

# 影响 10~19 岁学生塑造科学职业理想的新探索

## ——英国 ASPIRES 2 项目述评

徐海鹏<sup>1</sup> 赵洋<sup>1</sup> 陈云奔<sup>1</sup> 罗楠<sup>2,3</sup>

(哈尔滨师范大学教育科学学院, 哈尔滨 150025)<sup>1</sup>

(哈尔滨商业大学金融学院, 哈尔滨 150028)<sup>2</sup>

(黑龙江大学马克思主义学院, 哈尔滨 150080)<sup>3</sup>

**[摘要]** ASPIRES 项目是一项针对青少年科学职业理想的研究项目, 本文对其第二阶段研究的背景、方法、内容和结果进行了系统分析, 提出我国在培育学生科学职业理想的过程中应重视非正式情境中的科学学习经历、着力解决弱势群体的科学债务、促进学生科学资本的积累及注重科学课程与教学的衔接等建议。

**[关键词]** ASPIRES 2 科学职业理想 科学资本 科学教育

**[中图分类号]** G515.5 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2022.04.006

当今世界正经历百年未有之大变局, 国际力量对比深刻调整, 发展仍然是时代主题, 对于国家来说, 掌握世界先进的科技是保持经济发展和提升国际竞争力的最有力手段。《国家中长期科技人才发展规划(2010—2020年)》指出, 我国高层次创新型科技人才匮乏, 科技人才创新创业能力不强、结构和布局不尽合理。实现科技强国依赖突出的科技人才, 突出的科技人才需要拥有坚定的科学职业理想。青少年科学职业理想的塑造直接影响着国家科学事业的发展, 受到各国学界的广泛关注。

英国学者阿奇尔(Archer)教授主持的ASPIRES项目在青少年科学职业理想研究方面有很强的代表性, 并在世界范围内产生了深刻的影响。由阿奇尔及其同事发起、受到英国经济和社会研究委员会(ESRC)资助的ASPIRES项目已经进行到了第三阶段。2009—2013年, ASPIRES项目进行了第一阶段的研究, 追踪调查了学生在10~14岁年龄段的教育期望和职业理想随着受教育时间的推移是如何变化和形成的, 特别是与科学有关的职业理想如何受性别、种族和社会阶层制约, 及家庭、学校和同伴等环境因素

收稿时间: 2021-06-24

基金项目: 2020年黑龙江省哲学社会科学研究规划项目“中国近代科学教育发展及特点——基于物理教科书的研究(1840—1949)”(20EDE375); 2019年黑龙江省哲学社会科学研究规划项目“新时代少数民族大学生思想政治教育生活化模式探析”(19KSC108); 2020年教育部人文社会科学研究专项任务项目(高校辅导员研究)“新时代少数民族大学生思想政治教育生活化模式研究”(20JDSZ3056)。

作者简介: 徐海鹏, 哈尔滨师范大学教育科学学院博士研究生, 研究方向: 科学课程与教学, E-mail: xhphrb@163.com。罗楠为通讯作者, E-mail: luonan0829@163.com。

的影响,以期能够明晰学生的科学职业理想与后续科学科目选择之间的关系。2014—2018年,ASPIRES开展了第二阶段的研究,即ASPIRES 2,在第一阶段研究的基础上,出于对未来多样化从事科学职业的学生需求及后义务教育阶段科学课程低参与模式的关注,将原有追踪对象的年龄扩展到19岁,试图进一步挖掘有哪些因素影响了学生的科学职业理想及他们的科学身份认同程度。从2019年开始,ASPIRES开展了第三阶段的研究,将原有追踪对象的年龄扩展到23岁,但暂时只关注了新冠肺炎疫情背景下学生科学职业理想的基本情况,总体研究结果尚未公布。

作为一项大规模的跟踪研究项目,ASPIRES系列研究在许多层面都进行了开创性的研究。它是科学教育领域首次基于国家样本对学生科学职业理想进行的调查研究,是首次在政策层面、理论层面和实践层面将科学教育与职业理想整合于一体的研究,也是首次对影响学生科学职业理想因素进行分析的大型比较研究。ASPIRES 2在第一阶段研究的基础上进行,并首创性地提出了科学资本理论和科学资本教学模式,本文试图对其进行系统分析,以期为我国的科学教育及学生科学职业理想培养提供新的启示。

## 1 ASPIRES 2 研究的背景

### 1.1 先前相关研究存在局限

在ASPIRES 2项目开展前,已经有一些项目从不同角度对科学态度、科学教育和科学相关度进行了相关研究。例如,英国政府为了深入掌握公众对科学、科学家、科学参与和科学政策的态度,资助了公众科学态度项目(PAS)的一系列问卷调查。PAS项目2014年的报告显示,有73%的参与者对从事

科学相关的职业具有积极态度,90%的参与者对科学家具有良好的印象<sup>[1]</sup>。同时,科学教育相关性项目(ROSE)则针对40个国家和地区的15岁学生进行了调查,该项目设计了一份由108个题项组成的长问卷,涉及学生与科学相关的课外经验、学习科学的兴趣、对学校科学教育的态度、对科学家的印象及科学职业理想等诸多维度。结果表明,发展中国家的学生学习科学的兴趣、从事科学相关职业的兴趣比发达国家学生要高,也指出女生的科学职业理想处在一个很低的水平<sup>[2]</sup>。除此之外,性别与科学相关性项目(GS-IAT)则设计了科学博物馆互动展览模式的网站进行与科学相关的隐性态度测量,该项目共完成了60余万次的测试。结果表明,隐性的刻板印象与参与者的数学参与、表现和成就、选择科学专业科目的意图和职业有显著关系,性别在这些关系中发挥了重要的调节作用<sup>[3]</sup>。总体而言,虽然相关研究取得了一定成绩,但仍存在一些局限。例如,PAS项目的研究样本代表性不足、在结果呈现时一些P值数据被隐藏,使得数据处理缺乏程序上的透明度、ROSE研究的年龄结构过于单一、GS-IAT项目缺少多因素的交叉分析,且所有国外研究均忽视了与科学领域联系紧密的科学资本的存在。

### 1.2 越来越多的英国学生正在“逃离科学”

2016年英国皇家工程院的预测数据显示,英国每年需要约130万的科技人才来替代老龄化的劳动力需求,到2022年这一需求将扩大到160万人,但越来越多的用人单位面临科技人才供需严重不足的招聘困境<sup>[4]</sup>。这一困境使得政府、教育工作者和科学技术行业开始重新审视学生科学职业理想培养过程中存在的不足,思考如何通过科学教育促进科学职业理想的培养,以引领更多学生从事科学专

业的学习。在英国，从事与科学相关的职业要求学生在大学期间获得与科学相关的学位，而在大学攻读相关学位又要求学生在中学阶段学习过科学相关的课程。因此，学生的职业理想与其在学校课程选择之间存在密切的联系。学生在后义务教育阶段选择的课程可以反映出其是否具有科学职业理想，二者相互联系、相互映射。一方面，学生具有科学职业理想，可以促使其选修科学课程；另一方面，学生选修科学课程，又有利于其科学职业理想的塑造与巩固。但现实情况是，拥有科学职业理想的学生稍显不足，突出体现在当科学（物理、化学、生物）一旦不再是义务教育阶段课程时，学生科学课程的选修率便断崖式下降，越来越多的学生正在“逃

离科学”<sup>[5]</sup>。

基于上述现状，围绕对后义务教育阶段科学课程参与模式的关注，以及样本代表性、多因素交叉分析、信效度检验等方面的完善，ASPIRES 2 开展了一系列卓有成效的研究。

## 2 ASPIRES 2 的研究内容和方法

### 2.1 ASPIRES 2 的研究内容

ASPIRES 2 项目设计的研究内容主要由因变量与自变量构成（见表 1）。其中因变量为科学职业理想，自变量包含背景变量、学生层次解释变量、家庭层次解释变量和学校层次解释变量 4 个部分，每个部分又细化为不同的指标，每个指标又依靠许多题项进行测量<sup>[6]</sup>。

表 1 ASPIRES 2 的内容设计

不同层次变量	测量指标	测量内容
因变量	科学职业理想	我希望在未来继续学习科学；我想成为一名科学家；我想从事一份能够运用科学知识的工作；我期望从事科学领域的工作；我认为我可以成为一名出色的科学家
背景变量	—	性别；种族
	校外科学活动指标	在校外，多久阅读一本关于科学的书籍或杂志；多久浏览一次科学相关的网站；多久看一档关于科学或自然的电视节目；多久参观一次科技中心、科学博物馆或动物园
学生层次解释变量	对科学家正面积极的看法	科学家，可以改变世界；赚很多钱；从事着一份令人激动的职业；很聪明；被人们所尊重
	对科学家负面消极的看法	科学家很怪异；在工作上花费了过多的时间；没有其他的兴趣
	自我科学认同指标	科学是我最擅长的科目之一；老师期望我在科学中有突出的表现；我在科学课程中取得了较高的分数；我能快速地学习科学课程中的知识；在科学课程中我可以理解任何知识；如果我努力学习，我会在科学中表现得很好
自变量	自我科学不认同指标	我发现科学课程很难；我只是在科学课程中表现得不好；我在科学课程中很无助
	社会阶层指标	父母从事职业的多项选择题
家庭层次解释变量	父母对科学的态度指标	父母认为科学是有趣的；父母认为我学习科学是重要的；如果我长大成为一名科学家我父母会很高兴
	学校类型指标	小学；中学；大学
学校层次解释变量	学校资源指标	学校职业生涯教育情况；社团活动情况
	学校科学课程指标	我在科学课程中学到了有趣的东西；我期待上科学课；科学课是令人振奋的

### 2.2 ASPIRES 2 的研究方法

ASPIRES 2 在以上研究内容的指引下，在 6 个时间点收集了 39 987 份问卷的定量数据。又通过深度访谈，收集了 741 份定性数

据。在保证样本信息充足的前提下，运用定量与定性相结合的研究方法进行分析。多元化的研究方法体现在研究的各个方面，例如通过聚类分析不同种族的科学职业理想水平；

通过主成分分析 (PCA) 归结父母职业所代表的社会阶层; 通过李克特五级量表法量化不同题项; 利用创建的综合变量转化成二分变量的 logistic 模型中介效应分析来描述最有可能抱有科学职业理想学生的特征; 通过逻辑回归分析, 说明数据的嵌套性; 通过多层次模型 (MLM) 分析, 研究与学生科学职业理想相关的因素<sup>[7]</sup>。在信效度检验层面, 通过主成分分析和 Cronbach's  $\alpha$  系数来保证研究的信度与效度 (见表 2)。

表 2 各维度的 Cronbach's  $\alpha$  系数

维度	项目数	$\alpha$ 系数
科学职业理想	5	0.869
校外科学活动指标	4	0.729
对科学家正面积极的看法	5	0.681
对科学家负面消极的看法	3	0.541
自我科学认同指标	6	0.778
自我科学不认同指标	3	0.760
父母对科学的态度指标	3	0.578
学校科学课程指标	3	0.832

### 3 ASPIRES 2 的研究结果

ASPIRES 2 的研究结果主要体现在两个方面: 一方面, 对 10~19 岁学生科学职业理想的现状进行了客观细致的描述; 另一方面, 在现状分析的基础上, 分析了可能造成该现状的原因。

#### 3.1 学生科学职业理想现状

ASPIRES 2 的研究结果表明, 随着时间的推移, 学生的职业理想体现出较高的相对一致性。不论学生的背景如何, 都不存在理想缺失的情况, 多数学生都希望进入大学学习和从事专门的职业<sup>[8]</sup>。但研究揭露了一个现实: 从事科学相关职业并不在学生的优先选项中, 从而使得该项目进行了更加深入的研究, 进行了许多富有成效的探讨。

首先, 反驳了学生缺乏科学职业理想的一般认知。一般认为造成学生对科学望而却步的假设有以下三种: 第一, 学生认为科学

不够有趣; 第二, 家庭成员对科学家持有负面看法; 第三, 学生家庭成员轻视科学。但研究结果表明, 不论是学生层面还是家长层面, 对科学均表达出了浓厚的兴趣和很高的评价, 进而揭示了态度和理想之间的不对称关系, 认为这种关系是以身份认同和平等问题为中介的, 使学生产生了“思想与行为之间的鸿沟”, 即学生虽然喜欢科学, 但并没有将这种喜欢转化为职业理想<sup>[9]</sup>。

其次, 描绘了最有可能抱有科学职业理想学生的特征。通过对科学职业理想综合变量的二分变量的 logistic 模型中介效应分析及多层次模型分析发现, 最有可能抱有科学职业理想学生的人物特征为: 男生、拥有很高的文化资本、至少有一个家庭成员从事科学领域工作。

最后, 揭示了科学职业理想与身份认同之间呈现出的三种不平等现象。在科学职业理想层面, 受到社会经济背景、性别、种族不同程度的影响。优越的社会经济背景、男生、亚裔学生表达出了最高的科学职业理想。在科学身份认同层面, 为了验证学生对科学的参与度在很大程度上取决于他们对科学的自我认同感这一假设<sup>[10]</sup>, ASPIRES 2 在一系列错综复杂的问题上进行了探索。结果表明, 学生学习科学课程的时间越长, 他们的科学自我认同感越低。虽然一些学生个体努力地建构自己的科学身份, 但他们在不平等的条件和约束下通过不同因素的相互作用产生了学生的选择视野, 导致了“像我这样的人正确的选择就是如此”的观念<sup>[6]</sup>。在部分学生层面, 遭遇了“科学债务”, 该部分学生虽然对科学的期望和自我认同感相对较高, 但是这些期望和自我认同感并没有转化为科学课程选择与科学职业意向, 且因交叉性的不公正影响而更加严重。

### 3.2 影响学生科学职业理想塑造的因素

影响学生科学职业理想的因素是复杂的、多方面的。但这些因素并不能单一地对其造成影响，而是诸多不平等因素的交互作用，影响了学生科学职业理想的塑造。

#### 3.2.1 学生所拥有的科学资本水平

阿奇尔在布迪厄 (Bourdieu) 资本概念基础上提出了科学资本的概念：科学资本是一种用来整理与科学相关的各种经济、社会和文化资本的概念性工具，特别是那些有可能为个人或群体提供使用或交换价值的资本，以支持和加强个人或群体在科学方面的获得感、参与感和分享的意愿<sup>[11]</sup>。科学资本并不是一种具体类型的资本，而是指能够支持科学学习、参与的知识或资源。因此，科学资本可能来自不同形式的资本，如经济、社会和文化。例如，经济资本有助于获得科学相关的资源或机会；社会资本可能会促进社会进程，以支持学习科学或选择未来的职业；文化资本能够关联与科学有关的资源、知识、技能和实践，包括科学书籍和实验工具。ASPIRES 2 通过 12 个题项测量了学生的科学资本水平，结果表明，学生所拥有的科学资本水平与他们渴望并参与后义务教育阶段科学课程的可能性有着强烈且持续的联系，科学资本在科学职业理想塑造方面发挥着重要的中介作用，学生的科学资本水平越低，拥有科学职业理想的可能性也越低。

#### 3.2.2 学生对于科学的刻板印象

学生对科学积累的刻板印象强烈地影响着学生学习科学的意愿，对科学的刻板印象主要体现在只有男性或头脑足够聪明的人才适合学习科学这种现实认知。尽管此前相关研究表明女性在科学方面的表现与男性旗鼓相当<sup>[12]</sup>，但 ASPIRES 2 揭示出经过一系列结构性、系

统性的教育实践，科学与男性、头脑聪明的关联随着时间的推移而不断增长和巩固。这种关联也印证了“象征性暴力”的相关阐释：学生将他们在科学方面所经历的不公正归咎于自己，而未认识到结构性不平等因素在造就这种参与模式中的作用<sup>[13]</sup>。这也造成了那些想继续学习科学的学生需要大量的身份认同工作来建立与头脑聪明的联系<sup>[14]</sup>，以至于学习科学被深刻地阶级化和性别化。

#### 3.2.3 教育领域不同层面的限制

在学校层面，学校开设 STEM (科学、技术、工程与数学教育) 俱乐部可有效地促进学生科学产生积极态度与实现自我身份认同。在教师层面，教师的专业性、对学生学习科学的支持程度影响着学生认同感和渴望科学的可能性。例如，教师对不同期望的学生提供差别化的科学课程，从而导致了“真正的”科学课程只属于少数特权阶层的观念。GCSE 阶段的科学课程分层路线<sup>①</sup>及严格的 A-level 科学选修要求也成为限制学生进一步学习科学的门槛。在 GCSE 课程中学生不同的选修路径，导致了不公平的科学学习模式<sup>[15]</sup>。许多学生在 GCSE 科学课程上没有独立自主的选择权，许多学校或者明确地将学生分配到某些特定的课程，或者有意识地引导学生做出“正确”的选择。那些在 GCSE 科学科目考试中没有取得 A/A+ 成绩的学生被限制选修 A-level 科学课程。职业生涯教育开展的零散性及模式化也催生了消极的影响<sup>[16]</sup>。例如，一些学生对职业生涯教师描述自己的科学职业理想时，被告知根据计算机生成的预测成绩 (基于学生的小学成绩和家庭背景)，他的职业理想不可能实现。这意味着那些需要从高质量的职业生涯教育中获得支持的学生，却最不可能得到这种支持。

① 在 GCSE 科学课程中，学生可以选择三重科学课程 (triple science award) 和双重科学课程 (double science award)。

## 4 ASPIRES 2 的影响与启示

### 4.1 ASPIRES 2 的影响

ASPIRES 2 在国内外引起了广泛的关注与讨论,甚至影响了 PISA 测试中相关变量的设定。我国基于 ASPIRES 2 设计的调查问卷针对学生的科学职业理想现状开展了富有成效的实证研究,对科学资本与科学资本教学模式进行了深刻的探讨<sup>[17]</sup>。国外对于 ASPIRES 2 也有很高的评价,认为它对于阐释资本对学生学习态度的影响有着极其重要的启示<sup>[18]</sup>。源于 ASPIRES 2 的科学资本理论已经成为一些大规模项目的核心研究方向,例如英国大学参与、干预措施的评估和研究网络(NERUPI)项目,奥格登基金会(Ogden Trust)学校合作项目以及丹麦科学技术评估和发展中心的 2019—2021 年国家科学战略项目。研究结果为 STEM 教育政策的制定与改变提供了支持。例如,为英国教育部制定职业政策提供信息、“小学科学质量标准”中引入了新的核心标准,以及一些学校调整了三重科学课程选修政策。

### 4.2 ASPIRES 2 的启示

我国现阶段正在进行科学课程的改革与整合,ASPIRES 2 的研究结果无疑对我国科学教育的实施与科技人才的培养提供了深刻的启示,有助于我们审视科学教育中存在的不足,从而有针对性地进行反思和调整。

#### 4.2.1 注重非正式情境中的科学学习经历

非正式情境的科学学习经历是学校科学教育的有益补充,处在学龄期的学生大概有 79% 的时间处于非正式学习情境之中,且个体 70%~80% 的职业技能来源于非正式学习<sup>[19]</sup>。ASPIRES 2 的研究强调了学生参加课外科学活动、观看或阅读与科学有关的新闻媒介、了解日常生活与科学的联系、与他人进行科学领域的交流、参观科技馆和博物馆等非正式

学习情境对科学学习的重要性。超越科学课堂的非正式科学情境涵盖家庭情境、生活情境和场馆情境,可通过构建的全时性科普情境完善科学资源供应基础。在家庭情境方面,应鼓励家长和学生建立探究式的科学互动关系,以科学的话语建立起丰富的家庭文化,从而增强家庭成员的科学知识代际转移能力。在生活情境方面,媒体、社区等手段的互动塑造了学生生活性的科学学习体验,可以通过观看科学方面的纪录片、杂志、科幻电影等方式培养学生的科学想象力。在场馆情境方面,场馆为学生提供了丰富的科学资源与可视化的科学体验,可以借助实验仪器、虚拟现实(VR)、增强现实(AR)等手段让学生真切地融入科学情境之中<sup>[20]</sup>。

#### 4.2.2 促进学生科学职业理想的塑造

促进学生科学职业理想的塑造是 ASPIRES 系列研究的终极目标,学生的科学职业理想是学生认识科学世界、学习科学知识后所形成的从事与科学相关的职业、带有强烈情绪色彩的心理倾向。对处于塑造职业理想决定性时期的学龄儿童而言,越早培养学生的科学职业理想,对其未来成为科技人才的导向作用越明显。对此,应注重培养学生科学自我概念的认知。学生的科学自我概念作为知觉的客体,能够加深学生的科学参与感与分享意愿<sup>[21]</sup>。同时,鼓励学生更多地参与到科学情境之中,学生通过多方面的科学活动可以丰富其自身的科学经历,强化学生在自觉的体验中的科学感知能力和自我效能。除此之外,应着力提升学生的科学志向。学生的科学志向作为科学职业理想塑造的内因动力,需要多层次、多维度的协同共育。在心理层面、现实层面、宣传层面、认知层面主动拉近学生对于学习科学或从事科学职业的心理预期。充分发挥积极的科学家形象

对学生科学职业理想塑造的正面影响，深度挖掘教材之外的科学素材，以及通过与大学合作等方式拓展学生对科学相关的职业的多种可能认知<sup>[22]</sup>。

#### 4.2.3 着力解决弱势群体遭遇的“科学债务”

ASPIRES 2 将“科学债务”视为长期的债务积累，通过不平等的关系和反复的微侵略导致族群化群体的债务。我国以县乡学生为代表的弱势群体在科学普及与学习过程中仍存在师资、资源、课程、氛围等诸多方面失衡的情况。弱势群体面临的学习困境是决定总体科学教育培养质量的关键。我们需要进一步明确不同群体的目标定位，针对不同地区的学生群体制定相应的标准<sup>[23]</sup>。着力解决科学教育中存在的现实问题，依托具有鲜明特色的科学教材、课程体系、课外活动来缩短城乡间的教育差距。通过不同学校的合作，丰富科学资本构建的路径，保持科学选择的开放性。通过科学化的教学思维方式，更好地与学生的身份、知识和兴趣相联系。加强塑造学生自我科学认同感来解决思想与行为之间的脱节，以重新定义科学领域的共同认知和实践<sup>[24]</sup>。

#### 4.2.4 重视学生科学资本的积累

ASPIRES 2 首创性地提出了科学资本的概念，创新性地量化了科学资本的测量项目，将科学资本视为影响因素的重要维度，促使后续研究不仅仅停留在性别、种族等因素上，而是更全面、系统地对科学职业理想进行考量。我国相关实证研究对文化资本的划分主要包含父母的受教育程度、家庭文化习惯和家庭文化期待三个维度<sup>[25]</sup>。从科学资本的内涵来看，科学资本与文化资本具有相当的重合度，如在科学资本测量中有 6 个题项是建立在文化资本的基础之上进行设计的。但科学资本又与文化资本存在差异，这种差异体现

在科学资本强调的是家庭对科学的期待、习性与认知，指向更具体的科学领域。科学资本的提出细化了文化资本在科学领域的认识方式，引领教育工作者将目光聚焦于更为具体化的场域之中，阐释了学生课余时间以及家庭对学生学习科学的影响。我国学生面临的挑战是如何将他们的科学资本，如对科学的喜爱和对科学活动的参与，转化为解决科学问题的信心和发展对科学的渴望<sup>[26]</sup>。这提醒我们应重视学生科学资本的积累，将科学资本这一概念引入科学教育之中，促进学生科学知识的再生产。

#### 4.2.5 注重科学课程与教学的有效衔接

学生科学职业理想作为一种自主的、关涉价值的、可习得的认知观念，它的可习得性为其塑造提供了基础。学生科学职业理想塑造的主阵地在学校，塑造过程依赖于教育行动，应以科学的价值引领贯穿于学校科学教育活动全过程，更要落脚于具体的教学与课程之中<sup>[27]</sup>。对于科学课程而言，首先，要重视科学课程在所有课程中的占比与课时，保障科学课程在课程体系中的应有地位。其次，要重视校内活动课程的促进作用，尤其是要发挥实验课程、探究课程对教材的补充作用。最后，应充分挖掘校外课程资源，形成校内校外课程的有效衔接。同样，科学课程的实施离不开有效的科学教学，有效的科学教学依赖于科学教师的专业发展<sup>[28]</sup>。首先，应保障教师对科学教材和科学知识有准确的认知，发挥职前和职后培训对教师的促进作用。其次，应鼓励教师通过探究式教学、实践性教学、整合性教学、科学资本教学、场馆教学等模式促进科学教学专业化。以科学教师的专业化促进学生科学学习的系统化，进而通过科学学习激发科学兴趣，形成科学职业理想。

## 参考文献

- [1] Castell S, Charlton A, Clemence M, et al. Public Attitudes to Science 2014[R]. London: Ipsos MORI Social Research Institute, 2014: 101.
- [2] Sjøberg S, Schreiner C. The ROSE Project: An Overview and Key Findings[R]. 2010: 1-31.
- [3] Nosek B A, Banaji M R, Greenwald A G. Harvesting Implicit Group Attitudes and Beliefs from a Demonstration Web Site[J]. Group Dynamics: Theory, Research, and Practice, 2002, 6(1): 101-115.
- [4] Royal Academy of Engineering. The UK STEM Education Landscape: A Report for the Lloyd's Register Foundation from the Royal Academy of Engineering Education and Skills Committee[R]. London: Royal Academy of Engineering, 2016: 1-60.
- [5] National Foundation for Educational Research. Exploring Young People's Views on Science Education[R]. London: Wellcome Trust, 2011: 1-68.
- [6] DeWitt J, Archer L. Who Aspires to a Science Career? A Comparison of Survey Responses from Primary and Secondary School Students[J]. International Journal of Science Education, 2015, 37(13): 2170-2192.
- [7] Moote J, Archer L, DeWitt J, et al. Science Capital or STEM Capital? Exploring Relationships between Science Capital and Technology, Engineering, and Maths Aspirations and Attitudes among Young People Aged 17/18[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2020, 57(8): 1228-1249.
- [8] Archer L, Moote J, Macleod E, et al. ASPIRES 2: Young People's Science and Career Aspirations, Age 10-19[EB/OL]. (2020-02-15) [2022-07-28]. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10092041/>.
- [9] Archer L, DeWitt J, Osborne J, et al. "Doing" Science Versus "being" a Scientist: Examining 10/11-year-old Schoolchildren's Constructions of Science Through the Lens of Identity[J]. Science Education, 2010, 94(4): 617-639.
- [10] Barton A C, Tan E. We be Burnin'! Agency, Identity, and Science Learning[J]. Journal of the Learning Sciences, 2010, 19(2): 187-229.
- [11] Archer L, DeWitt J, Willis B. Adolescent Boys' Science Aspirations: Masculinity, Capital, and Power[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2014, 51(1): 1-30.
- [12] Mostafa T. Why don't More Girls Choose to Pursue a Science Career? [R]. Paris: OECD Publishing, 2019: 1-6.
- [13] Bourdieu P, Passeron J C. Reproduction in Education, Society and Culture[M]. London: Sage, 1990: 1-2.
- [14] Archer L, Moote J, MacLeod E. Learning that Physics is 'Not for Me': Pedagogic Work and the Cultivation of Habitus among Advanced Level Physics Students[J]. Journal of the Learning Sciences, 2020, 29(3): 347-384.
- [15] Archer L, Moote J, Francis B, et al. Stratifying Science: A Bourdieusian Analysis of Student Views and Experiences of School Selective Practices in Relation to 'Triple Science' at KS4 in England[J]. Research Papers in Education, 2017, 32(3): 296-315.
- [16] Moote J, Archer L. Failing to Deliver? Exploring the Current Status of Career Education Provision in England[J]. Research Papers in Education, 2018, 33(2): 187-215.
- [17] 潘士美, 吴心楷, 赵秋红. 培育学生科学资本: 英国教学理论、实践与启示 [J]. 比较教育学报, 2020(6): 132-144.
- [18] Tan C Y. What PISA and ASPIRES Studies Tell us about the Nuanced Influence of Cultural Capital on Student Learning: Construct Complexity, Student Outcomes and Contexts[J]. British Educational Research Journal, 2020, 77(2): 1-19.
- [19] 余胜泉, 毛芳. 非正式学习——e-Learning 研究与实践的新领域 [J]. 电化教育研究, 2005(10): 18-23.
- [20] 赵洋, 马宇罡, 苑楠, 等. 中国特色现代科技馆体系建设: 回顾与展望 [J]. 科普研究, 2021, 16(4): 80-86.
- [21] 徐海鹏, 陈云奔, 李天卓. 科学教育中的科学资本: 国外研究的现状与启示 [J]. 比较教育学报, 2022(1): 143-153.
- [22] 张正严, 朱依娜, 何光喜. 中国青少年心目中的科学家内在形象调查研究 [J]. 中国科技论坛, 2020(10): 132-141.
- [23] 袁从领, 母小勇. 教育公平下城乡小学科学教育的差异化探讨 [J]. 教育理论与实践, 2018, 38(23): 13-16.
- [24] 祝贺. 科学教育与认同危机 [J]. 教育科学研究, 2011(11): 25-27, 41.
- [25] 王伟宜, 刘秀娟. 家庭文化资本对大学生学习投入影响的实证研究 [J]. 高等教育研究, 2016, 37(4): 71-79.
- [26] Du X, Wong B. Science Career Aspiration and Science Capital in China and UK: A Comparative Study Using PISA Data[J]. International Journal of Science Education, 2019, 41(15): 2136-2155.
- [27] 潘洪建. 科学知识社会学及其对科学课程改革的意蕴 [J]. 山西大学学报(哲学社会科学版), 2021, 44(4): 120-131.
- [28] 胡杨, 王后雄. 学科核心素养视域下科学教师学科教学知识的特征与发展 [J]. 课程·教材·教法, 2020, 40(11): 123-128.

(编辑 袁 博)