

# “双减”背景下基础教育阶段学生科学素养的培育

## ——基于浙江省“双减”优秀实践案例的分析

周 慧

金华高等研究院, 浙江 金华

收稿日期: 2023年6月16日; 录用日期: 2023年7月14日; 发布日期: 2023年7月25日

### 摘 要

培育科学素养是学校科学教育的总体目标和根本任务。本文从各国科学教育课程标准和大型科学素养测评项目的视角对科学素养的内涵进行了多维解析, 并对“双减”背景下浙江省科学素养培育优秀实践案例进行编码与分析, 基于此, 提出了基础教育阶段学生科学素养培育的经验与启示: 盘活校内校外资源; 关注科学能力培养; 制定统一评估标准; 融合多方支持力量。

### 关键词

科学素养, 基础教育阶段学生, 案例研究

# Cultivating Scientific Literacy among Students in the Basic Education Stage under the Background of “Double Reduction”

## —Based on the Analysis of Excellent Cases of “Double Reduction” in Zhejiang Province

Hui Zhou

Jinhua Advanced Research Institute, Jinhua Zhejiang

Received: Jun. 16<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jul. 14<sup>th</sup>, 2023; published: Jul. 25<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

The cultivation of scientific literacy is the overall goal and fundamental task of science education in schools. This paper provides a multidimensional analysis of the connotation of scientific literacy from the perspective of science education curriculum standards in various countries and large-scale scientific literacy assessment projects. It also encodes and analyzes exemplary practices in the cultivation of scientific literacy in Zhejiang Province under the background of “double reduction”. Based on this analysis, the paper presents the experiences and insights for cultivating scientific literacy in students at the basic education stage, including: mobilizing both in-school and out-of-school resources, emphasizing the development of scientific abilities, establishing unified assessment standards, and integrating support from multiple stakeholders.

## Keywords

Scientific Literacy, Students in the Basic Education Stage, Case Study

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

《中共中央关于制定十四五规划与 2035 远景目标的建议》强调加强科普工作，营造崇尚创新的社会氛围。[1]《教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》指出“提高学生科学素质，培育具备科学家潜质、愿意献身科学研究事业的青少年群体”[2]。科学素养与社会主义核心价值观密不可分，对社会长久发展与个体终身发展具有双重作用[3]。在教育场域中，随着基础教育课程改革在我国不断推进，虽然科学素养对于学生发展的重要性已被教育者充分认识到，但在实践践行中，囿于科学素养的概念理解不一、培育主体单一、条件保障不足，一定程度上影响了学生科学素养培育目标的达成和科学教育创新文化的形成。本研究旨在厘清科学素养的内涵与结构，分析“双减”背景下科学素养培育优秀实践案例的经验与做法，为学生科学素养培育提供理论指导和实践指示。

## 2. 科学素养的内涵

“科学素养”(Scientific Literacy)这一术语最早可追溯到 20 世纪 50 年代，1952 年，科南特(Conant J.)在《科学中的普通教育》中首次使用该词。1958 年，赫德(Hurd P.)在其著作《科学素养：对美国学校的启示》中首次真正将这一概念引入基础教育领域，这为后续在基础教育领域中开展科学素养研究提供了基础。[4]上世纪 80 年代，学者钟启泉教授将科学素养这一术语引入中国，并在其著作《现代教学论发展》中对西方科学素养理论进行了最早、最全面地介绍。[5]然而，由于概念定位和本质、研究兴趣和群体、提倡目的以及测量方式等存在差异[5]，已有组织和研究者关于科学素养概念的认识尚未形成统一共识。本研究在回顾相关文献的基础上，从多维的视角对科学素养的概念进行梳理和分析。

### 2.1. 从课程的视角理解科学素养

科学素养是科学教育的一个理想目标，为实现该目标，各国科学教育工作者倡导进行科学教育课程

改革, 出台纲领性的政策文件, 培养基础教育阶段学生的科学素养, 这其中都对学生科学素养的内涵及教育目标作了明确说明。代表性的科学课程标准包括英国、美国、新加坡和中国等国家课程标准。

1989年, 英国教育和科学部发布第一部《国家科学教育课程标准》(SNC), 标志着英国基础教育阶段的科学教育有了一个指导性的文件。SNC强调科学教育要承担六项任务, 涉及科学素养的各个方面, 包括科学知识、方法、过程和应用等。[6] 2014年, 英国在原有科学课程标准的基础上, 颁布了新的《英国国家课程标准》(NCE), 指出科学学科核心素养是所有学生能“提高科学知识和概念理解能力; 掌握科学本质、过程和方法; 了解科学的应用及其对社会的影响”[7]。该标准顺应世界基础教育阶段科学教育的发展趋势, 由单一的知识性目标转向知识性和过程性目标并重, 强调全体学生通过观察、调查、实验、分析等过程提高科学探究能力, 培育科学素养。

1996年, 美国发布其历史上第一个《国家科学教育标准》(NSES), 推动科学素养教育达至高潮。NSES没有直接对科学素养的定义作出解释, 但是对“有科学素养”从多维视角进行定义: “有科学素养意味着知道和理解做出个人决定、参与公民和文化事务和从事经济生产所需的科学概念和过程。同时具备以下能力: ① 对日常经验产生好奇心并能回答问题; ② 描述、解释甚至预测自然现象; ③ 读大众媒体中有关科学的文章并能论证结论的有效性; ④ 发现国家和地方决策所依据的科学问题, 并基于科学技术依据阐明立场; ⑤ 根据科学信息的来源和生成方法评估科学信息的质量; ⑥ 提出、评价基于证据的论点并能运用有关结论。”[8]该定义不仅重视科学知识和概念、科学方法和内容的学习, 而且强调知识在社会情境中的运用。

2001年, 新加坡推出科学教育新课程, 旨在实现科学知识、科学探究技能和价值观的平衡[9]。2013年, 新加坡颁布正式的《小学科学课程标准》(SSP), 指出科学素养是“学生运用科学知识发现问题、分析证据并得出结论; 了解科学的特点, 认识科学对物质、知识和文化环境的塑造过程; 具备科学道德与态度, 反思与科学有关的问题的能力”, 包括“科学知识、理解和应用, 科学技能和过程、科学道德和态度”[10]。

2017年, 我国正式出台首部《义务教育小学科学课程标准(2017年版)》。2022年, 教育部在继承历史经验和借鉴其他国家研究成果的基础上, 印发2022年版《标准》。该标准强调科学素养是“学生在学习科学课程的过程中, 逐步形成的适应个人终身发展和社会发展所需要的正确价值观、必备品格和关键能力, 是科学课程育人价值的集中体现”, “科学观念、科学思维、探究实践、态度责任”是科学素养的应有之义[11]。该定义具有综合性和实践性, 是我国基础教育科学课程教学的基础。

## 2.2. 从测评的视角理解科学素养

科学素养的测评是基于科学素养理论和框架, 通过科学素养量表和其他测评工具评估个体或群体科学素养水平, 为教育、科研等领域提供指导和参考。科学素养测评内容的设计是基于对科学素养内涵的理解和认识, 同时也会受到科学领域、年龄段、文化和知识背景等因素的影响。代表性的学生科学素养测评项目有国际学生评估项目(PISA)、国际数学和科学研究项目(TIMSS)、国家教育进步评估项目(NAEP)、澳大利亚国家评估项目(NAP)等。

PISA是目前国际上规模最大、覆盖面最广、影响力最大的大数据测评项目[12]。2000年, 经济合作与发展组织(OECD)首次开展PISA测评, 目前该测评已开展7次。分析历次PISA关于科学素养内涵的界定, 发生了三次变化(见表1), 在继承已有定义的基础上不断深化和发展, 逐渐从对科学知识和理解能力的关注, 扩展到对科学思维能力、科学态度和价值观、实验和观察能力、科学信息的评估和利用能力以及对科学问题的探究和解决能力的关注, 呈现知识内容更加系统, 能力标准更加高阶、素养态度更加深入的趋势。

**Table 1.** The definition of scientific literacy in PISA**表 1.** PISA 科学素养的内涵

年份	内涵	框架
2000 年[13] 2003 年[14]	科学素养是运用科学知识、识别科学问题和根据证据得出结论的能力，以便理解和作出合理的决定。	科学过程 科学概念 科学应用情境
2006 年[15] 2009 年[16] 2012 年[17]	科学素养是个人所拥有的：科学知识及其运用，包括识别科学问题、获取新知识和根据证据得出结论；了解科学的典型特征；意识到科学技术如何塑造我们的物质、精神和文化环境；作为一个善于反思的公民，愿意以科学的思维参与与科学相关的问题。	识别科学问题 解释科学现象 运用科学证据
2015 年[18] 2018 年[19]	科学素养是作为一个善于反思的公民愿意参与与科学相关的问题，具备科学思想的能力。	科学地解释现象 评估和设计科学探究 科学地解释数据和证据

1995 年，国际教育成就评价协会(IEA)第一次启动国际数学测评项目，2003 年开始对学生的科学素养展开评估，截至目前，TIMSS 共展开 6 次科学素养测评，该测评没有明确指出科学素养的内涵，主要从科学素养涵盖的学科范畴和培养的能力方向对其进行测评。分析历次 TIMSS 科学素养测评，发现 TIMSS 测评与 PISA 测评相似，在继承的基础上创新，呈现“凸显分段分层，主题日趋精炼；基于科学依据，重视能力发展；重视过程评价，突出基于证据内容”[20]的特点。最新的 TIMSS2023 科学素养评估框架沿用了 TIMSS2019 的内容，包括内容领域、认知领域和科学实践等方面。其中，内容领域包括生命科学、物质科学、地球科学、生物、化学、物理等学科；认知领域包括知道、应用、推理；科学实践包括根据观察和理论提出问题、设计调查和产生证据、处理数据、回答研究问题以及基于证据进行论证。[21]

NAEP 是美国评估状况和进展的重要组成部分，是美国公私立学校衡量科学等学科素养的最具权威和可信度的测评项目之一。NAEP 科学素养测评始于 1996 年，由对 4、8 年级学生的测评扩展到 4、8 和 12 年级。NAEP2019 没有明确指出科学素养的定义，而是基于现有的标准和评估框架，包括国家标准、基准、TIMSS、PISA 和州标准等从科学内容和科学实践方面阐释其内容，其中科学内容维度包括三个学科领域，即物质科学、生命科学、地球空间科学；科学实践维度包括识别科学原理、应用科学原理、进行科学探究和技术设计[22]。NAEP 在 PISA 和 TIMSS 测评的基础上，将科学素养的内涵由个体知识、能力范畴延伸到社会范畴，要求学生理解科学与社会的关系，了解社会对科学事业发展的影响。[23]

### 3. 科学素养培育优秀实践案例分析

本研究以浙江省教育厅评选的 7 个“双减”优秀实践案例作为研究对象(见表 2)，案例具备以下特征：第一，以学生科学素养培育为目标宗旨；第二，具备完整的结构，呈现了特色经验与做法；第三，经过市、县(市、区)以及省教育厅的层层筛选，具有代表性。本研究基于杨乃一[24]的分析框架，对上述案例进行分析，深入探究其取得成效的成功经验与做法。

#### 3.1. 培育目标与对象

《全民科学素质行动规划纲要(2021~2035 年)》强调开展青少年科学素质提升行动，增强青少年的科学兴趣、创新意识和创新能力，为科技强国建设夯实人才基础[25]。在培育目标方面，各地各学校积极响应政策要求，以科学知识普及、科学精神培育、科学能力提升作为实践的基本目标，提高基础教育阶段学生的科学素质。在培育对象方面，各地各学校从整体的角度培育中小學生，尚未按照学生的阶段性和个性化特征，开展分阶段、分层次的设计与实践。

**Table 2.** Excellent practice cases of scientific literacy cultivation in Zhejiang Province under the background of “double reduction”  
**表 2.** “双减”背景下浙江省科学素养培育优秀实践案例

编号	名称	对象	目标	内容与形式	空间	合作情况	成效
HZ-P1	五育素养空间为学后服务赋能	小学生	吸引学生兴趣, 培养五育素养	实践创新课程、建设创意中心	PAMIL 学习中心	社会、家长	全面提升学生综合素质
YH-P2	科学小玩家: 丰富课余生活的拓展性活动	小学生	丰富学生的课余生活	整合拓展性实验资源、制作实验微课、展览	《科学小玩家》栏目	学生志愿者	提升了学生的科学素养, 丰富了学生的课余生活
SX-S3	“我爱异想天开”——让学生插上创新的翅膀	中学生	培养学生创新能力, 树立科学精神, 让学生成为有梦想、敢挑战、能创造、懂科学的新时代科技创新达人	开设“三级”STEAM 课程、举办优秀作品展、开展校园科技节、举办科普讲座、参加科技创新竞赛、举办科技参观活动、邀请专家指导、申报国家专利、设立科技展览馆、宣传推介优秀成果、建立实验室	创新和 STEAM 实验室、创客中心、科普教育基地、学校报告厅	区青少年创客中心、区科技局、区工业设计协会、区青少年科普教育基地、家长、高校、科研院所	学生的课余生活更加丰富多彩, 学生的科技创新的积极性愈来愈高
NB-P4	未来科学院: 课后服务中的“未来教育”新实践	小学生	促进学生的创新发展, 实现乡镇学校课后服务价值最大化	打造特色主题研究院、建设实验基地、开展校外实践活动、开启乡镇企业研学活动、开展校内项目学习活动、邀请科普专家进校园、开展讲座	特色主题研究院、乡镇企业、科普教育基地	宁波海洋研究院	学生产生了创新思维; 学生的发展性思维得到了培养
ZJ-P5	湮山浦水小药童: 依托中医药地方资源 创新农村课后服务	小学生	培养学生的科学探究能力、普及医学知识、提高劳动素养	开设校本课程、科学实验、基地研学、中医药专家进校园、草根农民驻地技术指导	“小神农·本草园”种植区、社区、龙头企业	基地、企业、社区	促进“双减”政策落地, 培养学生综合素质
JX-G6	科创驿站: “双减”背景下科普教育资源补位的南湖实践	中小學生	整合科普教育资源, 培养学生核心素养	引进专家指导、培训青少年科技辅导员、开展科普实践行项目、开展科普讲座、搭建科普竞赛云平台、	科普教育基地、实验室、科创园区	博物馆、研究院、市科协、基地、学校	满足学生探究意愿, 提升科技创新能力
NB-S7	“双减”背景下“场馆式”课后托管的新实践	中学生	激发学习主动性	无界阅读、建立未来中心体验区、科学实验、科学讲座、PBL 项目	未来中心实验室和报告厅	科学教师	学习主动性明显提升

注: 本表依据单位地区和性质对案例进行编号, 第 1、2 位字母代表城市首字母, “P”代表小学, “S”代表中学。

### 3.2. 培育内容与形式

《教育部办公厅中国科协办公厅关于利用科普资源助推“双减”工作的通知》强调在提高学生科学

素质的过程中要发挥科协系统资源优势,支持学校开展课后服务[26],为学生科学素质培育创造条件。各地充分发挥课堂教学主阵地和课后服务新阵地的作用,开展了多种形式的科学素养培育活动。

一是引进科普资源。各地各学校坚持“请进来”的举措,邀请优秀的科普人才和机构开展各类科普活动,如邀请“宁波海洋研究院”的研究员开展各类科普讲座;开设“学打‘五禽戏’”“我是小药童”“绝美的中草药”和“中医科学探秘”等线上与线下科普课程;进行学生科学实验指导等。

二是开展科普实践。各地各学校坚持“走出去”的举措,组织基础教育阶段学生有计划地到气象台、科技馆、动植物园、田间自然学校、科研院所等科普教育基地,组织开展各类科普教育实践活动,为学生带来情境式、体感式、参与式与发现式学习体验。

三是拓展科学活动。各地各学校坚持“请进来”与“走出去”双向互动的举措开展科学实践活动。一方面按照课程方案开齐开足开好科学类课程,另一方面丰富课后服务活动形式,如开展科学实验活动、举办南湖区红船少年创意编程大赛、红船少年信息学现场赛等科技创新竞赛;前往博物馆、研究院、长三角科普研学基地等科学教育基地;举办科技成果展等活动。

四是加强教师培训。各地各学校采取线上与线下融合的方式,制订科学类课程教师培训计划和课程,加大对各科教师的培训力度,培育专职的科技辅导员,如开展诸如“创客师资培训”等培训计划,提升科技辅导员的科学素养和专业能力;加强与“科创驿站”联盟单位的协同合作,参观体验科技活动。

五是加大媒体宣传。各地各学校充分利用全媒体,开设《科学小玩家》等专栏、制作实验微课、编制优秀案例集加大对科学教育的宣传引导力度,积极推进科学教育传播手段和方式的创新,营造重视支持科学教育的浓厚氛围。

六是强化支撑保障。各地各学校加大对科学教育的投入力度,一方面,提升课堂教学装备配置标准,充分利用人工智能、虚拟现实等技术手段改进和强化实验教学。另一方面,加强科学实验室建设,打造未来式科技馆,创造沉浸式科学教育活动基地,为学生实验与探究提供适宜场所。

### 3.3. 培育场所与合作对象

各学校在科学素养培育过程中遵循“重在集成,盘活资源”[2]原则,整合校内外资源,精准对接学生的特点与需求,依托各种平台,以“点菜单”的方式针对性联动内外资源。在校内,完善实验室、创客中心、科创研究院等,为课堂教学与课后服务提供充足的教学场所;在校外,充分发挥社会大课堂的作用,对接当地高校、科研院所、科技馆、儿童活动中心、图书馆、博物馆、规划展览馆、文化馆和工农企业等单位,向学生开放各类阵地、平台、载体和资源,为广泛实施科学实践教育提供物质基础。

在科学教育实施方面,各学校充分遵循“重在协同,系统设计”[2]的原则,在地方党委和政府统一领导,协同学校、科研院所、家庭、社区、企业、学生等资源,完善大中小学及家校社协同育人机制,全方面促进学生科学素养培育。

## 4. 科学素养培育的经验与启示

基于优秀实践案例经验和文献研究结果,本研究提出了基础教育阶段学生科学素养培育的经验与启示。

一是盘活校内校外资源。各地各学校在培育基础教育学生科学素养的过程中,要协同各方面资源,一方面要充分利用校内课堂和课后教学资源,建设专门的科学素养培育项目;另一方面也要充分用好社会大课堂,沉浸式培养学生的科学素养。

二是关注科学世界观培养。培养科学世界观是基础教育阶段学生科学素养培育的核心。当前在学生科学素养培育实践中,存在过多关注科学知识等问题,忽视对学生科学态度和科学世界观的培养。未来

在教育培养过程中,要通过多种活动引导学生以客观、批判以及开放的态度对待科学问题,用发展的眼光看待科学,认识科学与社会的相互作用关系,探索可持续发展道路。

三是制定统一评估标准。在基础教育阶段学生科学素养培育过程中,成效评估是不断提升学生科学素养的重要保障[24]。案例分析发现,各校实践活动“提升了学生的科学素养”“提高了学生科技创新积极性”“培养了学生的发展性思维”,但在成效评估中,多是基于实践者的个人经验判断,缺乏明确的、统一的、量化的评估指标与规范,而国际上代表性的 PISA、TIMSS 和 NAEP 等测评均已形成科学的框指标架与测评试题,并在世界范围内推广。中国文化背景下,应借鉴国际经验,制定统一的评估标准。

四是融合多方支持力量。基础教育阶段学生科学素养培育是一个系统过程,离不开多方力量的支持,要在系统全局的高度,充分发挥政府、学校、家庭、社会、学生的力量,强化部署、推进、监测、指导等环节的全链条闭环管理,提升学生科学素养。

## 5. 结语

发展学生的科学素养是培育核心素养的重要环节,也是我国基础教育课程改革的重要目标和国际教育改革的方向。“双减”政策的提出,为学生科学素养的培育提供了重要契机,有利于整合校内外科学教育资源,用好课堂教学“主阵地”,提升课后服务“新阵地”的质量,为学生科学素养的培育提供更加坚实的土壤。基于此,本研究从多维的角度厘清了科学素养的内涵,并基于浙江省优秀实践案例对科学素养培育机制的建立进行了初步观察与分析,为学生科学素养培育提供了理论指导和实践指示。未来,应基于理论和实践研究,从实证的角度进一步探明学生的科学素养水平,为基础教育课程改革提供有力参考。

## 基金项目

金华高等研究院 2022 年教育教学研究课题《“双减”背景下基础教育阶段学生科学素养培育机制研究——基于浙江省科普推广优秀案例的分析》(项目编号: B2022JY02)资助。

## 参考文献

- [1] 中共中央. 中共中央关于制定十四五规划与 2035 远景目标的建议[EB/OL]. [http://zhs.mofcom.gov.cn/article/zt\\_shisiwu/subjectcc/202107/20210703176020.shtml](http://zhs.mofcom.gov.cn/article/zt_shisiwu/subjectcc/202107/20210703176020.shtml), 2023-02-01.
- [2] 教育部等十八部门. 教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见[EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202305/t20230529\\_1061838.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202305/t20230529_1061838.html), 2023-05-26, 2023-05-29.
- [3] 王泉泉, 魏铭, 刘霞. 核心素养框架下科学素养的内涵与结构[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2019(2): 52-58.
- [4] 冯翠典. 科学素养结构发展的国内外综述[J]. 教育科学研究, 2013(6): 62-66.
- [5] 魏冰. 科学素养教育的理念与实践: 理科课程发展研究[M]. 广州: 广东高等教育出版, 2006: 12.
- [6] 胡献忠. 新版英国《国家科学教育课程标准》及其启示[J]. 全球教育展望, 2001, 30(3): 44-49.
- [7] Department for Education (2013) The National Curriculum in England: Key Stages 1 and 2 Framework Document. [https://dera.ioe.ac.uk/id/eprint/18300/1/PRIMARY\\_national\\_curriculum.pdf](https://dera.ioe.ac.uk/id/eprint/18300/1/PRIMARY_national_curriculum.pdf)
- [8] 美国国家研究理事会. 美国国家科学教育标准[Z]. <https://www.csun.edu/science/ref/curriculum/reforms/nses/nses-complete.pdf>, 2023-03-22.
- [9] 宋怡, 周志华. 新加坡科学教育的现状及改革[J]. 外国中小学教育, 2000(6): 35-37.
- [10] Ministry of Education (2014) Science Syllabus Primary. <https://www.moe.gov.sg/-/media/files/primary/science-primary-2014>
- [11] 中华人民共和国教育部. 义务教育小学科学课程标准[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022: 4.
- [12] 黄鸣春, 杨洁, 魏昕, 等. 2000~2018 年 PISA 科学素养测评体系及其启示[J]. 教学与管理, 2020(8): 112-116.

- [13] OECD (2000) Measuring Student Knowledge and Skills: A New Framework for Assessment. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264173125-en.pdf?expires=1684381059&id=id&accname=guest&checksum=64E23E2CA1DFE05B1091C8497AC346E3>
- [14] OECD (2003) The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264101739-en.pdf?expires=1684394566&id=id&accname=guest&checksum=C1D810844D53AE507E43DA23093A8C9C>
- [15] OECD (2006) Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264026407-en.pdf?expires=1684394800&id=id&accname=guest&checksum=56B05AE834D87179A6E53C67F6AA740A>
- [16] OECD (2009) The PISA 2009 Assessment Framework: Key Competencies in Reading, Mathematics and Science. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264062658-en.pdf?expires=1684394881&id=id&accname=guest&checksum=BDD3B805BE9FAC88F12EC12821AA0360>
- [17] OECD (2012) PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264190511-en.pdf?expires=1684394989&id=id&accname=guest&checksum=C6D0E160BEFFD14EC737F2A6FB78CDD7>
- [18] OECD (2015) PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264281820-en.pdf?expires=1684395270&id=id&accname=guest&checksum=A7E3C100982EDC74DDDE6158D7270499>
- [19] OECD (2018) PISA 2018 Assessment and Analytical Framework. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/b25efab8-en.pdf?expires=1684395438&id=id&accname=guest&checksum=F1017B995BD419407B92BDB61EBCFF3D>
- [20] 顾乃景. TIMSS 2023 科学评估框架概况及启示——兼与 TIMSS 1995-2019 科学评估框架相比较[J]. 考试研究, 2023(1): 75-84.
- [21] Mullis, I.V.S., Martin, M.O. and von Davier, M. (2021) TIMSS 2023 Assessment Frameworks. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2023/frameworks/index.html>
- [22] NAGB (2019) Science Framework for the 2019 National Assessment of Educational Progress. <https://www.nagb.gov/content/dam/nagb/en/documents/publications/frameworks/science/2019-science-framework.pdf>
- [23] 潘士美, 张裕灵, 李玲. 义务教育学生科学素养及其关键影响因素研究——来自 PISA、TIMSS 和 NAEP 的国际测评经验[J]. 外国教育研究, 2018, 45(10): 76-87.
- [24] 杨乃一. 图书馆未成年人科学素养培育机制研究——基于国内科普阅读推广优秀案例[J]. 国家图书馆学刊, 2021, 30(2): 67-79. <https://doi.org/10.13666/j.cnki.jnlc.2021.0206>
- [25] 国务院. 国务院关于印发全民科学素质行动规划纲要(2021-2035年)的通知[EB/OL]. [https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content\\_5623051.htm](https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5623051.htm), 2021-06-03, 2022-02-27.
- [26] 教育部办公厅, 中国科协办公厅. 关于利用科普资源助推“双减”工作的通知[EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/s7053/202112/t20211214\\_587188.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/s7053/202112/t20211214_587188.html), 2021-11-25, 2022-02-27.