



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

国家精品课程配套教材

食品机械与设备

第二版

马海乐 主编

 中国农业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century
国家精品课程配套教材

食品机械与设备

第 二 版

马海乐 主编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品机械与设备 / 马海乐主编. —2 版. —北京:
中国农业出版社, 2011. 6

普通高等教育“十一五”国家级规划教材 面向 21 世
纪课程教材 国家精品课程配套教材

ISBN 978-7-109-15805-4

I. ①食… II. ①马… III. ①食品加工设备-高等学
校-教材 IV. ①TS203

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 121198 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

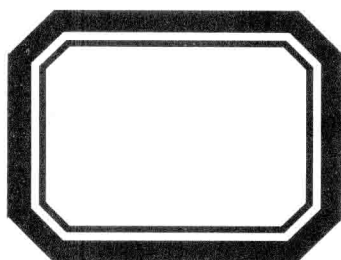
(邮政编码 100125)

责任编辑 彭明喜 王芳芳

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2004 年 1 月第 1 版 2011 年 6 月第 2 版

2011 年 6 月第 2 版北京第 1 次印刷



787mm×1092mm 1/16 印张: 27.75

字数: 666 千字

定价: 42.00 元

印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本教材在经典内容与高新技术进展的结合方面进行了大胆的尝试,除了突出介绍食品工业生产中常用机械与设备外,尽可能反映了近年来食品加工装备行业涌现出的新成果、新产品。全书共十六章,分别介绍了食品机械工业的发展现状与趋势,输送机械与设备,脱壳与脱皮机械与设备,分选机械与设备,切分和粉碎机械与设备,分离机械与设备,混合机械与设备,成型机械与设备,浓缩机械与设备,干燥机械与设备,杀菌机械与设备,熟化机械与设备,速冻机械与设备,发酵机械与设备,包装机械与设备,典型食品生产线。

本教材可供食品科学与工程专业课程教学使用,也可供其他相关专业课程教学使用,还可供有关科研人员、工程技术人员参考。



第二版作者名单

主 编 马海乐

副 主 编 朱文学 唐伟强

编写人员 (按姓名笔画排列)

马海乐 (江苏大学)

王云阳 (西北农林科技大学)

王鸿飞 (宁波大学)

牛智有 (华中农业大学)

朱文学 (河南科技大学)

朱新华 (西北农林科技大学)

吴湖北 (陕西省西安市农业机械厂)

陈 斌 (江苏大学)

邹小波 (江苏大学)

郑先哲 (东北农业大学)

唐伟强 (华南理工大学)

夏杨毅 (西南大学)

贾富国 (东北农业大学)

谢奇珍 (中国农业工程研究院)

管国强 (江苏大学)



第一版作者名单

.....

主 编 马海乐

副 主 编 陈 斌 王鸿飞

参编人员 (按姓名笔画排列)

马海乐 (江苏大学)

王鸿飞 (宁波大学)

陈 斌 (江苏大学)

唐伟强 (华南理工大学)

夏吉庆 (东北农业大学)

夏杨毅 (西南农业大学)

贾富国 (东北农业大学)

廖庆喜 (华中农业大学)



第二版前言

.....

随着我国经济水平的提高,人们对饮食的安全性、便捷性、营养性提出了更高的要求,食品工业因此快速发展,作为支撑食品工业发展的食品机械制造业也迎来了前所未有的发展机遇。“食品机械与设备”课程是食品科学与工程专业学生学习食品机械与设备的基本知识,强化工程能力训练的核心课程之一。我们编写的面向 21 世纪课程教材《食品机械与设备》第一版 2004 年 1 月由中国农业出版社出版发行后,至今已经印刷 5 次,并被列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材。江苏大学马海乐教授负责的课程“食品加工机械与设备”2008 年被评选为国家精品课程,截止目前也是我国“食品加工机械与设备”唯一的一门国家精品课程。

为了进一步优化教材的整体结构,完善具体内容,我们组织编写了第二版《食品机械与设备》。第二版教材在第一版的基础上增加了脱壳与脱皮机械与设备、食品成型机械与设备、食品发酵机械与设备三章内容,每个章节均充分体现了经典内容和先进技术的有机结合。本教材在绪论中详细介绍了我国食品机械工业的发展现状与趋势,为了方便教材使用者掌握我国食品机械工业最新发展现状,编者在课程网站 <http://jpkc. ujs. edu. cn/spxy/> 上专门设置了“教学交流”栏目,供下载参考。本教材可供高等院校食品科学与工程专业师生、有关研究人员和工程技术人员参考。

本教材由江苏大学马海乐任主编,河南科技大学朱文学和华南理工大学唐伟强任副主编。参加编写的有马海乐、吴湖北(第一、六、十六章)、王鸿飞(第二章)、朱新华(第三章)、陈斌(第四章)、谢奇珍(第五章)、牛智有(第七章)、郑先哲(第八章)、王云阳(第九章)、朱文学(第十章)、唐伟强(第十、十三章)、夏杨毅(第十一章)、贾富国(第十二章)、管国强(第十四章)、邹小波(第十五章)。

本教材在编写过程中,参阅了有关专家与研究人员的著作、论文与资料,参考了相关教材的编写内容、吸收了部分院校、研究机构和企业成果,在此一并致谢。

由于编者水平有限,本教材定会有不少缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

2011 年 6 月



第一版前言

.....

食品机械的现代化程度是衡量一个国家食品工业发展水平的重要标志。食品机械工业的技术进步为食品制造业和食品加工业的快速发展,提供了重要的条件保障。随着进入新的世纪和我国加入 WTO,以及人们对食品的安全、营养、快捷、经济等性能的高度重视,食品工业面临着一系列新的研究课题,也同时迎来了更大的发展空间。《食品机械与设备》作为食品科学与工程专业体现工程技术教学内容的核心课程之一,在培养学生食品机械与设备的研发、选型、使用方面,扮演重要的角色。

本教材的编写在经典内容与高新技术进展的结合方面进行了大胆的尝试,除了突出介绍食品工业生产中常用食品机械与设备外,尽可能反映了近年来食品加工装备行业涌现出的新成果、新产品。例如高新分离技术装备、超微粉碎设备、超高压设备、快速无损检测设备等。本书在绪论中详细介绍了我国食品机械工业的发展现状与趋势。全书对食品输送、分选、粉碎、分离、混合、浓缩、干燥、杀菌、熟化、速冻、包装等单元操作的机械与设备进行了详细的介绍。本教材通过第二章典型食品生产线的介绍,让初学者对各单元操作机械与设备的用途有了直观了解。本教材可供高等院校食品科学与工程专业师生、有关研究人员和工程技术人员参考。

本教材由江苏大学马海乐任主编,江苏大学陈斌和宁波大学王鸿飞任副主编。参加编写的有马海乐(第一、二、六章)、王鸿飞(第三、八章)、陈斌(第四、十三章)、唐伟强(第九、十二章)、夏吉庆(第五章)、夏杨毅(第十章)、贾富国(第十一章)、廖庆喜(第七章)。

本教材在编写过程中,参阅了有关专家与研究人员的著作、论文与资料,参考了相关教材的编写内容、吸收了部分院校、研究机构和企业成果,在此一并致谢。

由于编者水平有限,本书定会有不少缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

2003 年 11 月



目 录

第二版前言

第一版前言

第一章 绪论	1
第一节 食品机械与设备的分类	1
第二节 我国食品机械工业发展的成绩与不足	1
一、我国食品机械工业的发展现状	1
二、我国食品机械工业与国外先进技术水平的差距	4
第三节 食品机械与设备的学习目的	6
思考题	6
第二章 食品输送机械与设备	7
第一节 概述	7
第二节 液态食品输送机械	7
一、离心泵	7
二、螺杆泵	9
三、齿轮泵	10
四、真空吸料装置	11
第三节 固体物料输送机械	12
一、带式输送机	12
二、斗式提升机	16
三、螺旋输送机	20
四、气力输送设备	21
思考题	26
第三章 剥壳与脱皮机械与设备	27
第一节 概述	27
第二节 谷物、坚果、油料的剥壳去皮机械	27
一、胶辊砻谷机	27
二、离心式剥壳机	30
三、圆盘剥壳机	32
四、刀板式剥壳机	33
第三节 果蔬去皮机械	33
一、去皮原理	33



二、去皮机械	34
思考题	35
第四章 食品分选机械与设备	36
第一节 概述	36
第二节 振动分选机械	37
一、基本知识	38
二、筛面的种类和结构	39
三、筛面的运动方式	41
四、筛面的传动方式	41
五、摆动筛	43
六、滚筒式分级机	45
第三节 形状分级机械与设备	46
一、三辊式分级机	46
二、颗粒形状分级设备	47
三、带式分级机	48
第四节 光电分选分级机械与设备	49
一、基本原理	49
二、色选机	51
三、内部品质光电分级	52
第五节 其他分选技术与设备	53
一、螺旋精选器	53
二、重量分级机	53
思考题	54
第五章 食品切分和粉碎机械与设备	55
第一节 概述	55
第二节 切分机械与设备	56
一、茎秆类物料切碎机	56
二、块状类物料切碎机	58
三、蘑菇定向切片机	61
第三节 干法粉碎机械与设备	62
一、粗碎机械	62
二、中（细）碎机械	65
三、微粉碎机械	66
四、超微粉碎机械	68
第四节 湿法粉碎机械与设备	71
一、搅拌磨	71
二、行星磨和双锥磨	73
三、低温粉碎设备	74
思考题	76

第六章 食品分离机械与设备	77
第一节 概述	77
第二节 过滤机械	78
一、过滤分离的工作过程	78
二、过滤机的分类	78
三、板框压滤设备	79
四、加压滤叶型过滤设备	80
五、真空过滤机	84
第三节 压榨设备	85
一、间歇式压榨机	85
二、连续式压榨机	88
第四节 离心机械	90
一、离心分离原理与分类	90
二、卧式离心机	91
三、立式离心机	93
第五节 旋流分离机械	97
一、基本概念与应用	97
二、旋液器的基本结构及工作原理	97
三、全旋流分离系统	98
四、旋流分离器的优缺点	98
第六节 溶剂萃取设备	99
一、溶剂萃取设备的分类	99
二、液-液萃取设备	99
三、固-液萃取设备	100
第七节 膜分离设备	103
一、平板式膜组件	104
二、管式膜组件	105
三、卷式膜组件	105
四、中空纤维膜组件和毛细管膜组件	105
第八节 超临界流体萃取设备	106
一、超临界流体萃取的系统构成	106
二、萃取釜	107
三、快开密封装置	109
四、分离器	110
五、精馏塔	111
六、工业化超临界 CO ₂ 萃取设备及其关键部件	112
第九节 分子蒸馏设备	114
一、分子蒸馏的基本概念与原理	114
二、分子蒸馏设备的构成	115
思考题	116



第七章 食品混合机械与设备	117
第一节 概述	117
第二节 搅拌机	118
一、搅拌混合机理	118
二、搅拌设备	118
三、搅拌器	121
第三节 混合机	134
一、旋转容器式混合机	135
二、固定容器式混合机	138
第四节 调和机	144
一、调和机理与调和机分类	144
二、打蛋机	145
三、调粉机	147
第五节 均质机	149
一、高压均质机	149
二、离心式均质机	152
三、超声波均质机	153
四、胶体磨均质机	154
思考题	155
第八章 食品成型机械与设备	156
第一节 概述	156
第二节 包馅成型机械与设备	156
一、包馅成型基本原理	156
二、饺子成型机	157
三、馄饨成型机	159
四、夹馅糕点成型机	160
第三节 挤出成型机械与设备	161
一、挤出成型方法	162
二、挤出成型设备	162
第四节 辊压切割成型机械与设备	165
一、卧式辊压机	165
二、立式辊压机	167
第五节 冲印、辊印和辊切成型机械与设备	169
一、冲印成型方法与设备	169
二、辊印成型方法与设备	172
三、辊切成型方法与设备	174
第六节 搓圆成型机械与设备	176
一、伞形搓圆机	176
二、桶形搓圆机	178



三、碗形搓圆机	179
四、输送带式搓圆机	179
五、网格式面包成型机	180
六、旋转式食品搓圆装置	181
思考题	181
第九章 食品浓缩机械与设备	182
第一节 概述	182
一、蒸发浓缩设备的分类	182
二、蒸发浓缩设备的选择	183
第二节 常压蒸发设备	184
一、夹层锅	184
二、麦芽汁浓缩锅	185
第三节 真空浓缩设备	186
一、非膜式真空浓缩器	186
二、膜式浓缩器	189
三、真空浓缩系统的附属设备	198
四、典型的真空浓缩系统	203
第四节 冷冻浓缩设备	206
一、概述	206
二、冷冻浓缩装置系统	206
第五节 芳香物质的回收设备	210
一、工作原理	210
二、组成和流程	211
三、用途和生产能力	212
思考题	212
第十章 食品干燥机械与设备	213
第一节 概述	213
一、干燥食品的分类	213
二、食品干燥设备的分类	214
三、食品干燥设备的发展	216
第二节 干燥用热源设备	217
一、电加热设备	217
二、燃料加热设备	220
三、红外加热设备	225
四、微波加热设备	228
第三节 接触干燥设备	230
一、接触干燥设备的特点	230
二、接触干燥设备的工作原理及结构	231
第四节 对流干燥设备	236



一、对流干燥设备的特点及干燥过程	236
二、厢式干燥机	237
三、隧道式干燥机	239
四、喷雾干燥机	242
五、流化床干燥机	251
六、其他对流干燥设备	258
第五节 电磁辐射干燥设备	259
一、红外辐射干燥机	259
二、微波干燥设备	262
三、声波场干燥设备	265
第六节 低压及低温干燥设备	266
一、真空干燥设备	266
二、冷冻干燥机	271
思考题	276
第十一章 食品杀菌机械与设备	277
第一节 概述	277
第二节 直接加热杀菌设备	278
一、蒸汽喷射杀菌装置	278
二、注入式直接加热杀菌装置	279
第三节 板式杀菌设备	280
一、板式热交换器	280
二、板式杀菌设备的工作流程	281
三、板式杀菌设备的操作	283
第四节 管式杀菌设备	283
一、管式热交换器	283
二、管式杀菌设备的工作流程	284
三、主要部件	285
第五节 釜式杀菌设备	286
一、釜式杀菌锅	286
二、釜式杀菌设备的工作流程	286
第六节 CIP 装置	290
一、CIP 的定义和特点	290
二、CIP 的结构	292
三、CIP 的操作	293
第七节 新型杀菌设备	294
一、欧姆杀菌技术与设备	294
二、高压杀菌技术与设备	295
三、微波杀菌设备	298
思考题	300



第十二章 食品熟化机械与设备	301
第一节 概述	301
第二节 焙烤设备	302
一、烤炉的分类	302
二、箱式烤炉	302
三、带式烤炉	303
四、冷却与整理机械	307
第三节 油炸设备	310
一、间歇式油炸设备	310
二、连续式深层油炸设备	310
第四节 挤压设备	313
一、挤压设备的分类	313
二、挤压设备的组成和操作过程	314
三、模头系统	316
四、螺杆	318
五、单螺杆挤压机	319
六、双螺杆挤压机	321
第五节 蒸煮设备	324
一、链带式连续蒸煮机	324
二、螺旋式连续蒸煮机	325
思考题	327
第十三章 食品速冻机械与设备	328
第一节 概述	328
第二节 冷冻机系统构成	328
一、制冷机的制冷	329
二、单级压缩制冷循环	329
三、双级压缩制冷循环	330
四、复叠式制冷循环	331
第三节 制冷系统的主要设备	332
一、制冷压缩机	332
二、冷凝器	335
三、膨胀阀	337
四、蒸发器	338
五、冷制机的附属设备	340
第四节 食品速冻设备	343
一、隧道式连续速冻机	343
二、螺旋式速冻机	344
三、间接接触式速冻机	346
四、流化床速冻机	349



五、直接接触速冻机	352
思考题	354
第十四章 食品发酵机械与设备	355
第一节 概述	355
第二节 好氧发酵设备	355
一、机械搅拌式好氧发酵罐	355
二、气升式发酵罐	361
三、自吸式发酵罐	363
四、好氧固相发酵设备	366
第三节 厌氧发酵设备	368
一、酒精发酵设备	368
二、啤酒发酵设备	371
第四节 发酵过程的参数检测和自动控制	374
一、发酵过程主要检控的参数	374
二、发酵过程常用检测方法及仪器	377
三、发酵过程控制	380
思考题	382
第十五章 食品包装机械与设备	383
第一节 概述	383
第二节 计量装置	384
一、固体计量装置	384
二、液体定量装置	388
第三节 分装机械	389
一、液体装料机	389
二、酱体装料机	393
三、固体装料机	395
第四节 封罐、封袋机械	396
一、封罐机械	396
二、封袋机械	403
第五节 无菌包装机械	407
一、纸盒无菌包装机械	408
二、芬包塑料袋无菌包装机械	410
三、塑料瓶无菌包装机械	411
四、红肠片连机无菌包装机械	412
思考题	412
第十六章 典型食品生产线	413
第一节 果蔬加工生产线	413
一、果汁生产线	413



二、果蔬脆片生产线	415
第二节 乳品加工生产线	416
一、巴氏消毒奶生产线	416
二、冰淇淋生产线	417
三、脱脂奶粉生产线	417
第三节 方便食品生产线	419
一、方便面生产线	419
二、方便粥生产线	421
三、面包生产线	422
第四节 天然资源有效成分提取生产线	423
思考题	425
主要参考文献	426