

# 新粤教版高中物理教科书科学家形象建构研究

李汶俊,许凯霞,区艺锋,李安琪,肖 洋\*

华南师范大学物理与电信工程学院,广州 510006

**摘 要:**教科书中承载的科学家形象可能会潜在地影响学生的科学态度与责任。选取 2019 年出版的粤教版高中物理教科书作为研究对象,对其科学家形象建构情况进行分析。研究发现,教科书整体上的科学家形象建构较为积极,突出了科学家团队的社会群体性、科学家人性特征的神圣性,力求逐渐改善对科学家的刻板印象,增加我国科学家的数量,平衡学科领域的分布,体现卓越的专业能力。基于研究结论给教科书的编写提出几点意见。

**关键词:**物理教科书;科学家形象;粤教版

**中图分类号:**G633.7

**文献标识码:**A

**文章编号:**1003-6148(2022)7-0025-5

## 1 问题提出

自 20 世纪以来,科学教育的目标经历了从“科学知识教育”“科学过程和方法教育”“科学素养教育”到“学科核心素养”的四次演变,从注重实体和工具延伸到了精神与价值领域<sup>[1]</sup>。习近平总书记在科学家座谈会上也指出,“科学家精神是科技工作者在长期科学实践中积累的宝贵精神财富,要大力弘扬科学家精神”<sup>[2]</sup>。

弘扬科学精神与价值的美好愿景的实现,除了要重视科学知识的教学方式,对青少年心目中的科学家形象建构也很重要。许多研究发现,青少年对科学家普遍存在刻板印象和“神圣”印象。例如,张楠和詹琰(2014)调查发现,北京地区中学生对科学家普遍存在“男性主导”“熬夜、通宵工作”“长期在实验室工作”“戴眼镜”等刻板印象<sup>[3]</sup>。周晴等人(2017)的研究表明,我国青少年心目中的科学家形象更具“神圣”色彩,学生心中的科学家已脱离普通职业的范畴,不仅是智慧和荣誉的化身,而且要具备淡泊名利、无私奉献等精神品质<sup>[4]</sup>。

教科书在青少年的科学家形象建构中扮演着十分重要的角色<sup>[5-6]</sup>。不少研究指出,部分物理

教科书对科学家形象的描绘比较刻板。例如,张正严和武小琴(2013)发现教科版、人教版和司南版的高中物理教科书鲜有涉及科学家的思想方法和精神品质<sup>[7]</sup>。郭桂周等人(2018)发现人教版初中物理教科书中的科学家形象单薄,而且缺失女性,有“欧洲中心主义”的倾向<sup>[8]</sup>。

新颁布的课程标准明确提出,教材编写应关注科学家在科学探索过程中所凝练的科学思维方式和科学研究方法,让学生学习科学家的科学思维、研究方法及科学态度等<sup>[9]</sup>。在这一背景下,有必要研究新修订的普通高中物理教科书中的科学家形象建构情况。本研究选取 2019 年出版的粤教版普通高中物理教科书,通过描绘新版教科书中的科学家形象建构情况,为教师在教学中完善科学家形象和编者未来修订教科书提供建议。

## 2 研究设计

### 2.1 研究框架

本研究对教科书中科学家形象建构情况的分析指标兼具国际和本土特色,采纳了 Chambers 设计的 DAST 测试(Draw a Scientist Test)和张芳喜等人(2016)在研究《人民日报》中的科学家形象时构建的指标<sup>[10-11]</sup>,上述指标已广泛用于教科

收稿日期:2022-04-23

基金项目:华南师范大学 2021 年度大学生创新创业训练计划“高中教材中科学家形象的比较分析:以物理和语文学科为例”(S202110574100);中国博士后科学基金第 67 批面上项目“职前教师科学探究 PCK 的进阶发展与作用机制研究”(2020M672658);国家社会科学基金“十三五”规划 2020 年度教育学青年课题“中小学教师科学素养 PCK 的进阶发展与作用机制研究”(CHA200261)。

作者简介:李汶俊(1999-),男,本科生,主要从事物理教学测量研究。

\* 通信作者:肖洋(1992-),男,特聘副研究员,硕士研究生导师,研究方向为物理课程与教学论。

书分析<sup>[8,12]</sup>。本研究在此基础上构建了如表1所示的分析检查表,从人性特征、外在特征、职业特征和背景特征四个维度分析科学家形象。

第一,人性特征包括科学家的人格特征、对待科研学术的态度以及他人对科学家的评价。

第二,外在特征包括科学家的性别、外貌特征、国别以及出生年代。对于外貌特征,由于张芳喜等人(2016)并未详细说明,本文借鉴了DAST的分析指标,并增加了个别外貌特征指标。此外,因为部分教科书中的科学家形象存在“欧洲中心主义”、年代分布不均匀等问题<sup>[11,13]</sup>,特添加出生年代及国别两项指标。

第三,职业特征包括科学家所在的学科领域、所承担的行政职责以及表现出来的专业能力。

第四,背景特征考虑了科学家作为社会生活中的实在个体,包括其家庭背景、教育背景和工作环境。

## 2.2 分析程序

本研究选取广东教育出版社2019年出版的普通高中物理教科书作为研究样本(以下简称新粤教版高中物理教科书),共分为必修第一册、第二册、第三册及选择性必修第一册、第二册、第三册,共六册。

本研究主要采用内容分析法,分析过程包括三个阶段。第一步是选取对象,研究者浏览教科书后,选出涉及科学家形象的文本材料单元作为分析对象。在选择的过程中,将相对独立、完整叙述科学家事迹的一段话或资料卡片记为一个单元。第二步是文本材料分析,对每个文本材料,研究者根据表1的检查表逐项进行编码、统计。表2提供了一个文本材料单元及其分析示例,采用类似的方式,对所有的文本材料进行分析。第三步是教科书整体分析,研究者汇总所有文本材料的编码结果,形成科学家形象建构各项指标上的总体表现。

上述分析过程由四名研究者一起完成。研究者在充分研读分析检查表后对必修第二册进行试评,各自独立选取文本材料并依据检查表对各项指标逐项编码。试评的评分者信度(Cohen's Kappa)为0.691,任意两名研究者之间的一致率在92.21%至93.08%之间。由此进入正式分析,每本教科书均由两名研究者进行分析,结果依然具有良好的评分者信度(Cohen's Kappa:0.912至0.949)和较高的一致率(95.03%至98.10%)。对编码不一致的地方,研究者在协商后达成一致。研究者共选取了381个文本材料单元,各指标的频次与百分比如表1所示。

表1 科学家形象分析检查表与呈现频次表

一级指标	二级指标	具体说明	频次	占比
1.人性特征	1.1 人格特征	以王登峰教授制定的人格七因素结构为依据,分为外向性、善良、行事风格、才干、情绪性、人际关系、处世态度	53	13.91%
	1.2 学术态度	创新、长期坚持、合作、不求名利	219	57.48%
	1.3 他人评议	他人对科学家的评价,包括合作者、同事、同行等	9	2.36%
2.外在特征	2.1 性别	男、女、未知	112	29.40%
	2.2 外貌特征	实验服,眼镜,面部胡须和头发,研究象征指标,技术,相关的文献公式,秃顶	45	11.81%
	2.3 国别	以科学家现今的国籍或最终的国籍为准,划分为英国、德国、中国等(若出现双国籍,两国各计0.5次)	176	46.19%
	2.4 出生年代	以科学家的出生年份为基准,划分为17世纪、18世纪等	45	11.81%
3.职业特征	3.1 学科领域	以《中华人民共和国学科分类与代码国家标准》中物理学的二级学科为依据,划分为力学、热学、光学等	197	51.71%
	3.2 行政职责	包括主任、机构管理者、无职务、政治事务、社会活动等	11	2.89%
	3.3 专业能力	获奖、成就/著作	268	70.34%
4.背景特征	4.1 家庭背景	家庭相关信息	0	0.00%
	4.2 教育背景	大学以下、大学、硕士、博士	0	0.00%
	4.3 工作环境	在什么样的外部条件下工作	3	0.78%

表2 文本材料单元及其分析示例

文本材料	分析说明与结果记录
到了16世纪,波兰【国别】天文学家哥白尼【姓名】(N. Copernicus, 1473—1543)【出生年代】主张以简单的几何图形来描述宇宙运行的规律,他经过几十年对天体运动的观测与推算【长期坚持】【行事风格】,发现若假设太阳是宇宙的中心,地球和其他行星都围绕太阳运动,对行星运动的描述将变得更加简明清晰。于是他提出了“日心说”【创新】。	【国别】波兰 【姓名】哥白尼 【出生年代】1473—1543 【学术态度-长期坚持】【人格特征-行事风格】“几十年”体现了学术态度中的“长期坚持”;同时可见其踏实认真,体现了人格特征的“行事风格” 【学术态度-创新】“主张”“提出日心说”体现了学术态度中的“创新”

### 3 新粤教版高中物理教科书中科学家形象建构的特点

整体而言,新粤教版高中物理教科书注重科学家的专业能力(70.34%)、学术态度(57.48%)、学科领域(51.71%)。但是,关于科学家的他人评议(2.36%)、行政职责(2.89%)、工作环境(0.78%)的信息非常少,家庭背景和教育背景的信息甚至处于空白状态。下面将先呈现教科书中最为频繁出现的科学家,然后依次从四个一级指标展现教科书中科学家形象建构的主要特点。

#### 3.1 科学家形象从个体转向共同体,凸显近当代科学研究的集体性与社会性

总体来看,新粤教版高中物理教科书中共出现科学家132人次,其中指代明确的前五位为牛顿(21次)、伽利略(20次)、爱因斯坦(18次)、麦克斯韦(15次)和法拉第(11次)。此外,本研究还发现教科书中出现了大量指代不明确的科学家信息,诸如“科学家们”“科研人员”“研究团队”等,这些科学家代称出现的频次高达37次。其中,科学家代称的相关内容共有18次出现了明确的年代信息,16次为近现代(17世纪之后)。

这一结果表明,教科书对科学家的介绍已经开始超越个体,突出了团队合作,表明科学研究往往不再是单一科学家孤独的奋战过程,而是更具集体性的社会活动。教科书的这种转向,更容易让学生感受到科学家作为一个社会群体是如何工作的,从而进一步认识到科学是整个人类努力奋斗的事业,逐步深化其科学本质观。

#### 3.2 科学家的人性特征过于神圣化,忽视了科学家作为普通人的一面

教科书最注重描绘科学家人性特征中的学术态度(57.48%)。学术态度中提及最多的是“创新”(165次,75.34%)。对学术态度其他方面的描绘较少,关于“合作”和“长期坚持”的内容占比分

别为15.07%和8.22%(分别为33次和18次),而对“不求名利”的描绘次数则屈指可数(3次,1.37%)。对学术态度描写最为全面的素材来自选择性必修第三册——“而最早发现这一实验现象的约里奥-居里夫妇,虽然为这一实验拍摄了上万张胶片,付出了很多的心血……”(P116),通过描写居里夫妇共同工作体现了“合作”,“拍摄了上万张胶片,付出了很多的心血”体现了“长期坚持”,而“最早发现”则体现了“创新”。

教科书关于科学家人格特征以及他人对科学家的评议的描写就相对较少,分别为53次和9次。其中,教科书对科学家人格特征的描绘注重“才干”(29次,54.72%),集中表现为科学家敢作敢为、敢于决断、持之以恒以及有始有终的特点。例如,选择性必修第三册中“……亥姆霍兹是能量守恒的另一位独立发现者,他始终坚信‘永动机’是不可能的……1847年,他论述能量守恒的重要论文《力的守恒》在《年鉴》(当时权威的科学杂志)投稿失败后毫不气馁……”(P64),通过“始终坚信”“毫不气馁”等关键词体现出其持之以恒、有始有终的“才干”特点。此外,教科书还关注到了“行事风格”(19次,35.85%),主要表现为科学家工作严谨、做事认真、乐于合作以及淡泊名利的特点。

关于科学家人格特征中,与普通人较为共通的部分的描绘则寥寥无几,如“处世态度”3次(5.66%)、“人际关系”2次(3.77%),而完全没有提及“外向性”“善良”和“情绪性”。上述的结果表明,教科书强调科学家伟大的人格魅力,但忽视了科学家作为普通人的一面,有科学家人性特征“神圣化”的倾向,可能会让学生形成“科学家远离普罗大众”的错觉,影响其树立全面、正确的科学态度与价值观。



### 3.3 科学家外在特征的刻板印象逐渐消融, 民族自信得以进一步彰显

教科书对科学家外在特征的描绘有意消除男性中心主义、唯西方主义的科学观,同时选用更真实的科学家图片(如生活照、工作照等)以消除科学家外貌特征的刻板印象<sup>①</sup>。

首先,虽然男性科学家仍占绝大多数(128位),但教科书有意淡化了科学家的性别。一方面,教科书补充了一些女性科学家身着实验服、处于实验室的真实工作情景照片,如图1(a)所示。另一方面,教科书试图采用一种“去性别化”的描述,不会特别强调其性别。例如,选择性必修第三册“J.J.汤姆孙发现,对于不同的……”(P107)和“宇称不守恒……被吴健雄等人的实验所证实”(P129),都采用姓名来指代。虽然突出女科学家、女性等字眼能补全女性科学家的“在场证明”,但刻意的性别指代反而可能让学生更关注到科学家群体中男性和女性席位不等的问题。因此,教科书这种“去性别化”的描述可能反而更能够消除男性中心主义。

其次,教科书中选用的图片也在有意消除可能存在的刻板印象。可能涉及刻板印象的外貌特征频次均不高。在教科书中出现的45幅科学家图片中,出现频次较高的外貌特征是:“面部胡须和头发”(17次,37.78%),“秃顶”(8次,17.78%),“实验室及实验器材”(7次,15.56%),“眼镜”(5次,11.11%)。这一类图片典型代表是伽利略的头像[图1(b)]。从统计结果来看,除“面部胡须与头发”这一指标外,其余指标出现的比例均低于20%;而课本采用如图1(a)所示的真实工作情景照片可以更为真实、客观地呈现科学家的外在形象,有助于消除学生对科学家的刻板印象,拉近学生和科学家的距离。



(a)女性科学家真实工作情景照片



(b)伽利略的头像

图1 新粤教版教科书中科学家图片素材示例

最后,教科书中补充了大量我国的科学家,彰显了民族自信心。科学家所属国家排名前五的分别是英国<sup>②</sup>(31人,21.83%)、美国(20.5人,14.44%)、

德国(20人,14.08%)、法国(19人,13.38%)、中国(17人,11.97%)。我国科学家的数量已超过意大利、荷兰等欧洲国家。而且教科书也不再局限于我国古代的科学家(如张衡),还加入了近当代科学家(如钱学森)。

### 3.4 科学家职业特征的学科领域分布广泛, 选用大量诺贝尔奖获得者, 彰显专业能力

从科学家所属的学科领域来看,其研究内容分布广泛。涉及的学科领域分别是原子分子物理学(35人次,17.77%),天文学(33人次,16.75%),电磁学(28人次,14.21%),力学(26人次,13.20%),光学(21人次,10.66%),热学(19人次,9.64%),理论物理学(18人次,9.14%),剩余17人次来自于高能物理学、航空航天科学技术基础学科和无线电物理领域。教科书不仅精选了经典物理科学家,增加了大量原子物理、理论物理的素材,还加入了当代的、前沿的科学研究者。例如,必修第二册“……霍伊尔(F. Hoyle, 1915—2001)等人提出的稳恒态宇宙模型……”(P131),补充了提出现代宇宙模型的科学家。由此可见,教科书已不再停留于经典物理科学家的形象建构。

而教科书涉及到的大部分科学家素材都凸显了其专业能力(268处,70.34%)。例如,必修第一册中“牛顿……系统地总结出动力学的一条基本定律,称为牛顿第一定律”(P100)。值得注意的是,对于近现代科学家而言,诺贝尔奖是科学家融入教科书的重要指标。132位科学家中,有74位有机会获得诺贝尔奖<sup>③</sup>,其中43位已获诺贝尔奖(58.11%)。诺贝尔奖是科学家专业能力得到广泛认可的最佳指标,选用大量诺贝尔奖获得者作为素材在肯定科学家专业能力方面具有重要说服力。同时,诺贝尔奖一般颁发给最具价值、最前沿的科研成果,一定程度上代表着科学发展的方向。从这一角度来看,教科书选用大量获得诺贝尔奖的科学家,可以增强学生对科学发展的信心,点燃学生致力于科学研究的热情。

### 3.5 科学家背景特征的描绘整体不足, 工作环境描写凸显攻坚精神

教科书无明显家庭背景与教育背景描写,鲜有关心科学家工作环境(仅3次),主要强调环境的艰苦来烘托出科学家不畏苦难、不懈追求的精神。必修第一册的“在伽利略时代,技术比较落后,通过直接测定瞬时速度来验证一个物体是否

做匀速运动是困难的……”(P35)、必修第二册的“该系统(高铁列车齿轮传动系统)打破了国外垄断”(P30)都体现了这一点。

科学家呈现的特征与背景密切相关,缺少背景信息可能使学生无法考虑到历史局限性,无法认识到家庭和社会对个人的影响,不能形成对科学家的完整认知。

#### 4 结论与启示

本文的分析结果表明,整体上,新粤教版高中物理教科书对科学家形象建构发挥了较为积极的作用。教科书对科学家的描绘突出了科学家的社会群体性、科学家人性特征的神圣性,同时选用的科学家素材力求逐渐消融外在特征的刻板印象,增加我国科学家的数量,平衡学科领域的分布,体现卓越的专业能力。基于研究结果,对未来教科书进一步加强科学家形象建构提出一些建议。

##### 4.1 应生动鲜活地描述科学家的人性特征

教科书可适当关注科学家的感情、道德、生活等方面,展现科学家作为有血有肉的个体的独特气质,而不只是停留于科学家在研究过程中对科学事业所持有的稳定的心理倾向。如通过更生活化的照片塑造更为鲜活的形象,如必修第二册的爱因斯坦的照片[图 2(a)]可以尝试更换为展示爱因斯坦活泼个性的照片[图 2(b)]。



(a)教材中爱因斯坦照片 (b)爱因斯坦生活照

图2 爱因斯坦照片修改的建议

##### 4.2 进一步增添我国现代的科学家人物素材

教科书可以介绍更多中国现代的科学家人物,细致中国科学家的整体样态,展现现代中国的科研实力。例如,与钱学森同为我国“两弹一星”元勋获得者的钱三强、于敏等人也可以被写入教科书,可在必修第二册第三章第四节《万有引力定律》中补充叙述钱学森与钱三强等人如何牵头发起导弹和原子弹项目、如何突破重重障碍开始研究的故事。

##### 4.3 完善对科学家背景特征的描绘

在教科书中适当加入对科学家家庭背景、教育背景和工作环境的描述。美国初中主流科学教科书《科学探索者》在此方面给了我们启示,该书通过每册书开篇的“走进科学”栏目介绍、访谈一位科学家,充分展示家庭和学校教育对其产生的影响、如何走上科学之路、科学家对科学工作的认识等。

注释:

- ①关于科学家的外在特征,通过查阅资料尽可能补全了性别、国别和出生年代信息,补充后的频次分别为342、354和172次。
- ②在该处科学家总数为142人,其中有10人为科学家代称,分别包含了不同的国别信息。
- ③有58位科学家在诺贝尔奖设立前就已去世。

参考文献:

- [1]张军朋,许桂清.中学物理课程与教学论[M].北京:北京大学出版社,2021:34-35.
- [2]习近平.在科学家座谈会上的讲话[EB/OL].(2020-09-11)[2022-03-01].[http://www.xinhuanet.com/politics/leaders/2020-09/11/c\\_1126483997.htm](http://www.xinhuanet.com/politics/leaders/2020-09/11/c_1126483997.htm).
- [3]张楠,詹琰.北京地区中小学生对科学家的形象比较研究[J].科普研究,2014,9(6):11-18.
- [4]周晴,范雨萱,刘彦峰.中美中学生心目中的科学家形象比较研究——以中国北京地区及美国麦迪逊海茨地区中学生为例[J].科普研究,2017,12(4):60-68.
- [5]胡扬洋.中学物理教科书中的科学家形象描绘:现实与超越[J].课程教学研究,2016(12):29-34.
- [6]焦振兰,吴宏伟,王玥.利用科学足迹栏目培养学生的科学态度与责任——以人教版行星的运动一节为例[J].湖南中学物理,2017,32(12):1-3.
- [7]张正严,武小琴.高中物理教材中科学家素材选用的内容与方式[J].教学与管理,2013(1):57-60.
- [8]郭桂周,易娜伊,周云.我国中学物理教科书中科学家形象建构的实证研究——以人教版初中物理教科书为例[J].教育导刊,2018(10):52-57.
- [9]中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版2020修订)[S].北京:人民教育出版社,2020.
- [10]CHAMBERS D W. Stereotypic images of the scientist: The Draw-A-Scientist Test[J]. Science Education, 1983, 67(2): 255-265.
- [11]张芳喜.《人民日报》中的科学家形象研究[J].自然辩证法研究,2016,32(11):66-70.
- [12]李慧慧.中学教育视域下的科学家形象研究[D].重庆:西南大学,2020.
- [13]刘志学,张磊.美国物理教科书中科学家形象的塑造与启示[J].未来与发展,2019,43(12):76-83,96.

(栏目编辑 刘 荣)