

区域科技竞争力评价方法研究

李彩霞, 戴磊, 宋微, 王戴尊

(吉林省科学技术信息研究所, 长春 130021)

摘要:从方法论的角度对区域科技竞争力的评价方法进行研究,对区域创新系统、区域创新能力和区域科技竞争力等概念进行界定,对主成分分析法、层次分析法、数据包络分析法和系统动力学方法在进行区域科技竞争力评价时的优缺点进行分析和比较研究,并且结合吉林省的区域发展情况,最后确定采用系统动力学的方法,利用可持续发展数学模型对吉林省的科技竞争力进行评价研究。

关键词:竞争力;评价方法;区域创新;系统动力学

中图分类号:G304 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2013)01-0089-04

当今世界,随着知识经济在世界范围内的悄然兴起,科技创新能力的大小和创新资源合理利用的程度对于一个区域的经济社会发展具有越来越重要的作用,区域科技竞争力正日益成为地区经济获取国际竞争优势的决定性因素^[1]。本论文主要对区域科技竞争力的评价方法进行比较研究,目的是能准确确定反映区域科技竞争力的方法,进而对区域科技竞争力进行综合评价,为政府制定科技发展规划和科技政策提供必要的支持,对提升区域科技竞争力和促进区域经济的发展具有重大的理论和现实意义。

1 相关研究综述

1.1 相关概念界定

1)区域创新系统。区域创新系统的概念是由英国的菲利普库克首先提出的,菲利普库克认为区域创新系统主要是地理上相互分工与关联的研究机构、高等教育机构和生产企业等构成的区域性组织系统,这种系统相互支持并产生创新^[2]。

2)区域创新能力。区域创新能力是评价区域建设的主要指标和影响因素,区域创新能力是指某个地区运用区域内的各个科技要素的相互作用来促进区域经济发展的能力,它是区域科技创新功能与结构优化发挥程度的主要反映,是区域创新效率的重要衡量

指标^[3]。区域创新能力由知识创造能力、企业技术创新能力、知识获取能力、创新经济绩效和技术创新环境五大模块组成^[4]。

3)区域科技竞争力。区域科技竞争力是用于反映某个区域科技发展过程中,由对科技发展有一定影响的诸多因素共同构成的一种竞争能力,也是用来综合反映一个区域科技创新能力以及科技发展潜在的整体评价指标,体现一个区域科技发展的现实竞争力和潜在竞争力。

区域科技竞争力是在一定的科技环境支撑下,表现出的一个地区或国家通过研究、开发和创新等活动,反映出了科技与经济和社会协调发展的程度,另一方面反映出了增强国家经济实力、促进社会和谐和推动社会可持续发展的能力,表现出了科技潜力的综合水平。

1.2 国内外研究现状述评

1)国外相关研究。对于竞争力问题的研究,国际上是从20世纪70年代末兴起的,到现在已有30多年时间。最早进入学术领域的是国际竞争力的概念,是在1978年美国技术评价局(Office of Technology Assessment)开始对美国竞争力的研究^[5]。1980年由世界经济论坛(world Economic Forum, WEF)和

收稿日期:2012-11-06

基金项目:吉林省科技发展规划项目(20110665)

作者简介:李彩霞(1984—),女,吉林省吉林市人,吉林省科学技术信息研究所助理研究员,食品科学硕士,研究方向:科技管理;戴磊(1959—),男,辽宁营口人,吉林省科学技术信息研究所研究员,学士学位,研究方向:区域经济;宋微(1983—),女,辽宁沈阳人,吉林省科学技术信息研究所初级研究员,技术经济及管理硕士,研究方向:技术经济及管理,中国技术经济学会会员登记号:I030900767S;王戴尊(1986—),女,辽宁营口人,吉林省科学技术信息研究所初级研究员,情报学硕士,研究方向:科技政策。

瑞士洛桑国际管理发展学院(International Institute For Management Development, IMD)创立的国际竞争力评价体系是最早的评价竞争力的科学指标体系,也是当今最有影响的竞争力研究。其中作为国际竞争力重要组成部分的科技竞争力同时受到广泛的关注。IMD 所设计的科技竞争力指标体系包含研发人力资源、研发财力资源、技术管理状况、科学环境状况和知识产权保护状况 5 个方面,其中含有 26 个指标,该体系是最具代表性的指标体系。该体系主要是采用加权平均法计算各国的科技竞争力得分,对科技竞争力进行综合评价^[6]。IMD 从 1986 年开始每年发布一期《世界竞争力年鉴》,对部分国家和地区的国际竞争力进行分析和评价,我国是从 1994 年开始被正式列为评价对象的。

2)国内相关研究。国外学者对科技竞争力的研究都集中在国家科技竞争力比较方面,而对国内区域的科技竞争力的研究比较少。对于我国不同区域科技竞争力的研究主要是由国内的专家和学者完成的。例如采用主成分分析法对我国 31 个省、直辖市、自治区的科技竞争力进行了比较分析^[7];利用层次分析法对长沙市的核心竞争力进行了研究,初步确定了长沙市现有的和潜在的城市核心竞争力,并对进一步提升核心竞争力提出对策建议^[8];采用数据包络分析的方法,对我国 31 个省市科技投入产出的相对有效性进行评价^[9];运用系统动力学模型,对山西省的科技发展能力进行了分析,明确了影响山西省科技发展能力的两个重要因素——R&D 经费投入占 GDP 的比例和科技人员数,最后并提出对策建议^[10]。

2 科技竞争力评价的主要方法

国内外专家学者对于科技竞争力的主要研究方法有主成分分析法、因子分析法、层次分析法、灰色关联度分析法、聚类分析法、数据包络法和系统动力学模型法等。本文主要介绍主成分分析法、层次分析法、数据包络法和系统动力学法。

2.1 主成分分析法

主成分分析法(Principal Component Analysis, PAC)也称为主分量分析法,是在 1933 年由 Hotelling 首先提出的。主成分分析是运用线性代数和多元统计分析的知识,并且利用降维的思想,把多个具有一定相关性的指标转化为少数几个综合指标的数理统计分析方法^[11]。

由于在进行综合评价时为了避免重要信息的遗漏,需要多收集几个变量,因此所需要考虑的变量较多,而且各变量之间不可避免有一定的相关性,这样

会出现信息的重叠。当变量较多时,会增大计算量和增加分析问题的复杂性,在高维空间中研究样本的分布规律会比较麻烦,主成分分析法通过对原始变量相关矩阵内部结构关系进行研究,找出影响问题的几个综合指标(称为主分),这些综合指标为原来变量的线性组合,它们不仅包含了原始变量的信息,而且彼此间不相关。在保留绝大部分原始变量信息的条件下,对少数几个主成分进行分析,既能消除重叠因素的影响,又能使问题降维、简化。

主成分分析法主要优点:①全面性。可以综合评价所确定的评价指标,即使在选择了主要几个主成分后,仍可以保留原始数据的信息量在 85% 以上,克服了片面追求个别指标而忽略整体指标的问题;②可比性。在进行综合评价的过程中,对各指标进行了标准化处理,使各种不同度量的指标化成了同度量的指标,消除了原始数据数量级上的差别,各指标之间可进行相比和相加;③独立性。利用各指标的相关性,提取出合理的几个彼此独立的主成分,从而克服了指标间的相互影响。

2.2 层次分析法

层次分析法(Antalytic Hierarchy Process, AHP)是在 20 世纪 70 年代由美国著名的运筹学家、匹兹堡大学教授 A. L. Saaty 提出的,层次分析法是加权评价方法的一种,是定性与定量相结合的方法,是解决多目标决策问题的一种常用方法^[8]。

层次分析法的基本原理:首先分析系统存在的问题,确定总目标、子目标和评价标准等,然后建立不同的递阶层次结构,再构造判断矩阵,对每个所列指标的重要程度进行两两比较,求出权重,最后用加权和方法求出各方案对总目标的权重,权重越大说明目标越重要。

层次分析法主要优点:①系统性。此方法具有很强的系统性,把需要决策的问题分解为若干个层次,最上层是决策系统的总目标,下面分别是准则层和子准则层,通过两两比较判断,可以计算出每个方案相对于总目标的排序;②广泛性。层次分析法能进行科学的处理,将人的主观判断用数量的形式表达出来,此方法特别适用于目标结构复杂且缺乏数据的情况,并且能较准确地反映问题;③问题简单化。在对复杂的决策问题进行深入分析的基础上,可以利用较少的定量信息使决策的思维过程数学化,从而为多目标、多准则的复杂决策问题提供简便的决策方法,尤其适合于对决策结果难于直接准确计量的时候。其缺点是:①主观性强。此方法虽然较好的考虑了各种定性

和定量信息,但是在实际操作中,仍然无法摆脱评价过程中存在的随机性和专家的主观性,这必定会影响判断结果;②判断矩阵不一致。当同一个层次元素较多时,决策者的主观性更为突出,进而会做出矛盾的判断,使判断矩阵出现不一致的现象。

2.3 数据包络分析法

数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)方法和模型是1978年由美国著名运筹学家A. Charnes和W. W. Cooper等学者首先提出的一种新的系统分析方法,从提出至今已有30多年的历史了,该方法特别适用于多输入多输出的复杂系统^[12]。

DEA是使用数学规划模型比较决策单元(Decision Making Unit, DMU)之间的相对效率,通过对输入和输出数据的综合分析,可以得到每个DMU相对综合效率的数量指标,对决策单元作出评价,确定有效的DMU。

数据包络分析法的主要优点:①客观性。DEA方法在运用时能够排除很多主观的因素,例如在实际计算时参数不需要由决策者事先给出,不需要估计各参数,也不必确定指标之间的关联关系,因而具有很强的客观性;②提供深层信息。DEA模型可以对决策单元进行进一步的分析,包括某项投入或产出该增加多少还是该减少多少;③处理多种类别的数据。DEA模型可以处理比例尺数据和顺序尺度数据。其缺点是:①应用范围小。仅限于一类具有多输入多输出的对象,并对其系统进行相对有效性的评价;②信息少。对于有效单元给出较少的信息,并且很难指导这一类单元保持其相对有效地位。

2.4 系统动力学方法

系统动力学(System Dynamics, SD)是美国麻省理工学院Jay W. Forrester创立的一门科学,是系统科学与管理科学的一个重要分支。它是以信息论、控制论、系统论和计算机技术为基础,使得系统科学理论与计算机仿真紧密结合,并借助计算机进行仿真试验,建立仿真模型^[13]。

系统动力学的主要优点:①透明性。论证方法和计算过程都写得一清二楚,可以公开评论;②逻辑性。它们是根据各种原理而严密无误的逻辑推算;③全面性。擅长处理复杂性、周期性、长期性、数据相对缺乏、高阶次、非线性、时变性问题,能进行长期、动态、战略性的定量分析研究。

系统动力学是沟通社会、经济、环境和科学等领域的桥梁。可以用来揭示城市发展过程中社会发展、经济增长及环境保护协调发展机制的研究。

系统动力学强调系统内部各要素之间的信息反馈与关系,并且注重内部的机构与机制,因而擅长处理非线性、高阶次、多回路的时变复杂系统问题。系统动力学模型是按照系统动力学理论建立起来的,该系统描述内部各种非线性的逻辑函数与延迟因素,本研究正是采用系统动力学的方法对吉林省的科技竞争力进行评价研究。

3 吉林省区域科技竞争力评价方法选择

吉林作为我国内陆和东北部地区的重要省份,在国家长期持续的支持下,科技基础条件、科学研究力量、科技人才数量等都具有明显的优势,现在已经成为全国的科技大省。

对吉林省科技竞争力进行评价,目的在于全面了解和把握吉林省科技发展状况和创新能力的情况,并找出存在的不足之处,为提高吉林省科技创新能力和水平、构建吉林省科技创新体系、促进吉林省国民经济和社会发展提供良好基础和科学依据。

采用系统动力学的方法,利用可持续发展数学模型(T21模型)对吉林省的科技竞争力进行评价研究。T21模型,是一个基于系统动力学的、为国家发展提供支持的计算机模型,用于分析国家层面上的中长期发展问题。T21开发框架包括超过1 000个公式、约60个节点和几千条反馈环路。它的37个模块被分为经济、社会和环境三大部分。每个系统又包含数个子模块,每个模块之间都是相互作用和影响的,模型利用数学方程将每一种影响和反馈量化,用简单、直接的方式将因变量与自变量之间的函数关系表达出来。它的每一个模块之间都有联系,又分别独立。设定好变量间的关系、给定起始年的数据后,模型将内生计算出各个变量的未来值^[14]。

T21模型的特点:①整合了经济、社会和环境因素;②反映了反馈关系、非线性和时间延迟等重要元素;③结构、假设、公式和数据都很透明,能够让用户参与,达成共识,讨论政策;④能够模拟各种政策的短期和长期效应;⑤允许同参照远景进行比较,支持高级分析方法。

对吉林省科技竞争力进行评价,主要采用T21模型的方法,从社会、经济和环境三个方面考虑对科技竞争力的影响(见图1),其中社会包括人口、教育、劳动力等部分;经济包括生产、技术、政府和投资等部分;环境包括资源、排放和可持续发展等部分。三大部分与科技竞争力交互影响、交互作用。

对区域科技竞争力指标的定性和定量的深入研究,其意义是十分深远的。一方面,它有助于客观地

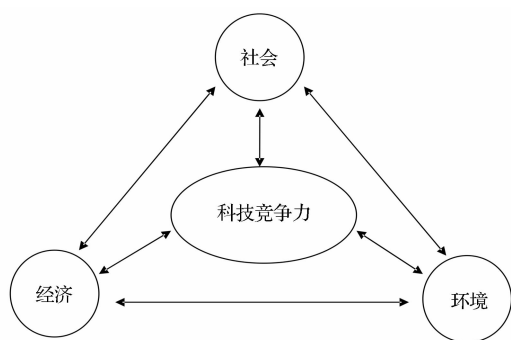


图1 社会、经济、环境和科技竞争力
协调发展反馈关系图

分析、比较和评价一个区域科技综合竞争力的发展轨迹。建立区域科技竞争力指标体系后,可以定量地分析任何一个区域的综合科技竞争力,进而进行综合科技竞争力的横向和纵向量化比较,从而客观地评价一个区域科技发展的历程和态势,有效防止出现那种只有定性分析、缺乏定量依据的经验型做法。另一方面,它能为一个区域的科技管理者提供科学的管理和决策依据。借助于区域科技竞争力评价指标体系,能够深入分析区域科技综合竞争力的各个组成部分,也即影响区域科技发展的因素的具体状态,从而了解和掌握该区域内部哪些因素是具有较强竞争力、对区域科技发展起促进作用的,哪些因素则是不具有竞争力或竞争力较弱、对区域科技发展起阻碍作用的,进而为区域科技管理和活动提供一份详细而科学的依据,上级政府对下级政府的管理和宏观调控进行绩效评估提供一种评价参考,并可用于对某个区域科技发展进行趋势预测。吉林省要加快科技的发展,就要对其现状及潜力进行系统评价。因此,建立区域科技竞争力指标体系研究具有十分重要的现实意义。

4 总结

本文主要对区域科技竞争力的评价方法进行比较研究,充分的分析使用主成分分析法、层次分析法、数据包络分析法和系统动力学的分析方法在进行区

域科技竞争力评价过程中的优势和缺陷,结合吉林省区域发展现状,确定采用系统动力学的方法对吉林省的科技竞争力进行评价,不仅解决了其他评价方法指标难以选择、数据收集困难以及评价结果失真等问题,实现了对区域科技竞争力评价的动态模拟,为各级领导制定本地区的科技发展战略和政策措施提供新的设计思路和理论依据。

参考文献

- [1] 黎雪琳,孙东川. 我国区域科技竞争力评价体系研究[J]. 科技管理研究,2006(2):48-51.
- [2] COOKE P. Regional innovation systems: competitive regulation in the New Europe[J]. Geoforum, 1992, 23(3): 365-382.
- [3] 杨晓龙,宋丽莉. 区域科技创新能力评价研究述评[J]. 商业时代,2008(21):105.
- [4] 刘学海. 区域创新系统研究文献综述[J]. 商业经济,2010(6):30-32.
- [5] 花玉文. 区域科技竞争力评价研究——以四川省为例[D]. 成都:西南交通大学,2008.
- [6] IMD. Wbrd Com Petitiveness Yearbook (2002) [R]. Switzerland:IMDLausaxme,2002.
- [7] 姜春林,江诗松. 基于主成分分析的省区科技竞争力评价[J]. 科技管理研究,2005(3):65-67.
- [8] 张可云,傅帅雄. 基于层次分析法(AHP)的长沙城市核心竞争力研究[J]. 湖湘论坛,2011(2):42-45.
- [9] 刘芳. 基于 DEA 的科技竞争力有效性分析[J]. 商场现代化,2005(5):112-113.
- [10] 闫莹,李祖福. 山西省科技发展能力分析[J]. 技术经济,2011,30(10):27-32.
- [11] 章益均. 吉林省科技型企业竞争力评价及提升对策研究[D]. 长春:吉林大学,2008.
- [12] 罗嘉玲. 高新技术产业科技竞争力评价方法及实证分析[D]. 南京:河海大学,2007.
- [13] 张庚家. 教育与经济协调发展的 SD 模型[J]. 安徽工业大学学报,2005,22(2):27-29.
- [14] 王其藩,李旭. 从系统动力学观点看社会经济系统的政策作用机制与优化[J]. 科技导报,2004(5):34-36.

Research on Evaluation Methodology for Regional Technological Competitiveness

LI Cai-xia, DAI Lei, SONG Wei, WANG Dai-zun

(Institute of Scientific and Technical Information of Jilin, Changchun 130021, China)

Abstract: Study on evaluation method for regional technological competitiveness from the angle of methodology, define the concepts of regional innovation system and regional innovation ability and regional technological competitiveness, analysis and comparative study on merit and demerit of principal component analysis, analytic hierarchy process, data envelopment analysis and system dynamics in the regional technological competitiveness evaluation, and combine the regional development situation of Jilin province, finally, using the method of system dynamics and mathematical model of sustainable development evaluation research on technological competitiveness of Jilin province.

Key words: competitiveness; evaluation methodology; region innovate; system dynamics