

中国大陆、台湾地区学生科学素养的比较研究

郭启祥

(江西师范大学生命科学学院, 南昌 330022)

[摘要] 目前, 我国公民科学素养水平与发达国家或地区相比差距较大, 科学素养水平成为制约经济发展的重要因素之一。本研究利用台湾师大团队开发的《媒体中的科学素养 (SLiM)》问卷对两岸 1 562 名各层次学生科学素养水平进行调查及比较, 并进一步从课程理念、课程设置、学生学科喜爱程度以及媒体使用量等方面分析原因。最后, 在此基础上提出针对性建议。

[关键词] 中国大陆、台湾地区 科学素养 比较

[中图分类号] N4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-8357 (2013) 05-0036-07

A Comparative Study on Students' Scientific Literacy in China Mainland and Taiwan

Guo Qixiang

(College of Life Science, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022)

Abstract: At present, the level of civic scientific literacy in our country is not optimistic, civic scientific literacy has become one of the important factors that restrict economic development. 1562 students has been surveyed by "Civic Scientific Literacy Measurement in Media (SLiM)" developed by Taiwan Normal University research team. The Scientific literacy between students in Mainland and Taiwan has been compared through this survey. And the reasons are analyzed in terms of curriculum idea, curriculum arrangement, courses liking degree and media usage. Finally, on the basis of the study, some customized suggestions have been put forward.

Keywords: China Mainland and Taiwan; scientific literacy; comparative

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **Article ID:** 1673-8357 (2013) 05-0036-07

科学素养 (scientific literacy) 是公民素质重要组成部分, 是国家繁荣昌盛的基础。随着科学技术对社会生活的影响越来越大, 国民的科学素养已经成为当今世界各国关注的热点之一。改革开放以来, 我国公民的科学素养水平正在逐步提高, 但是与西方发达国家相比, 我

国公民的科学素养水平仍然处于落后地位^①。基于此种现状, 2006 年, 国务院出台的《全民科学素质行动计划纲要 (2006—2010—2020 年)》中明确提出“尽快使全民科学素质在整体上有大幅度的提高, 实现到本世纪中叶我国成年公民具备基本科学素质的长远目标”, 并且着

收稿日期: 2013-04-11

作者简介: 郭启祥, 江西师范大学生命科学学院硕士研究生, 研究方向为科学概念教学研究, Email: guoqixiang88@163.com。

重强调了提高未成年人的科学素养水平^[2]。此外,中国科学院也在对我国的科学教育进行调查研究后指出,要尽快建立适合新世纪发展要求的科学教育体系,向着提高全民科学素养的目标前进^[3]。由此可见,提高全民科学素养具有至关重要的作用,它是科学教育的根本目的。

《全民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020年)》中明确提出了科学素养的概念,即“公民具备基本科学素质一般指了解必要的科学技术知识,掌握基本的科学方法,树立科学思想,崇尚科学精神,并具有一定的应用它们处理实际问题、参与公共事务的能力”^[4]。除此之外,世界上众多学者或机构都对科学素养的概念提出了自己的看法(Jon D. Miller^[5]; AAAS^[6]; PISA^[6]; 美国国家研究理事会^[7])。虽然不同表述各有侧重,但是都将科学概念作为科学素养的一个重要部分,并且强调将科学概念用于具体的生活情境之中。DoBoer认为一个具有科学素养的公民应该具备批判性阅读和讨论媒体中的科学报道的能力^[8]。可见,是否了解媒体报道的科学概念以及能否运用科学概念解决日常生活问题是培养科学素养的目的,也是衡量一个人是否具备科学素养的标准之一。目前,国际上对科学素养测评研究规模较大,影响范围较广的项目主要有:美国国家科学理事会(National Science Board, NSB)开展的公众科学素养调查,其结果收入《科学与工程学指标》中;国际教育成就评价协会 IEA(The International Association for the Evaluation of Educational Achievement)开展的国际数学和科学学习趋势 TIMSS(Trends in International Mathematics and Science Study)以及经济合作与发展组织 OECD(The Organization for Economic Co-operation and Development)开展的国际学生学业成就评价 PISA(Program for International Student Assessment)。其中,NSB开展的公众科学素养调查一直以来由 Jon D. Miller 主持,该调查以 Jon D. Miller 的三维度模型为依据,以 Jon D. Miller 测量体系为测评工具^[9]。TIMSS 以内容维度、认知维度和科学探究维度作为其评价框架,并结合

多数参与国的科学课程改革实际进行改进和完善,使得评价指标和工具更具科学性和标准化^[10];PISA 基于科学情境、科学概念、科学能力以及科学态度四个维度进行测评工具编制,并以此测试 15 周岁学生的科学素养水平^[11]。这三个测评项目通过各自特有的测评工具持续地对各国公民或学生进行定期的调查以及国际性比较,为各国提高公众科学素养做出了巨大贡献。但是,中国的经济、文化、历史以及政治制度不同于西方国家,公众对科学的认识和理解也与西方国家有所不同,这导致 TIMSS、PISA 等国外测评工具并不符合我国的特殊国情。反观国内,科学素养研究起步较晚,缺乏必要的概念化的过程,导致尚未形成权威的测评指标和工具。国内的测评工具在试题编制过程中虽然结合了我国自身特点,但在评价指标上仍主要参考国外的 Jon D. Miller 三维度模型或 PISA 评价框架。为了更加准确、科学地测试我国学生的科学素养水平,选择一个适合我国国情,并能进行国际性比较的测评工具显得尤为重要。

本研究利用台湾师范大学研究团队设计的《媒体中的科学素养》^[12],首次对中国大陆地区与台湾地区的各层次学生进行科学素养比较。这一比较的科学性在于:其一,该测评工具通过是否了解媒体出现频率高的科学概念以及能否运用科学概念解决日常生活问题两方面检测学生的科学素养水平,这两方面满足科学素养的主要内涵,而且符合两岸公众对科学的认识和理解。其二,中国大陆与台湾地区在历史、文化、经济、地理环境等方面具有相似性,媒体关注事件大都相同,但两岸的教育制度及课程设计不同。通过这一比较能更好地从教育制度及课程设计等方面寻找两岸学生科学素养水平差异原因,促进大陆地区科学课程改革,为提高大陆公民科学素养提供参考。

1 研究设计

1.1 调查对象

本次调查共抽取被试 1 562 名,其中男生 684 人,女生 878 人。在大陆方面,抽取 759

名被试,其中包括初一学生206名,高一学生240名以及大学生313名。在台湾方面,抽取803名被试,其中包括国中一年级学生(等同于大陆初一学生)263名,高一学生301名以及大学生239名,具体情况见表1。

表1 大陆、台湾被试基本情况 (n=1 562)

学校层次	大陆学生				台湾学生			
	年龄	男生	女生	总人数	年龄	男生	女生	总人数
初一	12.27±0.950	119	87	206	13.21±0.589	119	144	263
高一	15.65±0.962	133	107	240	15.85±0.994	135	166	301
大学	18.73±1.016	77	236	313	20.05±1.313	101	138	239

1.2 调查工具

本研究采用台湾师范大学科学教育中心主任张俊彦研究团队设计开发了《媒体中的科学素养》(Civic Scientific Literacy Measurement in Media, SLiM)测评工具。台湾师大资讯中心曾元显根据“国立编译馆”提供的中学自然与生活科技教科书(2001年版)书末索引中的3657个重要科学名词,配合近百万篇新闻资料,利用电脑比对,最终筛选出新闻中出现频率较高的95个科学术语,并据此设计出50道试题^[3]。试题主要包括概念题(21题,42%)以及情境题(29题,58%)两部分。其中概念题主要检测学生对媒体出现频率高的科学概念的掌握水平,这些科学概念是理解科学事件所必备的基本概念。情境题主要检测学生运用科学概念、知识解决日常问题的能力。试题内容涉及生物(22题,46.26%)、地球科学(19题,37.90%)、物理(6题,11.58%)、化学(3题,5.26%)四大领域。试题编写完成后由八名科学专家(包括生物、地球科学、物理及化学领域)以及一名专业药剂师进行内容效度审查,以确保较高的内容效度^[4]。由于大陆与台湾地区在文化、经济和地理环境的相似性,两岸媒体关注的科学事件亦相似。通过分析比较SLiM中涉及的95个科学术语,并进一步经专家审查,这些科学术语在大陆媒体中出现频率同样较高,SLiM试题对大陆学生进行测评仍有较高的内容效度。

运用SPSS软件进行可靠性分析得出,问卷内部一致性Cronbach α 系数为0.853,可以认定具有较高内部一致性,信度较高。问卷中

的50个试题的难度为0.16~0.95。问卷中的50个试题的区分度为0.13~0.58。

1.3 数据处理

试卷共50题,每小题计1分,总分50分。采用SPSS 17.0对数据进行统计分析。

2 研究结果

2.1 大陆、台湾地区学生SLiM总分的比较

对学生SLiM总分采用2(地区:大陆和台湾)×3(学校层次:初一、高一和大学)的二因素方差分析发现,地区($F(1, 1550) = 85.167, p=0.000$),学校层次($F(2, 1550) = 357.328, p=0.000$),地区和学校层次的交互作用($F(2, 1550) = 34.776, p=0.000$)显著。在地区主效应方面,大陆学生SLiM总分(30.23 ± 7.630)显著低于台湾地区学生(32.68 ± 7.519)。在地区和学校层次的交互效应方面,初一和高一年级大陆学生的SLiM总分显著低于台湾学生SLiM总分,但大学生方面,大陆与台湾地区未出现显著差异,结果见图1。分析两岸SLiM总分得分率发现,不论是在高分率(80%~100%)还是在及格率(60%~100%)方面,台湾地区都明显多于大陆,结果见表2。

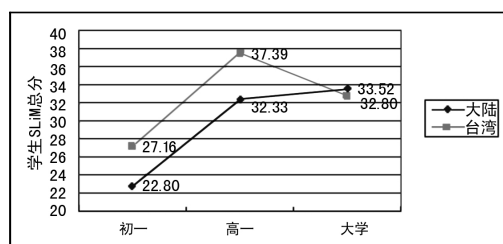


图1 大陆、台湾各层次学生的SLiM总分

表2 大陆、台湾学生总分正确率分布情况

总分得分率分布	80%~100%	60%~80%	40%~60%	20%~40%	0~20%
台湾	16.2%	56.9%	20.5%	5.0%	1.4%
大陆	9.5%	47.9%	32.9%	9.2%	0.5%

2.2 大陆、台湾地区学生各题型得分的比较

对概念题得分、情境题得分采用2(地区:大陆和台湾)×3(学校层次:初一、高一和大学)的MANOVA分析发现,在总体上,地区($F(2,1555)=73.584, p=0.000$),学校层次($F(4, 3108)=186.580, p=0.000$),地区和学校层次的交互作用($F(4,3108)=29.533, p=0.000$)均显著。

进一步分析表明,地区主效应在概念题与情境题上均表现显著差异($F(1, 1550)=18.948$, $p=0.000$; $F(1, 1550)=134.471$, $p=0.000$),且均为台湾学生显著高于大陆学生。此外还发现,不论是大陆还是台湾地区,概念题得分率均小于情境题得分率,结果见表3。地区与学校层次的交互效应在概念题和情境题上均表现显著差异($F(2, 1556)=52.128$, $p=0.000$; $F(2, 1556)=16.306$, $p=0.000$)。具体表现为,在概念题得分上,初一和高一年级大陆学生的得分显著低于台湾学生得分,但大陆大学生的得分却显著高于台湾大学生。在情境题得分上,初一、高一和大学三个层次的大陆学生得分均显著低于台湾学生得分。

表3 大陆、台湾地区不同题型的得分情况

	概念题		情境题	
	得分	得分率	得分	得分率
台湾	14.08	48.6%	18.60	64.1%
大陆	13.66	65.0%	16.57	78.9%

2.3 大陆、台湾地区不同层次学生各领域得分的比较

对生物、地球科学、物理及化学四个领域的得分采用2(地区:大陆和台湾) $\times$ 3(学校层次:初一、高一和大学)的MANOVA分析发现,在总体上,地区($F(4, 1553)=52.827$, $p=0.000$),学校层次($F(8, 3104)=103.220$, $p=0.000$),地区和学校层次的交互作用($F(8, 3104)=14.399$, $p=0.000$)均显著。

进一步分析表明,地区主效应表现为在生物、地球科学、化学得分上,大陆学生显著低于台湾地区学生($F(1, 1556)=38.129$, $p=0.000$; $F(1, 1556)=169.076$, $p=0.000$; $F(1, 1556)=7.207$, $p=0.007$),大陆学生在各领域的得分率为:物理>生物>地球科学>化学,台湾学生在各领域的得分率为:物理>地球科学>生物>化学,结果见图2。地区与学校层次的交互效应表现为在生物及地球科学得分上显著差异($F(2, 1556)=28.105$, $p=0.000$; $F(2, 1556)=42.041$, $p=0.000$)。具体表现为,在生物得分上,初一和高一年级大陆学生的得分显著低于台湾学生得分,但大陆大学生的得分却显著高于台湾大学生。在地球科学得分方面,初一和高一年级大陆学生的得分显著低于台湾学生得分。

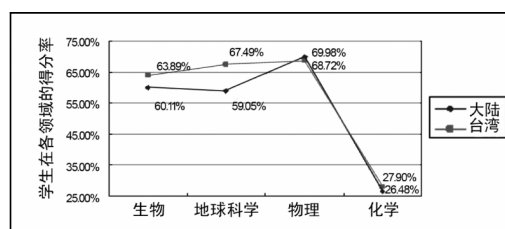


图2 大陆、台湾学生在各领域得分率的比较

2.4 大陆、台湾地区学生各学科喜爱程度与 SLiM 总分的关系

对各学科喜爱程度与 SLiM 总分之间进行点二列相关分析表明,学生对各学科的喜爱与 SLiM 总分之间的相关系数:自然>数学>社会>英文>国文,其中自然、数学和社会与 SLiM 总分之间有显著相关,结果见表4。

表4 学生对各学科喜爱与 SLiM 总分之间的相关

	国文	英文	数学	社会	自然
SLiM 总分	0.023	-0.025	0.077**	0.058*	0.183***

注:***表示 $p<0.001$, **表示 $p<0.01$, *表示 $p<0.05$ 。

对两地区学生数学、社会、自然等三门学科喜爱程度采用 X^2 检验表明,大陆学生对数学和自然的喜爱程度显著高于台湾地区学生($X^2=32.789$, $p=0.000$; $X^2=7.518$, $p=0.023$),大陆学生对社会的喜爱程度显著低于台湾地区学生($X^2=32.134$, $p=0.000$)。但两岸学生喜爱该三门学科的人数均小于总人数的50%,结果见图3。

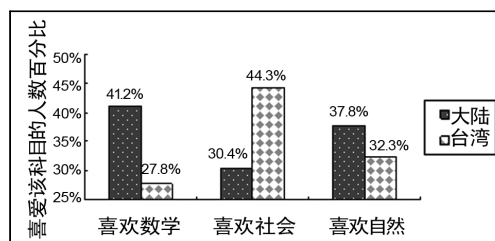


图3 大陆、台湾学生对数学、社会及自然的喜爱人数百分比

2.5 大陆、台湾地区学生平均媒体使用量与 SLiM 总分的关系

对学生平均媒体使用量与 SLiM 总分之间进行相关分析表明,学生的平均媒体使用量与 SLiM 总分之间存在显著相关($r=0.206$, $p=0.000$)。

对大陆和台湾地区各层次学生平均媒体使用量进行分析发现,在总体上大陆学生平均媒体使用量显著低于台湾学生($t=-5.419$, $p=0.000$)。进一步分析表明,在初一、高一层

次,大陆学生的平均媒体使用量显著低于台湾同层次学生。在大学层次,大陆学生平均媒体使用量显著高于台湾学生,结果见图4。

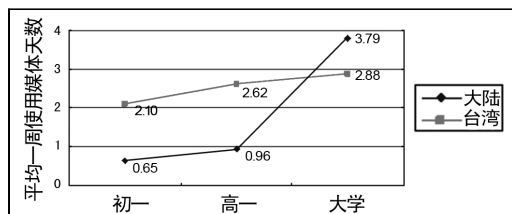


图4 大陆、台湾学生平均媒体使用量的比较

对不同的媒体分析发现,两岸学生对不同媒体的使用率均为:电视>网络>报纸。台湾学生对这三种常见媒体上的使用率均高于大陆地区,结果见表5。

表5 大陆、台湾学生使用各媒体的人数百分比

	电视	网络	报纸
台湾	88.5%	71.4%	63.8%
大陆	75.2%	60.2%	54.7%

3 分析与讨论

本研究利用《媒体中的科学素养》,考察了大陆学生与台湾学生科学素养水平的差异。调查发现,大陆学生的科学素养水平总体上显著低于台湾学生,直观地表现出两岸学生科学素养水平存在差异。这一结果与PISA2006^[11]及《科学与工程学指标》^[14]的调查结果类似。以下将从不同考察题型(概念题、情境题)、不同知识领域(生物、地球科学、物理、化学)、学生对学科的喜爱程度以及学生平均媒体使用量等四个角度分析两岸学生科学素养水平差异的产生原因,并提出针对性建议,以期为提高大陆学生科学素养水平提供参考。

(1) 从不同题型得分上可以看出,台湾学生在科学概念的掌握及运用科学知识解决日常问题的能力方面均显著高于大陆学生,并主要体现在初一、高一层次。王素(1999)认为,科学教育目标与科学素养之间存在一定关系^[15]。通过分析认为,两岸这一差异可能是由于不同的科学教育目标所致。始于2001年的台湾九年一贯制课程改革主张“以学生为主体,以生活经验为重心”^[16],尤其重视学生运用于生活中的科学知识及能力。相比较而言,大陆科学课

程受应试教育的影响更为严重,注重现成知识的传递,而忽略了知识在生活中的应用,重视生活化科学知识的科学教育观念近些年才逐渐抬头。这也造成虽然大陆大学生在概念题上的得分高于台湾大学生,但是,应用科学知识解决日常问题的能力却仍然不如台湾大学生。

(2) 学生在各领域的得分方面,总体上大陆学生的生物、地球科学、化学得分显著低于台湾地区学生。进一步分析发现,初一、高一大陆学生在生物、地球科学两个领域的掌握情况显著低于台湾同层次学生。由于初、高中生掌握的各领域科学知识主要来源于学校科学教育,分析原因可能主要是两岸科学课程设置不同所致。台湾《国民教育阶段九年一贯制课程总纲纲要》指出,国民教育阶段课程需要提供“自然与生活科技学习领域”,该领域涉及物质与能、生命世界、地球环境、生态保育及资讯科技等与科学素养相关的内容。同时还规定,该学习领域从小学三年级起独立设置,占领域学习节数的10%~15%,此外还有弹性学习节数^[14]。可见,台湾的课程将自然科学领域的几门学科进行统筹安排,并做出了具体实施方案,为学生在各方面的均衡发展提供了条件。而大陆学生在小学阶段的《科学》课程中涉及生物以及地球科学领域内容,但一般仅为每周2节课。初中阶段将自然科学相关领域进行分科,但对各领域的学习出现不均的情况。一些地区不将生物和地理作为中考科目,导致学校对初中生物、地理重视不够,出现挤占课时的现象,甚至不开设相关课程^[17]。可以看出,大陆在自然科学领域的课程安排出现不均衡现象。尤其是在生物及地球科学领域的课时明显不如台湾地区。

(3) 本研究发现,自然、数学、社会学科的喜爱程度与科学素养水平具有显著正相关。因为学习兴趣是推动学生学习活动的内在动机,这使得学生更愿意学习自然、数学、社会等与科学素养相关的学科,从而进一步促进学生科学素养水平的提高。但是,两岸学生喜爱自然、数学、社会三门学科的人数均未过半,说明学生兴趣不高,还需要进一步激发学生的学习兴趣。另外,大陆学生对自然和数学喜爱程度显著高于台湾学生,但科学素养水平仍然

较低。说明如何充分利用学生的兴趣,使其转化为科学素养也应该是我们值得关注的问题。

(4) 研究表明,新闻媒体的使用量与学生的科学素养水平显著相关,说明新闻媒体是影响学生科学素养的重要因素之一,这一结果与美国《科学与工程学指标(2006)》结果类似^[14]。主要是因为学生在日常生活中会遇到各种新闻媒体,通过接触媒体能够使学生从中获得与日常生活密切相关的科学概念与科学能力。通过比较发现,初一及高一的大陆学生在媒体使用量上显著低于台湾学生,而大陆大学生的媒体使用量显著高于台湾大学生,这也可以进一步解释为何大陆大学生的科学素养会反超台湾大学生。此外,本研究发现使用电视获得信息的人数最多,其次是网络,报纸最少,说明电视仍然是获得科学素养的最主要媒体,同时网络的地位不断提升,也应该引起足够的重视。

4 建议

PISA2006 结果显示,只有少数学生愿意将来从事与科学有关的职业^[18],多数学生走出校门后,不会从事科学研究工作。科学技术在当今社会绝不仅仅是少数科学工作者的专利,而是每个人生活的一部分,每个人在日常生活中都会遇到许多切身的科学议题。科学教育的最终目标不是培养少数科学家,而是培养具有科学素养的公民^[19]。提高学生的科学素养是科学课程的核心目标^[20],我国《义务教育科学课程标准(2011版)》也明确提出“初中科学课程是以提高学生科学素养为宗旨的课程”^[21]。基于以上分析,提出以下几点建议。

4.1 确立科学素养基准,为科学教育指明方向

科学素养关注公民的终身生活,是否具备科学素养关系到公民今后的生活质量。科学教育根本目标不在于教给学生多少科学知识,而在于使学生掌握与他们将来生活有关的基础知识和技能以及具备在现实生活中有效运用这些知识与技能的能力。因此,我国的科学教育应该进一步确立科学素养基准,以“提高每个学生的科学素养”作为科学教育的根本任务。在科学教育的内容、策略和评价上都要围绕“提

高每个学生的科学素养”这一根本任务。比如,在内容方面,可以适当增加新闻媒体出现频率高的科学概念,以加强对日常生活相关的科学概念的学习。在教学策略方面,借助日常生活情境和媒体科学事件进行教学,培养学生评判性阅读和解决实际生活问题的能力,以培养学生“用得上,带得走”的生活能力。在教学评价方面,要转变以往针对事实性知识的评价思路,而加强考察学生在新的生活情境下对科学概念的应用。这样才能鼓励学生在课堂教学中有意义地学习,而不是死记硬背。

4.2 注重学生均衡发展,为科学素养奠定基础

自然科学所探究的客观世界是一个多样统一的整体,生物、地球科学、物理、化学等各个领域相互交织、渗透在一起。科学素养涉及自然科学的各个领域,缺一不可。只有注重学生在各个相关领域的均衡发展,才能全方位地提高学生的科学素养,为提高科学素养奠定基础。为了达到“提高每个学生的科学素养”这一根本任务,就应该对各科学课程进行整体设计和统筹规划,促使学生在各领域均衡发展。在这方面可以借鉴台湾成功经验:在课程标准中进行明确规定将课时分为规定课时和弹性课时。这样既可确保规定课时,又可根据各地区实际情况进行适当调整,从而促使学生在各个领域均衡发展。研究表明,我国学生在生物及地球科学领域较为薄弱。应该进一步完善生物和地球科学等薄弱领域的课程安排。

4.3 提高学生学习兴趣,为科学普及提供条件

学习兴趣是推动学生科学学习活动的内在动机,同时也是影响科学素养的重要因素之一。研究表明,学生的学习兴趣仍然不足,而目前繁重的课业负担不但无益于激发学生的学习兴趣,培养学生的能力,反而霸占了学生的时间。应该适当地给学生“松绑”,让学生有足够的时间发展科学兴趣,参与到科技活动中去。此外,也要充分利用学生的兴趣,为科学普及提供条件。通过科普活动,使学习兴趣转化为学生的实际能力。比如,开展科技发明活动、科普知识讲座、探究性学习等科普活动,为学生提供自己动手、动脑,主动探究的条件

和机会,使之在体验学习科学乐趣的同时,学习科学知识,掌握科学能力。

4.4 培养学生信息素养,为终身学习提供保障

佟贺丰(2007年)指出,信息素养应该成为公众科学素养的重要组成部分^[20]。信息素养包括利用信息工具的能力,获取识别信息、加工处理信息、传递创造信息的能力,以及解决实际问题 and 进行创新性思维的综合信息能力^[21]。科学教育应该注重培养学生的信息素养,在教学过程中,使学生掌握获取信息并解决问题的能力。只有具备信息素养,学生才能在今后的生活中不断地获取知识,才能为终身学习提供保障。此外,我国学生获取知识的媒体渠道主要依靠电视、网络和报刊。大众媒体对提高学生的科学素养责无旁贷,电视媒体可以分层次、分对象地传播相应的科学知识,为学生提供新闻资源。随着电脑普及,网络成为日益重要的新闻媒介,规范网络,保证网络健康,引导学生正确使用网络,对提高学生的科学素养同样有重要作用。

参考文献

- [1] 何薇. 中国公众科学素养调查结果回顾[J]. 民主与科学, 2004(5): 10-13.
- [2] 全民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020年)[EB/OL]. [2012-12-29]. <http://scitech.people.com.cn/GB/25509/56813/60788/60790/4219943.html>.
- [3] 中国科学院学部“面向21世纪发展我国科学教育的建议”研究组. 面向21世纪发展我国科学教育的建议[J]. 中国科学院院刊, 2000(5): 324-325.
- [4] Miller, J. D. Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Overview[J]. Daedalus, 1983, 112(2): 29-48.
- [5] 美国科学促进委员会. 面向全体美国人的科学[M]. 中国科学技术协会, 译. 北京: 科学普及出版社, 2001.
- [6] 中国科学技术协会, 中国公众科学素养调查课题组. 2001年中国公众科学素养调查报告[M]. 北京: 科学普及出版社, 2002.
- [7] 美国国家研究理事会. 美国国家科学教育标准[M]. 戢

守志, 译. 北京: 科学技术文献出版社, 1999: 28.

- [8] DeBoer G E. Scientific Literacy: Another Look at its Historical and Contemporary Meanings and its Relationship to Science Education Reform[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2000, 37(6): 582-601.
- [9] 张晓芳. 论 Miller 的 PUS 研究思路: 热心公众理论——科学素养概念——公众科学素养测量[J]. 科学学与科学技术管理, 2003(11): 57-60.
- [10] 段戴平, 林长春, 李新发. TIMSS 2007 科学测评: 框架、工具与启示[J]. 上海教育研究, 2010(2): 54-57.
- [11] 林焕祥, 刘圣忠, 林素微, 等. 台湾参加 PISA2006 成果报告[R]. 2008: 76.
- [12] Carl-Johan Rundgren, Shu-Nu Chang Rundgren, Yuen-Hsien Tseng, etc. Are You SLiM?——Developing an Instrument for Civic Scientific Literacy Measurement (SLiM) Based on Media Coverage[J]. Public Understanding of Science, 2012, 21(6): 759-773.
- [13] Yuen-Hsien Tseng, Chun-Yen Chang, Shu-Nu Chang Rundgren, etc. Mining Concept Maps from News Stories for Measuring Civic Scientific Literacy in Media[J]. Computers & Education, 2010, 55(1): 165-177.
- [14] 李大光. 2006年美国《科学与工程学指标》国际比较[J]. 科学, 2006, 58(6): 55-59.
- [15] 王素. 科学素养与科学教育目标比较——以英、美、加、泰、中等五国为中心[J]. 外国教育研究, 1999(2): 5-9.
- [16] 台湾“教育部”. 国民教育阶段九年一贯课程总纲纲要[EB/OL]. [2013-03-19]. <http://www.docin.com/p-586734907.html>.
- [17] 冯素芳. 对初中生物教学现状的分析[J]. 考试周刊, 2010(15): 192-193.
- [18] 王正青, 徐辉. PISA2006 科学测评: 框架、结果与启示[J]. 中国教育学报, 2009(5): 64-67.
- [19] Roberts D A. Handbook of Research on Science Education [M]. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2007: 729-780.
- [20] Millar R. Taking Scientific Literacy Seriously as a Curriculum Aim[J]. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 2008, 9(2): 1-18.
- [21] 中华人民共和国教育部. 义务教育科学课程标准[EB/OL]. [2013-04-19]. <http://www.phkxjd.com/Teacher/kxtj/201207/959.html>.
- [22] 佟贺丰. 对“公众科学素养调查”部分数据的再思考[J]. 科普研究, 2007(4): 34-37.
- [23] 张倩苇. 信息素养与信息素养教育[J]. 电化教育研究, 2001(2): 9-14.

(责任编辑 张南茜)