

透视国际科学教育研究发展趋势及其启示

——基于美国《科学教学研究杂志》(1995—2016年)的实证分析研究

周丐晓 黄 瑄 李 诺 刘恩山*

(北京师范大学生命科学学院, 北京 100875)

[摘 要] 科学教育在近 20 年来发展迅速, 取得了众多具深远意义的研究成果。而作为国际科学教育研究最为重要的学术平台, 《科学教学研究杂志》(*Journal of Research in Science Teaching*, JRST) 记录了这 20 年的发展动态及变革创新并引导着国际科学教育研究的发展。对 JRST 近 20 年(1995—2016 年)的文献进行系统分析, 以研究主题、学科内容、研究对象、研究类型等六类变量为统计变量, 概述了国际科学教育发展的现状格局和前沿图景, 并提出相关的五点建议, 为我国科学教育研究和实践的开展提供启示。

[关键词] 科学教育 《科学教学研究杂志》 载文分析 发展趋势

[中图分类号] G4 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2017.02.002

20 世纪以来, 科学技术的发展对人类的生存和发展产生了巨大的影响, 科学教育不仅是基础教育中不可或缺的重要组成, 也决定着一个国家科学技术的发展水平和国际竞争力。科学教育研究作为科学教育的一部分, 是推动科学教育前进发展的有效动力。《科学教学研究杂志》(*Journal of Research in Science Teaching*, JRST) 作为科学教育研究领域权威的学术期刊和交流平台, 以其独特的专业视角揭示科学教育研究的发展脉络, 连续记录这一历史发展过程中各个研究节点的起源、聚合、发展(或者是扩张、分化、萎缩、消亡等)。经过数十载的发展, JRST 积累了诸多颇具影响力的科学教育研究成果, 已成为国际上最具影响力的科学教育研究期

刊, 对国际科学教育研究和实践产生了深远影响, 是科学教育领域变革与创新的重要推动力。

当前科学教育研究呈现出蓬勃发展、不断演化的景象, 科学教育研究者需要掌握科研的进展和动态, 以有限的资源有效支持和推进科学教育的发展和进步。洞察科研动向、追踪重点及热门议题将对科学教育研究的开展产生重要意义。因此, 通过对在这一演化过程中期刊文章的分析, 可以发现该领域的最新进展和发展方向。综上所述, 本研究对 JRST 期刊 1995—2016 年公开发表的文章进行内容分析研究, 透视国际科学教育改革的现状格局及前沿图景, 以期为我国科学教育研究的开展提供一定启示。

收稿日期: 2017-03-10

* 通信作者: E-mail: liues@bnu.edu.cn。

1 研究背景及意义

JRST是由美国国家科学教育研究学会(National Association for Research in Science Teaching, NARST)于1963年创立的学术期刊,影响因子达到3.052,长期被社会科学引文收录,是国际科学教育研究最为重要的权威期刊^[1]。该杂志主要发表科学教育研究人员关于科学教育和教学的相关研究,以促进和改善世界范围内的科学教育和教学。因此,对JRST的期刊文章进行全面系统的分析是十分必要的,有助于了解当前科学教育研究的现状、发展脉络、研究力量分布以及发展前景及趋势,同时有益于扩展我国科学教育研究者的视野、方法及提高分析问题的能力,进而为我国科学教育相关研究与实践的开展提供有益的启示。

2 研究设计

2.1 研究资料来源

本研究资料主要基于JRST1995—2016年所发表的论文(具体从1995年32卷第1期到2016年53卷第7期),数据下载时间为2016年10月,全部文章可通过Wiley Online Library数据库下载获得。考虑到后期内容分析和编码的要求,将编辑语(editorial, editors' note)、公告(announcement)、书评(books)等非研究性文章剔除,剔除后共计有1109篇文章纳入后续分析研究中。

2.2 研究方法

本研究综合采用定量研究和定性研究法,让定量和定性的数据收集同步进行,使得定量和定性研究之间相互补充,扬长避短,从而将两种研究得出的结果加以整合,得出充分有效和确切的结果,进一步深化和修正认识。在定量研究部分,首先本研究编码工作由2位研究者进行独立编码后采用SPSS17.0进行Kappa一致性检验,以Kappa值作为编码

者信度指标来检测编码结果的一致性^[2]。本研究对2位编码人员的结果进行统计分析,经检验,发现各变量的编码一致性系数Kappa值均大于0.9,且 $\text{Sig}<0.05$, (Kappa值 ≥ 0.75 且 $\text{Sig}<0.05$ 即表示一致性良好)差异极显著,一致性良好,结果表明两位编码者独立编码的结果具有很好的可靠性。之后两人对分歧点一一协商讨论,最终得出统一的编码数据用于后续分析。在后续分析中,利用SPSS、EXCEL软件根据研究主题、学科领域等不同变量进行数据统计和图表分析,力图细致客观地呈现主题内容等的分布情况以获得初步结果。质性分析主要用于对量化结果的深度挖掘和解释说明,以揭示事物发展的潜在原因及趋势规律。

2.3 分析变量及编码

本研究的内容分析拟从一级主题、二级主题、学科内容、研究对象、研究类型、作者人数共计6个变量展开,以下简要介绍各个变量的具体分类编码、内涵说明。

2.3.1 一级主题

研究主题的分析是本研究的核心问题。目前尚未有对科学教育研究主题分类方面较为科学统一的界定。但已有部分研究机构及学者对其分类进行了梳理,本研究的主题分类主要参考科学教育界权威组织及研究手册中关于科学教育研究方向的分类,如NARST的研究主题分类^[3]、东亚科学教育协会(East-Asian Association for Science Education, EA-SE)2016年的会议议题分类^[4]、《科学教育学研究手册》^[5]、《科学教育研究手册》^[6]、《国际科学教育手册第二版》^[7]等。在参考和借鉴以上分类体系的基础上,围绕科学教育研究发展的内部影响因素(教与学、课程和评价)及外部影响因素(社会、政治、文化、环境、技术等)两条逻辑主线,最终确定了以下9个一级主题,具体编码及内涵描述如表1所示。

表 1 科学教育研究一级主题分类及描述

内在逻辑	编码	一级主题	内涵描述
维度 1： 科学教育发展的内部因素： 教与学、课程和评价	1	科学学习	◇研究学习者对概念的理解和概念转变，如为了概念理解和完成概念转变，学生和教师如何学习 ◇探索科学学习的背景、特征及相关因素之间的关系，如学习环境、教师—学生、学生—学生之间的相互关系及作用，以及与学习相关或者影响学习的潜在因素
	2	科学教学	◇研究科学教学的特征、策略及影响因素，如教学策略和方法对科学教学的影响 ◇探索职前 / 在职教师的专业发展状况及专业发展困惑，如学科教学知识，教师的态度、信念等。
	3	课程	◇研究课程发展、转变、实施、推广和评价，课程材料的开发（如课程标准、教材） ◇探讨环境教育课程的开展，包括生态教育、体验式教育、可持续发展教育、本土环境教育等
	4	评价和测量	◇探讨科学教育中不同类型的教与学的评价和测验理论、方法和工具的开发 ◇国际测评项目及大规模学业测评等
维度 2： 科学教育发展的外部因素： 社会、政治、文化、环境、技术等	5	非正式环境中的科学教育	◇包括非正式情境下的学习，如博物馆、户外、社团和机构的项目以及课外活动中的教与学
	6	教育技术	◇电脑、互动多媒体、视频及其他技术在科学教育中的开发与应用
	7	文化、社会 and 性别平等议题	◇公平和多样性：社会文化、多元文化、双语问题、种族及宗教、性别平等相关的研究
	8	科学史、科学哲学和科学社会学	◇与科学教育相关的历史、哲学和社会学议题
	9	科学教育发展趋势及政策	◇科学教育的发展趋势 ◇政策和实施议题：与科学教育相关的本土、区域、国家、国际的政策议题（如教师资格证的 标准、课程设置、考核规章以及科学教育经费制度的建立）

2.3.2 二级主题

为了更为细致地分析科学教育研究的特征及趋势，在一级主题基础之上对每篇文章进行二级主题的编码。与一级主题类似，二级主题的分类也是基于 NARST、科学教育手册及相关文献的分类而确定，在 9 个一级主题之下拆分

为若干二级主题，根据知识、能力和态度的逻辑顺序将二级主题进行排序和编码。在进行每篇文章的具体编码时，首先对标题、摘要、关键词进行反复研读，若无法确定分类编码则继续对全文进行细致分析，抽提出文章的关键主题及主旨最终确定文章的一级主题和二级主题。

表 2 科学教育研究二级主题分类及编码

编码	一级主题	二级主题
1	科学学习	11 科学概念：前概念、学科知识理解、认知发展、错误概念相关研究、概念转变过程及策略
		12 科学探究内容、方法及策略的学习
		13 科学推理及高阶思维能力
		14 模型及科学建模能力
		15 基于项目的学习（PBL）、问题解决（problem solving）能力
		16 科学文本阅读及写作能力及兴趣，对科学文本、语言的理解认知
		17 科学态度、科学学习兴趣及动机，自我效能感
		18 情境对科学学习的影响，真实情境（authentic）、基于情境的科学（context-based science）
		19 学习进阶
		110 科学论证
2	科学教学	111 与学习相关的影响因素探索
		21 教师的教学法知识，教学策略和方法的应用
		22 教师的学科教学知识 PCK
		23 基于探究的教学相关研究，探究教学的设计、实施及研究
		24 教师的科学态度、信念、自我效能等相关研究
		25 行动研究，职前教师的教育实习 / 实践活动研究

续表 2

编码	一级主题	二级主题
2	科学教学	26 STEM 教育, 科学学科与其他学科的整合性教学
		27 STS 教育
		28 与教师培训效果相关的影响因素分析
		29 transformation 职前教师转变教育
3	课程	31 课程改革 (curriculum reform) 与发展, 课改的落实与影响
		32 课程及课程模式的开发和评价 (curriculum development and evaluation)
		33 课程标准、教材的开发及比较等研究
		34 环境教育相关课程的开发及实践, 如生态教育、体验式教育、可持续发展教育
4	评价和测量	41 评价和测量理念、方法、工具等研究, 如教材连贯性、课堂评价、表现性评价、RASCH 模型等评价方法策略
		42 学业质量测评或大规模测验相关研究, 如 PISA、TIMSS、NAEP
5	非正式环境中的科学教育	51 科技馆、博物馆等室内环境中的教与学
		52 户外中的教与学
		53 社团、机构项目中的教与学
		54 家庭中的非正式教育
6	教育技术	55 通过科学杂志、期刊、书籍等课外读物学习科学
		61 通过电脑、互动多媒体、视频电视等技术动态可视化教授科学内容和过程
7	文化、社会 and 性别平等议题	62 利用教育技术开发教学资源
		71 社会文化、多元文化、双语相关研究
		72 种族及宗教相关研究
		73 性别平等相关研究
8	科学史、科学哲学和科学社会学	74 科学诚信
		81 科学史
		82 科学本质内涵、教育及发展评价
		83 科学素养的内涵、教育及发展评价
		84 社会性科学议题 SSI
		85 科学哲学及研究方法
9	科学教育发展趋势及政策	86 科学传播
		91 科学教育发展趋势, 如全球化对科学教育的影响
		92 与科学教育相关的本土、区域、国家、国际的政策议题 (如教师资格证的标准、课程设置、考核规章以及科学教育经费制度的建立)
		93 学校领导力, 校长领导力

2.3.3 学科内容

学科内容指研究涉及的学科领域, 可用于了解研究的学科分布情况。本研究将学科内容变量分为 7 个主题并以 1 至 7 编码表示, 分别为科学 (1)、物理 (2)、化学 (3)、生物 (4)、地球科学 (5)、其他 (6)、混合学科 (7)。需要说明的是, 其他 (6) 指的是某些大学的专业课程, 如天文学、工程学等其他编码无法纳入的学科。混合学科 (7) 包括: 科学、技术、工程和数学 (STEM); 科学和工程学; 科学和技术; 科学和数学; 天文学、生物、物理、化学等多门学科。

2.3.4 研究对象

研究对象主要分析文章研究所涉及的群

体, 本研究将研究对象变量分为 7 个主题并以 1 至 7 编码表示, 分别为小学生与学前儿童 (1)、中学生 (2)、大学生及研究生 (3)、教师 (4)、教师和学生 (5)、混合对象 (6)、成人和其他 (7)。其中混合对象 (6) 指的是研究中涉及多个对象的混合, 如学生、成人、研究者、实践者和教师等的混合群体 (不包括教师和学生两者的混合群体)。成人和其他 (7) 指非学生身份的成人及未明确说明、无法纳入已有编码系统的研究对象。

2.3.5 研究类型

研究类型的编码参考 Tsai 等人的分类^[8], 将研究分为 5 个类别: (1) 实证性文章, 指定量和定性研究, 运用定量和定性研究的方法

为教育研究和决策提供一定证据支撑,例如教材比较等比较性的文章,学习进阶等实证性文章;(2)立场性文章,指在某一特定的科学教育研究领域持有某一观点或者立场,文章重在论述某一观点;(3)理论性文章,指在科学教育领域提出某一新的理论或理论框架;(4)综述性文章,指总结分析了某一领域的文献,不具有较强个人主观立场;(5)其他,例如对某一国家科学课程的描述。

2.3.6 作者人数

作者人数变量指的是每篇文章的作者人数,透过该变量可在一定程度上了解学术团队的建设与协作情况。通过分析合著文章占期刊文章总量的百分比可了解一定时间范围内学术合作程度的变化趋势。

3 研究结果与分析

以下对各个变量的统计结果进行分析和描述,每个变量的结果分析主要围绕2个关键问题展开:现状描述和发展趋势。现状描述旨在了解当前科学教育研究在各变量下子分类的分布情况,而发展趋势的判断需通过观察各变量随时间变化的规律及特点。

3.1 一级主题分析

一级主题共分为科学学习等9个主题,将时间段分为1995—2000年、2001—2005年、2006—2010年、2011—2016年这4个时间段,然后统计各个时间段下每个子主题下文章篇数占文章总数的百分比,结果用柱形图呈现如下。

如图1所示,首先从现状分布情况来看,在“科学学习”和“科学教学”主题上的研究

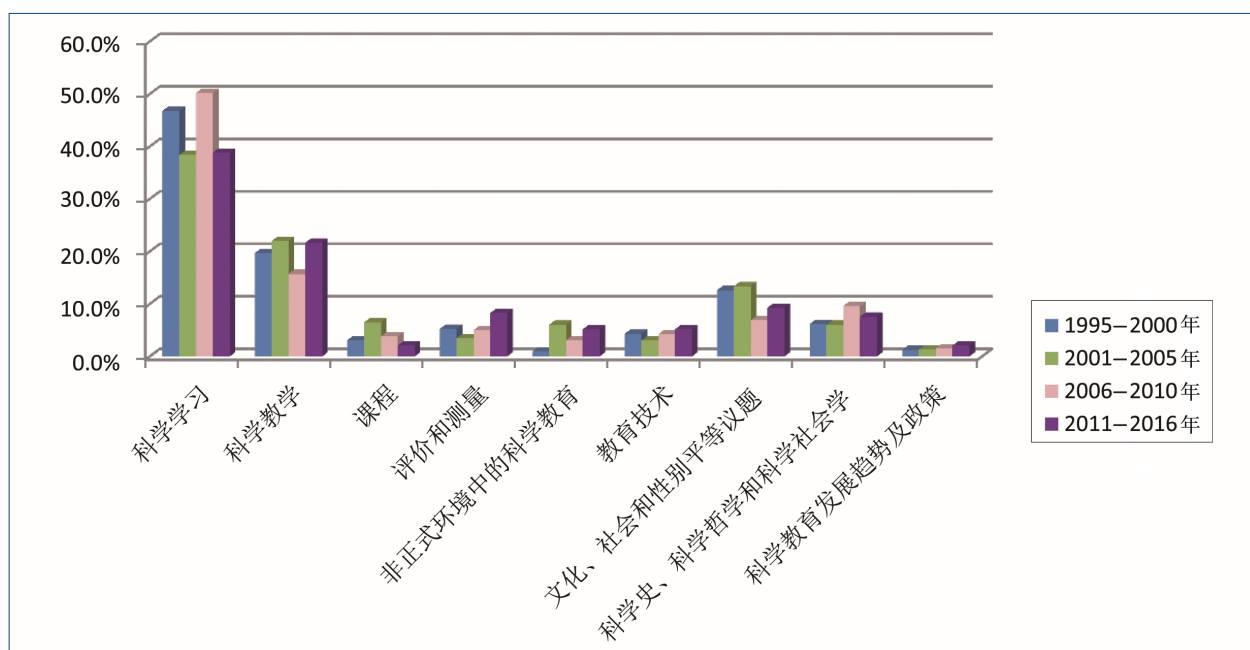


图1 一级内容主题分布及变化情况

最多。这两个主题下的文章分别占文章总数的43.7%和19.7%,这意味着“科学的教与学”仍然是科学教育研究最为关注的话题,与此同时可以看出,相比“科学学习”,“科学教学”主题方面的研究从数量上来看还与之相差甚远,两者未达到平衡分布。大量针对教师和学生对比研究显示教师和学生持有相似的错误概念^[9],

即教师如果对某一概念的理解存在错误概念,那么学生在这一概念的学习上往往也会存在相似的错误概念。此外,教师虽持有准确科学的学科知识,但因教学策略使用不当等因素的影响,学生仍然可能产生错误概念^[10]。由此可知,教师的学科知识和教学策略等均会影响课堂教学效果,关注教师专业发展的研究不仅

对于提高科学教育质量有显著价值,同时对于保障学校科学教育质量也有重要意义。

此外,“科学教育发展趋势及政策”主题文章最少,这主要是因为该主题并非当前科学教育研究可以解决的核心问题。在其余一级主题上,“文化、社会和性别平等议题”主题相对较多,科学教育受文化、性别等众多因素的影响,研究者尝试探索这些潜在因素对科学教育的影响,有利于教师进一步深入理解科学课堂中学习表现以改善课堂教学的质量。

另一方面,从发展趋势来看,“评价和测量”“非正式环境中的科学教育”“教育技术”主题的载文比例有逐年上升的趋势,由于技术进步和社会的发展,这些主题越来越受到研究者的广泛关注,尤其是“评价和测量”领域,JRST曾于2012年第6期推出专刊 *Special Issue on Assessment*,探究科学教育中的测评问题,引发了科学教育界的广泛探讨。另一方面,当前国际科学教育研究的趋势是实证研究,而“评价与测量”正是支持这一趋势发展的关键助力和手段。随着测量理论和模型的进步与发展,教育测评和教学改进已成为当前国际科学教育研究的一大热点问题。

3.2 二级主题分析

基于上述一级主题的分析,由于二级主题涉及内容较多,限于篇幅及其分析意义,在二级主题的分析上,选取科学教育领域的核心议题和近年来的热议话题重点分析。“科学概念”、“科学探究”和“科学本质”一直是科学教育的核心议题,而学习进阶、科学论证、STEM教育、社会性科学议题等则是近年来科

学教育的热议话题,以下对这些主题进行更为深入的分析,以探查其中的分布差异及发展趋势。

3.2.1 “科学概念”二级主题内容分析

科学概念是科学知识学习的重要成果,也是发展科学技能及态度的基础和载体,因此一直是科学教育的核心要素和重要议题,从始至终贯穿于科学教育的各个环节。由图2可以看出,从1995到2016年“科学概念”主题相关研究数量整体呈现下降趋势。这其中在1998、2005和2009年的相关研究较多,而在1999至2004年之间、2006至2008年之间以及2010年之后则明显减少。

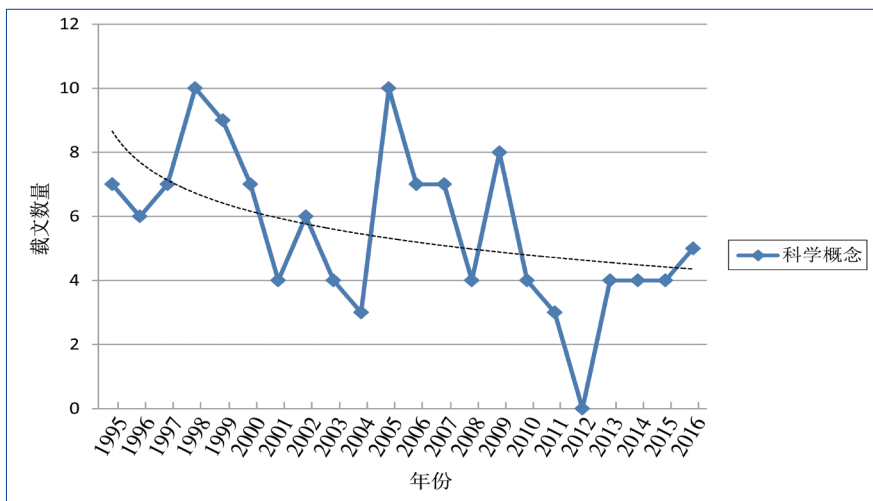


图2 “科学概念”二级主题分布趋势

进一步追溯科学概念研究的发展历程可以发现,20世纪50年代,关于儿童概念学习的研究初现,这一时期的研究较为强调探讨学生在某一具体主题上的前概念和概念学习,如热学、光学、化学反应、光合作用等。随后相关研究不断涌现并持续发展,研究主题也逐渐扩展到科学概念的各个领域。

20世纪70年代,受建构主义思潮和科学哲学的影响,科学教育界极为关注学生的认知状况。迷思概念和概念转变的研究逐渐兴起,出现了相异概念运动(Alternative Conceptions Movement)。1983年第一届国际迷思概念研讨

会的举办更加明确了迷思概念在科学教育研究中的重要地位^[11]。80年代之后相关研究发展迅速达到鼎盛,产生了众多有深远意义的成果。1982年波斯纳(Posner G.J)等人提出的“概念转变模型”(conceptual change model)对科学概念教学产生了重要影响,利用该模型可分析和解释学生概念转变的过程,为其他理论研究和教学实践提供了理论基础和重要启示。但随后也有学者指出该模型没有考虑到学习动机、认识方法和社会情境等对概念转变过程的影响,该模型后来也得到进一步的修正和扩展,之后衍生出本体论视角、心理学视角、多维视角(认识论、本体论和社会/情感维度)下的概念转变模型。

20世纪90年代,相关研究逐渐走向成熟,德赖弗(Driver)等于1994年出版*Making Sense in Secondary Science*^[12],详细解释了学生对众多科学概念的认知理解及概念转变过程,成为该领域研究的重要成果之一。之后科学教育界开始反思之前对概念理解的相关研究,已有的大量实证研究表明儿童的前概念具有个体概念的不连贯性、关注片面、线性因果分析等特点^[13]。因此研究者提出学生对科学概念的理解不是一蹴而就的,科学教育需要系统刻画学生概念发展的学习轨迹和序列,学习进阶的雏形已经出现并成为概念研究下一阶段的探索主题。

2009年研究者将众多研究成果编撰为一系列专著,如《概念转变的国际研究手册》(*International Handbook of Research on Conceptual Change*)^[14],Duit^[15]完成了《文献集:师生的概念和科学教育》(*Students' and Teachers' Conceptions and*

Science Education),收录了8400条与之相关的重要参考文献。这些重要专著的出版标志着科学概念的研究已经达到高潮,相关理论研究已经足够丰富且可以告一段落。Tsai^[8]和Lee^[16]的研究也表明近年来概念方向的研究热度减退,研究范式逐渐趋于成熟。当前对概念学习的研究已经转向核心概念和学习进阶等新领域,下一阶段则是将这些成果正式推广和应用到课程设计和课堂教学中。

3.2.2 “科学探究”二级主题内容分析

科学探究不仅是科学教与学的重要策略,也是科学教与学的核心内容。对1995—2016年的载文数量分析结果如图3所示,1996、2004、2007和2010年载文数量较多,几乎所有年份均有研究发表,说明科学探究近20年来一直是科学教育研究的重点议题。

20世纪60年代,施瓦布提出将“探究”运用于课堂教学^[17],1964年卢瑟福(F. J. Rutherford)在科学教育中首次提出科学探究(scientific inquiry),以便与一般意义上的探究加以区分^[18]。之后科学探究相关研究逐渐增多并成为科学教育的重点议题。80年代的美国2061计划强化了“科学探究”在科学教育中的主导地位。随后1996年的美国《国家科学教育标准》^[19]明确提出“作为探究的科学”(science as inquiry),将探究作为科学课程

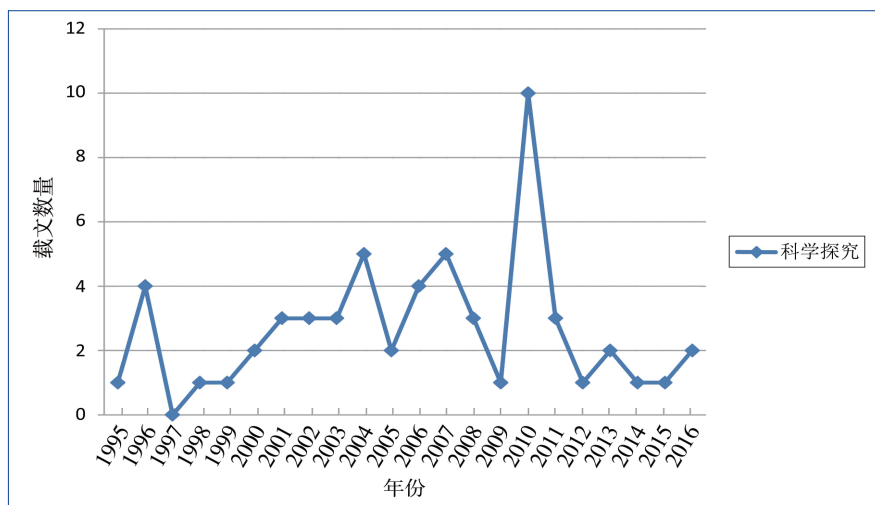


图3 “科学探究”二级主题载文情况

改革的首要关键词,倡导以类似科学家工作的范式完成理科的学习,为世界范围内的科学课程改革提供了参考和引导。尽管在美国2013新版科学课程标准^[20]中,将首位关键词从“科学探究”变为“科学实践”,但这并不意味着科学探究已被取代,相反这样的改变是为了扭转课堂探究活动模式化和教条化倾向的问题,多年来科学教育工作者对“探究”有着不同的理解,为了更好地阐释探究在科学中的内涵才使用“科学实践”一词^[21]。由此可见这一改变的本质在于进一步深化科学探究在课堂和实践中的主导地位及扩展科学探究的内涵。当前科学探究的相关研究仍在世界范围内不断开展并产生了广泛的影响。

3.2.3 “科学本质”二级主题内容分析

国际科学教育界普遍认为,学生对科学及科学知识本质的理解是构成科学素养的重要组成部分^[22]。由图4可知,“科学本质”相关研究的载文数量整体上有上升趋势,各年份间有一定差异且起伏不定,说明该主题的研究相关活跃,热度不减。

科学本质指“关于自然科学的知识”。理解科学的本质和特征包括诸多方面,主要包括^[23-24]:科学知识来自于对先前的科学知识的探索,是不断改变的;虽然科学以知识经验为基础,但它包含人类的想象力和创造力;科学工作在很大程度上依赖于观察和推理;科学知识,至少部分是主观的;定律和理论之间有联系也有区别,定律是陈述观察到的现象之间的关系,理论则是观察到的对现象的推断解释;科学影响并受到社会和文化背景的影响;科学研究在很大程度上采用基于实证

的范式。增强师生对科学本质的理解有利于学生科学素养的发展和提高。

1963年,Cooley等针对高中生对科学的认知情况进行了调查研究,这是“科学本质”相关研究在科学教育领域的首次尝试。80年代后期美国科学促进会发布了一系列提高科学教育的指导文件,均将“科学本质”的理解作为科学素养的重要组成部分,引发了世界范围内的广泛关注,科学本质的研究跻身科学教育研究的前沿热点议题。之后美国1996版的《科学课程标准》(National Science Education Standards)进一步强调了科学本质在学校科学教育中的重要地位^[25]。纵观科学本质的研究发展历程,其研究焦点经历了一系列的变化,从最初对科学教育中科学本质内涵本质的探讨,发展到师生科学本质状况的调查及影响因素研究,随后是对体现科学本质的教学改进进行系统研究,当前则过渡到整合社会性议题、科学探究等研究热点的科学本质研究。尽管国际上已积累了相当多的研究,但相关研究的开展依然存在亟待突破的难点,如何在课堂教学中高效地进行科学本质教学以及对科学本质的理解如何评价仍是该领域有待深入研究的话题。

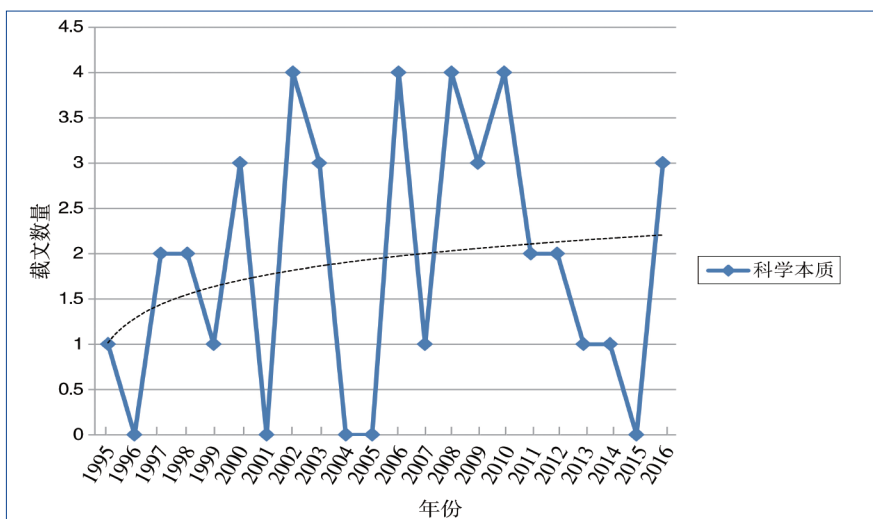


图4 “科学本质”二级主题分布趋势

3.2.4 “学习进阶”等其他二级主题内容分析

“学习进阶”、“科学论证”、“STEM

教育”和“社会性科学议题”载文数量有上升趋势，尤其是“学习进阶”与“科学论证”两个主题呈现突变式增加，已成为近年来的新兴热点议题。这些研究主题的兴起与科学教育研究发展的内部影响因素（教与学、课程和评价）和外部影响因素（社会、政治、文化、教育、科学技术等）密切相关。

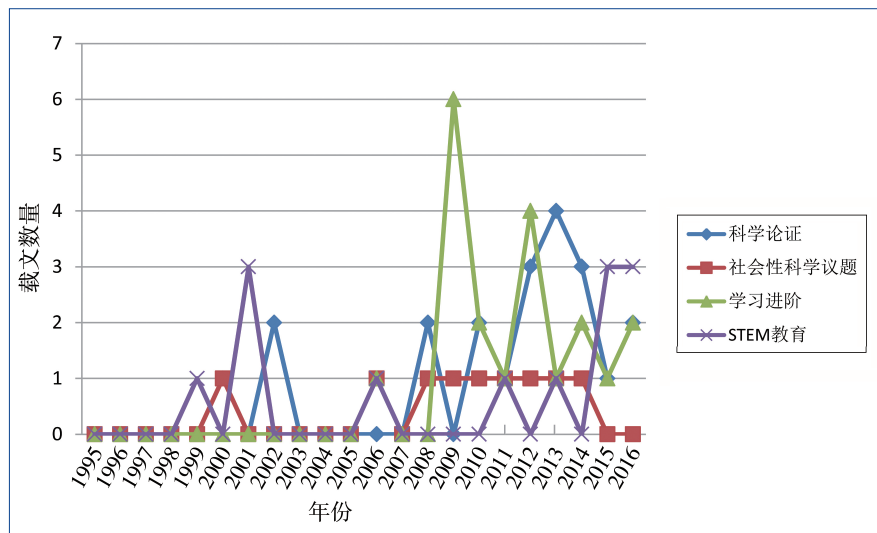


图5 “学习进阶”等其他二级主题分布趋势

3.3 学科内容分析

学科内容分析反映出各个学科在科学教育研究领域中的分布，如图6所示。数据表明JRST的研究载文中涉及科学学科内容的文章最多，占了56.9%。其次是生物、物理和化学，载文比例由高到低依次是生物（12.9%）、物

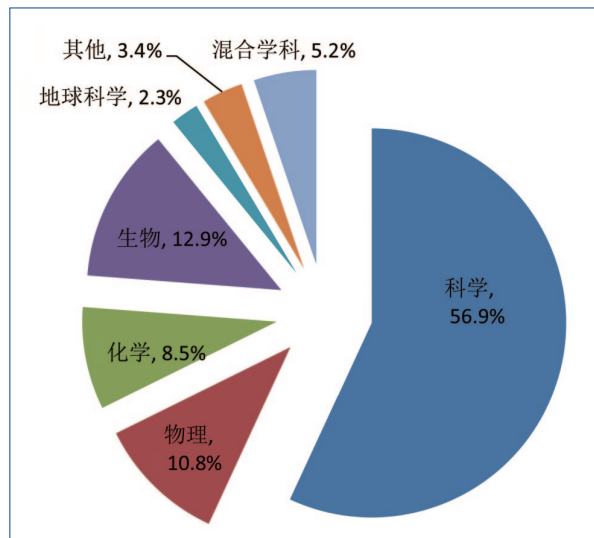


图6 学科内容变量分布情况

理（10.8%）、化学（8.5%），生物相对较多，化学较少。另外，同时涉及两门及以上学科内容（混合学科）的文章有5.2%，地球科学占2.3%。毫无疑问，JRST对科学教育的研究重点放在科学、生物和物理三门学科上，而对化学和地球科学关注较少，尤其是地球科学值得关注。此外还需特别注意的是，混合学科也占

据一定比例，如科学、技术、工程和数学（STEM），科学和工程学，科学和技术，科学和数学，天文学、生物、物理、化学等多门学科的混合。

3.4 研究对象分析

研究对象变量共分为学生、教师、教师和学生、混合对象、成人和其他，其中学生又细分为小学生与学前儿童、中学生、大学生，

共计7个群体类别，结果如图7所示。

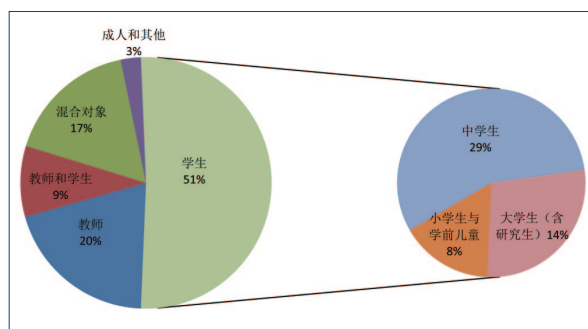


图7 研究对象分布情况

统计数据表明，JRST的研究对象集中在中学生、教师和大学生，三者比例分别是29%、20%和14%，总的“学生身份”研究对象文章共占51%，构成科学教育研究最为重要的研究对象，可见学校课堂实践在科学教育研究的重要地位。此外，混合对象也占据较大比例（17%），这里的混合对象是指研究中涉及多个对象的混合，如学生、成人、研究者、实践者和教师等的混合群体（不包括教师和学

生两者的混合群体)。这一结果可能暗示研究者尝试在更为广泛的视野下从多个对象的视角诠释科学教育的某一问题,以提供更为客观且准确的证据来解释科学教育现象和问题。值得注意的是,教师、小学生和学前儿童相关研究仍旧相对较少。科学教育研究的两条主线即是科学课堂情境下的教与学,即教师应该如何开展教学以及学生是如何学习的,教师是科学教育系统和课堂干预活动中至关重要的参与者,科学教育研究应给予教师对象更多的关注。

3.5 研究类型分析

对研究类型的考量和分析有助于把握当前科学教育研究的范式和方法。对1995—2016年发表的文章进行统计分析,结果如图8所示。其中,实证性文章占据主导地位,载文比例高达92.6%,立场性文章、理论性文章及其他类型文章数量较少。对各年段进行比较分析发现变化不大,分年段中1995—2000年、2001—2005年、2006—2010年及2011—2016年段中实证研究的比例分别是89.5%、91.4%和97.7%、92.4%,载文比例较为稳定且略有上升。此外,理论性文章较少(1%),究其原因在于科学教育的本质属性即是理性思维和实践取向,因此科学教育研究也趋向于实证性。

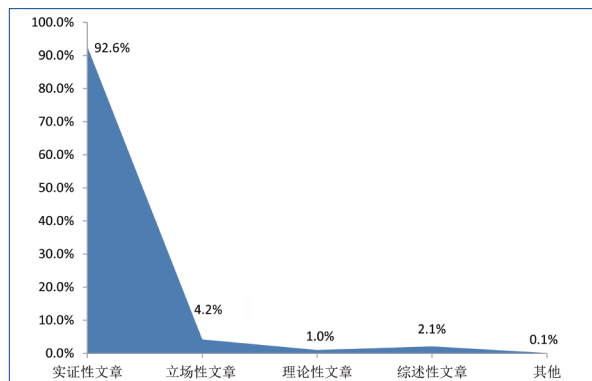


图8 研究类型分布情况

3.6 作者人数分析

对研究作者人数进行统计分析有助于了解当前科学教育研究的合作程度。以下呈现了JRST发表文章的作者人数分析结果。由图9

可知,1人独立发表文章的数量占文章总量的21.1%,其余78.9%的文章均是合作完成,其中2人占据比例最高,达到39.2%,其次是3人共同合作,占24.3%,4人及以上的合作文章占到15.3%。这些数据说明合作的方式在科学教育研究领域是主流方向。

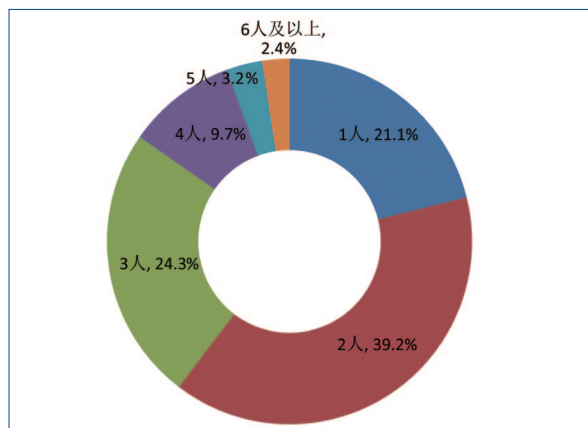


图9 作者人数分布情况

以作者人数1人和2人及以上为分析变量,统计各个年份间研究变化的发展趋势,如图10所示。由图中趋势线可以看出,1人独立开展的研究越来越少,载文比例有下降趋势。反观2人及以上共同开展的研究越来越多,载文比例有上升的趋势。

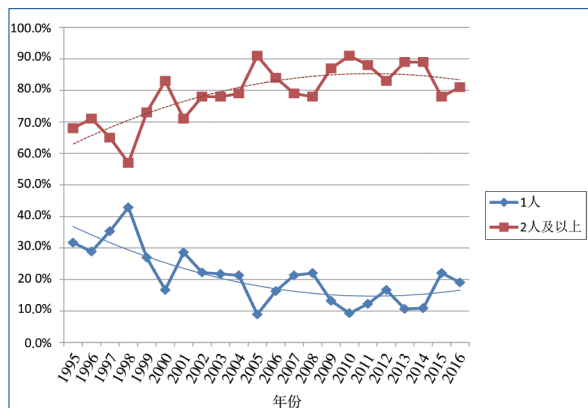


图10 作者人数发展趋势

4 结论与启示

科学教育是基础教育的重要领域之一,在提高全民科学素养以及培养未来科技创新人才当中具有无可替代的作用。在近20余年

的发展中,国际科学教育领域迅速崛起并取得了众多令人瞩目的成果。本研究基于对 JRST 从 1995—2016 年之间的载文进行内容分析,可将国际科学教育现状格局和未来趋势的关键特征归纳如下:(1)科学教育的主流研究仍然集中在科学的教与学;(2)科学概念的研究已经相当成熟,热度有所减退。(3)科学探究的研究是近 20 年科学教育领域的重要议题,相关研究仍在持续发展中。(4)科学教育研究已经形成“基于证据的研究”的研究范式,关注“科学本质”的研究。(5)跨学科的研究主题成为新兴热门议题,例如学习进阶、科学论证、STEM 教育、社会性科学议题等,协作研究的比例不断增加。基于以上分析为我国科学教育研究和实践的开展带来以下几点启示。

一、科学教育工作者可适当关注国际科学教育研究的发展趋势,结合我国发展现状和特点选取适宜主题开展研究和实践工作

基于上文的分析可知当前国际科学教育的现状格局和发展趋势:首先,“科学学习”(43.7%)和“科学教学”(19.7%)主题仍然是科学教育研究最为关注的话题。其次,对二级主题的分析发现科学概念的研究热度减退,科学探究的研究仍旧是近 20 年的重要议题,而科学本质的相关研究有上升趋势。最后,“评价和测量”、“非正式环境中的科学教育”、“教育技术”、“学习进阶”、“科学论证”、“STEM 教育”、“社会性科学议题”等成为新兴的研究领域和主题。

了解和掌握国际科学教育的动态和趋势有利于我国科学教育研究和课堂教学的开展。当前科学概念的文献研究已经相当丰富,虽然主流研究已经过去,但实践层面仍存在诸多可发挥空间。科学教育工作者可以参考和借鉴已有研究成果,并将这些成果推广到课程设计和教学实践中以改进课堂教学,从而推动我国科

学教育的发展。

另一方面,科学教育工作者需注意结合我国发展现状和特点选取适宜主题开展研究和实践工作,不可盲目追逐潮流。如美国 2013 新版科学课程标准将“科学探究”变为“科学实践”,这并不意味着科学探究已经过时,或者我国科学教育研究主流方向也需跟进并改变方向。科学教育工作者首先需要深刻理解这些转变发生的来龙去脉和潜在原因,在此基础上针对我国的国情和实践问题开展本土化的研究,采用“与时俱进,因地制宜”的思路借鉴和吸纳国际有益研究从而丰富和推动我国科学教育的发展。

二、科学教育需注意凸显理科教育的本质属性

基于上文的分析可知“科学本质”的研究呈现逐渐上升的趋势。然而当前的调查结果显示,学生对科学本质的理解存在严重偏差,教师对科学本质教育的地位和价值认识不足^[26-27]。科学教育不仅要重视科学概念和方法的学习,更要在探究自然现象和规律的过程中凸显科学教育的本质属性(理科属性),展示科学的本质和特征,进而认识科学观点演进和证明的过程。具体可体现在两个方面:更加注重逻辑和实证、追求严密的逻辑推断,从而体现和渗透科学的思维方法和价值观念。科学本质的研究可为彰显和渗透科学教育的本质属性提供了借鉴和思路。

在科学教育中凸显理科属性需要渗透怀疑、实证、逻辑和理性四个关键要素。怀疑是基于自然事物、现象的观察,有根据地提出问题;实证是通过实验、调查研究等取得客观证据并以此回答提出的问题;逻辑是对实证结果的分析、归纳和下结论所必须遵循的推理体系;理性则是要求整个探索过程必须做到客观且求真求实。学习者需围绕核心问题以事实为依据,形成基于证据和逻辑的理性思维方式,

对问题——证据——结论这一严密逻辑链形成较为深入的思考，并依据证据寻找解决问题的途径，在这一探究科学现象的过程中领悟科学的本质和特征。学习者通过对科学本质及特征的学习，了解自然科学特有的思维方式和探究过程、知识产生的过程，并以此判断生活中的科学和伪科学，最终提高科学素养和理性思维品质。这提醒研究者还需不断开展“科学本质”等相关研究从而为教学实践和课堂改进提供支持，另一方面，教师可参考已有“科学本质”理论和实践方面的研究成果，指导教学和实践从而深化学生对科学属性和特征的理解。

三、科学教育研究范式由基于理论的研究向实证驱动的研究转变

在对 JRST 文章类型进行分析发现实证性文章占 92.6%，实证研究范式占据主导。另一方面，从研究主题来看，“科学论证”、“学习进阶”、“评价和测量”等主题逐渐成为科学教育的热议话题，这些新兴热门研究主题在研究范式上都具有一个共同特征：基于实证的研究。以“学习进阶”为例，学习进阶的构建和验证，是一个反复循环的过程，即在通过对大量文献资料的梳理和分析之后，提出一个理论上的假设学习进阶，再不断透过实证研究验证和完善已有的理论架构，这一过程高度强调实证研究的作用与价值以说明学习进阶所描述的认知路径更为科学客观，更接近真实情境中学生的学习轨迹，这也是其与以往研究的显著差异之处。此外，理论性文章占 1%，究其原因在于科学教育的本质属性即是理性思维和实践取向，因此科学教育研究也趋向于实证研究范式。

在《不让任何孩子落后法案》（*No Child Left Behind Act of 2001*）中明确提出“基于科学的研究”（scientifically based research）并在法案中反复出现共计 74 次。其强调以“基于科学的研究”方式开展教育活动，即教育研

究应采用类似科学研究的方式进行，通过严格的科学研究获得信效度更高的证据以支持教育实践和决策^[28]。Pellegrino^[29]也提出科学教育中有意义评价系统的设计关键特征之一即是研究是基于实证展开的。当前在欧美等科学教育发达国家，科学教育研究的发展已经形成了“基于证据的研究”的研究范式。以实证为支撑、凭事实和数据说话、遵循科学研究的范式已成为当代国际科学教育主流研究范式的典型特征^[30]。我国若要加强与国际的合作交流，首先需要形成共同的话语体系，即以实证为支撑开展科学教育研究。另一方面，科学教育的本质属性决定了仅靠哲学层面的某一新理念推动科学教育本身的发展或者当代理科课程改革是难以奏效的。而当前由于文化背景的差异我国科学教育研究者长期受哲学思辨方法的影响，缺乏实证意识和经验，导致研究结论的信效度有限，这既不利于我国科学教育领域知识体系的构建，也不利于结论的进一步推广和形成有参考价值的决策建议。提高科学教育者的实证意识和方法是当前促进我国高质量科学教育研究产生的有效途径。

四、整合与合作已经成为科学教育发展的关键词，需要走合作的整合研究路线

整合与合作已经成为科学教育发展的关键词。本研究提出四点线索和证据支持：首先是主题分析：学习进阶、科学论证、STEM 教育、社会性科学议题 4 个主题的载文数量逐年递增，这些研究不再是单一学科领域，更多的是涉及教育学、学习科学、测量学、数学、工程学、心理学、教育技术、哲学等不同学科领域的整合性研究，并趋向于形成研究共同体。其次，在学科内容分析中发现同时涉及两门及以上学科内容（混合学科）的文章有 5.2%。此外，在作者人数分析中，1 人独立发表文章的数量占文章总量的 21.1%，其余 78.9% 的文章均是合作完成，且 2 人及以上合作载文比例有上升

的趋势。最后,在对研究对象的分析中,发现混合对象也占据较大比例(17%),这一结果可能暗示研究者尝试在更为广泛的视野下从多个对象的视角诠释科学教育的某一问题,以提供更为客观且准确的证据来解释科学教育现象和问题。这些结果均在一定程度上暗示合作与整合已经成为科学教育发展的未来趋势。

未来科学教育研究需要走合作的整合研究路线,科学教育问题具有复杂性和跨学科性的特点,科学教育过程中存在教师、学生、教学等多个因素,包含学生学习、教师教学和环境影响等多方面内容,相互作用相互联系,共同构成一个统一的有机教学系统。单一的学科知识无法给出完整而准确的解决方案,研究者需打破学科界限,充分借鉴和汲取各学科的优势和有益成果,以解决科学教育核心问题为目标,在科学教育的框架下整合这些研究成果,通过建立合作研究共同体,创建更多有价值的教学和学习理论,开展更多有益的实践活动,从而实现合作的整合研究路线。

五、科学教育研究的选题需在真实情境和宏观背景之下,同时聚焦微观视角

国内有学者提出:我国科学教育很多研究

都停留在对其内涵、概念的解读,很多都是泛泛之谈,还未形成体系,深度不够^[26]。当前我国科学教育研究多选择宏观经验式的研究,而纵观 JRST 中的研究选题,难以见到宏大叙事性的研究,大多数研究都有明确的研究问题,研究选题小而精。以文章 *Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills through Dilemmas in Human Genetics* 为例,作者将研究视角聚焦在微观层面,明确研究对象——学生,研究主题——知识和论证能力,内容载体——人类遗传学,这样的选题更贴近真实情境,同时在视角上更为聚焦微观具体的问题,有利于研究深入探索教育现象背后潜在的机制和影响因素。

宽泛的选题必然流于空谈,难以做出深入、有价值的研究工作^[31]。相比宏大模糊的研究选题,微观视角的研究更能聚焦问题,细致捕捉和描述事物发展的脉络轨迹,从而深入探析问题的本质及发生机制,在此基础之上为复杂的科学教育问题提出更为适宜和科学的解决策略和方法。此外,科学教育者还需要关注专业的科学写作范式,规范研究成果的发表,进一步提高我国科学教育研究的水平和质量。

参考文献

- [1] Wiley Online Library. Journal of Research in Science Teaching Overview [EB/OL]. [2017-01-05]. <http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/> (ISSN) 1098-2736.
- [2] 余民宁. 心理与教育统计学 [M]. 台北: 三民书局, 2005: 494.
- [3] National Association for Research in Science Teaching. NARST Strand Descriptions [EB/OL]. [2017-01-05]. <http://www.narst.org/about/strands.cfm>.
- [4] East-Asian Association for Science Education. EASE2016 Tokyo Conference Handbook [EB/OL]. [2017-01-05]. <http://ease2016tokyo.jp/>.
- [5] Gabel L. Handbook of Research on Science Teaching and Learning [M]. New York: Macmillan Publications, 1994.
- [6] Abell K, Lederman G. Handbook of Research on Science Education [M]. New York: Routledge, 2007.
- [7] Fraser J, Tobin T, McRobbie C. Second International Handbook of Research in Science Education [M]. New York: Springer, 2012: 651-665.
- [8] Tsai C, Lydia M. Research and Trends in Science Education from 1998 to 2002: A Content Analysis of Publication in Selected Journals [J]. International Journal of Science Education, 2005, 27(1): 3-14.
- [9] Diakidoy N, Iordanou K. Preservice Teachers' and Teachers' Conceptions of Energy and Their Ability to Predict Pupils'

Level of Understanding[J]. European Journal of Psychology of Education, 2003, 18(4): 357-368.

[10] Meyer H. Novice and Expert Teachers' Conceptions of Learners' Prior Knowledge[J]. Science Education, 2004, 88 (6): 970-983.

[11] 蔡铁权, 姜旭英, 胡玫. 概念转变的科学教学 [M]. 北京: 教育科学出版社, 2009: 59.

[12] Driver R, et al. Making Sense of Secondary Science: Research into Children's Ideas[M]. New York: Routledge, 1994.

[13] 德赖弗, 盖内, 蒂贝尔吉安. 儿童的科学前概念 [M]. 上海: 上海科技教育出版社, 2008: 188-195.

[14] Vosniadou S. International Handbook of Research on Conceptual Change[M]. New York: Routledge, 2009.

[15] Duit R. STCSE-Bibliography: Students' and Teachers' Conceptions and Science Education[M]. Kiel, Germany: IPN VLeibniz Institute for Science Education, 2009: 1-579.

[16] Lee H, Wu T, Tsai C. Research Trends in Science Education from 2003 to 2007: A Content Analysis of Publications in Selected Journals[J]. International Journal of Science Education, 2009, 31(15): 1999-2020.

[17] Schwab J. Inquiry, the Science Teacher, and the Educator[J]. The School Review, 1960, 68(2): 176-195.

[18] Rutherford J. The Role of Inquiry in Science Teaching[J]. Journal of Research in Science Teaching, 1964, 2(2): 80-84.

[19] National Research Council. National Science Education Standards[M]. Washington DC: National Academy Press, 1996.

[20] NGSS Lead States. Next Generation Science Standards: For States, by States[M]. Washington DC: National Academies Press, 2013.

[21] 唐小为, 丁邦平. “科学探究”缘何变身“科学实践”——解读美国科学教育框架理念的首位关键词之变 [J]. 教育研究, 2012, 394 (11): 141-145.

[22] 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: 广东高等教育出版社, 2006: 167.

[23] Lederman G, Khalick F, Bell L, et al. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2002, 39(6): 497-521.

[24] McComas F. Keys to Teaching the Nature of Science[J]. The Science Teacher, 2004, 71(9): 24-27.

[25] 王晶莹. 科学本质观与科学探究的意义及实践——美国李德曼教授访谈录 [J]. 全球教育展望, 2008, 37 (2): 3-6.

[26] 蔡铁权, 陈丽华. 我国科学教育研究述评 [J]. 全球教育展望, 2011, 40(6): 74-83.

[27] Lederman G, et al. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2002, 39(6): 497-521.

[28] U. S. Department of Education. No Child Left behind Act of 2001[EB/OL]. [2017-02-11]. <https://www2.ed.gov/policy/elsec/leg/esea02/107-110.pdf>.

[29] Pellegrino W. Assessment of Science Learning: Living in Interesting Times[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2012, 49(6): 831-841.

[30] 翟小铭, 郭玉英. 美国科学建模教育研究三十年概述及启示 [J]. 全球教育展望, 2015, 44 (12): 81-95.

[31] 刘恩山, 张颖之. 以科学研究的思路和范式进行生物学教育研究 [J]. 生物学通报, 2013, 48(4): 28-31.

(编辑 张南茜)

My Journey for a Pursuit of Science Popularization

Zhou Zhonghe

(Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044)

Abstract: The author recalls how it helps him embark on a journey for a pursuit of scientific research by immersing himself into science popularization readings during the boyhood. The good doings are manifested in the following areas: Science popularization and media reinforce each other, especially in the fact that new media is of great importance to science popularization work. Some thought on how to do a great job in science popularization lectures and prospective dream for science popularization endeavors are also illustrated in the paper. In a nutshell, the author hopes to put more energy and time on producing original science popularization works in the future.

Keywords: science popularization; scientific research; media

CLC Numbers: N4 **Document Code:** C **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2017.02.001

An Analysis of the Mainstream of Science Education Research and Its Relevation: Based on an Analysis of Papers of JRST (1995—2016)

Zhou Gaixiao Huang Xuan Li Nuo Liu Enshan

(College of Life Science, Beijing Normal University, Beijing 100875)

Abstract: Science education develops quickly and it has reaped remarkable achievements for the recent 20 years. As the most important forum for international science education community, JRST has kept track of its development and growth. Therefore, the paper systematically analyzes 20 years' papers of JRST by six variables involving the topic, subject content, research object and research style to describe the research's current situation and frontier picture of international science education, and sums up five suggestions for the related researches in China.

Keywords: science education; JRST; content analysis; development trend

CLC Numbers: G4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2017.02.002

A Review on a Theoretical Research of Science and Technology Museum for 30 Years in China: A Statistical Research Based on CNKI

Ma Qi

(Guangxi Science and Technology Museum, Nanning 530022)