重庆大学学报(社会科学版) 2016 年第 22 卷第 1 期
JOURNAL OF CHONGQING UNIVERSITY(Social Science Edition) Vol. 22 No. 1 2016

doi:10.11835/j.issn.1008-5831.2016.01.014

欢迎按以下格式引用:刘广斌,刘璐,任伟宏. 基于 DEA 的中国科普投入产出效率初步分析[J]. 重庆大学学报(社会科学版),2016(1):118-126.

Citation Format: LIU Guangbin, LIU Lu, REN Weihong. Preliminary analysis of input-output efficiency of science popularization based on DEA[J]. Journal of Chongqing University (Social Science Edition), 2016(1):118-126.

基于 DEA 的中国科普投入产出效率初步分析

刘广斌[1],刘 璐[2],任伟宏[3]

(1. 北京石油化工学院 经管学院,北京 102617;2. 中国科学技术大学 人文学院,安徽 合肥 230026;3. 中国科学技术协会,北京 100863)

摘要:文章介绍了中国科普投入产出的基本现状,结合中国科普工作的实际情况,构建了中国科普投入产出评价指标体系初步框架。应用数据包络分析法(DEA),选取了中国科普统计 2006-2013 年间的数据,分析评价了中国科普投入产出效率,得到效率有待提高的初步研究结论。

关键词:科普;投入;产出;效率;DEA

中图分类号:F062.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-5831(2016)01-0118-09

科普是指利用适当的传播方法、媒介、活动,通过对科学技术知识、科学方法、科学思想、科学精神以及科学技术与社会发展信息的传播普及,促进科学技术的扩散和公众对科学技术的分享,激发公众个人、群体、社会组织对科学技术的意识、体验、兴趣、理解、意见的过程[1]。中国高度重视科普工作,提出了一系列加强科普工作的政策措施。1954 年通过的《中华人民共和国宪法》就明确提出要普及科学技术知识。《中共中央、国务院关于加强科学技术普及工作的若干意见》(1994 年发布)是党中央、国务院发布的第一个有关科普工作的文件。《中华人民共和国科学技术普及法》(2002 年颁布)和《中华人民共和国科学技术进步法》(2007 年修订)都有对科普的相关规定。这些法规和意见的颁布实施,标志着中国科普工作的法制化进程。《全民科学素质行动计划纲要(2006-2010-2020 年)》(2006 年发布)提出实施中国全民科学素质行动计划,使中国科普事业得到了进一步的发展[2]。

中国科普投入近年来增长快速,但是否有效及产出如何等问题一直缺乏有效的研究。在现有条件下(科普经费和科普人员有限),我们既要合理增加科普的投入,更要关注科普产出效率的提高。为此,有必要对科普投入产出问题进行深入研究。

本文应用数据包络分析法(Data Envelopment Analysis,DEA),对中国近年来的科普投入产出进行分析评价。希望为相关部门的决策提供有效参考。

一、中国科普投入产出现状

尽管中国的科普投入强度与发达国家相比明显较弱,但近年来科普投入和产出增长较快。随着中国公

修回日期:2015-11-05

基金项目:国家软科学研究计划"我国科普投入产出效率研究"(2014GXS5D224);国家自然科学基金面上项目(71473021)

作者简介:刘广斌(1961-),女,北京石油化工学院教授,硕士研究生导师,主要从事技术经济研究;刘璐(1991-),女,中国科学技术大学科技传播与科技政策系博士研究生,主要从事科普新媒体研究;任伟宏(1979-),女,中国科学技术协会研究员,博士,中国科普研究所博士后,主要从事科普产业研究。

民科学素养建设的推进,社会和公众对科普的需求日渐兴旺。科技部发布的《中国科普统计(2014 年版)》显示,2013 年中国科普活动保持了稳定的增长态势,科普经费投入持续增加,各类形式的科普作品大量涌现,以科技活动周为代表的群众性科普活动产生了广泛的社会影响。中国科普人员和科普经费投入显著增加,尽管科普发展仍不均衡,但总体上呈现出持续发展的良好态势[3-4]。

(一)科普人才队伍不断壮大

科普工作的发展离不开科普人才的支撑。科普人才,是指具备一定的科学素质和专业技能,从事科普实践的劳动者[1]。

通过对科普工作的广泛开展和深入研究,中国科普人才总量有了较大的增长,人员素质也有所提高。科普人才队伍为中国科普工作的发展和全民科学素养的提高,做出了巨大贡献。但总体上说,中国科普人才队伍无论数量还是质量,都不能满足科普事业发展的实际需求(表 1)。

表 1　2006 - 2013 年中国科普人才数量(单位:万人)①

年份	项目				
	科普人才总数	专职人才	兼职人才	中级职称或大学本科学历以上的科普人才	注册科普志愿者
2006	162.35	19.99	142.36	66.84	35.74
2008	176.10	22.97	153.13	74.36	76.78
2009	180.84	23.42	157.42	80.83	154.41
2010	175.14	22.34	152.80	84.03	238.85
2011	194.28	22.42	171.86	94.19	245.55
2012	195.78	23.11	172.67	98.48	253.62
2013	197.82	24.23	173.59	98.36	337.28

数据来源:《中国科普统计(2014 年版)》

(二)科普经费逐年增长

中国科普经费投入逐年增长。科普经费来源构成及各项目所占比重如表 2 和表 3 所示。

表 2　2006 - 2013 年中国科普经费来源构成(单位:亿元)

年份	项目				
	政府拨款	捐赠	自筹资金	其他收入	总额
2006	32.50	0.78	10.62	2.92	46.82
2008	47.00	0.83	12.30	4.82	64.95
2009	58.94	0.98	19.29	7.91	87.12
2010	68.08	1.37	23.80	6.26	99.51
2011	72.59	0.84	25.65	6.22	105.3
2012	85.04	0.82	30.75	6.29	122.9
2013	92.25	0.97	33.32	5.77	132.31

数据来源:《中国科普统计(2014 年版)》

表 3　各项科普经费筹集额占当年总额的比例(%)

年份	项目				合计
	政府拨款	捐赠	自筹资金	其他收入	
2006	69.41	1.67	22.68	6.24	100
2008	72.36	1.28	18.94	7.42	100
2009	67.65	1.13	22.14	9.08	100
2010	68.41	1.38	23.92	6.29	100
2011	68.94	0.80	24.36	5.90	100
2012	69.19	0.67	25.02	5.12	100
2013	69.73	0. 73	25.18	4.36	100
平均	69.38	1.10	23.18	6.34	100

①2007 年没有进行调查统计,因此缺少该年的统计数据,其他各表均此原因。

从表 2 和表 3 可以看出,中国科普经费筹集额中,政府拨款占绝对比重,年均 69% 以上,而且各年保持了比较稳定的增长。其次是自筹资金,各年也都有所增长,特别是 2010 年以后有了较大幅度的增加,占全部科普经费筹集额比重年均 23% 以上。其他收入 2006 – 2009 年增长较快,2010 年以后变化不大,但所占比重却呈下降趋势。社会捐赠部分额度极少且增速不明显,所占比重年均仅 1.1%(图 1)。

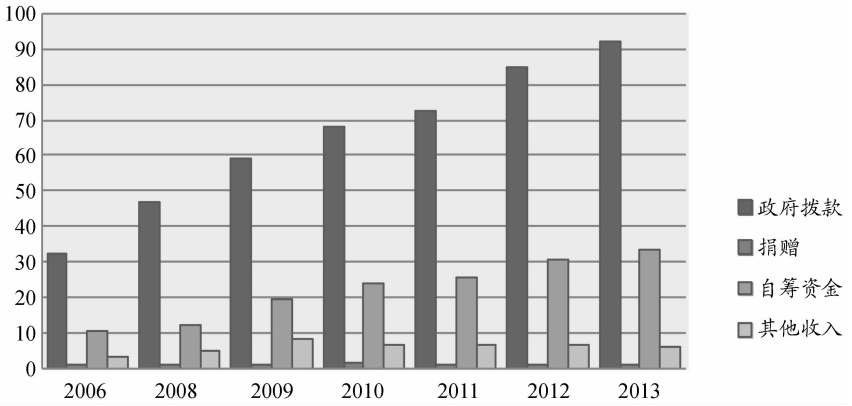

图 1 2006 – 2013 年科普经费来源构成变化

世界上多数发达国家科普资金的来源,主要以企业投入为主,政府投入为辅,这种投入结构反映了市场经济运作规律。企业作为科普活动的主体是市场竞争的现实选择,企业是经济的细胞,是经济运行的微观基础,能否塑造健康、充满活力的企业,将决定一个国家经济的整体实力和参与国际市场竞争的能力。目前中国的科普投入对政府的依存度依然很大,这种状况势必影响中国科普的竞争优势。可见企业尚未成为科普活动的主力军,企业开展科普活动的积极性和活跃性有待提高。

(三)科普基础设施建设长足发展

一个国家的科普基础设施发展水平能够反映这个国家的科普服务能力。中国的科普基础设施主要有科技类博物馆、基层科普设施、数字科技馆以及其他具备科普展示教育功能的场馆等。根据科学发展观的要求,科普基础设施坚持“提升能力,共享资源,优化布局,突出实效”的指导方针,现已取得长足进步,受到了社会各界的普遍重视[5]。

截至 2013 年底,全国共有科技馆、科学技术博物馆、青少年科技馆等各类科普场馆 1 837 个(表 4)。其中科技馆展厅面积 124 万平方米,科技博物馆展厅面积 233 万平方米,比 2012 年分别增长13.2% 和 14.1%;参观科技馆人数 3 734 万人次,参观科技博物馆人数 9 821 万人次,比 2012 年分别增长 9.1% 和 11.8%。另外,一批科普场馆正在建设中[4]。

表 4 2006 – 2013 年全国各类科普场馆数量(单位:个)

年份	项目			合计
	科技馆	科学技术博物馆	青少年科技馆(站)	
2006	280	239	340	859
2008	285	380	442	1 107
2009	309	505	590	1 404
2010	335	555	621	1 511
2011	357	619	705	1 681
2012	364	632	739	1 735
2013	380	678	779	1 837

数据来源:《中国科普统计(2014 年版)》

至 2013 年底,全国还有 22.5 万个科普画廊,8.4 万个社区科普活动室,43.6 万个农村科普场地,2111 辆科普宣传车[4]。这些公共场所的科普宣传设施也发挥着重要的作用。

(四)科普传播媒介繁荣发展

近年来,中国科普资源建设不断完善,科普创作的种类不断扩展,数量初具规模,质量有所提高。2013 年全国共出版科普图书 8 423 种,发行量达到 8 860 万册;出版各类科普期刊 1 036 种,发行量达到 16 970 万册;发行科技类报纸 38 500 万份;发行科普音像制品 5 903 种;国家财政投资建设科普网站 2 430 个[4]。2006

至 2013 年科普期刊出版情况如表 5 所示。

但是,科普出版物发展方面也存在不足,群众喜闻乐见的优质科普创作资源仍然缺乏,尤其体现在原创性科普资源方面。原创的优秀作品少、科普创作后劲不足等问题已经制约了科普的发展,影响了中国公民科学素养的提高。

表 5　2006 – 2013 年中国科普期刊出版情况

年份	项目	
	出版种数(种)	出版总册数(万册)
2006	568	13 296
2008	561	14 315
2009	644	14 604
2010	822	15 522
2011	892	15 722
2012	1 007	13 909
2013	1 036	16 970

数据来源:《中国科普统计(2014 年版)》

(五)科普活动形式多样

科普活动可以促进公民科学素质的提高,是培养科技后备人才的有效方式。随着《国家中长期科学和技术发展规划纲要》、《全民科学素质行动计划纲要》的实施,科普活动得到各地、各部门的高度重视和大力支持,在全国范围内蓬勃开展,形式多样,公众参与人数大幅上升。科普活动在数量、质量和规模等方面均跃升到一个新台阶。

以科技活动周为代表的重大科普活动产生越来越大的社会影响。2013 年,科技活动周共举办科普专题活动 12.5 万次,参加人数达到 1.06 亿人次[4](表 6)。2013 年,全国开展了 3.9 万次重大科普活动,91.2 万次科普讲座,约有 1.7 亿人次参加;举办了 16.1 万次科普专题展览,参观人次约 2.3 亿;举办了 87.6 万次的技术培训,吸引了 1.1 亿人次参加[4]。

表 6　2006 – 2013 年科技活动周情况

年份	项目		
	科普专题活动(次数)	参加人数(万人次)	每万人口受益(人数)
2006	104 132	8 669	660
2008	96 335	8 987	677
2009	98 409	9 733	729
2010	98 857	10 794	805
2011	112 453	11 130	826
2012	121 451	11 162	824
2013	125 045	10 582	781

数据来源:《中国科普统计(2014 年版)》

二、具有非阿基米德无穷小的 C^2R 模型

(一)C^2R 模型

数据包络分析是一种常用的非参数效率评价方法,由 Charnes 和 Cooper 等于 1978 年提出,通过比较同类型决策单元(Decision Making Units,DMU)的相对效率,评价决策单元的规模有效性和技术有效性。DEA 模型中,最基本的是 C^2R 模型[6-10]。

假设决策单元 DMU 有 n 个,每个 DMU 都有 m 种输入和 s 种输出,分别用 $X = (x_1, x_2, \cdots, x_i, \cdots, x_m)^T$ 和 $Y = (y_1, y_2, \cdots, y_r, \cdots, y_s)^T$ 表示。设决策单元 DMU_j 的第 i 种输入量为 x_{ij},其权重为 v_i;第 r 种输出量为 y_{rj},其权重为 u_r(见表 7)。

分别用向量 $V = (v_1, v_2, \cdots v_i, \cdots v_m)^T$ 和 $U = (u_1, u_2, \cdots, u_r \cdots, u_s)^T$ 表示输入和输出的权重系数。

每个决策单元都有相应的效率,即全要素相对生产率指数。设 h_j 表示决策单元 DMU_j 的效率,则效率指数 h_j 可表示为:$h_j = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} / \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}$ $(j = 1, 2, \cdots, n)$。通过调整 U 和 V 的取值,使 h_j 满足 $h_j \le 1$。

对 DMU_{j0} 进行效率评价,以 U 和 V 为变量,以 h_{j0} 为目标,以所有 DMU 的效率指数为约束条件,即可构造 C^2R 模型,如模型(1)所示。

$$\begin{cases} \max \dfrac{u^T y_0}{v^T x_0} = V_p \\ \text{s. t. } u^T y_j / v^T x_j \le 1 \\ \qquad u \ge 0 \\ \qquad v \ge 0 \end{cases} \tag{1}$$

式中：$x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \cdots, x_{mj})$；$y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \cdots, y_{sj})$；$j = 1, 2, \cdots, n$。

对模型(1)进行 Charnes－Cooper 等价变换，令 $t = 1/(v^T X_0)$，$\omega = tv$，$\mu = tu$，得到等价线性规划(P)问题，如模型(2)所示。

表 7　DMU 的输入、输出向量及权重

决策单元		1	2	……	j	……	N		
v_1	1	x_{11}	x_{12}	……	x_{1j}	……	x_{1n}		
v_2	2	x_{21}	x_{22}	……	x_{2j}	……	x_{2n}	输出	输出
……	……	……	……	……	……	……	……	类型	类型
v_m	m	x_{m1}	x_{m2}	……	x_{mj}	……	x_{mn}	序号	权重
		y_{11}	y_{12}	……	y_{1j}	……	y_{1n}	1	u_1
输入	输入	x_{21}	y_{22}	……	y_{2j}	……	y_{2n}	2	u_2
类型	类型	……	……	……	……	……	……	……	……
权重	序号	y_{s1}	y_{s2}	……	y_{sj}	……	y_{sn}	S	u_s

$$\begin{cases} \max \mu^T Y_0 = V_P \\ \text{s. t. } \omega^T x_j - \mu^T y_j \geq 0 \\ \omega^T x_0 = 1 \\ \omega \geq 0, \mu \geq 0 \end{cases} \tag{2}$$

依据对偶定理，引入松弛变量 S^+ 和 S^- 得出等价对偶规划(D)问题，如模型(3)所示：

$$\begin{cases} \text{Min}\theta = V_D \\ \text{s. t. } \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j + S^- = \theta x_{j0} \\ \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j - S^+ = y_{j0} \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \cdots, n \\ S^+ \geq 0, S^- \geq 0 \end{cases} \tag{3}$$

其中，S^+ 表示决策单元可能的产出不足，S^- 表示决策单元可能的投入冗余。

检验决策单元 DMU_{j0} 的 DEA 有效性时，如果利用线性规划问题(P)需要判断是否存在最优解 ω^0 及 μ^0 满足 $\omega^0 > 0$，$\mu^0 > 0$，$V_P = \mu^T y_0 = 1$；如果利用对偶线性规划问题(D)需要判断是否所有最优解 λ^*，S^{*-}，S^{*+8}，θ^* 都满足 $V_D = 1$，$S^{*-} = 0$，$S^{*+} = 0$。无论哪种方法都不方便。为简化计算，Charnes 等在模型中引入在一个广义实数域内小于任何正数且大于零的非阿基米德无穷小量 ε，如模型(4)所示：

$$\begin{cases} \max \mu^T Y_0 = V_P \\ \text{s. t. } \omega^T x_j - \mu^T y_j \geq 0 \\ \omega^T x_0 = 1 \\ \omega \geq \varepsilon e^{-T}, \mu \geq \varepsilon e^{+T} \end{cases} \tag{4}$$

其中，$e^{-T} = (1, 1, \cdots 1) \in E_m$；$e^{+T} = (1, 1, \cdots, 1) \in E_j$。

(P_ε) 的对偶规划问题为 (D_ε)，如模型(5)所示：

$$\begin{cases} \text{Min}[\theta - \varepsilon(e^{-T} s^- + e^{+T} s^+)] = V_D \\ \text{s. t. } \sum_{j=1}^{n} \lambda^T x_j + S^- = \theta x_{j0} \\ \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j - S^+ = y_{j0} \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \cdots, n \\ S^+ \geq 0, S^- \geq 0 \end{cases} \tag{5}$$

利用模型(5),可以一次判断出决策单元 DMU_{j0} 的 DEA 有效性。

定理:假设 ε 是非阿基米德无穷小量,并且规划问题(D_ε)的最优解为 $\lambda^*, S^{*-}, S^{*+}, \theta^*$,则有:(1)若 $\theta^* = 1$,且 $S^{*-} = 0$, $S^{*+} = 0$,则 DMU_{j0} 为 DEA 有效,即以现有投入量获得了最优产出量;(2)若 $\theta^* = 1$,且 S^{*-} 和 S^{*+} 中至少有一个不为零,则 DMU_{j0} 为弱 DEA 有效,存在投入冗余或产出不足,即投入量减少 S^{*-} 仍可获得现有产出,或以现有投入量可获得比现有产出多 S^{*+} 的产出量;(3)若 $\theta^* < 1$,则 DMU_{j0} 为 DEA 无效,即仅需 θ^* 倍的现有投入量即可获得现有产出量。(4)令 $K^* = \sum \lambda^*$,则 K^* 表示 DMU_{j0} 的规模效率。当 $K^* = 1$ 时,DMU_{j0} 的规模收益不变,即增加一定比例的投入可增加相同比例的产出;当 $K^* < 1$ 时,DMU_{j0} 的规模收益递增,即增加一定比例的投入可增加更高比例的产出;当 $K^* > 1$ 时,DMU_{j0} 的规模收益递减,即增加一定比例的投入只能增加小于该比例的产出。

在实际问题中,只要 ε 足够小,(如取 $\varepsilon = 10 - 6$),就可以使用单纯形法解规划问题(D_ε)。

(二)C^2R 模型对科普投入产出的适用性分析

(1)C^2R 模型适用于具有多指标投入与多指标产出的系统。科普投入产出是多投入和多产出的系统,可用 C^2R 模型分析科普投入产出效率。

(2)C^2R 模型在使用时无须确定具体的生产函数形式。科普投入产出情况复杂多样,很难确定变量间的函数假设关系。用 C^2R 模型分析科普投入产出效率,不必确定科普投入与科普产出变量之间函数关系,其结果可直接表明科普投入产出相对效率。

(3)运用 C^2R 模型计算相对效率时,无须对数据进行无量纲化处理,可以对无法价格化甚至难以轻易确定权重的指标进行分析。

(4)运用 C^2R 模型分析科普投入产出效率,不必统一科普投入与科普产出指标的单位,大大简化了测量过程。此外,还可以保证科普投入与科普产出指标以本来面目出现,保证了原始信息的完整性,也避免了人为因素的影响。

三、中国科普投入产出效率研究

(一)科普投入产出评价指标体系构建原则

构建科普投入产出评价指标体系,应考虑如下原则:(1)指标要比较全面。进行效率评价时,所选投入和产出指标应能全面反映评价的目的和内容。(2)指标要相对独立。指标体系的每个指标要内涵清晰和相对独立,应该避免指标间存在强的线性相关性。(3)指标要有可操作性。在考虑指标重要性的同时,还要考虑相关数据是否可以获得。本文选择的评价指标,其数据主要来自中国科普统计。(4)指标要有可比性。选取的指标应有相同的统计口径,以保证指标的可比性,便于各地区之间的横向对比和各年的纵向比较。

(二)科普投入与产出评价指标

根据科普投入产出评价指标的设计原则和《中国科普统计》的内容框架,结合中国科普工作的实际情况,本文选取了以下指标作为科普投入产出的评价指标(见表 8)。

选取的指标不同,DEA 评价的结果也不同。在进行实证研究时,可根据研究目的选取适合的指标。

(三)实证研究

1. 对投入产出指标的要求

结合本文内容,在 DEA 实证分析中,选取的投入和产出指标应满足如下要求:(1)指标值要保证非负性;(2)决策单元个数 n 应是投入指标和产出指标合计数(m + s)的两倍以上;(3)如果是不同区域间的比较应该选择总量指标,如果是同一个样本作动态比较,可以使用相对指标。

2. 数据处理结果

为了分析中国科普投入产出的总体有效性,本文选取中国科普统计 2006 – 2013 年的数据,应用 C^2R 模型,对中国各年科普投入产出及其变化趋势进行分析和评价。

根据研究目的和 DEA 方法的指标选取要求,鉴于截至目前中国有科普统计数据的年份只有 7 年,分析指标只选取了最典型的 3 个指标,保证样本数大于指标总数,进行尝试性研究。科普投入指标选取了科普投入中最重要的指标科普经费 X_1 指标,科普产出指标选取了目前最有代表性的科普图书 Y_1 指标和大型科普活动 Y_2 指标。根据科技部发布的 2006 – 2013 年中国科普统计结果,获得原始数据(见表 9)。

表 8 科普投入产出评价指标体系初步框架

投入指标			产出指标	
人员	科普人员总数		传媒	科普图书
	专职科普人员			科普期刊
	高级科普人员			科普音像制品
经费	科普经费总投入额			科技类报纸
物质	科普场馆	科技馆		科普节目播出时长
		科技博物馆		科普网站浏览
		青少年科技馆(站)		科普资料发放
		城市科普(技)活动室	活动	大型科普活动
		农村科普(技)场地		科技活动周
	其他科普设施	科普教育基地和青少年科技教育基地		科普展览
		科普画廊		科普讲座
		科普网站		科普竞赛
		科普宣传专用车		科普国际交流
				青少年科技兴趣小组
				实用技术培训
			其他	科普场馆(基地)参观人数
				其他产出

表 9 各年科普投入产出原始数据

年份	项目		
	Y_1(种)	Y_2(次)	X_1(万元)
2006	3 162	20 969	468 252
2008	3 888	26 152	648 374
2009	6 787	29 667	871 241
2010	7 043	28 109	995 157
2011	7 695	30 655	1 052 977
2012	7 521	32 874	1 228 827
2013	8 423	38 801	1 321 903

注:由于累计和小数点位数的原因,表中 2008 和 2013 年的科普经费与表 2 中的数据略有差异。

建立 C^2R 模型如下:

$$\begin{cases} \mathrm{Min}\theta - 10 - 6(s_1^- + s_1^+ + s_2^+) \\ \text{s. t.} \sum_{j=1}^{5} \lambda_j x_{1j} + s_1^- = \theta x_{10} \\ \sum_{j=1}^{5} \lambda_j y_{1j} - s_1^+ = y_{10} \\ \sum_{j=1}^{5} \lambda_j y_{2j} - s_2^+ = y_{20} \\ \lambda_j \geq 0; \\ s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{cases} \tag{6}$$

根据表 9 的数据,利用 lingo 软件,计算各年的综合评价值,如表 10 所示。

3. 分析评价

根据 DEA 方法,评价结果为 1,说明该评价单元有效,小于 1 说明该评价单元无效,评价结果越接近 1 越好。从表 10 可以看出,中国有科普统计数据以来的 7 年中,有 2 个年份综合效率值为 1,有 3 个年份综合效率值介于 0.9 和 1 之间,还有 2 个年份综合效率值介于 0.7 和 0.9 之间,7 年综合效率平均值为 0.909。根据表 10,可得出如下结论。

(1)2006 和 2009 年科普投入产出的综合效率值等于 1,并且有 $S^{-0} = 0, S + 0 = 0$,说明这 2 年的科普投入产出效率为强 DEA 有效;并且都有 $\sum \lambda_i = 1$,说明 2006 和 2009 年的科普投入产出既技术有效,又规模有效。评价的结果表明这 2 年科普资源配置相对合理,按现有结构增加投入会产生相同倍数的产出效果,即

处于规模收益不变的最佳增大状态。

(2)2008、2010 和 2011 年科普投入产出的综合效率值介于 0.9 和 1 之间。2008 和 2011 年有 $S^{-0}=0, S+0=0$,说明这 2 年的科普投入产出资源配置相对合理。而 2010 年则存在 $s_2^+ \neq 0$,说明这年的科普活动数量相对不足,根据测算结果,缺口为 1 837 次。这 3 年的 $\sum \lambda_i < 1$,处于规模递增阶段,表明适当的增加科普投入,会有较大的科普产出。

表 10　中国科普投入产出效率纵向比较结果

年份	项目				
	θ	$\sum \lambda_i$	s_1^-	s_1^+	s_2^+
2006	1	1	0	0	0
2008	0.901	0.901	0	0	0
2009	1	1	0	0	0
2010	0.909	0.980	0	0	1 836.555
2011	0.938	0.938	0	0	0
2012	0.786	0.912	0	0	0
2013	0.831	0.831	0	0	0
平均	0.909	0.937	0	0	262.365

(3)2012 和 2013 年科普投入产出的效率值介于 0.7 和 0.9 之间。2012 和 2013 年有 $S^-0=0, S+0=0$,说明这 2 年的科普投入产出资源配置相对合理。$\sum \lambda_i < 1$,处于规模递增阶段,通过适当的增加科普投入,可以获得较大的科普产出。但是,这 2 年科普投入产出效率相对较低,说明科普投入产出的体系结构、管理水平和技术水平等仍有待改进。

(4)2006 到 2011 年,中国科普的投入产出效率基本稳定在 0.9 到 1 之间,2012 年出现大幅下滑,虽然 2013 年略有回升,但仍相对较低。随着中国对公民科学素质建设的不断重视,科普投入不断加大,各类形式的科普产出也不断丰富。但是,在科普事业发展过程中,更应加大对科普投入产出的体系结构、管理水平和技术水平等因素的关注和调整,提高科普投入产出的效率,使有限的科普资源发挥出最大的效用。

四、结论

研究结论:(1)基于科技部现有的科普统计框架,构建了中国科普投入产出评价指标体系初步框架。(2)采用 DEA 方法描述了中国科普投入产出的效率情况,选取了 2006 至 2013 年的科普投入产出数据进行分析比较,揭示了不同年份中国科普投入产出的效率水平。(3)通过实证研究发现,随着中国科普经费投入逐年加大,科普产出也在逐年提高。但中国科普投入产出的整体效率不够稳定且有下降的趋势,科普经费投入的利用率有待提高,科普投入产出的体系结构、管理水平和技术水平等也有待改进。(4)本文应用 DEA 方法得到的评价结果是相对效率,也就是说在决策单元中一定会有一个决策单元是有效的。虽然部分年份的科普投入产出效率是 DEA 有效,但并不等于说这些年份科普投入的绝对量不需要提高。与发达国家相比,中国的科普投入无论是绝对量还是相对量都还较低,中国还应大幅度提高科普投入。

本文不足:对于中国各年科普投入产出的纵向比较,只是尝试性的研究,考虑到中国开展科普统计的年份较短,可以获取的数据较少,按照 DEA 方法的要求选取的指标也较少,评价结果难免存在一定的局限性。

参考文献:

[1]任福君,翟杰全. 科技传播与普及概论[M]. 修订版. 北京:中国科学技术出版社, 2014:10.

[2]任福君,周建强,张义忠. 科普产业发展研究[R]. 北京:中国科普研究所, 2010:12.

[3]任福君,张义忠,周建强,等. 中国科普产业发展"十二五"规划研究报告[R]. 北京:中国科普研究所,2010:12.

[4]中华人民共和国科学技术部. 中国科普统计(2014 年) [M]. 北京,科学技术文献出版社,2015.

[5]任福君. 中国科普基础设施发展报告(2009)[M]. 北京:社会科学文献出版社,2010.

[6]ZHU J. Robustness of the efficient, DMU in data envelopment analysis [J]. European Journal of Operational Research, l996, 90:

451 – 460.

[7] ANDERSEN P, PETERSEN N C. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis [J]. Management Science, 1993, 39: 1261 – 1264.

[8] YANG Y S, LI H W, TONG J. Green assessment of multi – product based on concordance analysis [M]//Proceedings of 2001 international conference on management science & engineering (Volume Ⅱ). Harbin University of Technology Press, 2001: 1876 – 1880.

[9] GOLANY B, ROLL Y. An application procedure for DEA [J]. International Journal of Management Science, 1989, 17(3): 237 – 250.

[10] 彭云飞,沈曦. 经济管理中常用数量分析方法[M]. 北京:经济管理出版社,2011:5.

Preliminary analysis of input – output efficiency of science popularization based on DEA

LIU Guangbin[1], LIU Lu[2], REN Weihong[3]

(*1. Beijing Institute of Petro – Chemical Technology, Beijing 102617, P. R. China;*

2. University of Science and Technology of China, Hefei 230026, P. R. China;

3. China Association for Science and Technology, Beijing 100863, P. R. China)

Abstract: This paper introduces the basic situation of input – output of China's science popularization. Combined with the actual situation of China's science popularization work, this paper constructs the input – output evaluation index system. By using method of DEA, the paper selects the science popularization statistic data from 2006 to 2013 to make the objective, scientific and effective evaluation on the input – output efficiency of China's science popularization. The preliminary study results proved that the input – output efficiency of China's science popularization should be improved further.

Key words: science popularization; input; output; efficiency; DEA

(责任编辑 胡志平)