

我国 R &D 产业成长的投入 - 产出分析

王文亮¹, 王丹丹²

(1. 河南农业大学 信息与管理科学学院, 郑州 450002; 2. 郑州大学 西亚斯国际学院, 河南 新郑 451150)

摘 要: 本文根据 1991—2005 年我国 R &D 活动的发展情况, 从 R &D 产业投入与产出的时间序列分析和关联度分析两方面, 对 15 年间我国 R &D 产业的投入产出状况进行了研究。研究发现, 虽然 1991—2005 年我国 R &D 产业的发展规模得到了极大提升, 但还存在不少问题, 主要是: 我国 R &D 经费投入强度与发达国家还存在较大差距; 全国重大科技成果奖与 R &D 经费投入以及人才建设之间的相关程度较低等。今后我国政府和企业应多渠道地增加 R &D 投入, 逐渐加强我国 R &D 产业人才队伍的素质建设, 从而实现我国 R &D 产业的持续发展。

关键词: R &D 产业; 成长; 灰色关联分析

中图分类号: F124.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-980X(2009)09-0001-04

从 20 世纪 80 年代中期开始, 伴随着市场化进程的加快, 为促进科技与经济的结合, 中国有步骤地对科技体制进行了改革。经过 20 年左右的改革和发展, 中国的科技活动已初具规模, 中国的 R &D 产业也逐步发展起来。R &D 投入与产出水平是比较国家科技实力与分析未来生产力发展趋势的一个重要指标, 当前对 R &D 投入的分析主要是从 R &D 经费投入和科技活动人员投入两方面来体现的。R &D 产业的产出形式多种多样, 主要是论文、各类专利、新产品和专业技术, 它们是无形的, 可以转化为可消费的产品。转化的途径主要有两种: 一是直接通过中介机构或相关市场进行技术转让和许可; 二是通过企业内部的技术交易转化为新产品。因此, 技术市场的统计是获取 R &D 产业发展相关数据的核心来源。本文在借鉴诸位学者^[1-2]关于 R &D 投入与产出指标研究的基础上, 依据科学性、易操作性和数据可得性原则, 分别选取 R &D 经费(x_1)、R &D 经费投入强度(x_2)、R &D 经费支出占财政支出的比重(x_3)、R &D 人员数量(x_4)、科学家与工程师数量(x_5)来反映我国 R &D 产业的投入情况。选取国外主要检索收录科技论文数(x_6)、重大科技成果数(x_7)、专利授权量(x_8)、专利申请量(x_9)、发明专利申请量占专利授权量比重(x_{10})、技术市场成交额(x_{11})来反映我国 R &D 产业的产出情况。依据此指标体系, 本文通过整理 1991—2005 年的《中国科技统计年鉴》、《中国统计年鉴》中关于

R &D 活动的相关数据(见表 1), 从 R &D 产业投入与产出的时间序列分析和关联度分析两方面, 对我国 R &D 产业的投入 - 产出状况进行了分析。

1 R &D 产业投入 - 产出状况的时间序列分析

分析 R &D 产业的投入产出状况, 不仅是宏观调控与决策的需要, 而且是提高我国科技管理水平的必然要求。本部分采用时间序列数据, 通过对 1991—2005 年间我国 R &D 活动的整理, 研究了我国 R &D 产业成长的 15 年历程。

1.1 R &D 产业的投入状况分析

从表 1 中可以看出, 中国 R &D 活动经费和科技活动人员都呈增长趋势。从 1991 年至今, 我国 R &D 总经费以年均 10 % 以上的速度持续递增, 其中, “十五”期间我国 R &D 总经费年均增长速度高达 18.6 %, 5 年累计 R &D 总经费是“九五”期间的 4.05 倍、“八五”期间的 12.44 倍。2005 年 R &D 总经费首次突破 2000 亿元, 达到 2450 亿元, 比上年增长 483.7 亿元, 增长 24.6 %, 占当年 GDP 的 1.34 %。R &D 经费持续多年的高增长, 使得我国 R &D 活动的国际地位逐年提高, 科技投入总量与美国、日本等发达国家的差距进一步缩小, 由 2000 年的世界第 9 位升至 2004 年的世界第 6 位; R &D 总经费占世界主要国家的比重由 2000 年的 1.7 % 提高到 2004 年的 2.7 %。全国科技大会以来, 全党

收稿日期: 2009-08-07

基金项目: 国家软科学研究计划立项项目“我国研发产业的成长机理与政策体系研究”(2006GXQ3D117); 河南省软科学项目“河南省自主创新战略与政策体系研究”(0613010400)

作者简介: 王文亮(1954—), 男, 河南鹿邑人, 河南农业大学信息与管理科学学院教授, 博士生导师, 研究方向: 技术创新管理、战略管理等, 中国技术经济研究会会员登记号: I031800595S; 王丹丹(1981—), 女, 河南周口人, 郑州大学西亚斯国际学院助教, 研究方向: 技术创新管理。

全社会认真贯彻大会精神,形成倡导和推进自主创新的良好局面,全国科技投入又有了进一步提高,

2006 年 R &D 经费支出达到了 2943 亿元,比上年增长 20.1%,占国内生产总值的 1.41%。

表 1 1991—2005 年中国 R &D 产业投入产出情况

指标	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
X ₁ (亿元)	125.43	160.72	196	222	286	404.48	509.16	551.12	678.91	895.66	1042.49	1287.64	1539.63	1966.33	2450
X ₂ (%)	0.71	0.67	0.62	0.5	0.57	0.6	0.64	0.65	0.76	0.9	0.95	1.07	1.31	1.23	1.34
X ₃ (%)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07
X ₄ (万人)	67.05	67.43	69.78	78.32	75.17	80.4	83.12	75.52	82.17	92.21	95.65	103.51	109.48	115.26	136.4
X ₅ (万人)	47.14	47.19	48.92	55.2	52.2	54.8	58.87	48.55	53.11	69.51	74.27	81.05	86.21	92.62	111.9
X ₆ (万篇)	1.18	1.57	2.02	2.46	2.64	2.76	3.53	3.5	4.62	4.97	6.45	7.74	9.34	11.1	12.86
X ₇ (万件)	3.27	3.33	3.29	3.02	2.62	3.1	2.86	3.06	3.11	3.29	2.84	2.67	3.05	3.17	3.29
X ₈ (万件)	2.46	3.15	6.21	4.33	4.51	4.38	5.1	6.79	10.01	10.53	11.43	13.24	18.22	19.02	21.4
X ₉ (万件)	5	6.71	7.73	7.77	8.3	10.27	11.42	12.2	13.42	17.07	20.36	25.27	30.85	35.38	47.6
X ₁₀ (%)	0.46	0.46	0.32	0.44	0.48	0.65	0.66	0.53	0.37	0.49	0.55	0.62	0.58	0.68	0.81
X ₁₁ (亿元)	94.81	150.89	207.55	228.87	268.34	300.24	351.37	435.82	523.45	650.75	728.75	884.17	1084.67	1334.36	1551.37

数据来源:《中国科技统计年鉴》。

科技人力资源队伍是建设创新型国家的重要保障。在“八五”期间,我国 R &D 人员投入总量变化不大,在 1995 年甚至还出现了负增长,但随着我国对科学技术的重视,“九五”、“十五”期间我国科技人力资源队伍总量增长迅速(图 1),2005 年我国科技人力资源总量达到 3500 万人,位居世界第 1 位;全时 R &D 人员 136.5 万人,位居世界第 2 位。“十五”期间我国 R &D 人员总量增加了 44.3 万人,年均增长 8.2%,约为“九五”期间年均增长率的 2 倍;科学家工程师总量年均增长 9.98%,显著高于 R &D 人员的增长速度,从而使得我国 R &D 人员中科学家工程师所占比重逐年提高,科学家工程师人数达到 111.9 万人。因此,从 R &D 经费和 R &D 人员投入总量来看,我国 R &D 产业已具有一定规模。

但从表 1 也可以看出,我国 R &D 经费支出占财政支出的比重在这 15 年间一直维持在 0.04%~0.07%之间,数值较低。R &D 经费投入占 GDP 的比重从 1991 年至今变化也不大,在 1992—1994 年间甚至出现了负增长。R &D 投入强度可以反映出一个国家重视科学技术的程度,既反映政府是否有适量的投入,也体现了政府在科技投入政策上的协调能力。20 世纪以来,经济与科技的结合更加紧密,经济增长越来越依赖于科技的发展。作为创新的重要来源和创新链条上的重要环节,加强研发已经成为各国提高经济竞争力和增长潜力的重要措施。当前,世界各发达国家对 R &D 活动的经费投入都有较大增长,其中日本的 R &D 投资占 GDP 的比例已经高达 3%,韩国的 R &D 经费支出占 GDP 的比例由 1991 年的 1.72%增至 2004 年的 2.85%。我国在最近几年对 R &D 的投资也不断增加,R &D

经费支出额已经从 1991 年的 125.43 亿元增加至 2003 年 1966.3 亿元。但根据统计资料显示:1991—1993 年间我国 R &D 经费支出占 GDP 的比例基本不变,导致目前中国 R &D 投入强度还远低于美国、日本等发达国家。从 1995 年到 2005 年的 10 年间我国一直在增加 R &D 经费的投入强度,2005 年我国 R &D 经费投入占 GDP 的比重达到 1.34%,但与韩国、印度等新兴工业发展国家相比仍具有很大差距。因此,为了促进我国 R &D 产业的快速成长,今后还应继续加大对 R &D 产业的经费投入力度。

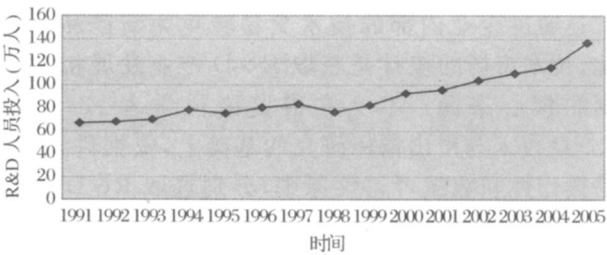


图 1 1991—2005 年我国 R &D 人员投入情况

1.2 R &D 产业的产出状况分析

从表 1 中可以看出,1991—2005 年间,国外主要检索机构收录中国科技论文数大幅度提高,发明专利的数量和质量也得到了明显提升。“十五”期间国外主要检索机构收录中国科技论文数总量达到了 47.49 万篇,是“九五”期间总量的 2.45 倍、“八五”期间的 4.81 倍。2005 年国外收录我国科技论文总数已达 12.86 万篇,比 2004 年增长了 15.85%,占世界总数的比重接近 7%。从国内专利申请和授权量在过去 15 年的变化看,“十五”期间的专利申请数量为 128.5 万件,比“九五”期间高出 147.69%,比

“八五”期间高出 349.06 %;“十五”期间的专利授权总量为 83.31 万件,比“九五”期间高出 126.32 %,比“八五”年间高出 303.24 %。2005 年我国专利申请和授权量更是迅猛增长,专利的申请量达 47.6 万件,较上年增长 34.6 %;专利的授权数量达 21.4 万件,较上年增长了 12.5 %。

我国的技术市场交易额在 1991 年至 2005 年间也呈现快速增长趋势,“十五”期间技术市场成交额达到了 5583.32 亿元,比“九五”期间高出 146.87 %,比“八五”期间高出 487.43 %。“十五”期间(2000—2005 年)我国技术市场成交额的增长更是显著,平均达到了 19.55 %的增长幅度。基于上述在科技论文、专利申请与授权和技术转化方面的数据分析可以看出,1991—2005 年间我国原创性的技术突破正在迅速增加。但我国的 R & D 产出也存在一定的问题,从重大科技成果数来看,在 1991—2005 年间的变化不大,近 15 年一直浮动在 2.62 万项~3.33 万项之间,在 2001 年、2002 年间还出现了明显的下降趋势。

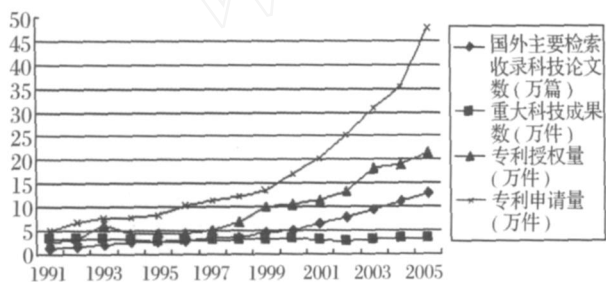


图 2 1991—2005 年中国 R & D 活动产出的论文数、重大科技成果数、专利数变化情况

从以上关于我国 R & D 投入与产出两方面的统计分析可以看出,15 年间我国 R & D 产业的规模总体上呈增长趋势,但目前与国际相比还有很大的差距,尤其是在 R & D 经费的投入数量和强度上,虽然进入 90 年代以来我国的 R & D 经费支出额呈逐年递增的趋势,平均增长速度也在两位数以上,但从数量上看,我国 R & D 投入增量只相当于日本或美国的 2 %左右。而且近 15 年来,我国 R & D 经费投入强度平均水平为 0.71 %左右,只相当于近年来发达国家的 20 %,差距较大。另外,企业是 R & D 活动的重要主体,但中国科学院院士徐冠华^[3]指出目前我国企业规模还不算大,企业的技术创新能力还比较薄弱。据统计,目前全国规模以上企业开展科技活动的仅占 25 %;研究开发支出占企业销售收入的比重仅为 0.56 %,大中型企业仅为 0.71 %;只有万分之三的企业拥有自主知识产权。依靠我国企业目前的技术实力和能力,要与基础雄厚的跨国公司进行

技术创新较量还有相当的难度^[4-5]。同时,我国产学研结合的技术创新模式也存在着一些问题,大学和科研机构往往对市场需求缺乏深刻的了解,其研究开发活动的目标经常表达为先进的技术指标,注重技术上的突破,不注重成本,在很多情况下不具备市场竞争力。加强企业创新能力,加强大学和研究机构与企业间的互动,是我国 R & D 产业今后发展急需解决的问题。

2 R & D 产业投入 - 产出的相关性分析

根据灰色相对关联分析的思路和要求,参考我国 1991 - 2005 年度 R & D 活动的有关数据(表 1),本文以 R & D 经费投入和科技活动人员投入为基量,分别对 R & D 产出指标,论文、重大科技成果和专利以及技术转化指标进行相关性分析(由于 R & D 经费投入强度、R & D 经费支出占财政支出比重、发明专利申请量占专利授权量比重均为比率性指标,不易于做关联分析,因此没有进行关联分析。)从而找出本文所选择的 R & D 产出指标与 R & D 经费投入之间的内在联系和相互影响,以期为促进我国 R & D 产业的健康成长、建立 R & D 投入产出的合理结构和科技与经济协调等问题提供决策借鉴。分别以国际上收录的论文数、专利申请量、专利授权量、技术市场成交额为因变量,考察它们和投入指标 R & D 经费、R & D 人员和科学家与工程师数量的关联性,得出表 2,它反映了我国 R & D 产出各指标与 R & D 投入因子之间的相关系数。

表 2 1991—2005 年我国 R & D 投入与产出指标相关系数

产出指标	投入指标				
	国际上收录的科技论文数	全国重大科技成果数	专利申请量	专利授权量	技术市场成交额
R & D 经费	0.806	0.167	0.896	0.906	0.809
R & D 人员	0.553	0.158	0.732	0.854	0.761
科学家与工程师	0.562	0.261	0.672	0.544	0.771

通过表 2 的分析,可以发现:R & D 投入因子 R & D 经费与 R & D 产出因子国际上收录的科技论文数、专利申请量、专利授权量及技术市场成交额指标之间均存在显著相关关系(均在 0.8 以上),这说明 R & D 经费的投入对于提高我国在国际上的学术地位、提高技术竞争能力至关重要。R & D 人员投入与专利授权量之间也存在显著的相关关系,但与专利申请量、技术市场成交额以及国际上收录的科技论文数之间的相关性一般。科学家与工程师的数量是反映 R & D 人才队伍建设的质量性指标,但从表 2 可以看出科学家和工程师数量与 R & D 产出指

标的相关性同 R & D 人员数量和 R & D 产业各指标之间的相关性相比也不高, 以此我们认为在 R & D 投入方面, 目前我国 R & D 经费投入对 R & D 产出的激励作用比 R & D 人员投入明显。今后我国应加强对 R & D 人员的管理和培养, 在注重经费投入的同时, 更应注意留住人才, 吸引人才, 优化人才结构, 充分发挥科技人才的专长, 合理配置人才资源, 充分调动人才的主动性, 使 R & D 人员的投入能发挥更强的作用, 从而进一步推进我国 R & D 产业的发展。全国重大科技成果奖应当是 R & D 投入的直接产出, 但通过上述分析也发现我国在 R & D 人员与经费上的投入对其影响不大, 相关系数均在 0.27 以下, 这说明全国重大科技成果奖与 R & D 投入的经费和人才建设之间的相关程度较低。决定国家竞争优势的高技术产业领域里的原创技术, 尤其是原创性核心技术, 大多源于定向基础研究。1991—2005 年我国基础研究投入占 R & D 经费的比例一直在 5.18%~6.6% 之间, 而发达国家的这一比例基本上在 10%~20%, 这从另一侧面反映了我国 R & D 经费和人才队伍分配的状况, 很明显基础研究投入的比例偏低, 以至于直接影响了与基础研究密切相关的国家重大科技成果奖的产出^[1]。

3 结语

通过以上两部分对中国 R & D 产业成长的时间序列分析和投入产出相关性分析, 本文发现虽然自 1991 年至今我国研发产业的规模和科技水平得到了极大提升, 但还存在不少问题, 主要是: R & D 经费投入强度在 1991—2005 年间的平均水平仅为 0.71% 左右, 只相当于近年来发达国家的 20%, 差

距较大。这说明虽然我国很重视科学技术的发展, 但政府在科技投入政策上的政企协调能力还应提高。全国重大科技成果奖与研发投入的经费以及人才建设之间的相关程度较低, 反映了我国 R & D 经费和人才队伍分配在基础研究投入中的比例偏低, 以至于直接影响了与基础研究密切相关的国家重大科技成果奖的产出。因此, 为促进我国 R & D 产业的快速发展, 为企业提升自主创新能力找到出路, 我国政府和企业还应多渠道增加 R & D 投入, 并且政府仍要在今后较长时期内担当 R & D 投入的主体角色, 保持较大的投入力度, 以使 R & D 投入水平尽快与经济发展水平相适应。同时也应积极培育企业成为 R & D 投入的主体, 多层面激励政府和企业对 R & D 产业的投资力度, 从而提升我国 R & D 投入强度^[6]。另外政府还应调整对 R & D 产业的投资范围, 提高政府对基础研究的投资力度, 积极培育 R & D 产业人才, 加强我国 R & D 产业人才队伍的素质建设, 实现我国 R & D 投入的持续增长。

参考文献

- [1] 许庆瑞, 范保群, 陈劲. 我国研究与发展投入产出的相关性分析[J]. 科技管理研究, 1997(5): 28-32.
- [2] 罗亚非. R & D 产业发展的评价指标初探: 研发产业初探[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 2005.
- [3] 徐冠华. 我国科技发展正处在重要的跃升期[J]. 中国软科学, 2007(5): 1-8.
- [4] 王文亮, 李晔, 冯军政. 基于 R & D 联盟运行阶段的稳定性分析与缓解机制[J]. 现代管理科学, 2006(7): 60-63.
- [5] 王文亮, 冯军政, 王丹丹. 企业持续创新影响因素的因子分析[J]. 技术经济, 2008, 27(7): 24-28.
- [6] 王文亮, 王丹丹. 研发产业的生命周期特征及发展策略分析[J]. 技术经济, 2008(3): 60-64.

Analysis on Input and Output of Research and Development Industry in China

Wang Wenliang¹, Wang Dandan²

(1. College of Information and Management Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2. SIAS International University, Zhengzhou University, Xinzheng Henan 451150, China)

Abstract: Using the China's R & D activities data during 1991-2005, this paper studies the development of China's R & D industry growth from two aspects of the time series analysis and the grey relational analysis on the input and output of China's R & D industry. The result shows that the scale of China's R & D industry has been greatly improved since 1991, but there are still many problems which mainly are: the gap of R & D expenditure's intensity between China and developed countries is also large; the correlations between national awards for major S & T achievements and R & D expenditure as well as the building of R & D personnel are still in the low level. Therefore, from now on, the government and enterprises should increase the input of R & D expenditure and the quality of R & D personnel continuously for the sustainable development of R & D industry in China.

Key words: research and development industry; development; grey relational analysis