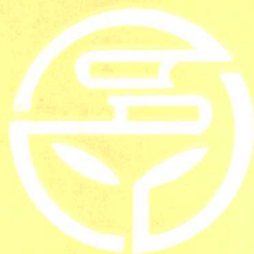


高等财经院校试用教材

食品机械与设备



中国商业出版社

高等财经院校试用教材

食品机械与设备

石一兵 主编

中国商业出版社

登记证号:(京)073号

高等财经院校试用教材

食品机械与设备

石一兵 主编

*

中国商业出版社出版发行

(北京复兴门内大街45号)

新华书店总店科技发行所经销

一二〇二工厂印刷

*

850×1168毫米 32开 30.75印张 724千字

1992年6月第1版 1992年6月第1次印刷

印数1—10000册 定价9.55元

ISBN 7-5044-1101-9/TS·146

编 审 说 明

本书是根据商业部“七五”期间高等教材建设规划的要求，由商业部教育司组织有关院校编写的，是食品工程本科专业系列教材之一。经审定，可作为高等商业，粮食院校食品工程专业的试用教材，也可供食品工程技术人员、研究人员和中等专业学校食品专业教师参考。

本书由黑龙江商学院副教授石一兵主编，中国食品和包装机械公司高级工程师（教授级）童申主审。参加本书编写的有：石一兵（第一、二、四、五、七、九章），天津商学院讲师罗庆丰（第六、十章），杭州商学院副教授陈道中（第十一章），郑州粮食学院讲师陈振杰（第八章），武汉粮食工业学院讲师徐明芳（第三章）。

本书的编写力求贯彻理论与实际相结合的原则，反映国内外先进的食品机械与设备，根据商业系统的实际，侧重介绍面、糖、肉类食品加工机械和设备。

由于时间和水平所限，本书在内容上难免存在一些缺点、错误和不够完善之处，恳切希望读者批评指正，以便再版时修正。

商业部教材领导小组

一九九〇年九月

内 容 提 要

本书共分十一章，分别阐述食品物料的机械特性；食品机械的传动、变速与自动控制；食品输送、搅拌、混合、捏合、辊压、成形、焙烤、膨化、切割以及食品包装机械，还介绍了酿造食品加工用的容器和饮料生产设备等。

本书是商业高等院校食品工程专业《食品机械与设备》课程的统编试用教材，亦可供有关专业的研究人员和工程技术人员参考。

前 言

本书根据商业部高等教材建设规划的要求，按《食品机械与设备》课程的教学大纲，由黑龙江商学院、杭州商学院、天津商学院、郑州粮食学院和武汉粮食工业学院联合编写，由石一兵主编，中国食品和包装公司童申教授主审。

本书的内容主要针对面、糖类食品加工、小食品加工、肉制品加工、酿造食品加工以及饮料生产常用设备的结构原理、选型和计算。同时还给出食品加工常用原料的机械特性。

编写分工如下：绪论、第一、二、四、五、七、九章由石一兵副教授编写，其中第二章的自动控制系统由何阳春同志编写；第十一章由陈道中副教授编写；第六、十章由罗庆丰讲师编写；第八章由陈振杰讲师编写；第三章由徐明芳讲师编写。

由于编者水平有限，书中缺点或错误在所难免，望读者批评指正。

编者

1991.1

绪 论

我国的食品业历史悠久，远在3000年以前商周时期就有酒肆、饭店出现。到了唐、宋，随着经济的繁荣，饮食业的发展已具有一定的规模。北宋（公元960—1127年）汴京（开封）就有大型“酒楼正店”72家；当时中小型酒店、饭馆称为“分茶”和“脚店”，并且已经有一些手工操作的简易食品加工设备。清朝（公元1644—1911年）的饮食业更加发达，引进了满、蒙、回族等不同的风味食品，“满汉全席”就是当时饮食业发达的代表。民国时期（1912—1949年）饮食业的发展处于停滞阶段，当然用机械加工食品更谈不上。我国食品机械的引进、发展和自成体系还是解放后的事情。

新中国成立以后，食品加工业发展很快。特别是党的三中全会以后，食品业发展更为神速。仅罐头产量就比1950年增加160多倍。此外，产品的花样增多，产量和质量也都有很大提高。

尽管如此，我国与先进的工业发达的国家相比，差距还很大。主要表现在下面几个方面：

① 工业发达国家，食品工业已基本实现工业化生产，而我国大部分还停留在作坊式的手工业生产，生产技术落后，厂房简陋卫生条件差。按国家颁布的食品卫生法要求，大量产品均不合格。

② 加工食品用的基础原料的品种和数量少，质量很多不符合加工要求。如加工面包、饼干、方便面用的面粉，我国只有标准粉和富强粉两种，而日本有70~80个品种，美国则多达

百余种。

③ 我国食品工业产品品种单调、产量不足，缺门不少。如一些发达国家的超级市场主、副食，方便食品已占销售额的20%，家庭食品支出中70%用于购置方便食品。而我国方便食品只在一些城市少量生产，一日三餐均靠家庭自做，疲于奔命。我国1980年统计，饮料的人均消费量只有0.4kg，而美国为107.5kg，联邦德国108.6kg，日本50kg，英国80.4kg。我国的儿童食品，老年食品和疗效食品有的刚刚起步，有的尚属空白。

④ 食品工业设备落后，效率低，能耗大，产品质量低，经济效益差，严重影响我国食品工业的发展。如面包、蛋糕每市斤只有几分钱的利润，有的产品（香肠、干肠等）成本高于出厂价。

⑤ 食品工业技术落后，缺少检测手段，产品质量标准不健全，有的甚至没有标准。目前，国外在食品加工方面已广泛使用各种食品综合和多层次加工技术，如：酶技术、隔膜超滤技术、反渗透技术、超高温瞬时杀菌技术及无菌充填包装等先进技术，而我国尚属刚刚起步。

⑥ 技术力量薄弱，管理落后。食品工业技术人员占职工总数的比例不到1%，许多企业没有建立、健全必要的规章制度。

⑦ 食品包装技术及设备与国外相比差距很大，包装质次价高。

为此，1984年8月26日召开了新中国成立以来的第一次全国食品工业会议，会议做出决定：放宽政策，以便加快我国食品工业的发展。对食品工业技术改造的投资要逐年增加，大力发展食品工业与饲料工业。

一、食品加工与食品机械

(一) 食品的分类与食品加工业的特点

根据食品本身的特点，将食品划分为以下九大类：

面类食品——它以面粉做为食品加工的主要原料，如：饼干、面包、糕点和饮食类食品（包子、饺子、馒头等）；

糖果——它以糖做为主要原料，其品种繁多，诸如：硬糖、软糖、酥糖、夹心糖、酒糖等；

酒和饮料——包括清凉饮料、可乐类饮料、格瓦斯、麦精露、白酒、果酒和啤酒等；

乳及乳制品——包括奶粉、炼乳和麦乳精等；

肉及肉制品——包括各种肉松、香肠和卤腊肉食品等；

调味品——包括味素、酱油和醋等；

豆制品——它是我国的传统食品，包括豆腐、腐竹和酱豆腐等；

罐头食品——其原料既可为植物的，也可为动物的。如：各类水果罐头、肉罐头和鱼罐头等。

油脂制品——植物油的初加工与精炼制品，以及动物油脂食品等。

日本和我国台湾地区习惯上把食品分为三大类：畜产品、水产品和农产品。这种分法的优点是简单，缺点是不能反映食品加工的特点，与加工设备结合得不密切。

(二) 食品加工业的特点

① 原料多为天然产物，品种多且易腐败变质；因此保鲜比较困难。

② 季节和天气的变化会引起食品的产量和质量的变化，产地、运输和贮存状况也会引起食品的产量和质量的变化。

③ 原料为高分子化合物，化学物理性质复杂，常以粘胶态或流变态存在，加工和处理困难。

④ 食品质量的判定与一般的制品不同，通常以色、香、味、形来评定。因此，食品质量的鉴定方法比较困难。

⑤ 在加热的过程，由于温度和水分的变化会引起食品的变质(热变性)，因此加工时对周围环境条件要求比较高。

⑥ 加工过程应确保严格的卫生条件，遵守国家颁布的“食品卫生法”。

(三) 食品机械特点与设计原则

搞好食品机械的选型与设计，首先必须掌握食品机械的特点，它们是：

① 食品机械门类多、品种杂、生产批量小，属于单件、小批生产的占70%左右。

② 食品机械与食品工艺密切相关，不掌握食品工艺“闭门造车”是研制不出好用的产品的。

③ 食品机械生产的产品是供人们食用的，因此必须具备一系列严格的卫生措施。如生产工艺尽可能采用连续、密闭的工序，使食物在加工过程中尽量少地与人手接触；凡与食品接触的零部件应采用不锈钢或耐腐蚀材料制成；润滑系统应该严格密封，防止食品污染等。

④ 清洗与拆装方便是衡量食品机械优劣的重要指标之一、现代化的食品生产线采用所谓“在线清洗装置”(CIP)，可在每班完工后实现停机，不拆机的分段在线清洗。

根据上述的特点，归纳出下列食品机械的设计原则：

① 食品机械的适应性强、品种要求多；

② 要求经久耐用、效率高、外形美观、重量轻、小巧灵活便于移动；

③ 与水、酸碱和食品原料接触的零部件应具有防锈蚀和

防腐的性能，电机和电气控制元件应具有良好的防潮性能；

- ④ 零部件应容易拆装，便于清洗，设有良好的密封；
- ⑤ 尽量做到一机多用和标准化、通用化、系列化设计；
- ⑥ 安全可靠、管理方便、操作简便、成本尽量低廉。

二、食品机械与设备的分类

为了更好地系统掌握食品机械与设备，加强食品企业管理，必须科学地对它们进行分类。

我国国家标准（GB7635-87）对食品机械分类做了有关规定，把它们分为通用食品机械和专用食品机械两大类：

① 通用食品机械，包括食品泵、离心机、过滤机、均质机、混合搅拌机、破碎机、压榨机、分选机、干燥机、清洗机、热交换器、浓缩蒸发设备、脱气机、杀菌机、食品不锈钢容器（锅、罐、塔、槽等）、阀门和管道等；

② 专用食品机械，包括油脂加工机械、屠宰机械、肉制品加工机械、糕点成形机、糖果加工机械、饮料加工机械、豆制品加工机械、调味品加工机械、水产品加工机械、酿酒机械、果品加工机械、蔬菜加工机械、淀粉和淀粉糖加工机械、食用香料及多用添加剂加工机械、方便食品加工机械、罐头食品加工机械、果蔬保鲜机械、乳品加工机械、茶叶加工机械、蛋品加工机械、制糖机械、制盐机械以及烟草加工机械等。它们的特点是根据专用食品工艺要求而专门设计或选用的一组机械(生产线)，这些工艺往往不是一台机械能完成的。

为了便于食品机械与设备课程的讲授，我们将它分为以下三大类：

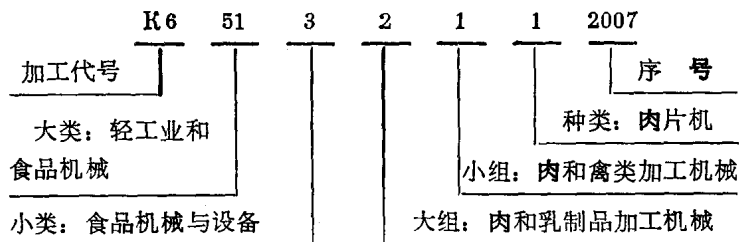
1. 食品输送机械与设备——这类机械与设备用于搬运和输送食品原料、半成品和成品，用于改变它们的位置，但不改

变其形态。如：连续运输机以及搬运装卸机械等；

2. 食品加工的工艺设备——这类机械与设备用于改变食品原料和半成品的形态，使其发 生物理-化学的、机械的或生物化学的变化。如：食品搅拌与捏合机械、食品成形机械、食品热交换设备以及食品容器等；

3. 食品加工的辅助设备——这类机械与设备既不属于输送设备，又不属于工艺设备，而食品加工过程中又必不可少。如：定量供料机械、通风换气设备、供水供汽装置以及包装机械等。

苏联的全苏工业和农业产品分类协会（ВКГОКП）规定的食品机械与设备的分类方法中，第一部分把轻工业和食品工业用的生产设备列于第51大类，在此大类中把食品机械与设备划归第3小类，在此小类中又把品种繁多的食品机械与设备分为若干大组，如513100大组表示食品工业的工艺装备和安全装置；513200大组表示肉和乳制品加工用机械与设备；513300大组表示水产品加工机械……等。在各大组中又细分为若干小组，如513200大组中的第1小组表示肉和禽类加工机械，第2小组表示乳制品加工机械与设备，第3小组表示乳类的输送槽，第4小组表示奶瓶……等。最后的一级数字（序号数字之前）表示食品机械和设备的种类代号。根据食品机械与设备的具体结构特征、用途和外观特点及尺寸，参照本分类方法便可确定其种类代号。如：K6 513211,2007 这个分类号表示的是序号为2007的肉片机：



这种分类方法虽然很细，但比较繁杂，实用起来有一定困难。

三、食品机械与设备的常用材料

食品加工的特殊条件是湿度大、工作温度高或在低温（有的低至 -270°C ）下作业、温差大、与食品或腐蚀性介质直接接触以及工作表面磨损严重等。上述这些恶劣的工作条件是选择食品机械材料时必须注意到的。此外，食品机械的材料不应含有对人体健康有害的元素或与食品可能产生的化学反应，在食品介质、清洗和消毒剂及润滑油脂的作用下不应引起材料的破损和腐蚀。

对食品机械与设备材质的最重要要求之一就是耐锈蚀性强。因为，锈蚀的表面一旦与食品接触时，便会使食品异味、变色和降低食品的质量，破坏食品的营养成份。因此，要求与食品接触的零部件材质不应生锈，偶尔产生锈蚀，其锈蚀的速度也要最小，而且锈蚀的物质不准有**毒性和影响食品**的色、香、味等质量指标。

根据上述要求，我国食品机械与设备的底座和机体使用灰铸铁HT15-33和HT20-40，国外也有用焊接结构的；轮廓复杂性重要和高负荷零件用HT25-47（缸体、空心面机的凹模等），个别情况下使用耐磨的合金铸铁（泵的零件等）和冷硬铸铁（磨粉机的轧辊等）。

食品机械和设备使用最普遍的是碳素结构钢和合金结构钢，如粉碎机的工作结构、绞肉机的刀具、糖果成形机械和一些其他食品成形模具都用合金钢或合金工具钢制造；常用的有色金属及其合金有：紫铜管、黄铜ZH62、ZHPb48-3-2-1、铸造锡青铜ZQSn3-7-5-1、ZQSn10-1、铸造铝青铜ZQAL9-4等。

它们常用于制造热交换器、管道附件、阀门等；铝及铝合金用于制造分离器的浮子、离心机的杯桶、石粉筛分机的零件以及支架和容器等。

近年来，用钛和钛合金制造耐高温和耐锈蚀性强的食品机械零件效果很好，如制造蛇形加热管、热交换器的零件等。

食品机械中常用的非金属材料包括各种聚合物和聚合物基塑料，如低密度的树脂、聚苯乙烯、聚四氟乙烯、酚醛塑料、胶布塑料板以及食品工业用橡胶等。

现代食品设备，特别是食品容器常常使用双层耐锈蚀钢板。它的基层用普通的A3，08或20号钢的钢板制成，表面镶嵌层使用薄不锈钢板。这样，在满足同样使用要求的前提下，可大大缩减不锈钢的消耗量。

四、我国食品机械的发展方向

目前，我国的食品机械工业刚刚形成独立的行业，食品机械的设计、制造、研究和使用的水平都很低。为了满足人们国民经济发展的需要，必需着重在引进新技术的基础上，研制和开发适合于我国实际的新机种；努力完成技术改造和老产品的更新换代以及有目的地进行一些基础理论方面的研究。

未来的食品机械研制和开发应重点解决下列几个问题：

1. 食品机械与设备标准化、系列化和通用化的研究和推广；
2. 新工艺、新结构和新材料的研究和应用；
3. 儿童小食品大众化食品和快餐方便食品机械和生产线的研制，提高生产率，降低成本；
4. 微机和程序控制在食品生产线和单机研制上的应用；
5. 提高食品机械与设备的卫生水平，探讨现代的外观造

型设计，降低和消除噪声和有害物质的污染；

6. 为上述诸项课题服务的基础理论研究，如食品机械工作载荷的确定、食品物料的物性研究、外观造形理论、食品机械微机控制的软件研究以及高效食品加工刀具等。

综上所述，我国未来的食品机械与设备应该以满足人民对食品的实际要求为前提，用现代科学技术武装起来的具有我国特色的新型食品设备和生产线。

目 录

绪论	(1)
第一章 食品物料的机械特性	(1)
一、食品物料应力、应变的基本方程	(1)
(一) 食品物料机械特性的有关术语和基本 计算式	(2)
(二) 食品物料的主要机械特性和基本方程	(11)
二、肉类食品的机械特性	(15)
(一) 肉类加工的特征	(15)
(二) 肉类加工的方法和形式	(17)
(三) 肉类食品的机械特性	(18)
三、面类食品的机械特性	(40)
(一) 面类食品物料的剪切特性	(40)
(二) 面类食品物料的压缩和强度特性及密度	(43)
(三) 面类食品物料的表面特性	(49)
四、乳与乳制品的机械特性	(55)
(一) 剪切特性	(55)
(二) 压缩特性、强度特性和密度	(59)
(三) 表面特性	(61)
五、糖果制品的机械特性	(63)
(一) 剪切特性	(63)
(二) 压缩特性、强度特性和密度	(70)
(三) 表面特性	(72)
第二章 食品机械的传动与控制系统	(74)

一、食品机械的机械有级变速机构	(74)
(一) 食品机械的传动特点	(74)
(二) 机械有级变速的调速范围	(75)
(三) 有级变速在食品机械传动中的地位	(76)
(四) 有级变速的各档速比分配	(76)
(五) 输出轴的转速和速度的图解表示法	(78)
(六) 食品机械常用的有级变速型式	(80)
(七) 食品机械的有级变速举例	(84)
二、食品机械常用的机械无级变速机构	(87)
(一) 摩擦式无级变速器的传动原理	(88)
(二) 宽三角带无级变速传动的设计基础	(90)
三、食品机械的自动控制系统	(102)
(一) 顺序控制	(104)
(二) 反馈控制	(110)
(三) 过程控制	(124)
(四) 最优控制	(128)
(五) 计算机控制	(132)
第三章 食品输送机械的选型与计算基础	(157)
一、输送机械在食品加工中的地位、作用与分类	(157)
二、连续运输机计算基础	(163)
(一) 被输送物料的特性	(163)
(二) 输送机生产率的计算	(167)
(三) 牵引构件运动阻力的计算	(170)
(四) 牵引构件的张力计算及驱动装置最佳 位置的选择	(178)
三、带式输送机	(184)
(一) 概述	(184)
(二) 带式输送机的零部件	(186)