




21 世纪农业部高职高专规划教材  
全国农业职业院校教学工作指导委员会审定

# 食品加工机械

■ 刘 一 主编

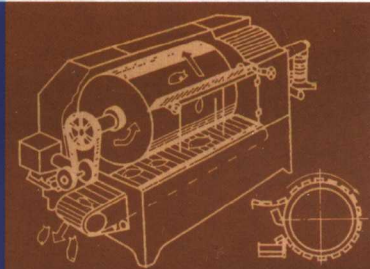
食 品 加 工  
食 品 工 程 专 业 用  
农 产 品 加 工 类



 中国农业出版社



# S



21

世纪农业部高职高专规划教材  
全国农业职业院校教学工作指导委员会审定

# 食品加工机械

刘一 主编

食品加工 食品工程 农产品加工类专业用

中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

食品加工机械 / 刘一主编. —北京: 中国农业出版社, 2006. 6

21 世纪农业部高职高专规划教材

ISBN 7-109-10682-9

I. 食... II. 刘... III. 食品加工设备-高等学校:  
技术学校-教材 IV. TS203

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 052831 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 李 燕

---

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月北京第 1 次印刷

---

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 18

字数: 315 千字

定价: 23.60 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



# 前 言

《食品加工机械》是食品加工、食品工程（非机械类）、农（畜、果蔬）产品加工类专业的专业课之一，在加工类专业教学体系中占有重要的地位。

本教材前七章介绍食品加工中通（共）用的输送、杀菌、浓缩、干燥、包装、制冷、水处理所用的机械设备，后四章分别介绍面食制品、肉制品、乳制品和果蔬制品加工专用机械设备，教材前后内容相互联系，形成一个完整的体系。在后四章介绍某一制品加工机械设备前，对制品的工艺流程及所用机械设备用简图做一简要介绍，使学生对每一制品所用的机械设备有一总体认识。这样，学生把新学的机械设备能够有机地联系起来，组成生产流水线，使学生对各种机械设备在食品加工中的作用有了进一步的认识，提高学生的学习兴趣。

本教材以介绍当前生产中使用的机械设备为主，兼顾新机械、新设备，突出了实用性，使学生在工作中能够直接使用机械设备。加强了实践教学，使学生在课堂上听得懂，实践中摸得着，工作中用得上。

本教材本着由浅入深、由易到难的原则编写。对每种机械设备从性能特点、用途、机械构造、工作原理到使用维护、调整等进行系统的介绍，使学生在对每一种机械设备有一完整的认识。

本教材绪论、第一、七、十章由刘一编写，第二、五章由郑华

艳编写，第三、四章由金濯编写，第六、九章由黄涛编写，第八、十一章由焦镭编写，全书由北京农业职业学院郝婧同志审稿。

本教材在编写过程中，得到了所有参编人员所在院校的大力支持，同时也参考了许多的同类书籍，在此对给予本书支持的所有院校和参考文献的作者一并表示感谢。

本教材涉及面广，机械设备种类多，加之编写时间仓促，书中难免存在缺点和不妥之处，恳请有关专家和读者批评指正。

编 者

2006年2月



# 目 录

前言

绪论	1
第一章 输送机械与设备	5
第一节 固体物料输送机械	5
一、带式输送机	5
二、斗式升运机	9
三、刮板输送机	14
四、螺旋输送机	15
五、气力输送装置	18
第二节 流体物料输送机械与设备	23
一、离心泵	23
二、螺杆泵	25
三、滑片泵	27
* 复习思考题	28
△实验实训一 张紧装置的调整	29
△实验实训二 离心泵的拆装和使用	29
第二章 杀菌机械与设备	31
第一节 概述	31
一、杀菌机械的分类和特点	31
二、杀菌机械的发展趋势	31
第二节 罐头制品间歇式热杀菌设备	32
一、卧式杀菌锅	32

二、回转式杀菌机 .....	34
三、间歇式热杀菌设备的使用维护 .....	36
<b>第三节 罐头制品连续式热杀菌机</b> .....	37
一、喷淋连续杀菌机 .....	37
二、常压连续杀菌机 .....	40
三、水封式连续杀菌机 .....	41
<b>第四节 流体物料超高温杀菌装置</b> .....	43
一、间接加热超高温杀菌装置 .....	43
二、直接蒸汽喷射式超高温杀菌装置 .....	46
三、自由降膜式超高温瞬时杀菌装置 .....	48
<b>第五节 电磁波辐射杀菌装置简介</b> .....	49
一、微波杀菌装置 .....	49
二、紫外线杀菌装置 .....	50
* 复习思考题 .....	51
△实验实训一 杀菌锅的使用 .....	51
△实验实训二 片式杀菌装置构造观察与维护 .....	52
<b>第三章 真空浓缩设备</b> .....	54
<b>第一节 概述</b> .....	54
一、真空浓缩设备的分类 .....	54
二、真空浓缩设备的选择与要求 .....	55
三、真空浓缩设备的操作流程 .....	56
<b>第二节 真空浓缩器</b> .....	58
一、中央循环管式浓缩器 .....	58
二、夹套加热室带搅拌器浓缩装置 .....	59
三、薄膜式浓缩器 .....	60
四、浓缩设备常见故障 .....	63
<b>第三节 真空浓缩设备附属装置</b> .....	64
一、汽液分离器 .....	65
二、冷凝器 .....	66
三、真空泵 .....	67
* 复习思考题 .....	69
△实验实训一 真空浓缩设备结构观察与选型 .....	69
△实验实训二 真空浓缩设备的检修 .....	69

<b>第四章 干燥机械与设备</b> .....	71
<b>第一节 喷雾干燥设备</b> .....	71
一、喷雾干燥的原理及分类 .....	71
二、喷雾干燥设备及流程 .....	72
三、喷雾粒化装置(喷雾器) .....	76
<b>第二节 电磁辐射干燥设备</b> .....	77
一、微波干燥设备 .....	78
二、红外辐射干燥设备 .....	79
<b>第三节 其他干燥设备</b> .....	82
一、升华干燥设备 .....	82
二、沸腾干燥设备 .....	85
* 复习思考题 .....	91
△ 实验实训 小型喷雾干燥设备的操作与维护 .....	92
<b>第五章 包装机械</b> .....	94
<b>第一节 灌装机械</b> .....	94
一、灌装机械的分类 .....	94
二、灌装机械的主要工作装置 .....	95
三、旋转式等压灌装压盖机 .....	101
<b>第二节 充填机械</b> .....	106
一、容积式充填机 .....	107
二、称重式充填机 .....	109
三、计数充填机 .....	111
<b>第三节 多功能包装机</b> .....	112
一、袋成型—充填—封口机 .....	112
二、热成型—充填—封口机 .....	120
<b>第四节 刚性容器封口机械</b> .....	121
一、卷边封口机 .....	122
二、皇冠盖压盖封口机 .....	123
三、旋盖封口机 .....	126
<b>第五节 贴标机械</b> .....	128
一、真空转鼓贴标机 .....	128
二、回转式真空转鼓贴标机 .....	128



三、圆罐自动贴标机 .....	129
四、贴标机械的使用维护 .....	130
* 复习思考题 .....	131
△实验实训一 旋转式等压灌装压盖机构造观察与使用维护 .....	131
△实验实训二 袋成型—充填—封口包装机构造观察与使用维护 .....	132
<b>第六章 制冷机械与设备 .....</b>	<b>133</b>
<b>第一节 制冷原理 .....</b>	<b>133</b>
一、单级压缩制冷循环 .....	133
二、双级压缩制冷循环 .....	134
<b>第二节 制冷剂与载冷剂 .....</b>	<b>134</b>
一、制冷剂 .....	134
二、载冷剂 .....	135
<b>第三节 制冷机械与设备 .....</b>	<b>136</b>
一、制冷压缩机 .....	136
二、蒸发器 .....	139
三、冷凝器 .....	143
四、膨胀阀 .....	145
五、制冷机械的附属设备 .....	146
<b>第四节 食品速冻设备 .....</b>	<b>150</b>
一、隧道式连续冻结装置 .....	150
二、螺旋式冻结装置 .....	151
三、间接接触式冻结装置 .....	152
四、流化床式冻结装置 .....	154
五、直接接触式冻结装置 .....	156
* 复习思考题 .....	158
△实验实训 制冷机械设备结构观察与使用 .....	158
<b>第七章 水处理设备 .....</b>	<b>160</b>
<b>第一节 水净化处理设备 .....</b>	<b>160</b>
一、混凝设备 .....	160
二、过滤设备 .....	162
<b>第二节 水软化处理设备 .....</b>	<b>164</b>
一、离子交换原理 .....	164

二、离子交换器构造 .....	165
三、离子交换器的工作过程 .....	165
四、离子交换器的使用维护 .....	167
* 复习思考题 .....	167
△ 实验实训 砂滤芯过滤器的使用维护 .....	167
<b>第八章 面食制品加工机械</b> .....	<b>169</b>
<b>第一节 方便面加工机械</b> .....	<b>169</b>
一、和面机 .....	170
二、熟化机 .....	172
三、轧延机械 .....	173
四、切条、折花自动成型装置 .....	175
五、蒸面机 .....	176
六、定量切断及自动分路装置 .....	177
七、方便面干燥设备 .....	178
八、检测器 .....	181
<b>第二节 饼干加工设备</b> .....	<b>181</b>
一、饼干成型机 .....	182
二、烘烤设备 .....	188
* 复习思考题 .....	189
△ 实验实训 参观面食制品厂 .....	190
<b>第九章 肉制品加工机械与设备</b> .....	<b>191</b>
<b>第一节 原料前处理设备</b> .....	<b>191</b>
一、绞肉机 .....	191
二、斩拌机 .....	194
<b>第二节 腌制设备</b> .....	<b>195</b>
一、盐水注射机 .....	196
二、滚揉机 .....	197
<b>第三节 灌制与熏制设备</b> .....	<b>199</b>
一、灌肠机 .....	199
二、熏制设备 .....	201
<b>第四节 肉制品生产线简介</b> .....	<b>205</b>
一、午餐肉罐头生产线 .....	205

二、香肠生产线 .....	206
* 复习思考题 .....	208
△ 实验实训 肉制品加工机械的观察与使用 .....	208
<b>第十章 乳制品加工机械与设备 .....</b>	<b>210</b>
第一节 概述 .....	210
第二节 奶油制造机械与设备 .....	211
一、奶油分离机 .....	212
二、搅拌器 .....	218
三、奶油制造机 .....	219
四、连续式奶油制造机 .....	220
第三节 乳粉加工机械与设备 .....	222
一、离心净乳机 .....	222
二、均质机械 .....	224
三、乳粉生产线简介 .....	228
四、速溶乳粉生产线简介 .....	230
* 复习思考题 .....	233
△ 实验实训一 离心分离机的使用、调整与维护 .....	233
△ 实验实训二 均质机的使用、调整与维护 .....	234
<b>第十一章 果蔬制品加工机械与设备 .....</b>	<b>235</b>
第一节 概述 .....	235
一、糖水橘子罐头生产线 .....	235
二、蘑菇罐头生产线 .....	236
三、番茄酱生产线 .....	236
四、果汁生产线 .....	237
第二节 清洗机械 .....	238
一、果蔬原料清洗机械 .....	238
二、包装容器清洗机械 .....	241
第三节 果蔬分级分选机械与设备 .....	247
一、滚筒分级机 .....	247
二、摆动筛 .....	249
三、三辊筒式分级机 .....	251
第四节 原料切割机械与设备 .....	252

一、蘑菇定向切片机 .....	252
二、菠萝切片机 .....	254
三、青刀豆切端机 .....	255
<b>第五节 原料分离机械与设备 .....</b>	<b>257</b>
一、果蔬原料去皮机 .....	258
二、打浆机 .....	261
三、榨汁机械 .....	263
<b>第六节 果汁过滤与脱气设备 .....</b>	<b>265</b>
一、果汁过滤设备 .....	265
二、脱排气设备 .....	267
* 复习思考题 .....	270
△ 实验实训一 螺旋榨汁机的使用 .....	270
△ 实验实训二 果蔬制品加工厂的参观 .....	271
<b>主要参考文献 .....</b>	<b>272</b>



# 绪 论

随着社会的发展和人民生活水平的提高,人们对工业化食品的需求和食品种类的要求越来越多,对食品的质量要求越来越高,对食品的卫生要求越来越严格。这些需求既促进了食品工业的发展,也对食品工业提出了更高的要求,同时也促进了食品加工机械的发展。尤其是自 20 世纪 90 年代以来,食品机械工业得到了突飞猛进的发展,成为我国一个独立的工业体系。1980 年全国食品机械年产值只有七八千万元,到 1999 年底全国食品机械工业总产值达 270 亿元,1998 年食品机械出口总额达 9 亿美元。

当一种食品的加工方法、工艺流程及工艺参数确定以后,在加工食品的过程中,食品的产量和质量主要取决于所使用的机械设备。采用先进的机械设备,不但能大幅度地提高食品的产量和质量,而且使食品的安全性也得到了保证。可以说,没有先进的食品加工机械,就不可能有现代化的食品工业,也不可能生产出高质量的食品。

## 一、食品加工机械在食品工业中的作用

### (一) 能够保证加工的食品符合食品卫生要求, 确保食品安全

食品是关系到千百万人民生命健康的商品,因此,食品必须符合食品卫生要求。对卫生检验不合格的食品,是坚决不允许出厂和销售的。在食品加工中,只有采用机械设备,才能减少工作人员与食品的接触,隔绝空气与食品的接触,有效地减少食品被污染的几率,保证食品卫生要求。如在乳粉加工中,从鲜乳的接收、净化、冷藏到杀菌、均质、浓缩和喷雾干燥,全部采用奶泵和管道输送,使整个加工过程在密闭的条件下进行,完全隔绝了乳品与外界的接触,使乳品不会受到任何污染,保证了乳粉的卫生要求。

### (二) 提高食品质量, 最大限度地保留食品营养成分, 增强产品的竞争能力

采用机械设备和电气控制设备,实现自动控温、控湿、控时,使食品的加工过程处于最佳工作环境状态,既不会使食品过度加工,也不会使食品加工不良;既提高了食品的质量,也不破坏食品的营养成分。如用超高温瞬时杀菌设备生产消毒乳,杀菌时间只有几秒钟,几乎不破坏乳中的营养成分。又如乳品

在加工前用均质机械进行均质处理，既可防止脂肪球上浮与乳液分离，又改善了乳品的消化吸收程度，使乳品的质量得到了很大的提高。

### （三）增加食品产量，降低生产成本

在相同的原料情况下，采用机械设备或先进的机械设备，比人工加工或普通机械设备加工，能得到更多的产品。如在生产果蔬制品时，用机械除去果蔬原料外皮，几乎不损伤果肉，可以得到更多的果蔬产品。又如用膨化浸出机械代替传统的油脂浸出设备生产油脂，能使大豆的出油率从 14.5% 提高到 15.5%，同时可节约大量电能。

### （四）提高劳动生产率，减轻劳动强度

采用机械设备，生产率比人工提高几十倍到几百倍，而且极大地减轻了工人的劳动强度，改善了工作条件。如采用番茄浮洗机洗涤番茄，其生产能力为 10.5 t/h，比人工清洗效率高得多；生产橘子罐头时，用橘瓣分级机分级，每班的生产能力为 15 t；用颗粒装罐机装罐生产罐头，每分钟装罐能力可达 400 多罐，等等。所有这些机械设备的使用，不但极大地提高了劳动生产率，而且使工人不再从事繁重的体力劳动，也使工人脱离了恶劣的工作环境，保证了工人的身心健康。

### （五）加快农产品转化，增加农民收入

食品工业原料的主要来源是农产品。在农村有大量的农产品，由于不能及时加工而腐败、变质，给农民造成了很大的损失。农村积压大量的粮食，不能转化为商品，造成粮食价格低廉，农民收入增长缓慢。只有大力发展食品工业，用现代化的加工机械设备武装企业，才能将大量农产品及时加工成食品，增加农民收入。2003 年全国液态乳产品增长 50%，乳品、饼干增长 30%，粮、油、肉、水产品增长 20%，2005 年我国食品工业产值达到 13 800 亿元。这些农产品的转化，都促进了农民收入的增加。

因此，在“中共中央国务院关于促进农民增收收入若干政策的意见”文件中指出，在粮食主产区“发展以粮食为主要原料的农产品加工业，重点是发展精深加工”，“对新办的中小型农副产品加工企业，要加强扶持和服务”。增加农民收入必须“加快技术进步，加快体制和机制创新，重点发展农产品加工业、服务业和劳动密集型企业”。明确指出大力发展加工业是增加农民收入的一个重要方面。

## 二、食品加工机械发展简史

在中华各民族进入种植时代，人们就用石臼捣碎粮食制粉。大约在西汉初年，出现了一种用脚踏动的杵臼，又称为踏碓，它的效率比石臼大十多倍。在

晋朝初，又发明了水力连机碓，又叫水碓。它是借助流水的推力推动涡轮，在涡轮轴上间隔安装数根拨杆，拨杆在转动中间断拨动踏碓的踏板，几个杵臼头就可以间断地进行舂米。

在两千年前的汉朝，已经有了石磨和水磨，并发明了二连水磨，用水作为动力驱动石磨磨粉。南北朝时，人们制成了石碾。这种石碾在我国发明一千多年后，西方才有应用。元朝时，发明了水击面箩和脚踏面箩，用来分离面粉和饼胚。

1810年英国人彼德发明马口铁罐，当时一个熟练的工人，一天也只能做十几个罐。1849年美国亨利·依凡斯在纽约创办了世界上第一个罐头厂，采用冲床制造盖子，使罐头加工向工业化迈进了一大步，也使食品加工业进入了机械工业化生产阶段。

在19世纪，欧洲开始使用辊式磨粉机，并于1823年在波兰建成第一座应用辊式磨粉机的面粉厂。由于辊式磨粉机在制粉上的优越性，逐渐取代石磨，经过不断改进，逐步形成了现代化的制粉工业。

进入20世纪以后，食品加工机械在西方发达国家得到了迅速地发展，各种加工机械相继出现，并制造出各种食品加工生产线，从原料的收集、预处理、清洗、热处理、包装、杀菌等，各个工序均实现了机械化和连续化生产，使食品加工业进入了现代工业化、自动化生产阶段，使食品的生产能力大幅度提高。如现代化的大型乳品加工厂，生产过程全部采用自动化，日处理鲜乳1500~2500 t；150人的罐头加工厂，采用计算机控制的自动化流水生产线，每小时的生产能力可达60000罐。

加工机械新产品的开发，提供了食品新的食用方法、加工方法和包装方法，使食品的种类也不断增加。如国外仅罐头品种就有2500多种，其中美国的罐头品种就达1400多种，日本也有600多种。

由于历史的原因，我国食品加工业在很长的时间内处于手工操作阶段，很多机械设备依赖进口。只是到了20世纪70年代末期，我国食品加工机械才开始发展、壮大。1986年以后，通过对引进设备的消化吸收，我国各类食品加工机械相继问世，进口数量开始减少，国产机械设备在国内市场的占有率最高曾达到75%。

从1980年我国引进第一条方便面生产线，到1984年我国研制出方便面生产线后，目前已开发出班产15万包的方便面生产线。之后，我国相继开发出2万瓶/h、3.6万~4万瓶/h的啤酒灌装成套设备，0.3万~3万瓶/h的饮料灌装生产线，单头软包装机械生产能力达到2200袋/h，双头软包装机械生产能力达到4800袋/h，等等。

我国食品机械工业的发展,促进了食品加工业的发展,也促进了食品加工机械和加工食品的出口。如在20世纪80年代中期,食品机械的出口额只有500万美元,到1995年达到2亿多美元,1998年达到9亿美元左右。1993年出口浓缩苹果汁不足5000t,到2004年出口达到40万t,增长了80倍,其中陕西出口浓缩苹果汁17.9万t,几乎占全国出口量的一半,加工的苹果占陕西苹果总产量的1/3。

随着科学技术的发展和多学科综合技术的应用,食品加工机械正朝着进一步提高产品质量和设备生产能力,降低消耗,提高机械自动化程度,减轻劳动强度,改善工作条件等的高速、高效、低耗、连续化和计算机控制的自动化方向发展。

### 三、本课程的任务和学习方法

食品加工机械是食品加工专业和农产品加工专业的专业课,主要学习食品加工机械的构造、工作原理、工作过程、特点、用途以及如何正确地使用、维护和调整,为今后在工作中正确地使用机械设备奠定基础。

要学好食品加工机械,必须预先掌握已学习过的机械制图、机械零件、机械传动等机械基础知识以及食品工程原理、物理学等有关知识。在掌握上述知识的基础上,才能学懂食品加工机械的构造及工作原理,并在此基础上掌握正确地使用、维护和调整方法。

本课程的学习包括课堂讲授、课后作业、实验实训和教学实习四个环节。

课堂讲授主要学习食品加工机械的构造、工作原理、工作过程、设备的性能特点和设备的调整、维护方法,从理论上对所学的机械设备有一个全面、系统的认识。

通过课后作业,对课堂所学的知识进行巩固,并锻炼分析问题、解决问题的能力。

实验实训是在课堂学习的基础上,通过对所学机械设备构造的观察,以及操作使用、拆装、调整和维护,进一步加深对机械设备构造、工作原理、工作过程的理解和掌握,并掌握其使用、调整和维护方法。

教学实习是一个综合性实习,通过参加食品工厂的生产劳动和参观等,对所学的机械设备组成的各种生产线有一个全面的认识,并根据所学的知识,对生产线进行综合评价。





# 第一章 输送机械与设备

在食品加工中，有大量的物料需要输送。为了减轻劳动强度，提高劳动生产率，需要采用不同的输送机械来完成输送物料的任务，尤其是采用了先进的技术设备和实现单机自动化后，更需要输送机械将单机之间有机地衔接起来，组成自动化生产线。从原料、加工半成品、直至成品的输送都需要输送机械来完成。因此，在食品加工中，输送机械应用于食品加工的全过程，贯穿食品加工始终。

同时，在食品加工中，输送机械对保证食品卫生，提高食品质量具有相当重要的作用。例如，生产乳品、果汁和饮料时，通过泵及管道连续输送，可节约大量劳动力，产品卫生和质量亦有保证。输送机械的选择，要根据生产工艺的要求和生产流水线的布局情况，进行全面分析，力求布局合理、技术先进、经济实用。

食品加工中的输送设备，按输送的物料分为固体输送机械和流体输送机械；按输送设备分为输送机（如带式输送机、斗式升运机等）、输送泵和气力输送装置等。

## 第一节 固体物料输送机械

常用的固体物料输送机械有带式输送机、斗式升运机、刮板输送机、螺旋输送机和气力输送装置。

### 一、带式输送机

带式输送机是食品加工中常用的一种连续输送机械。它适用于输送块状、粒状及各种包装件物料，同时还可用于原料选择检查台、原料清洗、预处理操作台及成品包装仓库等。带式输送机一般用于水平输送，如用于倾斜输送时，倾斜角不大于 $25^{\circ}$ 。

带式输送机的工作速度范围广（ $0.02\sim 4.00\text{ m/s}$ ），生产效率高，输送能力大，对被输送的产品损伤小，工作平稳，构造简单，使用维护方便，能够在