



高等院校食品专业“十二五”规划教材

# 食品机械与设备

吕长鑫 黄广民 宋洪波 主编



中南大学出版社  
www.csupress.com.cn



# 食品机械与设备

- 主 编 吕长鑫 (渤海大学) 黄广民 (海南大学)  
宋洪波 (福建农林大学)
- 副主编 袁巧霞 (华中农业大学) 黄 亮 (中南林业科技大学)  
李雨露 (渤海大学) 张 丽 (甘肃农业大学)  
郭红英 (湖南农业大学) 肖作为 (湖南中医药大学)
- 编 委 李次力 (哈尔滨商业大学) 唐 越 (大连工业大学)  
启 航 (大连工业大学) 刘汉涛 (内蒙古农业大学)  
杨 萍 (广东海洋大学) 于慧春 (河南科技大学)  
段 续 (河南科技大学) 马福敏 (长春大学)  
黄晓杰 (辽宁医学院) 谭建新 (邵阳学院)  
何金兰 (海南大学) 冯爱国 (海南大学)  
董晓宾 (运城职业技术学院) 刘 杰 (江苏食品药品职业技术学院)



中南大学出版社  
www.csupress.com.cn

---

图书在版编目(CIP)数据

食品机械与设备/吕长鑫主编. —长沙:中南大学出版社,2015. 11  
ISBN 978 - 7 - 5487 - 2037 - 9

I. 食... II. 吕... 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(2015)第 271099 号

---

食品机械与设备

吕长鑫 主编

---

责任编辑 韩 雪

责任印制 易红卫

出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

印 装 长沙印通印刷有限公司

---

开 本 787 × 1092 1/16 印张 25 字数 622 千字

版 次 2015 年 11 月第 1 版 印次 2015 年 11 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5487 - 2037 - 9

定 价 49.00 元

---

图书出现印装问题,请与经销商调换

# 前 言

随着我国食品工业蓬勃发展和人们生活水平的提高,人们对食品的安全、便捷及营养提出更高要求的同时,食品工业随之得以快速发展,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地发展机遇。食品机械与设备是食品工业的基础,是直接为食品工业发展提供有力保证的重要手段。随着 21 世纪我国经济的快速发展,食品加工技术装备必将走向现代化的新的发展时期。为了尽快缩小与发达国家的差距,使我国的食品机械与设备走上快速发展的道路,由渤海大学牵头,联合了 17 所院校的食品科学与工程等相关专业的部分教学一线教师编写本书。

本书是食品科学与工程和食品质量与安全及相关专业的专业课教材,本着从教学、科研和生产实践的角度出发,对食品加工过程中常用的食品机械与设备进行了较系统地介绍,作者希望通过本书的出版,能对广大读者在开拓视野、新产品开发、选型应用和投资分析等方面起到一定的指导作用。

本书针对高等院校食品科学与工程、食品质量与安全、食品机械及相关专业的学生、生产第一线的工程技术人员,他们有必要了解食品加工技术装备的基本理论、主要结构、工作原理、先进装备、设计方法和具体应用,为选择和设计新型的食品加工设备,解决工程实际问题获得必要的知识。

本书共分十五章,参加编写分工为:邵阳学院谭建新(第一章),渤海大学李雨露、渤海大学吕长鑫、运城职业技术学院董晓宾(第二章),内蒙古农业大学刘汉涛(第三章),中南林业科技大学黄亮(第四章),甘肃农业大学张丽(第五章),海南大学黄广民、何金兰、冯爱国(第六章),福建农林大学宋洪波(第七章),渤海大学吕长鑫、大连工业大学启航、大连工业大学唐越(第八章),辽宁医学院黄晓杰、江苏食品药品职业技术学院刘杰(第九章),河南科技大学段续(第十章),哈尔滨商业大学李次力(第十一章),华中农业大学袁巧霞(第十二章),长春大学马福敏(第十三章),河南科技大学肖枫(第十四章),湖南农业大学郭红英(第十五章)。全书由吕长鑫统稿。

本书内容取材于国内外专家、学者的有关专著、论文,作者的授课讲义、科研成果和工程实践,出版教材、研究生论文,国内外知名食品机械制造企业的技术资料和产品样本等。

本书在编写过程中得到渤海大学、海南大学、福建农林大学、华中农业大学领导的关怀与支持,吉林大学殷涌光教授给予热情的指导,同时得到许多专家的指导与帮助,在此一并致以衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中不妥与错误之处在所难免,恳请广大读者提出修改意见,不胜感激。

编 者  
2015 年 9 月

# 目 录

第一章 绪 论 .....	(1)
第一节 食品机械与设备的分类与特点 .....	(1)
第二节 食品机械与设备的历史现状分析 .....	(4)
第三节 食品机械与设备的学习目的 .....	(8)
第二章 输送机械与设备 .....	(10)
第一节 固体物料输送机械与设备 .....	(10)
第二节 液体物料输送机械与设备 .....	(28)
第三章 粉碎和研磨机械与设备 .....	(40)
第一节 食品粉碎方式与理论 .....	(40)
第二节 粉碎机械 .....	(42)
第三节 辊式磨粉机 .....	(48)
第四节 切割机械 .....	(51)
第四章 脱皮和脱壳机械与设备 .....	(57)
第一节 块状果蔬原料去皮机 .....	(57)
第二节 花生脱红衣机 .....	(62)
第三节 砻谷机 .....	(63)
第四节 碾米机 .....	(70)
第五章 清洗和分选机械与设备 .....	(89)
第一节 概述 .....	(89)
第二节 原料清洗机械与设备 .....	(91)
第三节 包装容器清洗机械 .....	(97)
第四节 CIP 系统 .....	(100)
第五节 分选机械与设备 .....	(107)
第六节 粉粒物料筛分机械与设备 .....	(110)
第七节 块状物料分选机械 .....	(118)
第六章 分离机械与设备 .....	(122)
第一节 概述 .....	(122)

第二节	过滤机械 .....	(125)
第三节	压榨机械与设备 .....	(138)
第四节	离心分离机械 .....	(145)
第五节	萃取机械 .....	(151)
第六节	膜分离机械 .....	(158)
第七节	蒸馏设备 .....	(168)
<b>第七章</b>	<b>混合和均质机械与设备 .....</b>	<b>(172)</b>
第一节	搅拌与混合机械与设备 .....	(172)
第二节	均质机 .....	(182)
<b>第八章</b>	<b>杀菌机械与设备 .....</b>	<b>(190)</b>
第一节	概述 .....	(190)
第二节	板式杀菌设备 .....	(191)
第三节	超高温瞬时灭菌设备 .....	(198)
第四节	立式与卧式杀菌锅 .....	(201)
第五节	回转式杀菌机械 .....	(203)
第六节	水封式连续高压杀菌设备 .....	(205)
第七节	非热杀菌技术与设备 .....	(206)
<b>第九章</b>	<b>浓缩机械与设备 .....</b>	<b>(223)</b>
第一节	浓缩的基本原理及设备分类 .....	(223)
第二节	单效浓缩设备 .....	(225)
第三节	多效浓缩设备 .....	(233)
第四节	冷冻浓缩设备 .....	(238)
第五节	真空蒸发浓缩系统的辅助设备 .....	(240)
<b>第十章</b>	<b>干燥机械与设备 .....</b>	<b>(243)</b>
第一节	厢式干燥机 .....	(243)
第二节	热泵干燥机 .....	(244)
第三节	隧道式干燥机 .....	(246)
第四节	带式干燥机 .....	(246)
第五节	喷雾干燥机 .....	(248)
第六节	流化床干燥设备 .....	(257)
第七节	气流式干燥设备 .....	(261)
第八节	电磁辐射干燥机 .....	(265)
第九节	真空干燥机 .....	(271)
第十节	冷冻干燥设备 .....	(272)

<b>第十一章 挤压加工机械与设备</b> .....	(280)
第一节 挤压加工技术 .....	(280)
第二节 单螺杆挤压熟化机 .....	(284)
第三节 双螺杆挤压机 .....	(297)
<b>第十二章 成型机械与设备</b> .....	(304)
第一节 搓圆成型设备 .....	(305)
第二节 压延成型设备 .....	(307)
第三节 模压成型机械与设备 .....	(309)
第四节 包馅成型机械与设备 .....	(314)
<b>第十三章 发酵机械与设备</b> .....	(321)
第一节 发酵设备的类型和基本构成 .....	(321)
第二节 通风发酵设备 .....	(323)
第三节 厌气发酵设备 .....	(334)
<b>第十四章 包装机械与设备</b> .....	(339)
第一节 食品包装技术与包装机械分类 .....	(339)
第二节 液体灌装机 .....	(340)
第三节 散体充填包装机 .....	(350)
第四节 贴标机械 .....	(357)
<b>第十五章 冷冻机械与设备</b> .....	(363)
第一节 概述 .....	(363)
第二节 制冷机的工作原理和系统构成 .....	(364)
第三节 制冷系统主要设备 .....	(371)
第四节 食品速冻设备 .....	(383)
<b>参考文献</b> .....	(388)

# 第一章

## 绪论



### 本章学习目的与要求

了解食品机械与设备的概念和基本分类方法；了解食品机械与设备的基本特点和要求；通过对国内外食品机械与设备行业发展历史的综述和对比，了解我国食品机械与设备的行业现状及发展方向；明确食品机械与设备的学习目的。

食品机械与设备是指在食品生产过程中，能够直接或辅助完成食品加工生产过程中的某项操作工序，将食品原料加工成食品（或半成品）的机械与设备。

由于食品加工生产高效和大规模工业化的需要，带动和促进了食品机械与设备的发展，而食品机械与设备的发展进步又为保障食品加工质量及实现大规模工业化、现代化的食品生产提供了强有力的技术保障。在所有的食品生产项目中，无论是实现传统食品的规模化与工业化生产，还是将新工艺与新产品产业化，都离不开食品机械与设备的支持，且其投资占据相当大的比例。食品机械与设备的技术水平直接反映了食品工业化生产的规模化和自动化程度。使用优良的食品机械与设备能够提高产品质量，保障食品安全，降低劳动强度，提高生产效率，节约能源，降低食品企业的生产经营成本，提高食品企业的市场竞争力，更有益于实现经济效益最大化。因此，对于食品科学与技术相关专业的本科生来说，必须要了解和掌握食品机械与设备的技术知识，才能把食品加工技术、食品安全保障技术和食品机械基础设计技术等不同层面的知识点有机结合，从而达到能够掌握和综合运用专业知识技能的目的。

本章概述了食品机械与设备的分类与特点、食品机械与设备的历史与现状、食品机械与设备的学习目的与要求，提供了学习各类食品机械与设备相关技术知识的方法和途径。

### 第一节 食品机械与设备的分类与特点

食品生产的原料种类丰富，工艺各具特色，产品更是五花八门，这些特点决定了食品机械与设备品种的多样性。虽然品种繁多，但食品机械与设备也有其特点和共性，掌握其分类



方法和特点,有助于学习本课程时达到举一反三的目的。

## 一、食品机械与设备的分类

食品加工过程涉及对原料、中间产品及成品的加工或保藏;涉及分离、中间产品重组和产品的成型包装;涉及不同类型半成品和成品的防腐灭菌处理等方面。食品加工过程原料和产品种类繁多,加工处理对象的性质差异较大,加工产品的规格要求各异,甚至某些品种在生产中还存在着季节性和区域性的特点。凡此种种,决定了食品机械和设备的种类也必然繁多。因此,无论是食品加工应用中的设备选型,还是设备制造与新机种的开发,对种类繁多的食品加工机械与设备进行系统分类是十分必要的。

我国尚未制定食品机械分类标准,各部门根据工作方便常有不同的分类方法。目前主要按两种方式进行分类:一是根据原料、产品类型分类,二是根据设备的操作功能分类。

按原料或生产产品分类,可将食品机械分成众多的生产线设备。例如,制糖机械、豆制品加工机械、焙烤食品机械、乳制品机械、果蔬加工和保鲜机械、罐头食品机械、糖果食品机械、酿造机械、饮料机械、方便食品机械、调味品和添加剂制品机械、炊事机械等。

按机械设备的功能分类,实际上是根据设备的单元操作功能分类。一般可将食品机械设备分为筛分与清洗机械、粉碎和切割机械、混合机械、分级分选机械、成型机械、多相分离机械、搅拌及均质机械、挤压膨化机械、计量机械、包装机械、输送机械、泵、换热设备和容器等。

从研究、设计和制作的角度看,以上两种分类方法对食品机械与设备的生产发展都有一定的指导意义。以原料或产品进行分类,可以通过对各类食品加工生产涉及的各种工业机械的内部联系的研究,促进配套生产线的发展。以功能作为分类基础,有利于对各种单元操作的生产效率和机械结构进行比较研究,从而可以在技术上以局部突破带动全面发展。

从教学角度来看,以功能为基础进行分类,可以使学生能够将所学的各类机械设备知识,与食品机械基础和食品工程原理等一类的相关先行课程的知识点进行联系,有利于学生对所学内容的融会贯通。因此,本书主要以设备的单元操作功能进行分类。

## 二、食品机械与设备的特点

食品机械与设备的特点是食品原料、加工过程和食品成分方面的特殊性的反应。总体而言,食品加工机械与设备具有以下特点。

### 1. 品种多样性

一般食品机械与设备门类众多、品种较杂,并且生产批量较小,许多设备属于单机设备。

### 2. 机型可移动性

总的来看,食品机械与设备的外形尺寸均较小,重量较轻,可方便地进行移动改换。例如,一般食品机械与设备均不需要固定基础。

### 3. 防水防腐性

多数设备或设备主要工作的材料具有抗水性、抗酸、抗碱等腐蚀的性能,一般采用不锈钢制作。

### 4. 多功能性

食品机械与设备具有一定程度的通用性,即可用来加工不同的物料。此外,还具有调节

容易、调整模具方便和一机多用的特点。

### 5. 卫生要求高

为了保证食品卫生安全,食品机械与设备中直接与物料接触的部分,均采用无毒、耐腐蚀材料制造,并且,为了方便清洗与消毒,与食品接触的表面均需要进行抛光处理。此外,传动系统与工作区域有严格密封措施,以防润滑油泄露进入加工的食品物料中。

### 6. 自动化程度参差不齐

目前,食品机械与设备单机自动化程度总体上并不很高。但也有一些自动化程度较高的设备,例如,无菌包装机、自动洗瓶机及大型杀菌设备等。

## 三、食品机械与设备的要求

由于食品原料和产品的多样性和复杂性,以及食品安全卫生方面的特殊要求,决定了食品机械与设备应该具备满足食品生产工艺、结构合理、能耗低、安全卫生等要求。

### (一)对食品工艺的适应性和先进性要求

食品机械与设备的设计制造在必须符合其基本功能要求的同时,尽量满足食品原料或生产条件改变时的适应性要求,为使用者提供方便。

食品机械与设备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、改变工艺参数或设备的工作条件,制造出多种多样的食品。例如,一条饼干生产线往往要求能生产多品种的饼干,配换各种饼干成型印模、变换烘焙时间和烘烤温度都是饼干机械的必备条件。

### (二)机械结构的合理性和可靠性要求

#### 1. 设备安装和可拆卸性要求

在满足食品生产工艺功能要求的前提下,设计力求简化机械的结构,提供设备安装和拆卸的方便性。夹紧机构合理采用蝶形螺母和单手柄操作的扣片等,各类容器的盖和门应拆卸简便,利于清洗。

#### 2. 设备的可靠性和耐久性要求

设备的可靠性和耐久性是不可分割的概念,是指机械设备在规定的条件下,在规定的寿命内保持原定功能的程度。它与机械设备的整体结构及零件的强度、刚度、耐磨性、耐腐蚀性和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。食品加工往往是自动化、连续化的生产线,某一个机械设备如果出现故障,可能将造成整条生产线停工,甚至所投入的原料全部报废。

#### 3. 低能耗性要求

食品生产物料处理的数量庞大,合理的机械结构能够有效地提高机械传动效率。合理的机械设计更能够有效地降低单位产品所消耗的原材料及能量,包括原辅料、燃料、蒸汽、水、电能、润滑剂、零配件磨损和机械设备折旧等。

### (三)操作安全性要求

食品生产劳动生产率不高,人员数量多,技术水平低,在设计和制造食品机械与设备时应尽可能消除潜在的危险因素。

### (四)食品安全卫生性要求

卫生要求是食品机械区别于其他机械的基本特征之一。食品机械与设备对食品安全卫生

有着极为重要的影响。

世界各国对食品机械与设备均有一套食品安全卫生方面要求的标准。我国国家标准 GB 16798—1997《食品机械安全卫生标准》和 GB 22747—2008《食品机械 基本概念 卫生要求标准》，就食品机械与设备的材料和结构等方面与食品生产安全操作及食品卫生安全有关的细节做出了详细的规范。

## 第二节 食品机械与设备的历史现状分析

### 一、食品机械与设备的发展历史

纵观世界工业化的进程，工业生产现代化的发展历史，实际上就是机械与设备的发展史。食品机械的发展历程与食品工业的发展过程密不可分。食品工业的发展需求推动和促进了食品机械的发展，而发展起来的食品机械又保证和促进了食品工业的发展。食品机械与食品工业的这种相互依赖关系贯穿于食品机械和食品工业的全部发展过程。正是由于不断提高对食品加工生产能力的要求才促使大型高效的食品机械的出现，正是由于提高对食品质量和卫生安全的要求才促进了高精度和技术先进的食品机械的发展，正是由于实现传统与特色食品的工业化生产的要求才促使一些新型食品机械的发展。我国食品工业及食品机械的发展历程可分为三个阶段。

第一阶段，20世纪50年代以前，食品生产加工主要以手工操作为主，基本属于传统作坊生产方式，几乎没有食品机械工业，仅在沿海一些大城市有少量工业化生产方式的食品加工厂，所用的设备几乎全是外国制造。其中粮食加工厂情况略好于副食品加工厂。这时的粮食加工厂主要是以面粉的工业化生产加工为主。同样，面粉加工厂所用的设备也几乎是外国制造。在20世纪50年代以前，全国没有像样的专门生产食品机械的工厂。

第二阶段，20世纪50—70年代，新建了一大批以加工粮食作物和生产罐头食品为主的食品厂，食品生产工业化直接带动了食品机械工业的发展。大部分粮食加工厂基本上实现了初步的机械化工业生产方式。但同期的其他食品加工厂尚处于以手工为主的半机械的生产方式，大部分生产工序仍沿用传统的手工操作方式。70年代末，随着改革开放的推进，食品加工企业开始蓬勃发展，与此同时，食品机械工业也得到了快速发展，全国新建了一大批专门制造食品机械的企业，使得国产食品机械基本能满足我国食品工业发展的需求，并为实现食品的工业化生产做出了重大贡献。食品机械制造业已初步形成了一个独立的机械工业。

第三阶段，20世纪80年代以后，随着外资的引入，食品工业发展迅猛。主要得益于80年代以后的改革开放出现了很多独资、合资等形式的外商食品加工企业。这些企业在将先进的食品生产技术引进国内的同时，也将大量先进的食品机械带入国内同时，随着人们对食品加工质量、数量和品种要求的不断提高，这就极大地促进了我国食品工业以及食品机械制造业的发展。通过消化吸收国外先进的食品机械技术，通过食品科技工作者的开拓创新，使我国的食品机械工业的发展水平得到很大提高。20世纪80年代中期，我国食品工业实施了第一轮大规模的技术改造工程。经过这一轮的技术改造，食品工业全面实现了机械化和自动化。进入20世纪90年代以后，又进行了新一轮的技术改造工程。在这一轮的技术改造过程中，许多粮食加工厂和食品加工厂对设备进行了更新换代，或直接引进整套的国外先进设

备,或采用国内厂家消化吸收生产出的新型机械设备。经过两轮的技术改造工程,极大地推进了我国食品机械工业的发展,食品机械工业已完全形成了一个独立的机械工业,现已形成门类齐全、品种配套的产业,已成为机械工业中的十大产业之一。

## 二、食品机械与设备的发展现状

目前,尽管我国食品机械技术水平有了提高,且有诸多产品能达到国际先进水平,但总体上与发达国家相比还明显处于弱势,存在创新不够健全、投入不足以及技术水平相对低下等问题。我国食品机械行业起步晚,缺乏与技术发展和市场需求相适应的科研手段和设施,技术资源十分分散,这导致我国食品机械行业技术创新能力不足;在产品开发和研究经费的投入方面,与国外食品机械行业相比明显不足;在技术水平方面,我国食品机械行业充斥着成本低、工艺水平比较落后、易于制造的食品机械产品,大量的低水平重复产品阻碍了整个行业的发展进程和创新步伐。

我国食品机械制造业的发展机遇与挑战并存,优势与劣势并存。食品机械的发展速度较快,目前已进入产品结构调整、提高开发创新能力并与国际接轨的发展时期。对比国产食品机械与发达国家食品机械之间存在的主要差距,有以下两个方面:

一是生产效率低,能耗高,稳定性和可靠性差,产品造型落后,外观粗糙,基础件和配套件寿命低,国产设备的气动元件和电器元件质量差。

二是控制技术应用较少。比如远距离遥控技术、步进电机技术、信息处理技术等。目前德国、意大利、美国和日本的食品机械水平处于领先地位,其中,美国的食品充填、成型和封口三种机械设备的更新很快。如美国液体灌装设备公司(EJF)生产的液体灌装机,一台设备可以实现重力灌装、压力灌装以及正压移动泵式灌装。就是说,任何黏度的液体,只要通过微机控制来改变灌装方式都可以实现高速自动化包装。

随着全球科技的发展,发达国家已经把核能技术、微电子技术、激光技术、生物技术和系统工程融入传统的机械制造技术中。新的合金材料、高分子材料、复合材料、无机非金属材料等新材料也得到了推广应用,食品机械的集成化、智能化、网络化、柔性化将成为未来发展的主流。

## 三、食品机械与设备的发展目标与方向

近年来,食品的安全卫生要求日益受到重视,国家加大了对食品质量和安全的监督管理力度,对食品的生产加工技术提出了新的要求。食品生产企业投入大量资金进行生产技术的创新、生产设备的技术改造和更新换代,在一定程度上提升了我国食品行业的水平和市场竞争力。高新技术在食品机械中得到广泛应用,成为提高食品机械技术含量的重点内容;技术创新力度进一步加强,成为新一轮食品机械技术跨越的重要措施和手段;技术壁垒的门槛越来越高,成为食品机械技术竞争的主要形式。通过这些新的重大变化可以看出,国际食品机械经济效益的获取方式,不再是传统意义上的品种、数量、规模和性能等物化的有形资本,取而代之的是高新技术、技术标准、技术壁垒、技术创新、安全卫生等无形资本的巨大作用。这种作用在食品机械领域的全球经济一体化进程中越来越显著,成为保护本国经济利益、提高技术竞争能力、扩大本国产品出口、限制外国产品进口的重要手段,一个开放性的、以无形资本为科技竞争重点的国际食品机械市场体系正在逐步形成。

面对食品工业快速发展的市场需求,如何赶上甚至超越发达国家的食品机械与设备,如何加大自主创新步伐,力争在短时间内开发出一批具有自主知识产权和国际先进水平的产品,已成为摆在我国食品机械与设备生产企业面前的紧迫任务。

### 1. 坚持技术创新发展之路

世界食品机械的发展历史表明,善于进行技术创新的国家,其食品机械发展进程就能突飞猛进,其技术水平就处于世界领先地位,反之则处于被动的落后局面。特别是在经济全球化、科技发展日新月异的今天,国与国之间食品机械的技术竞争,实际上是技术创新能力方面的较量。世界各国食品机械的技术跨越,主要是技术创新在其跨越过程中发挥了重要作用,并成为技术跨越的重要手段。当今食品机械的技术创新能力,已经成为世界食品机械竞争力的决定性因素。一个国家或一个企业在技术创新上有多大的作为,就能够在食品机械的市场竞争中赢得多大的主动。通过技术创新,可由简单技术向复杂技术转变,由单项技术向集成技术转变,由传统技术向高新技术转变,最终以实现食品机械的技术跨越作为技术创新的出发点和归宿点。

在食品机械的发展历史上,部分欧洲国家(如英、法、德、意、丹、瑞、荷等)是世界上率先进行自主技术创新的国家,他们充分利用自身的技术优势,最早开展了以实现技术跨越为特征的技术创新工作。美国最早通过购买欧洲的先进技术,开展食品机械的技术创新工作,经过几十年的努力,实现了由引进技术创新转变成自主创新的强国。到20世纪中后期,日本、韩国等国家积极学习美国由模仿创新走向自主创新的先进经验,也实现了食品机械的技术跨越。其中,日本已成为世界食品机械的主要出口国之一。目前发达国家在开展食品机械的技术创新活动中,大都在人力、财力和物力等方面给予很大的投入,其创新主体的投资一般为企业销售额的2%~3%,投资高的达到10%左右。与此同时,各国政府还对开展技术创新给以大量的倾斜政策和经费支持,以提高食品机械的技术创新能力,促进食品机械的技术竞争和扩大出口。当前,世界各国通过技术创新及实现技术跨越所带来的发展效应,主要是形成食品机械的高技术产品品牌和丰厚的经济利益等。从总体来看,技术创新已成为食品机械实现技术跨越的重要手段。

### 2. 强化高新技术在食品机械上的应用

“高新技术”是随着现代科学技术迅猛发展而出现的内涵丰富的新概念,用以表达在经济上能够取得重大效益的高端技术,也是当代食品机械科技发展的前沿以及各国技术竞争的重点,它表达了当代食品机械技术含量的高低。世界各国评价食品机械的技术含量时,往往要分析其高端技术的实用化程度。纵观世界食品机械的技术发展,其国际竞争的内容主要是技术竞争,提升高新技术的实用化程度,已对食品机械的竞争作用日渐明显。

高新技术在食品机械中的应用,对于提高其生产效率和经济效益、降低能耗和生产成本、增加得率和提高市场竞争力等方面具有重要作用。当前,在食品机械中广泛采用的高新技术主要有机电光液一体化技术、自动化控制技术、膜技术、挤压膨化技术、微波技术、辐照技术以及数字化智能化技术等,从而不断有技术含量高、更人性化的食品机械新产品投放市场。其中机电光液一体化技术、自动化控制技术、数字化智能化技术等已贯穿于食品加工各个环节的食品机械中,而其他方面的高新技术只是应用于食品加工过程的某一领域。如膜技术主要用于食品加工的分离环节、辐照技术主要用于杀菌环节、微波技术主要用于杀菌及干燥环节等。这些高新技术的应用不仅可保证加工产品的营养、安全、卫生、方便、快捷和降

低生产成本,而且可提高生产效率、农产品有效成分的提取率、产品市场竞争力等。与传统的食品加工技术相比,高新技术具有更大的经济效益、社会效益和环境效益等发展优势。由于各种高新技术的不断应用,所以大大推进了各国食品工业的产业发展,由连续化生产代替了间歇式生产,由专业化生产代替了通用化生产,由大型化生产代替了中小型生产,由全程质量控制代替了最终产品的质量控制等,实现了食品加工过程的连续化生产、专业化作业、自动化调节、全程化控制和产业化经营等。这些技术跨越,主要是高新技术在食品机械的应用中发挥了重要作用,这种作用效果越来越突出。

技术水平先进体现于产品高度自动化、生产高效率化、食品资源高度综合利用化,不仅保持食品营养风味,生产出高品质的食品,而且保护环境和节约能源。

### 3. 保障食品安全与卫生是发展之本

从国际食品机械及其技术标准发展情况看,对食品机械的规格型号、性能指标和生产能力等目前国际上还没有统一的技术规定,而在食品机械的安全、卫生方面都有统一的标准要求。在国际食品机械标准方面,不仅具有较完善的安全标准和卫生标准,而且在食品机械产品标准方面也有较高的安全与卫生要求。因此,对安全与卫生的要求,已成为食品机械领域国际通行的基本要求。

基于全球性的食品安全形势日趋严峻,发达国家对食品机械安全生产技术的研究与应用十分重视,都是从食品机械的设计制造做起达到食品加工的安全和卫生。实现方式有两条:一是制订完善的食品机械技术规范;二是按照这些技术规范严格组织食品机械的设计、制造和应用。在这些技术规范中,最主要的是食品机械的机械安全与卫生要求,其内容涵盖了食品机械的设计与制造、设备选型与配套、设备安装与验证等环节,这也是国际上食品机械研究、开发、制造的通行要求。当前我国食品机械制造业若与发达国家实现接轨,则必须符合这些食品安全与卫生技术方面的要求。

### 4. 加强对食品机械的研发管理和售后服务

食品机械的发展有赖于深化改革,建立现代企业制度,加强企业科学管理;合理调整优化行业结构、产品结构和地区布局;提高企业的科技开发投入,增加企业科技人员比例,加强企业、高校、科研院所之间的合作。通过上述措施,提高产品质量,加强产品可靠性研究,提高单机和联线的可靠性研究,易损件和关键件使用寿命和外观质量研究;通过引进增强自主开发能力;促进机电一体化和高新技术的产业化、商品化;重点开发我国急需的成套设备,增强设备系统性,以高效、高质量的设备来装备食品工业。

加强食品机械的国家技术标准建设。为了国际间技术交流和贸易往来的一致性和协调性,世界各国的食品机械技术标准纷纷向国际标准或欧盟标准靠拢,这是食品机械领域规避技术壁垒的重要举措。制定产品标准应向高水平看齐,否则我国在食品机械的国际贸易中必然失利。尤其是WTO成员国,只有以国际标准作为制定本国技术标准的基础,才能发展和巩固我国食品机械行业在世界贸易和实现全球化生产和制造中的地位。

确保良好的售后服务,企业才会更有竞争力。在信息化飞速发展的今天,只靠产品单机的利润不能使食品机械制造企业实现利润的最大化,优质的售后服务帮助机械制造企业树立良好形象的同时,也为企业增加经济效益开辟了一条途径。

### 第三节 食品机械与设备的学习目的

“工欲善其事，必先利其器”，食品机械与设备是实现食品工业化生产的优先保障基础。本课程是食品科学与工程专业、食品质量与安全专业的主干课之一，在培养高层次食品机械与设备掌控和研究人才中扮演着重要的角色。本课程主要以食品工业生产中常用的食品机械与设备为主要内容，以单元操作机械进行分类，主要介绍其结构、性能、适用范围、工作原理、工作过程及在食品生产中的应用等内容，同时尽可能反映近年来食品加工装备行业涌现出的新成果与新产品，使同学们对国内外食品加工装备行业的发展状况和设备的发展历程有所了解。学好本课程不仅对学生在校学习起着十分重要的作用，而且对学生毕业后的工作和在学习中进一步掌握新理论、新知识、新技术，不断更新知识都将产生深远的影响。

食品机械与设备课程的教学特点是以课堂教学为主，以实践教学为辅，以课程设计作为补充。使学生对食品工厂常用机械和设备的基本结构、工作原理和特点有较为全面、系统的认识，了解各种机械设备的应用场合及注意事项，懂得如何正确选择设备和使用操作设备，并了解食品机械与设备近年的发展及新成就；通过典型机械设备的设计，使学生对一般食品机械与设备的设计能力、运算能力和绘图能力等方面受到初步训练，使学生熟悉机械设计的基本思想方法，培养学生分析问题和解决问题的能力。

在食品专业的人才培养过程中，食品机械与设备课程具有无可替代的重要性和基础性。它是对近代食品机械领域科学、技术、经济发展历史的总结，又是现代发展前沿的反映。因此，该课程的学习是对学生的知识、能力、素质培养的重要载体。

总之，学习本课程的目的是为了培养学生适应食品工业现代化生产和监管的要求，为学习食品专业知识和掌握食品现代科学技术打下必要的技术基础。

#### 本章小结

食品机械与设备总体上可以分为通用与专用食品机械两大部分。通常食品机械按单元操作进行分类有助于理解掌握食品机械的作用原理、结构特点与作用范围。

食品机械与设备具有品种多、防腐性、一定范围的通用性、卫生要求高等特点。单机设备的自动化程度普遍不高，但也有较为成熟的高度自动化设备。

食品机械与设备应该具备满足食品生产工艺、结构合理、能耗低、安全卫生等要求。

食品机械与设备的安全卫生有两方面的要求：一是食品机械设备对加工对象的安全性；二是食品机械设备对操作人员的安全性要求。

食品机械与设备的发展应该坚持技术创新、强化高新技术的应用、保障食品安全卫生、加强研发管理和售后服务。

#### 思考题

1. 食品机械与设备如何分类？
2. 食品机械与设备的特点有哪些？

3. 食品机械与设备的要求是什么？
4. 从食品卫生角度分析讨论食品机械与设备的结构要求。
5. 分析讨论我国食品机械与设备的发展历史和现状。
6. 叙述食品机械与设备的发展目标和方向。
7. 讨论食品机械与设备课程学习的重要性的学习方法。



## 第二章

# 输送机械与设备



### 本章学习目的与要求

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

食品加工中，存在着大量的物料输送问题，为了保证卫生要求，提高劳动生产率和减轻劳动强度，需要采用各式各样的机械来完成物料的输送任务。尤其是自动化食品生产线中，输送机械是连接各个生产工序必不可少的重要环节。食品工厂的原料、燃料、容器及各种辅助材料都是通过各种运输工具运到食品工厂所在地，然后进入厂区内的物流系统。

食品工厂中输送机械的作用：组成流水线和自动化不可缺少的重要环节，构成了生产中的中间媒介和衔接纽带；降低产品成本、保证食品卫生、减少人身和产品的事故；食品加工工序的重要组成部分，有时还在输送中对物料进行某种工艺操作。

输送机械一般根据被输送的物料不同，分为固体物料输送机、酱体物料输送机、液体物料输送设备等。输送固体物料和粉状物料时，采用各种类型的输送机及气力输送设备；输送液体及酱体状物料时，则采用各种形式的泵和液流输送装置。

## 第一节 固体物料输送机械与设备

### 一、带式输送机

#### (一)概述

带式输送机是一种应用广泛的连续输送机械。它不仅可用于块状、粉状物料及整件物品的水平或倾斜方向的输送，用作向其他加工机械及料仓的加料卸料设备，还可作为生产作业线中检验半成品或成品的输送装置。输送中，可以对物料进行分选、检查、清洗、包装等操作。