

交通系统中等专业学校试用教材

港口起重输送机械

下 册

(港口装卸机械专业用)

上海港湾学校 夏源有 主编

人 民 交 通 出 版 社

交通系统中等专业学校试用教材

港口起重输送机械

下 册

(港口装卸机械专业用)

上海港湾学校 夏源有 主编

人 民 交 通 出 版 社

交通系统中等专业学校试用教材

港口起重输送机械

下 册

(港口装卸机械专业用)

上海港湾学校 夏源有 主编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 7.75 字数: 182 千

1979年12月 第1版

1979年12月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—4,570 册 定价: 0.66元

内 容 提 要

本书分上、下两册。上册为起重机械部分，下册为输送机械和港口专用机械部分。

输送机械部分主要叙述带式输送机的工作原理、结构和一般设计方法，介绍高强度带式输送机的特点与多滚筒驱动的驱动计算。同时，对气力输送机和斗式提升机的工作原理、各部分构造作了较详细的介绍。港口专用机械部分介绍了推耙机、刮抛机、袋货装船机、堆码机、堆取料机和集装箱起重运输机械的结构特点、动作原理和应用范围。

本书为交通系统中等专业学校港口装卸机械专业试用教材，也可供交通部有关专业人员学习参考。

目 录

第二篇 输 送 机 械

第八章 输送机械概论.....	1
第一节 输送机械的特点、分类和应用范围.....	1
第二节 物料特性.....	2
第三节 输送机生产率.....	5
第九章 带式输送机.....	6
第一节 带式输送机概述.....	6
第二节 输送带的种类、结构、选用和连接方法.....	8
第三节 带式输送机的主要装置.....	15
第四节 带式输送机的设计计算.....	25
第五节 计算实例.....	36
第十章 斗式提升机.....	41
第一节 斗式提升机概述.....	41
第二节 斗式提升机的装载和卸载.....	43
第三节 通用斗式提升机的组成部分.....	46
第四节 斗式提升机的计算.....	50
第十一章 气力输送机.....	53
第一节 气力输送机概述.....	53
第二节 气力输送机的主要部件.....	57
第三节 气力输送的基本参数.....	69
第四节 压力损失.....	73
第五节 气力输送机设计的一般方法和步骤.....	77
第六节 气垫输送机.....	80

第三篇 港口专用机械

第十二章 港口专用机械概论.....	81
第一节 港口专用机械及其主要类型.....	81
第二节 港口专用机械发展趋势.....	83
第十三章 舱内机械.....	85
第一节 推耙机.....	85
第二节 刮抛机.....	87
第三节 袋货装船机.....	91

第十四章	库场机械.....	95
第一节	堆码机.....	95
第二节	堆取料机.....	98
第十五章	集装箱起重运输机械.....	101
第一节	岸边集装箱装卸桥.....	101
第二节	集装箱水平运输机械.....	112
第三节	集装箱堆码机械.....	115

第二篇 输送机械

第八章 输送机械概论

第一节 输送机械的特点、分类和应用范围

一、输送机械的特点

输送机械是连续动作的机械，与起重机械相比，输送机械的特点是：可以不停地沿着一定的装卸路线连续输送货物，装载和卸载都是在工作构件运动时进行的，无须停车，因此可以采用较高的运动速度和具有很高的生产率；负载均匀和速度稳定，使其所消耗的功率几乎不变，因此，输送机械的计算功率较小，结构简单、紧凑。输送机械的缺点是：只能沿着一定的路线输送，且一种类型的输送机械一般只适合输送一定种类的货物；一般的输送机都不能直接从货堆上取货，需要有辅助的装料装置；不能输送重量较大的件货。

输送机械可以沿着水平或倾斜方向输送货物，也可沿着垂直方向输送货物，习惯上常把前者称为输送机，后者称为提升机。

二、输送机械的分类

输送机械按照输送货物的力的形式分为机械式、惯性式、气力式和液力式等几大类。港口用于装卸作业的输送机械主要为机械式和气力式两类。

机械式输送机械按其结构特点，又分为有挠性牵引构件和无挠性牵引构件两种。有挠性牵引构件的输送机，如带式输送机、链式输送机、埋刮板输送机、斗式提升机等，它们都具有挠性牵引构件和承载构件（有时两者合一，例如一般的带式输送机），被输送的货物载于承载构件上，通过挠性牵引构件的连续运动，使货物沿着一定的输送路线运动。无挠性牵引构件的输送机，如螺旋输送机、辊子输送机等，系利用工作构件的旋转或往复运动，使货物向前方输送。

气力式输送机械按其输送原理，又分为气力输送机和气垫输送机两种。前者以气流输送散货、后者是将散货（一般是粉状或小颗粒物料）置于稍倾斜的空气槽内，低压空气渗入物料之中，使其具有流动性，依靠散货自重沿斜坡向下输送。

三、输送机械在港口的应用

在港口，输送机械主要用于输送大宗散货。随着码头的专业化，给使用高效率的装卸机械，尤其是高效率输送机械创造了良好条件。

输送机械在港口的应用以带式输送机最为广泛，它可供输送各式各样的散货和同类的重达数千牛顿的件货。输送机长度可达数公里（国外最长的钢丝绳牵引胶带输送机为14.6公里），也有不超过数米长的带式输送机。带式输送机是大宗散货装货码头最主要的也是比较理想的输送设备，同时也是散货码头的主要港内运输设备。

气力输送机能从车内、库内、舱内的任意角落自动吸取散货物料，便于实现装卸作业的自动化，是目前散粮仓库和散粮卸车、卸船的主要机械设备。

螺旋输送机一般仅作为散货码头带式输送机系统的供料辅助机械。

链式输送机中以链板输送机在港口应用较多，它和辊子输送机适用于重量不超过数千牛顿的件货，主要用于港内短距离输送。

斗式提升机和埋刮板输送机用于散粮专业化码头的库内作业。

港口输送机械类型和结构多种多样，本着少而精的原则，本篇只介绍带式输送机、斗式提升机和气力输送机的结构、传动原理和一般的设计计算。

第二节 物料特性

输送机械输送的货物分为两类：成件物品和散粒物料。成件物品是指具有一定外形的单件物品或包装物品，前者指的是机器零件，后者指的是箱装、捆装等物品。成件物品的特性有：单件重量、外形尺寸和形状、包皮的种类及其它特殊的性质（防暴、防震……等）。

所谓散粒物料是指各种自然堆积在一起的块状、粒状或粉状物品，如矿石、煤、砂子、谷物等。散粒物料的特性有：颗粒组成、重度、容重、颗粒间的活动性、自然坡度角、湿度等。

输送机械主要用来运送大宗散货。散货的物料特性对于输送机的选型和设计有着重大影响。下面介绍散货物料的几种重要特性。

一、块度（粒度）

块度（粒度）是指散粒物料颗粒大小。散粒物料是由大小不同的颗粒组成的，经过筛分的物料颗粒大小比较均匀，未经筛分的物料颗粒大小相差很大。

颗粒的尺寸，在不同的方向测量是不同的。颗粒的块度（粒度）是指颗粒的最大尺寸，用符号 $A_{\max}$ 表示。

由于散粒物料是由大小不同的颗粒组成的，因此，对于散货而言，通常采用“名义尺寸”即名义块度（粒度）来表示散粒物料的粗细程度。面粉状物料的粗细程度通常又以其平均粒径来表示。

1. 名义块度（粒度） A 的确定

名义块度（粒度）的确定分为经过筛分和未经筛分两种不同情况。

（1）经过筛分的物料，其颗粒的最大块度（粒度）与颗粒的最小块度（粒度）之比小于2.5。其名义块度（粒度）按下式确定：

$$A = \frac{A'_{\max} + A''_{\max}}{2}, \text{ mm} \quad (8-1)$$

式中： $A'_{\max}$ ——物料最大块的颗粒块度（粒度），mm；

$A''_{\max}$ ——物料最小块的颗粒块度（粒度），mm。

（2）未经筛分的物料，一般希望按如下比例组成：最大块度（粒度）的数量不少于物料堆积总重量的10%，但不超过25%；75%的物料的块度（粒度）小于最大块的颗粒块度（粒度）的一半。未经筛分的物料名义块度（粒度）的确定又分为下列两种情况：

当大于 $0.8A'_{\max}$ 的物料超过总重的10%时：

$$A = A'_{\max}, \text{ mm} \quad (8-2)$$

当大于 $0.8A'_{\max}$ 的物料少于总重的10%时:

$$A = 0.8A'_{\max}, \text{ mm} \quad (8-3)$$

2. 物料按块度(粒度)的分类

散货物料按名义块度(粒度)分为以下五类:

大块度物料—— $A > 160\text{mm}$;

中块度物料—— $A = 60 \sim 160\text{mm}$;

小块度物料—— $A = 10 \sim 60\text{mm}$;

粒状物料—— $A = 0.5 \sim 10\text{mm}$;

粉状物料—— $A < 0.5\text{mm}$ 。

3. 对粉状物料平均粒径的确定

对于粉状物料平均粒径, 可用筛分法确定全部粒子的粒度分布, 即全部粒子中, 每一种粒度范围的颗粒重量占全部重量的百分比数, 然后用算术平均粒径计算出粒子的平均粒径, 视为当量直径。具体的作法是将一定量的粉料(大约50~100克左右)用筛孔尺寸分 $d'_1, d'_2, \dots, d'_{m+1}$ 个筛子进行分级, 设

d'_1 至 d'_2 粒级的平均粒径为 d_1 , 占总重的百分比为 X_1

d'_2 至 d'_3 粒级的平均粒径为 d_2 , 占总重的百分比为 X_2

d'_m 至 d'_{m+1} 粒级的平均粒径为 d_m , 占总重的百分比为 X_m

$$d_1 = \sqrt{d'_1 d'_2}; \quad d_2 = \sqrt{d'_2 d'_3}; \quad \dots \dots d_m = \sqrt{d'_m d'_{m+1}}$$

用上面求出的 $d_1, d_2, \dots, d_m$ 和相应的 $X_1, X_2, \dots, X_m$ 代入下式可求得全部粒子的平均粒径 d 。

$$d = \sum_{i=1}^m d_i X_i \quad (8-4)$$

二、容重和重度

1. 容重

物料的容重是指单位容积内散粒物料的重量, 即

$$\gamma = \frac{G}{V}, \text{ kN/m}^3 \quad (8-5)$$

式中: G ——物料重量, kN ;

V ——物料重量 G 置于容器内的容积, m^3 。

物料的实际容量与它的比重、颗粒组成、湿度和物料在容器内的填实程度有关。所谓容重是指散粒物料自然撒入容器中测得的数值。

散粒物料按容重不同分为:

特轻型物料—— γ 在 7.8kN/m^3 (0.8t/m^3)以下, 例如焦炭、小麦、大豆等;

轻型物料—— γ 在 $7.8 \sim 9.8\text{kN/m}^3$ ($0.8 \sim 1\text{t/m}^3$), 例如糖、水泥、砂、盐、型矿等;

中型物料—— γ 在 $9.8 \sim 19.6\text{kN/m}^3$ ($1 \sim 2\text{t/m}^3$), 例如锰矿、白云石、石灰石、砾石等;

重型物料—— γ 在 $19.6 \sim 27 \text{ kN/m}^3$ ($2 \sim 2.8 \text{ t/m}^3$)，例如钨矿、大块锰矿、铁矿等；

特重型物料—— γ 在 27 kN/m^3 (2.8 t/m^3)以上，例如废钢、磁铁矿、特大块矿石等。

2. 重度

物料的重度是指单位体积的物料（不包括物料颗粒间的空隙）所具有的重量。单位与容重单位相同。物料的重度可用天平、比重瓶测定。

三、物料的流动性、摩擦系数与自然坡度角

1. 物料的流动性

物料的流动性即物料通过漏斗口或在斜槽上向下滑动的性能。它是散粒物料在选择输送机械的类型时应考虑的重要性能，它在很大程度上决定着物料的装卸方法。

物料的流动性与物料颗粒之间的内摩擦力和粘滞力有关。散粒物料自然流动所受的阻力为：

$$T = P \cdot \mu_{\text{内}} + C \cdot F, \text{ N} \quad (8-6)$$

式中： P ——作用于接触面积上的法向压力， N ；

$\mu_{\text{内}}$ ——散粒物料的内摩擦系数；

C ——单位面积上的粘滞力， N/cm^2 ；

F ——接触面积， cm^2 。

将式 8-6 两边同除以 F 得：

$$\tau = \sigma \cdot \mu_{\text{内}} + C, \text{ N/cm}^2 \quad (8-7)$$

式中： τ ——切向应力， N/cm^2 ；

σ ——法向应力， N/cm^2 。

物料单位面积上的粘滞力 C 值：对于干燥的谷粒物料， $C \approx 0$ ；散粒物料经短期堆存后， $C \approx 0.04 \sim 0.1 \text{ N/cm}^2$ ；粘土质物料， $C \approx 4 \sim 10 \text{ N/cm}^2$ 。

2. 摩擦系数

物料的摩擦系数有内摩擦系数与外摩擦系数两类。内摩擦系数指物料堆内颗粒与颗粒间的摩擦系数，以 $\mu_{\text{内}}$ 表示。外摩擦系数指物料堆与承载构件间的摩擦系数，以 μ 表示。

某些输送机（例如带式输送机）的最大许容倾斜角将取决于物料的外摩擦系数：

$$\beta = \text{tg}^{-1} \mu_{\text{动}} - (7^\circ \sim 10^\circ) \quad (8-8)$$

式中： β ——输送机最大许容倾斜角，度；

$\mu_{\text{动}}$ ——动态的外摩擦系数，

$$\text{tg}^{-1} \mu_{\text{动}} \approx 0.7 \text{tg}^{-1} \mu_{\text{静}}$$

3. 自然坡度角

物料的自然坡度角是指把物料撒在平面上自然形成的倾斜表面与水平面间的夹角。如果该平面是静止的，称为静态自然坡度角 ρ ；如果该平面是运动的，则称为动态自然坡度角 $\rho_{\text{动}}$ 。 $\rho_{\text{动}} \approx 0.7\rho$

$$\text{tg} \rho = \mu_{\text{内}}$$

表 8-1 列出几种物料的自然坡度角与摩擦系数值。

几种物料的自然坡度角与摩擦系数

表8-1

物料种类	容 重	自然坡度角		静 摩 擦 系 数 μ		
	γ kN/m ³ (t/m ³)	动态(度) $\rho_{\text{动}}$	静态(度) ρ	对 钢 板	对 木 板	对 橡 胶 带
干燥的小块无烟煤	7.84~9.7 (0.8~0.95)	27	45	0.84	0.84	—
砾 石	11.76 (1.2)	30	45	1.0	—	—
焦 炭	3.53~5.19 (0.36~0.53)	35	50	1.0	1.0	—
面 粉	4.41~6.47 (0.45~0.66)	49	55	0.65	—	0.85
木 屑	1.57~3.14 (0.16~0.32)	—	39	0.8	—	0.65
干 砂	13.7~16.3 (1.4~1.65)	30	45	0.8	—	0.56
铁 矿 石	20.6~23.5 (2.1~2.4)	30	50	1.2	—	—
褐 煤	6.37~7.64 (0.65~0.78)	35	50	1.0	1.0	0.7
干燥水泥	9.8~12.75 (1.0~1.3)	35	50	0.65	—	0.64
煤 渣	5.88~8.82 (0.6~0.9)	35	45	1.0	—	0.66
干燥的碎石	17.64 (1.8)	35	45	0.63	—	0.6

四、物料的水分

工程上一般采用总重量含水率来表示物料的水分，即物料所含水的重量与物料和所含水的总重之比，称为湿量基准水分 W ：

$$W = \frac{G_{\text{水}}}{G_{\text{物}} + G_{\text{水}}} \cdot 100\% \quad (8-9)$$

式中： $G_{\text{水}}$ ——物料所含水的重量，N；

$G_{\text{物}}$ ——干物料重量，N。

第三节 输送机生产率

输送机生产率是指输送机在单位时间内输送货物的重量。通常使用的单位为千牛/小时。输送机生产率决定于单位长度上的货物重量和输送机的输送速度。在一般情况下，所有输送机的生产率均可以应用下列公式计算：

$$Q = 3.6q \cdot V, \text{ kN/h} \quad (8-10)$$

式中： q ——单位长度上货物重量，N/m；

V ——输送速度，m/s。

一、以连续流方式输送散货时

带式输送机、链板输送机等都是以连续流方式输送散货的，此时：

$$q = 1000F \cdot \gamma, \text{ N/m} \quad (8-11)$$

式中： F ——物料流的横截面面积， m^2 ；

γ ——物料容重， kN/m^3 。

此时生产率为：

$$Q = 3600F \cdot \gamma \cdot V, \text{ kN/h} \quad (8-12)$$

二、用独立工作构件输送散货时

斗式提升机、刮板输送机等都是以独立工作构件（装载斗、刮板）输送散货的，此时：

$$q = \frac{i}{a} \cdot \gamma = \frac{i_0}{a} \cdot \psi \cdot \gamma, \text{ N/m} \quad (8-13)$$

式中： i ——每个工作构件所输送的货物容量， l ；

i_0 ——工作构件（例如装载斗）容积， l ；

ψ ——充填系数， $\psi = i/i_0$ ；

a ——工作构件彼此间的距离， m 。

此时生产率为：

$$Q = 3.6 \frac{i_0}{a} \cdot \psi \cdot \gamma \cdot V, \text{ kN/h} \quad (8-14)$$

三、输送成件物品时

带式输送机、链板输送机等可以输送重量不超过数千牛顿的件货，此时：

$$q = \frac{G}{a}, \text{ N/m} \quad (8-15)$$

式中： G ——每件物品重量， N ；

a ——物品间距， m 。

此时生产率为：

$$Q = 3.6 \frac{G}{a} \cdot V, \text{ kN/h} \quad (8-16)$$

第九章 带式输送机

第一节 带式输送机概述

带式输送机是具有挠性牵引构件的输送机的一种型式。

实践证明，无论在输送量方面，还是在经济指标方面，带式运输都是一种有着广阔发展前景的输送型式。在港口，带式输送机被广泛用于散货和件货的连续输送，是港口装卸机械

的重要组成部分。

各种不同型式带式输送机的区别，主要在于输送机胶带的结构型式。输送机胶带的芯体，开始是以棉布为芯材，现在仍有很多地方还在用它。后来逐步发展到采用人造纤维、维尼龙、尼龙、涤纶、聚合混合物等化学纤维作输送机胶带芯体。再进一步又出现了钢丝绳的芯体。随着胶带结构的发展，极大的提高了橡胶输送带的强度。按输送机的效能和胶带结构、品种的不同，可将带式输送机分为普通型胶带输送机和高强度胶带输送机两类。

带式输送机从原理来讲只是一条围绕两个改向滚筒的无极带，这带子既是被输送物料的支承构件，同时也是牵引构件（钢绳牵引胶带输送机除外），而一个（或两个）改向滚筒用作驱动滚筒。因输送机头、尾两个改向滚筒的距离太大，为使带子正常运行，不致产生过大的垂度，则必须在改向滚筒之间设置滑板、托辊、滚轮等支承装置。

带式输送机的一般装置如图 9-1 所示，它是由底座 1，装在头部的驱动滚筒 2 和装在尾

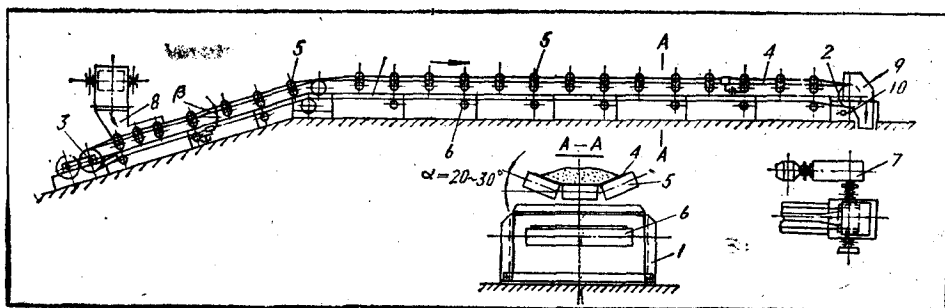


图9-1 带式输送机

1-底座；2-驱动滚筒；3-张紧滚筒；4-胶带；5-上支承托辊；6-下支承托辊；7-驱动装置；8-装载漏斗；9-卸载漏斗；10-清扫装置

部的张紧滚筒 3，绕过滚筒和沿输送机全长上装置的上支承托辊 5、下支承托辊 6 的无极带 4，包括电动机在内的驱动装置 7，装载漏斗 8，卸载漏斗 9 及清扫装置 10 所组成。

普通型胶带输送机的单机长度一般不超过 400 米，而高强度胶带输送机的单机长度在国外已有长达十余公里的。

带式输送机的基本布置形式有五种，如图 9-2 所示。

输送机倾斜部分与水平

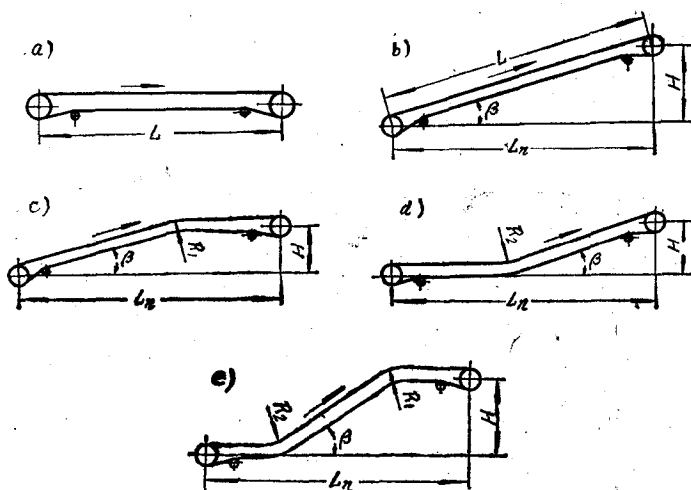


图9-2 带式输送机的基本布置形式

a)水平输送机，b)倾斜输送机，c)带凸曲线段输送机，d)带凹曲线段输送机，e)带凹弧及凸曲线段输送机

线所成的倾斜角 β ，取决于被运送物料对运动着的带的摩擦系数、散粒物料的静自然坡度角以及输送机的装载特性。由于带在两支承托辊间的下垂，输送带的实际倾角较输送机倾角为大。因此，为保证输送机工作可靠，不致发生物料沿带下滑，其倾斜角应取比物料对带的静自然坡度角小 $7\sim 10^\circ$ 。不同物料所容许的最大倾角 β 参见表9-1。

带式输送机的最大容许倾斜角 β

表9-1

物料名称	β	物料名称	β	物料名称	β
砂（干燥的）	15°	煤（干燥煤末）	20°	谷 类	15°
砂（自然状态）	20°	煤（受潮煤末）	22°	灰（干的）	20°
砂（受潮的）	24°	焦炭（粒度相同）	16°	水泥（干的）	12°
矿石（块度均匀）	18°	焦炭（粒度不同）	18°	肥料（干粉）	12°
矿石（块度不匀）	20°	焦炭（粉粒状）	20°	肥料（普通）	18°
煤（块状）	16°	豆 类	8°	原 盐	20°
煤（块状不同）	18°				

带式输送机的优点是对货物的适应性强，生产率高，输送距离长，能量消耗小，高速运转时平静无声，工作安全可靠。

带式输送机的缺点主要是只能在对水平面成不大的倾斜角时进行工作。此外，当要求沿带的全长的任意点卸载时，将导致机构复杂化。

第二节 输送带的种类、结构、选用和连接方法

输送带是带式输送机的重要部件。无论是设计或使用带式输送机，都应当对输送带有很好的了解。

一、输送机胶带按芯体芯材的分类

1. 棉芯输送机胶带

带式输送机中应用最广的胶带，是以棉布作为芯体。带由多层衬垫构成，在这些布层之间则用天然橡胶或合成橡胶以硫化的方法加以胶接。在带的二个表面层上涂有橡胶护面，用来防护芯体免受机械损伤，特别是被运送的物料所造成的磨损及潮湿的作用。图9-3为棉芯输送机胶带的断面简图。

在输送机胶带各种芯材中棉布的单位强度最低，因此，它主要用于每厘米宽2940牛顿（300公斤）以下的低强度范围内。

2. 人造纤维输送机胶带

人造纤维芯输送机胶带比棉芯输送机胶带强度大、耐弯曲疲劳、与橡胶的附着性和成槽性好，可以用在要求有较高强度的长距离输送的带式输送机上。它的缺点是耐水性差，随着比它强度更高的纤维的出现，在国外已有被逐步淘汰的趋势。

3. 维尼龙芯输送机胶带

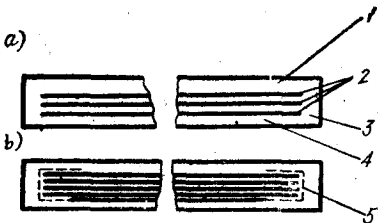


图9-3 棉芯输送机胶带的断面简图

a) 不带包胶的，b) 带包胶的

1-上橡胶护面，2-棉芯衬垫层，3-边缘橡胶，4-下橡胶护面，5-包胶

维尼龙纤维（特别是长纤维）比人造纤维强度大、重量轻、耐水性能好，受热和受潮后尺寸变化小，可制成高强度的输送机胶带。

4. 尼龙芯输送机胶带

尼龙所持有的弹性、柔软性和不吸潮，使以它为芯材制成的输送机胶带具有如下主要特点：

- (1) 强度大；
- (2) 柔软性好——可以加深输送带槽角；
- (3) 弯曲疲劳小；
- (4) 弹性好；
- (5) 可以和橡胶完全附着，不会发生剥离现象。

5. 涤纶芯输送机胶带

涤纶的特点是耐水性能好（浸水后强度丝毫不降低）、伸长小、耐腐蚀。适合于输送化学品物料。

6. 聚合混合物芯输送机胶带

聚合混合物在耐水性能、耐弯曲性能、耐化学腐蚀性能方面均很优越，是一种比水轻，比重为0.91的纤维。和尼龙一样，其耐冲击性能也好。但耐热性能是纤维中最差的，在140℃时就开始软化了。由于它与维尼龙、尼龙、涤纶芯胶带比较，其强度较低，弹性伸缩较大且伸缩后的回复率较差，故现在很少采用。

7. 夹钢绳芯输送机胶带

夹钢绳芯输送机胶带强度非常大，比尼龙芯输送机胶带强度大1.7倍。在长距离、高效率物料输送领域里，夹钢绳芯输送带得到了越来越广泛的应用。

夹钢绳芯输送带的突出优点是：芯体强度大，特别适用于长距离的输送机；伸长小，要求的张紧装置行程短；芯体是单层结构，柔软性好，易于形成深槽形；作业速度高；使用寿命长。

从以上阐述中可以了解，输送带采用合成纤维或钢绳作带芯比由棉织物作带芯具有比较高的强度和比较大的柔性。因此，当采用合成纤维或钢绳作带芯时，输送带需要的衬垫层数少，减少了带的厚度和自重，从而降低了输送机所需的驱动功率，并减小了托辊、滚筒、减速器所需要的尺寸。还由于这些带芯的柔软性好，可以在不增加输送带宽度时，通过加大槽深来提高生产率。此外，由于钢绳和合成纤维带芯在多次弯曲的条件下粘着强度大，因而可提高输送带的使用寿命。

各种输送机胶带的弯曲次数列于表9-2。

不同类型胶带的弯曲数

表9-2

胶 带 类 别	弯 曲 次 数
夹钢绳芯输送带	一千万次后没有裂缝
尼龙芯输送带	一千万次后没有裂缝
维尼龙芯输送带	8百万次后1~2层裂缝
人造纤维芯输送带	8百万次后1~2层裂缝
棉布芯输送带	1百万次后1~2层裂缝

二、输送机胶带按橡胶涂层的分类

输送机胶带的橡胶涂层具有保护胶带芯体的作用，所以橡胶涂层的寿命和输送机胶带的寿命是一致的。因此，必须根据使用条件来选择最合适的橡胶涂层。

作为输送机胶带橡胶涂层必要的性质包括以下几个方面：

- (1) 耐磨性能好；
- (2) 抗拉裂；
- (3) 拉伸强度大；
- (4) 有适当的延伸性；
- (5) 有柔软性和弹性，耐弯曲性能好；
- (6) 耐老化性能好；
- (7) 摩擦系数大；
- (8) 耐冲击性能好。

输送机胶带的橡胶涂层有天然橡胶、S·B·R 合成橡胶、氯丁橡胶、丁腈橡胶、丁基橡胶、硬橡胶、乙烯丙烯橡胶等。目前多数的普通型及高强度输送机胶带的橡胶涂层使用的是天然橡胶。

兹将各种橡胶涂层的特性列于表9-3。

天然橡胶及合成橡胶性能一览表

表9-3

橡胶种类	抗拉裂	弹性		发热	耐弯曲	耐油性	耐日光性	耐臭氧性	耐磨性	耐寒性	耐热性
		20℃	90℃								
天然橡胶	A	A	A	A	A	C	B	B	B	A	C
S. B. R	C	B	B	B	B	C	B	B	A-B	A-B	B
氯丁橡胶	B	B	A	A	A	B	A	A	B	B	A
丁基橡胶	B	C	C	C	A	A	A	A	B	A	A
丁腈橡胶	C	B	B	B	B	A	B	B	A-B	C	C
硬橡胶	B	A	A	A	A	C	C	B	A	A	B
乙烯丙烯橡胶	B	A	B	A	A	C	A	A	B	A	A

注：A—优，B—一般，C—差。

三、夹钢绳芯输送机胶带的结构

夹钢绳芯输送带的标准结构有全橡胶型和特种分层型。

全橡胶型夹钢绳芯输送带（图9-4）内嵌有许多根钢丝绳，在同一平面内按照相等的间距平行排列，以增加输送带的强度，然后复盖橡胶涂层。

特种分层型夹钢绳芯输送带（图9-5），在钢绳芯和上、下橡胶护面之间嵌有尼龙或合成纤维的织层，尼龙或合成纤维织层具有抗刺穿和抗撕裂的性能，因此当输送棱角尖锐的物料时，采用分层型夹钢绳芯输送带，能极大地延长输送带的使用寿命。此外，当输送带横向太软时，采用分层型夹钢绳芯输送带能适当地提高带的韧性以提供良好的成槽性。

当带宽很大时，为进一步保持带的成槽性，夹钢绳芯输送带沿纵向每隔一定间距布置有

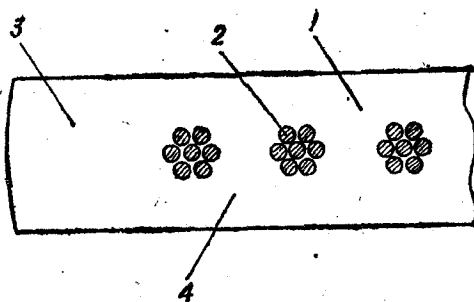


图9-4 全橡胶型夹钢绳芯输送带横截面
1-上橡胶护面；2-钢绳芯；3-边缘橡胶；4-下橡胶护面



图9-5 特种分层型夹钢绳芯输送带横截面
1-钢绳芯；2-尼龙或合成纤维层

横向加固钢绳芯，嵌在纵向钢绳芯层和上、下橡胶护面层之间。

1. 钢绳芯的材料

钢绳芯是输送带的承力构件。夹钢绳芯输送机胶带对其所采用的钢绳芯的基本要求是，

- (1) 挠性良好和疲劳强度高；
- (2) 由载荷引起的弹性伸长及永久性伸长应极小；
- (3) 有高的张紧强度和高韧性；
- (4) 对橡胶有良好的粘着效应；
- (5) 表面应清洁，不容许有锈蚀、损伤和油污；
- (6) 同一条输送带的各根钢绳芯，应采用同一规格的钢绳，钢绳在整个长度上无弯曲和起伏。

为适应这些特殊性能，钢绳芯的材料采用化学成份纯度很高的高级炭素钢。

2. 钢绳的结构和标记方法

通常钢绳芯采用直径在0.1~0.59毫米范围的钢丝捻制而成，钢绳直径从2毫米到10.3毫米。

钢绳结构的标记方法如“7×7×7×0.21”和“7×7×3×0.27”，它表示用7根（或3根）单丝拧成一个小股，再由7根小股拧成一个中股，最后用7个中股合成一根绳。“0.21”和“0.27”一项表示钢丝直径。

3. 钢丝的镀层

为增加对橡胶的粘着效应，钢绳芯的所有钢丝都应加镀层。通常采用的镀层方法是电镀锌和电镀黄铜。镀铜钢绳与橡胶的粘着力好，镀锌钢绳的防锈性好。不过，当钢芯加以橡胶盖层后，二种镀层的钢芯没有什么区别。

四、钢绳牵引的输送机胶带

钢绳牵引胶带输送机的输送带系自由的置于牵引钢绳上（图9-6）。胶带只是承载构件，它不再承受牵引载荷，也不再与托辊接触。因此，不论输送机胶带宽度和驱动功率的大小，胶带都只有一层或两层织物芯层。

由于胶带芯层层数很少，柔性很大，为防止胶带承载后在钢绳间落下，在胶带全长上每隔一定距离有横向弹簧钢条硫化在中间（图9-7）。带的两边，上、下均有楔形耳槽，借以使带很好地支持在钢绳上，以免两者之间产生滑动。