

北京市科技资源投入与科技创新能力评价

吴丹, 胡晶, 李雪

(北方工业大学经济管理学院, 北京 100144)

摘要:以科技活动人员、R&D人员全时当量、R&D经费内部支出、R&D投入强度作为科技资源投入指标,以专利申请量、专利授权量、技术市场合同数以及技术合同成交额作为科技创新能力指标。系统剖析1996—2014年北京市科技资源投入、科技创新能力的总体变化趋势。并运用主成分分析法,评价1996—2014年北京市科技资源投入指数与科技创新能力指数。研究表明,1996—2014年北京市科技资源投入指数和科技创新能力指数均呈上升趋势,科技创新能力指数增速高于科技资源投入指数。“九五”——“十五”期间,北京市科技资源投入指数大于科技创新能力指数。“十一五”——“十二五”期间,北京开始将创新的工作重点放在推进科技成果产业化、增强企业创新主体地位方面,科技创新能力指数超越科技资源投入指数。

关键词:科技;资源投入;创新能力;评价;主成分分析法

中图分类号:F124.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2017)02-0030-07

“九五”期间,北京市全面启动中关村科技园区建设。“十五”期间,北京市大力发展高新技术产业。“十一五”期间和“十二五”期间,北京市先后发布了《北京市“十一五”时期中关村科技园区发展规划》、《北京市“十二五”时期科技北京发展建设规划》。“十三五”时期,北京市将加快实施创新驱动发展战略,建设创新之城。这一系列政策举措已成为推动北京市科技创新与经济社会快速发展的关键驱动力。为此,北京市科技资源投入与科技创新能力评价等热点问题的研究具有重要的战略意义。

1 文献综述

以Romer^[1]和Lucas^[2]为代表人物的新增长理论提出科技投入作为技术进步的核心要素,加快推动了经济增长。关于科技投入的界定,我国学者周奇中^[3]认为是能够促进科技进步、进而推动经济增长的资源,主要包括科技人力资源、科技财力资源、科技物力资源、科技信息资源、科技组织资源和科技环境资源等。现有研究成果主要以科技人力资源和科技财力资源投入为主,新增长理论认为科技财力投入是经济增长的重要因素,科技财力投入不仅能提高生产技术,还能在企业间产生重要的外部效应。Romer等^[4-8]发现激励企业投入更多资源进行R&D活动

的关键是财政科技R&D投入,财政科技R&D投入不仅能够提高经济长期增长率,而且可将创新活动的投入转化为人均收入的增长;陈国生等^[9-12]认为科技资源投入主要涉及R&D人员或R&D人员全时当量、以及R&D经费投入等指标;王守宝等^[13-17]提出科技资源投入的关键是科技活动人员、参加科技活动的科学家工程师以及科技活动经费支出等指标。

以科技资源投入为基础,学者们对科技创新能力和科技创新效率进行了评价。如薛汉莉等^[18-23]认为科技创新能力主要体现为专利、论文、技术市场情况、高技术产业情况等指标;陈云平等^[24-25]采用因子分析中的主成分分析法,综合评价科技资源投入和科技创新能力;康楠等^[26-27]运用TOPSIS法以及主成分分析法,测算并对比分析了北京市与其他地市的科技创新效率,最后通过KENDALL一致性检验,验证了各模型间具有一定的融合性。

参考现有文献资料,综合学者们的研究视角,结合数据的可获取性,以科技活动人员、R&D人员全时当量、R&D经费内部支出、R&D投入强度作为科技资源投入指标,以专利申请量、专利授权量、技术市场合同数以及技术合同成交额作为科技创新能力指标。系统剖析1996—2014年北京市科技资源投入、

收稿日期:2016-09-05

基金项目:北方工业大学学生科技活动项目课题成果;北方工业大学—清华大学合作项目(20160099)课题成果。

作者简介:吴丹(1986—),男,江西抚州人,北方工业大学,讲师,博士后,研究方向:技术创新与价值工程、战略规划与资源配置、管理决策理论与应用。

科技创新能力的总体变化趋势。运用主成分分析法，评价 1996—2014 年北京市科技资源投入指数与科技创新能力指数。

2 科技资源投入的变化趋势

科技资源投入主要包括科技人力资源投入和科技财力资源投入两大部分，其中科技人力资源投入主要涉及科技活动人员数、R&D 人员全时当量。科技财力资源投入主要涉及 R&D 经费内部支出、R&D 投入强度。

2.1 科技人力资源投入

从科技活动人员数变化来看，1991—2014 年北

京市科技活动人员数表现为波动式上升趋势。1991 年，北京市科技活动人员为 22.8 万人，1995 年增至 25.2 万人，增长幅度为 10.5%。1996 年，科技活动人员又比 1995 年增加了 5 个百分点。但 2000 年，科技活动人员仅为 26.1 万人，比 1996 年减少了近 2 个百分点。2007 年科技活动人员增至 45.0 万人，比 1991 年翻了近一番。2010 年，科技活动人员又比 2000 年翻了一番，达到 52.98 万人。2010—2014 年，科技活动人员从 52.98 万人快速增至 72.7 万人，增长了 37.18%。1991—2014 年北京市科技活动人员数及其增长率，见图 1。

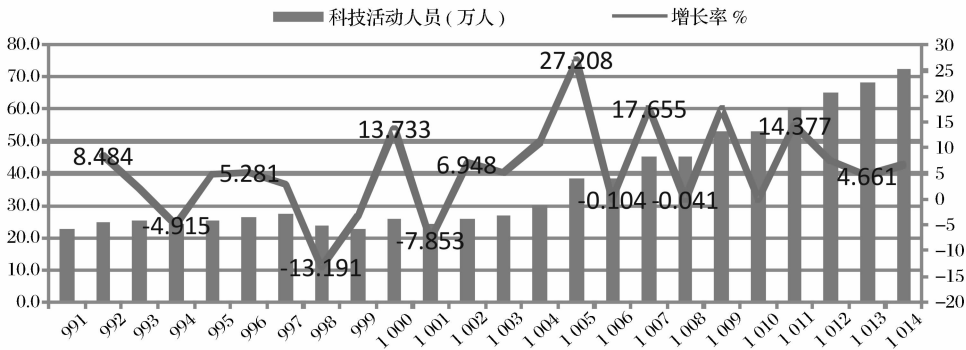


图 1 1991—2014 年北京市科技活动人员数及其增长率

注：数据来源于《北京统计年鉴 2015》。

从 R&D 人员全时当量变化来看，1996 年，北京市 R&D 人员全时当量为 84 793 万人年，2000 年达到 98 723 万人年，增幅达到 16.43%。随着政府对科技投入的重视，2005 年 R&D 人员全时当量已经达到了 177 765 万人年，相比 1996 年翻了近一番。2010 年，R&D 人员全时当量增至 193718 万人年，比

2005 年增长了 8.97%。“十二五”期间，北京市政府不断强化科技活动建设，至 2014 年，R&D 人员全时当量相比于 1996 年，翻了两番，高达 245 384 万人年。1996—2014 年北京市 R&D 人员全时当量及其增长率，见图 2。

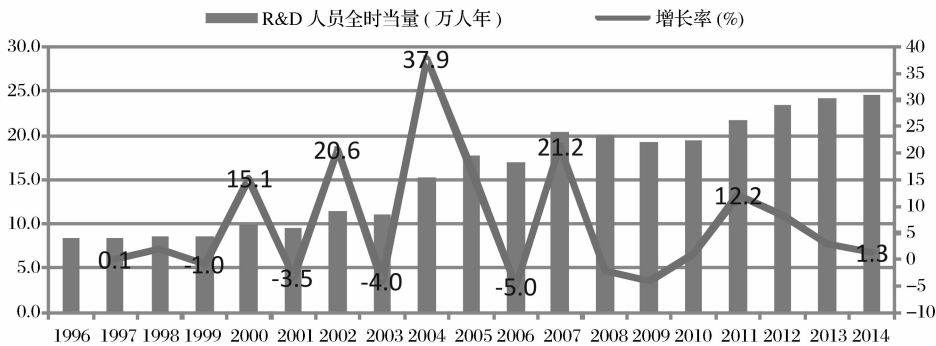


图 2 1996—2014 年北京市 R&D 人员全时当量及其增长率

2.2 科技财力资源投入

从 R&D 经费内部支出变化来看，1996 年，北京市 R&D 经费内部支出为 418 614 亿元，1998 年比 1996

年翻了一番，达到 861 138 亿元。2001 年达到 1 711 696 亿元，相比于 1998 年又翻了近一番。“十五”期间，R&D 经费内部支出持续增长，2005 年比 2001 年

又翻了一番,达到 3 795 450 亿元。2009 年,R&D 经费内部支出达到 6 686 351 亿元,接近 2005 年的两倍。“十二五”期间,R&D 经费内部支出保持平稳上升趋

势,2014 年,R&D 经费内部支出达到 12 687 953 亿元,比 2009 年增长了近 1 倍。1996—2014 年北京市 R&D 经费内部支出及其增长率,见图 3。

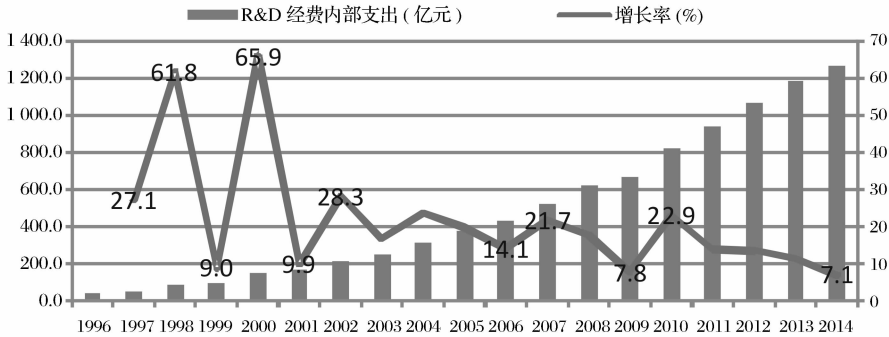


图 3 1996—2014 年北京市 R&D 经费内部支出及其增长率

随着科技财力资源投入的增加,北京市 R&D 投入强度总体也呈现上升趋势。1996 年,北京市 R&D 投入强度为 2.34%,2000 年,R&D 投入强度达到了 4.92%,比 1996 年提升了一倍。2000—2005 年,

R&D 投入强度由 4.92%提升至 5.45%,但 2006 年 R&D 投入强度略降为 5.33%,随后进一步提升至 2014 年的 5.95%。1996—2014 年北京市 R&D 投入强度及其增长率,见图 4。

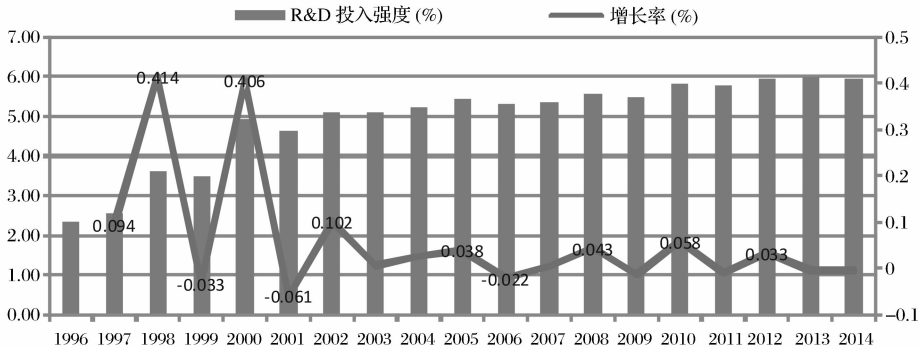


图 4 1996—2014 年北京市 R&D 投入强度及其增长率

3 科技创新能力的变化趋势

科技创新能力主要包括直接创新能力和间接创新能力两大部分,其中直接创新能力体现在专利申请量、专利授权量,间接创新能力体现在技术市场合同数、技术合同成交总额。

3.1 直接创新能力

随着北京市政府对科技创新能力的重视,专利申请量基本保持增长趋势。1985 年,专利申请量仅有 1 540 件,1988 年专利申请量达到了 3 342 件,比 1985 年翻了一番。1988—1993 年,专利申请量从 3 342 件增长到了 6 972 件,再翻番。但 1993—1995 年,专利申请量呈现减少趋势,从 6 972 件减至 6 362 件,减少了 8.75%。随后,专利申请量继续增加,由 1996 年的 6 595 件增至 2001 年的 12 174 件,翻了近一番。2014 年专利申请量已达到 138 111 件,为 2001 年的

十倍之多。1985—2014 年北京市专利申请量及其增长率,见图 5。

从专利授权量变化来看,1986—1993 年,北京市专利授权量呈上升趋势,从 461 件增加至 5 806 件,增加了 11 倍。1994 年,专利授权量减少至 3 914 件,下降了 32.59%。从 1997 年开始,专利授权量不断上升,从 3 327 件增至 2002 年的 6 345 件。2013 年,专利授权量已增至 62 671 件,是 2002 年的近十倍。1986—2014 年北京市专利授权量及其增长率,见图 6。

3.2 间接创新能力

1990—1996 年,北京市技术市场合同数由 18 588 项减至 14 850 项,下降了 20.11%。随后持续增加,2002 年增至 27 037 项,比 1996 年翻了一番。2011 年又比 2002 年翻了一番,达到 53 552 项。2014

年,技术市场合同数增至 67 278 项,比 2011 年增长了 1/4。1990—2014 年北京市技术市场合同数及其

增长率,见图 7。

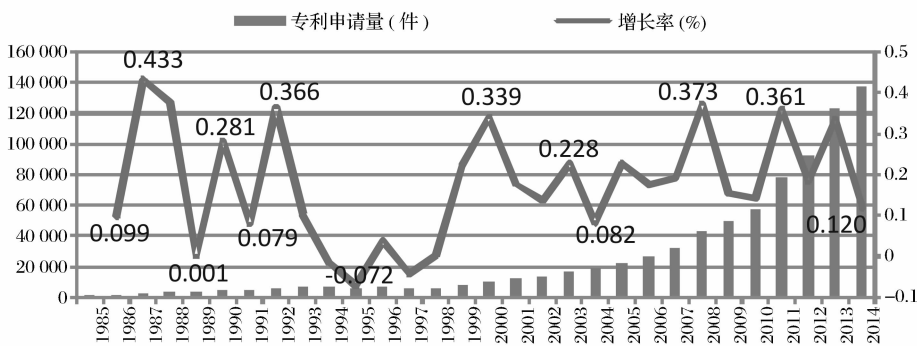


图 5 1985—2014 年北京市专利申请量及其增长率

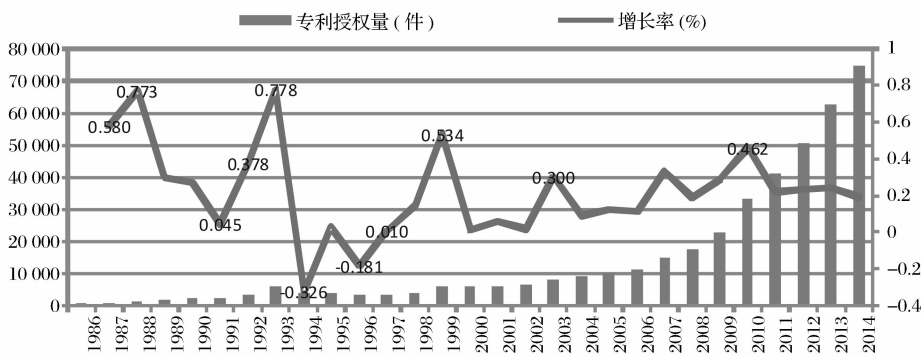


图 6 1986—2014 年北京市专利授权量及其增长率

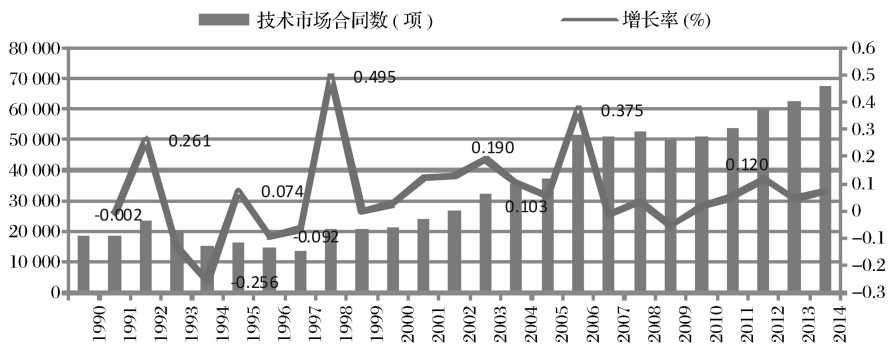


图 7 1990—2014 年北京市技术市场合同数及其增长率

自第八个五年计划实施以来,北京市技术合同成交总额一直处于增长趋势。1990 年技术合同成交总额仅为 20.3 亿元,1995 年技术合同成交总额达到 41.2 亿元,相比于 1990 年翻了一番。2005 年技术合同成交总额超过 1995 年的 10 倍,达到 434.4 亿元。2007 年技术合同成交总额相比于 2005 年又翻了一番,达到 882.6 亿元。2010—2014 年,技术合同成交总额由 1 579.5 亿元增至 3 136 亿元,翻了一番。

1990—2014 年北京市技术合同成交总额及其增长率,见图 8。

4 科技资源投入与科技创新能力指数

根据 1996—2014 年北京市科技资源投入与科技创新能力的变化趋势,进一步对科技资源投入与科技创新能力进行整体评价,测量科技资源投入指数和科技创新能力指数。结合 1996—2014 年北京市科技资源投入与科技创新能力的指标数据,对科技资源投入

指标和科技创新能力指标分别做 KMO 和 Bartlett 检验,得出 KMO 值均大于 0.5,说明科技资源投入指标和科技创新能力指标均适合做因子分析。同时,

测算出 Bartlett 的球形度检验的 sig 值为 0,说明指标适合做主成分分析(见表 1 和表 2)。

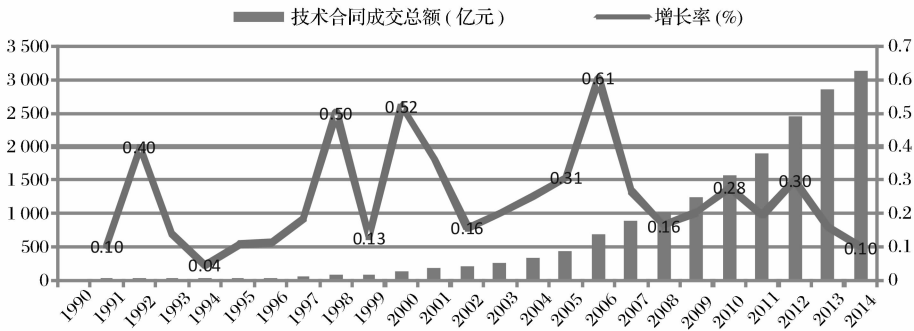


图 8 1990—2014 年北京市技术合同成交总额及其增长率

表 1 科技资源投入 KMO 和 Bartlett 的检验

取样足够度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量	0.589	
Bartlett 的球形度检验	近似卡方	126.028
	df	6
	Sig.	0.000

表 2 科技创新能力 KMO 和 Bartlett 的检验

取样足够度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量	0.725	
Bartlett 的球形度检验	近似卡方	181.572
	df	6
	Sig.	0.000

应用 SPSS 软件,对科技资源投入指标和科技创新能力指标分别提取一个主成分因子,主成分因子分别可以解释 89.821%和 94.667%的指标信息,见表 3 和表 4。

表 3 科技资源投入解释的总方差

成份	提取平方和载入		
	合计	方差的 %	累积 %
1	3.593	89.821	89.821

表 4 科技创新能力解释的总方差

成份	提取平方和载入		
	合计	方差的 %	累积 %
1	3.787	9.667	94.667

在此基础上,运用主成分分析法,应用 SPSS 软件,计算得到科技资源投入和科技创新能力的成份得分矩阵,见表 5 和表 6。

表 5 科技资源投入成份得分矩阵

指标	成份
	1
科技活动人员(X_1)	0.268
R&D 人员全时当量(X_2)	0.273
R&D 经费内部支出(X_3)	0.273
R&D 投入强度(X_4)	0.239

表 6 科技创新能力成份得分矩阵

指标	成份
	1
专利申请量(Y_1)	0.262
专利授权量(Y_2)	0.260
技术市场合同数(Y_3)	0.243
技术合同成交总额(Y_4)	0.263

根据表 5 和表 6 的成份得分矩阵,得到科技资源投入和科技创新能力的主成分因子,即:

$$\begin{cases} F_1 = 0.268ZX_1 + 0.273ZX_2 + 0.273ZX_3 + 0.239ZX_4 \\ F_2 = 0.262ZY_1 + 0.260ZY_2 + 0.243ZY_3 + 0.263ZY_4 \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中, F_1 为科技资源投入指数,即对科技资源投入指标提取的主成分因子, F_2 为科技创新能力指数,即对科技创新能力指标提取的主成分因子, ZX_i 和 ZY_i 是对原始因子和 Y_i 进行标准化处理后得到的因子($i = 1 \sim 4$)。1996—2014 年北京市科技资源投入指数 F_1 与科技创新能力指数 F_2 的变化趋势,见图 9。

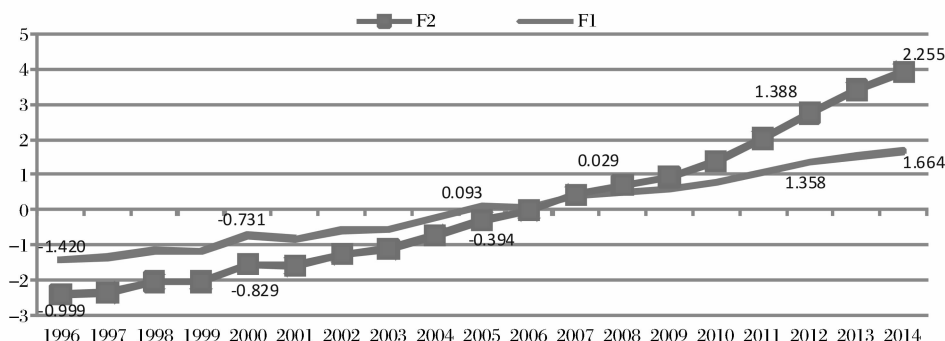


图9 1996—2014年北京市科技资源投入指数与科技创新能力指数变化

根据图9可看出,1996—2014年北京市对科技的重视度不断加强,北京市科技资源投入指数和科技创新能力指数均呈上升趋势,但科技创新能力指数的增速高于科技资源投入指数。自2008年开始,北京市科技创新能力指数开始超越科技资源投入指数,反映出北京市科技资源的利用效率不断提高。

5 结语

创新驱动发展已成为我国现阶段及未来转变经济发展模式的重要途径,北京市作为全国科技创新中心,从总体来看,无论是科技资源投入还是科技创新能力都处于稳步的持续增长状态,且科技创新能力增速要高于科技资源投入,说明科技资源利用效率不断提高。但未来北京市要将创新作为发展的主要驱动力还面临诸多挑战。首先,从科技资源投入及科技创新能力的指标变化趋势可以发现,部分指标并非逐年增长,增长率波动较大,说明无论是科技投入还是科技创新能力都存在不稳定的问题,而科技创新能力的不稳定从一定程度上取决于科技资源投入的不稳定。为保证持续的科技创新能力,应稳定各年科技资源投入增量,结合北京市社会经济发展情况,及时调整科技资源配置结构,并不断挖掘新的创新主体,以激发社会创新活力。最后,北京市应充分发挥全国科技创新中心的引领作用,不仅要提升自身的科技创新能力,更需要带动周边及全国科技进步,推动全国创新驱动发展战略的实施。

参考文献

- [1] ROMER PAUL M. Increasing returns and long-run growth [J]. *Journal of Political Economy*, 1986, 94(5): 1002—1037.
- [2] ROBERT E. LUCAS Jr. On the Mechanics of economic development [J]. *Journal of Monetary Economics*, 1988, 22(1): 3—42.
- [3] 周寄中. 科技资源论[M]. 西安: 陕西人民教育出版社, 1999: 43—50.

- [4] ROMER P M. Endogenous technological change [J]. *The Journal of Political Economy*, 1990, 98(5): S71—S10.
- [5] SEGERSTROM P C, ANANT T C A, DIPOPOULOS E. A schumpeterian model of the product life cycle [J]. *American Economic Review*, 1990, 80(5): 1077—1091.
- [6] GROSSMAN G, HELPMAN E. Quality ladders in the theory of growth [J]. *Review of Economic Studies*, 1991, 58(1): 43—61.
- [7] AGHION P, HOWITT P. A model of growth through creative destruction [J]. *Econometrica*, 1992, 60(2): 323—351.
- [8] FREIRE-SERÉN M J. R&D-expenditure in an endogenous growth model [J]. *Journal of Economics*, 2001, 741: 39—62.
- [9] 陈国生, 杨凤鸣, 陈晓亮, 赵晓军. 基于 Bootstrap-DEA 方法的中国科技资源配置效率空间差异研究 [J]. *经济地理*, 2014, 34(11): 36—42.
- [10] 刘磊, 胡树华. 国内外 R&D 管理比较研究及对中国科技资源配置的启示 [J]. *科学学研究*, 2000, 18(1): 62—66.
- [11] 徐巧玲. 区域科技资源配置效率的实证分析 [J]. *统计与决策*, 2014(17): 95—98.
- [12] 王月秋, 陈业华. 华北地区科技资源配置效率的评价 [J]. *统计与决策*, 2010(15): 71—72.
- [13] 王守宝. 地区科技投入产出相对效率评价研究 [J]. *经济研究*, 2010, 31(7): 48—51.
- [14] 杨文明, 宋淑蔚, 安蔚瑾, 吴达, 高文. 对我国 20 城市科技投入产出效率的分析研究 [J]. *科技管理研究*, 2013(7): 52—55.
- [15] 刘玲利. 对我国科技资源配置效率的测度 [J]. *统计与决策*, 2008(14): 47—50.
- [16] 罗彪, 王小平, 季红梅. 基于 DEA 交叉评价的科技资源配置效率研究 [J]. *现代科学管理*, 2011(12): 35—38.
- [17] 康楠, 郑循刚, 母培松. 基于组合评价的我国区域科技资源配置效率研究 [J]. *华中科技大学学报*, 2009, 2(6): 79—83.
- [18] 薛汉莉, 王育宝, 冯宗宪. 中国跨省经济区域科技创新能力评价与政策设计 [J]. *情报杂志*, 2013, 32(7): 198—203.
- [19] 巴吾尔江, 董彦斌, 孙慧, 张其. 基于主成分分析的区域科技创新能力评价 [J]. *科技进步与对策*, 2012, 29(12): 26—30.
- [20] 孙钰, 李泽涛, 马瑞. 我国城市科技创新能力的实证研究 [J]. *南开经济研究*, 2008(4): 68—85.

(下转第 167 页)

戈尔为例[J]. 中国证券期货, 2013(9):154—166.

[15] 苏利平, 马肖驰. 企业财务可持续增长模型改进及实证应用[J]. 华东经济管理, 2014(10):41—42.

[16] 王黎华, 韩俊华, 干胜道. 国外可持续增长模型分析、评价与重构[J]. 统计与决策, 2015(5):78—79.

[17] 李光贵. 资本成本、可持续增长与分红比例估算研究[M]. 北京: 经济管理出版社, 2012.

The Analysis of the Application of Financial Sustainable Growth Model in the Enterprises

——Take Huiquan brewery as an example

CHEN Yu-jian, DAI Min

(School of Business, Putian University, Putian Fujian 351100, China)

Abstract: Slowdown will affect the confidence of a lot of enterprises in the growth under the “new normal”. However, financial sustainable development strategy can be just in time to provide “innovation driven” with a new dimension. By means of financial sustainable growth model and doing specific research and analysis on rising situation of Huiquan Brewery from 2001 to 2014, the results found that Huiquan Brewery has basically realized the sustainable growth in 14 years. Sales net interest rate, total assets turnover ratio, current ratio, asset-liability ratio and capital growth is the key driver of growth efficiency that affecting the growth efficiency of Huiquan Brewery. But enterprise should still promote the enterprise sustainable growth by strengthening cost management and improving the level of corporate profits; Optimizing the assets structure and improving operating efficiency; Changing the debt structure and reducing the enterprise financial risk; Enhancing the financing ability and supporting the sustainable development of the enterprise in growth management.

Key words: sustainable growth; sustainable financial growth model; critical drivers

(上接第 35 页)

[21] 赵希男, 褚德海, 贾建锋. 我国副省级城市科技创新能力的竞优分析[J]. 中国软科学, 2010(11):88—97.

[22] 唐炎钊, 方旋, 邹珊刚. 区域科技创新能力的灰色综合评估[J]. 科学学与科学技术管理, 2001(2):69—74.

[23] 虞震. 泛三角区域科技创新能力评价与比较研究[J]. 社会科学, 2011(6):47—52.

[24] 陈运平, 陈林心. 我国中部六省高校科技创新能力比较研究[J]. 科技进步与对策, 2009, 26(1):38—45.

[25] 孙钰, 李泽涛, 马瑞. 我国城市科技创新能力的实证研究[J]. 南开经济研究, 2008(4):68—85.

[26] 康楠, 郑循刚, 母培松. 基于组合评价的我国区域科技资源配置效率研究[J]. 华中科技大学学报, 2009, 23(6):79—83.

[27] 俞立平, 熊德平, 武夷山. 中国地区科技效率的组合测度研究[J]. 科学学研究, 2011, 29(8):1141—1146.

Evaluation of Science & Technology Resources Investment and Scientific & Technological Innovation Ability in Beijing

HU Jing, WU Dan, LI Xue

(School of Economics and Management, North China University of Technology, Beijing 100144, China)

Abstract: The paper takes science & technology personnel, R&D personnel, R&D internal expenditures, R&D investment intensity as the index of scientific & technological input; and takes patent applications, patents authorized amount, technology market contract number and technical contract turnover as the index of science & technology innovation. Firstly, the paper analyzes the overall change trend of the input and innovation ability of science & technology during 1996—2014. Secondly, the paper evaluates the input and innovation ability of science & technology during 1996—2014, based on the principal component analysis. The results show, the overall change trend of the input and innovation ability of science & technology was increasing in Beijing during 1996—2014, and the growth rate of Science & technology innovation capability index was higher than the input index of science & technology. But the input index of science & technology was higher than Science & technology innovation capability index during the period of the ninth five-year-plan to the tenth five-year-plan. Beijing began to focus on promoting the industrialization of scientific & technological achievements, enhancing the dominant position of enterprise innovation, and Science & technology innovation capability index was higher than the input index of science & technology during the period of eleventh five-year-plan to the twelfth five-year-plan.

Key words: science & technology; resource investment; innovative ability; evaluation; principal component analysis method