

区域自主创新的绩效评价 ——以福建省为例

张良强

(福州大学 软科学研究所,福州 350002)

摘要:评价区域自主创新的绩效,对于改善创新管理、进一步提高创新系统的效率具有重要意义。本文基于技术创新的链式模式和创新活动过程的阶段性特征,提出了评价区域自主创新绩效的方法和概念模型;并以我国福建省为例,利用 1995—2006 年福建省区域自主创新的相关数据,运用 DEA 方法,对福建省创新过程中的知识创新、技术开发、设计制造、市场实现等环节的绩效进行了评价和分析。研究结果表明:福建省自主创新系统中的知识创新活动仍处于技术效率最佳和规模收益不变状态,继续增加知识创新资源投入仍将是合理的;技术开发活动已进入了规模收益递减阶段,规模无效率状况严重;设计制造活动的综合绩效较高,但 2006 年已出现规模收益递减现象。最后,提出了适当增加知识创新投入比例、提高技术交易的实现效率、增加技术改造资金投入比例等提高福建省区域自主创新绩效的对策建议。

关键词:区域自主创新;绩效评价;DEA;福建

中图分类号:F204;G311

文献标识码:A

文章编号:1002-980X(2008)10-0001-10

我国政府在《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十一个五年规划的建议》中提出,要把增强自主创新能力作为科学技术的战略基点和调整产业结构、转变经济增长方式的中心环节^[1]。评价区域自主创新的绩效,对于动态掌握自主创新的进展和成果、发现创新系统存在的问题和原因,以便采取有针对性的措施、优化创新资源的结构和配置、调整创新的产出目标和方向、进一步提高创新系统的效率,具有重要意义。现有文献对区域创新系统的整体绩效进行了多方面研究^[2-6],但是具体针对区域自主创新绩效评价的研究还较少。刘东辉等^[7]以我国主要行业领域内的 14 家代表性企业为评价样本,运用数据包络分析法对其自主创新绩效进行了客观量化的实证研究;于晓宁等^[8]设计了企业自主创新中 R & D 绩效状况评价指标体系,将改进的“拉开档次”综合评价法运用到企业 R & D 绩效评价中,运用综合评价系数对企业连续会计期间的 R & D 活动绩效进行了评价。本文将从一个新的视角,即以技术创新的链式模式和创新活动过程的阶段性特征为基础,应用 DEA 模型,以福建省自主创新过程为例,

对其区域自主创新过程管理中各环节的绩效进行评价和分析,探讨提高区域自主创新绩效的方法。

1 区域自主创新绩效评价方法

所谓自主创新,是指创新主体依靠自身(或主要依靠自身)的力量进行研究开发,并在此基础上实现科技成果的商品化,最终获得市场的承认^[9]。自主创新的具体形式有原始创新、集成创新及引进消化吸收再创新。在熊彼特的创新理论中,创新主体主要是指企业。然而在现实中,科技的、经济的竞争往往是以区域或是以国家的形式出现的,所以在实践中对区域创新能力和绩效进行评价具有更为重要的意义。

创新活动的绩效,就是指创新活动的投入产出关系比较,也即创新活动的技术效率和经济效益^[10]。自主创新是一个从新思想的产生,到研究、开发、试制、生产制造,再到市场实现的价值创造过程^[11],这一过程的链式模式^[12]如图 1 所示。根据创新活动过程管理的阶段性特征,可将自主创新活动分解为知识创新、技术开发、设计制造、市场实现等

收稿日期:2008-06-20

基金项目:福建省软科学研究基金重点项目(2007R0044)

作者简介:张良强(1963—),男,福建宁化人,福州大学软科学研究所副研究员,硕士,研究方向:科技管理、技术进步与区域经济发展、战略与规划。

相对独立的 4 个阶段。因此,自主创新的绩效在创新过程的不同阶段就分别表现为:知识创新的绩效、技术开发的绩效、设计制造的绩效、市场实现的绩效等。

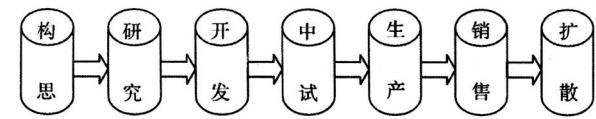


图 1 技术创新的链式模式

常用的 R &D 活动概念包括基础研究、应用研究、技术开发 3 类活动。基础研究和应用研究都主要是进行新知识的创造活动;其投入是进行基础研究和应用研究的人员和经费,其产出是科学论文、专著、原理性模型和发明专利等。技术开发活动则是指利用从基础研究、应用研究和实际经验所获得的现有知识,为产生新的产品、材料和装置,建立新的工艺、系统和服务进行的系统性工作,包括对从国外引进的技术做实质性改进及再创新所开展的相关活动;其投入是技术开发的人员和经费,包括对引进技术的消化吸收经费投入,其产出主要是专利、专有技术、新产品原型或样机样件,转让技术的收入等。

设计制造活动是科技成果的转化和应用阶段,包括设计和制造。设计是指为使技术开发阶段产生的新技术成果能够投入生产或实际应用而进行的系统性工作;制造是指为使上述设计方案能够投入实

际运营而进行的固定资产购建活动和人员培训活动。这一阶段的投入包括:企业对新产品和新工艺的设计费用;为生产新产品、应用新工艺而发生的建筑物、机械设备、工装模具等固定资产的购买和建造费用;生产线上进行试生产的费用;企业技术改造费用;对有关人员进行设备使用和维护、工艺规程、质量检测、生产组织和系统管理等方面培训的费用。这一阶段的产出包括:增加的新产品种数、新产品产值、重大工艺的改进数、质量和性能显著改进的产品数、能源和原材料消耗节约数、工业污染排放减少数等。

市场实现活动是指为使新产品顺利进入市场而开展的市场调研、试销展销、广告推广和营销网络建设等营销行为。这一阶段的投入包括:新产品营销人员、新产品市场调研费、新产品试销展销费和广告推广费用、营销网络建设费等。这一阶段的产出就是新产品的销售收入和新产品的销售利润。

自主创新过程是上述 4 阶段活动的综合,而上述 4 项活动也是在时间上递次推进、顺序进行、互相联系、前后影响的。区域自主创新活动将显著改善整个区域生产系统的技术结构和经济结构,促进高新技术产业的发展和区域产业结构的升级,增强区域的市场竞争力,提高劳动者的生产力水平,最终提高企业的盈利能力,这是区域自主创新的综合绩效。区域自主创新绩效评价的概念模型如图 2 所示。

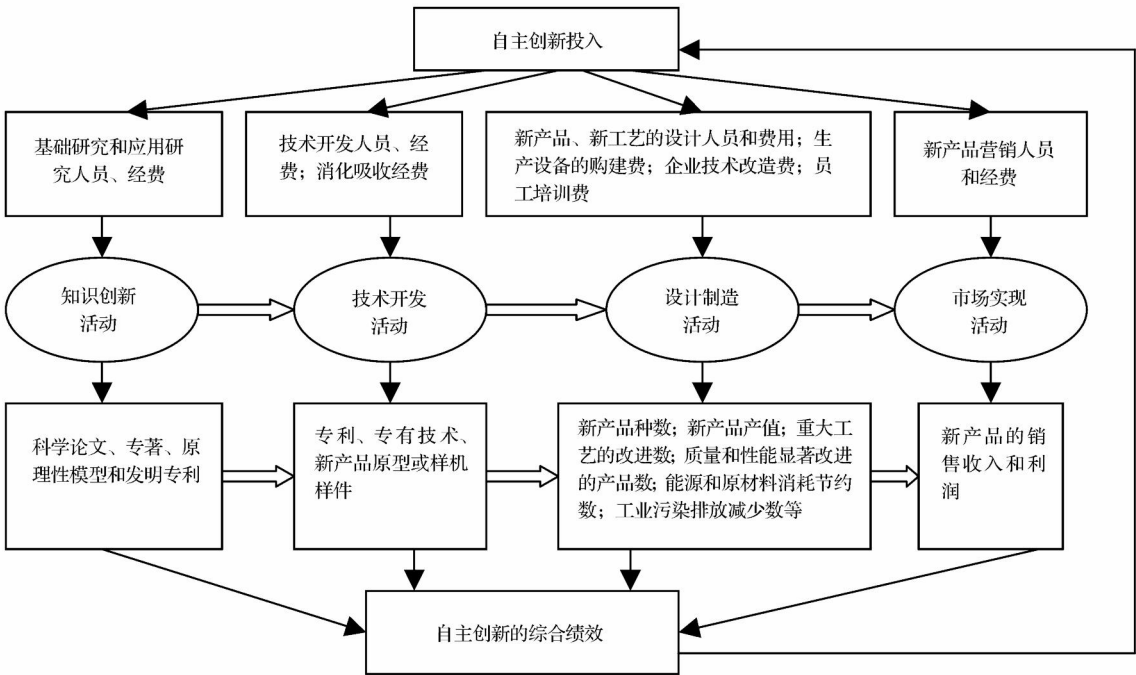


图 2 区域自主创新绩效评价的概念模型

受制于我国现行科技统计制度所能提供的统计数据,本文在对福建省自主创新绩效进行评价时,将根据所获得统计资料的具体情况对相关活动的投入或产出指标做适当调整。

在新知识创新的绩效评价中,我们认为,基础研究和应用研究的人员和经费投入是主要投入,其产出的主要成果以科技论文和发明专利为代表。由于国内外公开发表的科技论文在质量上存在较大差异,所以本文采用国外 SCI、EI、ISTP 等 3 大检索工具收录的科技论文代表。三大检索工具具有权威性,如果论文被其收录,则表明该学术论文为国际学术界认可,具有较大的创新性。由于基础研究和应用研究主要是由高等院校和科研院所完成的,因此发明专利就是这两个部门的专利授权数。

在技术开发的绩效评价中,用技术开发的人员和经费、企业的消化吸收经费支出作为投入,以专利授权数和技术市场合同金额作为主要产出成果。

在设计制造的绩效评价中,主要投入包括科学研究与技术开发成果应用人员和经费、技术改造经费支出等,本文以新产品产值、单位能源消耗生产的工业产值、工业企业“三废”综合处理利用率等作为产出的代表。

在市场实现的绩效评价中,由于现行的统计体系没有统计新产品市场开发的营销人员数、新产品市场调研费、新产品试销展销费和广告推广费用、营销网络建设费等投入指标,因此这一阶段的绩效直接用反映市场实现规模绩效的新产品销售收入指标和反映市场实现效益绩效的新产品销售利润指标来综合反映。

在自主创新的综合绩效评价中,用新产品销售收入占产品销售收入的比重指标反映自主创新对区域产品技术结构的改善绩效,用劳动生产率指标反映自主创新的劳动力效率绩效,用新产品实现利润占利润总额的比重指标反映自主创新的经济效益绩效,据此三方面对自主创新的综合绩效进行评价。

2 评价模型

在投入产出系统的绩效评价中,非参数的 DEA 方法是具有独特功效的分析方法^[13],特别适用于多投入、多产出的复杂系统的效率评价。与参数方法相比,它不需假设具体的函数形式,可直接通过观测数据确定相对有效前沿面,通过判断投入与产出组合(X,Y)是否位于有效生产前沿面上,来评价系统的效率。本文选用 DEA 方法中最具代表性的固定

规模报酬模型 C^2R 和可变规模报酬模型 C^2GR^2 对区域自主创新各环节的绩效进行评价。

2.1 C^2R 模型及其评价原理

假设生产活动(X,Y)使用 m 种投入生产 s 种产出,对于某个选定的决策单元 DMU_{j0} ,判断其在给定的 n 个决策单元相对有效性的 C^2R 模型的对偶规划可表示为:

$$\begin{aligned} \min V_D(\theta) &= \theta - \varepsilon \left(\sum_i s_i + \sum_k t_k \right) \\ &\quad \sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i = \theta x_{ij0} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \\ &\quad \sum_j \lambda_j y_{kj} - t_k = y_{kj0} \quad (k = 1, 2, \dots, s) \\ \text{s.t.} \quad &\lambda_j > 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \\ &s_i > 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m) \\ &t_k > 0 \quad (k = 1, 2, \dots, s) \end{aligned} \quad (1)$$

式(1)中, x_{ij} 为第 j 个决策单元的第 i 种投入指标总量; y_{kj} 为第 j 个决策单元的第 k 种产出指标总量; λ_j 为第 j 个决策单元的决策变量; s_i 为与第 i 种投入指标相对应的松弛变量; t_k 为与第 k 种产出指标相对应的剩余变量; ε 为阿基米德无穷小量; θ 为效率指数,指投入相对于产出的有效利用程度。

若模型(1)有最优解 θ^* 、 λ_j^* 、 s_i^* 、 t_k^* ,则有如下结论:

当 $\theta^* = 1$ 且 $s_i^* = t_k^* = 0$ 时,称 DMU_{j0} 为 DEA 有效; 当 $\theta^* = 1$ 且至少有某个 $s_i^* \neq 0$ 或 $t_k^* \neq 0$ 时,称 DMU_{j0} 为弱 DEA 有效; 当 $\theta^* < 1$ 时,则称 DMU_{j0} 为非 DEA 有效。

根据式(1)的评价结果,可对决策单元进行规模收效分析、投影分析和影子价格分析^[14]。规模收效分析可根据各决策单元资源投入的规模收益评价大小,来判定决策单元的资源投入是规模经济还是规模不经济的状态;投影分析可以通过调整非 DEA 有效的决策单元的投入产出数值,来使该决策单元达到技术效率最佳和规模收益不变,进而得出调整和优化决策单元资源投入的措施;影子价格分析可根据单位资源投入、产出变化所引起的效率值的改变量,找出提高效率值的最佳改进方向。

2.2 C^2GS^2 模型和规模效率

在模型(1)中增加 $\sum \lambda_j = 1$ 的约束条件,即在 C^2R 模型中去除锥性假设,可得到 C^2GS^2 模型,该模型可用来评价决策单元的纯技术效率。 C^2GS^2 模型的对偶规划模型的其他方程式及其变量含义与 C^2R 模型相同,在此略。

根据 DEA 理论,决策单元在 C^2R 模型意义下的有效性是指决策单元的生产活动同时为技术效率最佳和规模收益不变,即技术与规模有效性的综合,可称为技术和规模的综合效率(EE)。根据 Farrell 的研究,可以将生产活动的综合效率分成两部分:纯技术效率(TE),反映在给定投入情况下生产活动获得最大产出的能力;规模效率(SE),反映给定的纯技术有效的生产活动在处于规模报酬递增或递减状态时通过扩大或缩减投入规模而形成的综合效率的改善,可通过综合效率与技术效率之比进行测度,即:

$$SE = \frac{EE}{TE}。$$

(2)

3 福建省区域自主创新绩效的实证评价与分析

3.1 知识创新的绩效评价

3.1.1 指标数据与评价结果

本文所用数据资料来源于《福建科技统计年鉴》(1994—2002)、《福建经济与社会统计年鉴(社会科技篇)》(2003—2007)、《福建统计年鉴》(2007)等,其中所用工业企业资料的统计口径为“大中型工业企

业”。从统计年鉴可得到福建省基础研究和应用研究的人员和经费投入、3 大检索工具收录的科技论文数、高等院校和科研院所的发明专利授权数等数据。由于在知识创新中,从研究人员和经费的投入到研究成果的产出需经过一定的时间延迟,一般假设该延迟时间为 2 年^[15],所以投入指标选用 1993—2004 年的数据,产出指标选用 1995—2006 年的数据。经过分析,两者之间具有较强的相关性。知识创新投入与产出指标的相关系数见表 1。

表 1 知识创新的投入与产出指标的相关系数

相关系数	3 大检索工具 收录论文数 (Y_1)	高校和科研机构 发明专利数 (Y_2)
知识创新人员投入 (X_1)	0.8628	0.9440
知识创新经费投入 (X_2)	0.8720	0.9618

根据所得数据,将 1995—2006 年期间的各年作为决策单元,应用 C^2R 模型、 C^2GS^2 模型,采用 EXCEL 工具中的规划求解功能进行线性规划的求解计算,得到 1995—2006 年福建省知识创新绩效的评价结果,见表 2。表 2 中, W_1 、 W_2 分别为与投入指标相对应的影子价格, V_1 、 V_2 分别为与产出指标相对应的影子价格。

表 2 1995—2006 年福建省知识创新绩效评价结果

决策单元	DMU_1	DMU_2	DMU_3	DMU_4	DMU_5	DMU_6	DMU_7	DMU_8	DMU_9	DMU_{10}	DMU_{11}	DMU_{12}
产出年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
s_1	2203.5	640.72	630.36	802.80	804.38	1978.21	686.41	0.00	0	0	0	0
s_2	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0	0	0	0
t_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t_2	0	0	0	5.43	1.02	0	0	5.39	0	0	0	0
W_1	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 2	0.000 0	0.000 1	0.000 1	0.000 1
W_2	3.309 9	1.778 8	1.328 8	1.120 0	1.091 5	0.796 3	0.635 6	0.000 0	0.511 8	0.143 0	0.000 0	0.075 1
V_1	0.000 6	0.000 3	0.000 2	0.001 1	0.001 1	0.000 2	0.000 1	0.000 5	0.000 1	0.000 0	0.000 4	0.000 0
V_2	0.110 7	0.059 6	0.044 6	0.000 0	0.000 0	0.026 8	0.021 5	0.000 0	0.017 3	0.014 1	0.000 3	0.007 7
规模收益评价价值	0.153 2	0.290 4	0.373 8	0.467 3	0.478 2	0.469 0	0.643 9	0.973 2	1	1	1	1
规模收益状态	递增	递增	递增	递增	递增	递增	递增	递增	不变	不变	不变	不变
综合效率	0.947 9	0.438 5	0.488 2	0.811 2	0.682 9	0.870 4	0.655 3	0.522 6	1	1	1	1
技术效率	1	1	0.954 0	1	0.924 0	0.886 3	0.842 9	0.732 5	1	1	1	1
规模效率	0.947 9	0.438 5	0.511 7	0.811 2	0.739 1	0.982 1	0.777 5	0.713 4	1	1	1	1

3.1.2 评价结果分析

1) 综合效率分析。从表 2 可以看出:2003—2006 年福建省的知识创新活动同时为技术有效和规模收益不变,从而使资源投入产出的综合效率达到最佳状态;1995 年、1996 年和 1998 年是技术有效的决策单元,但由于规模效率非最优,从而使综合效率未达到最佳状态;其余年份是非技术有效的决策单元,同时存在规模效率非最优状况,从而使综合效

率处于较低效状态。

2) 规模收益分析。虽然 1995—2006 年期间福建省的知识创新人员投入增长了 1.93 倍,年均增长 10.25%,知识创新经费投入增长了 17.43 倍,年均增长 30.33%,资源投入呈较快增长趋势,但由表 2 结果可知,1995—2002 年福建省知识创新投入的规模收益评价价值从 0.1532 增加到 0.9732,规模收益处于递增状态,2003—2006 年其进入规模收益不变

状态,这显示出该时期福建省资源投入的规模效益是经济的。根据经济学的生产理论,投入水平进入规模收益递减的某个阶段,生产活动才能达到生产的最佳状态和合理的规模水平,而目前福建省的知识生产活动尚未进入规模收益递减阶段,所以福建省继续增加知识创新资源投入将是合理的,并将能取得较好的效益。

3)影子价格分析。根据表2的计算结果,从投入要素看,除2002年和2005年外,增加经费投入的影子价格都较高,而增加人员投入的影子价格接近于0,因此,在福建省知识创新活动中,增加经费投入将显著增加系统的效率值,所以增加知识创新资金投入是未来提高系统效率的最优选择。从产出要素看,增加发明专利的影子价格高于增加科技论文的影子价格,这显示了发明专利产出相对不足。从综合投入产出要素来看,增加资金投入是改善福建省知识创新系统效率的首要选择。

3.2 技术开发的绩效评价

3.2.1 指标数据与评价结果

从有关统计年鉴可得到福建省技术开发的人员

和经费投入、企业消化吸收经费支出、专利授权数和技术市场合同金额指标数据资料。考虑到在技术开发过程中从投入到产出也存在一段延迟时间,本文选择该延迟时间为1年^[16],所以本文的投入指标数据选用1994—2005年的相关数据,产出指标数据选用1995—2006年的相关数据。经过分析,技术开发的投入与产出指标之间具有较强的相关性,具体结果见表3。

表3 技术开发的投入与产出指标的相关系数

相关系数	专利授权数(Y ₁)	技术合同金额(Y ₂)
技术开发人员投入(X ₁)	0.934 1	0.788 5
技术开发经费支出(X ₂)	0.928 3	0.719 0
消化吸收经费支出(X ₃)	0.816 0	0.683 6

根据所得资料,将1995—2006年的年份作为决策单元,应用C²R模型、C²GS²模型,经线性规划的求解计算,得到1995—2006年福建省技术开发绩效的评价结果,见表4。表4中,W₁、W₂、W₃分别为与投入指标相对应的影子价格,V₁、V₂分别为与产出指标相对应的影子价格。

表4 1995—2006年福建省技术开发绩效评价结果

决策单元	DMU ₁	DMU ₂	DMU ₃	DMU ₄	DMU ₅	DMU ₆	DMU ₇	DMU ₈	DMU ₉	DMU ₁₀	DMU ₁₁	DMU ₁₂
产出年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
s ₁	556.71	0	0	0	0	0	214.19	0	0	0	0	0
s ₂	0	0	0.30	0	0	0	0	0.39	0	7.23	9.35	10.68
s ₃	145.60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t ₂	0.550 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.99
W ₁	0.000 0	0.000 4	0.000 3	0.000 2	0.000 2	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 1	0.000 0	0.000 0
W ₂	0.982 6	0.110 2	0.000 0	0.000 0	0.025 3	0.032 0	0.004 6	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
W ₃	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 2	0.000 2	0.000 1	0.000 3	0.000 0	0.000 0	0.000 1
V ₁	0.001 0	0.000 0	0.000 3	0.000 2	0.000 3	0.000 0	0.000 1	0.000 1	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 1
V ₂	0.000 0	0.213 9	0.082 9	0.065 6	0.000 0	0.056 2	0.030 7	0.011 7	0.054 5	0.013 7	0.012 1	0.000 0
规模收益评价	0.815 7	1	1.271 5	1	1	1	1.454 3	2.869 9	1	4.757 3	7.125 1	4.482 2
规模收益状态	递增	不变	递减	不变	不变	不变	递减	递减	不变	递减	递减	递减
综合效率	0.958 0	1	0.935 2	1	1	1	0.590 0	0.534 0	1	0.428 1	0.431 1	0.512 0
技术效率	1	1	0.942 6	1	1	1	0.596 6	0.608 5	1	0.701 2	1	1
规模效率	0.958 0	1	0.992 2	1	1	1	0.988 8	0.877 5	1	0.610 5	0.431 1	0.512 0

3.2.2 评价结果分析

1)综合效率分析。从表4可以看出:1996年、1998—2000年、2003年都是同时为技术效率最佳和规模收益不变的决策单元,从而使技术开发的综合效率达到最佳状态;1995年、2005—2006年的技术效率达到最佳,但由于规模效率非最优,从而使综合效率未达到最佳状态,其中2005—2006年由于规模

收益递减,综合效率仅为0.4311和0.5120,处于较低水平;其余年份是非技术有效的决策单元,其中1997年的技术效率和规模效率都接近最优,所以综合效率也接近最佳水平,2001—2002年、2004年由于技术效率不高,规模效率也未达到最优状态,从而使综合效率处于较低效状态。

2)规模收益分析。1995—2006年期间,福建省

的技术开发人员投入增长了 9.73 倍,年均增长 24.08%,技术开发经费投入增长了 46.65 倍,年均增长 42.09%,消化吸收经费增长了 8.22 倍,年均增长 22.37%,资源投入呈较快增长趋势;同期,全省专利授权数仅增长了 5.87 倍,年均增长 19.15%,技术市场成交金额增长了 3.71 倍,年均增长 15.13%,出现了资源投入的相对饱和状态。表 4 的结果显示,关于技术开发资源投入的规模收益状态,1995 年为规模收益递增,1998—2000 年为规模收益不变,2001 年开始进入规模收益递减,特别是 2004—2006 年的规模收益评价价值达到 4 以上,已大大超过规模有效评价价值 1 的水平,可见福建省技术开发活动的规模无效率状况严重。综合来看,1995—2006 年福建省技术开发的规模效率是下降的。因此,当前福建省在技术开发的生产活动中,最

重要的工作重点已不再是纯粹增加投入,而是提高技术开发系统的产出效率、增加技术开发的成果产出。

3) 投影分析。对 1995—2006 年福建省技术开发活动中非 DEA (C^2R) 有效的决策单元进行投影分析,得到结果如表 5 所示。由表 5 可知,与有效生产前沿面的生产活动相比,为得到现有产出,2006 年福建省的技术开发人员、经费、消化吸收经费的投入分别存在 48.8%、71.6%和 48.8%的冗余;在现有资源投入水平下,技术合同金额应在原有基础上提高 34.66%,生产活动才能达到技术有效且规模有效;大部分决策单元的技术开发经费投入的冗余程度都高于技术人员投入和消化吸收经费投入,这表明技术开发经费投入的冗余程度相对最大;同时,专利授权数的产出水平没有改善的余地。

表 5 1995—2006 年福建省技术开发活动中非 DEA 有效决策单元的投影分析结果 %

决策单元	产出年	技术人员 可节约比例	开发经费 可节约比例	消化吸收 可节约比例	专利授权 可增加比例	技术合同 可增加比例
DMU ₁	1995	26.03	4.20	20.47	0	17.98
DMU ₃	1997	6.48	20.63	6.48	0	0
DMU ₇	2001	42.28	41.00	41.00	0	0
DMU ₈	2002	46.60	48.53	46.60	0	0
DMU ₁₀	2004	57.19	79.63	57.19	0	0
DMU ₁₁	2005	56.89	82.63	56.89	0	0
DMU ₁₂	2006	48.80	71.60	48.80	0	34.66

4) 影子价格分析。根据表 4 的计算结果,DMU₁ 中技术开发经费的影子价格最大,表明 1995 年福建省技术开发活动中资金是最紧缺的资源,其后随着技术开发经费投入的快速增加,其影子价格不断下降,2002 年后已接近于 0;从 1996 年开始,在所有的投入产出要素中,除 1999 年和 2006 年外,技术合同金额的影子价格都是最大,表明在福建省技术开发活动中,技术合同金额产出相对不足,增加技术合同金额将能显著提高技术开发系统的效率值。

3.3 设计制造的绩效评价

3.3.1 指标数据和评价结果

从有关统计年鉴可得到福建省 R&D 成果应用人员 (X_1) 和经费 (X_2)、技术改造经费支出 (X_3)、新产品产值 (Y_1)、单位能源消耗生产的工业产值 (Y_2)、工业企业“三废”综合处理利用率 (Y_3) 等指标的数据资料。由于设计制造活动的时效性较强,本文对于投入和产出指标都选用 1995—2006 年的相关数据。根据所得数据,将 1995—2006 年期间的各年作为决策单元,应用 C^2R 模型、 C^2GS^2 模型,经线性规划求解计算,得到 1995—2006 年福建省设计制

造绩效的评价结果,见表 6。表 6 中, W_1 、 W_2 、 W_3 分别为与投入指标相对应的影子价格, V_1 、 V_2 、 V_3 分别为与产出指标相对应的影子价格。

3.3.2 评价结果分析

1) 综合效率分析。从表 6 可以看出:1995 年、1998—1999 年、2003—2005 年福建省的设计制造活动同时为技术效率最佳和规模收益不变,表明这几年福建省 R&D 成果应用人员和经费投入、技术改造经费投入实现了最佳组合和最充分利用,并取得了可能达到的最大产出成效;1997 年、2000 年和 2006 年的技术效率达到最佳,但由于规模效率未达到最优,从而使设计制造活动的综合效率未达到最佳;而其余年份的技术效率、规模效率都处于非最佳状态,从而使综合效率非最优。总的来看,1995—2006 年福建省设计制造活动的综合绩效是较高的,各年都达到了 0.75 以上。

2) 规模收益分析。表 6 显示,福建省设计制造活动的资源投入在 1995 年、1998—1999 年、2003—2005 年都是规模有效的,其余年份则出现了收益递减的规模无效状态。这主要是由于 1995—2006 年

R &D 成果应用人员投入、经费投入和技术改造经费投入分别增加了 5.77 倍、12.49 倍和 2.64 倍,而同期产出指标除新产品产值增加了 56.44 倍外,单位能源消耗生产的工业产值和工业企业“三废”综合处理利用率仅分别提高了 0.41 倍和 0.46 倍,投入指标实现高增长而此 2 个产出指标的增长不明显,

从而使资源投入的边际报酬出现下降,资源投入出现饱和状态。因此,福建省的设计制造活动在增加投入的同时,应进一步改善投入的结构和使用方向,不仅要扩大对新产品的研发投入,还要更加注重企业生产设备的技术改造和生产工艺改进的投入,以便提高工业生产的能源转换效率和环境保护效能。

表 6 1995—2006 年福建省设计制造绩效评价结果

决策单元	DMU ₁	DMU ₂	DMU ₃	DMU ₄	DMU ₅	DMU ₆	DMU ₇	DMU ₈	DMU ₉	DMU ₁₀	DMU ₁₁	DMU ₁₂
年份	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
s ₁	0	0	0	0	0	979.31	0	256.69	0	0	0	0
s ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.64
s ₃	0	1.03	2.07	0	0	0	0.23	0.27	0	0	0	0
t ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t ₂	0	0.03	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0.68
t ₃	0	0	0	0	0	7.77	7.03	11.92	0	0	0	25.46
W ₁	0.000 0	0.000 2	0.000 1	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 1	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
W ₂	0.000 0	0.073 4	0.063 0	0.000 0	0.000 0	0.021 2	0.048 9	0.082 5	0.053 9	0.000 0	0.000 0	0.000 0
W ₃	0.065 7	0.000 0	0.000 0	0.059 4	0.052 0	0.033 5	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.031 6	0.028 1	0.016 8
V ₁	0.000 0	0.002 3	0.002 0	0.000 5	0.000 2	0.000 8	0.001 1	0.001 4	0.001 2	0.000 5	0.000 9	0.000 6
V ₂	0.571 1	0.000 0	0.000 0	0.249 7	0.000 0	0.333 7	0.195 5	0.133 7	0.000 0	0.218 4	0.000 0	0.000 0
V ₃	0.000 0	0.012 9	0.011 1	0.007 5	0.013 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.001 3	0.000 0
规模收益评价	1	1.057 5	1.107 1	1	1	1.242 1	1.419 5	1.409 4	1	1	1	1.730 0
规模收益状态	不变	递减	递减	不变	不变	递减	递减	递减	不变	不变	不变	递减
综合效率	1	0.965 8	0.941 2	1	1	0.866 8	0.761 4	0.766 5	1	1	1	0.766 9
技术效率	1	0.993 7	1	1	1	1	0.939 2	0.961 3	1	1	1	1
规模效率	1	0.971 9	0.941 2	1	1	0.866 8	0.810 7	0.797 3	1	1	1	0.766 9

3) 投影分析。对 1995—2006 年福建省设计制造活动中非 DEA(C²R)有效的决策单元进行投影分析,得到结果如表 7 所示。由表 7 可知,与有效生产前沿面的生产活动相比,为得到现有产出,2006 年的 R &D 成果应用人员投入、R &D 成果应用经费投入、技术改造经费支出分别存在 23.31%、40.09% 和 23.31% 的冗余;在现有资源投入水平下,单位能源消耗生产的工业产值应在原有基础上提高

27.67%,工业企业“三废”综合处理利用率应在原有基础上提高 28.65%,生产活动才能达到技术有效且规模有效;2006 年 R &D 成果应用经费投入的冗余程度高于 R &D 成果应用人员投入和技术改造经费支出,表明 R &D 成果应用经费投入的相对过剩状况更为突出;同时,新产品产值的产出水平已达到现有投入情况下的最大水平,没有改善的余地。

表 7 1995—2006 年福建省设计制造活动中非 DEA 有效决策单元的投影分析结果

决策单元	年份	R &D 成果应用人员投入可节约比例	R &D 成果应用经费投入可节约比例	技术改造经费支出可节约比例	新产品产值可增加比例	单位能源消耗生产的工业产值可增加比例	工业企业“三废”综合处理利用率可增加比例
DMU ₂	1996	3.42	3.42	9.34	0	1.47	0
DMU ₃	1997	5.88	5.88	16.21	0	2.24	0
DMU ₆	2000	25.40	13.32	13.32	0	0	11.71
DMU ₇	2001	23.86	23.86	24.67	0	0	9.64
DMU ₈	2002	25.98	23.35	24.29	0	0	17.05
DMU ₁₂	2006	23.31	40.09	23.31	0	27.67	28.65

4) 影子价格分析。根据表 6 的计算结果,从投入要素看,1996—1997 年、2001—2003 年增加 R &D 成果应用经费投入的影子价格都较大,其余

年份则是增加技术改造经费支出的影子价格较大,而增加人员投入的影子价格接近于 0。因此,在福建省的设计制造活动中,增加技术改造经费投入将

显著增加系统的效率值,所以增加技术改造资金投入是未来提高系统效率的最优选择。从产出要素看,在大多数年份中,提高单位能源消耗生产的工业产值的影子价格高于增加新产品产值和提高工业企业“三废”综合处理利用率的影子价格。综合来看,2006 年增加技术改造经费支出的影子价格在各投入产出要素中最大,所以增加技术改造经费投入是改善福建省设计制造系统效率的首要选择。

3.4 市场实现的绩效评价

弗里曼(Freeman)提出,“技术创新就是指新产

品、新过程、新系统和新服务的首次商业性转化^[17]。市场既是自主创新的起点,也是创新的最终目标。自主创新的成效如何,最终要通过市场实现的绩效来检验。在市场营销方面,自主创新企业需要在市场开发、广告宣传、用户使用知识普及方面投入大量资金,努力挖掘有效需求,才能打开产品销售的局面。福建省从“九五”时期开始实施“科教兴省”战略,其自主创新能力不断增强,在市场实现方面也取得了良好的成效。表 8 显示了 1995—2006 年福建省自主创新的市场实现绩效情况。

表 8 1995—2006 年福建省自主创新的市场实现绩效情况

年份	市场实现的规模绩效		市场实现的效益绩效		市场实现的综合绩效指数
	新产品销售收入(亿元)	增长率(%)	新产品销售利润(亿元)	增长率(%)	
1995	17.60		2.44		0.000 0
1996	56.45	220.69	4.57	87.18	0.025 5
1997	84.78	65.61	6.70	46.58	0.051 2
1998	95.97	13.20	6.60	-1.47	0.055 8
1999	151.24	57.58	7.19	8.93	0.083 6
2000	194.85	28.84	10.61	47.63	0.120 1
2001	259.13	32.99	22.36	110.80	0.207 1
2002	338.72	30.71	34.34	53.55	0.302 1
2003	828.36	144.56	75.10	118.70	0.723 9
2004	764.84	-7.67	69.37	-7.63	0.667 0
2005	990.50	29.50	90.51	30.47	0.873 0
2006	1129.63	14.05	103.54	14.40	1.000 0

注:2004 年及之后的统计年鉴未提供新产品销售利润数据,因此 2004—2006 年该指标数值的计算方法是:以新产品销售利润为因变量,以新产品销售收入为自变量,以这两个指标 1995—2003 年的数据为样本资料,建立一元线性回归方程,然后根据回归方程,分别带入 2004—2006 年的新产品销售收入数据,可得到相应年份的新产品销售利润估计值。

在市场实现的规模绩效方面,1995—2006 年期间新产品销售收入增长了 63.18 倍,年均增长 45.99%,其中 1996 年和 2003 年的增长率都超过 100%,除 2004 年出现负增长外,其余年份都取得了较好绩效。从市场实现的效益绩效来看,1995—2006 年期间新产品销售利润增长了 41.43 倍,年均增长 40.6%,其中 2001 年和 2003 年的增长率都超过 100%,除 1998 年和 2004 年出现负增长外,其余年份都取得了较好绩效。

为了综合反映市场实现绩效的变动状况,可将新产品销售收入、新产品销售利润时间序列分别用级差标准化方法转化为标准化序列 $NI(0 \leq NI)$ 和 $NP(NP \leq 1)$,然后利用式(3)计算市场实现绩效的综合指数 CI ,计算结果见表 8 和图 3。

$$CI = (NI + NP)/2 \quad (0 \leq CI \leq 1) \quad (3)$$

由图 3 可知,在 1995—2006 年期间,除 2004 年外,福建省市场实现的综合绩效指数呈稳定增长趋势,其中 1995—2001 年呈缓慢增长,2002—2006 呈

快速增长的势头。

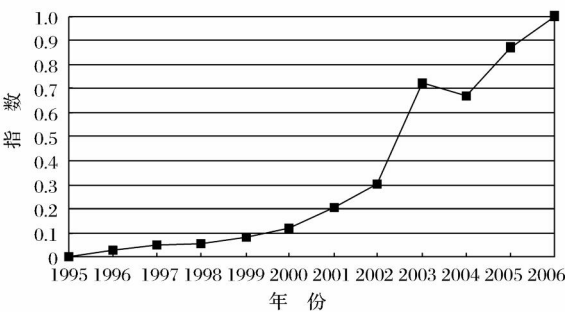


图 3 1995—2006 年福建省市场实现的综合绩效指数走势图

3.5 自主创新的综合绩效评价

1995—2006 年福建省自主创新的综合绩效状况见表 9。表 9 显示:新产品占产品销售收入比重从 1995 年的 3.82% 快速提高到 2003 年的 27.76%,其后稳定在 20% 左右,这表明在自主创新对产品技术结构的改善方面取得了明显效益,但 2004—2006 年出现了停滞状态;人均产值从 1995

年的 12.03 万元增加到 2006 年的 40.23 万元,提高了 2.34 倍,这表明自主创新对生产效率绩效的影响显著;新产品实现利润占利润总额的比重从 1995 年

的 4.41 %稳步提高到 2006 年的 27.49 %,提高了 23.08 %,这表明自主创新也取得了良好的经济效益。

表 9 1995—2006 年福建省自主创新的综合绩效情况

年份	自主创新的产品技术结构改善绩效	自主创新的劳动效率绩效	自主创新的经济效益绩效	自主创新的综合绩效指数
	新产品销售收入占产品销售收入的比重 (%)	劳动生产率 (万元产值/人)	新产品实现利润占利润总额的比重 (%)	
1995	3.82	12.03	4.41	0
1996	10.68	14.06	4.65	0.122 4
1997	14.59	15.12	7.19	0.221 4
1998	15.82	18.22	6.73	0.269 3
1999	22.18	20.91	5.36	0.372 5
2000	24.78	27.15	10.89	0.551 8
2001	15.38	27.38	12.16	0.439 5
2002	16.38	32.94	13.35	0.534 1
2003	27.76	32.00	24.11	0.816 2
2004	19.07	35.11	24.37	0.735 3
2005	20.52	37.95	31.03	0.872 3
2006	19.02	40.23	27.49	0.834 0

采用与式 (3) 相同的方法计算自主创新的综合绩效指数,见表 9 和图 4。图 4 反映了 1995—2006 年福建省自主创新的综合绩效指数与知识创新、技术开发、设计制造综合效率的变动情况。从图 4 可以看出:1995—2006 年期间,除 1996 年和 1999 年的知识创新绩效、2006 年的技术开发绩效外,当知识创新、技术开发、设计制造这 3 个阶段的综合效率达到

最佳或处于较高水平或出现上升时,福建省自主创新的综合绩效指数是增长的;当知识创新、技术开发、设计制造这 3 个阶段的综合效率出现下降时,其自主创新的综合绩效指数也出现了下降,两者的变动体现出较高的同一性;特别是知识创新的效率与综合绩效指数的相关系数为 0.59,呈现出较高的相关性,表明知识创新在自主创新绩效中的关键作用。

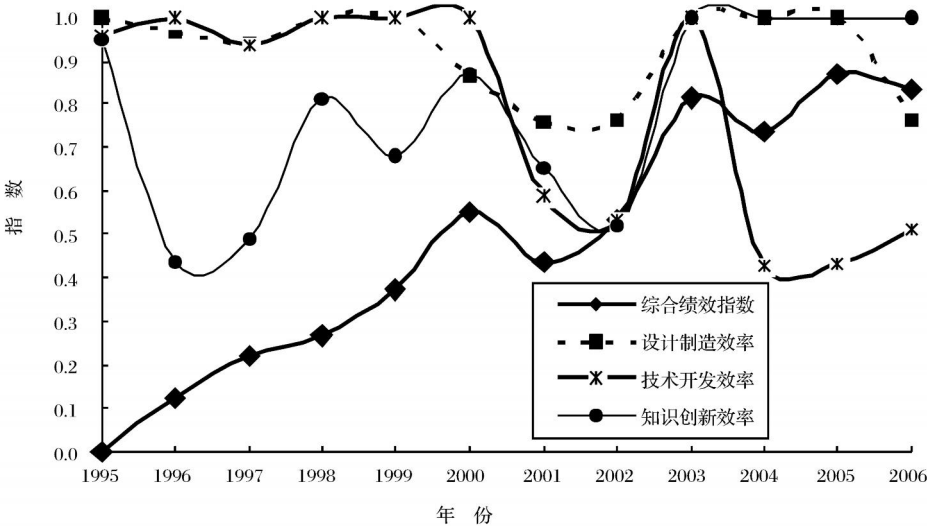


图 4 1995—2006 年福建省自主创新的综合绩效指数与知识创新、技术开发、设计制造综合效率的变动情况

4 总结与结论

改革开放以来,福建省充分重视并发挥自主创新在经济社会发展中的重要作用:早在“七五”科技

发展计划纲要中,就提出要有重点地开发计算机技术、生物技术、新型材料等高新技术领域,为逐步形成若干新兴产业做好技术储备;1991 年,福建省委做出了《关于依靠科技进步、振兴福建经济的决定》;

“九五”时期,福建省做出“科教兴省”战略决策,提出要在电子信息、新型材料、生物技术及新医药、海洋技术、环保等高新技术领域组织重点科技攻关,力争在若干重要领域实现技术的跨越式发展,形成一批优势产品和优势产业;“十五”期间,福建省做出了“加快实施科教兴省”的战略决定,提出了提高科技持续创新能力的科技发展指导方针;2006年,福建省做出了增强自主创新能力、推进海峡西岸经济区建设的决定,提出要加强原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新,不断增强自主创新能力,显著提升全省的综合实力,加快创新型省份的建设步伐。这些战略决策的实施,有效地提高了福建省的区域自主创新能力,并取得了良好的技术和市场效益。1995—2006年期间,福建省的发明专利年授权数由200项增加到1437项,增长了6.19倍,对外技术依存度由71%下降到43%,新产品年出口额由4.76亿元增加到518.84亿元,增长了108倍。

总结前述福建省自主创新的绩效评价结果,可知,自主创新已在较大程度上改善了福建省的产品技术结构,促进了劳动生产率的显著提高,并实现了较好的经济效益。

根据自主创新各环节的评价结果可知:

1)在知识创新方面。2004—2006年福建省创新投入的综合效率仍处于技术效率最佳和规模收益不变状态,所以继续增加知识创新资源投入仍将是合理的,并能取得较好的效益。从要素的影子价格分析来看,增加资金投入是改善福建省知识创新系统效率的首要选择。从实际情况看,2005—2006年福建省知识创新的经费投入仅占R&D经费投入的12.5%,与发达国家和地区的30%~40%相比,其知识创新投入明显不足。因此,福建省应适当增加知识创新投入比例,尤其是应大力提高对高等院校和科研院所的科技经费投入力度,形成对基础研究和应用研究进行稳定支持的科技投入机制,充分发挥其对科技进步的源泉作用,从而改善福建省整体自主创新系统的效率。

2)在技术开发方面。2004—2006年福建省的技术开发活动已进入规模收益递减阶段,规模无效率状况严重,因此福建省应采取有效措施,通过提高技术交易的实现效率来增加技术合同金额,这将会显著改善技术开发的综合效率。笔者建议,福建省在开展技术创新活动时,应大力加强技术市场网络、信息和平台等基础设施建设,加强技术贸易机构的管理和服务工作,做好技术合同的认定、登记工作,

规范技术交易活动,以提高技术转让、技术开发、技术咨询、技术服务等技术交易的成效。

3)在设计制造方面。1995—2006年福建省的设计制造活动的综合绩效是较高的,但2006年已出现规模收益递减现象,其主要原因是R&D成果应用经费投入相对过剩、单位能耗的生产效率和工业企业“三废”综合处理利用率不高,而增加技术改造经费支出的影子价格在各投入产出要素中最大。所以,福建省应调整科技资金的投入结构,增加技术改造资金投入比例,通过采取有力的财政补贴、税收优惠和金融支持政策,引导企业加大对生产设备的技术改造和生产工艺改进的力度,促进企业生产工艺的改革和创新,从而提高工业生产的能源效率和“三废”综合处理利用率,以及设计制造的系统效率。

本文以我国福建省为例,根据所提出的区域自主创新绩效评价概念模型框架,应用DEA方法,对福建省区域自主创新链上各环节的绩效进行了评价,并分析了各环节创新效率的现状、存在问题和今后改进工作的方向,为区域自主创新问题的深入研究提供了一种新的分析方法。但由于现行科技统计资料的限制,本文未能对市场实现的绩效建立相应的模型并进行分析,这是本文的缺憾。同时,如何建立自主创新各阶段的投入与综合产出绩效的统一分析模型,以便探索自主创新资源在各阶段的合理分配比例和结构,也是有待进一步探讨的问题。

参考文献

- [1] 徐冠华. 把推动科技自主创新摆在全部科技工作的突出位置[J]. 中国软科学, 2005(4): 7-9.
- [2] 杨桂元, 王莉莉. 我国制造业技术进步、技术效率及区域差异——基于DEA方法的实证研究[J]. 技术经济, 2008, 27(1): 110-115.
- [3] 傅毓维, 崔栋, 刘拓. 黑龙江省科技资源配置效率的DEA分析[J]. 技术经济, 2007, 26(7): 14-17.
- [4] 刘顺忠, 官建成. 区域创新系统创新绩效评价[J]. 中国管理科学, 2002, 10(1): 75-78.
- [5] 王海盛, 郑立群. 区域创新系统创新绩效测度研究[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2005, 22(6): 39-40.
- [6] 袁鹏, 陈圻, 胡荣. 我国区域创新绩效动态变化的Malmquist指数分析[J]. 科学与科学技术管理, 2007(1): 44-49.
- [7] 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, 8(3): 62-66.
- [8] 于晓宁, 郭立田. 企业自主创新中R&D的绩效评价[J]. 经济与管理, 2008, 22(3): 51-54.
- [9] 傅家骥, 仝允桓, 高建, 等. 技术创新学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1998.

(下转第20页)

4 结束语

政府采购支持自主创新的实施关键在于企业自主创新能力评价体系的构建。本文围绕政府采购支持自主创新这一目的,在分析企业自主创新能力的基礎上,依照指标体系设置的效度原则、可比性原则和可操作性原则,综合构建了基于政府采购支持自主创新目的的企业自主创新能力评价指标体系。当然,这一指标体系还远未完善,在随后的研究中还需要结合具体产业、地区进行细化,给出具体指标;同时还应结合运用层次分析、模糊综合评价等方法对其进行测算,给出权重,最后构建出具体的指标体系。

参考文献

- [1] 王梦奎,李剑阁,卢中原,等. 中国加快结构调整和增长方式转变[J]. 管理世界,2007,24(7):3-13.
- [2] 傅家骥. 技术创新学[M]. 北京:清华大学出版社,1998:13-33.
- [3] 操龙灿. 企业自主创新体系及模式研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2006.
- [4] 朱学新. 科技创新和经济增长关系的实证研究[J]. 科学管理研究,2007,25(6):25-28.
- [5] 陈傲. 中国工业行业技术创新能力差异及影响因素实证分析[J]. 科学学与科学技术管理,2007(11):81-84.
- [6] 高俊光,杨武,于渤,等. 深圳高科技企业自主创新能力实证测评[J]. 研究与发展管理,2007,19(5):60-66.

Research on Evaluation System of Independent Innovation Ability of Enterprise : From Perspective of Government Procurement Supporting

Ying Hongbin, Dou Wei

(School of Management, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

Abstract : Through government procurement to support enterprise 's independent innovation is one of important policies to enhance enterprise 's innovation ability, the smooth implementation of which depends on the construction of the evaluation system of enterprise 's independent innovation ability. Considering the relationship between enterprise 's independent innovation ability and the abilities in R&D, production and marketing, it constructs the evaluation system of independent innovation ability of enterprise from the perspective of government procurement supporting.

Key words : government procurement ; independent innovation ; evaluation system

(上接第 10 页)

- [10] 高建,汪剑飞,魏平. 企业技术创新绩效指标:现状、问题和新概念模型[J]. 科研管理,2004,25(增刊):14-22.
- [11] 刘凤朝,潘雄锋,施定国. 基于集对分析法的区域自主创新能力评价研究[J]. 中国软科学,2005(11):83-91.
- [12] 高建. 中国企业技术创新分析[M]. 北京:清华大学出版社,1997:175-210.
- [13] 韩松,魏权龄. 资源配置的非参数 DEA 模型[J]. 系统工程理论与实践,2002(7):59-64.
- [14] 陈世宗,赖邦传,陈晓红. 基于 DEA 的企业绩效评价方法[J]. 系统工程,2005,23(6):99-104.
- [15] 秦宝庭,吴景曾. 知识与经济增长[M]. 北京:科学技术文献出版社,1999.
- [16] 谌燕,刘满凤. 企业技术创新绩效评价的 DEA 分析[J]. 科技和产业,2005,5(3):1-4.
- [17] FREEMAN C. The Economics of Industrial[M]. 2th ed. Cambridge: The MIT Press,1982.

Performance Evaluation on Regional Indigenous Innovation : Taking Fujian Province as an Example

Zhang Liangqiang

(Institute of Soft Science, Fuzhou University, Fuzhou 350002, China)

Abstract : Evaluating the performance of regional indigenous innovation has important significance in improving further innovation management and the efficiency of innovating system. Based on the chain model of technology innovation and stage characteristic of innovation process, this paper puts forward a method and a conceptual model on performance evaluation of regional indigenous innovation. And taking Fujian province as the example and using the data reflecting the situation of regional indigenous innovation of Fujian province during 1995-2006, it evaluates the performance of every sector in innovation process such as knowledge innovation, experimental development, design and manufacture and market achievement by means of DEA method, and discusses the problems existing in the innovation system and the reasons. Finally, it points out the improving directions and measures to enhance the performance of regional indigenous innovation.

Key words : regional indigenous innovation ; performance evaluation ; DEA ; Fujian