



中国轻工业“十三五”规划教材

食品机械 与设备

FOOD MACHINERY AND
EQUIPMENT



李良 主编



中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

中国轻工业“十三五”规划教材

食品机械与设备

李 良 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品机械与设备/李良主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2019. 8
中国轻工业“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5184-2486-3

I. ①食… II. ①李… III. ①食品加工设备—高等学校—教材
IV. ①TS203

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 098300 号

责任编辑: 钟 雨 责任终审: 张乃柬 整体设计: 锋尚设计
策划编辑: 伊双双 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: 三河市国英印务有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2019 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 27.5

字 数: 630 千字

书 号: ISBN 978-7-5184-2486-3 定价: 62.00 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

130467J1X101ZBW

编委会

主 编 李 良 东北农业大学

副主编 刘滨城 东北农业大学

邓凯波 福建农林大学

郭红英 湖南农业大学

编 委 (以姓氏笔画排序)

马凤鸣 沈阳农业大学

王晓晴 南京农业大学

刘天一 东北农业大学

刘晓飞 哈尔滨商业大学

洪 瑞 东北农业大学

奚 倩 塔里木大学

黄 英 塔里木大学

主 审 江连洲 东北农业大学

“食品机械与设备”是食品科学与工程专业的骨干课程之一，是食品加工类专业必修课。本书主要介绍了食品工业生产中常用的机械与设备，并尽可能地加入近年来食品加工装备行业中涌现出的新产品、新技术，以及国内广泛应用的先进设备和生产线。本书主要针对食品输送、清理和分选、粉碎、分离、混合、发酵与成型、挤压与熟制、浓缩、干燥、热交换、包装等单元操作的机械与设备进行详尽介绍。

本书第一章由东北农业大学洪瑞、李良编写；第二章及第十二章由沈阳农业大学马凤鸣编写；第三章由东北农业大学李良编写；第四章由东北农业大学刘天一编写；第五章由福建农林大学邓凯波编写；第六章由塔里木大学黄英编写；第七章由哈尔滨商业大学刘晓飞编写；第八章由塔里木大学奚倩编写；第九章由湖南农业大学郭红英编写；第十章由南京农业大学王晓晴编写；第十一章及第十三章由东北农业大学刘滨城编写。全书由东北农业大学李良、刘滨城、洪瑞统稿。

本书在编写过程中得到多位专家和学者的支持和帮助，在此表示衷心感谢。

本书在编写过程中引用了大量的相关教材和参考书，在此向这些参考文献的所有编者表示感谢，也请读者提出宝贵的建议和意见。

编者
2019.2

第一章	绪论	1
第二章	食品输送机械与设备	6
	第一节 固体物料输送机械	6
	第二节 液体物料输送机械	20
第三章	食品清理和分选机械与设备	26
	第一节 食品原料的清理机械设备	26
	第二节 分选分级机械与设备	37
	第三节 其他分选分级机械与设备	46
第四章	食品粉碎机械与设备	56
	第一节 食品粉碎原理	56
	第二节 干法粉碎机械与设备	62
	第三节 湿法粉碎机械与设备	73
	第四节 食品切分机械与设备	75
	第五节 剥壳与破碎机械与设备	88
	第六节 去皮与去核机械与设备	94
第五章	食品分离机械与设备	103
	第一节 过滤机械与设备	103
	第二节 离心分离机械与设备	110
	第三节 膜分离机械与设备	116
	第四节 萃取机械与设备	129
	第五节 蒸馏机械与设备	137
	第六节 其他分离机械与设备	142
第六章	食品混合机械与设备	147
	第一节 搅拌机械与设备	149
	第二节 混合机械与设备	169
	第三节 均质机械与设备	181
	第四节 其他混合技术与装备	193

第七章	食品发酵与成型机械与设备	196
	第一节 食品发酵机械与设备	196
	第二节 食品成型机械与设备	214
第八章	食品挤压与熟制机械与设备	239
	第一节 食品挤压加工机械与设备	239
	第二节 食品熟制机械与设备	245
第九章	食品浓缩机械与设备	257
	第一节 浓缩基本原理与设备分类	257
	第二节 蒸发浓缩机械与设备	259
	第三节 冷冻与膜分离浓缩机械与设备	277
第十章	食品干燥机械与设备	284
	第一节 食品干燥原理与设备选型	284
	第二节 喷雾干燥机械与设备	287
	第三节 传导型干燥机械与设备	300
	第四节 流化床干燥设备	306
	第五节 其他干燥机械与设备	312
第十一章	食品热交换机械与设备	319
	第一节 板式热交换机械与设备	320
	第二节 管式热交换机械与设备	331
	第三节 直接式热交换机械与设备	337
	第四节 釜式热交换机械与设备	340
	第五节 其他热交换机械与设备	347
	第六节 CIP 清洗系统	353
第十二章	食品包装机械与设备	364
	第一节 概述	364
	第二节 固体物料充填机械与设备	365
	第三节 流体物料灌装机械与设备	370
	第四节 袋、盒装食品包装机械与设备	385
	第五节 裹包、热成型包装机械与设备	397
第十三章	典型食品生产线实例	409
	第一节 肉制品加工生产线	409
	第二节 乳制品加工生产线	413
	第三节 果蔬类食品加工生产线	421
	第四节 谷物类食品加工生产线	425
	参考文献	428

一、食品机械与设备的历史

食品机械是食品工业的重要组成部分，与食品工业一样，在国民经济中占有重要地位。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障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，才促进了大型、高效的食品机械的发展；正是由于传统、特色食品工业化生产的要求，才促进了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经历了三个阶段。

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，基本属于传统作坊式的生产方式。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，所用的设备多是国外设备。在20世纪50年代以前，全国几乎没有一家专门的生产食品机械工厂。

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了一定的发展，全国各地新建了一大批食品加工厂，基本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，机械加工仅存在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。全国新建了一大批食品机械制造厂，这使得国产的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体系。

第三阶段，从20世纪80年代起，食品工业发展迅猛，这得益于改革开放的政策。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入国内的同时，也将大量先进的食品机械带入国内。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，我国的食品机械工业的发展水平得到了很大的提高。当时，我国食品机械（包括粮油机械）工厂约有一千家，生产总值达九亿元。1982年中国包装和食品机械公司成立，负责包装和食品机械的行业工作。1985年中

国农业机械化科学研究院成立了食品机械研究所，许多省市的农机研究所也挂出了食品机械研究所的牌子或是成立了专门的食物机械研究室。国内许多大学相继建立了食品机械系或专业。各省市、自治区建立了各种各样的食品工业基地。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，食品工业全面实现机械化和自动化。进入20世纪90年代以后，食品机械产业又进行了新一轮的技术改造工程。在这一轮的技术改造过程中，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，或采用国内厂家生产的新型机械与设备。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体系，现已经形成门类齐全、品种配套的产业，已成为机械工业中的十大产业之一。

二、食品机械与设备的现状

我国食品机械工业的发展始于20世纪70年代，形成于80年代，80年代末和90年代初进入高速发展阶段，初步形成门类较全，品种基本配套的独立工业体系。“十二五”期间，我国食品和包装机械行业经济运行态势仍然保持了高速增长。全国食品和包装机械行业年均增长率为14.5%。近年来，食品和包装机械行业的经济增速放缓。预计“十三五”期间，我国食品和包装机械工业年均增长率在12%~13%。

我国的食物机械工业虽取得了一定的成绩，但相对于食品工业的发展和需求来讲仍显不足，自给率仍然较低，每年仍要进口相当数量的食品和包装机械。大型食品厂特别是中外合资企业仍然使用从国外进口的整条生产线。另外，我国食品机械行业还存在着产品品种少、成套性不强、科技开发能力薄弱、性能不稳定等问题，与国外食品机械行业的差距较大。因而，国内大部分的食品生产企业更倾向于引进国外全新的或使用过的食品机械产品。

三、食品机械与设备的分类和选型

（一）分类

《中国大百科全书》中对食品机械与设备进行了描述，食品生产中使用的工艺装备根据作用于被加工产品的功能性质可分为机械和设备两大类。机械类的特征是存在运动的工作构件，这些构件机械地作用在被加工的食品上。设备类的特征是存在有一定的反应空间，食品在此空间会经过物理-化学过程、生物化学过程、热过程、电的和其他一些过程，这些过程将引起被加工食品的物理或化学性质的变化。在大多数情况下，食品生产装备是由机械和设备组合而成的。

食品机械与设备一般按照食品加工单元分为食品输送、清理和分选、粉碎、分离、混合、浓缩、干燥、热交换、包装等单元操作的机械与设备。另外，《食品机械型号编制方法》(SB/T 10084—2009)将食品机械按其工作对象分为饮食加工机械、小食品加工机械、糕点加工机械、乳制品加工机械、糖果加工机械、豆制品加工机械、冷冻饮品加工机械、屠宰加工机械、酿造加工机械和其他食品加工机械。食品机械分类与类别代码见表1-1。

表 1-1 食品机械分类与类别代码

序号	类别名称	类别代码	内容
1	饮食加工机械	YS	米、面(面包)、副食(肉、鱼、禽、蛋、菜)制品加工、烘烤、清洗机械、炊事机械及热饮(开水)加工机械
2	小食品加工机械	XS	干、鲜果品加工机械及膨化和以米、面为原料的糖、油制品加工和包装机械
3	糕点加工机械	GD	糕点(饼干)成型加工机械及包馅、油炸、热制等加工机械和包装机械
4	乳制品加工机械	RZ	乳品、乳制品加工机械
5	糖果加工机械	TC	糖果制品成型加工机械和设备及熬糖、包糖等机械
6	豆制品加工机械	DZ	豆类、淀粉类加工机械及其除杂、清洗、破碎等机械
7	冷冻饮品加工机械	LY	小型汽水饮料加工设备及其冷冻食品等加工机械
8	屠宰加工机械	TZ	畜禽屠宰及分割、副产品的处理,综合利用肉类制品等加工和包装机械
9	酿造加工机械	NZ	酱加工、醋加工、灌装、灭菌等设备及其酱菜、腐乳、调味品加工机械等
10	其他食品加工机械	QS	

资料来源:摘自参考文献[3]。

(二) 食品机械与设备选型

1. 设备选型基本原则

(1) 技术先进 设备性能先进。有较高的技术含量,有利于促进技术进步和提高竞争力,具有产业化基础,能形成新的经济增长点,符合可持续发展的思想。

(2) 适用性强 适应市场变化。适应当地自然、经济、社会条件的变化,同一生产线希望能进行多层次深加工,有能力进行生产调节。

(3) 可靠性高 设备成熟度高。采用已充分验证并经过使用的设备,未经生产实践或有遗留技术难题的新设备不能盲目采用;生产稳定性高,不得对人员造成危险,不应向工作场所和大气排放超过国家标准规定的有害物质,不应产生超过国家标准规定的噪声、振动、辐射和其他污染。

2. 食品设备选型的具体性原则

(1) 与生产能力相匹配的原则 在确定加工设备型号之前,首先要确定食品企业的生产环境,进而确定出产量,从而为设备的加工能力、规格等参数的选择提供确切的依据,同时为了达到设备选型的科学化,也需要考虑到加工设备的动力消耗参数、维修性能、稳定性能等相关因素,设备选型应具有一定的储备系数。

(2) 保证产品生产线上加工设备的相互配套 在设备选型过程中,不仅要考虑到单机生产作业,同时要以整个产品生产线作为主要的参考,要充分考虑到各工艺流程设备的配套关系,保证各设备生产能力之间的平衡关系,进而能够保证产品加工生产环节的稳定协调,注重加工设备的先进性、经济性。

(3) 设备的先进性、经济性原则 设备选型时,应综合考虑其性能价格比,才能获得较理想的成套设备。并且在符合投资条件的前提下,尽可能选择精度高、性能优良的现代化技术装备。

(4) 工作可靠性原则 生产过程中,任何一台设备的故障将或多或少地影响整个企业生产,降低生产效率,影响生产秩序和产品质量,因此,选择设备时应尽量选择系列化、标准化的成熟设备,并考虑到其性能的稳定性和维修的简便性。

(5) 利于产品改型及扩大生产规模的原则 注意选用通用性好、一机多用的设备,便于在人们消费、饮食习惯发生变化时对产品进行改型。

四、食品机械与设备的发展趋势与策略

中国食品和包装机械工业协会和中国食品科学技术学会食品机械分会制定的中国食品和包装机械工业“十三五”发展规划中指出:按照行业“十三五”规划的发展战略和目标,坚持稳定规模、调整结构、提升水平、保障食品安全的发展思路,把技术创新、智能化、信息化、绿色安全、高效节能及重要成套装备作为“十三五”食品和包装机械行业的发展重点。“十三五”期间,我国食品和包装机械行业将以“中国制造2025”发展纲要为指导,全面推进智能制造、绿色制造和优质制造,努力实现“中国制造向中国创造转变、中国速度向中国质量转变、中国产品向中国品牌转变”。

1. 加强食品机械行业整体协调和统一管理

加强食品机械行业整体协调和统一管理是当务之急。强化政府部门、行业协会、食品机械企业之间统筹、协调和政策扶持作用,改变各个部门齐抓共管的多头管理方式,组织制定行业发展整体战略规划,明确行业发展的指导思想和相应措施。

2. 加大科技投入增强自主创新能力

食品机械行业应致力于提高自主创新能力,着力建设创新体制机制,整合科技资源,加大科技投入,努力提升科技实力和水平。重点开发、设计、制造数字化加工工艺,利用先进的科技检测手段从源头上提高食品机械的质量,让我国食品机械的设计制造技术上升到一个新的台阶。

3. 继续提升食品机械标准化水平

在新的历史条件下,食品机械标准化工作肩负着规范食品机械设计、制造、使用、管理等艰巨任务,为食品工业、食品机械制造业提供技术支撑。食品机械标准化水平,已成为我国食品机械行业核心竞争力的基本要素。“十二五”期间,已经制定了一批市场急需、关键领域标准缺失以及推进产业结构调整和优化升级的食品机械产品标准,填补了食品机械重要领域产品标准的空白,为成套、成体系制定食品机械行业标准提供了指导,不过食品机械标准化现状不容乐观,还存在标准化工作总体上还不够深入、标准化程度低、标准技术水平低、标准类型不配套等问题,困扰着食品机械标准化的发展。

4. 食品机械智能化、自动化

全新的具有智能化、自动化功能的食品机械机型将逐步替代传统自动化机械成为未来的主流。这是食品机械企业获得可持续发展的有效途径,也是其进行技术改革的终极目标。为确保高水平的生产力,自动检验系统和高效率的自动化系统是必不可少的。今后工业机器人、智能控制,图像传感技术和新材料等在食品和包装机械中将会得到越来越广泛的应用,食品机械行业

竞争日趋激烈,食品机械正朝着高速、多功能化及控制智能化的方向发展。面对严峻的形势,我国食品机械行业必须提高产品的技术含量,走专业化发展的道路。面对未来的发展,智能化自动化是食品机械行业发展的必然趋势。

5. 食品机械新技术的应用

近年来新技术在食品机械行业起着越来越重要的作用,不仅可以弥补生产线上的缺陷,同时新技术的运用也符合我国当前绿色生产的社会标准,提升了经济效益。新技术在食品机械行业的广泛应用引发了食品机械技术的又一次革命,带动了食品机械行业的发展。当前食品机械中推广应用的新技术主要有纳米技术、智能技术、膜分离技术、冷杀菌技术、挤压膨化技术等,其中纳米技术与智能技术在烘焙食品机械方面具有比较大的优势。纳米陶瓷有很好的耐磨性及韧性,能够用在制造刀具以及包装食品机械的轴承及密封环上,提高其耐蚀性和耐磨性;冷杀菌技术,即物理杀菌技术,是当前一种新型技术。此种杀菌技术采用短时高电压脉冲杀灭黏性和液体食品中的微生物,在可泵送或液态食品杀菌中应用较为频繁。此种技术几乎不受外界环境影响,杀菌条件易于掌控。因在冷杀菌过程中食品的温度升高幅度不会很大,故此有助于保持食品功能成分的生理活性,即食品的色香味以及营养成分。我国的食品机械技术发展还要向原料高利用率化、机械与设备节能化、食品安全化、高新技术实用化、机械与设备通用化等趋势发展。

五、食品机械与设备的学习任务

食品机械工程是一门实践性、应用性强的专业基础课,按照食品输送、清理和分选、粉碎、分离、混合、浓缩、干燥、热交换、包装等单元操作的机械与设备进行详尽介绍。主要讲授相应机械与设备工作原理、构造、性能特点、安装与维护以及应用范围。另外,在现代化食品加工生产中,常常是许多不同的机械与设备连接成食品加工生产线,来完成食品加工过程的。因此,增加了相关知识的介绍。通过实验加深对课程的理解。

通过本课程的理论课讲授,使学生能充分了解和掌握各类食品机械与设备的结构、原理、功能、特点和应用;通过与相应章节对应的实践、实验课,培养学生良好的实践能力。希望通过这门课程的学习,使学生具有一定的食品类机械与设备知识,以及相应食品生产线的选配能力;一定的针对机械与设备的安装、使用、维护能力;一定的食品机械与设备的改造、研发、设计能力,为学生以后相关知识和课程进一步的学习奠定基础。

思考题

1. 简述我国食品机械的发展历程?
2. 简述食品机械与设备的分类?
3. 简述食品机械与设备选型的原则?
4. 论述食品机械与设备的发展趋势与策略?

食品输送机械与设备

食品工厂中,为了对物料进行加工操作,需要将物料从一个工作地点输送到另一个工作地点,如食品原料、辅料从原料库到车间的输送,成品或半成品从车间到成品库的输送等;在单机设备中,利用输送过程实现对物料的工艺操作,如连续干燥设备和连续杀菌设备等;为了实现自动化流水线生产,按生产工艺的要求单机间的有机衔接等。因此,食品输送机械与设备是食品生产中必不可少的一类设备。

根据物料状态可分为固体物料输送机械和液体食品输送机械;根据传送连续性可分为连续式和间歇式;根据传送运动方式可分为直线式和回转式等。

第一节 固体物料输送机械

目前,食品生产中应用最广泛的固体物料输送机械有带式输送机、斗式提升机、螺旋输送机、刮板输送机、气力输送装置、流送槽等。

一、带式输送机

(一) 工作原理及主要结构

带式输送机是食品工厂中使用最广泛的一种固体物料连续输送机械。它的工作原理是:一条闭合环形的挠性输送带作牵引及承载构件,将其绕过并张紧于前、后两个滚筒上,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,在输送带与物料间的摩擦力作用下,物料随输送带一起运行,从一端被输送到另一端,从而达到输送物料的目的。

带式输送机的结构如图 2-1 所示,主要由环形输送带、驱动滚筒、张紧滚筒、张紧装置、托辊、机架等组成。

1. 输送带

输送带既是牵引构件,又是承载构件。它是带式输送机中成本最高(约占输送机成本的 40%)、最易磨损的部件。要求强度高、延伸率小、挠性好、重量轻、吸水性小、耐磨、耐腐

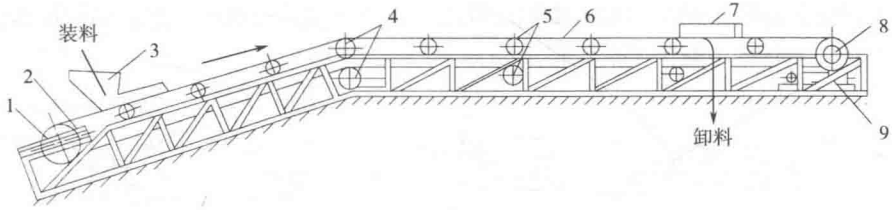


图 2-1 带式输送机结构图

1—张紧滚筒 2—张紧装置 3—装料斗 4—改向滚筒 5—托辊
6—环形输送带 7—卸料装置 8—驱动滚筒 9—驱动装置

资料来源：摘自参考文献 [16]。

蚀，必要时还必须满足食品卫生要求。常用的输送带有橡胶带、纤维编织带、钢带、钢丝网带、链板带和塑料带等。

(1) 橡胶带 橡胶带是由若干层棉织品、麻织品或人造纤维的衬布材料为带芯的，层与层之间用橡胶加胶合成，在其外表面覆盖橡胶保护层。橡胶带中间的衬布为受力层，可使输送带具有一定的机械强度，用于传递动力。橡胶保护层保护衬布及其胶合处的橡胶层不受损伤，并能防止潮湿及外部介质的侵蚀。工作面的橡胶保护层厚度为 3~6mm，非工作面厚度为 1~3mm。

食品工业中，橡胶带用于散装原辅料和包装物的装卸和输送，也可用作拣选台、预处理台的输送带。

(2) 纤维编织带 常用的是帆布带。帆布带抗拉强度大，主要特点是柔性好，能经受多次反复折叠而不疲劳。在焙烤食品生产中，主要用于食品成型前的面片和坯料的输送。

(3) 塑料带 食品工业中，常采用的塑料材料主要有聚丙烯、聚乙烯和乙缩醛等。塑料带分为多层式和整芯式两种，多层式塑料带和普通橡胶带形似，整芯式塑料带制造工艺简单，生产效率高，成本低，强度高，但挠性较差。塑料带具有耐磨、耐腐蚀、耐酸碱、耐油和适用温度范围大等优点，已被广泛应用。

(4) 钢带 钢带机械强度大，不易伸长，不易损伤，耐高温，常用于烘烤设备中，最典型的应用是连续式烤炉中的输送装置。另外，食品生坯可直接放置在钢带上，可节省烤盘，简化操作。因钢带较薄，在炉内吸热量较小，可节约能源、便于清洗。

(5) 钢丝网带 钢丝网带强度高，耐高温。因具有网孔，且网孔大小可根据需要选择，常用于边输送边固液分离的场合。如，油炸食品炉中的物料输送、果蔬清洗设备、烘烤设备等。

(6) 链板带 又称链板式输送带。牵引件为板式关节链，承载件为托板下固定的导板，链板在导板上滑行运动。板式带结构紧凑，承载能力大，效率高，能在高温、潮湿等条件差的场合下工作。但是，链板自重较大，制造成本较高，对安装精度要求较高，链板之间的铰链关节需仔细保养并及时调整、润滑。常用于装料前后包装容器的输送，如玻璃瓶、金属罐等。

2. 托辊

托辊在带式输送机中对输送带及其上面的物料起承托和引导作用，保证输送带平稳运行。托辊分为上托辊（承载段托辊）和下托辊（空载段托辊）。上托辊有平形和槽形两种，如图

2-2所示。平形托辊支撑的输送带表面平直，物料输送量少，适用于输送成件物品，并且便于在输送带中间位置卸料。槽形托辊由多辊组合支撑，使输送带呈槽形，物料输送量大，适用于输送散状物料。下托辊一般为平形托辊。

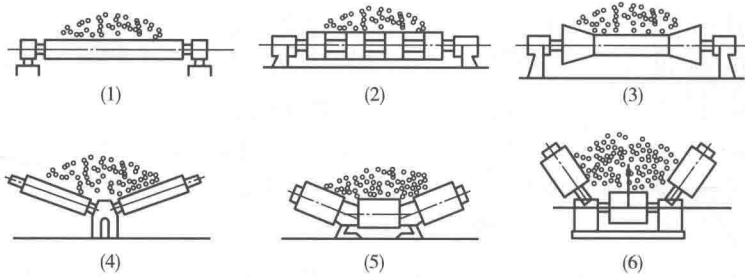


图 2-2 上托辊形式

- (1) 平直单辊式 (2) 平直多节单辊式 (3) 单辊槽式
(4) 双辊“V”式 (5) 三辊槽式 (6) 三辊“V”式

资料来源：摘自参考文献 [77]。

3. 驱动装置

驱动装置一般由一个或若干个驱动滚筒、减速器、联轴器组成。驱动滚筒是传递动力的主要部件，输送带与驱动滚筒紧密接触，在摩擦力作用下，带动输送带运动。驱动滚筒分为主动滚筒和从动滚筒，卸料端通常为主动滚筒，该滚筒的作用是为输送带运动提供动力；另一端为从动滚筒，它的作用是拉紧和转向输送带。对于橡胶带、纤维编织带、塑料带和钢带，驱动滚筒一般为直径较大、表面平滑的空心滚筒，长度略大于输送带宽度，外形呈鼓形结构，用于自动纠正输送带的跑偏；为了增加滚筒与输送带间的摩擦力，可在滚筒表面包上橡胶、木材或皮革。对于板式带和钢丝网带，驱动滚筒为一对表面有齿的链轮。

4. 张紧装置

由于输送带具有一定的延伸率，在拉力作用下，输送带长度会增大，这导致输送带与驱动滚筒间不能紧密接触而打滑，使输送带无法正常运转。张紧装置的作用就是保证输送带具有足够的张力，使输送带与驱动滚筒紧密接触以保证带式输送机的正常运行。常用的张紧装置有重锤式、螺旋式和压力弹簧式，如图 2-3 所示。

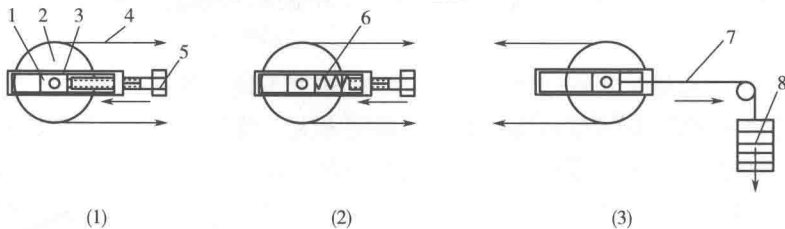


图 2-3 张紧装置示意图

- (1) 螺杆式 (2) 弹簧压紧式 (3) 重锤式

1—滑块 2—张紧滚筒 3—滑道 4—传递带 5—螺栓 6—压力弹簧 7—牵引绳 8—配重压砣

资料来源：摘自参考文献 [77]。

5. 机架

机架常用槽钢、角钢和钢板焊接而成，可移式带式输送机的机架上安装有滚轮以使其移动。

6. 装料和卸料装置

装料装置又称喂料器，它的作用是保证均匀地供给输送机一定量的物料，使物料在输送带上均匀分布。对于散状物料，常用的装料装置有漏斗式加料器和螺旋式加料器。漏斗式加料器结构简单，漏斗后壁为一倾斜面，方便物料落至输送带上，漏斗出口不超过输送带宽的70%；螺旋式加料器加料准确均匀，但结构较复杂。

卸料分为尾部卸料和中间卸料两种方式，如图2-4所示。尾部卸料是物料在输送带末端由于重力作用而自动卸料的，不需要卸料装置；中间卸料是将一挡板置于输送带需要卸料的位置，移动的物料在挡板作用下，向输送带一侧或两侧卸料的。挡板与输送带纵向中心线的倾斜角度为 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 。

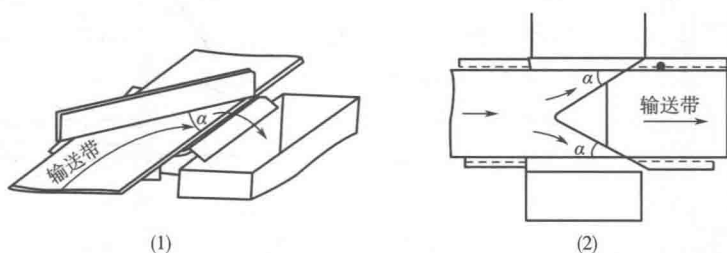


图2-4 卸料方式

(1) 单侧卸料 (2) 双侧卸料

资料来源：摘自参考文献 [16]。

(二) 主要特点

优点：工作速度范围广（ $0.02\sim 4\text{m/s}$ ），输送距离长，输送量大，不损伤被输送物料，能耗低；适应性强，能输送多种物料，可在任何位置装料、卸料；结构简单，操作容易，安全可靠，维修方便，无噪声。

缺点：不能实现密闭输送，输送轻质粉状物料易飞扬，输送倾斜角度不能太大，改变输送方向需多台输送机联合使用。

(三) 应用

带式输送机是食品工厂中使用最广泛的一种固体物料连续输送机械。适用于块状、粉状、颗粒状物料以及成件物品的水平方向或倾斜角度不大（ $<25^{\circ}$ ）场合的输送；也可用于选择检查、清洗或预处理、装填、成品包装入库等工段的操作台；还可用于其他加工机械与设备及料仓的加料、卸料设备。

二、斗式提升机

(一) 工作原理及主要结构

斗式提升机工作原理是：在带或链等挠性牵引构件上，均匀地安装着若干料斗，牵引件环绕并张紧于头轮和底轮之间，传动机构将动力传递给牵引构件，使料斗运动。物料由提升机底

部进入料斗，并被料斗提升向上移动，在提升机顶部被卸出机外，从而达到将低处物料输送至高处的目的。

斗式提升机的结构如图 2-5 所示，主要由料斗、牵引构件、加料及卸料装置、张紧装置、驱动装置等组成。整个装置封闭在金属外壳内，一般传动滚筒和驱动装置设置在提升机的顶部。

1. 料斗

料斗是斗式提升机的盛料构件，根据输送物料的性质和斗式提升机的结构特点，料斗可分为圆柱形底的深斗、浅斗和尖角形斗三种形式，如图 2-6 所示。

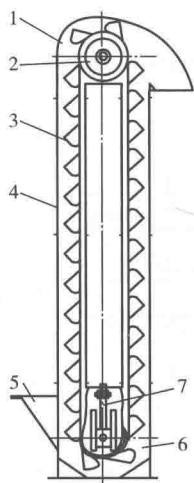


图 2-5 斗式提升机结构图

1—机头 2—头轮 3—料斗 4—机筒
5—进料斗 6—底座 7—张紧螺杆

资料来源：摘自参考文献 [16]。

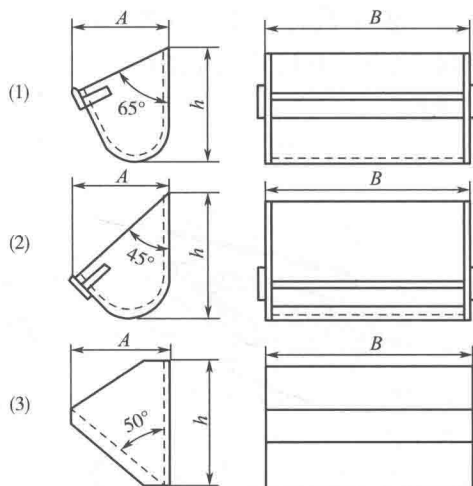


图 2-6 料斗形式

(1) 深斗 (2) 浅斗 (3) 尖角形斗

资料来源：摘自参考文献 [77]。

深斗斗口呈 65° 倾斜角，深度较大，装料多，但不利于排料。适用于干燥、流动性好、容易散落的粒状物料的输送；浅斗斗口呈 45° 倾斜角，深度小，斗口宽，利于排料。适用于潮湿、流动性差的粉末或粒状物料的输送；尖角形斗与上述两种斗不同之处在于斗的侧壁延伸到底板外，成为挡边。卸料时，物料可沿一个斗的挡边和底板所形成的槽卸料。适用于黏稠性大和沉重的块状物料物料的输送。

如图 2-7 所示，深斗和浅斗在牵引构件上按一定间距排列，斗距一般为斗深的 2~3 倍；尖角形斗间一般没有间隔。

2. 牵引构件

斗式提升机牵引构件有传动带和链条两种。传动带与带式输送机的相同，常用的有纱带和帆布橡胶传动带，主要用于中小生产能力的工厂及中等提升高度，适用于体积和相对密度小

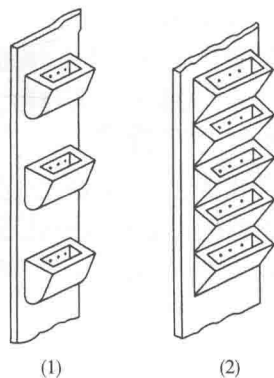


图 2-7 料斗布置形式

(1) 间隔排列 (2) 紧密排列

资料来源：摘自参考文献 [77]。