

基于DEA方法的中关村科技园区创新能力评价分析

贺明, 夏恩君, 刘伊雯

(北京理工大学 管理与经济学院, 北京 100081)

摘要: 概括了中关村科技园区高新技术企业发展及创新现状。在此基础上, 运用时间序列法选取中关村科技园区 2001—2007 年度在创新能力上有代表性的各项经济指标, 运用 DEA 数据包络法对中关村科技园区的创新能力进行评价。

关键词: 中关村科技园区; 创新能力; 数据包络法; 创新能力评价

中图分类号: F127.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-7348(2010)09-0106-04

0 引言

中关村科技园区自 1988 年成立以来一直是我国自主创新的战略高地, 在自主创新领域取得了一系列令人瞩目的成就。经过 20 多年的发展, 中关村完成了从中国科研中心向中国创新中心的飞跃, 探索出了一条以企业为主体、市场为导向、产学研相结合, 以开放式自主创新为核心的高科技产业发展道路, 引领着我国高科技产业发展的方向。进入新的发展阶段后, 我国明确提出要把加强自主创新能力作为新时期的国家战略, 中关村科技园区进一步受到社会各界的关注^[1,2]。

1 中关村科技园区高新技术企业发展及创新现状

自 1988 年成立以来, 经过 20 多年的创新实践, 中关村逐步形成了以高新技术企业技术创新为核心、以科研机构知识创新为基础、以政府环境建设和专业化中介发展为支撑, 具备较强自组织能力和自我学习能力的有中关村特色的自主创新体系; 探索出了一套以技术创新为核心, 以制度创新、组织创新、商业模式创新和文化创新为支撑和条件的全方位的创新模式。目前, 中关村已经成功跨越体制、机制创新阶段和技术产品创新阶段, 进入全面自主创新阶段, 为首都和全国提高自主创新能力、优化产业结构、转变发展方式作出了表率 and 贡献。与此同时, 我们也应认

识到, 中关村与世界一流科技园区相比, 创新能力还存在一定差距, 产学研紧密合作的局面尚未完全形成, 创新资源的效能未能最大程度释放。为实现“全国自主创新示范区”和“全球科技创新中心”的战略目标, 中关村尚须进一步提升自主创新能力^[3]。

从创新投入的角度来看, 企业和政府近年来不断加大人力资源和研发资金等方面的投入力度: 2001—2007 年, 中关村的科研人员队伍不断壮大, 科技活动人员数呈平稳较快增长态势, 年增长率都在 20% 以上; 科研经费持续增长, R&D 经费支出从 2001 年的 63.65 亿元增长到 2007 年的 317.65 亿元; 技术开发减免税额高速增长, 从 2001 年的 4.07 亿元增长到 2007 年的 36.39 亿元。

从创新产出的角度来看, 具有自主知识产权的成果数量和创新收入都实现了快速增长, 在新能源与环保、生物工程与新医药、软件及信息服务、集成电路、通信与计算机网络等领域均产出了一大批重大技术、产业化创新成果, 专利标准创制能力也显著增强: 2001—2007 年, 园区发明专利数从 522 件上升到 1 566 件, 园区版权登记项数从 2001 年的 871 项上升到 2007 年的 6 164 项; 园区新产品销售收入从 2001 年的 658.81 亿元上升到 2007 年的 3 220.92 亿元; 园区技术合同成交额从 2001 年的 125.30 亿元上升到 2007 年的 688.47 亿元。具体情况如表 1 所示。

对历年数据进行无量纲处理后, 我们可以比较出随着年份增长, 中关村科技园区各经济指标的变化情况。具体如图 1 所示。

收稿日期: 2009-05-12

作者简介: 贺明(1975-), 男, 陕西岐山人, 北京理工大学管理与经济学院博士研究生, 研究方向为技术创新与管理; 夏恩君(1962-), 男, 吉林松源人, 北京理工大学管理与经济学院教授、博士生导师, 研究方向为技术创新与管理; 刘伊雯(1985-), 女, 北京人, 北京理工大学管理与经济学院硕士研究生, 研究方向为技术创新与管理。

2 中关村科技园区创新能力评价模型构建

2.1 DEA 分析的 C²R 模型介绍

数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)方法是美国著名运筹学家 A.Charnes 等学者以“相对效率”概念为基础发展起来的一种效率评价方法。C²R 模型是 DEA 的第一个模型^[4]。某种生产活动,可用相应的一组投入指标值和一组产出指标值来描述。设 $E_k (k=1, 2, \dots, K)$ 为第 k 个单位的效率比率,这里 K 代表评估单位的总数。设 $u_j (j=1, 2, \dots, M)$ 为第 j 种产出的系数,这里 M 代表所考

虑的产出种类的总数。变量 u_j 用来衡量产出价值降低一个单位所带来的相对效率的下降。设 $u_j (j=1, 2, \dots, M)$ 为第 i 种投入的系数,这里 N 代表所考虑的投入种类的总数。变量 v_i 用来衡量投入价值降低一个单位带来的相对效率的下降。设 O_{ij} 为一定时期内由第 k 个服务单位所创造的第 j 种产出的观察到的单位数量。设 I_{ik} 为一定时期内由第 k 个服务单位所使用的第 i 种投入的实际的单位数量。目标是找出一组伴随每种产出的系数 u 和一组伴随每种投入的系数 v , 从而给被评估的服务单位以最高的可能效率。

表 1 中关村科技园区企业创新发展概况

指标 年份	科技活动人 员数 (万人)	R&D经费 支出 (亿元)	技术开发减 免税额(亿 元)	发明专利授 权数(件)	版权 登记项数 (个)	新产品 销售收入 (亿元)	技术合同成 交额 (亿元)
2001	1.22	63.65	4.07	522	871	658.81	125.30
2002	1.45	94.21	7.59	695	1 273	727.62	175.43
2003	1.48	130.82	8.45	877	2 370	800.35	209.25
2004	1.79	173.40	11.67	917	2 650	1 355.21	271.16
2005	2.27	224.93	16.23	1 174	2 835	1 839.26	396.20
2006	2.80	298.97	22.95	1 377	3 317	2 544.41	478.35
2007	3.40	317.65	36.39	1 566	6 164	3 220.92	688.47

数据来源:《中关村科技园区商务指南(2008 版)》,中央编译出版社

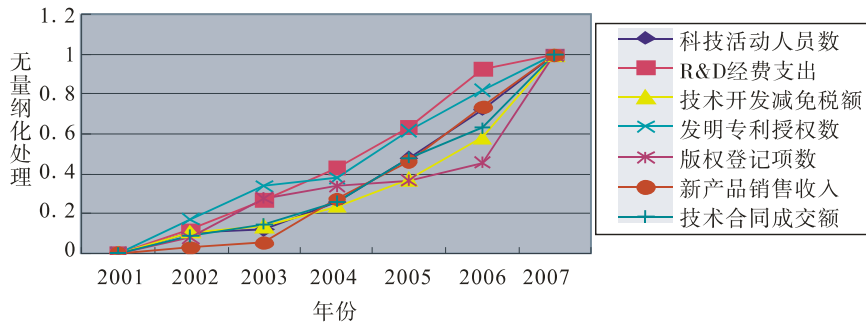


图 1 中关村科技园区创新能力指标变化

$$\max Ee = \frac{u_1 O_{1e} + u_2 O_{2e} + \dots + u_m O_{me}}{v_1 I_{1e} + v_2 I_{2e} + \dots + v_n I_{ne}} \quad (1)$$

式(1)中, e 是被评估单位的代码。法函数满足这样一个约束条件, 即当同一组投入和产出的系数(u_j 和 v_i)用于所有其它对比服务单位时, 没有一个服务单位将超过 100% 的效率或超过 1.0 的比率。约束条件为:

$$\frac{u_1 O_{1k} + u_2 O_{2k} + \dots + u_m O_{mk}}{v_1 I_{1k} + v_2 I_{2k} + \dots + v_n I_{nk}} \leq 1.0 \quad k=1, 2, \dots, K \quad (2)$$

式(2)中所有系数值都是正的且非零。为了用标准线性规划软件求解这个有分数的线性规划, 需要进行变形。要注意, 目标函数和所有约束条件都是比率而不是线性函数。通过把所评估单位的投入人为地调整为总和 1.0, 这样等式(1)的目标函数可以重新表述为:

$$\max Ee = u_1 O_{1e} + u_2 O_{2e} + \dots + u_m O_{me} \quad (3)$$

满足以下约束条件:

$$v_1 I_{1e} + v_2 I_{2e} + \dots + v_n I_{ne} = 1 \quad (4)$$

对于服务单位, 等式(2)的约束条件可类似转化为:

$$u_1 O_{1k} + u_2 O_{2k} + \dots + u_m O_{mk} - (v_1 I_{1k} + v_2 I_{2k} + \dots + v_n I_{nk}) \leq 0 \quad (5)$$

其中, $k=1, 2, \dots, K$; $u_j \geq 0 (j=1, 2, \dots, m)$; $v_i \geq 0 (i=1, 2, \dots, n)$ 。

2.2 中关村科技园区创新能力评价指标体系构建

为了综合评价中关村科技园区近年来的创新能力发展情况, 笔者使用 DEA 数据包络法, 通过建立 C²R 模型来进行定量考查。在综合考虑指标的科学性、合理性、现实性及可操作性的基础上, 本文构建了中关村科技园区创新能力评价指标体系, 如图 2 所示。

其中, 在衡量中关村科技园区创新能力的投入方面确立了 3 个指标: 科技活动人员数 I_1 、R&D 经费支出 I_2 、技术开发减免税额 I_3 ; 在衡量中关村科技园区创新能力的产出方面确立了 4 个指标: 发明专利授权数 O_4 、版权登记项数 O_5 、新产品销售收入 O_6 、技术合同成交额 O_7 。

3 中关村科技园区创新能力评价

本文采用时间序列法, 选取 2001—2007 年中关村的相

关经济数据为决策单元样本，对其每年的创新能力进行评估^[5]。

对原始数据进行无量纲处理，采用的处理方式为：

$$I_{ij} = (I_{ij} - \min I_j) / (\max I_j - \min I_j);$$

$$O_{ij} = (O_{ij} - \min O_j) / (\max O_j - \min O_j)$$

处理结果如表 2 所示。利用 C²R 模型建立线性规划模型：

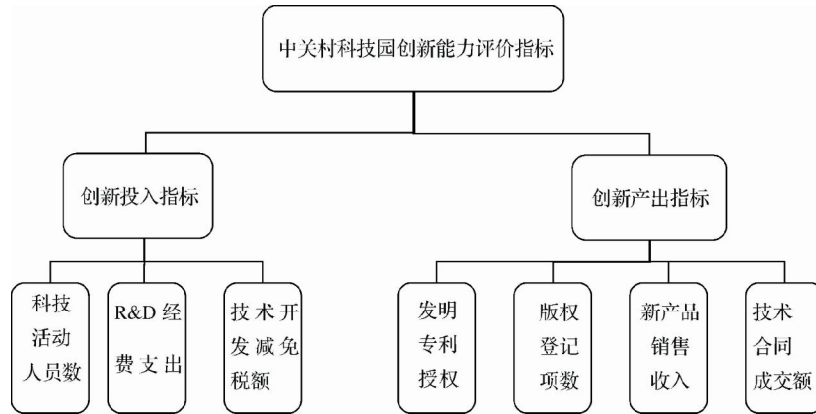


图 2 中关村科技园创新能力评价指标体系

表 2 无量纲化处理

指标 年份	科技活动 人员数 I_1	R&D 经 费支出 I_2	技术开 发减免 税额 I_3	发明专 利授 权数 O_4	版权登 记 项数 O_5	新产品销 售 收入 O_6	技术合 同 成交 额 O_7
2001	0	0	0	0	0	0	0
2002	0.105 5	0.120 31	0.108 9	0.17	0.08	0.026 856 73	0.089 014
2003	0.119 3	0.264 45	0.135 5	0.34	0.28	0.055 243 45	0.149 067
2004	0.261 5	0.432 09	0.235 1	0.38	0.34	0.271 806 81	0.258 998
2005	0.481 7	0.634 96	0.376 2	0.62	0.37	0.460 734 8	0.481 027
2006	0.724 8	0.926 46	0.584 2	0.82	0.46	0.735 955 5	0.626 898
2007	1	1	1	1	1	1	1

$$\begin{aligned} \max Ee &= u_1 O_{1e} + u_2 O_{2e} + \dots + u_m O_{me} \\ u_1 O_{1k} + u_2 O_{2k} + \dots + u_m O_{mk} - (v_1 I_{1k} + v_2 I_{2k} + \dots + v_n I_{nk}) &\leq 0 \\ v_1 I_{1e} + v_2 I_{2e} + \dots + v_n I_{ne} &= 1 \\ k &= 1, 2, \dots, K; \quad u_j \geq 0 (j=1, 2, \dots, m); \quad v_i \geq 0 (i=1, 2, \dots, n) \end{aligned} \quad (6)$$

对于 2001—2007 年分别代入线性规划模型中的投入向量：

- 2001 年：(0, 0, 0)；
- 2002 年：(0.105 5, 0.120 31, 0.108 9)；
- 2003 年：(0.119 3, 0.264 45, 0.135 5)；
- 2004 年：(0.261 5, 0.432 09, 0.235 1)；
- 2005 年：(0.481 7, 0.634 96, 0.376 2)；
- 2006 年：(0.724 8, 0.926 46, 0.584 2)；

2007 年：(1, 1, 1)。

对于 2001—2007 年分别代入线性规划模型中的产出向量：

- 2001 年：(0, 0, 0, 0)；
- 2002 年：(0.17, 0.08, 0.026 856 73, 0.089 014)；
- 2003 年：(0.34, 0.28, 0.055 243 45, 0.149 067)；
- 2004 年：(0.38, 0.34, 0.271 806 81, 0.258 998)；
- 2005 年：(0.62, 0.37, 0.460 734 8, 0.481 027)；
- 2006 年：(0.82, 0.46, 0.735 955 5, 0.626 898)；
- 2007 年：(1, 1, 1, 1)。

通过线性规划求解软件，可得最优线性规划解。得到 DEA 评价结果如表 3 所示。

表 3 中关村科技园区 2001—2007 年创新能力 DEA 评价结果

年份 DEA	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
Ee	0.000 0	0.999 94	0.999 94	0.999 94	1.000 0	1.000 0	1.000 0

在 DEA 数据包络法中, E_e 的值越大, 说明决策单元的有效性越高, 最大值为 1。通过计算可以看出, 中关村科技园区的创新能力有效性是较高的。由于进行了无量纲化处理, 2001 年的 E_e 值相对最小, 为 0; 2002—2007 年的 E_e 值稳步提高, 表明中关村科技园区近几年的创新能力得到持续提升。

参考文献:

- [1] 刘东辉 吕超. 基于复合 DEA 的我国企业自主创新绩效评价与分析 [J]. 科技和产业, 2008(3) : 64.
- [2] 刘源. DEA 方法在企业技术创新评价中的应用研究 [J]. 企业研究, 2006(1) : 182.
- [3] 中共北京市委宣传部, 中关村科技园区管理委员会. 创新之路——中关村科技园区 20 年自主创新的实践与启示 [J]. 求是, 2008(19) : 32-34.
- [4] 顾立汉 李画画. 我国中小企业技术创新能力的现状及问题分析 [J]. 科技信息, 2008(25) : 375.
- [5] 闫耀民. 中关村中小企业技术创新问题研究 [J]. 技术经济, 2005(9) : 37.
- [6] 傅家骥. 技术创新学 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1998.
- [7] 北京市统计局, 中关村科技园区管理委员会. 中关村科技园区商务指南(2008 版) [M]. 北京: 中央编译出版社, 2008.

(责任编辑: 赵 峰)

Evaluation on Innovative Ability of Zhongguancun Science Park with DEA Method

He Ming, Xia En'jun, Liu Yiwen

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

Abstract: This paper summarized the development and innovation of high and new technology enterprises in Zhongguancun Science Park. Based on the analysis, the paper used time-series method to select the economic data of Zhongguancun Science Park from 2001 to 2007, using the DEA method such as C2R Model to evaluate the innovative ability of Zhongguancun Science Park.

Key Words: Zhongguancun Science Park; Innovative Ability; DEA Method; Evaluation on Innovative Ability