

输送带力学性能参数测试方法的研究

刘月琴 孙连生

(青岛第六橡胶厂, 266021)

黄松元

(太原重型机械学院, 030024)

摘 要

输送带的结构及其力学性能对带式输送机的性能和发展有着重要的作用,其力学性能参数是带式输送机由静态设计过渡到动态设计所必需的数据。通过输送带动态弹性模量 M 的测试与计算,根据最后一次迟滞回线图所含面积代表的变性能,可求得粘滞系数 η 、滞后时间 τ 、永久伸长率 $\epsilon_{\text{永}}$ 和弹性伸长率 $\epsilon_{\text{弹}}$ 等参数。这些参数的测得可促进输送带和带式输送机设计达到一个新的水平,有利于我国输送带产品进入国际市场。

关键词: 输送带, 输送机械, 弹性模量, 粘滞系数, 滞后时间

1 前言

输送带是带式输送机的最重要的构件之一。它既作为承载构件以承载被输送的物料;亦作为牵引构件来传递动力。因此,它是带式输送机摩擦传动理论中的一个基本因素,对带式输送机的摩擦传动理论、多驱动装置传动理论及功率分配、输送带的成槽性及其使用寿命、起制动过程的动态响应、输送带受力后应力波的传播、输送机的振动与共振、张紧效应与张紧行程等都有着极其重要的影响。特别是在当今带式输送机向着长距离、高速度、大运量方向发展的情况下,输送带的结构及其力学性能对带式输送机的性能和发展起着十分重要的作用。

我国对输送带的力学性能尚未进行过深入和系统的研究,不可能提出输送带的力学性能参数指标,造成近年来出现了国外客商拒绝订货的问题,直接影响了我国输送带的出口业务。因此,开展对输送带的粘弹性力学性能参数的试验研究,有着重要的理论和实际意义。

1988年,我们在上海煤炭科学院测试中心采用美国 MTS-810 型材料试验机开展对国产输送带粘弹性力学性能参数的测试研究,

以后又于 1990、1991、1992 年又作了若干次测试,在 1992 年底,在历年试验的基础上参考了 ISO9856-1989 标准的规定,又对多种输送带进行了规范化试验。现将试验情况介绍如下。

2 试样制备

2.1 试样准备

试样应在输送带制成 5 天后割取,且必须在距带两边部至少 50mm 处分别割取一块试样,再在带的中部割取一块试样,这是 ISO9856-1989 规定的,但该标准要求将试样置于 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 和相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 的条件下至少停放 3 天,使试样进行状态调节。我们的试验按照 GB2941-1982 的规定,在相同温度和湿度的条件下至少停放 16h,以进行试样的状态调节。

2.2 试样尺寸

织物芯输送带试样宽度为 50mm,其长度为两标距之间有效测量长度 300mm 加上两端夹持部分长度。我们的试验是取夹持长度为 100mm,GB3690-1983 规定夹持长度不小于 50mm,而我们增加了夹持长度是为了使试样夹持部分的面积增大,以增加夹持力。

关于钢丝绳芯输送带试样尺寸, ISO9856-1989 未有具体规定。根据 GB9770-1988 规定的钢丝绳间距, 我们对试样宽度的选取原则为: ① 试验宽度尺寸尽量接近于 50mm; ② 试样至少包含 3 根钢丝绳; ③ 钢丝绳沿宽度尺寸作对称布置。因此, 此次试验规定钢丝绳芯输送带的试样宽度为 50mm、48mm 和 $3d$ (d 为钢丝绳间距), 试样长度为有效测量长度 300mm 再加上两端夹持长度各 100mm, 共计 500mm。

3 试样夹持部分覆盖胶厚度的处理

通过试验表明, 如果夹持部分的覆盖胶太厚, 则试样在试验时容易打滑, 且因橡胶为弹性体, 从记录仪图形上看会产生很大的位移, 很难求得钢丝绳芯输送带稳定的迟滞回线图形, 也就很难求得弹性模量值; 如果夹持部分的覆胶太薄, 实际上等于夹持住了钢丝绳, 而不是钢丝绳芯输送带, 但 ISO9856-1989 标准对此未作明确的规定。我们规定织物芯输送带夹持部分覆盖胶厚度各为 1.5mm (指夹持部分上下覆盖胶厚度), 钢丝绳芯输送带夹持部分上下两层覆盖胶各为 3mm, 超过此厚度的覆盖胶须除去。

4 测试方法

4.1 夹持力

在试验时, 试样夹持部分的夹持力应保持试样不打滑, 但不允许夹持力过大而导致夹持部分织物芯或钢丝绳芯被破坏。具体夹持力需要多大, 根据试样拉伸强度的不同而异, ISO9856-1989 对此未作具体规定。

4.2 初拉力

试验前先施加初应力, 使试样得以拉紧。初应力值为试样公称拉伸强度的 0.5%。

4.3 变化载荷

试验时, 对试样施加频率为 0.1Hz 的正弦波变化载荷 (相当于变化载荷的周期为 10s), 织物芯输送带试样试验时为其拉伸强

度的 2%~10%; 钢丝绳芯输送带试样试验时为其拉伸强度的 2%~12%, 这相当于输送带实际工作情况时所承受的最小张力和最大张力值。

4.4 加载次数

加载次数一般为 200 次, 在记录第一次迟滞回线图形后, 每隔 50 次落笔记录一次迟滞回线图, 至 150~200 次之间应增加落笔次数, 以观察两相邻的图形是否重合, 至 200 次仍不重合, 可适当增加加载次数至重合为止。

4.5 图形记录

选取比例 K_x (mm/cm)、 K_y (N/cm) 值, 每加载循环 50 次落笔记录迟滞回线图形一次。第 200 次图形 (或最终一次图形) 曲线还须另行单独绘制一次, 以便度量 ΔF 、 ΔL (弹性伸长) 值, 整理数据后再按比例 K_x 、 K_y 求其实际值, 如附图所示。

5 动态弹性模量的测定

由第 200 次 (或最终一次) 迟滞回线图, 度量 ΔF 、 ΔL 值。

$$\Delta F = Y \cdot K_y$$

$$\Delta L = X \cdot K_x \quad (K_x, K_y \text{ 代表绘图的比例尺})$$

根据试样的宽度 B 和原始测量长度 L_0 , 求出 σ 和 ϵ 值。根据下式计算输送带的动态弹性模量 M , 单位为 N/mm。

$$M = (\Delta F/B) / (\Delta L/L_0) = \sigma/\epsilon$$

式中 ΔF ——试样所承受的在带的拉伸强度于 2%~10% (或 12%) 之间的负荷差值, N;

B ——试样宽度, mm;

L_0 ——试样原始标距有效测量长度, mm;

ΔL ——弹性伸长, mm;

σ ——输送带应力, N/mm²;

ϵ ——试样伸长率, %。

同时, 根据最后一次迟滞回线图形所含面积值代表的变形能, 可求出粘滞系数 η 、滞

后时间 τ :

$$\eta = (\Delta A \cdot L_0) / (2\pi^2 \cdot \omega \cdot f \cdot B)$$

式中 η ——粘滞系数, N·s/mm;

ΔA ——最后一次回线图面积所代表的变形能, N·mm;

f ——加载频率, 1/s;

ω ——动拉伸试样的应变幅值 ($\omega = \Delta L / 2$), mm。

$$\tau = \eta / M$$

式中 τ ——滞后时间, s

6 部分试验结果

通过了多次试验验证之后, 制定出了符合我国国情的输送带测试方法标准草案, 根据此草案于 1992 年 12 月对 11 种规格、34 个试样的输送带分别进行了测试, 其部分结果如附表所示。

附表 部分规格与品种输送带力学性能测试参数

| 输送带 规格与品种 | 永久伸长率 % | 弹性伸长率 % | 弹性模量 N/mm | 粘滞系数 N·s/mm | 滞后时间 s |
|------------------------------|------------|------------|--------------|----------------|-----------|
| 1000×6(4.5+1.5) ^① | 1.47 | 0.47 | 5319.1 | 1567.5 | 0.29 |
| 1200×7(4.5+1.5) ^① | 2.03 | 0.51 | 5748.3 | 1617.5 | 0.28 |
| 1000×8(4.5+1.5) ^① | 1.70 | 0.50 | 6740.0 | 2040.2 | 0.30 |
| 1000×9(4.5+1.5) ^① | 1.91 | 0.53 | 7169.8 | 2073.3 | 0.29 |
| 800×4(3+1.5) ^② | 2.75 | 1.37 | 4835.8 | 770.8 | 0.16 |
| 1200×7(6+3) ^② | 3.33 | 1.57 | 7070.1 | 1123.2 | 0.16 |
| 1000×8(6+3) ^③ | 0.68 | 0.42 | 20952.4 | 2823.6 | 0.13 |

注: ①骨架层为 21[#]/18×12 普通棉帆布输送带;

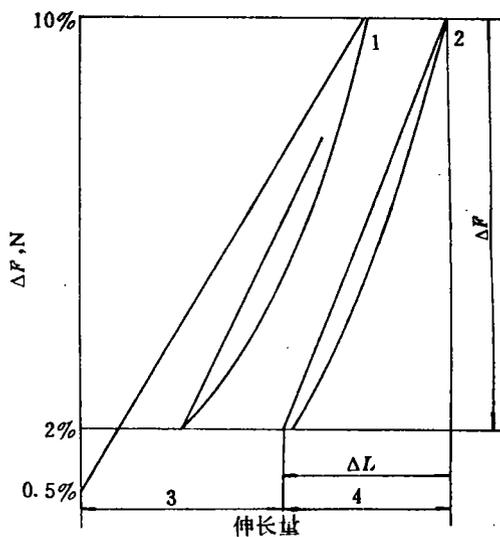
②骨架层为 NN-200 普通国产尼龙帆布输送带;

③骨架层为 21[#]/20×14 普通维纶帆布输送带。

7 结束语

①输送带的永久伸长率、弹性伸长率、动态弹性模量、粘滞系数和滞后时间等参数, 是评定输送带物理机械性能的重要项目; 是带式输送机由静态设计过渡到动态设计所需要的参数。

②由于我国一直未系统、全面地进行输送带评定参数的测试研究, 还没有积累有规范化的数据, 这给输送带的制造、使用、销售和发展以及输送机械的设计和使用的带来了无法克服的困难。时至今日, 我们必须开展这项工作, 各生产厂家生产的各种规格的输送带都必须具有这方面的测试数据, 以便促进输送带和带式输送机设计达到一个新的水平, 同时更有利于我国输送带进入国际市场, 取得更大的经济和社会效益。



附图 输送带试验拉力对伸长的曲线图

1—第一次循环; 2—第 200 次循环;

3—永久伸长; 4—弹性伸长

(收稿日期: 1993-02-26)