

各国科技竞争力评价中的关键共性指标综述

李林¹ 谢青²

(1. 重庆邮电大学,重庆 400065 2. 重庆邮电大学经济管理学院,重庆 400065)

摘要:通过介绍世界上不同组织和国家有关科技竞争力的评价方法,并对各种评价方法中的共性关键指标进行具体分析和比较研究,为我国的科技创新能力建设和评价研究提供参考。对评价方法中共性指标的运用,应当结合我国实际,服务于科技创新政策的制定,有利于调动各种科技创新要素,促进社会经济发展。

关键词:科技竞争力;评价;科技创新

中图分类号: F062.4, G311 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1674-1544.2009.03.005

科技竞争力评价产生于20多年前,现已在制度经济学、科学学和科技管理等学科中产生广泛影响,特别是当今世界已经进入知识经济时代,科学技术对社会生活各个方面的渗透日益加强,已在很大程度上决定一个国家(地区)社会经济持续发展的潜力和竞争能力。因而对科技竞争力的研究,日益引起政府部门、企业和学术界重视:政府部门希望了解自己国家的运行绩效,需要新的、改进的技术评价指标,用于解释经济和社会的变迁;企业在做投资决策、商业贸易、企业合资时也会考虑科技创新能力因素。为此,全面分析和准确评价一个国家的科技竞争力及世界排名情况,对了解和把握全球科技发展趋势,研究制定相应政策等具有重要的现实意义。

1 科技竞争力评价与科技能力

理论研究表明,科技的进步将持续稳定地促进经济的增长,科技投入与经济增长之间存在着一种正相关关系。科技竞争力评价主要涉及国家

创新体系理论和内生增长理论。创新理论的创始人熊彼特认为,经济发展是通过经济体系内部的创新来实现的,外生科技进步的新古典增长理论确立了科技进步决定经济增长的观点。内生增长理论则进一步把技术进步内生化,认为经济能够不依赖外力推动实现持续增长,内生的技术进步是保证经济持续增长的决定因素。对科技能力特征的认识,是进行国家科技竞争力评价的主要基础^[1]。

19世纪中后期,特别是20世纪以来,科学以前所未有的深度、广度和速度促进了技术的创新和突破。在当今世界,建立在科学理论基础之上的技术发明专利不断上升,任何重大的技术创新都离不开科学创新的支撑。正确把握科学的价值内涵,不仅具有认识上的意义,更是我们制定合理政策促进科学技术创新的前提。技术(Technology)一词从希腊文“tekhne logos”即“技巧(tekhne)”、“技艺(art)”、“理念、理性(logos)”和“论文(treatise)”几个词演变而来,是机械技能或工艺的知识体,也涉及技术术语,特别是一个学科或一种工艺的专用技术词汇^[2]。根据希腊文对“tekhne”一词特定的含

第一作者简介:李林(1969-)男,副教授,博士,主要研究方向是区域经济学、技术经济学。

收稿日期:2009年3月17日。

义,专业知识和技能的传播从整体上说已到了可转让的程度,且技术实质上可传递或可转让。技术从来没有像现在这样在经济社会中发挥着决定性的作用。技术的社会价值内涵也因此有了新的扩展。技术,特别是不断发展高新技术的创造能力,已经成为产业、行业和企业竞争的核心要素,决定着国家和地区的综合竞争力,是经济发展的推动力,是人类社会可持续发展的基础。推动技术创新与发展的动力已不仅源于技术人员的发明和创造欲,而且源于经济社会发展需求的拉动,源于科学新知识的推动^[3]。

科技能力是各种知识的积累,是由一些复杂因素构成的。第一,科技能力是虚实联合体。一方面,科技能力可以体现在资本货物、设备等实体中;另一方面,科技能力也可以体现在人力资本(如科研人员)、制度结构等无形体中。第二,科技能力既可以通过显性知识来表现,也可以通过隐性知识来表现。第三,科技能力不仅包括产生新知识的能力,而且包括知识扩散和传播的能力;不仅要看发明或创新的生产能力,而且要看发明或创新的应用或扩散的能力^[4]。在经济的不同发展阶段,科学技术对于经济的促进作用、对提高经济竞争力的作用与其他因素的影响是有差异的。在科技发达国家,产生和传播知识的能力较为显著,但更多的科技发展中国家,不可能一开始就具备很强的产生新知识的能力,需要从科技发达国家吸收先进技术和资本。这时的科学技术来源主要依靠来自国外的技术转移,科技能力的提升将更取决于产生和传播新知识的自主创新能力。科技能力的这些特征,难以将技术的不同阶段和对经济的不同影响归并到一种指标上进行衡量和比较,这也使得科技竞争力评价研究远比其他经济和社会指标复杂;同时科技能力是一个重要的、解释性变量,影响着经济增长率、生产能力、竞争力、就业和福利等各个方面。有必要采用适当的、定量的方法,了解各国之间的不同,比较其间的优劣,为本国制定促进技术进步和经济发展的政策。

2 评价方法

随着可供分析的科技统计数据逐渐增加(如万方数据

经济合作与发展组织、世界银行组织、美国国家自然科学基金会等,都收集大量的科技相关统计数据),以及统计分析方法(如数据包络分析法、多元线性回归等)和科学技术的发展,学术界已研究和开发出从国家层面上衡量科技竞争力的评价方法,其中世界经济论坛发布的《全球竞争力报告》(GCR)和瑞士洛桑国际管理发展学院(IMD)的《世界竞争力年鉴》(WCR),均提出国际竞争力的概念,并在国际竞争力的框架下,提出了国家科技竞争力概念,并设计了评价指标体系。一些国家组织(如联合国的组织部门、经济合作与发展组织)专家学者也对国际科技竞争力开展了大量研究,使得研究科技竞争力的各种评价及其中的指标变量,成为各国开展科技评价、制定科技政策中最为基础和重要的工作和参考。国际上科技竞争力主要评价见表1。

8种国家层面的科技竞争力评价中,侧重点各有不同。其中主要科技指标MSTI、IDS和KAM只是研究、比较和分析影响竞争力的各种指标变量,没有形成一个综合评价指数并进行最终排名。GCR、WCE、TAI、ArCo和STCI都根据权重生成集成评价指标,从对中国的科技评价结果来看,得到的国家科技竞争力水平大致相同。

3 各种评价中的关键共性变量

各类科技竞争力评价都采用了统计分析的方法。研究和开发的意义,是通过对一些数据进行价值判断,从而在技术、发展和社会福利复杂关系之间建立良好的理解和认识。由于综合评价指数不可避免地带有随机性,因此各种排名是一个相对概念。但是其中的一些指标,如R&D有关的数据、贸易、专利、学术出版等一般比较容易获得,而且可在各国之间进行比较,值得研究和比较借鉴。8种竞争力评价中主要有R&D投入、R&D产出、科技人力资源指标、技术基础设施指标、制度指标等关键共性变量。

3.1 R&D的投入

R&D的投入是表征国家在产生新知识方面进行公共投入情况的变量。所有的评价方法中都采用了该指标。该指标可以用货币衡量,而且可以

表 1 几种主要的国家科技竞争力评价

评价名称	研究组织	评价目的	主要指标	研究样本数	中国的排名 (年度)
全球竞争力报告 ^[5] (GCR)	世界经济论坛 WEF	分析经济增长的关键因素,并解释为什么一些国家在提升收入水平、就业机会获得更多的成功	制度、基础设施、宏观经济的稳定性、健康和初等教育、高等教育和培训、商品和劳动力市场效率、技术开发和技术成熟度、创新、市场规模和商业成熟度	131	31(2007)
世界竞争力年鉴 ^[6] (WCE)	瑞士洛桑国际管理发展学院 IMD	对全世界最主要的国家和地区的竞争力以及该国家和地区内的企业竞争力进行分析和排名	经济运行状况、政府工作效率、商务活动效率、基础设施状况	55	15(2007)
技术成就指标 ^[7] (TAI)	联合国开发计划组织 UNDP	将国家作为整体进行技术成就的大体描述,研究国家是怎样参与技术的产生和使用	技术的产生,新技术的扩散,已有技术的扩散,以及人际关系技能	72	39(2001)
科技能力指标 ^[8] (STCI)	美国兰德公司 RAND	衡量各国吸收与使用科学和技术知识能力的程度	能力因子(包括技术产生能力,以及提供有益环境便于知识的吸收、保留、生产和扩散的能力);资源和科技活动投入;知识储备,以及参与国际科技合作研究的能力	76	33(2004)
ArCo 指标 ^[4] (ArCo)	英国 Sussex 大学	根据 TAI 指标和相关文献,在国家的层面衡量科技竞争力	技术的产生、技术平台结构、人际关系技能的开发	162	41(2004)
工业发展记分板 ^[4] (IDS)	联合国工业发展组织 UNIDO	科技竞争力主要源自企业竞争力,其中的要素和动力机制是主要考虑部分	技术影响,竞争企业绩效,技术进口,以及人力资源和结构	87	-
主要科技指标 ^[9] (MSTI)	经济合作与发展组织 OECD	评价科学和技术领域内影响的水平和制度结构等	产生和扩散知识的能力、信息经济、全球化、经济结构和创造力	39*	-
知识评价方法 ^[10] (KAM)	世界银行组织 World Bank	知识是经济增长的主要动力。根据知识经济的特征,在各国之间进行比较,让国家了解自己的优点和不足,进而为今后加大投入提供政策参考	教育程度和人力资源,创新体系,信息基础结构,以及经济和制度安排	128**	-

* 30 个 OECD 国家,以及 9 个非 OECD 国家和地区。

** World Bank2005 年度研究的是 128 个国家和 9 个地区。

数据来源:WEF,IMD,RAND,World Bank。

在不同国家、不同年度之间进行比较。由于不涉及汇率转换,而且也比较容易获得,现在通行的方法是采用 R&D/GDP 的比,即 R&D 强度来衡量。

经济合作与发展组织(OECD)研究认为,我国 R&D 经费占世界的比重超过 5%,在世界研发体系中的地位进一步增强。2007 年,我国的 R&D 经费强度为 1.49%,R&D 经费投入强度居发展中国家首位^[1]。我国 R&D 投入强度 2006 年为 1.42%,2005 年为 1.37%,充分显示我国政府在促进国家创新方面所做的努力,但这与美国连续 25 年(1994 年除外)2.5% 以上的 R&D 投入强度—24 万方数据

相比相去甚远。我国企业 R&D 经费占 GDP 的比处于中下游水平,这也说明我国企业在技术创新方面还应更有所作为。

3.2 R&D 的产出

3.2.1 专利

所有的评价方法都将专利作为 R&D 产出的重要指标,这是因为该指标相对容易获得。但仍有一些限制因素影响评价,例如,由于法律和经济方面的原因(比如日本和韩国的专利法不允许一个专利申请中有 2 个或 2 个以上的优先权,因而这两个国家的专利申请量和授权量都比较高,分别

占全球专利受理量的 36.38%、8.23%，以及全球专利授权量的 41.20% 和 7.69%^[121]），这也使得专利质量在各国之间差别很大。现代研究为保证专利指标的可比性，已开始采用在某一国申请的专利作为评价标准。GCR、STCI、IDS、ArCo 和 KAM 都采用在美国商标专利局申请的专利数作为评价标准。因为研究者普遍认为，美国是一个世界上技术开发能力最强和数量最多的国家。随着我国专利战略的实施，“本国人专利授权量”逐步上升，但在专利产出率、国外申请专利等方面明显实力不足：我国在美国申请的专利占美国国外申请者的 0.1%，而邻国日本和韩国分别占到 43.8% 和 4.9%^[13]。这表明我国在科技创新能力仍然有限，这需要引起足够重视。

3.2.2 学术出版

学术出版是衡量公共 R&D 投入产出的指标，也是评价学术机构的重要指标。该指标与专利一样有一些局限性，例如使用英语的国家更有优势，因为被美国科学信息研究院 (ISI) 公司收录的绝大多数的期刊都以英文发行。2007 年，我国的 SCI 论文总数达到了 8.91 万篇，占世界论文总数的 7.0%，显示在基础研究方面有一定的实力^[14]。美国兰德公司研究认为这与我国科技人力资源（包括研究生等储备人力资源）主要集中在大学和研究机构有关，也与这些机构的评价体系有关。此外，所有学科的 SCI 论文篇均被引用次数均低于世界平均水平，而且各学科篇均被引用次数与世界平均水平的差距变化较大。这反映了我国各学科仍存在 SCI 论文整体质量不高和学科的科研水平不均衡等问题。

3.2.3 专利使用和许可费

TAI、IDS 和 KAM 的评价中包括了专利使用费和许可费，但两者又各有不同。TAI 和 KAM 将其作为技术产生的收益指标，从技术提供方的角度考虑，而 IDS 作为衡量需求新技术的支付情况的指标，是从技术受让方的角度考虑的，但这个指标都是应技术的产生和需求而设。由于这些指标不易获得，也成为其他评价不予考虑的原因。

3.3 科技人力资源指标

所有的竞争力评价中都使用了科技人力资本这一指标，这说明人力资本是一个国家最重要的万方数据

动力源泉。科技人力资本有的用作一级指标，有的用作二级指标。对于该指标的衡量，不仅考虑了现有科技人员的数量，而且也将高等教育中科学和技术相关专业的入学率作为一个重要的评价指标，显示了科技人力资本方面，不仅要考虑现有人员，而且要考虑潜在的科技人力资本。我国在此指标上占据着一定的优势。美国国家自然科学基金的数据调查认为，在中国高等教育中科技和技术相关专业的入学率、学位授予方面一直保持良好的发展态势^[15]，这也是保证未来科技和经济发展不可或缺的要素。

3.4 技术基础设施指标

技术基础设施竞争力的评价主要是针对技术在每个国家或地区的开发、利用和扩散的分析。在技术基础设施和确保技术的扩散方面，除了兰德公司的 STCI 外，不同的评价方法都给予了高度的重视。这其中最普遍的指标有信息通信技术 (ICT) 基础设施状况，包括电信业投资占 GDP 的比重、通信技术满足企业需要的程度、信息技术技能是否容易获取、居民拥有的宽带、移动电话数、固定电话总线数、因特网用户数、计算机拥有数等。已有研究表明，尽管我国有部分指标（如移动电话和因特网使用费）靠前，但 ICT 技术满足企业需求的程度、每千居民宽带和固定电话数等指标仍处于中下游水平^[16]，技术基础设施竞争力与我国的科学基础设施竞争力相比要落后许多，仍处于世界中间水平。

3.5 制度指标

GCR、WCE 和 KAM 都注意到政府管理等制度性因素，认为政府管理制度在培育竞争力和增长方面作用强劲，有利于科学研究和技术转移的制度和政策环境在刺激经济发展中具有十分重要的作用。我国政府在这方面也非常重视，在国家中长期规划、国家创新体系建设中均有体现。

3.6 其他

一些影响科技竞争力的其他因素也在不同的评价方法中有所体现，例如国际技术转移，高技术产品出口额以及高技术产品出口占制造业出口的比重等。另外，尽管采取的方法各不相同，GCR、WCE、IDS 和 KAM 对其他经济指标给予特别的关注，例如由于认为国家竞争力与企业竞争

力本质相关,IDS 将竞争力与生产企业的绩效密切联系在一起。一些竞争力指标将根据经济社会的发展而新增或调整,例如经验显示一些工业化国家已经致力于在行业和企业中采用某项专门增长回报和市场份额等指标来衡量竞争力,例如美国的半导体行业就采用这样的统计来衡量其产业竞争力情况(表 2)。这些发展中的指标也需多加关注。

表 2 美国半导体产业竞争力专项评价主要指标

年度	美国半导体 销售额 (亿美元)	美国的市场 占有率 (%)	美国半导体产业 R&D 投入 占销售额的比(%)
2007	1180	46	16
2006	1150	46	11
2005	1100	48	17
2003	800	48	17
2002	700	50	18
2001	720	51	18

4 结 论

从科技竞争力整体及其成长关系看,不仅要衡量一国现有科技资源要素参与竞争所表现出来的能力,而且要反映和度量尚未实现的竞争力,即潜在的竞争力。科技竞争力是创造知识能力和应用知识能力的综合,它不仅包括直接影响因素如科技人力资源、R & D 投入强度、科技与经济结合的产出状况等,而且包括影响和决定竞争力资源配置和要素分配等其他非直接因素,如受教育的水平、信息化水平、政府管理制度等。GCR、WCE 和 KAM 之所以是目前科技竞争力评价中最活跃的评价体系,就是因为这 3 种评价综合考虑了经济以及影响经济的政府管理制度方面等因素,也说明了科技竞争力对经济社会的推动作用愈益显著,科技与经济结合已是现代社会的重要特征。

一个国家的科技创新政策在不同的发展时期和不同的发展战略下有不同的选择。科技竞争力评价既可以看成是对成功的测量,也可以看成是促成国家科技创新成功的一种工具。联合国教科文组织在 1971 年出版的《科学应用与发展》中

把各国工业化发展的过程分为 4 个阶段:工业化前阶段、工业化第一阶段、工业化第二阶段和工业化后阶段,并且给出了主要划分标准。一般认为,当一个国家处于工业化第一阶段时,R&D 投入强度的大致范围在 0.7% ~ 1.8%;处于工业化第二阶段大致范围在 1.5% ~ 2.5%;处于工业化后阶段大致范围在 2.0% ~ 3.0%。而中国目前大体上处于工业化第一阶段后期,正迈向第二阶段。表 1 也显示我国的科技竞争力仍处于中游水平。对科技竞争力评价的研究,实际上已经用于我国科技创新政策的研究和制定之中。例如我国的创新型企业评价,采用 5 个评价指标,即 R&D 投入强度;千名研究开发人员拥有的授权发明专利量;新产品(工艺、服务)销售收入占主营业务收入的比重;全员劳动生产率;创新组织与管理等。

如何研究和比较科技竞争力评价中变量指标,与时俱进制定科技创新政策,调动科技创新各要素,提高科技竞争力,仍是我国政府部门、企业界和学术界需要考虑的重要问题。

参考文献

- [1] Chinawut Chinaprayoon. Science, Technology and Innovation Composite Indicators for Development Countries[D]. U. S. Georgia Institute of Technology, August 2007.
- [2] 梁战平,等. 国际技术转移机制[M/CD]. 中国科技情报所研究部,1989.2.
- [3] 路甬祥. 全面认识科学的价值及其时代特征[J]. 科学新闻 2006(4): 7.
- [4] Daniele Archibugi, Alberto Coco. Measuring Technological Capabilities at the Country Level: A Survey and a Menu for Choice[J]. Research policy, 2005, 34: 175-194.
- [5] Augusto Lopez-Claros, et al. The Global Competitiveness Index: Identifying the Key Elements of Sustainable Growth[EB/OL]. [2007-10-11]. http://www.weforum.org/pdf/Global_Competitiveness_Reports/Reports/gcr_2006/chapter_11.pdf.
- [6] Suzanne Rosselet-McCauly. Methodology and Principles of Analysis[EB/OL]. [2007-11-18]. <http://>

- www.imd.ch/research/publications/wcy/upload/methodology.pdf
- [7] Meghnad Desai, Sakiko Fukuda-Parr, Claes Johansson, et al. Measuring the Technology Achievement of Nations and the Capacity to Participate in the Network Age[J]. Journal of Human Development, 2002, 3(1): 95 – 122.
- [8] Caroline S. Wagner, Edwin Horlings, Arindam Dutta. Can Science and Technology Capacity be Measured? [EB/OL]. [2007 – 04 – 18]. <http://users.fmg.uva.nl/lleydesdorff/cwagner/Thesis/Chapter%20VI%20Capacity%20Index.pdf>.
- [9] OECD. Main Science and Technology Indicators [EB/OL]. [2007 – 11 – 30]. <http://www.oecd.org/document>.
- [10] DHC Chen, CJ Dahlman. The Knowledge Economy, the KAM Methodology and World Bank Operations [R]. World Bank Institute Working Paper No. 37256, 2005. 10.
- [11] 科学技术部发展计划司. 我国R&D经费支出特征的国
- 际比较[R/OL]. [2008 – 12 – 17]. <http://www.most.gov.cn/kjtj/tjbg/200901/P020090105607107810100.pdf>.
- [12] 国家知识产权局. 主要国家及地区三种专利申请授权状况表[EB/OL]. [2009 – 01 – 13]. <http://www.sipo.gov.cn/sipo2008/ghfzs/ztj/zygjddqszslzskb/2008/200901/t20090113437855.html>.
- [13] Somi Seong, Steven W. Popper, Kungang Zheng. Strategic Choices in Science and Technology: Korea in the Era of a Rising China[R]. RAND, 2005.
- [14] 科学技术部发展计划司. 2007年中国科技论文统计分析[R/OL]. [2008 – 12 – 10]. <http://www.most.gov.cn/kjtj/tjbg/200901/P020090105603696409843.pdf>.
- [15] National Science Board. Science and Engineering Indicators 2008(volume 1) [R]. National Science Foundation, USA.
- [16] 国家统计局科技统计分析中心. 我国国际科技竞争力情况分析[EB/OL]. [2009 – 4 – 15]. <http://www.sts.org.cn/fxyj/zcfx/documents/2008/08073104.htm>.

Research on Key Common Indicators in Evaluation of Technological Competition Ability

Li Lin¹, Xie Qing²

(1. Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065;

2. Institute of Economics & Management, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065)

Abstract: Technological competition ability is a ability which reflect economic and social sustaining development boosted by technology. The research of technology competition influences not only the formulation of government's public policies, but also the investment and commerce policy of enterprises. This paper introduces some important evaluation methods of technology competition ability in the world, and processes concrete analysis and comparative research to common key indicators of those kinds of evaluation methods, meanwhile provides references to constructions of technological innovation ability and evaluation research of our country. This paper points out that exertion of common indicators in evaluation methods should adjust to practical things of our country, serve to formulation of new policy in technological innovation and be in favor of redeploying kinds of factors of technological innovation and advancing economic development of society.

Keywords: technology competition ability, evaluation, technological innovation