

中华人民共和国国家标准

带式输送机工程设计规范

Code for design of belt conveyor engineering

GB 50431 - 2008

主编部门：中 国 煤 炭 建 设 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行时间：2 0 0 8 年 1 2 月 1 日

中国计划出版社

2008 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 52 号

关于发布国家标准

《带式输送机工程设计规范》的公告

现批准《带式输送机工程设计规范》为国家标准，编号为 GB50431—2008，自 2008 年 12 月 1 日起实施。其中，第 7.1.3、8.3.1、9.4.4、7.1.3、9.6.1、10.1.1、10.1.2、10.5.1、13.1.1、14.2.4 条为强制条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究院所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇〇八年六月三日

前言

本规范是根据原建设部《关于印发“2005 年工程建设标准规范制订、修订计划工（第二批）”的通知》（建标函[2005]124 号）的要求，由中煤国际工程集团沈阳设计研究院会同有关单位共同编制而成的。

在编制过程中，规范编制组进行了广泛调查研究，总结了我国带式输送机工程设计和设备制造经验，参与了国家及煤炭、电力等行业的带式输送机有关规定，为便于与国际接轨，借鉴了 ISO、DIN、CEMA 等有关标准，规定及国外的设计经验，对规范条文反复讨论修改，并广泛征求了有关设计部门、研究部门、大学、制造厂和专家意见，最后经审查定稿。

本规范共分 15 章和 3 个附录，主要内容有：总则、符号、输送量、带速和带宽，运行阻力与驱动功率，输送带张力、启动加速与减速停车，输送带，向下输送的带式输送机，主要部件，安全保护装置，整机布置，辅助设备，消防与粉尘防治，电气与控制，优化设计及动态分析等。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中国煤气建设协会负责日常管理工作，由中煤国际工程集团沈阳设计研究院负责具体内容的解释。本规范在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，如发现需要修改或补充之处，请将意见和建议寄交中煤国际工程集团沈阳设计研究院（地址：辽宁省沈阳市沈河区先农坛路 12 号，邮编：110015），以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人：

主编单位：中煤国际工程集团沈阳设计研究院

参编单位：北京起重运输机械研究所

沈阳矿山机械（集团）有限公司

唐山冶金矿山机械厂

中煤邯郸设计工程有限责任公司

东北大学

中国矿业大学

太原科技大学

中煤国际工程集团北京华宇公司

国电华北电力设计院工程有限公司

中冶京诚工程技术有限公司

主要起草人：	张振文	王宝林	张尊敬	宋伟刚	于学谦
	许 坚	杨明华	艾文太	马培忠	张铁军
	张庆民	孙 晓	闫发尧	王永本	董光中
	刘建华	杨金莲	张宝宝	晋松田	张绍元
	邵建华	郭晓放	李洪森	韩 刚	孟文俊

目 次

- 1 总则
- 2 符号
- 3 输送量、带速和带宽
 - 3.1 输送量
 - 3.2 带速
 - 3.3 带宽
- 4 运行阻力与驱动功率
 - 4.1 运行阻力
 - 4.2 传动滚筒圆周力
 - 4.3 电动机功率
 - 4.4 驱动功率分配
- 5 输送带张力
 - 5.1 输送带张力要求
 - 5.2 输送带各点的张力计算
 - 5.3 拉紧力
- 6 启动加速与减速停车
 - 6.1 惯性力
 - 6.2 启动加速
 - 6.3 减速停车
- 7 输送带
 - 7.1 输送带选择
 - 7.2 覆盖层的确定
 - 7.3 输送带接头
 - 7.4 输送带安全系数
- 8 向下舒适的带式输送机
 - 8.1 一般规定
 - 8.2 启动
 - 8.3 制动
 - 8.4 驱动装置要求
- 9 主要部件
 - 9.1 滚筒
 - 9.2 托辊组
 - 9.3 机架
 - 9.4 驱动装置
 - 9.5 拉紧装置
 - 9.6 制动和逆止装置
 - 9.7 清扫器
 - 9.8 输送带翻转装置
- 10 安全保护装置
 - 10.1 一般规定
 - 10.2 紧急开关
 - 10.3 输送带保护装置
 - 10.4 料流检测保护装置

10.5 向下输送的带式输送机保护装置

11 整机布置

11.1 一般规定

11.2 受料

11.3 卸料

11.4 槽形过渡段

11.5 凸弧段与凹弧段

11.6 转载站及驱动站

11.7 栈桥和地道

12 辅助设备

13 消防与粉尘防治

13.1 消防

13.2 除尘

13.3 清扫

14 电气与控制

14.1 供电电源

14.2 配电

14.3 单机控制

14.4 集中控制

14.5 电气保护

14.6 通信

15 优化设计及动态分析

15.1 优化设计

15.2 动态分析

15.3 避免共振设计

附录 A 输送带上物料的截面面积

附录 B 输送带硫化接头计算

附录 C 托辊载荷计算

本规范用词说明

附：条文说明

1 总 则

1.0.1 为在带式输送机工程设计中贯彻执行国家有关法律、法规和方针政策，统一和规范带式输送机工程设计，确保工程质量，保障安全生产，做到技术先进和经济合理，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于利用托辊支承、依靠传动滚筒与输送带之间摩擦力传递牵引力的带式输送机工程设计。

本规范不适用于钢丝绳牵引、管状、气垫等特殊型式带式输送机工程设计。

1.0.3 带式输送机工程被输送物料的堆积密度宜为 $0.05 \sim 2.80 \text{ t/m}^3$ ，物料温度不应高于 60°C ，工作环境温度应为 $-25 \sim +40^\circ \text{C}$ 。

1.0.4 带式输送机工程设计除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

2 符 号

a	——输送带平均加（减）速度；
a_1 、 a_m	——物料的最大、平均粒度尺寸；
a_B	——带式输送机制动停车减速度；
a_o 、 a_U	——承载、回程分支托辊组的间距；
A	——输送带清扫器与输送带的接触面积；
A_c	——溜槽的断面积；
b	——输送带装载物料的可能宽度；
b_1	——导料槽间的宽度；
B	——输送带宽度；
C	——附加阻力系数；
C_0	——计算系数；
C_ε	——槽形系数；
d	——输送带的厚度；
d_B	——输送带的织物芯层的厚度或输送带的钢丝绳直径；
d_G	——托辊直径；
d_0	——滚筒轴承的平均直径；
D	——滚筒或传动滚筒直径；
e	——自然对数的底；
f	——模拟摩擦系数；
f_a	——工况系数；
f_d	——冲击系数
f_e	——托辊载荷系数；

f_P	——将输送带视为挠性体时输送带横截面振动固有频率；
f_r	——托辊传动的频率；
f_R	——运行系数；
F	——滚筒上输送带的平均张力；
F_1 、 F_2	——输送带在传动滚筒绕入点、绕出点的张力；
F_A	——带式输送机各运动体的总惯性力；
F_{bA}	——在受料点和加速段被输送物料与输送带间的惯性阻力和摩擦阻力；
F_B	——制动停车所需的制动力；
F_{BE}	——减力停车时传动滚筒的驱动圆周力；
F_g	——在加速段被输送物料与导料槽间的摩擦阻力；
F_{gl}	——计算固有频率处输送带张力；
F_H	——被输送物料与导料槽间的摩擦阻力；
F	——计算固有频率处输送带张力；
F_f	——被输送物料与导料槽间的摩擦阻力；
F_H	——主要阻力；
F_i	——沿输送带运行方向第 i 点的张力（或输送带稳定运行工况弧段起点处的张力）；
F_{i+1} 、 F_{i-1}	——输送带第 $(i+1)$ 、 $(i-1)$ 点的张力；
$F_{i-1 \sim i}$	——输送带第 $(i-1)$ 点到第 i 点的区段上，输送带各项运行阻力之和；
F_1	——输送带绕经滚筒的缠绕阻力；
$F_{\max}$	——输送带稳定运行的最大张力；
$F_{\min}$	——输送带最小张力；
F_N	——附加阻力
F_P	——犁式卸料器的摩擦阻力；

F_r	——输送带清扫器的摩擦阻力；
F_{S1}	——主要特种阻力；
F_{S2}	——附加特种阻力；
F_{si} 、 $F_{s(i+1)}$	——输送带在拉紧滚筒绕入点、绕出点的张力；
F_{SP}	——输送带拉紧滚筒的拉紧力；
F_{st}	——倾斜阻力；
F_t	——非传动滚筒轴承阻力；
F_T	——滚筒上输送带绕入点与绕出点张力的滚筒旋转部分所受重力的矢量和；
F_{Tm}	——拉紧滚筒预拉紧力；
F_U	——稳定运行传动滚筒圆周力；
F_{UA} 、 F_{UB}	——启动工况、制动工况传动滚筒圆周力；
F_{ε}	——托辊前倾的附加摩擦阻力；
g	——重力加速度；
h 、 h_r	——输送带在相邻两托辊组之间的下垂量、垂度；
H	——带式输送机受料点和卸料点间的高差；
i	——飞轮或制动轮与传动滚筒的速比；
i_i	——第 i 个转动部件至传动滚筒的传动比；
I_V	——带式输送机每秒设计输送量；
J_f	——飞轮的转动惯量；
J_i	——第 i 个滚筒的传动惯量；
J_{iD}	——驱动单元第 i 个转动部件的转动惯量；
k	——带式输送机倾斜系数
k_0	——带式输送机实际启动系数；

k_1	——托辊旋转部分质量变换为直线运动等效质量的转换系数；
k_2	——逆止装置工况系数；
k_a	——驱动装置工况系数；
k_d	——带式输送机动载荷系数；
k_P	——犁式卸料器的阻力系数；
k_s	——水分蒸发和洒水不平衡系数；
k_t	——与输送带类型和接头有关的相对基准疲劳强度系数；
l	——导料槽的长度；
l_3	——承载托辊组中间辊的长度；
l_b	——加速段导料槽的长度；
l_N	——输送带安装附加行程；
l_{Sp}	——拉紧滚筒的拉紧行程；
L	——带式输送机长度（头尾滚筒的中心距）；
L_a	——输送带接头斜边投影长度；
$L_{i \sim (i+1)}$	——第 i 点到第 $(i+1)$ 点区段的长度；
L_s	——输送带最小阶段长度；
L_u	——输送带接头制作的总长度；
L_V	——输送带接头的长度；
L_ε	——装有前倾托辊的输送段长度；
m_D	——带式输送机旋转部件转换到输送带上直线运动的等效质量；
m_i	——飞轮转换到输送带上直线运动的等效质量；
$m_{(i-1) \sim i}$	——输送带第 $(i-1)$ 点到第 i 点的区段上，参与加（减）速的运动体的质量或等效质量；
m_L	——带式输送机运动体（输送带、物料和托辊）转换到输送带上直线运动的等效质量；

M	——逆止装置额定逆止力矩；
M_B	——制动轮所需的制动力矩；
M_L	——带式输送机所需逆止力矩；
n	——织物芯输送带的芯层数；
n_1	——每日冲洗次数；
n_D	——带式输送机的驱动单元数；
p	——输送带清扫器与输送带间的压力；
$[P]$	——输送带许用比压；
$[P']$	——钢丝绳芯输送带钢丝绳下的许用比压；
P_A 、 P_B	——传动滚筒、驱动电动机所需运行功率；
P_{M1}	——带式输送机实际选用的驱动电动机的功率之和；
P_o 、 P_o'	——承载分支托辊静载荷、动载荷；
P_U 、 P_U'	——回程分支托辊静载荷、动载荷；
q_3	——单位面积的冲洗水量；
q_B	——每米输送带的质量；
q_G	——输送带上每米物料的质量；
q_{RO} 、 q_{RU}	——带式输送机承载分支、回程分支每米机长托辊旋转部分质量；
Q	——带式输送机设计输送量；
Q_m 、 Q_V	——带式输送机理论质量、理论体积输送量；
Q_o	——工程设计要求的带式输送机工程系统输送量；
r_D	——传动滚筒的半径；
r_i	——第 i 个滚筒的半径；
R_1 、 R_2	——凸弧段、凹弧段曲率半径；

S	——输送带上物料的最大横截面面积；
S_1 、 S_2	——输送带上物料的上部、下部横截面面积；
S_A	——输送带安全系数；
S_d	——冲洗地面面积；
S_0	——与输送带工作环境及接头特征有关的安全系数；
S_y	——与输送带运行条件有关的安全系数；
t_1	——输送带的钢丝绳间距；
v	——输送带速度或物料在溜槽的平均速度；
v_0	——受料点物料在输送带运行方向上的速度分量；
W	——用水量
α	——弧段的圆心角；
δ	——带式输送机在运行方向上的倾斜角；
ε	——托辊组侧辊轴线相对于垂直输送带纵向轴线平面的前倾角；
ε_0	——输送带弹性伸长和永久伸长综合系数；
ε_1	——托辊组间的输送带屈挠率；
η	——制动轮到传动滚筒的传动效率；
η_1 、 η_2	——驱动系统正功率、负功率运行时的传动效率；
θ	——被输送物料的运行堆积角；
λ	——槽形托辊组侧辊轴线与水平线间的夹角；
μ	——传动滚筒与橡胶输送带间的摩擦系数；
μ_1 、 μ_2	——物料与输送带间、导料槽间的摩擦系数；
μ_3	——输送带清扫器与输送带间的摩擦系数；
μ_0	——托辊与输送带间摩擦系数；
ρ	——被输送散状物料的堆积密度；

σ_N	——输送带额定拉断强度；
φ	——输送带在传动滚筒上的围包角；
φ_1	——溜槽的装满系数；
φ_2 、 φ_3	——物料加湿前、加湿后的外在水分所占质量比。

3 输送量、带速和带宽

3.1 输送量

3.1.1 带式输送机设计输送量，应满足下式要求：

$$Q_0 \leq Q \leq Q_v(Q_m) \quad (3.1.1)$$

式中 Q_0 ——工程设计要求的带式输送机工程系统输送量 (m^3/h 或 t/h)；

Q ——带式输送机设计输送量 (m^3/h 或 t/h)；

Q_v ——带式输送机理论体积输送量 (m^3/h)；

Q_m ——带式输送机理论质量输送量 (t/h)。

3.1.2 带式输送机理论输送量，可按下列公式计算：

1 理论体积输送量：

$$Q_v = 3600 S v k \quad (3.1.2-1)$$

2 理论质量输送量：

$$Q_m = 3600 S v k \rho$$

(3.1.2-2)

式中 S ——输送带上物料的最大横截面面积 (m^2)；

v ——输送带速度 (m/s)；

k ——带式输送机倾斜系数；

ρ ——被输送散状物料的堆积密度(t/m^3)。

3.1.3 输送带上物料的最大横截面面积，应根据输送带的可用宽度、承载托辊的数量、中间辊长度、槽形托辊组侧轮轴线与水平线间的夹角及输送带上物料的运行堆积角确定，见本规范附录 A。可按下列公式计算：

1 水平输送时，输送带上物料的最大横截面面积，可按下列公式计算：

$$S = S_1 + S_2 \quad (3.1.3-1)$$

式中 S_1 ——输送带上物料的上部横截面面积 (m^2)；

S_2 ——输送带上物料的下部横截面面积 (m^2)；

2 三托辊输送带上物料的横截面面积 (见图 3.1.3-1)，可按下列公式计算：

$$S_1 = [l_3 + (b - l_3) \cos \lambda]^2 \frac{\tan \theta}{6} \quad (3.1.3-2)$$

$$S_1 = \left(l_3 + \frac{b - l_3}{2} \cos \lambda \right) \left(\frac{b - l_3}{2} \sin \lambda \right) \quad (3.1.3-3)$$

式中 l_3 ——承载托辊组中间辊的长度 (m)；

b ——输送带装载物料的可用宽度 (m)；

λ ——槽形托辊组侧辊轴线与水平线间的夹角 ($^{\circ}$);

θ ——被输送物料的堆积角 ($^{\circ}$)。 θ 值与物料的特性、流动性、输送带速度和带式输送机长度有关。通常比静堆积角小 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，有些物料可能小 20° 。如无运行堆积角的实测数据，可按物料的静堆积角的 50%~75% 近似计算，或按照表 3.1.3 选取，对高带速、长距离的带式输送机取小值。

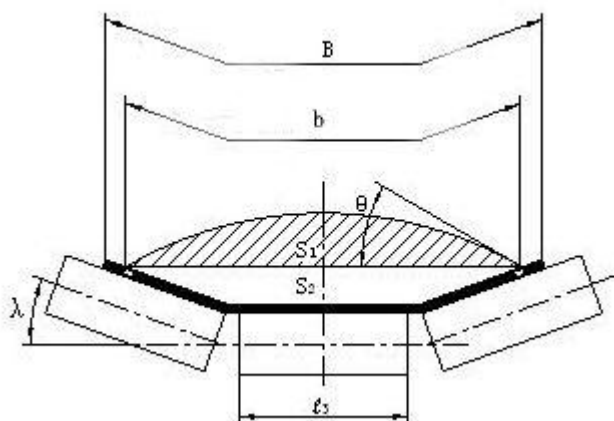


图 3.1.3-1 三托辊输送带上物料的横截面

3 二托辊输送带上物料的横截面面积 (见图 3.1.3-2), 可按下列公式计算:

$$S_1 = b^2 \cos^2 \lambda \frac{\tan \theta}{6} \quad (3.1.3-4)$$

$$S_2 = \frac{b^2}{4} \cos \lambda \sin \lambda \quad (3.1.3-5)$$

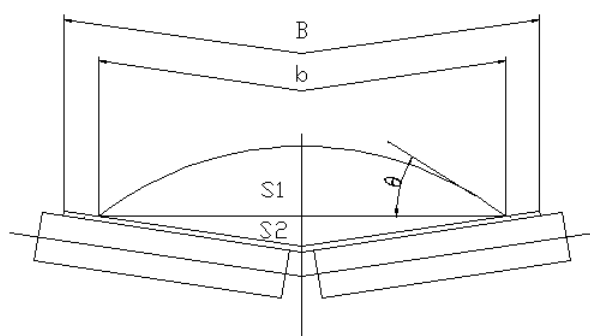


图 3.1.3-2 二托辊输送带上物料的横截面

4 单托辊输送带上物料的横截面面积 (见图 3.1.3-3), 可按下列公式计算:

$$S = S_1 = b^2 \frac{\tan \theta}{6} \quad (3.1.3-6)$$

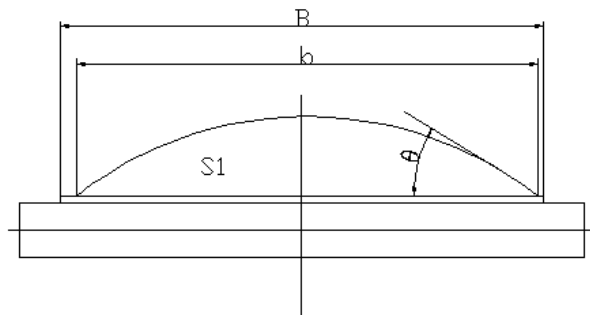


图 3.1.3-3 单托辊输送带上物料的横截面

5 输送带装载物料的可用宽度，可按下列公式计算：

$$1) B \leq 2m \text{ 时: } b = 0.9B - 0.05 \quad (3.1.3-7)$$

$$2) B \geq 2m \text{ 时: } b = B - 0.25 \quad (3.1.3-8)$$

式中 B——输送带宽度 (m)。

表 3.1.3 一般特性的普通物料堆积角数值

物料的特性	流动性	静堆积角 (°)	运行堆积角 θ (°)
粒度均匀、非常小的圆颗粒、非常湿或非常干的物料，如砂、混凝土浆等	非常好	10~19	5
中等重量的圆、干燥光滑的颗粒，如整粒的谷物和豆类等	好	20~25	10
规则、粒状物料，如化肥、砂石、洗过的砾石等	一般	26~29	15
不规则、中等重量的颗粒状或块状物料，如无烟煤、棉籽饼、黏土等		30~34	20
典型的普通物料，如大多数矿石、烟煤、石块等		35~39	25
不规则、黏性、纤维状、互相交错的物料，如木屑、甘蔗渣、用过的铸造砂型等	差	>40	30

3.1.4 倾斜带式输送机或具有倾斜段的带式输送机，倾斜系数应计入输送带上物料的上部横截面面积减小的因素，并应符合下列规定：

1 当在带式输送机的倾斜段加料，且均匀输送经筛分的中等块状的物料时，倾斜系数可按下式计算：

$$k = 1 - \frac{S_1}{S} \left(1 - \sqrt{\frac{\cos^2 \delta - \cos^2 \theta}{1 - \cos^2 \theta}} \right) \quad (3.1.4)$$

式中 δ ——带式输送机在运行方向上的倾斜角 (°)；

θ ——被输送物料的运行堆积角，应取物料实际运行堆积角值。

2 输送一般流动性物料，倾斜系数可按照表 3.1.4 选取。当被输送的物料较轻、运行堆积角较小时，应适当减小表 3.1.4 中 k 值。当输送黏性物料时，可适当增大 k 值。

δ (°)	k
2	1.0
4	0.99
6	0.98
8	0.97
10	0.95
12	0.93
14	0.91
16	0.89
18	0.85
20	0.81
21	0.78
22	0.76
23	0.73
24	0.71
25	0.68
26	0.66
27	0.64
28	0.61
29	0.59
30	0.56

3.2.1 帶速選擇应符合下列規定:

- 3.2.2 带式输送机带速, 宜符合 0.8, 1.0, 1.25, 1.6, 2.0, 2.5, 3.15, (3.55), 4.0, (4.5), 5.0, (5.6) 6.3, 7.1m/s 的速度系列。

- 表 3.2.3 带式输送机带速与输送带宽度的匹配范围

[illegible]

1800														
2000														
2200														
2400														
2600														
2800														

注：1 “√”为带速推荐值；

2 “√”为输送大块物料的带速可用值。

3.3 带 宽

3.3.1 带宽输送机宽度，应根据带式输送机设计输送量、带速和被输送物料的粒度确定。选择的带宽应符合现行国家标准《带式输送机基本参数与尺寸》GB987的有关规定。

3.3.2 带宽选择应符合下列规定：

- 1 应根据本规范第3.2节初选带速；
- 2 应根据带式输送机承载托辊数量、槽形托辊组侧辊轴线与水平线间的夹角和物料的运行堆积角计算，也可从本规范附录A查出满足输送量要求的带宽；
- 3 应按被输送物料的粒度尺寸校核带宽：
 - 1) 根据物料的最大粒度尺寸、粒度组成及物料的运行堆积角等因素校核。运行堆积角为20°～30°的通常物料，带宽可按表3.3.2选取；
 - 2) 当没有可靠的物料粒度组成数据时，对带宽为1600mm以下的带式输送机，可按下列公式校核带宽：
未经筛分的散状物料，当大块含量在10%以内时：

$$B \geq 2a_1 + 0.2 \quad (3.3.2-1)$$

经过筛分的散状物料：

$$B \geq 3a_m + 0.2 \quad (3.3.2-2)$$

式中 a_1 ——物料的最大粒度尺寸（m）；

a_m ——物料的平均粒度尺寸（m），系物料的最大块和最小块尺寸的平均值。

- 3) 当输送坚硬岩石类物料时，最大粒度尺寸不宜超过350mm。普通物料不宜超过500mm。

表 3.3.2 带式输送机输送物料的最大粒度尺寸（mm）

带宽 B（mm）	物料中的大块的含量（质量百分率%）			
	10	20	30	40
500	140～90	130～80	120～70	100～50
650	210～110	190～100	160～90	120～65
800	270～130	250～120	220～110	150～80
1000	340～160	300～150	260～140	180～100
1200	390～200	350～190	300～170	220～130
1400	450～230	400～220	340～200	260～150
1600	500～260	450～240	380～220	290～180
1800	550～290	480～270	420～240	320～200
2000	580～320	500～300	450～260	350～230
2200	600～350	520～320	480～290	380～260

≥ 2400	620~380	550~360	500~330	410~280
-------------	---------	---------	---------	---------

注：1 物料的运行堆积角为 20° 时选大值， 30° 时选小值；

2 输送岩石类物料时，宜降低最大粒度尺寸。

4 运行阻力与驱动功率

4.1 运行阻力

4.1.1 带式输送机运行总阻力计算，应包括下列阻力：

- 1 主要阻力；
- 2 附加阻力；
- 3 主要特种阻力；
- 4 附加特种阻力；
- 5 倾斜阻力。

4.1.2 主要阻力，可按下列公式计算：

$$F_H = fL[q_{RO} + q_{RU} + (2q_B + q_G)\cos\delta]g \quad (4.1.2-1)$$

$$q_G = \frac{Q}{3.6v} \quad (4.1.2-2)$$

式中

F_H ——主要阻力 (N)；

f ——模拟摩擦系数，可按表 4.1.2 选取；

L ——带式输送机长度（头尾滚筒的中心距）(m)；

q_{RO} ——带式输送机承载分支每米机长托辊旋转部分质量 (kg/m)

q_{RU} ——带式输送机回程分支每米机长托辊旋转部分质量 (kg/m)；

q_B ——每米输送带的质量 (kg/m)；

q_G ——输送带上每米物料的质量 (kg/m)；

g ——重力加速度， 9.81m/s^2 。

表 4.1.2 模拟摩擦系数

安装情况	工作条件	
水平、向上输送及 向下输送的电动工 况	工作环境良好，制造、安装良好，带速不大于 5m/s, 物料的内摩擦系数中等以下，槽形托辊组侧 辊轴线与水平线间的夹角不大于 30° ，环境温度 不低于 20°C	0.020
	工作环境较好，制造、安装正常，物料的内摩 擦系数中等，槽形托辊组侧辊轴线与水平线间的 夹角大于 30°	0.022
	工作环境多尘，带速大于 5m/s, 物料的内摩擦系 数大，环境温度低	0.023~0.030
向下输送	制造、安装正常，电动机为发电运行工况	0.012

4.1.3 附加阻力，可按下列公式计算：

$$F_N = F_{bA} + F_f + F_l + F_t \quad (4.1.3-1)$$

$$F_{bA} = 1000 I_V \rho (\nu - \nu_0) \quad (4.1.3-2)$$

$$F_f = \frac{1000 \mu_2 I_V^2 \rho g l_b}{\left(\frac{\nu + \nu_0}{2} \right)^2 b_1^2} \quad (4.1.3-3)$$

$$l_b \geq \frac{\nu^2 - \nu_0^2}{2g\mu_1} \quad (4.1.3-4)$$

纤维芯输送带：

$$F_1 = 9B \left(140 + 0.01 \frac{F}{B} \right) \frac{d}{D} \quad (4.1.3-5)$$

钢丝绳芯输送带：

$$F_1 = 12B \left(200 + 0.01 \frac{F}{B} \right) \frac{d}{D} \quad (4.1.3-6)$$

$$F_t = 0.005 d_0 \frac{F_T}{D} \quad (4.1.3-7)$$

式中 F_N ——附加阻力 (N)；

F_{bA} ——在受料点和加速段被输送物料与输送带间的惯性阻力和摩擦阻力 (N)；

F_f ——在加速段被输送物料与导料槽间的摩擦阻力 (N)；

F_1 ——输送带绕经滚筒的缠绕阻力 (N)；

F_t ——非传动滚筒轴承阻力 (N)，可按 450N 估算；

I_V ——带式输送机每秒设计输送量 (m³/s)；

ν_0 ——受料点物料在输送带运行方向上的速度分量 (m/s)；

μ_2 ——物料与导料槽间的摩擦系数，取 0.5~0.7；

l_b ——加速段导料槽的长度 (m)；

b_1 ——导料槽间的宽度 (m)；

μ_1 ——物料与输送带间的摩擦系数，取 0.5~0.7；

F ——滚筒上输送带的平均张力 (N);

d ——输送带的厚度 (m);

D ——滚筒直径 (m);

d_0 ——滚筒轴承的平均直径 (m);

F_T ——滚筒上输送带绕入点与绕出点张力和滚筒旋转部分所受重力的矢量和 (N)。

4.1.4 主要特种阻力, 可按下列公式计算:

$$F_{S1} = F\varepsilon + F_{g1} \quad (4.1.4-1)$$

1 托辊前倾的附加摩擦阻力, 可按下楼公式计算:

1) 装有三个等长托辊的承载分支前倾托辊组:

$$F_\varepsilon = C_\varepsilon \mu_0 L_\varepsilon (q_B + q_G) g \cos \lambda \sin \varepsilon \quad (4.1.4-2)$$

2) 装有两个托辊的回程分支前倾托辊组:

$$F_\varepsilon = \mu_0 L_\varepsilon q_B g \cos \lambda \cos \delta \sin \varepsilon \quad (4.1.4-3)$$

2 被输送物料与导料槽间的摩擦阻力, 可按下式计算:

$$F_{g1} = \frac{1000 \mu_2 I^2 v \rho g l}{v^2 b_1^2} \quad (4.1.4-4)$$

式中 F_{S1} ——主要特种阻力 (N);

F_ε ——托辊前倾的附加摩擦阻力 (N);

F_{g1} ——被输送物料与导料槽间的摩擦阻力 (N);

C_ε ——槽形系数。当槽形托辊组侧辊轴线与水平线间的夹角为 30° 时, C 取 0.4;

夹角为 35° 时, 取 0.43; 夹角为 45° 时, 取 0.5;

μ_0 ——托辊与输送带间摩擦系数。取 0.3~0.4;

l_ε ——装有前倾托辊的输送段长度 (m);

ε ——托辊组侧辊轴线相对于垂直输送带纵向轴线平面的前倾角 ($^\circ$);

l ——导料槽的长度 (m)。

4.1.5 附加特种阻力, 可按下列公式计算:

$$F_{S2} = F_r + F_p \quad (4.1.5-1)$$

$$F_r = \sum A p \mu_3 \quad (4.1.5-2)$$

$$F_p = Bk_p \quad (4.1.5-3)$$

式中 F_{S2} ——附加特种阻力 (N);

F_r ——输送带清扫器的摩擦阻力 (N);

F_p ——犁式卸料器的摩擦阻力 (N);

A ——输送带清扫器与输送带的接触面积 (m²);

p ——输送带清扫器与输送带间的压力, 宜取 $3 \times 10^4 \sim 10 \times 10^4 \text{N/m}^2$;

μ_3 ——输送带清扫器与输送带间的摩擦系数, 宜取 0.5~0.7;

k_p ——犁式卸料器的阻力系数, 宜取 1500N/m。

4.1.6 倾斜阻力, 应按下列式计算:

$$F_{St} = q_G H g \quad (4.1.6)$$

式中 F_{St} ——倾斜阻力 (N), 带式输送机向上输送时为正值, 向下输送为负值;

H ——带式输送机受料点和卸料点间的高差 (m);

4.2 传动滚筒圆周力

4.2.1 带式输送机传动滚筒所需圆周力, 应按下列规定计算:

- 1 布置简单的带式输送机, 传动滚筒在稳定运行时所需圆周力, 应按全程满载计算;
- 2 具有倾角变化的带式输送机, 传动滚筒所需圆周力应按下列工况分别计算:
 - 1) 全长控制;
 - 2) 全长满载;
 - 3) 水平段、上运段或微倾斜角下运段有载, 有载段做正功, 其余区段空载;
 - 4) 只下运段有载, 有载段做负功, 其他区段空载;
 - 5) 根据上述不同工况计算出最大圆周力 (传动滚筒所需圆周力);
- 3 带式输送机稳定运行在发电工况 (传动滚筒圆周力计算为负值) 时, 传动滚筒圆周力, 应按最大绝对值计算;
- 4 带式输送机连续稳定运行, 且传动滚筒圆周力为正值, 而某一工况为负值时, 应按正值的最大值和负值的最大绝对值分别计算, 并应取两者最大值;
- 5 当某一工况, 传动滚筒圆周力为负值 (带式输送机运行在发电工况) 时, 应按本规范第 8 章的有关规定计算。

4.2.2 传动滚筒所需圆周力, 应按下列公式计算:

- 1 适用于所有的带式输送机长度的一般计算公式:

$$F_U = F_H + F_N + F_{S1} + F_{S2} + F_{St} \quad (4.2.2-1)$$

- 2 当带式输送机长度大于 80m 时, 可按下列公式计算:

$$F_U = CF_H + F_{S1} + F_{S2} + F_{St} \quad (4.2.2-2)$$

式中 ——稳定运行传动滚筒所需圆周力 (N);
 ——附加阻力系数。附加阻力系数为带式输送机长度的函数,可按表 4. 2. 2 或图 4. 2. 2 选取。

表 4. 2. 2 附加阻力系数

带式输送机长度 (m)	附加阻力系数
80	1. 92
100	1. 78
150	1. 58
200	1. 45
300	1. 31
400	1. 25
500	1. 20
600	1. 17
700	1. 14
800	1. 12
900	1. 10
1000	1. 09
1500	1. 06
2000	1. 05
2500	1. 04
5000	1. 03

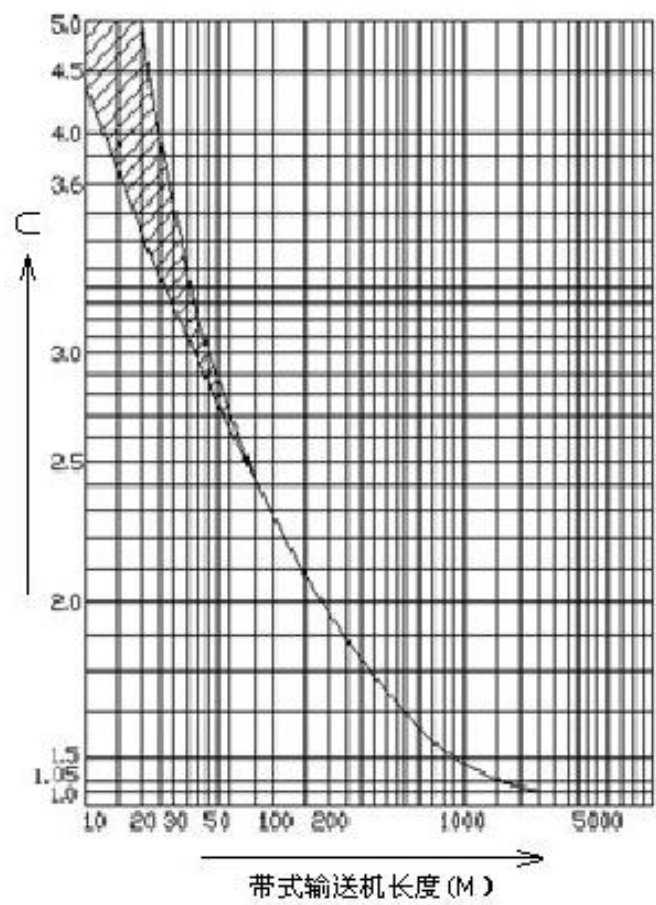


图 4. 2. 2 带式输送机长度与附加阻力系数变化曲线

4.2 电动机功率

4.3.1 带式输送机稳定运行时传动滚筒所需运行功率，应按下列计算：

$$P_A = \frac{F_U v}{1000} \quad (4.3.1)$$

式中 P_A ——传动滚筒所需运行功率 (kW)。

4.3.2 驱动电动机所需功率，应符合下列规定：

1 带式输送机为正功率运行时，应按下列式计算：

$$P_M = \frac{P_A}{\eta_1} \quad (4.3.2-1)$$

2 带式输送机为负功率运行时，应按下列式计算：

$$P_M = P_A \eta_2 \quad (4.3.2-2)$$

式中 P_M ——驱动电动机所需运行功率 (kW)；

η_1 ——驱动系统正功率运行时的传动功率。应根据驱动系统各组成部分的效率综合确定，宜为 0.85~0.95；

η_2 ——驱动系统负功率运行时的传动效率，宜为 0.95~1.0。

3 应根据电动机功率计算值及带式输送机工程的具体工作条件，按照电动机标准系列参数选取电动机。

4.4 驱动功率分配

4.4.1 大功率带式输送机宜采用多驱动单元。驱动单元配置，应根据带式输送机驱动功率值、输送系统装置通用性和经济性确定。

4.4.2 带式输送机驱动单元分配，应符合下列要求：

1 多驱动装置的带式输送机，宜采用等功率分配法。可采用下列驱动单元配置：

单滚筒驱动：双驱动单元；

双滚筒驱动：双驱动单元、三驱动单元、四驱动单元；

三滚筒驱动：三驱动单元、四驱动单元、五驱动单元、六驱动单元。

2 驱动单元，可采用下列功率分配比：

双滚筒驱动：1：1、2：1、2：2；

三滚筒驱动：1：1：1、2：1：1、2：2：1、2：2：2。

4.4.3 多驱动单元的带式输送机，驱动单元宜采用相同的配置部件应采用同型号部件。对于长距离带式输送机，可采用带式输送机中间助力多点驱动方式。

5 输送带张力

5.1 输送带张力要求

5.1.1 输送带张力，必须满足下列要求：

- 1 在稳定运行、启动和制动工况下，输送带与传动滚筒间不应打滑；
- 2 相邻两组托辊组间的输送带垂度不应超过允许值。

5.1.2 输送带在传动滚筒绕入点的张力和绕出点的张力，应满足传递牵引力的要求，并按启动、稳定运行、制动工况及运行工作条件，分别按下列规定计算：

1 启动工况应符合下列规定：

- 1) 向上输送、水平输送及运行总阻力为正值的向下输送的带式输送机张力（见图 5.1.2-1），应满足下列公式要求：

$$F_{UA} = F_1 - F_2 \quad (5.1.2-1)$$

$$F_{2\geq} = F_{UA} \frac{1}{e^{\mu\varphi} - 1} \quad (5.1.2-2)$$

式中 F_{UA} ——启动工况传动滚筒圆周力（N）；

F_1 ——输送带在传动滚筒绕入点的张力（N）；

F_2 ——输送带在传动滚筒绕出点的张力（N）；

e ——自然对数的底；

μ ——传动滚筒与橡胶输送带间的摩擦系数。见表 5.1.2；

φ ——输送带在传动滚筒上的围包角（rad）。

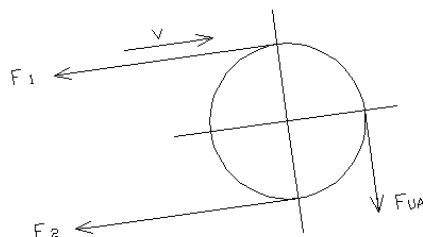


图 5.1.2-1 启动工况总阻力为正值的张力

表 5.1.2 传动滚筒与橡胶输送带间的摩擦系数

运行条件	传动滚筒覆盖面型式			
	光面滚筒	人字形或菱形沟槽的橡胶覆盖面	人字形或菱形沟槽的聚酯覆盖面	人字形或菱形沟槽的陶瓷覆盖面
干燥	0.35~0.04	0.40~0.45	0.35~0.40	0.40~0.45
清洁、潮湿（有水）	0.10	0.35	0.35	0.35~0.40
污浊和潮湿（有泥土或黏泥沙）	0.05~0.10	0.25~0.30	0.20	0.35

- 2) 总阻力为负值的向下输送的带式输送机张力（见图 5.1.2-2），应满足下列公式要

求:

$$F_{UA} = F_2 - F_1 \quad (5.1.2-3)$$

$$F_1 > F_{UA} \frac{1}{e^{\mu\varphi} - 1} \quad (5.1.2-4)$$

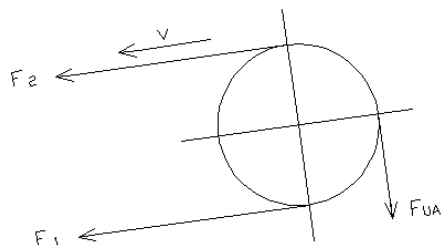


图 5.1.1-2 启动工况阻力为负值的张力

2 稳定运行工况应符合下列规定:

- 1) 向上输送、水平输送及总阻力为正值的向下运输的带式输送机张力, 应满足下式要求:

$$F_2 > F_U \frac{1}{e^{\mu\varphi} - 1} \quad (5.1.2-5)$$

- 2) 总阻力为负值的向下输送的带式输送机, 输送带带动传动滚筒反馈能量, 应满足下式要求:

$$F_1 > F_U \frac{1}{e^{\mu\varphi} - 1} \quad (5.1.2-6)$$

3 制动工况应符合下列规定:

- 1) 向上输送、水平输送及总阻力为正值的向下输送的带式输送机张力 (见图 5.1.2-3), 应满足下列公式要求:

$$F_{UB} = F_2 - F_1 \quad (5.1.2-7)$$

$$F_{UB} \leq F_1(e^{\mu\varphi} - 1) \quad (5.1.2-8)$$

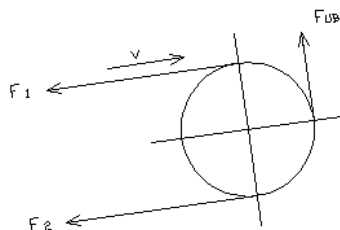


图 5.1.1-3 制动工况总阻力为正值的张力

- 2) 总阻力为负值的向下输送的带式输送机张力 (见图 5.1.2-4), 应满足下列公式要求:

$$F_{UB} = F_2 - F_1 \quad (5.1.2-9)$$

$$F_{UB} \leq F_1(e^{\mu\varphi} - 1) \quad (5.1.2-10)$$

式中 ——制动工况传动滚筒圆周力 (N)。

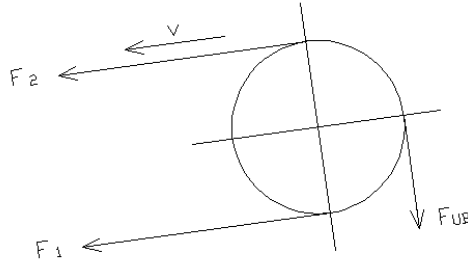


图 5.1.1-4 制动工况总阻力为负值的张力

- 4 多滚筒及多点驱动时, 输送带在各传动滚筒的绕入点和绕出点的张力, 应满足上述第 1、2、3 款的规定。

5.1.3 输送带的垂度, 应符合下列规定:

- 1 输送带的垂度, 可用下列公式计算:

- 1) 承载分支:

$$h_r = \frac{h}{a_O} \quad (5.1.3-1)$$

- 2) 回程分支:

$$h_r = \frac{h}{a_U} \quad (5.1.3-2)$$

式中 h_r ——输送带在相邻两托辊组之间的垂度。通常, 应限制在 0.01~0.02;
稳定运行工况, 宜取 0.01;

h ——输送带在相邻两托辊组之间的下垂量 (m);

a_O ——承载分支托辊组的间距 (m);

a_U ——回程分支托辊组的间距 (m)。

- 2 输送带在允许的最大垂度条件下, 最小张力可按下列公式计算:

- 1) 承载分支:

$$F_{\min} \geq \frac{a_O(q_G + q_B)g}{8h_{\max}} \quad (5.1.3-3)$$

- 2) 回程分支:

$$F_{\min} \geq \frac{a_U q_B g}{8h_{\max}} \quad (5.1.3-4)$$

式中 $F_{\min}$ ——输送带最小张力 (N)。

5.2 输送带各点的张力计算

5.2.1 输送带各点的张力，应根据带式输送机的布置及各段的长度和走向、传动滚筒的数量和布置、驱动和制动特性、拉紧装置的类型和布置，以及运行工况等因素确定。输送带各点的张力，可根据带式输送机的不同要求，将输送带分别按刚体、弹性或黏弹性体计算。

5.2.2 一般带式输送机，输送带可按刚体计算。有倾角起伏变化时，应分段计算运行助力。运行助力应按本规范第4.1节的有关公式计算。输送带相邻两点的张力，可按下列公式计算：

1 稳定运行工况：

$$F_i = F_{i-1} + F_{(i-1) \sim i} \quad (5.2.2-1)$$

式中 F_i ——沿输送带运行方向第 i 点的张力 (N)；

$F_{(i-1)}$ ——输送带第 $(i-1)$ 点的张力 (N)；

$F_{(i-1) \sim i}$ ——输送带第 $(i-1)$ 点到第 i 点的区段上，输送带各项运行阻力之和 (N)。

2 非稳定运行工况：

$$F_i = F_{(i-1)} + F_{(i-1) \sim i} \pm m_{(i-1) \sim i} a \quad (5.2.2-2)$$

式中 $m_{(i-1) \sim i}$ ——输送带第 $(i-1)$ 点到 i 点的区段上，参与加（减）速的运动体的质量或等效质量 (kg)；

a ——输送带平均加（减）速度 (m/s^2)。

5.2.3 长距离、大输送量、高带速的大型带式输送机，以及倾角起伏多变、布置复杂的带式输送机，宜将输送带按弹性、黏弹性体计算。

5.3 拉 紧 力

5.3.1 带式输送机运行时，拉紧装置的拉紧力应符合下列规定：

1 输送带拉紧滚筒的拉紧力，可按下列计算：

$$F_{Sp} = F_{Si} + F_{S(i+1)} \quad (5.3.1)$$

式中 F_{Sp} ——输送带拉紧滚筒的拉紧力 (N)

F_{Si} ——输送带在拉紧滚筒绕入点的张力值 (N)，应为最不利工况时的张力值；

$F_{S(i+1)}$ ——输送带在拉紧滚筒绕出点的张力值 (N)，应为最不利工况时的张力值。

2 采用不能自动调节拉紧力的固定式拉紧装置时，带式输送机运行时的拉紧力，应保证在各种工况下输送带的张力满足本规范第5.1.1条的规定。

5.3.2 固定式拉紧装置，在静止状态下拉紧滚筒的预拉紧力，可按下列公式计算：

$$F_{Tm} = \frac{1}{L} \sum \frac{(F_i + F_{i+1})L_{i \sim (i+1)}}{2} \quad (5.3.2)$$

式中

F_{Tm} ——拉紧滚筒预拉紧力 (N)

$F_{(i+1)}$ ——输送带第 (i+1) 点的张力 (N)，应按最不利工况确定；

$L_{i\sim(i+1)}$ ——第 i 点到第 (i+1) 点区段的长度 (m)。

6 启动加速与减速停车

6.1 惯性力

6.1.1 带式输送机在启动加速和减速停车期间，当将输送带视为刚体时，惯性力可按下列公式计算：

$$F_A = \pm(m_L + m_D)a \quad (6.1.1)$$

式中 F_A ——带式输送机各运动体的总惯性力 (N)；

m_L ——带式输送机运动体（输送带、物料和托辊）转换到输送带上直线运动的等效质量 (kg)；

m_D ——带式输送机旋转部件转换到输送带上直线运动的等效质量 (kg)。
不含托辊部分。

6.1.2 带式输送机运动体转换到输送带上直线运动的等效质量，可按下列式计算：

$$m_L = (2q_B + q_G + k_1 q_{RO} + k_1 q_{RU})L \quad (6.1.2)$$

式中 k_1 ——托辊旋转部分质量变换为直线运动等效质量的转换系数，宜取 0.9。

6.1.3 带式输送机旋转部件转换到输送带上直线运动的等效质量，可按下列式计算：

$$m_D = \frac{n_D \sum J_{iD} i_i^2}{r_D^2} + \sum \frac{J_i}{r_i^2} \quad (6.1.3)$$

式中 n_D ——带式输送机的驱动单元数；

J_{iD} ——驱动单元第 i 个转动部件的转动惯量 (kg·m²)；

i_i ——第 i 个转动部件至传动滚筒的传动比；

r_D ——传动滚筒的半径 (m)；

J_i ——第 i 个滚筒的转动惯量 (kg·m²)；

r_i ——第 i 个滚筒的半径 (m)。

6.2 启动加速

6.2.1 带式输送机启动加速度，应符合下列规定：

- 1 机长超过 200m 的带式输送机，启动平均加速度不应大于 0.3m/s²；
- 2 倾斜输送物料的带式输送机，加速度的选择，应保证物料与输送带间不打滑；
- 3 机长超过 500m 的带式输送机（电动工况）或机长超过 200m 的向下输送的带式输送机（发电工况），启动平均加速度不宜大于 0.2m/s²；倾角变化较大、布置复杂的长距离带式输送机，不宜大于 0.1/s²；
- 4 带式输送机的启动加速时间，不应超过驱动电动机允许的启动时间或软启动装置允

许的最长启动时间。

6.2.2 带式输送机启动时实际平均加速度，可按下列公式计算：

$$a = \frac{(k_0 - 1)F_U}{m_L + m_D} \quad (6.2.2-1)$$

$$k_0 = k_a \frac{P_{M1}}{P_M} \quad (6.2.2-2)$$

式中 k_0 ——带式输送机实际启动系数；

P_{M1} ——带式输送机实际选用的驱动电动机的功率之和 (kW)；

k_a ——驱动装置启动系数。

6.2.3 水平和向上输送的带式输送机驱动装置启动系数，应符合下列规定：

- 1 中小型带式输送机，可取 1.3~1.7；
- 2 鼠笼型电动机可通过现矩型液力耦合器与减速器联接方式，按制造厂提供的电动机与限矩型液力耦合器联合特性曲线，计算传动滚筒启动圆周力和平均启动系数；
- 3 绕线型电动机或直流电动机直联减速器方式，可按所选电动机的启动特性曲线，求出启动系数；
- 4 用可控启动装置启动时，可通过动态分析或由供货方提供。

6.3 减 速 停 车

6.3.1 带式输送机减速停车的减速度，应符合下列规定：

- 1 带式输送机减速停车时，平均减速度不应大于 $0.3\text{m}/8^2$ ；
- 2 大型及中长距离以上的带式输送机减速停车时，平均减速度不宜大于 $0.2/\text{s}^2$ ；
- 3 输送线路倾角变化较大、布置复杂的大型长距离带式输送机减速停车时，平时减速度不宜大于 $0.1\text{m}/\text{s}^2$ 。

6.3.2 大型带式输送机，可根据性能参数采用自由停车、减力停车、增惯停车或制动停车等减速停车方式。

6.3.3 带式输送机自由停车平均减速度，可按下式计算：

$$a = \frac{F_U}{m_L + m_D} \quad (6.3.3)$$

6.3.4 带式输送机自由停车减速度大于规定值的向上输送的带式输送机，采用减力停车时，传动滚筒驱动圆周力，可按下式计算：

$$F_{BE} = -(m_L + m_D)a + F_U \quad (6.3.4)$$

式中 ——减力停车时传动滚筒的驱动圆周力 (N)。

6.3.5 带式输送机在减力停车条件，采用增惯停车时，可在驱动装置高速轴加装增惯飞轮。飞轮的转动惯量，可按下列公式计算：

$$J_f = \frac{m_f r_D^2}{i^2} \quad (6.3.5)$$

$$m_f = \frac{F_U}{a} - (m_L + m_D) \quad (6.3.6)$$

式中 J_f ——飞轮的转动惯量 (kg·m²);

m_f ——飞轮转换到输送带上直线运动的等效质量 (kg);

i ——飞轮与传动滚筒的速比。

6.3.6 水平或近水平带式输送机, 当满载自由停车的减速时间过长时, 应采用制动停车方式。制动停车所需制动力和制动力矩, 可按下列公式计算:

1 制动停车所需的制动力 (N);

$$F_B = (m_L + m_D)a_B - F_U \quad (6.3.6-1)$$

式中 F_B ——制动停车所需的制动力 (N);

a_B ——带式输送机制动停车减速度 (m/s²)。

2 制动轮所需的制动力矩:

$$M_B = \frac{F_B D}{2i} \eta \quad (6.3.6-2)$$

式中 M_B ——制动轮所需的制动力矩 (N·m²);

i ——制动轮与传动滚筒的速比;

η ——制动轮到传动滚筒的传动效率。

7 输 送 带

7.1 输送带选择

- 7.1.1 输送带应满足下列要求：
- 1 应有足够的纵向拉伸强度；
 - 2 应有良好的负荷支承能力和成槽性；
 - 3 应有合理的上、下覆盖层厚度；
 - 4 覆盖层性能应满足物料冲击和磨耗要求；
 - 5 应满足物料特性和工作环境条件要求。
- 7.1.2 输送带应根据带式输送机长度、输送量、输送带张力、舒适的物料特性、受料条件、工作环境等因素选择，并应符合下列规定：
- 1 短距离带式输送机，宜选用聚酯织物芯输送带。大输送量、长距离、提升高度大、张力大的带式输送机，宜选用钢丝绳芯输送带；
 - 2 被输送的物料中含有尺寸较大的块状物料，并在受料点的直接落差较大时，宜选用抗冲击、防撕裂型输送带；
 - 3 分层织物芯输送带的最大布层数，不宜超过 6 层。当输送的物料对输送带厚度有特殊要求时，可适当增大；
 - 4 井下带式输送机可选用煤矿用织物整芯阻燃输送带。
- 7.1.3 煤矿井下及其他散发可燃粉尘、可燃气体的工作场所，必须采用阻燃输送带。
- 7.1.4 输送带的工作环境温度或被输送物料的温度超过本规范第 1.0.3 条的规定时，输送带应按下列要求选择：
- 1 输送带的工作环境温度低于 -25°C 时，应选用耐寒输送带；
 - 2 被输送的物料温度高于 60°C 时，应选用耐热输送带；高于 125°C 时，应选用耐高温输送带。
- 7.1.5 由多台带式输送机组成的带式输送机工程系统，在确定输送带宽度、带芯结构、强度等级、覆盖层性能及厚度时，应根据输送系统的通用性、经济性和可靠性综合比较确定。

7.2 覆盖层的确定

- 7.2.1 输送带覆盖层的类型和性能参数，应根据舒适的物料性质、受料条件、工作环境条件等因素确定。
- 7.2.2 输送带覆盖层的厚度，应根据输送的物料堆积密度、最大粒度尺寸、粒度组成、物料磨琢性、受料高度，以及输送带工作循环时间等因素确定，并应符合下列规定：
- 1 输送带覆盖层的厚度，应保证在规定使用期内芯层不会因覆盖层磨损而暴露；
 - 2 分层织物芯输送带的上覆盖层与下覆盖层的厚度之比，不宜大于 3: 1。
- 7.2.3 织物芯输送带的覆盖层最小厚度可按表 7.2.3-1 选择，并应根据输送带工作条件，按表 7.2.3-2 与表 7.2.3-3 确定相应的上覆盖层附加厚度。

表 7.2.3-1 输送带上下覆盖层最小厚度

芯 体 材 料	标 准 值
棉织物 (CC) 尼 龙 (NN) 聚 酯 (EP)	根据不同织物分别为 1~2mm

表 7.2.3-2 输送带覆盖层附加厚度估价值

有影响的参数和估价值		
A. 载荷情况	有利	1
	正常	2
	不利	3
B. 载荷频繁度	少	1
	正常	2
	频繁	3
C. 粒度	细	1
	正常	2
	粗	3
D. 密度	轻	1
	正常	2
	重	3
E. 过载度	少	1
	正常	2
	强	3

表 7.2.3-3 输送带覆盖层附加厚度

评价值总数 (A+B+C+D+E)	附加厚度标准值 (mm)
5~6	0~1
7~8	1~3
9~11	3~6
12~13	6~10
14~15	>10

7.2.4 钢丝绳芯输送带的覆盖层厚度，应符合下列规定：

- 1 普通用途钢丝绳芯输送带，上覆盖层最小厚度的标准值，不应小于 0.7 倍钢丝绳直径，且不得小于 4mm。并应根据输送带工作条件，按表 7.2.3-2、表 7.2.3-3 选择相应的上覆盖层附加厚度。同时上覆盖层的厚度，不应小于表 7.2.4 的规定；
- 2 普通用途钢丝绳芯输送带的下覆盖层厚度，可按表 7.2-4 选取；
- 3 阻燃钢丝绳芯输送带的上覆盖层厚度，不宜小于表 7.2.4 的规定；
- 4 织物整芯阻燃输送带，上下橡胶覆盖层厚度不应小于 1.5mm，上下塑料覆盖层厚度不应小于 0.8mm。

表 7.2.4 钢丝绳芯输送带的覆盖层最小厚度 (mm)

输送带纵向拉伸强度 (N/mm)	普通钢丝绳芯输送带	阻燃钢丝绳芯输送带
	上、下覆盖层厚度	上覆盖层厚度
630	5	5
800	5	5
1000	6	6
1250	6	6
1600	6	6
2000	6	8
2500	6	8

3150	8	8
3500	8	8
4000	8	8
4500	8	8
5000	8.5	8.5
5400	9	9

7.2.5 输送带特殊物料的输送带，覆盖层厚度应根据特殊要求确定。

7.2.6 输送带覆盖层性能，应根据被输送物料的磨琢性、冲击性及堆积密度等因素选择，并应符合下列规定：

- 1 输送不同种类物料的输送带，覆盖层性能指标宜按表 7.2.6 选取；
- 2 当输送的物料硬度大、磨琢性大、工作条件恶劣时，可适当提高覆盖层性能；
- 3 输送有特殊性能要求的物料，或在特殊环境下工作时，应选用相应性能的输送带覆盖层。

表 7.2.6 输送不同种类物料的输送带覆盖层性能指标

物料性质		有磨琢性及冲击性的大块物料，如岩石类硬物料，强划裂工作条件		有磨琢性及冲击性的中小块物料，一般工作条件		强磨琢性工作条件		磨琢性小的物料
带芯类型		钢丝绳芯	织物芯	钢丝绳芯	织物芯	钢丝绳芯	织物芯	钢丝绳芯及耐寒、耐热、耐酸碱、一般难燃输送带
覆盖层性能	等级代号	H		L		D		P
	拉伸强度 (MPa)	≥25	≥24	≥20	≥15	≥18	≥18	≥14
	扯段伸长率 (%)	≥450	≥450	≥400	≥350	≥400	≥400	≥350
	磨耗量 (mm ³)	≤120	≤120	≤150	≤200	≤90	≤100	≤200

注：1 输送带覆盖层的等级代号及相关物理性能，钢丝绳芯输送带应符合现行国家标准《普通用途钢丝绳芯输送带》GB/T9770 的有关规定；织物芯输送带应符合现行国家标准《输送带具有橡胶或塑料覆盖层的普通用途织物芯输送带》GB/T7984 的有关规定；

2 织物芯输送带，包括整芯、单层芯、双层芯包边或切边输送带，其覆盖层可以是橡胶、塑胶或橡塑并用材料；

3 输送带硫化橡胶耐磨性能测定方法，应符合现行国家标准《硫化橡胶耐磨性能的测定（旋转辊筒式磨耗法）》GB/T9867 的有关规定。

7.3 输送带接头

7.3.1 输送带的接头型式，应根据输送带类型和带式输送机特征选择，并应符合下列规定：

- 1 钢丝绳芯输送带，应采用硫化接头；
- 2 多层织物芯输送带，宜采用硫化接头；
- 3 织物整芯输送带，宜采用胶接头，也可采用机械接头。

7.3.2 输送带硫化接头，应符合下列规定：

- 1 分层织物芯输送带宜采用阶段式接头。最小接头长度，可按本规范附录 B 选择；

- 2 钢丝绳芯输送带，可根据拉伸强度等级采用一级或多级硫化接头。硫化接头级数和最小接头长度，可按本规范附录 B 选择；
- 3 硫化接头型式宜为斜接头，在特殊条件下可采用垂直接头型式。
- 7.3.3 特殊类型的输送带接头方法，应按相应的规定执行。
- 7.3.4 大型及重要的带式输送机输送带接头，宜在设计文件中注明技术要求，并应在施工前进行接头强度试验。

7.4 输送带安全系数

- 7.4.1 输送带安全系数，应根据输送带类型、工作条件、接头特性、以及带式输送机启、制动性能等因素确定，并应符合下列规定：
 - 1 输送带额定拉断强度，可按下式计算：

$$\sigma_N \geq \frac{F_{\max}}{B} S_A \quad (7.4.1)$$

式中 σ_N ——输送机额定拉断强度 (N/mm)

$F_{\max}$ ——输送带稳定运行的最大张力 (N)；

B ——输送带宽度 (mm)；

S_A ——输送带安全系数。

- 2 织物芯输送带安全系数，棉织物芯输送带，宜取 8~9；尼龙、聚酯织物芯输送带，宜取 10~20；
- 3 钢丝绳芯输送带安全系数，可取 7~9；当时带式输送机采取可控软启、制动措施时，可取 5~7。

8 向下输送的带式输送机

8.1 一般规定

- 8.1.1 正常稳定负载运行时，传动滚筒圆周力为负值的向下输送的带式输送机，圆周力应按下列工况计算：
- 1 全程满载，为发电运行工况；
 - 2 向下输送段满载，其他向上输送段、水平段或微倾角向下输送段空载，圆周力绝对值为最大负值的发电运行工况；
 - 3 全程空载，形成电动运行工况；
 - 4 向上输送段、水平段和微倾角向下输送段满载，其他向下输送带空载，形成圆周力最大的电动运行工况；
 - 5 上述 1、2 款中的两种工况的圆周力计算，应按发电工况选取模拟摩擦系数；3、4 款中的两种工况应按电动工况选取模拟摩擦系数。
- 8.1.2 带式输送机发电运行工况和制动工况，应按计入超载系数后的输送量计算。输送量超载系数，应根据给料量的精度及稳定程度确定，对于散状物料特性不稳定的场合，输送量超载系数不宜小于 1.1。
设计宜采用能控制均匀给料的给料设备，并能随时控制停止给料。
- 8.1.3 电动机功率计算，应符合下列规定
- 1 应按第 8.1.1 条第 1 款中的工况计算电动机功率，并按第 8.1.1 条第 2 款中的工况校核电动机过载能力；
 - 2 应按 8.1.1 条第 3 款中的工况计算电动机功率和校核电动机启动能力，并按第 8.1.1 条第 4 款中的工况，校核电动机过载和启动能力；
 - 3 采用动力制动时，应按制动工况校核电动机过载能力。制动圆周力可按第 8.1.4 条的规定计算；
 - 4 在上述计算基础上，应计入电动机功率备用系数。备用系数宜为 1.0~1.2。
- 8.1.4 制动圆周力计算，应符合下列规定：
- 1 工作制动圆周力，应按第 8.1.1 条第 1 款中的工况计算，并按第 8.1.1 条第 2 款中的工况计入输送量超载系数进行校核。制动减速应符合本规范第 6.3 节的规定；
 - 2 带式输送机处于静止状态时，安全制动圆周力应按第 8.1.1 条第 2 款中的工况计算，并应计入输送量超载系数和安全制动安全系数。安全制动安全系数不应小于 1.5。
- 8.1.5 输送带拉紧力计算，应符合下列规定：
- 1 输送带拉紧力，应满足各种工况下输送带在传动滚筒或制动滚筒上不打滑。当采用多滚筒驱动时，应计入功率分配不平衡的影响；
输送带与滚筒之间的摩擦系数，应按最不利工作条件确定；
 - 2 各工况所需拉紧力相差较大时，宜采用拉紧力可调的拉紧装置。

8.2 启 动

- 8.2.1 向下输送的带式输送机，在满载及部分区段负载形成发电工况时，应首先利用物料的重力滑行启动，并应设自动超速保护装置。
- 8.2.2 当向下输送的带式输送机的载荷情况不能实现重力滑行启动，需要驱动电动机启动时，应采取使启动平稳的措施。启动加速度应符合本规范第 6.2 节的规定。

8.3 制 动

- 8.3.1 向下输送的带式输送机必须装设制动装置，制动系统应满足下列要求：
- 1 工作制动应在带式输送机最不利的工况下，满足制动带式输送机减速停车的要求；

- 2 安全制动应在带式输送机最不利的工况下，满足停车后制动带式输送机的要求。
- 8.3.2 负值圆周力绝对值大的向下输送的带式输送机，制动装置应具有逐渐加载和平稳停车的制动性能。当按本规范第 8.1.4 条第 1 款计算，两种工况的工作制动圆周力相差较大时，宜采用能自动控制减速度的制动系统。
- 8.3.3 制动装置的选型，应符合系列规定：
 - 1 应根据环境及使用条件对闸瓦摩擦系数的不利影响，按制动装置实际可能提供的最小制动力矩为选型依据；
 - 2 制动装置的制动力应具有调节功能；
 - 3 机械摩擦式制动装置，必须按制动力进行发热校验计算。许用温度应根据制动装置的技术条件和工作环境条件确定。当温度超限时应采取降温措施或增加降速装置；
 - 4 降速装置可采用液力、液压、液粘装置，也可采用动力制动。当降速装置将带速降到预定带速后，可利用机械摩擦式制动装置减速停车；
 - 5 负值圆周力绝对值较大的向下输送的带式输送机，应在减速机低速轴或滚筒轴上设常闭式制动装置。

8.4 驱动装置要求

- 8.4.1 驱动装置个零部件的动力传递特性，在电动工况和发电工况下，应满足动力正向和反向传递的要求。
- 8.4.2 驱动装置各零部件的允许转速，应满足电动机超过同步转速，达到所限定的超速值运行。

9 主 要 部 件

9.1 滚 筒

9.1.1 带式输送机滚筒直径，应根据输送带带芯的类型、张力等因素确定，并应符合下列规定：

- 1 传动滚筒直径，可按下列规定确定：
1) 传动滚筒最小直径，可按下式计算：

$$D = C_0 d_B \quad (9.1.1-1)$$

式中 D ——传动滚筒直径（mm）；

C_0 ——计算系数。棉织物芯输送带，宜取 80；尼龙织物芯输送带，宜取 90；
聚酯织物芯输送带，宜取 108；钢绳芯输送带，宜取 145；

d_B ——输送带的织物芯层的厚度或输送带钢丝绳直径（mm）。

- 2) 应根据传动滚筒直径的计算值，按表 9.1.1 选取滚筒直径；
3) 传动滚筒，应根据载荷情况，按式（9.1.1-2）和式（9.1.1-3）进行面压校验。

表 9.1.1 稳定工况最小滚筒直径标准值（无摩擦面层）（mm）

传动滚筒直径 (mm)	$\text{滚筒的张力利用率 } \frac{F_{\max}}{\sigma NB} \cdot 8 \cdot 100\%$											
	>100%滚筒组别			>60%~100%滚筒组别			>30%~60%滚筒组别			>100%滚筒组别		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
200	250	200	160	200	160	125	160	125	100	125	125	100
250	315	250	200	250	200	160	200	160	125	160	160	125
315	400	315	250	315	250	200	250	200	160	200	200	160
400	500	400	315	400	315	250	315	250	200	250	250	200
500	630	500	400	500	400	315	400	315	250	315	315	250
630	800	630	500	630	500	400	500	400	315	400	400	315
800	1000	800	630	800	630	500	630	500	400	500	500	400
1000	1250	1000	800	1000	800	630	800	630	500	630	630	500
1250	1400	1250	1000	1250	1000	800	1000	800	630	800	800	630
1400	1600	1400	1000	1400	1250	1000	1250	1000	800	1000	1000	800
1600	1800	1600	1250	1600	1250	1000	1250	1000	800	1000	1000	800
1800	2000	1800	1250	1800	1400	1250	1400	1250	1000	1250	1250	1000
2000	2200	2000	1400	2000	1600	1250	1600	1250	1000	1250	1250	1000

注：1 A 组为在较高输送带张力区内的传动滚筒和其他滚筒；B 组为在较低输送带张力区的改向滚筒；C 组为围包角≤30° 的改向滚筒；

- 2 B 为输送带宽度（mm）。
2 传动滚筒的直径，可按下列公式进行面压验算：
1) 根据输送带许用比压计算：

$$D \geq \frac{F_1 + F_2}{[P]B} \quad (9.1.1-2)$$

2) 根据输送带钢丝绳下的许用比压计算:

$$D \geq \frac{(F_1 + F_2)t_1}{[P']Bd_B} \quad (9.1.1-3)$$

式中 $[P]$ ——输送带许用比压 (MPa)。由输送带制造厂提供。无资料时, 钢丝绳芯输送带, 可取 0.6MPa; 织物芯输送带, 可取 0.4MPa;

$[P']$ ——钢丝绳芯输送带钢丝绳下的许用比压 (MPa)。由输送带制造厂提供。无资料时, 可取 1.2MPa;

B ——输送带宽度 (mm);

t_1 ——输送带的钢丝绳间距 (mm);

d_B ——输送带的钢丝绳直径 (mm);

3 改向滚筒直径, 可根据传动滚筒直径、改向滚筒的张力利用率、改向滚筒围包角, 按表 9.1.1 选取。

对受力的改向滚筒, 应按本规范第 9.1.3 条进行校核。

9.1.2 传动滚筒和改向滚筒的结构, 应根据滚筒的承载能力选择。滚筒表面型式选择, 应符合下列要求:

- 1 传动滚筒的表面型式, 应根据传递的圆周力和工作条件等因素选择。当传递的圆周力大、工作环境条件较差、环境温度较低时, 应采取胶面传动滚筒; 对传递圆周力较小, 工作环境条件较好的小型带式输送机, 可采用光面传动滚筒; 特殊要求时, 可采用其他的滚筒表面型式;
- 2 胶面传动滚筒应有人字形沟槽或菱形沟槽。双向运行的传动滚筒应采用菱形沟槽;
- 3 工作环境条件较差或与输送带承载面接触的改向滚筒, 应采用胶面滚筒;
- 4 煤矿井下或寒冷场所使用的传动滚筒和改向滚筒, 其胶面性能应符合工作环境的要求。

9.1.3 滚筒的载荷条件, 应符合下列规定:

- 1 传动滚筒的载荷, 可按带式输送机稳定运行工况计算传动滚筒所承受的扭矩和合张力。对输送量大、提升高度大、布置复杂的重要带式输送机, 应按最不利运行工况的载荷条件选择传动滚筒;
- 2 改向滚筒的载荷, 可按带式输送机稳定运行工况的载荷条件计算合张力。对重要的大张力带式输送机, 应取各种运行工况中最大值。

9.1.4 电动滚筒的直径、滚筒表面型式及载荷条件, 可根据本规范第 9.1.1~9.1.3 条的有关规定确定。

9.2 托 辊 组

9.2.1 托辊组的选择, 应符合下列要求:

- 1 托辊组托辊的直径, 应满足带速要求, 可按表 9.2.1 选取;
- 2 托辊组的托辊长度, 应根据带宽和托辊组托辊的数量确定, 并应符合现行国家标准《带式输送机托辊基本参数与尺寸》GB/T990 的有关规定;

- 3 带式输送机的输送量或输送带的质量较大时，应按本规定附录 C 的规定，对承载分支和回程分支托辊的承载能力进行验算；
- 4 带式输送机为露天布置或工作条件恶劣时，托辊轴承的密封应符合工作环境条件的要求。

表 9.2.1 不同托辊直径允许的带速值

辊径 (mm)	带 速 (m/s)													
	0.8	1.0	1.25	1.6	2.0	2.5	3.15	(3.55)	4.0	(4.5)	5.0	(5.6)	6.3	7.1
89	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—	—	—	—	—
108	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—	—	—	—
133	—	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—	—
159	—	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—
194	—	—	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—
219	—	—	—	—	—	—	—	√	√	√	√	√	√	√

9.2.2 托辊组的形式选择，应符合下列要求：

- 1 固定式带式输送机，宜采用固定托辊组；向上输送、倾角较小的向下输送的带式输送机的承载分支及向下输送、倾角较小的向上输送的带式输送机的回程分支，可采用吊挂托辊组；
- 2 移置式、半移置式带式输送机，宜采用吊挂托辊组；
- 3 带式输送机受料点应设缓冲托辊组；
- 4 带式输送机槽形过渡段，应根据本规范第 11.4 节的规定设过渡托辊组；
- 5 固定托辊组的承载分支可设前倾、调心等托辊组。回程分支可设 V 形、反 V 形等托辊组。

9.2.3 托辊组的布置，应符合下列规定：

- 1 受料段缓冲托辊组，布置范围应大于来料溜槽口的尺寸。缓冲托辊组的间距，应根据物料的输送量、堆积密度、粒度尺寸和在受料区落料高度确定，宜为承载分支标准段托辊组间距的 1/2~1/3。当输出量大、物料的堆积密度和粒度大或落料高差较大时，可按缓冲托辊直径的 1.2~1.5 倍布置；
- 2 带式输送机的过渡段较大时，应在过渡段设过渡托辊组；
- 3 带式输送机承载分支，标准段托辊组间距宜为 1.0~1.5m，回程分支宜为 3.0~6.0m。长距离或输送带张力较大的带式输送机，可增大托辊组间距，亦可根据需要采用不等间距布置；
- 4 凸弧段承载分支的托辊组间距，应根据托辊的承载能力和附加载荷确定，宜为标准段的 1/2；
- 5 固定式短距离带式输送机，可在承载分支每 10~12 组槽形托辊组设一组自动纠偏托辊组；采用吊挂或前倾托辊组的带式输送机，可不设自动纠偏托辊组；
- 6 对中等长度以上的带式输送机，可在带式输送机适当位置设部分前倾托辊组；
- 7 露天布置、环境温度较低或输送的物料黏性较大时，宜在回程分支设梳形托辊组，可根据物料黏性情况增设部分螺旋梳形托辊组。

9.3 机 架

9.3.1 带式输送机机架，应满足下列要求：

- 1 应满足带式输送机性能、参数和工作条件要求，并应便于与之相连接部件的安装和调整；
- 2 机架结构应满足带式输送机部件的布置和载荷的要求。

9.3.2 带式输送机头架、尾架型式，应符合下列要求：

- 1 头架宜采用三角形结构型式，小型带式输送机头架可采用其他型钢焊接结构；

- 2 煤矿井下及运输困难的场所，宜采用组合式机架；
- 3 移置式带式输送机头架，宜采用滑撬式结构或运输车辆整体驮运式型式；尾架宜采用滑撬式。

9.3.3 中间架的结构，应符合下列规定：

- 1 固定不动的带式输送机，宜采用固定式中间架；
- 2 井下巷道等特殊工作条件的带式输送机，可采用吊挂式、绳架式型式；
- 3 移置式带式输送机，应采用滑撬式中间架，其结构应满足移设的要求。

9.3.4 带式输送机钢结构件的防锈与涂漆，应符合现行国家标准《带式输送机技术条件》GB 10595 的有关规定。特殊地点使用的带式输送机，应提出相应的防腐蚀要求。

9.4 驱动装置

9.4.1 带式输送机驱动装置，应满足下列要求：

- 1 应具有良好的启、制动性能，并应保证带式输送机在各种工况下可靠的启、制动；
- 2 应满足加速度的要求；
- 3 电动机启动时，对电网的冲击应小；
- 4 大中型带式输送机的多机驱动，应具有良好的控制启、制动性能。

9.4.2 可根据带式输送机的工作参数和性能要求，采用下列主要驱动装置：

- 1 37kW 及以下的单机驱动的带式输送机，宜采用鼠笼型电动机与减速器直联驱动装置；
- 2 45kW 及以上的带式输送机，宜采用鼠笼型电动机、限矩型液力耦合器、减速器驱动装置；
- 3 鼠笼型电动机、调速型液力耦合器、液粘装置、变频调速装置等驱动系列，宜用于长距离和布置复杂的大型带式输送机；
- 4 绕线型电动机、减速器驱动装置，宜用于大中型多机驱动带式输送机；
- 5 电动滚筒驱动装置，宜用于功率较小的短距离带式输送机及空间布置紧凑的小型带式输送机。

9.4.3 带式输送机驱动装置的工作环境温度低于 -25°C 时，应根据油质的要求，对减速器润滑采取保温或加热措施。中长距离带式输送机，必要时可采用怠速驱动装置。

9.4.4 有爆炸气体或粉尘爆炸危险的特殊环境条件下的驱动装置，其电气设备应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

9.4.5 驱动装置的安装位置，应根据带式输送机工作环境条件、工艺布置、输送带张力、设备安装、维修及供电系统等条件确定，可采用下列布置方式：

- 1 头部或尾部单滚筒驱动；
- 2 头部或尾部多滚筒驱动；
- 3 中间多点驱动。

9.4.6 移置式带式输送机的驱动装置，应采用轴装式浮动支撑型式。

9.5 拉紧装置

9.5.1 拉紧装置应根据带式输送机长度、布置和要求确定，并应满足下列要求：

- 1 应满足输送带在启动、制动、逆止工况必需的张力和输送带垂度要求；
- 2 应满足拉紧滚筒在各种工况下位置的变化要求；
- 3 应满足储备带长行程的要求（螺旋拉紧除外）。

9.5.2 重锤式拉紧装置，可按下列要求选择：

- 1 带式输送机长度大于 50m，并有安装空间是，宜采用垂直式重锤拉紧；
- 2 中长距离的带式输送机，当布置垂直重锤拉紧有困难时，宜采用塔架式重锤拉紧装

置或车式拉紧装置；

- 3 向上输送的带式输送机，当倾角较大时可采用尾部重载车式拉紧装置。
- 9.5.3 固定式拉紧装置，应符合下列要求：
- 1 螺旋拉紧装置，宜用于长度不大于 50m 的短距离带式输送机；
 - 2 固定式电动绞车拉紧装置，宜用于中长距离带式输送机。
- 9.5.4 自动式拉紧装置，宜用于拉紧力大并需要根据工况自动调整拉紧力的大型带式输送机。自动式拉紧装置的响应速度，应满足带式输送机启动和制动要求。
- 9.5.5 拉紧滚筒的拉紧行程，应根据带式输送机的长度、启动和制动方式、输送带的特性等因素确定，可按下式计算：

$$l_{SP} \geq (\varepsilon_0 + \varepsilon_1)L + l_N \quad (9.5.5)$$

式中 l_{SP} ——拉紧滚筒的拉紧行程 (m)；

ε_0 ——输送带弹性伸长和永久伸长综合系数；

ε_1 ——托辊组间的输送带屈挠率；

l_N ——输送带安装附加行程 (m)。

- 9.5.6 不同类型输送带的输送带弹性伸长和永久伸长综合系数、托辊组间的输送带屈挠率及安装附加行程，可按表 9.5.6 选取。

表 9.5.6 不同类型输送带的输送带弹性伸长和永久伸长综合系数、托辊组间的输送带屈挠率及安装附加行程

输送带类型		ε_0	ε_1	$l_N(m)$
分层织物芯	帆布	0.015~0.02	0.001	1~2
	尼龙	0.015~0.02	0.001	1~2
	聚酯	0.01~0.015	0.001	1~2
钢丝绳芯		0.0025	0.001	+0.5

注：1 与带式输送机长度及采用的输送带强度有关，带式输送机越长或输送带强度越高，取大值，反之取小值。当带式输送机采用螺旋拉紧时，可不考虑；

2 为输送带接头制作的总长度，见本规范附录 B。

- 9.5.7 拉紧装置布置，应符合下列要求：
- 1 宜设在带式输送机稳定运行工况的输送带最小张力处；
 - 2 较长的水平带式输送机，或倾角在 3° 以下的倾斜带式输送机，拉紧装置宜设在仅靠传动滚筒的输送带绕出侧；
 - 3 机长较短的带式输送机，或倾角大于 3° 的向上输送的带式输送机，拉紧装置可布置在带式输送机尾部；
 - 4 长距离带式输送机拉紧装置的位置，应进行张力分析后确定。特别长的带式输送机，经过动态分析后，可在带式输送机尾部或适当位置增设拉紧装置。

9.6 制动和逆止装置

- 9.6.1 倾角带式输送机制动或逆止装置的选择，应符合下列规定：

- 1 发生逆转的向上输送的带式输送机，应装设制动装置或逆止装置；发生逆转的向上输送的大型带式输送机，应同时装设逆止装置和制动装置；

- 2 向下输送的带式输送机，必须装设制动装置；
 - 3 向上及向下输送的带式输送机，制动装置的制动力矩不得小于带式输送机所需制动力矩的 1.5 倍。
- 9.6.2 长距离、大输送量、高带速的水平或微倾斜带式输送机，以及需要通过机械制动进行控制停机时间的带式输送机，应装设制动装置。
- 9.6.3 逆止装置的选择和布置，应符合下列规定：
- 1 带式输送机所需逆止力矩，可按下式计算：

$$M_L = (F_{St} - F_H) \frac{D}{2} \quad (9.6.3-1)$$

式中 M_L ——带式输送机所需逆止力矩 (N·m)；

F_H ——主要阻力 (N)。按本规范第 4.1 节的公式计算，其中模拟摩擦系数取 0.012~0.016。

- 2 带式输送机滚筒轴上的逆止装置，额定逆止力矩，可按下式计算：

$$M = k_2 M_L \quad (9.6.3-2)$$

式中 M ——逆止装置额定逆止力矩 (N·m)；

k_2 ——逆止装置工况系数，取 1.5~2.0，每天工作不超过 3~4 次，取低值，否则取较高值。

- 3 向上输送的带式输送机，逆止装置宜装设在头部滚筒轴、减速器输出轴或传动滚筒轴上，并应按本规范第 5.1.2 条第 3 款进行校核。
- 4 在一台带式输送机上安装多台机械逆止装置时，若逆止装置之间不能均衡受力，则每台逆止装置必须满足整台带式输送机所需的逆止力。并应验算与逆止装置相连的减速器输出轴或传动滚筒轴及其连接件的强度。

9.7 清扫器

- 9.7.1 在带式输送机卸料处应设清扫输送带承载面粘料的输送带清扫器。运输黏性大的物料时，宜设多道清扫器。
- 9.7.2 在带式输送机尾部的输送带回程段，或在可能有物料绕入的其他改向滚筒前，应设输送带空段清扫器。
- 9.7.3 露天布置的带式输送机，当工作条件较差或输送黏性物料时，应在与输送带承载面接触的滚筒上设清扫滚筒粘料的滚筒清扫器。并宜在可能有物料绕入的其他滚筒上，设滚筒清扫器。
- 9.7.4 露天布置的带式输送机，宜在带式输送机的水平段设雨雪清扫器。

9.8 输送带翻转装置

- 9.8.1 输送黏性物料的中长距离以上的固定式带式输送机，或用回程带输送物料的固定式带式输送机，宜设输送带翻转装置。
- 9.8.2 输送带翻转装置的类型和翻转长度（见图 9.8.2），应根据输送带的宽度、横向刚度、弹性特性及输送带运行速度确定。当翻转装置位于下分支输送带的低张力区范围内时，可按表 9.8.2 选取。否则，应核算翻转长度。

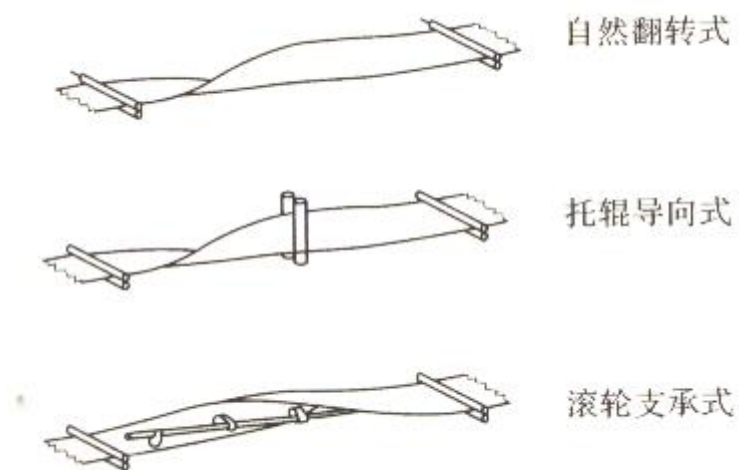


图 9.8.2 翻转装置的示意图

表 9.8.2 输送带翻转装置允许带宽及翻转长度值

输送带翻转 装置类型	允许的输送带最 大宽度度(mm)	输送带类型		
		帆布	聚酯	钢丝绳芯
自然翻转式	1200	8B	10B	——
托辊导向式	1600	10B	12.5B	22B
滚轮支承式	2400	——	10B	15B

10 安全保护装置

10.1 一般规定

- 10.1.1 在带式输送机的输送线路中，必须装设下列检测保护装置：
- 1 拉线保护装置；
 - 2 输送带打滑检测装置；
 - 3 输送带防跑偏装置；
 - 4 钢丝绳芯输送带纵向撕裂保护装置。
- 10.1.2 带式输送机的安全保护设计，应符合现行国家标准《带式输送机安全规范》GB14784的有关规定。
- 10.1.3 带式输送机拉紧装置为动力拉紧时，应设瞬时张力检测装置，拉紧装置应装设行程限位开关。
- 10.1.4 有6级以上大风侵袭危险的地区，露天布置的带式输送机宜设防输送带被吹翻的保护设施。
- 10.1.5 电气保护，应符合本规范第14.5节的有关规定。

10.2 紧急开关

- 10.2.1 转载站应设紧急停机开关。在带式输送机人行道沿线，应设拉线保护装置。当带式输送机人行道沿线，应设拉线保护装置。当带式输送机两侧设有人行道时，应在带式输送机两侧沿线同时设拉线保护装置。
- 10.2.2 带式输送机沿线的拉线保护装置间距，不宜超过60m。

10.3 输送带保护装置

- 10.3.1 输送带打滑检测装置的选择，应符合下列规定：
- 1 小型短距离带式输送机，可设输送带速度检测装置；
 - 2 长距离、张力大的大型带式输送机，输送带的打滑检测装置应能对带式输送机启动、稳定运行、制动全过程进行速度检测；
 - 3 输送带允许的速度滑差率，应根据输送带张力、带速等条件确定。输送带张力较大时，在各种工况下允许速度滑差率，宜按下列范围选取：
 - 1) 报警信号：速度滑差率大于或等于8%；
 - 2) 停机信号：速度滑差率大于或等于8%及运行时间大于或等于20s，或速度滑差率大于或等于12%及运行时间大于或等于5s。
- 10.3.2 输送带防跑偏装置的布置，应符合下列规定：
- 1 输送带防跑偏装置，宜设在带式输送机头部、尾部、凸弧段或凹弧段两侧机架上；
 - 2 采用固定式托辊组的长距离带式输送机，可在带式输送机中间段增设防跑偏装置；
 - 3 当带式输送机较短或采用吊挂式托辊组时，可只设在带式输送机头部和尾部。
- 10.3.3 输送带纵向撕裂保护装置，宜设在受料点等输送带易撕裂处。
- 10.3.4 重要的向上输送的钢丝绳芯输送带带式输送机，宜设钢丝绳芯输送带的接头监测装置。

10.4 料流检测保护装置

- 10.4.1 由多台带式输送机组成的输送系统，在带式输送机上设有湿式除尘的自动控制洒水系统时，应装设料流检测装置。
- 10.4.2 带式输送机应装设防物料堵塞溢料的溜槽堵塞检测装置。堵塞检测装置应满足振动、物料冲击和潮湿的工作条件要求。

10.5 向下输送的带式输送机保护装置

- 10.5.1 向下输送的带式输送机，应采取避免带式输送机运行超速事故的超速保护和失电保护措施。
- 10.5.2 当向下输送的带式输送机发生超速达到一级限定值时，应自动停止向带式输送机给料；当超速达二级限定值时，应自动制动减速进行停车。
- 超速的限定值应根据设备的具体情况确定。一级超速值不宜大于额定速度的 5%，二级超速值不宜大于额定速度的 10%。
- 10.5.3 向下输送的带式输送机，在供电系统故障停电时，应能自动进入要求的制动停机工况。

11 整 机 布 置

11.1 一般规定

- 11.1.1 带式输送机的最大允许倾角，应根据被输送物料的种类及特性、带式输送机特性及技术参数、输送带类型、工作条件确定。
- 11.1.2 带式输送机线路布置，应减少中间转载环节，并应避免带式输送机倾角有较大的变化。
- 11.1.3 露天布置的长距离带式输送机，沿线应设维修车辆通道。当带式输送机多台并列布置时，维修车辆通道的位置应便于每条带式输送机线路维修。

11.2 受 料

- 11.2.1 带式输送机的受料，应满足输送系统工业、布置、工作条件的要求。受料设备能力应与带式输送机设计输送量相适应，并应满足物料特性的要求。
- 11.2.2 高带速或输送块状物料的带式输送机，受料段应水平或微倾斜布置。当必须设在倾斜段时，应采取安全措施。
- 11.2.3 带式输送机受料段，不宜设在带式机槽形过渡段。
- 11.2.4 导料槽的布置，应符合下列规定：
 - 1 导料槽的长度，应根据带式输送机的带速、物料特性、来料卸料溜槽的卸料角度等因素确定。到料槽的长度，应大于物料加速到稳定运行所需长度。

当物料流向输送带方向与输送带运行方向间的夹角较小时，到料槽的长度可按 1.2 倍倒带速计算，但最小长度不宜小于 1.5m。当该夹角较大或在导料槽上装有除尘器时，应增加导料槽的长度；
 - 3 多点受料的带式输送机，当受料点的间距较小时，各受料点可单独设导料槽；中间受料点暂不受料的导料槽入料口应便于物料顺利通过。

11.3 卸 料

- 11.3.1 带式输送机卸料设备，应根据物料的性质及工作条件布置，并减小流向带式输送机方向的夹角。卸料设备能力应与带式输送机受料设施相适应。
- 11.3.2 带式输送机需在多点卸料时，应根据物料特性、带式输送机参数等因素选择卸料设备，并应符合下列规定：
 - 1 犁式卸料器宜设在带式输送机水平段，并应符合下列规定：
 - 1) 输送带接头应光滑，速度不宜大于 2.5m/s；
 - 2) 块状物料粒度不宜大于 25mm，混合物料的最大粒度不宜大于 50mm；
 - 3) 不宜用于卸载磨琢性大的物料。
 - 2 卸料车应设在带式输送机水平段，并应根据输送的物料特性和卸料车结构选择输送带速度。
 - 3 可逆配仓带式输送机应水平布置。
 - 4 采用伸缩头多点卸料的带式输送机，伸缩头部分应水平布置。
- 11.3.3 溜槽的设计，应满足输送量、被输送物料的最大粒度的要求，并应符合下列规定：
 - 1 倾斜段溜槽断面的净高度，不应小于 1.5 倍的物料最大粒度。分叉溜槽、变向溜槽等易造成物料堵塞的部位，应加大溜槽的断面尺寸；
 - 2 溜槽布置，应降低物料垂直跌落高度。输送易碎或粒度较大物料时，应采取缓冲措施，并应使溜槽有合理的斜度。输送块状、硬度大、磨琢性大的物料时，溜槽应设耐磨或格栅衬板；
 - 3 当带式输送机的带速大于 3.15m/s 时，宜在卸料溜槽设固定或可调缓冲板；

- 4 卸料带式输送机与受料带式输送机的运行方向的水平夹角大于 30° 时，卸料溜槽宜设可调挡板；
 - 5 大型溜槽应设检查门，检查门的位置应便于人员接近；
 - 6 当环境工作温度低于 -25°C ，或输送黏性物料时，溜槽应采取防冻及防粘措施。
- 11.3.4 高带速或输送块状物料的带式输送机溜槽，应采取防噪声措施。

11.4 槽形过渡段

- 11.4.1 槽形过渡段的最小长度（图 11.4.1-1 和图 11.4.1-2），可按表 11.4.1-1 和表 11.4.1-2），可按表 11.4.4-1 和表 11.4.1-2 选取。

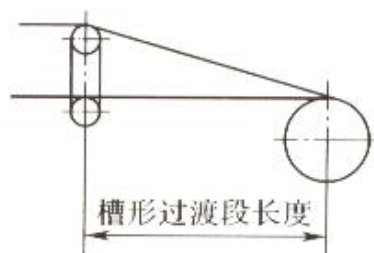


图 11.4.1-1 滚筒顶面位于槽形托辊组槽底面时，
槽形过渡段长度示意图

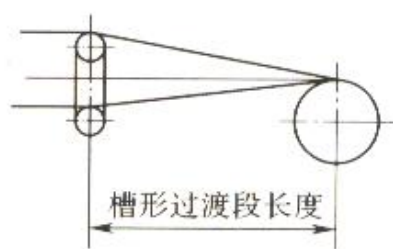


图 11.4.1-2 滚筒顶面处于槽形托辊组
槽深的 $1/2$ 时，槽形过渡段长度示意图

表 11.4.1-1 滚筒顶面位于槽形托辊组槽底面时，槽形过渡段的最小长度

托辊槽形托辊组侧辊 轴线与水平线间的夹 角 ($^{\circ}$)	张力利用率 (%)	织物芯输送带	钢丝绳芯输送带
20	<60	1.2B	2.8B
	$60\sim 90$	1.6B	3.2B
	>90	1.8B	4.0B
35	<60	1.8B	3.6B
	$60\sim 90$	2.4B	5.2B
	>90	3.2B	6.8B
45	<60	2.4B	4.4B
	$60\sim 90$	3.2B	6.4B
	>90	4.0B	8.0B

表 11.4.1-2 滚筒顶面处于槽形托辊组槽深的 1/2 时，槽形过渡段的最小长度

托辊槽形托辊组侧辊 轴线与水平线间的夹 角 (°)	张力利用率 (%)	织物芯输送带	钢丝绳芯输送带
20	<60	0.6B	1.0B
	60~90	0.8B	1.6B
	>90	0.9B	2.0B
35	<60	1.0B	1.8B
	60~90	1.3B	2.6B
	>90	1.6B	3.4B
45	<60	1.3B	2.3B
	60~90	1.6B	3.2B
	>90	2.0B	4.0B

注：1 张力利用率为输送带实际张力与许用张力的比率 (%)；

2 B 为输送带的宽度。

11.4.2 当在带式输送机槽形过渡段设过渡托辊组时，应根据过渡托辊组的位置选择槽形托辊组侧辊轴线与水平线间的夹角。

11.5 凸弧段与凹弧段

11.5.1 带式输送机凸弧段的曲率半径，应保证槽形输送带通过图弧段时，输送带中间部分不隆起。弧段最小曲率半径可按下列公式计算：

1 织物芯输送带：

$$R_1 \geq (38 \sim 42)B \sin \lambda \quad (11.5.1-1)$$

3 钢丝绳芯输送带：

$$R_1 \geq (110 \sim 167)B \sin \lambda \quad (11.5.1-2)$$

式中 R_1 ——凸弧段曲率半径 (m)。对于张力较大的带式输送机，或在输送带高张力区的凸弧段，宜选用较大的曲率半径值。

11.5.2 带式输送机凹弧段设计，应符合下列规定：

1 在各种工况下，凹弧段的输送带不应抬起脱离托辊，或出现输送带边缘松弛皱曲现象。凹弧段最小曲率半径，可按下列公式计算：

$$R_2 \geq \frac{k_d F_i}{q_B g \cos \alpha} \quad (11.5.1-2)$$

式中 R_2 ——凹弧段曲率半径 (m)；

k_d ——带式输送机动载荷系数，宜取 1.2~1.5。对惯性小，启、制动平稳的带式输送机可取 1.2~1.3，否则取大值；对具有软启、制动装置的带式输送机，可取 1.2；

F_i ——输送带稳定运行工况弧段起点处的张力 (N)。对布置复杂的带式输送机， F 应取最不利载荷条件下计算值；

α ——弧段的圆心角（°）。

- 3 当空间布置困难，凹弧段输送带在最不利工况下有可能抬起时，应采取保证输送带抬起后不与其他物体碰撞的措施，也可设防输送带抬起的安全装置。

11.6 转载站及驱动站

- 11.6.1 转载站的布置，应减少物料落差，并应便于溜槽等设备的布置和调整。
- 11.6.2 转载站或驱动站的布置，应便于设备安装的检修，室内净高度不应小于 2500mm。当设检修平台时，平台面以上的净高度不宜小于 1900mm。
- 11.6.3 转载站和驱动站，应设起重梁或起重设备。起重梁或起重设备的布置应便于滚筒、驱动装置等主要设备的安装和拆卸。起重梁的高度应满足设备起吊的要求。

11.7 栈桥和地道

- 11.7.1 带式输送机栈桥，可采用封闭式、半敞开式或敞开式结构。带式输送机栈桥和地道的净空尺寸，不应小于表 11.7.1 的数值。

表 11.7.1 带式输送机栈桥和地道的最小净空尺寸（mm）

建筑物名称			最小净高度	人行道最小净宽度	检修道最小净宽度
栈 桥	单台	B≤1400	2200	700	500
		B>1400	2500	800	600
	双台	B≤1400	2200	1000（中间人行道）	500
		B>1400	2500	1200（中间人行道）	600
		B≤1400	2200	700	500
		B>1400	2500	800	600
		B≤1400	2200	1000（中间人行道）	500
		B>1400	2500	1200（中间人行道）	600

注：1 单台带式输送机栈桥，采用敞开式结构并在两侧设人行道时，人行道净宽度可按不小于 700mm 设计；

2 带式输送机栈桥或地道的净高度，系指垂直地面的净高度。当地道为拱形结构时，其拱脚高度不宜小于 1.8m；

3 当 3 台及以上带式输送机并列布置时，栈桥或地道的净高度，宜适当增大。

- 11.7.2 半敞开式、敞开式栈桥，应根据当地的气候条件、环保及安全要求设计，并应符合下列规定：

- 1 敞开式栈桥的带式输送机，宜设防雨罩。防雨罩观察窗应便于观察物料物料运行情况；
- 2 带式输送机外侧，应设防护栏杆。防护栏杆的高度为 1050mm；当栈桥距地面高度等于或大于 20m 时，防护栏杆的高度不得小于 1200mm。

- 11.7.3 带式输送机栈桥跨越道路或设备时，应符合下列规定：

- 1 跨越铁路或道路是，栈桥下的净空尺寸应符合现行国家标准《工业企业标准轨距铁路设计规范》GBJ12 和《厂矿道路设计规范》GBJ22 的有关规定；
- 2 跨越设备或通道时，应设防止物料洒落的防护设施。

- 11.7.4 长距离固定式带式输送机无横向通道时，应在带式输送机上设人行跨线桥，人行跨线桥的间距或相邻两出口的距离，不宜大于 150m。

人行跨线桥斜梯的净宽宜为 700mm。

- 11.7.5 带式输送机栈桥和地道，应设安全出口，由操作点至安全出口的距离，不宜大于 75m。

12 辅助设备

- 12.0.1 带式输送机工程系统,可根据物料情况和工程需要,设金属检测器和除铁器、物料计量、采样及输送带更换装置等辅助设备,并应配备输送带接头设备。
- 12.0.2 金属检测器、除铁器的布置,应符合下列规定:
 - 1 金属检测器,应设在输送系统起点的带式输送机上;
 - 2 除铁器宜设在带式输送机头部卸料处或带式输送机中部。除铁器的布置,应便于吸出铁器的卸载和运输。
- 12.0.3 输送带硫化器的选择与布置,应符合下列规定:
 - 1 电热硫化器应根据输送带类型、规格及强度确定。在煤矿井下或有爆炸气体危险的场所,电热硫化器必须满足防爆环境的要求;
 - 2 输送带硫化作业,应设在电源方便、便于硫化作业的地点,并应便于输送带的铺设。当需在低温环境下进行接头硫化作业时,应采取保温措施。
- 12.0.4 带式输送机工程系统的计量装置选型,应符合下列规定:
 - 1 计量装置的类型,应根据物料的性质、环境条件及输送系统对计量精度的要求确定。可选用电子皮带秤或核子皮带秤;
 - 2 电子皮带秤的精度,应根据系统要求确定。电子皮带秤的安装,应符合现行国家标准《电子皮带秤》GB/T 7721的有关规定;
 - 3 核子皮带秤的安全防护,应符合现行国家标准《含密封源仪表的放射卫生防护标准》GB 16368的有关规定;
 - 4 工作条件较差、采用吊挂等柔性托辊、精度要求不高且输送的物料类别固定不变时,可采用核子皮带秤。
- 12.0.5 带式输送机工程系统的采样装置,应根据不同的用户要求和物料性质确定。

13 消防与粉尘防治

13.1 消 防

- 13.1.1 带式输送机工程系统应设完整的消防给水系统,消防用水及各建(构)筑物消防设计,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016和《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084的有关规定。
- 13.1.2 带式输送机输送系统主要建(构)筑物和设备灭火设施,宜采用灭火器及消火栓。
- 13.1.3 移置式带式输送机及半移置式带式输送机的输送系统,沿输送系统铺设的消防给水管路,应满足带式输送机移动的要求。
在寒冷地区,消防给水管路的布置和敷设,应采取防冻措施。

13.2 除 尘

- 13.2.1 输送易起尘的物料时,应在带式输送机物料转载点采取封闭和除尘措施。可根据物料性质,采用湿式除尘、干式除尘或干式除尘与湿式除尘联合除尘方式。当工艺不允许对物料加湿时,应采用干式除尘。
- 13.2.2 输送物料的洒水除尘加湿系统,应设在输送系统的起尘处。加湿系统宜采用自动控制。洒水除尘的用水量,应根据物料的水分及输送量确定。
- 13.2.3 机械除尘装置,应根据除尘设备的净化效率、运营费用、工作可靠性及操作管理方便等情况确定。除尘装置控制应与工艺设备进行连锁。
- 13.2.4 寒冷环境条件下,可能发生冰冻的洒水喷雾除尘系统,应采取防寒措施。

13.3 清 扫

- 13.3.1 带式输送机栈桥、转载站地面的粉尘,宜采用水力冲洗清扫。
- 13.3.2 带式输送机栈桥及转载站,宜设专用冲洗管道。
- 13.3.3 地面冲洗后的污水及清扫器喷水清扫的污水,宜自流排泄,并应在楼板孔洞周围和伸缩缝处做防水处理。污水应就近排放到地面污水系统统一处理。

14 电气与控制

14.1 供电电源

- 14.1.1 同一条带式输送机工程输送系统的每台带式输送机,宜采用同一电源供电。当输送系统有中间料仓缓冲时,可酌情处理。
- 14.1.2 重要部位的大型带式输送机工程系统,宜采用双回路供电。
- 14.1.3 地面带式输送机的供电电压,可采用 10kV、6kV、0.66kV、0.38kV,煤矿井下带式输送机供电电压,可采用 10kV、6kV、1.14kV、0.66kV。

14.2 配 电

- 14.2.1 带式输送机的过负荷和短路保护,应根据负载启动特性确定。
- 14.2.2 带式输送机的控制电器,应满足温度、湿度、海拔高度、腐蚀、粉尘、爆炸、振动等环境的要求。
- 14.2.3 电动机、限位开关、插座等电气设备的结构部件和构架之间的连接表面有适当的导电面积时,在它们之间可不单独用保护导体连接。
- 14.2.4 爆炸和火灾危险环境下的带式输送机的配电,应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058的有关规定。
- 14.2.5 带式输送机栈桥、驱动站、控制站的防雷,应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057的有关规定。

14.3 单 机 控 制

- 14.3.1 带式输送机应具有就地启动和停止控制功能。
- 14.3.2 带式输送机工程输送系统启动预告时，应能就地因故停止启动。
- 14.3.3 带式输送机应能在紧急状态下断开电源停机，并应使制动设备在安全时间内实现制动。
- 14.3.4 对不需动力制动的驱动系统，紧急停机控制回路应采用断开带式输送机驱动电机接触器制动电源的直接作用方式，并应采用非自动复位式开关。

14.4 集 中 控 制

- 14.4.1 简单的带式输送机工程输送系统，可采用小型可编程序控制器或继电器控制。
- 14.4.2 由多台带式输送机或多台设备组成的带式输送机工程输送系统，宜采用可编程序控制器为主机的集中控制，并应设上位计算机。
- 14.4.3 上位计算机应对系统各电气设备的状态监视和参数显示，并完成生产数据文件管理。
- 14.4.4 带式输送机输送系统的电气联锁，应符合生产要求，并应保证安全，同时应可靠、简单、经济。
- 14.4.5 带式输送机输送系统的启动和停止程序，应按工艺要求确定。带式输送机输送系统中任何一台设备故障停机时，应使来料方向的带式输送机立即顺序停机。当带式输送机工程输送系统中间有料仓时，可根据具体情况处理。
- 14.4.6 带式输送机输送系统，应能解除联锁就地操作。
- 14.4.7 集中控制系统应设下列安全措施：
 - 1 启动预告信号，启动预告时间不应少于 10s；
 - 2 事故信号；
 - 3 对不需动力制动的驱动系统，紧急停机控制回路应采用直接作用方式；
 - 4 带式输送机宜在机旁装设就地/集中控制选择开关。

14.5 电 气 保 护

- 14.5.1 带式输送机的驱动系统，应有完善的电气保护。主回路应有电压、电流表指示器，并应有断路、短路、漏电、欠压、过流（过载）、缺相、接地等保护。

14.6 通 信

- 14.6.1 带式输送机工程输送系统应设有行政管理通信和生产调度通信。

15 优化设计及动态分析

15.1 优化设计

15.1.1 大型带式输送机工程，宜进行设计优化。

15.2 动态分析

15.2.1 具有下列主要特征的大型带式输送机，宜采用动态分析方法进行优化设计：

- 1 带式输送机长度为 1.5km 以上；
- 2 带式输送机采用多点驱动或制动；
- 3 带式输送机线路有多个变坡段，特别是在带式输送机线路上有明显的上坡区段的变化；
- 4 带式输送机在不同工况下运行阻力具有明显的差异。

15.2.2 带式输送机的动态分析应对不利工况进行改进或调整设计，可根据情况分别采取下列措施：

- 1 调整或改换驱动装置，从而达到驱动装置驱动特性的调整；
- 2 在适当的位置增设制动装置；
- 3 改变拉紧装置的型式、拉紧力或位置；
- 4 必要时在驱动装置上增设飞轮；
- 5 对带式输送机驱动装置和制动装置采取控制措施；
- 6 改变停机方式。

15.3 避免共振设计

15.3.1 高速及大型带式输送机，应采取避免带式输送机发生共振的措施。

15.3.2 带式输送机可采取增大托辊直径、改变托辊间距或采用不等间距布置等方法避免共振。

附录 A 输送带上物料的横截面面积

表 A.1 等长三托辊输送带上物料横截面面积 (m²)

带式输送机参数		物料的运行堆积角 θ (°)				
带宽 B (mm)	槽形托辊组侧 辊轴线与水平 线间的夹角 (°)	10	15	20	25	30
500	20	0.01448	0.01678	0.01918	0.02175	0.02454
	25	0.01655	0.01877	0.02110	0.02358	0.02627
	30	0.01842	0.02055	0.02278	0.02515	0.02773
	35	0.02006	0.02208	0.02420	0.02646	0.02891
	40	0.02145	0.02335	0.02535	0.02748	0.02978
	45	0.02257	0.02435	0.02621	0.02820	0.03036
650	20	0.02659	0.03068	0.03498	0.03955	0.04451
	25	0.03043	0.03437	0.03851	0.04291	0.04769
	30	0.03386	0.03763	0.04158	0.04579	0.05036
	35	0.03684	0.04041	0.04415	0.04814	0.05247
	40	0.03934	0.04269	0.04620	0.04994	0.05400
	45	0.04134	0.04465	0.04771	0.05119	0.05496
800	20	0.04161	0.04804	0.05477	0.06194	0.06973
	25	0.04761	0.05380	0.06029	0.06721	0.07471
	30	0.05298	0.05890	0.06510	0.07171	0.07888
	35	0.05766	0.06326	0.06914	0.07540	0.08219
	40	0.06158	0.06684	0.07235	0.07823	0.08460
	45	0.06470	0.06960	0.07472	0.08019	0.08612
1000	20	0.06813	0.07844	0.08925	0.10076	0.11325
	25	0.07798	0.08790	0.09830	0.10938	0.12140
	30	0.08677	0.09623	0.10614	0.11670	0.12817
	35	0.09437	0.10330	0.11267	0.12265	0.13348
	40	0.10069	0.10905	0.11782	0.12716	0.13729
	45	0.10567	0.11342	0.12154	0.13019	0.13958
1200	20	0.09973	0.11487	0.13075	0.14766	0.16602
	25	0.11414	0.12872	0.14399	0.16028	0.17795
	30	0.12700	0.14091	0.15548	0.17102	0.18787
	35	0.13814	0.15129	0.16506	0.17975	0.19568
	40	0.14742	0.15973	0.17263	0.18638	0.20130
	45	0.15475	0.16617	0.17813	0.19088	0.20471
1400	20	0.13894	0.15981	0.18168	0.20499	0.23028
	25	0.15905	0.17911	0.20014	0.22255	0.24687
	30	0.17695	0.19607	0.21610	0.23745	0.26062
	35	0.19240	0.21044	0.22935	0.24951	0.27137
	40	0.20521	0.22207	0.23975	0.25858	0.27902
	45	0.21525	0.23085	0.24720	0.26463	0.28354

1600	20	0. 18416	0. 21167	0. 24051	0. 27125	0. 30459
	25	0. 21082	0. 23726	0. 26498	0. 29451	0. 32657
	30	0. 23452	0. 25971	0. 28610	0. 31422	0. 34474
	35	0. 25495	0. 27870	0. 30359	0. 33012	0. 35891
	40	0. 27185	0. 29403	0. 31728	0. 34205	0. 36893
	45	0. 28505	0. 30555	0. 32703	0. 34992	0. 37477
1800	20	0. 23572	0. 27080	0. 30757	0. 34675	0. 38972
	25	0. 26985	0. 30355	0. 33888	0. 37652	0. 41737
	30	0. 30017	0. 33225	0. 36587	0. 40171	0. 44059
	35	0. 32627	0. 35651	0. 38821	0. 42198	0. 45863
	40	0. 34782	0. 37604	0. 4. 562	0. 43714	0. 47134
	45	0. 36460	0. 39066	0. 41797	0. 44708	0. 47867
2000	20	0. 29251	0. 33611	0. 38180	0. 43050	0. 48333
	25	0. 33486	0. 37675	0. 42065	0. 46745	0. 51822
	30	0. 37250	0. 41238	0. 45417	0. 49872	0. 54705
	35	0. 40491	0. 44251	0. 48192	0. 52391	0. 56948
	40	0. 43169	0. 46679	0. 50357	0. 54277	0. 58531
	45	0. 45256	0. 48498	0. 51896	0. 55517	0. 59447
2200	20	0. 36753	0. 42154			
	25	0. 42078	0. 47261			
	30	0. 46795	0. 51720			
	35	0. 50837	0. 55471			
	40	0. 54152	0. 58467			
	45	0. 56706	0. 60680			
2400	20	0. 44442	0. 51014			
	25	0. 50879	0. 57190			
	30	0. 56590	0. 62592			
	35	0. 61495	0. 67147			
	40	0. 65532	0. 70801			
	45	0. 68658	0. 73517			
2600	20					
	25					
	30					
	35					
	40					
	45					
2800	20					
	25					
	30					
	35					
	40					
	45					

表 A.2 二托辊输送带上物料横截面面积（m²）

带式输送机参数		物料的运行堆积角 θ （°）				
带宽 B （mm）	槽形托辊组侧 辊轴线与水平 线 间 的 夹 角 （°）	10	15	20	25	30
500	20					
	25					
	30					
	35					
650	20					
	25					
	30					
	35					
800	20					
	25					
	30					
	35					
1000	20					
	25					
	30					
	35					
1200	20					
	25					
	30					
	35					
1400	20					
	25					
	30					
	35					
1600	20					
	25					
	30					
	35					
1800	20					
	25					
	30					
	35					
2000	20					
	25					
	30					
	35					

表 A.3 单托辊输送带上物料横截面面积（m²）

带宽 B (mm)	物料的运行堆积角θ（°）				
	10	15	20	25	30
500	0.00470	0.00715	0.00971	0.01243	0.01540
650	0.00841	0.01278	0.01736	0.02224	0.02754
800	0.01319	0.02005	0.02723	0.03489	0.04320
1000	0.02123	0.03227	0.04383	0.5615	0.06952
1200	0.03118	0.04738	0.06436	0.08245	0.10209
1400	0.04303	0.06538	0.08881	0.11379	0.14088
1600	0.05678	0.08628	0.11720	0.15016	0.18592
1800	0.07244	0.11008	0.14953	0.19157	0.23719
2000	0.09000	0.13677	0.18578	0.23801	0.29469

附录 B 输送带硫化接头计算

B.0.1 钢丝绳芯和分层织物芯橡胶输送带的硫化接头的长度（见图 B.0.1），可按下式计算：

$$L_u = L_v + L_a \tag{B.0.1}$$

式中 L_u ——输送带接头制作的总长度（m）；

L_v ——输送带接头的长度（m）；

L_a ——输送带接头斜边投影长度（m），可取 0.3B。可特定条件下，可采用垂直接头型式。

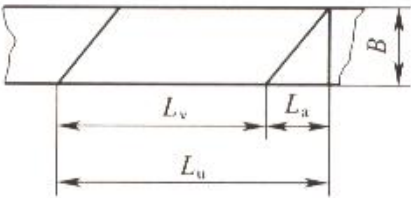


图 B.0.1 输送带硫化接头的长度

B.0.2 钢丝绳芯输送带硫化接头级数与最小接头长度，可按表 B.0.2 选取。

表 B.0.2 钢丝绳芯输送带硫化接头级数与最小接头长度

输送带规格	接头级数	最小接头长度（m）
ST630	1 级	0.55
ST800	1 级	0.60
ST1000	1 级	0.60
ST1250	1 级	0.65
ST1600	2 级	1.05
ST2000	2 级	1.15
ST2500	2 级	1.35
ST3150	2 级	1.65
ST3500	3 级	2.35
ST4000	3 级	2.65

ST4500	3 级	2. 80
ST5000	4 级	4. 05
ST5400	4 级	4. 45

注：当输送带制造厂对最小接头长度有技术要求时，按制造厂的要求确定。

B. 0. 3 分层织物芯输送带硫化接头长度，应符合下列规定：

- 1 多层织物芯输送带阶梯式接头，宜采用斜接头（见图 B. 0. 1）。
- 2 芯层为 3 层及以上的织物芯输送带，最小接头长度可按下式计算，也可按表 B. 0. 3 选取：

$$L_v = (n - 1)L_s + 0.05 \quad (\text{B. 0. 3})$$

式中 L_s ——输送带最小阶梯长度（m）；

n ——织物芯输送带的芯层数。

表 B. 0. 3 3 层及以上的输送带硫化接头长度

织物芯层拉断强度 (N/mm · 层)	L _s (m)	最小接头长度 L _v (m)			
		3 层	4 层	5 层	6 层
≤100	0. 15	0. 35	0. 50	0. 65	0. 80
125~160	0. 20	0. 45	0. 65	0. 85	1. 05
200~250	0. 25	0. 55	0. 80	1. 05	1. 30
315~400	0. 30	0. 65	0. 95	1. 25	1. 55
500~630	0. 35	0. 75	1. 10	1. 45	1. 80

附录 C 托辊载荷计算

C. 0. 1 托辊静载荷可按下列公式计算：

- 1 承载分支托辊（不包括图弧段）：

$$P_O = f_e a_O (q_G + q_B) g \quad (\text{C. 0. 1-1})$$

- 2 回程分支托辊（不包括凸弧段）：

$$P_U = f_e a_U q_B g \quad (\text{C. 0. 1-2})$$

式中 P_O ——承载分支托辊静载荷（N）；

f_e ——托辊载荷系数。见表 C. 0. 1；

P_U ——回程分支托辊静载荷（N）。

表 C. 0. 1 托辊载荷系数

托辊型式	
一个辊	1. 0
二个辊	0. 63
三个辊	0. 8

C. 0. 2 托辊动载荷可按下列公式计算：

- 1 承载分支托辊：

$$P'_O = P_O f_R f_d f_a \quad (\text{C. 0. 2-1})$$

2 回程分支托辊：

$$P'_U = P_U f_R f_a \quad (\text{C. 0. 2-2})$$

式中 P'_O ——承载分支托辊动载荷 (N)；

P'_U ——回程分支托辊动载荷 (N)；

f_R ——运行系数。见表 C. 0. 2-1；

f_d ——冲击系数。见表 C. 0. 2-2；

f_a ——工况系数。见表 C. 0. 2-3。

C. 0. 3 按式 (C. 0. 1-1)、(C. 0. 1-2)、(C. 0. 2-1) 和 (C. 0. 2-2) 计算后，应取最大值选择承载分支和回程分支托辊。

表 C. 0. 2-1 运行系数

每天运行时间 T (h)	
T<6	0. 8
6≤T≤9	1. 0
9<T≤16	1. 1
T>16	1. 2

表 C. 0. 2-2 冲击系数

物料粒度 D (mm)	带 速 (m/s)								
	2. 0	2. 5	3. 15	4. 0	4. 5	5. 0	5. 6	6. 3	7. 1
D ₀ ≤100	1. 00	1. 00	1. 00	1. 00	1. 00	1. 00	1. 02	1. 05	10. 9
100<D ₀ ≤150	1. 02	1. 03	1. 06	1. 09	1. 11	1. 13	1. 17	1. 23	1. 28
150<D ₀ ≤300 且细料中有少量大块	1. 04	1. 06	1. 11	1. 16	1. 19	1. 24	1. 30	1. 39	1. 51
150<D ₀ ≤300 且块料中有少量大块	1. 06	1. 09	1. 14	1. 21	1. 27	1. 35	1. 45	1. 57	1. 37
150<D ₀ ≤300	1. 20	1. 32	1. 57	1. 90	2. 09	2. 30	2. 60	2. 94	3. 50

表 C. 0. 2-3 工况系数

工况条件	
正常工作和维修条件好	1. 00
有腐蚀或磨琢性物料	1. 10
磨琢性较高的物料	1. 15

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对对，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

带式输送机工程设计规范

GB50431-2008

条 文 说 明

前言

《带式输送机工程设计规范》GB50431-2008，经住房和城乡建设部 2008 年 6 月 17 日以第 52 号公告批准发布，自 2008 年 12 月 1 日开始实施。为便于使用者正确理解和执行本规范，特按章、节、条顺序编制了本规范条文说明，供使用者参考。在使用过程中如发现本条文有修改或补充之处，请将意见函告中煤国际工程集团沈阳设计研究院。

本规范主要审查人：王鹰 张喜军 王荣相 李镜 刘毅 鲍巍超 李群 王恩光
于岩 胡军

目 次

- 1 总则
- 2 符号
- 3 输送量、带速和带宽
 - 3.1 输送量
 - 3.2 带速
 - 3.3 带宽
- 4 运行阻力与驱动功率
 - 4.1 运行阻力
 - 4.2 传动滚筒圆周力
 - 4.3 电动机功率
 - 4.4 驱动功率分配
- 5 输送带张力
 - 5.2 输送带各点的张力计算
 - 5.3 拉紧力
- 6 启动加速与减速停车
 - 6.1 惯性力
 - 6.2 启动加速
 - 6.3 减速停车
- 7 输送带
 - 7.1 输送带选择
 - 7.2 覆盖层的确定
 - 7.3 输送带接头
 - 7.4 输送带安全系数
- 8 向下输送的带式输送机
 - 8.1 一般规定
 - 8.3 制动
- 9 主要部件
 - 9.1 滚筒
 - 9.2 托辊组
 - 9.3 机架
 - 9.4 驱动装置
 - 9.5 拉紧装置
 - 9.6 制动和逆止器
 - 9.7 清扫器
 - 9.8 输送带翻转装置
- 10 安全保护装置
 - 10.1 一般规定
 - 10.2 紧急开关
 - 10.3 输送带保护装置
 - 10.4 料流检测保护装置
 - 10.5 向下输送的带式输送机保护装置
- 11 整机布置

- 11.1 一般规定
 - 11.2 受料
 - 11.3 卸料
 - 11.4 槽形过渡段
 - 11.5 凸弧段与凹弧段
 - 11.7 栈桥和地道
- 12 辅助设备
- 13 消防与粉尘防治
 - 13.1 消防
 - 13.2 防尘
 - 13.3 清扫
- 14 电气与控制
 - 14.1 供电电源
 - 14.2 配电
 - 14.3 单机控制
 - 14.4 集中控制
- 15 优化设计及动态分析
 - 15.1 优化设计
 - 15.2 动态分析
 - 15.3 避免共振设计

1 总 则

- 1.0.1 带式输送机是重要和关键的散状物料输送设备，编制本规范的目的是统一和规范带式输送机工程设计，以满足我国带式输送机工程设计需要。本规范的编制，参照了国内带式输送机及输送带有关标准、规程的规定和经验总结，同时借鉴了国际标准和国外有关标准的规定，与相关标准进行了协调，以使本规范具有技术上的先进性、经济上的合理性、安全上的可靠性和实施上的可操作性。
- 1.0.2、1.0.3 本规范适用于所有用于输送各种散状物料的通用带式输送机工程设计。当被输送物料的堆积密度及工作环境温度超出本规范规定的适用范围时，设计应根据工程要求和物料的特点确定。
- 1.0.4 在我国带式输送机的应用极为广泛，是各行业不可缺少的散状物料输送设备，带式输送机工程设计，应符合本规范的规定。除此而外，还应执行现行国家标准《带式输送机安全规范》GB14784 等的有关规定。

2 符号

所有符号，系参照现行国家标准《运输机械术语 带式输送机》GB/T14521.4-1993 的规定及国家标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机运行功率和张力的计算》GB/T17119-1997 的符合编制的。对于一些没有规定的符号，系参照国内和国外习惯用法编制的。

3 输送量、带速和带宽

3.1 输送量

- 3.1.1 带式输送机设计输送量，系指带式输送机在设计工况单位时间内输送物料的质量或体积，应根据工程设计要求的带式输送机工程系统输送量确定。

带式输送机工程系统输送量，系指按相关工程的有关设计标准的规定，并计入带式输送机系统生产能力不平衡等因素确定的输送量。

- 3.1.2 带式输送机理论输送量，为输送量具有最大允许装满程度时最大小时输送物料的体积（或质量）。其计算系依据现行国家标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机运行功率和张力的计算》GB/T17119-1997 的规定制定的。

带式输送机的理论输送量，除受带式输送机水平输送时输送带上物料的最大横截面面积和输送带速度影响外，还与物料的特性、粒度及组成、实际的运行堆积角、带式输送机的运行条件、给料的均匀性等因素及倾斜输送时的上部横截面面积减少的影响有关。

- 3.1.3 输送带上物料的最大横截面面积的计算，系依据现行国家标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机运行功率和张力的计算》GB/T17119-1997 的规定编制的。

被输送物料的运行堆积角，与物料的流动性、粒度及组成、形状、表面粗糙度或光滑程度、含水量等因素有关，并应根据输送带速度、带式输送机长度等因素确定。一般可按物料静堆积角的 50%~70%近似计算。一般工作条件和输送普通物料时的运行堆积角，可参照表 3.1.3 的数值选取。表 3.1.3 的数据系参照了美国 CEMA 标准的规定制订的。高带速（ $\geq 4\text{m/s}$ ）或长距离带式输送机（ $\geq 1500\text{m}$ ）或流动性好的物料取小值，如露天矿连续开采工艺系统的长距离带式输送机，最低可取到 15° 。

表 1 和表 2 为美国 CEMA 标准给出的通用散状物料的特性，该表为正常条件和一般物料情况下的物料特性，有时同一种物料的各个特性也可能不同，特别是无聊的静堆积角和最大倾角，设计应考虑特定条件下的特性变化，如大气湿度、长期储存等。

表1 常用散状物料特性

物料名称	堆积密度 (t/m ³)	静堆积角 (°)	运行方向最大 倾斜角 (°)	分级代码
粉状明矾	0.72~0.80	30~44	—	B35
块状明矾	0.80~0.96	30~44	—	B35
铝矾土	0.80~1.04	22	10~12	B27M
铝屑	0.11~0.24	45	—	E46Y
氢氧化铝	0.29	34	20~24	C35
氧化铝	1.12~1.29	29		A27M
硫酸铝	0.86	32	17	D35
硝酸铵	0.72	30~44	—	C36NUS8*
硫酸铵（粒状）	0.72~0.93	44	—	C35TU*
细晶岩	1.12~1.28	30~44	—	A35
石棉矿或石棉岩矿	1.30	30~44	—	D37R
磨细的黑灰	1.68	32	17	B35 ^①
干煤灰，76mm 及以下	0.56~0.64	45	—	D46T
湿煤灰，76mm 及以下	0.72~0.88	30~44	—	B36
飞灰	0.64~0.72	42	20~25	A37
煤气发生器的湿灰	1.25	—	—	D47T
铺路用的沥青	1.28~1.36	—	—	C45
破碎成 13mm 及以下的沥青	0.27	30~44	—	C35
甘蔗渣	0.11~0.16	45	—	E45Y
酚醛塑料和类似的塑料粉	0.56~0.72	45	—	B45
重晶石（硫酸钡）	2.88	30~44	—	B36
硫酸钡	1.15	45	—	A45
树皮、碎木料	0.16~0.32	45	27	E45VY
大麦	0.59~0.77	23	10~15	B25N
玄武岩	1.28~1.65	20~28	—	B26
铝土矿，原矿	1.28~1.44	31	17	E37
铝土矿，破碎 76mm 及以下	1.20~1.36	30~44	20	D37
100 目及以下的膨润土	0.80~0.96	42	20	A36XY
荞麦	0.59~0.67	25	11~13	B25N
破碎过的电石	1.12~1.28	30~44	—	D36N
干燥的活性炭细粉	0.13~0.32	20~29	—	B26Y
粒状炭黑	0.32~0.40	25	—	B25Q
炭黑粉	0.06~0.11	30~44	—	A35Y ^①
铸造碎屑	1.44~1.92	45	—	C36
硅酸盐水泥	1.15~1.59	30~44	20~23	A36M
疏散的硅酸盐水泥	0.96~1.20	—	—	A16M
水泥熟料	1.20~1.52	30~40	18~20	D37
高炉渣	0.91	35	18~20	D37T*
煤渣	0.64	35	20	D37T*
无烟煤（3mm 及以下）	1.0	35	18	B35TY
无烟煤（筛分后）	0.88~1.0	27	16	C26

矿井烟煤（筛分后）	0.72~0.90	35	16	D35T
矿井烟煤，原煤	0.72~0.90	38	18	D35T
矿井烟煤，12mm 以下粉末	0.69~0.80	40	22	C35T
露天矿采出的未洗烟煤	0.80~0.96	—	—	D36T
褐煤	0.64~0.72	38	22	D36T
松散焦炭	0.37~0.56	30~44	18	D37QVT
焦炭，6mm 及以下	0.40~0.56	30~44	20~22	C37Y
铜矿石	1.92~2.4	30~44	20	D37*
脱粒的谷物	0.72	21	10	C25NW
去壳的谷物	0.64~0.72	30~44	—	B35W
麦片、玉米粉	0.51~0.64	35	22	B35W
碎玻璃	1.28~1.92	30~44	20	D37Z
白云石块	1.28~1.60	30~44	22	D36
白云石粉	0.74	41	—	B36
挖掘出的干泥土	1.12~1.28	35	20	B36
含黏土的湿土	1.60~1.76	45	23	B46
13mm 筛下长石	1.12~1.36	38	18	B36
38~76mm 块状长石	1.44~1.76	34	17	D36
糖厂的压滤渣	1.12	—	—	A15
小麦粉	0.56~0.64	45	21	B35P
鹅卵石	1.44~1.76	30	12	D36
石膏，13mm 筛下	1.12~1.28	40	21	D36
石膏块，38~76mm	0.12~1.28	30	15	D36
铁矿石	1.60~3.20	35	18~20	D36*
铁矿石团粒	1.86~2.08	30~44	13~15	D37Q
高岭土，76mm 及以下	1.00	35	19	D36
铅矿石	3.20~4.32	30	15	B36RT*
风干的褐煤	0.72~0.88	30~44	—	D35
石灰，磨碎 3mm 及以下	0.96~1.04	43	23	D35X
熟石灰，3mm 及以下	0.64	40	21	D35MX
破碎的石灰石	1.36~1.44	38	18	C36X
泥灰岩	1.28	30~44	—	C37
带壳上网花生	0.24~0.38	30~44	—	D35Q
花生仁	0.560.72	30~44	—	C35Q
挖掘机挖的软岩	1.60~1.76	30~44	22	D36
普通干燥粗盐	0.64~0.88	—	18~22	C36TU
普通干燥细岩	1.12~1.28	25	11	D26TUW
湿河砂	1.40~1.90	45	20~24	B47
干河砂	1.44~1.76	35	16~18	B37
型芯砂（铸造砂型用）	1.04	41	26	B35X
干燥的矿泥、煤泥、污泥	0.72~0.88	30~44	—	B36
含水的矿泥、煤泥、污泥	0.88	30~44	—	B36
破碎的页岩	1.36~1.44	39	22	C36
经破碎的高炉渣	1.28~1.44	25	10	A27

小麦	0.72~0.77	28	12	C25N
木屑	0.16~0.48	45	27	E45WY
大米	0.72~0.77	19	8	B15
水稻	0.58	30~44	—	B35M
木炭	0.29~0.40	35	20~25	D36Q

注：1 *可能变化较大；

2 物料的堆积密度及静堆积角因物料的水分、粒度不同而变化，应以实测为准，无实测为准，无实测数据可参考本表。向下输送的倾斜角应减小。

表 2 物料的分级

物料特性		代码
粒度	非常细——100 目及以下	A
	细——3mm 及以下	B
	颗粒——小于 13mm	C
	块状——含 13mm 以上的块	D
	不规则形状——不规则、黏性、纤维状、相互交错的物料	E
流动性	流动性非常好，静堆积角小于 19°	1
	流动性好，静堆积角 20° ~29°	2
	流动性一般，堆积角 30° ~39°	3
	流动性差，静堆积角 40° 以上	4
磨琢型	非磨琢性	5
	磨琢性	6
	磨琢性强	7
	非常锋利，易割破或擦伤输送带覆盖层	8
其他特性	灰尘非常大	L
	充气性并具有易流动性	M
	含有易爆炸性粉尘	N
	易被污染，影响使用或销售	P
	易分解，影响使用或销售	Q
	散发有害烟尘或粉尘	R
	具有强腐蚀性	S
	具有中等腐蚀性	T
	具有吸湿性	U
	互相交错	V
	会产生油或化学物质——可能影响某些橡胶制品	W
	可在压力下结实	X
	非常轻或蓬松——可能被风吹散	Y
	高温物料	Z

3.1.4 倾斜系数的计算公式（3.1.4），系根据德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN22101——2002、现行国家标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机 运行功率和张力的计算》GB/T17119——1997 的规定制订的。公式（3.1.4）适用于带式输送机在运行方向上的倾斜角小于被输送物料的运行堆积角的带式输送机。当带式输送机在运行方向上的倾斜角大于或等于被输送物料的运行堆积角时，只有下部横截面面积存在。

公式（3.1.4）中的运行堆积角 θ 值，应与公式（3.1.3-2~3.1.3-6）中运行堆

积角 θ 有区别。公式(3.1.3-2~3.1.3-6)中的 θ 值,是计算上部横截面面积 S_1 时,考虑物料特性和带式输送机长度等因素偏保守的安全值。在用公式(3.1.4)计算倾斜系数时,为了避免仍采用计算 S_1 所用的更安全的 θ 值,使倾斜带式输送机的装料断面过小,德国工业标准 DIN22101-2002 规定,倾斜系数计算应采用物料的实际运行堆积角值。

“经筛分的中等块状的物料”,按我国粒度分级规定,中块的范围为 25~50mm。

表 3.1.4 中倾斜系数值,为正常情况下输送一般流动性物料的经验参考值,系参考日本等输送带制造厂的经验制订的。当 δ 角大于 20° 时,设计者应根据带式输送机的工作条件、运行工况等情况确定倾斜系数值。

3.2 带 速

- 3.2.1 带速是直接影响带式输送机性能和经济性的重要参数,提高带式输送机设计输送量的途径,一般通过高带速或增大带宽来实现,提高带速较经济。在国外,为了提高输送系统的经济性,一般采用较高的带速,以 5.0~6.0m/s 为多,带速高的达 10.0m/s。我国的带式输送机也在向高带速发展,如元宝山露天煤矿的 dias 输送机最高为 5.85m/s,准格尔黑岱沟露天煤矿为 5.0m/s,小龙潭布沼坝露天煤矿、霍林河露天煤矿为 4.0m/s,大柳塔主井为 5.2m/s。通过多年的实践,高带速的应用为设计和制造积累了丰富的经验,带式输送机设计应首先考虑采用较高的带速。

矿山及地面的干线带式输送机系统,一般运距长、输送量大,为保证技术经济合理性,宜选择较高的带速,可采用 6.3m/s。

输送块状物料的倾斜带式输送机及无封闭输送粉尘大的粉状物料带式输送机,或有特殊要求时,宜适当降低带速。

- 3.2.2 为更加经济选择带速,在带速系列中增加了 3.55、4.5 和 5.6m/s 非标准带速值。如特殊需要,可选用其他非标准带速值。

3.3 带 宽

- 3.3.1 输送带宽度是影响带式输送机经济性的重要参数,带宽的选择不仅要带式输送机单机参数具有合理性,还应评价带式输送机工程系统的通用性和合理性。设计应综合比较和选择带宽和带速。

- 3.3.2 带式输送机带宽的选择应保证不撒料,初选带宽后应校核物料粒度尺寸。

- 1 带式输送机允许的最大粒度尺寸,影响的因素较多,表 3.3.2 的数值考虑了物料的运行堆积角、最大粒度尺寸和粒度组成等参数的影响。表 3.3.2 的数值系参照美国 CEMA 标准的规定和前苏联的资料制订的。对相同的粒度组成,由于物料的运行堆积角不同,其允许的最大粒度尺寸相差较大。通常,在同一带宽和大块含量相同的情况下,物料的运行堆积角越大,则允许的物料粒度尺寸相对越小。因此,表 3.3.2 中给出了运行堆积角为 $20^\circ \sim 30^\circ$ 时常用物料的最大粒度尺寸范围。当运行堆积角超过 30° 时,允许的最大粒度尺寸应适当减小。

根据实践经验,较大的带宽虽然理论上可输送较大的粒度尺寸,但过大的粒度会对带式输送机造成危害,增加了对受料点托辊的冲击和输送带的磨耗。目前国内和国外的散状物料运输,一般需对大块进行破碎处理,大块尺寸一般不超过 500mm。因此本规范将 1600mm 以上的较大带宽的允许最大粒度尺寸适当下调。如确需运送更大的粒度,应对带式输送机转载溜槽结构、受料点的缓冲、托辊承载能力等采取必

要的措施。

- 2 如无物料粒度的组成数据，可按公式（3.3.2-1）及（3.3.2-2）估算。但应用值不宜超过表 3.3.2 建议的粒度尺寸范围。

4 运行阻力与驱动功率

4.1 运行阻力

- 4.1.1 带式输送机运行阻力的计算，系根据现行国家标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机 运行功率和张力的计算》GB/T17119——1997 的规定制订的。
- 4.1.2 带式输送机的主要阻力，包括承载分支和回程分支托辊的旋转阻力，输送带的前进阻力。

运行输送带的模拟摩擦系数 f ，为包括托辊的旋转阻力和输送带前进阻力等的综合摩擦系数。根据国际标准 ISO5048: 1989 和现行国家标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机 运行功率和张力的计算》GB/T17119——1997 的规定，通常取 0.020 作为模拟摩擦系数的基本数值进行计算，并根据下列不同情况确定模拟摩擦系数值：

- 1 对于固定的经过似的找正过的带式输送机，如托辊转动灵活，用来输送内摩擦系数小的物料，模拟摩擦系数可降低约 20%，到 0.016；如带式输送机找正不良，输送内摩擦系数大的物料 f 值可超过基本值约 50%，达到 0.030。
 - 2 模拟摩擦系数基本值采用 0.020，仅适用于具有下列情况的带式输送机：
 - 1) 实际输送量为额定能力的 70%~110%；
 - 2) 输送内摩擦系数为中等的物料；
 - 3) 带式输送机承载分支为 3 个辊的承载托辊，托辊轴承采用迷宫式密封、托辊直径为 108~159mm，侧辊的槽角为 30°；
 - 4) 输送带速度约为 5.0m/s；
 - 5) 工作环境温度 20° C；
 - 6) 带式输送机承载分支托辊间距为 1.0~1.5m，回程分支托辊间距约为 3.0m。
 - 3 在下列情况下，带式输送机模拟摩擦系数可超过 0.020，甚至达到 0.030：
 - 1) 被输送物料的内摩擦系数较大；
 - 2) 承载托辊侧辊的槽角大于 30°；
 - 3) 输送带速度大于 5.0m/s；
 - 4) 托辊直径小于 108mm；
 - 5) 工作环境温度低于 20° C；
 - 6) 输送带张力降低；
 - 7) 输送带采用织物芯等软芯层，覆盖层厚而柔软；
 - 8) 带式输送机找正不良；
 - 9) 运行条件：多灰、潮湿或为黏性的物料；
 - 10) 带式输送机承载分支托辊间距大于 1.5m，回程分支托辊间距大于 3.0m。
 - 4 带式输送机制造和安装质量较好，可采用较小的模拟摩擦系数。
 - 5 向下输送的带式输送机，为发电运行工况时，为保证安全，模拟摩擦系数应取 0.012。
- 由于摩擦系数与诸多影响因素有关，设计应根据带式输送机制造和安装状况、参数和工作环境温度确定。如工作环境温度低于—25° C，模拟摩擦系数可能达到 0.030，过低的工作环境温度甚至超过 0.030。

- 4.1.3 带式输送机的附加阻力包括物料在加料段的惯性阻力和摩擦阻力、物料在加料段导料槽侧壁上的摩擦阻力、除传动滚筒以外的滚筒轴承阻力和输送带在滚筒上缠绕的阻力。

公式(4.1.3-7)中的 d_0 系指滚筒轴承的滚柱中心的回程圆尺寸。

- 4.1.4 带式输送机的主要特种阻力,通常包括托辊前倾的附加摩擦阻力、带式输送机设导料槽时的被输送物料与导料槽间的摩擦阻力。
- 4.1.5 带式输送机的附加特种阻力,通常包括清扫器与输送带产生的摩擦阻力、犁式卸料器的摩擦阻力及卸料车的摩擦阻力等。通常,可忽略卸料车的摩擦阻力进行简化计算。
- 4.1.6 带式输送机的倾斜阻力,是倾斜带式输送机的物料提升或下降阻力。输送机向上提升物料时,倾斜阻力为正值;向下输送物料时,倾角阻力为负值。

4.2 传动滚筒圆周力

- 4.2.1 布置复杂的带式输送机,运行工况比较复杂,为保证带式输送机在任何工况下安全可靠地运行,应根据带式输送机的倾角及起伏情况,分别计算各种工况下传动滚筒所需圆周力(所有传动滚筒圆周力之和),取各种工况中的最大值。
- 4.2.2 传动滚筒所需圆周力,为带式输送机稳定运行工况各项阻力之和。一般计算公式(4.2.2-1),对所有长度的带式输送机都适用。特别对长度小于80m的短带式输送机,为保证计算结果的准确性,一般使用该公式。当带式输送机长度大于80m、布置简单(如水平或向下输送),仅在受料点设有导料槽时,可按简化公式(4.2.2-2)进行计算。

4.3 电动机功率

- 4.3.2 电动机所需功率是带式输送机在稳定运行工况,并考虑驱动系统传动效率等因素,传动滚筒所需运行功率的计算值。驱动系统传动效率,主要包括减速器、耦合器及联轴节传动效率、多机驱动功率的不平衡等驱动系统综合效率。正功率运行和负功率运行的驱动系统传动效率值,系根据国际标准 ISO5048:1989 和现行国家标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机 运行功率和张力计算》GB/T17119-1997 的规定制订的。

驱动系统传动功效,可根据驱动系统的减速器传动效率、多机驱动功率不平衡系数等各组成部分的效率综合确定。如采用鼠笼电动机配液力耦合器时,应另计入液力耦合器的效率。对多机驱动功率不平衡系数,采用鼠笼型电动机配调速型液力耦合器时,可取0.95;配变频调速或CST等可控启动系统时,可取0.97~0.98。

传动效率 η_1 中的数值,不包括电压降的影响。根据现行国家标准《供配电系统设计规范》GB50052 对供配电系统电压和电能质量的规定,及电动机本身对供电电压的允许波动范围,通常情况下,不考虑电压降对驱动系统传动效率的影响。仅对特殊地区,电压波动较大,难以保证电动机的供电电压时,可计入电压降的影响系数。

特殊工作条件的电动机,功率计算应根据工作条件,如工作温度,海拔高度等因素确定。

4.4 驱动功率分配

- 4.4.1 带式输送机驱动单元的配置,应进行技术和经济比较确定。大功率系指带式输送机的驱动功率 $\geq 1000\text{kW}$,小功率指带式输送机的驱动功率 $\leq 75\text{kW}$ 。
- 4.4.3 多驱动单元的带式输送机,驱动单元配置部件应采用同型号部件,可减少功率不平衡等因素影响,便于部件互换和维修。

对于长距离带式输送机，经过方案比较，可采用直线摩擦式驱动或中间滚筒驱动等中间阻力多点驱动方式，以降低输送带的最大张力。

5 输送带张力

5.2 输送带各点的张力计算

5.2.2 当输送带按刚体计算时，输送带沿程各点的张力，可按下列步骤计算：

1 按本规范第 5.1.3 条的输送带垂度限制条件，计算输送带的最小允许张力 $F_{\min}$ ；

以该张力点为起始点，按 5.2.2 条非稳定运行工况（启动和制动工况），输送带相邻两点的张力计算方法来计算输送带各点的张力；按 5.1.2 条传递引力条件要求，校核传动滚筒绕入点和绕出点的张力计算值，若不能满足要求，需按步骤 2 计算；

2 按本规范 5.1.2 条传递引力条件要求，计算输送带绕出点所需要的最小张力值；以此值为起始点，按 5.2.2 条非稳定运行工况（启动和制动工况），输送带相邻两点的张力计算方法来计算输送带各点的张力，并按 5.1.3 条输送带垂度限制条件校核最小张力值。若不能满足要求，则需按步骤 1 计算；

3 用步骤 1 及 2 的方法计算出各点的张力后，还应根据拉紧装置的特性确定实际拉紧力，如实际拉紧力与上述计算的拉紧力不一致，则应将调整后的拉紧力（单边张力）为起始点，计算带式输送机各点的张力；

4 有倾角起伏变化的带式输送机，应分段计算运行阻力，可按本规范 5.2.2 条稳定运行工况，输送带相邻两点的张力计算方法和本规范第 4.2.1 条规定的各种工况，对输送带各点的张力进行计算；

5 公式（5.2.2-1）及（5.2.2-2）关于输送带相邻两点的张力计算方法，不适用于输送带在传动滚筒或制动滚筒的绕入点与绕出点之间的张力关系。

5.2.3 输送带各点张力的计算，过去传统的设计是将输送带按刚体来计算，由于用这种方法得出的加减速过程中输送带的动张力结果不准确，往往对大型、布置复杂带式输送机采用加大输送带安全系数的办法解决。

输送带按其受力特性属黏弹性体。弹性波在黏弹性体内的传播，既有一定的波速又受一定的阻尼作用，致使在加速过程中输送带张力在不同位置、不同时刻都有变化。将输送带按黏弹性材料的力学特性计入，并综合计入驱动装置驱动力特性、带式输送机各运动体的质量分布、线路各区段的坡度变化、输送带运行阻力等各种影响因素，建立带式输送机运行动力学数学模型，可较准确计算出启动和停车过程中输送带各点不同时间的速度、加速度及张力变化（即带式输送机动态分析）。为准确计算启动和停车过程输送带各点张力，对于长距离带式输送机、大输送量（ $\geq 3000\text{t/h}$ ）及高带速的大型带式输送机，或倾角多变、布置复杂的带式输送机，宜将输送带按黏弹性体计算，进行动态分析，以使设计经济合理，避免带式输送机出现运行事故。

国外从 20 世纪 80 年代开始就对一些长距离和布置复杂的带式输送机，将输送带按黏弹性体进行动态分析计算。通过分析，改进设计布置和驱动方式，降低了输送带强度（安全系数降到 5 以下），提高了带式输送机的可靠性和经济合理性。

5.3 拉紧力

5.3.1 输送带拉紧滚筒的拉紧力，是输送带在运行状态下拉紧滚筒应具有的拉紧力。为保证带式输送机在各种运行工况（启动、稳定运行、制动工况）下正常工作，拉紧滚筒的拉紧力应按最不利的条件设计，满足传动滚筒传递动力和输送带垂度限制条件的要求。

5.3.2 预拉紧力，是采用固定式拉紧的带式输送机，在静止状态下施加在拉紧滚筒的拉紧力。由于加速时惯性力的影响，输送带所受的张力可能发生较大的变化，输送带各点的变形量随之改变，但输送带的总变形量不变，特别对于带式输送机线路有起伏的固定式拉紧的带

式输送机,应对各种工况进行计算,按最不利的条件选择预拉紧力,保证在各种工况下,能满足本规范第 5.1 节的要求。

6 启动加速与减速停车

6.1 惯性力

- 6.1.1 带式输送机在加速和减速期间,惯性力的作用使用带式输送机出现下列动力现象:
- 1 输送带的张力发生剧变,严重时造成破坏;
 - 2 输送带在传动滚筒和制动滚筒的绕入点的张力比值改变,严重时发生输送带打滑;
 - 3 凹弧段的输送带脱离托辊而产生飘带;
 - 4 张力变成负责的输送带区域发生折皱堆叠;
 - 5 重锤拉紧装置的行程超过限位;
 - 6 输送物料在输送带上发生滑动;
 - 7 制动装置失灵,倾斜带式输送机上的物料下滑力推动输送带,造成飞车(特别是向下输送的带式输送机)。

带式输送机设计需对惯性力进行计算,并采取措施减少惯性力对设备的不良作用,保证带式输送机正常工作。

公式(6.1.1)中的“等效质量”,是指“转换到输送带上直线运动的等效质量”。

- 6.1.2 带式输送机运动体(输送机、物料和托辊)转换到输送带上直线运动的等效质量计算,将带式输送机承载分支及回程分支的每米机长托辊旋转部分的质量 q_{RO} 和

q_{RU} 乘以系数中 k_1 , 使其转换为输送带上直线运动的等效质量。

- 6.1.3 带式输送机除托辊外的旋转部件的等效质量 m_D , 应包括驱动装置的电机、高速轴联轴器、液力耦合器、制动轮、减速器、低速联轴器、逆止装置及所有滚筒等旋转部件转换到输送带上直线运动的等效质量。公式(6.1.3)中 J_{iD} 应为驱动单元第 i 个高速轴上旋转部件或转换到高速轴上的转动部件的转动惯量。

6.2 启动加速

- 6.2.1 控制带式输送机加速度的目的是改善带式输送机的启动性能和降低输送带的动张力,减少冲击。设计应根据带式输送机性能、参数要求,选择符合要求的加速度。

- 1 带式输送机启动时,倾角变化越大、带式输送机长度越长,等效质量越大,则惯性力的作用使带式输送机出现的动力现象越复杂,对加速度控制应越严格,加速度取值应越小。因此,长距离带式输送机,特别是布置复杂、倾角变化较大的长距离带式输送机,平均加速度不宜大于 0.1m/s^2 ;

长度 500m 以上的带式输送机(电动工况)或机长超过 200m 的向下输送的带式输送机(发电工况),启动加速度过大会造成带式输送机的动力现象突出,为改善带式输送机启动工况,不宜大于 0.2m/s^2 ;

- 2 对倾角较大的向上或向下输送的物料带式输送机,在输送微小颗粒物料时,为保证物料与输送带间不打滑,启动加速度和制动减速度,应按下列公式进行校核:

1) 启动时:

$$a \leq (\mu_1 \cos \delta_{\max} - \sin \delta_{\max})g \quad (1)$$

2) 制动时:

$$|a| \leq |\mu_1 \cos \delta_{\max} + \sin \delta_{\max}|g \quad (2)$$

式中 μ_1 ——物料与输送带间的摩擦系数，取 0.5~0.7。

- 6.2.3 带式输送机驱动装置启动系数，为驱动装置对负载的启动能力。较简单的中小型带式输送机，通常采用直联减速器或通过限矩型液力耦合器连接减速器，可取 1.3~1.7。复杂的大型带式输送机，进行精确计算，通过动态分析求得。

6.3 减速停车

- 6.3.1 带式输送机在满载正常减速停车时，平均减速度应不大于 0.3m/s^2 。当带式输送机紧急停车或故障停电时，应采取措施减缓停车，使平均减速度不超过 0.3m/s^2 。

带式输送机长度越大、布置越复杂，带式输送机减速度应越小。对大型带式输送机（驱动功率 $\geq 1000\text{kW}$ 、机长 $\geq 1500\text{m}$ ）及机长 500m 以上的带式输送机，满载正常停车时平均减速度不宜大于 0.2m/s^2 。布置复杂的大型长距离带式输送机，应减小减速度，不宜大于 0.1m/s^2 。

对有些带式输送机，在紧急停车或故障停电情况下，空载停车减速度难以满足要求时，可适当增大。

- 6.3.2 自由停车、减力停车、增惯停车和制动停车，是为保证带式输送机达到规定的减速度所采用的停车方式，对大型带式输送机，可根据布置及性能参数选择：
- 1 自由停车：切断驱动电动机电源后，由带式输送机本身运行阻力消耗运行能量的停车方式。适用于自由停车时停车时间满足要求的带式输送机；
 - 2 减力停车：逐渐减小带式输送机驱动力的停车方式。如向上输送的带式输送机，当自由停车时间小于规定值时，需通过逐渐减小带式输送机驱动力延长停车时间，以保证规定的减速度值；
 - 3 增惯停车：当自由停车时间小于规定值并采用减力停车时，为避免因电力故障使减力停车失效达不到减速数据要求而采用的停车方式。增惯停车，通常在驱动装置高速轴加装惯性飞轮，利用飞轮惯量延长停车时间，减小减速度；
 - 4 制动停车：当带式输送机自由停车时间大于规定值时，需对输送机施加制动力的停车方式。

7 输送带

7.1 输送带选择

- 7.1.2 短距离带式输送机（80m 以内），输送带的张力较小，织物芯输送带可满足要求。而聚酯织物芯输送带，比棉织物芯输送带伸长率小、抗拉强度高，宜优先选用。大输送量、长距离带式输送机及提升高度大的带式输送机，一般输送带的张老大，宜采用钢丝绳芯输送带。

钢丝绳芯输送带，一般无横向承拉构件，容易被金属件、坚硬或大块物料划伤撕裂。当输送堆积密度大的块状物料时，在受料点容易划伤撕裂输送带，特别当受料点物料的直接落差较大时，更容易出现输送带的纵向撕裂事故。为保证输送带运行的可靠性，除在受料点采取措施避免或减少撕裂事故的发生外，宜对输送带的选型提出抗冲击、防撕裂的要求。

短距离带式输送机，在受料点受冲击频率比长距离带式输送机高，当采用钢丝绳芯输送带时，可根据受料点布置和物料的硬度、块度特性，确定输送带的抗冲击、耐撕裂要求。

当采用分层织物芯输送带时，应合理地选择输送带层数。层数过少，会造成输送带槽性在托辊组间变平缓引起撒料及增大运行阻力。层数过多，厚度和刚度增大，不利于运转的稳定性，易引起脱层，增加了滚筒的直径。根据国内外设计使用经验及制造厂的建议，织物芯输送带的层数，宜为 3~6 层。除特殊要求外，最多不应超

过 8 层。

- 7.1.3 该条为强制性条文，规定在有爆料、燃烧危险的工作场所，必须采用阻燃输送带，以保证安全，避免或减少可能出现事故。
- 7.1.4 输送带在寒冷环境条件下工作时，普通输送带的覆盖层易出现变硬、表面龟裂、成槽性差，甚至发生输送带在滚筒上打滑现象。设计应根据寒冷环境的工作温度，选用相应温度等级耐寒输送带，保证设备可靠运转。
- 当被输送物料的温度高于 60°C 时，普通输送带覆盖层难以适应高温的要求，应选用相应温度等级的耐热或耐高温输送带。
- 7.1.5 对同一工程项目，为便于管理和维修，输送带的选择，除考虑单机的合理性，还应综合评价输送系统的通用性和经济性，尽量减少输送带的类型和规格。

7.2 覆盖层的确定

- 7.2.2 输送带的上覆盖层厚度，当输送密度大、粒度大或磨琢性大的物料时应选用较厚的上覆盖层。对工作循环时间较短的输送带，当被输送的物料堆积密度大、粒度尺寸较大时，宜适当加大上覆盖层厚度，以保证输送带在规定使用期内不会出现覆盖层过早磨损而使芯层暴露造成损害，影响使用寿命。

为减小输送带运行阻力，下覆盖层厚度不宜大，但对分层织物芯输送带应有合理的上下覆盖层厚度比例，以避免产生不允许的横向起拱。德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN22101-2002 规定，上下覆盖层厚度比，宜控制在 3:1 以内，对于钢丝绳芯输送带不限制这个比值。

- 7.2.3 织物芯输送带的下覆盖层厚度，应在计划试用期内输送带芯层不会因覆盖层与滚筒或托辊磨损而暴露，在任何情况下覆盖层厚度，因受物料等多种因素影响，应在表 7.2.3-1 的基础上，加上表 7.2.3-3 规定的覆盖层附加厚度值。

表 7.2.3-1~表 7.2.3-3 的数值系参照德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN22101-2002 规定制订的。

- 7.2.4 钢丝绳芯输送带覆盖层厚度规定，系参照德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN22101-2002 的规定制订的。同时，参考了现行国家标准《普通用途钢丝绳芯输送带》GB/T9770-2001 及《煤矿用阻燃钢丝绳芯输送带 技术条件》MT668-1997 关于覆盖层厚度的标准系列值。

当在钢丝绳芯输送带覆盖层内设有预埋线圈等检测保护元件时，覆盖层的最小厚度应考虑增加保护元件时，覆盖层的最小厚度应考虑增加保护元件后厚度增加的因素。

- 7.2.5 输送含油性、酸性、碱性和温度较高等特殊物料的输送带，覆盖层厚度应根据物料的特性、工作条件及要求确定。
- 7.2.6 输送带覆盖层性能，包括覆盖层拉伸强度、扯断伸长率、磨耗性能等，应根据被输送物料的性质选择相应性能的覆盖层。输送岩石类或大块物料的钢丝绳芯输送带，应选用拉伸强度大和耐送岩石类或大块物料的钢丝绳芯输送带，应选用拉伸强度大和耐送岩石类或大块物料的钢丝绳芯输送带，应选用拉伸强度大和耐送岩石类或大块物料的钢丝绳芯输送带，应选用拉伸强度大和耐磨性能好的覆盖层，拉伸强度不宜小于 20MPa ，磨耗量不宜大于 150mm^3 。对一些磨损性大的物料可选用“D”级强耐磨性覆盖层。

7.3 输送带接头

- 7.3.1 输送带硫化接头，强度利用率高、接头光滑、寿命长，并有成熟应用经验，橡胶输送带应广泛采用。对钢丝绳芯输送带，应采用硫化接头方法。
- 冷黏合和机械连接接头，由于接头强度利用率低，可有限制的用于拉伸强度较低的

水平布置的多层织物芯输送带。

织物整芯输送带，采用胶接头强度高，可达到 90%以上，可充分利用带体的额定强度，宜首先采用胶接头。

7.3.2 橡胶输送带硫化接头方法和最小接头长度规定，系参照德国工业标准《普通用途钢丝绳芯输送带》DIN22131 的有关规定，并依据现行国家标准《普通用途钢丝绳芯输送带》CB/T9770-2001 的规定制订的。当制造厂对输送带接头有特殊技术要求时，可另行确定。

7.3.4 输送带接头是输送带的最薄弱环节，是影响输送带安全系数的关键部位。为保证接头的可靠性，应由输送带制造厂或经专业培训、有资格的专业人员，严格按接头技术要求进行施工。大型、重要带式输送机（如主提升系统）或提升高度较大的带式输送机，或采用不同厂家、不同批次的一些重要输送带接头，应进行强度试验。为保证接头强度的要求，必要时可定期进行影像检查。

7.4 输送带安全系数

7.4.1 输送带安全系数，关系到带式输送机安全、投资和运营费，设计应根据带式输送机具体条件合理确定安全系数值。德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算与设计基础》DIN22101-2002，将钢丝绳芯输送带设计安全系数，由 DIN22101-1982 规定的 6.7~9.5 改为根据输送带运行条件和接头特征等因素确定，使输送带设计安全系数大为降低，最低可到 4.5。美国等国外一些带式输送机动态分析公司及专家，认为随着带式输送机启、制动性能的提高及输送带接头参数和技术的改进，ST1000~ST6000 钢丝绳芯输送带安全系数，可降到 5.5 以下，并已应用多年。德国、英国、澳大利亚等国家正在运行的一些长距离带式输送机，钢丝绳芯输送带安全系数已降为 4.5~5.5。

在我国，随着带式输送机设计水平和输送带制造技术的提高，钢丝绳芯输送带的接头技术和质量有很大提高，如采用可控软启、制动技术，安全系数值可取 5~7。亦可参照德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算与设计基础》DIN22101-2002 的规定，参照下式计算：

$$S_A = \frac{S_0 S_y}{k_t} \tag{3}$$

式中 S_0 ——与输送带工作环境及接头特征有关的安全系数，见表 3；

S_y ——与输送带运行条件有关的安全系数，见表 4；

k_t ——与输送带类型和接头有关的相对基准疲劳强度系数。当钢丝绳芯今属山东的纵向拉伸强度为 1000~5400N/mm, 其硫化接头的结构严格按德国工业标准 DIN22129-4 的规定进行施工时， k_t 可取 0.45. 对已老化或已使用过的输送带，应对 k_t 值进行修正。

表 3 安全系数 S_0 值

输送带接头特征	特 征 分 类		
大气	正常	无尘	有漂浮灰尘

防晒	正常	良好	一般
温度	适中	$18^{\circ}\text{C} \leq \text{温度} \leq 22^{\circ}\text{C}$	$<10^{\circ}\text{C}$ 或 $>30^{\circ}\text{C}$
工作场所	正常	宽敞	窄小
工人技能	正常	优	一般
连接材料质量	正常	新	达到使用性极限
硫化装置质量	正常	优	一般
安全系数	1.1	有效安全系数	
		低 1.0	高 1.2

表 4 安全系数 S_y 值

输送机 and 接头动态性能分类	特征分类		
寿命期望值	正常	低	高
失灵时引起的连续故障	正常	低	高
化学/物料方面的应力	正常	低	高
启动/停止	$>3/d$ $<30/d$	$\leq 3/d$	$\geq 30d$
回转频率	$>2/h$ $<1/\text{min}$	$\leq 2/h$	$\geq 1/\text{min}$
安全系数	1.7	有效安全系数	
		低 1.5	高 1.9

为保证输送带接头效率，保证接头的安全可靠性，对大型带式输送机及强度大、重要的输送带接头，设计应提出技术要求，对输送带接头进行必要的接头试验，以确保接头强度要求。

8 向下输送的带式输送机

8.1 一般规定

8.1.1 向下输送的带式输送机计算规定，适用于正常稳定负载运行时传动滚筒圆周力为负值的向下输送的带式 输送机。

输送机各点的张力计算，应根据不同的计算目的（例如：计算凹弧段的飘带或皱曲等），采用不同的载荷组合。同时，在同一工况下，可以分别对各区段采用不同的模拟摩擦系数，以及对带式输送机各部件上产生的附加阻力和特种阻力分别取大值或小值。对于线路布置复杂（有向上和向下输送段）的带式输送机，为计算输送带某一点的张力极限值（最大值或最小值），需要对可能发生的各种工况分别进行计算，然后进行比较确定。

对加速和减速工况下输送带张力精确计算，可按本规范第 15.2 节的要求进行。

8.1.2 向下输送的带式输送机，传动滚筒圆周力为物料下滑与带式输送机阻力之差。向下输送的带式输送机圆周力（尤其是带式输送机倾角较小时）对输送量的变化敏感，带式输送机超载会引起超速，严重时可能发生飞车等恶性事故。因此，应考虑带式输送机超载因素的影响，采取均衡给料措施，在设计计算中，应计入输送量超载因素，使带式输送机有相应的备用能力。

8.1.5 确定拉紧装置位置时，应注意电动运行工况与电运行工况下传动滚筒上输送带松边位置的改变。当各工况所需拉紧力相差较大时，采用拉紧了可调的拉紧装置，有可能降低输送带的强度等级。

8.3 制 动

8.3.1 向下输送的带式输送机，制动装置应有工作制动和安全制动。工作制动装置应在最不利的工况，可靠地控制带式输送机，按规定的减速度制动停车。安全制动是带式输送机在最不利的工况停机后，能保持足够的制动力使带式输送机处于可靠的停机状态

8.3.3 制动装置应能实现制动力可调，以满足向下输送的带式输送机的特殊需要，保证带式输送机的安全运行。

9 主要部件

9.1 滚筒

9.1.1 滚筒直径，应根据下列因素确定：

- 1 不同带芯材料的输送带，绕过滚筒时产生的弯曲应力；
- 2 输送带承受的应力；
- 3 输送带与滚筒之间的平均比压。

滚筒直径计算公式和表 9.1.1 的规定，系参照德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN22101-2002 的规定制订的。

为了保证高张力区的传动滚筒面压不超过允许值，应进行面压校核。

9.1.2 传动滚筒和改向滚筒的结构，根据承载能力大小，可选用下列型式：

- 1 轴与轮毂为单键联结的单幅板焊接筒体结构。传动滚筒为单向出轴；
- 2 轴与轮毂为胀套联结。传动滚筒为单向出轴或双向出轴；
- 3 轴与轮毂为胀套联结，筒体为铸焊结构。传动滚筒为单向出轴或双向出轴。

通常，受力不大的滚筒，选用轴与轮毂为单键联结的单幅板焊接筒体结构。对扭矩及合张力大的传动滚筒或合张力大的改向滚筒，宜选用轴与轮毂为胀套联结，筒体为铸焊结构。

胶面传动滚筒可增加滚筒与输送带之间的摩擦系数，并可避免粘料，适用于圆周力较大、工作环境条件差、环境温度较低的条件。

胶面传动滚筒，采用人字形沟槽时应考虑滚筒旋转的方向性。双向运行的可逆带式输送机，传动滚筒胶面应为菱形沟槽。

对于工作环境条件较差的改向滚筒，为避免粘料应采用胶面滚筒。

9.2 托辊组

9.2.1 托辊所允许的带速，原则上按托辊转数不超过 600r/min 为基数计算。对输送量超过 3000t/h 或输送带质量较大的带式输送机，应对承载分支和回程分支托辊进行静载荷和动载荷验算。

9.2.2 吊挂托辊组具有柔性和自调重心功能，有利于防跑偏，特别适用于移置式、半移置式带式输送机。但对于向下输送的承载分支，由于吊挂托辊中间辊的前移造成侧辊后倾，同样，对向上输送的回程分支，其侧辊向后倾斜，对防止输送带的跑偏不利。因此，对倾斜角度较大的固定式带式输送机，应评估吊挂托辊组上述因素的影响。

9.2.3 托辊组的布置，应根据带式输送机的参数和工作条件确定：

- 1 中长距离以上的带式输送机，输送带的张力较大，槽形过渡长度（第一组槽形托辊组至滚筒的距离）往往大于标准托辊组间距。当槽形过渡段应设过渡托辊组，避免输送带悬空过大造成撒料或槽形托辊组负载太大；
- 2 托辊组间距，应根据带式输送机布置及参数确定。一般带式输送机，承载分支托辊组的间距可为 1.0~1.2m，回程分支可为 3.0m；长距离带式输送机的输送带张力较大，承载分支托辊组间距可增大为 1.5m。经过动态设计的带式输送机，在满足输送带垂度要求的情况下，托辊组间距可大于 1.5m；
- 3 前倾托辊组可起到对输送带纠正跑偏的作用，但托辊的前倾也增加了输送带的磨损，增加了带式输送机的驱动功率。对 300m 以上的带式输送机，不宜全部采用前倾托辊组，宜在头部和尾部设部分前倾托辊组。前倾托辊组的侧辊前倾角度越大，输送带的磨损越严重，因此，设计采用的前倾托辊组侧辊前倾角不宜大于 3°；
- 4 露天布置或工作环境温度低，或输送黏性物料时，带式输送机回程分支的托辊易粘物料，钢面托辊粘料更为严重，容易造成输送带跑偏。恶劣工作条件，带式输送机回程分支宜全部采用梳形托辊组或增设部分螺旋托辊组，以防止物料粘结在托辊上。

当工作条件较好时，回程分支可只设部分梳形托辊组。

9.3 机 架

- 9.3.1 带式输送机机架，包括头架、尾架和中间架。其型式和结构应满足带式输送机的性能、参数及工作条件要求，设计应根据带式输送机的具体要求选择。
- 9.3.2 头架与尾架是用于支承滚筒并承受输送带张力的装置，应根据带式输送机参数和要求采用相应机架型式和结构：
- 1 三角形头架和尾架，结构简单、受力好。布置简单的固定式带式输送机应优先选用。带宽较小和输送带张力较小的小型带式输送机（驱动功率 75kW 以内、机长 80m 以内），可采用简单的型钢焊接结构机架；
 - 2 需定期移动的移置带式输送机，头架和尾架不仅要满足带式输送机工作的要求，而且要满足移设时具有简便和可靠的要求。根据带式输送机的带宽和重量，中小型置式带式输送机头架，多采用结构简单的滑撬式；大型移置式带式输送机的头架，因重量大，滑撬式移置困难，可采用驮运式型式。尾架重量相对较轻，可采用滑撬式结构。
- 9.3.3 固定式中间架，结构简单，投资少，适用于固定不动的带式输送机。固定式中间架的支腿，可通过螺栓（或焊接）固定在混凝土基础或地面预埋件上。
- 移置式带式输送机，因经常整体拖牵移动，为满足移设要求、其中间架需采用滑撬底座。中间架结构设计应考虑移动时中间架的变形影响。

9.4 驱动装置

- 9.4.2 带式输送机驱动装置，应根据带式输送机工作参数和性能要求选择，常用的主要型式：
- 1 鼠笼型电动机与减速器直联驱动装置，为电动机直接负载启动驱动系统。启动电流大，带式输送机启动加速度大，易引起输送带打滑。宜用于驱动功率 37kW 及以下的单机驱动的小型短距离带式输送机；
 - 2 鼠笼型电动机配限矩型液力耦合器的驱动装置，电动机与限矩型液力耦合器联合作用可改善带式输送机的启动性能，宜用于 45kW 以上的带式输送机。新型加大后辅腔及侧辅腔的限矩型液力耦合器，启动性能有较大的改善，加大了限矩型液力耦合器的应用范围；
 - 3 具有控制启、制动性能的驱动系统，包括调速型液力耦合器、CST 系统、变频调速系统等。调速型液力耦合器可使带式输送机可到较宽的调速范围，较好地改善带式输送机启动、制动性能和调整多机驱动功率平衡，降低输送带的动张力。在我国调速型液力耦合器的制造和使用有较成熟的经验，可用于大中型带式输送机。变频调速和液粘装置、CST 系统，具有控制启、制动功能，可对带式输送机启动加速和减速停机进行较精确的控制，较好地解决和改善长距离、大输送量及布置复杂的带式输送机的启、制动性能。宜用于长距离、布置复杂的大型带式输送机；
 - 4 绕线型电动机、减速器驱动装置，在电动机转子回路采用串接电阻的方法改变电动机特性，可解决带式输送机启动控制和多机驱动系统功率平衡，宜用于大中型多机驱动带式输送机；
 - 5 电动滚筒驱动装置，布置紧凑，占空间小，宜用于 55kW 以下的小功率带式输送机。
- 9.4.3 寒冷地区使用的带式输送机，当机长超过 500m 时，可增设约 10% 正常带速的慢速驱动系统，以避免长时间停机造成输送带与托辊或滚筒间粘结。
- 9.4.4 本条为强制性条文，带式输送机在具有爆炸危险的粉尘和气体环境工作，具有一定危险性，驱动装置的电气设备应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058 的规定。
- 9.4.5 带式输送机驱动装置的位置，除考虑带式输送机本机的合理性外，还应考虑工作条件、供电系统、交通及检修条件等影响。

- 单滚筒驱动，易于中小型带式输送机，可将驱动装置布置在带式输送机头部或尾部。多滚筒驱动，能传递较大功率和降低输送带张力，宜用于无驱动功率较大的大中型带式输送机。对大型长距离带式输送机，经过驱动方案比较，可采用中间多点驱动。
- 9.4.6 移置式带式输送机的机架，在移设时容易产生变形。将驱动装置直接固定在机架上，机架的变形将影响驱动装置的安装精度，容易造成驱动装置故障，甚至造成损坏。驱动装置应安装在独立的驱动装置架上，并采用浮动支撑型式，可避免带式输送机机架变形对驱动装置产生影响。
- 轻型的小型移动带式输送机，其驱动装置型式或驱动装置架的结构可采取其他措施。

9.5 拉紧装置

- 9.5.1 拉紧装置的作用是拉紧输送带，使之具有保证正常运行、启动和制动时的最小张力，避免输送带打滑，防止输送带在托辊组之间的垂度超过允许值。
- 9.5.2 重锤式拉紧为恒张力拉紧方式，结构简单，在带式输送机启、制动或正常运行时可保证拉紧力不变，在国内外应用范围较广，最大带式输送机长度 10km，为设计优先选择的拉紧方式。

中长距离带式输送机，需较大的拉紧行程，可将拉紧滚筒小车布置在带式输送机下部，传动滚筒低张力侧，通过布置在带式输送机一侧的重锤拉紧塔架实现重锤拉紧。

带式输送机倾角较大时，可采用尾部重载小车式拉紧装置。

- 9.5.3 固定式拉紧装置，包括螺旋拉紧装置、固定式电动绞车拉紧装置等，拉紧滚筒的位置在各种工况下保持不变。螺旋拉紧装置所需的拉紧力一般通过丝杠手动调整，适于长度 50m 以内的短距离带式输送机。对轻型物料和输送量特小的带式输送机，可适当增大应用范围。
- 固定式电动绞车拉紧装置，拉紧力大，可用于中长距离带式输送机。
- 9.5.4 自动式拉紧装置，包括自动式电动绞车或自动式液压拉紧装置。可根据带式输送机启动、运行、制动运行工况的不同要求，自动调整输送带拉紧力和响应拉紧滚筒的位置变化要求，宜用于布置复杂的大型带式输送机。
- 9.5.5 拉紧行程，主要用于补偿输送带弹性伸长、永久伸长、托辊间屈挠率、更换滚筒时放松输送带及储备输送带重新接头时所需的附加行程。对于长距离带式输送机采用可控启、制动装置时，特别是进行了动态分析时可减小拉紧行程。

9.6 制动和逆止装置

- 9.6.1 向下输送的带式输送机达到一定角度时，容易发生超速，向上输送的带式输送机容易发生逆转。现行国家标准《带式输送机安全规范》GB14784-93 规定，倾斜带式输送机装设防止超速或逆转的装置，以保证设备的安全运行，使在带式输送机停机、动力被切断或出现故障时起保护作用。

制动装置是保证带式输送机不发生逆转或超速的装置，也可用来控制停机时间。逆止装置是上运带式输送机停机时，防止输送带倒转的安全装置。美国 CEMA 标准规定，为安全将带式输送机的摩擦阻力减少 50% 计算，即当垂直提升载荷所需的力大于水平运动的输送带和负载所需阻力的 1/2 时，应设逆止装置。

大型的发生逆转的向上输送的带式输送机及主要升等重要的带式输送机，输送带倒转的危险性大，根据美国 CEMA 标准要求，为避免发生机械故障可能出现输送带倒转现象，除装设电动制动装置外，作为安全措施还应装设逆止装置。

- 9.6.2 水平及微倾斜向上输送的带式输送机或向下输送的带式输送机，当停机时间超过允许值时，一般通过制动装置来控制停机时间。长距离、大输送量、高带速的水平或微倾斜带式输送机，惯性力较大，停机时间可能超过允许停机时间，此时，应装设制动装置。
- 9.6.3 带式输送机逆止装置额定逆止力矩的计算及逆止装置工况系数的选择，系参照美国

和日本有关制造厂的规定制订的。一台带式输送机上安装多台机械逆止装置时，一般难以保证逆止装置之间受力均衡，为保证带式输送机的安全运转，要求每台逆止装置必须满足整台带式输送机所需的逆止力。

9.7 清扫器

- 9.7.1 由于输送的物料性质、气候条件等因素影响，与物料接触的输送带承载面容易出现粘料现象，特别是输送黏性物料或在严寒地区输送黏性物料时，输送带粘料现象更为严重。应根据具体工作条件，采取不同结构、多道清扫、喷水清扫等输送带清扫装置，保证带式输送机的正常运转。
- 9.7.3 寒冷气候条件或输送黏性物料的露天带式输送机，物料易粘在输送带上，并粘在与输送带承载面接触的滚筒表面上。在这类滚筒处，应设清扫滚筒粘料的清扫器。避免由于滚筒的粘料，造成输送带跑偏或损坏输送带。同时，对虽与输送带非承载面接触，但有可能有物料绕入并造成滚筒表面粘料时，宜设清扫滚筒的清扫器。
- 9.7.4 露天的有水平或微倾斜段的带式输送机，在雨季停机状态下，其槽形输送带上会积存大量雨水，给输送系统的转载站造成污染，并影响带式输送机的安全运行。根据需要，宜在这些带式输送机的水平段上设雨雪清扫器，及时清扫雨雪。

9.8 输送带翻转装置

- 9.8.1 采用输送带翻转装置的目的，是在回程段将输送带翻转，使与物料接触的输送带承载面翻转到上面，避免与下分支托辊接触，有利于带式输送机下分支的清洁和减少下分支托辊的磨损。对输送黏性物料的带式输送机，效果明显。由于翻转装置需要一定的空间高度，宜用于中长距离以上的固定式带式输送机，需用回程输送带输送物料时，翻转装置的作用是实现在回程段用输送带的承载面输送物料。
- 9.8.2 翻转装置设在带式输送机下分支的机头和机尾附近。输送带翻转装置的长度，系指输送带翻转 180° 所需长度。一般在输送带翻转装载的前后，各设一对水平托辊，以便输送带翻转的定位。

输送带翻转长度与输送带的宽度、类型及翻转装置的类型有关。翻转装置的常用类型有自然翻转式、托辊导向式和滚轮支承式。自然翻转式为翻转过程中不需任何装置的自然翻转。表 9.8.2 的数值，系参照德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN22101-2002 规定制订的。

10 安全保护装置

10.1 一般规定

- 10.1.1 为保证带式输送机的安全运行，在带式输送机上应设拉线保护装置、输送带打滑检测装置、输送带防跑偏装置、钢丝绳芯输送带的纵向撕裂保护装置等必需的安全检测保护装置，本条是强制性条文，目的是提高带式输送机工程系统的安全性和保证运行的可靠性。除上述强制性要求外，为避免输送带撕裂造成损失，输送块状物料的织物芯输送带也宜设纵向撕裂保护装置。其他安全检测保护装置，根据带式输送机需要选择。
- 10.1.3 对于固定式或自动式电动绞车拉紧及液压拉紧的带式输送机，应装有张力检测装置，并应在拉紧装置的极限位置设限位开关，目的是保证拉紧装置的安全运行。

10.2 紧急开关

- 10.2.2 带式输送机沿线设的紧急拉线保护装置的拉线，应便于人员操作的安全，宜采用包塑细钢丝绳。为了减少钢丝绳的下垂，便于人员操作，拉线保护装置间距不宜超过 60m，宜每 3~6m 设一组托绳环。

10.3 输送带保护装置

- 10.3.1 短距离（80m 以内）及张力小的带式输送机，输送带打滑检测装置，可只检测带式

输送机稳定运行时输送带是否打滑。但为避免在启动过程中有可能出现输送带打滑，带式输送机系统控制可采取限定启动时间的超限措施，以检测启动过程中的打滑。

长距离带式输送机，一般输送带张力较大，输送带打滑超过允许范围时将造成极大的危害，而带式输送机启、制动状态最容易发生输送带打滑。因此，应采用对带式输送机的传动滚筒及从动系统的速度进行比较的打滑检测，以避免输送带打滑超过允许范围，保证带式输送机在各种工况下的安全运行。其速度滑差率的规定，系参照德国带式输送机制造厂家的规定制订的。

10.3.2 输送带防跑偏装置的作用是及时检测输送带跑偏（横向位移）的状况，当输送带跑偏超过一定值时，跑偏检测装置发出报警信号或停机信号，避免带式输送机发生安全事故。输送带防跑偏装置的位置，应是输送带易跑偏或输送带跑偏易造成危险的地方。

10.3.4 矿井提升及提升高度较大等重要的向上输送的钢丝绳芯输送带带式输送机，为了保证带式输送机的安全运行，便于随时检测输送带的接头状态，宜设钢丝绳芯输送带接头动态检测装置。

10.4 料流检测保护装置

10.4.1 湿式除尘的自动控制洒水系统，为了避免无料洒水造成环境和设备污染等不利影响，应通过料流检测装置控制洒水系统。料流检测装置也适用于根据料流来控制输送系统各设备的启动。

10.4.2 带式输送机特别是高带速及输送量大的带式输送机，由于瞬间流量较大，溜槽堵塞事故将对系统造成严重后果，因此，在受料及相连的卸料溜槽应设溜槽堵塞检测装置。装载站环境一般都较差，露天作业更为严重，溜槽堵塞检测装置应满足振动、物料冲击和潮湿等工作条件的要求。

10.5 向下输送的带式输送机保护装置

10.5.2 向下输送的带式输送机超速限定值，应根据电动机发电运行状态的工作特性曲线及电气保护系统确定。在发出一级超速信号，停止向带式输送机给料后，带式输送机将继续加速一段时间，待将物料卸掉相当数量后，才开始逐渐减速。因此，一级超速限定值宜取小值，以有效的控制超速，避免发生二级超速，造成制动停机影响生产。在一级超速解除后，应在带速降至不大于额定速度后，在重新给料。

在发出二级超速信号时，应能够安全制动停机，而不会造成设备及有关设施发生破坏。在发生二级超速制动停机后，应检查设备及供电有无故障，在确认排除故障后，才能启动带式输送机。为了避免出现二级超速而进行制动停机，二级超速限定值与一级超速限定值的差值不宜太小。

11 整机布置

11.1 一般规定

11.1.1 带式输送机最大允许倾角的确定，受多种因素影响，其基本因素是被输送物料的种类及特性（堆积密度、粒度及组成、水分、静堆积角等）。通常，最大允许倾角随着物料的堆积角增大而增大。同时，受外部环境及输送带截面材料特性的影响，如在寒冷地区露天布置的带式输送机，低温使输送带表面摩擦系数降低，其最大允许倾角减小。

对具有防滑措施的特殊输送带或槽角较大的深槽带式输送机，应根据其结构确定最大允许倾角。

11.1.3 对多合并列布置的长距离输送系统，为便于带式输送机设备的安装和检修，沿线应有维修车辆通道。维修车辆通道位置，应能满足每天带式输送机的安装和维修要求。在带式输送机之间设的维修车辆通道，应考虑维修车辆进出和作业方便。

11.2 受料

- 11.2.2 输送块状物料或带速大于 4m/s 时, 倾斜受料段易出现物料的滚动和洒落等安全隐患, 设计应避开倾斜段受料, 特别是不应在倾斜角较大的倾斜段受料。当确需在倾斜段布置受料段时, 为保证运行系统的安全, 应采取增加导料槽长度等可靠性措施。
- 11.2.3 带式输送机受料段, 包括导料槽、缓冲托辊组及纵向撕裂检测保护等装置。为保证导料槽、缓冲托辊组与输送带的合理匹配, 受料段布置宜避开过渡段。
- 11.2.4 导料槽的作用, 是引导落入输送带上的物料, 平稳达到正常带速, 避免撒料。导料槽的长度, 系指从受料中心点到输送方向上导料槽终点的长度。导料槽的长度取决于带速和物料流向输送带方向的分速度。当此角度较小时导料槽的长度可取小值, 但最小长度不宜小于 1.5m, 以保证料流的稳定。

垂直受料或在倾斜段受料时, 应加大导料槽的长度。

设备上及厂房内的小型带式输送机, 导料槽可根据工作条件布置。

11.3 卸料

- 11.3.1 卸料设备在向带式输送机卸料时, 应保证在合理流速情况下, 使物料流向带式输送机运行方向, 与带式输送机运行方向间的夹角尽量小。卸于输送带的物料, 在达到额定带速前易产生紊流, 当输送具有磨琢性或锐利的块状物料时, 应避免垂直卸料, 杜绝受料带式输送机逆向受料, 以减小物料对输送带的冲击和磨损。
- 11.3.2 犁式卸料器, 为固定式点定卸料方式。为减少对输送带的磨损, 输送带速度不宜过高。卸载大于 50mm 大块和磨琢性物料时, 易造成输送带过渡磨损, 应限制使用。

卸料车为连续移动式的卸料方式, 可在卸料车的行走范围内任意点卸料。为了便于卸料车行走, 卸料车应设在带式输送机的水平段。目前, 国内卸料车的通用带速不大于 2.5m/s。在国外露天设计可根据工程需要进行选择, 当用于高速带式输送机时, 卸料车结构设计, 应满足要求。

- 11.3.3 溜槽断面尺寸, 与物料的性质、溜槽的结构有关, 并取决于输送量和物料的最大粒度尺寸。根据煤炭系统的溜槽通用设计资料, 溜槽断面积按下式计算:

$$A_C = \frac{Q}{3600 \varphi_1 v \rho} \quad (4)$$

式中 A_C ——溜槽的断面积 (m^2);

Q ——带式输送机设计输送量 (t/h);

φ_1 ——溜槽的装满系数。可取 0.2~0.5, 通常, 煤取 0.3~0.5, 矸石取 0.2~0.4;

v ——物料在溜槽的平均速度 (m/s)。根据物料的特性, 可取 0.75~2.0m/s, >13mm 的块煤及矸石取 0.75, 原煤及精煤可取 1.5。

各行业可根据物料的特点确定溜槽断面。对输送系统, 由于带式输送机减速度不同, 停机时容易造成物料在溜槽堆积, 带式输送机卸料溜槽及受料溜槽的容积, 还应保证带式输送机系统在正常停机和紧急停机时不溢料。

在低温环境下工作或输送黏性物料时, 物料易粘在溜槽内壁上, 造成溜槽断面减小, 容易发生物料堵塞。可在溜槽倾斜段, 应设耐寒、防粘衬板材料。在严寒地区, 必要时采取加热措施。

11.4 槽形过渡段

- 11.4.1 带式输送机槽形过渡段长度, 系指滚筒与相邻槽形托辊组之间的距离。槽形过渡段应使输送带边缘最大张力不超过输送带最大张力的 130%。

对输送带张力较大的过渡段，为防止输送带边缘产生过大的附加拉应力，减少过渡段的长度，滚筒的上平面宜高于槽形托辊组中心辊平面 $1/3 \sim 1/2$ 槽深。

11.4.2 在槽形过渡段设的过渡托辊之间或与相邻的槽形托辊组的距离，宜与标准槽形托辊组直径的距离相一致。并根据过渡托辊组的位置，合理的确定过渡托辊组的槽形托辊组侧辊轴线与水平线间的夹角，保证输送带均匀过渡，避免输送带在过渡托辊组上出现悬空等现象。

11.5 凸弧段与凹弧段

11.5.2 带式输送机的凹弧段，因输送带属于黏弹性体，按经验公式计算的凹弧段曲率半径值与实际需要有可能差异较大，设计可根据带式输送机布置情况进行调整。条件允许时，宜选用较大曲率半径值。

对空间较小、布置困难的小型带式输送机，或移动设备（堆取料机、卸料车等）上的带式输送机凹弧段，可根据需要布置，但应采取安全措施。德国移动设备的设计标准，按凹弧段输送带上有 25% 额定输送量的物料计算曲率半径值。

11.7 栈桥和地道

11.7.1 带式输送机栈桥和地道的净空尺寸，系参照煤炭、电力及国内有关设计资料，并依据国家标准的规定制订的最低要求，各行业可根据系统具体要求和特点，作适当调整，但最小不应小于表 11.7.1 规定的净空尺寸。

12 辅助设备

12.0.3 电热硫化器是影响输送带接头质量的关键设备，应根据输送带的类型、规格及强度合理进行选择。硫化器加热板规格，应满足输送带接头尺寸、压力、温升等技术要求。

煤矿井下及有爆炸气体环境工作场所，必须采用防爆电热硫化器。并应轻便，便于拆卸、搬运和操作。

12.0.4 带式输送机工程系统的电子皮带秤计量精度比核子皮带称高，但对环境及安装条件要求严格，维护量比核子皮带秤大。对工作条件恶劣，带式输送机长度过短或柔性托辊的带式输送机，电子皮带秤难以保证精度，可选用核子皮带秤。核子皮带秤对带式输送机的安装等条件要求不严，但要求带式输送机间的物料相对固定，粒度不宜大。

13 消防与粉尘防治

13.1 消防

13.1.3 移置式及半移置式带式输送机，需经常进行搬迁或整体移设时，沿带式输送机敷设的消防给水管材，应满足移设造成的弯曲和变形影响。

在严寒地区，除考虑上述影响外，还应考虑冻结的影响。一般在固定地点设地下防冻速启闭装置，带式输送机的消防给水管路为干式系统。

13.2 除尘

13.2.1 输送物料的外在水分较小时，在输送或转载过程中易产生粉尘，如煤的外在水分小于 7% 时，易产生煤尘，煤中粉煤含量较多时，扬尘更为严重。应根据输送物料的类型和要求，在转载环节设除尘装置。除尘应采用以预防为主，综合防治措施，以满足环保的要求。

13.2.2 对输送物料进行加湿除尘时，因喷洒均匀避免局部过湿造成溜槽阻塞，洒水除尘用水量，可按下列参考式计算：

$$W = Q(\varphi_3 - \varphi_2) \frac{k_s}{100} \quad (5)$$

式中 W ——用水量 (t/h)；

Q ——带式输送机设计输送量 (t/h)；

φ_3 ——物料加湿后的外在水分所占质量比(%)，煤可取 8%~10%。其他物料，根据需要确定；

φ_2 ——物料加湿前的外在水分所占质量比(%)；

k_s ——水分蒸发和洒水不平衡系数。可取 1.3~1.5。

13.3 清 扫

13.3.1 带式输送机转载站、栈桥地面的水力冲洗的供水点位置，应便于清洗工作的操作，其间距不宜大于 30m。

带式输送机转载站、栈桥地面的水力冲洗的用水量，可按式计算：

$$W = q_3 S_d n_1 \quad (6)$$

式中 W ——用水量 (m^3/d)；

q_3 ——单位面积的冲洗水量。可取 $0.006 \sim 0.01 \text{m}^3/\text{m}^2$ ；

S_d ——冲洗地面面积 (m^2)；

n_1 ——每日冲洗次数，可取 2~3。

14 电气与控制

14.1 供电电源

14.1.1 对同一带式输送机工程输送系统的各设备，如由多个电源供电，任一电源故障都会影响该输送系统的正常工作，为提高系统的可靠性，对同一个输送系统，宜由单一的电源供电。

14.1.2 对一些重要部位的大型带式输送机工程系统，采用双回路供电，可保证设备可靠运行。任一回路故障，另一回路可保证设备正常运转。

14.2 配 电

14.2.1 熔断器作为短路保护时，应根据其特性及电动机启动情况确定。采用过负荷继电器保护时，保护装置的动作时间应能躲开启动电流非周期分量衰减时间。

14.2.2 对移置式带式输送机，当控制电器设备安装在头架上时，应考虑振动的影响，并采取必要的措施，避免控制电器误动作对人员和设备造成损害。

14.2.3 当电气设备的结构部件（如电动机、限位开关、插座等）和构架之间的连接表面有适当的导电面积时，可视为等电位连接。

14.3 单机控制

14.3.1 带式输送机解除联锁时应具备就地启动和停止控制的功能，便于设备检修和调试。

14.3.2 为保证人身及设备的安全，带式输送机启动预告时应能因故就地停止。

14.3.3 在紧急状态下，应能用紧急停机开关或拉线保护装置断开电源停机，避免故障扩大，保障安全。

14.3.4 对不需动力制动的驱动系统，采用非自动复位式按钮，主要是为了确保安全，在故障未排除之前，不允许在其他地方进行操作。

14.4 集中控制

14.4.2 可编程序控制器具有较强的逻辑控制能力，可实现实时控制，抗干扰能力强、使用

方便。具有多条带式输送机系统或有多种设备组成的带式输送机工程输送系统，宜采用可编程程序控制器。

14.4.3 设上位机可代替模拟盘，功能更完善。

14.4.4 联锁线有多种启动、停止方式，应适合工艺要求和运行的需要。

14.4.5 为避免物料堆积，输送线路中任一设备故障停机时，应使来料方向的带式输送机立即停机。

14.4.6 带式输送机输送线路应能解除联锁就地操作，以便就地调试带式输送机。

14.4.7 启动预告信号一般采用音响信号，带式输送机距离较长时，可沿线分段设置启动预告信号。事故信号便于人员随时了解设备运行状态，保障安全。直接作用方式紧急停机控制回路可更可靠地保障设备及人身安全。

15 优化设计及动态分析

15.1 优化设计

15.1.1 带式输送机工程设计不仅从满足输送量考虑带宽和带速的搭配，为达到技术经济合理，对大型带输送机工程设计应进行优化，寻求最佳参数搭配和合理的结构设计，降低运营费用。

15.2 动态分析

15.2.1 带式输送机设计，在进行功率和张力的计算时，通常是将输送带按刚体考虑。因而，造成在带式输送机启动和停机工况下所计算出的输送带张力，与实际情况相比存在较大的差异。

带式输送机动态分析是将输送带按黏弹性体（或弹性体）的力学性质，并综合计入驱动装置的机械特性与控制方式、各运动体的质量分布、线路各区段的坡度变化、各种运行阻力、输送带的初始张力、输送带的垂度变化、拉紧装置的类型、位置和拉紧力等因素的作用，建立带式输送机动力学模型，求得带式输送机非稳态运行过程中输送带各点随时间的推移所发生的速度、加速度及张力的变化。预报按传统的静态设计方法设计，带式输送机在启动和停机过程中可能出现的动态危险和不安之处。提出改进和调整的措施，给出最优的设计和控制参数。

动态危险不安全环节，主要有：带式输送机上输送带峰值高张力；可能出现不利工况的输送带低张力；拉紧装置的位移超出设计行程，位移的相应速度是否满足动态要求等。

15.3 避免共振设计

15.3.1 带式输送机的共振是指输送带的横截面振动固有频率与托辊转动的频率相近而发生共振，从而造成带式输送机发生共振，加速托辊和机架的破坏。避免共振设计是使输送带的固有频率与作为振源的托辊的激振频率避开。避免共振设计主要是针对满载稳定工况，个别情况需考虑空载稳定工况。

避免共振应满足下列条件：

1 低带速带式输送机：

$$f_r < f_p \quad (7)$$

$$f_r = \frac{v}{\pi d_G} \quad (8)$$

式中 f_r ——托辊转动的频率（Hz）；

f_p ——将输送带视为挠性体时输送带横截面振动固有频率（Hz）；

d_G ——托辊直径（m）。

- 2 输送带的横截面振动固有频率 ，可按下列公式计算：
承载分支：

$$f_p = \frac{1}{2a_o} \sqrt{\frac{F_g}{q_G + q_B}} \quad (9)$$

回程分支：

$$f_p = \frac{1}{2a_U} \sqrt{\frac{F_g}{q_B}} \quad (10)$$

式中 F_g ——计算固有频率处输送带张力（N）。

S/N:1580177-079



9 158017 707908 >



统一书号:1580177-079

定 价:22.00 元