

中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材

食品机械与设备

河南省漯河市食品工业学校组织编写

张军合 主编

张青锋 董吉林 副主编



化学工业出版社

中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材

食品机械与设备

河南省漯河市食品工业学校组织编写

张军合 主编

张青锋 董吉林 副主编



化学工业出版社

·北京·

本书是《中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材》中的一个分册。

本书是一部关于食品机械与设备的实用技能型教材,详细介绍了食品加工工程中常用机械设备的基本工作原理、基本结构、性能特点、选型及操作要点,主要包括食品输送机械与设备、食品清理和分选机械与设备、粉碎机械与设备、分离机械与设备、混合和均质机械与设备、食品浓缩设备、干燥机械与设备、食品杀菌机械与设备、食品成型机械与设备、食品包装机械与设备、制冷机械与设备。

本书可作为中等职业学校食品类专业的教材,也可作为食品加工企业技术人员和工人的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

食品机械与设备/张军合主编. —北京:化学工业出版社, 2007.11

中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-01386-6

I. 食… II. 张… III. 食品加工设备-专业学校-教材
IV. TS203

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第164355号

责任编辑:侯玉周

文字编辑:项 激

责任校对:陶燕华

装帧设计:郑小红

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京云浩印刷有限责任公司

装 订:三河市前程装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张19 $\frac{1}{4}$ 字数380千字 2008年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.00元

版权所有 违者必究

《中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材》编委会

顾 问 李元瑞 詹耀勇

主 任 高愿军

副主任 吴 坤 张文正 张中义 赵 良 吴祖兴 张春晖

编 委 高愿军 吴 坤 张文正 张中义 赵 良 吴祖兴

张春晖 刘延奇 申晓琳 孟宏昌 严佩峰 祝美云

刘新有 高 晗 魏新军 张 露 隋继学 张军合

崔惠玲 路建峰 南海娟 司俊玲 赵秋波 樊振江

《食品机械与设备》编写人员

主 编 张军合

副 主 编 张青锋 董吉林

参编人员 赵 亮 李 斌 李素云 李 刚 魏胜涛 冉中阳

李亚兵

序

食品工业是关系国计民生的重要工业，也是一个国家、一个民族经济社会发展水平和人民生活质量的重要标志。经过改革开放 20 多年的快速发展，我国食品工业已成为国民经济的重要产业，在经济社会发展中具有举足轻重的地位和作用。

现代食品工业是建立在对食品原料、半成品、制成品的化学、物理、生物特性深刻认识的基础上，利用现代先进技术和装备进行加工和制造的现代工业。建设和发展现代食品工业，需要一批具有扎实基础理论和创新能力的研发者，更需要一大批具有良好素质和实践技能的从业者。顺应我国经济社会发展的需求，国务院做出了大力发展职业教育的决定，办好职业教育已成为政府和有识之士的共同愿望及责任。

河南省漯河市食品工业学校自 1997 年成立以来，紧紧围绕漯河市建设中国食品名城的战略目标，贴近市场办学、实行定向培养、开展“订单教育”，为区域经济发展培养了一批批实用技能型人才。在多年的办学实践中学校及教师深感一套实用教材的重要性，鉴于此，由学校牵头并组织相关院校一批基础知识厚实、实践能力强的教师编写了这套《中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材》。基于适应产业发展，提升培养技能型人才的能力；工学结合、重在技能培养，提高职业教育服务就业的能力；适应企业需求、服务一线，增强职业教育服务企业的技术提升及技术创新能力的共识，经过编者的辛勤努力，此套教材将付梓出版。该套教材的内容反映了食品工业新技术、新工艺、新设备、新产品，并着力突出实用技能教育的特色，兼具科学性、先进性、适用性、实用性，是一套中职食品类专业的好教材，也是食品类专业广大从业人员及院校师生的良师益友。期望该套教材在推进我国食品类专业教育的事业上发挥积极有益的作用。

食品工程学教授、博士生导师 李元瑞

2007 年 4 月

前 言

随着社会进步和工业化程度的不断提高，食品工业发生了巨大变化，对食品机械提出了更高的要求，食品机械的现代化程度是衡量一个国家食品工业发展水平的重要标志，食品机械工业的技术进步为食品制造业和食品加工业提供了重要保障。

食品工业在产品研发和生产过程中要求有合理的工艺和完善的设备，工艺是设备的前提，设备是工艺的保证，两者相辅相成，相互促进，因此，作为一个食品工业的从业者，学习和掌握食品机械的有关知识是十分必要的。

《食品机械与设备》是食品专业重要的专业课程之一，是一门理论联系实际、应用性较强的课程，该课程在培养食品工业专门人才中发挥着重要作用。本书是中职学校食品类专业的专业教材，取材广泛，覆盖面广，也可作为食品工程技术人员、管理人员的参考用书。

本书由河南科技学院张军合主编，漯河市食品工业学校张青锋、郑州轻工业学院董吉林副主编。第一章由张军合、河南科技学院李斌编写；第二章由李斌编写；第三章、第四章由信阳农业高等专科学校赵亮编写；第五章由张军合、漯河市食品工业学校魏胜涛编写；第六章由张青锋编写；第七章由漯河市食品工业学校李亚兵、冉中阳编写；第八章由张军合、河南科技学院李刚编写；第九章由郑州轻工业学院李素云编写；第十章、第十一章由董吉林编写。本书编写过程中，得到化学工业出版社和漯河市食品工业学校的大力支持，在此深表感谢！

由于编者水平有限，不当之处在所难免，恳请读者提出宝贵意见。

编 者

2007年7月

目 录

03	.....	四
16	.....	五
83	.....	六
18	.....	七
22	.....	八
05	.....	九
27	.....	十
89	.....	十一
00	.....	十二
50	.....	十三
20	.....	十四
50	.....	十五
60	.....	十六
18	.....	十七
78	.....	十八
00	.....	十九
07	.....	二十
07	.....	二十一
07	.....	二十二
17	.....	二十三
87	.....	二十四
67	.....	二十五
77	.....	二十六
88	.....	二十七
88	.....	二十八
18	.....	二十九
78	.....	三十
38	.....	三十一
88	.....	三十二
78	.....	三十三
18	.....	三十四
30	.....	三十五
20	.....	三十六
80	.....	三十七
80	.....	三十八
80	.....	三十九
80	.....	四十
80	.....	四十一
80	.....	四十二
80	.....	四十三
80	.....	四十四
80	.....	四十五
80	.....	四十六
80	.....	四十七
80	.....	四十八
80	.....	四十九
80	.....	五十

	四、轮碾机	50
	五、气流粉碎机	51
	六、振动式粉碎机械	53
	第二节 湿法粉碎机械与设备	54
	一、精磨机	55
	二、搅拌磨	56
	三、自分离磨浆机	58
	四、行星磨和双锥磨	59
	五、冷冻粉碎机械	60
	六、振动式搅拌磨	62
	第三节 果蔬破碎机械与设备	62
	一、打浆机	62
	二、葡萄破碎除梗机	63
	三、果蔬切割机械与设备	64
	四、榨汁机	67
	复习题	69
	第四章 分离机械与设备	70
	第一节 过滤分离机械与设备	70
	一、过滤分离基本知识	70
	二、过滤分离机械与设备	71
	第二节 离心分离机械	76
	一、离心分离基本知识	76
	二、离心分离机械	77
	第三节 旋流分离机械	83
	一、旋液器的基本结构及工作原理	83
	二、全旋流分离系统	83
	三、旋流分离器的特点	84
	四、旋流分离机械的应用	85
	第四节 膜分离设备	85
	一、膜分离基本知识	86
	二、膜分离设备	87
	复习题	91
	第五章 混合和均质机械与设备	92
	第一节 搅拌混合的机理	92
	第二节 搅拌器	93
	一、搅拌器的类型和安装形式	93
	二、搅拌器桨叶与流型	95

171	三、搅拌设备的几何特性	97
871	四、搅拌器的构造	98
180	五、搅拌器的选择	102
881	第三节 混合机	103
881	一、粉料混合机	103
181	二、汽水混合机	108
128	第四节 调和机	109
881	一、调和机理	109
181	二、调和机分类	110
181	三、打蛋机	110
181	第五节 均质机	112
881	一、高压均质机	113
181	二、离心式均质机	116
181	三、超声波均质机	117
181	四、胶体磨均质机	118
881	五、均质机的选型与使用	119
171	复习题	120
881	第六章 食品浓缩设备	121
178	第一节 真空浓缩设备	121
871	一、真空浓缩设备的分类与选择	122
178	二、真空浓缩设备操作流程	123
871	三、单效真空浓缩设备	124
178	四、夹套加热室带搅拌单效浓缩装置	127
171	五、膜式蒸发浓缩设备	128
180	六、片式蒸发器	134
181	七、真空浓缩设备的附属设备	135
181	第二节 冷冻浓缩设备	138
881	一、概述	138
881	二、冷冻浓缩装置系统	139
181	三、常见的冷冻浓缩装置	143
181	复习题	144
881	第七章 干燥机械与设备	145
181	第一节 概述	145
181	一、干燥食品的分类	145
881	二、干燥器的分类	146
181	三、食品工业常用的干燥器及应用	146
881	第二节 通风干燥设备	147

78	一、箱式干燥机	147
80	二、带式干燥机	148
90	三、流化床干燥器	150
90	第三节 喷雾干燥设备	156
90	一、喷雾干燥的特点	156
90	二、料液雾化方法	157
90	三、喷雾干燥室中热风与雾滴的运动形式	158
90	四、离心喷雾干燥设备	159
110	五、压力喷雾干燥设备	161
110	第四节 滚筒干燥设备	164
110	一、滚筒干燥的特点	164
110	二、滚筒干燥流程	165
110	三、滚筒干燥器	165
110	第五节 冷冻干燥机	167
110	一、冷冻干燥的原理和特点	167
110	二、冷冻干燥机	168
110	复习题	171
131	第八章 食品杀菌机械与设备	172
131	第一节 釜式杀菌设备	173
131	一、结构和工作原理	173
131	二、操作流程	173
131	第二节 板式杀菌设备	178
131	一、板式换热器	178
131	二、板式杀菌设备的结构及工作流程	179
131	三、板式杀菌设备的操作	180
131	第三节 管式杀菌设备	181
131	一、结构与工作原理	181
131	二、工作流程	182
131	三、主要部件	183
131	第四节 直接加热杀菌设备	184
131	一、蒸汽喷射杀菌装置	184
131	二、注入式直接加热杀菌装置	186
131	第五节 新型杀菌设备	187
131	一、欧姆杀菌技术与设备	187
131	二、高压杀菌技术与设备	189
131	三、微波杀菌设备	194
131	复习题	196

328	第九章 食品成型机械与设备	197
329	第一节 焙烤成型机械	197
330	一、焙烤设备的主要加热方式和主要元件	197
332	二、焙烤设备的分类	199
333	三、各类焙烤设备简介	201
334	第二节 包馅机械	204
335	一、包馅机	204
336	二、饺子机	208
337	第三节 挤压成型机械	210
338	一、挤压机的分类	210
339	二、单螺杆挤压熟化机	211
340	三、双螺杆挤压机	217
341	第四节 辊压切割成型机械	220
342	一、辊压成型基本原理	220
343	二、辊压成型分类与设备	221
344	三、辊压切割成型设备	224
345	第五节 冲印和辊印成型机械	225
	一、冲印成型机械	225
	二、辊印成型机械	228
	复习题	230
	第十章 食品包装机械与设备	231
	第一节 概述	231
	一、食品包装的含义	231
	二、食品包装的目的	231
	三、食品包装技术方法	232
	四、食品包装机械的分类	232
	第二节 固体包装机械	233
	一、容积计量装置	233
	二、称重计量装置	236
	三、计数计量装置	237
	四、自动制袋装填包装机	238
	第三节 液体包装机械	245
	一、液体食品灌装方法	245
	二、液体灌装机的基本结构	245
	三、典型液体灌装机	251
	第四节 无菌包装机械	255
	一、无菌包装设备配套及生产流程	256

201	二、利乐无菌包装机	257
201	三、纸匹供给式无菌包装机	259
201	四、给袋式康美盒无菌包装机	260
201	五、塑料袋无菌包装机	262
202	复习题	263
202	第十一章 制冷机械与设备	264
202	第一节 制冷原理及制冷系统构成	264
202	一、制冷原理	264
202	二、制冷系统的基本组成	267
202	第二节 制冷系统的主要设备	268
202	一、制冷系统的主要设备	268
202	二、制冷系统的主要辅助设备	276
202	第三节 常用的冷冻装置	280
202	一、速冻的原理与方法	280
202	二、常见速冻设备	281
202	复习题	291
202	参考文献	293

第一章 食品输送机械与设备

在食品工厂生产中,存在着大量物料的输送问题。为了提高劳动生产率和减轻劳动强度,需要采用各式各样输送机械来完成物料的输送任务。输送固体物料时,采用各种类型的输送机,如带式输送机、斗式提升机、螺旋输送机、气力输送装置等来完成物料的输送任务。在采用了先进的技术设备和实现了单机自动化后,也需要输送机械将单机之间有机地衔接起来,组成自动线。

第一节 固体物料输送机械

一、带式输送机

(一) 特点

带式输送机是一种利用连续而具有挠性输送带,可以连续地输送物料的输送机,是食品工厂中最广泛采用的一种连续输送机械。它常用于块状、颗粒状物料及整件物料进行水平方向或倾斜方向的运送。同时还可用作选择、检查、包装、清洗和预处理操作台等。

带式输送机的工作速度范围广(0.02~4.00m/s),输送距离长,生产效率高,所需动力不大,结构简单可靠,使用方便,维护检修容易,无噪声,能够在全机身中的任何地方进行装料和卸料,倾斜度要求较大的场合应采用网纹带。主要缺点是输送轻质粉状物料时易飞扬。

(二) 带式输送机的组成

带式输送机是具有挠性牵引构件的运输机构的一种形式,它主要由封闭的环形输送带、托辊和机架、驱动装置、张紧装置所组成,如图1-1所示。各部分的主要结构和作用如下。

1. 输送带

常用的输送带有:橡胶带,各种纤维编织带,塑料带,板式带,帆布带,钢带和钢丝绳带。其中用得最多的是普通型橡胶带。在带式输送机中,输送带又是承载构件。

(1) 橡胶带。橡胶带是由2~10层棉织品或麻织品、人造纤维的衬布用橡胶加

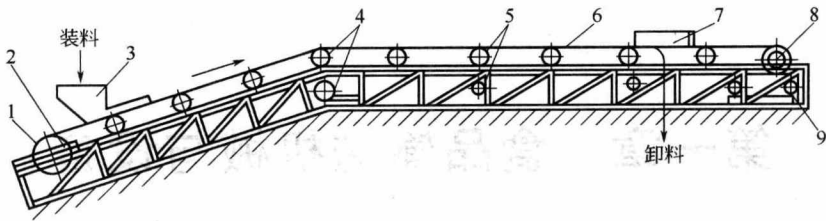


图 1-1 带式输送机

- 1—张紧滚筒；2—张紧装置；3—装料漏斗；4—改向滚筒；5—支承滚柱（托辊）；
6—环形输送带；7—卸料装置；8—驱动滚筒；9—驱动装置

以胶合而成。其外表面附有覆盖胶作为保护层，称为覆盖层。橡胶带中间的衬布可给予输送带以力学强度和用来传递动力。而覆盖层的作用是连接衬布，保护其不受损伤及运输物料的磨损，并防止潮湿及外部介质的侵蚀。

目前国产橡胶带的品种及规格可查阅标准（GB 523—74）。主要的生产规格有：宽度为 200mm、250mm、350mm、400mm、450mm、500mm、650mm、800mm、1000mm、1200mm、1600mm。

选择橡胶输送带时，主要应确定：带宽、衬布层数和带长。

橡胶输送带购回后需自行连接。橡胶带连接有多种形式，有皮线缝合法、胶液冷粘缝合法、带扣搭接法和加热硫化法。最好是采用硫化接头，其强度可达橡胶带自身强度的 90%，同时接口无缝，表面平整，运转平稳。而皮线缝合法和带扣搭接法则简单易行，但强度低很多，只有橡胶带自身强度的 35%~40%。

(2) 钢带。钢带的厚度一般为 0.6~1.5mm，宽度在 650mm 以下。钢带的强度大，不易伸长，耐高温，因而常用于烘烤设备中。食品生坯可直接放置在钢带之上，节省了烧盘，简化了操作，且因钢带较薄，在炉内吸热量较小，节约了能源，而且便于清洗。但钢带的刚度大，与橡胶带相比，需要采用直径较大的滚筒。钢带容易跑偏，其调偏装置结构复杂，且要求所有的支承及导向装置安装较准确。钢带采用强度和挠性较好的冷轧低碳钢制成，造价较高，一般黏着性较大，灼热的物料不能用胶带时才考虑使用。

(3) 钢丝网带。钢丝网带强度高，耐高温。因为它具有网孔，且网孔的大小可按需要选择，网带的长度亦可任意选定，故多用于一边输送，一边固液分离的场合。

(4) 塑料带。它具有耐磨、耐酸碱、耐油、耐蚀等优点，适用于温度变化大的场合，所以它已被逐渐推广使用。塑料带分多层芯式和整芯式两种。多层芯式塑料带和普通橡胶带相似，其径向断裂强度亦为 547N/(cm·层)。整芯式塑料带制造工艺简单，生产率高，成本低，质量好，但挠性较差。整芯式带厚度有 3mm 和 4mm，其断裂强度分别为 1470N/cm 和 1960N/cm，采用塑化接头时强度稍好些，若用机械接头则强度会大大降低。

(5) 帆布带。帆布带主要用于饼干成型前的面片和饼坯的输送,如面片叠层、加酥辊压、饼干成型过程中均用帆布作为输送带。帆布带除抗拉强度大之外,主要特点是柔性好,能经受多次反复折叠而不疲劳。目前配套国产饼干机的帆布带宽度有500mm、600mm、800mm、1000mm和1200mm等。帆布的接缝通常采用棉线和人造纤维缝合,少数情况下用皮带扣连接。

(6) 板式带。板式带即链板式传送带,它与其他带式传动装置不同之处是:其他带式传送装置用来移动物品的牵引件为各式传送带,传送带同时又作为承载被送物品的构件;而链板式传送装置中,用来移动被送物料的牵引件为板式关节链,而支承被送物品的构件则为托板下固定的导板,即链板是在导板上滑行的。在食品工业中,这种输送带常用来输送未装料和已装料的包装容器(如玻璃瓶、金属罐等)。

2. 机架和托辊

带式输送机的机架多用槽钢、角钢和钢板焊接而成。可移式输送机的机架装在滚轮上以便移动。

托辊在输送机中对输送带及其上的物料起承托的作用,使输送带运行平稳。板式带不用托辊,因它靠板下的导板承托滑行。

托辊分上托辊(即载运段托辊)和下托辊(即空载段托辊)。上托辊有如图1-2所示的几种形式。槽式托辊是在带的同一横截面方向接连安装3或5个平型辊,底下一条水平,旁边的倾斜而组成一个槽形,主要用于输送量大的散状物料。

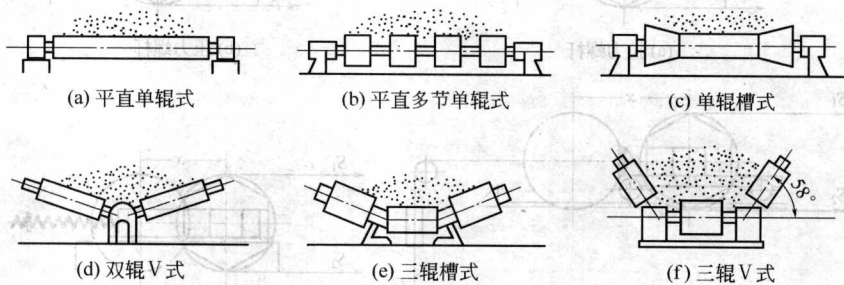


图 1-2 托辊的形式

定型的托辊的总长度应比带宽大100~200mm。

托辊的间距和直径,与带的种类、带宽及运送物料的重量等有关。物料重时,间距应小,当物料为大于20kg的成件物品时,间距应小于物品在运输方向的长度的1/2,以保证物品同时有两个以上的托辊支承,通常取0.4~0.5m。物料比较轻的,间距可取1~2m。

托辊可用铸铁制造,但较常见的是用两托辊在横向能摆动,两边有挡板,调整托辊防止胶带脱出。定型的托辊直径采用 $\phi 89\text{mm}$ 、 $\phi 108\text{mm}$ 、 $\phi 159\text{mm}$ 端加上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。端部有密封装置及添加润滑剂的沟槽等。

3. 驱动装置

带式输送机的驱动装置主要由电动机、减速装置和驱动滚筒等组成。在倾斜式输送机上还有制动装置或停止装置。驱动滚筒通常用钢板焊接而成，为了增加驱动滚筒和带的摩擦力，有时在表面包上木材、皮革或橡胶。驱动滚筒的宽度比输送带宽大 100~200mm。驱动滚筒制成鼓形，即中间部分直径比两端直径稍大，这样能自动纠正输送带的跑偏。驱动滚筒的牵引力，应根据输送带在驱动滚筒表面不打滑为条件来确定。

目前，为了简化传动系统的总体结构，使整机更加简单、紧凑，越来越多地使用电动滚筒。这是将驱动装置中的电动机、减速装置均设置在驱动滚筒的内部，安装与操作都比较简单，驱动滚筒的速度调节原理与调速电动机类似。

4. 张紧装置

在带式输送机中，由于输送带具有一定的伸长率，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。常用的张紧装置有重锤式、螺旋式和压力弹簧式等，如图 1-3 所示。

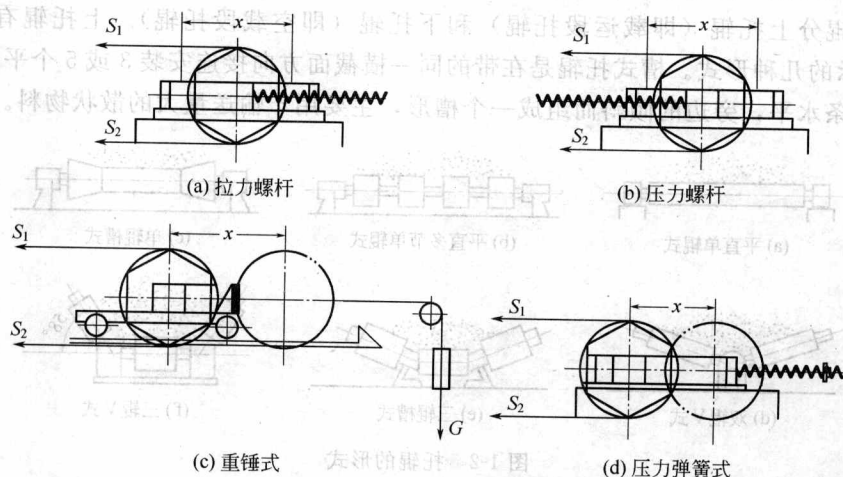


图 1-3 张紧装置简图

对于输送距离较短的输送机，张紧装置可直接安装在输送带的从动滚筒的支承轴上，而对于较长的输送机则需设置专用的张紧辊。

输送带张不紧时，其紧边不平整，承载能力下降，且物料运行不平稳。

螺旋式张紧装置是利用拉力螺杆 [图 1-3(a)]、压力螺杆 [图 1-3(b)] 使之张紧。其主要优点为外形尺寸小，较紧凑。缺点是必须经常调整，以使两边张力相等。

重锤式张紧装置如图 1-3(c) 所示，是在自由悬垂的重物作用下产生拉紧作用的。其优点是能够保证张紧力恒定，缺点是外形尺寸较大。

压力弹簧张紧装置是在张紧辊两端的轴承座上连接一弹簧和调节螺钉,如图 1-3(d) 所示。其优点是外形尺寸小,有缓冲作用,但结构较复杂。

二、斗式提升机

在食品连续化生产中,有时需将物料沿垂直方向或接近于垂直方向进行输送。

斗式提升机按输送物料的方向可分为倾斜式和垂直式两种;按牵引机构的不同,分为皮带斗式和链条斗式(单链式和双链式)两种;按输送速度来分有高速和低速两种。

斗式提升机的主要优点是占地面积小,可把物料提升到较高的位置(30~50m),生产率范围较大(3~160m³/h)。缺点是对过载敏感,必须连续均匀地供料。

(一) 斗式提升机的结构和工作原理

图 1-4 为倾斜斗式提升机。为了改变物料升送的高度,以适应不同生产情况的需要,料斗槽中部有一可拆段,使提升机可以伸长也可以缩短。支架也是可以伸缩的,用螺钉固定。支架有垂直的(图中支架 1A)和倾斜的(支架 2A),倾斜支架固定在槽体中部。有时为了移动方便,机架装在活动轮子上。

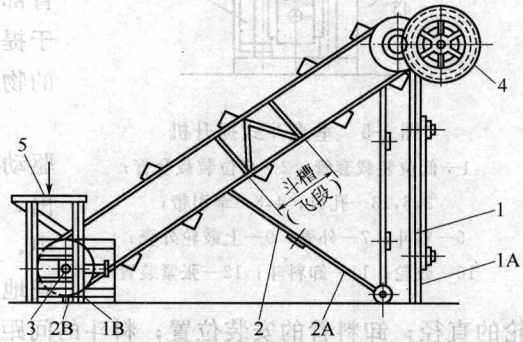


图 1-4 倾斜斗式提升机

图 1-5 为垂直斗式提升机,它主要由料斗、牵引带(或链)、驱动装置、机壳和进、卸料口组成。

斗式提升机的各个料斗,以背部(后壁)固接在牵引带上。双链式斗式提升机的牵引带式链条有时也可固接在料斗的侧壁上。

图 1-6 为料斗在牵引带上的布置简图。它是根据被输送物料的特性、使用场合和料斗装料和卸料的方法来决定的。如安置在打浆机、预煮机、分级机等前面的斗式提升机,在生产率相同的条件下,还是以料斗紧接型为好,这样可以使进料连续和均匀,有利于各种机械的控制和使用。

斗式提升机的装料方式分为挖取式和撒入式,如图 1-7 所示。前者适用于中小块度或磨损性小的物料,输送速度较高(0.8~2m/s),料斗间隔排列。后者适用于输送大块和磨损性大的物料,输送速度较低(低于 1m/s),料斗呈紧接排列。物料装入料斗后,提升到上部进行卸料。卸料时,可以采用离心抛出、靠重力下落和离心力与重力同时作用三种形式。靠离心抛出称为离心式;靠重力下落称为无定向