

# 注重思维过程 培养物理观念\*

——缘起 2020 年高考全国理综Ⅲ卷第 25 题

孙春成 (江阴市青阳中学 江苏 214401)

**摘 要** 2020 年高考全国理综Ⅲ卷第 25 题以传送带为载体,主要对牛顿第二定律、匀变速直线运动和动量定理等知识进行考查,涉及运动与相互作用观和能量观。本题过程多,涉及的知识点也多,综合性强,需要学生灵活构建知识点间的联系,注重受力分析和运动过程分析,培养物理观念。笔者认为在平时的教学过程中应注重思维过程,借助微专题让学生自己分析、反思和总结,深刻把握运动与相互作用的关系,实现物理观念的建构、理解和应用。

**关键词** 2020 年高考 全国Ⅲ卷 思维过程 物理观念

**文章编号** 1002-0748(2021)3-0063

**中图分类号** G633·7

**文献标识码** B

**原题:**如图 1 所示,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  $v_0 = 5 \text{ m/s}$  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  $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。

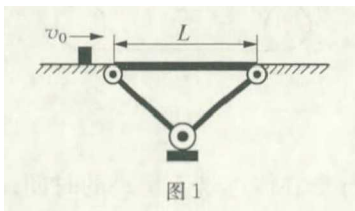


图 1

(1) 若  $v = 4 \text{ m/s}$ ,求载物箱通过传送带所用的时间;

(2) 求载物箱到达右侧平台时所达到的最大速度和最小速度;

(3) 若  $v = 6 \text{ m/s}$ ,载物箱滑上传送带  $\Delta t = \frac{13}{12} \text{ s}$  后,传送带速度突然变为零。求载物箱从左侧平台向右侧平台运动的过程中,传动带对它的冲量。

## 1 分析过程 解决问题

本题通过改变传送带的速度大小,使物块在传送带上有不同的运动情况。

第一小问,已知传送带速度小于载物箱的速度,

所以载物箱在传送带上先做匀减速运动,当速度减小到和传送带速度相同时,通过判断载物箱相对地面的位移和传送带长度的关系,分析物块后面是否和传送带一起匀速运动。

首先对载物箱进行受力分析,由牛顿第二定律有:

$$\mu mg = ma$$

载物箱在传送带上匀减速运动到和传送带速度相同时的位移  $x_1$  可以表示为:

$$-2ax_1 = v^2 - v_0^2$$

得出  $x_1$  为  $4.5 \text{ m}$ ,所用的时间为  $t_1$ ,  $v = v_0 - at$ 。发现  $x_1$  小于传送带的长度,所以载物箱和传送带一起匀速运动  $L - x_1 = 7 \text{ m}$ ,则  $L - x_1 = vt_2$ 。总的时间为  $t = t_1 + t_2 = 2.75 \text{ s}$ 。

第二小问,由于传送带的速度大小可变,所以载物箱在传送带上既可以做加速运动,也可以做减速运动,当一直做加速运动时滑到右侧的速度最大(传送带的速度不小于这个最大速度),一直做减速运动时滑到右侧的速度最小(传送带的速度不大于这个最小速度),根据动能定理有:

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

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

\* 基金项目: 本文系江苏省教育科学“十三五”2018 年度重点课题“指向深度学习的高中物理‘思维型’课堂构建的研究”(立项编号: C-b/2018/02/43)的研究成果。

从而得出最大速度为  $v_1 = 4\sqrt{3}$  m/s, 最小速度为  $v_2 = \sqrt{2}$  m/s。

第三小问, 当传送带的速度为 6 m/s 时, 大于载物箱的速度  $v_0$ , 小于最大速度  $v_1$ , 所以载物箱先做匀加速运动, 加速度大小为  $1 \text{ m/s}^2$ , 所以匀加速到  $v_0$  只需要 1 s 的时间, 还有  $\frac{1}{12}$  s 做匀速直线运动, 根据匀变速直线运动规律, 两个阶段运动的位移分别为  $x_2 = 5.5 \text{ m}$  和  $x_3 = 0.5 \text{ m}$ , 两者之和小于传送带长度, 所以载物箱还要继续向前做匀减速直线运动。由

$$-2a(L - x_2 - x_3) = v_3^2 - v^2$$

得出  $v_3 = 5 \text{ m/s}$ , 和  $v_0$  大小和方向一样, 根据动量定理:

$$I = m(v_3 - v_0)$$

得出结果为 0。

## 2 评析试题 把握方向

传送带是以真实物理现象为依据的问题, 既能训练学生的科学思维, 又能联系科学、生产和生活实际, 以传送带为载体可以提出很多类型的物理问题, 因而受到高考命题专家的长期青睐。

本题的载物箱滑上传送带的初速度恒定, 传送带的速度可变, 并且根据传送带的速度小于和大于载物箱的速度的不同情境, 设置不同的问题。上面笔者只是提供了一种常规的解法, 也可以以传送带为参考系用相对运动进行计算, 也可以借助图像找到思路进行解决, 具体过程这里不再一一赘述。本题载物箱的受力分析比较简单, 难点在于运动过程的分析 and 计算。

第一小问载物箱的初速度大于传送带的速度, 所以先减速, 再讨论匀速运动过程。第二小问比较开放, 传送带的速度未知, 但载物箱的加速度大小恒定, 传送带两端的距离恒定, 所以一直匀加速时到右端速度最大, 一直匀减速时到右端速度最小。第三小问涉及三个运动过程, 需要根据受力情况和限制条件(传送带速度和长度)进行判断, 最后利用动量定理进行判断。

本题对牛顿第二定律、匀变速直线运动、动能定理和动量定理等知识进行考查, 比较综合, 涉及多个运动过程的判断和计算, 如果对运动与相互作用关系没有深刻的理解, 很容易出现理解偏差和计算

错误。

## 3 用微专题 培养观念

“微专题”复习立足于学生的原有知识和认知结构, 整合相关的物理概念、规律、原理、模型和思想方法等, 形成一种联系紧密、逻辑清晰的知识结构, 进一步升华为物理观念。挖掘错误资源、巧用变式拓展、深度关联整合是促进观念建构的有效策略, 下面以“传送带微专题”教学为例进行探讨。

### 3.1 挖掘错误资源

学生呈现出来的“错误”或认知冲突是实施教学最好的“资源”。错误只是表象, 本质上它反映了学生知识结构和认知结构的不完备。要充分分析学情, 揭示错误的原因, 帮助学生把握知识本质。

例题 1 (2005 年江苏) 水平传送带被广泛地应用于机场和火车站, 用于对旅客的行李进行安全检查。如图 2 为一水平传送带装置示意图, 绷紧的传送带 AB 始终保持  $v_0 = 2 \text{ m/s}$  的恒定速率运行, 一质量为  $m = 4 \text{ kg}$  的行李无初速地放在 A 处。设行李与传送带间的动摩擦因数  $\mu = 0.1$ , A、B 间的距离  $L = 3.0 \text{ m}$ ,  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ 。

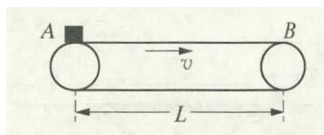


图 2

- (1) 求行李在传送带上运动的时间;
- (2) 求行李在传送带上留下的痕迹长度。

在解决第二小问求痕迹的长度的过程中, 有的学生是这样写的:

$$“x = \frac{1}{2}at^2” \text{ 或 } “x = \frac{v^2}{2a}”$$

但老师并不能断定学生的解法就是错的, 有可能他这里的“ $a$ ”表示相对传送带加速度, “ $v$ ”表示相对传送带的速度。在课堂上采取互动的方式揭示错误原因。

师: 说说这里的“ $a$ ”“ $v$ ”是相对哪个参考系的?

生: 相对地面的。

师: 那这里求出来的位移就是相对地面的。它能不能表示所要求的痕迹长度呢?

接下来可以采取三个层次的学生活动来帮助学生理解这个问题。

首先, 演示实验定性感知。操作: 一只手拿一

张白纸,另一只手拿一支笔,笔尖压在白纸上,现在两者以相同的速度一起向右水平移动,让学生也在课桌上进行相同的操作。老师提出问题“观察到有没有痕迹”,学生回答“没有”,老师马上追问“笔相对地面有没有位移”。

其次,追问促进理解痕迹的本质。在上面的基础上老师继续追问“那么你们觉得怎样才能形成痕迹”,学生很快意识到“只有两者相对运动才能形成痕迹”。理解痕迹的长度是两个物体的相对位移。

最后,通过  $v-t$  图象再来进一步加深理解。让学生画出传送带与木块的  $v-t$  图象,如图 3 所示。

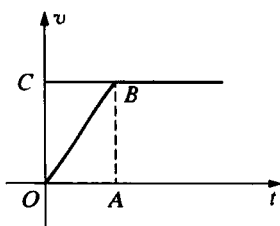


图 3

### 3.2 巧用变式拓展

高三复习课利用变式拓展能使问题不断深化,通过变条件、变情境、变模型等方法使零散的知识点有机地串联起来,达到以点带面的效果,实现“少而精”的目标,形成结构化知识,培养物理观念。

对于上面的例子中的第一小问,进行变式训练。

变式 1: 若传送带的速度为  $v_0 = 2.2 \text{ m/s}$ ,其他条件不变,求行李在传送带上运动的时间?学生算出来的结果为  $2.46 \text{ s}$ 。

变式 2: 若传送带的速度为  $v_0 = 3 \text{ m/s}$ ,其他条件不变,求行李在传送带上运动的时间?此时学生算出来的结果是  $\sqrt{6} \text{ s}$ 。

变式 3: 若传送带的速度为  $v_0 = 4 \text{ m/s}$ ,其他条件不变,求行李在传送带上运动的时间?学生回答依然是  $\sqrt{6} \text{ s}$ 。让学生将上述物块在传送带上的运动过程用  $v-t$  图象画出来。

变式 4: 在物块初速度及与传送带的动摩擦因数恒定的情况下,怎样使物块在传送带上运动的时间最短?

通过变式训练和  $v-t$  图象的动态分析使学生对物块在传送带上的运动过程认识不断深化,从而理解有“最短时间”的原因和计算方法。

### 3.3 深度关联整合

高三复习课教学要将高中阶段学习的知识进行关联整合,达到理解和应用大概概念的效果。传动带模型不仅仅涉及力和运动关系的分析,还涉及能量问题,放在一起研究充分发挥了微专题的作用。

例题 2 如图 4 所示,水平传送带长为  $L = 10 \text{ m}$ ,以  $v_0 = 3 \text{ m/s}$  的速度逆时针匀速转动,质量为  $m = 1 \text{ kg}$  的物体以初速度  $v = 2 \text{ m/s}$  滑上传送带的左端,小物体与传送带间动摩擦因数  $\mu = 0.1$ 。求:整个过程中物体与传送带之间产生的热量是多少? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )。

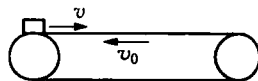


图 4

相对滑动摩擦产生的热量  $Q = F\mu\Delta x$ ,其中  $\Delta x$  是相对位移,即痕迹长度,这样就将能量与运动过程联系了起来。

物块先向右做匀减速直线运动,速度减小到 0 后,再向左做匀加速直线运动,直到离开传送带。对于第一个过程所产生痕迹长度  $\Delta x_1$  的计算是物块与传送带相对地面的位移大小之和还是之差呢?

可以通过运动的相对性来说明:如两个物体 A、B 同时从同一地点相向运动,相对地面的位移大小分别为  $x_1$ 、 $x_2$ ,此时相对位移大小 AB 为  $x_1 + x_2$ 。

第二个过程物体向左做匀加速运动的痕迹长度  $\Delta x_2$  很容易算出来,但是总的痕迹长度是  $\Delta x_1 + \Delta x_2$  还是  $\Delta x_1 - \Delta x_2$  呢?这里依然根据痕迹的成因,从相对运动的角度来解决:第一个过程物块相对传送带向右运动,第二个过程物块相对传送带仍然向右运动,总的物块相对传送带始终向右运动,那么总的痕迹长度就是  $\Delta x_1 + \Delta x_2$ ,代入数据就可以算出相对运动产生的热量。

### 参考文献

- [1] 郭玉英,姚建欣,张静.整合与发展——科学课程中概念体系的建构及其学习进阶[J].课程·教材·教法,2013(02):44—49.
- [2] 任虎虎.指向深度学习的高中物理教学研究[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2019.12.