

数理学部青年科学基金评价模型与实证研究

王艳芳¹, 刘云¹, 刘喜珍²

(1.北京理工大学 管理与经济学院, 北京 100081; 2.国家自然科学基金委员会, 北京 100083)

摘要:以国家自然科学基金委员会数理学部资助的青年科学基金项目为对象,从资助项目的资金增长情况、学科分布、获资助单位的性质和隶属关系、获资助者的专业职务结构四个方面分析了青年科学基金自成立以来,在数理学部的资助情况。并基于知识生产函数建立了绩效评价模型测度体系,对数理学部青年科学基金的投入产出进行了实证研究,得出数理学部不同学科不同阶段的青年科学基金项目的绩效水平。

关键词:青年科学基金; 数理科学; 知识生产函数; 绩效评价

中图分类号: F224.0; C935

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2010)04-0019-04

数理学部是基础研究领域的重要学部,青年科学基金量大面广,自设立以来,在培养青年科研人才、稳定青年队伍、培育后继人才、扶持独立科研、激励创新思维,不断增强青年人才勇于创新 and 开展协同研究能力方面发挥了重要作用^[1]。根据国家自然科学基金资助项目 1987~2000 年统计汇编资料^①,用于支持青年科学基金的经费已由 1987 年的 342.5 万元增加到 2008 年 9.4 亿元,资助项目数从 1987 年的 97 项,到 2008 年的 4 757 项,资助经费增长速度远远高于当年国家财政支持基金的增长速度。这充分体现了,基金委认真落实人才强国战略,稳步推进创新人才资助工作,大力扶植青年人才,继续实施扩大规模、稳定强度的资助政策。

国家自然科学基金委员会作为我国政府资助基础研究的重要机构,是我国建设创新型国家战略中关键的一个环节。科学基金绩效评估既是我国政府绩效改革的一个重要组成部分,同时对于引导我国政府绩效管理和绩效评估,也起着良好的带头作用。

科学基金绩效评估在微观方面可以及时总结与发现项目执行过程中存在的普遍性问题,有利于进一步选择优秀项目并管理好项目,提高管理决策水平;在宏观方面,通过评估发现新的学科生长点与有创新思想的研究领域,有利于优先资助领域和重点项目的遴选^[2]。同时通过评估及时掌握总体绩效,调整科研资金与研究人员的投入,使其绩效达到最佳。

为此,本文首先分析了 1987 年以来数理学部青年科学基金项目的资助情况,首次运用知识生产函

数对数理学部青年科学基金项目建立了评价模型,并对 2000~2005 年数理学部立项的青年科学基金项目的投入产出进行了实证研究,分析了数理学部不同学科处青年科学基金项目的绩效水平。

一、数理科学部青年科学基金资助情况分析

(一)项目数与项目经费增长情况

截止到 2008 年底,基金委数理学部数学、力学、天文学、物理、物理 II5 个学科已资助青年科学基金项目共 2 883 项,总资助金额 41 434.05 万元^②。从基金启动以来,经费由 1987 年的 56 万元增长到 2008 年的 9 664 万元,资助项目数从 1987 年的 19 项增长到 2008 年的 483 项。

从图 1 可以看出,1987~1990 年阶段,项目数呈增长趋势,而 1991~2001 年阶段,项目数相对变化比较平缓,2002~2008 年项目数呈快速增长趋势。图 2 显示了基金启动以来的资助强度变化情况,2007 年

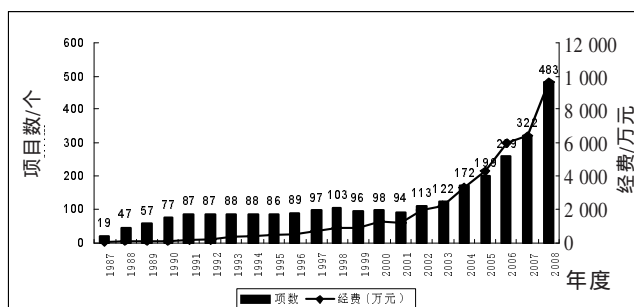


图 1 1987~2008 数理学部青年科学基金资助情况

收稿日期: 2010-01-26

基金项目: 国家自然科学基金委数理学部主任基金项目(J0910015)

作者简介: 王艳芳(1985—),女,硕士研究生;刘云(1963—),男,教授,博士生导师。E-mail: wyfwoaiwojia@126.com

①国家自然科学基金委员会.国家自然科学基金委员会年度报告[R].1987~2008.

②国家自然科学基金委员会编.1987~2008 年间各个年度的国家自然科学基金资助项目统计资料.

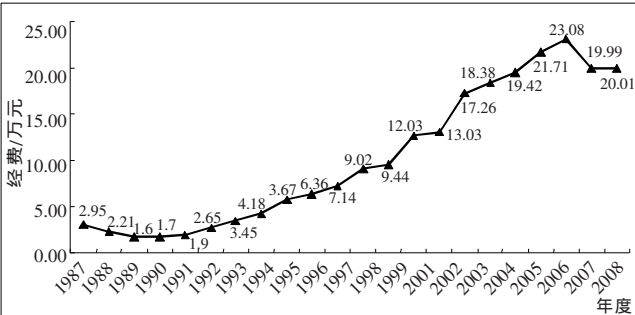


图2 1987~2008年数理学部青年科学基金资助强度变化情况

以前的阶段,项目单项经费一直呈快速增长趋势,2007年起,基金委适时地将青年科学基金明确定位于人才基金,并将青年科学基金项目的资助强度进行下调,数理学部青年科学基金项目2006年的平均资助强度为23.08万元,2007年下调到19.09万元,项目资助率在数理学部的变化不大,维持在30%左右。

(二)项目数、经费按学科分布情况

从数理学部青年科学基金项目的资助项目数和资助经费的学科分布来看,数学学科的项目数比重位居第一,但是其经费比重仅占第三;除数学外,力学、天文学、物理I学科、物理II学科的费用比重均高于各自的项目数比重。上述特征与各学科基础研究青年人才和基础研究特点是相关的,如表1所示。

表1 1987~2008年数理学部青年科学基金资助项目和经费的学科比较

学科	数学	力学	天文	物理 I	物理 II
资助项数	983	703	127	624	446
资助经费(万元)	8 129.4	11 360.9	2 679.1	11 715.7	7 549
资助强度(万元/项)	8.3	16.2	21.1	18.8	16.9

从各学科国家青年科学基金资助项目的平均资助强度来看,数学学科的平均资助强度较低,为8.3万元左右,这是有其合理性的,因为数学学科大多属于纯理论研究,研究成本相对较低。力学、物理I、物理II学科的平均资助强度相差不是很大,分别为16.2万元、18.8万元、16.9万元;天文学科的项目平均资助强度为21.1万元,居第一位,这表明这几个学科理论和实验研究的青年人才人数较为协调。说明数理学部评审工作中对于学科失衡的缓解是卓有成效的。

(三)项目数、经费按承担单位性质和单位隶属关系分布

数理科学部国家青年科学基金承担单位集中在高等院校和科研单位,项目数比例分别约占78%与22%,其中高等院校比较占优势,其经费比重为74%。从单位的隶属关系来看,我国数理科学基础研

究的青年研究人员主要分布在国家教委所属重点高校和中科院有关研究所。这两个系统的项目数比例分别为45%和24%,经费比例分别为43%和27%。

(四)数理科学部青年科学基金获得者的专业职务结构

表2 数理学部青年科学基金项目负责人专业职务统计

年度	教授级	副教授级	高级工	讲师级	助教级	其他
1987	0	3	0	9	7	0
1991	2	13	0	61	0	11
1995	4	52	0	30	0	0
1999	6	54	0	36	0	0
2003	8	53	1	59	0	1
2007	11	109	2	196	4	0

注:此表为1987年以来,数理学部青年科学基金每隔3年的项目负责人专业职务统计情况。

从表2可以看出,数理学部获得资助的青年科学基金项目,负责人大部分是中级职称或副高级职称。正高级职称人员所占比例很少,主要是因为35岁以下的年龄限制,以及可以获得更多的其他人才培养计划的资助;初级职称获得资助的比例很少,可能主要是“能独立开展研究工作”这一条件的限制。随着我国博士学位获得者的数目不断增加,如何使大量获得博士学位的青年人及时得到资助或有机会接受进一步的训练,早日成长为独立的科研人员,也是青年科学基金目前所面临的重要问题之一。

二、基于知识生产函数的绩效评价模型

知识生产函数^[3](Knowledge Production Function, KPF)最初是Griliches在利用生产函数估算R&D对于经济增长的贡献时提出来的。

$$\text{output} = A \times \text{input}^\alpha \tag{1}$$

其思想是,科研产出依赖于科研的投入,即科研的产出与科研的投入之间有确定的函数关系,这种关系是指数形式的。应用大量的科研投入产出数据进行研究就可以找到这种指数关系。

为了便于研究,可以把这种指数关系经过对数变换,简化为线性关系。

$$\ln \text{output} = \ln A + \alpha \ln \text{input} \tag{2}$$

基于知识生产函数的青年科学基金项目绩效评估就是基于这种关系,综合考虑投入产出要素对青年科学基金项目进行绩效评价。投入要素不但要考虑简单的一种要素,而是要考虑几种投入要素的投入量和要素之间的配比关系^[4]。

$$\ln \text{output} = \ln A + \sum \alpha_i \ln \text{input}_i \tag{3}$$

其中, input_i 表示第 i 种要素的投入量, α_i 表示第 i 种要素的指数,每种要素的配比关系通过 $\alpha_1, \alpha_2,$

$\cdots, \alpha_i, \cdots, \alpha_n$ 之间的比例关系来表示。

对于青年科学基金项目,一般只考虑最重要的投入要素,即资助基金额和投入的科研人员数量。那么上式可以表达为

$$Q=AK^{\alpha}L^{\beta} \quad (4)$$

两边取对数,则

$$\ln Q=\alpha \ln K+\beta \ln L+c \quad (5)$$

其中, Q 表示科技产出, K 表示投入的资助资金, L 表示投入的研发人员, α 和 β 分别表示投入的资助资金和研发人员的指数。由于资助资金和投入的研发人员的对于科技产出的贡献是正的,所以 $\alpha>0, \beta>0$ 。

三、数理学部青年科学基金绩效评价模型的测度体系构建

采用投入产出模型作为绩效评价的基础模型,首先要建立投入产出的结构化指标体系。即研究资金投入和研究人员投入以及对应产出的指标体系。根据数理学部青年科学基金项目科技投入的主要来源和产出的构成特点,将各类纷繁复杂的科学技术指标归并到表3的投入产出指标中。

表3 筛选后的投入产出指标

一级指标	二级指标	一级指标	二级指标
资金投入	资助总额	论著级别	SCI
			EI
研究人员构成	高级	人才培养	博士后
	中级		博士
	初级		硕士

确定指标权重是评估的关键性步骤,对于不同的指标分别采用了熵权法^[5]和专家调查法确定权重。对于不能明确判断其等级性质的不同的指标类别使用熵权法测定其权重,对于可以明确判定等级的指标可以采用专家调查法来进行。在本研究中产出的两个一级指标论著和人才培养包含着不同的信息,但又具有一定的相关性,难以人为确定其权重,所以采用熵权法确定其权重。研究人员构成中的高级、中级、初级、博士后、论著中的SCI/EI以及人才培养中的博士后、博士、硕士等二级指标采用专家调查法赋予权重,很多学者在其研究中对研究人员构成、论著和人才培养的二级指标通过专家调查达成共识,并且已经有明确的结论,因此本研究可以直接应用那些指标的权重计算。得到赋予权重的评价指标体系如表4所示。

四、实证研究及参数分析

选取数理学部从2000~2005年立项的青年科学基金项目投入产出数据,按照表4给出的量度指标和权重设置,将标准化后的数据代入式(5),以

表4 基于知识生产函数的投入产出指标权重

项目	一级指标	二级指标	权重
投入	资金投入(K)	资助总额	1.00
		高级	0.38
	研究人员构成(L)	中级	0.30
		初级	0.08
		博士后	0.24
产出(Q)	论著(0.47)	SCI	0.80
		EI	0.20
	人才培养(0.53)	博士后	0.60
		博士	0.30
		硕士	0.10

$\ln Q'$ 作为因变量,以 $\ln K'$ 和 $\ln L'$ 作为自变量,应用SPSS13.0软件对这六年间不同学科的投入产出数据进行回归,得到 $\ln K'$ 的弹性 α 和 $\ln L'$ 的弹性 β ,分别是0.377和-0.38,常数项等于-0.891。即得到数理学部2000年到2005年立项的青年科学基金项目资金投入、研究人员投入和产出之间的函数关系满足:

$$\ln Q'=0.377 \times \ln K'-0.38 \times \ln L'-0.891 \quad (6)$$

利用上式求出与每个样本的投入相对应的产出 $\ln Q^*$ 的值,再利用公式

$$Q'=\exp(\ln Q') \quad (7)$$

求出理想的科技综合产出值。将实际的产出与理想产出相比较,得到数理学部每个学科每年的绩效水平^[6]。

$$P=\frac{Q}{Q'} \quad (8)$$

由表5可以看出数理学部五个学科的青年科学基金项目表现出不同的绩效特征。总体上最大的绩效值出现在数学学科处,为2.39;最小的绩效值出现在力学学科处,为0.25。五个不同学科青年科学基金项目绩效,从2000~2005年大都呈现增长趋势,只有2003年立项的项目,不同学科均呈现了绩效下降的情况。

表5 数理学部不同学科2000~2005年青年科学基金项目绩效 P 值

科目	2000	2001	2002	2003	2004	2005
数学	1.11	1.15	1.23	1.17	1.77	2.39
力学	0.25	0.28	0.30	0.28	0.58	1.14
天文	0.56	0.55	1.12	0.89	1.10	1.42
物理 I	0.66	0.63	1.26	1.16	1.95	1.47
物理 II	1.02	0.69	1.21	1.10	1.71	1.60

平均起来看,数学学科的平均绩效最高,达1.47,力学学科的平均值最低,为0.47。绩效从高到低排名顺序为数学学科、物理II学科、物理I学科、天文学科、力学学科。其中数学、物理II、物理I的绩

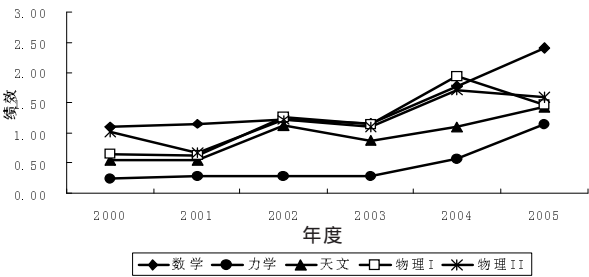


图3 数理学部不同学科 2000~2005 年青年科学基金项目绩效 P 值变化情况

表6 数理学部不同学科青年科学基金项目绩效 P 值排名

排名	学科	平均 P 值
1	数学	1.47
2	物理 II	1.22
3	物理 I	1.19
4	天文	0.94
5	力学	0.47

效水平 P 值在 1 以上,而天文和力学绩效水平 P 值在 1 之下。

五、总结

科研机构是一个多投入、多产出的复杂组织,不同类型的学部、不同的学科产出形式差异很大。数理科学是自然科学中的基础科学,是当代科学发展的先导和基础,具有很强的探索性和创新性,与其他科

学有着广泛的交叉,例如数学与信息科学、生命科学、管理科学、物理学与材料科学、生命科学、信息科学、化学、天文学与地球科学、力学与工程科学、材料科学、地球科学等都有大量的交叉。其研究进展和重大突破,不仅推动了自身的发展,也为其他学科的发展提供理论、思想、方法和手段。根据基础研究类的特点,确定了将论文 SCI、EI 检索数量、人才培养情况作为科技产出的绩效评价指标,符合此类基础研究的组织目标,同时也符合青年科学基金稳定青年队伍、培育后继人才的战略定位。

在本文第二部分,提出基于知识生产函数的绩效评价模型的假设:由于资助资金和投入的研发人员的对于科技产出的贡献是正的,所以 $\alpha>0,\beta>0$ 。但在实证研究中,通过数理学部 2000 到 2005 年五个不同学科的项目研发资本和科研人员投入回归分析后发现,代表资本 K 产出弹性 α 为正,而反应科研人员投入 L 的弹性 β 为负。从表面上看这并不符合知识生产函数的假设条件,但是从研究人员变化情况及其深层次原因分析,这也具有合理性。L 并不代表研究人员数量,而是由不同层次的研究人员按照一定权重加权得到的。当 $L<1$ 的时候,科研人员投入对科技产出才是正的贡献,因此要注意各项目组人员投入配比,尤其对于青年科学基金,旨在培养青年科研人才,锻炼了青年科研人员的科研能力,为他们的科研启航提供机会。

参考文献:

[1] 吕群燕,张农,李东,唐郁. 青年科学基金相关政策研究[J]. 中国科学基金, 2008(3):162-166.

[2] 王任飞. 科学基金绩效评价研究[D]. 长沙:湖南大学,2008.

[3] Z Grilichesl. Issues in assessing contribution of R&D to productivity growth[J]. Journal of Economics, 1979(10):92-116.

[4] 赵红专,翟立新,李强. 知识生产函数及其一般形式研究[J]. 经济问题探索,2006(7):12-15.

[5] 高孝伟. 熵权法在教学评优中的应用研究[J]. 中国地质教育 2008,4(68):100-104.

[6] 翟立新. 基于知识生产函数的公共科研机构绩效评估研究[D]. 北京:北京理工大学,2005.

[7] 刘喜珍,王艳芳,刘云. 数理科学部青年科学基金资助绩效分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2009,30(12):124-128.

Construction and Empirical Research of Performance Evaluation Model of Young Scientists Fund in Mathematical and Physical Department

WANG Yan-fang¹, LIU Yun¹, LIU Xi-zhen²

(1. School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081;
2.National Natural Science Foundation of China, Beijing 100081)

Abstract: Focusing the study on the projects of Young Scientists Fund in Mathematical and Physical department, the funding situation was surveyed. A model of the performance evaluation of Young Scientists Fund in Mathematical and Physical Department was constructed based on Knowledge Production Function. And on this basis, the article analyzed the input and output of Young Scientists Fund in Mathematical and Physical department, and found out performance levels in different disciplines at different stages.

Key words: young scientists fund; mathematical and physical department; knowledge production function; performance evaluation [责任编辑:萧姚]