本教材将于2008年陆续出版。

该套教材的建设贯彻了以应用性职业岗位需求为中心,以素质教育、创新教育为基础,以学生能力培养为本位的教育理念;教材编写中突出了理论知识“必需”、“够用”、“管用”的原则;体现了以职业需求为导向的原则;坚持了以职业能力培养为主线的原则;体现了以

常规技术为基础、关键技术为重点、先进技术为导向的与时俱进的原则。整套教材具有较好的系统性和规划性。此套教材汇集众多食品类高职高专院校教师的教学经验和教改成果，又得到了相关行业企业专家的指导和积极参与，相信它的出版不仅能较好地满足高职高专食品类专业的教学需求，而且对促进高职高专课程建设与改革、提高教学质量也将起到积极的推动作用。希望每一位与高职高专食品类专业教育相关的教师和行业技术人员，都能关注、参与此套教材的建设，并提出宝贵的意见和建议。毕竟，为高职高专食品类专业教育服务，共同开发、建设出一套优质教材是我们应尽的责任和义务。

贡汉坤

前 言

化工原理是高职高专院校食品工程、生物工程类专业开设的一门重要的技术基础课，其内容是关于动量传递、热量传递及质量传递理论在有关单元操作中的应用，在生产实践中具有很重要的作用。在专业培养目标的实现及专业课的学习中，该课程起着承上启下的桥梁作用。本书主要包括流体流动与输送、非均相混合物的分离、传热、制冷、溶液的浓缩、蒸馏、吸收、固体干燥、萃取、浸出、膜分离、吸附等单元操作。

本书通过理论学习、典型例题练习，分析、解决工程问题能力的训练与培养，使学生了解常用单元操作的基本概念，理解常用单元操作的基本原理，掌握单元操作的基本工艺计算。同时要求学生要对典型设备的组成、结构、工作原理、性能特点、操作要点及选用方法有一全面把握，能运用所学的知识分析、解决单元操作中的一般性技术问题，并且初步具备提出工艺设计与技术改造方案的能力。

本书在编写过程中根据高职层次学生的学习能力及特点、高职层次专业培养目标要求，在内容的选取上采纳了多所高职院校的意见和建议，根据高职高专食品工程、生物技术类专业的教学要求确定。以“理论够用、重在实践能力培养”为宗旨，编写的内容涉及面较广，深入浅出，理论以“必需、够用”为度，注重应用，强化训练。教材内容按“掌握”、“熟悉”和“了解”三个层次编写，明确了教学要求和学生学习目标要求。本书文字简明通俗，也便于学生自学。

本书的第一章由山东济宁职业技术学院张继南编写，第二章、第五章由山东日照职业技术学院刘丹赤编写，第三章由江西工业贸易职业技术学院刘志丽编写，绪论、第四章、第六章由河南永城职业学院王百木编写，第七章由河南质量工程职业学院李旭东编写，第八章由河南漯河职业技术学院张东军编写，第九章由山东济宁职业技术学院张荣侠编写，附录由郑州牧业工程高等专科学校王斌编写。全稿由南昌大学食品科学与工程系张彬教授主审。

本书在编写过程中得到了化学工业出版社和编者所在学校领导的大力支持和帮助，本书参考了一些已发表的文献资料，在此向相关作者和提供帮助的同志表示感谢。

由于时间仓促，作者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2008年1月

目 录

绪论	1		
一、化工原理与单元操作	1	三、单元操作中的基本概念	2
二、本课程的性质、学习内容和任务	2	思考题	5
第一章 流体流动与输送	6		
第一节 流体静力学	6	二、孔板流量计	32
一、流体的主要物理量	6	三、转子流量计	33
二、流体静力学基本方程及应用	7	第六节 流体输送设备	34
第二节 流体动力学	11	一、离心泵	34
一、流量和流速	11	二、往复泵	40
二、流体稳定流动时物料衡算	12	三、其他类型的泵	41
三、流体稳定流动时能量衡算	14	第七节 气体输送机械	42
第三节 流体阻力	19	一、通风机	43
一、流体的黏度及流动型态	19	二、鼓风机	43
二、流体流动时的阻力计算	20	三、压缩机	44
三、局部阻力	23	四、真空泵	44
第四节 化工管路	26	第八节 固体输送	46
一、管子、管件、阀门	26	一、固体流态化	46
二、简单管路的布置与计算	27	二、气力输送	48
第五节 流速与流量测定	31	思考题	49
一、毕托管	31	计算题	50
第二章 非均相混合物的分离	54		
第一节 重力沉降	54	一、基本概念	69
一、基本概念	54	二、离心分离设备	70
二、沉降设备	57	第四节 气体净制	74
第二节 过滤	59	一、气体净制的方法	74
一、基本概念	59	二、气体净制设备	75
二、过滤机的构造及操作	61	思考题	76
三、过滤的计算	64	计算题	77
第三节 离心分离	69		
第三章 传热	78		
第一节 概述	78	第二节 热传导	80
一、传热在生产中的应用	78	一、通过单层平壁的导热方程	80
二、工业换热方式	78	二、热导率	81
三、传热的基本方式	80	三、多层平壁的热传导	82
四、稳定传热和非稳定传热	80	四、通过圆筒壁的热传导	83

第三节 对流传热	86	五、传热计算的举例	100
一、对流传热的分析	86	第五节 热损失与热绝缘	101
二、壁面和流体间的对流传热速率	86	一、损失于设备周围介质中的热量	101
三、影响对流传热系数的因素及其一般 关联式	87	二、设备与管路的热绝缘方法	102
四、对流传热系数的经验关联式	88	第六节 换热器	102
第四节 间壁两侧流体间的传热	90	一、间壁式换热器	102
一、传热速率方程	90	二、其他类型换热器	105
二、传热系数的计算及讨论	91	三、换热器的强化途径	107
三、传热温度差的计算	94	思考题	107
四、热负荷的计算	98	计算题	108
第四章 制冷	110	第三节 制冷机的主要设备	118
第一节 蒸汽压缩制冷机	110	一、压缩机	118
一、蒸汽压缩制冷机的工作原理	110	二、冷凝器	119
二、温熵图	112	三、膨胀阀	120
第二节 蒸汽压缩制冷机的计算	114	四、蒸发器	120
一、制冷量的计算	114	思考题	121
二、制冷循环的计算	116	计算题	121
三、制冷剂及冷冻盐水	118		
第五章 溶液的浓缩	123	二、结晶方法	139
第一节 蒸发	123	三、结晶设备	140
一、概述	123	第三节 冷冻浓缩	142
二、单效蒸发	125	一、冷冻浓缩原理	142
三、多效蒸发	130	二、冷冻浓缩设备	144
四、蒸发设备	132	思考题	147
五、蒸发器的生产强度及强化	136	计算题	148
第二节 结晶	137		
一、结晶的基本概念和理论	137		
		二、平衡蒸馏原理及流程	154
		三、精馏原理及流程	154
		四、双组分连续精馏操作的物料衡算	156
 		第四节 蒸馏设备	164
第六章 蒸馏	149	一、塔板的结构	164
第一节 概述	149	二、塔板的主要类型	164
第二节 蒸馏过程相平衡	149	三、塔板的流体力学特性	165
一、液体混合物的蒸气压	149	思考题	166
二、拉乌尔定律	150	计算题	166
三、双组分理想溶液的温度-组成 图 ($T-x-y$ 图)	150		
四、双组分理想溶液的气液相平衡图	151		
五、挥发度和相对挥发度	151		
第三节 简单蒸馏及精馏原理	153		
一、简单蒸馏	153		
第七章 吸收	168		

第一节 概述	168	第三节 吸收过程的机理与吸收速率	175
一、吸收及其应用	168	一、吸收过程的机理——双膜理论	175
二、吸收操作的分类	169	二、相际传质的总传质速率方程	176
三、吸收流程和设备	169	第四节 吸收塔及吸收过程的计算	176
第二节 吸收的气液相平衡关系	170	一、吸收塔的物料衡算	177
一、相组成的表示方法	170	二、吸收剂的选择	179
二、气体在液体中的溶解度	172	三、填料塔	180
三、亨利定律	173	思考题	183
四、气液相平衡与吸收过程的关系	174	计算题	183
第八章 固体干燥	185	一、固体物料中水分的性质	198
第一节 概述	185	二、恒定干燥条件下的干燥过程	199
一、固体物料的去湿方法	185	三、恒定干燥条件下干燥时间的计算	201
二、湿物料的干燥方法	185	第五节 常用干燥器简介	202
三、空气干燥器的干燥过程	186	一、干燥器的性能要求及选用原则	202
第二节 湿空气的性质及湿度图	187	二、工业常用干燥器	202
一、湿空气的性质	187	第六节 冷冻干燥	205
二、湿空气的湿度图及其应用	192	一、冷冻干燥理论	205
第三节 连续干燥过程的物料衡算与热量 衡算	195	二、冷冻干燥设备	207
一、干燥过程的物料衡算	195	思考题	208
二、干燥系统的热量衡算	196	计算题	209
第四节 干燥过程的机理	198		
第九章 其他分离过程	210	一、膜的分类	224
第一节 液-液萃取	210	二、各种膜分离过程	225
一、基础知识	210	三、膜分离设备	226
二、萃取流程	212	四、膜分离的理论基础	228
三、常用萃取设备简介	214	五、膜分离技术的应用	231
四、临界气体萃取简介	216	第四节 吸附	232
第二节 浸出	217	一、吸附概述	232
一、浸出的基本概念和理论	217	二、吸附机理	233
二、浸出操作方式与浸出器分类	219	三、常用吸附设备及操作	234
三、浸出器	220	四、吸附过程的强化	236
四、浸出的基本工艺计算	223	思考题	236
五、浸出在食品工业中的应用	224	计算题	237
第三节 膜分离	224		
附录	238	附录 7 某些固体的物理性质	245
附录 1 单位换算	238	附录 8 饱和水蒸气表 (按温度排列)	246
附录 2 水的物理性质	240	附录 9 饱和水蒸气表 (按压力排列)	247
附录 3 水在不同温度下的黏度	241	附录 10 干空气的物理性质	248
附录 4 无机盐水溶液在大气压下的沸点	242	附录 11 液体黏度共线图	249
附录 5 某些液体的物理性质	243	附录 12 气体黏度共线图(101.325kPa)	251
附录 6 某些气体的物理性质	244		

附录 13	固体材料的热导率·····	252	附录 21	离心通风机规格·····	266
附录 14	某些液体的热导率·····	253	附录 22	氨的温熵图·····	267
附录 15	气体热导率共线图·····	254	附录 23	几种冷冻剂的物理性质·····	268
附录 16	液体比热容共线图·····	256	附录 24	冷冻盐水的物理性质·····	268
附录 17	气体比热容共线图 (101.325kPa) ·····	258	附录 25	管板式热交换器系列标准·····	269
附录 18	液体比汽化焓共线图·····	260	附录 26	食品工业生产传热设备的总传热 系数经验数据·····	271
附录 19	管子规格·····	261	附录 27	壁面污垢热阻·····	271
附录 20	常用 IS 型单级单吸离心泵的 规格 (摘录) ·····	263	附录 28	萃取剂与临界物性·····	272
参考文献 ·····					273

绪 论

学习目标

[掌握] 单元操作的概念；化工原理研究的对象、内容和任务。

[熟悉] 化工生产过程中的单元操作种类；生产过程中物料及热量衡算的基本方法。

[了解] 化工原理课程性质、地位。

一、化工原理与单元操作

化工原理是以化学工业生产过程为研究对象，探讨化工生产过程中的操作规律及其工程性质。尽管化工生产原料广泛，产品种类繁多，生产过程复杂多样且差别很大，各种产品的生产流程和设备型号也各不相同，但是人们经过长期的生产实践总结，根据所用设备相似、原理相近、基本过程相同原则，提出了“单元操作”的概念。

单元操作按其理论基础分为以下三大类。

(1) 流体动力过程 研究流体的流动及流体和与之接触的固体间发生相对运动时的基本规律，以及主要受这些基本规律支配的若干单元操作，如流体的输送、搅拌、沉降、过滤等。

(2) 传热过程 研究传热的基本规律，以及主要受这些基本规律支配的若干单元操作，如热交换、蒸发等。

(3) 传质过程 研究物质通过相界面的迁移过程的基本规律，以及主要受这些基本规律支配的若干单元操作，如吸收、蒸馏、吸附、干燥、结晶、萃取、膜分离等。

常用的单元操作见表 0-1。

由表 0-1 可知，单元操作具有下列特点：①这些操作只改变物料的状态或其物理性质，并不改变物料的化学性质，所以它们都是物理性操作；②单元操作都是化学工业生产过程中共有的操作，例如在制糖工业中稀糖液的浓缩、制碱工业中氢氧化钠稀溶液的浓缩、油厂浸出车间混合油的浓缩等都是通过蒸发这一单元操作而实现的，酒精工业中酒精的提纯、石油化工中烃类的分离、浸出毛油脱臭（分离溶剂油）都是通过蒸馏操作而实现的。因此，各种化工产品的生产过程，可由若干单元操作与化学反应过程作适当的串联组合而构成。由此，单元操作可理解为：在各种化工产品的生产过程中，除化学反应过程外，用物理过程完成产品的生产过程即为单元操作。

在食品、生物工程、冶金等生产中，也能看到单元操作的应用，在这些工业的生产中常需使用独立或多个单元操作的组合来完成一种产品的生产。所以单元操作在食品、生物工程、冶金生产中也有着重要的作用。

单元操作统一了通常被认为各不相同的独立的化工生产技术，使人们系统而深入地研究每一单元操作的内在规律和基本原理，而所有这些单元操作的综合，构成了化学工程的基础学科——化工原理。

表 0-1 常见化工单元操作种类

单元操作名称	操作目的	处理物态	原理
流体输送	输送	液或气	向流体输入机械能
沉降	非均相混合物的分离	液-固 气-固	利用两相密度差异引起沉降运动
过滤	非均相混合物的分离	液-固 气-固	利用过滤介质使固体颗粒与流体分离
加热、冷却	升温、降温, 改变相态	气或液	利用温度差引入或导出热量
蒸发与结晶	溶质与非挥发性溶质的分离	液体	供热以气化溶剂
吸收	均相混合物的分离	气体	利用各组分在溶剂中溶解度不同分离
蒸馏	均相混合物的分离	液体	利用各组分的相对挥发度的不同分离
干燥	去湿	固体	供热气化湿物料中的水分
固-液萃取	固体混合物中组分分离	固体	利用各组分在溶剂中溶解度不同分离

二、本课程的性质、学习内容和任务

化工原理是食品、化工、制药、冶金等专业的一门重要的专业基础课, 具有较强的工程性、实用性, 它运用质量守恒和能量守恒定律及平衡关系等, 研究化工生产中内在的共同规律, 讨论生产过程中共有的基本过程——单元操作的基本理论、基本原理、典型设备的构造及其计算方法。

学习本课程的主要任务是掌握各个单元操作的基本规律、操作原理及基本计算方法, 并能用以分析和解决单元操作中的一般问题。了解有关典型设备的构造、性能, 以便能对现行生产过程进行管理, 使设备能正常运转, 进而对现行的生产过程及设备作各种改进以提高其效率, 从而使生产获得最大限度的经济效益。

三、单元操作中的基本概念

1. 物料衡算

在设计、计算设备尺寸或确定所处理物料量的基本情况时, 需要了解整个过程或某一步骤中原料、产物、副产物、废弃物之间的关系, 这要以质量守恒定律为理论依据的物料衡算来完成; 在任何一生产过程中, 输入该过程的物料总质量必等于从该过程输出的物料总质量与积累于该过程中的物料质量之和, 用公式表示为

$$\text{输入量} = \text{输出量} + \text{积累量}$$

即

$$\sum m_1 = \sum m_2 + \sum m_A \quad (0-1)$$

式中, $\sum m_1$ 为输入物料质量的总和, kg; $\sum m_2$ 为输出物料质量的总和, kg; $\sum m_A$ 为积累物料量, kg。

【例 0-1】 用表 0-2 所列出的甲、乙、丙三种原料酒配制含酒精 16.0%、糖 3% 的成品酒 100kg, 问需要甲、乙、丙三种原料酒各多少?

表 0-2 甲、乙、丙三种原料酒

组 分	甲	乙	丙
酒精含量/(质量分数)	14.6	16.7	17.0
糖含量/(质量分数)	0.2	1.0	12.0

解: 依题意, 画出混合过程的示意图, 如图 0-1 所示。标出各物流的方向、已知量与未知量, 并用闭合虚线划定衡算系统。

以成品酒的质量 100kg 作为计算基准。