

普通高等教育“十三五”规划教材
高等院校特色专业建设教材

食品机械与设备

■ 高海燕 曾洁 主编
■ 王毕妮 黄晓杰 副主编

SHIPIN JIXIE
YU SHEBEI



化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材
高等院校特色专业建设教材

食品机械与设备

- 高海燕 曾洁 主编
- 王毕妮 黄晓杰 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以产品分类为主线,介绍焙烤食品、肉制品、乳制品、果品罐头、果酒、果汁、果蔬干制品、糖果巧克力生产加工中所用的机械与设备,包括输送设备、清理设备、搅拌机械、成型机械、烘烤设备、均质机、干燥设备、浓缩设备、杀菌设备、包装机械等,涉及机械设备的原理、结构、使用等。

本书可供食品科学与工程相关专业师生、食品机械设备生产及设计人员、食品企业生产技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

食品机械与设备/高海燕,曾洁主编. —北京:化学工业出版社,2017.9
ISBN 978-7-122-30283-0

I. ①食… II. ①高… ②曾… III. ①食品加工设备
IV. ①TS203

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 173987 号

责任编辑:彭爱铭

责任校对:王 静

装帧设计:韩 飞

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:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张23¼ 字数451千字 2017年10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:39.00元

版权所有 违者必究



“食品机械与设备”是食品科学与工程专业的重要课程之一。它重点研究食品加工设备的种类、工作原理、结构、工作过程、主要技术参数、机械设备的选择和使用维护等方面的内容。

本门课程打破了原有的按照“机械设备的功能来分类”的传统学科式教学模式，实行以“原料或生产的产品分类”为课程教学主线，紧密结合企业工艺生产实际，方便理解和学习，激发学生学习兴趣。

本课程采用了“案例教学法”，即任课教师以不同品种的食品加工生产线为案例，以教学内容为依托，利用现代教育手段进行多媒体和网络教学，使过去课堂上空洞的语言描述形象化、具体化。

本书涉及面广，内容丰富，图文并茂，适当地反映了国内外该领域内的先进技术状况。本书以国内外典型的食品加工生产线为主线进行讲解，具有实用性强、针对性强等特点。

本书不仅适合作为普通高等院校教材，也可作为高职高专院校、中等职业技术学校的参考书，还可供企业技术人员学习参考使用。

本教材编写分工如下：河南科技学院高海燕负责第一、第二、第四、第五章的编写和全书统稿工作，河南科技学院曾洁负责第三、第六、第七的编写，锦州医科大学黄晓杰负责第八章和第十章的编写，陕西师范大学王毕妮负责第九章并参与第八章的编写，齐齐哈尔工程学院相玉秀负责第十一章的编写。沈阳师范大学赵秀红，浙江海洋大学宋茹，西北农林科技大学杨保伟，河南科技学院研究生胡雅婕、贾甜、张瑞瑶，锦州医科大学张莉力、孙晶参与了部分内容的编写、资料整理工作。同时感谢兰州理工大学舒宗美老师等广大同仁反馈的宝贵意见。

由于笔者水平有限，时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编者

2017年5月

**第一章 绪论****1**

第一节 食品设备基本要求	1
一、技术经济指标	1
二、设备设计要求	3
三、设备选型原则	5
第二节 食品机械分类	6
一、按产品分类	6
二、按设备功能分类	6
三、食品设备发展趋势	7
四、食品设备金属材料	9

第二章 输送设备**16**

第一节 固体物料输送设备	16
一、带式输送机	16
二、斗式提升机	21
三、螺旋输送机	25
四、振动输送机	29
五、气流输送设备	31
六、风机设备	40
第二节 液体输送设备	43
一、离心泵	43
二、螺杆泵	46
三、齿轮泵	47
四、罗茨泵	48
五、滑片泵	49
六、活塞泵	49
第三节 抽真空设备	50
一、水环式真空泵	50
二、旋片式真空泵	51

三、蒸汽喷射真空泵	52
四、水力喷射真空泵	52
五、罗茨真空泵	53
六、往复式真空泵	54

第三章 焙烤食品加工设备

58

第一节 烘烤食品生产概述	58
一、焙烤加工生产工艺流程	58
二、焙烤食品生产操作要点	59
三、焙烤食品常用设备	60
第二节 和面机	62
一、和面机调制基本过程	62
二、和面机分类	63
三、和面机主要零部件	64
四、换热式调和机	68
第三节 打蛋机	69
一、打蛋机工作原理	69
二、打蛋机结构	69
第四节 食品成型机	73
一、食品成型机械分类	73
二、面包搓圆机	73
三、元宵成型机	74
四、包馅机械	75
五、饺子机	79
六、饼干成型机	81
七、软料糕点成型机	85
第五节 焙烤机械设备	88
一、烤炉分类	89
二、远红外加热机械	94

第四章 肉制品加工设备

101

第一节 肉制品生产概述	101
一、肉制品加工流程	101
二、肉制品加工工艺要点	101
第二节 分割机械设备	104

一、斩拌机	104
二、绞肉机	105
第三节 灌肠打卡机械设备	108
一、灌肠机	108
二、打卡机	109
第四节 蒸煮机械设备	109
一、蒸煮目的与分类	109
二、夹层锅	110
三、链带式连续预煮机	111
四、螺旋式连续预煮机	112
五、蒸汽热烫机	113
第五节 烟熏设备	114
一、烟熏炉原理	114
二、直火式烟熏设备	115
三、全自动烟熏炉	115
第六节 肉制品包装机械设备	116
一、肉品包装分类	116
二、机械挤压式真空包装机	120
三、制袋用真空包装机	120
四、高压蒸煮袋包装设备	121

第五章 乳制品加工设备

125

第一节 乳制品生产概述	125
一、UHT 乳生产设备流程	125
二、全脂乳粉生产设备流程	126
三、甜炼乳生产设备流程	126
第二节 牛奶净化分离设备	127
一、双联过滤器	127
二、离心净乳机	128
三、碟式分离机	129
第三节 杀菌及清洗设备	130
一、换热设备概述	131
二、冷热缸	135
三、板式换热器	136
四、超高温瞬时灭菌机	138
五、CIP 清洗设备	141

第四节 均质设备	145
一、均质机概述	145
二、高压均质机	145
三、超声波均质机	146
第五节 液体软包装机	148
一、袋装机工作过程和基本形式	148
二、袋装机的种类	149
三、无菌灌装系统	152
第六节 喷雾干燥机	156
一、喷雾干燥概述	156
二、料液雾化	157
三、干燥形式	159
四、立式压力喷雾设备	160
五、MD 型压力喷雾干燥设备	161
六、离心喷雾干燥机系统	162

第六章 果品罐头加工设备

166

第一节 果品罐头生产概述	166
一、果品罐头生产流程	166
二、果品罐头生产操作要点	166
第二节 物料清洗机械设备	167
一、XG-2 型洗果机	168
二、GT5A9 型柑橘刷果机	168
三、螺旋式清洗机	168
四、组合式清洗机	169
第三节 罐头瓶清洗设备	170
一、旋转圆盘式空罐清洗机	170
二、滚动式洗罐机	170
三、三片罐空罐清洗机	171
四、G17D3 型空罐清洗机	172
第四节 果蔬分选及分级机械	173
一、尺寸分级设备	173
二、重量分级设备	176
三、色选分级设备	176
四、内部质量分选设备	178
五、金属及异物分选设备	180

六、X 射线异物探测器	182
第五节 果蔬切片机械设备	183
一、蘑菇切片机	183
二、菠萝切片机	185
三、青刀豆切端机	187
四、果蔬切片机	189
五、果蔬切丁机	189
第六节 罐头封罐机械设备	190
一、封罐机的类型	190
二、二重卷边的形成	191
三、卷边滚轮径向推进方法	192
四、GT4B2 型自动真空封罐机	195
五、GT4D5 型半自动玻璃罐封口机	199
六、四旋封罐机	202
第七节 杀菌机械设备	203
一、立式杀菌锅	203
二、卧式杀菌设备	204
三、回转式杀菌设备	206
四、淋水式杀菌设备	210
五、常压连续杀菌机	211
六、高压连续杀菌机	213

第七章 果酒加工设备

221

第一节 果酒生产概述	221
一、果酒酿造工艺流程	221
二、果酒酿造设备流程	222
三、果酒酿造操作要点	222
第二节 破碎压榨设备	225
一、葡萄破碎除梗机	225
二、气囊压榨机	226
第三节 发酵机械设备	226
一、发酵罐类型	226
二、通风式发酵罐	228
三、自吸式发酵罐	229
四、气升式发酵罐	232
五、发酵罐空气净化系统	232

第四节 过滤机械设备	234
一、板框压滤机	234
二、加压叶滤机	236
三、转筒真空过滤机	236
四、硅藻土过滤机	238
第五节 洗瓶机械设备	239
一、单端式全自动洗瓶机	240
二、双端式全自动洗瓶机	240
第六节 液体灌装机械设备	241
一、液体灌装机的分类	241
二、液体灌装的工作过程	242
三、液体灌装原理及其选择	245

第八章 果汁加工设备

252

第一节 果汁加工概述	252
一、果汁生产工艺流程	252
二、果汁浓缩操作要点	252
第二节 果蔬清洗设备	253
一、鼓风式清洗机	253
二、栅条滚筒式清洗机	254
三、喷淋式滚筒清洗机	254
四、浸泡式滚筒清洗机	255
第三节 果蔬破碎设备	256
一、水果破碎机	256
二、果蔬打浆设备	258
第四节 果蔬榨汁设备	260
一、螺旋式榨汁机	260
二、布赫榨汁机	261
三、连续式压榨机	262
第五节 果蔬汁均质设备	264
一、离心式均质机	264
二、胶体磨	265
三、高剪切乳化机械设备	265
第六节 果汁脱气设备	266
一、真空脱气罐	266
二、齿盘式排气箱	267

第七节 果蔬浓缩设备	268
一、真空浓缩概述	268
二、搅拌式真空浓缩锅	269
三、盘管式浓缩锅	269
四、中央循环管式浓缩锅	271
五、强制循环式蒸发器	272
六、升膜式真空浓缩设备	273
七、降膜式真空浓缩设备	275
八、刮板式薄膜蒸发器	276
九、真空浓缩装置的辅助设备	278
第八节 无菌包装及封箱设备	280
一、纸盒无菌包装机械	280
二、塑料瓶无菌包装机械	282
三、封箱设备	283

第九章 果蔬干制加工设备

288

第一节 果蔬干制概述	288
第二节 厢式干燥机	288
一、轴流风扇厢式干燥机	289
二、水平气流厢式干燥机	289
三、穿流气流厢式干燥机	290
第三节 隧道式干燥机	291
一、轨道式隧道干燥机	291
二、混合式隧道干燥机	293
三、穿流型隧道干燥机	293
第四节 流化床干燥设备	294
一、单层流化床干燥器	295
二、多层流化床干燥器	295
三、穿流板式流化床干燥器	296
四、卧式流化床干燥器	296
第五节 真空干燥设备	297
一、箱式真空干燥机	298
二、带式真空干燥机	299
三、真空滚筒干燥机	300
第六节 微波干燥设备	300
一、箱式微波干燥机	301

二、隧道式微波干燥机	301
三、设备选用考虑因素	302

第十章 糖果巧克力加工设备

305

第一节 糖果生产概述	305
一、真空熬煮糖果加工工艺	305
二、巧克力加工工艺	306
第二节 辊式磨粉机械	307
一、磨辊的配置	308
二、齿辊的技术特性	308
三、辊式磨粉机结构	309
第三节 注模成型机械	312
一、巧克力注模成型机械	312
二、糖果注模成型机械	313
第四节 包装机械	314
一、糖果扭结式包装机械	314
二、糖果折叠式包装机械	315
三、热熔封缝式包装机械	317
第五节 贴标喷码机械设备	318
一、贴标机械	318
二、喷码机械	325

第十一章 冷冻设备

330

第一节 冷冻设备概述	330
一、制冷基本原理	330
二、制冷压缩机	333
三、冷凝器	337
四、膨胀阀	340
五、蒸发器	341
第二节 制冷系统中常用附属装置	343
一、油分离器	343
二、集油器	343
三、储液器	344
四、氨液分离器	344
五、空气分离器	345

六、干燥过滤器	345
七、中间冷却器	346
八、凉水装置	346
九、阀门和控制器	347
第三节 速冻设备	349
一、箱式速冻机	350
二、隧道式速冻机	350
三、流化床式速冻机	350
四、螺旋式速冻机	351
五、浸渍式速冻机	352
第四节 气调冷藏设备	352
一、库房和制冷系统	353
二、氮发生器	353
三、二氧化碳吸附机组	353
四、其他装置	354

第一章 绪 论

食品机械是把食品原料加工成食品（或半成品）的机械。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，提供了重要保障。

近二十年来，食品工业和食品机械工业迅速发展，产品品种和产量、产值都大幅度增加，引进技术和装备也促进了国内技术水平的提高，缩小了和世界先进水平的差距。据不完全统计，国内生产食品机械的企业上千家，产品品种已发展到几千种。

由于食品机械处理的原料和产品的品种繁多，大部分原料都具有生物属性，产品又都要为人类的生理和习惯所接受，处理过程十分复杂多变，物理和化学形态也与一般机械所处理的物料大不一样，既有固相、液相和气相，还有各种质地不同的粉粒料、果蔬、肉类、柔韧的面团、不易流动的浆料、胶体和悬浊液等，因此食品机械的种类也极其繁多，要求各不相同。

食品机械涉及的知识面十分广泛，既要掌握一般机械结构与工作原理，又要深入了解各种食品加工工艺的要求，包括物料的各种理化过程，在此基础上才能研究和生产出比较完善的食品机械。

当前的机械加工已经离不开微电子技术，食品工业和食品机械也不例外。各种机械设备都要向机电一体化方向发展，利用微电子技术对过程进行检测和监控，这不仅是提高劳动生产率的需要，同时也能保证产品的质量和改善卫生条件。

第一节 食品设备基本要求

一、技术经济指标

任何机械设备在社会生产中所能够得到推广使用的程度，首先决定于它的技

术经济指标,食品机械也不例外。当然,对各类食品机械来说,还有一些与其他机械设备不同的要求。所有这些要求的总和,就形成了我们研究和设计新的食品机械的指导思想。归根到底,就是力求用最低的成本造出最适用的食品生产机械设备,并能用这些机械设备以最低的成本制造出最合乎要求的各种食品。

1. 单位生产能力

这是指机械设备生产食品产品的能力,也就是生产某种食品的速率。例如一台隧道式烤炉每单位时间(小时)内可以烘烤出多少月饼。食品生产往往是流水线作业,在生产流水线中总是有许多台机器设备按照一定的顺序共同完成一个产品。例如月饼生产线中就由配料、混合、搅拌、成型、烘烤、包装等设备组成,中间还有各种输送及辅助设备。各台机器设备在生产能力方面,必须取得平衡和一致。否则,一部分机器设备的能力不能得到充分发挥,而另一部分则处于能力不足的状态。整个生产流水线的生产能力只能以流水线中生产能力最低的一台设备为基准。

机器技术的先进与否,不决定于生产能力或生产速率。食品厂的生产规模有大有小,这取决于产品的品种、原料的供应、消费范围、运输条件等一系列因素。即使生产同一种食品产品的机器设备,也往往要求各种不同的生产能力,形成一定的系列。

一般来说,生产规模越大,经济效益越高,对产品质量的管理也越有利。但是对保质期有限的食品来说,生产受市场消费的制约,还要考虑食品安全储存的货架寿命以及原料供应的季节性。同时,人们对食品的需求,趋向于品种越来越多,因此,食品机械的最合理规模,必须要根据需求作具体的分析。

食品生产的参数往往多变,所以生产能力也常常需要允许作多种速率的调节,采用调速电动机来带动整条生产线。

2. 消耗系数

消耗系数是指机器设备生产每单位重量或单位体积的产品所需耗费的原材料及能量,包括原料、燃料、蒸汽、水、电能、润滑剂、零配件磨耗、机器折旧等。消耗系数不仅与所采用的工艺路线有关,而且与机器设备的设计有密切关系。例如食品生产中经常有蒸发、干燥、烘烤等操作,都消耗大量的热能,在机器设计中采用不同的热源和结构,就可能在技术经济指标上取得不同的效果,一般来说,消耗系数越低越好。

3. 设备价格

机械设备的价格影响到食品工厂投资的大小。一般情况下,如果能达到同样的或相近的工艺效果,应该采用价廉的设备。但有时设备虽然复杂些,价格高一些,但却有好的性能,能确保食品产品有较高的质量,并且操作控制都能达到自动化,则在进行全面经济分析后较高的价格也可以被接受。

设备价格的高低要与设备的寿命联系起来考虑,因为计入产品成本的是设备的折旧费用,设备寿命越长,则折旧费越低。同时还要考虑到设备的技术更新年限,有些设备并不需要太长的寿命,因为过了几年之后,随着科学技术的发展,即使设备寿命未到,也要加以更新,这样在技术经济上更加合理。

4. 管理费用

这里面包括劳动工资、操作维护以及检修费用等。管理费用在生产成本中占了相当大的比例,但管理费用不是一个孤立的因素。某些机器设备比较简单,设备费用和维修费用很低,但生产中使用劳动力多,不见得合理。反之,如果用高度自动化的生产流水线,投资增加了,但管理费用可能降低。

高度自动化的机器设备所需要的管理人员数量虽少,但是对管理人员的素质要求高得多。

5. 产品总成本

这是生产中一切经济效果的综合反映,也是食品厂选用食品机械的基本出发点。

二、设备设计要求

食品机械的设计是一个十分复杂的技术课题,由于食品原料和产品的多样性和复杂性,不仅需要掌握一般机械设计所必需具备的知识和技巧,而且必须了解食品及其原料的物理和化学性质、食品工艺过程和有关的工程问题,甚至于还需要了解人机工程以及造型设计等知识。作为食品机械的基本设计要求可归纳为以下几点。

1. 满足既定的食品工艺要求,反映工艺的适用性和先进性

任何机械设计必须符合功能要求。要保证以一定的运行速度,生产一定质量的产品,产品的质量必须保持均一性和稳定性。

食品机械常常被要求生产不同品种或不同质量的产品,一台机器或一条流水线上采用不同的原料配方,改变工艺参数或者设备的工作条件,可以制造出多种多样的食品。例如,一条饼干生产线不能只生产单一品种的饼干,要能够配换各种饼干成型印模,允许变换烘焙时间和温度是饼干机械的必备条件。制粉机械在制造各种专用面粉或者在改变小麦原料品种时,也必须要改变磨粉机的工作参数和调整粉路配置。

机器的设计必须提供改变生产条件的可能性,为使用者提供方便。

2. 机械结构的合理性、可靠性和耐久性

这是单纯从机械角度来考虑的问题。机器结构的合理性包括制造和装配关

系、传动方式的选择以及为操作维修提供的方便等。在满足工艺功能要求的前提下,力求简化机器的机构和结构。

机器的可靠性和耐久性是不可分割的概念,是指机器在规定的工作条件下,在规定的使用寿命内保持原定功能的程度。它与机器的整体结构及零件的强度、刚度、耐磨性、耐腐蚀性、抗干扰性等因素有关。在现代机械工程中,可靠性是一项不可忽视的重要指标,对食品机械来说,其工作要求往往是自动化、连续化的生产线,如果在某一个环节出现故障,就将导致整条生产线的停工,甚至所投入的原料全部报废。

食品机械所处理的物料常常是数量很大的,某些工作部件时时刻刻受到物料的摩擦和磨损,如磨粉机的磨辊、食品挤出机的螺杆和套筒。正确确定机器零部件的寿命及组合方式,以达到机器最可靠的使用性能是十分必要的。但是机器零部件的使用寿命往往难以在设计时用理论计算得出,而必须在实测的基础上加以确定。

需要指出一个可能的错误观念,机器零部件的寿命并不是磨损或疲劳到破坏的时间,而是在即将不能保持其规定性能时,即认为其寿命中止,不能等到造成破坏再去更换。

3. 机器的能耗

一般机械的能耗常常反映在传动机械效率上。在食品机械中大量能量用来处理改变食品的形态和性能。例如浓缩、干燥、烘烤操作中能量的有效部分是用来加热物料和蒸发水分,在粉碎、分切操作中,能量的有效部分是用来减小物料的形体尺寸。除此之外还必然有部分能源变成摩擦热能损耗于机器或环境中,或者被介质带走,成为热损失。

我国不是一个能源充裕的国家,节省能源、提高能量的利用率也是设计机器要考虑的因素之一,也是我们选购机械设备要考虑的因素之一。同时,还应结合地区条件,多使用天然能源和廉价能源。

4. 卫生要求

这是食品机械区别于其他机械的基本特征之一,国家已经颁布了“食品卫生法”,对食品生产提出了严格的卫生要求。

食品机械中与食品物料直接接触的零部件,一定要选用无毒、耐腐蚀的材料。机器与食品接触部分必须便于拆装,以便随时清洗或清扫,并在结构中不允许有任何清洗不到的死角,以避免物料的积存和防止微生物在这些部位生长繁殖。

食品机械的传动润滑也和其他机器有不同的要求,传动密封要可靠,防止润滑剂进入食品。有些开启式传动件要用食用油脂或无毒油脂润滑,也有的构件完全不用润滑而采用有自润滑性能的材料,如聚四氟乙烯。以前食品机械中有用液