

文章编号: 1003 - 2053 (2006) 02 - 0243 - 06

公共科研机构绩效评价测度体系研究

李 强, 韩伯棠, 翟立新

(北京理工大学管理与经济学院, 北京 100081)

摘 要: 科技过程的复杂性和创新产出的多样性使得对公共科研机构投入与产出的量度难以全面而完整, 因而到目前为止依然没有形成一套相对标准化并普遍适用的测度体系。为此, 本文引入结构化方法和经济学模型, 建立了基于知识生产函数的公共科研机构绩效评价测度体系。应用结果表明, 该测度体系通过量度实际产出和计算理论平均产出, 实现了同类研究机构间横向与纵向的比较, 为公共科研机构的绩效管理提供了更为科学的定量依据。

关键词: 过程——结果方法; 知识生产函数; 公共科研机构; 绩效评价

中图分类号: G311 文献标识码: A

公共科研机构绩效评价是指科技管理部门采用适当的评判标准和评价方法, 对其产出的数量和质量、对经济社会的作用与贡献等方面进行综合评判, 以促进公共科研机构更好地完成组织使命。但科技人才的专业性、科技过程的复杂性、创新产出的多样性等问题使得对科研机构投入与产出的量度难以全面而完整, 因而到目前为止依然没有形成一套国际认可、相对标准化、可普遍适用于公共科研机构绩效评价的测度体系。

公共科研机构绩效评价应建立在统一的概念和标准的结构基础之上, 能够真实地反映科技实力和科技活动, 不论是在投入、过程、产出, 或是它们影响的任一环节。为此, 本文在对现有绩效评价测度和科学技术指标进行分析比较的基础上, 根据我国公共科研机构绩效评价的实际需要, 尝试运用结构化的过程——结果方法对科技投入与产出指标进行分类和界定并建立基于知识生产函数的测度体系, 从而为公共科研机构的绩效管理提供更为科学的定量依据。

1 测度体系分类

公共科研机构绩效评价的测度体系是对公共科研机构绩效的定量或定性描述。郝瑟 (Hauser J.) 和凯特兹 (Katz Metrics) 在综合有关文献的基础上,

将比较关键的测度体系按照创新过程的不同阶段和方面, 分为科技投入及投资测度体系、经济财务测度体系、商业和经营测度体系、文献计量测度体系、专利、同行评议测度体系、组织的战略和管理测度体系、成果阶段测度体系八大类^[1]; 埃利泽·盖斯勒 (Eliezer Geisler) 则指出, 对于科研机构而言, 科学技术的测度体系主要包括文献计量指标、专利指标、共词分析、经济指标、同行评议和投入产出指标六种类型的评价指标, 如表 1 所示^[2]。其他学者也曾试图建立对科学技术测度的分类方法, 但除科学技术投入测度、文献计量学测度和专利测度外, 学者们很难认同其他测度体系, 如卢柯能·格罗诺 (Luukkonen Gronow) 认为不存在一套标准化的可作为常规应用的评价方法^[3], 而 NBER 在一份研究报告中指出, 并没有可以直接量度研发成果的测度体系^[4]。

表 1 科学技术测度体系的种类及测量特征

测度体系的 种类	测量工具的效用特征						测量层次
	准确性	精确性	重复性	容差	偏差	灵敏度	
文献计量指标	高	高	高	高	高	高	定量
专利指标	高	高	高	高	高	高	定量
共词分析	低	高	低	低	高	低	大部分定性
经济指标	低	高	低	高	高	低	大部分定性
同行评议	高	高	低	低	高	低	定性
投入产出指标	高	高	高	低	高	高	定量和定性

收稿日期: 2005 - 07 - 05; 修回日期: 2005 - 09 - 02

基金项目: 国家自然科学基金委主任基金资助项目 (L0225002); 科技部基础性工作专项 (2002DEA30043)

作者简介: 李 强 (1970 -), 男, 河北人, 博士研究生, 研究方向为产业经济。

韩伯棠 (1949 -), 男, 上海人, 教授、博士生导师, 研究方向为战略管理。

翟立新 (1970 -), 男, 山东德州人, 博士研究生, 研究方向为战略管理。



2 科学技术指标

当今世界各国采用众多的指标来测度科学和技术发展的不同层面,这些指标通称为科学技术指标。目前比较有影响的科学技术指标有《主要科学技术指标(MSTI)》^[5]、《科学与工程指标》^[6]、《世界竞争力指标(WCY)》^[7]、以及《量度科学、技术与发明创

造的新科学指标》^[8]等。尽管早在 1978 年联合国教科文组织就提出《关于科学和技术统计的国际标准化建议书 1978》,但正如它在 2002 年的一份报告中所指出的“建立在工业化国家经验之上的指标,有时甚至对较贫穷的国家的科技政策和管理实践会起负面作用”,因而到目前为止依然没有形成一套国际通用的核心指标,如表 2 所示。

表 2 现有科学技术指标比较

指标类别	测度	优势	缺陷
研发投入	投入科研活动的费用和人力资源测量指标	被多数国家所采用;历史记录已经标准化	科技领域、资金来源等分类必须定期更新;国家体系不同导致部门覆盖不同;某些概念难以理解,如全职、兼职、等同全职等;难于估量分别用于研发和其他科技活动的时间
科技产出	技术贸易支付差,高科技贸易和技术传播	可评价科技投入的效益	仅限于对经济的影响;依赖于高度完善和透明的会计体系;只反映相关关系而非因果关系
创新产出	导致技术提高活动的量度		对投入和成本难于分离和测量;有些概念依然不清晰;对没有工商领域统计系统的国家难于采用
出版物	对论文和文献引用的量度	出版物是知识生产的主要产物	没有方法来源手册;对各个国家和语种覆盖不全;引用不能反映出出版物质量,只反映其科技影响
专利	对发明的量度	专利的申请数量和公布数量易于获得	或专利保护的发明比例较低;专利数量不能反映发明的重要性和商业价值

3 基于过程——结果方法的绩效评价测度体系

一般而言,构建科学技术测度体系可以分为这样一些步骤:首先是评估者想要测量什么(如本课题为公共科研机构绩效);其次是通过测量,评估者想要实现什么(在本课题中是加强管理和科学决策);然后是可使用的测度和在此基础上收集数据的手段和工具,最后要对测度体系的有效性和可靠性进行评价。

3.1 模型抽象

要对公共科研机构的绩效进行评价,就必须以某一可行方法为基础,构建相应的测度体系和评价指标。然而,当我们在社会科学、管理科学以及组织科学中讨论科学技术时,它们是复杂和非结构化的现象,这就要求对这些现象构造出概念和定义,并对这些可定义为“不可量化的”维度和变量进行适当的测度,如图 1 所示。因此,测度体系及其下属指标仅仅是抓住现象的一些特定方面,其能够在多大程度上对概念进行实际测度,主要取决于概念的界定、

所选维度的完备性和如何利用指标来测量等相关问题。



图 1 科学技术测度体系模型抽象阶梯图

3.2 过程——结果方法

为恰当描述公共科研机构从资源投入到科技产出的整个科技创新过程,本文将公共科研机构作为社会经济系统中的一个子系统,对创新过程的阶段、各阶段的投入与产出进行区分并重新加以界定,如图 2 所示。其中资源投入指的是在其研发和转化过

程注入的所有资源和强加在科技过程及其环境上的约束;而产出可以有形的物体或者物质性的其他内容,或者组织性、社会性、经济性的现象,也可以是

无形的东西如知识、客户满意度以及由科技带来的其他益处或有害的影响,并可划分为直接产出、中间产出、后续产出和最终产出四类。

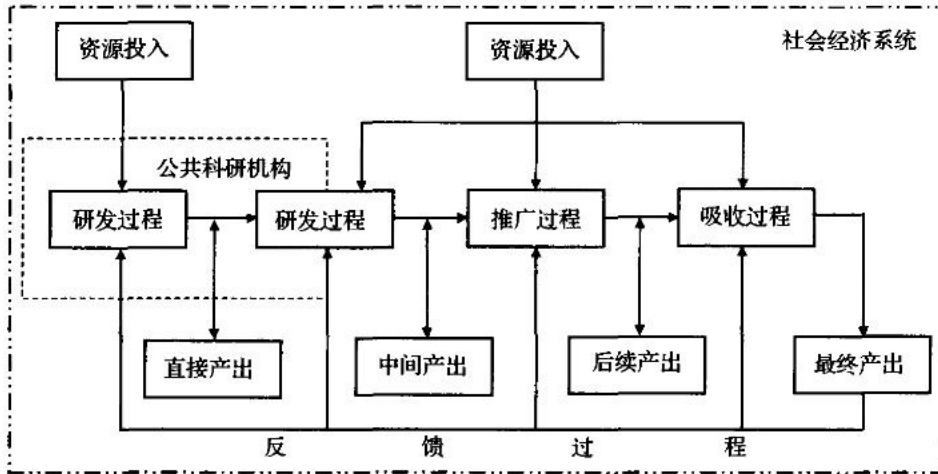


图 2 基于过程——结果方法的投入产出全过程

3.3 指标体系

根据公共科研机构投入的属性特点,本文将纷繁复杂的量度指标归并到科技人力资源投入和研究开发资本投入两大类中去,从而将一组相似的测度标准施用于同一个类别的几种投入。但需要指出的是,由于科研机构分为不同的类型,每一类型的投入与产出又具有各自的特点,因而评价指标体系也应有所区别。本文则根据中科院下属研究所的典型特征,从上述一般指标体系中选取适宜的指标,形成针对特定类型机构的投入产出测度指标体系,如表 3 所示。

3.4 定义绩效水平

知识生产函数的概念最初是由格里里茨^[9]在量度研究开发和知识溢出对生产率增长的影响时提出的,其基本假设是将创新过程的产出看作研发资本投入的函数:

$$\ln(R\&D\ output) = \ln a + b \ln(R\&D\ input) \quad (1)$$

在修正后的 Griliches-Jaffe 知识生产函数模型中,新经济知识(new economic knowledge)是最重要的产出,企业追求新经济知识并将其投入生产过程,而投入变量则包括研发经费投入和人力资源投入:

$$Q_i = A K_i^\alpha L_i^\beta \varepsilon \quad (2)$$

其中:Q表示研发活动强度,K和L分别表示研发经费和科技人力资源的投入,α,β分别为研发资本投入和科技人力资源投入的产出弹性,ε为误差

项^[10]。

从本质上看,公共科研机构是将科技人力资源和研究开发资本等资源投入,通过研发过程的知识溢出使之转化成为论文、专著、专利、成果以及改进的产品和工艺、服务等产出的知识生产系统,因而可以用知识生产函数来评价其绩效:

$$\ln Q = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L + \varepsilon \quad (3)$$

绩效评价就是要对同类科研机构进行优劣比较,而比较的前提是较为科学合理的分类。基于研究开发资本投入对研究机构产出贡献的分类,可将同类科研机构看作是同质的,通过计算该类机构在一定时间段内的α和A,可得到第J类研究所的理论平均产出水平:

$$\bar{Q}_j = A K_j^\alpha L_j^\beta \quad (4)$$

若定义公共科研机构的绩效水平(P)=(实际的产出水平)/(理论平均产出水平),则研究所j的绩效可由下式表示:

$$P = \frac{Q_j}{\bar{Q}_j} = \frac{Q_j}{A K_j^\alpha L_j^\beta} \quad (5)$$

若绩效比值P大于1,说明该科研机构的绩效要好于其一般情况下的平均绩效水平;若绩效比值P小于1,说明该公共科研机构的绩效不仅没有达到一般水平,甚至要比其一般情况下的平均绩效水平还要糟糕。

表 3 公共科研机构投入产出测度指标体系

投入指标	指标构成	量度
科技人力资源 (L)	L ₁ 研究开发人员	当年科技人员投入当量
	L ₂ 人员素质	学历结构, 职称结构
	L ₃ 将帅人才	863、973 计划项目重大科技项目课题组长或首席科学家, 国家杰出青年基金获得者, 国家级奖励获得者, 两院院士及外国国家科学院院士; 国际组织任职, 享受政府特殊津贴等
	L ₄ 在职职工总数	包括专业技术人员、行政管理人员和在册工人
研究开发资本 (K)	K ₁ 事业经费	从财政部门取得的科学事业费、房改经费、公费医疗经费等
	K ₂ 课题经费	国家级课题; 省部级课题; 其他课题; 国际科技合作项目
	K ₃ 设备购置经费	当年用于购置仪器设备的支出
	K ₄ 仪器设备总值	可用科研仪器设备总值
文献计量学测度 (Q ₁)	Q ₁ 论文	Q ₁₁ 发表国际论文篇数
		Q ₁₂ 发表国内论文篇数
		Q ₁₃ SC 收录论文篇数
		Q ₁₄ 被国际上引用篇次
知识产权测度 (Q ₂)	Q ₂₁ 专利	国际、国内专利申请及授权
	Q ₂₂ 其他	被批准一类新药、二类新药, 动植物新品种、新农药、新兽药、新肥料, 软件著作权授权, 制修订并正式发布国际标准、国家标准、行业标准; 重要咨询报告
绩效测度 (Q ₃)	Q ₃₁ 科技奖励	国家最高科学技术奖; 国家三大奖一、二、三等奖; 省部级三大奖
	Q ₃₂ 人才培养	博士后出站、新增正高级职称; 博士毕业、新增副高级职称; 硕士毕业、新增中级职称
	Q ₃₃ 技术扩散	单位对外提供技术转让、技术咨询、技术服务、技术培训、技术承包取得的收入
	Q ₃₄ 生产经营	科技成果转让收入; 下属独资公司营业收入; 与社会资本联合投资的公司营业收入所占股份

4 测度体系应用

本文以中国科学院下属的 25 个基础研究类研究所作为研究对象, 从《中国科学院统计年鉴 1994 - 2003》中选取从 1993 年到 2002 年共 10 年的数据^[11], 按照表 3 给出的量度指标, 通过熵权方法得到的权重, 将标准化后的数据代入式 (5), 应用 SPSS 13.0 软件对 10 年的综列数据进行回归分析。根据回归结果, 可将各研究所按研发资本投入产出弹性 (α) 的大小, 分为研发资本低依赖型 ($\alpha = 0.8679$)、研发资本中依赖型 ($\alpha = 1.2688$)、研发资本高依赖型 ($\alpha = 2.1796$) 和大科学装置类型 ($\alpha = 1.5845$) 四

类研究所, 并得出相应的绩效水平, 如表 4、表 5 所示^①。

1999 年以后各研究所绩效水平的整体提升表明, 自 1998 年知识创新工程试点启动以来, 中科院通过增加研发投入和推动科研机构改革, 科技竞争力有了明显提升, 这与 2004 年国家科技教育领导小组对中科院知识创新工程试点实施情况评价^[14]的结论是一致的, 如图 3 所示。

将表 5 中 25 个研究所 10 年绩效水平进行频次分布分析可以发现, 这些研究所 10 年间的绩效水平大致呈正态分布, 而且有很好的区分度, 如图 4 所示, 这表明本研究构建的测度体系是有效和可靠的。

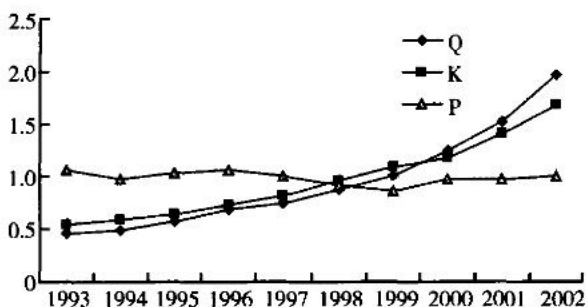
① 计算结果中科技人力资源 L 的弹性 β 为负值, 表面上看这与 Griliches-Jaffe 知识生产函数模型的假设不符, 但实际上这反映出有科技人力资源统计指标的缺陷——无法真实全面地反映科技人力资源的实际投入水平。在考特曼^[12]以及亚瑟和弗兰德瑞克^[13]对美国专利产出的研究中, 研发人员的弹性系数也很低, 而且显著性不高。

表 4 回归方程参数检验表

Model	Model	Coefficients	Std Error	95% Confidence Interval for B	
				Lower Bound	Upper Bound
1	lnA	0.006429	0.019357	-0.03821	0.051067
	α	0.867862	0.047719	0.757823	0.977902
2	lnA	-0.0265	0.018298	-0.0687	0.015693
	α	1.268786	0.045476	1.163919	1.373653
3	lnA	-0.13014	0.048292	-0.2415	-0.01878
	α	2.179641	0.161692	1.806777	2.552504
4	lnA	-0.03454	0.057733	-0.16767	0.098589
	α	1.584521	0.248554	1.011355	2.157688

表 5 各研究所 1993 - 2002 年绩效水平

所属类型	单位代码	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
研发资本低 依赖型	DM001	2.180	1.353	1.265	1.356	1.300	1.170	1.166	1.076	1.166	1.280
	DM004	5.061	4.009	4.876	4.465	3.992	3.418	2.078	2.255	2.265	2.043
	DM020	0.386	0.426	0.485	0.570	0.486	0.425	0.496	0.479	0.550	0.543
	DM068	0.396	0.370	0.203	0.370	0.493	0.481	0.536	0.512	0.365	0.417
	DM071	1.913	1.675	1.950	2.104	1.631	1.629	1.579	2.127	2.046	2.412
	DM102	0.453	0.489	0.562	0.575	0.527	0.487	0.446	0.473	0.549	0.598
	DM131	0.375	0.304	0.343	0.325	0.351	0.428	0.294	0.360	0.384	0.408
研发资本中 依赖型	DM002	1.305	1.557	1.514	1.409	1.432	1.353	1.445	1.425	1.432	1.033
	DM008	0.500	0.433	0.564	0.555	0.387	0.378	0.441	0.340	0.487	0.584
	DM009	1.361	1.097	1.386	1.575	1.247	1.074	1.429	1.487	1.749	1.801
	DM014	0.465	0.476	0.445	0.569	0.526	0.465	0.481	0.513	0.460	0.626
	DM016	1.033	1.245	1.351	2.079	1.676	1.022	1.606	1.130	1.289	1.013
	DM021	0.532	0.619	0.627	0.681	0.518	0.492	0.459	0.604	0.706	0.874
	DM024	0.964	0.694	0.854	0.828	0.809	0.908	0.748	1.039	1.132	0.715
	DM025	0.686	0.362	0.430	0.360	0.436	0.504	0.428	0.631	0.504	0.547
	DM088	0.910	1.215	1.043	0.792	0.438	0.596	0.578	0.718	0.712	0.863
	DM106	0.624	0.563	0.528	0.497	0.457	0.527	0.471	0.698	0.854	0.617
DM107	1.086	1.075	0.927	0.776	0.993	1.064	0.643	0.563	1.028	0.971	
DM129	1.171	0.908	0.751	0.951	1.099	0.916	0.835	0.950	0.760	0.895	
研发资本高 依赖型	DM007	0.873	1.554	1.545	1.318	1.229	1.013	0.851	1.711	0.596	0.737
	DM023	1.043	0.912	0.787	0.799	0.953	0.805	0.910	0.822	0.746	0.687
	DM069	0.757	0.826	0.914	0.713	0.593	0.633	0.919	1.030	1.133	2.063
	DM085	1.075	0.836	0.875	0.753	0.920	0.717	0.706	1.358	1.684	1.361
大科学装置 类型	DM006	0.816	0.823	0.863	1.007	1.296	1.260	0.691	0.931	0.769	1.031
	DM136	0.662	0.740	0.856	1.085	1.226	1.158	1.234	1.289	0.999	0.995



5 结 论

本研究通过模型抽象,在引入过程——结果方法分析公共科研机构多重投入和多种产出相关性的基础上,结合公共科研机构的特点和绩效评价需要,建立了将实际产出值与以知识生产函数计算得到的理论平均产出值进行比较的公共科研机构绩效评价

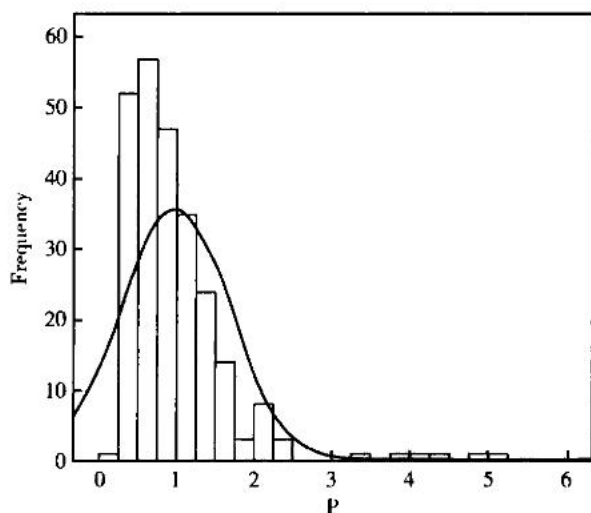


图 4 25个研究所十年的绩效水平分布

测度体系。

应用结果表明,本文得到的绩效值与国家在2004年对中国科学院知识创新工程试点评价以及中国科学院对各研究所的评价结果基本符合,说明该绩效评价模型具有较强的解释力。但由于不同类型的科研机构在产出形式上差异很大,这一测度体系还需要在其他类型如公益类、高技术类的科研机构中进行实证,得到更加科学可靠的模型参数,以进一步提高这一评价方法的应用价值。

参考文献:

- [1] Hauser J, KatzMetrics You are what you measure[J]. European Management Journal, 1998, 16 (5): 517 - 528
- [2] Eliezer Geisler The Metrics of Science and Technology

[M]. Greenwood Publishing Group Inc, 2000

- [3] Luukkonen-Gronow T. Scientific research evaluation: A review of methods and various contexts of their application[J]. R&D Management, 1987, 17 (3): 207 - 221.
- [4] Lee Branstetter, Yoshiaki Nakamura Is Japan Innovative Capacity in Decline? [R]. NBER Working Paper 9438, 2003
- [5] OECD. Main science and technology indicators [S]. Paris, 2003.
- [6] National Science Foundation Science and Engineering Indicators[R]. Washington, 2002
- [7] International Institute for Management Development World Competitiveness Yearbook [R]. Lausanne, 2004.
- [8] Economic and Social Commission for Western Asia, United Nations New Indicators for Science, Technology and Innovation in the Knowledge-based Society [R]. New York, 2003.
- [9] Griliches Zvi Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth[J]. Bell Journal of Economics, 1979, 10: 92 - 116
- [10] David B Audretsch, Maryann P Feldman Handbook of Urban and Regional Economics[M]. CERP, 2003. 3.
- [11] 中国科学院综合计划局. 中国科学院统计年鉴(1994 - 2003). 北京: 科学出版社.
- [12] Kortum Samuel S Research, patenting and technological change[J]. Econometrica, 1997, 65 (6): 1389 - 1419.
- [13] Yasser Abdih, Frederick L Joutz Relating the Knowledge Production Function to Total Factor Productivity: An Endogenous Growth Puzzle[R]. 2004.
- [14] 中国科学院. 知识创新工程试点背景资料 1998 - 2004[M]. 2004.

Study of metric system of public R&D institutes' performance evaluation

LI Qiang, HAN Bo-tang, ZHA ILi-xin

(School of Management and Economy, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: The complexity and uncertainty of R&D process makes it difficult to measure the inputs and outputs completely and precisely, and there is no standard metric system for public R&D institutes' performance evaluation. The article imported the structural method of process-result model and established a metric system based on knowledge production function. Results of applications showed that the metric system made it possible to compare the institutes in column and landscape orientation by measuring the practical outputs and calculating the theoretical average outputs, this provided quantitative gist for the performance evaluation of public R&D institutes.

Key words: process-result model; knowledge production function; public R&D institute; performance evaluation