

# 国家主体性科技计划实施效率的DEA评价

杨 剑<sup>1</sup>, 杨 锋<sup>2</sup>

(1.安徽大学 管理学院, 安徽 合肥 230039; 2.中国科技大学 管理学院, 安徽 合肥 230026)

**摘 要:** 国家科技计划有效促进了我国科学、经济、社会的持续进步, 在国家的经济发展中扮演着重要角色。为了进一步提高国家科技计划实施的效率, 有必要对国家科技计划的实施情况进行合理评价。利用数据包络分析法对我国主体性科技计划的实施情况进行了评价。研究结果表明, 各个计划均具有在不增加拨款的前提下增加产出的巨大潜力。因此, 通过采取各种措施使拨款能更有效地转化为科技人才与科研成果, 是非常有必要的。

**关键词:** 国家科技计划; 效率评价; 数据包络分析法

**DOI:** 10.3969/j.issn.1001-7348.2010.21.028

中图分类号: G311

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2010)21-0116-03

## 1 国家科技计划

国家科技计划是指根据国家科技发展规划和战略安排、通过中央财政支持或以宏观政策调控、引导, 由政府行政部门组织和实施的科学研究与试验发展活动及相关的其它科学技术活动。国家科技计划是国家解决涉及社会和经济重大科技问题、实现科技资源合理配置的重要手段<sup>[1]</sup>。我国主要国家科技计划如表1所示。

表1 国家科技计划

类别	国家科技计划
基础与高技术研究	1. 高技术研究发展计划(863计划)
	2. 国家科技攻关计划
	3. 国家重点基础研究发展规划项目(973计划)
	4. 国家自然科学基金项目计划
	5. 国家社会科学基金项目
	6. 电子信息产业发展计划
	7. 国家转基因植物研究与产业化专项
科技产业化环境建设计划	1. 星火计划
	2. 火炬计划
	3. 科技成果重点推广计划
	4. 国家重点新产品计划
	5. 科技型中小企业技术创新基金项目
	6. 科技型中小企业技术创新基金小额资助项目
	7. 农业科技成果转化资金项目计划
	8. 科技兴贸行动计划
研发条件建设计划	1. 国家重点试验建设项目计划
	2. 国家工程技术研究中心
其它	1. 软科学
	2. 高技术产业化示范工程项目
	3. 百人工程计划
	4. 国家农业综合开发项目计划

最主要的国家科技计划包括:

(1) 国家高技术研究发展计划。国家高技术研究发展计划(简称“863计划”)目标是跟踪国际高技术发展, 在信息、生物等八大领域缩小与国外发展水平的差距, 进而发展高技术及推动其产业化。863计划以“增强我国在高技术特别是战略性高技术领域的自主创新能力, 为实施现代化建设第三步战略提供高科技支撑……”为指导思想, 以国家目标 and 市场需求为导向, 重点解决一批具有战略性、前沿性和前瞻性的高技术问题。

(2) 国家科技攻关计划。国家科技攻关计划(简称“攻关计划”)是面向国民经济建设主战场, 重点解决国民经济建设和社会发展中重大科技问题的科技发展计划, 是国家科技计划体系的重要组成部分。攻关计划的总体目标是通过攻关计划的实施, 培养一支精干的高水平科技攻关队伍, 建立一批具有国际地位的技术创新基地, 主要资助那些在国民经济建设和社会发展中带有方向性、综合性和基础性的重大关键技术项目。

(3) 国家重点基础研究发展规划项目(973计划)。973计划主要资助瞄准世界科学前沿, 影响我国21世纪的经济和社会发展的重大科学问题、重大研究理论等研究项目。973计划鼓励优秀科学家围绕国家战略目标, 在对经济、社会发展有重大影响, 能在世界占有一席之地的重要领域, 瞄准科学前沿和重大科学问题, 开展重点基础研究。

(4) 国家自然科学基金项目计划。自然科学基金面向全国, 是国家创新体系的重要组成部分, 主要资助自然科学基金基础研究和部分应用研究, 重点支持具有良好研究条件、

收稿日期: 2010-07-14

基金项目: 国家自然科学基金项目(70801056)

作者简介: 杨剑(1979-), 男, 安徽芜湖人, 博士, 安徽大学管理学院讲师, 研究方向为区域创新、决策分析; 杨锋(1977-), 男, 湖北武汉人, 博士, 中国科技大学管理学院讲师, 研究方向为管理科学、运筹学。

研究实力的高等院校和科研机构的研究人员, 由自然科学基金委负责实施与管理。自然科学基金设有面上项目、重点项目、重大项目、国家杰出青年科学基金项目、专项项目以及国际合作与交流项目等。

## 2 指标体系与有关数据

国家科技计划的实施为我国科技事业的蓬勃发展作出了重大贡献。为了更进一步提高国家科技计划实施的效率, 促进科技拨款更有效率的利用, 对国家科技计划的实施情况进行合理评价具有一定的积极意义。本文拟利用数据包络分析法(DEA)作为评价工具。

本文研究的范围包括: 国家科技攻关计划、国家重点基础研究发展规划项目(973 计划)与国家自然科学基金项目计划。高技术研究发展计划(863 计划)的有关数据不容易得到, 故未列入本文的研究范畴; 其它国家科技计划或者因为规模较小, 或者因为相关数据不可得, 故也未列入本文的研究范畴。

总体来说, 所有的科技计划投入, 其主要来源是国家的拨款。因此, 本文将各个科技计划各年的国家拨款金额作为唯一的投入指标。

表 2 国家科技计划的投入与产出值

编号	科技计划名称与年份	投入			产出	
		国家拨款(亿元)	培养人才数	发表论文数		
1	科技攻关计划2000	10.320 9	3 788	21 896		
2	科技攻关计划2002	10.634	2 558	61 28		
3	科技攻关计划2003	12.464	6 045	13 861		
4	科技攻关计划2004	14.644	5 856	12 306		
5	科技攻关计划2005	14.669	7 584	17 030		
6	973计划2000	5	1 446	7 098		
7	973计划2001	6	2 982	12 240		
8	973计划2002	7	4 876	15 395		
9	973计划2003	8	6 594	20 692		
10	973计划2004	9	7 183	21 589		
11	自然科学基金面上项目2000	6.334 84	7 989	25 033		
12	自然科学基金面上项目2001	7.976 24	8 758	27 278		
13	自然科学基金面上项目2002	11.563 1	12 079	21 520		
14	自然科学基金面上项目2003	13.220 275	25 804	40 377		
15	自然科学基金面上项目2004	16.751 6	30 825	46 157		
16	自然科学基金重点项目2000	0.682 6	359	1 147		
17	自然科学基金重点项目2001	1.804 4	1 044	3 635		
18	自然科学基金重点项目2002	3.123	1 587	5 043		
19	自然科学基金重点项目2004	3.333	3 600	6 821		

注: 资料来自中国科技统计网站“中国主要科技指标数据库”以及国家自然科学基金委员会网站

不同的科技计划有着不同的目标, 因此产出的衡量指标有所不同, 如科技攻关计划与 973 计划将计划实施的经济增加值相关指标作为产出, 而自然科学基金并未将此类产出作为验收的标准。然而, 所有的科技计划都有两个共同的目标: 一是培育人才, 二是科研成果。因此, 本文将这两种指标作为产出。这里, 培育人才以培养的硕士、博士、博士后的数量来衡量; 科研成果以发表的论文数来衡量。

近年来相关的数据如表 2 所示。此表中的 19 个年度计划可看作 19 个决策单元。

## 3 基于 DEA 的前沿产出估计

对决策单元(decision making unit, DMU)进行效率评价与排序是管理学的重要研究领域, 数据包络分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)已经被普遍接受并广泛应用于决策单元的效率评价与排序之中。DEA 是用来评价一组有多输入、多输出的决策单元之间的相对效率的数学规划方法<sup>[2]</sup>。第一个 DEA 模型由 Charnes 等人于 1978 年首先提出, 即 CCR 模型<sup>[3]</sup>。自此以后, DEA 在理论和应用领域都有长足的发展<sup>[4]</sup>。

假设有  $n$  个决策单元, 每个决策单元消耗  $m$  种投入并生产  $s$  种产出。对于第  $j$  个决策单元而言, 记其第  $i$  种投入为  $x_{ij}$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ), 第  $r$  种产出为  $y_{rj}$  ( $r=1, 2, \dots, s$ )。

对于第  $d$  个决策单元, 其 CCR 效率  $\theta_d$  由下面的规划计算得到:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\theta_d} &= \max \beta_d \\ s.t. \quad &\sum_{j=1}^n \lambda_{dj} y_{rj} \geq \beta_d y_{rd}, \quad \forall r \\ &\sum_{j=1}^n \lambda_{dj} x_{ij} \leq x_{id}, \quad \forall i \\ &\lambda_{dj} \geq 0, \quad \forall j \end{aligned} \tag{1}$$

设规划(1)的最优解为  $\lambda_{dj}^*, \beta_d^*$ , 则第  $d$  个决策单元的前沿产出为:

$$y_{rd}^* = \sum_{j=1}^n \lambda_{dj}^* y_{rj} \tag{2}$$

将表 2 数据进行计算, 计算结果见表 3。

由表 3 可知, 绝大多数年度计划都没有达到有效, 只有 # 14(2003 年自然科学基金面上项目)为有效。换言之, 绝大多数年度科技计划的产出都有增长的潜力, 尤其是科技攻关计划。这种情形是可以解释的—自然科学基金的主要目的是培育人才与获得科研成果, 因此自然科学基金的

这两项产出都比较大,因此进一步增长的潜力不如科技攻关计划与973计划。科技攻关计划与973计划除了上述两

个目的外,还追求将科研成果转化为经济成果,但这一指标并没有在本文的研究中得以体现。

表3 国家科技计划的前沿产出

编号	科技计划名称与年份	CCR效率	前沿产出			
			培养人才数	增加率(%)	发表论文数	增加率(%)
1	科技攻关计划2000	0.536 871	13 015.9	243.608 8	40 784.470 7	86.264 48
2	科技攻关计划2002	0.158 994	16 088.66	528.954 7	38 542.331 9	528.954 5
3	科技攻关计划2003	0.311 659	19 396.21	220.863 7	44 474.920 7	220.863 7
4	科技攻关计划2004	0.243 268	24 072.17	311.068 5	50 586.096	311.068 6
5	科技攻关计划2005	0.327 841	23 133.16	205.025 8	51 945.910 1	205.025 9
6	973计划2000	0.359 243	6 305.605	336.072 3	19 758.194 4	178.362 8
7	973计划2001	0.516 241	7 566.728	153.746 7	23 709.837 5	93.7078 2
8	973计划2002	0.556 55	8 827.847	81.046 9	27 661.472 2	79.678 29
9	973计划2003	0.654 539	10 088.97	53.002 27	31 613.111 1	52.779 39
10	973计划2004	0.614 603	11 687.21	62.706 53	35 126.724 3	62.706 58
11	自然科学基金面上项目2000	0.714 24	11 185.31	40.008 89	35 048.433 8	40.008 92
12	自然科学基金面上项目2001	0.866 971	10 101.84	15.344 14	31 463.572 1	15.344 13
13	自然科学基金面上项目2002	0.575 714	20 980.91	73.697 41	37 379.683 8	73.697 42
14	自然科学基金面上项目2003	1	25 804	0	40 377	0
15	自然科学基金面上项目2004	0.942 758	32 696.62	6.071 76	51 162.275 8	10.844 02
16	自然科学基金重点项目2000	0.425 226	860.841 2	139.788 6	2 697.388 76	135.169
17	自然科学基金重点项目2001	0.509 792	2 275.557	117.965 2	7 130.357 31	96.158 39
18	自然科学基金重点项目2002	0.408 639	3 938.481	148.171 5	12 340.968 3	144.714 8
19	自然科学基金重点项目2004	0.617 13	5 833.453	62.040 36	11 052.772 3	62.040 35

#### 4 总体前沿产出估计

Troutt<sup>[5]</sup>提出如下的最大产出DEA模型,以找到所有决策单元的总前沿产出:

$$\begin{aligned}
 & \max \sum_{r=1}^s u_r \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \\
 & s.t. \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j=1, 2, \dots, n \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \sum_{j=1}^n x_{ij}, \quad i=1, 2, \dots, m \\
 & \sum_{r=1}^s u_r y_{rd} = 1 \\
 & u_r \geq 0, \quad v_i \geq 0, \quad \lambda_j \geq 0 \quad \forall r, i, j
 \end{aligned} \tag{3}$$

从实际产出来看,总的培育人才数为140 957人,总的发表论文数为325 246篇。通过模型(3)计算得到表4。

表4 国家科技计划的总前沿产出

	总体投入 (亿元)	总体产出(培育 的人才数)	总体产出(发表 论文篇数)
实际值	162.520 955	140 957	325 246
前沿值	162.520 955	317 216.6	496 367.028
增加值(%)	100	125.044 9	52.612 8

由表4以及计算结果可知,如果所有年度计划都有#14(2003年自然科学基金面上项目)类似的产出能力,则总体培育人才数量可以比现在多出125%,总体发表论文数可以比现在多出52.6%。这从系统层次上表明,我国年度科技计划的总产出都有较大的增长潜力。因此,为了更多地培育科技人才与收获科研成果,除了国家增加拨款、扩大投入这一途径外,采取各种措施使得拨款能更有效地转化为科技人才与科研成果是一条更有效的道路。

#### 5 结论

在实施科教兴国的伟大战略中,国家科技计划起到了至关重要的作用。为了更进一步提高国家科技计划的实施效率,对国家科技计划的实施情况进行合理评价具有积极作用。本文利用数据包络分析法(DEA),对我国主体性科技计划的实施情况进行了评价,重点是考察各年度计划的产出增加潜力以及总体产出的增加潜力。研究结果表明,上述潜力均十分巨大,采取各种措施使得拨款能更有效地转化为科技人才与科研成果,是更好实施国家科技计划的必须选择。

#### 参考文献:

[1] 孟繁森.国家资助科技项目申报指南[M].北京:经济科学出版社,2004.

[2] 盛昭瀚,朱乔,吴广谋.DEA理论、方法与应用[M].北京:科学出版社,1996.

[3] CHARNES A, et al. Measuring the Efficiency of Decision Making Units [J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2: 429-444.

[4] COOPER W.W, et al. Handbook on Data Envelopment Analysis [M]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004.

[5] Troutt M.D, et al. Maximally productive input-output units [J]. European Journal of Operational Research, 2007, 178: 359-373.

(责任编辑:胡俊健)