

高等粮食院校试用教材

粮食 装卸输送机械

朱 斌 昕



中国财政经济出版社

高等粮食院校试用教材

粮食装卸输送机械

朱 斌 昕

中国财政经济出版社

高等粮食院校试用教材
粮食装卸输送机械
朱斌昕

*

中国财政经济出版社出版
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京怀柔县东茶坞印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 11印张 261,000字

1984年5月第1版 1984年5月北京第1次印刷

印数：1—8,500

统一书号：15166·131 定价：1.40元

编 审 说 明

本书是根据原粮食部1981—1985年高等粮食院校教材编写规划，由无锡轻工业学院朱斌昕副教授编写的粮食加工工程专业教材。

在编写过程中，编者曾先后两次征求有关省、市、自治区粮食厅（局）、科研单位和高等院校科研人员和教师的意见，作了较大的修改。1981年年底，在无锡轻工业学院又召开了审稿会，对本书稿提出了修改意见，后由编者作了相应的修改。

参加审稿的有：张诚彬、王振球、钱成良、张纯理等同志，由商业部粮食科学研究设计院张诚彬同志主审。

本书经审定，可作为高等粮食院校试用教材，还可供粮食、轻工等部门的有关研究人员、工厂技术人员和中等粮食学校教师参考。

中华人民共和国商业部
教材编审委员会

一九八三年四月

绪 言

粮食加工厂，包括碾米厂、面粉厂、榨油厂、饲料厂、淀粉厂、粮食食品厂等。这些工厂所用的原料、半成品和成品，都是数量庞大而又笨重的物料。在生产加工过程中，各种物料都必须经过若干次、不间断的装卸输送，应用不同型式的输送机械，才能保证生产的连续进行。而这些装卸输送机械的技术状态是否正常、技术特性是否良好，决定着生产任务能否保质保量地完成，决定着操作管理人员的劳动强度能否降低和劳动条件能否改善，也决定着生产成本是否符合国家要求和劳动生产率能否不断提高的问题。

在半封建、半殖民地的旧中国，粮食加工技术极为落后，专门技术人员极少。稻谷、小麦等粮食物资从运到工厂以后，一直到成品离开厂区，绝大部分全靠人力进行装卸与搬运，肩挑人扛的现象十分普遍。旧中国广大粮食工人的劳动条件之差，劳动时间之长，待遇之菲薄是难以想象的，他们挣扎在死亡线上。

全国解放后，劳动人民当家作主。广大粮食加工厂工人与技术人员结合在一起，刻苦钻研科学技术，以集体的智慧改变生产的落后面貌。通过培训技术干部、组织科研力量，多方协作，进行了坚持不懈的技术革新和技术革命，逐步实现装卸输送设备的改革与创新，为向生产的广度与深度进军提供了有利条件。

当前，我国的粮食工业技术力量还是比较薄弱的。就拿装卸输送机械来说，机械的单元性、部件的工艺性、零部件的互换性

还需进一步提高；它的标准化、系列化工作还刚刚开始；创新的设备还存在不足之处急待改进。这些都迫切需要我们进行深入地研究，从理论上、实践上进一步提高。

根据装卸输送机械的机械特性，结合粮食加工厂的工艺要求，本教材介绍的机械设备有以下四大类：第一类，具有挠性牵引构件的输送设备，如各式胶带输送机（以输送带作为挠性构件）、刮板输送机和板式输送机（以链条作为挠性构件）、各种型式的斗式提升机（以胶带或链条作为挠性构件，并以垂直输送为其特点）。第二类，无挠性牵引构件的输送设备，如卧式和立式螺旋输送机（以螺旋叶片的旋转作用输送物料），各式振动输送机械（以物料的惯性力作用输送物料）。第三类，依靠物料自身重力作用进行输送并毋需外加驱动动力的设备，如溜管、溜槽和辊道等。第四类，其它装卸机械，如机械铲、倾卸机和堆包机等。上述分类不是绝对的，而是相互渗透、相互联合的，特别是某些移动式装卸机械，往往由几种类型的机械组合而成。

粮食加工厂的装卸输送机械设备是多种多样的，而每种机械设备除具有一般装卸输送机械的基本原理外，同时又具有粮食装卸输送机械的特点。这种一般性与特殊性的结合，就构成了本学科的独立课程体系。通过本课程的学习，既要了解装卸输送机械的基本理论、主要结构原理、使用的一般规则、基本设计知识，又要根据粮食加工厂的规模、装卸输送物料的性质和工艺要求，正确地选择其类型及生产能力，以便达到设备投资费用最低、动力消耗和生产成本最少、管理维护最方便、劳动条件最好的目的。

粮食散装物料与粉状物料的气力输送设备及装卸设备，根据课程分工，归入《粮食仓厂通风除尘及气力输送》课程内讲授。

目 录

前言

第一章 胶带输送机	(1)
第一节 胶带输送机的一般构造和主要构件	(1)
第二节 胶带输送机的生产率和功率计算	(52)
第三节 移动式与垂直式胶带输送机	(78)
第四节 胶带输送机的安装、操作与维护	(84)
第二章 刮板输送机和板式输送机	(86)
第一节 牵引链条与链轮	(86)
第二节 刮板输送机	(101)
第三节 板式输送机	(134)
第四节 移动式刮板输送机、移动式板式输送机及绳索式刮板 输送机	(144)
第五节 刮板输送机与板式输送机的安装、操作与维护	(149)
第三章 斗式提升机	(151)
第一节 斗式提升机的工作原理	(151)
第二节 斗式提升机的主要构件	(179)
第三节 斗式提升机的生产率和功率计算	(202)
第四节 移动式斗式提升机	(222)
第五节 斗式提升机的安装、操作与维护	(224)
第四章 螺旋输送机	(226)
第一节 螺旋输送机的一般构造与主要构件	(227)
第二节 慢速螺旋输送机	(235)

第三节	快速螺旋输送机	(242)
第四节	内螺旋滚筒	(252)
第五节	移动式螺旋输送机	(254)
第六节	螺旋输送机的安装、操作与维护	(256)
第五章	振动输送机	(258)
第一节	曲柄连杆振动输送机	(259)
第二节	双曲柄连杆振动槽输送机	(267)
第三节	机械自振输送槽和电磁激振输送槽	(271)
第六章	溜管、溜槽与辊道	(274)
第一节	溜管	(274)
第二节	溜槽	(300)
第三节	辊道	(305)
第七章	机械铲、倾卸机与堆包机	(312)
第一节	机械铲	(312)
第二节	倾卸机	(316)
第三节	堆包机	(323)
附录:		
一、	粮食和饲料工厂中各种物料的容量	(339)
二、	部分物料的摩擦角	(340)
三、	黄麻粮袋与其它物体表面之间的摩擦角和摩擦系数	(341)
四、	袋装粮食的粮包尺寸	(341)
	参考书及资料文献	(341)

第一章 胶带输送机

胶带输送机是带式输送机类群中的主要类型，以输送带作为承载输送物料的挠性构件。带式输送机的输送带有帆布的、橡胶的、塑料的、钢丝网的、钢片的等等。胶带输送机的输送带是由橡胶加帆布芯制成，是粮食加工厂中常用的装卸输送机械。有些工厂和某些科技书刊上说的皮带输送机，主要也是指胶带输送机。胶带输送机的主要优点为工作可靠、管理方便、平稳无噪声、不损伤被输送物料、在整个输送长度上都可以装料和卸料、输送量大、输送距离远、动力消耗低。

在粮食加工厂中应用的胶带输送机的种类繁多，有水平输送的，有倾斜输送的；输送带有转向式的、可伸缩式的、循环式的等等。但就其使用特点而言，不外乎分为固定式与移动式两大类。移动式胶带输送机主要是用来完成物料装卸任务的，往往被归属于装卸机具，我国已有定型设计和专业工厂制造。固定式胶带输送机主要是用来完成固定输送线的物料输送任务的，它必须根据具体条件与输送要求进行专门的设计、制造与安装。本章重点介绍固定式的胶带输送机。

第一节 胶带输送机的一般构造和主要构件

胶带输送机的一般构造，如图1-1所示。

胶带输送机的工作部件是一条环绕在驱动滚筒1和张紧滚筒

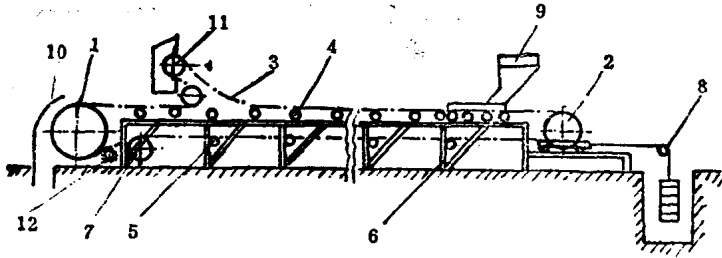


图1-1 胶带输送机的一般构造

- 1—驱动滚筒；2—张紧滚筒；3—橡胶带；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—卸料小车；12—胶带清
扫器

2上的输送带3。输送带的上半部是作为承载和输送物料用的，称为承载分支，下半部不承载物料，称为无载分支。在各分支上承托输送带的，是由托辊组成的支承装置。上部支承装置的托辊，称为上托辊4；下部的，称为下托辊5。支承装置均安装在机架6上；驱动滚筒的下方，常常设有导向滚筒7，用来增加输送带在驱动滚筒上的包角，以达到增加它们之间的摩擦力的作用；张紧装置8是用来维持输送带具有足够的张力的；9为进料斗；10为卸料装置；如果需要中途卸料，则应装置卸料小车11；如有必要，在卸料滚筒下方还可装设输送带清扫器12，等。

在粮食加工厂中固定式的胶带输送机，一般有图1-2的几种主要型式。

在粮食加工厂中，若需要设置固定式胶带输送机时，首先是根据生产的工艺要求，选择胶带输送机的类型，规定其必须的生产能力，决定其安装位置，然后对胶带输送机各种主要构件进行必要的计算与选择。

胶带输送机的主要构件有：胶带、支承装置、滚筒、装料装

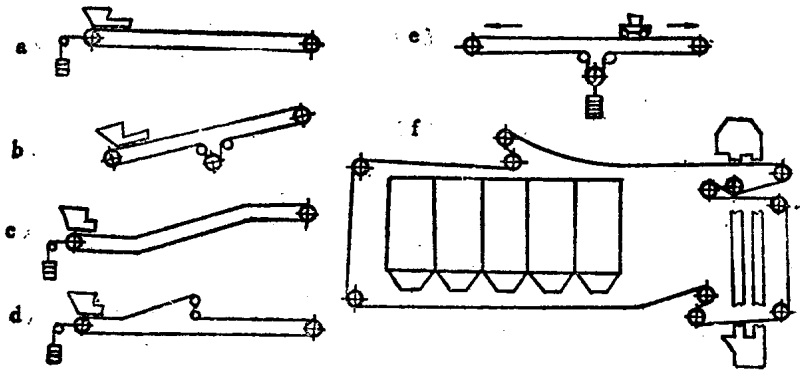


图1-2 带式输送机的几种主要型式

a—水平型；b—倾斜型；c—曲折型；d—中途卸料型；
e—可逆型；f—循环型

置、卸料装置等，现就这些构件的特点及其性状分述如下：

一、胶 带

胶带即输送带，或称橡胶输送带，它的作用有：一为承载和传送物料；二为传递动力。因此，胶带必须具有足够的宽度（面积）和足够的强度。同时，由于它本身在运转过程中也要消耗一定的动力，所以，胶带选用得过大或过小，都不能达到既安全又经济的目的。

（一）胶带的构造

粮食加工场所用的橡胶输送带，是由数层带胶的帆布经硫化粘结作为芯层，并在其上下两表面上再各加一层橡胶覆盖层而制成的，图1-3所示的几种主要断面结构型式。

图1-3a为叠层式帆布芯结构，这种型式的胶带弹性较好，价格也较便宜，是粮食加工厂广泛采用的。图1-3b为卷层式帆布芯

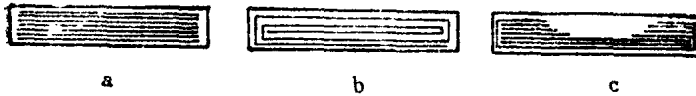


图1-3 胶带横断面结构型式示意图

a—叠层式；b—卷层式；c—阶梯式

结构，它的强度比 a 型为高，但其弹性较 a 型差，价格也较贵，为承载比重较大的物料的工业企业所采用。图1-3c为阶梯状帆布排列，它的上部中央有较厚的橡胶层，适用于承载具有棱角的物料。

我国橡胶输送带的国家标准（GB523-65）规定：根据被输送的物料性质和胶带输送机的工作条件，可以分别选用轻型、普通型、强力型、井巷型、防燃型、耐热型、装铠型、耐寒型、花纹型、钢缆型、钢丝绳型、耐冲击型等十几种型号。对于粮食、饲料、油脂、淀粉工厂，由于它们的原料和成品的比重都小于 1 吨/米³，所以都应采用轻型的橡胶带。在倾斜输送时，也可采用花纹型的橡胶带。

胶带的厚度是按式（1-1）计算的：

$$\delta = 1.1i + \delta_1 + \delta_2 \quad \text{毫米} \quad (1-1)$$

式中： δ ——胶带的厚度（毫米）；

i ——胶带芯层的帆布层数；

$\delta_1\delta_2$ ——上、下覆盖层的橡胶厚度（毫米）。

式（1-1）中的系数1.1，是芯层内每层帆布的厚度。上、下覆盖层的橡胶厚度，散装颗粒物料：其承载物料的工作面为 1.5 毫米，不承载物料的非工作面为1.0毫米；袋装物料：其承载粮包的工作面为3.0毫米，不承载粮包的非工作面为1.0毫米。

轻型与普通型橡胶带的带宽、芯层的帆布层数与带宽允许公差，根据国家标准，列于表1-1。

表1-1 橡胶输送带宽度、芯层帆布层数及宽度允许公差

带宽 B (毫米)		300	400	500	650	800	1,000	1,200	1,400	1,600
芯层的帆布层数 i	轻型	3~4	3~5	3~6	3~7	3~8	3~9	3~10	—	—
	普通型	3~5	3~6	3~8	3~9	3~10	3~11	4~12	5~12	5~12
输送带宽度允许公差(毫米)		±6	±6	±6	±8	±8	±12	±12	±16	±16

胶带每米长的自重，可按式 (1-2) 计算。

$$q_g = 1.2B(1.1i + \delta_1 + \delta_2) \text{ 公斤/米} \quad (1-2)$$

式中： q_g ——胶带每米长的重量(公斤/米)；

B——胶带宽(米)。

其它符号与式 (1-1) 相同。系数1.2表示橡胶输送带的比重近似转换值，即1,200公斤/米³。

(二) 胶带的强度

粮食工厂橡胶输送带的宽度，是根据其输送的物料是散装的还是袋装的，以及需要生产率的大小而计算选择的（计算方法将在第二节内讲述）。芯层的帆布层数，是根据胶带的最大张力 S_{max} （计算方法将在第二节内讲述）和每层帆布芯的径向扯断强度而计算的，其公式如 (1-3)。

$$\left. \begin{aligned} S_{max} &\leq \frac{Bi[\sigma]}{m} \text{ 公斤} \\ \text{或者} \\ i &\geq \frac{S_{max}m}{B[\sigma]} \text{ 层} \end{aligned} \right\} (1-3)$$

式中： S_{max} ——胶带输送机在工作时所经受的最大张力(公斤)；

B——胶带宽(厘米)；

- i ——胶带芯层的帆布层数；
- $[\sigma]$ ——胶带许用径向扯断强度，轻型胶带 $[\sigma] = 56$ 公斤/厘米-层，或者 140 公斤/2.5 厘米-层；
- m ——胶带强度安全系数。这是由于胶带在运转过程中芯层的每层帆布受力常常是不均匀的，所以必须予以较大的安全系数，见表 1-2。

表 1-2 胶带强度安全系数

芯层的帆布层数 i		3 ~ 4	5 ~ 8	9 ~ 12
安全系数 m	硫化接头	8	9	10
	机械接头	10	11	12

必须指出，胶带的上下覆盖层也同样具有一定的抗扯断强度，轻型胶带的数值为 140 公斤/厘米²。但是，考虑到它们在胶带内承受的拉应力与帆布芯层相比，其所占的比重是很小的，并且它的扯断伸长率达 400%，而帆布芯层的扯断伸长率则只有 20%，所以承受拉力的是帆布芯层，而不是橡胶覆盖层。因此，在计算胶带强度时，一般均按照胶带所承受的全部拉力都由帆布芯层承担而计算。

当胶带绕过驱动滚筒时，在圆周力（圆周力的计算在第二节内讲述）的作用下，胶带芯层内各层帆布之间便发生剪应力 τ ，其数值与驱动滚筒的直径成反比，可以按式 (1-4) 计算。

$$\tau = \frac{P}{\frac{D}{2} \alpha B} = \frac{2P}{D \alpha B} \ll [\tau] \text{ 公斤/厘米}^2 \quad (1-4)$$

或 $D \geq \frac{2P}{\alpha B [\tau]} \text{ 厘米}$

式中：P——圆周力（公斤）；

B——带宽（厘米）；

α ——胶带在驱动滚筒上的包角（弧度）；

D——驱动滚筒的直径（厘米）；

$[\tau]$ ——许用剪应力（国产胶带 $[\tau]=0.15$ 公斤/厘米²）。

为了保证胶带在驱动滚筒的圆周力作用下不致发生芯层内各层帆布的层裂剥离现象，驱动滚筒与帆布芯层数的关系，必须符合表1-3的规定。

表1-3 橡胶输送带芯层内帆布层数与驱动滚筒直径的关系

胶带芯层内帆布层数 i	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
驱动滚筒直径 D (毫米)	400	500	630	800	(900)	1000	1120	1250	(1400)	1600

(三) 胶带的连接

橡胶输送带的连接方法是影响其使用寿命的主要问题之一。连接方法可以分为两类，即机械连接和硫化胶接。采用硫化胶接法，可以大大延长胶带的使用寿命，减少橡胶的消耗，更有效地保证胶带输送机的平稳连续生产，防止撒粮现象。因此，在一切有条件的地方，特别是固定式胶带输送机和高负荷的胶带输送机，应尽可能地采用硫化胶接法。

1. 硫化胶接法（图1-4）。将准备连接的胶带两端按其帆布芯层切成斜阶梯形，用汽油清洗，锉毛，涂上胶液，然后互相叠放在一起。在135~145°C左右的温度下，用不小于5公斤/厘米²（最好9~25公斤/厘米²）压力，保持25~60分钟（视胶带芯层

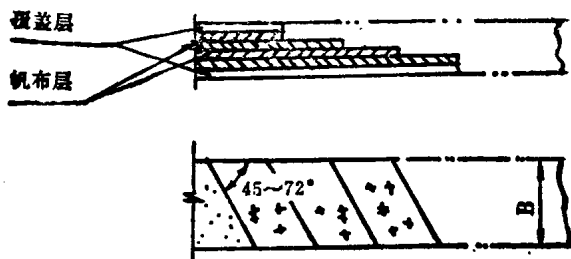


图1-4 胶带硫化胶接法切割示意图

内帆布层的多少与覆盖层的厚薄而定)即成。

胶带硫化胶接后可达到的抗拉强度为:

$$S_{\text{接头}} = S_{\text{胶带}} \cdot \eta = [\sigma] \cdot B \cdot i \cdot \eta \quad \text{公斤} \quad (1-5)$$

式中: $S_{\text{接头}}$ ——胶带接头处的抗拉强度 (公斤);

$S_{\text{胶带}}$ ——胶带的拉力强度 (公斤);

η ——接头强度效率, $\eta = \frac{i-1}{i} \times 95\%$;

i ——胶带芯层内帆布层数;

B ——带宽 (厘米);

$[\sigma]$ ——胶带帆布芯层的额定径向扯断强度 (公斤/厘米-层)。

2. 机械连接法: 粮食工厂常用的胶带机械连接法为皮带扣 (图1-5) 连接法。采用这种方法连接时, 应注意使被连接的胶带两端面与胶带带面严格成直角, 否则可能导致胶带在运行中跑偏, 并容易撕裂。

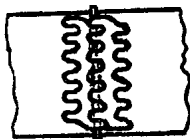


图1-5 皮带扣连接法

在采用二节式或三节式托辊支承装置时, 接头皮带扣也应相应地分段, 以保证胶带接头的成槽性能, 防止或减少销柱的折断。

表1-4 连接橡胶输送带的皮带扣号码

胶带厚度 (毫米)	5~7	7~8	8~10	10~12	12~13	13~18
皮带扣号码	27	35	45	55	65	75

注：任一号码皮带扣，其一个的长度均为290毫米。

(四) 聚氯乙烯输送带

聚氯乙烯输送带(图1-6),是用维棉或纯维尼龙交织成的整芯带作为芯层,上下各浸以聚氯乙烯糊,用挤压工艺制成。它的特点是具有较高的耐磨性能和抗拉强度等。但是,它也有耐热性差和在日晒和高温中易老化的缺点。使用这种输送带输送物料时,物料的温度不能超过60°C,应避免锐利物品的碰撞,并注意远离火源1米以上。输送带的带速以2~2.5米/秒为宜。它的额定径向扯断强度:500毫米带宽的为560公斤/2.5厘米,800毫米带宽的为700公斤/2.5厘米。其它主要规格见表1-5。

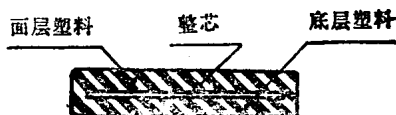


图1-6 聚氯乙烯输送带断面

表1-5 聚氯乙烯输送带的规格

带 宽 B (毫米)	400	500	650	800
芯 层 厚 δ_0 (毫米)	4	4	5	5
上料面层厚 δ_1 (毫米)	3	3	3	3
下料面层厚 δ_2 (毫米)	2	2	2	2
每米带重 q_0 (公斤/米)	4	5	7.7	9.5