



中华人民共和国国家标准

GB/T 17119—1997
idt ISO 5048:1989

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

Continuous mechanical handling equipment—
Belt conveyors with carrying idlers—
Calculation of operating power and tensile forces

1997-12-01 发布

1998-07-01 实施

国家技术监督局 发布

中 华 人 民 共 和 国
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/T 17119—1997

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 $\frac{1}{4}$ 字数 27 千字
1998 年 5 月第一版 1998 年 5 月第一次印刷
印数 1—1 500

*

书号:155066·1-14846 定价 12.00 元

*

标 目 337—52

9900061

GB/T 17119—1997

前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 5048:1989《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》(1989年9月15日第二版)。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由机械工业部北京起重运输机械研究所归口。

本标准起草单位:机械工业部北京起重运输机械研究所。

本标准主要起草人:庄杰。

ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是世界范围的各国国家标准化组织(ISO 成员)的联合体。--般是由 ISO 技术委员会进行国际标准的准备工作。对某个专业技术委员会感兴趣的 ISO 成员有权参加此委员会。与 ISO 有联系的政府的和非政府国际组织也可以参加此项工作。ISO 在所有关于电工技术标准化方面与国际电工委员会(IEC)密切合作。

被技术委员会选定的国际标准草案在由 ISO 会议批准为国际标准之前发到各成员组织征求意见。根据 ISO 规定,至少得到 75%的成员组织赞成,此草案才能得到批准。

国际标准 ISO 5048 是由 ISO/TC101 连续搬运机械技术委员会起草准备的。

第二版对第一版(ISO 5048:1979)进行了部分删除和替换,对第一版的第 2 章、第 4.1.2 条、第 4.3.4 条、第 5 章和图 3~图 5 进行了技术修改,删除了第一版的图 6 和表 4,增加了新的第 2 章(定义)。

引 言

设计带式输送机,建议首先计算传动滚筒上所需的驱动力,以及由此产生的输送带张力,因为这些数值将有效地确定驱动系统和选择输送带的结构。

所需的运行功率是根据传动滚筒上的驱动力和输送带的速度计算的。

所需的带宽是根据输送带的最大输送能力和被输送物料的粒度计算的。

值得注意的是许多可变因素将影响传动滚筒上的驱动力,并使精确地确定所需功率十分困难。本标准提供了一个简单的带式输送机设计计算方法,从精度来说它是有限的,但可满足大多数情况的要求。许多因素在公式里未予考虑,但对它们的性质和影响作出了详细的论述。

在许多简单,但却是最常见的情况下,均可容易地进行所需功率的计算及输送带必要张力和实际张力的计算,这些张力是选择输送带与设计机械设备的关键参数。

但是,有些输送机出现一些较复杂的情况,例如多驱动,或具有起伏布置的输送机(既有上运区段又有下运区段),有关这方面的计算不包括在本标准的范围内,最好请教有经验的专家。

中华人民共和国国家标准

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/T 17119—1997
idt ISO 5048:1989

Continuous mechanical handling equipment—
Belt conveyors with carrying idlers—
Calculation of operating power and tensile forces

1 范围

本标准规定了带式输送机传动滚筒上所需的运行功率和作用在输送带上的张力的计算方法。适用于带承载托辊的带式输送机。

2 定义

本标准采用下列定义。

2.1 运行堆积角(被输送物料的) θ :物料横截面轮廓线与运动着的输送带交点处的切线与水平面的夹角(见图3),单位为度。

2.2 静堆积角 α :物料从较小的高度缓慢有规律地落在水平静止平面上所形成的锥形表面与水平面的夹角,单位为度。

3 符号和单位

符号和单位见表1。

表1 符号和单位

符 号	说 明	单 位
a_0	输送机承载分支托辊间距	m
a_U	输送机回程分支托辊间距	m
A	输送带清扫器与输送带的接触面积	m ²
b	输送带装载物料的宽度(即输送带实际充满或支撑物料的宽度);输送带的可用宽度	m
b_1	导料栏板间的宽度	m
B	输送带宽度	m
C	系数(附加阻力)	—
C_s	槽形系数	—
d	输送带厚度	m
d_0	轴承内径	m
D	滚筒直径	m
e	自然对数的底	—
f	模拟摩擦系数	—
F	滚筒上输送带平均张力	N
F_1	滚筒上输送带紧边张力(见图2)	N

表 1(完)

符 号	说 明	单 位
F_2	滚筒上输送带松边张力(见图 2)	N
F_H	主要阻力	N
$F_{\max}$	输送带最大张力	N
$F_{\min}$	输送带最小张力	N
F_N	附加阻力	N
F_S	特种阻力	N
F_{S1}	主要特种阻力	N
F_{S2}	附加特种阻力	N
F_{St}	倾斜阻力	N
F_T	作用在滚筒上输送带两边的张力和滚筒旋转部分所受重力的矢量和	N
F_U	传动滚筒上所需圆周驱动力	N
g	重力加速度	m/s ²
$(h/a)_{adm}$	两组托辊之间输送带的允许垂度	—
H	输送机卸料点与装料点间的高差	m
I_V	输送能力	m ³ /s
k	倾斜系数	—
k_a	犁式卸料器的阻力系数	N/m
l	导料栏板的长度	m
l_3	中间辊长度(三辊槽形)	m
l_b	加速段长度	m
L	输送机长度(头尾滚筒中心距)	m
L_0	输送机附加长度	m
L_e	装有前倾托辊的输送机长度	m
p	输送带清扫器与输送带间的压力	N/m ²
P_A	传动滚筒所需运行功率	W
P_M	驱动电机所需运行功率	W
q_B	承载分支或回程分支每米输送带质量	kg/m
q_G	每米输送物料的质量	kg/m
q_{RO}	输送机承载分支每米托辊旋转部分质量	kg/m
q_{RU}	输送机回程分支每米托辊旋转部分质量	kg/m
S	输送带上物料横截面面积	m ²
v	输送带速度	m/s
v_0	在输送带运行方向上物料的输送速度分量	m/s
α	静堆积角	(°)
δ	输送机在运行方向上的倾斜角	(°)
ε	侧辊轴线相对于垂直输送带纵向轴线的平面的前倾角	(°)
η	传动效率	—
θ	运行堆积角(被输送物料的)	(°)
λ	槽形托辊侧辊轴线与水平线间的夹角	(°)
μ	传动滚筒与输送带间的摩擦系数	—
μ_0	托辊与输送带间的摩擦系数	—
μ_1	物料与输送带间的摩擦系数	—
μ_2	物料与导料栏板间的摩擦系数	—
μ_3	输送带清扫器与输送带间的摩擦系数	—
ξ	加速度系数	—
ρ	被输送散状物料的堆积密度	kg/m ³
φ	输送带在传动滚筒上的围包角	rad

4 带式输送机的运行阻力

4.1 概述

带式输送机的运行总阻力是由几种阻力组成的,这些阻力可分为五类:

- 主要阻力 F_H (见 4.2);
- 附加阻力 F_N (见 4.3);
- 主要特种阻力 F_{S1} (见 4.4);
- 附加特种阻力 F_{S2} (见 4.5);
- 倾斜阻力 F_{St} (见 4.6)。

这五类阻力包括所有的阻力,即带式输送机驱动系统必须克服的摩擦阻力、线路倾斜阻力、以及在加料点为把输送物料加速到带速的惯性阻力。

主要阻力 F_H 和附加阻力 F_N 发生在所有的带式输送机上,而特种阻力 $F_S = F_{S1} + F_{S2}$ 只出现在某些带式输送机中。主要阻力 F_H 和主要特种阻力 F_{S1} 沿带式输送机连续产生,而附加阻力 F_N 和附加特种阻力 F_{S2} 只在局部产生。

倾斜阻力 F_{St} 可以为正、零或负值,取决于输送机的倾斜角,而且它可能以连续的方式沿输送机的全长产生或仅在某些区段上产生。

4.2 主要阻力 F_H

主要阻力 F_H 包括以下内容:

- a) 承载分支和回程分支托辊的旋转阻力,是由于托辊轴承和密封的摩擦产生的(见公式(3)和(4));
- b) 输送带的前进阻力,是由于托辊使输送带压陷以及输送带和物料反复弯曲产生的。

4.3 附加阻力 F_N

附加阻力 F_N 包括以下内容:

- a) 物料在加料段加速的惯性阻力和摩擦阻力;
- b) 物料在加料段导料挡板侧壁上的摩擦阻力;
- c) 除传动滚筒外的滚筒轴承阻力;
- d) 输送带在滚筒上缠绕的阻力。

4.4 主要特种阻力 F_{S1}

主要特种阻力 F_{S1} 包括以下内容:

- a) 侧辊在输送带运行方向上向前倾斜引起的摩擦阻力;
- b) 如果沿输送机全长有溜槽挡板或导料挡板,便有物料与溜槽挡板或导料挡板的摩擦阻力。

4.5 附加特种阻力 F_{S2}

附加特种阻力 F_{S2} 包括以下内容:

- a) 输送带与清扫器的摩擦阻力;
- b) 如果沿输送机全长只有局部的溜槽挡板或导料挡板,便有物料与这一部分溜槽挡板或导料挡板的摩擦阻力;
- c) 回程分支输送带的翻转阻力;
- d) 犁式卸料器的阻力;
- e) 卸料车的阻力。

4.6 倾斜阻力 F_{St}

在倾斜输送机上,物料提升或下降的阻力。

倾斜阻力与其他阻力不同,可以用公式(1)精确地计算。

$$F_{Si} = q_G H g \quad \dots\dots\dots (1)$$

对于上输送机,提升高度 H 取正值;对于下输送机,提升高度 H 取负值。

5 所需圆周力和运行功率

5.1 传动滚筒上所需圆周力

5.1.1 一般计算公式

带式输送机传动滚筒上所需圆周驱动力 F_U 是所有阻力之和。

$$F_U = F_H + F_N + F_{S1} + F_{S2} + F_{St} \quad \dots\dots\dots (2)$$

主要阻力 F_H 可以用模拟摩擦系数 f 进行简化计算。运用库仑摩擦定律,主要阻力 F_H 等于模拟摩擦系数 f 、输送机长度 L 和每米长度上所有运动质量产生的垂直力总和的乘积。则公式(2)可表示为:

$$F_U = f L g [q_{R0} + q_{RU} + (2q_B + q_G) \cos \delta] + F_N + F_{S1} + F_{S2} + F_{St} \quad \dots\dots\dots (3)$$

因为 18° 的输送机倾斜角通常代表具有光滑表面输送带的带式输送机的倾斜角上限,所以在公式(3)里的倾斜角可以忽略,垂直载荷可以取等于输送机的载荷进行计算($\cos \delta = 1$)。

如果输送机的倾斜角超过 18° (利用条棱带或人字棱带),则输送机载荷 q_B 和 q_G 必须乘以 $\cos \delta$ 。

被输送物料的质量构成的输送机载荷 q_G 可按下式计算,单位为 kg/m 。

$$q_G = \frac{I_v \rho}{v} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: I_v ——输送能力, m^3/s ;

ρ ——被输送散状物料的堆积密度, kg/m^3 ;

v ——输送带速度, m/s 。

公式(3)对所有的输送机长度都适用。

对于长距离带式输送机(例如 80m 以上),附加阻力明显地小于主要阻力,可用简便的方式进行计算,不会出现严重错误。为此引入一个系数 C 作为主要阻力的因数,它取决于带式输送机的长度。

$$F_U = C f L g [q_{R0} + q_{RU} + (2q_B + q_G)] + q_G H g + F_{S1} + F_{S2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

如果输送机的倾斜角超过 18° (利用条棱带或人字棱带),则输送机载荷 q_B 和 q_G 必须乘以 $\cos \delta$ 。

5.1.2 系数 C

系数 C 由下式定义:

$$C = \frac{\text{主要阻力} + \text{附加阻力}}{\text{主要阻力}} = \frac{F_H + F_N}{F_H} \quad \dots\dots\dots (6)$$

系数 C 是输送机长度的函数,因为公式(6)中的大多数附加阻力与输送机长度无关,只是局部产生的。

图 1 表示系数 C 与带式输送机长度 L 的函数关系,其图示值来自在多种带式输送机上进行的试验——特别是长距离的带式输送机。图 1 表明,用系数 C 计算传动滚筒上圆周力时,只是在输送机长度大于 80m 的情况下才能取得系数 C 的可靠值。

如果输送机的长度大于 80m,系数 C 也可按下式计算。

$$C = \frac{L + L_0}{L} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中: L_0 ——附加长度,一般在 70m 到 100m 之间。

系数 C 不小于 1.02。

如果输送机长度小于 80m,则系数 C 不是定值,正如图 1 阴影区所示的那样。短输送机系数 C 的不确定区,说明附加阻力对系数 C 起着主要影响作用。在短输送机区里,系数 C 的虚线并不代表极限区线,只是为了提示注意,对短输送机系数 C 是不确定的。

虽然大多数情况,系数 C 将位于阴影线区域,但它也可能具有更小的值,特别是具有小附加阻力的

成件货物输送机;也可能具有更大的值,尤其是那些短而高速的、大输送能力的给料输送机。

对于长度小于 80m 的带式输送机运行功率的更精确计算,建议使用公式(3)。

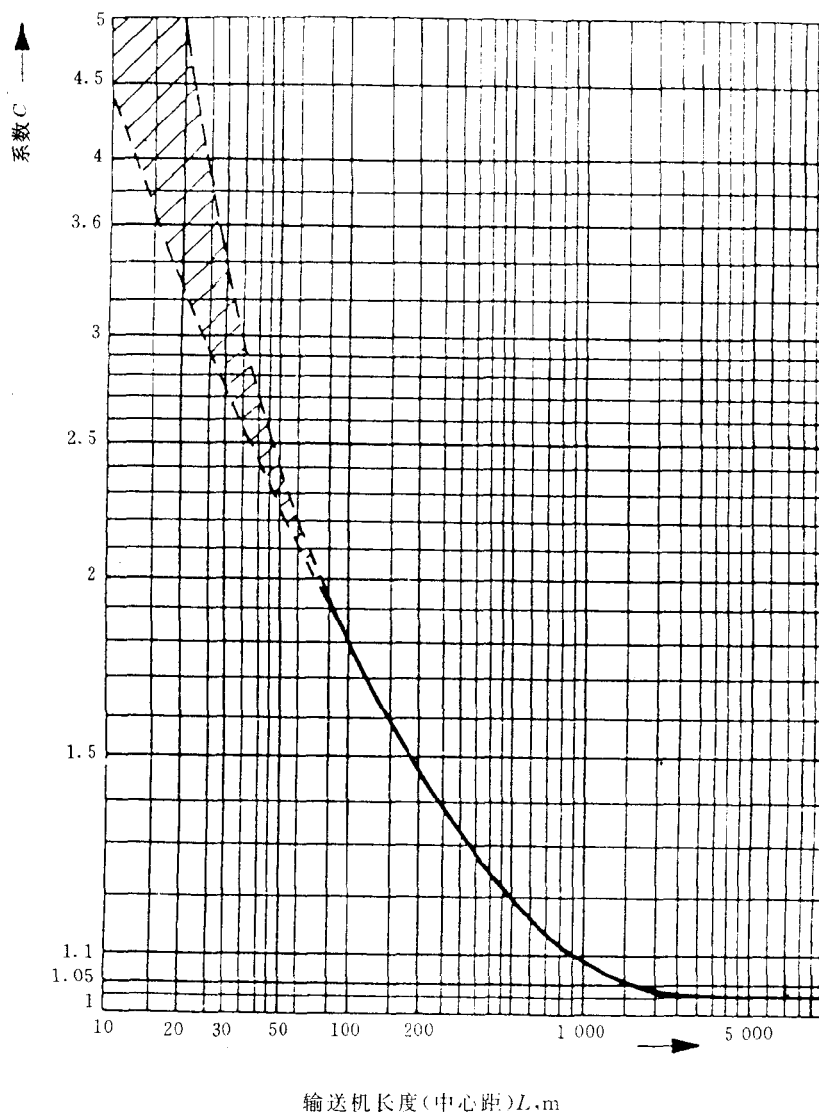


图 1 系数 C 随 L 变化的曲线

5.1.3 模拟摩擦系数 f

模拟摩擦系数 f 包括托辊的旋转阻力和输送带的前进阻力,在广泛的一系列试验结果的基础上,通常取 0.020 作为运行输送带的基本数值进行计算。

对于固定的经过适当找正的输送机,如果托辊转动灵活,用来输送内摩擦小的物料, f 值可降低约 20%,即 0.016;如果带式输送机找正不良,托辊又很差,输送的是内摩擦大的物料,其值可超过基本值约 50%,即 0.030。

用作模拟摩擦系数的基本值仅适用于正常找正过的带式输送机。确切地说它适用于具有下列情况的输送机:

- 实际输送能力为额定输送能力的 70% 到 110%;
- 输送内摩擦系数为中等的物料;
- 输送机承载分支为三辊托辊;
- 托辊槽角为 30° ;

——输送带速度约为 5m/s;

——工作环境温度为 20℃;

——采用迷宫式密封的 108mm 到 159mm 直径的托辊,同时输送带上分支(承载分支)托辊间距为 1m 到 1.5m,输送带下分支(回程分支)托辊间距约为 3m。

在下列情况, f 值可以超过基本值 0.020, 并且直至达到 0.030:

- a) 被输送物料的内摩擦系数:较大;
- b) 托辊槽角:大于 30°;
- c) 输送带速度:大于 5m/s;
- d) 托辊直径:小于上述值;
- e) 环境温度:低于 20℃;
- f) 输送带张力:降低;
- g) 输送带:采用软芯层,覆盖层厚而柔软;
- h) 输送机:找正不良;
- i) 运行条件:多灰、潮湿和/或者粘性的;
- j) 上分支(承载分支)托辊间距:大于 1.5m;下分支(回程分支):大于 3m。

如果上述 a)~j) 诸影响因素的条件相反,则模拟摩擦系数 f 值可以降到基本值 0.020 以下。

如果输送机空载运行时, f 值可能比满载运行时小,也可能大,这取决于运动部分的质量和输送带张力。

在考虑上述 a)~j) 诸影响因素之后,就可确认是否 $f=0.020$ 。尽管如此, f 值的优选和估计还要靠制造厂,因为种种不同的影响因素均与它有关。但在一般情况下,如果将系数 $f=0.020$ 这个基本值代入公式(3)或(5),总可以得出足够精确的带式输送机传动滚筒的驱动力。

向下倾斜的输送机,需要用电机制动作为安全措施,要采用一个比计算需要正功率的带式输送机值低 40% 的 f 值进行计算。因此其基本值为 $f=0.012$ 。

5.1.4 附加阻力和特种阻力

利用公式(3)精确计算带式输送机传动滚筒的驱动力和所需的运行功率,必须计算附加阻力 F_N 和特种阻力 F_{S1}, F_{S2} 。

表 2 和表 3 列出了这些阻力的计算公式,其值可在带式输送机已知参数的基础上计算。

表 2 给出的是附加阻力 F_N ,它出现在所有的带式输送机上;而表 3 给出的特种阻力 F_s 并不总是出现。

表 2 附加阻力 F_N 计算公式

符 号	阻 力 说 明	单 位
F_{bA}	在加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: $F_{bA} = I_V \rho (v - v_0)$	N
F_f	在加速段被输送物料与导料栏板间的摩擦阻力: $F_f = \frac{\mu_2 I_V^2 \rho g l_b}{\left(\frac{v+v_0}{2}\right)^2 b_1^2}$ 式中: $\mu_2 = 0.5 \sim 0.7$ $l_{b, \min} = \frac{v^2 - v_0^2}{2g\mu_1}$ 式中: $\mu_1 = 0.5 \sim 0.7$	N

表 2(完)

符 号	阻 力 说 明	单 位
F_1	输送带绕经滚筒的缠绕阻力: ——纤维芯输送带	N
	$F_1 = 9B \left(140 + 0.01 \frac{F}{B} \right) \frac{d}{D}$	
F_1	——钢绳芯输送带	N
	$F_1 = 12B \left(200 + 0.01 \frac{F}{B} \right) \frac{d}{D}$	
F_t	滚筒轴承阻力(传动滚筒不计算):	N
	$F_t = 0.005 \frac{d_0}{D} F_T$	

表 3 特种阻力 F_s 计算公式

符 号	阻 力 说 明	单 位
F_e	托辊前倾的摩擦阻力: ——装有三等长辊的承载分支托辊	N
	$F_e = C_e \mu_0 L_n (q_B + q_G) g \cos \delta \sin \epsilon$ 式中: $C_e = 0.4$ (30°槽角); $C_e = 0.5$ (45°槽角) $\mu_0 = 0.3 \sim 0.4$	
F_e	——装有两辊的回程分支托辊	N
	$F_e = \mu_0 L_n q_B g \cos \lambda \cos \delta \sin \epsilon$ 式中: $\mu_0 = 0.3 \sim 0.4$	
F_{g1}	被输送物料与导料栏板间的摩擦阻力:	N
	$F_{g1} = \frac{\mu_2 I_V \rho g l}{v^2 b_1^2}$ 式中: $\mu_2 = 0.5 \sim 0.7$	
F_r	输送带清扫器的摩擦阻力:	N
	$F_r = A p \mu_3$ 式中: p 一般为 $3 \times 10^4 \sim 10 \times 10^4 \text{ N/m}^2$	
F_a	犁式卸料器的摩擦阻力:	N
	$F_a = B k_a$ 式中: k_a 一般为 1500 N/m	

忽略较小的附加阻力和特种阻力来简化计算是可行的,只需把加料段的惯性阻力和摩擦阻力、加速段被输送物料在导料栏板侧壁间的摩擦阻力、输送带清扫器的摩擦阻力以及托辊前倾的摩擦阻力考虑进去。

5.1.5 公式适用范围

所提出的传动滚筒上圆周力的计算公式仅适于均匀而连续加载的输送机。

在有坡度变化的不平整地面上运行的或只向下倾斜运行的带式输送机,输送带经常处于部分有载情况,其圆周力应按下述不同载荷条件计算。

a) 输送机空载;

b) 输送机全长满载;

c) 在具有上升、水平或轻微下降运行的输送机区段上有载荷,而其余的区段上无载荷,这些有载荷的区段需要做正功;

d) 在具有上升、水平或轻微下降运行的输送机区段上无载荷,而其余的区段上有载荷,这些有载荷的区段则需要做负功。

如此求得的传动滚筒最大圆周力用来设计驱动系统。

如果有一种或几种载荷条件下的传动滚筒出现负圆周力,则驱动系统需要负功率,这就需要引入一个比计算需要正功率的输送机所用的基本值稍小的 f 值,如 5.1.3 指出的。在进行驱动系统和制动系统设计时,这种情况下的最大正驱动力和最大负制动力都要考虑。

5.2 带式输送机所需运行功率

带式输送机传动滚筒所需运行功率 $P_A(\text{kW})$,取决于圆周驱动力 F_U 和输送带速度 v ,即:

$$P_A = F_U v \dots\dots\dots (8)$$

式中: F_U ——圆周驱动力, kN ;

v ——输送带速度, m/s 。

驱动电机所需的运行功率,应计入驱动系统的传动效率。由公式(9a)或(9b)计算。

——对需要正功率的输送机

$$P_M = \frac{P_A}{\eta_1} \dots\dots\dots (9a)$$

——对需要负功率的输送机

$$P_M = P_A \eta_2 \dots\dots\dots (9b)$$

式中: η_1 ——一般在 0.85~0.95 之间选取;

η_2 ——一般在 0.95~1.0 之间选取。

5.3 输送带张力

5.3.1 概述

作用于输送带的张力沿输送机全长是变化的。它的大小取决于:

——带式输送机的路线;

——传动滚筒的数量和布置;

——驱动和制动系统的特性;

——输送带张紧装置的型式和位置;

——输送机的载荷情况:起动、稳定运行、制动、停车;又分为空载、满载或部分有载。

考虑输送带本身强度和受输送带张力作用的其他输送机部件的强度,作用在输送带上的张力应尽可能小。

但是,为保证输送机的正常运行,输送带张力必须满足以下两个条件:

a) 在任何情况下,作用在输送带上的张力应使得全部传动滚筒上的圆周力通过摩擦传递到输送带上,而输送带与传动滚筒之间不出现打滑;

b) 作用在输送带上的张力应足够大,使得两组托辊间的输送带不出现过大的垂度。

5.3.2 传动滚筒上圆周力的传递

将圆周力 F_U 从传动滚筒传递到输送带上,如图 2 所示,必须在传动滚筒上输送带的松边保持一个张力 F_2 。这个张力可用公式(10)计算。

$$F_{2,\min} \geq F_{U,\max} \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \dots\dots\dots (10)$$

式中: $F_{U,\max}$ ——输送机满载起动或制动时,最常出现的最大圆周力, kN ;

μ ——传动滚筒与输送带间的摩擦系数,其值可由表 4 确定;

φ ——传动滚筒的围包角,其值根据几何条件确定,一般约为 $2.8 \sim 4.2 (160^\circ \sim 240^\circ)$ 。

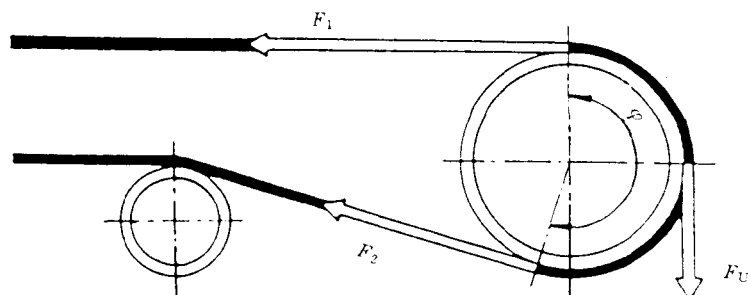


图 2 作用于输送带的张力

5.3.3 输送带下垂度的限制

为了限制两组托辊间的输送带下垂度,作用在输送带上的最小张力 $F_{\min}$ 必须满足公式 (11a) 和 (11b):

——对于上分支(承载分支)

$$F_{\min} \geq \frac{a_0(q_B + q_G)g}{8(h/a)_{\text{adm}}} \quad (11a)$$

——对于下分支(回程分支)

$$F_{\min} \geq \frac{a_L q_B g}{8(h/a)_{\text{adm}}} \quad (11b)$$

在输送机上任何一点张力都不得小于这些值。最大允许下垂度 $(h/a)_{\text{adm}}$ 一般在 $0.005 \sim 0.02$ 之间确定。

表 4 传动滚筒与橡胶输送带间的摩擦系数 μ

滚筒覆盖面 运行条件	无覆盖面	带人字形沟槽 的橡胶覆盖面	带人字形沟槽的 聚氨酯甲酸脂覆盖面	带人字形沟槽 的陶瓷覆盖面
干燥	0.35~0.4	0.4~0.45	0.35~0.4	0.4~0.45
清洁和潮湿 (有水)	0.1	0.35	0.35	0.35~0.4
污浊和潮湿 (有泥土或粘泥沙)	0.05~0.1	0.25~0.3	0.2	0.35

5.3.4 输送带张力的变化和最大张力

应对每一种载荷情况确定必要的张力及其在输送机长度上的变化。它是驱动和制动装置数量、布置及其特性的函数。它的确定要根据拉紧装置的类型和位置,在输送带的最小张力上加上或减去运行阻力、输送带和物料质量引起的作用力以及作用在所有传动滚筒上的圆周力。

必要的最小张力由传动滚筒传递圆周力的能力或输送带的允许垂度来确定。对于某一给定载荷情况下所需张力的最大值通常适合于所有其他载荷情况,尽管在其他载荷情况下并不需要这样大,但实际上在不同的载荷情况下采用不同的张紧力既不合理也不现实。

用来选择输送带和确定输送带尺寸的、作用在输送带上的最大张力 $F_{\max}$,是不能用一个普通有效的公式来表示的。

仅对一些比较简单但又是经常遇到的输送机,即:

- 水平输送机或只有很小倾斜角的输送机；
 - 只有一个传动滚筒；
 - 用来停止整台输送机的制动力较小；
 - 所需最小输送带张力不是由其他任何布置或运行条件(如输送带垂度条件)所确定。
- 对这样的输送机,最大输送带张力可以用公式(12)近似计算(见图2)。

$$F_{\max} \approx F_1 \approx F_0 \xi \left(\frac{1}{e^{\mu \varphi} - 1} + 1 \right) \quad (12)$$

系数 ξ 考虑的是输送机在起动时的圆周力要比稳定运行时大。根据驱动特性,系数 ξ 在1.3~2.0之间确定。

在其他复杂情况下,作用于输送带上的张力及其变化应由专家详细分析计算。

6 具有光滑无花纹输送带的输送机的输送能力和横截面

带式输送机最大输送能力 I_V (m^3/s)用公式(13)计算。

$$I_V = Svk \quad (13)$$

式中: S ——输送带上物料最大横截面面积, m^2 ;

v ——输送带速度, m/s ;

k ——输送机的倾斜系数。

输送带上物料最大横截面面积取决于:

- a) 输送带的可用宽度 b (m),它是输送带宽度 B (m)的函数;
- b) 槽形,即辊的数量和尺寸(中间辊长度 l_3)以及它们的布置(槽形托辊侧辊轴线与水平线间的夹角 λ);
- c) 输送带上物料流的横截面形状(正如本标准所说明的)是由运行堆积角 θ (见2.1)所限定的抛物线。

输送带的可用宽度 b (m)一般由公式(14a)和(14b)确定。

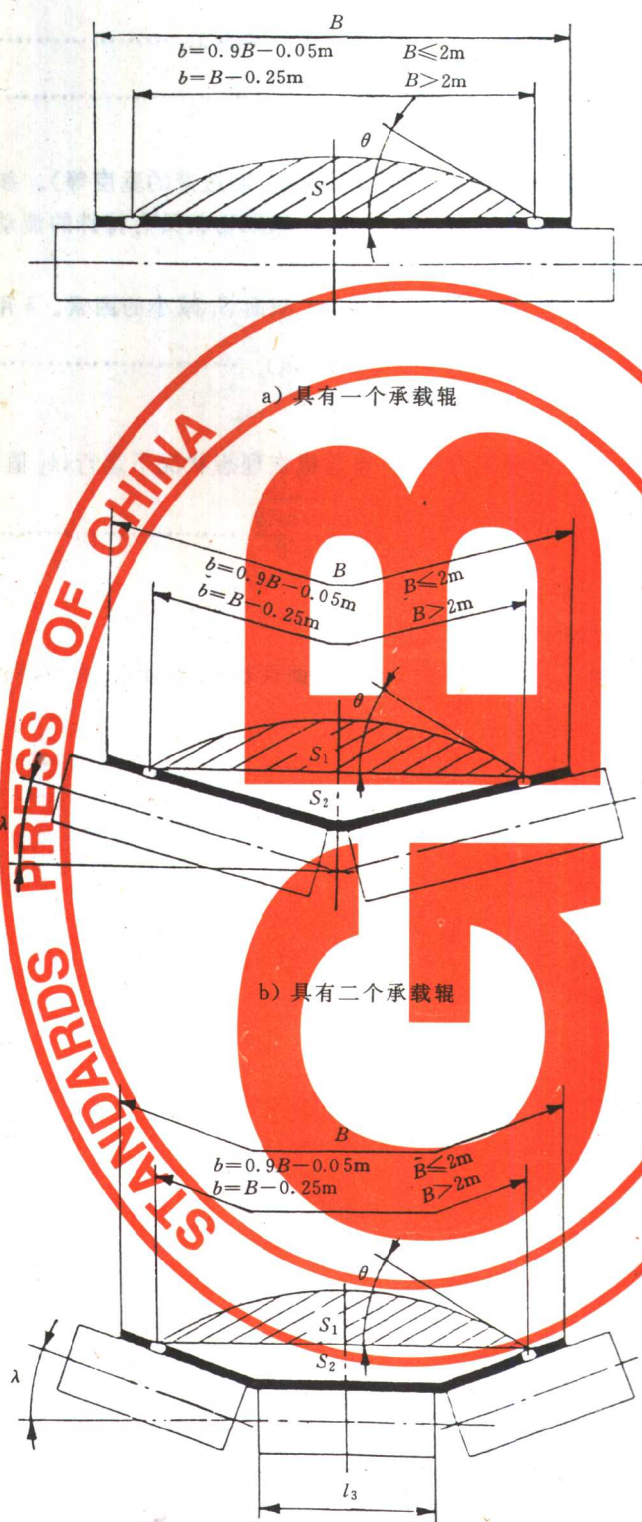
——对 $B \leq 2\text{m}$

$$b = 0.9B - 0.05 \quad (14a)$$

——对 $B > 2\text{m}$

$$b = B - 0.25 \quad (14b)$$

对于水平运行的输送带,且具有一辊、二辊或三辊的托辊,输送带上物料最大横截面面积 S ,可使用运行堆积角 θ 计算出(上部)截面 S_1 与(下部)截面 S_2 相加来确定(见图3)。



c) 具有三个承载辊

图 3 槽形横截面

$$S_1 = [l_3 + (b - l_3)\cos\lambda]^2 \frac{\operatorname{tg}\theta}{6} \dots\dots\dots (15a)$$

$$S_2 = (l_3 + \frac{b - l_3}{2}\cos\lambda)(\frac{b - l_3}{2}\sin\lambda) \dots\dots\dots (15b)$$

$$S = S_1 + S_2 \dots\dots\dots (15c)$$

对于一辊或二辊的托辊,中间辊的长度为0。

运行堆积角 θ 取决于被输送的物料和输送条件(如速度、输送带的垂度等)。如果运行堆积角未知,可利用静堆积角(见2.2)按 $\theta = 0.75\alpha$ 来近似计算。然而,如果物料具有特殊的流动性,如很粘或自流动性很好,那么 θ 值偏离此近似值很大。

当在输送带的倾斜段加料时,确定倾斜系数 k 要计入截面 S_1 减小的因素。 k 用公式(16)计算。

$$k = 1 - \frac{S_1}{S}(1 - k_1) \dots\dots\dots (16)$$

式中: k_1 ——截面 S_1 的减小系数。

如果被输送的是经过筛分的中等块度的物料,输送机在理想状况下运行, k_1 值可用公式(17)计算。

$$k_1 = \sqrt{\frac{\cos^2\delta - \cos^2\theta}{1 - \cos^2\theta}} \dots\dots\dots (17)$$

式中: δ ——输送机在运行方向上的倾斜角,($^\circ$);

θ ——被输送物料的运行堆积角,($^\circ$)。

由公式(15)至(17)可以看到,当 δ 等于 θ 时,上部截面面积 S_1 不存在,只有下部截面面积 S_2 在起作用。