

# 科技教育研究主题发展趋势的引文分析:1994—2013

方瑀绅

**摘要** 为鉴往知来,本研究运用引文分析方法,探讨近20年来(1994—2013年)科技教育研究的主题演进状况。样本取自WoS数据库的SSCI、SCI和A&HCI,共1196篇,过滤后为1009篇文献,共30825条引文。①以五年为一个阶段,分析文献数量持续增加情况,各阶段的成长率分别为第I-II阶段为85.45%,第II-III阶段为62.26%,第III-IV阶段为55.79%;②关键词的使用由技职训练转向师资培育、工程和创造力;③高被引期刊主要有《科技与师资教育》(JTTE)等,被引用期刊由技职教育转向设计与科技、工程教育和科技教师;④I-IV阶段的主题类别领域包含经济、技职、法律、专业和教育;⑤被引用最多的作者与机构都来自美国;⑥科技教育与技职、商业、科学、工程、数学等多学科关系密切。本研究结果有助于了解国际科技教育研究主题演进与现况,并预测未来几年的研究趋势。图1。表13。参考文献40。

**关键词** 引文分析 文献计量 科技素养 科技教育

**分类号** G250.2

## Trends of Research Topics in the Technology Education: A Citation Analysis from 1994 to 2013

FANG Yushen

### ABSTRACT

In recent years, the rapid progress of technology has led to the common research themes focusing on technology trends to predict future product contention in order to maintain the advantage in the fierce market competition. The research topics takes the technology development as the core often ignores the role of "technology education", and also highlights the low level concern about technology education.

In order to observe the past to foresee the future, this study conducted a citation analysis to explore the development status of technology education research in the past two decades (1994-2013). The analyzed samples were taken from the Social Science Citation Index (SSCI), Science Citation Index (SCI), and Arts and Humanities Citation Index (A&HCI) in Web of Science (WoS) database. The total documents were 1009 articles and 30825 citations, which were filtered from 1196 articles. The results of this study are as follows: 1) The number of research documents had constantly increased - the every-five-year phase growth rates are 85.45% (Phases I-II), 62.26% (Phases II-III) and 55.79% (Phases III-IV), respectively; 2) The keywords cited were shifted from the field of vocational training to the fields of technology teacher education as well as engineering and creativity; 3) The highly cited journals were *Journal of Technology and Teacher Education* (JTTE), *Journal of Engineering Education* (JEE) which is

通信作者:方瑀绅,Email:fang.yushen@gmail.com,ORCID:0000-0002-8248-8585 (Correspondence should be addressed to FANG Yushen,Email:fang.yushen@gmail.com,ORCID:0000-0002-8248-8585)

not included in SCI, SSCI or A&HCI and the areas of journals cited were shifted from technical and vocational education to design and technology, engineering, education, and technology teacher; 4) In the phases I-IV, the subject categories include: economic, technical and vocational, legal, professional and educational; 5) The most cited authors and organizations were from the United States; 6) Technology education was in connection with vocational and technical, business, science, engineering, mathematics, and multidisciplinary.

For limitations, the study mainly collected from WoS database and only focused on four dimensions: keywords, highly-cited journals, literature works, and authors to analyze. On the other hand, Journal Citation Reports system didn't include general journals. Thus the research can only be limited to do the analysis according to the Impact Factor of SCI and SSCI and journal classification rankings. In conclusion, this study may be not able to cover all the relevant literatures in the field, reflect the entire subject matter of the field, and represent all the information of the high cited journals.

For practical implications, the results can quickly, effectively and accurately identify the current status of technology education field, find the most influential classical literature at different stages (i.e. must read, the best, widely cited literature), as well as academics, and understand the evolution of the past 20 years and possible future trends in the field of education research.

For originality, domestic and international technology education research rarely took the data as long as 20 years to do analysis, and used citation analysis of bibliometrics to convert static citation form into a valuable quantized dynamic form, reflecting the core literature of technology education, knowledge flow and technology diffusion path, embodied the evolution and development of the subjects in past 20 years. The results of this study will help the researchers of technology education to quickly understand the development and status of international technology research topics as well as predict the development directions of this field in the next few years. 1 fig. 13 tabs. 40 refs.

## KEY WORDS

Citation analysis. Bibliometrics. Technology literacy. Technology education.

## 0 前言

引文分析常被用来辨识学科领域的研究趋势,其方法来自信息计量,又被称为文献计量学或科学计量学<sup>[1]</sup>。利用引文分析法探讨来源文献及被引文献之间的关系,不仅可以简洁反映文献之间的引用关系,而且可以定量地揭示引用文献网络中的重要节点,其理论基于文献相互引用关系,运用数学、统计学、逻辑方法对期刊、论文、作者等各种对象进行分析,能将静态的文献引用形式转化成一种动态的具有价值的形式来观察,累计频次愈大者影响力相对愈大,

亦即可以分析学科的核心文献,以及知识流动与技术扩散路径。本研究利用引文分析法,分析科技教育学科近 20 年来的演进情况,预测未来的发展趋势。

广义的科技教育(Technology Education)旨在促进全民科技素养和培育科技专门人才,涵盖以科技为知识体的各种教育,着重于适宜的学科学习、课堂实务、学习者就业需求和全民科技素养的养成<sup>[2-3]</sup>。近年来,科技快速进步与复杂化,常见研究主题着重预测未来科技产品竞争的发展趋势。如 Daim 等<sup>[4]</sup>运用文献计量学分析方法,获得科技新兴领域最佳的知识体;Huang 等<sup>[5]</sup>针对国家、科技、产业、风险和影

响四个向度,试图从看似无尽的新兴科技中,正确找到特定领域,并识别未来几年的发展核心,以便在激烈的市场竞争中保持优势<sup>[6]</sup>。这些以科技发展为主轴的研究主题常忽略“科技教育”的角色,凸显出科技教育被关注程度不足。

Greenseid 和 Lawrenz<sup>[7]</sup>运用引文分析方法分析科学、科技、工程和数学的教育影响,探讨科技教育在知识创新、扩散与趋势之间的互动,试图厘清其知识结构的共通属性,如模型、理论、方法、结果和影响,以了解研究主题,结果与 Di Guardo 和 Harrigan<sup>[8]</sup>、Tsay<sup>[9]</sup>、Strader<sup>[10]</sup>等的研究一致,显示出科技教育已发展成为一个相对开放、分散和动态发展的学科体系,其知识主要来自三个学科领域:“艺术与人文科学”“社会科学”和“科学、科技、工程和医学”。然而,上述以文献计量学和引文分析为主的研究结果,只能局部揭示科技教育的影响范围,尚未能提供近 20 年来(1994—2013 年)科技教育研究主题的整体趋势,也未能清楚识别不同阶段的科技教育知识演变状况,及经常被引用的知识来源,如期刊、文献作品和作者。

有鉴于此,本研究以文献计量学的引文分析方法,探究 Web of Science (WoS) 中社会科学引文索引(SSCI)、科学引文索引(SCI)和艺术与人文引文索引(A&HCI)数据库期刊,了解此领域的研究趋势。研究目的在于:①了解国外 1994—2013 年间四个不同阶段(每阶段五年)常被引关键词、期刊、文献作品和作者情况;②通过常被引关键词、期刊、文献作品和作者四方面的高被引频次,了解科技教育研究主题领域近 20 年来的演进状况与未来可能的发展趋势。研究结果可供科技教育研究人员了解此领域的趋势,协助他们迅速、有效、准确地识别经典文献(即必读、最佳、被广泛引用文献),发现该领域最具影响力的学者;为引文分析法提供例证,为其他研究领域使用此方法进行类似研究提供借鉴,也为进一步的跨领域研究主题之间的关联分析提供参考。

## 1 研究方法

### 1.1 研究设计

本文根据研究目的,将 1994—2013 年划分为四个时间阶段:第 I 阶段 1994—1998 年,第 II 阶段 1999—2003 年,第 III 阶段 2004—2008 年,第 IV 阶段 2009—2013 年。通过比较四个阶段的情况,分析科技教育在各阶段研究主题的动态发展情况,预测未来的发展趋势。

### 1.2 资料来源

研究样本数据取自汤森路透(Thomson Reuters)公司开发的 WoS 核心合辑“引用文献索引数据库”,通过检索前述第 I—IV 阶段的作者和引用文献,可协助本研究客观掌握最常用的科技教育期刊信息。本研究在搜索上述引文索引数据库数据时,只针对期刊文献数据。

### 1.3 资料搜集

本研究采用一般较常使用的“科技教育”“Techn \* Educat \*”和“科技素养”“Techn \* Literacy”( \* 代表 0 至多个字母的通用字符)作为检索条件,检索 WoS 数据库内论文名称、摘要和关键词。考虑科技教育的多学科特性,范围极广,若用单一学科方式逐一搜索,恐会造成某一学科以较多研究篇数取得分析优势,忽略数量较少的一些学科领域,故以学界通称的“科技教育”和“科技素养”为检索条件在 SCI-Expanded, SSCI, A&HCI 中进行检索。检索时间为 2014 年 12 月 17 日。

检索指令=主题:( " Techn \* Educat \* " ) or 主题:( " Techn \* Literacy" )。

对于四个阶段排名前 10 的数据,包括关键词、被引用次数、文献标题、出版日期、作者姓名、学科属性和参考文献,均使用 Bibexcel Ver. 2014-05-15 和 Microsoft Excel 2010 进行汇总分析。

## 1.4 资料分析

根据引用次数辨识出前 10 种关键词、高被引期刊、参考文献和作者等信息,了解科技教育研究主题的高被引情况。对于某些不一致的名称,如同义关键词、相似关键词或其他可能涵义相近但表现不同的关键词,例如:resources、resource, educate、education, curriculum development、development curriculum 等,以各阶段的各年度关键词为主,进行核对修正,以保证数据的规范性,并有助于了解不同阶段所使用关键词的变迁。其次,应用 2011—2013 年的 JCR 系统获取期刊所属类别,期刊排名以被引频次和影响因子(IF)为依据,并考虑期刊发表作品被引平均数,以及各学科类别在 SCI 或 SSCI 的排名顺序;由于 JCR 系统并无收录一般期刊的相关信息,故暂时忽略一般期刊在此方面的相关信息。本研究进一步分析排名前 10 的高被引参考文献,了解这些文献在对应阶段学科类别的位置,并搜寻该文献作者的个人简历或组

织的官方网站和代表性刊物,以揭示其专业研究领域。

## 2 结果与讨论

### 2.1 常用关键词分析

第 I—IV 阶段共有 1 196 篇文献,过滤后为 1 009 篇(见图 1)。对关键词进行统计时,排除了搜索时使用的关键词以及不容易从字词中辨识研究主题趋势的关键词,如科技教育或技术教育(Technology Education, Technical Education, Technological Education)、科技素养或技术素养(Technology Literacy, Technical Literacy, Technological Literacy)、科技或技术(Technology, Technical, Technological)、教育(Education)、学习(Learning)、课程(Curriculum)、设计(Design)和教学(Teaching)等,以期更明确揭示科技教育在不同阶段重要的研究主题取向。



图 1 第 I—IV 阶段各年度论文数量

第 I 阶段共有 104 篇论文,大部分文献未提供关键词,因此仅获得 102 个关键词,其中相对频次较高的关键词有 4 个,排除及过滤后得到 2 个(2 次)关键词,意味着科技教育在该阶段尚未聚焦及在研究者中达成共识;第 II—IV 阶段分别有 165 篇、265 篇、475 篇论文,各自获得 317 个、695 个、1 332 个关键词,排除及过滤后分别得到

9 个(出现频次 2—3 次)、10 个(3—9 次)、10 个(6—12 次)高频关键词(见表 1)。第 I 阶段高频次关键词倾向于技职训练方面的研究主题;第 II 阶段着重于设计、课程发展、科技管理、小学、医疗、师资培育、工程、技职和专业发展,其中比较引人关注的是“医疗”,进一步分析发现,相关文献涉及医学院学生应用医学科技、医学

检验、外科科技设备的程序技能训练课程、教学和评价研究;第 III 阶段,着重于工程、中学、科学、教育学、科学与科技、创造力、设计、人力资本,兼具创造性、操作性思维方式的以解决问题为主的课程活动、师资培育,本阶段的“科学”指 STS (科学—科技—社会),及关于学生如何看待科学、理解科学和科技的知识本质;第 IV 阶

段,着重于创造力、科学、性别、师资培育、信息素养、工程、自我效能感和科技知识,其中“性别”指科技素养中的性别差异,“信息素养”涉及科技教育的协同合作、信息组织、创造力和在线讨论,“自我效能感”则是准教师在应用数字信息学习过程中的自我效能感。

表 1 第 I—IV 阶段前 10 位关键词 (1994—2013 年)

序号	第 I 阶段 (1994—1998 年)		第 II 阶段 (1999—2003 年)		第 III 阶段 (2004—2008 年)		第 IV 阶段 (2009—2013 年)	
	频次	关键词	频次	关键词	频次	关键词	频次	关键词
1	2	策略	3	设计和科技教育	9	工程教育	12	创造力
2	2	训练	2	课程发展	7	中学教育	10	科学教育
3			2	科技管理	6	科学教育	10	性别
4			2	小学科学	4	教育学	7	师资教育
5			2	医疗	4	科学与科技教育	7	科学与科技教育
6			2	师资教育	4	创造力	6	教师训练
7			2	工程教育	3	设计和科技	6	信息素养
8			2	职业教育	3	人力资本	6	工程教育
9			2	专业发展	3	解决问题	6	自我效能感
10					3	师资教育	6	科技知识

由 I-IV 阶段常用关键词的演进可以看出,科技教育的关键词已经由技职方面的训练策略向工程、设计与科技、师资培育,兼具创造性、操作性思维方式的以解决问题为主的课程活动,以及创造力和着重个体自我效能感走向的科技素养教育研究转变。相对地,从低频关键词仍可见科技教育是以科技为知识体的各种教育,涵盖的教育范围极广。方瑀绅与李隆盛<sup>[11]</sup>利用共词分析方法分析“台湾博硕士论文知识加值系统”中科技教育学系的 1 262 篇硕博学位论文,结果显示关键词主要聚焦于中小学的科技教育,其次为面向产业界的科技应用及科技研

发取向的人力资源发展研究(技职方面),其结果与本研究结果类似。由于国内尚未见以引文方法分析科技教育论文的研究,故本研究将有助弥补科技教育学科现有研究的不足,丰富学科的内涵及应用。而 I-IV 阶段代表性关键词演进,在一定程度上能反映国际科技教育研究文献近 20 年来研究主题的演变情况,以及本领域研究者的一些共识。

## 2.2 高被引期刊及其类别与影响因子分析

第 I 阶段,高被引期刊范围十分广泛,包括:化学、特殊教育、科技教师、商业评论、职业教

育、心理学、手工训练、社会工作、社会议题和师范学院教育等。第 II 阶段更多聚焦在科技教育方面,分别为:设计与科技教育、科技与师资教育、学校科学评论、医学、农业、工程教育、经济评论、教育研究、法律经济学与组织等期刊。第 III 阶段,继续聚焦于科技教育方面,分别为:工程教育、科技与师资教育、IEEE 教育、设计与科技教育、科技教师、科技与设计教育、教育领导、科学和数学等。第 IV 阶段为科技与师资教育、工程教育、能源教育、科技教师、科学和数学、设计与科技教育、经济昆虫学、化学、工业师资教育等。第 I 阶段,引用的科技教育期刊常以一般期刊为主,SSCI 和 SCI 期刊其次。第 II 阶段与前一阶段相比,期刊范围更多聚焦科技教育领域,且引用 SCI 和 SSCI 期刊的次数明显增加,以一般期刊和 SCI 为主,SSCI 为辅。第 III 阶段与第 II 阶段相比,期刊范围更为聚焦科技教育领域,引用的科技教育期刊仍以一般期刊为主,SCI 和 SSCI 为辅。第 IV 阶段与第 III 阶段相比,期刊范围更加聚焦,被引次数明显增加,引用期刊以一般期刊和 SCI 期刊并重,又以《科技与师资教育期刊》(*Journal of Technology and Teacher Education*, JTTE)为首,同时发现《经济昆虫学》(*Journal of Economic Entomology*, JoEE)出现在科技教育领域中。上述四个阶段科技教育领域期刊主要发行国家为美国,其次为英国。

在期刊类别与影响因子方面。第 I 阶段,类别主题可分为十个领域:①教育与教育研究(Education & Educational Research),②管理(Management),③商业(Business),④社会工作(Social Work),⑤社会议题(Social Issues),⑥心理学、社会(Psychology, Social),⑦特殊教育(Special Education),⑧复康(Rehabilitation),⑨化学、多学科(Chemistry, Multidisciplinary),⑩教育科学(Education, Scientific Disciplines)。它们来自六个期刊,只有《化学教育期刊》(JCE)为 SCI 期刊,其余皆为 SSCI 期刊。从 2011—2013 年的影响因子可发现同一期刊在不

同年份的消长情况:《哈佛商业评论》(HBR)每年的影响因子一路上扬,分别为 1.269、1.519、1.831,该期刊在相应主题领域的排名也愈来愈靠前;《社会议题期刊》(JSI)和《特殊儿童》(EChi)期刊逐年下滑;《印度社会工作期刊》(IJSW) WoS 数据库只收录到 2011 年(见表 2)。第 II 阶段,类别主题可分为七个领域:①教育与教育研究,②教育科学,③法律,④经济,⑤医药,⑥农艺学,⑦工程及多学科。它们来自十个期刊,其中教育科学、经济、工程、多学科类别领域,包括《工程教育期刊》(JEE)、《国际科技与设计教育期刊》(IJTDE)、《美国经济评论》(AER)和《法律经济学与组织期刊》(JLE&O)等期刊。影响因子方面:《工程教育期刊》(JEE)和《美国经济评论》(AER)每年的影响因子呈现一路上扬现象,分别为 1.569、1.925、2.717 与 2.693、2.792、3.305;《农业科学》(CS)期刊影响力则有所下滑;《英国医学期刊》(BMJ)只收录到 2011 年(见表 3)。第 III 阶段,类别主题可分为四个领域:①教育与教育研究,②林业,③教育科学,④工程及多学科类别领域。它们来自七个期刊,包括《国际科技与设计教育期刊》(IJTDE)和《国际工程教育期刊》(IJEE)。影响因子方面:《工程教育期刊》(JEE)每年的影响因子一路上扬,分别为 1.569、1.925、2.717;《教育领导》(EL)期刊则有所下滑(见表 4)。第 IV 阶段,类别主题可分为八个领域:①教育与教育研究,②教育、科学学科,③化学、多学科,④昆虫学,⑤工程、多学科,⑥能源与燃料,⑦工程、化学,⑧工程、环境。它们来自十个期刊,其中教育与教育研究类别包括《教育科技与社会》(ET&S)和《科学教学》,教育、科学学科类别包括《工程教育期刊》(JEE)、《化学教育期刊》(JCE)和《国际工程教育期刊》(IJEE),工程、多学科类别包括《工程教育期刊》(JEE)和《国际工程教育期刊》(IJEE)。《工程教育期刊》(JEE)和《化学教育期刊》(JCE)每年的影响因子一路上扬,分别为 1.569、1.925、2.717、0.739、0.817、1.001(见表 5)。

表 2 第 I 阶段高被引期刊及其类别、影响因子(1994—1998 年)

序号	类别	期刊名称(缩写)	期刊属性	影响因子(IF)(年)			期刊排名(年)		
				2011	2012	2013	2011	2012	2013
1	教育与教育研究	师范学院季刊(TCR)	SSCI	0.788	0.896	0.722	91/206	80/219	112/219
2	管理	哈佛商业评论(HBR)	SSCI	1.269	1.519	1.831	76/168	65/174	50/173
3	商业						53/113	45/116	37/111
4	社会工作	印度社会工作期刊(IJSW)	SSCI	0.000	/	/	/	/	/
5	社会议题	社会议题期刊(JSI)	SSCI	1.963	1.857	0.923	5/38	4/39	21/42
6	心理学、社会						/	/	43/61
7	特殊教育	特殊儿童(EChi)	SSCI	2.292	2.060	1.941	4/37	5/36	6/37
8	复康						6/67	8/67	7/69
9	化学、多学科	化学教育期刊(JCE)	SCI	0.739	0.817	1.001	108/154	109/152	103/148
10	教育科学						23/33	21/34	23/36

注:/表示在 JCR 数据库未提供该年度数据。

表 3 第 II 阶段高被引期刊及其类别、影响因子(1999—2003 年)

序号	类别	期刊名称(缩写)	期刊属性	影响因子(IF)(年)			期刊排名(年)		
				2011	2012	2013	2011	2012	2013
1	教育与教育研究	教育研究(ER)	SSCI	0.480	0.907	0.339	133/206	79/219	179/219
2	教育科学	工程教育期刊(JEE)	SCI	1.569	1.925	2.717	5/33	4/34	4/36
		国际科技与设计教育期刊(IJTDE)		0.412	0.339	0.733	26/33	28/34	27/36
3	法律	法律经济学与组织期刊(JLE&O)	SSCI	1.023	0.932	1.036	47/136	58/138	42/139
4	经济学	美国经济评论(AER)	SSCI	2.693	2.792	3.305	19/321	20/333	13/333
		法律经济学与组织期刊(JLE&O)		1.023	0.932	1.036	120/321	144/333	125/333
5	医药、通用及内部	英国医学期刊(BMJ)	SCI	14.093	/	/	6/155	/	/
6	农艺学	农业科学(CS)	SCI	1.641	1.513	1.478	20/80	25/78	27/79
7	工程、多学科	工程教育期刊(JEE)	SCI	1.569	1.925	2.717	13/90	9/90	5/87
		国际科技与设计教育期刊(IJTDE)		0.412	0.339	0.733	61/90	73/90	51/87

注:/表示在 JCR 数据库未提供该年度数据;IJTDE 期刊跨两个领域,一为“教育科学”,二为“工程、多学科”,JCR 系统提供该期刊影响因子(IF)一样,同时也提供该期刊在不同领域的排序数。

表4 第III阶段高被引期刊及其类别、影响因子(2004—2008年)

序号	类别	期刊名称(缩写)	期刊属性	影响因子(IF)(年)			期刊排名(年)		
				2011	2012	2013	2011	2012	2013
1	教育与教育研究	工程教育期刊(JEE)	SSCI	1.569	1.925	2.717	/	16/219	10/219
		教育领导(EL)		0.231	0.192	0.123	179/206	199/219	209/219
2	林业	林业期刊(IF)	SCI	1.354	1.244	1.629	19/59	22/62	20/64
3	教育、科学	国际科技与设计教育期刊(IJTDE)	SCI	0.412	0.339	0.733	26/33	28/34	27/36
		国际工程教育期刊(IJEE)		0.487	0.290	0.360	25/33	31/34	34/36
4	工程、多学科	国际科技与设计教育期刊(IJTDE)	SCI	0.412	0.339	0.733	61/90	73/90	51/87
		国际工程教育期刊(IJEE)		0.487	0.290	0.360	60/90	79/90	74/87

注:/表示在JCR数据库未提供该年度数据;IJTDE期刊跨两个领域,一为“教育科学”,二为“工程、多学科”,JCR系统提供该期刊影响因子(IF)一样,同时也提供该期刊在不同领域的排序数。

表5 第IV阶段高被引期刊及其类别、影响因子(2009—2013年)

序号	类别	期刊名称(缩写)	期刊属性	影响因子(IF)(年)			期刊排名(年)		
				2011	2012	2013	2011	2012	2013
1	教育与教育研究	教育科技与社会(ET&S)	SSCI	1.011	1.171	0.824	58/206	46/219	94/219
		科学教学(Ensenanza de las Ciencias)		0.188	0.238	0.103	189/206	192/219	212/219
2	教育、科学学科	工程教育期刊(JEE)	SCI	1.569	1.925	2.717	5/33	4/34	4/36
		化学教育期刊(JCE)		0.739	0.817	1.001	23/33	21/34	23/36
		国际工程教育期刊(IJEE)		0.487	0.290	0.360	25/33	31/34	34/36
3	化学、多学科	化学教育期刊(JCE)	SCI	0.739	0.817	1.001	108/154	109/152	103/148
4	昆虫学	经济昆虫学期刊(JoEE)	SCI	1.699	1.600	1.605	20/86	26/87	22/90
5	工程、多学科	工程教育期刊(JEE)	SCI	1.569	1.925	2.717	13/90	9/90	5/87
		国际工程教育期刊(IJEE)		0.487	0.290	0.360	60/90	79/90	74/87
6	能源与燃料	能源教育科技(EEST)	SCI				1/81	/	/
7	工程、化学			31.677	/	/	1/133	/	/
8	工程、环境						1/45	/	/

注:/表示在JCR数据库未提供该年度数据。

科技教育着重引用一般期刊及SCI期刊,其次为SSCI期刊。有两个期刊,《科技与师资教育》(JTTE)与《工程教育期刊》(JEE),在过去

20年中累计被引用次数分别达140和132次,对科技教育的研究做出了一定贡献,有着很大的学术影响力,被视为科技教育研究主题的核

心期刊。科技教育领域期刊主要出版国家依次为美国、英国、爱尔兰、荷兰、新西兰、西班牙、土耳其和印度。引用期刊演进趋势由原先的职业、训练、商业、心理学、化学、医学、农业、经济和法律等,朝着设计与科技、工程教育、能源教育、工业教师、科技教师、科学和数学等方向转变。I-IV 阶段的主题类别包含:①经济:经济、管理和商业,②技职:社会工作和社会议题,③法律,④专业:医药、复康、农艺、林业、昆虫学、化学和多学科及工程多学科,⑤教育:教育与教育研究、特殊教育和教育科学,存在从经济、技职、法律,转向专业和教育发展的研究趋势。Dimopoulos 和 Koulaidis<sup>[2]</sup>以内容分析法分析 1867 年至今的四个科技教育期刊,探讨适宜提高科技教育的教学资源内容,结果与本研究结果类似,但本研究更进一步揭示了一般期刊、SCI 与 SSCI 期刊以及期刊影响因子和主题类别领域,延伸或扩展了之前的研究结果。

### 2.3 高被引文献分析

大体选取被引排名前 10 的文献为高被引文献进行分析。第 I 阶段,有 3 条文献来自书籍及图书章节,其余为期刊(见表 6)。本阶段研究主题与趋势包括:①课程:探究课程是否职业化或

非职业化<sup>[12]</sup>,②技职:教育与训练<sup>[13]</sup>和职业学校发展规划<sup>[14]</sup>,③教学:科学、数学的创新<sup>[15]</sup>,④职场:心理健康<sup>[16]</sup>。第 II 阶段,有 4 部最经常被引用的书籍作品,其余为期刊(见表 7)。研究主题与趋势包括:①课程:新西兰科技课程<sup>[17]</sup>和情境认知与学习<sup>[18]</sup>,②解决问题:设计和科技实践过程以解决生活中潜在的问题<sup>[19-21]</sup>,③推广:发展科技教育<sup>[22]</sup>,④准则:科学素养基准<sup>[23]</sup>,⑤师资培育:科技师资发展<sup>[24]</sup>。第 III 阶段,有 5 部最经常被引用的书籍作品,其余为期刊(见表 8)。研究主题与趋势包括:①课程:情境认知与学习<sup>[19]</sup>、概念性和程序性知识<sup>[25-26]</sup>、社会与心智发展过程<sup>[27]</sup>,②解决问题:设计和科技实践过程<sup>[28-29]</sup>,解决生活中潜在的问题<sup>[20,30-31]</sup>,③推广:发展科技教育<sup>[21]</sup>,④准则:科技素养标准<sup>[32]</sup>、科学素养基准<sup>[23,33]</sup>。第 IV 阶段,有 7 部最经常被引用的书籍作品,其余为期刊(见表 9)。研究主题与趋势包括:①科技哲思:习得生活中科技,以及工程与哲学之间的平衡<sup>[34-36]</sup>。②课程:新西兰课程<sup>[37]</sup>、情境认知、情境学习与合法的边缘参与<sup>[19,38]</sup>、科技教育概念性和程序性知识的学习与问题<sup>[26,30]</sup>、社会与心智发展过程<sup>[27]</sup>,③准则:科学教育标准<sup>[33]</sup>、科技素养<sup>[39]</sup>,④自我认同:身份、认知、社群和社会认同<sup>[40]</sup>。

表 6 第 I 阶段前 10 名高被引文献(1994—1998 年)

序号	文献标题	作者	属性	被引次数
1	To Vocationalize or Not to Vocationalize? That Is the Curriculum Question.	Psacharopoulos (1987)	期刊	4
2	Vocational and Technical Education and Training: A World Bank Policy Paper.	World Bank (1991)	期刊	4
3	Changing the Subject: Innovations in Science, Mathematics and Technology Education.	Black & Atkin (1996)	书	3
4	The Vocational School Fallacy in Development Planning.	Foster (1965)	书章节	3
5	Work, Unemployment and Mental Health.	Warr (1987)	书	3

注:被引次数 2 次者有 37 篇文献,故选择前 5 篇。

表7 第II阶段前10名高被引文献(1999—2003年)

序号	文献标题	作者	属性	被引次数
1	Technology in the New Zealand Curriculum.	Ministry of Education (1995)	书	8
2	Situated Cognition and the Culture of Learning.	Brown et al. (1989)	期刊	7
3	Problem-solving Processes in Technology Education; A Pilot Study.	McCormick et al. (1994)	期刊	7
4	Understanding Practice in Design and Technology; Developing Science and Technology Education.	Kimbell et al. (1996)	书	6
5	Technology's Challenge to Science Education; Cathedral, Quarry or Company Store.	Layton (1993)	书	6
6	The Potential for Collaborative Problem Solving in Design and Technology.	Hennessy & Murphy (1999)	期刊	6
7	Benchmarks for Science Literacy.	AAAS (1993)	书	5
8	Towards a Model for Teacher Development in Technology Education; From Research to Practice.	Jones & Compton (1998)	期刊	5
9	Problem Solving in Real-life Contexts; An Alternative for Design in Technology Education.	Hill (1998)	期刊	5
10	The Design Process - Does it Exist?	Johnsey (1995)	期刊	5
11	Wolff-Michael Roth, Designing Communities.	Jenkins (1998)	期刊	5

注:由于被引次数排第7名的有5种刊,故选择前11种。

表8 第III阶段前10名高被引文献(2004—2008年)

序号	文献标题	作者	属性	被引次数
1	Standards for Technological Literacy; Content for the Study of Technology.	ITEEA (2000)	书	16
2	Conceptual and Procedural Knowledge.	McCormick (1997)	期刊	11
3	Mind in Society; The Development of Higher Psychological Processes.	Vygotsky et al. (1980)	书	10
4	Benchmarks for Science Literacy.	AAAS (1993)	书	9
5	Situated Cognition and the Culture of Learning.	Brown et al. (1989)	期刊	9
6	Problem Solving in Real-life Contexts; An Alternative for Design in Technology Education.	Hill (1998)	期刊	9
7	Problem-solving Processes in Technology Education; A Pilot Study.	McCormick et al. (1994)	期刊	8
8	National Science Education Standards.	NRC (1996)	书	8
9	Understanding Practice in Design and Technology; Developing Science and Technology Education.	Kimbell et al. (1996)	书	8
10	Recent Research in Learning Technological Concepts and Processes.	Jones (1997)	期刊	7

续表

序	文献标题	作者	属性	被引次数
11	Issues of Learning and Knowledge in Technology Education.	McCormick (2004)	期刊	7
12	Realising the Potential - and Lost Opportunities - for Peer Collaboration in D&T Setting.	Murphy & Hennessy (2001)	期刊	7
13	Sketching: Friend or Foe to the Novice Designer.	Welch et al. (2000)	期刊	7

注: 由于被引次数排第 10 名的有 4 种刊, 故选择前 13 种。

表 9 第 IV 阶段前 10 名高被引文献 (2009—2013 年)

序号	文献标题	作者	属性	被引次数
1	Teaching About Technology: An Introduction to the Philosophy of Technology for Non-philosophers.	de Vries (2005a)	期刊	13
2	Situated Cognition and the Culture of Learning.	Brown et al. (1989)	期刊	12
3	Issues of Learning and Knowledge in Technology Education.	McCormick (2004)	期刊	12
4	Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation.	Lave & Wenger (1991)	书	11
5	Thinking Through Technology: The Path Between Engineering and Philosophy.	Mitcham (1994)	书	11
6	National Science Education Standards.	NRC (1996)	书	11
7	Conceptual and Procedural Knowledge.	McCormick (1997)	期刊	10
8	The New Zealand Curriculum.	Ministry of Education (2007)	书	10
9	Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity (Learning in Doing: Social, Cognitive and Computational Perspectives).	Wenger (2000)	书	10
10	The Nature of Technological Knowledge: Philosophical Reflections and Educational Consequences.	de Vries (2005b)	期刊	9
11	Technically Speaking: Why All Americans Need to Know More About Technology. Committee on Technological Literacy, National Academy of Engineering, National Research Council, Pearson, & Young.	NAE et al. (2002)	书	9
12	Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes.	Vygotsky et al. (1980)	书	9

注: 由于被引次数排第 10 名的有 3 种刊, 故选择前 12 种。

分析高被引文献可知, 第 II 阶段与第 I 阶段被引用的文献作品不重复, 表明科技教育研究主题在该阶段的引用具有快速变迁现象, 可能是从工艺教育转变为科技教育的过程中, 正在寻求适宜的知识文献。第 III 阶段与第 II 阶段相比, 有 5 篇文献延续了第 II 阶段: 科学素养基

准, 情境认知与学习文化, 解决问题的科技教育, 发展科技教育, 理解和实践设计技术。第 IV 阶段与第 III 阶段相比, 也有 5 篇文献在第 III 阶段被大量引用: 情境认知与学习文化, 解决问题的科技教育, 概念性和程序性知识, 国家科学教育标准, 社会学习认知发展理论。高被引用文

献在第 II 阶段开始形成,这些高被引文献作品呈现连贯性,体现了目前科技教育的研究重点。其中,大多数为书籍文献,其引用次数及被引频次不像期刊文献那样快速地累积。被延续引用 15 年的文献是一篇期刊论文,发表在 20 世纪 80 年代;延续 10 年被引的文献有 8 种,书籍和期刊各 4 种,分别有 21 世纪前十年出版的期刊论文 2 篇,20 世纪 90 年代出版的书籍 3 部和 2 篇期刊论文,20 世纪 70 年代出版的书籍 1 部。在引用上,期刊与书籍两者相比,期刊比较接近当代,被引用时间也较长,表明这些文献作品的影响力并没有随着时间而衰退,其引用率反而增加,这表明愈来愈多的研究者正参与到科技教育相关主题领域的研究中来。

## 2.4 高被引作者分析

选取第 I-IV 阶段被引前 10 位的作者或组织进行分析,因有被引数相同的情况,故数量会

稍有增减。从作者所在机构的官方网站、Email 辨识国别区域和学术专业。第 I 阶段,10 位中有两位来自国际组织,分别为世界银行(World Bank)和联合国教科文组织(UNESCO);英国有 3 位,美国有 2 位,其余来自印度、澳大利亚和挪威(见表 10)。第 II 阶段,同样有两位来自国际组织,分别为世界银行和美国科学促进会(AAAS);英国有 4 位,美国有 3 位,其余来自新西兰、以色列和瑞典(见表 11)。第 III 阶段,有 3 个机构或组织,分别为:美国科学促进会、国际科技与工程教育人员学会(ITEEA)和美国教育部(U.S. ED);来自美国和英国各有 4 位,其余来自新西兰、加拿大和荷兰(见表 12)。第 IV 阶段,有 3 个国际性组织,分别为:美国国家科学委员会(NRC)、经济合作暨发展组织(OECD)和联合国教科文组织;美国有 2 位,其余来自新西兰、荷兰、英国、联合国、澳大利亚、土耳其、法国和以色列(见表 13)。

表 10 第 I 阶段前 10 名高被引作者(1994—1998 年)

序号	姓名(机构)、学历、专业领域	隶属国家	被引次数
1	George Psacharopoulos, 博士。高等教育经济研究、人力资源、人力资本发展、教育政策与规划、教育投资、国际教育规划、教育发展、妇女就业、国际教育比较。	美国/希腊	17
2	World Bank, 世界银行, 国际组织。全球经济、国际发展、世界金融市场, 以终结极度贫困、促进共享繁荣为两大目标。	联合国	10
3	Shahram Ghandeharizadeh, 博士。计算机科学。	美国	9
4	Lal Bahadur Singh, 博士。心理学、应用心理学、心理幸福感、职业价值观。	印度	9
5	UNESCO, 联合国教科文组织, 国际组织。知识和科技, 制订准则, 教育、科学、研究、培训、文化和传播。	联合国	9
6	Norman Thomas Feather, 博士。心理学、社会心理学、态度问题、失业心理影响。	澳大利亚	8
7	Marie Jahoda, 博士。社会心理学家、心理健康、有效自我认知、自尊和承诺、行为控制、科技与欧洲的未来。	英国	8
8	W Kent Anger, 博士。计算机培训、职场安卫、人类行为、行为神经科学、公共卫生与预防医学。	英国	7
9	Jon Lauglo, 博士。社会资本和教育、青少年教育和公民参与、职技教育和培训、发展中国家政策、成人非正规教育、比较/国际教育社会学、教育和创新研究。	挪威	7
10	Peter Warr, 博士。心理学、职工快乐与不快乐因素、动机与参与、个性图案及相关因素、人-职能匹配。	英国	7

表 11 第 II 阶段前 10 名高被引作者 (1999—2003 年)

序号	姓名(机构)、学历、专业领域	所在国家	被引次数
1	Alister Jones, 博士。科技教育、科学教育、教师发展、教学和评量、课程发展、评鉴方法。	新西兰	23
2	Robert McCormick, 博士。计算机辅助学习、课堂教学实践参与、教师专业发展、数字学习、学习如何学习。	英国	17
3	Moshe Barak, 博士。科技教育、科学和科技、资通科技 (ICT)、图像处理、工业教育 (电力、电子和计算机)。	以色列	15
4	Richard Kimbell, 博士。教育制度、教育政策、师资培育、课程分析、教学设计、教学评鉴、创造力和想象力、设计实务标记和分析 (Design Practice Notation and Analysis)、研究方法。	英国	12
5	World Bank, 世界银行, 国际组织。全球经济、国际发展、世界金融市场, 以终结极度贫困、促进共享繁荣为两大目标。	联合国	12
6	American Association for the Advancement of Science (AAAS), 专业团体。美国国家科学教育标准, 科学素养基准。	美国	11
7	David M. Barlex, 博士。科技教育、科技与设计教育、创造力设计与科技、课程发展、儿童科技理解发展。	英国	11
8	David Layton, 博士。科学与科技教育国际发展、设计和科技、国家课程开发、科学与科技教育研究和评估。	英国	11
9	Theodore Lewis, 博士。社会学、人类学。	美国	10
10	Lennart Sjöberg, 博士。风险研究、媒体和经济心理学、心理学、风险心理、情绪智力、性格测试、法医心理学、市场营销与策略。	瑞典	10

表 12 第 III 阶段前 10 名高被引作者 (2004—2008 年)

序号	姓名(机构)、学历、专业领域	所在国家	被引次数
1	Robert McCormick, 博士。计算机辅助学习、课堂教学实践参与、教师专业发展、数字学习、学习如何学习。	英国	40
2	Richard Kimbell, 博士。教育制度、教育政策、师资培育、课程分析、教学设计、教学评鉴、创造力和想象力、设计实务标记和分析、研究方法。	英国	25
3	Alister Jones, 博士。科技教育、科学教育、教师发展、教学和评量、课程发展、评鉴方法。	新西兰	21
4	David M. Barlex, 博士。科技教育、科技与设计教育、创造力设计与科技、课程发展、儿童科技理解发展。	英国	18
5	Patricia Murphy, 博士。教育教学法、教师教育、教育发展、课程国际视野、社会性别和科技、科技素养、性别差异。	英国	17
6	Malcolm Welch, 博士。设计和科技、设计教育、学习和评量、课程与教学、科技素养。	加拿大	16
7	American Association for the Advancement of Science (AAAS), 专业团体。美国国家科学教育标准, 科学素养基准。	美国	14
8	U.S. Department of Education (U.S. ED), 政府机构。美国教育部, 促进学生通过优质教育, 确保平等地获得全球的竞争力。	美国	14

续表

序号	姓名(机构)、学历、专业领域	所在国家	被引次数
9	Marc J. de Vries, 博士。科技教育、科技知识(科技史)、科技哲学、师资培育、设计方法学领域。	荷兰	13
10	International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA)。专业团体。国际科技与工程教育人员学会,从事科技教学、推广、创新、设计和工程教育,以促进科技素养。	美国	13
11	Jean Lave, 博士。情境学习理论。	美国	13

注:由于被引次数排第9的有3名作者,故选择前11名。

表13 第IV阶段前10名高被引作者(2009—2013年)

序号	姓名(机构)、学历、专业领域	所在国家	被引次数
1	Alister Jones, 博士。科技教育、科学教育、教师发展、教学和评量、课程发展、评鉴方法。	新西兰	37
2	Marc J. de Vries, 博士。科技教育、科技知识(科技史)、科技哲学、师资培育、设计方法学领域。	荷兰	30
3	Richard Kimbell, 博士。教育制度、教育政策、师资培育、课程分析、教学设计、教学评鉴、创造力和想象力、设计实务标记和分析、研究方法。	英国	28
4	UNESCO, 联合国教科文组织, 国际组织。知识和科技, 制订准则, 教育、科学、研究、培训、文化和传播。	联合国	27
5	National Research Council (NRC), 政府机构。美国国家科学委员会, 提高政府决策和公共政策, 提升公众认知, 促进科学、科技、工程和健康的科学活动知识获取和传播。	美国	25
6	Margarita Pavlova, 博士。课程与教学理论发展、科学, 科技与工程课程与教学、教职教育、培训课程、教学。	澳大利亚	25
7	Sefika Sule Ercetin, 博士。商业与经济/管理、商业与经济/领导力、科学教育、教育管理、管理、规划。(国际科学协会创始成员与会长)	土耳其	22
8	Theodore Lewis, 博士。社会学、人类学。	美国	22
9	OECD, 经济合作暨发展组织。在世界经济发展、金融稳定、贸易和投资、科技创新、企业管理等方面帮助成员国保持繁荣并且扫除贫穷, 在致力于经济增长和社会发展的同时保护环境。	法国	19
10	Uri Zoller, 博士。科技教育、科学, 科技和环境、社会环境、教学、环境化学、有机化学。	以色列	19

本研究进一步分析了各阶段作者与机构组织的专业领域。第I阶段的科技教育研究主题融合了下述六个学科领域:①教育与教育研究,②商业经济,③计算机科学,④环境科学,⑤心理学,⑥公众环境职业健康。第II阶段融合了下述六个学科:①教育与教育研究,②商业经济,③计算机科学,④心理学,⑤社会学,⑥人类

学。第III阶段融合下述三个学科:①教育与教育研究,②工程,③计算机科学。第IV阶段融合下述七个学科:①教育与教育研究,②工程,③商业经济,④计算机科学,⑤公众环境职业健康,⑥社会学,⑦人类学。

统计I-IV阶段重复出现的作者与机构组织发现,美国学术单位有9位学者,英国有8位,新

西兰、澳大利亚、以色列和联合国各有2位,其余如荷兰、瑞典、法国、印度、加拿大和土耳其各有1位。国际组织主要是联合国教科文组织和世界银行。美国和英国的学者、组织或团体在科技教育研究中占有主导地位,在教育与教育研究、商业经济、计算机科学、环境科学、心理学、公众环境职业健康、社会学、人类学和工程等领域,皆影响并支配了其研究走向。

### 3 结论与建议

本研究发现科技教育研究主题正不断演进与扩张,以获得更多研究者的认同。在 I-IV 阶段,常用的关键词从一开始只获得两个(2次)关键词,到后期关键词数量大幅提升,意味着该阶段的科技教育正在研究者中达成共识。随着时间推移与演进,由关键词使用频次可见科技教育研究主题已经由技职方面朝着创造力、科学教育、性别、师资教育、科学与科技教育、教师训练、信息素养、工程教育、自我效能感、科技知识等趋势发展。学科高被引期刊从《化学教育期刊》(JCE)、《CUR 季刊》(CURQ)、《特殊儿童》(EChi)、《哈佛商业评论》(HBR),转移到《科技与师资教育》(JTTE)、《工程教育期刊》(JEE)、《科技教师》(TTT)、《设计与科技教育:国际期刊》(DIJ)和《国际工程教育期刊》(IJEE),也印证了关键词的演进过程与研究发展趋势。而后一个阶段的高被引文献被引用频次往往高于前一阶段,最常被高引用的文献作品是 *Situated Cognition and the Culture of Learning, Conceptual and Procedural Knowledge, National Science Education Standards, Issues of Learning and Knowledge in Technology Education, Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*。其中,最具影响力的文献由 Brown 等人在 1989 年出版<sup>[18]</sup>,其次由 McCormick 在 1997 年出版<sup>[26]</sup>,再次由 NRC 在 1996 年<sup>[33]</sup>、McCormick 在 2004 年出版<sup>[30]</sup>,另外还有 Vygotsky 等人所著的文献作品<sup>[27]</sup>。各阶段排名靠前的作者与组织或团体,

对科技教育研究领域的各种主题,都能发挥本身专业知识,促使科技教育研究主题迅速发展。本研究分析发现不同学科领域的多元属性,排名较前作者的专业领域涵盖科技教育、师资培育、师资发展、课程发展、科学教育、创造力和想象力、计算机辅助学习、教学和评价等,这些作者与组织或团体被引用累计频次依序为: Kimbell、McCormick、Jones、de Vries、Lave、Lewis、UNESCO、Barlex、AAAS、NRC 和 Ercetin,其中有三个是国际组织、专业团体和政府机构。本研究应用被引次数排名揭示科技教育研究主题所在领域,反映出科技教育研究主题的发展趋势。

本研究的贡献在于揭示科技教育研究主题演进与趋势,发现该领域关键词使用的演变及经典文献和重要作者,可以有效引导未来的研究者快速了解该领域的经典文献和专家。这些高被引期刊、文献作品和作者不只是对科技教育研究主题所在领域的发展影响大,同时也是共同定义科技教育这一领域研究边界的贡献者。

此研究有如下局限。第一,在研究方法方面,仅使用了引文分析法,与共被引分析、书目耦合分析等其他文献计量法相比,引文分析具有更简单、灵活,结果更直观明了等优点,但对关键词和高被引期刊、文献作品、作者进行分析时,容易忽略相对低引用的文献,不能反映研究领域全部的主题内容。第二,本研究一次检索完毕并下载数据进行分析,在研究过程中时常发现 WoS 资料库更新后,同样的检索指令和检索年代,会有不同的检索结果,本文可能会与后续研究者的检索结果有所差异。第三,由于 JCR 系统并未收录一般期刊的信息,本研究只能局限于对 SSCI 及 SCI 期刊的影响因子和期刊等级分类排名进行分析,不能反映本领域所有期刊的全部信息。

未来研究可在三个领域展开。首先,本研究分析数据主要通过 WoS 数据库搜集而来,可能无法涵盖本领域的所有文献,建议未来研究可扩展至 Scopus 或国内数据库,针对国内外期刊、书籍等论著加以分析,并进一步相互比较。其次,本

研究运用引文分析已尽可能地展现出科技教育学科领域完整的演进结构,建议未来可进行共被引分析、书目耦合分析等,以呈现出不同的观点或结果。最后,本研究主要是以一般较常使用

的科技教育和科技素养为关键词进行检索,建议未来能邀请该领域3—5位专家进行效度检验,如对关键词、次关键词等的检验,让整个研究更具信效度,更彰显研究价值。

## 参考文献

- [ 1 ] Eom S. All author cocitation analysis and first author cocitation analysis; a comparative empirical investigation [ J ]. *Journal of Informetrics*, 2008, 2( 1 ): 53-64.
- [ 2 ] Dimopoulos K, Koulaidis V. Science and technology education for citizenship; the potential role of the press [ J ]. *Science Education*, 2003, 87( 2 ): 241-256.
- [ 3 ] Doganay A, Ozturk A. An investigation of experienced and inexperienced primary school teachers' teaching process in science and technology classes in terms of metacognitive strategies [ J ]. *Kuram Ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, 2011, 11( 3 ): 1320-1325.
- [ 4 ] Daim T U, Rueda G, Martin H, et al. Forecasting emerging technologies; use of bibliometrics and patent analysis [ J ]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2006, 73( 8 ): 981-1012.
- [ 5 ] Huang L, Zhang Y, Guo Y, et al. Four dimensional science and technology planning; a new approach based on bibliometrics and technology road mapping [ J ]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2014, 81, 39-48.
- [ 6 ] Lee C, Cho Y, Seol H, et al. A stochastic patent citation analysis approach to assessing future technological impacts [ J ]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2012, 79( 1 ): 16-29.
- [ 7 ] Greenseid L O, Lawrenz F. Using citation analysis methods to assess the influence of science, technology, engineering, and mathematics education evaluations [ J ]. *American Journal of Evaluation*, 2011, 32( 3 ): 392-407.
- [ 8 ] Di Guardo M C, Harrigan K R. Mapping research on strategic alliances and innovation; a co-citation analysis [ J ]. *Journal of Technology Transfer*, 2012, 37( 6 ): 789-811.
- [ 9 ] Tsay M Y. Knowledge input for the domain of information science; a bibliometric and citation analysis study [ J ]. *Aslib Proceedings*, 2013, 65( 2 ): 203-220.
- [ 10 ] Strader C R. Citation analysis do age and types of materials cited correlate with availability of appropriate library of congress subject headings [ J ]. *Library Resources & Technical Services*, 2012, 56( 4 ): 238-253.
- [ 11 ] 方瑀绅, 李隆盛. 台湾科技教育学系变革下学位论文研究趋势: 以共词分析 [ J ]. *教育研究集刊*, 2014, 60( 4 ): 99-136. ( Fang Yushen, Lee Lungsheng. Research trends of thesis and dissertation in the changing departments of technology education in Taiwan; a co-word analysis [ J ]. *Bulletin of Educational Research*, 2014, 60( 4 ): 99-136. )
- [ 12 ] Psacharopoulos G. To vocationalize or not to vocationalize that is the curriculum question [ J ]. *International Review of Education*, 1987, 33( 2 ): 187-211.
- [ 13 ] World Bank. Vocational and technical education and training; a world bank policy paper [ M ]. Washington, D C: World Bank, 1991.
- [ 14 ] Foster P. The vocational school fallacy in development planning [ M ] // Anderson C A, Bowman J M. *Education and economic development*. Chicago: Aldine Publishing Company, 1965: 142-153.
- [ 15 ] Black P, Atkin J M. *Changing the subject: innovations in science, mathematics and technology education* [ M ]. London; New York: Routledge in association with OECD, 1996.
- [ 16 ] Warr P. *Work, unemployment and mental health* [ M ]. New York: Oxford University Press, 1987.
- [ 17 ] Ministry of Education. *Technology in the New Zealand curriculum* [ M ]. Wellington: Learning Media, 1995.
- [ 18 ] Brown J S, Collins A, Duguid P. Situated cognition and the culture of learning [ J ]. *Educational Researcher*, 1989, 18( 1 ): 32-42.

- [19] Hennessy S, Murphy P. The potential for collaborative problem solving in design and technology [J]. *International Journal of Technology and Design Education*, 1999, 9(1) : 1-36.
- [20] Hill A M. Problem solving in real-life contexts: an alternative for design in technology education [J]. *International Journal of Technology and Design Education*, 1998, 8(3) : 203-220.
- [21] Kimbell R, Stables K, Green R. *Understanding practice in design and technology: developing science and technology education* [M]. Buckingham: Open University, 1996.
- [22] Layton D. *Technology's challenge to science education: cathedral, quarry or company store* [M]. Publisher: Open University Press, 1993.
- [23] American Association for the Advancement of Science [AAAS]. *Benchmarks for science literacy* [M]. New York: Oxford University Press, 1993.
- [24] Jones A, Compton V. Towards a model for teacher development in technology education: from research to practice [J]. *International Journal of Technology and Design Education*, 1998, 8(1) : 51-65.
- [25] Jones A. Recent research in learning technological concepts and processes [J]. *International Journal of Technology and Design Education*, 1997, 7(1/2) : 83-96.
- [26] McCormick R. Conceptual and procedural knowledge [J]. *International Journal of Technology and Design Education*, 1997, 7(1/2) : 141-159.
- [27] Vygotsky L S, Cole M, John-Steiner V, et al. *Mind in society: the development of higher psychological processes* [M]. 14th ed. Harvard University Press, 1980.
- [28] Murphy P, Hennessy S. Realising the potential - and lost opportunities - for peer collaboration in D&T setting [J]. *International Journal of Technology and Design Education*, 2001, 11(3) : 203-237.
- [29] Welch M, Barlex D, Lim H S. Sketching: friend or foe to the novice designer [J]. *International Journal of Technology and Design Education*, 2000, 10(2) : 125-148.
- [30] McCormick R. Issues of learning and knowledge in technology education [J]. *International Journal of Technology and Design Education*, 2004, 14(1) : 21-44.
- [31] McCormick R, Murphy P, Hennessy S. Problem-solving processes in technology education: a pilot study [J]. *International Journal of Technology and Design Education*, 1994, 4(1) : 5-34.
- [32] International Technology and Engineering Educations Association [ITEEA]. *Standards for technological literacy: content for the study of technology* [M]. Reston, VA: Author, 2000.
- [33] National Research Council [NRC]. *National science education standards* [M]. VA: Author, 1996.
- [34] de Vries M J. *Teaching about technology: an introduction to the philosophy of technology for non-philosophers* [M]. 2005 ed. Springer, 2006.
- [35] de Vries M J. The nature of technological knowledge: philosophical reflections and educational consequences [J]. *International Journal of Technology and Design Education*, 2005, 15(2) : 149-154.
- [36] Mitcham C. *Thinking through technology: the path between engineering and philosophy* [M]. University of Chicago Press, 1994.
- [37] Ministry of Education. *The New Zealand curriculum* [M]. Wellington: Learning Media Limited, 2007.
- [38] Lave J, Wenger E. *Situated learning: legitimate peripheral participation* [M]. Cambridge University Press, 1991.
- [39] National Academy of Engineering [NAE], National Research Council [NRC], Pearson G, Young A T. *Technically speaking: why all Americans need to know more about technology* [M]. Publisher: National Academies Press, 2002.
- [40] Wenger E. *Communities of practice: learning, meaning, and identity* [M]. 1st ed. Publisher: Cambridge University Press, 2000.

方瑀绅 台湾师范大学科技应用与人力资源发展学系博士后。台湾 台北 10600。

(收稿日期:2015-07-20;修回日期:2015-08-07)