

DT II 型固定式带式输送机的设计

摘 要

本次毕业设计是关于 DT II 型固定式带式输送机的设计。首先对胶带输送机作了简单的概述；接着分析了胶带输送机的选型原则及计算方法；然后根据这些设计准则与计算选型方法按照给定参数要求进行选型设计；接着对所选择的输送机各主要零部件进行了校核。普通型带式输送机由六个主要部件组成：传动装置，机尾或导回装置，中部机架，拉紧装置以及胶带。最后简单的说明了输送机的安装与维护。目前，胶带输送机正朝着长距离，高速度，低摩擦的方向发展，近年来出现的气垫式胶带输送机就是其中的一个。在胶带输送机的设计、制造以及应用方面，目前我国与国外先进水平相比仍有较大差距，国内在设计制造带式输送机过程中存在着很多不足。

本次带式输送机设计代表了设计的一般过程，对今后的选型设计工作有一定的参考价值。

关键词：带式输送机 传动装置 导回装置

Abstract

The design is a graduation project about the belt conveyor. At first, introduction about the belt conveyor. Next, it is the principles about cho component parts of belt conveyor. After that the belt conveyor abase on th principles is designed. Then, it is checking computations about main component parts. The ordinary belt conveyor consists of six main parts: Drive Unit, Jib or Delivery End, Tail Ender Return End. Intermediate Structure, Loop Take-Up and Belt. At last, it is explanation about fix and safeguard of the belt conveyor. Today, long distance, high speed, low friction is the direction of belt conveyor's development. Air cushion belt conveyor is one of them. At present, we still fall far short of abroad advanced technology in design, manufacture and using. There are wastes in the design of belt conveyor.

Keywords: the belt conveyor Drive Unit Delivery End

目 录

第一章 前言	1
1.1 带式输送机的应用	1
1.2 带式输送机的分类	1
1.3 各种带式输送机的特点	2
1.4 带式输送机的发展状况	3
1.5 带式输送机的工作原理	4
1.6 带式输送机的结构和布置形式	6
1.6.1 带式输送机的结构	6
1.6.2 布置方式	7
1.6.3 运行阻力的计算	8
第二章 带式输送机的设计计算	10
2.1 已知原始数据及工作条件	10
2.2 计算步骤	10
2.2.1 带速和槽角的确定:	10
2.2.2 承载段运行阻力	12
2.2.3 空回段运行阻力	13
2.2.4 最小张力点	14
2.2.5 输送点上各点张力的计算	14
2.2.5 验算传动滚筒分离点与相遇点张力的关系	15
2.2.6 输送带的强度验算	16
2.2.7 传动滚筒直径的确定和滚筒强度的验算	18
2.2.8 拉紧装置	19
2.2.9 电动机功率和减速器的减速比	20
2.2.10 逆止力与电机轴的制动力矩的计算	21
第三章 驱动装置的选用	22
3.1 电机的选用	22
3.2 减速器的选用	23
3.2.1 传动装置的总传动比	23
3.2.2 液力耦合器	23
3.2.3 联轴器	24
第四章 带式输送机部件的选用	29
4.1 输送带	29
4.1.1 输送带的分类:	29
4.1.2 输送带的连接	31
4.2 传动滚筒	32

DT II 型固定式带式输送机设计

4.2.1 传动滚筒的作用及类型	32
4.2.2 传动滚筒的选型及设计	33
4.2.3 传动滚筒结构.....	34
4.2.4 传动滚筒的设计.....	34
4.2.5 传动滚筒轴的结构设计.....	38
4.3 托 辊.....	40
4.3.1 托辊的作用与类型	40
4.3.2 托辊的选型	44
4.4 制 动 装 置.....	47
4.4.1 制动装置的作用	47
4.4.2 制动装置的种类	47
4.4.3 制动装置的选型	49
4.5 改向装置.....	50
第五章 其他部件的选用	51
5.1 机架与中间架.....	51
5.2 给 料 装 置.....	53
5.2.1 对给料装置的基本要求	53
5.2.2 装料段拦板的布置及尺寸	54
5.2.3 装料点的缓冲	54
5.3 卸料装置.....	55
5.4 清 扫 装 置.....	56
5.5 头部漏斗.....	59
5.6 电气及安全保护装置.....	59
第六章 总结	61
致 谢	62
参考文献	63

第一章 前言

1.1 带式输送机的应用

带式输送机是连续运输机的一种，连续运输机是固定式或运移式起重运输机中主要类型之一，其运输特点是形成装载点到装载点之间的连续物料流，靠连续物料流的整体运动来完成物流从装载点到卸载点的输送。在工业、农业、交通等各企业中，连续运输机是生产过程中组成有节奏的流水作业运输线不可缺少的组成部分。

连续运输机可分为：

- (1) 具有挠性牵引物件的输送机，如带式输送机，板式输送机，刮板输送机，斗式输送机、自动扶梯及架空索道等；
- (2) 不具有挠性牵引物件的输送机，如螺旋输送机、振动输送机等；
- (3) 管道输送机(流体输送)，如气力输送装置和液力输送管道。

其中带输送机是连续运输机中是使用最广泛的，带式输送机运行可靠，输送量大，输送距离长，维护简便，适应于冶金煤炭，机械电力，轻工，建材，粮食等各个部门。

1.2 带式输送机的分类

带式输送机分类方法有多种，按运输物料的输送带结构可分成两类，一类是普通型带式输送机，这类带式输送机在输送带运输物料的过程中，上带呈槽形，下带呈平形，输送带由托辊托起，输送带外表几何形状均为平面；另外一类是特种结构的带式输送机，各有各的输送特点。其简介如下：

带式输送机	普通型	TD 型固定式带式输送机
		QD 80轻型固定式带式输送机
		DX 型钢绳芯带式输送机
		U 型带式输送机
		管形带式输送机
	特种结构型	气垫带式输送机
		波状挡边带式输送机
		钢绳牵引带式输送机
		压带式带式输送机
		其他类型

1.3 各种带式输送机的特点

(1) QD80 轻型固定式带输送机 QD80 轻型固定式带输送机与 TD II 型相比, 其带较薄、载荷也较轻, 运距一般不超过 100m, 电机容量不超过 22kw.

(2) DX 型钢绳芯带式输送机 它属于高强度带式输送机, 其输送带的带芯中有平行的细钢绳, 一台运输机运距可达几公里到几十公里.

(3) U 形带式输送机 它又称为槽形带式输送机, 其明显特点是将普通带式输送机的槽形托辊角由 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 提高到 90° 使输送带成 U 形. 这样一来输送带与物料间产生挤压, 导致物料对胶带的摩擦力增大, 从而输送机的运输倾角可达 25° .

(4) 管形带式输送机 U 形带式输送带进一步的成槽, 最后形成一个圆管状, 即为管形带式输送机, 因为输送带被卷成一个圆管, 故可以实现密闭输送物料, 可明显减轻粉状物料对环境的污染, 并且可以实现弯曲运行.

(5) 气垫式带输送机 其输送带不是运行在托辊上的, 而是在空气膜(气垫)上运行, 省去了托辊, 用不动的带有气孔的气室盘形槽和气

室取代了运行的托辊,运动部件的减少,总的等效质量减少,阻力减小,效率提高,并且运行平稳,可提高带速.但一般其运送物料的块度不超过 300mm.增大物流断面的方法除了用托辊把输送带强压成槽形外,也可以改变输送带本身,把输送带的运载面做成垂直边的,并且带有横隔板,一般把垂直侧挡边作成波状,故称为波状带式输送机,这种机型适用于大倾角,倾角在 30° 以上,最大可达 90° .

(6) 压带式带输送机 它是用一条辅助带对物料施加压力.这种输送机的主要优点是:运送物料的最大倾角可达 90° ,运行速度可达 6m/s,输送能力不随倾角的变化而变化,可实现松散物料和有毒物料的密闭输送.其主要缺点是结构复杂、输送带的磨损增大和能耗较大。

(7) 钢绳牵引带式输送机 它是无级绳运输与带式运输相结合的产物,既具有钢绳的高强度、牵引灵活的特点,又具有带式运输的连续、柔性的优点。

1.4 带式输送机的发展状况

目前带式输送机已广泛应用于国民经济各个部门,近年来在露天矿和地下矿的联合运输系统中带式输送机又成为重要的组成部分.主要有:钢绳芯带式输送机、钢绳牵引胶带输送机和排弃场的连续输送设施等。

这些输送机的特点是输送能力大(可达 30000t/h),适用范围广(可运送矿石,煤炭,岩石和各种粉状物料,特定条件下也可以运人),安全可靠,自动化程度高,设备维护检修容易,爬坡能力大(可达 16°),经营费用低,由于缩短运输距离可节省基建投资。

目前,带式输送机的发展趋势是:大运输能力、大带宽、大倾角、增加单机长度和水平转弯,合理使用胶带张力,降低物料输送能耗,清理胶带的最佳方法等.我国已于 1978 年完成了钢绳芯带式输送机的定型设计.钢绳芯带式输送机的适用范围:

(1) 适用于环境温度一般为 $-40^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$; 在寒冷地区驱动站应有采暖设施;

(2) 可做水平运输, 倾斜向上不超过 18° (16°) 和向下 ($10^{\circ} \sim 12^{\circ}$) 运输不超过 15° , 也可以转弯运输; 运输距离长, 单机输送可达 15km;

(3) 可露天铺设, 运输线可设防护罩或设通廊;

(4) 输送带伸长率为普通带的 $1/5$ 左右; 其使用寿命比普通胶带长; 其成槽性好; 运输距离大。

1.5 带式输送机的工作原理

带式输送机又称胶带运输机, 其主要部件是输送带, 亦称为胶带, 输送带兼作牵引机构和承载机构. 带式输送机组成及工作原理如图 1-1 所示, 它主要包括一下几个部分: 输送带 (通常称为胶带)、托辊及中间架、滚筒拉紧装置、制动装置、清扫装置和卸料装置等.

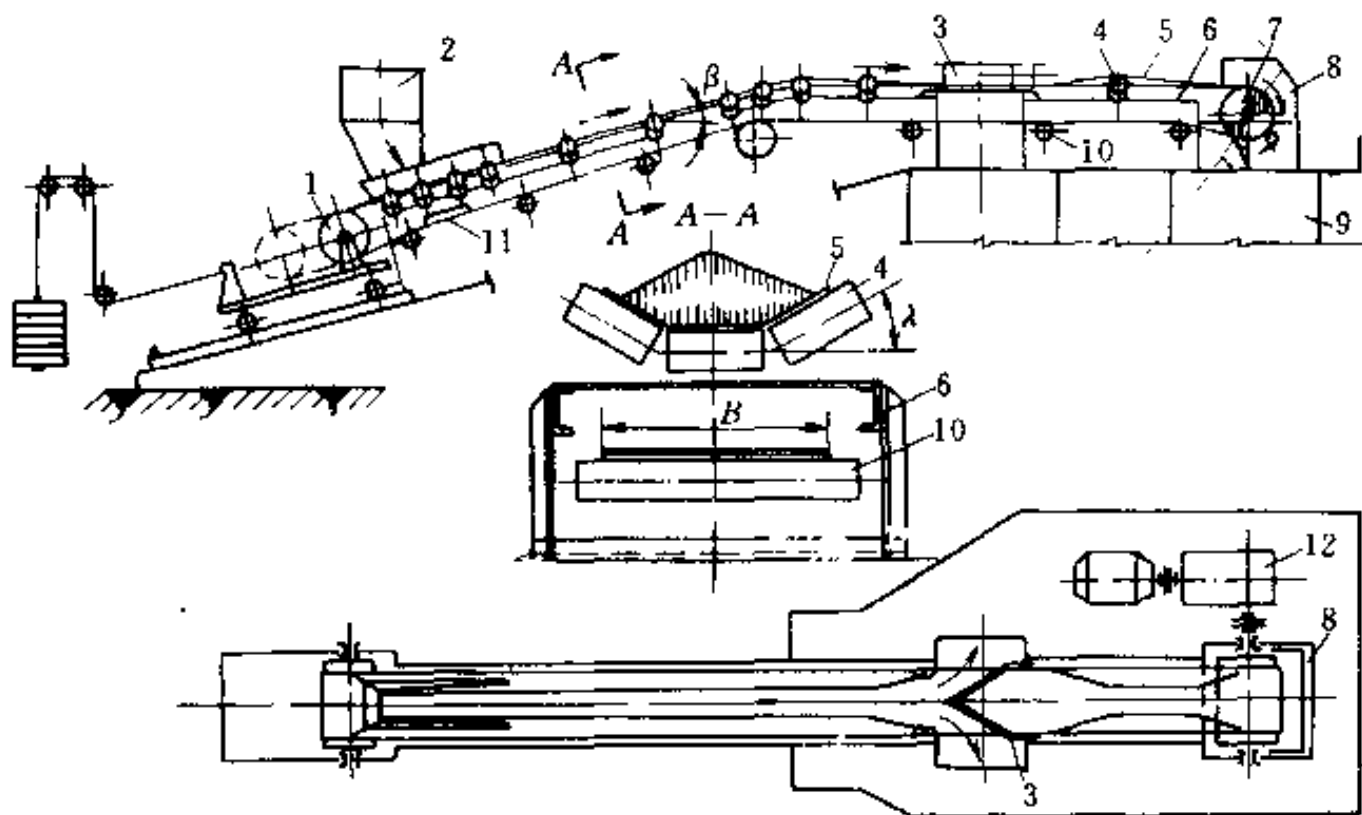


图 1-1 带式输送机简图

- | | | | |
|---------|---------|----------|---------|
| 1——张紧装置 | 2——装料装置 | 3——犁形卸料器 | 4——槽形托辊 |
| 5——输送带 | 6——机架 | 7——传动滚筒 | 8——卸料器 |

输送带 5 绕经传动滚筒 7 和机尾换向滚筒 1 形成一个无极的环形带。输送带的上、下两部分都支承在托辊上。拉紧装置给输送带以正常运转所需要的拉紧力。工作时，传动滚筒通过它和输送带之间的摩擦力带动输送带运行。物料从装载点装到输送带上，形成连续运动的物流，在卸载点卸载。一般物料是装载到上带（承载段）的上面，在机头滚筒（在此，即是传动滚筒）卸载，利用专门的卸载装置也可在中间卸载。

普通型带式输送机的机身的上带是用槽形托辊支撑，以增加物流断面积，下带为返回段（不承载的空带）一般下托辊为平托辊。带式输送机可用于水平、倾斜和垂直运输。对于普通型带式输送机倾斜向上运输，其倾斜角不超过 18° ，向下运输不超过 15° 。

输送带是带式输送机部件中最昂贵和最易磨损的部件。当输送磨损性强的物料时，如铁矿石等，输送带的耐久性要显著降低。

提高传动装置的牵引力可以从以下三个方面考虑：

（1）增大拉紧力。增加初张力可使输送带在传动滚筒分离点的张力 S_1 增加，此法提高牵引力虽然是可行的。但因增大 S_1 必须相应地增大输送带断面，这样导致传动装置的结构尺寸加大，是不经济的。故设计时不宜采用。但在运转中由于运输带伸长，张力减小，造成牵引力下降，可以利用拉紧装置适当地增大初张力，从而增大 S_1 ，以提高牵引力。

（2）增加围包角 α_0 对需要牵引力较大的场合，可采用双滚筒传动，以增大围包角。

（3）增大摩擦系数 μ_0 其具体措施可在传动滚筒上覆盖摩擦系数较大的衬垫，以增大摩擦系数。

通过对上述传动原理的阐述可以看出，增大围包角 α_0 是增大牵引力的有效方法。故在传动中拟采用这种方法。

1.6 带式输送机的结构和布置形式

1.6.1 带式输送机的结构

带式输送机主要由以下部件组成：头架、驱动装置、传动滚筒、尾架、托辊、中间架、尾部改向装置、卸载装置、清扫装置、安全保护装置等。

输送带是带式输送机的承载构件，带上的物料随输送带一起运行，物料根据需要可以在输送机的端部和中间部位卸下。输送带用旋转的托辊支撑，运行阻力小。带式输送机可沿水平或倾斜线路布置。使用光面输送带沿倾斜线路布置时，不同物料的最大运输倾角是不同的，如下表 1-1 所示：

表 1-1 不同物料的最大运角

物料种类	角 度	物料种类	角 度
煤 块	18 °	筛分后的石灰石	12 °
煤 块	20 °	干 沙	15 °
筛分后的焦炭	17 °	未筛分的石块	18 °
0—350mm 矿石	16 °	水 泥	20 °
0—200mm 油田页岩	22 °	干 松 泥 土	20 °

由于带式输送机的结构特点决定了其具有优良性能，主要表现在：运输能力大，且工作阻力小，耗电量低，约为刮板输送机的 1/3 到 1/5；由于物料同输送机一起移动，同刮板输送机比较，物料破碎率小；带式输送机的单机运距可以很长，与刮板输送机比较，在同样运输能力及运距条件下，其所需设备台数少，转载环节少，节省设备和人员，并且维护比较简单。由于输送带成本高且易损坏，故与其它设备比较，初期投资高且不适应输送有尖棱的物料。

输送机年工作时间一般取 4500~5500 小时。当二班工作和输送剥离物，且输送环节较多，宜取下限；当三班工作和输送环节少的矿石输送，并有储仓时，取上限为宜。

1.6.2 布置方式

电动机通过联轴器、减速器带动传动滚筒转动或其他驱动机构，借助于滚筒或其他驱动机构与输送带之间的摩擦力，使输送带运动。带式输送机的驱动方式按驱动装置可分为单点驱动方式和多点驱动方式两种。

通用固定式输送带输送机多采用单点驱动方式，即驱动装置集中的安装在输送机长度的某一个位置处，一般放在机头处。单点驱动方式按传动滚筒的数目分，可分为单滚筒和双滚筒驱动。对每个滚筒的驱动又可分为单电动机驱动和多电动机驱动。因单点驱动方式最常用，凡是没有指明是多点驱动方式的，即为单驱动方式，故一般对单点驱动方式，“单点”两字省略。

单筒、单电动机驱动方式最简单，在考虑驱动方式时应是首选方式。在大运量、长距离的钢绳芯胶带输送机中往往采用多电动机驱动。带式输送机常见典型的布置方式如下图 1-2 所示：

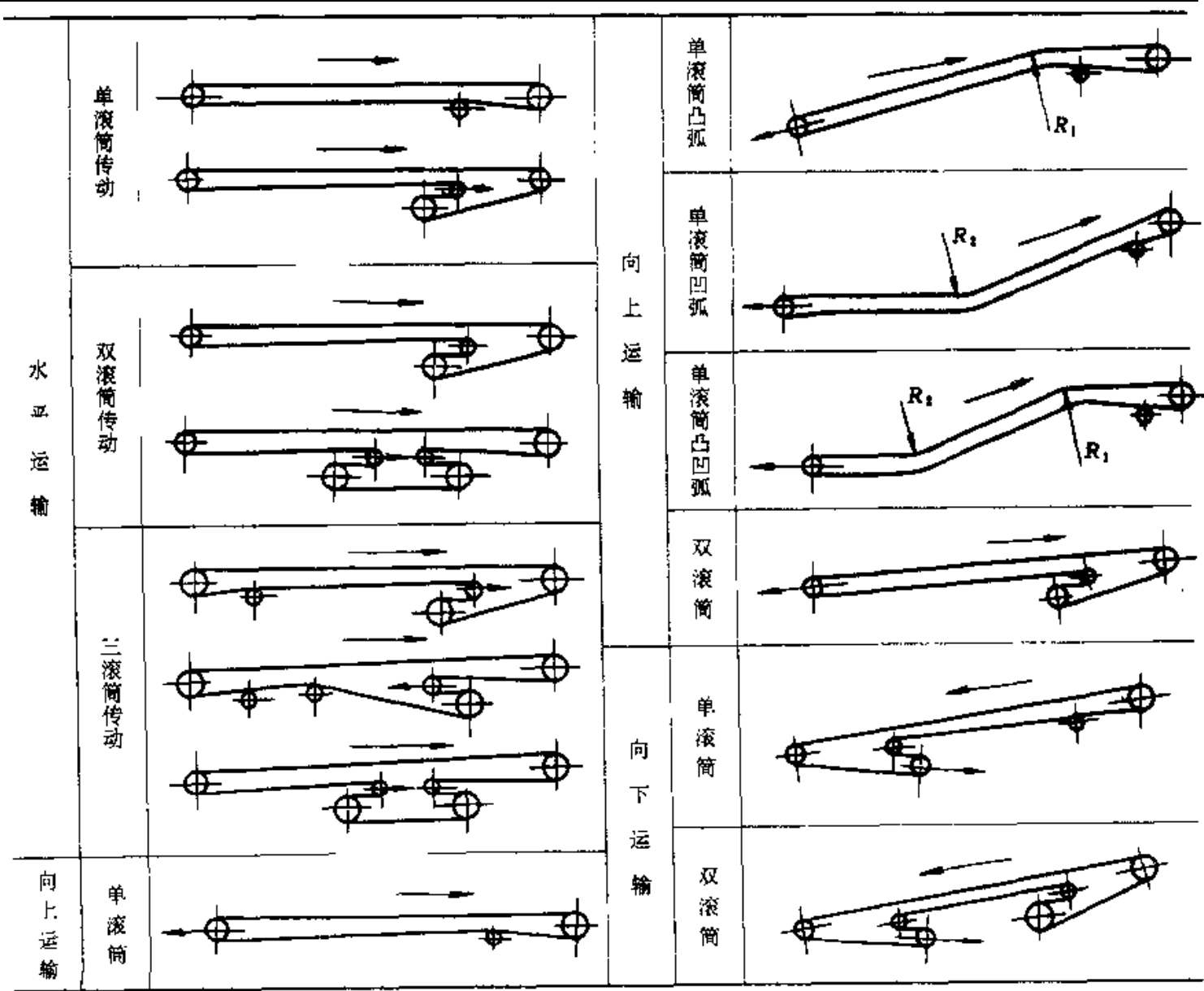


图 1-2 带式输送机典型布置方式

1. 6. 3运行阻力的计算

输送带的张力包括有拉紧装置所形成的初张力，克服各种阻力所需要的张力及由动载荷所产生的张力。

运行阻力分为直线段、曲线段及其他附加阻力, 现分述如下.

(1) 如下图所示, 运行阻力包括两部分, 一部分是摩擦阻力; 一部分是由下滑力(自重分力)引起的阻力. 有摩擦力引起的阻力总是为正, 但由于下滑力引起的阻力在此段输送带向上运行时为正, 向下为负。

查 1-2 表（见通用机械设计）可知，

表 1-2 胶带参数

纵向拉伸强度 N/mm	1000
钢丝绳间距/mm	12
带厚/mm	16
上覆盖胶厚度/mm	6
下覆盖胶厚度/mm	6
输送带质量 kg/m	23.1

纵向拉伸强度 $G_x = 1000 \text{ N/mm}$ ；输送带每米质量 $q_0 = 23.1 \text{ kg/m}$ 。

承载段(或称为重段)运行阻力为

F_z 正压力 阻力系数 下滑力

因为 正压力 $(q_0 + q_z)gL \cos$

下滑力 $(q_0 + q_z)gL \sin$

所以 $F_z = [(q_0 + q_z) \cos + (q_0 + q_z) \sin] L g$

式中 q_0 输送带每米质量, kg/m;

当承载段向上运行时, 下滑力是正; 向上运行时, 下滑力是负。

同样, 输送带回空段阻力为

$F_k = [(q_0 + q_k) \cos + q_k \sin] L g$

式中

q_k 回空段托辊组转动部分质量, kg/m;

l_k 回空段托辊组间距, m;

当承载段向上运行时, 回空段是向下运行的, 此时, 回空段向下滑力为负; 反之, 回空段的下滑力为正。

同时选出托辊间距 $l_{tz} = 1.5 \text{ m}$, $q_k = 3 \text{ m}$ 。当承载段向上运行时, 回空段是向下运行, 此时, 回空段向下滑力为负; 反之, 回空段下滑力为正。

2.1 已知原始数据及工作条件

(1) 采区上山运煤, 带式输送机布置形式及尺寸如图 2-1 所示

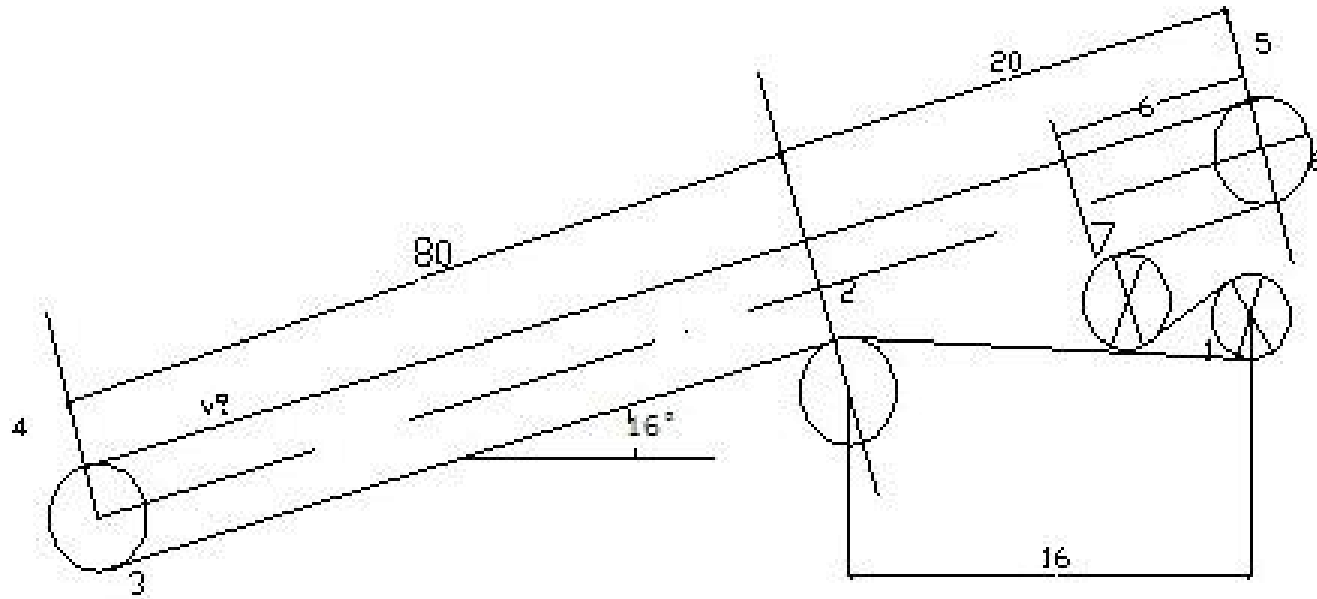


图 2-1 带式输送机布置形式及尺寸示意图

- (2) 输送物料: 煤; 块度 $Q_{\max} \quad 350\text{mm}$;
- (3) 输送量: $Q \quad 1600\text{t/h}$; 物流密度 $=1\text{t/m}^3$
- (4) 输送机长: $L=100 \text{ m}$;
- (5) 倾角: $\beta=16^\circ$

2.2 计算步骤

2.2.1 带速和槽角的确定:

按给定的工作条件, 取原煤的堆积角为 20° 。

带式输送机的最大运输能力计算公式为

$$Q = 3.6Av C_{st}$$

式中：Q —— 输送量 (t/h)；

v —— 带速 (m/s)；

—— 物流密度；

带速选择原则：

(1) 输送量大、输送带较宽时，应选择较高的带速。

(2) 较长的水平输送机，应选择较高的带速；输送机倾角愈大，输送距离愈短，则带速应愈低。

(3) 物料易滚动、粒度大、磨琢性强的，或容易扬尘的以及环境卫生条件要求较高的，宜选用较低带速。

(4) 一般用于给料或输送粉尘量大时，带速可取 0.8m/s~1m/s；或根据物料特性和工艺要求决定。

(5) 人工配料称重时，带速不应大于 1.25m/s。

(6) 采用犁式卸料器时，带速不宜超过 2.0m/s。

(7) 采用卸料车时，带速一般不宜超过 2.5m/s；当输送细碎物料或小块料时，允许带速为 3.15m/s。

(8) 有计量秤时，带速应按自动计量秤的要求决定。

(9) 输送成品物件时，带速一般小于 1.25m/s。

带速与带宽、输送能力、物料性质、块度和输送机的线路倾角有关。当输送机向上运输时，倾角大，带速应低；下运时，带速更应低；水平运输时，可选择高带速。带速的确定还应考虑输送机卸料装置类型，当采用犁式卸料车时，带速不宜超过 3.15m/s。

考虑山上的工作条件取带速为 2.0 m/s； 故所选的槽形物料断面面积

$$A = \frac{Q}{3600v C_{st}} = \frac{1600}{3600 \times 2 \times 1 \times 0.89} = 0.250 \text{m}^2, \text{ 选槽角 } = 35^\circ, \text{ 动积}$$

角 = 30°。

式中 r -----物流密度， t/m^3 ；
 C_{st} -----倾斜系数，对普通带可在下表中查得；
 q -----物流每米质量， kg/m ；
 v -----速度， m/s ；

表 2-1 倾斜系数 C_{st} 表

倾角/ (°)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
C_{st}	1	0.99	0.98	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89	0.85	0.81

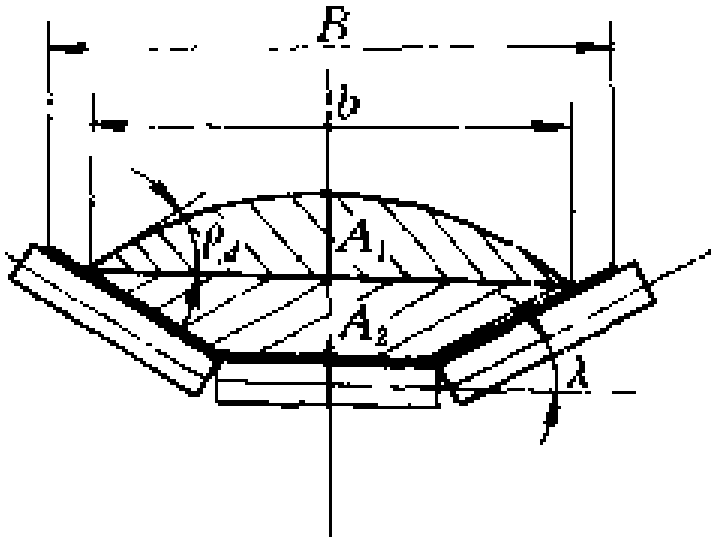


图 2-2 槽形托辊的带上物料堆积截面

查<<矿山运输机械>>表 4-16

各种带宽适用的最大块度 (mm)

带 宽	500	650	800	1000	1200	1400	1600
最大块度	100	150	200	300	350	350	350

2.2.2 承载段运行阻力

(1) 由式

$$F_z = (q + q_{tz})L \cos \alpha + (q + q_{tz})L \sin \alpha$$

物流每米质量 $q = \frac{Q}{L} = \frac{1600}{3.6 \times 2} = 222.2 \text{kg/m}$

故可算得

$$q_{tz} = \frac{G_{tz}}{L_{tz}} = \frac{47}{1.5} = 31.5 \text{kg/m}$$

表 2-2 常用的托辊阻力系数

工 作 条 件	平行托辊 W_k	槽型托辊 w_z
室内清洁,干燥,无磨损性尘土	0.018	0.02
室内潮湿,温度正常,有少量磨损性尘土	0.025	0.03
室外工作,有大量磨损性尘土,污染摩擦表面	0.035	0.04

查表 2-2 得, $w_z=0.04$ 代入 F_z 表达式求得

$$F_z = [(222.2+23.1+31.5) \times 100 \times 0.04 \cos 16^\circ + (222.2+23.1) \times 100 \sin 16^\circ] \times 9.81 = 77.070 \text{kN}$$

2.2.3空回段运行阻力

表 2-3 DX 型托辊组转动部分质量

托辊形式		800 (带宽 B)	1000	1200	1400	1600	1800	2000
上托辊槽型	铸铁座	14	22	25	47	50	70	72
	冲压座	11	17	20				
下托辊平型	铸铁座	12	17	20	39	42	61	65
	冲压座	11	15	18				

查表 2-2 得 $k = 0.035$, 带入 F_k 表达式求得

$$F_{12} = 23.1 + 13 + 16 \times 0.035 \cos 16^\circ = 9.81 + 0.191 \text{KN}$$

$$F_{23} = 23.1 + 13 + 80 \times 0.035 \cos 16^\circ = 23.1 + 80 \sin 16^\circ + 9.81 = 4.044 \text{KN}$$

$$F_{67} = [23.1 + 13 + 6 \times 0.035 \cos 16^\circ] + 9.81 + 23.1 + 6 \sin 16^\circ + 9.81 = 0.303 \text{KN}$$

2.2.4 最小张力点

由上式计算可知，因空回段运行阻力为负值，所以最小张力点是下图中的 3 点。

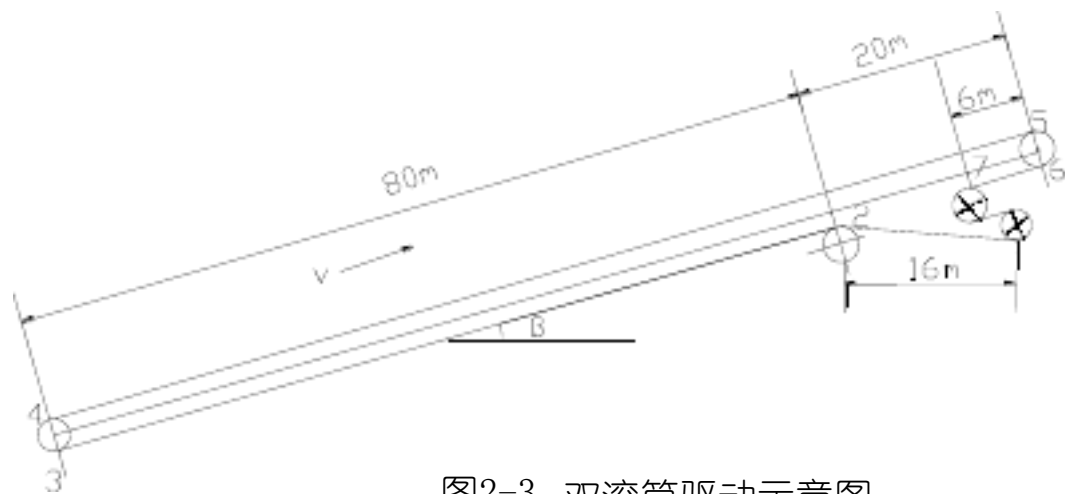


图2-3 双滚筒驱动示意图

2.2.5 输送点上各点张力的计算

(1) 由悬垂度条件确定 4 点的张力

由式

$$S_{4min} = 5(q + q_{tz})gl \cos \alpha$$
$$= 222.2 + 23.1 + 1.5^\circ \cos 16^\circ + 9.81 = 17.349 \text{KN}$$

(2) 由逐点计算法计算各点的张力，因为 $S_4 = S_{Zmin} = 17.349 \text{KN}$
由表 2-4 选 $C_F = 1.05$

表 2-4 分离点张力系数C_F 表

轴承类型	近 90° 围包角	近 180° 围包角
滑动轴承	1.03-1.04	1.05-1.06
滚动轴承	1.02-1.03	1.04-1.05

表 2-5

	光面,潮湿	光面,干燥	胶面,潮湿	胶面,干燥
橡胶接触面	0.2	0.25	0.35	0.4
塑料接触面	0.15	0.17	0.25	0.3

$S_3 = \frac{S_4}{C_F} = 18.76\text{KN}$

$S_2 = S_3 F_{23} = 20.566\text{KN}$

$S_1 = S_2 F_{12} = 20.375\text{KN}$

$S_5 = S_4 F_Z = 94.419\text{KN}$

$S_6 = S_5 C_5 = 99.140\text{KN}$

$S_y = S_7 S_6 S_{67} = 98.837\text{KN}$

2.2.5用摩擦条件来验算传动滚筒分离点与相遇点张力的关系

设：为包角滚筒，每个滚筒与输送带的为包角为 200 度。

由表 2-5 选摩擦系数： $\mu=0.25$ ， 并取摩擦力备用 ， $n = 1.2$ 。

由式
$$S_y = S_1 \left(1 - \frac{e}{n}\right)$$

式中 n —— 摩擦力备用系数，一般 $n = 1.15 \sim 1.2$ ；

——输送带与传动滚筒间的摩擦系数；

——输送带与两个滚筒的为包角之和。

$$S_{y \max} = S_1 \left(1 - \frac{e}{n}\right) = 102.538 \text{KN}$$

故摩擦条件满足。

2.2.6 输送带的强度验算

(1) 输送带的计算安全系数

由式
$$m = \frac{S}{S_n}$$

 S_n 输送带额定拉断力，N；

$$m = \frac{S}{S_n}$$

 $S_n = \frac{S_{\max}}{6}$ ，对于刚绳芯带由式
 $S_n = BG_x$

G_x 纵向拉伸强度，N/MM；

$S_{\max}$ 输送带上最大张力点的张力，N；

$$S_n = BG_x = 1400 \times 1000 = 1400 \text{KN}$$

故
$$m = \frac{1400}{99.140} = 14.121$$

$$[m] = m \frac{k c}{a W}$$

m 基本安全系数，列在表15-5中；

(2) 输送带的许用安全系数 c_w 附加弯曲伸长折算系数，列在表15-5中；

k_a 动载荷系数，一般取 $1.2 \sim 1.5$ ；

输送带接头效率。

表 2-6 基本安全系数 m 与 c_w 表

带芯材料	工作条件	基本安全系数 m_0	弯曲伸长系数 c_w
	有利	3.2	
织物芯带	正常	3.5	1.5
	不利	3.8	
	有利	2.8	
刚绳芯带	正常	3	1.8
	有利	3.2	

可知 $m = 3.0$, $c_w = 1.8$, 取 $k_a = 1.2$, $\alpha = 0.95$, 得

$$m = 3.0 \times \frac{1.5 \times 1.8}{0.95} = 8.53$$

(3) 输送带强度验算

因 $m > [m]$, 故所选输送带满足强度要求。

通过以上的计算结果可知, $S_{y \max} = S_7, m = 8.53$; 故 ST1000 是满足要。

表 2-7 钢丝绳输送带技术规格

输送带型号	ST1000
钢丝绳最大直径/mm	4
纵向拉伸强度 N/mm	1000
钢丝绳间距/mm	12
带厚/mm	16

上覆盖胶厚度/mm	6
下覆盖胶厚度/mm	6
输送带质量 kg/m ²	23.1

表 2-7 可知, ST1000 钢绳芯带中钢绳直径为 $d = 4\text{mm}$ 。

2.2.7 传动滚筒直径的确定和滚筒强度的验算

(1) 考虑到比压及摩擦条件的滚筒最小直径计算时, 可两滚筒分开算, 以可一起来算。

由式

$$D_{\min} = \frac{2W}{B[p]} = \frac{2(S_y + S_1)}{B[P]} = \frac{2}{1400} \frac{99.140 + 20.375}{0.7 \frac{400}{180} \cdot 10^3} = 91.6\text{mm}$$

(2) 按钢绳芯带绳芯中的纲绳直径与滚筒直径的比值, 由式:

$$\frac{D}{d} \geq 150$$

D 传动滚筒直径, mm ;

d 钢芯带中钢绳的直径, mm;

要求 $D \geq 150d = 150 \times 4 = 600\text{mm}$, 可采用直径为 $D=800\text{mm}$ 的滚筒.

(3) 验算滚筒的比压

比压要按相遇点滚筒承受的比压来算, 因此滚筒所承受的比压较大。按最不利的情况来考虑, 设总的牵引力由两滚筒均分, 各传递一半牵引力。

总的牵引力

$$W = S_7 (S_y) + S_1 (S_1) = 99.140 + 20.375 = 78.765\text{KN}。$$

其分离点所承受的拉力

$$s' = 98.837 - 39.192 = 59.645\text{KN}。$$

由式

$$P_{cp} = \frac{S_v}{DB} \frac{S_1}{1} = \frac{98.837}{800} \frac{59.645}{1400} \times 10^3 = 0.14 \text{ Mpa} < 0.7 \text{ Mpa}$$

因为 $P_{cp} < 0.7 \text{ Mpa}$ ，故通用设计的滚筒强度是足够的，不必再进行强度验算。

2.2.8拉紧装置

表 2-8

胶带种类	弹性延伸率	悬垂度率 t	接头长度 l_n
面帆布带	0.01	0.001	2
尼龙胶带	0.02	0.01	2
钢绳芯胶带	0.0025	0.001	表 (2-9) 值+1

表 2-9

型号	ST-630	ST-800	ST-1000	ST-1250	ST-1600	ST-2000	ST-2500
钢绳直径 d	3	3.5	4	4.5	5	6	7.5
接头长度 l_n	600	650	700	1250	1350	1450	1550

拉紧装置行程

由式 $l = L \left(\frac{t}{1} \right) \frac{1}{n}$

式中 l ——拉紧装置行程， m ；

L — 输送机长度, m ;

— 输送带的弹性延伸率;

— 输送带的悬垂度率;

l_n — 输送带的接头长度, m ;

查上表选 $\epsilon = 0.0025$, $\epsilon_t = 0.001$, $l_n = 0.7m$, 代入上式得:

$$l = 100(0.0025 + 0.001) + 0.7 + 1 = 2.05m, \text{ 令 } l = 2.5m。$$

2.2.9 电动机功率和减速器的减速比

电动机功率, 由式

$$P = k \frac{W}{1000} = k \frac{S_v S_1}{1000}$$

式中 k — 动力系数, $k = 1.15 \sim 1.2$.

— 减速器效率, $\eta = 0.85 \sim 0.9$.

$$P = k \frac{W_v}{1000} = k \frac{S_v S_1}{1000} = 1.2 \frac{(90.140 - 20.375) \times 2 \times 1000}{1000 \times 0.85} = 221kW$$

按两滚筒的功率为 P_2 , 可选用 1 台 Y 2 - 3 5 5 L - 6 同步转数为

1000r/min 的 250 kW 的电动机。由式 $i = 0.96 \frac{n_D}{60}$ 。

式中 n — 电动机的同步转数, 一般取

$n = 1500r/min, 1000r/min, 750r/min$;

D — 传动滚筒的直径, m .

— 输送带的速度, m/s .

减速器的减速比为:

$$i = 0.96 \frac{n_D}{60v} = 0.96 \frac{1000}{60 \times 2} \times 0.80 = 20.1。$$

2.2.10 逆止力与电机轴的制动力矩的计算

向上运输且倾角较大，停车时会出现逆转，所需的逆止力，由式

$$F_B = 1.5(F_{stmax} + F_H)$$

式中 F_H 主要运行阻力，N；

$$F_H = fLg[q_t + (2q_{tz} + q_{tk})\cos\alpha]$$

$$f = 0.012;$$

$$q_t = q_{tz} = q_{tk} = q$$

F_{stmax} 最大的下滑力，N；

$$F_{stmax} = qgH;$$

H 输送机的输送高度，m；

$$F_H = fLg[q_t + (2q_{tz} + q_{tk})\cos 16^\circ] = 0.012 \times 100 \times 9.81 \times [31.3 + 13 \times (2 \times 23.1 + 222.2) \cos 16^\circ] = 3.559 \text{ kN}$$

$$F_{stmax} = qgH = 9.81 \times 222.2 \times 100 \times \sin 16^\circ = 60 \text{ kN}$$

$$\text{故 } F_B = 1.5(F_{stmax} + F_H) = 1.5 \times (60 + 3.599) = 84.66 \text{ kN}$$

电机轴上制动力矩由式

$$M_B = F_B \frac{D}{2} K \frac{1}{i}$$

式中

D —传动滚筒直径；

K —安全制动系数， $K=1.25$ ；

—电动机到传动滚筒间的传动效率， $\eta = 0.85 \sim 0.9$ ；

i ——减速器的减速比。

$$M_B = F_B \frac{D}{2} K \frac{1}{i} = 84.66 \times 10^3 \times \frac{0.8}{2} \times 1.25 \times \frac{0.85}{20} = 1.79 \text{ kN} \cdot \text{m}。$$

第三章 驱动装置的选用

带式输送机的负载是一种典型的恒转矩负载，而且不可避免地要带负荷起动和制动。电动机的起动特性与负载的起动要求不相适应在带式输送机上比较突出，一方面为了保证必要的起动力矩，电机起动时的电流要比额定运行时的电流大 6—7 倍，要保证电动机不因电流的冲击过热而烧坏，电网不因大电流使电压过分降低，这就要求电动机的起动要尽量快，即提高转子的加速度，使起动过程不超过 3—5s。驱动装置是整个皮带输送机的动力来源，它由电动机、耦合器，减速器、联轴器、传动滚筒组成。驱动滚筒由一台或两台电机通过各自的联轴器、减速器、和链式联轴器传递转矩给传动滚筒。

减速器有二级、三级及多级齿轮减速器，第一级为直齿圆锥齿轮减速传动，第二级为斜齿圆柱齿轮降速传动，联接电机和减速器的联轴器有两种，一是弹性联轴器，一种是液力联轴器。为此，减速器的锥齿轮也有两种；用弹性联轴器时，用第一种锥齿轮，轴头为平键连接；用液力耦合器时，用第二种锥齿轮，轴头为花键齿轮联接。

传动滚筒采用焊接结构，主轴承采用调心轴承，传动滚筒的机架与电机、减速器的机架均安装在固定大底座上面，电动机可安装在机头任一侧。

3.1 电机的选用

电动机额定转速根据生产机械的要求而选定，一般情况下电动机的转速不低于 500r/min，因为功率一定时，电动机的转速低，其尺寸愈大，价格愈贵，而效率较低。若电机的转速高，则极对数少，尺寸和重量小，价格也低。本设计皮带机所采

用的电动机的总功率为 221kw，所以需选用功率为 250kw 的电机，

拟采用 Y 2 - 3 5 5 L - 6 型电动机，该型电机转矩大，性能良好，可以满足要求。

3.2 减速器的选用

本次设计选用 DBY 315-12.5 型二级硬齿面圆锥-圆柱齿轮减速器，传动比为 20.1

第一级为螺旋齿轮、第二级为斜齿和直齿圆柱齿轮传动，其展开简图如下：

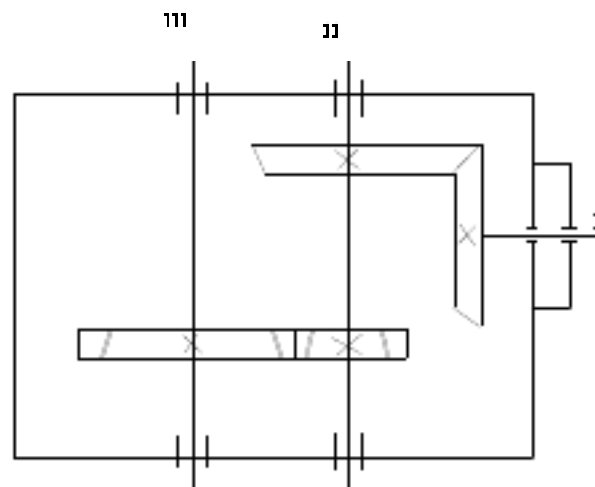


图 3-1 减速器示意图

电动机和 I 轴之间，III 轴和传动滚筒之间用的都是联轴器，故传动比都是 1。

3.2.1 传动装置的总传动比

由以上电机选择可知电机转速则工作转速 $n = 1000 \text{ r/min}$ ，因减速器的标准减速比为 $i = 35.3$ ，可求得 $n_w = \frac{n}{i} = \frac{1000}{20.1} = 50 \text{ r/min}$ 。

3.2.2 液力偶合器

液力传动与液压传动一样，都是以液体作为传递能量的介质，同属液体传动的范畴，二者的重要区别在于，液压传动是通过工作腔容积的变化，是液体压力能改变传递能量的；液力传动是利用旋转的叶

轮工作，输入轴与输出轴为非刚性连接，通过液体动能的变化传递能量，传递的扭矩与其转数的平方成正比。

目前，在带式输送机的传动系统中，广泛使用液力偶合器，它安装在输送机的驱动电机与减速器之间，电动机带动泵轮转动，泵轮内的工作液体随之旋转，这时液体绕泵轮轴线一边作旋转运动，一边因液体受到离心力而沿径向叶片之间的通道向外流动，到外缘之后即进入涡轮中，泵轮的机械能转换成液体的动能，液体进去涡轮后，推动涡轮旋转，液体被减速降压，液体的动能转换成涡轮的机械能而输出作功。它是依靠液体环流运动传递能量的，而产生环流的先决条件是泵轮的转速大于涡轮转速，即两者之间存在转速差。

液力传动装置除煤矿机械使用外，还广泛用于各种军用车辆，建筑机械，工程机械，起重机械，载重汽车。小轿车和舰艇上，它所以获得如此广泛的应用，原因是它具有以下多种优点：

(1) 能提高设备的使用寿命 由于液力转动的介质是液体，输入轴与输出轴之间用非刚性连接，故能将外载荷突然骤增或骤减造成的冲击和振动消除或部分消除，转化为连续连续渐变载荷，从而延长机器的使用寿命。这对处于恶劣条件下工作的煤矿机械具有这样意义。

(2) 有良好的启动性能 由于泵轮扭矩与其转速的平方成正比，故电动机启动时其负载很小，起动较快，冲击电流延续时间短，减少电机发热。

(3) 良好的限矩保护性能

(4) 使多电机驱动的设备各台电机负荷分配趋于均匀

3.2.3 联轴器

本次驱动装置的设计中，较多的采用联轴器，这里对其做简单介绍：

联轴器是机械传动中常用的部件。它用来把两轴联接在一起，机器运转时两轴不能分离；只有在机器停车并将联接拆开后，两轴才能

分离。

联轴器所联接的两轴，由于制造及安装误差、承载后的变形以及温度变化的影响等，往往不能保证严格的对中，而是存在着某种程度的相对位移。这就要求设计联轴器时，要从结构上采取各种不同的措施，使之具有适应一定范围的相对位移的性能。

根据对各种相对位移有无补偿能力（即能否在发生相对位移条件下保持联接的功能），联轴器可分为刚性联轴器（无补偿能力）和挠性联轴器（有补偿能力）两大类。挠性联轴器又可按是否具有弹性元件分无弹性元件的挠性联轴器和有弹性元件的挠性联轴器两个类别。

刚性联轴器

这类联轴器有套筒式、夹壳式和凸缘式等。凸缘联轴器是把两个带有凸缘的半联轴器联成一体，以传递运动和转矩。凸缘联轴器的材料可用灰铸铁或碳钢，重载时或圆周速度大于 30m/s 时应用铸钢或碳钢。由于凸缘联轴器属于刚性联轴器，对所联两轴的相对位移缺乏补偿能力，故对两轴对中性的要求很高。当两轴有相对位移存在时，就会在机件内引起附加载荷，使工作情况恶化，这是它的主要缺点。但由于构造简单、成本低、可传递较大转矩，故当转速低、无冲击、轴的刚性大、对中性较好时亦常采用。

挠性联轴器

(1) 无弹性元件的挠性联轴器

这类联轴器因具有挠性，故可补偿两轴的相对位移。但因无弹性元件，故不能缓冲减振。常用的有以下几种：

1) 十字滑块联轴器

十字滑块联轴器由两国在端面上开有凹槽的半联轴器和一个两面带有凸牙的中间盘所组成。因凸牙可在凹槽中滑动，故可补偿安装及运转时两轴间的相对位移。

这种联轴器零件的材料可用 45 钢，工作表面须进行热处理，以提

高其硬度；要求较低时也可用 Q275 钢，不进行热处理。为了减少摩擦及磨损，使用时应从中间盘的油孔中注油进行润滑。

因为半联轴器与中间盘组成移动副，不能发生相对转动，故主动轴与从动轴的角速度应相等。但在两轴间有相对位移的情况下工作时，中间盘就会产生很大的离心力，从而增大动载荷及磨损。因此选用时应注意其工作转速不得大于规定值。

这种联轴器一般用于转速 $n \leq 250 \text{ r/min}$ ，轴的刚度较大，且无剧烈冲击处。效率 $\eta = 1 - (3 \sim 5) \frac{f}{d} y$ ，这里 f 为摩擦系数，一般取为 $0.12 \sim 0.25$ ； y 为两轴间径向位移量，单位为 mm ； d 为轴径，单位为 mm 。

2) 滑块联轴器

这种联轴器与十字滑块联轴器相似，只是两边半联轴器上的沟槽很宽，并把原来的中间盘改为两面不带凸牙的方形滑块，且通常用夹布胶木制成。由于中间滑块的质量减小，又具有较高的极限转速。中间滑块也可用尼龙 6 制成，并在配制时加入少量的石墨或二硫化钼，以便在使用时可以自行润滑。

这种联轴器结构简单，尺寸紧凑，适用于小功率、高转速而无剧烈冲击处。

3) 十字轴式万向联轴器

这种联轴器可以允许两轴间有较大的夹角（夹角最大可达 $35^\circ \sim 45^\circ$ ），而且在机器运转时，夹角发生改变仍可正常传动；但当过大时，传动效率会显著降低。这种联轴器的缺点是：当主动轴角速度为常数时，从动轴的角速度并不是常数，而是在一定范围内变化，因而在传动中将产生附加动载荷。为了改善这种情况，常将十字轴式万向联轴器成对使用。

这种联轴器结构紧凑，维护方便，广泛应用于汽车、多头钻床等机器的传动系统中。小型十字轴式万向联轴器已标准化，设计时可按标准选用。

4) 齿式联轴器

这种联轴器能传递很大的转矩，并允许有较大的偏移量，安装精度要求不高；但质量较大，成本较高，在重型机械中广泛使用。

5) 滚子链联轴器

滚子链联轴器的特点是结构简单，尺寸紧凑，质量小，装拆方便，维修容易、价廉并具有一定的补偿性能和缓冲性能，但因链条的套筒与其相配件间存在间隙，不宜用于逆向传动、起动频繁或立轴传动。同时由于受离心力影响也不宜用于高速传动。

(2) 有弹性元件的挠性联轴器

这类联轴器因装有弹性元件，不仅可以补偿两轴间的相对位移，而且具有缓冲减振的能力。弹性元件所能储存的能量愈多，则联轴器的缓冲能力愈强；弹性元件的弹性滞后性能与弹性变形时零件间的摩擦功愈大，则联轴器的减振能力愈好。

1) 弹性套柱销联轴器

这种联轴器的构造与凸缘联轴器相似，只是套有弹性套的柱销代替了联接螺栓。因为通过蛹状的弹性套传递转矩，故可缓冲减振。这种联轴器制造容易，装拆方便，成本较低，但弹性套易磨损，寿命较短。他适用于联接载荷平稳、需正反转或起动频繁的传递中小转矩的轴。

2) 弹性柱销联轴器

这种联轴器与弹性套柱销联轴器很相似，但传递转矩的能力很大，结构更为简单，安装、制造方便，耐久性好，也有一定的缓冲和吸振能力，允许被联接两轴有一定的轴向位移以及少量的径向位移和角位移，适用于轴向窜动较大、正反转变化较多和起动频繁的场所。

3) 梅花形弹性联轴器

这种联轴器的半联轴器与轴的配合孔可作成圆柱形或圆锥形。装配联轴器时将梅花形弹性件的花瓣部分夹紧在两半联轴器端面凸齿交错插进所形成的齿侧空间，以便在联轴器工作时起到缓冲减振的作用。

梅花形弹性联轴器的结构图如下：

28

4.1 输送带

输送带在带式输送机中既是承载构件又是牵引构件（钢丝绳牵引带式输送机除外），它不仅要有承载能力，还要有足够的抗拉强度。输送带由带芯（骨架）和覆盖层组成，其中覆盖层又分为上覆盖胶，边条胶，下覆盖胶。

输送机的带芯主要是由各种织物（棉织物，各种化纤织物以及混纺织物等）或钢丝绳构成。它们是输送带的骨干层，几乎承载输送带工作时的全部负载。因此，带芯材料必须有一定的强度和刚度。覆盖胶用来保护中间带芯不受机械损伤以及周围有害介质的影响。上覆盖胶层一般较厚，这是输送带的承载面，直接与物料接触并承受物料的冲击和磨损。下覆盖胶层是输送带与支撑托辊接触的一面，主要承受压力，为了减少输送带沿托辊运行时的压陷阻力，下覆盖胶的厚度一般较薄。侧边覆盖胶的作用是当输送带发生跑偏使侧面与机架相碰时，保护带芯不受机械损伤。

4.1.1 输送带的分类：

按输送带带芯结构及材料不同，输送带被分成织物层芯和钢丝绳芯两大类。织物层芯又分为分层织物芯和整体织物层层芯两类，且织物层芯的材质有棉，尼龙和维纶等。

整体编织织物层芯输送带与分层织物层芯输送带相比，在带强度相同的情况下，整体输送带的厚度小，柔性好，耐冲击性好，使用中不会发生层间剥裂，但伸长率较高，在使用过程中，需要较大的拉紧行程。

钢丝绳芯输送带是有许多柔软的细钢丝绳相隔一定的间距排列，

用与钢丝绳有良好粘合性的胶料粘合而成。钢丝绳芯输送带的纵向拉伸强度高，抗弯曲性能好；伸长率小，需要拉紧行程小。同其它输送带相比，在带强度相同的前提下，钢丝绳芯输送带的厚度小。

在钢芯绳中，钢丝绳的质量是决定输送带使用寿命长短的关键因素之一，必须具有以下特点：

(1)应具有较高的破断强度。钢芯强度高则输送带亦可增大，从另一个角度来说，绳芯强度越高，所用绳之直径即可缩小，输送带可以做的薄些，已达到减小输送机尺寸的目的。

(2)绳芯与橡胶应具有较高的黏着力。这对于用硫化接头具有重大意义。提高钢绳与橡胶之间黏着力的主要措施是在钢绳表面电镀黄铜及采用硬质橡胶等。

(3)应具有较高的耐疲劳强度，否则钢绳疲劳后，它与橡胶的黏着力即下降乃至完全分离。

(4)应具有较好的柔性。制造过程中采用预变形措施以消除钢绳中的残余应力，可使钢绳芯具有较好的柔性而不松散。

输送带上下覆盖胶目前多采用天然橡胶，国外有采用耐磨和抗风化的橡胶的胶带，如轮胎花纹橡胶的改良胶作为覆盖胶，以提高其使用寿命。输送带的中间用合成橡胶与天然胶的混合物。

钢绳芯带与普通带相比较以下优点：

(1)强度高。由于强度高，可使 1 台输送机的长度增大很多。目前国内钢绳芯输送带输送机 1 台长度达几公里、几十公里。伸长量小。钢绳芯带的伸长量约为帆布带伸长量的十分之一，因此拉紧装置纵向弹性高。这样张力传播速度快，起动和制动时不会出现浪涌现象。

(2)成槽性好。由于钢绳芯是沿着输送带纵向排列的，而且只有一层，与托辊贴合紧密，可以形成较大的槽角。近年来钢绳芯输送带输送机的槽角多数为 35°，这样不仅可以增大运量，而且可以防止输送带跑偏。

(3)抗冲击性及抗弯曲疲劳性好，使用寿命长。由于钢绳芯是以很

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/268102010114006054>