

农村实用科技与技能培训丛书

主编：崔富春



农产品

加工技术与装备

NONGCHANPINJIAGONGJISHUYUZHANGBEI

武志明 邱高伟 赵美香 编著

食品机械的材料、食品供
排料机械、食品分选机
械、食品原料的清洗机
械、良品粉碎机械、食品
搅拌机械、食品蒸发浓缩
设备、食品干燥机械、杀
菌机械。



农村实用科技与技能培训丛书

主编 崔富春

农产品加工技术与装备

武志明 邱高伟 赵美香 编著

 中国社会科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农产品加工技术与装备/武志明, 邱高伟, 赵美香编著.

北京: 中国出版社, 2006.9

(农村实用科技与技能培训丛书/崔富春 主编)

ISBN 7-5087-1177-7

I. 农... II. ①武... ②邱... ③赵... III. ①农产品加工 ②农副产品加工机 IV. ①S37 ②S226

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 098109 号

丛 书 名: 农村实用科技与技能培训丛书

主 编: 崔富春

书 名: 农产品加工技术与装备

编 著 者: 武志明 邱高伟 赵美香

责任编辑: 夏丽莉

出版发行: 中国出版社 邮政编码: 100032

通联方法: 北京市西城区二龙路甲 33 号新龙大厦

电话: (010) 66051698 电传: (010) 66051713

邮购部: (010) 66060275

经 销: 各地新华书店

印刷装订: 北京市后沙峪印刷厂

开 本: 140mm×203mm 1/32

印 张: 8.125

字 数: 185 千字

版 次: 2006 年 9 月第 1 版

印 次: 2006 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 10.00 元

(凡中国出版社图书有缺漏页、残破等质量问题, 本社负责调换)

建设社会主义新农村书屋

总顾问：回良玉

编辑指导委员会

主 任：李学举

副主任：翟卫华 柳斌杰 胡占凡 窦玉沛

委 员：詹成付 吴尚之 涂更新 王英利

李宗达 米有录 王爱平

农村实用科技与技能培训丛书编辑委员会

主 任：崔富春

副主任：左义河 宗颖生 弓永华

成 员：（按姓氏笔画为序）

王金胜 孙泰森 邢国明 李生才

李生泉 李宏全 李国柱 杨 鹏

郭晋平 郭玉明 郝利平 武星亮

蔺艮鼎 薛孝恩

总序 造就新农民 建设新农村

李学举

党的十六届五中全会作出了建设社会主义新农村的战略部署。在社会主义新农村建设过程中，大力发展农村文化事业，努力培养有文化、懂技术、会经营的新型农民，既是新农村建设取得进展的重要标志，也是把社会主义新农村建设不断推向前进的基本保证。

为落实中央的战略部署，中央文明办、民政部、新闻出版总署、国家广电总局决定，将已开展三期的“万家社区图书室援建和万家社区读书活动”由城市全面拓展到农村，“十一五”期间计划在全国三分之一以上的村委会开展农村图书室援建和读书活动，使两亿多农民由此受益，让这项造福城市居民的民心工程同时也造福亿万农民群众。中央领导同志对此十分重视，中共中央政治局委员、国务院副总理回良玉同志作出重要批示：“发展农村文化事业是新农村建设的重要内容，也是农村发展中一个亟待加强的薄弱环节。在农村开展图书室援建和读书活动，为亿万农民群众送去读得懂、用得上的各种有益书刊，对造就有文化、懂技术、会经营的新型农民，满足农民全面发展的需求，将发挥重要作用。对这项事关农民切身利益、事关社会主义新农村建设的重要活动，要精心组织，务求实效。”

中共中央政治局委员、中央书记处书记、中宣部部长刘云山

同志也作出重要批示。他指出：“万家社区图书室援建和万家社区读书活动，是一项得人心、暖人心、聚人心的活动，对丰富城市居民的文化生活、推动学习型社区建设发挥了重要作用。这项活动由城市拓展到农村，必将对丰富和满足广大农民群众的精神文化生活，推动社会主义新农村建设发挥积极作用。要精心组织，务求实效，把这件事关群众利益的好事做好。”

为了使活动真正取得实效，让亿万农民群众足不出村就能读到他们“读得懂、用得上”的图书，活动的主办单位精心组织数百名专家学者和政府相关负责人，编辑了“建设社会主义新农村书屋”。“书屋”共分农村政策法律、农村公共管理与社会建设、农村经济发展与经营管理、农村实用科技与技能培训、精神文明与科学生活、中华传统文化道德与民俗民风、文学精品与人物传记、农村卫生与医疗保健、农村教育与文化体育、农民看世界等10大类、1000个品种。这些图书几乎涵盖了新农村建设的方方面面。“书屋”用农民的语言、农民的话，深入浅出，使具有初中文化水平的人就能读得懂；“书屋”贴近农村、贴近农民、贴近农村生活的实际，贴近农民的文化需求，使农民读后能够用得上。

希望农村图书室援建和农村读书活动深入持久地开展下去，使活动成为一项深受欢迎的富民活动，造福亿万农民。希望“书屋”能为农民群众提供一个了解外界信息的窗口，成为农民学文化、学科技的课堂，为提高农民素质，扩大农民的视野，陶冶农民的情操发挥积极作用。同时，也希望更多有识之士参与这项活动，推动农村文化建设，关心支持社会主义新农村建设。

值此“新农村书屋”付梓之际，以此为序。

二〇〇六年九月

目 录

第一章 农产品机械的分类及发展现状

第二章 食品机械的材料

- 第一节 钢铁材料和不锈钢 /5
- 第二节 有色金属 /9
- 第三节 非金属材料 /10

第三章 食品供排料机械

- 第一节 液力输送机械 /13
- 第二节 气力输送装置 /26
- 第三节 带式输送机 /49
- 第四节 斗式提升机 /59
- 第五节 螺旋输送机 /66
- 第六节 振动输送机 /70

第四章 食品分选机械

第一节 果蔬分选机械 /74

第二节 摆动筛 /81

第五章 食品原料的清理与清洗机械

第一节 食品原料中的杂质及清理方法 /91

第二节 食品原料的清理机械与设备 /92

第三节 食品原料的清洗机械 /98

第六章 食品粉碎机械

第一节 干法粉碎设备 /106

第二节 湿法粉碎机械 /113

第三节 果蔬加工粉碎机 /126

第七章 食品搅拌及匀质机械

第一节 液体混合机械 /134

第二节 混合机 /160

第八章 食品蒸发浓缩设备

- 第一节 食品蒸发浓缩的原理与设备 /168
- 第二节 常压蒸发设备 /173
- 第三节 单效真空浓缩设备 /174
- 第四节 液膜式蒸发浓缩设备 /179
- 第五节 真空浓缩装置的附属设备 /188

第九章 食品干燥机械

- 第一节 概 述 /199
- 第二节 箱式与带式干燥器 /203
- 第三节 流化床干燥器 /212
- 第四节 冷冻干燥设备 /220

第十章 食品杀菌设备

- 第一节 板式杀菌技术装备 /227
- 第二节 管式杀菌技术装备 /235
- 第三节 CIP 装置 /240
- 第四节 微波杀菌装置 /241

参考文献 /246

后记 /247

第一章 农产品机械的分类及发展现状

一、我国农产品机械的发展史及现状

随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，人们对食品工业提出了更高的要求。现代食品已朝着营养、绿色、方便、功能食品的方向发展，且功能食品将成为 21 世纪的主流食品。

食品工业也已成为国民经济的支柱产业，作为装备食品工业的食品机械工业发展尤为迅猛。据统计，1980 年全国生产包装机械和食品机械的企业仅 360 家，如今不仅有 3000 多家生产企业，200 多家科研设计单位，还有 20 多所大专院校设立了这方面的专业。我国现已能生产的产品品种达 2700 多种，已形成了一个独立的工业体系。

食品工业的现代化水平，在很大程度上依赖于食品机械的发展及其现代化水平，离开现代仪器和设备，现代食品工业就无从谈起。食品工业的发展是食品机械设备和工艺共同发展的结果，应使设备和工艺达到最佳配合，以设备革新和创新促进工艺的改进和发展，以工艺的发展进一步促进设备的发展和完善。两者相互促进、相互完善，是使整个食品工业向现代化迈进的必要条件。

我国地域广大，食品工业起步较晚，数以千计的食品加工企业及食品机械制造企业，其中多数技术力量薄弱，特别是生产第一线，技术骨干少，从生产工人到管理人员对现代加工手段和技术设备的

结构原理、性能、使用维护知识缺乏，所以，人才的培养至关重要，特别是国际竞争更需要众多的专门人才为之努力。

二、农产品机械的分类

按照农产品机械的用途来分，农产品机械可以分为：

1. 供排料机械

固相：带式输送机、斗式提升机、气力输送机械（气泵）。

液相：离心泵、齿轮泵、往复泵、叶片泵等。

2. 分选机械

滚筒式分级机、三辊式分级机、带式分级机、色选机。

3. 清理机械

密度去石机、磁选机、综合式颗粒物料清理机。

4. 清洗机械

滚筒式清洗机、鼓风式清洗机、洗瓶机。

5. 粉碎机械

大豆磨浆机、打浆机、榨汁机、振动磨、绞肉机、骨糊机。

6. 搅拌及均质机械

打蛋机、混合机、均质机、胶体磨。

7. 蒸发浓缩机械

夹层锅、中央循环管式浓缩锅、液膜式浓缩机。

8. 干燥机械

烘箱、滚筒干燥机、流化床干燥机、冷冻干燥机、电磁干燥机。

9. 杀菌机械

直接加热杀菌机械、板式换热式杀菌机械、管式杀菌机、微波杀菌机械。

10. 成型机械
11. 熟化机械
12. 生化反应机械
13. 分离机械
14. 冷冻机械
15. 包装机械

以上十五种机械构成了当今农产品加工业的主体，从它的分类以及发展过程来看，我们可以得出：

1) 食品机械工业已经发展成为一个较为成熟的技术体系，从食品的输送到包装整个行业的发展日趋成熟。

2) 物理技术、生化反应技术和食品加工业的结合是整个食品加工业的发展方向。

3) 食品加工业在整个国民经济中占有越来越重要的地位，同时农产品加工业也是解决我国三农问题的一个重要途径。

随着我国全面建设小康社会，广大群众的生活越来越好，食品作为人们生活中的重要必需品，必将带动整个食品工业的全面发展。食品机械是食品工业发展的重要保障，食品工业的发展好坏，食品机械将起主导作用。因此食品机械发展前景广阔，潜力巨大。

食品机械发展任重道远，由于我国人民消费的食品中大多是来自大农业提供的自然食品，每年因缺乏必要的食品加工机械使食品资源不能直接加工、贮藏、保鲜而造成的损失高达几十亿元，未能深加工综合利用而造成资源浪费损失更高，因此我国食品机械具有广阔的市场需求。

第二章 食品机械的材料

一、食品生产的特点

食品的生产与其他产品的生产不同，有其独特的方式，食品生产的主要特点是：

1. 与水接触多，机械设备所承受的湿度较大；
2. 常在高温或者低温环境中操作，机械设备经常处于温差较大的环境下工作；
3. 与食品和腐蚀性介质直接接触，对材料的磨损大。

二、食品机械中材料的选材

由于食品生产有其独特的特点，特别是食品机械与食品直接接触的材料，除考虑一般机械设计所需满足的机械特性（如刚度、强度、耐振动性等）外，还必须考虑它的卫生、安全特性，一般情况下，食品机械材料的选取原则如下：

1. 不应含有对人体有害的元素或与食品发生化学反应的元素；
2. 应有高的耐腐蚀性；
3. 应易于清洗且保持长期不变色；
4. 应能够在高低温环境中保持较好的机械性能。

注：相关名词术语解释

①材料：制造物品的原材料。

- ②原料：在食品加工中指加工食品的原料。
- ③刚度：材料抵抗弹性变形的能力。
- ④强度：材料在外力作用下，抵抗变形和破坏的能力
- ⑤耐腐蚀性：材料抵抗各种介质侵蚀的能力。

第一节 钢铁材料和不锈钢

一、钢铁材料

钢铁材料是指钢和铸铁的总称，指所有的铁碳合金。钢一般指含碳量在 0.0218%~2.11% 的铁碳合金。

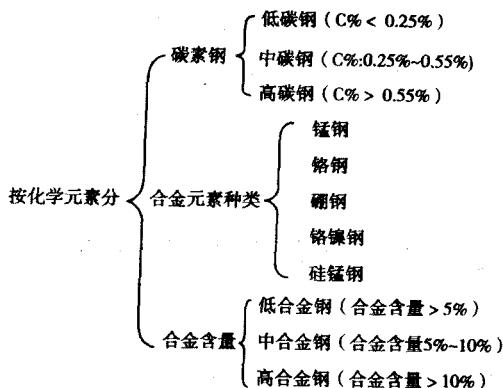
1. 钢材料

工业用钢指按化学成分分为碳素钢和合金钢。

碳素钢又称碳钢，是指含碳量小于 2.11% 的铁碳合金。

合金钢是指为了改善和提高钢的性能或使之获得某些特殊性能，在碳素钢的基础上，特意地加入某些合金元素而得到的多种以铁为基的合金。

合金是指由两种或两种以上的金属元素或金属与非金属元素组成的具有金属特性的物质。例如黄铜是铜与锌的合金，钢是铁和碳的合金。



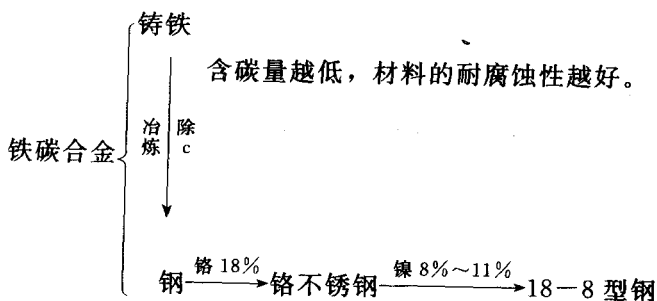
2. 铸铁材料

(1) 铸铁是指含碳量大于 2.11% 的铁碳合金。

铸铁材料的主要特点是耐磨、耐疲劳、耐冲击力。

钢和铸铁两者虽然都是铁碳合金，但性能却大不相同，改善钢的性能，主要有三条途径，一是调整钢的化学成分，加入合金元素，二是对钢进行热处理；另外一种冷热加工。

含碳量对钢和铸铁的性能影响如下所示：



目前，在食品机械的加工制造中，18-8 型钢应用非常广泛。

(2) 铸铁材料可以分为如下几类：

① 灰口铸铁

灰口铸铁是指加入 2.0% ~ 3.0% Si, 0.25% ~ 1.0% Mn, 0.02% ~ 0.20% S, 0.05% ~ 0.50% P 的液态铁水, 在进行缓慢冷却凝固时, 将发生石墨化, 析出片状石墨, 因其断口的外貌呈现浅烟灰色, 故称灰口铸铁。

虽然灰口铸铁的力学性能较差, 但是其耐磨性与消振性很好, 工艺性能和可切削性均优于钢。

②球墨铸铁

液态铁水经过球化孕育处理后而获得的一种铸铁。常用的球化剂有: 镁、稀土或稀土镁, 孕育剂常用的有硅铁和硅钙。球墨铸铁的成分大致如下: C: 3.8% ~ 4.0%, Si: 2.0% ~ 2.8%, Mn: 0.6% ~ 0.8%, S: < 0.04%, P: < 0.1%, Mg: 0.03% ~ 0.08%。

与灰口铸铁相比, 球墨铸铁具有较高的抗拉强度和弯曲疲劳极限。

③蠕墨铸铁

它是近 30 年来发展起来的一种新型铸铁, 它是液态铁水经过变质处理和孕育处理随之冷却凝固后获得的一种铸铁。通常所用的变质元素 (又称蠕化剂) 有稀土硅镁合金、稀土硅铁合金、稀土硅钙合金或混合稀土合金等。

蠕墨铸铁是一种综合性能良好的铸铁, 其力学性能界于球墨铸铁和灰口铸铁之间, 导热性好, 切削加工性能优于球墨铸铁, 与灰口铸铁相近。

④白口铸铁

白口铸铁具有优良的耐磨性, 抗磨料磨损性能更佳, 已发展成为一种重要的抗磨材料。但由于它韧性低、脆性大, 使其应用范围受到很大限制。

⑤可锻铸铁

可锻铸铁也叫做玛钢，其主要成分大致如下：C：2.4%～2.7%，Si：1.4%～1.8%，Mn：0.5%～0.8%，P：<0.7%，S：<0.25%，Cr：<0.06%。

可锻铸铁的制作过程如下：首先制得白口铸铁，然后在经石墨化退火，而最终制得可锻铸铁。

二、不锈钢

不锈钢是指在腐蚀性介质中具有抗腐蚀性能的钢。

不锈钢一般是不锈钢和耐酸钢的总称。不锈钢是指耐大气、蒸汽和水等弱介质腐蚀的钢，而耐酸钢则是指耐酸、碱、盐等化学侵蚀性介质腐蚀的钢。不锈钢自本世纪初问世，到现在已有 90 多年的历史。不锈钢的发明是世界冶金史上的重大成就，不锈钢的发展为现代工业的发展和科技进步奠定了重要的物质技术基础。不锈钢钢种很多，性能各异，它在发展过程中逐步形成了几大类。按组织结构分，分为马氏不锈钢（包括沉淀硬化不锈钢）、铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢和奥氏体加铁素体双相不锈钢等四大类；按钢中的主要化学成分或钢中的一些特征元素来分类，分为铬不锈钢、铬镍不锈钢、铬镍钼不锈钢以及低碳不锈钢、高钼不锈钢、高纯不锈钢等；按钢的性能特点和用途分类，分为耐硝酸不锈钢、耐硫酸不锈钢、耐点蚀不锈钢、耐应力腐蚀不锈钢、高强不锈钢等；按钢的功能特点分类，分为低温不锈钢、无磁不锈钢、易切削不锈钢、超塑性不锈钢等。目前常用的分类方法是按钢的组织结构特点和钢的化学成分特点以及两者相结合的方法分类。一般分为马氏体不锈钢、铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢、双相不锈钢和沉淀硬化型不锈钢等，或