

# 科学教育的研究趋势与展望

胡 卫 平

(山西师范大学教育科学研究院, 临汾 041004)

**摘 要:** 介绍了 20 世纪 50 年代以来科学教育的总体研究趋势和主要领域的研究趋势, 分析了未来科学教育研究的方向, 即研究思路的系统性、研究方法的综合性和研究内容的整合性。

**关键词:** 科学教育; 研究趋势; 研究方向

**中图分类号:** B844 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 - 5560 (2007) 04 - 0044 - 08

20 世纪 50 年代以来, 国际上特别重视科学教育的研究, 取得了大量的研究成果。研究者从概念发展、概念转变、概念图、科学素养、教师教育、科学推理等角度对科学教育进行了系统的研究, 成为研究的主流。本文在介绍科学教育的总体研究趋势和主要领域的研究趋势基础上, 指出了未来的研究方向。

## 一、科学教育的总体研究趋势

研究者一般都是通过发表论文来展示自己的研究成果, 通过分析不同时期某一研究领域发表论文的类型、内容、研究方法等, 可以看出这一领域的研究趋势。Tsai (2005)<sup>[1]</sup>通过分析《科学教育(美国)》、《科学教学研究杂志(美国)》、《国际科学教育杂志(英国)》在 1998 - 2002 年发表论文的情况, 探讨了这一阶段科学教育研究的现状。结果表明: 在研究的类型方面, 实证研究占到 85% 以上; 在研究的内容方面, 802 篇论文中, 包括概念学习(198 篇)、学习环境(144 篇)、文化、社会和性别差异(115 篇)、科学教育的目标、政策和课程(109 篇)、哲学和历史(68 篇)、教师教育(56 篇)、教学(55 篇)、非正式学习(30 篇)和教育技术(27 篇)九个方面, 由此可见, 学习问题是研究者最重视的研究领域。为了反映较长时间内科学教育的研究趋势, 我们对 1975、1985、1995、2005 四个年度发表在《科学教育(美国)》、《科学教学研究杂志(美国)》、《国际科学教育杂志(英国)》和《科学教育研究(澳大利亚)》四种国际著名科学教育期刊上论文的研究类型、自变量、因变量、收集数据的方法、统计数据的方法、研究对象等进行了分析, 结果表明: 在研究类型方面,

收稿日期: 2007 - 09

基金项目: 教育部优秀青年教师资助计划项目“中小学生学习科学思维能力的发展与促进”(2003 - 110)的研究成果。

作者简介: 胡卫平(1964—), 男, 山西霍州人, 山西师范大学教育科学研究院院长、教授, 中国科学院心理研究所博士生导师。

实验研究(约占27%)和观点评论(约占26%)占主流,描述性的研究在增加;在实验研究的自变量方面,教学方法和课程(占60%)占主流;在实验研究的因变量方面,认知变量占54%,情感变量占30%,其它变量占16%;在收集数据的方法方面,测验和问卷占主流,约占论文总数的60%,但从1975到2005年,观察和访谈的研究明显增加;在数据统计分析的方法方面,推断统计占主流,占论文总数的54%,描述统计占25%,没有使用统计方法的论文数有增加的趋势;在研究对象方面,中学生(占45%)和大学生(占28%)占主流。

## 二、科学教育主要领域的研究趋势

### (一) 概念发展的研究采取定性与定量相结合的研究思路

概念发展的研究主要是在进行科学概念教学之前对学生所具有的与科学概念相关的日常概念发展状况的研究,并试图对此作出解释,目标主要有两个:一是通过理解学生的认知状况研究学生认知发展的阶段性,从而丰富儿童认知发展理论;二是充分了解儿童的前概念,为科学课程的开发和教学策略的选择提供依据。

自从20世纪50年代以来,关于儿童科学概念的发展研究不断涌现,研究主题几乎涉及到科学的各个领域,包括力学、热学、电磁学、光学、原子物理、生物等。对20世纪90年代以来国际上一些主要的科学概念发展研究的分析可以看出,研究者采用问卷、访谈、测验、Demonstration技术、任务施测技术等定性与定量相结合的研究思路,对儿童青少年单一科学概念的发展进行了全面的研究,使人们对学生的概念表征以及相异概念有了较为系统的了解,为科学概念的教学提供了依据。利用定性与定量相结合,识别学生的错误概念和概念表征,是20世纪90年代以来科学概念发展研究的主要趋势。

### (二) 概念转变的研究强调影响因素及教学策略

概念转变的研究始于20世纪70年代,从80年代起,研究成果开始涌现。1982年,康奈尔大学的波斯纳(G. J. Posner)、斯特莱克(K. A. Strike)、修森(P. W. Hewson)、格特左戈(W. A. Gertzog)四位教授提出了“概念转变模型”<sup>[2]</sup>(Conceptual Change Model,简称CCM),对科学教学产生了重要的影响。很多科学教育研究者开始利用概念转变模型的观点来分析、解释前概念,解决学生对前概念的错误理解,使其接受科学概念。

概念转变模型也遭到了一些批评,概括起来主要有以下几种:(1)除了看到概念内容的改变外,还要看到学生认识方法的改变。Gil & Carroscosa<sup>[3]</sup>发现,学生的错误概念往往是与他们的认识世界的直觉经验方法相联系的。(2)概念转变除受认知影响外,还受动机、态度的影响。Dreyfus<sup>[4]</sup>等在教学实验中发现,学生积极的态度、较高的责任感对概念转变很重要,对知识漠不关心的学生很难产生认知冲突;另外,不成功的学生由于消极的自我印象、过高的焦虑或消极的态度等,也会妨碍认知冲突的产生。(3)不要过于强调儿童日常经验中的核心信念对具体概念转变的限制,概念转变常常并不是随核心信念的改变而整个地改头换面,而是一个一个地进行的<sup>[5]</sup>。(4)概念转变并不一定是一步完成,它是一个渐进的过程,有时两种概念同时存在和使用<sup>[6]</sup>,或者是把原有概念和科学概念结合成新的混合概念<sup>[7]</sup>。

针对一些学者提出的批评,Strike & Posner(1992)<sup>[8]</sup>对概念转变模型做了些修改。首先,他们把将要发生转变的概念本身也看成是概念生态圈的组成部分,以体现某个具体概念与个体的经验背景之间的双向相互作用,强调概念生态圈不是静止的,而是不断发生变化的,具体的概念转变也会对基本观念产生影响;其次,他们又把动机因数放到生态圈中,包括学习

动机、对某学科的性质和价值的认识等。另外，他们看到，所谓的错误概念有时并不是以现实表征的形式存在于学习者头脑中的，而只是个体以现有的经验体系为背景作出的推论。

为了使学生的前概念能够顺利地转变为科学概念，研究者在教学中采用了多种教学策略。Bryce & MacMillan<sup>[9]</sup>调查了 21 位 15 岁的学生对于重量、作用力等的前概念，并运用类比的教学方法转变其错误概念，发现类比教学比讲授教学更有效。Savinainen, Scott & Viiri<sup>[10]</sup>也利用类比进行了牛顿第三定律的概念转变教学研究。Niaz<sup>[11]</sup>运用了教学实验使学生转变对电化学的错误认识。She<sup>[12]</sup>利用双情境学习模式有效的转变了学生对热传递的错误概念。Tsai<sup>[13]</sup>运用认知冲突来改变学生对简单电路的错误认识。

### (三) 概念图的研究重视技术提高与教学应用

概念图 (concept map) 是由美国 Cornell 大学的 Novak 和 Gowin 基于 Ausubel 的学习理论在二十世纪六十年代开发的一种能形象表达命题网络中一系列概念含义及其关系的图解 (Novak and Gowin, 1984)<sup>[14]</sup>。他们研究了概念图的基本结构和特征、概念图的分类及其编制过程、概念图的评价标准。

自从 Novak 开发了概念图之后，概念图有了广泛的应用，主要有如下几个方面：第一，概念图作为一种有效的教学工具和教学策略。概念图可以帮助教师提高教学效率 (Beyerbach & Smith, 1990; Hoz et al., 1990)，帮助教师提高课程计划的质量 (Martin, 1994)，作为一种教学策略可以有效的降低学生学习的焦虑和紧张感 (Jegede et al, 1989)，大幅度的提高学习者的态度 (Philip, 1993)；第二，概念图作为一种学习工具和学习策略。概念图可以通过修正学习者的知识结构而帮助学习者进行有意义学习 (Novak, 2002)，作为元认知策略而对学习者进行创造性训练 (Russell & Meikamp, Joyce; 1994)，作为一种创造性的问题解决工具 (Stoyanov, 1997)，作为合作学习的工具，基于计算机的概念图还可以分享不同学习者的认知 (Stoyanova & Kommers, 2002)；概念图可以作为认知学习工具，影响知识领域内的认知技术的获得 (McAleese et al. 1999)；第三，概念图作为一种评估工具。评估学习者对概念的理解 (Anderson & Huang, 1989)、概念的转变 (Gravett & Swart, 1997) 和概念的发展 (Beyerbach, 1986)

20 世纪 80 年代以来，概念图有如下发展趋势：第一，概念图的功能由最初的评价工具发展到教学技能、教学策略。概念图理论提出的早期，研究者主要把概念图作为一种评价工具，目的是为了测定学习者已有的知识的结构，以及检验学习者的有意义学习的情况。20 世纪 90 年代以来，研究主要集中在把概念图作为一种教学技能和教学策略上，大量的研究充分的证实了概念图的效果；第二，概念图的研究领域由科学学科扩展到其他学科和领域。早期的研究主要是集中在生物、物理和化学学科中，但是，20 世纪 80 年代以来，研究很快就突破了科学学科范围而被广泛应用到文学、阅读、生态学、计算机辅助教学、地球科学、数学等其他学科；第三，图式开发技术日新月异，从手工绘制到使用电脑软件和网络技术。早期的概念图主要依靠手工绘制，随着计算机及其技术的普及，可以使用计算机软件进行编制，现在已经开发出了许多计算机绘制概念图软件；第四，从个人编制到合作编制概念图，体现合作化学习特点。最初的概念图一般都是由个人独立完成，并作为一种评价个人知识结构的工具，但是现在作为一种学习工具和教学工具的概念图越来越多的强调合作完成。

### (四) 科学素养的研究强调对科学本质的理解

虽然有关科学素养的思想在 20 世纪初就已有萌芽，但“科学素养”作为一个词汇出现在日常和学术交流中，却是 20 世纪 50 年代后期的事。在半个多世纪的研究中，人们从不同

的角度对科学素养进行了研究。美国科学促进会 (the American Association for the Advancement of Science, 简称 AAAS)、国家科学院 (the National Academy of Science, 简称 NAS) 以及国家科学基金 (the National Science Foundation, 简称 NSF) 以经验为基础, 对科学素养进行了描述, Shen (1975)、Shams (1995)、Bybee (1997) 将科学素养分为不同的层次, Branscomb (1981) 将科学素养分成 8 种类型。米勒<sup>[15]</sup>对上个世纪后半叶以来的科学素养定义进行了分析, 从当今科技社会的背景下提出了科学素养的 3 个维度: 科学术语和概念的基本了解; 对科学的研究过程和方法的基本了解; 对科学和社会之间的关系的了解, 认识并了解科技对生活的影响。由于米勒的界定简单而更具概括性, 所以被广泛地应用到各国公民科学素养的调查上, 是公民科学素养调查问卷设计的依据。

在对科学素养概念和结构研究的基础上, 有关科学素养的研究主要集中在两个方面: 一是对公众科学素养的调查。以米勒的观念为基础, 世界不少国家对公众的科学素养进行了调查。美国从 1979 年开始每两年一次, 欧共体国家在英国学者杜兰特博士的带领下开展了欧洲 15 个国家的公众科学素养调查, 取得了重要的数据和研究成果, 中国科协等单位也对我国公众的科学素养进行了多次调查; 二是如何设置学校的课程来培养学生的科学素养。Lucas (1991)<sup>[16]</sup>建议营造一个轻松而愉悦的环境, 并提供学习者学习的科学内容, 确实是一种引起公众主动学习获得知识的方法之一。而 Rix 和 MaSorley (1999)<sup>[17]</sup>就曾针对互动式科学中心 (Interactive science center) 中的展示设计, 让学生能够接触科学学习活动, 建立对于科学的积极态度。报纸、广播及电视等大众传播媒体在大众了解科学的过程中, 也扮演着相当重要的角色。Lijnse, Eijkelhof, Klaassen 和 Scholte (1990)<sup>[18]</sup>在苏联车诺比核电厂发生爆炸之后, 以荷兰的高初中生为对象设计了一系列的访谈问题, 探究他们对于与核能相关知识的了解, 并对核电厂灾难发生后国内报纸上的报道内容进行了分析, 指出报纸上报道的内容是学生信息的主要来源。

在最近的研究中, 研究者开始关注学生和教师对科学本质的理解。研究者普遍认为, 科学知识是人类共同创造的财富, 是人类社会赖以存在、继承和发展的重要资源, 是推动社会生产力和科学技术发展的重要因素。在科学教育领域, 科学知识是培养学生智力、发展学生能力的实体因素, 而学生对科学知识本质的认识, 则从一个侧面反应了他们对科学的态度和看法 (即科学观), 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成份; 教师对科学本质的理解影响学生对科学本质的理解, 教师科学素养的提高是学生科学素养提高的前提。

#### (五) 科学教师的研究集中于对教师知识的研究

在国外, 对科学教师的研究主要集中于对教师知识的研究。20 世纪 80 年代末期以来, 对科学教师的研究已经从观察行为和教学技巧转移到对教师知识和观念的研究。这一转变受到对加工 - 产品研究结果的越来越不满的影响。起初, 对教师知识和观念的研究集中于教师的思维过程 (Clark & Peterson, 1986), 20 世纪 90 年代初, 对教师的实践知识或技能的研究有所增加。Shulman (1986) 提出了教学法知识的概念 (PCK), 它使教师对学科知识进行解释和转换, 使学生便于学习。值得注意, PCK 包括对一般学习困难和学生前科学概念的理解。一般研究认为, 科学教师的实践性知识包括科学教学和学习的知识 (Prawat, 1992; Appleton & Asoko, 1996; Johnston, 1991; Gallagher, 1991)。对教师的教学法知识的研究表明, 熟悉特定的课题并与教学经验相结合, 对教学法知识有积极的影响。尽管有经验的教师与新教师在教同一门课程时, 具有相似的学科知识, 但他们的教学法知识可能有很大的区别, 这种

区别表象在课堂教学实践中具有不同的教学策略。表克定认为，教师认知结构中的策略性知识存在一定的心理结构，这种结构是专家型教师经过长期的工作实践、理论学习和归纳总结建立起来的。根据验证性因素分析结果，物理教师的策略性知识包括思维导向策略、知识同化策略和过程监控策略<sup>[19]</sup>。

#### （六）科学推理的研究更加系统和深入

科学思维是科学能力的核心，科学推理是一种重要的科学思维。皮亚杰在其认知发展理论中首次提出了科学推理（scientific reasoning）的概念，他把认知发展划分为四个阶段，科学推理是认知发展到形式运算阶段以后，儿童或成人具有的推理类型。自二十世纪六十年代以来，科学推理已成为国外科学教育一个重要的研究领域，人们研究了科学推理的概念、理论、发展和影响因素。

尽管不同的研究者对科学推理的概念界定还存在一定的分歧（Morrell & Lederman, 1998; Klahr & Dunbar, 2000），但对科学推理的基本内涵，中外研究者的看法大致相同。人们基本认同：第一，科学推理是个体思维能力发展到一定水平之后具有的推理类型；第二，在个体进行科学推理时一般采用的推理类型是归纳推理和演绎推理；第三，个体应用科学推理进行假设检验或问题解决。

有关科学推理理论的研究分为专门领域的研究和一般领域的研究。专门知识领域研究的主要内容是儿童和成人如何掌握不同科学领域的概念，比如生物学（Miller & Bartsch, 1997）、物理学（Hood, 1998）等。研究的重点集中在确定儿童和成人所掌握的关于科学现象的未经检验的心理模型以及经过检验（或者是教学）后这些模型的改变进程上。一般知识领域研究的主要内容集中于发现和修正一般推理和问题解决策略，这些策略蕴涵于实验设计和证据评价的一般技巧中（Klahr & Dunbar, 1988）。

在科学推理发展研究中，一般把科学推理按照推理的材料分为控制变量、组合推理、比例推理、关系推理、概率推理五种类型。研究结论有如下几个方面<sup>[20]</sup>：第一，大多数初中生，甚至是部分高中生乃至大学生，其科学推理发展水平都不高，没有达到皮亚杰理论中形式操作阶段的水平；第二，不同科学推理类型之间发展不平衡，学生相关推理和概率推理的发展相对滞后，有的研究还表明学生在守恒推理的发展上也遇到了困难；第三，有关性别对科学推理发展水平影响的结论尚不一致；第四，科学推理能力与学习成绩等因素呈现一定程度的相关；第五，科学推理能力的发展随着年龄的变化呈现非线性发展趋势，在从儿童到成人的发展过程中，科学推理有一个或几个突变期。人们从不同方面研究了科学推理的影响因素，主要包括知识、信息加工能力、认知风格、年龄、智商、文化背景、社会经济地位、民族、个体的能力、个性因素等。

### 三、科学教育研究的未来展望

#### （一）研究思路的系统化

研究思路的系统化是指系统科学原理将成为科学教育研究重要的理论基础。系统科学方法是指按事物本身的系统性，把研究对象作为一个具有一定组成、结构和功能的整体来加以考察的方法，即从整体与环境、整体与部分、部分与部分之间的相互联系、相互制约、相互影响的关系中综合地研究特定对象的方法。

系统科学方法对科学教育研究的指导至少有如下几个方面：第一，考虑研究问题的系统性。在对科学教育的具体问题研究中，要从整体与部分、部分与部分之间的相互联系、相互

制约、相互影响的关系中认识研究对象的本质。如以往人们对科学概念进行了大量的研究，但基本上定位于研究儿童青少年对某一个概念的理解。按照系统论的观点，科学概念之间、科学概念和科学规律之间是相互联系的，没有搞清某一概念与相关概念和规律之间的关系，实际上就没有真正掌握这一概念。因此，未来科学概念发展的研究应将相关概念和规律作为一个整体，从儿童青少年对某一概念与相关概念和规律关系的理解中，探讨其对该概念的理解；第二，考虑研究问题的结构性。科学教育的很多研究对象是有结构的，要用结构的观点来思考研究对象各要素之间的关系。例如，在对科学能力的研究中，应该按照科学能力的结构来整体研究<sup>[21](p.41)</sup>；第三，考虑研究思路的整体性。科学教育是教育大系统中的一个子系统，又以发展与教育心理学为基础，同时包括教师、学生、教学环境、教学条件等因素，也受家庭教育、社会环境的影响，研究课题的选择和研究方案的设计应将这些不同的方面组成一个整体来考虑。例如，关于儿童青少年科学素养的培养，过去主要依靠学校的正式教育，最近几年，国际上特点重视通过学生参观科技馆、博物馆等非正式的科学教育来提高学生的科学素养，并发表了不少论文和研究报告。

## （二）研究方法的综合化

第一，强调采用多种研究方法探讨某一科学教育现象。由于各种方法都有各自的优缺点，只利用其中一种方法收集数据，仅能部分的反映一些信息。研究表明，综合采用测量、问卷、观察、实验、访谈等多种方法，可以对不同方面所得的结果进行相互比较和验证，提高研究结果的可靠性。从1975到1995年，在收集数据的方法方面，虽然测验和问卷占主流，但观察和访谈的研究明显增加。

第二，强调大量采用多变量设计。过去研究者较多的采用单变量设计，因而难以揭示科学教育各维度之间的复杂关系。随着统计方法和手段的进步，使得我们能够采用多变量设计，更加深入地研究科学教育问题。如研究环境、人格和科学创造力之间的关系，就需要采取多变量设计，利用结构模型方程，探讨三种因素之间相互影响的机制，为科学创造力的培养提供科学的依据。

第三，注重定性与定量研究方法的结合。从1975到1995年，在数据统计分析的方法方面，推断统计占主流，但定性研究的论文数有增加的趋势。在未来的研究中，应更加重视定性和定量相结合的方法，一方面充分利用教育心理研究中高级统计方法的应用，另一方面注重运用各种定性方法（如参与观察法、口头报告法），从而获得较为全面、客观的数据、资料，挖掘出数据、资料的深层含义。

第四，强调从多学科的角度研究科学教育现象，解决科学教育中的各种问题。由于科学教育过程中存在着学生、教师和科学知识三个最基本的因素，科学教育研究的问题包括科学教学、科学教师、科学学习等内容，它们相互联系、相互作用，构成一个有机的整体，同时又与发展心理学、教育心理学、课程与教学论、学习心理等研究领域密切相关，这种错综复杂的关系需要我们综合应用多学科的研究方法进行研究。

## （三）研究内容的整合化

第一，整合智力因素和非智力因素。以往的研究中，人们注重智力因素的研究，忽视非智力因素的研究。因为非智力因素对学生的智力活动起着动力作用、定型作用和补偿作用，因此，只有将智力因素和非智力因素结合起来，不仅重视概念发展、概念转变等认知因素和研究，而且要重视科学学习动机、科学学习兴趣等非智力因素的研究，并且需要将两者结合起来进行研究。例如，研究学校环境、人格因素和科学创造力之间的关系；研究科学学习动

机对概念转变、科学能力的影响等。同时，在智力因素和非智力因素内部，也要重视研究内容的整合。如研究概念图创作能力与科学创造力之间的关系；研究概念图创作能力对概念转变的影响等。只有这样，才能真正解决科学教育中遇到的各种问题，为提高科学教育的质量提供依据。

第二，整合基础研究和应用研究。要继续加强基础研究，如在对科学概念的研究中，要进一步研究儿童青少年形成科学概念的心理过程、学习科学概念的心理障碍、科学概念转变的心理机制；在对科学能力的研究中，研究科学能力（包括观察能力、实验能力、思维能力、问题解决能力、学习能力、创造力等）的结构、儿童青少年科学能力的发展等。同时要加强对应用研究，将基础研究的成果应用到科学教育中，如利用有关科学概念发展和概念转变的研究成果，教师有效改进概念教学；利用有关能力结构和发展的研究成果，有效培养学生的科学能力；利用有关科学素养的研究成果，提高学生的科学素养；结合不同领域的研究成果，指导科学课程的开发、科学教学的设计等，从而提高科学教育的质量。在我国，科学教育的基础研究非常薄弱，我们可以借鉴国外的一些研究结果，但由于文化不同、教育水平不同，学生科学概念发展的规律、科学能力发展规律等有着自己的特点，需要系统研究。

第三，整合学生研究和教师研究。科学教育是根据一定的培养目标、教学目标和学生身心发展的特点，在教师的指导下，运用各种教学手段和方法，使学生通过各种活动认识客观世界、掌握科学知识和科学方法，训练基本技能，促进智力、能力和非智力因素的全面发展，形成辩证唯物主义世界观和培养良好的道德品质的过程。在这一过程中，存在着三个最基本、最主要的因素，即教师、学生和客观世界及其规律性。从教的角度看，教师是教育者、影响者、变革者和促进学生发展的实践者，是教的活动的主体；学生则是受教育者，是教师实践的对象，是教的活动的客体；联结主客体之间的中介是教学内容，主要是客观世界及其规律性，即科学知识，这是教师作用于学生的媒体。从学的角度看，学生是教育目的的体现者，是学习活动的主人，是学习活动积极的探索者，也是学习活动的主体；科学知识是学生学习的客体；教师在学生学习科学知识的过程中起着媒体作用。科学教学是教师的教和学生的学构成的一个有机整体，在进行具体研究时，应当把学生、教师、科学知识三者有机结合起来，用系统的观点，既研究学生学习科学知识的规律，又研究教师促进学生发展的规律，并从教师和学生相互影响的角度进行研究。如在对科学探究的研究中，不仅要研究儿童科学探究的过程和规律，而且要研究学生之间的互动和师生之间的互动；关于科学素养的研究，不仅要研究学生的科学素养，而且要研究教师的科学素养及其对学生科学素养的影响。

#### 参考文献：

- [1] Tsai, C. (2005). Research and trends in science education from 1998 to 2002: a content analysis of publication in selected journals. *International Journal of Science Education*, 27 (1) : 3 - 14
- [2] Posner, G. J., Strike, K.A., Hewson, P.W. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2) : 211 - 227
- [3] Gl, D. & Carroscosa J. (1990). What to about science "misconceptions". *Science Education*, 74: 531 - 540
- [4] Drefus, A., Jungwirth E & Elivitch, R. (1990). Applying the "cognitive conflict" strategies for conceptual change - some implications, difficulties, and problem. *Science Education*, 74: 555 - 569
- [5] Duschl, R. A. & Gitomer, D. H. (1991). Epistemological Perspectives on Conceptual Change: Implication for Educational Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, , 28: 839 ~ 858.
- [6] Demasters, S. S., Good, R. G. & Peebles, P. (1996). Patterns of Conceptual Change in Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 33: 407 - 431
- [7] Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18: 123 - 183

- [8] Strike, K. A. & Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In R A Duschl & R J Hamilton (Eds), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*. Albany, NY: State University of New York Press, 147 - 176
- [9] Bryce, T. & MacMillan, K. (2005). Encouraging conceptual change: the use of bridging analogies in the teaching of action - reaction forces and the 'at rest' condition in physics. *International Journal of Science Education*, 27 (6) : 737 - 763
- [10] Savinainen, A. Scott, P. & Viiri, J. (2005). Using a Bridging Representation and Social Interactions to Foster Conceptual Change: Designing and Evaluating an Instructional Sequence for Newton's Third Law. *Science education*, 89: 175 - 195
- [11] Niaz, M. (2002). Facilitating conceptual change in students' understanding of electrochemistry *International Journal of Science Education*, 24 (4) : 425 - 439
- [12] She, H. (2004). Fostering Radical Conceptual Change through Dual - Situated Learning model. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (2) : 142 - 164
- [13] Tsai, C. (2003). Using a conflict map as an instructional tool to change student alternative conceptions in simple series electric - circuits. *International Journal of Science Education*, 25 (3) : 307 - 327
- [14] Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press
- [15] Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112 (2) , 29 - 48
- [16] Lucas, A. M. (1991). 'Info - tainment' and informal sources for learning science. *International Journal of Science Education*, 13 (5) , 495 - 504.
- [17] Rix, C. & MaSorley, F. (1999). An investigation into the role that school - based interactive science centers play in the education of primary - aged children. *International Journal of Science Education*, 21 (6) , 577 - 593.
- [18] Lijnse, P. L. , Eijkelhof, H. M. C. , Klaassen, C. W. J. M. & Scholte, R. L. J. (1990). Pupils' and mass - media ideas about radioactivity. *International Journal of Science Education*, 12 (1) , 67 - 78.
- [19] 袁克定. 教师策略性知识的成分与结构特征研究 [J]. *北京师范大学学报 (人文社会科学版)*, 2002, (4) : 35 - 42
- [20] Vass E, Schiller D, Nappi A J. (2000). The effect of instructional on improving proportional, probabilistic, and correlational reasoning skills among undergraduate education majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 37: 981 ~ 995
- [21] 胡卫平. *科学教学心理学* [M]. 北京: 北京教育出版社, 2001

(上接第 43 页)

共精神的要求。教育者需要从教育的公共性出发，既是基于教育的公共性，也是为了教育的公共性。舍此，则必将进一步导致教育公共性的式微。

#### 参考文献：

- [1] 华东师大教育系编：西方古代教育论著选 [M]，北京：人民教育出版社，1985。
- [2] [美] 卡扎米阿斯著，福建师大教育系等译：教育的传统与变革 [M]。北京：文化教育出版社，1981。
- [3] [美] S. E. 佛罗斯特著，吴元训等译：西方教育的历史和哲学基础 [M]。北京：华夏出版社，1987。
- [4] [加] 本杰明 莱文著，项贤明等译：教育改革——从启动到成果 [M]。北京：教育科学出版社，2004。
- [5] [日] 平塚益德主编：世界教育辞典 [M]。长沙：湖南教育出版社，1989。
- [6] [美] 约翰·克里斯蒂安·劳尔森：颠覆性的康德：“公共的”和“公共性”的词汇，[美] 詹姆斯·施密特著，徐向东等译：启蒙运动与现代性 [M]。上海：上海人民出版社，2005。
- [7] [古希腊] 亚里士多德著，颜一译：政治学 [M]。北京：中国人民大学出版社，2003。
- [8] [美] 罗尔斯，何怀宏等译：正义论 [M]。北京：中国社会科学文献出版社，1988。
- [9] 信力建. 资源配置：中国教育改革突破口. 中国教育先锋网, 2005 年元月 4 日。
- [10] [英] 哈耶克著，邓正来译：《自由秩序原理》(上)，北京：三联书店，1997。
- [11] <http://www.Sina.com.cn>, 2006 年 3 月 20 日。