

第3节：动力学中的“传送带”模型

广州市玉岩中学 曾洁

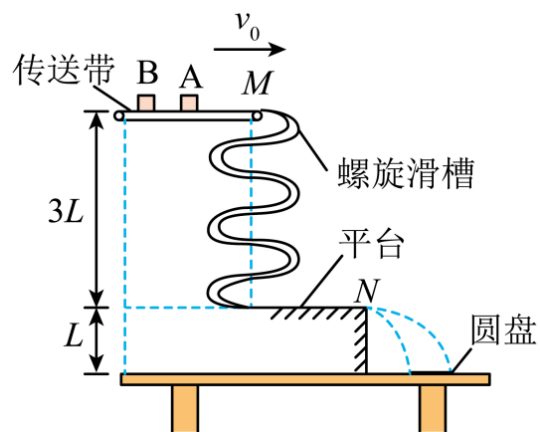
目标要求



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

- ■ ■ ■ 考点一 水平传送带
- ■ ■ ■ 考点二 倾斜传送带
- ■ ■ ■ 考点三 动力学和能量观点综合应用，图像问题

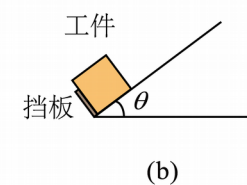
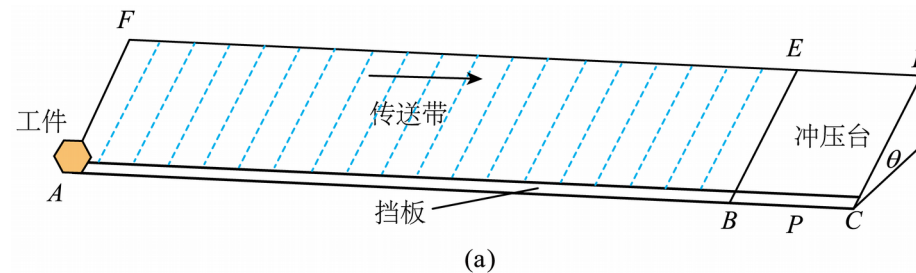
2023 广东高考 T15



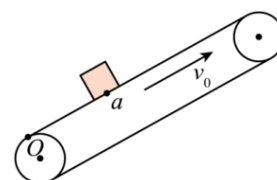
2024 湖北高考 T14



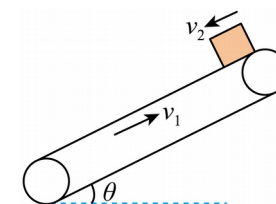
2026 广州二模 T15



2026 深圳二模 T10



2025 肇庆二模 T7





三、多过程、多对象

5. (2026·广州市二模) 图 (a) 是用于工件加工的送料冲压机工作区示意图, 矩形区域 $ABEF$ 为可调速的传送带、矩形区域 $BCDE$ 为固定冲压台, 传送带和冲压台在同一平面内, 且与水平面夹角 $\theta=37^\circ$ 。固定挡板与 $ACDF$ 面垂直交于 ABC , ABC 在水平面内, 且 AB 长 $L_1=2.0\text{m}$, BC 长 $L_2=0.4\text{m}$ 。 P 为 BC 的中点, 每次工件停在 P 点时被瞬间冲压。图 (b) 是工件运动的侧视图。调节传送带速度为 v_1 , 工件甲从 A 点滑上传送带, 恰好停在 P 点。调节传送带速度为 v_2 , 工件乙从 A 点滑上传送带, 在 P 点与甲碰撞, 碰后乙停止, 甲滑出冲压台, 后续工件重复乙的运动和冲压过程。已知工件质量均为 $m=0.5\text{kg}$, 滑入传送带和滑出冲压台的速度均为 $v_0=0.8\text{m/s}$; 工件与传送带、冲压台间动摩擦因数均为 $\mu_1=0.5$, 与挡板间动摩擦因数 $\mu_2=0.4$, 工件尺寸忽略不计且运动过程中与挡板间弹力视为不变; 重力加速度 g 取 10m/s^2 , $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$ 。

(1) 求工件在冲压台上滑行时, 冲压台和挡板对工件弹力 N_1 、 N_2 的大小;

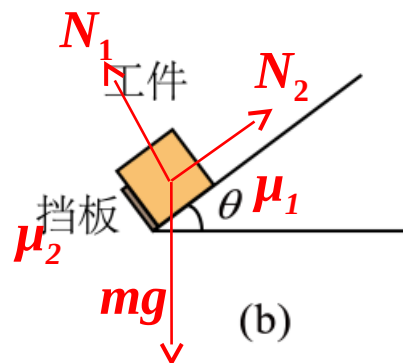
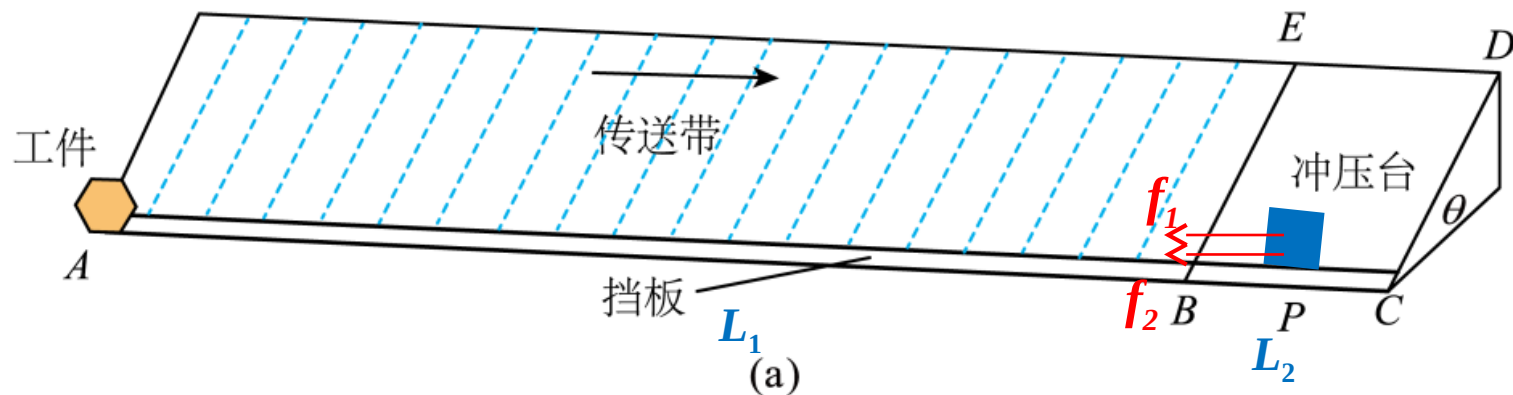
(2) 求工件在冲压台上滑行的加速度大小, 及传送带速度 v_1 、 v_2 的大小;

(3) 求工件在传送带上滑行的加速度大小, 及传送带速度 v_1 、 v_2 的大小;

$$N_1 = mg \cos \theta = 4\text{N}$$

$$N_2 = mg \sin \theta = 3\text{N}$$

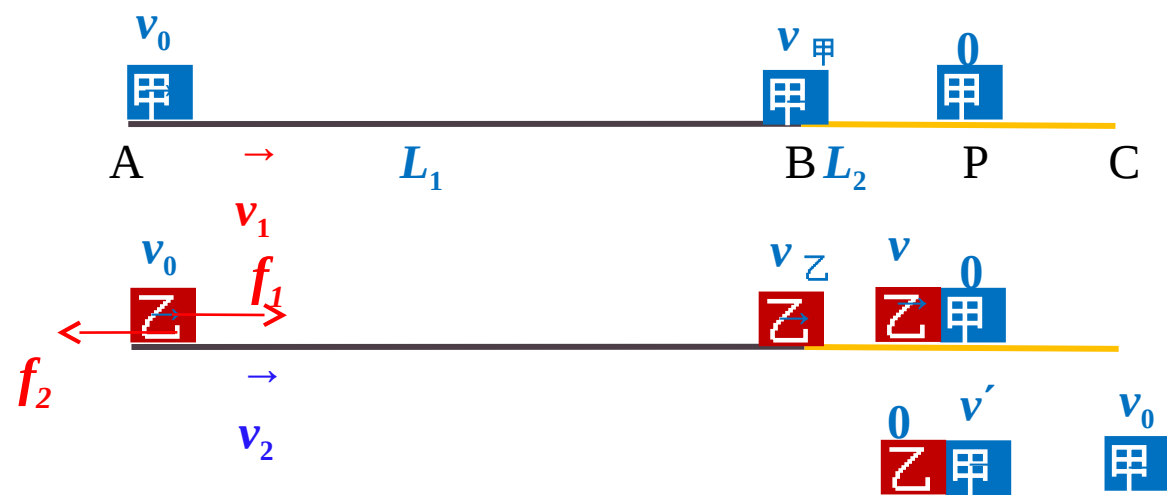
$$\mu_1 N_1 + \mu_2 N_2 = ma_1 \quad \text{得 } a_1 = 6.4\text{m/s}^2$$



调节传送带速度为 v_1 ，工件甲从 A 点滑上传送带，恰好停在 P 点。

调节传送带速度为 v_2 ，工件乙从 A 点滑上传送带，在 P 点与甲碰撞，碰后乙停止，甲滑出冲压台，

后续工件重复乙的运动和冲压过程。已知工件质量均为 $m=0.5\text{kg}$ ，滑入传送带和滑出冲压台的速度均为 $v_0=0.8\text{m/s}$ (2) 求工件在冲压台上滑行的加速度大小，及传送带速度 v_1 、 v_2 的大小；



对甲, $B \rightarrow P$: $v_{\text{甲}}^2 = 2a_1 \frac{L_2}{2}$

得 $v_{\text{甲}} = 1.6\text{m/s}$

甲乙碰撞瞬间 : $mv = mv'$

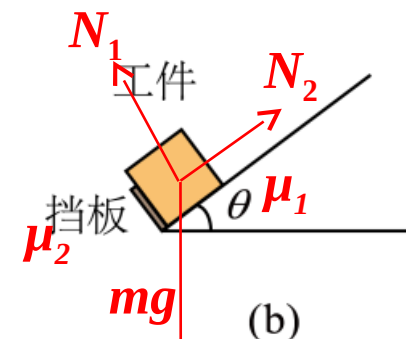
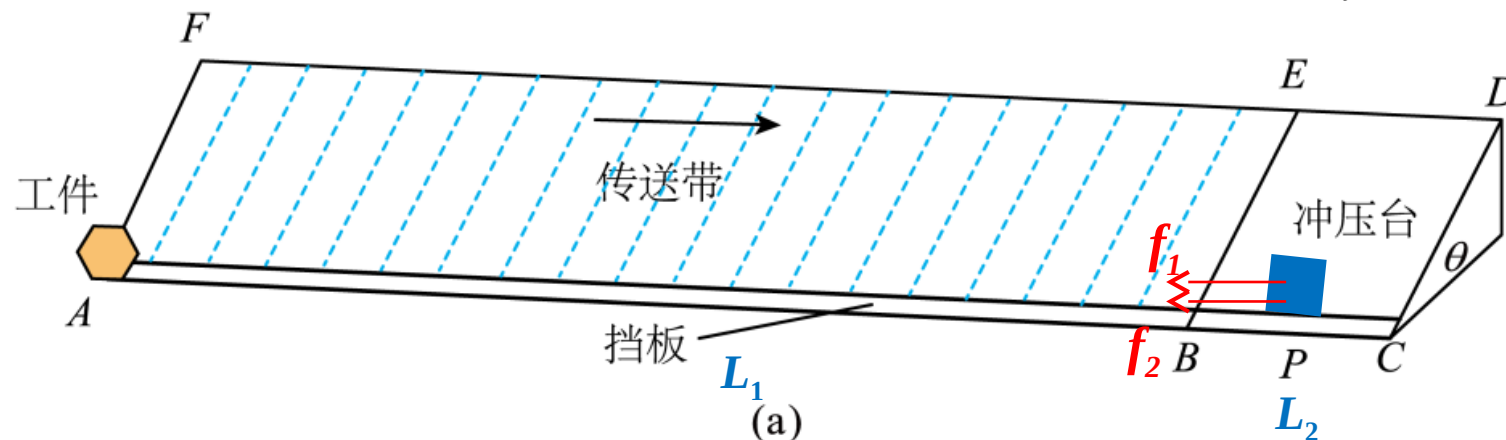
得 $v' = v$

等效成乙从 $B \rightarrow C$: $v_0^2 - v_{\text{乙}}^2 = -2a_1 L_2$ 得 $v_{\text{乙}} = 2.4\text{m/s}$

$v_{\text{乙}} < v_0$

乙在传送带上匀加 : $\mu_1 N_1 - \mu_2 N_2 = ma_2$ 得 $a_2 = 1.6\text{m/s}^2$

假设乙在传送带上全程匀加 : $v_t^2 - v_0^2 = 2a_2 L_1$ 得 $v_t \approx 2.65\text{m/s} > v_{\text{乙}}$, 假设不成立

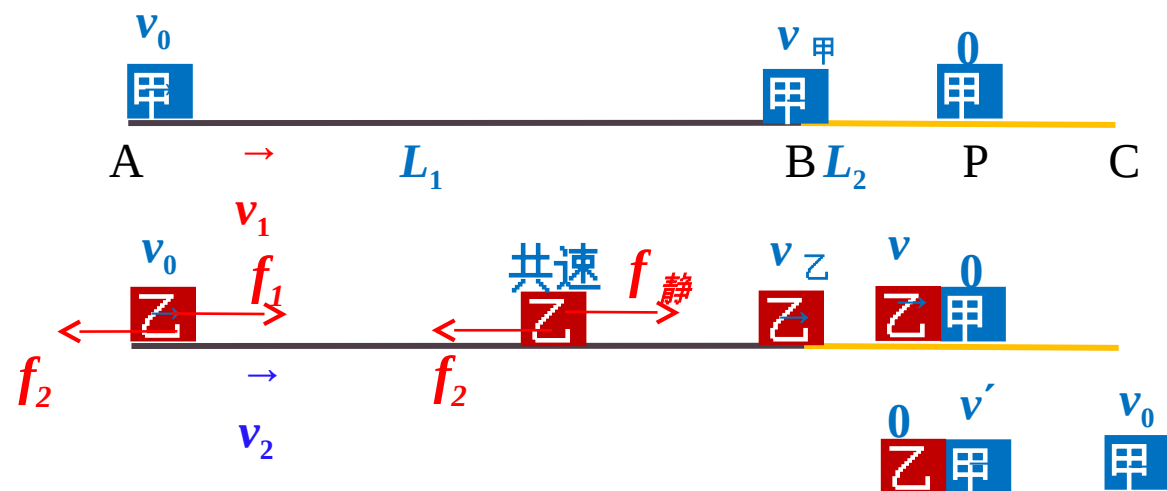


$\mu_1 N_1 + \mu_2 N_2 = ma_1$ 得 $a_1 = 6.4\text{m/s}^2$

调节传送带速度为 v_1 ，工件甲从 A 点滑上传送带，恰好停在 P 点。

调节传送带速度为 v_2 ，工件乙从 A 点滑上传送带，在 P 点与甲碰撞，碰后乙停止，甲滑出冲压台，

后续工件重复乙的运动和冲压过程。已知工件质量均为 $m=0.5\text{kg}$ ，滑入传送带和滑出冲压台的速度均为 $v_0=0.8\text{m/s}$ (2) 求工件在冲压台上滑行的加速度大小，及传送带速度 v_1 、 v_2 的大小；



对甲, $B \rightarrow P$: $v_{\text{甲}}^2 = 2a_1 \frac{L_2}{2}$ 得 $v_{\text{甲}} = 1.6\text{m/s}$

甲乙碰撞瞬间 : $mv = mv'$ 得 $v' = v$

等效成乙从 $B \rightarrow C$: $v_0^2 - v_{\text{乙}}^2 = -2a_1 L_2$ 得 $v_{\text{乙}} = 2.4\text{m/s}$

$v_{\text{乙}} < v_0$
乙在传送带上匀加 : $\mu_1 N_1 - \mu_2 N_2 = ma_2$ 得 $a_2 = 1.6\text{m/s}^2$

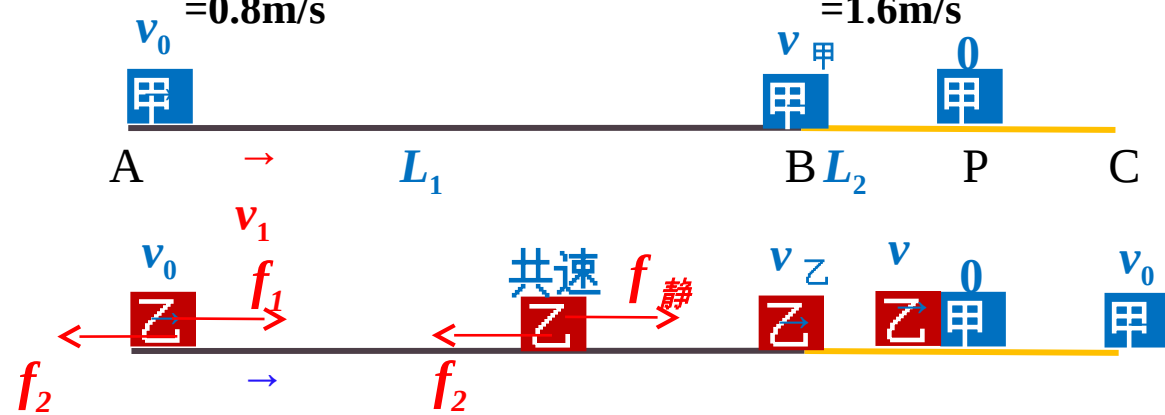
假设乙在传送带上全程匀加 : $v_t^2 - v_0^2 = 2a_2 L_1$ 得 $v_t \approx 2.65\text{m/s} > v_{\text{乙}}$, 假设不成立

说明乙在传送带上先匀加，共速后匀速离开 : 传送带的速度 $v_1 = v_{\text{甲}} = 1.6\text{m/s}$ $v_2 = v_{\text{乙}} = 2.4\text{m/s}$

调节传送带速度为 v_1 ，工件甲从 A 点滑上传送带，恰好停在 P 点。

调节传送带速度为 v_2 ，工件乙从 A 点滑上传送带，在 P 点与甲碰撞，碰后乙停止，甲滑出冲压台，

后续工件重复乙的运动和冲压过程。已知工件质量均为 $m=0.5\text{kg}$ ，滑入传送带和滑出冲压台的速度均为 $v_0=0.8\text{m/s}$ 。现有 n 个工件，要全部完成送料冲压，求发动机对传送带多做的功。



工件在冲压台上匀减： $\mu_1 N_1 + \mu_2 N_2 = ma_1$ 得 $a_1 = 6.4\text{m/s}^2$

乙在传送带上匀加： $\mu_1 N_1 - \mu_2 N_2 = ma_2$ 得 $a_2 = 1.6\text{m/s}^2$

乙在传送带上先匀加，共速后匀速离开：

传送带的速度 $v_1 = v_{\text{甲}} = 1.6\text{m/s}$ $v_2 = v_{\text{乙}} = 2.4\text{m/s}$

(3) 工件 1 (甲) 匀加 $v_1 = v_0 + a_2 t_1$ 得 $t_1 = 0.5\text{s}$ 相对位移 $\Delta x_1 = v_1 t_1 - (v_0 t_1 + \frac{1}{2} a_2 t_1^2)$ 得 $\Delta x_1 = 0.2\text{m}$

电机多做功 $W_1 = \frac{1}{2} m(v_1^2 - v_0^2) + \mu_1 N_1 \Delta x_1 + \mu_2 N_2 L_1$ 得 $W_1 = 3.28\text{J}$

工件 2 (乙) 匀加 $v_2 = v_0 + a_2 t_2$ 得 $t_2 = 1\text{s}$ 相对位移 $\Delta x_2 = v_2 t_2 - (v_0 t_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2)$ 得 $\Delta x_2 = 0.8\text{m}$

电机多做功 $W_2 = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_0^2) + \mu_1 N_1 \Delta x_2 + \mu_2 N_2 L_1$ 得 $W_2 = 5.28\text{J}$

工件 3

...

工件 n

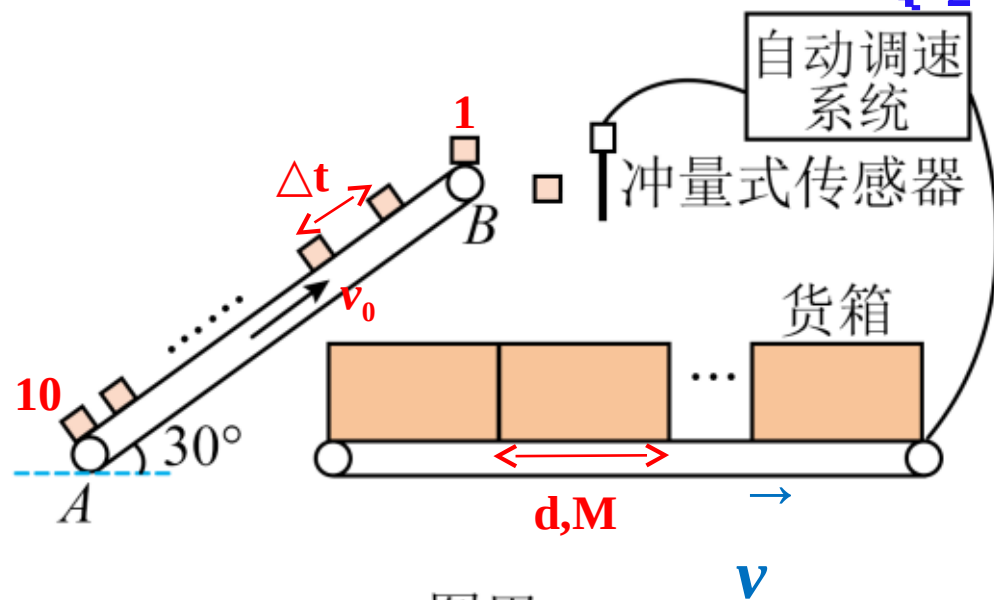
电机多做的总功： $W = W_1 + (n-1) W_2$ 得 $W = (5.28n - 2) \text{J}$

6. (2025 广西高考真题) 图甲为某智能分装系统工作原理示意图，每个散货经倾斜传送带由底端 A 运动到顶端 B 后水平抛出，撞击冲量式传感器使其输出一个脉冲信号，随后竖直掉入以与水平传送带共速度的货箱中，此系统利用传感器探测散货的质量，自动调节水平传送带的速度，实现按规格分装。倾斜传送带与水平地面夹角为 30° ，以速度 v_0 匀速运行。若以相同的时间间隔 Δt 将散货以几乎为 0 的速度放置在倾斜传送带底端 A ，从放置某个散货时开始计数，当放置第 10 个散货时，第 1 个散货恰好被水平抛出。散货与倾斜传送带间的动摩擦因数 μ ，到达顶端前已与传送带共速。设散货与传感器撞击时间极短，撞击后竖直方向速度不变，水平速度变为 0。每个长度为 d 的货箱装总质量为 M 的一批散货。若货箱之间无间隔，重力加速度为 g 。分装系统稳定运行后，连续装货，某段时间传感器输出的每个脉冲信号与横轴所围面积为 I 如图乙，求这段时间内：

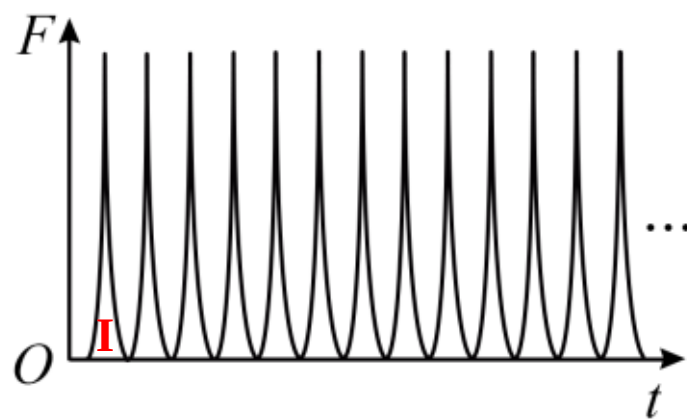
- (1) 单个散货的质量。
- (2) 水平传送带的平均传送速度大小。
- (3) 倾斜传送带的平均输出功率。

(1) 单个散货撞击时，由动量定理
$$\begin{cases} Ft = 0 - mv_0 \\ I = Ft \end{cases} \Rightarrow m = \frac{I}{v_0}$$

(2) 一个货箱装满时
$$n = \frac{M}{m}, d = v \cdot n\Delta t \Rightarrow v = \frac{dI}{Mv_0\Delta t}$$

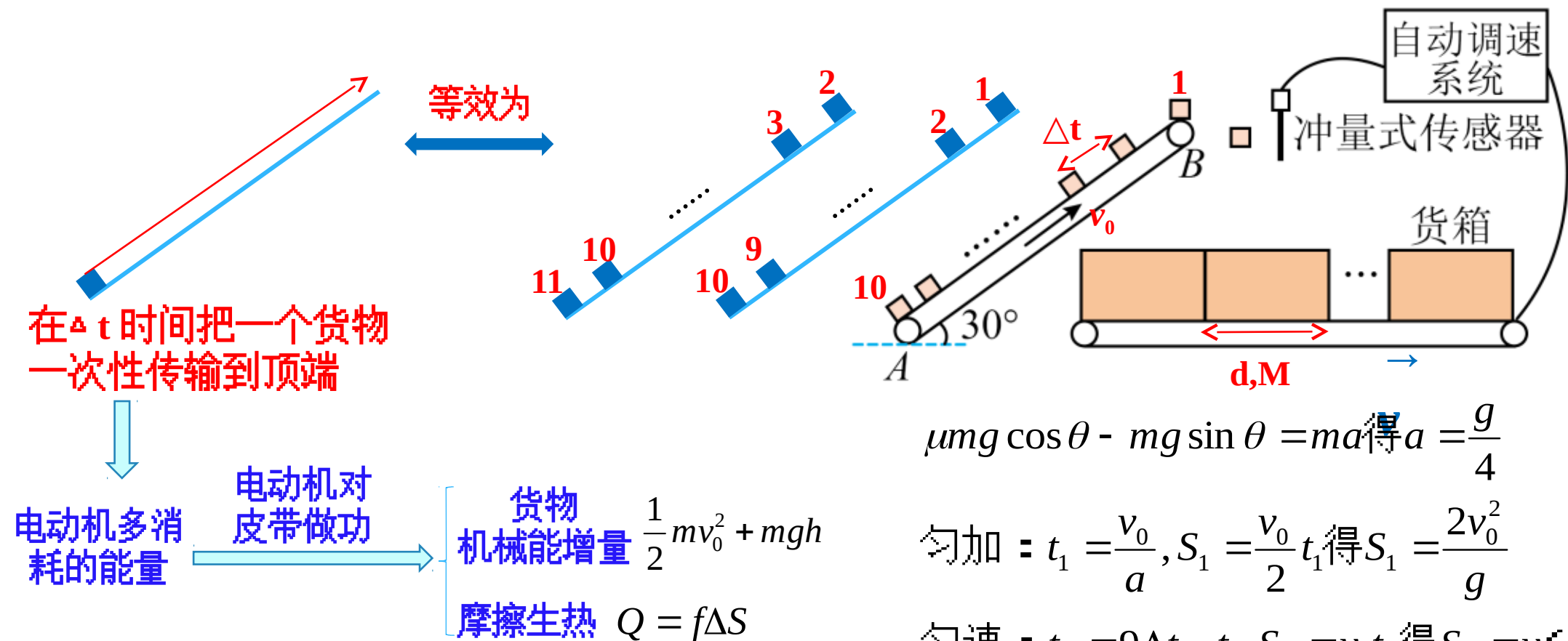


图甲



图乙

(3) 倾斜传送带的平均输出功率。



$$\mu mg \cos \theta - mg \sin \theta = ma \text{ 得 } a = \frac{g}{4}$$

$$\text{匀加} : t_1 = \frac{v_0}{a}, S_1 = \frac{v_0}{2} t_1 \text{ 得 } S_1 = \frac{2v_0^2}{g}$$

$$\text{匀速} : t_2 = 9\Delta t - t_1, S_2 = v_0 t_2 \text{ 得 } S_2 = v_0 \left(9\Delta t - \frac{4v_0}{g} \right)$$

$$\text{全程} : L = S_1 + S_2$$

$$\text{摩擦生热} : Q = \mu mg \cos \theta \cdot \Delta S$$

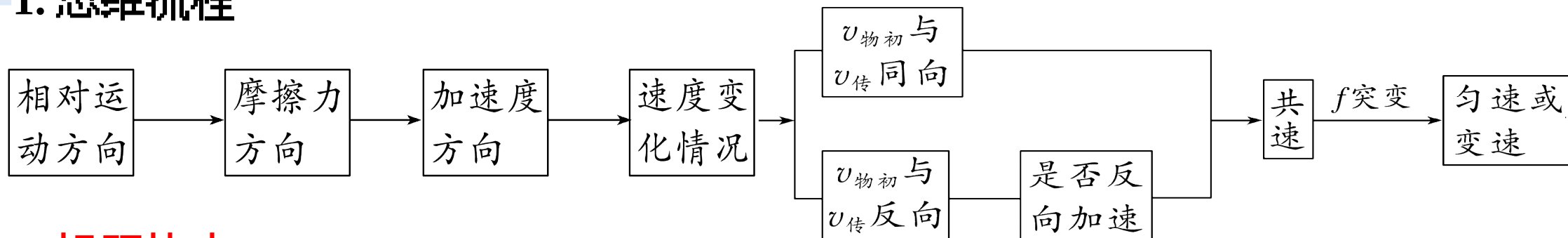
$$\text{相对位移} : \Delta S = v_0 t_1 - \frac{v_0}{2} t_1 \text{ 得 } \Delta S = \frac{2v_0^2}{g}$$

$$\text{每传送1个货物多做功} : W = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgL \sin \theta + Q \quad \text{功率} : P = \frac{W}{\Delta t} \quad \text{得 } P = \frac{Iv_0}{\Delta t} + \frac{9gL}{2}$$

小结



1. 思维流程



2. 解题策略

① 动力学观点；② 能量观点；③ 动量观点。

3. 方法技巧

① “合”——整体上把握全过程，构建大致的运动情境；

② “分”——将全过程进行分解，分析每个子过程对应的基本规律；

③ “合”——找出各子过程之间的联系，以衔接点为突破口，寻求解题最优方案。



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

谢谢

