



普通高等教育“十三五”规划教材
食品科学与工程类专业应用型本科教材

粮油食品 工艺学

张 雪◎主编

Grain and
Oil Food
Technology



中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

粮油食品工程 (9787122251111) 目录

普通高等教育“十三五”规划教材
食品科学与工程类专业应用型本科教材

粮油食品工艺学

张 雪 主 编
陈复生 主 审

图书在版编目 (CIP) 数据

粮油食品工艺学/张雪主编. —北京: 中国轻工业出版社,
2017. 9

普通高等教育“十三五”规划教材 食品科学与工程类
专业应用型本科教材

ISBN 978 - 7 - 5184 - 1429 - 1

I. ①粮… II. ①张… III. ①粮食加工—工艺学—
高等学校—教材 ②油料加工—工艺学—高等学校—教材
IV. ①TS210.4 ②TS224

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 199126 号

责任编辑: 贾磊 责任终审: 劳国强 整体设计: 锋尚设计
责任校对: 吴大鹏 责任监印: 张可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

印刷: 北京君升印刷有限公司

经销: 各地新华书店

版次: 2017年9月第1版第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 16.5

字数: 370千字

书号: ISBN 978 - 7 - 5184 - 1429 - 1 定价: 39.00元

邮购电话: 010 - 65241695

发行电话: 010 - 85119835 传真: 85113293

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请与我社邮购联系调换

160538J1X101ZBW

本书编写人员

主 编：张 雪

副主编：李 磊

编 者：袁晓晴 吴 丽 杨盛茹

主 审：陈复生

前言

Preface

粮食和油料是主要的农产品，粮油食品是我国人民膳食结构的主体，粮油工业是我国食品工业的重要组成部分。特别是在我国主要农产品产量不断提高、供应充足的情况下，粮油加工与转化对促进农业发展，提高农产品附加值，振兴农村经济，繁荣市场和提高人民生活水平具有重要意义。

新中国成立以来，尤其是改革开放以来，我国粮油加工业发展迅速，取得了举世瞩目的成就。粮油加工的规模化、集约化、标准化及其制品质量逐步改善，产品结构渐趋合理，深加工程度不断提高，产业经济地位日益重要。粮油加工业在推动农业产业结构调整、增加农民收入、提高国民身体素质、促进农业良性循环等方面已经成为不容忽视的力量。目前，我国粮油食品消费已告别了供应短缺的历史，进入了由数量与原料需求型向质量与制品需求型转化的新阶段。粮油加工业的快速发展，不仅加大了对人才的需求量，同时也对人才的实用性、技能性、创新性提出了更高的要求。

《粮油食品工艺学》是我国高等学校食品科学与工程及相关专业教学内容和课程设置的重要组成部分。随着高等学校教学改革的不深入，《粮油食品工艺学》的教学内容正在不断创新。虽然有关粮油加工方面的书籍很多，但系统地反映我国粮油食品工艺领域研究理论和生产实践，并适合应用型本科食品科学与工程专业本科生教学的教材却很少。为适应应用型本科转型发展的需要，加强应用型本科院校粮油食品工艺学的教学和科研工作，进一步规范粮油食品工艺学课程的教学内容，及时反映学科发展前沿及产业状况，新教材的出版迫在眉睫。近年来，我们在总结粮油加工业发展特点和粮油食品工艺学课程建设与改革经验的基础上编写了这本《粮油食品工艺学》教材，以满足高等院校食品科学与工程类专业建设和相关课程改革的需要，提高课程教学质量和人才培养水平，助推我国粮油加工业发展。

本教材编写人员均来自河南牧业经济学院教学一线相关课程的任课教师，由张雪任主编并统稿。具体编写分工如下：第一章、第八章第一、二节由李磊编写；第二章至第七章由张雪编写；第八章第三节至第五节由袁晓晴编写；第九章第一、二节由吴丽编写；第九章第三、四节由杨盛茹编写。全书由河南工业大学陈复生主审。

本教材在编写过程中，得到了河南牧业经济学院教务处、食品工程学院和相关高等院校的大力支持与帮助，承蒙不少同行学者悉心指导并提出宝贵意见，谨此表示衷心感谢。本教材在编写过程中参阅了大量国内外文献和相关专业网站资料，在此向这些文献资料的作者表示感谢。

编写人员尽管有多年的教学和实践经验,编写过程中倾注了大量心血,但本书涉及的内容广、产业发展快,加之编写时间仓促和编者知识水平有限,书中难免存在疏漏、错误和不妥之处,恳请专家同行批评指正。

编者
2017年3月

目 录

Contents

第一章	绪 论	1
第一节	农产品（粮油）加工的意义	1
第二节	粮油加工的主要内容	2
第三节	开创粮油加工新局面	4
第四节	本教材的内容与主要任务	6
第二章	稻谷加工	8
第一节	稻谷清理	8
第二节	砻谷	9
第三节	稻谷的碾米	12
第四节	大米的精加工	22
第五节	米制品	30
	思考题	37
第三章	小麦面粉及其制品加工	38
第一节	小麦制粉	38
第二节	传统中式主食面点加工	47
第三节	挂面与方便面生产	56
第四节	焙烤食品	66
	思考题	88
第四章	淀粉及淀粉糖加工	89
第一节	淀粉的分类、结构与生产工艺	90
第二节	玉米淀粉生产	95
第三节	马铃薯淀粉生产	104
第四节	变性淀粉生产	107
第五节	淀粉糖生产	112
	思考题	124
第五章	植物油制取、精炼与加工	125

第一节	植物油料的种类、化学成分及提取方法	125
第二节	植物油料的预处理	128
第三节	大豆油提取	132
第四节	超临界流体萃取法制油	143
第五节	水溶剂法制油	145
第六节	其他植物油料的制油特点	148
第七节	油脂的精炼	150
思考题		154
第六章	大豆蛋白质提取	155
第一节	大豆蛋白质的基本特性	155
第二节	大豆蛋白质提取工艺	168
第三节	大豆蛋白质在食品中的应用与处理	178
思考题		183
第七章	发酵调味品酿造	184
第一节	酱油酿造	184
第二节	食醋酿造	196
思考题		209
第八章	杂粮食品加工	210
第一节	杂粮基础知识	210
第二节	高粱加工	211
第三节	粟加工	215
第四节	豆类加工	217
第五节	花生加工	226
思考题		228
第九章	粮油加工副产品综合利用	229
第一节	稻谷加工副产品综合利用	229
第二节	小麦加工副产品综合利用	232
第三节	玉米加工副产品综合利用	236
第四节	大豆及植物油脂副产品综合利用	240
思考题		250
参考文献		251

第一章

绪 论

第一节 农产品（粮油）加工的意义

种植业所收获的一切产品在广义上统称为农产品，它包括粮食、油料、水果、蔬菜、棉花、麻类、茶叶、烟草、中草药、花卉、食用菌等，范围广泛，种类繁多。农产品中的粮食和油料（统称粮油）是人们最基本的食物来源，具有巨大的加工潜力。以各种粮油作为基础原料，采用物理、化学、生物技术方法，可以制成人们生活必需的多种食品，同时也可为工业、医药等许多行业生产出所需产品。

农产品加工是农产品生产与销售、消费之间一个极为重要的环节。例如，水稻、小麦只有经过碾米工业和制粉工业的加工处理，才能成为食品或工业原料，再经过进一步的食物加工，才能成为米饼、馒头、面条等各种米面食品。油料不经加工也不能供食品消费和其他方面利用。所以，世界各国都必须运用现代科学技术将农业所收获的农产品加工成各种产品，投放市场，发挥其可用价值，创造经济和社会效益。

农产品加工始终是一个战略问题。

首先，它与人民生活息息相关。“民以食为天”，人类赖以生存的食物绝大多数来自农产品，肉、蛋、奶等动物性食品也间接来源于农产品，人们都是以种植业、养殖业的发展而得以丰衣足食、安居乐业、经济繁荣。食品安全（包括数量和质量）是世界各国都必须重视的重大问题，古今中外，任何国家都把食品问题看作国家兴衰存亡的头等大事，都把农业和农产品加工业作为富国强民的基础性产业，给予足够的重视。食品工业的发展水平，在很大程度上反映了一个国家的发展程度。随着人民生活水平的提高，人们不仅要吃饱，而且要求吃好，要求卫生安全、营养合理、方便以及多样化，初级农产品是不能满足人们需求的，而必须通过加工转化才能解决。所以农产品加工是“永恒的产业”，既能调节季节性、区域性与单一性，又能提高商品性与适用性。世界上发达国家的国民膳食结构都在食品工业的不断发展过程中得到改善和提高；反之，食品工业发展水平低的国家，必然呈现食物结构单一、人民生活水平得不到根本改善的状况。

其次,农产品加工直接关系到能否实现高产优质高效农业的发展目标,初级农产品经济价值低,通过加工转化才能实现大幅度增值,把资源优势变为商品优势。加工增值过程是农产品“收获后再收获”的过程,在丰产丰收的基础上,保证农产品资源的充分利用。现代加工技术可以使收获的初级农产品在经济价值上实现几倍甚至十几倍、几十倍的增长,实现加工品形式的市场贸易。而以初级农产品原料形式为主的国内外贸易、经济必然处于落后状态。

其三,农产品加工业是解决农产品出路的主要途径,也是解决农村剩余劳动力就业的重要途径,随着我国城镇化步伐的不断加快,首先要解决走出农村的大量剩余劳动力的就业问题。农产品加工业原料来自农村,就地取材,产地加工,符合大多数农产品加工的产业特点。世界上不少发达国家都把农产品加工业安排在农村产地,既能获得新鲜原料,又能减少原料运输成本,加工后的下脚副料又能及时返还农村作为饲料或肥料。把农业、工业、商业有机结合起来,促进农业良性循环,形成一体化多元结构。

总之,农产品加工是大农业的延伸发展,是高效农业的保证,是丰富人民生活、改善人们食物结构的良策。以粮油原料为主体的农产品加工业,在国际化、现代化、信息化飞速发展的今天,产业发展的规模化、贸易的国际化、加工技术的现代化的产业特征越来越突出,现代农产品加工业的发展需要在传统产业的基础上采用现代高新技术,需要现代产业发展模式,大力发展现代农产品加工业是必然趋势。

第二节 粮油加工的主要内容

在全世界范围内,粮食、油料都是主要的农产品原料,粮油原料给人类提供了主要的食物来源,因为这些原料中含有人体生长发育所需要的糖类、蛋白质、脂肪以及其他营养成分,粮油原料的70%~80%经过加工提取,成为成品粮油或食品工业的原料。但是粮油原料中还有20%~30%的成分目前还不能直接或间接地成为人类食品,如皮壳、纤维等成为副产品。

粮油原料主要包括小麦、水稻、玉米、各种杂粮,以及大豆、花生等各种植物性油料。各类粮食、油料的组织结构、理化特性各异。

一、粮食初加工和深加工

(一) 稻谷加工

1. 大米及米制食品

大米及米制食品主要包括符合不同标准要求的大米、营养强化米、方便米饭、米粉、米糕以及各类大米食品等。

2. 发酵制品

发酵制品包括米酒、醪糟等。

(二) 小麦加工

1. 面粉加工制品

面粉加工制品包括符合不同标准要求的面粉、专用粉以及挂面、方便面等。

2. 传统主食面制食品

传统主食面制食品包括馒头、包子等食品。

(三) 玉米、薯类加工

1. 淀粉及淀粉制品

淀粉及淀粉制品包括玉米淀粉、马铃薯淀粉、甘薯淀粉以及粉条粉丝等淀粉制品。

2. 淀粉糖

淀粉糖包括麦芽糖、葡萄糖、淀粉糖浆、高果糖（果葡糖浆）及其各类淀粉糖等。

3. 变性淀粉

变性淀粉包括通过物理、化学以及生物技术方法对原淀粉进行改性处理、制备得到的淀粉糊精、酸变性淀粉、氧化淀粉、酯化淀粉、醚化淀粉、交联淀粉等各类变性淀粉。

4. 淀粉发酵制品

淀粉发酵制品淀粉经水解转化并发酵制备各种氨基酸、柠檬酸、维生素、抗生素类、酶制剂、酵母、酒精、调味品等。

二、植物蛋白制品加工

(一) 传统豆制品

传统豆制品包括豆浆、豆腐、豆干、豆筋、豆粉等。

(二) 发酵豆制品

发酵豆制品包括豆酱、酱油、豆豉、豆腐乳、酸豆奶等。

(三) 植物蛋白制品

植物蛋白制品包括脱脂豆粉、浓缩蛋白、分离蛋白、组织蛋白等。

(四) 其他植物蛋白制品

其他植物蛋白制品包括花生等油料蛋白、谷物蛋白提取加工制品等。

三、油料作物加工

(一) 提取油脂制品

提取油脂制品主要包括通过压榨、浸出等工艺提取大豆油、花生油、芝麻油、葵花籽油、菜籽油、棉籽油等各种植物油。

(二) 精炼与加工油脂制品

精炼与加工油脂制品包括符合标准的精炼油、色拉油、氢化油、起酥油、人造奶油等。

四、副产品综合利用

(一) 粮食加工副产品

粮食加工副产品包括稻壳、米糠、碎米、麸皮、胚芽等的综合利用。

(二) 淀粉加工副产品

淀粉加工副产品包括玉米胚芽、皮渣、麸质、浸泡液以及薯类淀粉生产的副产品薯渣和废液等的综合利用。

（三）豆制品及油料加工副产品

豆制品及油料加工副产品包括豆渣、黄浆、豆粕、油脚、皂脚等的综合利用。

第三节 开创粮油加工新局面

改革开放以来,我国粮油加工业取得了巨大发展,特别是进入 21 世纪以来,粮油加工业已经跃居我国规模最大、产值最高的工业产业之一。以谷物、豆类、油料、杂粮、薯类为主要原料和主体的粮油加工业已经成为我国国民经济发展和经济建设的重要支柱产业。现已拥有面粉、制米、油脂、淀粉、制糖、焙烤、酿酒、调味品、糖果、糕点、氨基酸、抗生素、维生素等门类比较齐全的粮油加工工业体系,粮油加工系列企业遍及全国城乡各地,生产设备绝大部分已实现标准化、现代化。但我国粮油加工业与发达国家相比,仍有不同程度的差距。主要表现在品种结构少、质量标准低、深加工程度不够、综合利用程度不高等方面。例如,大米只有精米与标米,免淘洗米、营养强化米等还没有得到普及,加工碎米率较高,碎米分离和利用不够;方便米饭、米粉等大米食品刚刚起步;稻米加工副产品综合利用程度还比较低;小麦制粉在专用粉生产方面起步较晚,专用粉品种数量和精度以及标准化程度都有待进一步增加和完善。

面制食品还有很大的发展潜力,特别是我国传统主食生产的工业化程度还非常低。植物油提取的产业格局已经发生改变,大豆油产业由于原料主要依赖进口,使我国民族大豆产业受到强烈冲击,油脂工业在很大程度上受制于国际市场,发展我国特色的食用植物油产业势在必行。我国的大豆等植物蛋白质产业得到较快发展,但还有巨大的市场潜力。另外,我国粮油工业机械设备的先进程度与发达国家差距仍较大,主要加工设备还需要进口。粮油加工业的总体技术、设备以及管理水平都还有待进一步提高。要进一步开创粮油加工新局面,使我国粮油加工业再上新台阶,赶上或接近发达国家的水平。

一、充分利用现有资源

我国人口众多,而人均资源占有量则很少,如何用好、用尽现有粮油资源是当前最迫切的问题:①需对现行企业进行设备挖潜,加强技术监督管理,从而提高产品质量与原料利用率,减少原料吨耗,降低成本,增强竞争力;②需大力加强对加工副产物的综合利用,减少资源浪费,达到物尽其用,进而提高经济效益;③需不断开发新产品,增强企业活力。新产品开发,首先要针对国内市场,扩大内需,适应人民生活水平不断提高的要求,把粮油加工与日常消费联系起来,开发营养、卫生、安全的粮油食品;④弘扬中国传统产品,发挥特色资源优势,如利用我国非转基因大豆的优势,大力发展安全豆制品产业,提高档次,改进包装,美化商品。

二、重视食品安全

从全球范围来看,营养、卫生、安全、绿色成为粮油加工的主流和方向。卫生和安全成为

新世纪粮油加工企业的首要任务。美国早在 20 世纪 70 年代就建立了各谷物、油料的营养、卫生和安全的标准体系,规定了谷物的各种营养成分和卫生、安全的标准。联合国食品卫生法典委员会(CAC)已将良好生产操作规程(GMP)和危害分析及关键控制点(HACCP)作为国际规范推荐给各成员国。为防止出现食品安全危机,世界加速进入绿色食品时代,许多国家对粮油的化肥、农药使用都作了严格限制,生态农业、回归自然、绿色粮油迅速发展,确保稻米、小麦、玉米、油料及其产品安全已成为粮油加工业的共识。

食品安全是关系广大人民群众健康的大事,为世界各国所关注。食品安全涉及粮油产业链的各个环节,从粮油种养的生态环境到加工流通和消费都要确保食品安全。粮食、油料是人们食物的主要来源,确保原料的安全和加工适应性,是加工优质、安全食品的基础,没有加工适应性优良的品种做原料,是难以加工出优质产品的。原料的加工适应性以加工产品不同而要求各异。但一般来讲,对原料的可利用率、成熟度、新鲜度、主要化学成分含量等要求是一致的。有了优良品种,还需建立原料基地,按生态农业规格,按需种植,集中种植,按质按价收购,确保农、工、贸各方利益。基地生产的原料,应是无公害、无污染的“绿色、有机原料”,以便生产出“绿色、有机食品”,向消费者提供营养丰富、安全优质的食品。

三、采用高新技术,提高资源利用率

进入 21 世纪以来,现代高新技术已经逐步在粮油加工产业中应用。目前世界发达国家把稻米深加工的生物技术、膜分离技术、离子交换技术、高效干燥技术、超微技术、自动化工艺控制技术等高新技术作为稻米加工业产品市场竞争力和行业发展及获得高额利润的关键因素。稻米加工在美国、日本等发达国家具有很高的技术水平,其中日本以稻米加工技术和装备称雄世界。在小麦制粉生产过程中,应用计算机管理和智能控制技术,应用各种传感装置,实现生产过程的计算机管理,最大限度地利用小麦资源,使生产过程平稳、高效地运行。利用生物技术的研究成果,采用安全、高效的生物添加剂改善面粉食用品质,替代现在使用的化学添加剂,使传统的小麦加工业生机勃勃。玉米加工采用大型湿磨、密封循环工艺,采用电子计算机对生产过程进行控制,使工艺过程具有很高的透明度,随时变换和调节工艺条件,玉米淀粉、蛋白质、纤维和玉米油等玉米加工的综合利用率达到 99% 以上。油脂加工业把新的提取分离技术、酶技术、发酵技术、膜分离技术用于大豆加工业。启用超临界 CO_2 气体萃取制油工艺,采用酶技术提高蛋白和油脂提取率。应用生物技术对油脂改性或结构脂质制备。

我国粮油加工业的现代化水平与发达国家相比仍有一定差距,进一步提高我国粮油加工业的装备和技术水平,在更大的范围内、更高的水平上应用现代高新技术,是我国 21 世纪粮油加工业发展的方向。

四、深加工、多样化是高效增值的重要途径

稻米的综合利用是国内外技术力量雄厚企业集团发展的重点。其产品有备受消费者钟爱的米酒、米饼、米粉、米糕、速煮米、方便米饭、冷冻米饭、调味品等品种繁多的米制食品;高纯度米淀粉、抗性淀粉、多孔淀粉、缓慢消化淀粉、淀粉基脂肪替代物等更具特色和新用途的产品;不同蛋白质含量和不同性能的大米蛋白产品;具有营养和生理功能的发芽糙米、米胚芽健康食品、米糠营养素和膳食纤维、米糠多糖等;以米糠为原料的日化产品、米糠高强度材料、脂肪酶抑制剂、稻壳白炭黑、活性炭和高模数硅酸钾。稻米深加工使稻米的附加值提高了 5 ~

10 倍。玉米是重要的工业原料,有“工业黄金原料”之称,世界上发达国家玉米加工,特别是深加工可生产 2000~3000 种产品,种类繁多的产品应用在食品、化工、发酵、医药、纺织、造纸等工业领域。大豆和油菜籽的高效增值转化利用是世界发达国家的主要研究方向,大豆、油菜籽除了应用新技术大规模制备食用植物油外,还研发多样化、营养化、方便化、安全化、优质化大豆制品。

五、积极开展科学研究,完善产品质量标准

发展粮油加工业,技术是关键。大力开展产学研结合,进一步发挥高校和科研院所的技术优势,促进科研成果转化,不断提高粮油加工企业的技术水平,是现代农产品加工产业发展的必由之路。建立健全各类粮油质量标准,执行各项法律法规,实施严格的监督监管机制,不断提高粮油质量,是当前和今后粮油加工业的重要任务。

发达国家粮油加工企业大都有科学的产品标准体系和全程质量控制体系,多采用 GMP 进行厂房、车间设计,对管理人员和操作人员进行 HACCP 上岗培训,并在加工生产中实施 GMP、HACCP 及 ISO(国际标准化组织)9000 体系管理规范。世界卫生组织(WHO)、联合国粮农组织(FAO)和各国都为食品的营养、卫生等制定了严格的标准,旨在建立一个现代化的科学的食品安全体系,以加强食品的监督、监测和公众教育等。

总之,开创我国粮油加工新局面,首先是用好现有粮油资源,提高加工粮油食品档次,增强科技竞争力,同时注重食品质量安全,应用高新技术,培训技术人才,制定质量标准,使我国的粮油加工业提高到一个新的水平。

第四节 本教材的内容与主要任务

粮油加工含义广泛,本教材侧重于粮油原料的加工与转化,主要介绍小麦、水稻、玉米、大豆、薯类等作物的加工转化。指导高校相关专业学生和企业技术人员对农产品加工原理和应用技术进行学习和实践。

粮油加工包括粮油初加工和粮油精深加工。粮油初加工主要为广大消费者提供基本的成品粮和食用油,可以满足广大人民群众的最基本食物需求;粮油精深加工则是要不断提高加工转化的程度,产品的化学组成进行进一步的分离、转化,提高粮油原料的利用率和科技附加值,不仅能为消费者供应营养水平和功能性更为齐全、完善的食品,还可为其他行业提供原料和辅料,进而创造更大的经济和社会效益。本教材内容包括稻谷制米、小麦制粉以及大豆制油等初加工,也包括米面食品、淀粉生产与淀粉转化、植物蛋白提取以及调味品等发酵产品精深加工内容。旨在为广大学生以及粮油加工业的技术人员提供比较完整的教学和技术参考资料。

粮油加工是以化学、生物学和机械工程学作为理论基础,应用传统和现代科学技术对农产品原料进行加工处理,食品化学、食品微生物、食品工程原理等课程都是粮油食品工艺学的应用基础课程。粮油食品工艺学综合了本学科的知识基础、应用基础和应用技术,成为一门综合性的应用技术课程。本教材在结构上包括粮油食品工艺原理、工艺流程和操作技术要点。

随着科学技术的发展不断革新,传统的粮油加工技术与现代加工技术相结合,把我国粮油加工业推向一个新的阶段。提高产品品质和档次,加大粮油精深加工的力度。注重对粮油加工及资源综合利用技术开发;注重对植物油及植物蛋白的开发;注重对杂粮开发技术的研究;大力推广粮油高新技术;注重对粮油添加剂的开发;进一步完善粮油标准质量检测技术体系建设。本教材在传统粮油加工业的基础上,重视新产品研发、新技术应用,使教材内容反映时代特征。

第二章 稻谷加工

稻谷结构与其他粮食作物不同,其籽粒由坚硬的外壳和颖果组成,外壳对颖果起保护作用。稻谷在制米过程中,除去颖果皮而得到糙米,再经精制剥离糠层(糠层由果皮、种皮、外胚乳及糊粉层构成)即成白米。目前,稻谷的加工过程主要包括稻谷清理、砻谷、砻下物分离、糙米碾白、成品及副产物整理、大米后处理及包装等工序。

第一节 稻谷清理

稻谷在收割、贮藏、干燥和运输过程中,难免混有杂质。稻谷中的杂质是多种多样的,有的比稻谷大,有的比稻谷小,有的比稻谷重,有的比稻谷轻。杂质包括泥土、沙石、砖瓦块及其他无机物质,以及无食用价值的稻谷粒、异种粮粒等有机物质。

稻谷清理除杂的方法很多,但其基本方法主要包括风选法(空气动力学特性的不同)、筛选法(宽度与厚度的不同)、精选法(形状和长度的不同)、相对密度分选法(密度的不同)、磁选法(磁性的不同)等。稻谷清理除杂的基本方法有风选、筛选、相对密度分选和磁选等。

一、风 选

风选法是利用稻谷和杂质之间空气动力学性质的不同,借助气流的作用进行除杂的方法。按照气流的方向,风选可分为垂直气流风选、水平气流分选和倾斜气流风选3种。

风选设备主要用于轻杂的分离,如皮壳、瘪粒、草屑、泥沙及灰尘等,对保证车间的环境卫生以及提高后道设备的除杂效率有着重要作用。风选设备可单独用于原粮处理,也可与其他设备组合使用。目前常用的风选设备为垂直吸风风选器和循环气流风选器。

二、筛 选

筛选是利用被筛理的物料之间在粒度上的差异,借助筛孔分离杂质或将原料进行分级的方法。

筛面是筛选设备的主要工作部件。筛面种类很多,稻谷工厂常用的筛面有栅筛、冲孔筛和

金属丝编织筛 3 种。

常用的筛选设备有圆筒初清筛、振动筛和平面回转筛等。筛选设备常与风选相结合，在清除大、中、小杂质的同时，也清除了轻杂。常用的清理设备有圆筒初清筛、TQLZ 型振动筛、TQLM 型平面回转筛。

三、相对密度分选

相对密度分选是利用稻谷和沙石等相对密度及悬浮速度或沉降速度等物理特性的不同，借助适当的设备进行除杂的方法。

根据所用介质的不同，相对密度分选可分为干法和湿法两类。湿法是以水为介质，利用粮粒和沙石等杂质的相对密度以及在水中的沉降速度的不同进行除杂。在稻谷加工厂，湿法去石常用于蒸谷米加工中的清理工艺。干法去石是以空气为介质，利用粮粒和沙石等杂质相对密度及悬浮速度的不同进行除杂。稻谷加工厂广泛应用此法去除并肩石，相应设备为比重去石机。去石机按供风方式的不同分为吹式比重去石机、吸式比重去石机和循环气流比重去石机 3 种。

四、磁 选

利用磁力将物料中磁性金属杂质去除的方法称为磁选。当物料通过磁场时，由于稻谷是非导磁性物体，不受磁场的作用而自由通过，而磁性金属杂质则易被磁场磁化，与异性磁极相吸而去除。磁性金属杂质分离的条件是磁场对磁性金属杂质的磁力大于其反作用力。常用的磁选设备有 CXP 型磁选器、永磁筒、永磁滚筒、无动力磁选器等。

第二节 砻 谷

脱除稻谷颖壳的工序称为砻谷。脱去稻谷颖壳的机械称为砻谷机。砻谷是根据谷粒结构的特点，对其施加一定的机械力破坏稻壳而使稻壳脱离糙米的过程。

一、砻谷的基本方法与原理

根据稻谷脱壳时的受力状况和脱壳方式，稻谷脱壳的方法通常可分为挤压搓撕脱壳、端压搓撕脱壳和撞击脱壳 3 种。

(一) 挤压搓撕脱壳

挤压搓撕脱壳是指稻谷两侧受两个不同运动速度的工作面的挤压、搓撕作用而除去颖壳的方法。如图 2-1 所示，谷粒两侧分别与甲、乙两物体紧密接触，并受到两物体对其施加的挤压力 F_{j1} 、 F_{j2} 。假设甲物体以一定速度向下运动，乙物体静止不动，则甲物体对谷粒产生一向下的摩擦力 F_1 ，使谷粒向下运动，而乙物体对谷粒产生一向上的

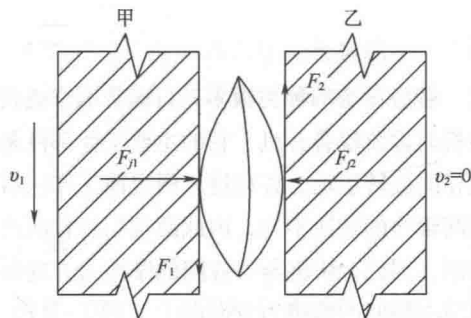


图 2-1 挤压搓撕脱壳示意图