

· 管理纵横 ·

# 国家自然科学基金重点项目结题成果专利产出 与趋势分析：以浙江大学 2006—2014 年结题 重点项目五年内专利成果为例

陈良<sup>1</sup> 张建新<sup>2\*</sup> 孙凯<sup>3</sup> 项品辉<sup>1</sup> 谢崇波<sup>1</sup>

(浙江大学 1. 科学技术研究院, 2. 工业技术转化研究院, 3. 医院管理办公室; 杭州 310058)

**[摘要]** 国家自然科学基金资助项目研究成果产出评价是科学基金管理决策的重要依据,其中专利是研究成果的主要形式之一。本文以 2006—2014 年结题的浙江大学国家自然科学基金重点项目为例,对项目实施过程与结题后五年内的科研专利产出情况进行比较分析。基于数据挖掘技术,建立科学基金成果转化评价原型系统,分别从项目所属学部、执行年度范围等角度,分析了项目实施过程与结题后 5 年内的专利产出趋势,以期为科学基金项目的成果产出绩效评价提供案例参考,同时为依托单位加强科学基金项目管理提供借鉴。

**[关键词]** 科研绩效评价;专利产出;自然科学基金;重点项目;数据挖掘

国家自然科学基金(以下简称自然科学基金)重点项目是科学基金项目资助体系的重要组成部分,主要支持科学技术人员针对已有较好基础的研究方向或者学科生长点开展深入、系统的创新性研究,促进学科发展,推动若干重要领域或者科学前沿取得突破。经过多年发展,自然科学基金重点项目已经资助了一大批优秀的科学家,许多资助项目取得了令人瞩目的创新成果,在诸多领域实现了基础研究重大突破。如何科学计量已结题项目的科研成果产出,对更好评价自然科学基金重点项目的资助绩效具有重要意义。

科研成果转化研究近年来已成为世界各国科技政策研究的热点,国内外学者从政府、基金资助机构、高校和企业等维度对此进行了研究。Rory<sup>[1]</sup>以美国 1950—2001 年的面板数据为研究对象,从资源、制度、金融、商业和人力资本与高校知识溢出绩效等方面,对美国校企导向和技术转移、溢出绩效之间的关系进行了探索;Rosa<sup>[2]</sup>利用英国联合研究计划的产学研合作数据对产学研合作的经济绩效进行了实证分析。杨迎平<sup>[3]</sup>较早地阐述了影响科研成果转化的问题,提出了决定科研成果转化的因素有社

会环境、科技成果自身的特点、人的观念、人力条件及人力结构、资金等。周克刚<sup>[4]</sup>提出科研成果转化率低主要是因为高校缺乏课题开发的自主性、高校的有限资源分散、课题与市场不吻合、科技管理政策不完善、中介机构服务不健全等原因造成的。梅姝娥<sup>[5]</sup>从高校科研工作特点与技术创新活动之间的差别、技术交易特点和交易需要具备的条件,以及我国企业技术吸收能力现状等方面,分析了阻碍高校科研成果转化的障碍因素;周云祥<sup>[6]</sup>从科技成果交易信息不对称、科技成果价值标准评估、科研开发的定位、资金投入不足等方面研究了科研成果转化的制约因素。廖述梅<sup>[7]</sup>用 SFE 方法测算了我国 27 个省市从 2000—2006 年的高校科研成果转化效率,同时通过非效率因素分析发现了诸如专利、地区人均研发投入等影响科研成果转化的内外部因素。其他学者采用 DEA 方法<sup>[8]</sup>、主成分分析法<sup>[9]</sup>、ANP 方法<sup>[10]</sup>、模糊评价法<sup>[11]</sup>等对科研成果转化进行了评价。以上研究发现,国内外自然科学基金资助机构对科研成果转化的内涵和边界有明确的界定,已有许多学者通过数据和模型研究了科研成果转化中政府、基金资助机构、高校和社会企业之间的关系,分析了

收稿日期:2018-12-29;修回日期:2019-03-15

\* 通信作者,Email:kjczjx@zju.edu.cn

他们的影响机制。国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)目前对科学基金项目成果转化暂无明确要求,也缺乏相应的跟踪和激励措施。

自然科学基金的项目成果,包括论文、专著、软件、标准、重要报告、专利、数据库、标本库及科研仪器设备等形式,其中专利是主要的产出形式之一,专利的产生和转化情况可以从有效反映重点项目的资助绩效,从一个方面能够反映资助项目成果的转化和推广前景。本文结合浙江大学2006—2014年结题的自然自然科学基金重点项目的科研产出情况,建立自然科学基金成果转化评价原型系统,对资助数量、领域分布以及专利产出等情况进行系统分析,以期自然科学基金项目的成果产出绩效评价提供案例参考,同时为依托单位加强自然科学基金项目管理提供借鉴。

## 1 资助总体情况

2006—2014年,浙江大学完成结题的自然自然科学基金重点项目数为90项。自然科学基金重点项目从2011年开始调整资助期限,由原先的4年延长为5年,故2015年没有结题项目,因此本文统计样本项目截至结题年度为2014年。2006—2014期间各年度自然科学基金重点项目的结题数量和项目的资助经费如图1所示。可以看出,随着国家对基础研究投入的持续增加,自然科学基金重点项目的资助强度基本上呈逐年快速上升态势,从2006年结题6项总经费为800万元,到2014年结题6项总经费达到1400万元。浙江大学2006—2014年平均每年结题的重点项目为9项,平均每项重点项目经费为172万元。

从学部分布看,数理科学部7项,化学科学部15项,生命科学部20项,地球科学部4项,工程与材料科学部23项,信息科学部12项,管理科学部4项,医学科学部5项。



图1 浙江大学2006—2014年结题的自然自然科学基金重点项目情况

## 2 科学基金重点项目结题专利产出获取方法

### 2.1 科学基金重点项目专利产出统计概述

本文选用重点项目实施期间及结题后一定时间内的专利作为成果转化指标,分析重点项目的成果产出情况。通过对浙江大学2006—2014年结题的自然自然科学基金重点项目结题报告分析可以掌握每个项目在结题时所产生的专利信息,同时通过国家知识产权局官网等专利信息网站可获取专利产出的年份等信息,因而可得出每个重点项目在实施期限内每个年度的专利产出数量。而结题后专利成果数据的获取,则存在着来源分散、统计缺失和相关性模糊等客观问题,没有相关报告或渠道可统计这些项目结题后产生的后续专利情况,因此,需要利用数据挖掘算法建立专门的方法和模型来进行统计和跟踪。

### 2.2 科学基金重点项目结题专利产出统计方法

本文拟采用马尔科夫假设、W-M算法与倒引排序相结合的方法,获取浙江大学2006—2014年结题的自然自然科学基金重点项目的后续专利产出分布情况。首先根据依托单位科研管理部门统计信息,获取浙江大学90份结题报告,涵盖数理、化学、生命、地球、工程与材料、信息、管理、医学等八大学部,获取基金负责人、参与人、项目名称、项目实施年份、资助经费以及项目研究内容关键词等信息。利用专利检索工具获取这些项目负责人和参与人在项目实施截止日期之后五年的专利产出数据,采用马尔科夫假设构建语言二元模型,生成有向无环图,然后根据动态规划查找最大概率路径,找到基于词频切分组合,实现专利信息的分词过程。采用倒排索引的方法,实现“单词-文档矩阵”的存储,建立文本信息、文档编号、单词编号存储文件,通过倒排索引,可以根据单个字词快速获取包含这个单词的文档列表,形式如图2所示。

倒排索引实现倒排列表顺序存储在磁盘文件中,方便读取和索引,例如,文档内容包含复杂装备制造设计、复杂产品研发、产品大批量定制等关键词,文档编号分别是1、2、3,则通过上述方法实现的索引如图3所示。

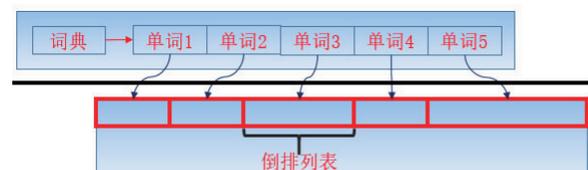


图2 倒排索引示意图

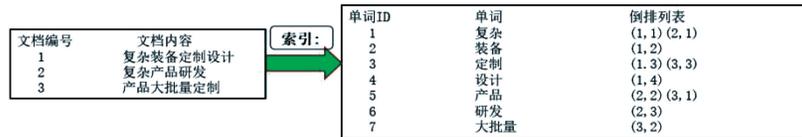


图3 索引列表示意图

通过上述算法实现对自然科学基金项目负责人、参与人所承担的重点项目关键词和重点项目结题5年内的专利分词,然后利用W-M算法,实现自然科学基金项目关键词与对应专利的匹配,如果匹配,说明产出专利属于重点项目产出,如果不匹配说明产出的专利与重点项目研究内容不相关。通过对专利关键词构建索引列表,在索引中查询基金项目关键词中出现与否,则可以实现基金项目与专利信息的相关性匹配,作为用于自然科学基金项目专利成果转化评价的初步数据。进一步通过相关学科或领域专家的参与,评判专利与结题基金的相关性,以确保获得精确的项目结题专利成果。

### 3 浙江大学2006—2014年结题的自然科学基金重点项目专利产出情况

#### 3.1 自然科学基金重点项目执行期间专利产出趋势

浙江大学2006—2014年结题的自然科学基金重点项目在执行期间和基金结题后五年内,各学部专利平均产出如图4所示。

根据图4可以得出,数学学部的自然科学基金重点项目在执行期间平均每年产出专利数目为1,结题后五年平均每年产出相关专利1.2项;化学学部、生命科学部、地球科学部、工程与材料科学部、信息科学部、管理科学部和医学科学部则对应在执行期间平均每年产出为7.15、1.43、2.5、10、15.4、无和1项专利,在结题后五年内平均每年产出为17.23、6.75、1.43、27.91、20、0和0项专利。工程与材料、信息科学部的重点项目在执行期间专利产出较高,主要

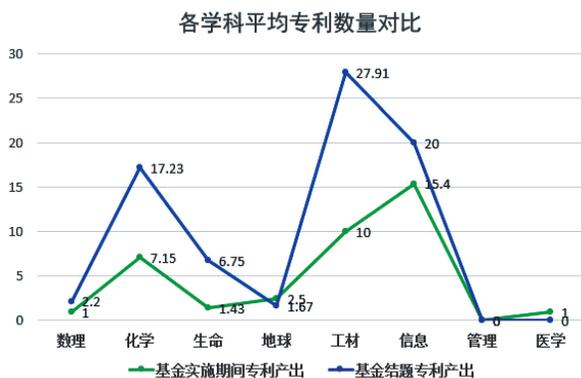


图4 浙江大学2006—2014年结题的重点项目平均专利产出按学部分布

由于这两个学部的学科设置与工程应用的关系更为紧密,更易实现成果的转移转化。在重点项目实施完成五年内,化学科学部、工程与材料科学部及信息科学部在对应项目研究中也较高的专利产出。

#### 3.2 自然科学基金重点项目结题后专利产出按年度分布

浙江大学2006—2014年结题的自然科学基金重点项目,在结题后五年内每年产出专利总数与累计专利分布如图5所示。

由图5可看出,2006—2014年结题的90个自然科学基金重点项目,在项目结题后第一年到第五年的专利产出分别为203项、201项、161项、138项、80项,专利总产出累计和如图5右侧所示,五年共计有783项,平均每项接近9个专利产出。重点项目结题后专利每年产出呈现逐年下降趋势,第一年与第二年产出占比约26%,而第五年则占约10%。图5表明,重点项目在结题后对研究的激励作用依然十分突出,尤其是在结题3年内,90个重点项目的专利产出为565项,占比达到72%。

#### 3.3 自然科学基金重点项目结题后专利产出按学部分布

浙江大学2006—2014年结题的自然科学基金重点项目,在结题后五年内的专利产出,按自然科学基金委八个学部的分布如图6所示。

由图6可以得出,化学科学部在基金项目结题后第一年产出的专利较多,约占35%,工程与材料科学部五年中专利产出比较均衡,而信息科学部在基金结题后第二年专利产出最高,占比约为41%;化学科学部的重点项目在结题后第五年的产出占比为1%左右,这与化学学科研究的自身规律相关,化学相关学科的科研产出与科研投入呈明显的正相关。对工程与材料科学部而言,由于其学科的工程应用属性,设备实验购置后,后续研究针对实验装置、设备的改进等对资金花费较小,并且工程应用专利推广以及专利产出相对容易,因而五年中都会有较多的专利产出。对信息科学部而言,专利的产出围绕技术更替以及理论更新来进行,随着时间发展和科技进步,围绕重点项目立项相关内容的专利产出可能会呈现减少的趋势。

### 4 自然科学基金成果转化评价分析原型系统

对前述的项目结题专利产出获取方法进行技术

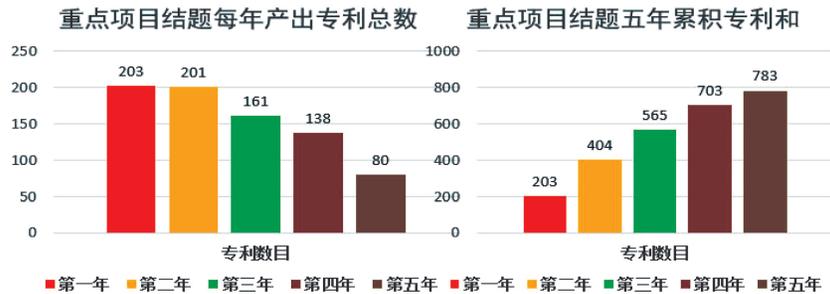


图5 浙江大学2006—2014年结题的重点项目结题后专利产出按年度分布

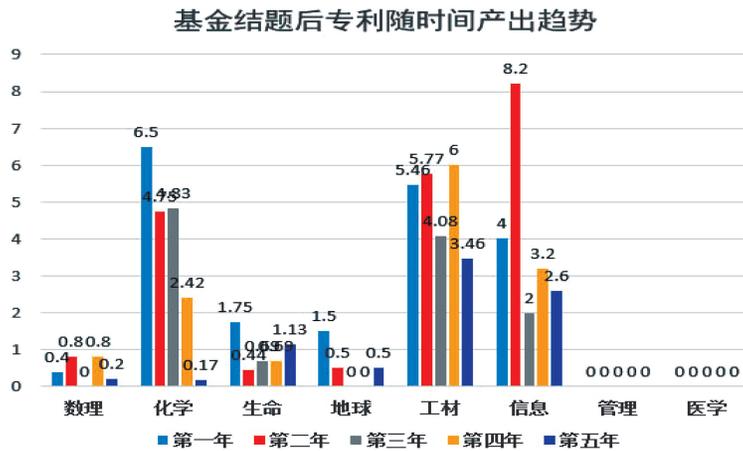


图6 浙江大学2006—2014年结题的重点项目结题后专利产出按学部分布



图7 自然科学基金成果转化评价原型系统

实现,搭建自然科学基金成果转化评价原型系统,如图7所示。自然科学基金成果转化评价原型系统主要包括基金查询、基金标题关键词分词、基金产出专利检索、专利分词、模糊匹配、专家判断等功能,通过相应工作窗口给出基金基本信息(项目名称、执行年限、累计拨款等)和相应的专利产出信息、专利传出匹配结果等。

以2009年初开始实施,2012年底结题的由中国工程院院士谭建荣教授负责的《复杂机电产品质

量特性多尺度耦合理论与预防性控制研究》为例,项目名称显示框中可以详细显示基金的相关信息,基金分词实现自然科学基金项目关键词的提取,专利信息也以分词形式显示。通过执行基于W-M算法模糊匹配,实现项目结题后与对应专利的匹配,初步获取用于科学基金项目成果转化评价的成果数据。在此基础上,通过原型系统提供的专家判断功能,纠正模糊评价所造成的匹配误差,对结果进行修正,以获得更加相关、准确的结题后专利成果。

### 5 结语

通过对浙江大学2006—2014年结题的自然科学基金重点项目专利产出情况分析,可知自然科学基金的投入与专利的产出呈明显的正相关。随着自然科学基金总体投入的增长和单个重点项目资助强度的增加,自然科学基金的成果专利总数呈现明显的上升。但不同学部项目的专利成果产出也存在着明显的差异,主要表现为:

第一,不同学部项目的专利产出效率存在明显不同。偏向基础理论研究的学科,在项目执行期及结题后产出的专利相对较少,比如数理科学部在项目执行期间年均产出专利1项,结题后五年内年均产出相关专利1.2项,地球科学部分别是2.5项、1.67项。偏向工程应用的项目专利产出则要高很多,其项目执行期间与

结题后五年内年均产出专利分别为工程与材料科学部 10 项、27.91 项,信息科学部 15.4 项、20 项,这些领域的科学基金项目在专利产出方面具有更强的持续性。

第二,项目结题后五年内的专利产出在不同学部间呈现出不同趋势和特点。化学科学部在结题后第一年产出的专利较多,约占 35%,此后四年逐年较快递减;工程与材料科学部五年中专利产出比较均衡,而信息科学部在基金结题后第二年专利产出最高,占比约为 41%。可见,与相近年份经费投入密切相关的实验性化学学科,工程专利推广应用需求较多的传统工程学科,和技术更替及理论更新较快的信息学科,这些不同学科之间的专利成果产出周期性趋势存在明显不同,自然科学基金委可根据不同学科成果产出的周期性特点,选择适合的经费资助模式。

第三,专利成果统计对其他成果形式的产出研究具有重要参考价值。科研成果包括论文、专著、专利、软件、标准等多种形式,在专利成果产出统计的基础上,进一步对自然科学基金项目结题的多种成果进行综合统计分析,同样具有重要价值。结题后续成果有利于考察科学基金项目的资助绩效,同时也可为后续项目的评审和资助提供量化参考依据,建议自然科学基金委对其他自然科学基金项目资助成果形式如论文、专著、软件、标准等建立更全面的成果跟踪研究。

我国在从知识产权大国向知识产权强国发展的道路上,科学基金发挥了至关重要的作用,但也要认识到不同学科之间在科研成果产出效率、周期性趋势以及成果形式所占比重上的差异。自然科学基金委应根据不同学科的特点制定相应的科研成果绩效

综合评价方法,制定更科学合理的科研成果导向政策,推动国家自然科学基金事业健康稳定发展。

**致谢** 本文工作得到国家自然科学基金(项目批准号:L1724005),浙江省自然科学基金(项目批准号:LS17G03003)资助。

### 参 考 文 献

- [1] O'shea RP, Allen TJ, Chevalier A, et al. Entrepreneurial orientation, technology transfer and spin off performance of U. S. universities. *Research Policy*, 2005, 34(7): 994—1009.
- [2] Rosa G, Nick von Tunzelman. Assessing collaborative, pre-competitive R&D projects, the case of the UKLINK Scheme. *R&D Management*, 2010, 32(2): 165—173.
- [3] 杨迎平. 影响高校科技成果转化几个因素. *研究与发展管理*, 1994, (3): 1—3.
- [4] 周克刚. 加快高校科技成果转化的对策探讨. *湖南大学学报(社会科学版)*, 2005, 19(2): 54—56.
- [5] 梅姝娥, 仲伟俊. 我国高校科技成果转化障碍因素分析. *科学学与科学技术管理*, 2008, 29(3): 22—28.
- [6] 周云祥. 论高校科技成果转化的制约因素及促进措施. *中国高校科技与产业化*, 2010, (11): 18—19.
- [7] 廖述梅, 徐升华. 我国校企技术转移效率及影响因素分析. *科学学与科学技术管理*, 2009, 30(11): 52—56.
- [8] 陈腾, 叶春明, 沈杰. 基于 DEA 方法对高校科技成果转化效果评价. *情报科学*, 2006, 24(8): 119—1201.
- [9] 成玉飞. 我国高校科技成果转化过程及评价研究——以天津市为例. 石家庄: 河北工业大学, 2008.
- [10] 刘威, 陈艾菊. 基于 ANP 的高校科技成果转化绩效评价. *科技管理研究*, 2008, 28(6): 192—194.
- [11] 阎为民, 周飞跃. 高校科技成果转化绩效模糊评价方法研究. *研究与发展管理*, 2006, 18(6): 129—134.

## Analysis of patent output and trend of the results of Key Projects of NSFC: case study on Key Projects accomplished by Zhejiang University from 2006 to 2014

Chen Liang<sup>1</sup> Zhang Jianxin<sup>2</sup> Sun Kai<sup>3</sup> Xiang Pinhui<sup>1</sup> Xie Chongbo<sup>1</sup>

(1. *The Sci-Tech Academy*, 2. *Industrial Technology Research Institute*,  
3. *Medical Management Office, Zhejiang University, Hangzhou 310058*)

**Abstract** Research output evaluation is an important basis for NSFC management decision-making, and patent is one of the main forms of research results. Taking the NSFC Key Projects of Zhejiang University, which were completed in 2006—2014, as an example, this paper establishes NSFC achievement transformation evaluation prototype system, and compares and analyzes the project scientific research patent output from the perspective of the project-related faculty and the annual scope of implementation. Using data mining and other technologies, the paper analyzes the patent output of the project implementation process and the patent output trend after the project is completed, in order to provide case reference for the performance evaluation of the results of NSFC projects, and strengthen the NSFC projects management for the supporting unit.

**Key words** scientific research performance evaluation; patent output; NSFC; Key Projects; data mining