

FOOD MACHINERY and
EQUIPMENT

肖旭霖 编著

食品 机械与设备



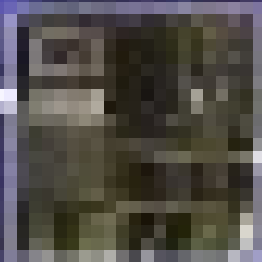
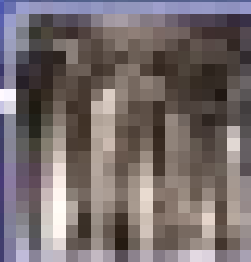
科学出版社

www.sciencep.com

FOOD MACHINERY
EQUIPMENT

2014.12 第12期

食品 机械与设备



中国食品机械工业协会
CHINA FOOD MACHINERY ASSOCIATION

《食品机械与设备》编辑部
地址：北京朝阳区麦子店街17号
电话：010-65259666
E-mail: foodme@163.com

陕西师范大学教材建设基金资助出版

食品机械与设备

肖旭霖 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书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、有关计算及选型使用等,编入了近年来的新成果。全书共11章,分为物料输送机械与设备,清洗、分选机械与设备,切割、破碎机械,分离机械与设备,混合机械与设备,预煮杀菌机械设备,油炸、焙烤设备,浓缩设备,食品干燥机械,食品包装机械,冷冻机械等。

本书内容系统全面、取材广泛、覆盖面广、通用性强,既可作为高等学校食品专业学生的教材,也可作为食品工程技术人员、管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

食品机械与设备/肖旭霖编著. —北京:科学出版社,2006
ISBN 7-03-017168-3

I. 食… II. 肖… III. 食品加工设备 IV. TS203

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 039363 号

责任编辑:耿建业 郑德平 于宏丽/责任校对:刘小梅
责任印制:安春生/封面设计:王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencecp.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年7月第一版 开本:B5(720×1000)

2006年7月第一次印刷 印张:28 3/4

印数:1—2 000 字数:563 000

定价:58.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换<双青>)

前 言

人们膳食结构的调整和饮食习惯的改变,促进了食品工业的快速发展,同时也对食品工业提出了更高的要求。食品工业的现代化水平在很大程度上取决于食品机械的发展和现代化水平,先进、可靠的食品加工机械是现代食品加工的前提和先决条件,没有先进的现代化仪器和设备,就谈不上现代食品工业,也无法保证食品的安全。当今,人们对食品安全、营养、快捷、经济等性能的高度重视,使得食品机械与设备在现代食品工业中起着更加重要的作用。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,该课程在培养高级食品工程专门人才中扮演着重要角色。

本书是高等学校食品专业的专业教材,取材广泛、覆盖面广,也可作为广大食品工程技术人员、管理人员的参考书。

本书在编写过程中参阅了有关食品机械著作以及有关厂家最新资料,同时得到领导和同事们的关心、支持和帮助,作者在此表示衷心感谢。

由于作者水平所限,书中不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作 者

2006年1月

目 录

前言

第 1 章 物料输送机械与设备	1
1.1 固体物料输送机械	1
1.1.1 带式输送机	1
1.1.2 斗式提升机	11
1.1.3 螺旋输送机械	16
1.1.4 气流输送	24
1.2 流体物料输送设备.....	34
1.2.1 离心泵	34
1.2.2 螺杆泵	36
1.2.3 齿轮泵	37
1.2.4 滑片泵	38
1.2.5 真空泵	38
1.2.6 流送槽	41
第 2 章 清洗、分选机械与设备	44
2.1 物料清洗机.....	44
2.1.1 DT5A1 浮洗机	44
2.1.2 鼓风式清洗机	45
2.1.3 XGJ-2 型洗果机	47
2.1.4 滚筒式清洗机	48
2.2 瓶罐清洗机.....	49
2.2.1 瓶罐清洗的基本方法	49
2.2.2 瓶罐清洗机的形式	49
2.2.3 半机械式洗瓶装置	50
2.2.4 全自动洗瓶机	52
2.2.5 三片罐冲洗机	55
2.3 分级分选机械.....	56
2.3.1 滚筒式分级机	56
2.3.2 摆动筛	59
2.3.3 三滚筒式分级机.....	64

2.3.4 重量式分级机	65
第3章 切割、破碎机械	68
3.1 切割机械	68
3.1.1 切刀	68
3.1.2 滑切与正切	70
3.1.3 钳住物料的条件	72
3.1.4 斩拌机	73
3.1.5 绞肉机	76
3.1.6 蘑菇定向切片机	78
3.1.7 离心式切割机	80
3.2 粉碎机械	82
3.2.1 粗粉碎机	84
3.2.2 中粉碎机	89
3.2.3 微粉碎机	91
3.2.4 超微粉碎机	94
3.2.5 冷冻粉碎	97
第4章 分离机械与设备	100
4.1 打浆机械	100
4.1.1 打浆机械构造及工作原理	100
4.1.2 打浆机主要构件及其作用	101
4.1.3 影响打浆效果的因素	101
4.1.4 打浆机参数的确定	102
4.2 去皮机	105
4.2.1 离心擦皮机	105
4.2.2 干法去皮机	108
4.2.3 碱液去皮机	109
4.3 压榨机械	111
4.3.1 间歇式压榨机	111
4.3.2 连续式压榨机	118
4.4 过滤设备	127
4.4.1 过滤分离原理及应用	127
4.4.2 常用过滤机械	129
4.4.3 过滤机的选择与应用	135
4.4.4 超滤	136
4.5 离心机	140

4.5.1 离心分离原理	140
4.5.2 离心机的分类	142
4.5.3 常用离心机	142
4.6 脱气机	151
第5章 混合机械与设备	153
5.1 搅拌混合的机理	153
5.2 搅拌器	154
5.2.1 搅拌器的类型和安装形式	154
5.2.2 搅拌器桨叶与流型	157
5.2.3 搅拌设备的几何特性	159
5.2.4 搅拌器的构造	160
5.2.5 搅拌器的选择	165
5.3 混合机	166
5.3.1 粉料混合机	166
5.3.2 汽水混合机	172
5.4 调和机	173
5.4.1 调和机理	173
5.4.2 调和机分类	173
5.4.3 打蛋机	174
5.5 均质机	177
5.5.1 高压均质机	177
5.5.2 胶体磨	181
5.5.3 离心式均质机	183
5.5.4 超声波均质机	184
第6章 预煮杀菌机械与设备	187
6.1 预煮机械与设备	187
6.1.1 夹层锅	187
6.1.2 链带式连续预煮机	192
6.1.3 柱式连续粉浆蒸煮设备	193
6.1.4 微波灭酶	195
6.2 食品杀菌机械与设备	195
6.2.1 液态物料杀菌设备	196
6.2.2 罐头类食品杀菌设备	206
6.2.3 杀菌新技术及设备	214

第7章 油炸、焙烤设备	228
7.1 油炸设备	228
7.1.1 普通电热式油炸锅	228
7.1.2 水油混合式油炸设备	228
7.1.3 真空低温油炸机	229
7.1.4 回油式真空油炸脱油机	230
7.1.5 BRN 隧道式连续油炸机	231
7.1.6 方便面油炸机	232
7.2 焙烤设备	233
7.2.1 加热原理与加热元件	233
7.2.2 焙烤炉	238
7.2.3 带式饼干烤炉的结构	240
7.2.4 冷却与整理机械	247
第8章 浓缩设备	252
8.1 真空浓缩设备的选择与要求	253
8.2 真空浓缩设备操作流程	254
8.2.1 单效真空浓缩设备操作流程	254
8.2.2 多效真空浓缩设备操作流程	254
8.3 单效真空浓缩设备	256
8.3.1 中央循环管式(标准式)浓缩锅	256
8.3.2 盘管式浓缩锅	258
8.3.3 夹套加热带搅拌单效浓缩装置	260
8.4 膜式真空浓缩设备	261
8.4.1 升膜式浓缩设备	261
8.4.2 降膜式浓缩设备	264
8.4.3 刮板式薄膜浓缩设备	268
8.4.4 离心式薄膜浓缩设备	269
8.4.5 板式浓缩装置	270
8.5 真空浓缩设备的附属设备	272
8.5.1 冷凝器	272
8.5.2 捕集器	276
8.5.3 抽真空装置	277
8.6 冷冻浓缩设备	278
8.6.1 概述	278
8.6.2 冷冻浓缩装置系统	278

第 9 章 食品干燥机械	285
9.1 概述	285
9.1.1 干燥食品的分类	285
9.1.2 干燥器的分类及选型	286
9.1.3 食品工业常用的干燥器及应用	287
9.2 箱式与带式干燥器	287
9.2.1 常压对流式箱式干燥器	288
9.2.2 真空接触式箱式干燥器	290
9.2.3 带式干燥器	292
9.2.4 带式真空干燥机	294
9.3 喷雾干燥设备	296
9.3.1 喷雾干燥的特点	296
9.3.2 料液雾化方法	297
9.3.3 喷雾干燥室中热风与雾滴的运动形式	298
9.3.4 离心喷雾干燥设备	300
9.3.5 压力喷雾干燥设备	308
9.4 流化床干燥器	314
9.4.1 流化原理	315
9.4.2 流化床干燥器的形式	317
9.4.3 流化床干燥器的主要部件	323
9.5 冷冻干燥机	327
9.5.1 冷冻干燥的原理和特点	327
9.5.2 冷冻干燥机	329
9.6 电磁辐射干燥机	333
9.6.1 微波辐射干燥	334
9.6.2 远红外热辐射干燥	339
第 10 章 食品包装机械	345
10.1 液体装料机械	345
10.1.1 装料机的分类及选择	345
10.1.2 装料机的主要机构	346
10.1.3 液体装料机	349
10.2 固体装料机	357
10.2.1 容积定量装料机	357
10.2.2 称重定量装置	361
10.3 酱体装料机	362

10.4	封口机	364
10.4.1	铁罐封口机	365
10.4.2	玻璃罐封口机	376
10.4.3	热压式封口机	382
10.4.4	螺盖封口机	387
10.5	成型-充填-封口机包装机	389
10.5.1	成型-充填-封口包装机的分类及特点	389
10.5.2	袋成型-充填-封口包装机	389
10.5.3	热成型-充填-封口包装机	397
10.6	无菌包装设备	402
10.6.1	利乐包纸盒无菌包装系统	403
10.6.2	塑料袋无菌包装机械	409
10.6.3	塑料杯无菌包装系统	410
10.6.4	玻璃瓶无菌包装系统	411
10.6.5	塑料瓶无菌包装机械	414
10.6.6	包装无菌性的保证	415
第 11 章	冷冻机械	421
11.1	概述	421
11.2	制冷机工作原理	421
11.2.1	制冷循环(制冷工作原理)	421
11.2.2	制冷机各组成部分的作用	422
11.3	冻结机	424
11.3.1	间接冻结装置	424
11.3.2	直接冻结装置	431
11.4	解冻机	435
11.4.1	外部加热解冻装置	436
11.4.2	内部加热解冻装置	441
11.4.3	组合解冻	443
参考文献		447

第 1 章 物料输送机械与设备

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，随着生产工业化程度的提高，为了提高劳动生产率、减轻劳动强度，均须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。尤其是采用了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，组成自动生产流水线，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。

输送机械对保证食品卫生具有重要的意义。例如，在果汁、乳品等生产中，其物料均是通过泵及管道进行连续输送，这样不仅节省劳动力，而且卫生也有保证。但输送设备的选择既要考虑生产工艺过程的需要又要根据流水线上的情况全面分析，力求技术上合理、经济上合算。

在食品生产中，需要运进厂的主要原料包括：粮食、蔬菜、水果、肉类、水产等原料和辅助材料，另外，还有各种包装材料、润滑材料、设备备件等。需要运出去的有产品成品，盛装各种原料及辅助材料的包装容器，加工品的下脚料及废料等。

由于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。本章讨论的输送机械与设备主要涉及的是在生产工艺过程中需用的机械设备，也就是在加工产品过程中输送物料或半成品的机械设备。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态物料输送设备和液态物料输送设备。固态物料输送设备包括：带式、螺旋式输送机，斗式提升机，电瓶车等。液态物料输送设备包括：离心泵、齿轮泵、刮板泵、螺杆泵等，一般是通过泵及管道连续输送。

1.1 固体物料输送机械

1.1.1 带式输送机

带式输送机是食品工厂中广泛采用的一种连续输送机械。它用一条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。带式输送机可在水平方向和倾斜度 $<25^\circ$ 的方向上对物料进行连续输送，它常用来输送密度为 $0.5 \times 10^3 \sim 2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的各种块状、颗粒状、粉状物料，也可输送成件物品，还可作为清洗、选择、处理、检查物料的操作台，主要用在原料预处理、选择装填、成品包装及成品仓库。其输送速度为 $0.02 \sim 4.0 \text{ m/s}$ 。

带式输送机的优点是：结构简单，自重轻，便于制造；输送路线布置灵活，适应性强，可输送多种物料；输送速度高，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。

带式输送机的缺点是：输送带易磨损；不密闭，轻质物料易飞扬；成本高（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。

1. 带式输送机分类及布置形式

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，可将其分为平形托辊输送机、槽形托辊输送机及气垫带式输送机等。按输送带种类，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。本节重点介绍胶带输送机。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。

固定式带式输送机工作位置不变，它有许多种使用形式（布置形式），图1-1所示为常见的几种布置形式。

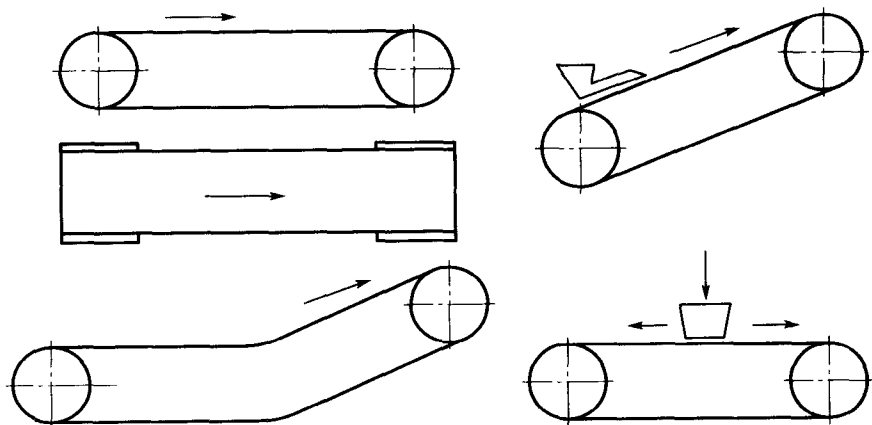
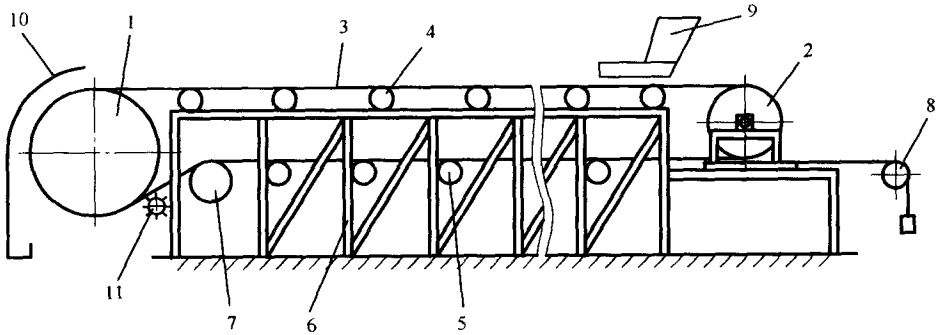


图 1-1 固定式带式输送机常见布置形式

2. 带式输送机基本构造及工作过程

带式输送机的一般结构如图 1-2 所示, 主要由输送带、滚筒、支承装置、驱动装置、张紧装置、卸料装置、清扫装置和机架等部件构成。



1. 驱动滚筒; 2. 张紧滚筒; 3. 输送带; 4. 上托辊; 5. 下托辊; 6. 机架;
7. 导向滚筒; 8. 张紧装置; 9. 进料斗; 10. 卸料装置; 11. 清扫装置

图 1-2 带式输送机

工作过程：工作时在传动机构作用下，使驱动滚筒 1 做逆时针方向旋转，靠驱动滚筒 1 外表面和环形带内表面间的摩擦力作用使输送带向前运动，当启动正常后，将待输送物料从料斗 9 加入随带向前运送至工作位置。如需改变输送方向时，可在带上方安装卸载装置即将物料卸至另一方向的输送带上继续输送，如不改变输送方向可不启动卸载装置，直接将物料从最左端卸出。

3. 带式输送机的主要构件

1) 输送带

在带式输送机中，输送带既是牵引构件，又是承载构件。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。常用的输送带有：橡胶带，各种纤维编织带，塑料、尼龙、强力锦纶带，板式带，钢带和钢丝网带等。用得最多的是普通型橡胶带。

(1) 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。最外层的内、外表面覆有橡胶保护层，保护衬布及其胶接处的橡胶层不受损伤，并防止潮湿及外部介质的侵蚀，工作面覆盖层厚为 3~6mm，而非工作面覆盖层为 1.5~3mm；橡胶带中的各类衬布为受力层（强力层），使输送带有一定的机械强度，可以用于传递动力；衬布之间的橡胶层为胶合层，在层与层之间起黏合作用。

国产橡胶带的品种类型及规格尺寸可查阅机械设计手册 (GB 523—1974)。主要带宽规格有: 200mm、250mm、300mm、350mm、400mm、450mm、500mm、650mm、800mm、1000mm、1200mm、1600mm, 其厚度范围为6~25mm。

选择橡胶带时, 主要应确定下列规格尺寸: 带宽 B 、强力层层数 i 和带长 L_d 。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。

橡胶输送带购回后需自行连接。胶带连接的方法主要有皮线缝纫法、带扣搭接法、胶黏剂冷黏法和加热硫化法等几种形式。其中以硫化接头最为理想, 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; 缝纫法和带扣法接头简单, 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%; 胶黏剂冷黏法是一种新式连接方法, 操作简便易行, 如黏接剂配方合理, 黏接时操作得当, 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黏时, 一般应将带子按层数剖成阶梯形, 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。

(2) 纤维编织带。常用的是帆布带。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。目前配套国产饼干设备的帆布带宽有500mm、600mm、800mm、1000mm、1200mm等几种。帆布的接缝通常采用棉线和人造纤维线缝合。

(3) 塑料带。塑料带具有减摩、耐磨、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、生产率高、成本低、强度高, 但挠性较差。目前生产中使用的塑料带品种还不多, 整芯式塑料带的常用厚度只有3mm和4mm两种。塑料带一般采用塑化接头。

(4) 钢带和钢丝网带。钢带和钢丝网带的共同特点是强度高、耐高温, 通常在产品需经油炸或高温烘烤时使用。特别是钢丝网带, 因有网孔, 有利于保证产品底部的加工质量。

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。驱动滚筒是传递动力的主要部件, 除板式带的驱动滚筒为表面有齿的滚轮外, 其他输送带的驱动滚筒通常为直径较大、表面光滑的空心滚筒。滚筒通常用钢板焊接而成, 为了增加滚筒和带的摩擦力, 有时在表面包上木材、皮革或橡胶。滚筒的宽度比输送带宽100~200mm。驱动滚筒应有一定的中高度, 即中间部分直径比两端直径稍大, 这样能自动纠正胶带的跑偏, 其驱动滚筒布置方案如图1-3所示。

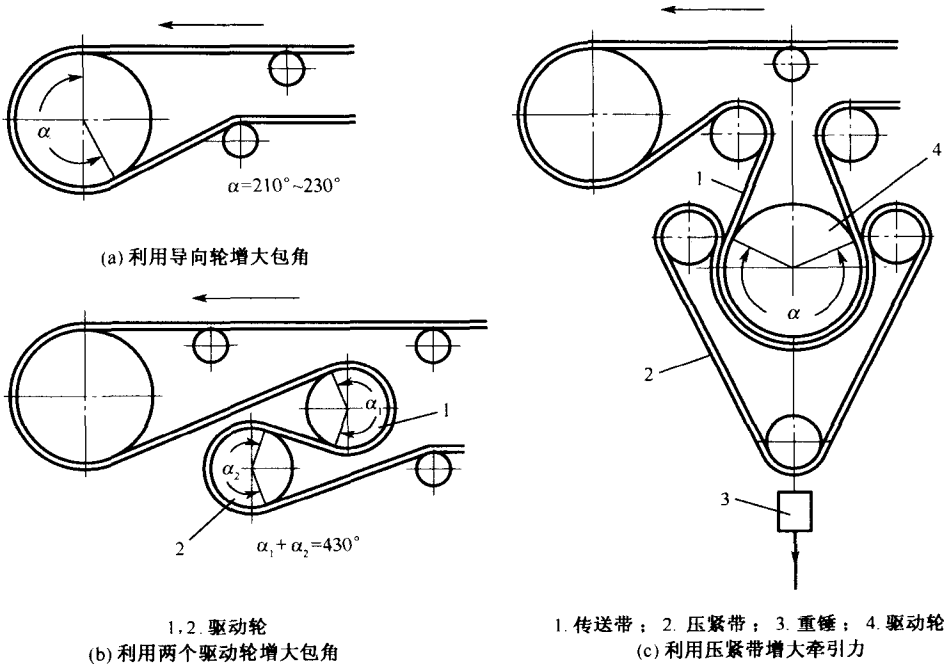


图 1-3 驱动滚筒布置方案

3) 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。常用的张紧装置有重锤式和螺旋式，如图 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的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。

4) 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面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。托辊应尽量做到：运动阻力系数小、功率消耗小、结构简单、便于拆装维修、有较高的强度和耐磨性以及良好的密封性能等。

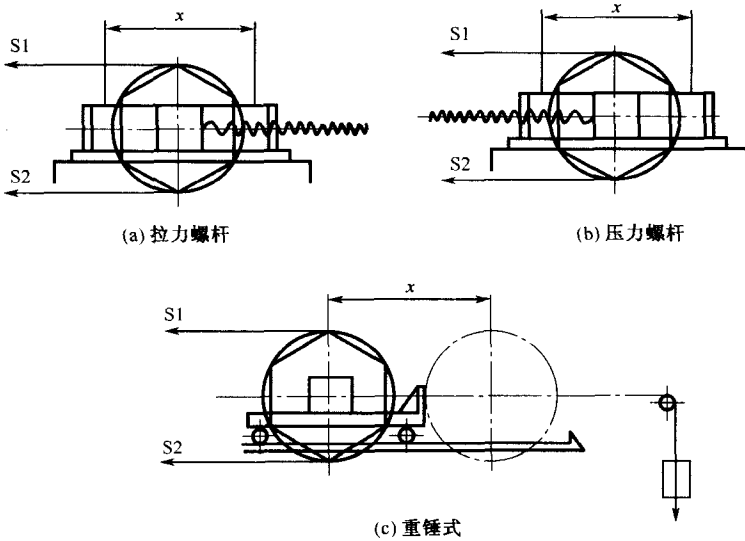


图 1-4 张紧装置简图

托辊分上托辊（即载运段托辊）和下托辊（即空载段托辊）。托辊的布置有槽形和平形，如图 1-5 所示，槽形托辊是在带的同一横截面方向接连安装 3 条长平形辊，底下一条水平，旁边两条倾斜而组成一个槽形，主要用于输送量大的散状物料。定型的托辊的总长度比带宽 B 宽出部分为 100~200mm。

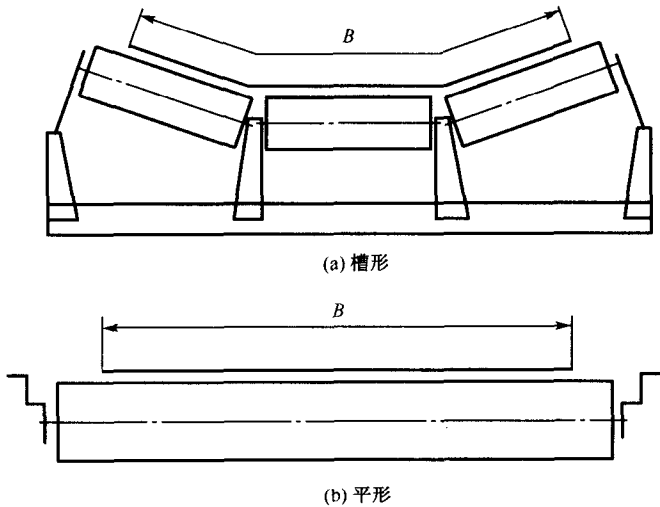


图 1-5 托辊的布置形式