

## 美国《物理原理与问题》教材与人教版教材的比较研究

——以“曲线运动”为例

段基华 郭长江

(上海师范大学数理学院 上海 200234)

(收稿日期:2016-06-06)

**摘要:**以曲线运动为例,对比分析了美国《物理原理与问题》教材与人教版教材在内容、教学过程体例安排及教学方式上的差异. 希望能对一线教师的教学开阔一些思路,进而为我国课程改革的进一步拓展改进提供一些帮助.

**关键词:**曲线运动 教材分析 比较研究

中美两国在政治制度、经济条件、传统文化、人口压力等方面均各有异同,由此产生的教育也不尽相同. 美国高中教育多采用启发式教育.

在教材方面,由齐泽维茨(Zitzewitz, P. W.) 等著的美国主流教材《物理原理与问题》,内容丰富、特色鲜明.

本文以高中阶段的曲线运动为例,对比和分析美国《物理原理与问题》教材与人教版高中物理教材在内容及呈现方式方面的差异,旨在为高中一线教师提供课堂教学的思路,为教研工作者提供研究的方向,进而为我国课程改革的进一步拓展改进提

供一些帮助.

## 1 对比分析两种教材内容及教学呈现方式的异同

下面以“曲线运动”为例说明两种教材内容及教学呈现方式的异同.“曲线运动”在美国《物理原理与问题》教材的第6章“二维运动”中呈现,分为3节. 教材在章末复习指南中列出了本章关键术语,笔者在此基础上归纳整理了其框架体例和呈现方式如表1所示.

表1 美国《物理原理与问题》教材第6章“二维运动”总结

6.1 抛体运动		
关键词	框架体例	呈现方式
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 抛体</li> <li>• 轨迹</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 起步实验:抛体运动的描述</li> <li>• 二维运动的独立性</li> <li>• 迷你实验:抛体实验</li> <li>• 解题策略</li> <li>• 以某一角度投出的抛体</li> <li>• 轨迹取决于观察者</li> <li>• 空气阻力</li> <li>• 例题1、练一练、本节复习题</li> </ul>	<p>起步提出问题,引起学生对抛体运动分解到不同方向的好奇心. 让学生知道不同方向运动的独立性,利用频闪照片和运动分解,得到高度、滞空时间、竖直方向初速度之间的关系,再确定水平运动,进而确定射程. 并结合实际情况不容忽视空气阻力</p>

**作者简介:**段基华(1993-),女,在读研究生,研究方向为物理教学与中外教材对比.

**通讯作者:**郭长江(1974-),男,副教授,硕士生导师,主要研究领域为物理课程与教学、科学课程与教学、考试评价.

## 续表

6.2 圆周运动		
关键术语 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 匀速圆周运动</li> <li>• 向心加速度</li> <li>• 向心力</li> </ul>	框架体例 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 圆周运动的描述</li> <li>• 物理学的应用</li> <li>• 向心加速度</li> <li>• 并不存在的力</li> <li>• 例题 2、练一练、本节复习题</li> </ul>	呈现方式 由实际生活引出圆周运动,并利用图像法和数学逻辑推理对其进行描述,引出向心加速度,并应用于实际;并不存在的力
6.3 相对速度		
关键术语 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 相对速度</li> </ul>	框架体例 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 相对速度的提出</li> <li>• 挑战性问题</li> <li>• 飞机降落</li> <li>• 与生物学的联系:鸟类迁徙飞行</li> <li>• 解题方法:三角形勾股定理、正弦定理、余弦定理</li> <li>• 例题 3、练一练、本节复习题</li> </ul>	呈现方式 由实际生活引出对速度相对性描述的必要性,推演出相对速度的表达式,利用挑战性问题和与生物学、实际生活相结合的方法,加深学生对相对速度的理解与掌握

## 章末

- 物理实验 —— 实验设计:设计一个抛体发射器
- 未来技术 —— 旋转的空间站
- 第 6 章复习指南
- 第 6 章测评
- 第 6 章标准化测试

对比美国《物理原理与问题》教材的分析,笔者在框架体例和呈现方式方面进行归纳整理如表 2 所示. 对人教版教材必修 2 第五章“曲线运动”的内容在框

表 2 人教版教材必修 2 第五章“曲线运动”总结

5.1 曲线运动	
框架体例 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 曲线运动的位移</li> <li>• 曲线运动的速度</li> <li>• 运动描述的实例</li> <li>• 物体做曲线运动的条件</li> </ul>	呈现方式 直截了当指出现在研究曲线运动,从位移、速度等方面入手,最后举出了运动描述的实例,提出曲线运动条件的问题并进行解决
5.2 平抛运动	
框架体例 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 平抛运动的速度</li> <li>• 平抛运动的位移</li> <li>• 一般的抛体运动</li> </ul>	呈现方式 直接给出平抛运动的概念,研究了平抛运动的速度和位移,并引申到一般的抛体运动中
5.3 实验:研究平抛运动	
框架体例 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 判断平抛运动的轨迹是不是抛物线</li> <li>• 计算平抛物体的初速度</li> <li>• 参考案例 3 例</li> </ul>	呈现方式 给出了描述平抛运动轨迹的预备步骤和几种方法供学生参考,学生也可自主进行设计实验

## 续表

5.4 圆周运动	
框架体例 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 线速度</li> <li>• 角速度</li> <li>• 角速度的单位</li> <li>• 线速度与角速度的关系</li> </ul>	呈现方式 举例引出圆周运动,使同学们思考与讨论自行车的各点运动快慢,引出线速度.给出匀速圆周运动的概念.引出角速度,推导出角速度的单位.引出转速、周期.关于二者关系问题由图像推导数学公式,得出结论
5.5 向心加速度	
框架体例 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 做一做——探究向心加速度大小的表达式</li> </ul>	呈现方式 举出地球绕太阳运动和小球由细线牵引的例子,引出向心加速度并探究求其大小的表达式
5.6 向心力	
框架体例 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 向心力</li> <li>• 用圆锥摆粗略验证向心力的表达式</li> <li>• 变速圆周运动和一般的曲线运动</li> </ul>	呈现方式 告诉学生物体做圆周运动而不是沿直线飞出是因为有向心力,用圆锥摆粗略验证向心力的表达式,并对曲线运动进行延伸
5.7 生活中的圆周运动	
框架体例 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 铁路的弯道</li> <li>• 航天器中失重现象</li> <li>• 拱形桥</li> <li>• 离心运动</li> </ul>	呈现方式 将所学的曲线运动知识与实际生活相联系

表1和表2分别分析了美国《物理原理与问题》教材与人教版教材关于曲线运动的内容与呈现方式.

(1) 在知识点方面:人教版教材内容较为丰富,共7节,包括曲线运动、平抛运动、一般抛体运动、圆周运动、线速度、角速度、向心加速度、向心力等知识点.美国教材知识点较少,抛体运动讲完后讲述圆周运动,并涉及相对速度.并在章末进行总结时归纳出了“关键术语”,知识点清晰明了.

(2) 在教材内容的呈现方式上:美国教材注重学生本位,多以实验探究引出新知,亦以挑战性问题或者以实际生活实例来引出课题.例如“空气阻力”的问题,如图1所示.

**空气阻力** 到目前为止,你在分析抛体运动时都忽略了空气阻力的作用.事实上,对于某些抛体来说,空气阻力的影响确实很小,但是也存在另一些抛体,在它的运动过程中空气阻力对其影响非常大,也很复杂.例如,高尔夫球表面微凹的花纹可以减小空气阻力,从而增加它的射程.棒球在运动时,球的自旋会产生一种力使其发生偏转.因此你必须记住,空气阻力的确存在,而且可能会对你所研究的问题产生重要的影响.

图1 美国《物理原理与问题》教材对“空气阻力”的描述

我们讲述抛体运动时都是忽略了空气阻力的,可是学生在日常生活中观察到的抛体运动都是受到

空气阻力的,美国教材并没有逃避实际问题,以学生为主体考虑他们所需.同时美国教材也较偏向生活,以与其他学科的结合或者以“未来技术”为拓展的形式巩固知识点,有助于提高学生的学习兴趣,带动学生主动学习的积极性,如本章中由生物学科“鸟类迁徙飞行”来判断相对速度,如图2所示.人教版教材内容具有较强的逻辑性:以从特殊到一般的逻辑体系从曲线运动讲述到平抛运动、一般抛体运动、圆周运动,再由圆周运动的描述提到线速度、角速度、向心加速度、向心力等,最后联系实际、进行升华;人教版教材的学科本位气息较为浓厚,导入大多比较直接,如图3所示.也有以生活实例导入的,但是大多数的生活实例集中在最后单独的一节,主要目的是对所学的知识进行应用.

(3) 物理学是一门以实验为基础的科学.在实验教学中,美国教材分为“起步实验”、“迷你实验”和“物理实验”等.先经历起步的试探实验,再在课堂上进行迷你的小实验,最后在科学探究中进行严密的物理实验,这是一个逐渐递进的过程.正如布鲁纳的“认知发现说”:学习过程是一种积极的认知过

程,学习任何一门学科,都有一连串的新知识,每个知识的学习都要经过获得、转化和评价这3个认知学习过程。人教版虽没有明确在教材中划分实验类型,但日常教学中有“演示实验”、“课堂实验”和“学生分组实验”等。但在实际实施过程中,这些实验多以教师为主。演示实验顾名思义是教师演示,但是课堂实验由于控制课堂节奏等因素大多也是教师做实验,学生分组实验也并不是每个学生都能进行实际动手操作。以学生为主体、教师为主导的教育理念并不能很好地体现。

你了解鸟类的迁徙飞行吗?每只鸟除了要知道它的飞行方向外,还必须考虑它相对于空气的速率以及相对于地面的方向。如果一只鸟在飞越墨西哥湾时遇到了强劲的顶头风,它就会在抵达彼岸之前因耗尽体力而夭折。同样,要想顺利抵达目的地,它们还必须考虑侧风的影响。

请记住,正确分析二维运动中相对速度问题的关键是画出恰当的三角形来表示三个速度。只要有了这样的三角形,你就可以利用第5章中学

与生物学的联系

图2 美国《物理原理与问题》教材与生物相结合

## 2 平抛运动

以一定的速度将物体抛出,如果物体只受重力的作用,这时的运动叫做**抛体运动**(projectile motion);抛体运动开始时的速度叫做**初速度**(initial velocity)。如果初速度是沿水平方向的,这个运动叫做**平抛运动**。以一定速度从水平桌面上滑落的物体、运动员水平扣出的排球、水平管中喷出的水流等,在空气阻力可以忽略的情况下,它们的运动都可以看做平抛运动。

图3 人教版高中《物理·必修2》“平抛运动”第一段

## 2 对比分析两种教材在呈现方式上的异同

上述内容对比了“曲线运动”在两种教材中的体现,下面以“曲线运动”的典型特例“圆周运动”为例,进行更具体的分析。

美国《物理原理与问题》教材对“圆周运动”一节安排如图4所示。

其中,平均速度计算公式及加速度方向的得出是由图形给出的,如图5,图6所示。

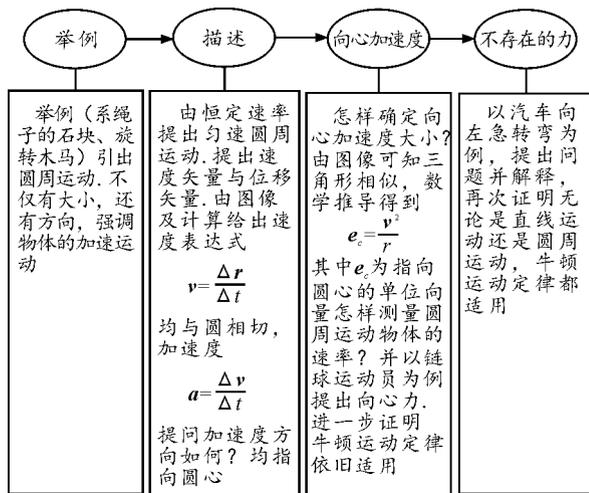


图4 美国《物理原理与问题》教材“圆周运动”安排

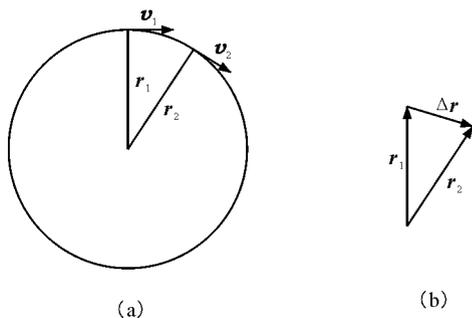


图5 做圆周运动的物体的位移  $\Delta r$  除以发生这段位移的时间就是这段时间内物体的平均速度

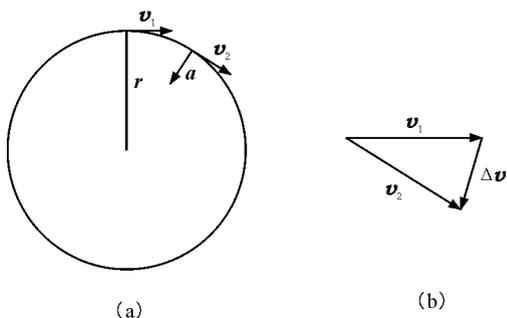


图6 匀速圆周运动中加速度指向圆心

相对美国教材,人教版教材对“圆周运动”内容安排如图7所示。

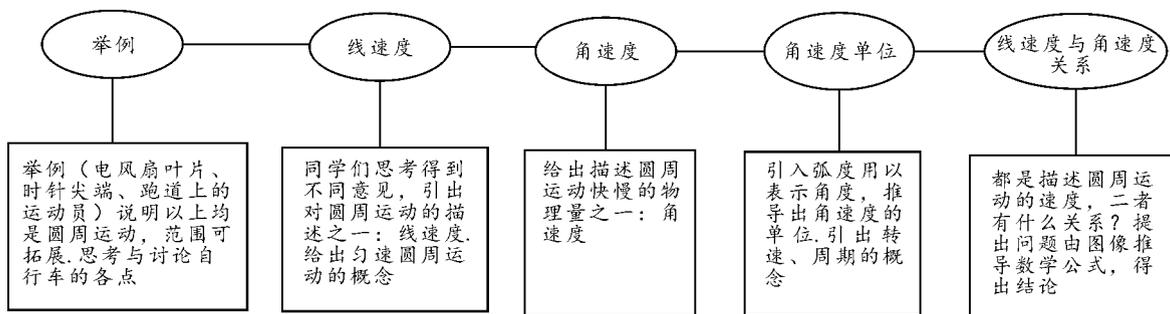


图7 人教版教材“圆周运动”安排

其中线速度和角速度的计算公式都是由图形以及数学推导得出的,如图8所示.

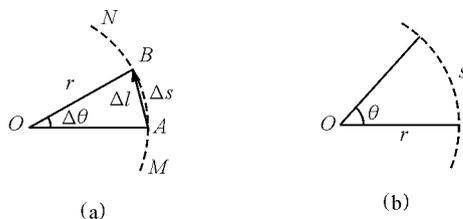


图8 推导圆周运动的线速度和角速度用图

通过对比可知,美国教材有如下特点:

(1) 美国《物理原理与问题》教材较为突出重难点:在正文左(右)侧留白处有每节课的“学习目标”、“关键术语”等,其中“学习目标”中重点动词加粗.学习策略之一的认知策略分为复述策略、精细加工策略、组织策略.其中复述策略有一点是“画线”,这里的加粗类同于画线,使学生在复习的时候很容易把握住重点.

(2) 美国教材每段的第一句都是问句,“怎样确定物体向心加速度的大小?”和“怎样测量做圆周运动物体的速率?”等等.奥苏贝尔的成就动机理论之一的认知内驱力是一种学生渴望了解和理解,要求掌握知识以及系统地阐述问题并解决问题的倾向.这种内驱力,一般而言,多半来自于好奇心.在有意义学习中,认知内驱力是最重要而稳定的动机.所以不断对学生进行设问或提问,使其产生好奇,可以起到一个引导和启发的作用,并且丰富了课堂师生交流的形式.

(3) 美国教材在讲述完知识点后,专门有一个模块是“不存在的力”.以汽车向左急转弯为例,提出问题并解释,再次证明无论是直线运动还是圆周运动,牛顿运动定律都适用.在正文左侧留白处还有一个物理学的应用“宇宙电梯”以及链球的例子,将所学应用于生活现象的解释以及科技前沿.

人教版教材的特点如下:

(1) 人教版教材更具体严谨、思路清晰:由现象引出圆周运动的概念,因需对其进行描述,进而提出线速度及角速度,过程中附带介绍其单位以及周期、转速的概念,最后讨论两种速度的关系.

(2) 人教版教材在本节中也有两次“思考与讨论”的栏目,有助于丰富教学形式、提高学生合作学

习的能力.

(3) 人教版教材在引入课题的时候较多地列举了生活中的例子,在章末专门设置了一节“生活中的圆周运动”,能将理论与实际联系,很好的体现了三维目标中的情感态度与价值观的目标.两者相同之处在于都充分利用了图形和数学推导来判断线速度角速度的方向及其数学表达式.戴尔的经验之塔理论认为:图形是仅次于文字抽象性程度的较抽象媒体.其抽象程度低于文字,高中阶段正是一个人的思维从具体形象到概括抽象逐渐发展的过程,尤其是物理课程的学习,有必要借助图形这一工具转变抽象思维,降低难度,减轻学生负担以提高兴趣.加德纳认为“intelligence”一词不是“智力”而是“智能”.他认为人的智能是多元的,其中一个智能是“逻辑—数学智能”,即对物体进行比较分类、感知并理解图像,对事物进行系统的推理.只有经过数学的严密推算,其结论才更有说服力,才能更好地被学生理解、接受.

### 3 结束语

《论语·述而》中有:“三人行,必有我师焉”,中美教材都有值得互相借鉴的地方,应做到“择其善者而从之,其不善者而改之”.通过两种高中物理教材的比较,找出它们的异同,在对比中更加深刻地理解我国物理教育的特点、不足并且认识到需要改进的地方,互相借鉴、共同进步.美国教材更注重物理教学与实际生活的联系,更注重实验教学的主体是学生而非教师,注重关键知识点的提炼,这些都值得我们借鉴.

### 参考文献

- 1 齐泽维茨(Zitzewitz, P. W.) 著. 物理原理与问题(上册). 钱振华译. 杭州:浙江教育出版社,2008. 162 ~ 185
- 2 物理课程教材研究开发中心. 普通高中课程标准实验教科书物理·必修2. 北京:人民教育出版社,2013. 1 ~ 30
- 3 李春密. 德国 Phywe 物理实验系统与我国物理教材的对比分析. 国外实验教学与仪器,2011(27):62 ~ 64
- 4 刘震飞. 香港、新加坡和美国的中学物理教材研究:[学位论文]. 上海:华东师范大学,2008
- 5 高婉滢. 中日初中物理教材实验内容的比较研究:[学位论文]. 天津:天津师范大学,2014