

科学教科书科学史内容的编写研究

——基于七个版本“牛顿第一定律”的比较

靳 萱

摘 要 科学史对于学生理解科学的发展及增加学习相应知识的兴趣有较大的帮助，但国内教材在此部分的编写上有较多不足。以“牛顿第一定律”为例，对比国内七种不同版本的科学教科书，发现该节编写普遍存在弱化科学史内容，科学史的发展也未体现出的问题。科学教科书的编写应展现出科学理论的发展过程，科学史内容应与科学知识更好融合，重视科学史内容的基本客观性，有效区分结论的异同。

关键词 科学史；教科书编写；牛顿第一定律

作者简介 靳萱，首都师范大学物理系硕士生

一、教科书编写呈现科学史的意义与价值

如果科学教科书仅仅是将已有的知识加工整理，将正确的结论编纂成册，学生将很难意识到科学研究的美感以及理论发展的崎岖和科学工作者的伟大。因此，在其编写过程中适当地增加科学史内容，将有助于增强中学生的历史感。^[1]教科书的编写不求对科学史素材的面面俱到，但是应该利用史实让学生感悟科学研究的独特魅力。

美国物理学家和物理教育家拉比认为：“只有把科学和人文科学融为一体，我们才能期望达到与我们的时代和我们这一代人相称的智慧的顶点。”^[2]单纯的知识教育只能捏塑出优秀的高分生，科学与人文并重才能教育出杰出的人才。科学史内容正是连接科学与人文的重要桥梁。在教科书在编写过程中，唯有抓住这把钥匙，才能更好地让学生在在学习科学知识的同时产生与人文的共鸣。

在教科书的编写中适当地加入科学史内容可以事半功倍，大多数教师也认为学习科学史有助于增长学生的审美趣味，帮助学生领会科学精神，拓展学习视野等。但教科书中的科学史内容或者

不足，或者是关于塑造“科学圣人”“科学神话”“辉格史”等方面，加之部分教师对科学史本身理解不够，这就使得科学史内容无法发挥真正的作用。因此，编写者应下大力气提升教科书中科学史内容的撰写质量，以提升教师队伍与学生群体的学习热忱。然而，这一举措的前提是深度洞察与分析目前教科书中科学史的编写现状及其背后思想。

二、科学史素材编写的分析

为研究当前科学教科书的编写现状，从对比七种高中物理教科书的“牛顿第一定律”编写入手，分析不同版本教科书在处理科学史时的差异。这七种教科书分别是我国现今通用的人教版、教科版、沪科版、司南版、粤教版、2003年人教版（以下简称“旧人教版”）以及高中物理甲种本（以下简称“甲种本”）。关于“牛顿第一定律”的编写，七种教科书均涉及科学史的内容，但是不同版本教材对于科学史的还原程度不同，科学结论的表述以及科学史观的评价也存在出入。现通过对七种教科书的对比，分析不同版本之间的

异同点,结合科学史资料给出恰当的评价及改进建议。

(一)“亚里士多德的研究历史”部分的编写

七种版本的教科书均将亚里士多德的科学史内容放在“牛顿第一定律”的开篇位置,即“惯性定律”内容撰写的起始点为亚里士多德的观点。七种教科书关于亚里士多德研究力与运动的内容如表1所示。

表1 亚里士多德研究力与运动的内容

版本	主要内容与编写方式
人教版	首先指出,亚里士多德根据日常经验获悉要使一个物体运动,必须推它或者拉它。进而通过直觉得出结论:必须有力作用在物体上,物体才能运动;没有力的作用,物体就要静止在一个地方。随后与下文进行对比,指出正是由于亚里士多德没有认清摩擦力的影响,才导致其没有正确的认识力与运动的关系。
教科版	首先给予亚里士多德正面评价,之后将其错误归咎于历史的局限性。随后介绍,亚里士多德将运动分为两类,一类为自然运动,另一类为受迫运动;对于受迫运动,运动需要外力的维持,外力一旦消失,受迫运动也就停止了。最后提出人类被误导两千多年的原因,一是亚里士多德的权威性,二是该认识符合人们的日常直觉。
沪科版	(章序言)首先指出亚里士多德通过观察与直觉的方法,研究运动与力的关系。进而介绍亚里士多德总结的“力是维持物体运动的原因”结论,并且指出这一结论是错误的。最后提出错误的原因是人们在观察运动时,不能剥离重力和摩擦力等阻力的干扰。
司南版	(章序言)首先指出,通过对于运动的观察,亚里士多德认为:物体在水平面上的运动需要借助外力才能维持,如果外力停止作用,物体就要静止下来。之后给出其对于上述结论的解释:物体的自然本性是静止的。
粤教版	首先指出科学源于实际,人类从经验出发,经由思考,认识自然;这一方法有其合理的成分。随后介绍亚里士多德从日常经验出发,得出“力是维持物体运动的原因”的结论。

(续表)

版本	主要内容与编写方式
旧人教版	首先介绍17世纪前,人们普遍认为“力是维持物体运动的原因”;之后表明亚里士多德根据日常经验得出“必须有力作用在物体上,物体才能运动,没有力的作用,物体就要静止下来”。最后对比后文,指出影响人类做出正确判断的原因是摩擦力。
甲种本	与旧人教版相同。

归结起来,国内七种物理教科书对于亚里士多德都有涉及,它们的编写呈现以下特点:

1. 七种教科书均认为,亚里士多德的研究方法是对于日常生活现象的观察。

2. 教科书对于亚里士多德的结论几乎均表述为“力是维持物体运动的原因”;此外,教科版附加“外力一旦取消,受迫运动也就停止”的表述;司南版附加“自然本性是静止”的表述。

3. 关于亚里士多德的“错误结论”能够流传两千余年的原因,人教版、旧人教版、甲种本认为是由于没有考虑摩擦力的影响;教科版认为是由于亚里士多德具有权威性,并且结论符合日常观察的现象;沪科版认为是由于无法剥离重力与摩擦力等阻力的干扰。

基于上述差异分析可得,各版教科书对于亚里士多德的研究过程及其理论架构认识不足。对于特点1,需要明晰的是,不能将亚里士多德的理论简单地理解为对于自然现象的复述,应认为其理论是建立在现象之上,并通过理论框架对现象进行解释。

对于特点2,各版本教科书关于亚里士多德的理论内容不够翔实,结论不够严谨,甚至有些曲解其观点。亚里士多德继承了恩培多克勒的四元素说,并且依此建立“自然位置”这一概念。他将世间全部运动分为自然运动与受迫运动;物体远离其自然位置,不依靠其他外在因素向其自然位置进发的运动是自然运动;物体在外在因素的引导下所做的非自然运动是受迫运动。亚里士多德否定“虚空”的存在与“超距”作用,认为传递运动的方式只有“推”和“拉”两种;也认为不需要对物体静止状态进行解释,因为其本应处于自己的自然位置且保持静止;即静止是物体的自然本性。与之相反,物体的运动需要解释,其

内在倾向是自然运动的原因，外在因素（推和拉的方式）是受迫运动的原因；故亚里士多德认为一旦物体运动的原因消失，运动也将不再成立，并且他不相信受迫运动会永久持续下去。^[3]故在中学教科书的编写中，关于亚里士多德力对运动的表述应明确两点：自然运动无需外力维持；推力与拉力是维持物体受迫运动的原因，外力消失，受迫运动终止。

对于特点3，首先，除了笃信亚里士多德的权威之外，由于当时实验条件有限，其观点又能较好解释日常现象，所以长期为大众所接受；其次，由于无法弄清“重性”（所有物体具有的一种普遍的自然属性，它会使所有物体都产生向“下”的自然运动）^[4]这一概念，人类思考运动的本质受限。由此可见，部分教科书并未给出延缓人类探寻真理脚步的确切原因。

综上所述，当前各版本教科书对亚里士多德理论的介绍不足，更有甚者给出不严谨的结论，导致学生只能了解结论本身，却不清楚结论从何而来，理论诞生所处时代背景如何，更不清楚其理论架构，无法深刻获悉前人思想的精髓。故错失培养学生科学探究精神的良机。

（二）“伽利略的研究过程与理想实验法”部分的编写

“牛顿第一定律”的得出，离不开伽利略所运用的物理方法——理想实验法。理想实验法是高中物理教学中的重要内容，如何正确理解理想实验法，如何应用理想实验法以及在教材中是否应将物理方法的教学显化处理均值得对比研究。七种不同版本教科书关于理想实验法内容处理方式如表2所示。

表2 理想实验法内容的处理

版本	编写思路	理想实验法的要素
人教版	首先指出伽利略认为摩擦力影响了判断，之后通过猜想并推断：若没有摩擦阻力，球将永远运动下去。随后设计斜面实验，验证结论的同时，指出力不是维持物体运动的原因。	
教科版	首先写伽利略指出摩擦力的影响，之后为了说明力与运动的关系，设计了理想实验，并通过实验的结论否定了亚里士多德的观点。	非正文部分： (1) 以事实为依据； (2) 忽略次要因素； (3) 合理外推到理想状态； (4) 解释自然现象本质。
沪科版	首先伽利略指出物体的运动会受到摩擦力和空气阻力的影响，之后通过对接斜面的理想实验揭示了力和运动的关系：力不是维持运动的原因，它只是使物体加速或减速的原因。	非正文部分： (1) 科学研究的重要方法； (2) 在想象中进行的实验； (3) 能够简化和纯化实验。
司南版	教科书并未提及伽利略的研究过程，转而利用“推书”的小实验说明摩擦力的影响。之后对比在书下垫上铅笔之后滑行距离变长的现象，推测若无阻力，速度将保持下去，进而得出运动不需要力来维持，力只改变物体的运动状态。	
粤教版	伽利略设计理想实验，并通过实验得出：小球应该以恒定的速率永远运动下去，并推断物体在水平面上做匀速运动不需要外力来维持。	正文部分： (1) 以事实为基础； (2) 实验与逻辑推理的结合； (3) 推动科学发展。

(续表)

版本	编写思路	理想实验法的要素
旧人教版	伽利略指出摩擦力的因素, 进而引入理想实验并进行推论, 如果没有摩擦, 小球将沿水平面以恒定速度持续运动。	正文部分: (1) 想象中的实验; (2) 以事实为基础; (3) 经过抽象思维, 抓住主要因素, 忽略次要因素; (4) 揭示自然规律。 非正文部分: (5) 科学研究的重要方法; (6) 把事实和理论思维结合起来。
甲种本	首先指出伽利略发现摩擦力的影响, 之后给出其观点; 随后介绍利用气垫导轨进行近似实验; 接下来利用理想实验法进行推论及逻辑分析。	正文部分: (1) 想象中的理想实验; (2) 以事实为基础; (3) 把经验事实和抽象思维结合起来; (4) 抓住主要因素, 忽略次要因素; (5) 揭示现象本质; (6) 科学研究的重要方法。

通过对于上表的分析, 可以发现:

1. 司南版并未涉及科学史的内容, 而是通过生活中易于实现的小实验引出理想实验法。相较于阐述对接斜面的理想实验, 该处理方式简单易行, 但是却省略科学史的内容, 学生无法切身体会前人的研究过程, 也无法了解科学的发展脉络。

2. 所有教科书均直接引向理想实验, 而未给出伽利略的思想转变过程, 即何种原因导致其将视线转向理想实验。现行教科书的处理方式给学生一种错觉, 即伽利略在没有任何前提工作的情况下, 直接设计出了理想实验。

3. 各版教科书关于理想实验法的要素包含以下六点: (1) 依据可靠的事实; (2) 在头脑中进行的想象; (3) 简化实验因素; (4) 与逻辑结合并合理地外推; (5) 深刻揭示现象本质; (6) 重要的物理方法。各版教科书关于理想实验法的要素如表3所示。

教科书应该更多地借助科学史的知识, 展现伽利略的研究进程, 突出其转向理想实验的具体原因与过程, 让学生更好地理解伽利略的研究思路。而当前的教学现状是, 学生在学习完本小节之后, 只能记住伽利略利用理想实验法研究力与运动的关系, 却无法建立整个科学发展脉络, 学生会误以为科学研究是在短时间内完成的。在神

化伽利略工作的同时, 也让学生对于科学的学习充满了畏惧感。

表3 理想实验法的要素

要素 版本	依据可靠的事实	头脑中的想象	简化实验因素	与逻辑结合并合理外推	深刻揭示本质	重要的物理方法
教科版	√	×	√	√	√	×
沪科版	×	√	√	√	×	√
粤教版	√	×	×	√	×	√
旧人教版	√	√	√	√	√	√
甲种本	√	√	√	√	√	√

在以科学史为主线编写本小节的过程中, 应注重与理想实验法的介绍相互穿插进行, 更好地将科学史与科学方法教育融合。理想实验与真实实验不同, 它是在思想中塑造出来的理想过程, 是逻辑推理的思维形式。该方法建立在客观实验的基础之上, 抓住主要矛盾、忽略次要矛盾, 深入现象内里, 对现象进行抽象与逻辑分析, 揭露现象的本质。^[5]

在编著本小节时，还应将科学方法显化处理，即在撰写理想实验之初，就指出所应用的科学方法为理想实验法，并且给出具体表述；随后结合科学史，展现该方法的应用过程，让学生在了解科学史的过程中掌握科学方法。

（三）“伽利略、笛卡儿及牛顿对物体运动的表述”部分的编写

“牛顿第一定律”的建立历经几代人的努力，

在此过程中，牛顿吸取了前人的研究成果，其中基础是伽利略与笛卡儿的成果。为了把“牛顿第一定律”生动地呈现给学生，教科书应准确阐述前人研究成果，并指出不同结论之间的差异。唯有这样才能让学生感受到科学发展的魅力，了解科学发展的历程。各版教科书对于伽利略与笛卡儿观点的表述及其与“牛顿第一定律”之间的关系如表4所示。

表4 伽利略与笛卡儿关于物体运动原因的表述及其与“牛顿第一定律”的关系

版本	伽利略	笛卡儿
人教版	若没有摩擦阻力，球将永远运动下去。	如果运动中的物体没有受到力的作用，它将继续以同一速度沿同一直线运动，既不停下来也不偏离原来的方向。
	牛顿在伽利略、笛卡儿的基础上提出了“牛顿第一定律”。	
教科版	如果斜面变成水平面，且没有任何阻力，小球将达不到原来的高度，就应永远运动下去。	无
	牛顿在伽利略等人的基础上，提出了“牛顿第一定律”。	
沪科版	一个运动的物体不受任何外力时，将保持原来的速度；力不是维持运动的原因，它只是使物体加速或减速的原因。	一个不受外界任何影响的运动着的物体，将保持原来的运动；一个静止的不受外界影响的物体，将保持静止。
	牛顿是在伽利略、笛卡儿等前人的基础上，总结出“牛顿第一定律”。	
司南版	运动不需要靠力来维持，没有力也可以有速度。	如果没有其他原因，运动的物体将继续以同一速度沿着一条直线运动，既不会停下来，也不会偏离原来的方向。
	笛卡儿将伽利略的结论推广到无重力、无摩擦力、无空气阻力的理想状态下，补充与完善了后者的理论；牛顿在伽利略和笛卡儿等人正确的结论之上，总结出了“牛顿第一定律”。	
粤教版	（理想实验中）小球应该以恒定的速率永远运动下去。	无
	牛顿在前人的基础之上，系统地总结了力学的知识，提出了“牛顿第一定律”。	
旧人教版	设想没有摩擦，一旦物体具有某一速度，物体将保持这个速度继续运动下去。	如果没有其他原因，运动的物体将继续以同一速度沿着一条直线运动，既不会停下来，也不会偏离原来的方向。
	笛卡儿进一步补充、完善了伽利略的观点；牛顿在伽利略等人的基础上，根据自己的研究，系统地总结力学的知识，提出“牛顿第一定律”。	
甲种本	一旦物体具有某一速度，只要没有加速或减速的原因，这个速度将保持不变，而这种情况只有在摩擦力极小的水平面上才能近似达到。	如果没有其他原因，运动的物体将继续以同一速度沿着一条直线运动，既不会停下来，也不会偏离原来的方向。
	笛卡儿相对于伽利略为发展动力学向前迈进了一步；牛顿在伽利略等人的基础上，根据自己的研究，系统地总结了力学的知识，提出了“牛顿第一定律”。	

通过分析上表，可以发现：

1. 针对于伽利略的结论，人教版、教科版、粤教版提出在理想实验中，物体将永远运动下去；

除司南版和粤教版外，其他版本均强调没有阻力，其中甲种本还强调“只要没有使物体加速或减速的外因”；教科版与甲种本强调“发生在水平

面上”。

2. 针对于笛卡儿的结论, 教科版与粤教版没有涉及; 人教版认为“没有外力”, 其余教科书认为“没有其他原因”; 人教版、司南版、旧人教版、甲种本强调“同速度、同一直线”; 沪科版进一步指出“不受外在因素的影响”, 物体将保持当前运动状态。

3. “牛顿第一定律”与前人研究的关系主要涉及的科学家是伽利略和笛卡儿。

从分析 1 可得, 在众多版本的教科书中, 甲种本更接近伽利略的结论。史料表明, 伽利略没有直接表达过“直线运动的永久守恒”^[6]; 教科书中所提到的“平面”也需要考量其含义。伽利略在《对话》中给出了其对于力与运动之间关系的认识, 他认为当小球静止在平面上时, 因没有使其加速或减速的因素, 故保持静止; 当给予小球一个速度, 它会保持该速率继续运动下去; 但并未承认物体将会永远保持匀速直线运动, 相反他认为物体不能永远进行直线运动。综上所述, 伽利略无法得出惯性定律的原因有二, 首先他否认宇宙的无限性, 即物体不能无限制保持直线运动; 其次, 他无法弄清“重性”这一概念, 以至于错误地认为在空间中的任何位置, 物体总是倾向于向下运动, 这导致其认为满足小球持续恒定速率运动的“平面”为一个球面(伽利略认为, 任意空间内自由放置在倾斜平面上的物体, 由于具有重性, 将会沿着斜面朝向地心做加速运动; 当沿倾斜平面上升时, 物体将会远离地心做减速运动。故而当忽略一切阻力, 物体做匀速率运动时, 物体将既不靠近地心也不远离地心, 而是围绕地心做圆周运动, 即物体做匀速率运动的平面为球面)^[7]。在真实的教学实践中, 学生容易认为伽利略已经承认物体可以做永恒的直线运动, 无法明晰其表述的缺陷, 进而与“牛顿第一定律”相互混淆, 难以正确认识牛顿的科学工作, 也无法建立起翔实的科学发展脉络。鉴于此, 在教科书的编写中, 应该着力将各个表述之间的差异体现出来, 并且展现随着时间的推移, 人类不断革新求索, 深入探寻自然规律的过程, 让学生更为深刻地体会科学精神。

对于分析 2, 沪科版更接近笛卡儿的真实描述。首先, 大多数教科书只强调了“保持运动”

的情况, 而没有提及“保持静止”; 其次, 并未突显笛卡儿相较伽利略的进步之处, 学生不清楚其在建立“牛顿第一定律”中所做的贡献; 最后, 教科书没有体现出笛卡儿表述的局限性, 学生容易将其与惯性定律相互混淆。根据史料, 笛卡儿在《哲学原理》中提出的三条法则可以概括为: 在没有其他因素的情况下, 物体总保持静止或者直线运动。由于他所创建的无限宇宙的理论基础是物质与运动, 直接回避了困扰伽利略一生的“重性”这一概念, 并且突破性地认为最简单的运动为直线运动, 且可以无限运动下去。然而, 由于其理论基础的问题, 导致其各个理论间相互掣肘, 无法正确认识力与惯性。

对于分析 3, 不应将牛顿建立“牛顿第一定律”的基础仅仅局限于伽利略和笛卡儿的研究成果上。那一时代大量的研究者倾尽自己的才华, 把大众从亚里士多德的物理思想中拯救出来, 使得牛顿建立“牛顿第一定律”水到渠成。例如卡瓦列里、托里拆利等人的观点都与伽利略相同, 无限接近于总结出“牛顿第一定律”。他们的每一次探索、每一次发现都标志着那个时代的思想进程, 都在瓦解古老的亚里士多德的物理学, 都在夯实新物理学的基础。牛顿最终总结出“牛顿第一定律”是大量科学家思想的结晶。

三、科学史素材编写的反思与启示

通过上文对比分析可以发现, 现今的科学类教科书在科学史方面尚存在许多不足之处。其原因主要在于教科书在编写的过程中忽视科学史教育的重要性, 许多地方均浅尝辄止, 不能给出清晰的描述, 学生读起来犹在云雾中, 失去了促进学生科学素养增长的机会。故尝试提出以下建议:

(一) 科学史内容应与科学知识更好融合

现今教科书中的科学史内容处在一种很尴尬的境地, 即科学史的内容不能很好地融入教科书的编写思路中; 其内容总是被放在科学知识的陪衬地位, 重要意义也未被体现出来。知识与科学史应该交错促进, 让学生在学习科学知识的同时, 领会科学进步的艰辛, 清楚科学家在科学研究的过程中所付出的巨大努力; 在明晰科学进程之后, 更好地激发出学习的热情, 掌握 (下转第 65 页)

高中历史教学和历史学习普遍过分忽视这段历史,造成学生对欧洲历史认知脉络的不完整,甚至对欧洲历史产生不同程度的误读和曲解。当务之急是教师自身加强对中世纪史的学习和重视,发现缺失的内容,并和学生一起填补之。同时,树立良好的课程资源开发意识,在平时的阅读和工作中有意识地收集一些国内外前沿的中世纪史研究动态和比较生动有趣的史实,并把他们转化为历史课题材料,适时地补充进课堂,逐渐丰富学生对欧洲中世纪的认识,帮助学生尽快填补知识断层。

(上接第38页)凝聚着人类思想精粹的知识。

例如“开普勒三大定律”的建立,可以先介绍托勒密的天文学思想、哥白尼的探索、布鲁诺的前仆后继,逐步按照天文学发展的历史沿革进行撰写,学生便可认识到科学的进步是前人不断在黑暗中探索真理光辉的进程。

(二) 重视科学史内容的基本客观性

科学史内容引入教科书的的目的之一就是为学生建立正确的科学历史发展观。只有客观地进行编写,才能正确反映出科学家在建立科学思想及科学知识中所做出的贡献,正确厘清各类科学猜想和科学假设之间交错的关系。然而,以上编写差异显示,各版教科书之间对于同一事件、同一结论的表述出入明显;对于科学史的资料涵盖不全面,编写不严谨,甚至有些曲解了前人的思想。许多版本教科书认为通过理想实验,伽利略证实了物体运动的永恒性,然而却未提及结论的前提是圆周运动,这使得学生倾向于认为伽利略证实了直线运动的永恒性。误导学生接受错误的知识,使得学生无法认清科学发展的艰难。“重性”以及“有限的宇宙”这两个概念伴随了伽利略的研究生涯,甚至可以说“重性”这一概念从亚里士多德时代一直延续到了笛卡儿这一时代,无数前人都无法逾越这道门槛,倒在建立“牛顿第一定律”的大门之前。如若对这样的历史事实视若无睹,学生将无法认清科学研究的艰辛,何谈建立卓绝的科学素养?可见,唯有体现科学史的基本客观性,以及结论背后的前提条件(如历史局限性、科学理论的基础

参考文献:

- [1] 曹大为. 关于普通高中历史课程标准(实验)教材建设的对策与思考[J]. 历史教学, 2004(8): 35-39.
- [2] 陈文海. “世界古代政治史三谈”之三——关于中世纪西欧的政治遗产[J]. 中学历史教学, 2006(4): 4-8.
- [3] 朱汉国, 王斯德. 普通高中历史课程标准(实验)解读[M]. 南京: 江苏教育出版社, 2003: 49-52.
- [4] 政治文明历程[M] // 普通高中课程标准实验教科书历史必修(1). 长沙: 岳麓书社, 2004: 35.
- [5] 陈康衡. 弥补课标缺失 完善知识结构——兼评人教版新编探究活动课“‘黑暗’的西欧中世纪”[J]. 历史教学, 2007(6): 23-26.

等),才能更好地贯彻科学史的教育。

(三) 有效区分结论的异同

在教科书中引入科学史的内容,可以帮助学生厘清各个科学家对于科学进步的贡献,然而如果不能给出各个结论之间的差异,学生掌握科学思想进程的目的也就无从谈起。如何合理梳理科学史内容可参照如下方法:通过深度挖掘科学史的内容,对比各个结论的理论基础、理论缺陷,找出各结论间的区别,建立各结论间的联系,展现理论的演变史,突出人类智慧在其中所起到的关键作用。例如,伽利略坚持“重性”与“有限宇宙”的观点,得出小球速率不变,但是无法沿直线运动的结论;笛卡儿抛弃“重性”的概念,否认宇宙的有限性,认为无其他因素时,小球的状态将不会发生改变,且沿直线行进;牛顿则直指“重力”这一外因,突破前人关于“重性”的迷惑,明晰力与运动的关系,准确地认识了惯性。相信通过这样层层递进的编写方式,学生能够破解疑惑,建立正确的科学史观,增强自己的科学素养。

参考文献:

- [1][2] 李艳平, 申先甲. 物理学史教程[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 11-29, 96-103.
- [3][4][6][7] 亚历山大·科瓦雷. 伽利略研究[M]. 北京: 北京大学出版社, 2008: 11-12, 233-336, 369-399, 263.
- [5] 邢红军. 初中物理科学方法教育[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2015: 166.