

国外长距离 胶带输送机



国外长距离胶带输送机

《国外长距离胶带输送机》编写组

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书根据国外技术交流资料和有关书刊写成,着重介绍国外长距离钢丝绳芯胶带输送机的结构、驱动和控制系统、设计计算、运行维护以及安全保护装置等;对各行业使用长距离胶带输送机的实例,也作了分析和说明。

本书供煤矿、金属矿、非金属矿和露天矿等使用胶带输送机的厂矿企业,及运输机械科研、设计、制造等单位的工程技术人员和工人学习使用;对有关院校师生也有参考价值。

这本书的执笔人是康英同志。

国外长距离胶带输送机

《国外长距离胶带输送机》编写组

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787\times 1092^{1/32}$ 印张 $7^{7/8}$

字数 176 千字 印数 1-12,160

1978年10月第1版 1978年10月第1次印刷

书号15035·2172 定价0.75元

目 录

第一章 胶带输送机的发展趋势	1
第二章 胶带输送机的结构	7
第一节 钢丝绳芯胶带	7
第二节 钢丝绳芯胶带使用和设计的有关问题	16
第三节 拉紧装置	33
第四节 传动滚筒	51
第五节 托辊	55
第六节 托辊支架	70
第七节 装载站	76
第八节 特殊结构的胶带输送机	79
第三章 胶带输送机的驱动	88
第四章 胶带输送机的设计计算	111
第一节 输送机设计计算常用符号	111
第二节 胶带输送机有关参数的计算	113
第五章 胶带输送机的维护和安全保护	190
第六章 长距离胶带输送机的应用	220
第一节 概述	220
第二节 长距离胶带输送机应用实例	226

第一章 胶带输送机的发展趋势

近年来,在工业、农业和交通运输业等方面已广泛使用胶带输送机。与其他运输手段相比,胶带输送机不仅操作安全、使用方便、维修容易、节省人力和动力、运费低廉,而且运输坡度比汽车和铁路运输都大,可以缩短运输线,降低工程造价。另外,使用这种输送机还能减少噪音。近年来,胶带输送机已向长距离、大运量、高速度方向发展。

为适应长距离胶带输送机的发展需要,首先对运输胶带(以下简称胶带或运输带)从强度上提出了要求。提高胶带强度的途径,主要是不断更新胶带芯体,这样就出现了高强力胶带、减层胶带、钢丝绳牵引胶带、钢丝绳芯胶带以及耐寒、耐热、难燃胶带等新品种。

近十几年来,长距离、大运量、高速度胶带运输主要使用钢绳牵引的胶带输送机和钢丝绳芯胶带输送机。

钢丝绳牵引的胶带输送机,在日本和西德等国已基本淘汰,原因如下:

1) 设备费用高。因为驱动部分用钢丝绳牵引,为保证钢丝绳在一定范围内的弯曲疲劳,需要较大的驱动绳轮和导向轮、大的差动齿轮箱或庞大的电气控制设备。

2) 胶带制造成本高。胶带使用棉帆布芯体,为满足承载的要求,在胶带内还要加入弹簧钢条和钢丝绳承载处的耳槽,从而增加了制造成本。

3) 脱槽事故多,钢丝绳裸露于大气中容易损坏,寿命

短。

钢丝绳芯运输带就没有上述缺点，因而发展很快。苏、美、西德、日、加等国五十年代都已引进或仿制，英国也开始向钢丝绳芯胶带输送机方向发展。其他国家六十年代已使用了钢丝绳芯胶带输送机。

当前，国外胶带输送机在胶带强度和运距等方面都有所发展。

1. 胶带强度

1950年以前，胶带芯体材料主要采用棉帆布，最大强度为60公斤/厘米·层，1950年以后开始采用人造丝，强度提高到400公斤/厘米·层。五十年代末期，即1957~1959年，出现了维尼龙，而后又研制成功了合成纤维热处理装置，将聚脂尼龙66等合成纤维在胶带上使用。这不仅把胶带的强度提高到500~600公斤/厘米·层，而且还可减少层数，使带身柔软，成槽性好（槽角由20°提高到50~60°），为近代大容量长距离输送机奠定了基础。为了适应运量更大运距更长的运输（如单机水平运距达万米以上，倾斜15°区段达2000米以上），以后又研制出钢丝绳芯胶带和钢丝绳胶带。

高强度胶带的发展，使胶带运输的驱动功率和运输量不断达到新的高度，继1964年出现了2500千瓦的大功率胶带输送机后，近年来又在机械化运输的基础上实现自动化，即采用自动转载点，通过遥控将物料从一台输送机自动转送到另一台输送机上。需要实现大运量、长距离运输时，可通过一系列无人转载点将多台输送机连接起来，这样就避免采用大功率马达、大直径滚筒、庞大的拉紧装置和破断强度高达到5000公斤/厘米·宽的胶带。最近，国外在长距离运输方面已使用多机多马达驱动方式。

2. 运距

随着橡胶带强度范围的提高和应用领域的扩大, 运输线的长度也不断增加, 长达数公里乃至数十公里的运输线已比较普遍。日本最长的运输线达23公里(如日本四国的鸟形山到须崎港的石灰石矿石运输线)。智利铁矿有一条43.5公里的运输线, 澳大利亚一条胶带输送线长达51公里; 北非撒哈拉大沙漠的磷矿石运输采用了一条钢丝绳芯胶带输送线, 运输距离长达100公里。美国的河湖胶带运输线长达168公里。展望长距离钢丝绳芯胶带输送机的发展远景, 日本阪东橡胶公司在有关资料上介绍了两个工程设想: 在日本东京至大阪之间, 计划铺一条3米宽的钢丝绳芯胶带运输线, 代替目前用火车和载重汽车进行的集装箱运输; 为解决噪音问题, 计划将关西国际机场移到海上, 用3米宽的胶带输送机把约5亿米³的土砂运到海中。

在发展长运输线的同时, 单机跨度也在不断提高。例如, 日本鸟形山23公里胶带运输线最长单机为7700米(6号机), 其次是6654米(7号机); 撒哈拉大沙漠100公里运输线分10跨, 每跨长约10公里。日本为新喀里多尼亚镍矿设计的一台输送机, 单机长度达13.07公里。

目前长距离运输线多数使用钢丝绳芯胶带。

长距离运输线和长距离单台输送机典型示例见表1-1。

3. 胶带速度

增加速度是提高输送机运输效率的有效措施之一。同时, 在运输量相同的情况下提高带速减小带宽, 可节省牵引力和动力消耗。随着胶带性能的提高和运输任务的要求, 国外输送机的带速也在不断加大, 1955年前在109米/分左右, 1960年前后提高到124~155米/分, 个别达到217~248米/分。

表 1-1 长 距 离 运 输 线

安 装 地 点	胶 带 规 格		运 输 长 度 (公 里)	单 机 最 大 长 度 (米)	运 输 量 (吨/时)	速 度 (米/分)	备 注
	品 种	带 宽 (毫 米)					
美国凯特威矿			145				有17个转载点
撒哈拉大沙漠	ST-3150	1000	96	10000	2000	270	10条输送机
智利圣塔克劳铁矿		750	43.5	9000	900	200	
澳大利亚纳巴尔考	ST-1650	914	25.5	5316	1270	210	
日本鸟形山石灰石矿	ST-1800	900	23	7720	1800	300	8条输送机
日本住友水泥石灰石矿	ST-1600	1000	17	3220	1200	150	7条输送机
澳新喀里多尼亚	ST-2500	800	13.136	13136	800	240	
秘鲁马尔考纳矿	ST-2200	900	12	5013	2000	180	3条输送机
安哥拉洛比托	ST-1250	900	10				
日本三菱矿业水泥(东谷)	ST-1200	900	12.5	7710	1000	200	3条输送机

最近几年,高速输送机的带速已达 280~540 米/分。据说西德某矿已采用 730 米/分的高速度。

当然,随着带速的提高,对胶带的抗张力、耐挠曲、抗剥离、耐磨损、耐冲击等性能的要求也提高了。目前,高速输送机的胶带多数采用化学纤维和钢丝绳芯运输带。

4. 胶带宽度

胶带的运载能力与宽度成平方关系,增大带宽,可以大大提高运输量。因此,1950~1955年间,国外曾一度倾向于加宽带面,制造大宽度(1200~2000毫米)的胶带。但由于带宽占地面积大,传动装置昂贵,造价高,在应用上就有一定局限性;同时制造胶带需要巨型硫化设备。这样,后来在相当长一段时间内带宽没有多大发展,而是主要通过提高带速,加大槽角来达到提高运输量的目的。

近年来,部分运输设备趋于向大型化和长距离化方面发展。资本主义国家的厂商在安装了可生产宽 3 米以上胶带的

平板硫化机以后，竭力鼓吹胶带向大宽度发展。目前宽 2 米以上的胶带的需要量毕竟是少数，宽 3 米以上的更属个别情况。

5. 胶带层数

自从采用各种高强度化学纤维芯体以后，较少布层就可满足相同的张力要求。如棉帆布芯体胶带（经纬线都是棉织品）强度最高达 60 公斤/厘米·层，而尼龙芯体胶带（经纬线都是尼龙）强度可达到 600 公斤/厘米·层，10 层棉帆布芯体的强度相当于一层尼龙芯体的强度。

芯体层数减少后，胶带的厚度减薄，重量减轻，挠曲性得到改善，而且动力消耗小，有显著的技术经济效益。在国外，由于各种化学纤维帆布的强度级差很多，可根据需要，依照不同强度和帆布层数的要求，选择适宜的纤维帆布类型。目前国外多层帆布胶带的布层一般在 7 层以下（7 层以上认为不合理），80% 都在 5 层以下，特殊情况才用 6 层。

近年来，为防止层间剥离，采用了一种减层型胶带，即采用 1~4 层特殊织物作芯体。这类胶带以单层芯胶带为代表。在研究单层胶带基础上，日本近年来又搞成了无层胶带，即全弹性体胶带。这种胶带的构造特点，据日本阪东橡胶公司介绍，是将天然橡胶与尼龙短纤维混合，再经过定向处理，使纤维在胶料中成一个方向排列，由纤维之间的橡胶将短纤维粘合在一起，成为一种强力弹性体。用这种弹性体作带芯，上下各加复盖胶就成为无层胶带。这种胶带成槽性好，但造价较高，尚未大批生产。

6. 槽角

槽角加大，是国外输送机近年来的另一引人注目的动向。加大槽角有增大运输能力，减少物料撒落等优点。1955

年以前，槽角一般都在 20° 左右，到1958年普遍增到 30° 。目前一般输送机的槽角为 $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 。日本工业标准原规定槽角 20° ，现已考虑改为 30° 。V形深槽运输带槽角已可达 45° 、 50° 、 55° 或 60° 。

第二章 胶带输送机的结构

第一节 钢丝绳芯胶带

钢丝绳芯体胶带是一种以纵向排列的钢丝绳作骨架的运输带，是近年来国外重点发展的一个品种。随着运输量和运距不断增大，美、西德、日、英、东德和苏联等国都积极生产和使用这种胶带。

美国古特异公司和古特立奇公司都从40年代开始生产这种胶带；西德大陆公司1950年开始试制，试用期10年，目前西德已经广泛使用。1963年日本着手试制钢丝绳芯胶带，由于参考了欧美技术，特别是引进西德有关专利，试用期较短，进展较快，目前已有几家工厂生产。

苏联从1955年以前就着手试制钢丝绳芯胶带，从近年进口量来看，国内生产量是不大的。从1969年开始大量进口制做胶带用的钢丝绳。

钢丝绳芯胶带有哪些主要优点呢？

1. 抗拉强度高，可满足大输送量、长距离输送的要求。据东德资料介绍，钢丝绳芯胶带的破坏张力可达7000公斤/厘米·宽，允许的最大工作张力，由于安全系数选用不同，各国各厂不完全一致。从日本的对比资料看，钢丝绳芯胶带允许最大拉力为900公斤/厘米·宽，而最强的合成纤维尼龙胶带的最大工作张力只在300公斤/厘米左右。

根据日本横滨橡胶公司的资料，水平运输时，在带宽

900毫米、运输量1800吨/时、带速180米/分的条件下，各种胶带的单机最大可能长度对比如下：

钢丝绳芯胶带	15500米
尼龙胶带	9500米
维尼纶胶带	3800米
棉帆布胶带	600米

目前世界上已设计的最长跨度的钢丝绳输送机为13公里。

2. 伸长量小，拉紧装置行程可以减小

钢丝绳芯胶带的伸长量，据日本横滨和阪东公司介绍，约为帆布胶带的1/10。鉴于钢丝绳芯胶带的延伸极小，因此，张紧行程装置很短，无论在设备费用和张紧装置的安排上都是极为有利的。日本横滨公司所推荐的张紧行程如表2-1所示。

表 2-1 各种胶带的张紧行程

胶 带 种 类	弹性延伸率 (%)	永久延伸率 (%)	推荐张紧行程 (%)
棉帆布胶带	0.3~0.5	0.8~1.0	$1.1 \sim 1.5 + \alpha$
尼龙胶带	0.3~0.6	1.3~1.8	$1.6 \sim 2.4 + \alpha$
钢丝绳芯胶带	0.03~0.06	0.08~0.13	$0.11 \sim 0.19 + \alpha$

注： α 值是考虑发生事故需要重新接头所留有的余量。 α 值和接头方法与再接再次数有关。

例如，机长5000米时，尼龙胶带拉紧所需行程为100米 + α ，而钢丝绳芯胶带只要10米 + α 就行了。

钢丝绳芯胶带另一特点是纵向弹性高，因而张力传播速度快，不会出现浪涌现象，启动和制动比较容易。

3. 成槽性好

由于胶带只有一层芯体，与托辊贴合紧密，可形成较大的槽角。近年来，钢丝绳芯运输带的槽角多数用 30° ，有些用到 35° ，这样不仅可以增大运送量，而且还可以防止胶带跑偏。为防止装载点溜槽撒料，一般采用挡料板，可是挡料板容易磨损胶带，如将胶带槽角加深到 45° ，就不必装挡料板了，而这一点钢丝绳芯胶带是容易做到的。

合成纤维帆布，虽然目前已可能达到很高的强度，然而 300 公斤/厘米·层以上的高强力帆布（如维尼纶帆布和尼龙帆布）实际很厚，对成槽性有一定影响。尤其目前常用槽角已过渡到 30° 以上，对成槽性的要求提高了，这个问题显然需要认真考虑。

4. 动态性能好，使用寿命长

由于钢丝绳芯胶带是以很细的钢丝捻成钢绳作带芯，它耐弯曲疲劳和耐冲击性能非常好。表 2-2 和表 2-3 是日本阪东公司抗冲击和耐弯曲性能对比试验。

5. 破损后容易修补

钢丝绳芯胶带另一特点是，即使一旦出现破损，破伤几乎不再扩大，修补也很容易。相反，帆布胶带损伤后，会由于水浸等原因而引起剥离，使帆布强度降低，严重时会有全幅断裂的危险。

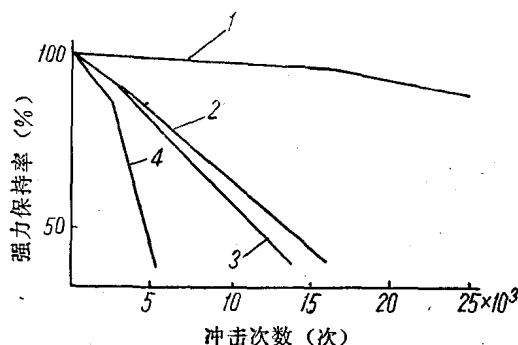
6. 接头寿命长

这种胶带采用硫化胶接，接头寿命很长。美国古特立奇公司的经验表明，接头使用 10~13 年后仍未损坏。

7. 输送机的滚筒小

钢丝绳芯胶带，带芯是单层强力元件，弯曲疲劳轻微，容许滚筒直径可比用帆布胶带时小。表 2-4 是钢丝绳芯胶带与帆布胶带的容许传动滚筒直径对比。

表 2-2 各种胶带的抗冲击性能



1—钢丝绳芯胶带；2—尼龙胶带；3—维尼纶胶带；4—单层胶带

冲击力 (公斤·米)	钢丝绳芯胶带		尼龙胶带		维尼纶胶带		单层胶带	
	型式 (公斤/厘米)	复盖股 厚度(毫米)	型式 (公斤/厘米)	复盖股 厚度(毫米)	型式 (公斤/厘米)	复盖股 厚度(毫米)	型式 (公斤/厘米)	复盖股 厚度(毫米)
100	1000	6×6	800	6×3	1000	6×3	500	6×3
200	1000	8×6	1000	8×3	1250	8×3	600	6×3
400	1250	8×6	1000	8×3	1500	8×3	600T	6×3
600	1500	8×6	1250	8×3	以下不能使用			
800	1500	8×6	1500	8×3				
1000	2000	8×6	以下不能使用					
1500	2000	8×6						
2000	2500	10×8						
2500	2500	10×8						
3000	3150	12×8						

注：1. 单层胶带指尼龙胶带。

2. 本表适用于普通胶带输送机，装载机等特殊机械用的胶带不包括在内。

表 2-3 各种胶带的耐弯曲性能

胶 带 类 型	弯曲次数 (至剥离)
钢丝绳芯胶带	1000万次无异常
尼龙胶带	1000万次无异常
维尼纶胶带	800万次 1~2 层剥离
人造丝胶带	300万次 1~2 层剥离
棉帆布胶带	100万次 1~2 层剥离

表 2-4 两种胶带的容许传动滚筒对比

钢 丝 绳 芯 胶 带		纤维帆布芯胶带
钢 丝 绳 直 径 (毫米)	容许传动滚筒直径 (毫米)	容许传动滚筒直径 (毫米)
2.0	450	750
3.2	600	900
4.15	800	1000
4.86	800	1050~1200
5.6	1000	1200~1350
7.0	1300	1500~1700
8.3	1400	不能设计
9.3	1600	—
10.0	1600	—

8. 能满足长距离、大运量的技术要求

近年来由于高强度胶带的发展,长距离、大容量胶带运输的使用范围越来越广泛,在露天矿场和大型土方工程中也得到了推广。日本阪东化学公司认为与载重汽车、铁路运输和索道运输相比,长距离胶带运输方式是最安全、最经济的,特别在重载向上运输时,使用胶带输送机最经济。

西德克虏伯公司1971年将年运输量430万吨物料的带宽1米的胶带输送机,与68吨自卸汽车的设备投资和营运费进

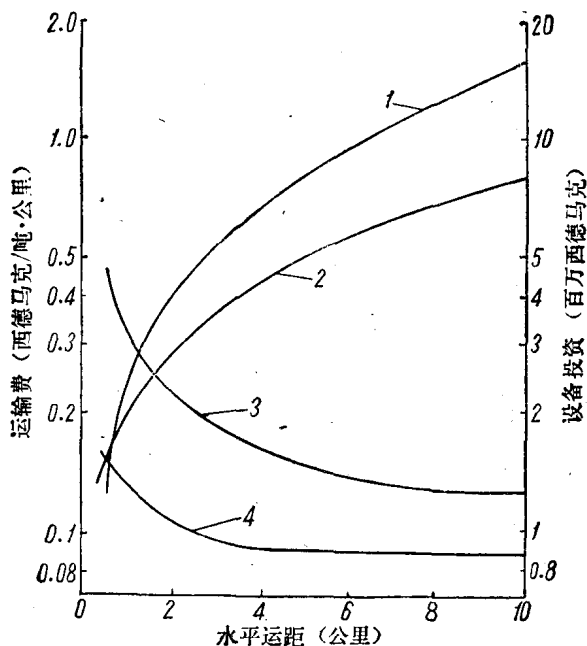


图 2-1 水平运输时营运费与设备投资对比
(克虏伯公司1971年资料)

1—输送机投资；2—自卸汽车投资；3—自卸汽车营运费和大修费；
4—输送机营运费和大修费

自卸汽车
胶带输送机
小时能力
两班工作制

载重68吨
带宽1000毫米
1000吨
16小时/日，4300小时/年

行了比较。对比结果表明, 水平运距在10公里以下时, 胶带输送机的设备投资大于汽车运输的设备投资; 营运费用, 不论运距长短, 都比汽车运输低26~46%, 全年营运费低80~120万西德马克(图2-1和表2-5)。垂高200米重载运输时, 对比结果见图2-2和表2-6; 垂高400米重载运输时, 对比结果见图2-3和表2-7。

表 2-5 水平运输时营运费与设备投资对比

运距 (公里)	设备投资(百万马克)			运输费用(马克/吨·公里)			
	胶带运输	汽车运输	胶带运输 比 汽车运输	胶带运输	汽车运输	胶带运输比汽车运输 (每吨·公里)	全年总运费
1	2.5	1.92	+0.58	0.13	0.32	-0.19	- 817000
2	4	2.8	+1.2	0.11	0.23	-0.12	- 1032000
3	5.3	3.65	+1.65	0.097	0.19	-0.093	- 1199700
4	6.7	4.3	+2.4	0.092	0.162	-0.065	- 1118000
5	8.1	5	+3.10	0.09	0.15	-0.06	- 1290000
6	9.5	5.6	+3.90	0.09	0.139	-0.049	- 1264200
7	11	6.3	+4.70	0.09	0.132	-0.042	- 1264200
8	12.5	6.8	+5.70	0.09	0.13	-0.04	- 1376000
9	14	7.4	+6.6	0.09	0.124	-0.034	- 1315800
10	16	8	+8.00	0.09	0.122	-0.032	- 1376000

注: 小时运输量1000吨, 全年总运量4300000吨。