

TS206.5-62

X79

279

中国食品与 包装工程装备手册

肖吉林 主编
张先达 肖 楠 副主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国食品与包装工程装备手册/许占林主编, 张先达、肖衡
副主编. - 北京: 中国轻工业出版社, 2000.1

ISBN 7-5019-2539-9

I. 中… II. 许… III. ①食品加工设备-中国-目录②包装机-中国-目录 IV. F764.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 20779 号

责任编辑: 李亦兵 责任终审: 滕炎福 封面设计: 崔 云
版式设计: 丁 夕 责任校对: 方 敏 责任监印: 胡 兵

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

网 址: //www.chlip. com. cn

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 76.75

字 数: 1842 千字 插页: 6 印数: 1—3000

书 号: ISBN 7-5019-2539-9/TS·1540 定价: 199.00 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

前 言

食品加工和包装机械发展的历史悠久。在第一次世界大战期间，因为战争需要生产压缩饼干的设备是最早的食品加工和包装机械。此后，随着工业化进程的不断发展和现代科学技术水平的不断提高，人民生活水平对现代物质文明和精神文明要求的不断丰富，包装食品机械从一般机械化到自动化，到满足现代社会文明需要的汇集高新技术的系统成套技术装备，成为世界先进国家制造业中举足轻重的产业。

我国发展食品加工和包装机械只有近 20 年的历史。尽管早在 50 年代就有制盐、制糖、酿酒、烟草加工及包装等机械化程度很低的食物加工和包装机械，但真正发展食品加工和包装机械是改革开放之后，70 年代末起步，80 年代调整产品结构，扩大服务领域，发展食品加工和包装机械，形成独立发展的新兴行业。1986 年原机械工业部受国家计委委托，会同轻工、商业、医药、农业、军工等部门，进行全行业调查，制定了产品分类目录。食品加工机械分为 28 类，包装机械分为 12 类。

80 年代末，为适应新兴行业发展的需要，原机械工业部成立了包装食品机械行业办公室，行使政府职能，对新兴行业进行组织、指导和服务的行业管理，促进了包装食品机械行业进入 90 年代连续七年的高速增长。1997 年被国家经贸委列为装备工业新的经济增长点。

为了总结 10 多年行业发展的经验，按照科学化、标准化、规范化的要求，指导行业发展产品，扩大规模，加强管理，提高效益，根据原机械工业部关于组织归口行业修订、编制装备设计手册的统一部署，原机械工业部包装食品机械行业办公室，在主管部长陆燕荪、包叙定等领导的支持下，由行业归口研究所——机械工业食品装备设计研究所、合肥通用机械研究所包装机械分所，以及行业重点研究所——南京食品机械研究所、上海轻工机械技术研究所、江西食品机械研究所、大连机电研究所、北京包装食品机械研究所、吉林工业大学食品工程学院等单位合作，编制了《中国食品与包装工程装备手册》。

本书汇集了全行业工程技术人员包括学者、教授等从事行业技术工作的心血和经验，是一部从实践中来，经过科学的总结和提高，又指导实践的技术专著。在中国是第一部，在世界范围内，像这样涉及范围广，理论和实践相结合，实用性强的专著尚未发现。这是我国改革开放的重要成果之一，是开展国际交流和合作的重要媒介和载体。当然，它也是我国包装食品机械行业工程技术人员必备的工具书，企业管理人员必需的参考书，刚进入或准备进入这个行业科技人员和管理人员学习的教科书，对用户来说，它也是选用设备、指导生产的良师益友。

参加本书编著的作者有行业中的专家、学者共计 80 人。教授级高级工程师后之明同志对第一篇食品工程装备部分内容进行了审查，在此向他们致以崇高的敬意。

许占林

第 1 篇

食品工程装备

第 1 章

概 论

第 1 节 食品机械在国民经济中的作用和地位

食品工业是以农产品、畜产品、水产品和林产品等可食性资源为原料，按照一定的工艺要求，经过加工或重组，为人类提供各种食品的工业。食品机械则是在食品工业化生产中，把食品原料加工或重组成食品或半成品的机械和设备。

“民以食为天”，食品是人类生存和社会发展的物质基础。它不仅影响当代人的素质和健康状况，而且关系着子孙后代的身体健康和智力发展，对于促进民族兴旺和国家昌盛有着极其重要意义。因此，世界各国都高度重视发展食品工业。尤其是 70 年代以来，世界各国的食品工业得到了突飞猛进的发展。在工业发达国家，食品工业已由单纯的食品加工业逐渐扩展为食品制造业。也即采用先进的工程技术，用工业化生产方法，将有限的天然食品原料加以合理利用，提取有效成分，去除有害物质，根据人体的营养需要，按照预期要求，进行科学的重组生产出更有营养、更加方便、更加精细、更耐贮存、更加适口、更加卫生、更具针对性和吸引力的食品。据悉世界食品工业以 2.18 万亿美元的营业额高居世界工业之首，超过了汽车、航空、信息行业。根据我国国家统计局资料，到 1995 年，食品工业产值已位居全国各行业之首，达到 4522.75 亿元，占全国工业总产值的比重为 10.9%。食品机械是食品工业的重要组成部分。据不完全统计，1995 年全国食品机械工业的总产值约为 117 亿元，占全国食品工业总产值的比重已由 1986 年时的 1.2% 上升到 2.6%，已成为机械工业十二大产业之一。工业发达国家工业食品已占整个食品的 80%~90%，我国也已发展到 40% 左右。食品工业的发展带动了食品机械工业的发展，而食品机械工业的发展又保证和促进了食品工业的发展，没有现代化的食品机械就不会有现代化的食品工业。因此，同食品工业一样，食品机械工业在国民经济中也占有重要地位。

表 1-1-1

中国历年食品工业产值

单位: 亿元人民币

年 份	1952	1957	1962	1965	1970	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
总产值	82.8	153.6	126.9	175.5	197.9	388.6	435.7	471.7	518.7	568.0	690.1	755.5	794.9
年 份	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
总产值	865.8	940.6	1018.1	1134.0	1305.7	1348.3	2497.0	2732.5	3000.9	3376.1	3950.0	4522.75	

第 2 节 食品机械的分类、特点及其配套原则

1 食品机械的分类及特点

食品机械种类繁多, 发达国家食品机械的品种多达 3000 种以上。我国大约有 1500 种左右。据 1984 年发布的中华人民共和国机械工业部标准 (JB3750—84) 产品种类划分, 按食品机械的功能、加工对象把食品机械分为专用加工机械和通用加工机械, 共计 28 类。即制糖机械、饮料加工机械、糕点加工机械、蛋品加工机械、蔬菜加工机械、果品加工机械、乳品加工机械、糖果加工机械、水产品加工机械、油脂深度加工机械、调味品加工机械、方便食品加工机械、豆制品加工机械、屠宰和肉食加工机械、酿酒机械、果蔬保鲜机械、烟草机械、罐头食品加工机械、食品粉碎设备、食品混合和搅拌机械、食品浓缩设备、均质机械、杀菌机械、干燥机械、洗刷机械、分选机械、热交换器和不锈钢食品槽罐。

由于食品工业加工对象 (农产品、畜产品、水产品 and 林产品等) 繁多, 加工性质和工艺 (物理的、化学的、生物的、物理化学的等) 不同, 需求品种各异, 加工的最终产品是食品。因此, 食品机械除具有一般机械产品的共性外, 还有其特殊性, 即食品机械的专业性强、品种多、批量小、结构灵巧精确、易于拆卸和清洗; 零部件材料防腐、防锈、卫生条件好; 不同设备易于配套成线, 并具有自动清洗和消毒系统。现代化高水平成套生产线还具有连续、密闭、高度自动化, 并在无菌状态下工作的特点。

2 成套设备配套原则

食品加工厂是食品工业化生产的场所, 在建设食品加工厂时要根据加工任务合理选择食品机械配套成线加工出所需的食品。因此, 在组建食品加工生产线配套设备时应注意以下原则。

- (1) 科学地确定合理的经济规模, 选择投入最少产出最多的最佳规模。
- (2) 必须最大限度地保证实现食品加工工艺要求。
- (3) 尽量使原料在密闭、连续、自动化的生产线中进行加工食品。
- (4) 所有和食品原料接触的零部件都应该是防腐、防蚀的无毒材料。
- (5) 成套设备操作简单, 维修方便, 具有自动清洗和消毒系统。
- (6) 成套设备应具有对加工中废弃物、废水、废气的处理设备, 提高原料的综合利用, 并保证不污染环境。
- (7) 成套设备的安装布局要注意采光、通风和温度适宜等条件。
- (8) 车间入口均有人身消毒杀菌设施。

第3节 食品机械工业的概况和发展趋势

1 食品机械工业的概况

1.1 食品机械工业体系逐步形成

我国食品机械的发展起步于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和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技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,到1995年底全国约有食品机械制造厂家1800家,科研单位近百家,科技人员4000余人,职工近30万,与1986年相比分别增加138%、90%、300%和120%。

1.2 食品机械产品品种和产值稳步上升

食品机械产品品种由1986年的1000种增加到1500种。食品机械的总产值由1986年的12.1亿增加到1995年的117亿元。食品机械工业产值占食品工业总产值的比重由80年代的0.9%增长到1995年的2.6%。

表 1-1-2

中国历年食品机械工业总产值

单位:亿元人民币

年 份	1981	1982	1983	1986	1987	1988	1990	1992	1993	1994	1995
产值	2.8	4.2	5.9	12.1	14.7	17.0	20.0	65.0	71.5	90.7	117
占当年食品工业产值比重/%	0.40	0.55	0.74	1.20	1.30	1.30	0.80	2.20	2.10	2.30	2.60

1.3 食品机械产品水平不断提高

食品工业的发展也促使食品机械产品水平有一定程度的提高。一些新技术逐步应用到食品机械产品中。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。目前我国食品机械达到70年代末80年代初国际水平的产品约占60%,达到80年代末90年代初国际水平约占5%。自身相比技术水平有了一定程度的提高,但与国际水平相比仍有很大差距。

1.4 食品机械产品出口量逐年增加

1995年全国食品机械出口额为1.93亿美元,比1994年增长29.04%。除了向亚洲出口外,对欧洲和美洲的出口量有较大增长。出口的食品机械产品中,以果蔬加工机械、饮料加工机械、糕点加工机械、农产品加工机械居多。

1.5 我国食品机械和发达国家食品机械的主要差距

虽然我国食品机械工业自80年代以来得到了较快发展,但仍不能满足食品工业发展的需求。据悉1995年我国进口的食品机械的总额相当于当年全国食品机械总产值,占据了我国50%的市场。这说明我国与国外发达国家相比仍有很大差距,主要表现为以下两方面。

1.5.1 产品品种少 工业发达国家根据需要可提供各种各样配套齐全的生产线,食品

机械的品种一般在 3000 种以上, 而中国仅为 1500 种左右。

1.5.2 产品水平低, 配套性差 经过多年发展, 国外发达国家食品加工机械的主要特征是高新技术实用化, 产品节能化, 制造技术先进, 食品加工生产线连续、密封、安全卫生, 外观清洁美观, 运行可靠, 高度机械化自动化。我国食品机械仍以半机械化为主, 单机多, 成套少, 能耗高, 高新技术应用少, 技术难度大的关键单机很少问世。然而, 在经济高速发展的今天, 正是由于这些差距的存在预示着我国食品机械将会有更大发展。

2 我国食品工业的发展趋势

2.1 我国食品工业的发展趋势

2.1.1 我国食品工业到2010年的任务 按中国食品工业协会《关于全国食品工业“九五”计划和 2010 年远景目标的建议》, 食品工业到 2010 年的基本任务如下:

(1) 加快发展食品工业, 适应社会发展和人民生活水平提高对品种、质量、档次和数量的需要。2000 年食品工业总产值比 1990 年增加 2 倍, 到 2010 年再翻一番以上。

(2) 把各类可食资源充分利用, 加工成满足不同人群需要的可直接食用的食品, 并通过蛋白资源的充分开发, 特别是优质大豆蛋白和动物性蛋白的开发, 以及食物的合理搭配和适当的营养强化, 以求 2000 年全面实现小康水平的食物结构和膳食营养目标。到 2010 年达到小康生活更加宽裕的食物结构和膳食营养要求。

(3) 大力发展方便食品, 逐步实现饮食方便化, 使部分食品变一家一户加工烹调为工业化大生产, 减轻人们家务劳动的负担, 适应快节奏、高效率的生活方式。

(4) 实现经济增长方式从粗放型向集约型转变, 食品工业尤其要着力减少加工过程中损失浪费, 降低消耗, 节约粮食和其他可食资源, 提高企业总体素质, 增强竞争力, 适应食品工业产品参与国际大流通的挑战。

2.1.2 我国食品工业发展目标

(1) 工业总产值 2000 年食品工业总产值达到 7000~7600 亿元 (按 1990 年不变价计), 与 1995 年相比, 年平均递增 10%~12%, 2010 年达到 16600~21600 亿元 (按 1990 年不变价计), 每年平均递增 9%~11%。

(2) 产品产量 增加食品制造、食品加工和饮料制造的产量, 控制卷烟、高度白酒的发展; 提高深加工产品的比重, 降低初级加工产品的比重; 使直接进入人们一日三餐的制成食品比重加大, 城镇居民的食品工业制品消费支出占食品消费支出的比例由目前不到 40% 增加到 50%~60%。

2000 年和 2010 年主要产品产量建议指标: 粮食加工 2.2~2.6 亿 t, 食用植物油 1200~1700 万 t, 水产加工品 560~700 万 t 至 900~1200 万 t。糖 1000~1250 万 t, 罐头 450~800 万 t, 啤酒 2000~3200 万 t, 软饮料 1000~1600 万 t, 鲜乳加工量 1000~2500 万 t, 原盐 3050~4100 万 t。

(3) 质量、品种 到 2000 年, 食品质量总体水平达到工业发达国家 80 年代末水平, 部分食品达到 90 年代中后期的国际先进水平; 品种花色要有大的增加, 适应市场各种不同的需求。

(4) 出口创汇 2000 年产品出口创汇 112 亿美元 (按 1990 年不变价计), 比 1995 年预计增加 60%, 年平均递增 10%; 2010 年出口创汇达到 240 亿美元 (按 1990 年不变价计),

年平均递增8%。

(5) 技术装备水平 2000年主要骨干企业的技术装备水平提高到国际90年代初或当时水平。

2.1.3 我国食品工业发展的重点

(1) 基础原料工业产品 食品工业要逐步改变目前基础原料有啥用啥的落后状况。基础原料工业产品要提高产品质量,努力实现产品品种多样化、系列化、专用化,开发新品种,扩大产量。

(2) 方便食品 主副食方便食品:方便面、方便米粉、方便米饭、大麦片、玉米粥、玉米片以及工厂化生产的各种面包制品等主食;各种畜禽肉蛋蔬菜熟食制品(包括软罐头)以及各种汤料、调味品。要提高质量、档次、改善包装。

按一定营养标准用多种食品配制的中式、西式快餐食品和中西结合配套快餐食品、营养课间餐食品、快餐及午餐食品。

速冻食品:包子、饺子、春卷、烧麦、面团、各种点心及各种蔬菜、肉、禽分割小包装等速冻食品,供直接烹饪食用。

速冻熟食制品:用微波炉加热即食,快捷方便。家庭拥有微波炉数量日渐增多,要相应发展这类食品,不断增加品种。

方便半成品:加工成各种形状、按不同风味配料调味的肉、禽、菜副食品,供直接烹饪食用。

(3) 营养保健食品 婴幼儿食品和老年食品,要进一步开发新的产品,使之系列化、配套化,形成批量生产,保证供应。

保健食品:既要充分利用特别食品资源,也要研究开发膳食纤维、寡糖、糖醇、多种不饱和脂肪酸、肽、胆碱、醇类及酸类等保健食品材料,并根据功能需要进行合理配方和食品形态选择。

绿色食品:要在充分发挥各地资源优势的基础上,不断扩大生产开发规模。

(4) 传统食品 要应用现代科学技术改进生产工艺,实行机械化、标准化,提高质量,增加品种,提高包装水平和保质期,使传统食品从地产地销走向全国,走出国门。

(5) 出口产品 大力增加高附加值的食品工业产品出口,降低初级加工食品出口比重。出口拳头产品,要继续扩大市场增加出口,并培育一批新的出口拳头产品。

3 我国食品机械工业的发展趋势

3.1 我国食品机械工业发展目标

3.1.1 食品机械工业总产值 为满足食品工业发展需要,食品机械工业的发展应和食品工业的发展保持同步增长或略快。预计到2000年以后食品机械工业的总产值占食品工业总产值的比例将由1995年的2.6%增长到2000年以后3%。因此,2000年食品机械工业的总产值将约为210~228亿元(按1990年不变价计);2010年达到498~648亿元(按1990年不变价计)。

3.1.2 食品机械产品品种 在2010年前,每年增加100种,到2000年为2000种,到2010年将达3000种。

3.1.3 食品机械成套水平 到2010年,目前已有的食品加工生产线缺门缺项的单机,

基本补齐。到2010年食品加工成套设备最高小时生产率比目前各成套最高小时生产率提高1倍左右。

3.1.4 食品机械产品出口额 出口额平均每年递增12%,到2010年出口额10.0亿美元左右(按1990年不变价计),约占当年食品机械工业总产值17%左右。

3.2 食品机械发展重点

适应食品工业企业生产规模,满足食品工业市场需求,为食品工业提供所需的各种类型、不同规格的食品机械既要满足量大面广的中小型加工企业的需求,也要满足大型食品加工企业和新组建的企业集团的需求,保证其在食品工业在2010年前重点发展的基础原料工业、方便食品、营养保健食品、传统食品、出口产品加工业的需求,提供急需的和关键设备。在2010年前发展的重点如下。

3.2.1 粮油加工设备 发展能提高大米、面粉得率,降低杂质含量的技术与装备,适当发展免淘米、珠光洁米、专用粉、杂粮精加工技术与装备,发展粮食深加工和综合利用的技术与装备。

发展膨化等油脂浸出工艺、油脂精炼和豆粕低温脱溶技术与装备,开发并应用棉籽、菜籽的脱毒技术与装备。

3.2.2 方便食品加工装备 发展和提高方便面、方便米饭、方便粥、方便米粉、挂面、膨化食品、馒头、包子、春卷、馄饨、饺子等方便主食加工成套设备;发展快餐、课间餐、午餐等工业化生产装备。重点发展传统食品、保健食品、婴幼儿食品加工装备。

3.2.3 啤酒、饮料加工装备 发展啤酒、果汁、茶饮料、纯净水、富氧水的节能、低耗、高品质加工成套设备。

3.2.4 果蔬保鲜与加工装备 大力发展利用气调、 ^{60}Co 辐射、速冻、真空干燥、冷冻干燥、脱水保鲜等技术与装备;发展果蔬分级技术与装备、果蔬汁、袋装鲜菜加工技术与装备;发展分离和提取果蔬资源中功能成分的技术与装备。

3.2.5 屠宰与肉类加工装备 发展畜禽屠宰设备,大力发展熟肉制品和方便肉食品的加工装备,加快发展冷却肉、配菜或调理肉食加工设备,发展畜、禽屠宰的内脏、血液、皮、骨、羽毛和各种腺体革的综合利用技术与设备,应用分离和提纯新技术开发功能性生理活性物质的加工设备。

3.2.6 水产加工设备 发展鱼类洗净、分割和虾类脱壳分级的处理技术与装备。发展低值鱼为原料加工鱼糜的设备、加快发展水产功能食品及食品添加剂原料制备技术与装备,发展仿真工程食品技术与装备。

3.2.7 淀粉与淀粉糖加工设备 发展大型玉米淀粉、大中型薯类淀粉机械、玉米直接法制果糖和变性淀粉生产技术与装备,加快发展淀粉厂废渣、废水的综合利用技术与装备;开发微生物多糖、各类低聚糖、有机酸等功能性食品原料的技术与装备。

3.2.8 植物蛋白加工设备 发展各种豆制品、豆奶的生产技术与装备,发展各种植物蛋白(大豆、花生、玉米、米糠及叶蛋白等)提取技术与装备。加快发展利用低温脱溶和脱毒处理后的大豆粕、菜籽粕、棉籽粕提取食用植物蛋白的技术与装备。

3.2.9 节能设备 大力开发食品工业中杀菌、蒸发、浓缩、干燥、焙烤等高能耗单元的节能技术与装备。

3.2.10 食品加工中废弃物综合利用设备 食品加工中将会产生大量的废弃物,例如:

渣、汁、液、内脏、血和各种钙质物等，应通过加工取其有用之物。

3.2.11 食品加工中重点应用的高新技术 重点发展应用的高新技术是真空技术、高压技术、超临界流体萃取技术、生物工程技术、膜分离技术、微波技术、超声波技术、保鲜辐射技术、挤压膨化技术、微胶囊技术、冷冻升华干燥技术、无菌包装技术和光电技术等。

3.3 食品机械主导产品水平

到2010年我国食品机械主导产品80%将达到国外工业发达国家90年代中期技术水平，15%达到国外工业发达国家20世纪末、21世纪初的技术水平，5%达到国外工业发达国家当时的技术水平。

第2章

粮食加工装备

粮食中主要的营养成分有碳水化合物、脂类、蛋白质、维生素、水分和矿物质等。粮食加工成食品供人类食用后,经消化吸收,各营养成分便发挥重要的营养功用。因此,粮食是人类赖以生存的主要物质基础。粮食加工业在保障人类健康生活和国民经济的发展中均具有极其重要的地位和意义。粮食加工装备则是将各种粮食原料加工成粮食过程中所需的各种设备。我国粮食中以稻谷、小麦和玉米等作物为主。本章重点将介绍以稻谷、小麦和玉米为原料分别加工成成品米、面粉及玉米粉的加工工艺和关键设备。

第1节 大米加工装备

1 概述

大米是以稻谷为原料加工而成的粮食,大米加工装备则是将稻谷加工成大米的装备。由于我国稻谷产量居世界第一位,全国约有2/3的人以稻谷为主食,因此,稻谷加工工业在我国占有相当重要的地位。

由于稻谷种类不同,大致可分为籼稻谷、粳稻谷、籼糯谷和粳糯稻谷四类。虽然各种稻谷的形态结构有一定差异,但在加工过程中都要经过清理除杂、砻谷、谷糙分离、碾米及成品处理等工序。

本节重点介绍大米加工的工艺流程和其中具有代表性的关键设备。目前,在国内外大米加工装备已成套,并有较高水平。

2 大米加工工艺流程(图1-2-1)

2.1 除杂

由于稻谷在收割、运输、贮藏中不同程度的混有并肩石、稗子、稻秆、石块、金属等杂质,如果不将它们去除,将对以后的加工产生很大的危害。例如:金属与机器剧烈摩擦会产生火花引发爆炸,稗子等会阻塞机器,影响生产。而粒径微小的尘土会造成粉尘飞扬,危害工人健康。所以根据谷粒与不同杂质的不同性质,可以采用不同的清杂方法。

2.1.1 筛选法 利用谷粒与杂质的大小和形状的不同,选择合适的筛网进行分选式分级。筛面可分为静止和运动两种。常用的有振动筛、圆筛、平面回转筛、高速振动筛等。可以清除大于或小于谷粒的杂质。

2.1.2 风选法 利用谷粒与杂质的空气动力学性质的不同进行分选。常用的有吸式风选器、吹式风选器和循环风选器等,可除去轻型杂质。

2.1.3 相对密度法 利用谷粒与杂质相对密度的不同进行分选。常用的有相对密度去

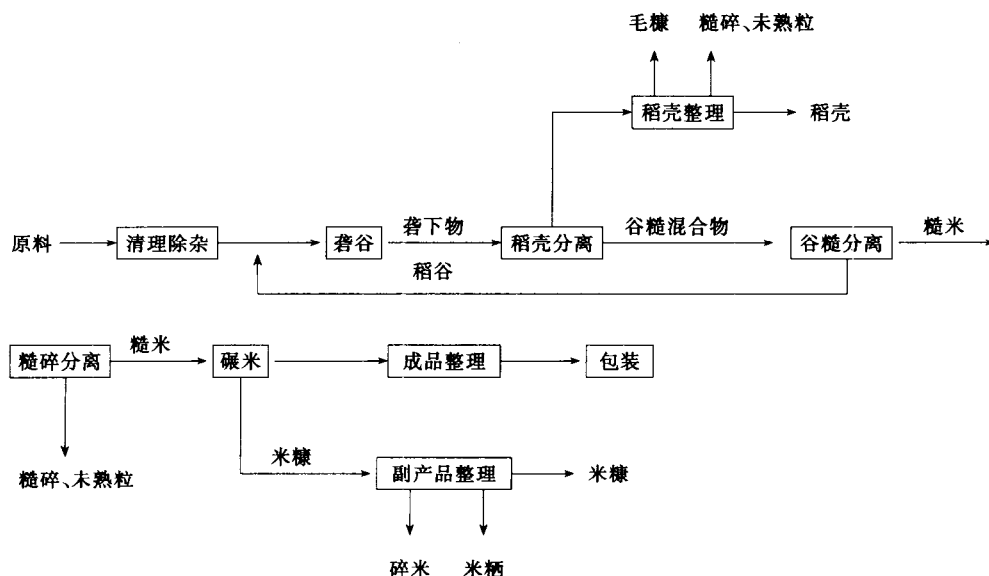


图 1-2-1 大米加工工艺流程图

石机，可以除去同稻谷相似，但相对密度不同的石子、泥块等杂质。

2.1.4 磁选法 利用谷粒与杂质有无磁性来进行分选。常用的有永磁滚筒，可以除去磁性金属杂质。

另外，还有精选法和静电分选法，但由于除杂效果不够理想，所以没有在生产中大规模采用。

对除杂工段的要求是含杂量不超过 0.6%，其中含砂不超过 1 粒/kg，含稗不超过 130 粒/kg。

2.2 砻谷

砻谷是去掉稻谷颖壳（俗称脱壳）的工艺过程。在砻谷过程中，稻谷的物理结构、水分、粒形、饱满程度和均匀性直接影响砻谷的结果。如果水分较低，粒形整齐、饱满，强度高，并且薄而松弛的稻谷，产生的碎米少，产量高，胶耗低。对于粒形不整，并混有杂质的稻谷则工艺效果差，增加回砻谷量。所以应将大、小粒分开加工。

目前，在砻谷工段使用的设备有胶辊砻谷机、辊带砻谷机、砂盘砻谷机和离心砻谷机。其中最常用的是胶辊砻谷机。砻谷的方法有挤压搓撕脱壳、端压搓撕脱壳和撞击脱壳。其工作原理是利用与稻谷相接触的不同的面的不同速率，在摩擦力的作用下使稻壳与糙米分离。

2.2.1 线速 增加线速，则可提高脱壳率，提高台时产量。但当缓冲较差，稻谷强度又低时，往往会因线速提高，而增加碎米率。当稻谷强度较高时，为提高产量，可以提高线速度。线速为 14m/s 时，线速差为：

大粒粳稻谷：1.8~2.0m/s

一般粳稻谷及易脱壳籼稻谷：2.3~2.6m/s

一般籼稻谷：2.6~2.8m/s

细长籼稻谷：2.9~3.2m/s

2.2.2 相对位移长度 稻谷在胶辊上段工作区的位移长度超过脱壳必要长度时,脱壳率和产量都显著提高,但碎米率增加,位移长度再增加时,脱壳率提高缓慢,而胶耗直线增加。

操作要求:

(1) 胶辊安装 要保证胶辊与轴的同心度和减少胶辊对轴的偏重。

(2) 流量 适当加大流量,有利于提高产量,降低胶耗。但流量过大,会增加碎米率和胶耗,降低脱壳率。

(3) 辊压 辊压大小直接影响脱壳率、碎米率、产量和胶耗。辊压加大,脱壳率增加,碎米率增加,胶耗加大。

2.3 谷壳分离与谷糙分离

从砻谷机出来的砻下物主要是糙米、尚未脱壳的稻谷、稻壳和一些副产品。在进入碾米工序前,必须将糙米分出来,这一过程常通过稻壳分离、谷糙分离和糙碎分离来完成。

2.3.1 稻壳分离 稻壳分离是利用谷壳与糙米、稻谷的悬浮速度的不同采用风选法。其设备通常安装在砻谷机上。当混杂物经过缓冲槽后,在鱼鳞孔淌板上由风力使谷壳与谷糙混合物自动分成上下两层,分离区有较大的分离面积,较长的分离时间,谷壳由风吹(吸)出,通过风道排出,再经过重力沉降或离心沉降将谷壳收集起来。

2.3.2 谷糙分离 稻谷和糙米的表面性状、弹性、粒度均有差别。因此可用谷糙分离筛和谷糙分离机将它们分开。

部颁标准要求每千克糙米的含谷量不得超过40粒。如果糙米中含谷过多,会影响碾米的工艺效果,降低成品大米的质量。回砻谷含糙不得超过10%,含糙过多会使砻谷机的产量、胶耗和动力消耗受到影响,并且会使糙米受到损伤,增加碎米和爆腰,影响出米率。同时,还会使糙米表面沾胶发黑,降低成品大米质量。

2.3.3 糙碎分离 糙碎和未熟粒的粒度及悬浮速度与稻壳不同,利用筛选和风选可将它们分离。

2.4 碾米

2.4.1 碾米 碾米是指剥离糙米表面的皮层组织,制成符合规定的标准成品大米。糙米的去皮程度是标志大米精度的主要依据,糙米去皮愈多,则成品大米的精度愈高。

由于糙米的皮层比较光滑,韧性较强,与胚乳之间有一定的联结力。要除去皮层,就要使糙米与米机碾白室构件产生作用力。按去皮的作用性质不同,可分为擦离碾白、碾削碾白和混合碾白三种。

碾米的基本要求:应在保证成品大米符合规定质量标准的前提下,尽量保持米粒完整,减少碎米,提高出米率,提高大米纯度,降低动力消耗。

减少碎米是衡量成品大米质量和商品价值的重要依据。我国规定大米含碎的3个指标为晚粳米为15%,早粳米和晚籼米为30%,早籼米为35%。由于各国对含碎标准相差悬殊,最低为4%,最高为50%。最近国际市场上还出现一种含碎小于2%的全整米。

2.4.2 成品整理 成品整理是将碾米机碾制成的白米,将其中的米糠和碎米进行分离,大体可分为擦米、凉米和成品分级三个工序。

(1) 擦米 擦米主要是擦除附粘在白米表面的糠粉,使白米表面光洁,提高成品的外观色泽。国内外常用的擦米机均用棕毛、皮革或橡胶等柔软材料制成擦米辊。现在也有用铁辊

擦米，并取得了较好效果。

(2) 凉米 凉米的目的是降低米温，以利于储藏，否则容易使成品发热霉变。凉米的设备有风选器、冷却塔和凉米箱等。

(3) 分级 成品分级的目的是根据成品的质量要求分离出超过标准的碎米。分级的设备欧洲国家常采用滚筒精选机和碟片精选机。我国和亚洲国家则多使用多道筛面或多层不同规格筛眼的圆孔筛进行筛选。

2.5 副产品整理

副产品整理主要是分离米糠中的碎米、米粳，以及有时因米筛破损而漏入米糠中的少量碎米。米糠整理一般采用风选和筛选方法。常用的筛选设备有振动筛、圆筛、跳筛、平面回转筛等。

2.6 稻壳整理

稻壳分离后得到的稻壳中含有毛糠、糙碎和未熟粒等。可利用风选法或风筛法将它们分离。

3 关键设备

进行稻谷加工的关键设备主要有振动筛、砻谷机、谷壳、谷糙分离机、碾米机等。

3.1 除杂设备

3.1.1 振动筛 (图 1-2-2) 振动筛是碾米厂最常见的清理分级设备，它是由筛体和吸风装置组合而成的吸风筛选机振动机构带动筛体作倾斜往复运动。按照筛体的传动方式，可分为自动平衡传动筛和偏心传动振动筛两种，筛面振动频率为 500 ~ 600 次/min。振动筛的标准系列以筛面宽度为振动筛的定型规格，振动筛主要由进料机构、筛体、吸风除尘机构、筛清理机构、传动机构组成。

工作过程：稻谷进入进料斗 1 后，借压力活门 2 的作用，沿筛面宽度均匀地流入口吸风道 3，除去部分轻杂和灰尘后，进入第一筛面，筛上物为大型杂质，筛下物落到第二层筛面，筛上物为中型杂质，筛下物继续流到第三层筛面上，再分离小杂质，此时粮粒成为筛上物，在出口吸风道 6 经第二次吸风处理流出机外。穿过第三层筛孔的小杂质则从小杂质出口 7 排出。清理出的各种下脚中不应含有完整的粮粒。振动筛是一种除杂效率较高的清理设备。

3.1.2 高速筛 (图 1-2-3) 高速筛主要用于清除稻谷在收割时混入的稗子，它的振动频率比振动筛要高得多，一般在 1500 次/min 左右。它具有结构紧凑、流程简短、筛孔不易堵塞等特点。其标准系列为单进口 (500mm, 630mm, 800mm) 和双进口 (800mm × 2,

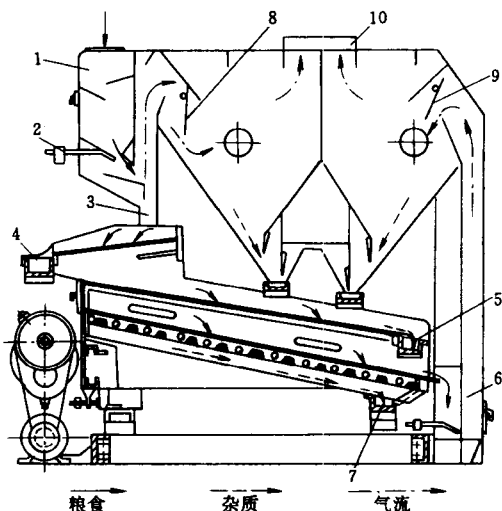


图 1-2-2 振动筛结构示意图

1—进料斗 2—压力活门 3—进口吸风道 4—大杂质出口 5—中杂质出口 6—出口吸风道 7—小杂质出口
8, 9—风量调节活门 10—吸风口

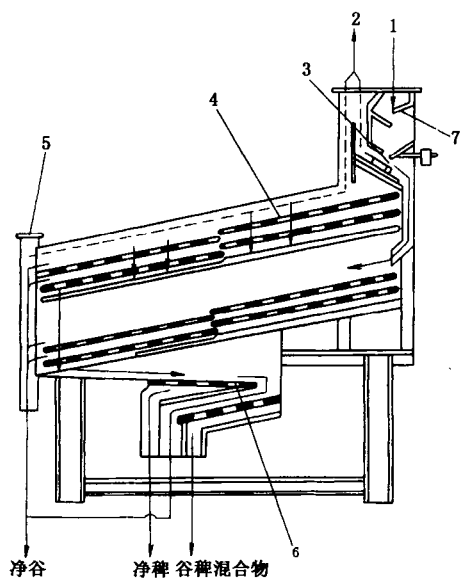


图 1-2-3 高速筛工作原理图

1—进料口 2—轻杂出口 3—前风道
4—主筛 5—后风道 6—副筛 7—淌板

机。相对密度去石机由偏心连杆机构带动，作往复倾斜运动。

工作过程：谷粒从进料斗中经淌板落到鱼鳞板中段，由于受到筛板的往复运动和倾斜气流的作用，相对密度较小的稻谷浮在上层，而相对密度较大的砂石等则沉到下层与筛板接触。浮在上层的稻谷受到筛板的往复运动，在自身的重力和进入物料的推挤下，沿斜板逐渐向出料口下滑，而砂石在下层受到鱼鳞凸出边缘及气流的推力作用，沿凸面向上滑行，从出石口排出，从而完成谷石分离的任务。

米厂清理流程一般为：振动筛→高速筛→去石机。经过这几道清理后即得净谷，然后进入砻谷工序。清理后要求净谷含杂总量不超过 0.60%。其中含砂不超过 1 粒/kg，含稗不应超过 150 粒/kg。

3.2 砻谷装备

3.2.1 胶辊砻谷机（图 1-2-5）胶辊砻谷机是目前应用最广泛的砻谷设备。它具有结构紧凑、占地面积小、产量高、脱壳率高、碎米少、操作方便等优点。缺点是造价和运行成

1000mm×2, 1250mm×2) 两个通用范围。处理量从 1.0~5.8t/h 不等。

高速筛的筛体由主筛和副筛两部分组成。主筛包括上、下两部分，共 4 层并联筛面；副筛较小，分两层。作业时，含稗稻谷由进料口 1 喂入，经过分料机构进入第一层和第三层筛面。振动传动机构使筛体产生振动，物料过筛。4 层筛的筛上物合并为净谷。第 2 层和第 4 层筛下物合并流入第 1 层副筛，第 1 层副筛筛下物得净稗，筛上物继续通过第 2 层副筛。第 2 层副筛筛下物则为谷稗混合物，回主筛进口处理，筛上物则作为净谷。

3.1.3 相对密度去石机（图 1-2-4）相对密度去石机是一种利用稻谷和杂质相对密度和悬浮速度的不同，借助气流的作用进行分选的去石设备，主要用于分离稻谷中分离筛选设备难以处理的并肩石和并肩泥块。

相对密度去石机按使用气流情况的不同，可分为吹式相对密度去石机和吸式相对密度去石

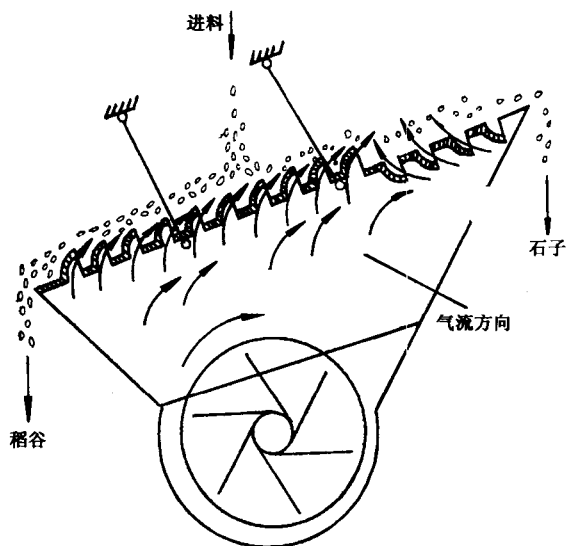


图 1-2-4 相对密度去石机的工作原理图

本较高。

胶辊砻谷机是借助于一对相向转动，但有一定速度差的胶辊，在胶辊的压力下，对稻谷进行挤压和搓撕达到脱壳的目的，工作时稻谷由进料斗1通过喂料淌板2进入两橡胶辊筒之间进行脱壳，脱壳后的混合物在砻谷机底座的谷壳分离装置7中分离出谷壳，谷壳由吸风管排出。

3.2.2 砂盘砻谷机（图 1-2-6） 砂盘砻谷机俗称砂砻。它具有结构简单、取材方便、造价低廉、砂盘能自行烧制等特点。

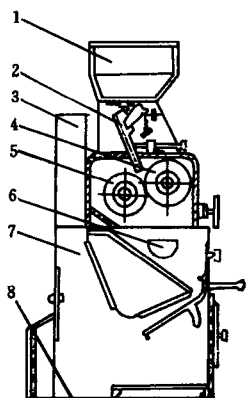


图 1-2-5 胶辊砻谷机

1—进料斗 2—喂料淌板 3—谷壳排出口
4—慢辊 5—快辊 6—缓冲槽
7—谷壳分离装置 8—谷糙混合物出口

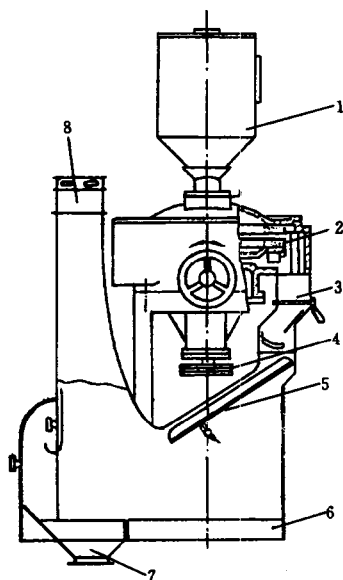


图 1-2-6 砂盘砻谷机

1—进料斗 2—砂盘 3—连接斗 4—传动机构
5—谷壳分离装置 6—机架
7—谷糙混合物出口 8—谷壳排出口

砂砻主要由进料斗、砂盘、轧距调节机构、传动机构和谷壳分离装置等部分组成。主要工作机构是上、下两个平卧的砂盘。工作时，上盘固定不动，下盘作平面旋转运动。当谷粒由上砂盘中心进料斗1落入转动的下砂盘2时，在惯性离心力的作用下，便迅速进入金刚砂盘工作区（轧距）内。由于谷粒本身惯性离心力和下砂盘摩擦力的作用，使谷粒受到摩擦、挤压、剪切、搓撕等综合作用力，使谷壳破裂、脱离。脱壳后的混合物经连接斗3流入底部的谷壳分离装置5，分离出谷壳，并从垂直风道谷壳排出口8吸走。谷糙混合物由出料口排出机外。

与胶砻比较，其作用力强，对谷粒损伤较大，在许多地方逐渐被胶砻取代。

砂盘工作表面性状对稻谷的脱壳率及碎米率有很大影响，所以一般采用不同粒度的金刚砂按一定比例混合。

3.3 谷糙分离装备

3.3.1 选糙溜筛（图 1-2-7） 选糙溜筛具有结构简单、造价低、制作方便、不需动力等优点。但由于所需设备多、筛面多、筛理路线长、筛理效率低、占用厂房面积大、回流量

大等缺点,不适用于原粮品种多变和采用气力输送的米厂。图1-2-7所示为6层筛面组成的多层谷糙分离溜筛的工艺流程图。筛体上装有双向螺杆式的筛面调节机构,用以调节筛面倾角。

1~5层为主筛,第6层为副筛,副筛的筛下物与2层、3层主筛的筛上物合并回到第1层主筛,4层、5层主筛的筛上物合并回入第3层主筛,第5层主筛筛下物为净糙,第6层副筛筛上物为回砻谷。

3.3.2 谷糙分离平面回转筛(图1-2-8) 平面回转筛分长方形和圆形两种,分别以宽度和直径作为主要规格。由进料斗、筛体、偏心机构、传动调速装置、出料斗和机架等主要部件组成。它具有结构紧凑、筛理路线短、筛面利用率高、操作方便、回流量小等特点。在稻谷品种单一、粒度较整齐的情况下,具有良好的分离效果,是目前应用较广泛的一种设备。

长方形和圆形平面回转筛的分离流程均为复式循环流程,采用集中进料方式,就是每一层的筛下物先由导料板集中,然后进入下一层筛面入口。

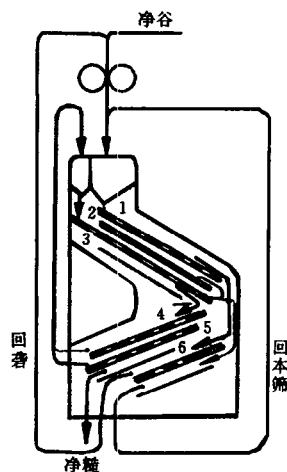


图 1-2-7 选糙溜筛工艺流程图
1—第1层主筛 2—第2层主筛
3—第3层主筛 4—第4层主筛
5—第5层主筛 6—副筛

长方形筛是第

1层筛上物为砻谷,筛下物连续经过第2层、第3层筛选后,成为净糙,第2层、第3层筛上物回本筛进口继续筛理。圆形筛分离时,混合连续经过回道筛面撒谷后即净谷,第1层,第2层筛上物为回砻谷,第3层,第4层筛上物合并回本筛进口继续筛理。

3.3.3 巴基机(图1-2-9) 巴基机可分为调节振动频率和调节振幅两种。调节振幅又称可变冲程谷糙分离机,比前者分离效果好,适应性强。图1-2-9所示为可变冲程巴基机的结构示意图。它主要由进料机构、带有分离室和出料口的分离台及带有支持轮的机座三大部分组成。

工作时,谷糙混合物由进料槽通过分流装置均匀地落入分离台各个分选曲槽中,随分离台的往复运动而左右摆动。并自动分级,谷粒逐渐浮于料层上面,糙米则下沉底部。在运动中,混合物与曲槽凸出的三角形挡板发生撞击作用,由于谷粒的弹性较强,又浮在上层,产生较大的撞击力,由于连续撞击而向分离台上方移动。糙米则因集积在底部,加之弹性较差,表面光滑,不能连续撞击而顺着分离台下方滑动,使谷粒和糙米得到分离。

3.3.4 袋孔式振动谷糙分离机 袋孔式振动谷糙分离机又称摇动谷糙分离机。该机由进料装置、袋孔分选台、传动机构、筛面角度调节机构和机座等主要部件组成。

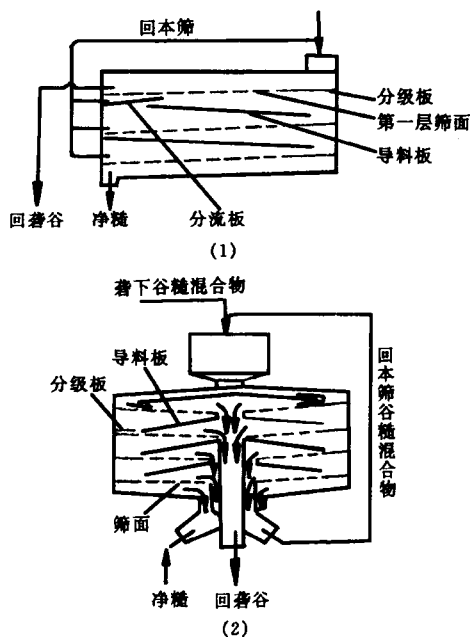


图 1-2-8 平面回转筛的谷糙分离工艺流程图
(1) 长方形平面回转筛 (2) 圆形平面回转筛