

# 中国区域科技创新资源分布及其与 经济发展水平协同测度

牛方曲<sup>1,2</sup>, 刘卫东<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101;

2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘 要:**21世纪是知识经济时代,为了提高中国的科技创新能力以促进经济快速发展,各区域进行了大量科技创新资源的建设投入。但科技投入只有真正转化为创新能力、产出创新成果,才能促进经济的发展。本文分别从国立、地方、企业三方面综合评价了各省的科技创新资源,分析其空间分布格局,并结合经济发展水平,分析了区域科技创新资源与经济发展水平之间的相关性。研究表明,中国各省科技创新资源与经济发展水平总体上呈正相关趋势,但具体到各省份,随着科技创新资源的增加,其经济发展水平却有升有降。为充分发挥区域科技创新资源的作用,提高科研成果产出,区域科技创新资源与经济发展水平的配置关系仍需优化调整。探索中国科技创新资源与经济发展水平间的驱动与响应机制,建立科学合理的决策模型,实现国家用于宏观调控的国立科技创新资源、各地区自主决策的地方科技创新资源、市场驱动的企业科技创新资源三者有机结合、高效配置,以更大程度地实现科技产出,促进经济发展,对于转型期的中国,实现由依靠传统资源要素进入到依靠科技资源支撑和推动社会经济发展的新阶段,具有重要意义。

**关 键 词:**科技创新资源;创新能力;经济评价;相关性;中国

## 1 引言

自工业革命以来,科技进步为经济社会发展带来翻天覆地的变化。科技的进步与发展不仅为劳动者提供更高效的生产工具和生产模式,从而提高劳动生产率和工业化水平,而且以其先进性和持续性成为推动信息化进程的动力。21世纪是知识经济时代。以最新科学技术为核心的知识成为最为重要的战略性基础资源,在一定程度上改变了自然要素、资本要素和劳动力要素对经济发展的作用,已逐步成为拉动经济增长的核心动力,成为决定生产力水平的首要因素。在未来的国际竞争中,谁拥有雄厚的科技力量,谁就拥有了抢占竞争制高点的法宝。世界各国政府均将开发和培育科技资源作为一项战略任务。随着经济全球化的发展,现代经济的发展已由依靠传统的资本、劳动力等基础生产要素投入转向倚重于知识、信息、技术、专业化的人力资本等高级生产要素投入的方面转变。唯一能够使一个国家顺利进入发展新阶段的条件是发明

创造力和真正的创新精神。国家和区域的经济与社会持续而稳定的发展,最终取决于本地良好的创新环境<sup>[1]</sup>。

中国经济正进入一个总体转型的历史阶段,为推动经济增长方式从要素驱动型向创新驱动型的根本转变,使创新成为经济社会发展的内在动力和社会的普遍行为,最终依靠创新实现经济社会持续发展,建设“创新型国家”已经成为中国发展的目标。为刺激科技创新,促进经济发展,中国科技创新资源方面进行了大量的投入。但是,科技的投入只有真正转化为创新能力,才能促进经济发展。中国的各区域科技创新资源投入与当地经济发展水平匹配是否合理,二者应该如何匹配,是否能更大程度地发展科技创新资源优势,还存在疑问。已经有的研究对中国区域科技资源空间配置效率、空间差异性展开了探索<sup>[2-4]</sup>,或从其产出(专利、著作、论文、技术成果等)进行评价<sup>[5-6]</sup>,对中国区域科技创新资源与经济发展水平匹配情况也有了初步探索<sup>[7]</sup>,但其对地区的科技创新资源只限于公立科技

收稿日期:2011-05; 修订日期:2011-07.

基金项目:中科院知识创新工程(kzcx2-yw-345);国家自然科学基金(41101119)。

作者简介:牛方曲(1979-),男,助理研究员,主要研究方向为区域可持续发展模拟。E-mail: niufq@lreis.ac.cn

创新资源。而科技与经济的关系方面也有了长足的研究<sup>[8-15]</sup>。本文将从国立、地方、企业三方面综合评价中国各区域科技创新资源,探讨其空间分布情况及与经济发展水平的协同关系,测度中国区域科技投入与经济发展水平的配置状况。

## 2 区域科技创新资源与经济发展水平评价

### 2.1 科技创新资源的定义和测度

科技创新资源是资源的一种类型,具有较强的社会性,是人类活动的产物,不同的学者对之有着不同的定义,如周寄中认为科技资源是科技活动的物质基础,它是创造科技成果,推动整个经济和社会发展的要素集合<sup>[16]</sup>;徐冠华认为科技资源是包括科技人力资源、物力资源、财力资源以及数字化时代的信息资源<sup>[17]</sup>;丁厚德认为科技资源是科技活动依赖的物质条件,依靠科技资源,开展各类科技活动,创造出知识形态和物质形态的科技成果<sup>[18]</sup>;孙鸿烈认为广义的科技资源包括科技财力资源、科技人力资源、科技物力资源、科技信息资源4个方面,狭义的科技资源则限定在科技人力资源和科技财力资源上<sup>[19]</sup>。同时其他诸多学者对其进行了思考和定义<sup>[20-22]</sup>。

本文的研究对象主要针对狭义的科技资源,即人力资源和财力资源。其中,人力资源体现了科研机构的规模,并且在同一个国度、体制下很大程度上反映了地区的科研财力的投入。综合国内各区域的情况,财力投入较大的地区,也同样据有较大的科研规模。因此,下文以科研人员的数量作为主要指标来评价各省的科技创新资源。

本文在省级尺度上开展研究工作。区域科技创新资源主要包括国立、地方、企业三类科技创新资源。使用2008年的数据,来源于《中国统计年鉴》、《科技统计年鉴》、中科院关于区域科技与经济发展的相关统计资料。

需要说明的是,限于数据获取的原因,本文所讨论的地区不包括香港、澳门及台湾等地。

区域科技创新资源主要包括国立科研机构、地方科研机构、企业科研机构。之前的相关研究在评价科技创新资源时依据的是科研机构的个数<sup>[7]</sup>。由于机构规模的不同,科研能力悬殊较大,为综合考虑科研机构的规模,本文采用科研机构科研人数对

区域科技创新资源进行评价。区域国立科技创新资源采用央属科研机构和211高校;而地方科技创新资源选取的是各省非中央科研机构和高校;而企业科技创新资源的评价,由于其数量大且分散,评价较为困难,本文采用的是地方规模以上的企业。

### 2.2 区域科技创新资源与经济发展水平的基础数据

我们对省国立科技创新资源(SGL)、省地方科技创新资源(SDF)、省企业科技创新资源(SQY)分别进行了调查统计,统计结果如表1所示。为了综合评估三类科技创新资源,我们利用公式(1)分别对其进行了标准化处理,以便求和。其中MAX()函数用于获取 $X_{1,2,3,\dots}$ 中的最大值, $X_{std}$ 是 $X_i$ 标准化之后的值。经过标准化处理之后,各类科技创新资源评价价值均处于0到1之间。其中,SGL\_BZH、SDF\_BZH、SQY\_BZH分别表示各省的国立科技创新资源、地方科技创新资源、企业科技创新资源三者经过标准化之后的值。BZH\_JQ表示各类科技创新资源求和之后的值。

$$X_{std} = \frac{X_i}{\max(x_{1,2,3,\dots})} \quad (1)$$

在区域经济发展水平评价方面,GDP是一项重要指标。但GDP反映的是经济总量,单纯考虑地区的GDP的总量却忽视其人口基数不尽合理。为了更为科学的评估地方经济发展水平,本文采用区域人均GDP。各省的人均GDP(GDP\_RJ)评价结果如表1所示。

## 3 省科技创新资源与经济发展水平协同测度分析

### 3.1 国立科技创新资源区域分布

为了更为直观清楚地表述省国立科技创新资源(SGL)的空间分布情况,我们利用表1中SGL列数据生成了三维可视化图(图1)。图1中,由蓝色到红色表示科技创新资源值由低到高,可以清楚地看到国立科技创新资源的区域分布及走势。由图1中a可以看到,北京的国立科技创新资源明显高出其他各省(含自治区、直辖市,下同),由于其评价价值过高,致使在图上难以看清其他各省情况。因此,为了更为直观地表达其他各省的国立科技创新资源情况,在地图上剔除北京,结果如图1b所示。

由图b可知道,国立科技创新资源主要分布在中东部地区。上海明显高于其他省份,其次是陕西

表1 区域科技创新资源与经济发展水平评价结果

Tab.1 Evaluation of regional scientific & technological resources and economy

省份	SGL	SDF	SQY	SGL_BZH	SDF_BZH	SQY_BZH	BZH_JQ	GDP_RJ
北京市	117185	22437	93272	1.00	0.72	0.23	1.95	63029
天津市	8688	12066	74187	0.07	0.39	0.18	0.64	55473
河北省	6766	15218	91669	0.06	0.49	0.23	0.77	23239
山西省	5622	15578	90937	0.05	0.50	0.23	0.77	20398
内蒙古	1934	8120	30930	0.02	0.26	0.08	0.35	32214
辽宁省	12081	30684	121953	0.10	0.98	0.30	1.39	31259
吉林省	10321	22144	45421	0.09	0.71	0.11	0.91	23514
黑龙江省	5836	24095	67297	0.05	0.77	0.17	0.99	21727
上海市	31636	28023	104704	0.27	0.89	0.26	1.42	73124
江苏省	24018	31331	395372	0.20	1.00	0.98	2.19	39622
浙江省	7663	25696	311769	0.07	0.82	0.78	1.66	42214
安徽省	8497	13495	108647	0.07	0.43	0.27	0.77	14485
福建省	3022	11274	84803	0.03	0.36	0.21	0.60	30123
江西省	2575	14219	47663	0.02	0.45	0.12	0.59	14781
山东省	7647	29930	273535	0.07	0.96	0.68	1.70	33083
河南省	8786	13778	155402	0.07	0.44	0.39	0.90	19593
湖北省	21033	17439	102976	0.18	0.56	0.26	0.99	19860
湖南省	7615	17031	89294	0.06	0.54	0.22	0.83	17521
广东省	12206	28328	402239	0.10	0.90	1.00	2.01	37589
广西	1500	19628	31359	0.01	0.63	0.08	0.72	14966
海南省	1127	1244	4108	0.01	0.04	0.01	0.06	17175
重庆市	4648	12297	55192	0.04	0.39	0.14	0.57	18025
四川省	24670	23025	123274	0.21	0.73	0.31	1.25	15378
贵州省	2348	5862	24788	0.02	0.19	0.06	0.27	8824
云南省	4452	11915	27352	0.04	0.38	0.07	0.49	12587
西藏	0	946	308	0.00	0.03	0.00	0.03	13861
陕西省	28469	13568	71777	0.24	0.43	0.18	0.85	18246
甘肃省	4601	6760	30860	0.04	0.22	0.08	0.33	12110
青海省	575	1814	5398	0.00	0.06	0.01	0.08	17389
宁夏	0	2530	9219	0.00	0.08	0.02	0.10	17892
新疆	2426	6376.00	16693	0.02	0.20	0.04	0.27	19893

注：省国立科研机构人员数：SGL、省地方科研机构人员数：SDF、省企业科技人员数：SQY、省国立科研机构人员数标准化：SGL\_BZH、省地方科研机构人员数标准化：SDF\_BZH、企业科技人员数标准化：SQY\_BZH、标准化加和：BZH\_JQ、省人均GDP：GDP\_RJ。

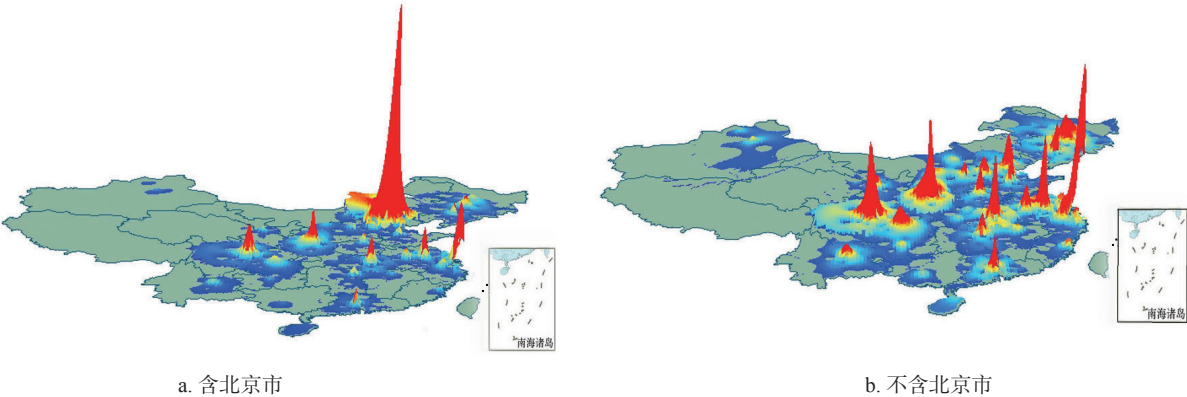


图1 国立科技创新资源分布

Fig.1 Spatial distribution of national scientific & technological resources



和四川。东部沿海地区的福建省国立科技创新资源较弱,这与中国的特殊历史背景相关。福建处于台湾海峡的西侧,由于台湾问题的存在,历史上,国家对福建的科技创新资源投入较弱;另外,海南的国立科技创新资源同样较弱。西部地区,西藏、宁夏、青海国立科技创新资源明显较低,甚至趋于0,而内蒙古、新疆、甘肃及广西各省的国立科技创新资源在地图上虽略有突起,但明显低于中东部地区。

综合图1中的a、b两图,国立科技创新资源的投入,并未明显倾向于沿海经济发达地区。北京所具备的国立科技创新资源尤为突出。这是因为北京是首都,其政治文化地位决定了国家在科技投入方面给予了更多的重视。西部地区的四川和陕西国立科技创新资源较高,是由于成都和西安两地拥有较为深厚的历史文化背景,具备较为丰厚的国立科技投入所致。而西藏、宁夏、青海等地由于特殊的政治、经济及其自身的地理条件,决定了其很少具备国立科技创新资源。

3.2 省地方科技创新资源分布

各省的地方科技创新资源评价值(SDF)如表1所示。为了直观地观察该评价值的空间分布情况及走势,将其显示为三维可视化地图(图2)。图2表明,各省地方科技创新资源,在中东部地区分布较为均匀。总体上看,中东部各省在科技创新资源投入悬殊并不太大,反映各省对科技创新较为重视。其中评价值最高的是上海,北京位于上海之后。国立科技创新资源分布较弱的福建和广西两省,其地方科技创新资源明显突起,说明省内对科技创新给予了相应的投入。新疆和甘肃两省的地方科技资

源虽然较中东部较弱,但在图上也有清晰可见,而缺乏国立科技资源的海南、西藏、青海、宁夏等省,其地方科技资源虽有所增加,但依然非常弱。

3.3 省企业科技创新资源分布

选取规模以上企业进行各省企业科技创新资源评价,评价结果如表1所示(SQY)。利用各省的企业科技创新资源评价值生成三维走势图(图3)。由图3可以清楚看到,企业科技创新资源主要集中在沿海地区。辽宁、北京、天津、山东、江苏、上海、浙江、深圳、广州等沿海地区企业科技创新资源明显高于中西部地区,形成了一道屏障,这与中国经济发展格局相匹配。中国改革开放以来,大力发展市场经济体制,沿海地区由于便利的交通和资源优势,经济得到了长足的发展,成为企业分布的主要地区,其中广东省的评价值最高。

如图3所示,处于沿海位置的福建省,企业科技创新资源较弱,这同样与其特殊的政治历史背景有关。另外,海南省的企业科技资源同样较低。中部地区的企业科技创新资源明显低于沿海地区;而处于西部的四川、重庆高于中部地区,成为西部地区企业科技创新资源较为集中的地方。西藏是评价值最低的地区,其次,新疆、广西、青海、宁夏企业科技资源也较少。

4 区域科技创新资源与经济发展水平协同测度

4.1 省科技创新资源评价——国立、地方、企业三者标准化求和

为了综合评估各省的科技创新资源,本文分别

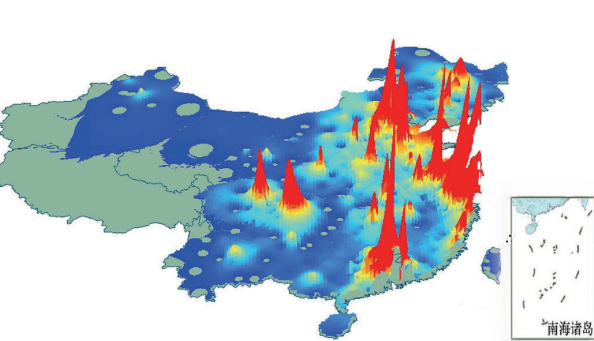


图2 各省地方科技创新资源分布  
Fig.2 Regional scientific & technological resources

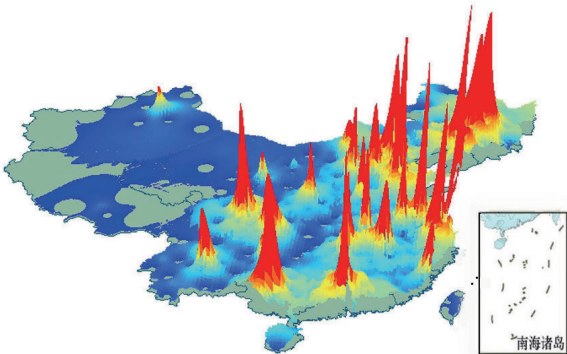


图3 各省企业科技创新资源分布  
Fig.3 Regional e-enterprise scientific & technological resources

将国立、地方、企业科技创新资源进行了标准化处理,并进行求和,结果见表1(BZH\_JQ)。为了直观地表达资源的空间分布情况,生成走势图(图4)。宏观上看,科技创新资源主要分布在沿海地区。北京科技资源最为丰富,其次是长三角和广东地区,而福建较弱。结合前文讨论,北京的科技创新资源很大程度上是国立的。北京虽然最高,但其综合优势不像国立资源那么明显,由此可知,北京的地方和企业科技创新资源相对于其他地区,并不具备明显优势。科技创新资源最少的是西藏、青海、宁夏、海南,其次,新疆、甘肃、贵州、内蒙古各省在图上虽略有突起,但资源仍然是较少的。

4.2 区域经济发展水平

采用人均GDP对各省的经济发展水平进行评价,评价结果见表1(GDP\_RJ),可视化三维图如图5所示。由图,沿海地区的经济发展水平明显高于中西部地区。这与企业科技资源的分布相吻合。在市场机制作用下,企业选址倾向于经济较为发达地区。而中西部地区的经济发展水平虽然略有起伏,但总体来看较为均衡。科技创新资源较弱的西藏、青海、宁夏、海南、新疆、甘肃、贵州、内蒙古等省,其经济发展水平并和其科技资源完全匹配,与中西各地区并未明显减弱态势。值得一提的是,较少具备科技创新资源的内蒙古地区,其经济发展水平却较高。

4.3 区域科技创新资源与经济发展水平协同测度

为了分析区域科技创新资源与经济发展水平的协同关系,本文以区域经济发展水平评价值为纵坐标、区域科技创新资源评价值为横坐标建立散点图。为了使散点图便于观察,本文将纵坐标取对数,从而使散点不至于太过分散,同时纵坐标从1000开始,散点统计图如图6所示。

图5表明,区域经济发展水平与科技创新资源总体上呈现正相关趋势。但局部,随着科技创新资源的增多,经济发展水平有升有降,未完全呈现正相关态势。宏观上的正相关,说明中国的科技创新资源分布与经济发展水平存在正向的匹配关系。位于红色虚线上侧的点分别是西藏、海南、青海、宁夏、新疆、内蒙、重庆、福建、天津、山西、河北、吉林、辽宁、上海、浙江、北京。这部分省市较红线以下的省市,其经济发展水平与科技创新资源的比值较高,经济发展水平相对

更超前一些。从空间分布上看,这部分地区东、中、西部地区均有分布,因此,空间上其分布无明显规律。经济发展水平最高的3个点分别是天津、上海和北京,3个直辖市由于经济发展水平较高,处于线的上方,同时也说明,考虑到较高的经济发展水平,3个地区的科技创新资源相对于其他地区并没有绝对优势。而位于虚线下方各点,是区域经济发展水平与科技创新资源的比值相对较低的省市。线上

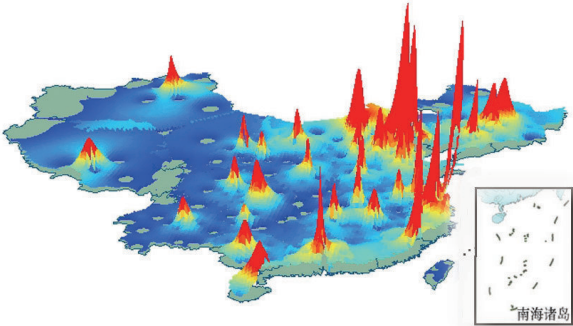


图4 各省科技创新资源  
Fig.4 Spatial distribution of scientific & technological resources at province scale

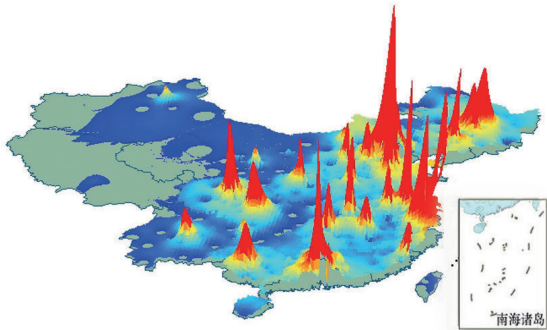


图5 区域经济发展水平  
Fig.5 Regional economic level at province scale

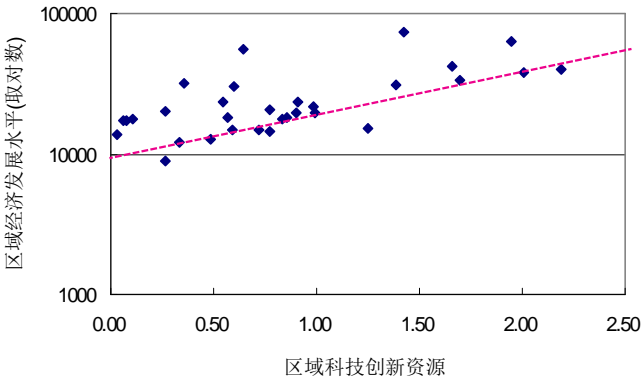


图6 区域科技创新资源与经济发展水平协同测度  
Fig.6 Correlation between regional scientific resources and economic level

方的各点情况类似,对应的省市在东、中、西部均有分布,空间分布上无明显规律。线下方的最右侧的3个点分别是山东、广东、江苏。三省经济发展水平较高,根据前言讨论,三省的国立科技创新资源并不突出。因此,该三省是在经济发展良好的情况下,提高了地方、和企业的科技投入。

综合全国各省市,其经济发展水平与科技创新资源的协同关系,在空间上并没并明显的分布规律。区域经济发展水平与科技创新资源存在什么样的作用机制,应制定何种配制关系等问题,要给出明确的结论,还需要进一步的深入探索。但就二者的协同关系而言,宏观呈正相关关系。局部不协调现象也说明区域科技投入在向创新成果转化方面有待改善。

## 5 结语

(1) 将区域科技创新资源分为国立、地方、企业三大类,综合考虑三类资源对各省科技创新资源进行了评价。根据评价结果,中国区域科技创新资源主要分布在中东部地区,以沿海居多。北京具备国立科技创新资源具有绝对优势,但综合国立、地方、企业三类,其并不具明显优势。福建省由于特殊的历史背景,具备科技创新资源较少。海南省,由于建省历史较短等原因,很少具备科技创新资源。处于中西部地区的西藏、青海、宁夏以及新疆、甘肃、贵州、内蒙古等地区,极少具备科技创新资源。

(2) 区域科技创新资源与经济发展水平在总体上呈正相关,但区域之间并未完全呈正相关,局部的非正相关也说明科技创新资源配置有待进一步优化调整。因此,二者之间存在什么样的驱动与响应机制,如何合理匹配能更大程限度的实现科技成果产出以促进经济发展,还有待深入研究。

(3) 本文对区域科技创新资源的评价采用的参数是人员规模。但相同资历的研究人员在不同的环境中发挥的作用也不尽相同,由此决定各地区之间科技研究员的权重值也不相同,而且,不同的R&D投入条件下,科研人员能力的发挥、所做的贡献也会有所不同。另外,实力雄厚的公立科技机构,尤其是国立机构,其科技产出惠及全国各地,而不只局限于其所在地区。因此,如何进一步科学合理的评价各地科技创新资源,期待综合、完善的评价模型。

(4) 未来,如何建立科学合理的决策模型,实现国家用于宏观调控的国立科技创新资源、各地区自主决策的地方科技创新资源、市场驱动的企业科技创新资源三者有机结合、高效配置,以更大程度的实现科技产出,促进经济发展,对于转型期的中国,实现由依靠传统资源要素进入到依靠科技资源支撑和推动社会经济发展的新阶段,具有重要意义。

## 参考文献

- [1] 王缉慈. 知识创新和区域创新环境. 经济地理, 1999, 19(1): 11-15.
- [2] 韩先锋, 师萍, 卫伟. 我国区域科技创新效率、模式与收敛性分析. 统计与决策, 2010(16): 57-60.
- [3] 康楠, 郑循刚, 母培松. 基于组合评价的我国区域科技资源配置效率研究. 华中科技大学学报: 社会科学版, 2009(6): 79-83.
- [4] 李红霞, 李五四. 我国科技资源配置效率与空间差异分析: 基于SFA模型的实证分析. 科学管理研究, 2010(4): 35-40.
- [5] 郑雨苹, 张良强, 郑建锋. 福建省区域科技创新能力实证评价与分析. 科技管理研究, 2010(20): 59-63, 58.
- [6] 杨洪涛. 基于DEA的科研机构科技资源配置效率评价. 科技进步与对策, 2009(4): 115-118.
- [7] 牛方曲, 刘卫东, 刘志高, 等. 中国区域公立科技创新资源与经济发展水平相关性分析. 经济地理, 2011, 31(4): 540-547.
- [8] Lichtenberg F R. R & D investment and international productivity differences. Nber Working Paper, 1993.
- [9] Eaton J, Kortum S. International technology diffusion: theory and measurement. International Economic Review, 1999, 40(3): 537-570.
- [10] Coe D T, Helpman E. International R & D spillovers. European Economic Review, 1995, 39(5): 859-887.
- [11] Bayoumi T, Coe D T, Helpman E. R & D spillovers and global growth. Journal of International Economics, 1999, 47(2): 399-428.
- [12] 李朱鸣. 区域经济与科技协调发展水平的评价指标体系研究. 数量经济技术经济研究, 2000(8): 7-9.
- [13] 袁康, 丁又双, 胡承统. 中国的经济增长与技术进步. 广东商学院学报, 2001(6): 9-13.
- [14] 胡恩华, 刘洪, 张龙. 我国科技投入经济效果的实证研究. 科研管理, 2006(4): 71-75.
- [15] 吴宗杰, 李建民. 中国科技与经济协调发展的约束条件分析. 科学管理研究, 2007(5): 43-46.
- [16] 周寄中. 科技资源论. 西安: 陕西人民教育出版社, 1999.



- [17] 徐冠华. 加强科技资源研究, 促进科技资源共享. 中国科技资源导刊, 2008(3): 3-5.
- [18] 丁厚德. 我国新时期科技资源配置的特点与调整. 中国科技资源导刊, 2008(1): 47-51.
- [19] 孙鸿烈. 中国资源科学百科全书. 北京: 中国大百科全书出版社, 2000.
- [20] 杨子江. 科技资源内涵与外延探讨. 科技管理研究, 2007(2): 213-216.
- [21] 赵伟, 赵奎涛, 彭洁, 等. 科技资源的价值及其价值表现分析. 科学学研究, 2008(3): 461-465.
- [22] 蒋和胜. 论科技资源向科技资本的转变. 河北大学学报: 哲学社会科学版, 2005(6): 125-128.

## Relationships between Scientific & Technological Resources and Regional Economic Development in China

NIU Fangqu<sup>1,2</sup>, LIU Weidong<sup>1,2</sup>

(1. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, CAS, Beijing 100101, China

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

**Abstract:** The 21st century is an era of knowledge. In China, to increase the innovation capacity and accelerate the economic development, every province is now injecting a great deal of investment in scientific & technological resources (STR). But only when STR produces outputs can it increase the economic progress. Classifying the regional STR into three groups: national, regional, and enterprise scales, we quantify regional STR, and analyze its spatial distribution. Based on the evaluation of regional economic development, we study the relationship between regional economy and STR. As a whole, the STR has a positive correlation with the economy level. It is not the same in different provinces. So it remains to be solved on how to deploy scientific & technological resources according to economy level and how to make full use of investment to boost economy. There is a need for further research on the driving mechanism between STR and economy to make relevant policies.

**Key words:** scientific & technological resources; innovation capacity; economic evaluation; correlation

本文引用格式:

牛方曲, 刘卫东. 中国区域科技创新资源分布及其与经济发展水平协同测度. 地理科学进展, 2012, 31(2): 149-155.