

高 等 学 校 食 品 专 业 系 列 教 材



食品机械与设备

FOOD MACHINES AND EQUIPMENTS

陈从贵 张国治 / 主编

東南大學 出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

高等学校食品专业系列教材

食品机械与设备

主 编 陈从贵 张国治
副 主 编 杨国峰 顾 林 周先汉 董吉林
编 委 (以姓氏笔画为序)
 刘进杰 陈从贵 杨国峰 张国治
 张 莉 周先汉 顾 林 董吉林
 程杰顺

东南大学出版社

·南京·

内 容 提 要

了解和掌握食品机械的工作原理、结构、性能、特点等,是食品工程领域科学研究与产品开发人员应该具备的基本素质。食品机械课程作为“食品科学与工程”本科专业的一门主干课程,其主要任务是:归纳与阐述食品工业中典型食品机械的结构原理、性能特点、适用范围和设计计算;培养学生科学设计与合理选择食品机械的初步能力。

本教材结合食品机械的发展,侧重于食品机械的功能区分,力求在阐述各种典型食品机械工作原理的基础上,更多地结合生产实际与产品的发展,沟通理论设计与生产实践的关系,以期让学生明确食品机械的设计思路与选型方法,具备典型食品机械的初步设计与选型能力,并了解食品机械发展的一些新动向。本书也可作为食品工程及相近领域从业人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

食品机械与设备/陈从贵,张国治主编. —南京:东南大学出版社,2009.6
(高等学校食品专业系列教材)
ISBN 978-7-5641-1684-2

I. 食… II. ①陈…②张… 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(2009)第 085241 号

食品机械与设备

出版发行:东南大学出版社
社 址:南京四牌楼 2 号 邮编:210096
出 版 人:江 汉
网 址:<http://press.seu.edu.cn>
电子邮件:press@seu.edu.cn
经 销:全国各地新华书店
印 刷:扬州鑫华印刷有限公司
开 本:787mm×1092mm 1/16
印 张:26.25
字 数:638 千字
版 次:2009 年 7 月第 1 版
印 次:2009 年 7 月第 1 次印刷
书 号:ISBN 978-7-5641-1684-2
印 数:1~3000 册
定 价:45.80 元

本社图书若有印装质量问题,请直接与读者服务部联系。电话(传真):025-83792328

高等学校食品专业系列教材

编写委员会

(以姓氏笔画为序)

- | | |
|-----|----------------------------|
| 王晓曦 | 河南工业大学粮油食品学院副院长、教授 |
| 王向东 | 山西师范大学工程学院院长、教授 |
| 邓泽元 | 南昌大学生命科学学院副院长、教授,博士生导师 |
| 毛多斌 | 郑州轻工业学院食品与生物工程学院院长、教授 |
| 艾志录 | 河南农业大学食品科学技术学院副院长、副教授 |
| 刘建学 | 河南科技大学食品与生物工程学院副院长、教授 |
| 张 灏 | 江南大学食品学院院长、教授,博士生导师 |
| 孟岳成 | 浙江工商大学食品科学与工程系主任、教授 |
| 陆兆新 | 南京农业大学食品科技学院院长、教授,博士生导师 |
| 陈正行 | 江南大学食品学院副院长、教授,博士生导师 |
| 陈锦权 | 福建农林大学食品科学学院党委书记、教授,博士生导师 |
| 杜云建 | 淮海工学院海洋学院副教授 |
| 郑铁松 | 南京师范大学食品科学与营养系主任、副教授 |
| 姜绍通 | 合肥工业大学生物与食品工程学院院长、教授,博士生导师 |
| 赵丽芹 | 内蒙古农业大学食品科学与工程学院副院长、教授 |
| 赵希荣 | 淮阴工学院食品系主任、副教授 |
| 钱建亚 | 扬州大学食品科学与工程学院教授 |
| 董 英 | 江苏大学食品与生物工程学院总支书记、教授,博士生导师 |
| 蒋爱民 | 华南农业大学食品学院教授,博士生导师 |
| 熊晓辉 | 南京工业大学食品科学与工程系主任、教授 |
| 鞠兴荣 | 南京财经大学副校长、教授,博士生导师 |

总 序

受编辑之托,为我等所著的高等学校食品专业系列教材作序,真是诚惶诚恐,迟迟难以下笔。苏轼《与孙子思》云:“……余空纸两幅,留与五百年后人跋尾也!”此一戏语道出了作序之尴尬。回想起当时来自各地高校食品院系的学者们共同讨论系列教材时认真而热烈的场景,我就勉为其难,介绍一下我们编写这套系列教材的来龙去脉和想法。

2005年11月18~20日,经东南大学出版社和江南大学食品学院的联合组织,在江苏无锡召开了“普通高等教育‘十一五’国家级教材规划·食品专业系列教材”编写和申报研讨会,来自江南大学、南昌大学、南京农业大学、合肥工业大学、江苏大学、内蒙古农业大学、福建农林大学、河南工业大学、郑州轻工业学院、河南农业大学、河南科技大学、浙江工商大学、扬州大学、华南农业大学、南京工业大学、南京财经大学、南京师范大学、淮阴工学院、淮海工学院等19所大学食品院系的30余名学者参加了会议。在两天的会议中,学者们探讨了近几年来食品专业教育的得失,研讨了新形势下为进一步推进食品学科创新型人才培养的系列教材的编写要求、体例和分工,明确了31部教材的编写任务。时间过去不到一年,硕果满园的金秋季节在望,这31部教材中已有5部列入普通高等教育“十一五”国家级教材规划,第一部教材《食品添加剂》将正式付梓,其他多部教材也将孕育而生,在近期内陆续出版,真是欣慰之极。

古人曰:教人以道者,师也。作为教师,不仅要教会学生如何掌握知识,更重要的是要教会学生如何运用知识和创造知识。这套系列教材的编者,少则有十多年、多则有二十年左右从事相应课程教学和本专业领域科研的经历。我们一致的想法是希望把多年实践中的感悟和积累融入这套教材中,使本系列教材的阅读者在理解和掌握知识的同时,也能对知识的运用和创造有所领悟。

食品工业的GDP在我国国民经济中已连续几年居首位,现已接近2万亿元,食品科技进步与产业发展在国民经济发展中越来越发挥举足轻重的作用。目前全国约有200所高校办有食品专业,每年招收学生2万多人,食品专业的教育教学在一定程度上关系到我国食品工业的健康和可持续发展,编写一套反映当今科技发展现状、符合创新创业型人才培养要求的食品专业系列教材,是我们

所有编者的愿望,也是我们义不容辞的责任和义务。

愿我们的国家明天更美好,愿我们的食品工业发展更健康,愿我们在着力创建的和谐社会中享用的食品更安全。让我们所有编写和阅读本系列教材的同仁们共同为此尽绵薄之力!

张 灏

2006 年 8 月 3 日晚于无锡

前 言

食品是人类生存与发展必不可少的物质基础,食品工业是把一切可食用资源加工、制造成食品的产业。尽管现代的新兴产业不断涌现,但食品工业仍然是世界制造业中的第一产业。食品工业的现代化水平已成为反映人民生活质量高低及国家经济发达与否的重要标志。

食品机械是实现食品工业化生产的技术装备,是食品工业化生产中必不可少的手段。食品机械现代化的程度是衡量一个国家食品工业发展的重要标志,它直接关系到食品制造业和加工业产品科技含量的多少,以及食品深加工附加值的高低。食品机械行业现已成为我国相对独立的一个工业体系,它对我国食品工业的可持续发展有着极其重要的影响。

了解和掌握食品机械的工作原理、结构、性能、特点等,是食品工程领域科学研究与产品开发人员应该具备的基本素质。食品机械课程作为“食品科学与工程”本科专业的一门主干课程,其主要任务是:归纳与阐述食品工业中典型食品机械的结构原理、性能特点、适用范围和设计计算;培养学生科学设计与合理选择食品机械的初步能力。

本教材结合食品机械的发展,侧重于食品机械的功能区分,力求在阐述各种典型食品机械工作原理的基础上,更多地结合生产实际与产品的发展,沟通理论设计与生产实践的关系,以期让学生明确食品机械的设计思路与选型方法,具备典型食品机械的初步设计与选型能力,并了解食品机械发展的一些新动向。本书也可作为食品工程及相近领域从业人员的参考书。

全书共分10章,绪论(陈从贵)、第1章 原料预处理与物料输送设备(陈从贵、程杰顺)、第2章 混合与均质机械(顾林)、第3章 分离机械与设备(刘进杰、陈从贵)、第4章 食品成型机械(张国治)、第5章 热力加工设备(杨国峰)、第6章 冷冻关联设备(董吉林)、第7章 生化工程设备(周先汉)、第8章 其他新型食品加工设备(陈从贵)、第9章 食品包装与成品检测设备(张莉),全书由陈从贵统稿。

限于编者的水平和经验,书中的不妥甚至错误之处,恳请读者包容并给予批评指正。

编 者
2009年5月

0 绪论	1
0.1 食品机械在我国食品工业中的地位与作用	1
0.2 食品机械的分类、型号表示与特点	2
0.3 我国食品机械行业的现状与发展趋势	4
0.4 选择食品机械设备的基本要求与原则	8
0.5 本教材的主要内容、学习任务与基本要求	9
1 原料预处理与物料输送设备	10
1.1 清理与清洗机械	10
1.1.1 清理及其设备	10
1.1.2 清洗机械	17
1.2 去皮与剥壳机械	22
1.2.1 果蔬去皮及其设备	22
1.2.2 水果去核除梗及其设备	26
1.2.3 剥壳机械	29
1.3 破碎与打浆机械	35
1.3.1 破碎机械	35
1.3.2 打浆机械	35
1.3.3 切割机械	38
1.4 粉碎与分级机械	42
1.4.1 粉碎与超微粉碎机械	42
1.4.2 粒度分级机械	55
1.5 物料输送设备	66
1.5.1 带式输送机	67
1.5.2 螺旋输送机	71
1.5.3 斗式提升机	74
1.5.4 刮板式输送机	78
1.5.5 水力输送设备	80
1.5.6 气力输送	81
2 混合与均质机械	94
2.1 粉体混合机械	95
2.1.1 混合的概念与实现方法	95
2.1.2 混合设备	97
2.2 液体搅拌机械	101
2.2.1 液体搅拌原理	101

2.2.2	液体搅拌机械	102
2.3	均质机械	111
2.3.1	均质原理与方法	111
2.3.2	高压均质机	111
2.3.3	剪切型均质机械	113
3	分离机械与设备	118
3.1	固液分离机械	118
3.1.1	过滤机械	118
3.1.2	离心分离机械	127
3.1.3	压榨机械	139
3.2	膜分离机械	144
3.2.1	膜分离的概念与系统组成	144
3.2.2	电渗析设备	146
3.2.3	超滤与反渗透设备	149
3.3	超临界流体分离设备	157
3.3.1	超临界流体分离技术概述	157
3.3.2	超临界流体萃取分离设备	158
3.3.3	超临界流体萃取结晶设备	161
3.4	分子蒸馏设备	163
3.4.1	分子蒸馏技术的原理及特点	164
3.4.2	分子蒸馏的流程和设备	165
4	食品成型机械	171
4.1	冲印、辊印与辊切成型机械	171
4.1.1	冲印成型机械	171
4.1.2	辊印成型机械	177
4.1.3	辊切成型机械	182
4.1.4	辊压夹酥机、叠层机	184
4.2	夹心饼干、威化饼干和杏元饼干成型机	188
4.2.1	夹心饼干机	188
4.2.2	威化饼干生产设备	188
4.2.3	杏元饼干成型机	189
4.3	面包成型设备	190
4.3.1	切块机	190
4.3.2	搓圆机	192
4.3.3	面包切片机	199
4.4	糕点类成型机械	199
4.4.1	包馅机	199
4.4.2	糕点成型机	202
4.5	饮食类成型及加工机械	205

4.5.1	馄饨和馒头成型机	205
4.5.2	饺子成型机	212
4.6	挤压膨化设备	219
4.6.1	挤压膨化机的类型与特点	219
4.6.2	典型挤压膨化机	226
5	热力加工设备	235
5.1	热力杀菌设备	235
5.1.1	超高温瞬时杀菌(UHT)装置	235
5.1.2	微波杀菌设备	238
5.2	浓缩设备	241
5.2.1	浓缩的基本原理及其设备分类	241
5.2.2	真空浓缩设备	244
5.3	热风干燥设备	251
5.3.1	概述	251
5.3.2	典型干燥设备简介	253
5.4	远红外焙烤设备	266
5.4.1	远红外加热原理及元件	266
5.4.2	远红外食品烤炉	267
6	冷冻关联设备	269
6.1	制冷原理及系统	269
6.1.1	制冷原理与制冷剂	270
6.1.2	制冷系统的基本组成与结构	272
6.2	冷冻浓缩设备	284
6.2.1	冷冻浓缩的原理	285
6.2.2	冷冻浓缩单元的组成与类型	286
6.2.3	冷冻浓缩的分离装置	289
6.2.4	冷冻浓缩的经济核算	291
6.3	速冻设备	291
6.3.1	速冻的实现原理与方法	291
6.3.2	速冻设备的选择	293
6.4	冷冻干燥设备	304
6.4.1	冷冻干燥的实现原理与技术特点	304
6.4.2	冷冻干燥系统的基本构成与工业设备	306
6.5	冷冻粉碎设备	309
6.5.1	冷冻粉碎的原理	309
6.5.2	冷冻粉碎设备	310
6.6	食品解冻及其设备	310
6.6.1	常见解冻方法与特点	311
6.6.2	典型的解冻设备	315

7 生化工程设备	318
7.1 概述	318
7.1.1 生化反应器的分类	318
7.1.2 生化反应器设计的基本内容与设计方程	322
7.2 发酵设备	327
7.2.1 嫌气发酵设备	327
7.2.2 通风发酵设备	335
7.2.3 发酵环境设备	344
8 其他新型食品加工设备	348
8.1 食品超高压加工设备	348
8.1.1 超高压技术的概念、分类与特点	348
8.1.2 超高压装置的分类与主要结构	350
8.1.3 影响超高压装置的经济性分析	358
8.2 食品电磁加工设备	362
8.2.1 欧姆杀菌机械与设备	362
8.2.2 高电压脉冲电场杀菌技术与设备	364
8.3 食品超声加工设备	367
8.3.1 超声均质设备	367
8.3.2 超声提取设备	368
8.4 食品加工中的真空新法利用设备	369
8.4.1 真空脱气/输送一体化设备	369
8.4.2 真空薄膜熬糖设备	369
8.4.3 真空油炸系统设备	370
9 食品包装与成品检测设备	372
9.1 粉体物料计量包装设备	372
9.1.1 粉体物料计量装置	372
9.1.2 粉体计量包装设备	375
9.2 液体灌装与封口设备	378
9.2.1 液体灌装	378
9.2.2 封口设备	391
9.3 气调包装机械	398
9.3.1 气调包装的工作原理	398
9.3.2 气调包装机械	399
9.4 成品无损检测设备	400
9.4.1 无损检测的方法及其原理	400
9.4.2 无损检测设备	401
参考文献	406

0

绪 论

食品是人类生存与发展必不可少的物质基础。食品工业就是把一切可食用资源加工、制造成食品的产业,是人类的生命产业,也是一个最为古老而又永恒不衰的常青产业。食品工业的现代化水平已成为反映人民生活质量高低及国家经济发达与否的重要标志。经过改革开放 30 年的快速发展,我国食品工业已经成为国民经济的重要产业,在国民经济与社会发展中具有举足轻重的地位和作用。特别是“十五”以来,食品工业呈现出快速发展的势头,已成为国民经济发展中增长最快、最具活力的产业之一,对提高城乡居民生活水平、推动相关产业发展、扩大就业、带动农民增收等作出了重要贡献。

食品机械就是将食品原料加工成食品(或半成品)的一类专业机械,是食品工业的技术装备。发展食品工业,除了需要先进的食品工艺技术外,必须要有先进的食品生产设备来保障。食品工艺技术与设备两者必须并驾齐驱,同步发展,相辅相成,互相促进。随着我国经济建设的不断发展,我国的食品加工机械行业由初步形成到逐步发展,已成为国民经济不可缺少的部分。

0.1 食品机械在我国食品工业中的地位与作用

上世纪 90 年代以来,我国食品机械行业以年均 24% 的速度发展,已形成了一个按市场经济发展、相对独立的工业体系。国家相关部委已经设立了办公室,统筹规划食品机械行业的发展;各地方相继建立了食品机械产品的质量监控体系;食品机械从业人员超过 40 万,生产食品机械的企业达 2 700 多家,生产的食品机械品种超过 3 000 个,对推动我国食品工业的发展发挥了重要作用。

食品机械行业作为食品工业的重要组成部分,是直接服务于食品工业的行业。它的科技进步与发展,将为食品工业的发展创造有利的物质条件,是推动食品工业向前发展的重要因素。其现代化程度是衡量一个国家食品工业发展的重要标志,直接关系到食品制造业和加工业产品科技含量的多少,以及食品深加工附加值的高低,更是实现食品工业可持续发展的重要保障。随着国民经济和社会的发展,社会对食品的需求持续增长,要求也越来越高,食品机械在国民经济建设中的地位和作用将越来越突出。

应用食品机械不仅可以减轻人们的劳动强度,节约时间,提高效率,而且可以使人们摆脱繁重的体力劳动和落后的经济文化生活,极大地解放生产力;应用食品机械可以大幅度简化工人繁琐的工艺操作,实现一些手工操作所达不到的特殊加工效果,既可保证产品质量,又可减少原材料的浪费,增加产量,提高劳动生产率;应用食品机械可减少人与食物的直接接触造成的病菌传播的机会,有效防止食物的污染,保障食品安全。

应用先进的设备有利于提高食品生产企业的市场竞争能力。一台关键性的、先进的食品生产设备往往可以为企业新产品的试制提供有利条件,促进企业调整产品结构、升级换代,提高产品质量和竞争能力。此外,先进的食品机械设备有利于充实食品制作过程中的科技含量,有效预防他人的仿制。

应用先进的食品机械有利于改进和加强企业管理。一个技术装备健全而先进的企业,可以推动和强化各项基础管理,如定额管理、计量管理、质量管理等。可以试想,仅仅依靠手工作坊式的操作,或性能较差、完好率不高的设备,如何稳定产量、保证食品质量、正常实施与改进上述各项基础管理工作并推行各项专业管理?

总之,食品机械在食品的工业化生产中占据着不可替代的地位,起着举足轻重的作用。

0.2 食品机械的分类、型号表示与特点

1) 食品机械的分类

食品机械的加工对象繁杂,原料来源广泛,功能门类多、品种杂,到目前为止,尚无区分严格的食品机械分类方法。国家的标准体系中涉及食品机械的分类方法主要有:

(1) 机械行业产品种类划分标准(JB 3750—84)

由原机械工业部于 1984 年颁布,主要按照食品机械的功能、加工对象来划分,共有 28 个小类机器,包括:制糖机械、饮料加工机械、糕点加工机械、蛋品加工机械、蔬菜加工机械、果品加工机械、乳品加工机械、糖果加工机械、水产品加工机械、油脂深度加工机械、调味品加工机械、方便食品加工机械、豆制品加工机械、屠宰和肉食品加工机械、酿酒机械、果蔬果鲜机械、烟草机械、罐头食品加工机械、食品粉碎设备、食品混合与搅拌机械、食品浓缩设备、均质机械、杀菌机械、干燥机械、洗刷机械、分选机械、热交换器、不锈钢食品槽罐。

(2) 全国主要产品分类与代码国家标准(GB/T 7635.1—2002)

该标准于 2002 年颁布,在“粮油等食品、饮料和烟草加工机械及其零件;制药机械设备”部分中,按照产业源、产品性质及功能等基本属性将食品机械划分为:碾米机械设备、制油专用机械设备、粮油食品机械、果汁加工机械、冷冻饮品加工机械、固体饮品加工机械、矿泉水加工机械、乳品加工机械、茶叶加工机械、酿酒机械、农产品干燥器、肉类加工机械、饼干加工机械、糕点加工机械、水产品加工机械、果品加工机械、糖果加工机械、罐头食品加工机械、食品包装专用机械、制糖机械、制盐机械、其他食品加工机械等。

(3) 国家商业行业标准(SB/T 10084—92)

我国商业行业标准《食品机械型号编制方法》中,对食品机械的分类、代号、型号等作出了明确的规定。按工作对象将食品机械分为 8 个大类(见表 0-1)。

表 0-1 食品机械的类别代号

序号	类别名称	类别代号	内 容
1	饮食加工机械	Y	米、面、副食(肉、鱼、禽、蛋、菜)、乳制品加工机械和洗涤、消毒、烘烤机具
2	小型食品加工机械	X	干、鲜果品加工机械、膨化和以米、面为原料的糖、油制品加工机械及包装机械等

续表

序号	类别名称	类别代号	内 容
3	糕点加工机械	G	糕点(饼干)成型加工机械及包馅、油炸、蒸制等加工机械和包装机械
4	糖果加工机械	T	糖果制品成型加工机械和设备及熬糖、包糖等机械
5	豆制品加工机械	D	豆类、淀粉类加工机械及其除杂、清洗、破碎等机械
6	冷饮加工机械	L	小型汽水饮料加工设备及冷冻食品等加工机械
7	肉类蛋品加工机械	R	畜禽屠宰及分割、副产品的处理与综合利用,肉类制品等加工,包装机械,蛋与蛋品加工包装机械等
8	酿造加工机械	N	酱加工、醋加工、灌装、灭菌等设备与酱菜、腐乳、调味品加工机械等

2) 食品机械型号的表示方法

了解食品机械型号的表示方法,便于在生产实践中选用食品机械。按照 SB/T 10084—92 标准,食品机械型号的编制形式如图 0-1 所示,包括六个要素,即产品名称代号、机械型式代号、结构特征代号、生产能力代号、改进序号代号和一机多用代号。

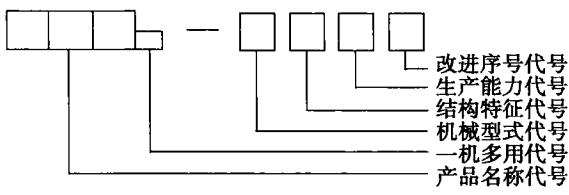


图 0-1 食品机械型号的编制形式

(1) 食品机械型号的编制方法

① 食品机械型号中产品名称代号的编制

食品机械的名称代号由三个字母组成,包括“类别代号”(见表 0-1)和“机械名称代号”;“机械名称代号”采用机械名称中代表机械的两个汉字,用每个字汉语拼音的第一个大写字母表示。食品机械名称代号编制时,应查对表 0-1 和标准 SB/T 10084—92 中的附录 A (略);若附录 A 中没有规定时,可按该标准的有关规定编制。

食品机械的名称代号,规定不使用汉语拼音字母中的“I”、“O”、“A”、“E”、“U”、“V”;凡是新设计的食品机械所使用的名称,应包括工作对象和工作方式,并规定以这两部分内容代表该机械;而且在编制新生产的食品机械代号时,应考虑不要与现有机械产品代号相重复,以免造成混乱。

若在同一台机械上,有两种以上功能的,定义为多用机。其编制名称代号时,规定以它的主要工作对象为主编制。例如,桃酥饼干成型机,以桃酥为主的,则为 GTC;以饼干为主的,则为 GBC,决不允许用 GTBC 编制名称代号。编制一机多用食品机械的名称代号时,在其名称代号的右下角加脚注号“D”表示。

② 食品机械型式代号

表示食品机械的型式(用主轴表示,没有主轴可用工作台面表示),分为立式(主轴倾斜 45°以上的型式)、卧式(主轴倾斜 45°以下,不含 45°的型式)两种,分别用“L”和“W”表示。规

定卧式可省略。食品机械无主轴或工作台面的,可用机械整体形式表示,如箱式、隧道式等,分别用“X”和“S”表示。

③ 食品机械结构特征代号

表示食品机械的主要工作部件动作的形式(如冲、印等),用汉语拼音第一个大写字母表示。

④ 食品机械生产能力代号

表示食品机械在单位时间内,所加工出的产品的实际能力,用阿拉伯数字表示。应以 kg/h, L/h, m/h, m³/h, 瓶/h, 只/h 等为计量单位。

⑤ 食品机械改进序号代号

指食品机械在结构上有大的改进的次数,用英文大写字母 A, B, C, D, E, F 等表示。

(2) 范例

例如: GTC_D—G500A, 表示糕点机械类, 桃酥成型机, 并且是一机多用, 卧式, 滚压成型, 生产能力为 500 kg/h, 第一次改进; RTM—G1000C, 表示肉类蛋品加工机械类, 脱毛机, 卧式, 滚筒, 生产能力为 1 000 只/h, 第三次改进。

3) 食品机械的特点

(1) 食品机械种类繁多, 动作原理较复杂, 结构形式多样、繁简不一。食品机械处理的原料和生产产品的品种很多, 大部分原料都具有生物属性, 成分复杂、性质差别明显; 加工过程复杂多变, 工艺要求各不相同; 物料的形态多样, 有固相、液相、气相及复合相。

(2) 食品机械有严格的卫生要求。食品机械加工的产品大都是人们直接入口的食品, 食品卫生关系到人们的身体健康。我国早已颁布了《食品机械安全卫生》国家标准(GB 16798—1997), 用于约束和引导企业生产卫生的食品机械。

(3) 食品机械的生产仍以小批量为主要形式。目前国内食品机械中, 一部分为国内研制开发, 另一部分是国外进口设备, 非定型产品多, 定型产品少; 加之食品机械的多样性, 其生产形式从单件小批量到中批量和大批量几个层次, 并以小批量为主。

(4) 食品机械带有区域性特色, 且具有使用的季节性。我国幅员辽阔, 人口众多, 人们对食品的喜爱和民族习惯不同, 地方风味与特色产品很多, 反映出加工设备的区域性特征; 另外, 许多产品生产期随季节而异, 又使食品机械表现出使用的季节性特点。

(5) 食品机械是一门十分复杂的学科。食品机械生产中所涉及的知识面十分广泛, 既包括一般机械的内容, 又涉及食品工程、食品化学、食品流变学、食品卫生及艺术造型等。

0.3 我国食品机械行业的现状与发展趋势

1) 我国食品机械行业的发展现状

我国食品机械工业的发展始于 20 世纪 70 年代, 形成于 80 年代, 80 年代末和 90 年代初进入高速发展阶段, 初步形成门类较全、品种基本配套的独立工业体系, 对提高我国食品工业装备国产化率和整体发展水平起着重要的作用。尤其是“十五”时期, 国家通过组织实施一批以食品加工为主的农产品深加工重大科技专项, 研制出一批包括 48 000 瓶/小时的啤酒灌装生产线、36 000 瓶/小时不含气饮料塑料灌装生产线、180 000 包/班的方便面生产线、4 200 袋/小时的牛奶无菌包装生产线、工业机器人、高速六色凹印机、双瓶吹瓶机、多层共挤

设备、冷冻干燥设备及纸浆模塑机械等技术含量高的食品加工装备,缩短了我国食品加工装备与国际先进水平的差距,部分领域接近国际先进水平,个别领域达到国际领先水平。

但就我国食品工业的整体技术和装备水平而言,由于起步较晚、基础薄弱,仍然落后于发达国家约 20 年。食品加工装备制造产品稳定性、可靠性和安全性较低,能耗高,成套性差;整体研发能力不强,关键技术自主创新率低;一些关键领域对外技术依赖度高,不少高技术含量和高附加值产品主要依赖进口,部分重大产业核心技术与装备基本依赖进口,诸如多级浓缩干燥、超低温单体冷冻设备等一批共性关键重大技术与大型成套装备亟待突破;食品机械装备的自给率目前仅达到需求的 60%~70%,每年仍要进口相当数量的食品加工和包装机械。具体主要表现:

(1) 产品质量

发达国家食品机械产品无论从内在质量还是外观质量都大大超过我国食品机械产品,内在质量主要表现在产品性能差、关键零部件和易损件寿命短、稳定性和可靠性差;外观质量主要是造型不美观、表面粗糙。例如:我国生产的隧道式烘干机的热效率仅是国外同类产品的 50%,浓缩装置的能耗比国外先进水平高 2~5 倍。造成产品质量差的主要原因是采用的设计理论、设计手段、设计方法、制造技术和检测手段落后。此外,国内许多原材料、基础件质量不稳定,直接影响了产品的整体质量。

(2) 产品技术水平

发达国家生产食品机械历史长,基础工业强,技术水平先进,具有代表性的国家为美国、德国、日本、瑞士、丹麦、意大利等。发达国家食品机械工业的主要特点是高新技术实用化、产品节能化,以及食品加工生产线安全卫生、运行可靠、高度机械化和自动化。而我国仍以半机械化为主,技术难度大的关键单机很少问世。如各种高效率的水果榨汁机、蒸发浓缩设备、液/固高效分离机以及高效低耗的各种食品烘焙机械等的研制开发一直进展缓慢。我国食品机械主要产品中,60%处于发达国家上世纪 60~70 年代的水平,20%处于上世纪 70~80 年代的水平,只有 5%达到了上世纪 80~90 年代的水平。

(3) 产品品种

目前,国外食品机械产品品种有近 5 000 种,成套数量多,可基本满足当前食品工业的需要。我国食品机械产品的品种及成套数量相对较少,要达到基本满足我国食品工业需求,还缺 1 000~1 300 种产品;新产品的开发还处于跟在发达国家之后进行消化吸收的阶段,特别是在产品的综合利用与环境保护等方面缺乏深入研究,高新技术产品欠缺,不少食品工业急需的食品机械产品不得不从国外进口。

(4) 企业科研队伍建设与科研能力

发达国家食品机械企业科研开发费用占企业销售额的 8%~10%,科研人员占企业总人数的比例也相当高,约 30%~50%。例如:意大利哥尔菲特公司总部有 250 名员工,生产人员和科研人员各占一半,该公司还拥有一流的科研和试验中心,拥有用计算机网络接收和分析最新技术与信息的先进手段。而我国食品机械的科研与开发能力十分薄弱,大部分企业基本上没有自己的科研力量,科研投入平均不到销售额的 1%;缺乏试验研究条件,诸如电压、电流、温度、功率、压力、气耗及水耗等产品参数的检测,也基本上采用仪表检测,误差较大。科研院所和大专院校大部分科研的课题没能转化为生产力,尚未形成带动产、学、研紧密结合的技术进步力量与运行机制。

(5) 企业生产技术与管理水平

发达国家食品机械企业拥有先进的机械制造设备和一流的企业管理水平,使得企业生产技术和水平处于领先地位。而我国食品机械企业装备的整体水平仍相当落后,零部件的精度、互换性得不到真正的保障。长期以来,企业的技术改造较多地关注扩大产品产量,而在提高生产技术水平方面进展缓慢。我国食品机械企业管理水平与发达国家的差距比生产技术水平差距还要大。

(6) 市场信息与销售渠道

发达国家食品机械企业十分注重对信息的收集、分析和管理,从中得出较为可靠的市场预测。大型企业均有自己的市场预测专业队伍,大、中、小型企业积极加盟各类协会或集团,以获取更多的信息,并通过协会和集团向全世界宣传企业的产品。我国食品机械企业的信息闭塞得多,缺乏必要的信息系统,缺乏行业内部的信息沟通,缺乏与院校和研究所的联系,缺乏与食品生产企业的联系,缺乏对国内产品的了解。

2) 食品机械的技术发展趋势

我国食品工业作为朝阳工业,有着巨大的发展潜力。食品工业的高速发展很大程度上依赖于食品机械的发展,同时也给食品机械工业的发展带来巨大的推动力。随着科学技术的发展和人类社会的进步,食品机械行业充满了技术发展的活力,并表现出以下主要趋势:

(1) 生产高效率化

近三十年食品机械的发展中,食品机械本身并未发生十分明显的变化,最明显的变化是产生了机电一体化产品。这些产品不但生产效率高,而且工艺参数控制准确,产品质量好,还具有自动保护装置,遇到故障自动停机。如丹麦生产的圆盘式雪糕成型机,从灌料、配料、插签、冻结、升温脱模、拔签、出成品,全在一台机器上完成。日本生产的一种 ADW 型系列自动包装机能在瞬间(100 ms 内)从 511 种质量组合中选定最近似目标值质量进行包装,而对质量不足的料斗通过计算机反馈,自动达到目标质量,误差小于 0.1%,效率提高了几倍。

(2) 食品资源高利用化

① 提高资源的综合利用 近年来,资源的综合利用已逐渐向全方位、深层次发展。如从油脚中提取磷脂,从萃取油脂后的豆粕中提取大豆蛋白、大豆活性炭及大豆纤维,用酶解法处理醋渣制取酱油,从浮油中提取维生素 E 等,取得了很大发展,并开发出相应的设备可供选择。

② 提高有效成分的提取率 例如,油脂工业中采用低温膨化浸出设备,可提高出油率 1%~1.5%;豆制品生产中采用干法加工技术,可使蛋白质的利用率达到 90%。

③ 减少食物及营养成分的损失率 在食品加工特别是热加工过程中,往往造成营养成分的损失,品质劣变。现在采用不对食品直接加热,或加热时间短,或加热温度低等新技术,以求最大限度地减少损失,保持食品的“原样”。如日本开发的一种超高压杀菌机,在 304~507 MPa 压力下能杀死果汁和果酱中的细菌,营养成分损失很少,维生素不破坏,并保持了产品浓郁的香味。利用冻干技术加工的食品,其色、香、味和营养成分最大限度地得到保留,包装后可在常温下保存 5 年。美国一家高压研究公司研制开发的流体静压食品保鲜技术,可杀死食品中的大肠杆菌和沙门氏菌,并保持食品的原味和营养,大大延长质保期限。

(3) 产品高度节能化