

文章编号:1002-980X(2007)07-0014-04

黑龙江省科技资源配置效率的 DEA 分析

傅毓维, 崔 栋, 刘 拓

(哈尔滨工程大学 经济管理学院, 哈尔滨 150001)

摘要:科技资源配置效率对科技系统的功能和效率有重要的影响,在很大程度上决定着区域科技能力的强弱。本文运用数据包络分析(DEA)方法常用的 C^2R 和 BC^2 模型,评价分析了黑龙江省各地区科技资源配置的有效性,并提出了黑龙江省科技资源优化配置的对策和建议。

关键词:科技资源配置;DEA;规模收益

中图分类号: F224 **文献标识码:** A

1 前言

在知识经济时代,科技资源成为最重要的核心资源,是经济发展的动力源,而科技资源配置效率优化则是经济发展的源动力,直接关系到经济与社会和谐发展。当前黑龙江省科技资源配置状况可谓喜忧参半。一方面,科技资源配置与优化呈现出良好发展态势,取得了长足的发展;另一方面,也存在诸如:结构失衡、比例失调、效益不高、缺乏持续创新能力等一些令人担忧的问题,这造成了巨大的科技资源浪费,制约着黑龙江省经济的迅速发展。因此,有针对性的采用新理论与方法对当前黑龙江省科技资源配置进行评价和优化,并提出相应对策,成为促进黑龙江省经济健康快速稳定发展的当务之急。

数据包络分析方法(Data Envelopment Analysis,简称 DEA)是利用线性规划技术评估复杂系统相对效率的一种非参数方法。该方法是由著名运筹学家 A. Charnes、W. W. Cooper 等人在“相对效率评价”概念基础上发展起来的。该方法不用对数据进行预处理就可以对各种定性指标和定量指标进行综合分析,也无需事先人为设定指标权重,因此很适用于具有多输入和多输出特征的复杂系统。

2 DEA 方法的主要模型及分析

DEA 方法常用的模型是 C^2R 模型和 BC^2 模

型。

一个经济系统或一个生产过程可以看成是一个单元在一定生产可能范围内,通过投入一定数量的生产要素并产出一定数量的“产品”的活动,虽然这种活动的具体内容各不相同,但都需要经过一系列决策尽可能地使这一活动取得最大的“效益”,因此我们称这样的单元为决策单元,记作 DMU (Decision Making Units)。设某个决策单元在一项经济活动中的输入向量为 $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, 输出向量为 $y = (y_1, y_2, \dots, y_s)^T$, 于是,我们可以简单地用 (x, y) 来表示这个决策单元的整个生产活动。

2.1 C^2R 模型

假设有 n 个 $DMU_j (1 \leq j \leq n)$, 每个决策单元有 m 项输入指标和 s 项输出指标, DMU_j 的输入、输出向量分别为:

$$x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T, j = 1, 2, \dots, n$$

$$y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T, j = 1, 2, \dots, n$$

以上这些向量均可以通过观测得到具体数据。要想对决策单元进行评价,还需要对它的输入、输出指标赋予恰当的权重,但一般情况下,我们对输入、输出量之间的信息结构了解不多,也很难理清他们之间的相互替代关系。为了避免分析者主观意志的影响,DEA 方法不对指标权重赋值,而是把它们看作变向量。这里假设决策单元输入指标和输出指标的权重向量为:

收稿日期:2007-04-16

基金项目:教育部重点课题(DFB010583);黑龙江省社会科学基金(05B0021);黑龙江省教育科学研究“十一五”规划重点课题(HZG036)

作者简介:傅毓维(1940-),男,辽宁盖县人,哈尔滨工程大学经济管理学院教授、博士生导师,研究方向为现代化管理理论与方法、技术经济分析、管理决策优化等;崔栋(1983-),男,河南焦作人,技术经济与管理专业硕士研究生;刘拓(1983-),男,山东庆云人,管理科学与工程专业博士研究生。

$$v = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T$$

$$u = (u_1, u_2, \dots, u_s)^T$$

引入松弛变量和非阿基米德无穷小量 ε , 以简化求解和判别最优解的过程, 最终得到如下模型:

$$(D_{E1}) \begin{cases} \min V_D = [\theta - \varepsilon(S^- + S^+)] \\ s. t. \sum_j \lambda_j X_j + S^- = \theta X_j \\ \sum_j \lambda_j Y_j - S^+ = Y_j \\ \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \\ S^+ \geq 0, S^- \geq 0 \end{cases}$$

根据线性规划的“松紧定理”可得到对于对偶线性规划 (D_{E1}) 有效性的判断方法: 若 (D_{E1}) 的最优解 $V_D = 1$, 则决策单元 j 为弱 DEA 有效; 若 (D_{E1}) 的最优解 $V_D = 1$, 并且它的每一个最优解: $\lambda^*, s^{*-}, s^{*+}, \theta^*$ 都有: $s^{*-} = s^{*+} = 0$ (每一个分量都为零), 则称决策单元 j 为 DEA 有效^[1]。

2.2 BC² 模型

C²R 模型是基于决策单元的生产可能集满足凸性、锥性、无效性与最小性公理基础上构建的, 但事实上, 并不是任何时候锥性都成立, 1984 年 Banker, A. Charnes 和 W. W. Cooper 基于以上考虑, 提出了不考虑生产可能集满足锥性的 DEA 模型, 简记为 BC² 模型, 同样, 引入松弛变量和非阿基米德无穷小量 ε , 以简化求解和判别最优解的过程, 得到该模型的具体形式如下^[2]:

$$(D_{E2}) \begin{cases} \min [\theta - \varepsilon(S^- + S^+)] \\ s. t. \sum_j \lambda_j X_j + S^- = \theta X_{j0} \\ \sum_j \lambda_j Y_j - S^+ = Y_{j0} \\ \sum_j \lambda_j = 1, \forall \lambda_j \geq 0 \\ j = 0, 1, 2, \dots, n \\ S^- \geq 0, S^+ \geq 0 \end{cases}$$

由上述公式分析得知:

1) 若规划问题 (D_{E2}) 式的最优解 $\lambda^*, s^{*-}, s^{*+}, \theta^*$ 满足 $\theta^* = 1$, 则称决策单元 DMU_{j0} 为弱 DEA 有效;

2) 若规划问题 (D_{E2}) 式的最优解 $\lambda^*, s^{*-}, s^{*+}, \theta^*$ 不仅满足 $\theta^* = 1$, 而且还满足 $s^{*-} = s^{*+} = 0$, 则称决策单元 DMU_{j0} 为 DEA 有效。

C²R 和 BC² 两个模型是站在不同的角度对决

策单元的生产过程进行描述和建模的。在 BC² 模型下 DEA 有效仅仅代表技术有效, 而不代表规模有效; 而在 C²R 模型下 DEA 有效兼有技术有效和规模有效的双重含义, 因此两个模型结合起来使用能挖掘出更多有价值的数据信息。

2.3 决策单元规模收益分析

通过运用 DEA 模型研究决策单元规模收益问题, 不仅能定量地判别出规模收益的各种情况, 而且有良好的可操作性。

结合 C²R 模型阐述决策单元规模收益分析的判别准则, 设 λ_{ji}^* (其中 $i = 1, 2, \dots, m$) 为模型的最优

值, 称 $k = \sum_j \lambda_j^*$ 为决策单元 DMU_j 的规模收益值。

K 的取值有以下三种情况: (1) 当 $K = 1$ 时, 表示 DMU_j 规模收益不变, 说明该决策单元资源投资规模最佳; (2) 当 $K < 1$ 时, 表示 DMU_j 规模收益递增, 且 K 值越小, 规模收益递增的趋势越大; (3) 当 $K > 1$ 时, 表示 DMU_j 规模收益递减, 且 K 值越大, 规模收益递减的趋势越大。显然后两种情况都没有达到最佳的资源投资规模。

3 黑龙江省科技资源配置实证分析

本文参考国内常用的科技评价指标^[3], 结合 DEA 评价模型的特点, 选用了 4 个投入变量和 3 个产出变量, 分别是:

投入变量: x_1 为科技活动人员数 (个); x_2 为 R & D 人员数 (个); x_3 为科技经费支出 (千元); x_4 为 R & D 经费支出 (千元)。

产出变量: y_1 为技术性收入 (千元); y_2 为发表科技论文数 (篇); y_3 为专利申请受理数 (件)。

我们以黑龙江省下属的哈尔滨市、齐齐哈尔市、鸡西市等 13 个市地作为决策单元, 通过其 2005 年的有关科技投入和产出数据, 运用上述的 C²R 和 BC² 模型计算得到如下结果:

从上面的计算结果我们可以看到, 哈尔滨、鸡西、大庆、伊春和绥化五市的 C²R 和 BC² 模型同时达到有效, 即表现为技术性和规模性同时达到相对有效性, 科技投入规模收益保持不变, 表现为相对最佳的资源配置效果; 佳木斯市、七台河市和牡丹江市的 BC² 模型达到有效, 表现为技术有效, 即科技产出相对于科技投入来说已达到“最大”; 齐齐哈尔、鹤岗、双鸭山、黑河和大兴安岭地区即未达到规模有效, 也未达到技术有效, 科技资源配置效率相对较低。

表 1 黑龙江省科技投入产出 DEA 分析表

指标 地区	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	y ₁	y ₂	y ₃	C ² R	BC ²	规模 收益
哈尔滨	6 515	3 833	675 573	342 753	246 924	1 883	62	1	1	不变
齐齐哈尔	668	546	47 824	28 105	6 130	144	3	0. 429 5	0. 773 5	递减
鸡西	71	19	2 298	786	52	33	0	1	1	不变
鹤岗	59	38	1 316	1 296	0	0	0	0	0. 137 5	递增
双鸭山	96	56	5 911	2 513	241	11	0	0. 198 0	0. 220 5	递增
大庆	48	48	1 523	1 523	1 620	35	0	1	1	不变
伊春	194	46	9 487	1 782	549	42	4	1	1	不变
佳木斯	453	297	35 421	11 740	6 635	138	2	0. 638 0	1	递减
七台河	5	0	181	0	0	0	0	0	1	递增
牡丹江	325	224	18 361	9 973	2 145	90	3	0. 649 9	1	递减
黑河	317	99	19 539	1 517	449	27	0	0. 542 0	0. 542 0	递增
绥化	98	68	6 841	2 560	698	32	2	1	1	不变
大兴安岭地区	126	19	3 945	691	0	12	0	0. 413 6	0. 413 6	递增

注:数据来源于黑龙江科技厅;统计口径为县以上政府部门属研究与开发机构。

另外,齐齐哈尔市、佳木斯市和牡丹江市表现为规模收益递减,科技产出的倍数低于科技投入的倍数,说明科技投入并未得到有效的利用,应加强科技投入的利用效率;而鹤岗、双鸭山、七台河、黑河和大兴安岭地区表现为规模收益递增,当科技投入增大时,产出会高于投入的倍数增长,对这部分地区要进一步加强科技资源的投入力度,以获得更高的科技产出。

另外,通过对模型 C²R 的进一步研究和计算,并利用如下公式 $\Delta x_0 = (1 - \theta^*) x_0 + s_0^-$, $\Delta y_0 = s_0^+$, 其中, Δx_0 表示输入剩余量(在现有的产出水平下), Δy_0 表示输出亏空量(在现有的投入水平下),可对未达到资源有效配置的地市提出理论上的调整^[4],调整后结果如下:

表 2 黑龙江省科技投入产出调整值

指标 地区	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	y ₁
齐齐哈尔	287	234	15 860	8 759	-
鹤岗	0	0	0	0	-
双鸭山	19	11	610	380	284
佳木斯	271	189	12 773	7 490	-
七台河	0	-	0	-	-
牡丹江	211	146	11 330	5 109	3 031
黑河	51	23	1 643	822	-
大兴安岭地区	26	7	836	286	19

注:“-”和未表示部分为不需调整数据。

4 黑龙江省科技资源优化配置的策略

改革开放以来,黑龙江省科技发展水平和产业的技术构成发生了重大变化,劳动力素质也有了相当提高,经济社会获得了长足发展。然而,黑龙江省老工业基地长期以来虽然注重通过科技项目增加科技投入,但不注重把社会资源整合成科技资源,宏观调控能力被弱化。由于科技资源整合不够,造成虽然黑龙江省老工业基地科技基础较好,科技资源投入较高,但产学研合作的优势没有充分发挥出来,企业间、企业与院校以及科研机构之间缺乏有效的协作,造成科技资源的浪费,科技产业不足。针对黑龙江省科技资源配置存在的问题,本文作者提出如下

优化建议:

其一,整合黑龙江省的科技资源。在黑龙江省科技创新系统内整合人力、财力、物力和知识等科技资源,提高区域科技能力战略的指导思想主要包括如下几个方面:以“科学技术是第一生产力”为指导,坚持“科教兴省”的发展战略,在振兴东北老工业基地的过程中,提高黑龙江省区域科技能力,使创新成为黑龙江省经济社会快速发展的重要动力。以技术创新、创业和产业化为有机整体,坚持全省科技资源整合和科技活动的统筹规划与合理布局,因地制宜,坚持以市场和经济建设需要为导向、技术为核心、产品为载体、效益为目标的创新创业机制,真正实现知识、技术、资本、管理的融合,发挥企业、高校和科研机构、政府和创新服务机构等科技主体紧密结合的

优势。区域科技资源整合要坚持相对集中与合理分散相结合,市场推动和发挥政府、高校、社会多方面积极性的原则,营造有利于创新、围绕创新成果创业和实现高新技术产业化的良好氛围与支持环境。

其二,建立以企业、高校和科研院所为主体的技术创新体系。

建立以企业为主体的技术创新体系,必须从体制、机制、政策和具体措施等多方面为企业自主创新营造良好环境。一是建立和落实鼓励企业增加科技投入的政策,使企业始终成为科技创新的投入主体。要通过投资、信贷、优惠税收政策、财政补贴、政府技术采购、知识产权保护等多种政策措施,进一步发挥政府科技投入的引导作用,形成鼓励企业增加科技投入的激励机制。二是改革科技计划和强化项目管理,使企业真正成为承担重大科技创新任务的主体,支持企业牵头实施重大科技项目。三是加快高新技术产业产业化,对大型骨干企业,要支持其建立研发中心,促进其加大研发投入,增强研究开发能力。

另外,充分发挥高校和科研院所的科技创新作用,使其真正成为科研中心和科技创新的主力军团。发挥各个高校和科研院所学科和科研上的特点和优势,进行特色创新基地建设试点,提高高校在基础研究和应用基础研究领域的整体水平,建设具有高水平科研团队的研究型大学。深化科技体制改革,在建设科研队伍的同时,通过政策引导和激励,鼓励高校和科研机构进行联合科学研究,加强国家级和省级重点实验室的建设。加大对重点实验室的投入力度,以支柱产业和优势研究领域为主要方向,在高校和科研机构建设重点实验室,为区域创新系统的建设和发展建立知识基础。注重与老工业基地改造和可持续发展相关的基础研究和应用基础研究,与现有的各级实验室相结合,建成能够持续增强创新能力、为技术创新提供强大科技资源的知识生产平台。

其三,加强科技服务体系的建设,促进科技成果转化。科技中介服务机构是科技创新体系中不可缺

少的重要组成部分,它可以为科技创新活动提供管理、信息、技术咨询、技术转让、知识产权保护、金融、法律等多方面的服务,为产学研联合中科技成果的供应方和需求方之间架起桥梁。从上述的分析可以看出,黑龙江省各地市发挥科技优势的潜力还很大,宝贵的科技人才资源和科研成果需要通过专业化的科技中介盘活人才市场和技术市场。比如生产力促进中心、技术贸易机构、科技孵化器机构为促进成果转化、专业人员的培训发挥了很好的作用。科技中介服务机构的发展不应注重数量,重要的是要发展专业化强、诚信高、多方位的服务机构,政府在加强和完善科技服务体系中要情况清、目标明,打破旧观念、提出新理念,为中介机构的发展创造良好环境^[5]。

最后,要加强黑龙江省科技人力资源的建设。人才资源是提高自主创新能力、推动经济发展的第一资源,培养和造就千万高素质的劳动者和庞大的人才队伍,是提高黑龙江省自主创新能力的根本所在。黑龙江省是教育大省,劳动者平均受教育年限较长,人力资源相对丰富。如果能在创新型人才培养及使用机制上实现新的突破,营造出有利于创新型人才脱颖而出的优良环境,我们就可以把黑龙江省的人口资源变成创新型人才资源,为振兴黑龙江提供源源不断的创新型人才储备,并最终提高黑龙江省的科技水平。

参考文献

- [1]魏权龄.数据包络分析[M].北京:科学出版社,2004:20-24.
- [2]吴和成,郑垂勇.科技资源配置的 DEA 分析[J].科技进步与对策,2004(7):75-76.
- [3]宋或,宋锦.黑龙江科技投入综合评价指标体系研究[J].商业研究,2006(2):112-114.
- [4]陈燕,高振峰,叶金国.科技资源投入与经济增长关系的 DEA 分析[J].河北经贸大学学报,2005(5):19-24.
- [5]刘树梅.依靠科技体制创新发挥人才优势是振兴东北的关键[EB/OL].<http://www.sts.org.cn/fxyj/zcfx/documents/20051215.htm>

The Analyses of the Efficiency of Heilongjiang Province's S & T Resources Allocation by DEA

FU Yur-wei, CUI Dong, LIU Tuo

(Economics & Management College, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

Abstract: The efficiency of S & T resources allocation has an important impact on the function of S & T system and regional S & T capability. This paper, using classical DEA models —C²R and BC² model, evaluates and analyzes the relative validity of S & T resource allocation of each area of Heilongjiang Province. Finally, the author proposes the countermeasures to optimize the allocation of S & T resources.

Key words: S & T resources allocation; DEA; resources; returns to scale