

# 教材对比研究:从直线运动到曲线运动的衔接处理

李锡均 程敏熙 庄浩丽

(华南师范大学物理与电信工程学院 广东 广州 510006)

(收稿日期:2017-03-09)

**摘要:**通过对比研究人教版、沪科版和粤教版3个版本的教材在直线运动到曲线运动的衔接处理,分别从章节设置、引入方式和方法讲解这3个方面总结出3个版本教材各自的优缺点,并在最后结合教学实际提出“集众家之长”的改进设想.

**关键词:**教材对比研究 曲线运动 衔接教学

## 1 前言

### 1.1 教学背景

在目前我国高中《物理·必修1》的教材中,主要讲授了匀变速直线运动、力学基本知识以及力与运动的关系等运动学基础知识.学生在学习完必修1后,其力学体系的基本框架、分析方法已经有了一个雏形.考虑到学生在学习必修1时的物理水平处于初始阶段,因此必修1所涉及的内容都停留在较为简单的直线运动范畴.

然而,在现实生活中相比起直线运动,曲线运动更为常见且更为普遍.同时也由于学生的物理分析能力已随着学习进程而有所提升,因此在高中物理必修2中便开始讲授包括抛体运动、圆周运动等曲线运动的内容.

若在直线运动的基础上,能顺利地进入曲线运动的学习,学生将更好地掌握牛顿第二定律在不同运动形式中的运用,进一步加深对力、速度、加速度及三者之间关系的理解.

### 1.2 教学难点:由一维到二维

与直线运动在一维层面上的分析不同,在研究曲线运动的时候,学生需要计算处理的维度将会从一维转到二维,这样一来,若不能很好地掌握曲线运动的分析方法,学生在更为复杂的二维平面曲线运动计算面前将会显得束手无策,从而造成学习上的困难.

而通过研究教材,可以发现为了能够使学生更

好地掌握曲线运动的知识内容,不同版本的教材都在从直线运动到曲线运动的教学衔接上进行了相应的处理,如通过合理安排章节顺序使教学进程更加平滑,以良好的引入方法使学生更容易接受新知识等.不同教材都在此显示出了各自特色.

因此,为了突破从直线运动到曲线运动的教学难点,更好地实现两者间的衔接处理,本文对人教版、沪科版和粤教版3个版本的教材在这部分的处理上进行了对比研究.希望藉此统合各版本教材的长处优点,获得启发.

## 2 教材对比

本文将分别从章节设置、引入方式和分析方法讲解3个方面对3个版本的教材进行研究.

### 2.1 章节设置

在章的设置上,3个版本的教材都把与曲线运动的相关章节放在了必修2的一开始,也就是紧接在必修1运动描述、匀变速直线运动、力与运动及牛顿运动定律之后.由于研究曲线运动时也需要用到直线运动的相关知识,因此这样的顺序安排是合理的.

在节的设置上,3个版本的教材的第一节都是介绍抛体运动(或曲线运动),并讲授研究曲线运动的方法,即运动的合成与分解.然后再在后面的内容开展对平抛、斜抛等运动的讲述.课本章节设置如图1(a)、(b)、(c)所示.

第1章 怎样研究抛体运动

- 1.1 飞机投弹与平抛运动
  - 1.2 研究平抛运动的规律
  - 1.3 研究斜抛运动
- (a) 沪科版

第五章 曲线运动

- 1. 曲线运动
  - 2. 平抛运动
  - 3. 实验：研究平抛运动
  - 4. 圆周运动
  - 5. 向心加速度
  - 6. 向心力
  - 7. 生活中的圆周运动
- (b) 人教版

第一章 抛体运动

- 第一节 什么是抛体运动
  - 抛体运动的速度方向
  - 抛体做直线或曲线运动的条件
- 第二节 运动的合成与分解
  - 分运动与合运动
  - 运动的独立性
  - 运动的合成与分解
- 第三节 竖直方向的抛体运动
  - 竖直下抛运动
  - 竖直上抛运动
- 第四节 平抛物体的运动
  - 平抛运动的分解
  - 平抛运动的规律
- 第五节 斜抛物体的运动
  - 斜抛运动的分解
  - 斜抛运动的规律
  - 射程与射高
  - 弹道曲线

(c) 粤教版教材目录

图1 3版本教材目录

然而值得注意的是,粤教版相比于其他两个版本的教材还有一个特别之处,那就是在讲授平抛、斜抛运动之前,还独立设置了一节来讲授竖直方向上的抛体运动。

对于已经能较好掌握必修1内容的学生来说,他们将不难发现竖直方向上的抛体运动,其实就是一个由竖直方向初速度,同时加速度为 $g$ 的匀变速直线运动.通过讲授竖直方向上的抛体运动,不仅能起到让学生在熟悉的情景中进入新知识学习的效果,同时也为后面斜抛运动竖直方向上的运动分析打下一个良好的基础,从一个一举两得的设置上可以看出粤教版编者的独到之处。

不过这种设置也会存在一点小瑕疵,那就是“竖直方向上的抛体运动”这一节内容放在了“运动的合成与分解”和“平抛运动”两节内容的中间,学生在学习完分析曲线运动的方法后,接下来学习的内容却和曲线运动无关,这样有可能会引起学生对前

面知识的遗忘。

2.2 引入方式

在曲线运动的引入方式上,不同版本的教材都显示出了自身特色。

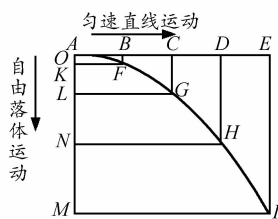
人教版和沪科版都在章首就采用了“生活中不仅有直线运动,还有更为普遍的曲线运动”这一引入思路。

接下来人教版教材便直接开门见山地抛出了问题,“怎么描述曲线运动?”在让学生认识到以往的一维坐标轴已不能满足描述曲线运动的需求后,进而引出适合描述曲线运动的“平面直角坐标系”。

与人教版不同的是,沪科版在正式进入曲线运动的研究前,还利用了生活情景以及物理史料(图2),使得引入过程更富趣味性:先以飞机投弹为情景,引导学生把目光投到“如何研究平抛运动”这一问题上,如图2(a)所示.在让学生进行思考讨论后,教材介绍了历史上物理学家伽利略研究平抛运动的假设,而这一方法正是速度合成与分解的雏形,图2(b)为其示意图。



(a) 飞机投弹情景



(b) 伽利略平抛运动假设

图2 沪科版引入方式

这样一来,沪科版教材不但通过提问的方式引起学生的注意,而且采用的是学生们经常能在影视作品看到的飞机投弹场景,拉近了知识与学生间的距离.同时,采用了历史上物理学家的例子,一方面激发学生兴趣,另一方面也为后面运动合成与分解的知识内容做铺垫,可谓是一举多得。

相比人教版和沪科版在章节一开始就给出曲线运动概念的做法,粤教版在章首选择给出的概念却是抛体运动,通过让学生观察、列举生活中的各种抛体运动,然后再采用“若不是将物体沿竖直方向抛出,则物体的运动轨迹将是一条曲线”这一思路引出曲线运动的概念,课本截图如图3所示.

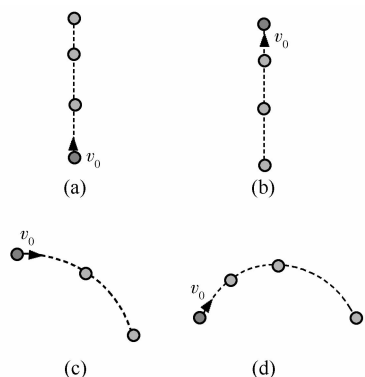


图3 粤教版不同角度的抛体运动轨迹

在引出了曲线运动的概念后,粤教版教材也和人教版一样,对曲线运动的相关性质进行了进一步的探讨.不过和人教版不同的是,粤教版在讨论做曲线运动的条件时,却是先把着眼点放在了“抛体运动做曲线运动的条件”上,通过列举几个不同抛体运动的例子,做出“物体所受合外力与运动方向不同时,将会做曲线运动”的猜想,然后再进行实验的验证(图4),最终得出结论.



图4 粤教版验证运动轨迹与受力方向的关系

粤教版“观察→猜想→验证→得出结论”的做法具有较强的科学探究的精神.不仅如此,通过对抛体运动在何种情况下是直线运动、何种情况下是曲线运动的讨论,也为后面讲授竖直方向上的抛体运动、平抛运动和斜抛运动等内容做了铺垫.

### 2.3 分析方法讲解

在引入了曲线运动的概念后,接下来要讲授的便是分析曲线运动的方法——运动的合成与分解,也正是这种将曲线运动分解成两个不同方向上的直线运动来进行分析的方法,将直线运动和曲线运动很好地连接了起来.也只有在学习了这一分析方法后,学生才算正式地在曲线运动的领域里“登堂入室”.

在2005年旧版的人教版教材里,运动的合成与

分解是被单独作为一节课的内容来进行讲授的.但到了目前新的版本里,这一节内容却被取消了,关于运动的合成与分解的内容被放入了章首的第一节“曲线运动”中.

然而,在最新的人教版“曲线运动”一节内容里,原本用来演示运动的合成与分解的蜡块运动实验(图5)被放在了“曲线运动的性质”和“做曲线运动的条件”这两个内容的中间.新版本的教材在这部分内容里并没有提出“运动的合成与分解”的概念,而是将这种建立直角坐标系并从两个维度来分析运动的手段,作为描述物体运动的一种方法介绍给学生.

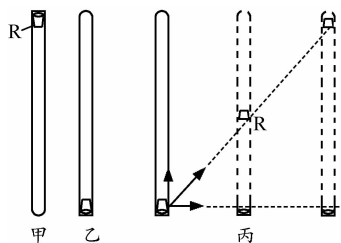
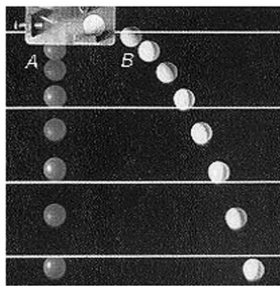


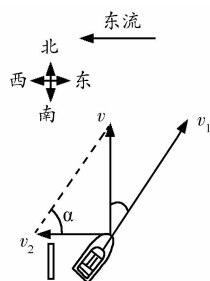
图5 人教版红蜡块演示运动合成与分解实验示意图

人教版做出这种改动,本文对此有少许不解.或者这样改动的本意是将运动的合成与分解思想渗透在整个曲线运动的讲解中,以潜移默化的方式教导学生使用这种分析曲线运动的方法.然而,不把这种方法提炼出来明确地传达给学生,那学生在往后分析其他类似的曲线运动问题时,是否能够快速地记起这种连名字都没有说的方法呢?

沪科版教材虽然也没有单独设置一节内容来讲述运动的合成与分解,但由于在一开始就已经介绍了伽利略研究平抛运动时所作的假设(也就是运动的合成与分解的雏形),接下来利用实验和频闪图片分析对伽利略的假设进行验证,最后水到渠成地引出运动的合成与分解的概念,课本截图如图6所示.



(a) 平抛运动频闪图



(b) 小船过河情景

图6 沪科版课本截图

不仅如此,教材还利用了学生以前的知识基础,将运动的合成与分解和力的合成与分解联系起来,突出了运动中速度、位移、加速度等物理量和力的共同属性,即矢量性.接下来在小船渡河的情景中,从矢量的合成与分解的角度上来分析小船的各个物理量,起到了承上启下的作用,知识点间的过渡平滑,而且针对性强.

粤教版教材则是3个版本教材里最为重视运动的合成与分解的版本,这部分内容被单独设置成一节,先是系统地讲述了合运动和分运动的概念、运动的独立性(图7)等预备知识,明确地提出了“对于复杂运动,可以将其看成是几个简单的分运动的合运动”这一研究曲线运动的方法,最后引出运动的合成与分解,整体思路自然,内容讲解详细、到位.

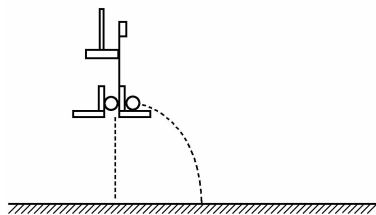


图7 粤教版运动独立性实验示意图

## 2.4 小结

总的来说,3个版本的教材都把曲线运动的内容放在了书本的最开始,这样在学生学完直线运动的知识,有了相关基础后,紧接着过渡到曲线运动的学习,使得学习过程更连贯.比较特别的是粤教版加了竖直方向上抛体运动的内容.

人教版和沪科版采用了“生活中除了直线运动,还有更为普遍的曲线运动”这一引入思路,但与人教版教材开门见山地直接进入曲线运动研究方法的讲解不同,沪科版在正式讲解曲线运动前首先以飞机投弹的情景作为引入,同时还引用了历史上物理学家伽利略解决此类问题的例子.而粤教版则是先

介绍抛体运动的概念,然后再提出曲线运动.

在讲授分析曲线运动的方法——运动的合成与分解上,人教版采用了潜移默化的方式,将这种方法渗透在曲线运动的讲解中,沪科版由于在介绍伽利略的假设时已经提及了运动的合成与分解方法的雏形,于是便可以顺水推舟地通过观察、实验、验证伽利略假设的过程,最后引出运动的合成与分解的概念.而粤教版则是专门设置了一节课的内容来系统讲述运动的合成与分解.

## 3 讨论与思考

通过对3个版本教材在从直线运动到曲线运动衔接处理上的比较,可以发现3个版本教材的编者都采用了符合自身教材特点的教学思路,每个版本都有自己的独到之处.

接下来本文拟在前文教材对比分析的基础上,讨论从中可得到的相关结论与启示.

### 3.1 优化章节顺序 从学生已有知识出发

如前文所述,粤教版教材在章节设置上是3个版本的教材里最有特色的,其中一个特点就是其专门设置了“竖直方向上的抛体运动”这一节内容.由于学生此前已能较好地掌握直线变速运动的相关内容,因此在学习竖直方向上的抛体运动时将会较为容易,同时亦可为后面讲授斜抛运动时在竖直方向上的分析打下良好基础.

然而,这一节内容却被现行粤教版教材放在了“运动的合成与分解”以及“平抛运动”之间,学生刚学完速度的合成与分解这一分析曲线运动的方法,却并不能在竖直方向上的抛体运动里立即得到应用锻炼,由此导致学习进程的紧密度有所欠缺.在本文看来,目前粤教版里“竖直方向的抛体运动”一节内容所处的位置较为尴尬.

因此本文认为教师在实施教学的时候,其实不必拘泥于教材的顺序安排,可以先在正式引入曲线运动之前,首先讲授竖直方向上的抛体运动这一节内容,然后再延伸至生活中各种非直线的抛体运动,最后引出曲线运动的概念.

这样设置思路的原因有二:

第一,把这部分内容从“运动的合成与分解”和“平抛运动”中间抽走,学生在习得分析曲线运动的方法后,便可以将其立即运用到平抛运动当中,由此

使得教学进程更加连贯。

第二, 竖直方向上的抛体运动其实就是一个加速度大小为  $g$  的匀变速直线运动, 学生在分析这类运动的时候并不需要新的知识. 把这部分内容放在开头讲, 一方面可以作为之前必修 1 内容的巩固和复习, 唤醒学生的相关知识记忆; 另一方面也能为后面讲述非直线的抛体运动乃至曲线运动等概念做铺垫, 可以说是起到承前启后的作用。

因此, 对于竖直方向上的抛体运动这一节内容, 若被放在了一个合适的顺序位置上, 便可产生良好的教学效果. 即使是非粤教版的使用者, 也可以在讲完必修 1 之后, 添加竖直方向上抛体运动的相关题目进行对前巩固和对后铺垫。

### 3.2 以历史进程为线索 传递物理思想

通过 3 个版本教材的对比研究, 本文认为沪科版教材在引入方式上处理得最为出彩. 教材首先提出“如何研究平抛运动”的问题吸引学生注意, 辅以学生熟悉的飞机投弹的情景, 再通过历史名人伽利略之口提出了关于解决曲线运动的假设, 最后引导学生分析、验证这一假设并得出结论, 这样一来便为后面正式提出运动的合成与分解这一方法做了很好地铺垫。

而且从教材的叙述可看出, 伽利略对平抛运动问题的研究其实就是一个将实际物体抽象为理想模型(将运动物体抽象为质点), 然后一步步化繁为简(将曲线运动分解成两个直线运动)的过程, 此过程蕴含着物理学科解决问题的一般思想, 若教师能在讲解过程中加以强调引导, 则能很好地促进学生利用此类思想触类旁通。

由此可见, 在教学过程中灵活地运用物理学史, 不仅能有效地推动教学进程, 同时还能潜移默化地向学生传达物理思想。

### 3.3 注重科学探究 培养探究能力

无论是粤教版对“物体做曲线运动的条件”这一问题的讲授, 还是沪科版关于伽利略研究平抛运动的叙述, 都蕴含了从观察、猜想, 到验证、得出结论的科学探究过程。

从中可看出教材编者们对科学探究过程的注重, 因此在实施教学的过程中, 教师应当充分注重循序渐进的科学探究过程, 而非一步到位地直接给出结论。

### 3.4 以实验为载体 在实例中讲解抽象方法

由于运动的合成与分解是一种较为抽象的分析方法, 3 个版本的教材都在这部分的内容里设置了实验环节(人教版红蜡块在试管中运动的实验、沪科版和粤教版平抛小球和自由落体小球同时释放实验等). 通过实验的实际演示, 很好地说明了合运动与分运动的性质。

然而这类传统的运动学实验都存在一些自身难以弥补的不足, 即运动过程无法定格、重现, 而且对于速度、位移、加速度等运动数据的定量测量也较难实现。

不过所幸的是随着时代的发展, 各类视频拍摄设备逐渐普及, 而此类设备可在实验过程中将物体的运动记录下来, 视频可在电脑等媒体上进行回放、定格, 从而弥补了传统实验的不足。

不仅如此, 基于物体运动轨迹的视频分析软件也已被开发, 例如一款名叫 Tracker 的软件, 可以自动通过视频追踪物体的运动轨迹(图 8), 并在此基础上可利用自带的数据分析工具一键算出物体的速度、加速度等物理数据<sup>[6~8]</sup>。

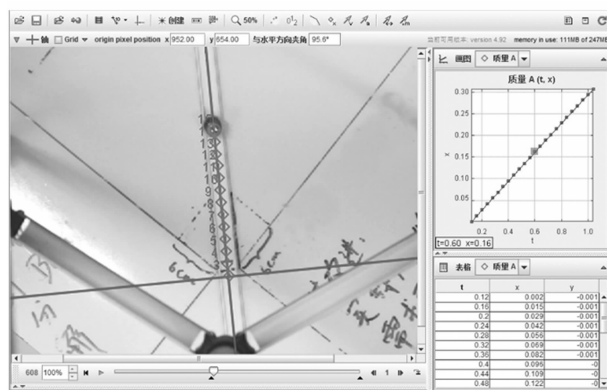


图 8 Tracker 主界面及对运动物体的轨迹追踪

不少作者已利用视频设备以及 Tracker 软件对传统的抛体实验进行了改良, 并取得了良好的效果<sup>[9]</sup>。

因此在硬件条件满足的情况下, 本文建议在讲授运动的合成与分解的时候, 将数字化手段应用到物理课堂教学中, 让学生更好地掌握曲线运动的分析方法, 并顺利进入抛体运动的学习。

## 4 结束语

从直线运动转入曲线运动的学习是学生必须跨越的一个“台阶”, 因此, 如何在这一过程中采取适当

的教学策略,保证学生顺利完成这一学习过渡,则显得十分重要.

为此,本文通过对人教版、沪科版和粤教版3个版本的教材进行对比分析,通过比较三者在线运动到曲线运动的衔接处理上的优缺点,取长补短,得出了在这部分内容中的相关教学策略,希望藉此与广大教师交流.

同时通过本文的工作,可以看出进行教材对比研究,能够使教学者发现更多的教学思路,从而“集众家之长”实施教学活动.

#### 参考文献

- 1 张大昌,张维善. 物理必修2. 北京:人民教育出版社, 2010
- 2 束炳如,何润伟. 物理必修2. 上海:上海科技教育出版社, 2004

(上接第116页)

很大程度的提高.与纯ZnS相比,壳层中的In使InP的电导降低,从而得到了InP/ZnS量子点的激发和发射的红移和高达70%的量子效率<sup>[7]</sup>.

(5)通过对InP纳米材料的掺杂实现性能调控.通过对InP材料中掺入过渡金属离子Mn或者对In(P)进行同族元素取代以及非金属元素S等的取代,实现对材料性能的调控.InP纳米材料的性能受掺杂材料的影响,不同的掺杂材料会造成InP性能不同程度的改变.研究的最终目标就是实现按照人类自己的意愿设计、合成InP纳米材料,加速该系列材料的进一步推广应用.

目前,关于InP纳米材料的研究主要集中在对其形貌、尺寸、晶体结构等的控制合成,合成方法的简单化以及如何实现大规模、高质量合成等方面.这些是对其进行组装和构建纳米器件,并得到大规模商业化应用的前提.同时,研究InP纳米材料的可控生长还可帮助人们认识和理解原子或分子水平上晶体的成核与生长规律,进一步探索杂质和缺陷对InP纳米材料性能的影响.InP纳米材料定将在以后的生物科学、新能源、电子器件和固态照明等领域大放异彩.

- 3 保宗梯,张军朋. 物理必修2. 广东:广东教育出版社, 2007
- 4 耿碧玉. 高中物理不同版本教材中曲线运动内容的比较研究:[学位论文]. 兰州:西北师范大学, 2015
- 5 赵莹,王晶莹.“曲线运动”教学探微. 中学物理教学参考, 2015, 44(12): 48~49
- 6 何立平,程敏熙. 用视频分析软件Tracker研究二维平面碰撞的动量守恒. 大学物理, 2015, 34(9): 31~34
- 7 贾昱,程敏熙,安盟等. 基于视频分析软件Tracker测量刚体转动惯量. 物理实验, 2014, 34(5): 33~35
- 8 王经淘,程敏熙,贾昱,等. 利用Tracker软件分析气垫导轨上弹簧振子的阻尼振动. 大学物理, 2014(04): 22~24
- 9 丁晓彬,董晨钟. 基于2D开源视频分析和建模软件Tracker研究抛体运动实验. 大学物理, 2012(07): 34~36, 60

#### 参考文献

- 1 O. I. Mic'ic', H. M. Cheong, H. Fu, et al. Size-Dependent Spectroscopy of InP Quantum Dots. J. Phys. Chem. B, 1997, 101, 4904~4912
- 2 Natalia Mordvinova, Alexander Vinokurov, Sergey Dorofeev, et al. Phosphine synthetic route features and postsynthetic treatment of InP quantum dots. J. Alloy. Compd., 2014, 582: 43~49
- 3 Arnaud Cros-Gagneux, Fabien Delpech, Ce'line Nayral, et al. Surface Chemistry of InP Quantum Dots: A Comprehensive Study. J. Am. Chem. Soc., 2010, 132, 18147~18157
- 4 Shanshan Tian, Zhipeng Wei, Yongfeng Li, et al. Surface state and optical property of sulfur passivated InP. Mater. Sci. Semicon. Proc., 2014, 17: 33~37
- 5 Waleed E. Mahmoud, Y. C. Chang, A. A. Al-Ghamdi, et al. 6-Mercaptohexanoic acid assisted synthesis of high quality InP quantum dots for optoelectronic applications. Superlattice. Microst., 56 (2013) 86~91
- 6 Jun Yin, Manoj Kumar, Qiong Lei, et al. Small-Size Effects on Electron Transfer in P3HT/InP Quantum Dots. J. Phys. Chem. C, 2015, 119, 26783~26792
- 7 Liang Li, Peter Reiss. One-pot Synthesis of Highly Luminescent InP/ZnS Nanocrystals without Precursor Injection. J. Am. Chem. Soc., 2008, 130, 11588~1158