



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

食品机械与设备

殷涌光 主编

于庆宇 罗 陈 牟光庆 副主编



化学工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

食品机械与设备

殷涌光 主编

于庆宇 罗 陈 牟光庆 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书主要介绍食品加工常用机械与设备,共分15章,分别介绍了输送机械与设备,清洗、分选及分级机械与设备,分离机械,研磨和粉碎机械与设备,脱壳与脱皮机械与设备,搅拌、混合及均质机械与设备,食品成型机械与设备,杀菌机械与设备,干燥机械与设备,食品冷冻机械与设备,浓缩设备,挤压加工机械与设备,发酵机械与设备,食品包装机械。

本书可供食品科学与工程专业课程教学使用,也可供食品质量与安全等相关专业课程教学使用,还可供有关研究人员、工程技术人员和高等院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

食品机械与设备/殷涌光主编. —北京:化学工业出版社, 2006.9

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5025-8783-3

I. 食… II. 殷… III. 食品加工设备-高等学校-教材 IV. TS203

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第117928号

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

食品机械与设备

殷涌光 主编

于庆宇 罗 陈 牟光庆 副主编

责任编辑:赵玉清

文字编辑:项 激

责任校对:蒋 宇

封面设计:潘 峰

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷有限责任公司印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 13¼ 字数 356 千字

2007年1月第1版 2007年1月北京第1次印刷

ISBN 978-7-5025-8783-3

定 价:26.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

主 编 殷涌光

副 主 编 于庆宇 罗 陈 牟光庆

其他编者 刘静波 李应彪 李次力

胡爱军 杨芙莲

前 言

《食品机械与设备》是食品科学与工程专业本科教学的必修课程用书。本书介绍了食品机械与设备的现状、分类、特点与要求,介绍了食品机械与设备的研究及发展;全面地介绍了食品加工时所使用的各类机械与设备,介绍了基本的和新的加工机械与设备,介绍了它们的工作原理与结构,这便于在食品加工中食品机械与设备的选择和使用,对于食品专业的学生和专业技术人员是应该了解和掌握的基本专业内容。

本书是食品科学与工程及相关专业的专业课教材,得到了教育部2001~2005届食品科学与工程专业教学指导分委员会的推荐,经过专家的评审,被教育部批准为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书编写分工为:殷涌光(吉林大学)、于庆宇(吉林大学)、罗陈(深圳职业技术学院)共同编写全书,牟光庆(大连轻工业学院)对第七、九、十、十二章进行了修改;刘静波(吉林大学)、李应彪(石河子大学)、李次力(黑龙江商学院)、胡爱军(天津科技大学)、杨芙莲(陕西科技大学)对本书部分章节进行了修改和提出了宝贵意见,本书由殷涌光统稿。

本书的编写出版得到了食品科学与工程教指委和出版社的大力支持,也得到了很多热心人的支持和帮助,在此向给予本书大力支持的所有人员表示衷心的感谢!

鉴于作者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

殷涌光
于长春吉林大学
2006年7月

目 录

第一章 绪论	1	一、结构和工作原理	30
第一节 食品机械与设备的历史与现状	1	二、筛面主要运动参数	32
第二节 食品机械与设备的分类、特点和 要求	2	三、曲柄连杆机构传动时的平衡	32
一、食品机械与设备的分类	2	四、双振动电动机传动的自同步原理	33
二、食品机械与设备的特点	2	第四节 立面圆振筛	33
三、食品机械与设备的要求	2	一、结构	33
第三节 食品机械与设备的研究及发展	3	二、惯性振动器的结构和工作原理	34
一、我国食品机械工业发展目标	3	第五节 平面圆振筛	34
二、食品机械发展重点	3	一、平面回转筛	35
三、食品机械与设备的研究与发展	4	二、高方平筛	35
第二章 输送机械与设备	5	第六节 风振组合分选机械	36
第一节 固体物料输送机械	5	一、吸式编织板去石机的结构	37
一、带式输送机	5	二、工作原理	38
二、斗式输送机	8	三、去石板上物料的运动	39
三、螺旋输送机	10	第七节 块状果蔬分级机械与设备	39
四、振动输送机	13	一、机械式形状分级机	40
第二节 液体物料输送机械	14	二、筛筒式形状分级机	40
一、齿轮泵	14	第八节 光电分选机械与设备	41
二、离心泵	14	一、光电分选的目的	41
三、螺杆泵	17	二、光电分选设备的设计	41
四、罗茨泵	18	第四章 分离机械	44
五、滑板泵	18	第一节 概述	44
六、水环式真空泵	19	第二节 过滤机	44
第三节 气力输送设备	19	一、过滤分离原理	44
一、概述	19	二、板框压滤机	45
二、气力输送装置的分类	20	三、滤叶型压滤机	47
三、气力输送的主要构件	21	四、真空过滤机	49
第三章 清洗、分选及分级机械与 设备	27	第三节 压榨机	50
第一节 块状果蔬清洗机	27	一、压榨过程和压榨分类	50
一、洗涤的作用原理	27	二、间歇式压榨机	51
二、鼓风式清洗机的工作原理	28	三、连续式压榨机	52
三、鼓风式清洗机的结构	28	第四节 离心分离机	53
第二节 全自动浸泡与喷射式洗瓶机	28	一、离心分离的原理	53
一、全自动洗瓶机的类型	29	二、螺旋离心机	53
二、全自动浸泡与喷射式洗瓶机	29	三、碟片式离心分离机	53
三、检瓶装置	30	四、三足式离心机	54
第三节 往复直线振动筛	30	五、上悬式离心机	54
		六、卧式刮刀卸料离心机	54
		七、旋液分离器	55
		第五节 萃取机械	55

一、萃取原理	55	三、搅拌机的结构	91
二、液-液萃取设备	56	四、液体流型	93
三、固-液萃取设备	56	第二节 混合机与捏合机	94
四、超临界萃取设备	57	一、混合机	94
第六节 膜技术设备	59	二、捏合机	96
一、膜分离的基本概念	59	第三节 胶体磨和均质机	97
二、膜组件	59	一、均质理论	97
三、膜分离设备	60	二、高压均质机	97
第七节 蒸馏设备	60	三、高剪切均质机	98
一、蒸馏原理	60	第八章 食品成型机械与设备	100
二、白酒蒸馏设备	61	第一节 压延成型机械与设备	100
三、酒精蒸馏设备	61	一、卧式压延机	100
四、分子蒸馏	63	二、立式压延机	101
第五章 研磨和粉碎机械与设备	65	三、多层压延机	101
第一节 辊式磨粉机	65	第二节 模压成型机械与设备	101
一、辊式磨粉机的分类	65	一、冲印式饼干成型机	102
二、辊式磨粉机的结构	65	二、辊印式饼干成型机	103
第二节 粉碎机械	68	三、辊切式饼干成型机	104
一、粉碎方法与理论	69	第三节 搓圆成型机械与设备	105
二、机械冲击式粉碎机	69	一、伞形搓圆机	105
三、气流粉碎机	71	二、锥桶形搓圆机	106
第三节 切割机械	72	三、输送带式搓圆机	106
一、刀具运动原理	72	四、盘式馒头搓圆机	106
二、切割机械	73	第四节 包馅成型机械与设备	107
第六章 脱壳与脱皮机械与设备	76	一、包馅成型基本方法	107
第一节 薏谷机	76	二、灌肠感应式包馅成型机	108
一、结构	76	三、馄饨成型机	109
二、胶辊薏谷机的脱壳原理	80	第九章 杀菌机械与设备	112
第二节 其他剥壳机械	81	第一节 立式、卧式杀菌锅	112
一、圆盘剥壳机	81	一、立式杀菌锅	112
二、立式离心剥壳机	82	二、卧式杀菌锅	112
第三节 碾米机	82	第二节 回转式杀菌机械	113
一、碾米机的分类	82	一、结构	113
二、碾米机的结构	83	二、工作过程	114
三、碾米的基本原理	84	三、杀菌特点	114
第四节 块状果蔬原料去皮机	86	第三节 水封式连续高压杀菌设备	114
一、去皮原理	86	第四节 超高温瞬时灭菌设备	115
二、去皮机	86	一、直接加热超高温瞬时灭菌机设备	115
第五节 花生脱红衣机	88	二、间接式超高温灭菌设备	117
一、结构	88	第五节 非热杀菌技术与设备	119
二、工作原理	88	一、高电压脉冲电场非热杀菌技术与设备	119
第七章 搅拌、混合及均质机械与设备	90	二、食品的辐照杀菌技术与设备	121
第一节 搅拌机	90	三、紫外线杀菌技术与设备	124
一、搅拌过程	90	四、超高静压杀菌技术与设备	126
二、搅拌混合机理	90	五、脉冲强光非热杀菌原理与设备	129

第十章 干燥机械与设备	132	第一节 浓缩的基本原理及设备分类	157
第一节 厢式干燥机	132	一、食品浓缩原理与特点	157
第二节 隧道式干燥机	132	二、浓缩设备的分类	157
第三节 圆筒式干燥机	133	第二节 单效浓缩设备	158
一、圆筒式干燥机的工作原理	133	一、单效升膜式浓缩设备	158
二、圆筒式干燥机的分类	133	二、单效降膜式浓缩设备	158
三、圆筒式干燥机的特点	134	三、中央循环管式浓缩器	159
第四节 带式干燥机	134	四、盘管式浓缩设备	160
一、概述	134	五、带搅拌的夹套式真空浓缩锅	161
二、带式干燥机的结构	135	六、活动刮板式薄膜蒸发器	162
第五节 流化床干燥机	135	第三节 多效浓缩设备	162
一、流化床干燥机的原理及特点	136	一、多效蒸发的效数	162
二、流化床的工作参数	137	二、多效蒸发的工作原理	162
三、振动流化床干燥机的结构	137	三、多效真空浓缩的流程	162
第六节 喷雾式干燥机	138	四、双效升膜式浓缩设备	163
一、喷雾干燥的原理和流程	138	五、双效降膜式浓缩设备	165
二、喷雾干燥的特点	139	六、三效降膜式浓缩设备	165
三、雾化器	139	第四节 冷冻浓缩设备	166
第七节 气流式干燥机	139	一、冷冻浓缩的原理与特点	166
一、气流式干燥机的特点	139	二、冷冻浓缩装置系统	166
二、气流式干燥机的种类	140	第十三章 挤压加工机械与设备	168
第八节 电磁辐射干燥机	140	第一节 挤压加工技术的基本概念	168
一、微波加热器	140	一、挤压加工技术的概念	168
二、红外线辐射加热器	141	二、挤压加工技术的特点	168
第九节 真空干燥机	141	三、挤压机类型及特点	168
一、真空干燥的原理及特点	141	第二节 单螺杆挤压熟化机	170
二、真空干燥设备	142	一、单螺杆挤压机的构成	170
第十节 真空冷冻干燥机	143	二、单螺杆挤压原理	171
一、真空冷冻干燥的原理及特点	143	三、单螺杆挤压机主要工作构件	171
二、冷冻干燥机	144	第三节 双螺杆挤压机	174
第十一章 食品冷冻机械与设备	146	一、双螺杆挤压机分类及特性	174
第一节 概述	146	二、双螺杆挤压机挤压过程	176
第二节 制冷机的工作原理和结构	146	第十四章 发酵机械与设备	178
一、制冷工作原理	146	第一节 发酵设备的类型和基本构成	178
二、制冷剂与载冷剂	147	一、发酵设备的基本要求	178
三、制冷机的主要装置	147	二、发酵设备的分类	178
四、制冷机的辅助装置	151	三、发酵设备的特性	178
第三节 冻结机	151	第二节 嫌气发酵设备	179
一、隧道式冻结装置	151	一、间歇式发酵罐	179
二、平板式冻结装置	153	二、连续酒精发酵设备	180
三、喷淋式液氮冻结装置	153	第三节 通风发酵设备	181
第四节 解冻机	154	一、自吸式发酵罐	181
一、外部加热解冻装置	154	二、机械搅拌发酵罐	182
二、内部加热解冻装置	155	三、气升式发酵罐	184
三、组合加热解冻装置	156	第十五章 食品包装机械	186
第十二章 浓缩设备	157	第一节 食品包装技术与包装机械的分类	186

一、食品包装技术	186	一、袋成型充填封口机	198
二、包装机械的分类	186	二、热成型充填封口机	200
第二节 液体灌装机	186	三、无菌包装机	201
一、液体食品灌装工艺及方法	186	第五节 封口机械	202
二、常压灌装机	187	一、容器封口形式	202
三、等压灌装机	188	二、常见刚性容器封口机械	202
四、负压灌装机	190	第六节 贴标机械	204
五、压力灌装机	191	一、直线式贴标机	204
第三节 散体充填包装机	193	二、回转式贴标机	205
一、容积式充填机	193	第七节 自动包装生产线概述	205
二、称重式充填机	196	参考文献	207
三、计数式充填机	196		
第四节 多功能包装机	198		

第一章 绪 论

第一节 食品机械与设备的历史与现状

食品是以农产品、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,为人类提供可食用的各种制品。完成上述加工过程的工业为食品工业。食品机械则是在食品工业生产中,把食品原料加工或重组成食品或半成品的机械和设备。

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的意义。因此,世界各国都高度重视发展食品工业。尤其是20世纪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,去除有害物质,提取有效成分,根据人体的营养需要,按照预期要求,进行科学重组,生产出更加精细、更有营养、更加适口、更加方便、更耐储存、更加卫生、更具针对性和吸引力的食品。

食品机械是食品工业的重要组成部分,同食品工业一样,在国民经济中也占有重要地位。食品机械的发展历程与食品工业的发展过程密不可分。食品工业的发展需求推动和促进了食品机械的发展,而发展起来的食品机械又保证和促进了食品工业的发展。食品机械与食品工业的这种相互依赖关系贯穿于食品机械和食品工业的全部发展过程。正是由于对食品加工生产能力要求的不断提高才促使大型、高效的食品机械的发展;正是由于对食品加工质量要求的提高才促进了高精度和技术先进的食品机械的发展;正是由于传统、特色食品工业化生产的要求,才促使一些新型食品机械的发展。我国食品工业及食品机械的发展历程可分为三个阶段。

第一阶段,20世纪50年代以前,几乎没有食品机械工业。食品的生产加工主要以手工操作为主,基本属于传统作坊生产方式。仅在沿海一些大城市有少量工业化生产方式的食品加工厂,所用的设备几乎全是国外设备。而粮食加工厂情况略好于食品加工厂。这时的粮食加工厂主要是以面粉的工业化生产加工为主。同样,面粉加工厂所用的设备也几乎全是国外设备。在20世纪50年代以前,全国几乎没有一家像样的专门生产食品机械的工厂。

第二阶段,20世纪50~70年代,食品加工业及食品机械工业得到一定的发展,全国各地新建一大批食品加工厂,尤其是面粉、大米、食用油的生产加工厂。在主要的粮食加工厂中,基本上实现了初步的机械化工业生产方式。但同期的食品加工厂尚处于半机械半手工的生产方式,机械加工仅用于一些主要的工序中,而其他生产工序仍沿用传统的手工操作方式。这时,与食品工业发展相适应,食品机械工业也得到了快速发展,即我国食品机械起步于20世纪70年代。全国新建了一大批专门生产粮食和食品机械的制造厂,使得国产食品机械基本能满足我国食品工业发展的需求,并为实现食品工业化生产做出了重大贡献。食品机械工业已初步形成了一个独立的机械工业。

第三阶段,20世纪80年代以后,食品工业发展迅猛。这得益于80年代以后的改革开放政策。随着外资的引入,出现了很多独资、合资等形式的外商食品加工企业。这些企业在将先

进的食品生产技术引进国内的同时,也将大量先进的食品机械带入国内。再加上社会对食品加工质量、品种、数量要求的不断提高,极大地推进了我国食品工业以及食品机械制造业的发展。通过消化吸收国外先进的食品机械技术,使我国的食品机械工业的发展水平得到很大提高。20世纪80年代中期,我国食品工业实施了第一轮大规模的技术改造工程。经过这一轮的技术改造工程,食品工业全面实现了机械化和自动化。进入20世纪90年代以后,又进行了新一轮的技术改造工程。在这一轮的技术改造工程中,许多粮食加工厂和食品加工厂对设备进行了更新换代,或直接引进全套的国外先进设备,或采用国内厂家消化吸收生产出的新型机械设备。经过两轮的技术改造工程,极大地推进了我国食品机械工业的发展,食品机械工业已完全形成了一个独立的机械工业,现已形成门类齐全、品种配套的产业,已成为机械工业中的十大产业之一。

第二节 食品机械与设备的分类、特点和要求

一、食品机械与设备的分类

食品加工机械种类繁多,食品机械的品种一般在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(JB 3750—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。

本书突出设备的功能、工作原理及特点,按设备的功能将食品机械分为:输送机械与设备,清洗、分选及分级机械与设备,分离机械与设备,研磨与粉碎机械与设备,脱壳与脱皮机械与设备,搅拌、混合及均质机械与设备,食品成型机械与设备,杀菌机械与设备,干燥机械与设备,食品冷冻机械与设备,浓缩设备,挤压加工机械与设备,发酵机械与设备,食品包装机械等。

二、食品机械与设备的特点

食品机械是特点非常突出的一种加工机械。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。

食品机械的加工对象主要为动物和植物,加工出的产品服务对象是人。人们对食品的要求不但有食品的营养价值,还有食品的色、香、味等。食品的营养价值虽然主要取决于原料成分,但是采用不合理的加工方法与设备,有时会使食品原有营养大量损失,破坏了食品的色、香、味等。因此食品机械设计应充分考虑这一特点。

三、食品机械与设备的要求

(1) 食品机械的工艺性 根据食品原料的特征以及加工工艺性的要求,通常会对食品机械的加工温度、加工时间等有一定限制。要设计出合理的食品机械,其前提是充分了解该食品的工艺性特点,如对一些热敏食物的加工,为了防止因加工温升过高而使食品变性,特别要注意

控制机械加工的温升和时间。设计时要考虑如何减少加工时的温升,要在结构设计时采用各种冷却方式,如风冷、冷却夹套结构来控制温升。如胶体磨的设计中,常在定子外壁设置冷却循环水夹套。而在另一些场合,如螺杆挤压膨化成型机中,为了满足物料在挤压腔中达到熟化的工艺要求,设计时采取的措施一方面是增大螺杆,增加机筒与物料间的摩擦和挤压作用,另一方面在机筒内壁开设阻转槽以及在机筒外壁增设电加热装置。为了避免因加工过程中的温升而加速食品及物料的氧化变性,现代较为先进的食品机械常设有真空装置,如真空斩拌机、真空均质机、真空擂溃机、真空油炸机等。

(2) 食品机械的卫生性 食品机械加工出的产品要符合食品卫生要求,因此在设计食品机械时,要充分考虑卫生性要求。如在结构设计时,应尽量避免工作区内的死角,以避免因死角内物料长时间存积而发生腐烂变质,造成污染。结构设计时要充分考虑设备的拆卸与清洗方便。有些食品机械对卫生性的要求特别高,如乳制品加工机械、肉类加工机械,当采用间歇生产方式时,要求对设备每班进行清洗,有的甚至是每班进行拆卸式清洗,因此对这类设备设计时,一定要考虑具有快捷拆装的机构。

保证食品机械卫生性要求的另一个重要方面是食品机械材料的选择。食品的原料大多数是高分子化合物,呈现酸性和弱碱性,因此食品对金属材料有较强的腐蚀作用。设计食品机械时,在材料的选择上,最低要求是:凡与食品直接接触的零部件所用材料必须是耐腐蚀的金属或非金属。使用较多的耐腐蚀金属是不锈钢,使用较多的非金属是各种无毒塑料。

(3) 食品机械的密封性 为了防止轴承润滑油泄漏污染食品以及食品物料中水分泄漏腐蚀机械部分,食品机械的密封要求一般较高,因此在设计密封装置时要给予充分考虑。目前填料密封和机械密封是食品机械中用得最多的两种密封结构形式。除选用可靠的密封结构外,还应认真考虑轴承的结构布置,如将主轴上支承改为下支承,可有效防止润滑油泄漏污染食品。

(4) 食品机械的可靠性 大多数食品机械属连续性生产方式,具有机械化和自动化特点。很多食品加工是连续流水线生产方式,有的甚至是不间断运行,如果某个生产环节的设备出了故障,不能正常工作,将势必影响整条生产线,甚至导致停产。因此,食品机械的可靠性在食品加工过程中是非常重要的。

第三节 食品机械与设备的研究及发展

虽然最近二十年来,食品机械实现了跨越式发展,取得了很多成果,但食品机械工业起步相对较晚,科研、设计、制造的基础比较薄弱,还不能很好适应现代食品工业发展的需要,存在许多亟待解决的问题。

一、我国食品机械工业发展目标

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。食品机械产品品种 2010 年将达 3000 种;食品机械成套水平每年增加 100 种;目前已有的食品加工生产线缺门缺项的单机,基本补齐;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。

二、食品机械发展重点

为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,为保证食品工业在 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、出口产品加工业在食品机械上的需求,提供急需的和关键的设备,食品机械有以下发展重点。

(1) 粮油加工机械与设备 发展能提高大米和面粉得率、降低杂质含量的机械与设备, 适当发展免淘米、珠光洁米、专用粉、杂粮精加工机械与设备, 发展粮食深加工和综合利用的机械与设备。

发展膨化等油脂浸出工艺、油脂精炼和豆粕低温脱溶机械与设备, 开发并应用棉籽、菜籽的脱毒机械与设备。

(2) 方便食品加工机械与设备 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机械与设备; 发展快餐、课间餐、午餐等工业化生产机械与设备。重点发展传统食品、保健食品、婴幼儿食品加工机械与设备。

(3) 啤酒、饮料加工机械与设备 发展啤酒、果汁、茶饮料、纯净水、富氧水的节能、低耗、高品质加工成套技术、机械与设备。

(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、机械与设备; 发展果蔬分级技术、机械与设备, 果蔬汁、袋装鲜菜加工技术、机械与设备; 发展分离和提取果蔬资源中功能成分的技术、机械与设备。

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

(6) 水产加工机械与设备 发展鱼类洗净、分割和虾类脱壳分级的处理技术、机械与设备。发展低值鱼为原料加工鱼糜的技术、机械与设备, 加快发展水产功能食品及食品添加剂原料制备技术、机械与设备, 发展仿真工程食品生产技术、机械与设备。

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

(8) 植物蛋白加工机械与设备 发展各种豆制品、豆奶的生产技术、机械与设备, 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、机械与设备。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、机械与设备。

(9) 节能机械与设备 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、机械与设备。

(10) 食品加工中废弃物综合利用机械与设备 食品加工中将会产生大量的废弃物, 例如渣、汁、液、内脏、血和各种含钙物质等, 应通过加工取其有用之物, 大力开发废弃物综合利用技术、机械与设备。

(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。

三、食品机械与设备的研究与发展

随着食品加工业的深入发展, 对食品机械的各种性能以及功能的要求会越来越高, 要求食品机械的机械化和自动化程度、运行的可靠度、生产率及效率等越来越高, 因此要适应食品加工业深入发展要求, 需要研制光机电一体化新型食品机械与设备; 研制利用电磁传感技术原理的食品分选机械与设备; 研制食品超高压加工机械与设备; 研制高效超细粉碎机械与设备; 研制高效节能的热处理与干燥设备; 研制高电压脉冲电场杀菌设备; 研制冷杀菌设备以及超声波均质机械与设备等。

第二章 输送机械与设备

食品加工中，存在着大量的物料输送问题，为了保证卫生要求，提高劳动生产率和减轻劳动强度，需要采用各式各样的机械来完成物料的输送任务。尤其是自动化食品生产线中，输送机械是连接各个生产工序必不可少的重要环节。食品工厂的原料、燃料、容器及各种辅助材料都是通过各种运输工具运到食品工厂的所在地，然后进入厂区内的物流系统。

食品工厂中输送机械的作用是：组成流水线和自动化不可缺少的重要环节，构成了生产中的中间媒介和衔接纽带；降低产品成本、保证食品卫生、减少人身和产品的事故；食品加工工序的重要组成部分，有时还在输送中对物料进行某种工艺（如干燥、混合等）操作。

输送机械一般根据被输送的物料不同，分为固体物料输送机、酱体物料输送机、液体物料输送设备等。输送固体物料和粉状物料时，采用各种类型的输送机及气力输送设备；输送液体及酱体状物料时，则采用各种形式的泵和液流输送装置。

第一节 固体物料输送机械

一、带式输送机

（一）概述

带式输送机是一种应用广泛的连续输送机械，适用于块状、颗粒状物料及整件物品的水平或小角度输送。输送中，可以对物料进行分选、检查、清洗、包装等操作。

带式输送机的优点：结构简单，自重轻，便于制造；输送路线布置灵活，适应性广，可输送多种物料；输送速度快，输送距离长，输送能力大，能耗低；可连续输送，工作平稳，不损伤被输送物料；操作简单，安全可靠，保养检修容易，维修管理费用低。

带式输送机的缺点：输送带易磨损，且成本大（约占输送机造价的 40%）；需用大量滚动轴承；中间卸料时必须加装卸料装置；普通胶带式输送机不适用于输送倾角过大的场合。

普通带式输送机国内已有定型产品，如 TD 型通用固定式胶带输送机、轻型固定式胶带输送机、GH69 型高倾角花纹胶带输送机等。食品加工厂常使用轻型的帆布带或网带输送机。

带式输送机中的输送带是输送机的牵引构件，同时又是承载构件。整条输送带均支承在托辊上，并绕过驱动滚筒和张紧滚筒。

根据带式输送机的工作条件、工作要求和被输送物料的性质，可将带式输送机分为不同的类型。按支承装置的形式，可将其分为平型托辊输送机、槽型托辊输送机及气垫带式输送机等。按输送带的种类，可分为胶带式、帆布带式、塑料带式、钢带式和网带式输送机等。胶带输送机在粮油工业上使用最广泛。依胶带表面形状，又可将其分为普通胶带输送机和花纹胶带输送机。按输送机机架结构形式，又可将带式输送机分为固定式和移动式两大类。

（二）带式输送机的工作原理及主要构件

1. 带式输送机的工作原理 带式输送机是食品工厂中采用最广泛的一种连续输送机械。它用一根闭合环形输送带作牵引及承载构件，将其绕过并张紧于前、后二滚筒上，依靠输送带与驱动滚筒间的摩擦力使输送带产生连续运动，依靠输送带与物料间的摩擦力使物料随输送带一起运行，从而完成输送物料的任务。带式输送机常用于块状、颗粒状物料及整件物料水平方

向或倾斜不大的方向运送，同时还还可用作选择、检查、包装、清洗和预处理操作台等。

2. 带式输送机的主要构件 带式输送机简单可靠，带式输送机是一种具有挠性牵引构件的运输机，以输送带为传动和承载构件，其上组成部件有输送带、驱动滚筒、张紧装置、托辊、机身、装料和卸料装置、辅助装置等，如图 2-1 所示。

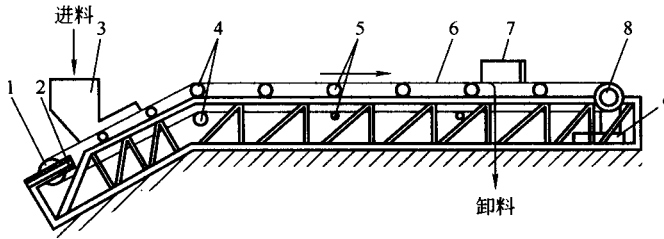


图 2-1 带式输送机结构

1—从动滚筒；2—张紧装置；3—料斗；4—转向滚筒；5—上、下托辊；6—输送带；
7—卸料装置；8—驱动滚筒；9—驱动装置

(1) 输送带 在带式输送机中，输送带起着牵引和承载物料的作用。它应具备以下条件：强度高，自重轻，挠性好，伸长性小，输送物料的适应能力强，使用寿命长等。输送带一般有以下几类：橡胶带（胶带）、纤维编织带、塑料带、钢带和钢丝网带等，其中最常用的是橡胶带。

橡胶带是由若干层棉织品、麻织品或人造纤维衬布等材料制成的强力层，用橡胶加以胶合而成的，可以用于传递动力，衬布之间的橡胶层为胶合层。国产橡胶带的各种类型及规格尺寸可查阅机械设计手册。选择橡胶带时，主要应确定下列规格尺寸：带宽、强力层层数和带长。带宽可参考同类型输送机或根据生产能力计算，并按标准规格选用；带长则应根据输送机长度进行计算后确定；而强力层层数则根据工作拉力和胶带的种类、带宽等因素决定。胶带连接的方法主要有皮线缝纫法、带扣搭接法、胶黏剂冷粘法和加热硫化法等几种形式。其中以硫化接头（加热硫化法）最为理想。其接缝强度可达基体原有强度的 90%，同时接口无缝，表面平整；皮线缝纫法和带扣搭接法接头简单，但对于带子的损伤很大，使接头强度降低很多，只有原来的 35%~40%；胶黏剂冷粘法是一种新式连接方法，操作简便易行，如胶黏剂配方合理，粘接时操作得当，其接头强度亦可接近带子的自身强度。在采用硫化接头或冷粘时，一般应将带子按层数刻成阶梯形，然后进行接头操作，以保证接头处的强力层能够较好地连接，确保接缝处的强度。

常用的纤维编织带是帆布带。帆布带在焙烤食品生产中，主要用于成型前的面片和坯料的输送。帆布带抗拉强度大，柔性好，能经受多次反复折叠而不疲劳。帆布的接缝通常采用棉线和人造纤维线缝合。

塑料带具有减摩、耐油、耐腐蚀和适应温度范围大等优点，已被逐渐推广使用。塑料带分多层芯式和整芯式两种。多层芯塑料带和普通橡胶带相似；整芯式塑料带制造工艺简单，生产量高，成本低，强度高，但挠性较差。一般采用塑化接头。

钢带和钢丝网带的共同特点是强度高、耐高温，通常适用于产品需经油炸或高温烘烤时。特别是钢丝网带，带有网孔，有利于保证带上产品的加工质量。一般采用销式接口。

(2) 驱动装置 驱动装置一般由一个或若干个驱动滚筒、减速器、联轴器等组成。倾斜输送时，还应设有制动装置。驱动滚筒通常用钢板卷制后焊接制成，为了增加滚筒和输送带之间的摩擦力，可在滚筒表面包一层木材、皮革或橡胶等材料。滚筒的宽度比带宽大 100~200mm。驱动滚筒一般制成鼓形，即中间部分直径比两侧直径稍大，使之能自动纠正胶带的跑偏。除板式带的驱动滚筒为表面有齿的滚轮外，其他的输送带的滚筒通常为直径较大、表面光滑的空心滚筒。其中驱动滚筒的布置方式如图 2-2 所示。

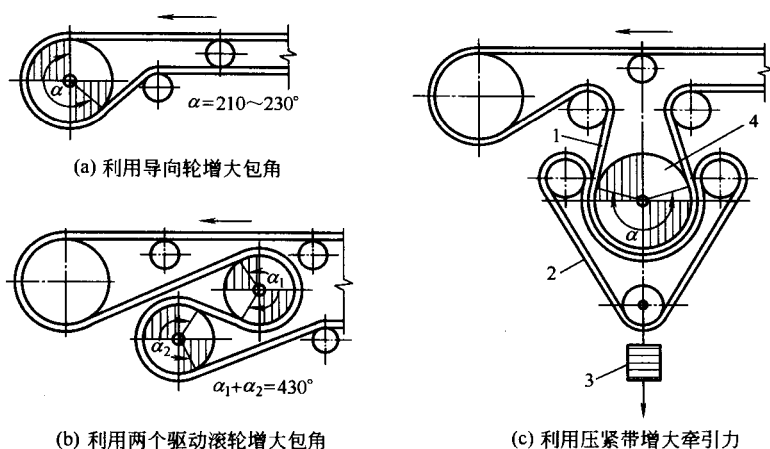


图 2-2 驱动滚筒布置方案

1—传送带；2—压紧带；3—重锤；4—驱动轮

(3) 张紧装置 输送带张紧的目的是使输送带紧边平坦，提高其承载能力，保持物料运行的平稳。带式输送机中的张紧装置，一方面要在安装时张紧输送带，另一方面要求能够补偿因输送带伸长而产生的松弛现象，使输送带与驱动滚筒之间保持足够的摩擦力，避免打滑，维持输送机正常运行。

带式输送机中的张紧装置有中部张紧和尾部张紧两大类。常用的尾部张紧装置有螺旋式、重锤式和弹簧调节螺钉组合式等，如图 2-3 所示。

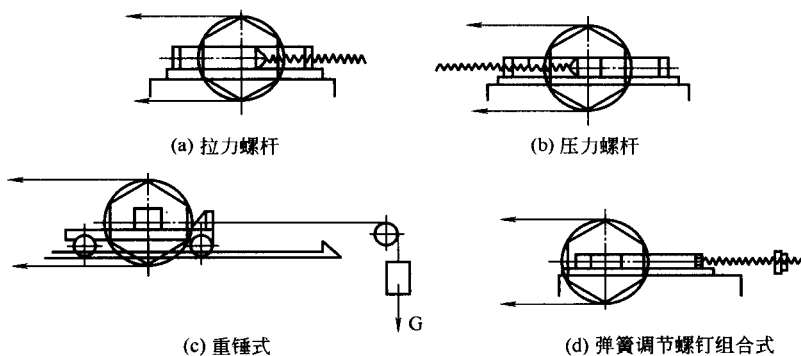


图 2-3 张紧装置简图

螺旋式张紧装置是利用拉力螺杆或压力螺杆，定期移动尾部滚筒，张紧输送带，优点是外形尺寸小、结构紧凑，缺点是必须经常调整；重锤式张紧装置是在自由悬挂的重锤作用下，产生张紧作用，其突出优点是能保证输送带具有恒定的张紧力，缺点是外形尺寸较大；弹簧调节螺钉组合式张紧装置是由弹簧和调节螺钉组成的，其优点是外形尺寸小，调节方便。上述的几种尾部张紧装置仅适用于输送距离较短的带式输送机，可以通过直接移动输送机尾部的改向滚筒进行张紧。对于输送距离较长的输送机，则需设置专用张紧辊。

(4) 机架和托辊 食品工业中使用的带式输送机多为轻型输送机，其机架一般用型钢（槽钢、圆钢等）与钢板焊接而成。可移式输送机在机架底部安装滚轮，便于移动。

托辊分上托辊（承载段托辊）和下托辊（空载段托辊）两类。通常平型托辊用于输送成件物品，槽型托辊用于输送散状物料。下托辊一般均采用平型托辊。对于较长的胶带输送机，为

了限制胶带跑偏，其上托辊应每隔若干组，设置一个调整托辊，这种托辊两端有挡板，能做少量的横向摆动，可以防止胶带因跑偏而脱出。托辊总长应比带宽大 100~200mm，托辊间距和直径根据托辊在输送机中的作用不同而不同。上托辊的间距与输送带种类、带宽和输送量有关。输送散状物料时，若输送量大，线载荷大，则间距应小；反之，间距大些，一般取 1~2m 或更大。此外，为了保证加料段运行平稳，应使加料段的托辊排布紧密些，间距一般不大于 250~500mm。当运送的物料为成件物品，特别是较重（大于 20kg）物品时，间距应小于物品在运输方向上长度的 1/2，以保证物品同时有两个或两个以上的托辊支承。下托辊的间距可以较大，约为 2.5~3m，也可以取上托辊间距的 2 倍。

托辊用铸铁制造，但较常见的是用两端加了凸缘的无缝钢管制造。托辊轴承有滚珠轴承和含油轴承两种。端部设有密封装置及添加润滑剂的沟槽等结构。

(5) 装载和卸载装置 装载装置亦称喂料器，它的作用是保证均匀地供给输送机以定量的物料，使物料在输送带上均匀分布，通常使用料斗进行装载。卸料装置位于末端滚筒处，小件卸料时，采用“犁式”卸料器，它的构造简单、成本低，但是输送带磨损严重。

(三) 生产能力计算
输送散装物料的输送能力为

$$Q=KB^2v\rho C \tag{2-1}$$

式中，Q 为输送能力，t/s；K 为断面系数，见表 2-1；B 为传送带的宽度，m；v 为输送带的速度，m/s；ρ 为物料密度，kg/m³；C 为输送机倾斜度修正系数，见表 2-2。

表 2-1 断面系数 K

物料在带上的动态堆积角 φ (一般为静态堆积角的 70%)		10°	20°	25°	30°	35°
K	槽型输送带	316	385	422	458	496
	平型输送带	67	135	172	209	249

表 2-2 输送机倾斜度修正系数 C

倾斜角度	0°~7°	8°~15°	16°~20°	21°~25°
C	1.00	0.95~0.90	0.9~0.8	0.8~0.75

因此，已知输送量求带宽，根据式(2-1) 可得

$$B=\sqrt{\frac{Q}{K\rho vC}} \tag{2-2}$$

如果带式输送机不均匀给料，应将 Q 乘以供料不均匀系数（约为 1.5~3.0）。

二、斗式输送机

(一) 斗式输送机的工作原理

斗式输送机是一种在垂直或大倾角倾斜向上输送粉状、粒状或小块状物料的连续输送机械，在我国粮油工业中用得非常广泛。斗式输送机的一般结构如图 2-4 所示。它自下而上可分为三部分：下为机座 6，包括进料斗 10、张紧机构 9 和底轮 3 等；中为机筒 7，包括牵引构件 1 和承载构件 4 等；上为机头 5，包括传动机构 8、止逆机构 12、卸料管 11 和头轮 2 等。斗式输送机的牵引构件可以是带，也可以是链，它环绕于头轮和底轮之间，并被张紧装置张紧。在带或链的全长上，每隔一定距离，安装一个料斗（承载构件）。为防止物料的抛散和灰尘的飞