



北京市高等教育精品教材立项项目

BEIJINGSHI GAODENG JIAOYU
JINGPIN JIAOCAI LIXIANG XIANGMU

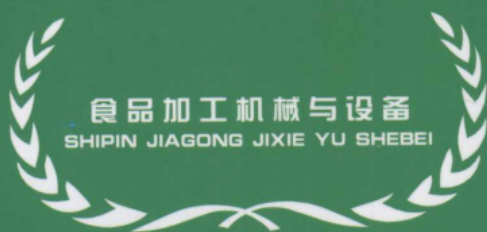
食品加工机械 与设备

SHIPIN JIAGONG JIXIE YU SHEBEI

崔建云 主编

北京市高等教育精品教材立项项目

BEIJINGSHI GAODENG JIAOYU
JINGPIN JIAOCAI LIXIANG XIANGMU



上架建议：食品教材

ISBN 978-7-5019-4273-2



9 787501 942732 >

定价：55.00元

北京市高等教育精品教材立项项目

食品加工机械与设备

崔建云 主编

 中国轻工业出版社

责任编辑：郭文英
封面设计：李天来
地址：北京轻工出版社（北京东长安街2号，邮编：100045）
电话：010-82118842 02128808 传真：82113293
网址：<http://www.clip.com.cn>
E-mail: clpk@clip.com.cn

定价：22.00元
书号：ISBN 978-7-301-04238-2 7-301-04238-2

字数：620千字
开本：787×1092 1/16 印张：32.25

版次：2006年8月第1版第1次印刷

发行：北京轻工出版社

印刷：北京轻工出版社

主编：崔建云

副主编：李天来

编者：李天来

李天来

李天来

李天来

李天来

李天来

李天来

李天来

李天来

李天来

李天来

李天来

图书在版编目(CIP)数据

食品加工机械与设备/崔建云主编. —北京: 中国
轻工业出版社, 2008.6

北京市高等教育精品教材立项项目

ISBN 978 - 7 - 5019 - 4273 - 2

I. 食… II. 崔… III. 食品加工设备 - 高等学校 - 教材
IV. TS203

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 014557 号

责任编辑: 白洁 责任终审: 劳国强 封面设计: 刘鹏
版式设计: 郭文慧 责任校对: 李靖 责任监印: 胡兵 张可

出版发行: 中国轻工业出版社(北京东长安街6号, 邮编: 100740)

印刷: 利森达印务有限公司

经销: 各地新华书店

版次: 2008年6月第1版第4次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 32.75

字数: 650千字

书号: ISBN 978-7-5019-4273-2/TS·2529

定价: 55.00元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

·如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换·

80587J4C104ZBW

编写及审稿成员

主 编 崔建云 中国农业大学

副主编 杨公明 华南农业大学

刘乃玉 北京农学院

叶盛英 华南农业大学

编 者 (以姓氏笔画为序)

王云阳 西北农林科技大学

李法德 山东农业大学

刘东红 浙江大学

刘毅君 集美大学

张佰清 沈阳农业大学

陈忠军 内蒙古农业大学

周旦华 上海交通大学

顾 林 扬州大学

夏杨毅 西南农业大学

韩东海 中国农业大学

籍保平 中国农业大学

审 稿 王 群 中国农业大学

张绍英 中国农业大学

序 言

随着社会进步和经济发展,食品加工这一传统行业已经发生、正在发生而且还将发生巨大的变化。这种变化的突出特点包括:食品形式方便化,出现了以方便面为代表的各式各样的方便食品、方便调料;食品口味多样化,中式、西式、南甜北咸、东辣西酸;食品内容功能化,不只是传统意义上的吃饱、吃香,而是更为注重营养全面,有些还赋予食品特定的营养功能;食品生产工业化,包括加工操作的机械化、自动化和产品质量的标准化。在这种变化中,食品加工机械与设备具有重要作用。

食品加工机械化的意义 主要体现在以下几个方面:①规范生产程序,保证产品质量,通过设定合理的操作程序,利用机械自动完成作业,因减少了传统生产过程中人的直接参与和操作的随意性,产品质量的均一性更好,卫生质量更高,这是保证产品的标准化这一现代食品工业的重要特征的主要手段。②降低生产成本,由于劳动生产率和产品质量的提高,加上利用机械可以更为充分合理地使用原料,降低了物耗,使得生产成本得以有效降低。③减轻了劳动强度,提高了劳动生产率,一个操作人员可以同时管理一台或者几台,甚至一套具有高生产能力的设备。④改善了劳动环境。⑤能完成人工无法完成的作业。

学习食品机械与设备的意义 现代食品工业的产品开发与生产过程运行需要合理的加工工艺和完善适用的机械设备两个方面的配合,它们是一有机的整体。工艺是装备的前提,而机械设备是工艺的保证,相辅相成,互相促进,不可偏颇。合理的工艺可以促进新型机械设备的研究开发,同时,新型机械设备的出现为合理工艺的制定提供了更多的选择。在工业化生产中,工艺的最终实现是通过机械设备完成的,了解装备有利于制定出更为合理的工艺。因此,学习食品加工机械与设备是从事现代食品工业工作所必需。

食品机械的基本构成 ①动力部分,是完成能量转换的部分,如电能转换为机械能,化学能转换为热能。②传动部分,完成运动方式的转换,如变速、变向、旋转—直线、旋转—曲线、直线—曲线、等速—变速。③执行部分,直接完成作业功能,如切割、破碎、过滤、混合、乳化。④支撑部分,将设备各部分有机连接在一起,并确定它们的位置关系。⑤连接部分:与前后相关设备连接在一起,如进出料、定向、排序装置。⑥控制部分,用于控制设备的工作状态和操作过程,如控制柜、开关、安全保护装置。

食品机械与设备的类型 因作业特点及加工对象繁杂,分类方法很多,主要有按原料或产品分类和按功能分类。按制品原料分类,如果蔬加工机械、畜产品加工机械、水产品

加工机械等;按产品分类,如糕点机械、糖果机械、调味品加工机械、方便食品加工机械等;按功能分类,如输送机械、粉碎机械、混合机械、成型机械、换热设备、浓缩设备、杀菌设备、包装机械等。

食品机械与设备的特点 ①类别繁杂,原料、产品、物料特性繁杂多样。②结构形式多样,非定型产品多,非标设备多。③通用性好,尤其是食品制造的主要原料——农产品的产出季节性强,为便于提高设备利用率而注重一机多用。④卫生要求高,尤其是与物料直接接触部分,应采用无毒、耐腐蚀材料,有易于清洗、消毒的光滑表面,有避免润滑油泄漏的严格传动密封等。⑤自动化程度高,包括工艺过程控制等。

食品机械设备的学习方法 本课程的学习一般是在学习完食品工程原理等专业基础课之后进行,学习过程中必须注意与工程力学、机械基础、食品工程原理、食品工艺学等课程的结合,还需要注意与同步进行的食品加工工艺学课程的结合。

本教材的编写 本教材是在北京市教委的指导下完成的。主要面向以学习食品科学和食品加工工艺为主的食品科学与工程专业的本科生,通过学习了解现代食品工业主要机械设备的整体情况,并了解、掌握其基本工作原理、基本结构、性能特点、选型及操作要点,使学生能够在食品加工机械设备的选型、应用和改进方面具有一定的能力。教材以单元操作进行分章,部分多功能机械设备考虑其主功能划分。针对该专业学习的特点,编写中重视对于各种机械设备诸方面共性内容的定性介绍,而对于实际应用中所涉及的具体机械设备定量内容较少,通过学习可以抓住要领,对同一类机械设备有深入而整体的掌握,有利于在实践中具体掌握和应用。为有助于理解,设置了大量附图,并力求简捷明了。为便于学习,在各章前提出学习目标,各章之后设定部分思考题和学习参考书目供参考。由于编写人员的水平所限,缺点错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

本教材的使用 本教材覆盖面较宽,可根据使用学校和专业的特点,有选择地讲授与自学。

本教材涉及面广,内容丰富,图文并茂。除可作为食品科学与工程专业的教材外,亦可供从事农产品加工、食品加工、生物工程专业的教学、科研、管理、工厂企业和设备经营单位的有关人员参考使用。

本教材编写分工如下:序言(崔建云)、第1章(刘乃玉)、第2章(韩东海)、第3章(顾林)、第4章(崔建云)、第5章(杨公明、王云阳)、第6章(张佰清)、第7章(陈忠军)、第8章(李法德)、第9章(刘毅君)、第10章(崔建云)、第11章(崔建云、籍保平)、第12章(周旦华、崔建云)、第13章(夏杨毅)、第14章(刘东红)、第15章(叶盛英)。全书由崔建云统稿。

目 录

1	物料输送机械	1
1.1	固体物料输送机械	1
1.1.1	带式输送机	1
1.1.2	螺旋式输送机	4
1.1.3	刮板输送机	7
1.1.4	斗式提升机	10
1.1.5	振动输送机	13
1.1.6	气力输送装置	14
1.1.7	料仓与喂料器	20
1.2	液体物料输送机械	22
1.2.1	真空吸料装置	23
1.2.2	液料泵	24
2	固体物料分选机械	34
2.1	概述	34
2.1.1	固体物料分选的意义	34
2.1.2	固体物料分选要素	35
2.1.3	分选机械性能评价	35
2.1.4	分选机械分类	36
2.2	散粒体物料分选机械	37
2.2.1	气流分选机械	37
2.2.2	筛选机械	40
2.2.3	重力分选机械	44
2.2.4	精选机械	47
2.2.5	其他分选设备	53
2.3	块状物料分选机械	55
2.3.1	尺寸式分选机械	55
2.3.2	重量式分级机	59
2.3.3	果蔬图像处理分级机	62

2.3.4	内在品质分选设备	63
3	皮核剥离机械	70
3.1	剥壳机械	70
3.1.1	剥壳原理	70
3.1.2	典型剥壳机械	71
3.2	去皮机械	77
3.2.1	去皮原理	77
3.2.2	典型去皮机	78
3.3	去核机	82
3.3.1	水果去核原理	82
3.3.2	典型的去核机	83
4	切割与粉碎机械	89
4.1	概述	89
4.1.1	目的	89
4.1.2	基本方法及适用性	89
4.1.3	常见食品物料尺度的表示及其测定方法	91
4.2	切割机械	93
4.2.1	切割原理	93
4.2.2	切割器的基本类型与刀片性能分析	94
4.2.3	生产中常见刀片结构形式	96
4.2.4	典型切割机械	97
4.3	粉碎机械	111
4.3.1	粉碎理论与工艺	111
4.3.2	冲击式粉碎机	113
4.3.3	研磨式粉碎机	121
5	物料分离机械	128
5.1	概述	128
5.1.1	物料特性、分离形式及特点	128
5.1.2	食品工业产品分离的技术要求	129
5.2	压榨机械与设备	129
5.2.1	压榨原理与应用	129
5.2.2	典型压榨机械	131
5.3	过滤设备	136

5.3.1	过滤分离原理及应用	136
5.3.2	典型过滤机械	138
5.3.3	过滤机的选择与应用	147
5.4	离心机	148
5.4.1	离心分离原理与离心机分类	148
5.4.2	典型离心机	150
5.4.3	离心机的选用	156
5.5	萃取机械	157
5.5.1	萃取原理	157
5.5.2	液-液萃取设备	159
5.5.3	固-液萃取设备	162
5.5.4	超临界萃取设备	168
5.6	膜技术设备	170
5.6.1	膜分离基本概念	170
5.6.2	超滤与反渗透膜组件	171
5.6.3	电渗析器设备	178
5.6.4	膜技术设备的系统配置	180
5.6.5	膜分离技术在食品工业中的应用	183
5.7	蒸馏设备	185
5.7.1	蒸馏原理	185
5.7.2	板式塔	186
5.7.3	填料塔	192
5.7.4	酒精蒸馏设备	196
6	物料混合机械	200
6.1	物料混合的基本概念	200
6.1.1	目的和要求	200
6.1.2	混合原理	200
6.2	粉体混合机	201
6.2.1	粉体混合机理及混合均匀度的表示方法	201
6.2.2	固定容器式混合机	203
6.2.3	回转容器式混合机	206
6.2.4	混合质量影响因素及改善措施	208
6.3	液料搅拌器	208

6.3.1	搅拌器形式及液流流型	208
6.3.2	搅拌器安装形式	209
6.3.3	搅拌器的结构与选型	210
6.4	均质机	216
6.4.1	均质原理	216
6.4.2	高压均质机	217
6.4.3	高剪切均质机	219
6.5	静态混合器	222
6.5.1	静态混合原理	223
6.5.2	典型静态混合器	224
6.6	捏和机	225
6.6.1	捏和原理	225
6.6.2	捏和机的分类	226
6.6.3	典型捏和机	226
7	发酵设备	232
7.1	发酵设备的类型和基本构成	232
7.1.1	发酵设备的基本要求	232
7.1.2	发酵设备的分类	232
7.2	嫌气发酵设备	233
7.2.1	间歇式发酵罐	233
7.2.2	连续酒精发酵设备	235
7.3	通风发酵设备	242
7.3.1	通风发酵设备的基本要求及类型	242
7.3.2	机械搅拌发酵罐	242
7.3.3	自吸式发酵罐	245
7.3.4	气升式发酵罐	248
7.3.5	通风发酵发酵罐的比拟放大和设计基本原则	250
7.3.6	通风发酵附属设备	251
8	食品成型机械	258
8.1	辊制成型机械	258
8.1.1	辊压成型机	259
8.1.2	辊印成型机	264
8.1.3	辊切成型机	266

8.2	冲制成型机械	267
8.2.1	印模组件	268
8.2.2	冲印驱动机构	268
8.3	挤出成型机械	269
8.3.1	挤出成型原理与设备	269
8.3.2	包馅成型的原理与设备	272
8.4	揉制成型机械	277
8.4.1	网格式面包成型机	277
8.4.2	伞形揉圆机	278
8.4.3	碗形揉圆机	280
8.5	浇注成型机械	280
8.5.1	间歇式蛋糕浇模机	280
8.5.2	连续式糖果浇模成型机	281
8.5.3	组合式夹心糖浇模成型机	281
9	食品挤压加工设备	283
9.1	挤压熟化技术的基本概念	283
9.1.1	挤压熟化技术的概念	283
9.1.2	挤压熟化技术的特点	284
9.1.3	挤压熟化食品的特点	284
9.1.4	挤压机类型及特点	285
9.2	单螺杆挤压熟化机	287
9.2.1	单螺杆挤压机的构成	287
9.2.2	单螺杆挤压原理	288
9.2.3	单螺杆挤压机主要工作构件	289
9.2.4	单螺杆挤压熟化机的操作	296
9.3	双螺杆挤压机	297
9.3.1	双螺杆挤压机分类及特性	298
9.3.2	双螺杆挤压机挤压过程	299
9.4	挤压过程工艺变量的测控	301
10	食品熟制设备	303
10.1	蒸煮熟制设备	303
10.1.1	夹层锅	303
10.1.2	螺旋式连续预煮机	304

10.1.3	链带式连续预煮机	305
10.1.4	柱式连续粉浆蒸煮设备	306
10.2	烘烤熟制设备	307
10.2.1	远红外加热原理及元件	307
10.2.2	远红外食品烤炉	309
10.3	油炸熟制设备	311
10.3.1	普通电热式油炸锅	312
10.3.2	水油混合式油炸设备	312
10.3.3	真空低温油炸机	313
10.3.4	BRN 隧道式连续油炸机	314
10.4	微波加热原理与设备	315
10.4.1	微波加热原理	315
10.4.2	微波加热设备	315
11	杀菌设备	318
11.1	加热杀菌设备类型	318
11.2	后包装加热杀菌设备	319
11.2.1	管式杀菌装置	319
11.2.2	板式杀菌机	326
11.2.3	刮板式杀菌设备	335
11.2.4	蒸汽喷射式超高温瞬时杀菌装置	336
11.2.5	注入式超高温瞬时杀菌装置	338
11.2.6	自由降膜式超高温瞬时杀菌装置	339
11.3	罐装食品加热杀菌设备	341
11.3.1	罐装食品加热杀菌特点及设备分类	341
11.3.2	间歇式杀菌锅	341
11.3.3	连续式杀菌机	350
12	浓缩设备	357
12.1	浓缩的基本原理及其设备分类	357
12.1.1	浓缩的基本原理	357
12.1.2	料液特性对于浓缩设备选择的影响	357
12.1.3	浓缩设备的分类	358
12.2	常压蒸发设备	359
12.3	真空浓缩设备	360

12.3.1 非膜式真空蒸发器	360
12.3.2 膜式蒸发器	363
12.3.3 真空浓缩系统附属设备	371
12.4 真空浓缩系统	373
12.4.1 真空浓缩系统的配置类型及特点	373
12.4.2 典型真空浓缩系统	374
13 物料干燥设备	379
13.1 干燥原理及对干燥设备的技术要求	379
13.1.1 干燥过程	379
13.1.2 干燥设备技术要求	380
13.1.3 干燥设备的选用	381
13.2 通风干燥设备	381
13.2.1 厢式干燥机	381
13.2.2 带式干燥机	383
13.2.3 流化床干燥器	385
13.3 滚筒干燥设备	391
13.3.1 滚筒干燥的特点	391
13.3.2 滚筒干燥流程	391
13.3.3 滚筒干燥器	392
13.4 真空干燥设备	394
13.4.1 真空干燥的主要特点	394
13.4.2 真空干燥设备类型	394
13.5 喷雾干燥设备	396
13.5.1 喷雾干燥原理	396
13.5.2 喷雾干燥设备的主要构成	397
13.5.3 喷雾干燥设备系统配置	408
13.6 升华干燥设备	412
13.6.1 升华干燥的原理和特点	412
13.6.2 升华干燥过程的三个阶段	412
13.6.3 升华干燥装置的基本构成	413
13.6.4 食品升华干燥设备的类型	414
14 速冻与制冰设备	417
14.1 压缩制冷原理及系统	417

14.1.1	压缩制冷原理	417
14.1.2	制冷压缩机	418
14.1.3	压缩制冷系统的主要附属设备	420
14.1.4	常见制冷系统	426
14.2	食品速冻设备	427
14.2.1	速冻方法与特点	428
14.2.2	常见速冻设备	429
14.3	制冰机	437
14.3.1	大型冰块制冰机	437
14.3.2	专用冰制冰机	439
14.3.3	连续式冰淇淋凝冻机	441
15	食品包装机械	447
15.1	食品包装技术方法与包装机械的类型	447
15.1.1	食品包装技术方法	447
15.1.2	包装机械类型	448
15.2	灌装机	448
15.2.1	液体食品灌装工艺及方法	449
15.2.2	灌装机主要工作装置	450
15.2.3	典型灌装机	460
15.3	充填包装机	469
15.3.1	容积式充填机	469
15.3.2	称重式充填机	472
15.3.3	计数式充填机	477
15.4	多功能包装机	479
15.4.1	袋成型-充填-封口机	479
15.4.2	热成型-充填-封口机	493
15.5	刚性容器封口机械	497
15.5.1	刚性容器封口形式	498
15.5.2	常见刚性容器封口机械	498
	主要编写参考书目	506

1 物料输送机械

本章学习目标

- ① 了解各种形态物料的输送特点；
- ② 掌握输送机械的主要类型及其工作原理；
- ③ 了解各种主要输送机械的基本结构；
- ④ 掌握输送机械的基本性能特点；
- ⑤ 掌握输送机械的选用和使用要点。

在食品工厂中,存在大量的物料如食品原料、辅料、半成品和成品的运输问题,为了提高生产率,减轻体力劳动,需要采用各式各样输送机械来完成物料的输送任务。

食品工厂输送机械的作用是在一台单机中或一条生产线中,将物料按工艺要求从一个工序传送到另一个工序,有时在传送过程中对物料进行工艺操作。

输送机械的类型,按传送过程的连续性可分为连续式和间歇式两大类,按传送时的运动方式可分为直线式和回转式,按驱动方式分机械驱动、液压驱动、气压驱动和电磁驱动等形式,按所传送的物料形态可分为固体物料输送机械和流体物料输送机械。

为了达到良好的输送效果,应该根据物料性质(如固体物料的组织结构、形状、表面状态、摩擦因数、密度、粒度大小,液体物料的黏度、成分构成)、工艺要求、输送路线及运送位置的不同选择适当形式的输送设备。

1.1 固体物料输送机械

食品工厂中,固体物料可能以个体(如箱、袋、瓶、罐)或群体(如粉、粒)形式进行输送。在输送过程中应能够保持自身稳定的形状,在一定的压力下可不致造成破损,但过大的压力可能会对物料造成损害。目前应用的固体物料输送设备有带式输送机、螺旋输送机、刮板式输送机、斗式提升机、气力输送设备、振动输送机、辊轴输送机、悬挂输送机等,本节仅介绍其中部分典型设备。

1.1.1 带式输送机

带式输送机是食品工厂中应用最广泛的一种连续输送机械,用于块状、颗粒状物料及

整件物料的水平方向或倾斜方向的运送,同时还常用做连续分选、检查、包装、清洗和预处理的操作台等。

1.1.1.1 带式输送机工作原理及类型

带式输送机是一种具有挠性牵引构件的运输机械,如图 1-1 所示,它主要由环形输送带 6、驱动滚筒 8、张紧滚筒 1、张紧装置 2、装料斗 3、卸料装置 7、托辊 5 及机架组成。环形输送带作为牵引及承载构件,绕过并张紧于两滚筒上,输送带依靠其与驱动滚筒之间的摩擦力产生连续运动,同时,依靠其与物料之间的摩擦力和物料的内摩擦力使物料随输送带一起运动,从而完成输送物料的任务。物料从装料斗进入输送带上,通常被运送至输送机的另一端,当需途中卸料时,可在相应位置另设卸料器。

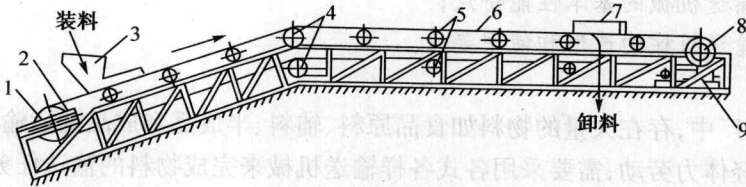


图 1-1 带式输送机

1—张紧滚筒 2—张紧装置 3—装料斗 4—改向滚筒 5—托辊
6—环形输送带 7—卸料装置 8—驱动滚筒 9—驱动装置

带式输送机结构简单,适应性广;使用方便,工作平稳,不损伤被运输物料;输送过程中物料与输送带间无相对运动,可输送研磨性物料;运输速度范围广(0.02~4.00m/s),输送距离长,输送能力强,能耗低;但输送带易磨损,在输送轻质粉料时易形成飞扬。

1.1.1.2 主要构件

a. 输送带: 作为具有牵引和承载功能的构件,输送带应具有强度高、挠性好、质量轻、延伸率小、吸水性小、耐磨性好的特点。食品工业常用的输送带有机橡胶带、纤维编织带、网状钢丝带及塑料带。其中,橡胶带为纤维织品与橡胶构成的复合结构,上下两面为橡胶层,耐磨损,具有良好的摩擦性能,并可防止介质的侵蚀。其工作表面有平面和花纹两种,后者适宜于内摩擦力较小的光滑颗粒物料的输送。食品工业中还常采用不锈钢丝网带,其强度高、耐高温、耐腐蚀,适用于边输送,边清洗、沥水、炸制、通风冻结、干燥的场合。塑料带耐磨、耐酸碱、耐油、耐腐蚀,适用温度变化范围大,一般有单层和多层结构,其中多层结构塑料带与普通型橡胶带相似。

b. 驱动装置: 包括电动机、减速器、驱动滚筒,在倾斜式输送机上还设有制动装置。驱动滚筒是传递动力的主要部件,一般为空心结构,其长度略大于带宽。驱动滚筒呈鼓形结构,即中部直径稍大,用于自动纠正输送带的跑偏。

c. 托辊: 用于承托输送带及其上面的物料,避免作业时输送带产生过大的挠曲变