



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

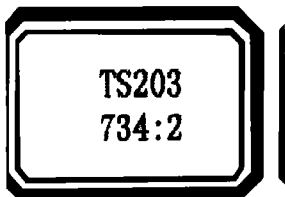
食品加工机械与设备

陈 斌 主 编
刘成梅 顾 林 副主编

第2版



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

食品加工机械与设备

第 2 版

主 编	陈 斌		
副主编	刘成梅	顾 林	
参 编	李保国	杨 进	王善荣
	房少新	杨芙莲	朱恩俊
	吴其飞	黄勇强	邓开野
主 审	赵杰文	金振宇	



机械工业出版社

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

全书共分12章，讲述了物料输送机械与设备，清理、清洗机械与设备，分选、分级机械与设备，分离机械与设备，粉碎机械与设备，混合机械与设备，浓缩和干燥机械与设备，杀菌机械与设备，冷冻机械与设备，包装机械与设备，其他机械与设备。本书着重于食品加工机械与设备的原理和选型。

本书可供本科食品科学与工程专业的学生使用，其他工程技术人员也可使用。

图书在版编目（CIP）数据

食品加工机械与设备/陈斌主编. —2版. —北京：机械工业出版社，2008.7

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-111-12521-1

I. 食… II. 陈… 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（2008）第102022号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）
策划编辑：倪少秋 责任编辑：倪少秋 责任校对：陈延翔
封面设计：陈沛 责任印制：邓博
北京京丰印刷厂印刷
2008年9月第2版·第1次印刷
184mm×260mm·23.25印张·563千字
标准书号：ISBN 978-7-111-12521-1
定价：39.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：（010）68326294
购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643
编辑热线电话：（010）88379724
封面无防伪标均为盗版

序

20 世纪的后 50 年，我国科学技术突飞猛进，人民的生活发生了翻天覆地的变化，食品、食品科技及食品文化也同样有了巨大的变化，到 1995 年食品工业产值就已上升为全国各行业之首。作为装备食品工业的食品机械及设备业，其发展虽然也很迅速，但和国外发达国家相比，在产品品种、水平、产值、配套性等方面尚存在较大差距，特别是设计开发能力、制造工艺及制造手段的落后，更是制约了食品工业的发展。

大学的相关教材问题也很突出，内容陈旧，最新的科技成果和先进的工艺方法基本上未能反映，远远不能适应时代的需要。没有强大的装备制造业，就不可能实现国民经济的工业化、现代化和信息化。同样，没有先进的食品机械工业也不会有现代化的食品工业。一批院校的食品科学专业的教师深深地感到忧虑，因为人才的培养总是第一位的，一种责任感发自内心而出，无论从完善学生的知识结构来看，还是从学生毕业后在实际工作岗位上的反馈信息来看，都需要有一本既能适应实际需要，又能反映我国和国际先进水平、最新研究成果和工艺方法等内容的新教材。经多方联系和协商，作者决定重新编写一本专业教材。

本书十几位编者年龄都在 40 岁左右，他们都是教授或副教授，都有博士或硕士学位，正是年富力强的时候，现在都活跃在教学、科研的第一线。坚实的基础理论、系统的专门知识加上多年的实践积累又进一步加深了他们对本教材的认识和理解。为了适应专业课时的削减，本书在内容上做了精选和提炼，删除了烦琐和次要的内容，着重阐明每种机械的工作原理和使用、选型中的注意事项。重点的章节也并不在于追求内容的艰深，而着眼于培养学生运用基础知识、分析实际问题的能力。同时，本书增加了有关新工艺、新技术、新产品、新动态的内容，具有明显的时代特点。

写书是一种艰苦的工作，感谢这批中青年学者，正是他们的纵横驰骋，上下求索，给食品行业奉献了一本本科生的好教材，一本研究生和相关专业人员的好参考书，谢谢他们。

赵杰文

前 言

食品加工机械与设备是食品工业的基础。食品加工机械与设备的发展为食品工业的发展提供了有力的保证，同时食品工业的发展也给食品加工机械与设备提出了新的要求。随着我国国民经济的快速发展，人民生活水平的不断提高，尤其是加入 WTO 后，我国食品工业得到了飞跃发展，已成为我国国民经济的支柱产业，食品工业已成为我国的第一基础工业，为装备食品工业的食品机械发展尤为迅速。近 30 年来，我国食品加工机械行业取得了举世瞩目的成就，食品加工机械与设备的品种成倍地增加，质量有了明显的提高，高新技术的应用研究取得了较大的进展，这些成绩的取得为食品工业的腾飞，带动机械加工业的发展，带动食品加工机械与设备的更新换代创造了有利条件。

但是我们也应该清楚地看到，与先进国家的食品加工机械与设备相比，我国的食品加工机械与设备仍存在着许多不足之处。为了尽快缩小与发达国家的差距，使我国的食品加工机械与设备走上快速发展的道路，尽快改变我国高等院校食品科学与工程等相关专业教材相对陈旧的现状，由江苏大学牵头，联合了九所院校的食品科学与工程专业的部分在教学第一线的教师编写了本书。本书针对食品科学与工程专业的本科学生，在介绍有关食品加工机械与设备原理的基础上，着重于食品加工机械与设备的使用和选型。

本书由江苏大学陈斌任主编，南昌大学刘成梅和扬州大学顾林任副主编，赵杰文、金振宇主审。参加编写的有陈斌（第一章、第四章第三、四、五节），朱恩俊（第二章），杨芙莲（第三章），刘成梅（第五、八章），杨进（第六章），顾林（第七章、第十二章第二节），房少新（第九章），李保国（第十章），王善荣（第十一章），吴其飞（第十二章第一节），黄勇强（第十二章第三节）和邓开野（第四章第一、二节）。陈斌负责全书的统稿工作。

由于参加编写的人员较多，难免在风格和章节安排上存在差异，同时由于作者的水平有限，本书可能存在着不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2007 年 5 月

目 录

序

前言

第一章

绪论 1

第二章

物料输送机械与设备 11

第一节 带式输送机 12

第二节 斗式提升机 17

第三节 螺旋输送机 21

第四节 振动输送机 23

第五节 气力输送装置 25

第六节 泵 39

第七节 真空吸料装置 42

第三章

清理、清洗机械与设备 45

第一节 清理机械与设备 46

第二节 清洗机械与设备 51

第四章

分选、分级机械与设备 67

第一节 概述 68

第二节 筛分机械与设备 69

第三节 形状分级机械与设备 82

第四节 光电分选分级机械与设备 85

第五节 其他分选技术与设备 91

第五章

分离机械与设备 109

第一节 离心分离原理及设备分类 111

第二节 卧式螺旋离心机 113

第三节 旋液离心分离机械与设备 120

第四节 过滤机械与设备 122

第五节 膜分离设备 126

第六节 超临界萃取设备 131

第七节 分子蒸馏设备 136

第六章

粉碎机械与设备 141

第一节 概述 142

第二节 干法粉碎机械与设备 144

第三节 湿法粉碎机械与设备 151

第四节 果蔬破碎机械与设备 158

第五节 肉类绞切和粉碎机械与设备 162

第六节 超微粉碎机械与设备 164

第七章

混合机械与设备 169

第一节 概论 170

第二节 液体混合机械与设备 170

第三节 固体混合机械与设备 180

第四节 固液混合机械与设备 186

第五节 气液混合机械与设备 188

第八章

浓缩和干燥机械与设备 191

第一节 概述 192

第二节 真空浓缩机械与设备 193

第三节 冷冻浓缩机械与设备 202

第四节 真空干燥设备 205

第五节 喷雾干燥机械与设备 208

第六节 沸腾干燥机械与设备 215

第七节 冷冻干燥技术装备 219

第八节 电磁辐射干燥机械与装备 222

第九章

杀菌机械与设备 227

第一节 概述 228

第二节 直接加热杀菌机械与设备 229

第三节 板式杀菌机械与设备 232

第四节 管式杀菌机械与设备 235

第五节 高压杀菌机械与设备 239

第六节 微波与欧姆杀菌机械与设备 248

第七节 超高压杀菌机械与设备 252

第八节 脉冲电场杀菌技术与应用	256
第九节 辐照杀菌设备与技术	259
第十节 其他食品冷杀菌技术简介	262

第十章

冷冻机械与设备	265
第一节 制冷原理与设备	266
第二节 食品冷却方法与装置	276
第三节 食品冷冻装置	279
第四节 食品解冻装置	287
第五节 食品冷藏链的设备	291

第十一章

包装机械与设备	305
第一节 分装机械	306
第二节 封罐、封袋机械	318

第十二章

其他机械与设备	331
第一节 生物反应器	332
第二节 挤压成形机械与设备	339
第三节 焙烤装备	351
参考文献	362

第 一 章

绪 论

一、食品加工工业、食品机械工业的发展现状

食品工业是以农产品为主要原料,通过各种手段及技术措施将植物业、养殖业、采集业所得到的原料如粮、油、果、蔬、肉、蛋、奶、水产品等加工成人们生活中所必需的成品。实际上,食品工业是农业生产的继续、深化和发展。随着我国国民经济的迅速发展和人民生活水平的不断提高,我国食品工业得到了飞跃发展,已成为我国国民经济的支柱产业,作为装备食品工业的食品机械发展尤为迅速。

1952年我国食品工业的总产值仅为82.80亿元,1980年的食品工业总产值为568.00亿元,到1990年食品工业总产值达到1359.99亿元,1995年食品工业总产值已上升为全国各行业之首,占全国工业总产值的10.1%,高出排名第二的冶金行业1.5%。而到2000年食品工业总产值已达到6734.47亿元。“十五”时期,在市场需求和政策导向的双驱动下,我国食品工业进入新一轮快速增长期。2005年,全国国有及规模以上非国有食品工业企业实现总产值20344.8亿元,比2000年增长202%,年均增长24.7%;工业增加值6300.0亿元,比2000年增长87.8%,年均增长17.6%;销售收入19900.0亿元,比2000年增长了101.3%,年均增长20.3%;利税总额3365亿元,比2000年增长91.9%,年均增长11.4%。其中,粮油加工、肉类加工、乳制品加工等行业的工业增加值和利润年均增长率均超过20%。成为名副其实的国民经济的支柱产业。表1-1中列出了历年来食品工业总产值;表1-2列出了各年代食品工业平均增长率。

表 1-1 中国历年食品工业总产值

(单位:亿元)

年 份	1952	1957	1962	1965	1970	1976	1980	1985
总产值	82.80	153.60	126.90	175.50	197.90	388.60	568.00	940.60
年 份	1990	1992	1995	1996	1997	1998	1999	2000
总产值	1359.99	2979.95	4496.13	5146.51	5842.08	5517.33	6020.30	6734.47
年 份	2001	2002	2003	2004	2005			
总产值	7043	10778.02	12911.42	15508.25	20344.80			

表 1-2 中国 20 世纪各年代食品工业平均增长率

年 代	50	60	70	80	90	21 世纪前 5 年
增长率 (%)	17.0	12.8	12.7	10.12	12.6	17.6

2005年,我国食品工业主要产品的产量分别达到:小麦粉 3.922×10^7 t、食用植物油 1.612×10^7 t、肉类总产量 7.743×10^7 t(其中肉类制品 8.500×10^6 t)、乳制品 1.146×10^7 t、啤酒 3.062×10^7 t、软饮料 3.380×10^7 t,分别比2000年增长了42.2%、92.6%、26.4%、530%、37.2%和126.7%。

2005年我国粮食加工业中特等米和标一米占大米总产量的92%以上,比2000年提高了7%;特制二等以上精制小麦粉占面粉总产量的75%,比2000年提高了5%;全精炼食用植物油占食用植物油总量的比重由2000年的30%提高到60%以上;精深加工肉制品占肉类总产量的比重上升到11%,比2000年提高了5%;液体乳产量占乳制品的产量由2000年的60%提高到91%以上;软饮料制造业打破过去一直以碳酸饮料为主的局面,形成了包装饮

用水、碳酸饮料、果蔬饮料、茶饮料等多元化发展的态势。

随着国家卫生部制定的《食品安全行动计划》、国家食品药品监督管理局会同有关部门制定的《食品药品放心工程实施方案》和《食品企业 HACCP 实施指南》等规章,以及一系列以食品安全标准为重点的食品标准的颁布实施,食品企业的主体资格和生产经营行为得到有效规范,生产条件和经营环境更加符合食品安全和卫生要求,产品质量稳中有升,各类产品抽检合格率均呈上升趋势,食品安全水平不断提高。如肉类行业 100 强企业中通过 ISO9000 认证的企业达到 77 家,通过 HACCP 认证的企业有 61 家。

我国食品工业兼并、重组步伐加快,一批具有市场竞争优势的骨干食品企业发展壮大,成长起一批知名企业和名牌产品,名优产品的市场份额明显提高。2005 年,食品工业百强企业完成销售收入 4987.9 亿元,占全行业的 25.6%;总资产 4586.3 亿元,占全国食品工业的 28.9%;实现利税总额 1920.0 亿元,占全国食品行业的 57.1%。部分食品行业的生产集中度达到较高水平,其中:乳制品行业 10 强企业销售收入占全行业的 54.7%,饮料行业 10 强企业产量占全行业的 39.5%,制糖行业 10 强企业产量占全行业的 43.6%,啤酒行业 3 大企业集团的产量合计占全行业的 31.6%。

虽然我国食品工业在“十一五”期间取得长足进步,但与世界先进水平相比仍存在较大差距,与全面建设小康社会的新要求相比,还有不小差距,主要表现在以下几个方面:

(1) 食品工业转化增值能力较低,整体水平亟待进一步提高 我国食物资源丰富,粮食、油料、蔬菜、水果、肉类和水产品等农产品产量均居世界首位,但是以这些农产品为原料的食品加工、转化增值程度偏低。在加工量方面,目前我国加工食品占消费食品的比重仅为 30%,远低于发达国家 60%~80% 的水平。其中,我国经过商品化处理的蔬菜仅占 30%,而欧盟、美国、日本等发达国家占 90% 以上;我国柑橘加工量仅为 10% 左右,而美国、巴西达到 70% 以上;我国肉类工厂化屠宰率仅占上市成交量的 25% 左右,肉制品产量占肉类总产量的比重只有 11%,而欧盟、美国、日本等发达国家已全部实现工厂化屠宰,肉制品产量占肉类总产量的比重达到 50%。在产值方面,2005 年我国食品工业总产值与农业总产量的比值仅为 0.5:1,而发达国家约为 2.0~3.7:1。

(2) 高附加值产品比例偏低,品种结构不够合理 目前,我国食品工业仍以初加工产品居多,精深加工产品较少。例如,玉米加工产品主要以生产普通淀粉、酒精、白酒和饲料为主,新开发的综合利用产品不多,多元醇、变性淀粉等深加工产品少,市场需求看好的乳酸、聚乳酸产品还处于开发阶段。大豆加工基本上以油脂和饼粕等初级加工产品为主,高附加值的卵磷脂、异黄酮等深加工品种少。肉产品结构“四多四少”的现状依然存在,即:白条肉、冷冻肉多,分割肉、冷却肉、小包装肉品种少;生肉制品多,熟肉制品少;高温制品多,低温制品少;粗加工产品多,精深加工产品少。

(3) 企业规模偏小,组织结构有待进一步优化 企业规模小,严重制约了食品行业生产集中度的提高。如我国稻谷加工达到日生产能力 400t 及以上合理规模的企业不足 1%;猪肉加工 4 强企业的加工能力占规模以上企业加工能力不足 10%,而美国猪肉加工 4 强企业占全国加工能力的 50% 以上,丹麦最大猪肉加工企业的加工能力高达全国的 80%;在饮料制造方面,美国 10 大饮料公司占全美饮料总产量的 96.9%,远高于我国 39.5% 的水平。

(4) 食品工业布局尚不尽合理,区域优势没有充分发挥 一是区域发展不平衡。我国食品工业主要分布在东部发达地区的格局 20 年来没有发生大的变化。中西部地区由于食品

工业发展滞后,丰富的原料资源优势没有转化为产业优势。二是食品工业布局与农业生产布局衔接不够紧密。食品生产、加工和销售脱节的问题仍然普遍存在,造成原料供应与食品工业发展的要求不相适应。如我国虽然有300多个小麦品种,但适合加工优质面包和饼干的专用品种缺乏,每年不得不从国外进口1000多万t加工专用小麦,另外加工啤酒的大麦大量依靠进口。

(5) 食品工业关键技术与装备水平不高,自主创新能力亟待加强 我国食品工业整体技术和装备水平比发达国家落后20年左右。食品加工装备制造业产品稳定性、可靠性和安全性较低,能耗高,成套性差;整体研发能力不高,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;定向分离与物性修饰、非热杀菌、多级浓缩干燥等食品工业技术,以及连续冻干设备、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。

(6) 食品安全保障水平仍然较低,总体形势不容乐观 我国的食品安全水平与消费者的期望相比,仍然有较大差距,安全事故时有发生,社会公众对食品卫生仍缺乏安全感,食品安全形势依然严峻。

食品工业的发展离不开食品机械工业的进步,我国食品机械的发展起步于20世纪70年代,到80年代末和90年代初实现了高速发展,形成了一批具有一定技术水平、装备条件、自主开发能力和一定规模经济的骨干企业,形成了以国家部委科研院所为龙头、地方科研院所为骨干、企业科技力量为基础的科研队伍和科技开发能力以及相当数量的设有食品工程专业的大专院校,培养了大批专业技术人员,初步形成了独立的工业体系。据不完全统计,1998年全国从事食品机械生产的企业约6600家,从事食品机械科研和教学的科研院所和大专院校超过500个。目前我国设有食品科学与工程专业的高校为156个,其中的68个设有硕士点、18个设有博士点。这些院校在食品科学研究特别是在人才培养方面发挥着主体作用。2004年食品专业的高校毕业生约1万多人,约占全国毕业生280万人中的0.4%。据对40所院校调查统计,平均本科生3065人,硕士研究生803人,博士生197人,三者比例1:0.26:0.06。这说明我国食品工业的迅速发展引起全社会的关注,更多的企业和科研单位投入这个产业。行业发展的市场广阔,潜力巨大,成为国民经济发展的一个热点领域。

由于食品工业的发展,对食品机械的品种和数量的需求不断增长,促进了食品机械品种和产值稳步上升。“十五”期间广大科技人员重点对稻米、小麦、玉米、大豆、马铃薯、苹果、肉制品、奶制品等的重大关键技术与加工设备进行研发,攻克了膜分离、物性修饰、无菌冷灌装、浓缩、冷加工等加工关键技术难题,开发了冷却肉、大豆分离蛋白、浓缩苹果汁、玉米变性淀粉等市场潜力大的新产品,研制出一批包括48000瓶/h的啤酒灌装生产线、36000瓶/h不含气饮料塑料灌装生产线、180000包/班的方便面生产线、4200袋/h的牛奶无菌包装生产线、工业机器人、高速6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技术和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。

食品机械的总产值由1986年的12.1亿元增加到2005年的440亿元。从表1-3中可以看出1986年全国食品机械产值约为12.1亿元,是1981年的4.3倍,1982年、1983年和1985年食品机械工业的产值分别比上一年增长了48%、42%和47%,20世纪90年代后,食品机械工业继续保持了较高的发展速度,食品工业的机械化程度在不断提高。

表 1-3 中国历年食品机械工业总产值

(单位: 亿元)

年 份	1981	1986	1988	1990	1992	1994	1995	1996	1997	2000	2002	2005
产 值	2.8	12.1	17.0	20.0	65.0	90.7	117.0	200	225	300	394	440

食品工业的发展不仅促进了食品机械品种和数量的增长,而且也使食品机械产品技术水平有了一定程度的提高,一些新技术被逐步运用到食品机械中,例如微波技术、速冻技术、真空压力技术、膜分离技术、挤压膨化技术、超微粉碎技术、微胶囊技术以及电子技术等等。

从食品工业对农产品加工程度看,可分为对农产品的粗加工、深加工以及食品工业的社会化三个阶段。工业发达国家大部分已进入第二阶段,少数国家已进入第三阶段。我国基本上处于第一阶段。从工业投资构成看,美国、日本及欧洲的发达国家对食品工业的投资占比重很大,居第二或第三位,占工业投资的6%~9%(我国不到3%),因此食品工业的产值在国民经济总产值中所占地位也是很显赫的。例如美、日、法等国食品工业产值均居各制造业之首。从食品工业产值和农业产值的比例看,美国为160%,日本为232%,中国为20.7%。中国食品机械全员劳动生产率仅是美国的1/20和日本的1/30。

发达国家食品工业的高度发展是因为具有了高度发展的食品机械工业,其特点是:高度机械化、自动化,食品加工机械单机高度的机电光液一体化,加工生产线高度的自动化;高新技术(超临界气体提取技术、膜分离技术、食品辐射技术、挤压膨化技术、微胶囊技术、速冻加工技术、超声波技术、光电检测技术以及电子技术等)广泛运用;高效节能产品(干燥、蒸煮、蒸发、油炸、杀菌以及烘烤等)多;高保鲜贮藏技术(气调保鲜技术、辐射保鲜技术、涂膜保鲜技术、预冷保鲜技术、化学保鲜技术、速冻保鲜技术和无菌包装技术等)日趋成熟;高度重视食品资源综合利用和环境保护;食品种类发展趋于更营养、卫生、方便,保鲜食品、微波食品、速冻食品、功能食品、方便食品、儿童食品、休闲食品和微生物食品等应运而生。

近30年来,我国食品机械行业取得了举世瞩目的成就,具体表现在以下几个方面:

(1) 食品机械的品种成倍增加 20世纪80年代前,我国食品机械的品种不足500种,主要用于粮油、饮料、酿造、糖果、乳品等加工,产品的空白点多,设备不成套,装备食品工业的能力极差。进入20世纪80年代后,中国食品协会包装机械委员会和中国食品协会机械专业委员会的成立,加强了对各部门食品机械生产、科研的经济协调,促进了新产品的大量涌现。经过“九五”期间的发展,我国食品机械产品达到2000多种,已能不同程度地装备食品工业的23个行业,再经过“十五”期间的高速发展,到2005年我国食品和包装机械装备产品达到了近4000种,装备食品工业的能力大大提高。

(2) 食品机械的质量有明显的提高 现在生产的食品机械,凡与食品接触部位或易腐蚀部位,都采用不锈钢或无毒材料,或在碳钢表面喷涂耐腐蚀涂料,从而有效防止了腐蚀以及对食品的污染,保证了食品卫生,延长了使用寿命。食品机械的加工工艺日趋精细,零件的合格率高达95%。产品的三漏(漏汽、漏水、漏油)得到了较好的解决,产品工作时的噪声明显降低,可靠性有所提高,产品的外观质量也有较大的提高。

(3) 高新技术的应用研究取得了较大的进展 我国对辐射技术的应用进行了广泛的试验,并已进入实用化阶段,真空技术、超临界萃取技术、膜分离及微波技术、机器人技术等高新技术,在食品机械应用中得到了广泛的试验研究和部分实用化推广。

(4) 食品机械行业的各种机制已逐步建立 目前我国食品机械行业拥有 40 万从业人员, 从事食品机械开发与研究的科研机构有 70 余所, 科技人员近 5000 人, 有 20 多所高等院校设立了食品机械专业。各级食品机械产品质量监控体系都已建立, 国家有关部委设立了办公室, 统筹规划食品机械行业的发展, 一个门类齐全、体系基本完善、独立的新兴产业已经形成。

(5) 初步形成了一个与之配套的食品工程专业教育体系, 造就了大批专业技术人员按照“科教兴国”战略和“以人为本”的思想, 积极探索一条适应我国国情的教育、科技与生产密切结合的办学道路, 为食品机械行业定向培养人才, 实行以中央为主、地方和社会参与办学, 充分利用大专院校在人才、知识密集等综合优势为行业发展服务。

(6) 初步形成了科技队伍和科研开发能力 以部属科研院所为龙头、地方科研院所为骨干、企业科技力量为基础的科研队伍及科研开发能力的初步形成, 为行业科技发展发挥了重要作用。到目前为止, 科工贸一体化和技术较强的科研单位被列入行业重点科研院所, 完成了一大批科研项目, 填补了许多国内空白, 技术水平在国内居领先水平。

从 2004 年以来, 食品机械的进口额增长放慢, 国产设备 2005 年的市场占有率不断上升。预计到 2010 年国内行业总销售额可以达到 1300 亿元, 市场需求可以达到 2000 亿元。近年来, 我国每年引进食品和包装机械近 20 亿美元, 跃升为世界第二大包装机械进口国。我国目前食品和包装机械的技术水平已接近国际水平, 这就更增加了我国的食物和包装机械行业的竞争力, 可以从容面对我国加入 WTO 后国外食品和包装机械对我国的冲击。

我国食品机械工业是改革开放以后发展起来的新兴产业, 大部分设备都是通过引进设备消化吸收研制出来的, 可以说是价廉物美, 售价只是国外的 1/5 ~ 1/3, 当前的技术水平适应国内市场, 也非常适合发展中国家和地区的经济条件, 这是我们的优势。但我们的设备与工业发达国家相比, 还有很大差距, 主要表现在以下几个方面。

一是产品品种和配套数量少。我国目前食品机械(包括包装机械)品种大约有 4000 种(其中包装机械 1700 多种, 食品机械 2300 多种), 而工业发达国家的食品和包装机械已经达到 5300 种以上, 而且成套数量大。

二是技术水平低。目前我国食品与包装机械的技术差距主要表现在控制技术和产品可靠性方面, 技术更新速度慢, 新技术、新材料、新工艺推广应用的范围太窄。从整体水平上讲, 要比发达国家落后 15 ~ 20 年。

三是产品质量差。主要表现在生产率低、能耗高、稳定性和可靠性差, 产品造型落后、外观粗糙、基础件和配套性的寿命低等, 这种状况远远满足不了当前食品与包装机械工业的需要, 挡不住进口的冲击。

四是我国食品与包装机械工业企业规模小、技术装备差、管理水平比较落后、自我开发能力弱, 与国外市场竞争能力低。发达国家食品机械企业把科技开发投入、科技队伍、实验基地的建设放在重要的位置, 科技开发的费用占销售额的 8% ~ 10%。我国食品机械多为中小型企业, 几乎没有自己的科研开发机构, 企业对科技开发的投入, 平均不到销售额的 1%, 大专院校与科研单位的科研项目与市场需求脱节, 至今尚未形成带动科研与生产的紧密结合的运行机制, 企业试验与检测手段和仪器陈旧, 企业科技人员少。我国食品机械行业历史短, 企业大多数技术水平不高, 缺乏生产经营经验, 企业过多地关注扩大产量, 对通过内涵发展生产力来提高技术水平始终重视不够, 管理不力、生产效率低、效益差、人均劳动

生产率低、出口产品的产值仅占总产值的 10%。国外的食品机械企业信息的收集, 一般公司都有专门收集、整理、分析市场的信息机构, 并及时为公司决策提供可靠有据的市场分析。而我国食品机械企业信息相对闭塞, 尚未建成必要的信息系统, 缺乏对国外同类产品的了解。

五是我国食品机械行业是个部门的产业, 各自为政, 形成条块分割局面, 不利于发挥团队的协作力量, 人力分散, 难以形成合力进行重点技术攻关。

六是企业劳动生产率低。据不完全统计, 我国企业的劳动生产率仅为发达国家食品机械行业全员劳动生产率的 1/10 ~ 1/15。

当前我国已经加入了 WTO, 食品机械行业受到国际市场的冲击已经不可避免, 要经受加入世贸组织后的考验, 使我国食品机械行业上一个新台阶, 这不仅对科研机构 and 高等院校食品科技工作提出了新的要求, 也为食品机械行业带来了空前的机遇, 我们必须加快科学研究的步伐。一方面主攻配套, 狠抓关键产品的开发, 尽快改变食品机械单机多, 成套设备相对较少的格局, 做到主机、辅机、配件协调发展; 另一方面, 要加快高新技术应用研究, 尽快把科研成果转化为机械设备, 开发新产品, 实现产业化。以市场为导向, 积极调整产品结构, 既要有出口和供应大城市为主的高档产品, 也要有在广大城乡进行农产品初加工的食品机械。食品生产既有大型现代化水平较高的工厂, 又有大量分散、小型、以手工为主的食品工厂, 因此食品机械要考虑多层次的需要, 既有 20 世纪 90 年代末水平的高技术水平的设备, 又有以实用技术为主的中等技术水平的设备。同时要把目标转向国际市场, 发展一批适合国际市场需要, 技术先进、质量好的产品, 投入国际竞争, 扩大出口。我国食品机械进口额很大, 据海关统计, 20 世纪 90 年代中期进口食品机械与国内食品机械总产值基本持平。在目前所引进的设备中, 约 40% 属国内不能供应的, 但 40% 是国内已批量生产而不该进口的, 20% 是国内有能力制造的, 在全部的进口贸易中, 包装机械占 80% 以上。到“十五”结束, 我国的食品机械的进出口已经出现贸易顺差, 要改变我国目前的食品机械工业的现状我们必须要做到如下几点:

一是通过消化吸收加快引进技术为我所有、为我所用的进程, 支持重点产品的开发研制。

二是要求消化吸收和自主开发都应该注重技术创新, 形成国内自己的独有技术。

三是要采取有效措施, 鼓励制造、使用单位与科研院所联合开发。

四是要按市场竞争要求, 选择急需发展的项目给予重点支持, 重点突破, 充分发挥食品机械行业重点科研院所的作用, 将开发能力提高到一个新的水平。

五是要优化组织结构, 成立跨部门食品机械企业集团, 走规模效益之路。我国食品机械行业具有多品种、小批量、中小企业多的特点, 同时企业又分属机械、轻工、商业等部门, 重复生产多, 重复研究多, 很多企业在低水平上研究, 低水平上生产, 低水平上竞争。要组织推进以产品为纽带, 以技术为纽带和以资产为纽带的联合, 成立跨部门、跨区域、跨所有制的不同层次的企业集团, 形成优势互补、分工合作的格局, 共同促进行业的发展。

六是要面向用户, 按用户要求确定产品的质量目标, 真正做到为用户服务, 对用户负责, 让用户满意; 要严格设计、制造的质量控制, 要求从设计、制造、装配到调试技术、管理和服务措施全到位; 要建立起适应市场经济的质量保证体系, 按照“质量第一, 用户第一, 服务第一”的方针, 树立质量是企业生命的意识, 加强质量管理, 重视售后服务, 努

力创造出名牌产品。加强科学研究工作,提高行业整体水平,在研究中既要重视重大成龙配套,又要重视基本理论和基础元件的研究。

食品装备制造是为食品工业提供技术装备的重要产业,对提高我国食品工业装备国产化率和整体发展水平起着举足轻重的作用。“十一五”时期,食品装备制造业要改变自主创新能力弱、技术装备水平低、成套性和稳定性差等的现状,重点加强分离设备、冷冻设备、干燥设备、杀菌设备、罐装设备、包装设备等现代食品加工装备的研发制造,重点开发远洋捕捞船用超低温急冻冷藏设备和冷链设备。

今后食品工业重点行业装备制造业发展方向:

(1) 粮食加工 围绕米面制品,重点发展主食加工设备和副产品综合利用设备;围绕玉米的工业化应用,发展深加工设备。

(2) 油脂加工 重点发展大型制油高效、节能设备,油脂精炼装备,专用油脂和以及大豆蛋白分离和提取设备。

(3) 畜禽屠宰加工 重点开发牲畜真空采血、电刺激、畜禽热汽隧道式湿烫及连续自动去毛(羽)、多工位扒皮设备,胴体劈半和在线检测设备,高湿雾化冷却排酸设备,大型真空斩拌机、滚揉机和高速灌肠机等肉类深加工设备,以及冷却肉、清真肉制品、低温肉制品、功能性肉制品和发酵肉制品加工设备,实现我国畜禽屠宰加工装备的成套化、国产化。

(4) 水产品加工 重点发展去鳞、剖腹、去内脏、分级设备,鱼糜、鱼浆加工设备,贝类净化设备和壳肉分离设备,水产品微冻保鲜设备,鱼虾无水保活运输设备,海洋药物及天然化合物提取设备。

(5) 乳制品加工 重点发展液体乳加工和无菌包装设备、干酪加工设备、乳清分离设备、超高温灭菌设备。

(6) 果蔬加工 重点开发果蔬预冷和配送设备、果蔬分级包装设备、净菜加工与储运设备、冷打浆设备、大型果汁浓缩设备、柑橘半果榨汁设备。

(7) 饮料制造 重点发展无菌冷灌装设备、大型饮料在线检测及自动剔除设备、全自动饮料混合设备、加工前处理装备、高分子材料自动“制瓶—灌装—封口”一体化设备。

(8) 包装设备 大力发展纸包装设备、液体包装设备和包装材料制造设备,重点发展50000瓶/h以上的吹瓶机、15000万瓶/h的PET瓶结晶瓶设备、注拉吹制瓶设备、50000瓶/h以上的饮料冷灌装设备、UHT奶的杀菌灌装设备和ESL(延长鲜奶储存寿命)设备。

此外,在“十一五”期间还将重点发展方便食品加工技术装备、啤酒饮料加工技术装备、超微粉碎加工技术装备、挤压成形技术装备、杀菌熟化技术装备、微胶囊化技术装备、真空冷冻技术装备、农产品深加工成套技术设备,如大豆、稻谷、玉米、土豆等深加工及综合利用设备等。

总之,近30年来,我国食品机械工业虽然取得了突飞猛进的发展,成为我国民族食品工业的重要基石,在取得胜利的同时,也应该放开眼界注重发达国家的发展动态,同时也应该清醒地认识自己的不足,从而奋起直追。21世纪大型化、高速化和提高稳定性是食品机械行业发展的主要目标。生产多样化成品包装设备是市场经济发展的需要,运用高新控制技术、机器人技术、机电一体化技术、智能化计算机技术是我们今后努力的方向。

二、食品机械与设备的特点和分类

食品机械与其他机械相比,食品机械加工对象(食品物料)的种类繁多,各种物料的

性质差别很大,每种食品都各有不同的特殊要求。所以,食品机械的形式多种多样,结构简繁不一。由于我国幅员广阔,各地气候、风俗差异较大,使某些食品带有地区性特色及特殊风味,所以又形成一些各具特色的食品加工特点。另外,由于食品机械是把食品原料加工成食品(或半成品)的机械,被食品机械加工的对象物是人们获取营养的主要来源,食品质量的好坏直接关系到人们的身体健康,关系到全民身体素质的提高,所以食品是一种特殊的商品,因此对食品机械有其特殊的要求。

1) 食品物料的成分、性质、形态等差别较大,决定食品机械的单机性强,这些设备一般外形尺寸较大,重量较轻,移动方便。

2) 由于食品机械在工作时常常伴随着水及酸、碱等强腐蚀物质,因此,要求食品机械使用的材料应能防腐、防锈,与食品直接接触的部分,应采用不锈钢材料或经防腐、防锈处理过的材料,选择防潮、防爆炸的电动机作为动力,控制装置应具有良好的防潮性能,符合国家《食品机械卫生和安全》标准中规定的需要强制执行的内容。故食品机械的造价一般高于其他机械设备。

3) 为了保证食品生产的卫生条件,防止遭受由于机械设备本身造成的食品污染,凡与食品接触的零部件,要保证无毒、无味、无污染、耐磨、耐腐蚀性能,有些机械的工作部件应在密封的环境中工作,与食品直接接触的工作部件应便于拆卸和清洗。

4) 食品工厂生产的食品花色品种较多,且食品加工有季节性很强的特点(特别是以水果和蔬菜等农产品为原料的食品加工),同时加工的物料具有多品种、多种类和多特性等因素,因此食品机械要具有很强的适应性,具有调节容易、调整模具方便和一机多用的特点。

5) 食品机械与设备的运行,应安全可靠、操作简便,具有造价低、性能优、工效高、能耗低、噪声小等特点。

由于食品工业原料和产品的品种繁多,加工工艺各异,因此食品加工机械品种十分繁杂,我国目前尚未制订食品机械分类标准,各部门根据工作方便常有不同的分类方法。

1. 按原料或生产产品分类

制米机械、制粉机械、油脂加工机械、制糖机械、制盐机械、淀粉机械、豆制品加工机械、面制品机械、乳制品机械、蛋品加工机械、肉类制品(包括屠宰)机械、水产品加工机械、果蔬加工和保鲜机械、罐头制品机械、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、饮事机械等等。以上的分类并不科学,有的重复,有的不全。

2. 按机械设备的功能分类

1) 原料处理机械。包括去杂、清洗、选别、分选分级等各种机械与设备。

2) 粉碎和分切、分割机械。包括破碎、研磨、分割、分切等机械与设备。

3) 混合机械。包括粉料混合和捏和机械与设备。

4) 成型机械。如饼干、糕点、糖果的成型机械与设备。

5) 分离提取机械。如过滤、离心机械与设备,各种提取和提纯机械与设备。

6) 搅拌与均质机械。包括液状物料的混合处理机械与设备。

7) 蒸煮机械。包括蒸煮、杀青、熬糖、煎炸等机械与设备。

8) 蒸发浓缩机械与设备。

9) 干燥机械。包括各种常压和真空干燥机械与设备;有箱式、隧道式、回转式、链带

式、喷雾式、流化式等等。

10) 杀菌机械与设备。

11) 烘烤机械。包括固定式、回转式、链带式等烘烤机械与设备。

12) 冷冻和冻结机械。包括各种速冻机和冷饮冻结机械与设备, 也包括制冷机械与设备。

13) 挤压膨化机械。

14) 定量包装机械。包括各种固体和液体的定量、计数和包装机械与设备, 如容积式、重量式的装罐、装瓶、装袋机械。

15) 其他机械。包括各种难以归类的机械与设备。

另外还有一些通用设备, 如输送机械, 包括带式输送机、斗式提升机、气力输送机、各种泵类、生物反应机械与设备以及换热设备和容器等等, 也都是食品加工中常用的机械设备。

综上所述, 从使用和选型的角度看, 以上两种分类方法对生产都有一定的指导意义, 但我们在学习的过程中不能拘泥于分类形式, 要更好地研究各种食品生产工艺中各种机械与设备的内部联系, 分析其工作原理和使用中需要注意的问题。

在本书中, 不可能对每一种食品机械都作详细的介绍, 只能在各类食品机械中选择少数的典型的机械或设备, 从工作原理和使用方法进行必要的分析讲解, 作为举一反三的基础。

三、学习“食品加工机械与设备”课程必须具备的条件

食品加工机械是实现机械化食品加工工艺的必备设备, 是通过机械的工作完成食品的中间体和成品的工具, 它是通过机械的动作和传动完成所需要的工作, 因此, “食品加工机械和设备”是一门食品科学与工程专业的骨干专业课程之一。通过本课程的学习, 对帮助我们实现食品的机械化、现代化生产过程, 提高食品的质量和食品生产的效益, 提高劳动生产率都有不可替代的作用。

“食品加工机械与设备”课程是以理论力学、材料力学、金属材料、机械基础、机械制造基础和工程控制为依托的实践性很强的一门工程类课程。因此, 在学习本课程之前, 必须首先学习“工程图学”、“食品机械基础”、“电子基础”等基础课程。在本课程的学习过程中应采用理论联系实际的学习方法, 做到既要学习好教材中出现过的机械与设备, 也要联系在认识实习和生产实习中接触过的相关机械与设备的工作原理和工作过程; 既要掌握食品加工各个操作单元中带有普遍性质的内容, 也要注意具有民族食品加工工艺特点的具有特殊性质的东西。由于食品加工机械的种类很多, 不可能在有限的课堂教学中详细分析各种机械和设备, 因此在学习过程中要十分注意学习方法的掌握, 掌握正确的分析问题的方法后, 对教材中出现的具体机械与设备的例子就能做到举一反三、融会贯通, 今后在工作中即使碰到新的机械与设备, 你也能正确分析它的工作原理和使用中应该注意的事项, 从而真正掌握食品加工机械与设备的精髓。