

Food Processing Equipments Selection

食品

加工设备
选用手册

刘玉德/主编



化学工业出版社

食品加工设备选用手册

刘玉德 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

食品加工设备选用手册/刘玉德主编. —北京: 化学工业出版社, 2006. 7

ISBN 7-5025-9120-6

I. 食… II. 刘… III. 食品加工设备-技术手册
IV. TS203-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 083914 号

食品加工设备选用手册

刘玉德 主编

责任编辑: 孟 嘉

文字编辑: 温建斌

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 史利平

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市万龙印装有限公司装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 17¼ 字数 429 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-9120-6

定 价: 40.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着我国国民经济的飞速发展和人民生活水平的逐步提高，人们对食品加工提出了越来越高的要求。食品工业已经成为我国国民经济的重要组成部分，为提高人民群众的生活水平和我国的现代化建设做出了贡献。

科学技术的发展促进了食品机械的进步，一些新型的加工方法和采用先进技术的加工设备不断应用到食品加工中，为食品工业的发展增添了活力，为生产出更多更好的食品产品提供了保障。在食品加工中，如何使确定的食品加工工艺与食品加工设备达到完美的结合，是判断食品生产效益的重要技术指标之一。因此，在建立食品加工生产线过程中，如何根据所加工的食品原料，确定正确的加工工艺，选择适合的加工设备结构、加工能力以及加工方法就成为设备选型的关键。

我国食品加工原料十分丰富，近些年来农副产品的深加工程度逐年提高，加之许多新的加工方法和设备不断出现，使得处于基层的食品加工技术人员更加缺乏，造成许多企业在设备选型过程中面对众多的食品加工设备无所适从，购买的许多设备不适合所要加工的产品，造成了资金的巨大浪费，严重影响了企业的发展和进步。

本书编者长期从事食品工艺和机械加工设备的研发和选型工作，深感设备选型对食品加工的重要性。编写此书的目的就是希望为我国食品工业的发展尽自己的一点微薄之力，为食品加工企业的设备选型提供一些帮助。本书在编写过程中参考了食品加工方面的一些图书资料，对食品加工设备选型方面的内容进行了归纳和整理，在此对相关资料的著者和研究人员表示衷心的感谢。

此外，在本书的编写过程中，为方便读者使用书中提供的设备资料，在提供的一些常用和典型设备前面加注了“主流产品”图标，希望对读者更好地使用本书有所帮助。

本书在编写过程中得到了许多朋友以及家人的关心和帮助。曹雁平研究员、郑家林教授、陆守道教授提供了大量的资料，并在百忙中抽出时间通读了书稿，对本书提出了许多宝贵的意见；刘春开、丁向红、刘海明等协助进行了资料整理和录入工作，并进行了校对，在此对他们的支持深表感谢。

由于时间仓促，加之编者水平有限，在编写中难免出现一些问题和错误，希望专家、学者和技术人员批评指正。

编 者

2006年5月31日
于北京工商大学

目 录

第一章 绪论 1	一、豆奶粉加工工艺 91
一、引言 1	二、豆奶粉加工新技术 92
二、食品工业对加工设备的要求及设备 的特点 7	三、豆奶粉加工设备选用 93
三、食品设备的分类及发展状况 7	第四节 大豆蛋白的加工工艺及设备 选用 98
四、食品设备选用原则及其要求 10	一、大豆蛋白的加工工艺 98
参考文献 14	二、大豆蛋白加工设备选用 102
第二章 乳及乳制品加工设备选用 15	第五节 豆制品加工工艺及设备选用 109
第一节 液态乳的加工工艺及设备选用 15	一、豆制品的加工 109
一、液态乳加工工艺 15	二、豆制品加工设备选用 112
二、液态乳的设备选用 18	三、生产工艺和设备实例 114
三、生产设备选用实例 46	参考文献 115
第二节 酸奶加工工艺及设备的选用 47	第四章 调味品加工工艺及设备选用 117
一、酸奶加工工艺 47	第一节 传统调味品的加工工艺及设备 选用 118
二、酸奶加工设备选用 50	一、酱油的加工工艺 118
第三节 干酪及其产品的加工工艺及设备 选用 51	二、食醋的加工工艺 121
一、干酪加工工艺及设备选用 51	三、豆酱的加工工艺 122
二、干酪素加工工艺及设备选用 55	四、传统调味品的加工设备选用 123
第四节 奶油加工工艺及设备选用 55	第二节 动植物调味品的加工工艺及 设备选用 127
一、奶油产品的加工工艺 55	一、动物类调味品的加工工艺及设备 选用 127
二、奶油加工设备的选用 56	二、植物类调味品的加工工艺及设备 选用 128
第五节 乳粉加工工艺及设备选用 58	第三节 复合调味料加工工艺及设备 选用 132
一、乳粉加工工艺 59	一、复合调味料的加工工艺 132
二、乳粉加工设备选用 60	二、复合调味料加工设备选用 134
三、生产设备选用实例 67	三、复合调味料的生产实例 137
参考文献 76	参考文献 138
第三章 大豆制品加工工艺及设备选用 77	第五章 肉制品加工工艺及设备选用 139
第一节 大豆制品加工原料 77	第一节 香肠加工工艺及设备选用 139
一、大豆制品的原料 77	一、香肠的分类 139
二、大豆中抗营养因子 78	二、香肠的加工工艺 140
三、大豆中抗营养因子的消除方法 79	三、鱼肉香肠的加工工艺 142
第二节 豆奶加工工艺及设备选用 79	四、西式火腿的加工工艺 143
一、豆奶加工工艺 79	五、香肠和火腿加工设备选用 145
二、豆奶加工新技术 82	
三、豆奶加工设备选用 87	
四、豆奶生产加工和设备选用实例 91	
第三节 豆奶粉加工工艺及设备选用 91	

第二节 肉类罐头的加工工艺及设备 选用.....	150	二、饼干的加工工艺.....	194
一、肉类罐头的加工工艺.....	150	三、饼干的加工设备选用.....	199
二、肉类罐头加工设备选用.....	151	四、生产设备选用实例.....	208
参考文献.....	154	第二节 面包的加工工艺及设备选用.....	209
第六章 骨产品加工工艺及其设备选用	155	一、面包的分类.....	209
第一节 畜骨营养成分分析.....	155	二、面包的加工工艺.....	209
第二节 骨粉的加工工艺及设备选用.....	156	三、面包加工的设备选用.....	211
一、骨粉生产的加工工艺.....	156	四、生产设备选用实例.....	214
二、骨粉的加工设备选用.....	157	参考文献.....	215
第三节 骨髓粉的加工工艺及设备选用.....	159	第八章 果蔬汁加工工艺及设备选用	216
一、骨髓粉的加工工艺.....	159	第一节 果蔬汁原料及基本加工工艺.....	216
二、骨髓粉生产的设备选用.....	160	一、果蔬汁原料.....	216
第四节 骨素的加工工艺及设备选用.....	161	二、果蔬汁的分类.....	217
一、骨素的加工工艺.....	161	三、果蔬汁的基本加工工艺.....	218
二、骨素的加工设备选用.....	162	第二节 典型果蔬汁加工工艺及设备 选用.....	222
第五节 骨蛋白和钙磷制剂的加工工艺及 设备选用.....	162	一、果蔬汁的加工工艺.....	222
一、骨蛋白和钙磷制剂的加工工艺.....	162	二、果蔬汁加工设备选用.....	229
二、骨蛋白和钙磷制剂的加工设备 选用.....	163	三、生产设备选用实例.....	240
第六节 骨糊的加工工艺及设备选用.....	165	参考文献.....	244
一、骨糊的加工工艺.....	165	第九章 矿泉水和纯净水加工设备的选用	245
二、骨糊的加工设备选用.....	167	第一节 矿泉水加工设备的选用.....	245
第七节 骨糊加工设备选用实例.....	192	一、矿泉水的生产工艺.....	245
参考文献.....	192	二、矿泉水的加工设备选用.....	248
第七章 饼干及面包加工工艺及设备选用	193	第二节 纯净水加工设备的选用.....	257
第一节 饼干的加工工艺及设备选用.....	193	一、纯净水的生产工艺流程.....	257
一、饼干的分类.....	193	二、纯净水的加工设备选用.....	259
		三、纯净水加工设备的选用实例.....	265
		参考文献.....	268

第一章 绪 论

食品机械加工的对象主要为农副产品，由于目前食品的种类繁多，食品加工的设备也多种多样，同一个食品产品可以采用不同的设备加工，同一台设备又可以加工出不同的产品。此外，由于采用不同原理的加工设备在技术性能、质量和价格上都有很大的差异，因此，在加工食品时选择什么加工设备就非常重要。

一、引言

(一) 食品工业基本情况以及发展趋势

由于食品机械服务的对象是食品加工业，因此，食品加工业的发展对食品机械的发展具有巨大的推动作用。食品加工业还是和人们的生活紧密相关的行业，是永恒不衰的工业，是人类的生命工业。食品工业现代化和饮食水平是反映人民生活质量及国家文明程度的重要标志，是关系国计民生及关联农业、工业、流通等领域的大产业。随着人类文明的进步和发展，食品工业已经成为一个国家国民经济的重要组成部分，直接反映了人们对生活的追求。

食品加工业是农产品面向市场的主要后续加工产业，在农副产品加工业中占有最大比例，对推动农业产业化具有巨大作用。近年来，由于全球主要农产品的持续增长，食品加工的总产量保持连续增长的趋势。从总的发展趋势看，由于食品加工原料在全世界分布的不均匀性和科学技术的发展，以及经济全球化的作用，食品加工逐渐呈现生产规模化、经营国际化、加工自动化、食品品牌化的特点，这也是全球食品企业发展的大趋势。

此外，由于生活节奏的加快和人们对自己健康的日益关注，食品本身的安全、方便、快捷、天然、营养、低糖和低热量成为人们对食品追求的目标。

1. 世界食品加工业发展的基本情况以及发展趋势

由于经济的快速发展，目前国际食品加工业处于快速发展阶段，食品工业的产值逐年递增。其销售额居各行业之首，是全球经济中的重要产业。产品的种类日益丰富，从分类和区域分布情况看，肉制品增长快于谷物增长，发达国家谷物总产量高于发展中国家。

美国仍是世界各国人均消费各类食品最多的国家，肉制品、乳制品和糖制品的消费远高于其他国家。美国的食品工业发展速度处于世界领先地位，其肉制品人均消费较多。近些年来，由于饮食结构的变化和对肉制品安全性的担忧，人们逐渐开始降低肉制品的食用量，造成肉制品增长率减缓。日本的水产品人均消费高于其他国家；发达国家人均日营养摄入量比较稳定，数量充足，动物性蛋白质所占的比例较高，而发展中国家在优质动物蛋白质和总脂肪的摄入方面与发达国家有一定差距。

从食品加工产品来看，世界范围内比较有影响的国家和食品加工业有巴西橙汁加工业、新西兰乳业、法国葡萄酒产业、日本的功能食品产业和美国的农业可持续发展产业。从产品的加工情况看，农产品产后的增值潜力很大，世界发达国家均将农产品储藏和保鲜、加工放在首位。从农产品产值构成来看，农产品产值70%以上是通过产后环节来实现。美国用于

采前的田间生产费用仅占 30%，70% 的资金都用在采后环节，从而保证了农产品高附加值的实现和资源的充分合理利用。农产品加工业高度发达产生三个方面的正叠加效应：一是农产品高附加值的实现；二是农产品的转化率高，发达国家粮食的转化率在 80% 以上，果蔬的转化率达 50%；三是农产品采后的损耗低，充分利用资源。美国农产品采后损耗为果蔬 1.7%~5%，粮食低于 1%，我国果蔬采后损耗一般在 30%，粮食在 10% 左右。农产品产后产值与其采收时产值自然比例美国为 3.7:1，日本 2.2:1，而我国仅为 0.38:1。

由于食品工业在国民生产总值中所占的地位非常重要，因此各个国家都在加大投资力度，积极发展本国的食品工业。进入 21 世纪后，随着世界经济全球化进程加快，知识经济、可持续发展成为大家的共识，食品工业全面驶入世界经济快速发展的快车道。主要出现以下的发展趋势。

① 大型和超大型的食品加工企业的产品所占的市场份额越来越大。随着经济全球化的进展，国际性的大公司通过合资、技术入股、联合经营等方式将其产品渗入到世界的各个角落。从每年的世界 500 强企业排名看，已经有很多的食品加工企业巨头进入排名的前列，产值在逐年提高。此外这些大型公司之间还相互合作，互相渗透，形成了既互相竞争又互相合作的发展状况。而且由于企业实力强，形成了资金投入大、技术水平高、产品质量好、利润空间大的良性循环，提高了抵抗风险的能力。

② 一些高新技术逐渐应用到食品加工业，新产品不断出现。近些年来，随着生物技术、新材料技术、微电子技术以及纳米技术的发展和运用，许多新产品、新包装和新加工方法不断出现，直接推动了食品工业的发展。目前已经有越来越多的高新技术应用到食品加工过程中的加工、包装、杀菌、检测等方面，提高了原材料的利用率和产品的质量，降低了产品的能耗和对环境的污染，增加了产品的利润。

③ 食品加工的自动化程度越来越高，生产方式越来越灵活。由于自动化程度高，降低了劳动强度和加工成本，提高了利润率。并且可以根据原材料的季节性变化，用同样的生产线加工出不同的产品。这就提高了生产线的利用率和适应市场变化的能力。

④ 食品安全越来越受到人们的重视，绿色、营养、纯天然的食品受到人们的欢迎。由于食品对于人们的健康影响极大，因此人们更加关注食品的安全问题。

此外，随着生活节奏的加快，方便快捷的食品日益走俏，天然有机食品备受青睐，健康食品日受关注，全球化的民族食品深入人心，专用化食品原料品种日益繁多，食品业电子商务日新月异，都为食品工业的快速发展提供了可靠的保证。

2. 我国食品工业发展的基本情况以及发展趋势

我国食品工业的发展起步较晚，改革开放以来我国食品工业取得了长足的发展，随着国民经济的迅速发展，我国的食品工业也得到了飞速的发展。自 1996 年开始，中国食品工业（包括食品加工、食品制造、饮料制造和烟草加工业）的总产值已居各工业部门的首位。

2005 年规模以上食品工业完成工业总产值 2.03 万亿元，占全国工业总产值 8.2%，同比增长 26.9%；产品销售率 98.6%，实现利税总额 3365 亿元，同比增长 21.6%；进出口总额 449.7 亿美元，同比增长 13.7%；全行业从业人数达 453 万人。

此外，一些高新技术在食品加工中得到了较好的应用，大中型企业技术装备水平有了较大提高。如生物工程技术、超高温杀菌、冷冻速冻、超临界萃取、膜分离、分子蒸馏等一大批高新技术在食品行业得到了推广应用，有力地促进了食品工业生产技术水平的提高和产品的更新换代。啤酒、葡萄酒、饮料、乳品、烟草加工等行业中较先进的技术装备，已接近发

达国家 20 世纪 90 年代中期先进水平,我国食品机械设备制造水平正在逐步适应食品工业的发展和技术改造的要求。

近年来我国食品工业在利用农业资源上也取得了很大进展。食品加工工业的发展和布局结合了我国农业区域资源及资源优势。如新疆的红色产业——番茄酱加工业,陕西的苹果汁加工业,内蒙古的畜牧产品加工业,海南的椰子产品加工业等,这些产业的快速健康发展是与当地良好的资源相关联的。新疆光照时间长,温差大,有利于加工用番茄固形物的积累及加工用番茄红色素含量的提高。优质的加工原料,产生优质的加工产品,因此这一产业在新疆得以快速发展,对当地经济做出了较大贡献。陕西的苹果产品、内蒙古的畜牧产品和海南的椰子产品同样如此。

尽管我国食品加工业发展近年取得了可喜的进步,但是,应该看到我国的食品工业与发达国家差距甚远,与当前我国国民生活质量提高的要求相差也很远。目前,我国粮食、油料、水果、蔬菜、肉类、蛋类、水产品生产总量虽均居世界第一位,但加工比例很低。例如,加工业所消耗的粮食只有 4000 万吨,仅占粮食生产总量的 8%;全国用于加工的肉类产量只占生产总量的 3%~4%,而用于加工的蛋类产量仅占总产量的 1%;用于加工的苹果不足总产量的 10%,而美国为 42%,阿根廷为 52%,德国为 74%,波兰为 69%。

目前我国食品工业的主要问题主要体现在以下几个方面。

① 食品工业结构和发展布局不够合理,地区发展不平衡,一定程度上造成了资源浪费。总体上看,我国食品工业东部强于西部,城市强于农村。因此应加强西部及农村食品工业的发展。西部有良好的资源优势,农产品可以就地加工,能节省成本,提高效益,同时有助于从根本上解决“三农问题”。对调整农业产业结构,拓展农村就业领域,加快农业剩余劳动力转移有积极的意义。

② 食品企业总体规模小,中小企业多、生产集中度不够高。多数行业技术装备落后,生产集中度低,资源消耗多,经济效益低下。如啤酒生产企业合理经济规模为 20 万吨/年,而我国啤酒生产企业的平均规模不到 4 万吨/年;浓缩苹果汁企业国际先进水平为 5 万吨/年以上,而我国浓缩苹果汁厂平均规模不到 1 万吨/年;制糖行业平均日处理甘蔗为 1500t 左右,大大低于万吨的国际平均日处理量。

③ 食品加工程度低,资源综合利用率差。如我国果汁加工业加工果汁后的残渣如果肉、果皮、种子等基本没有充分利用,一般作为废弃物扔掉了;番茄酱加工业中的番茄皮和种子也没有加以利用。我国大多食品加工业项目在论证及实施过程中考虑相对单一,或由于受投资规模的限制,对加工原料的深层次加工和综合利用考虑欠缺。这一方面降低了加工层次的增值,另一方面造成了资源的浪费及环境的污染。对于农副产品加工应采取综合利用的原则,如海南省的椰子加工产品采用综合加工后,将椰子榨汁成为椰子汁,椰肉加工成高纤维椰果,椰子壳加工成高档的椰雕或纤维板及木炭等。

④ 食品技术水平相对落后,加工技术储备不足。目前,在我国的食品工业科技成果中,食品工业的初级加工成果所占比例较大,而精、深加工的成果明显不足;对食品工业的综合利用,尤其是废弃物的综合利用研究较少,与国际先进水平有较大差距;食品行业研究开发力量薄弱,企业自主开发创新能力低,行业管理所需的技术基础性工作十分缺乏。

⑤ 食品工业标准体系和质量控制体系不完善。由于食品的种类繁多,对于许多食品产品没有专用的国家标准,造成产品的质量不能完全保证。

⑥ 食品安全和环境污染问题较多。1992 年 FAO/WHO 国际营养大会提出,获得充足

的营养和安全的农产品是每个人的权利。对食品安全性的威胁来自于：生物性危害、化学性危害、重金属污染、生物毒素和基因工程农产品等。此外，有些企业出于资金和利润方面的考虑，随意排放污水和污物，造成环境的污染也是目前存在较严重的问题，对于食品工业的发展造成危害。从国际发展趋势看，各国知名大企业高度重视可持续的生产方式和实施零排放。“零排放”是指企业界进行生产活动的结果对水体、大气层及土壤等排出的废弃物为零，以构筑一个良性循环产业为目标。

⑦ 与食品工业配套的产品装备发展相对滞后。我国食品工业多数企业规模小，装备落后，基础薄弱，国产设备技术含量低，自动控制系统与工艺流程设计和机械制造脱节，产品性能稳定性和成套性差、精度和自动化程度不高；在引进国外先进设备时，消化吸收和自主创新不够，技术开发投入不足，产品缺乏自己的特色；产品结构不合理且调整缓慢，大型设备且科技含量高的设备少，低附加值、低水平的产品多，设备稳定性及耐用性与国际先进水平有差距；精度要求较高的食品加工与包装机械及零部件仍大量依赖国外进口。这与我国食品工业快速发展的需求很不适应。

从目前的发展情况和市场发展状况看，今后我国的食品工业将出现以下发展趋势。

① 高品质的营养与保健食品以及方便食品的需求将持续增长，乳制品、大豆制品、健康饮料、保健食品以及加工肉制品等市场热点前景看好。

② 大型企业的市场竞争能力逐渐增强，利润提高，产品质量高。食品行业是最早进入市场竞争的行业，大部分食品企业基本上处于完全竞争，在对市场份额的激烈争夺中，利润空间普遍被挤压得更加狭小，因此企业自身的管理水平和营销水平对其业绩影响可能比行业态势的影响更明显。因此只有质量好、成本低的企业才能生存和发展，这使得一些产品质量好、市场较成熟的企业，才能占领更多的市场份额，获得更高的利润。

③ 食品行业将成为外资进入中国的主要行业。虽然中国食品行业的国际化程度已经较高，但由于中国人口众多、市场巨大，市场前景比其他行业更好。

④ 今后中国食品工业发展的重点主要是：基础原料、方便食品、儿童食品、保健食品、发酵制品等。粮油加工业的发展方向是发展专用米、专用面粉、专用油脂；乳制品重点发展方便消费的液体乳；果蔬的重点是推广保鲜防腐新技术，开发方便蔬菜、汁液蔬菜等系列产品；方便食品的重点发展方向是冷冻食品；儿童食品的重点是婴幼儿主食和辅助食品；保健食品的方向是功能性食品；发酵产品的开发重点是单细胞蛋白、食品添加剂等产品。

⑤ 中国食品行业的生产装备逐步走向机械化、连续化和自动化；食品制成品向多样化、高品质的方向发展；生物技术、气调保鲜、速冻、干燥、微波、辐照、膜分离等技术的开发和推广成为当前的重点。

（二）食品加工新技术的应用

目前已经有许多高新技术在食品加工领域中得到了应用，如生物技术、超临界流体萃取技术、超高压处理技术、膜分离技术、分子蒸馏技术、电磁场能处理技术、离子束改性技术、超细粉碎技术以及计算机技术等。特别是食品原料的生物改性加工技术应用前景不可估量。

① 用电子束辐射减少病原微生物体。由于此项目试验用无热电力驱动装置，它产生辐射能而不产生放射性同位素，所以没有公害后果。

② 采用超高压杀菌技术对热敏性食品进行杀菌。在对软包装容器内的颗粒酸性食品（例如水果片）进行杀菌时，以超液压取代巴氏杀菌的热加工或大批量的消毒杀菌。超液

压技术所需高压条件在 5350MPa 以上, 可达到食品微生物安全标准, 以延长食品的货架寿命。

③ 利用连续感应加热能减少可泵送液态食品的巴氏灭菌和杀菌的时间。经测定, 在试验的液体食品和颗粒食品中, 采用连续感应加热, 可使微生物被破坏时的加热速率达 $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。减少了热加工时间, 可以改进食品的品质。此项加工技术很少造成堵塞 (因为没有电化学反应的电极和腐蚀), 从而延长了有效生产时间, 即使停机清洗也只需较短时间。

④ 利用膜技术对加工用水进行回收, 达到减少废水处理费用和降低能源成本的目的。此项目已在许多食品厂试用, 其涉及的产品包括橄榄、西红柿、马铃薯、酒、乳和肉等。

⑤ 采用冷冻浓缩技术去除食品的水分。此技术是通过使液体食品中的一些水分成为冰晶而被除去, 达到浓缩的目的。将乳品冷冻到它的冰点或冰点以下, 除去冰晶, 得到浓缩乳, 免除热处理 (如蒸发), 使浓缩乳的香和味都得以改善。

⑥ 用脉冲电场 (PEF) 取代液体产品 (如苹果汁) 的巴氏杀菌热加工, 以改善产品的感官品质, 提高产品的品质, 延长产品的货架寿命, 此外, 还可以利用脉冲电场对冷冻食品进行保鲜解冻处理。

⑦ 核磁共振 (magnetic resonance imaging, MRI) 映射调控冻结和冷冻效率。核磁共振可以映射冷冻食品内部水的真实状态 (冻结程度), 从而将水的真实状态与控制更好结冰的温度联系起来, 以防止冷冻不足或是过分冷冻。此技术可以节能 25%。

⑧ 加快食品加工关键共性技术研究, 如食品加工单元操作技术、大型农产品加工装备研制、食品加工厂多媒体控制技术、工厂设计及管理技术、储藏保鲜技术、分析检测技术、产品配送技术等。

(三) 食品加工设备在食品工业中的地位和作用

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。同时食品工业的可持续发展必然带动食品机械行业的发展。

随着食品工业的发展, 食品机械在食品工业中的地位越来越重要, 现代化的食品机械不仅可以生产出高附加值的产品, 而且可以提高资源的利用率。食品加工设备水平的高低、加工生产线自动化程度的高低、加工设备控制的精确度都直接影响了加工产品的品质, 影响生产效率和深加工的程度。许多食品的质量不稳定或不能提高、或产品的利用率低下, 这在很多情况下都是由于加工设备选型或使用不当造成的。食品加工设备在食品工业中的地位和作用主要体现在以下几个方面。

① 食品加工设备技术含量的提高促进食品加工业的发展, 而食品加工业的发展又反过来促进了食品加工设备水平的提高。

② 食品加工设备的使用可以大幅度地提高劳动生产率。任何一个工厂企业, 如果想发展生产, 提高生产效率, 就必须采用较先进的机械设备。因为先进的设备充分体现出较高的自动化程度和效率, 有助于实行流水线生产, 排除和减少以往那些工时浪费、停工待料、停车检修等一系列弊端, 从而大大提高生产过程的连续性和节奏性, 增加产量, 提高劳动生产率。

③ 先进的设备可减少劳动力耗费, 降低成本。在企业生产中, 劳动力的耗费在产品成本中占有很大比例。现在困扰企业经营者的最大问题是工资性支出占产品成本的比例越来越大, 以及很多生产技术骨干因嫌工资低而不断“跳槽”。解决企业这一问题的唯一途径是机

械代替手工。

④ 先进的设备有利于提高市场竞争能力。在商品经济条件下，市场竞争日益激烈。先进的食品生产设备可以为新产品的试制提供有利的条件，从而保障企业有可能不断调整产品结构，更新换代，提高产品质量和竞争能力。

⑤ 先进的食品加工设备有利于改进和加强企业管理。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。这些基础工作，都必须是在各个生产环节有条不紊、运行正常、上下前后衔接紧凑，环环扣紧，才能顺利实施。否则，各项专业管理就无法开展。

(四) 食品工业发展对食品机械现代化的要求

随着我国食品工业的飞速发展，食品机械工业也取得了长足的进步，但与发达国家相比仍有较大的差距。主要表现在食品工业的产值与农业产值之比上，目前，我国食品工业产值与农业产值的比例为 0.43 : 1，但发达国家已经达到 (2.0~3.7) : 1。要提高这一比值，必须加快食品机械工业的发展，提高食品加工深度，增加食品的附加值。因此，食品机械工业必须紧紧依靠科技进步，利用国内外先进技术，研制开发新型食品机械产品，填补国内空白，加快实现食品机械现代化。今后一个时期我国食品机械发展应重点抓好以下各项工作。

1. 加快各种食品加工配套设备的研制和推广

我国食品机械从 20 世纪 80 年代初开始引进，到目前为止，所引进的设备中约有 40% 属国内不能供应的，60% 是可进口的。经综合分析，国内食品机械需求市场约 30% 的保有量被国外设备占领。进口的食品机械中，大多数是 20 世纪 80 年代末期引进的，约占总引进设备的 70%，许多设备已接近或达到使用寿命期，这些都是食品机械很大的潜在市场。应采取措施对国内空白的设备抓紧研究开发以满足国内需要，并扩大出口。今后应重点研制开发的食品机械产品为：

- ① 粮油副产品的深加工设备；
- ② 油脂加工膨化浸出设备；
- ③ 大型玉米深加工综合利用成套设备；
- ④ 大型淀粉加工成套设备；
- ⑤ 果蔬保鲜与加工设备；
- ⑥ 大、中、小型牲畜屠宰加工设备；
- ⑦ 肉及肉制品加工配套设备；
- ⑧ 果胶加工成套设备；
- ⑨ 果汁香味回收装置；
- ⑩ 方便食品加工设备。

2. 大力发展采用先进食品加工技术的食品机械

当今国际市场上食品工业新产品大约有 90% 以上是采用新技术手段完成的。为了缩小我国食品机械产品与发达国家的差距，应不断吸收各种新的食品加工技术。目前，可应用于食品机械生产中的新的食品加工技术主要有以下几种：①冷杀菌技术；②超临界流体萃取技术；③超声波均质机细化技术；④挤压技术；⑤超滤分离技术；⑥微胶囊化技术；⑦高压处理技术；⑧真空应用技术；⑨食品生物技术。

二、食品工业对加工设备的要求及设备的特点

食品机械与其他加工机械相比,有着自身的应用和使用特点。食品加工设备通常具有如下特点。

第一,由于食品机械加工的原料主要包括农产品、水产品以及其他土特产品,加工的对象复杂,种类繁多,因此,设备的形式和结构多样。有些产品名称相同,但结构和特点不同;因此应用场合和条件也不同;有些产品虽然结构相同,但在不同的应用场合时,名称也略有不同,如热交换器用在杀菌时,称作杀菌器,用于冷却时又称作冷却器。

第二,食品机械设备结构形式多样,大型的定型设备少,单机小型设备的外形尺寸较小,质量较轻,传动部分装置多安装在机架上,便于移动。由于我国食品机械发展相对比较缓慢,因此,许多小型设备的生产连续化和自动化程度较低。

第三,由于食品加工原料多为农副产品,因此生产加工的过程与产品的收获季节有关。如甘蔗榨糖的生产、苹果汁的生产、葡萄酒的榨汁等都有很强的季节性。因此,对有些设备要求具有一机多用的功能,并且其操作和移动要灵活。

第四,食品机械设备与水、酸和碱接触的机会较多,因此要求设备使用的材料能防腐防锈,与产品直接接触的部分应采用不锈钢制造,电动机和控制元件应具有防潮性能。

第五,为了保证食品的卫生条件,要求食品机械设备容易拆洗、检查和维修,传动部分最好与工作部分分开,且密封可靠。

第六,为了适应产品的多样化和多品种化的特点,要求设备的加工模具易于更换。如在特色饼干或糖果生产中,经常要加工不同形状的产品,因此,要求经常更换加工模具。

三、食品设备的分类及发展状况

(一) 食品设备的分类

食品加工的主要原料为农副产品,由于其原料和产品的品种繁多,加工工艺各异,因此相应的食品机械也是门类各异,品种多样。目前中国食品机械分类是按原机械工业部制定的分类标准(JB 3750—84)进行,即是按食品加工专用机械和食品加工通用设备进行分类。食品加工专用机械按加工对象或生产品种不同划分为:制糖机械、烟草加工机械、饮料加工机械、糕点加工机械、糖果加工机械、豆制品加工机械、果品加工机械、蔬菜加工机械、果蔬保鲜机械、屠宰机械、肉类加工机械、乳制品加工机械、蛋品加工机械、水产品加工机械、制盐机械、酿酒机械、调味品加工机械、食品添加剂加工机械、油脂深度加工机械、罐头食品加工机械、方便食品加工机械、淀粉加工机械、饮食炊事机械。食品加工通用设备按功能不同划分为:分选设备、洗刷设备、粉碎设备、混合搅拌设备、均质设备、浓缩设备、干燥设备、油炸设备、烘烤设备、杀菌设备等。目前我国食品和包装机械生产企业达6000余家,其数量在世界各国中居第一位,产品品种达3000多种,2004年全行业产品销售收入558.2亿元。近些年来,全国食品机械行业保持着年增长率20%以上的水平。

(二) 国外食品设备的发展概况及应用水平

掌握世界食品机械的发展动向,取其成功经验,结合我国国情,发展我国的食品机械行业,这已被历史证明是一条正确而成功的道路。

国外发达国家的食品原料加工率一般都在70%以上,有的高达92%,而我国和其他发展中国家仅为20%~30%。发达国家把这么多原料加工成即食方便、品种齐全、质量优良

和数量充足的食物，是靠科技优势，是靠先进的加工工艺和优良的机械设备武装的强大的食品工业。

发达国家有很高的食品工业产值，食品工业产值在工业总产值中所占的比例也很高，一般在10%以上，最高的接近18%。食品工业是发达国家的主要工业支柱产业之一。

发达国家为食品工业提供装备的食品机械行业已经发展成为一个完整的工业体系，成为机械工业的一个重要组成部分。食品机械产品品种齐全，多达3000多种。食品工业加工设备的机械化、自动化程度很高。食品机械行业产值相当可观。由于不断运用新原理、新技术、新工艺、新材料，促进了食品机械工业的发展，产品质量可靠、稳定、标准化、通用化、系列化程度都较高。发达国家生产的食品机械，一般具有动力、燃料及水消耗少的优点。

目前，国外发达国家食品设备的发展主要体现在以下几个方面。

① 发展了饮料、啤酒、罐头、淀粉及其制品、调味品、饼干、方便面、食糖、糖果和糕点等工业化食品的生产。工业化食品生产设备的专业化、连续化、机械化、自动化程度都很高，生产能力都很大。机、电、光、液、气相结合，用计算机自动控制、自动检测、自动调整，高质量、高效、高速自动化生产线得到了迅速发展，显著地提高了劳动生产率，改善了劳动条件，降低了加工成本，提高了产品质量，从而增强了产品的市场竞争能力。

② 除继续发展适于各种用途的间歇式生产设备外，连续式生产设备适应生产要求应运而生，并不断得到完善和提高，成功地在生产中应用，取得了很好的效益。各种各样的连续式混合机得到了成功的应用。连续式辊式压榨机和螺旋式压榨机代替了间歇操作的水压式压榨机。

③ 除传统的设备外，浓缩、干燥、消毒、分离、粉碎和保藏等单元操作相继采用了新原理、新技术和新设备。膜分离技术从20世纪50年代后期开始研究以来，发展很快，现在不但有以压力为推动力的超滤和反渗透，而且发展了以电力为推动力的电渗析这一新的分支。对半透膜既开展了材料的研究，也开展了半透膜构型的研究，出现了工业上实用的板式膜渗分离装置、管式膜渗分离装置和空心纤维膜渗分离器，取得了很好的应用效果。反渗透和超滤在食品的浓缩和提纯中得到了很好的运用，酪乳清、果汁的浓缩已有大中型设备。电渗析技术已大规模用于乳清的加工。最近国外又推出了核微孔过滤技术和设备，用以去除残留的酵母和杂菌，完全实现了冷消毒。国外除了通用的机械粉碎设备外，最近又出现了气流粉碎设备、微波粉碎设备。配合冷冻粉碎技术的发展，出现了喷气冻结法、液氮速冻法、液化天然气冻结法及设备。乳化设备除高压均质机、胶体磨外，又推出了超声波乳化器。气溶胶的分离，除传统的过滤静置、重力沉降、离心沉降、湿法静置的方法和设备继续使用外，用声波、超声波使气溶胶物质中的微粒凝聚以及使气溶胶溶液中的微粒在高压电场中沉降得到了应用。超临界流体提取技术、凝胶过滤技术也日益完善。国外除了蒸发、冷却式结晶器外，又推出了冷冻浓缩结晶装置。吸附除利用多孔性固体为吸附剂外，出现了色谱吸附。干燥除了由常压热风干燥、接触干燥向真空热风干燥、真空接触干燥发展外，近些年来广泛兴起了利用红外线、远红外线或介电作能源的辐射干燥法及设备；就是传统的热风干燥也出现了许多新结构，如近年发展起来的流化床干燥器和气流干燥器，除了加热干燥装置以外，又增加了冷冻干燥装置。食品杀菌除加热等常规方法外，高压电场、高压磁场也得到了应用。食品保藏除干藏、罐藏、腌渍和烟熏保藏、化学保藏外，食品的辐射保藏也得到迅速发展。

④ 为了尽可能多地保留食品中的营养成分，避免受高温破坏和氧化变质，在食品工业

中应尽可能采用低温、低压。因此，低压加工技术得到了广泛的应用，例如真空输送、真空过滤、真空脱气、真空冷却、真空蒸发、真空结晶、真空造粒、真空浓缩、真空成型、真空包装等，此外，冷冻浓缩、冷冻干燥等方面的技术和设备也被广泛采用。

⑤ 生物技术与食品机械结合，使食品机械发展前景更广阔。细胞和酶的固定化技术，酶的载体开发利用技术，以及发酵工程的发展等，必将使食品机械的服务面加大，可能产生出新一代的食品机械和设备。

⑥ 食品机械继续向节能、节水、省汽、高得率、无污染或少污染的方向发展。为了节省能源，发达国家少用单效蒸发器，而用多效升降膜蒸发器、多效板式蒸发器、多效刮板式蒸发器、多效膨胀流动式蒸发器、离心加热蒸发器、多效闪急蒸发器等。另外，蒸汽机再压缩、蒸汽热泵循环再压缩法大大地提高了热能的经济性。真空低温蒸发浓缩具有较大的经济性。进入 20 世纪 80 年代后，生物技术、膜技术、挤压技术、微波技术、辐照技术在食品加工与储藏方面的利用取得了很大的进展，大大地降低了原材料的消耗、能耗，增加了产品品种，提高了产品质量。

⑦ 膨化食品的花色品种日益增多，风味向多元化、美味化方向发展，膨化食品及其加工已成世界食品的一个潮流，因此出现了各种用途、各种规格型号的膨化机。并继续为研制更新型的膨化设备投入更大的技术力量。

⑧ 食品机械与包装机械组合在一条生产线上，采用相应的包装材料，不但保证了食品的内在卫生和质量，延长了保质期，而且使食品包装的外观更加美丽诱人，提高了食品的竞争性和经济效益。

(三) 国内食品设备的发展概况及应用水平

随着近些年我国食品机械的飞速发展，食品加工机械已经成为机械工业的重要组成部分，基本形成了为食品加工业提供成套装备的能力，部分食品加工机械已经打入了国际市场。出口的主要食品加工机械如方便面生产线、灌装生产线、胶体磨、饺子机等产品。但由于我国食品加工机械工业起步晚、基础差，目前达到或接近世界先进水平的加工装备仅占全部的 5%~10%；整个行业落后 20~25 年。每年还需要进口大量先进的食品加工机械，以满足我国食品工业之需要。因此，从总体上看，食品加工机械的行业发展不平衡，产品的水平还不高，主要体现在以下几个方面。

(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的食品机械产品。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。在食品机械中推广应用的高新技术有微电子技术、光电技术、真空技术、膜分离技术、挤压膨化技术、微波技术、超微粉碎技术、超临界流体萃取技术、超高压灭菌技术、低温杀菌技术、智能技术等。用高新技术装备的食品机械，提高了生产率，降低了能源消耗，增加了得率，减少了废弃物，保持了食品营养成分和风味，提高了食品品质。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 20 世纪 60 年代末、70 年代初的水平，20%处于 70 年代末、80 年代初的水平，只有 5%达到了 80 年代末、90 年代初的水平。

(3) 产品品种 目前国外食品机械产品品种有 3000 多种，成套数量多，基本上可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都较少，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。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，检测手段很不完备。产品参数的检测，如电压、电流、温度、功率、压力、汽耗及水耗等，基本上是用仪表进行检测，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，没有形成带动科研与生产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方法，使得企业生产技术和管理水平处于领先地位。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、分析和管理工作，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。我国食品机械企业则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。

四、食品设备选用原则及其要求

食品机械设备首先要满足食品加工的工艺要求，在此前提下，还要考虑一定的经济性与可靠性。

(一) 食品设备选用的总体原则

合理的设备选型是保证产品高质量的关键和体现生产水平的标准，还可以为动力、配电、水、汽用量计算提供依据。因此，选用生产能力适宜、配套性强、通用性广的生产设备是食品加工厂建厂设计的重要内容，是食品厂建厂投产前要解决的首要问题。

设备选型首先要从技术经济指标合理方面综合考虑，既要满足生产、工艺和食品卫生的要求（即技术指标），又要综合考虑以最少的投资选购高质量、高效率、功能全和能耗小的产品，获得最好的经济效益（即经济指标）。这就要求设备选型工作人员既要熟悉食品加工工艺的具体要求，也要掌握食品机械的前沿科技和产品信息，并尽量多地搜集资料，结合企业实际情况进行综合比较。从运行稳定性角度来说，合理的设备选型要保证生产操作简便、清洗和维修方便、运行可靠、出现故障少，此外还要考虑配套性好和选用必要的备用设备，

保证在重要设备检修期间也能进行正常生产。重要设备或高压设备要有专人管理，操作人员必须进行专业培训，非专业人员不能操作。生产设备要定期进行检修和保养。因此，设备的管理也是保证生产设备系统运行稳定的重要因素。

食品机械设备选型主要考虑如下四方面具体原则。

1. 与生产能力相匹配的原则

产品产量是选定加工设备的基本依据；设备的加工能力、规格、型号和动力消耗必须与相应的产量相匹配，并且考虑到停电、机器保养、维修等因素，设备选型应具有一定的储备系数。利于加工设备在生产线上相互配套的原则要充分考虑到各工段、各流程设备的合理配套，保证各设备流量的相互平衡，即同一工艺流程中所选设备的加工能力大小应基本一致，这样才能保证整个工艺流程中各个工序间、生产环节间的合理衔接，保证生产的顺利进行。

2. 设备的先进性、经济性原则

质量是企业的生命，设备是质量的保证。设备选型时，应综合考虑其性能价格比，才能获得较理想的成套设备。并且在符合投资条件的前提下，应重视科技进步与科技投入，不断引进和吸收国内外最新技术成果和装备，尽可能选择精度高、性能优良的现代化技术装备。

3. 工作可靠性原则

生产过程中，任何一台设备的故障将或多或少地影响整个企业生产，降低生产效率，影响生产秩序和产品质量，因此选择设备时应尽量选择系列化、标准化的成熟设备，并考虑到其性能的稳定性和维修的简便性。

4. 利于产品改型及扩大生产规模的原则

为了维持企业的可持续发展，生产厂家应根据生产的产品品种及生产规模来合理选择设备，注意选用通用性好、一机多用的设备，便于在人们消费、饮食习惯发生变化时对产品进行改型；在产品具有一定消费市场、经济效益较好、流动资金充足时，为了便于扩大生产尽可能选用易于配套生产线的设备。

(二) 技术经济指标

一般的技术经济指标通常包括五项内容：单位生产能力、消耗系数、设备价格、管理费用和产品总成本。

1. 单位生产能力

单位生产能力是指设备在单位时间内，单位容积（或单位面积、单位质量）所能完成的生产任务。其反映设备的效率，是一个强度因素，一般希望设备的单位生产能力高，同时能在一定范围内调节，以适应食品生产线的不同需要。

2. 消耗系数

消耗系数是指设备生产单位产品所消耗的原材料与能源，包括原料、燃料、蒸汽、水及电能等。消耗系数不仅与所采用的工艺路线有关，而且与设备的结构设计性能有关。另外，有时某一项消耗系数会影响另一项消耗系数，这时要综合权衡，以求得在最佳工况条件下的消耗系数。

3. 设备价格

设备价格的高低与设备的成本、生产能力以及其包含的技术水平有关。一般情况下，结构简单、生产过程靠人工调节控制、单位生产能力低、间歇批量生产的设备价格较低；相反，结构复杂、单位生产能力高、生产的连续化和自动化程度高、设备运行工况条件要求高（如高温高压、工作介质腐蚀性强）、采用特殊结构和材质的设备价格较高。