

第三章

运动和力的关系

专题强化四 传送带模型和“滑块—木板”模型



栏目导航

核心考点·重点突破

考点 1

传送带模型

(能力考点·深度研析)

解答传送带问题，应做好两个分析

1. 传送带模型的受力分析

(1) 摩擦力方向的判断：同向“以快带慢”、反向“互相阻碍”。

(2) 共速时摩擦力可能突变：

① 滑动摩擦力突变为零；

② 滑动摩擦力突变为静摩擦力；

③ 摩擦力方向突变。

2. 传送带模型的运动分析

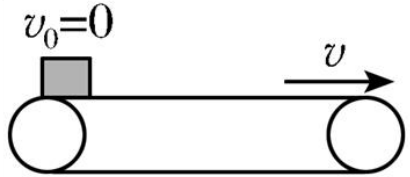
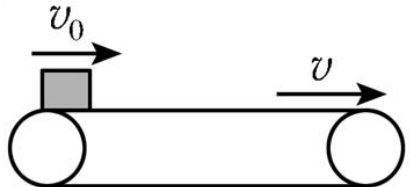
(1)参考系的选择：①研究物体的速度、位移、加速度时均以地面为参考系；②研究物体的滑行痕迹等一般以传送带为参考系。

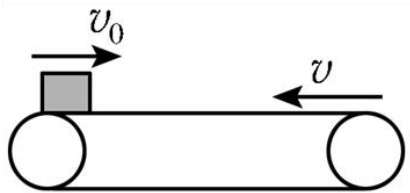
(2)判断共速后物体能否与传送带保持相对静止。

(3)判断物体在达到共速之前是否滑出传送带。



►考向1 水平传送带模型

情景	滑块的运动情况	
	$l \leq \frac{v^2}{2\mu g}$ 时, 一直加速	$l > \frac{v^2}{2\mu g}$ 时, 先加速后匀速
	$v_0 < v$ 且 $l \leq \frac{v^2 - v_0^2}{2\mu g}$ 时, 一直加速	$v_0 < v$ 且 $l > \frac{v^2 - v_0^2}{2\mu g}$ 时, 先加速再匀速
	$v_0 > v$ 且 $l \leq \frac{v_0^2 - v^2}{2\mu g}$ 时, 一直减速	$v_0 > v$ 且 $l > \frac{v_0^2 - v^2}{2\mu g}$ 时, 先减速再匀速

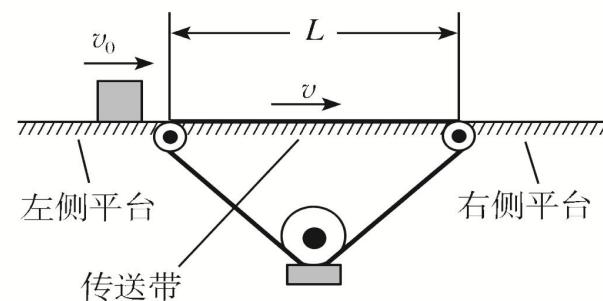
情景	滑块的运动情况	
	$l \leq \frac{v_0^2}{2\mu g}$ 时，滑块一直减速到右端	$l > \frac{v_0^2}{2\mu g}$ 时，滑块先减速到速度为 0，后被传送带传回左端 若 $v_0 < v$ ，则返回到左端时速度为 v_0 ；若 $v_0 > v$ ，则返回到左端时速度为 v



例① 如图, 相距 $L=11.5\text{ m}$ 的两平台位于同一水平面内, 二者之间用传送带相接。传送带向右匀速运动, 其速度的大小 v 可以由驱动系统根据需要设定。质量 $m=10\text{ kg}$ 的载物箱 (可视为质点), 以初速度 $v_0=5.0\text{ m/s}$ 自左侧平台滑上传送带。载物箱与传送带间的动摩擦因数 $\mu=0.10$, 重力加速度取 $g=10\text{ m/s}^2$ 。

- (1) 若 $v=4.0\text{ m/s}$, 求载物箱通过传送带所需的时间;
(2) 求载物箱到达右侧平台时所能达到的最大速度和最小速度。

由于传送带速度不确定, 当载物箱一直加速时, 到达右端速度最大, 一直减速时, 到达右端速度最小。



传送带问题关键是判断物体一直变速还是先变速后匀速。可先假设一直变速, 计算所需位移, 再与传送带实际长度比较。

本题: $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 其中 $a = -\mu g = -1\text{ m/s}^2$

$x = 4.5\text{ m} < L = 11.5\text{ m}$

所以先减速 (4.5 m) 后面 7 m 再匀速

[解析] (1) 传送带的速度 $v=4.0\text{ m/s}$ 时，载物箱在传送带上先做匀减速运动，设其加速度大小为 a ，由牛顿第二定律有

$$\mu mg=ma\text{①}$$

设载物箱滑上传送带后匀减速运动的距离为 s_1 ，

由运动学公式有

$$v^2-v_0^2=-2as_1\text{②}$$

联立①②式，代入题给数据得

$$s_1=4.5\text{ m}\text{③}$$

因此，载物箱在到达右侧平台前，速度先减小至 v ，然后开始做匀速运动。设载物箱从滑上传送带到离开传送带所用的时间为 t_1 ，做匀减速运动所用的时间为 t_1' ，由运动学公式有

$$v = v_0 - at_1' \quad ④$$

$$t_1 = t_1' + \frac{L - s_1}{v} \quad ⑤$$

联立①③④⑤式并代入题给数据得

$$t_1 = 2.75 \text{ s} \quad ⑥$$

(2)当载物箱滑上传送带后一直做匀减速运动时，到达右侧平台时的速度最小，设为 v_1 ；当载物箱滑上传送带后一直做匀加速运动时，到达右侧平台时的速度最大，设为 v_2 。由动能定理有

$$-\mu mgL = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \text{⑦}$$

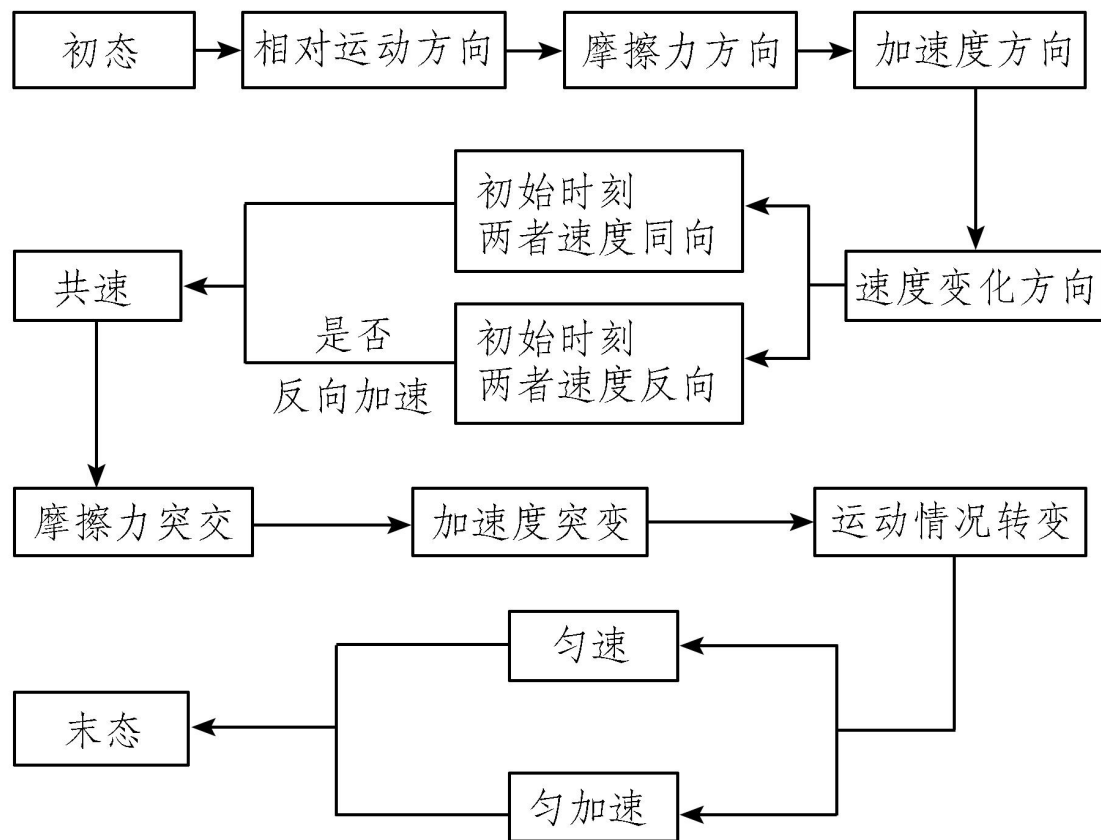
$$\mu mgL = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \text{⑧}$$

由⑦⑧式并代入题给数据得

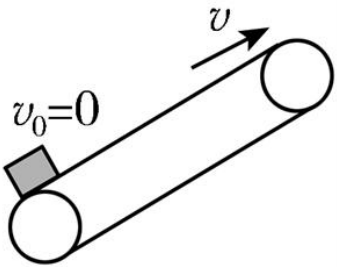
$$v_1 = \sqrt{2} \text{ m/s}, \quad v_2 = 4\sqrt{3} \text{ m/s}。$$

[答案] (1)2.75 s (2) $4\sqrt{3}$ m/s $\sqrt{2}$ m/s

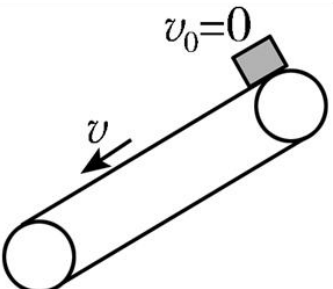
要注意三个状态的分析——初态、共速和末态



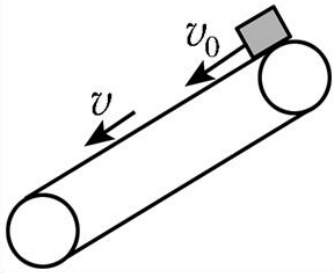
►考向2 倾斜传送带模型

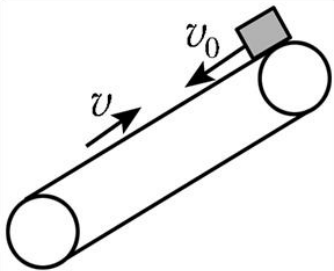
情景	滑块的运动情况	
	$l \leq \frac{v^2}{2a}$ 时 ($a = \mu g \cos \theta - g \sin \theta$) 一直加速 (一定满足关系 $g \sin \theta < \mu g \cos \theta$)	$l > \frac{v^2}{2a}$ 时, 先加速后匀速 (一定满足关系 $g \sin \theta < \mu g \cos \theta$)



情景	滑块的运动情况	
	$l \leq \frac{v^2}{2a}$, 一直加速(加速度为 $g \sin \theta + \mu g \cos \theta$)	$l > \frac{v^2}{2a}$ 时, 若 $\mu \geq \tan \theta$, 先加速后匀速
		$l > \frac{v^2}{2a}$ 时, 若 $\mu < \tan \theta$, 先以 a_1 加速, 后以 a_2 加速

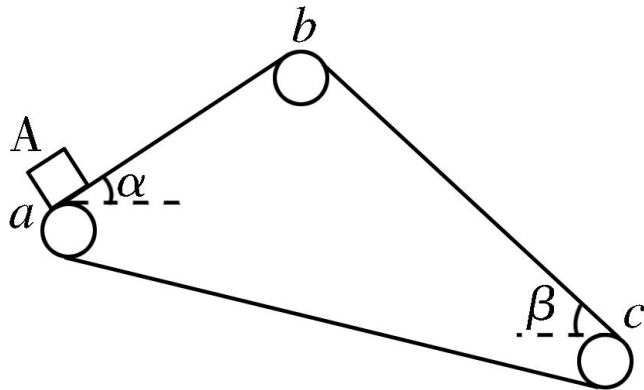


情景	滑块的运动情况	
	$l \leq \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ 时, $v_0 < v$ 时, 一直加速(加速度为 $g \sin \theta + \mu g \cos \theta$)	$l > \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ 且 $v_0 < v$ 时, 若 $\mu \geq \tan \theta$, 先加速后匀速; 若 $\mu < \tan \theta$, 先以 a_1 加速, 后以 a_2 加速
	$l \leq \frac{v_0^2 - v^2}{2a}$ 且 $v_0 > v$ 时, 若 $\mu < \tan \theta$, 一直加速, 加速度大小为 $g \sin \theta - \mu g \cos \theta$, 若 $\mu \geq \tan \theta$, 一直减速, 加速度大小为 $\mu g \cos \theta - g \sin \theta$	$l > \frac{v_0^2 - v^2}{2a}$ 且 $v_0 > v$ 时, 若 $\mu \geq \tan \theta$, 先减速后匀速; 若 $\mu < \tan \theta$, 一直加速

情景	滑块的运动情况	
 (摩擦力方向一定沿斜面向上)	$g \sin \theta > \mu g \cos \theta$, 一直加速; $g \sin \theta = \mu g \cos \theta$, 一直匀速	
	$l \leq \frac{v_0^2}{2a}$ 且 $\mu > \tan \theta$ 时, 一直减速 ($a = \mu g \cos \theta - g \sin \theta$)	$l > \frac{v_0^2}{2a}$ 且 $\mu > \tan \theta$ 时, 先减速到速度为 0 后反向加速, 若 $v_0 \leq v$, 加速到原位置时速度大小为 v_0 ; 若 $v_0 > v$, 运动到原位置时速度大小为 v



例^② 如图所示，为一传送货物的传送带 abc ，传送带的 ab 部分与水平面夹角 $\alpha=37^\circ$ ， bc 部分与水平面夹角 $\beta=53^\circ$ ， ab 部分长为4.7 m， bc 部分长为7.5 m。一个质量 $m=1\text{ kg}$ 的物体A(可视为质点)与传送带间的动摩擦因数 $\mu=0.8$ 。传送带沿顺时针方向以速率 $v=1\text{ m/s}$ 匀速转动。若把物体A轻放到 a 处，它将被传送带送到 c 处，此过程中物体A不会脱离传送带。求物体A从 a 处被传送到 c 处所用的时间。(sin $37^\circ=0.6$ ，sin $53^\circ=0.8$ ， g 取 10 m/s^2)



[解析] 物体A在传送带 ab 上相对滑动时, 由牛顿第二定律得

$$\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma_1,$$

$$\text{解得 } a_1 = 0.4 \text{ m/s}^2,$$

$$\text{物体运动到与传送带速度相等时所需的时间 } t_1 = \frac{v}{a_1} = 2.5 \text{ s},$$

$$\text{此段时间内物体运动的位移 } s_1 = \frac{v^2}{2a_1} = \frac{1^2}{2 \times 0.4} \text{ m} = 1.25 \text{ m} < s_{ab},$$

在 ab 部分做匀速运动的运动时间

$$t_2 = \frac{s_{ab} - s_1}{v} = \frac{4.7 - 1.25}{1} \text{ s} = 3.45 \text{ s}.$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/857044162154010011>