



高职高专教育“十二五”规划建设教材

食品加工机械与设备

Shi Pin

Jia Gong Ji Xie Yu She Bei

席会平 田晓玲 主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

高职高专教育“十二五”规划建设教材

食品加工机械与设备

席会平 田晓玲 主编

中国农业大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书紧密结合我国食品工业发展实际,详细介绍食品加工厂常用机械与设备的基本工作原理、基本结构、性能特点以及操作注意事项等。

本书主要介绍食品加工常用机械与设备,按照食品生产工艺实际需要先后顺序编排各章节,比较全面地包括了食品加工中常用的机械设备。全书共分10章,分别介绍物料输送机械与设备,清洗、分级分选机械与设备,切分、分离机械与设备,粉碎、均质及混合机械与设备,杀菌机械与设备,食品浓缩、干燥机械与设备,食品热加工机械与设备,食品冷加工机械与设备,食品成型加工设备和食品包装机械与设备。

图书在版编目(CIP)数据

食品加工机械与设备/席会平,田晓玲主编.—北京:中国农业大学出版社,2010.12

ISBN 978-7-5655-0056-5

I. ①食… II. ①席…②田… III. ①食品加工设备 IV. ①TS203

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 141108 号

书 名 食品加工机械与设备

作 者 席会平 田晓玲 主编

策划编辑 姚慧敏 伍 斌

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

电 话 发行部 010-62731190,2620

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

版 次 2010年12月第1版 2010年12月第1次印刷

规 格 787×980 开本 22.75 印张 418 千字

定 价 32.00 元

责任编辑 洪重光

责任校对 陈 莹 王晓凤

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail: cbszs@cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

前言

本书是根据高职高专食品专业人才培养目标和基本要求编写的。

本书编写体系上是具有近似功能或作用的食物机械设备纳入一章,按照食物生产工艺实际需要先后顺序编排各章节,比较全面地包括食品加工中常用的机械设备。

本书在编写内容上除以往教材中食物机械与设备基本知识和各种食物设备的工作原理及特点各论外,还在每章内容前增加知识目标和技能目标,让学生在学习每章内容前明确自己学习的目的和意义,加强食物机械与设备操作要点的比重,淡化工作原理及参数计算的比重,构建一种高职高专食物机械与设备课程的新体系,突出“实用、够用”原则。此外,每一章增加一到两个和本章内容有关的实验实训内容,通过实验实训突出所学理论知识的实用性,做到“讲练结合”,激发学生的学习兴趣。

本书涉及面广,内容丰富,实际具体,图文并茂,并适当反映国内外该领域内的先进技术状况,具有实用性强、针对性强等特点。

本书由席会平、田晓玲任主编,袁仲、袁玉超任副主编,第一章由袁玉超编写,第二章由李书华、席会平编写,第三章由田晓玲编写,第四章由孟宇竹、席会平、余瑞婷编写,第五章由刘玉兵、袁仲编写,第六章由田辉、史新慧编写,第七章由徐良编写,第八章由胡晓波编写,第九章由高博、路红波、余瑞婷编写,第十章由路红波、刘玉兵编写。全书由席会平、李书华统稿。在编写过程中得到了相关院校领导的大力帮助和支持,作者在此一并表示衷心的感谢。

本书除了对常见食品加工机械与设备的基本原理和主要结构进行介绍外,还对不同设备的生产能力及参数进行了介绍,具有较强的实用性及可操作性。该书不仅适合作为高职高专院校的教材,而且也适合中等职业技术学校以及企事业单位

位技术人员参考使用。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2010 年 6 月

目录

第一章 物料输送机械与设备	1
第一节 固体物料输送机械与设备.....	1
第二节 流体物料输送机械与设备	13
复习思考题	26
实验实训 离心泵的拆装和使用	27
第二章 清洗、分级分选机械与设备	31
第一节 果蔬原料清洗机械	31
第二节 瓶罐清洗机械	35
第三节 筛分机械	47
第四节 形状分级机械	57
第五节 其他分选机械	62
复习思考题	67
实验实训 全自动洗瓶机的观察和维护	68
第三章 切分、分离机械与设备	70
第一节 去皮切分机械与设备	70
第二节 离心分离机械与设备	77
第三节 过滤机械与设备	83
第四节 膜分离设备	88
第五节 萃取设备	92
复习思考题	97
实验实训 绞肉机的观察和使用维护	97
第四章 粉碎、均质及混合机械与设备	99
第一节 粉碎机械	99

第二节 均质机械	110
第三节 混合机械与设备	122
第四节 调和机械	132
复习思考题	137
实验实训一 均质机械的使用维护	137
实验实训二 调和机械的使用维护	139
第五章 杀菌机械与设备	141
第一节 概述	141
第二节 直接加热超高温短时杀菌设备	142
第三节 间接式超高温杀菌设备	146
第四节 罐装食品杀菌设备	150
第五节 其他新型杀菌设备	158
复习思考题	164
实验实训 杀菌锅的观察和使用维护	164
第六章 食品浓缩、干燥机械与设备	166
第一节 概述	166
第二节 食品浓缩机械与设备	168
第三节 食品干燥设备	188
复习思考题	215
实验实训 小型喷雾干燥设备的观察和使用维护	215
第七章 食品热加工机械与设备	218
第一节 焙烤设备	218
第二节 预煮设备	228
第三节 油炸设备	235
复习思考题	245
实验实训 焙烤设备的使用、调整与维护	246
第八章 食品冷加工机械与设备	249
第一节 制冷原理与设备	249
第二节 食品冷却方法与装置	261
第三节 食品冻结装置	264
第四节 食品解冻装置	274
复习思考题	277
实验实训 参观冷食、冷饮加工企业	278

第九章 食品成型加工设备	279
第一节 压延机.....	279
第二节 饼干成型机械.....	284
第三节 搓圆机.....	291
第四节 包馅机.....	297
第五节 软料糕点成型机.....	307
复习思考题.....	312
实验实训 饼干成型机械观察.....	312
第十章 食品包装机械与设备	314
第一节 装料机械.....	314
第二节 包装机械.....	329
复习思考题.....	352
实验实训 袋成型—充填—封口包装机械观察、使用与维护	352
参考文献	354

第一章 物料输送机械与设备

知 识 目 标

- 了解各种形态物料的输送特点；
- 掌握输送机械的基本结构及其工作原理；
- 掌握输送机械的基本性能特点；
- 掌握输送机械的使用要点。

技 能 目 标

- 能够正确选用不同的输送机械；
- 会对输送机械的生产能力技术参数进行正确计算；
- 熟练使用和操作各种输送机械。

在食品生产过程中,从原料进厂到成品出厂,以及生产单元各工序间,均有大量的物料需要输送,常采用各种输送机械来完成物料的输送任务。所以,合理地选择和使用输送机械,对生产的连续性,提高生产率和产品质量,减轻工人劳动强度等都有着重要意义。尤其是采用先进的技术设备和实现单机自动化后,更需要将单机之间有机地衔接起来,组成自动流水线,特别是大工业规模化生产情况下,输送机械与设备就更必不可少。

在食品加工过程中所要输送的物料种类繁多,而且各物料的性质差异很大,所以,输送机械的选用要根据物料来确定。一般按其工作原理,输送机械可分为连续式输送机械和间歇式输送机械两大类,按所输送物料的状态可分为固体物料输送设备和流体物料输送设备。

第一节 固体物料输送机械与设备

食品工厂中,固体物料可能以个体(如箱、袋、瓶、罐)或群体(如粉、粒)形式进

行输送。在输送过程中应能够保持自身稳定的形状,在一定的压力下可不致造成破损,但过大的压力可能会对物料造成损害。目前输送固体物料时,可选用各种形式的带式输送机、斗式提升机、螺旋输送机、振动输送机或气力输送装置等输送机械与设备等。

一、带式输送机

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。它常用于在水平方向或倾斜度不大($<25^\circ$)的方向上对物料进行传送,也可兼作选择检查、清洗或预处理、装填、成品包装入库等工段的操作台。适合于输送密度为 $0.5 \times 10^3 \sim 2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的块状、颗粒状、粉状物料,也可输送成件物品。

带式输送机具有工作速度范围广(输送速度为 $0.02 \sim 4.00 \text{ m/s}$)、输送距离长、运输量大、生产效率高、输送中不损伤物料、所需动力不大、工作连续平稳、结构简单可靠、使用方便、维护检修容易、无噪声、能够在全机身中任何地方进行装料和卸料等特点。主要缺点是倾斜角度不宜太大,不密闭轻质粉状物料在输送过程中易飞扬等。

带式输送机的带速视其用途和工艺要求而定,用作输送时一般取 $0.8 \sim 2.5 \text{ m/s}$,用作检查性运送时取 $0.05 \sim 0.1 \text{ m/s}$ 。在特殊情况时按特定要求选用,如在饼干烘炉中使用的输送带,其带速应根据饼干的品种、厚薄及炉长等情况具体决定。通常饼干烘炉的输送带都配有无级变速传动装置,以适应不同饼干所需的不同输送速度。

(一)工作原理和结构

带式输送机是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、后两滚筒上,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。

带式输送机的结构如图 1-1-1 所示,主要组成部件有张紧滚筒、张紧装置、装料漏斗、改向滚筒、支撑托辊、封闭环形带、卸载装置、驱动滚筒及驱动装置。

1. 输送带

作为具有牵引和承载功能的构件,输送带应具有强度高、挠性好、质量轻、延伸率小、吸水性小、耐磨性好的特点。食品工业常用的输送带由橡胶带、纤维编织带、网状钢丝带及塑料带。其中,橡胶带为纤维织品与橡胶构成的复合结构,上下两面为橡胶层,耐磨损,具有良好的摩擦性能,并可防止介质的侵蚀。其工作表面有平面和花纹两种,后者适宜于内摩擦力较小的光滑颗粒物料的输送。食品工业中还

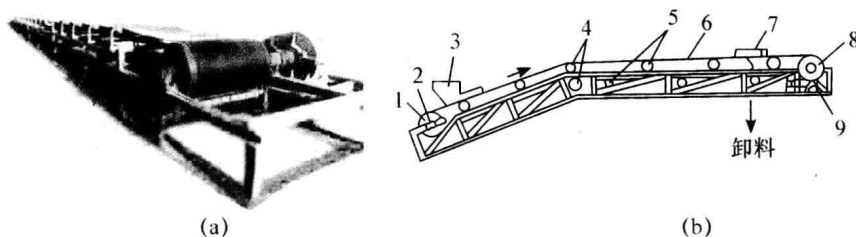


图 1-1-1 带式输送机

(a)外形图 (b)结构图

1. 张紧滚筒 2. 张紧装置 3. 装料漏斗 4. 改向滚筒 5. 支撑托辊
6. 封闭环带 7. 卸载装置 8. 驱动滚筒 9. 驱动装置

常采用不锈钢丝网带,其强度高、耐高温、耐腐蚀,适用于边输送边清洗、沥水、炸制、通风冻结、干燥的场合。塑料带耐磨、耐酸碱、耐油、耐腐蚀,适用温度变化范围大,一般有单层和多层结构,其中多层结构塑料带与普通型橡胶带相似。

2. 驱动装置

包括电动机、减速器、驱动滚筒,在倾斜式输送机上还设有制动装置。驱动滚筒是传递动力的主要部件,一般为空心结构,其长度略大于带宽。驱动滚筒呈鼓形结构,即中部直径稍大,用于自动纠正输送带的跑偏。

3. 托辊

用于承托输送带及其上面的物料,避免作业时输送带产生过大的挠曲变形。托辊分为上托辊(载运托辊)和下托辊(空载托辊)两种。上托辊又有单辊式和多辊组合式、平直托辊和槽形托辊之分,如图 1-1-2 所示。平面单辊式支撑的输送带表面平直,物料运送量较少,适合运输成件物品,便于在运输带中间部位卸料。多辊组合式支撑使输送带弯曲呈槽形,运输量大、生产率高,适合运送颗粒状物料,但输送带易磨损。对于较长的胶带输送机,为有效防止胶带跑偏,每隔 5~6 组托辊须安装一个两边有挡板的调整托辊,这种托辊能在横向摆动,如图 1-1-3 所示。定型

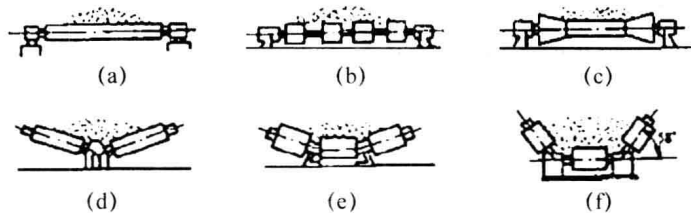


图 1-1-2 上托辊的形式

- (a)平直单辊式 (b)平直多节单辊式 (c)单辊槽式 (d)双辊“V”式
(e)三辊槽式 (f)三辊“V”式

的托辊总长度应比带宽大 100~200 mm, 直径采用 $\phi 89$ mm、 $\phi 108$ mm、 $\phi 159$ mm 几种。下托辊只起承托运输带作用, 多为平面单辊。

托辊的间距和直径, 与带的种类、带宽及被输送物料的性质和质量等有关。一般上托辊间距可取 250 mm 或 500 mm, 下托辊间距可取为上托辊间距的 2 倍。物料重时, 间距应小, 当物料为大于 20 kg 的成件物品时, 间距应小于物品在输送方向上长度的一半, 以保证物品同时有两个以上的托辊支承。物料比较轻时, 间距可取 1~2 m。

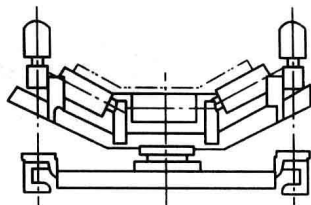


图 1-1-3 调整托辊

4. 张紧装置

在带式输送机中, 由于输送带具有一定的延伸率, 在拉力作用下, 本身长度会增大。这个增加的长度需要得到补偿, 否则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。张紧装置的作用是保证输送带具有足够的张力, 以便使输送带和驱动滚筒间产生必要的摩擦力以保证输送机正常运转。常用的张紧装置有拉力螺杆式、压力螺杆式、重锤式、螺旋式、弹簧和调节螺钉式等, 如图 1-1-4 所示。对于输送距离较短的输送机, 张紧装置可直接装在输送带从动滚筒的支承轴上, 而对于较长的输送机则需设专用的张紧辊。

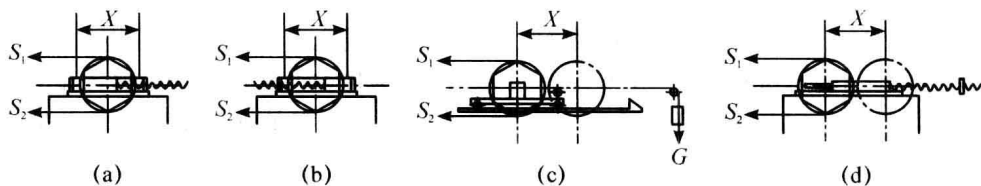


图 1-1-4 张紧装置形式

(a) 拉力螺杆式 (b) 压力螺杆式 (c) 重锤式 (d) 弹簧和调节螺钉式

(二) 操作要点及注意事项

带式输送机在操作时应遵循“空载启动、空载停车”的原则, 即在输送带上无物料的情况下启动, 待输送机运行正常后再进料, 输送机停机前必须先停止进料且将输送带上的物料全部卸净。除此之外还应注意以下问题:

(1) 开机前的检查 开机前应检查输送带的松紧程度, 以免出现输送带下垂、打滑空转或拉断等现象。可通过张紧装置调节输送机的松紧。

(2) 工作中的检查 工作时, 应经常检查托辊的工作情况。如托辊有不转动的情况, 将导致运行阻力增大、输送带严重磨损。

(3) 进料中的注意事项 进料时必须保持均匀进料,且应尽可能使物料进至输送带的中间位置,否则会造成超载、输送量减小或偏载现象。

(4) 输送机的联合作业 当多台输送机联合工作时,开机应从卸料端开始启动,停机时应先停止进料,对进料端输送机先进行关机,然后逐一停机。

(5) 输送轻质粉状物料 要尽力减少粉尘飞扬,并要注意传动部件的密封。既要防止粉尘侵入转动部位,又要防止润滑油流出而污染物料。

(6) 输送带的保养 应注意输送带的保养,严禁其与汽油、柴油、机油等腐蚀性物质与橡胶带接触,经常检查清除表面黏附物。

(7) 定期润滑转动构件 注意定期对驱动轮、张紧轮等转动构件加注润滑油。

(8) 定期检修输送机 应定期对输送机进行检修,发现问题及时处理,以保证其使用寿命。

(9) 输送机的保管 输送机应注意保管,避免日晒夜露和雨淋,防止腐蚀和生锈。如长期不使用,应放松输送带,入库保存。

二、斗式提升机

在食品连续化生产中,有时需要在不同的高度装运物料,如将物料由一个工序提升到在不同高度上的下一个工序,也就是说需将物料沿垂直方向或接近于垂直方向进行输送,此时常采用斗式提升机。如酿造食品厂输送豆粕和散装粉料,罐头食品厂把蘑菇从料槽升送到预煮机,在番茄、柑橙制品生产线上也常采用。在带或链等挠性牵引件上,均匀地安装着若干料斗用来连续运送物料的运输设备称为斗式提升机。斗式提升机主要用于垂直连续输送散状物料。其优点是结构简单,占地面积小,提升高度大,一般提升高度 12~20 m,最高可达 30~60 m,密封性好,不易产生粉尘等;缺点是料斗和牵引件易磨损,对过载的敏感性大。

(一) 构造和工作原理

斗式提升机主要由牵引件、传动滚筒、张紧装置、料斗、加料及卸料装置和驱动装置等组成。整个装置封闭在金属外壳内,一般传动滚筒和驱动装置放在提升机的上端,如图 1-1-5 所示。

在斗式提升机的挠性牵引件 4、8 上装着一系列料斗 5,在提升机下部的装料口 1(或 2)将物料加入料斗,料斗内的物料随牵引件连续向上移动,在转过传动滚筒 10 的顶端后,料斗翻转,将物料从卸料口 11 卸出。

为适应不同性质物料的输送要求,料斗可制成深斗和浅斗两种。深斗适宜输送干燥、松散及流动性好的物料,浅斗用于输送潮湿及流动性较差的物料。目前国

内通用斗式提升机已有专用料斗，并已系列化。

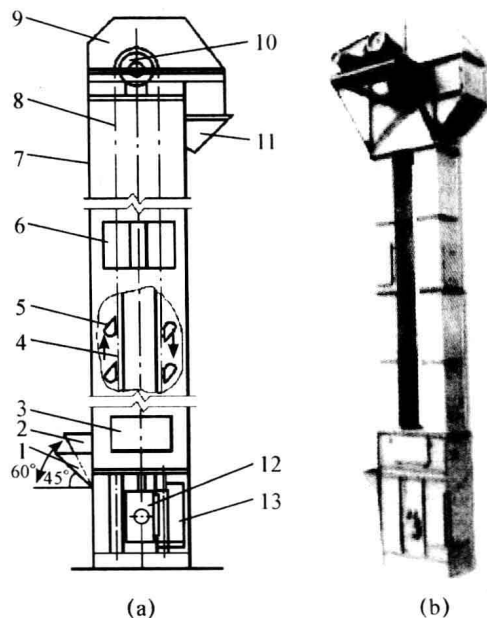


图 1-1-5 斗式提升机

(a)外形图 (b)结构图

1. 低位装料口 2. 高位装料口 3、6、13. 孔口 4、8. 牵引件 5. 料斗
7. 外壳 9. 头罩 10. 传动滚筒 11. 卸料口 12. 张紧装置

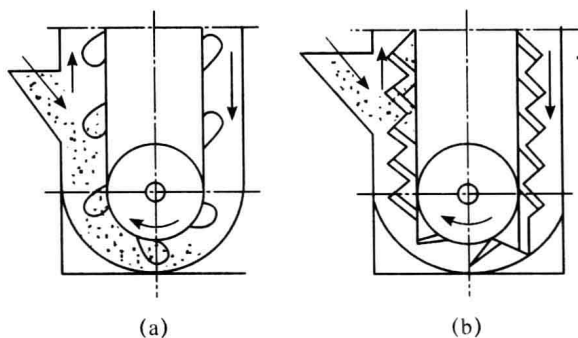


图 1-1-6 斗式提升机的装料方式

(a)掏取法 (b)灌入法

斗式提升机的牵引件有胶带和链条两种。胶带牵引件适合生产能力不大、中等提升高度、磨蚀性小的粉状及小颗粒物料的运输。链式牵引件常用板链及环链，

适合生产能力及提升高度较大、物料温度较高的场合。

(二) 装料与卸料方式

1. 装料

斗式提升机的装料方式有掏取法和灌入法两种,如图 1-1-6 所示。

(1) 掏取法 物料加到提升机底部,被运转着的料斗直接挖取而提升。这种装料方法适合于料块小或磨蚀性小的粉状物料。其运行阻力较小,故料斗的速度较高,为 $0.8 \sim 2 \text{ m/s}$ 。

(2) 灌入法 物料直接由装料口加到运行的料斗中。这种装料法适用于料块较大及磨蚀性较大的物料,料斗是密接布置的,斗速较低,一般低于 1 m/s 。

2. 卸料

斗式提升机的卸料方式有离心式、离心重力式及重力式三种,如图 1-1-7 所示。

离心式卸料是利用离心力将物料从卸料口卸出,物料的提升速度高,通常为 $1 \sim 2 \text{ m/s}$ 。离心卸料要求料斗间的距离要大些,以免砸伤料斗。此种卸料方式适用于粒度较小、流动性好、磨蚀性小的物料。

离心重力式卸料是利用离心力和重力的双重作用卸料,物料的提升速度为 $0.6 \sim 0.8 \text{ m/s}$ 。这种卸料方式适用于流动性不太好的粉状料及潮湿物料。

重力式卸料是依靠物料本身的自重卸料。物料的提升速度较低,通常为 $0.8 \sim 2 \text{ m/s}$,重力卸料时物料是沿前一个料斗的背部落下,所以料斗要紧密相接。这种卸料方式适宜提升块度较大、磨蚀性强及易碎的物料。

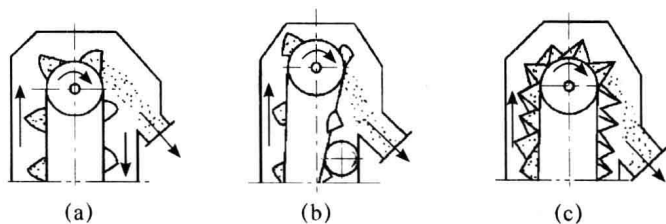


图 1-1-7 斗式提升机的卸料方式

(a) 离心式 (b) 离心重力式 (c) 重力式

(三) 斗式提升机生产能力的计算

斗式提升机的生产能力可按式计算:

$$Q=3\,600\frac{i}{a}v\rho\varphi \quad (1-1-1)$$

式中: Q 为斗式提升机的生产能力, t/h ; i 为料斗容积, m^3 ; a 为相邻两料斗中心距, 一般可取 $a=2.3\sim 3.0h$, 连续布置的料斗取 $a=h$ (h 为料斗的深度), m ; v 为牵引件(带子或链条)的线速度, m/s ; ρ 为物料的堆积密度, t/m^3 ; φ 为料斗的充填系数, 决定于物料种类、性状及充填方法, 可解释为料斗的实际平均装填容积与料斗理论容积的比值。对于粉状、细粒状干燥物料, $\varphi=0.75\sim 0.95$; 对于谷类物料, $\varphi=0.70\sim 0.90$; 对于水果类物料, $\varphi=0.50\sim 0.70$ 。

(四) 斗式提升机的操作维护

(1) 操作时必须遵守“空载启动, 空载停车”的原则。也就是先开机, 待运转正常后再给料; 停车前应将机内的物料排空。

(2) 开车前应作常规检查, 即检查紧固件、安全防护及设备润滑情况等。

(3) 工作时, 进料应均匀, 出料管应通畅, 以免引起堵塞。如发生堵塞, 应立即停止进料并停机, 拉开机座插板, 排除堵塞物(注意此时不能直接将手伸进底座)。

(4) 正常工作时, 料斗带应在机筒中间位置。如发现有跑偏现象或料斗带过松而引起料斗与机筒碰撞摩擦时, 应及时通过张紧装置进行调整。

(5) 严防大块异物进入机座, 以免打坏料斗, 影响提升机正常工作。输送没有经过初步清理的物料时, 进料口应加设铁栅网, 防止稻草、麦秆、绳子等纤维性杂质进入机座引起缠绕堵塞。

(6) 在设备运行时还应注意以下问题:

① 不定期调整机座张紧螺杆、张紧料斗带, 消除料斗带跑偏、擦边现象;

② 观察是否有异常响声, 发现后应及时停车排除;

③ 检查轴承温度, 如超过 40°C , 应停车检查排除。

(7) 如发生突然停机的情况, 应先将机座内积存的物料排出后再开机。

(8) 应定期检查提升机料斗带的张紧程度、料斗与料斗带的连接是否牢固。如发现松动、脱落、料斗歪斜和破损现象, 应及时检修或更换, 以免发生更严重的后果。每年大修应全面检查、紧固或更换零件。

(9) 滚动轴承采用钙基润滑脂润滑。每月加换润滑油一次; 每年大修时拆洗一次, 并更换润滑油。

(10) 如停工半个月以上, 重新开机前应将机座活动门打开, 清除机内存料后再开机。

三、螺旋输送机

螺旋输送机俗称“蛟龙”，是一种不带挠性牵引件的连续输送机械，它利用螺旋的转动将物料向前推移而完成物料的输送，主要适用于各种需密闭输送的松散粉状、粒状、小块状物料，多用于短距离的水平输送，例如对面粉、谷物、水泥、砂、煤粉、小块煤、卵石等物料的输送。在输送过程中，还可对物料进行搅拌、混合、加热和冷却等操作。但不宜输送易变质、易碎、黏性大、易结块及大块的物料。

(一) 结构和工作原理

螺旋输送机主要有料槽、输送螺旋轴和驱动装置组成，机长较长时应加中间吊挂轴承，如图 1-1-8 所示。

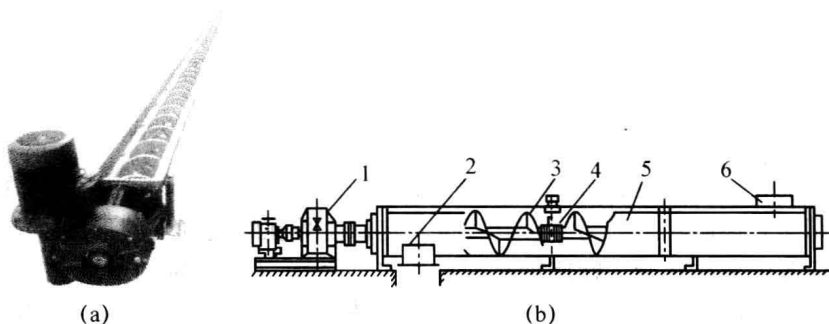


图 1-1-8 螺旋输送机

(a) 外形图 (b) 结构图

1. 驱动装置 2. 出料口 3. 螺旋轴 4. 中间吊挂轴承 5. 壳体 6. 进料口

螺旋输送机是利用旋转的螺旋轴，将物料在固定的机槽内推移而起到输送作用的。物料由于重力和摩擦力作用，在运动中不随螺旋轴一起旋转，而是以滑动形式沿着料槽由加料端向卸料端移动。

输送螺旋上焊有螺旋叶片，螺旋叶片的面型根据输送物料的不同有实体面型、带式面型和叶片面型等几种形式，如图 1-1-9 所示。螺旋有左旋和右旋之分，又有单线、双线和三线之分，一般多为单线右旋。

实体面型的螺旋叶片主要用于输送干燥、黏度小的小颗粒或粉状物料，其螺距为螺旋直径的 0.8 倍；带式面型的螺旋叶片主要用于输送块状或黏度中等的物料，其螺距等于螺旋直径；叶片面型的螺旋叶片主要用于输送韧性或可压缩性的物料，其螺距为螺旋直径的 1.2 倍，该种面型的螺旋叶片在输送物料的过程中还伴随有