2003—2015 年高校科研成果产出现状与区域演变发展

姚 伟
（华南理工大学高等教育研究所，广东广州 510641）

摘要：高校科技成果产出是衡量高校科研创新能力重要指标之一，考察全国区域高校科研成果的空间分布及其变动特征，是探讨提升区域高校协同创新能力的有效途径。从论文、专著、国家级项目和专利4个指标，以31个省级区域为研究对象，利用均量考察、集中度指数和基尼系数等指标对2003—2015年区域高校科研成果空间分布及演变趋势进行实证分析。结果表明：总体上看，区域高校科研成果在空间分布上差距较大，呈现非均衡分布，但随着时间演变呈缩小趋势，向均衡布局发展转变。

关键词：区域；高校；科研成果；空间分布；演变趋势
中图分类号：G472 **文献标识码：**A **DOI：**10.3772/j.issn.1674-1544.2018.04.009

Development of Output Actuality and Regional Evolution of Scientific and Technical Achievements in Colleges and Universities from 2003 to 2015

YAO Wei
(Institute of Higher Education, South China University of Technology, Guangzhou 510641)

Abstract: As one of the important indexes to measure the ability of regional scientific research innovation is output of scientific and Technical achievements in colleges and universities, and to investigate the spatial distribution and changes of scientific and Technical achievements in regional colleges and universities in China is an effective way to improve the ability of collaborative innovation. In this paper, from the four indexes of paper, monograph, international project and patent, taking the 31 provincial administrative regions as the research object, it analyzes the spatial distribution and changing trend of regional universities scientific and technical achievements in China from 2003 to 2015, which in the means of spatial concentration degree, average, variation coefficient and Gini coefficient. The results show that: In general, the gap between the scientific and Technical achievements in the regional higher institutions is large with a non-equilibrium distribution, but the trend is narrowing towards a balanced change as time goes on.

Keywords: region, colleges and universities, scientific and technical achievements, spatial distribution, changing trends

0 引言

科研成果一般指对“某一科学技术研究课题，通过观察实验、研究试制或辩证思维活动取得的具有一定学术意义或使用价值的创造性的结果”[1]，它是高校科研产出的重要表现形式。随着社会经济发展水平的提高，区域高校发展逐渐成为高等教育研究的一个重要领域[2]。探讨不同

作者简介：姚伟（1993—），男，华南理工大学高等教育研究所硕士研究生，研究方向：区域高等教育。
基金项目：广东省社会科学重大项目“广东高水平大学科研创新能力提升与服务创新驱动发展的路径研究”（2016WZ002）。
收稿时间：2017 年 12 月 22 日。

地区高校科研成果的分布差异和演变趋势，对衡量区域竞争力和创新能力具有十分重要的意义。目前，关于全国省域高校科研成果的研究，宏观上，从高校科研成果的绩效考核出发，余阳[3]探讨了高校成果评价存在的问题，架构了高校科研成果的指标体系，设计出设计效率、过程、效果和效益四类评价指标进行评价研究；柳劲松等[4]通过因子分析法对我国31个省份的科研成果进行定量分析发现，科研成果质量总体提升，西部地区高校和中东部地区高校差距有所缩小。微观上，从高校科研成果转化出发，白华等[5]基于陕西省高校成果产业化绩效评价指标体系，分析出陕西省高校科研成果产业化与其教科大省的地位有悖，存在很大提升空间；丁华等[6]基于熵权法对辽宁省高校科研成果，得出不同类型高校科研成果水平呈现区域性差异，不同类型高校应扬长避短，优势发展的结论。

但是，介于宏观和微观之间的省域间科研成果的空间分布特征及其演变却鲜有研究。因此，本文对全国省区科技空间分布特征进行定量研究，探讨区域高校的科研成果现状，进一步分析其时空演变特征。在此基础上，就如何促进区域高校间协同创新发展提出相应建议。

根据教育部教育科技司主编的《高等学校科技统计资料汇编》分地区高等学校中的科研成果分类，具体包括出版专著、发表学术论文、国家级项目验收和知识产权与专利4个指标。其中，知识产权与专利主要选取专利授权数。从空间层面上，本文的研究对象横向覆盖我国31个省级行政单位（不含港澳台地区）高校；在时间层面上，样本数据均来源于2004—2016年的《高等学校科技统计资料汇编》中分地区高校科研成果统计。

1　各省级区域高校科研成果的产出水平

根据《高等学校科技统计资料汇编》的统计，采用科技专著、学术论文、国家级验收项目和授权专利作为科研成果产出指标。2015年各省区高校成果产出情况，如表1所示；2015年各省区高校百人均科研成果的产出，如表2所示。

其中，2015年省级区域高校每百人科技专著的出版量如图1所示，甘肃省、内蒙古自治区、海南省等高等教育基础较薄弱的省区排名比较靠前，而广东省、天津市等一些经济发达、高等教育资源丰富的区域排名较为落后。排在前六位的省区是甘肃省（2.72部/百人）、海南省（2.47部/百人）、河南省（2.29部/百人）、内蒙古自治区（2.10部/百人）、江苏省（1.79部/百人）和辽宁省（1.76部/百人）；排在后九位的省区，当年每百人出版科技专著均不足1部/百人，最少的是西藏地区，年均出版科技著作每百人仅为0.18部，是当年甘肃省科技专著数的7%，地区之间存在较大差距。而其余各省级区域每百人出版科技专著数主要分布在1~1.70部，基本在当年全国每百人出版科技专著的均值（1.29部）上下波动，差异性较小。其实，科技著作的出版和学术论文的发表是高校科研产出中知识创新产出的指标，已成为评判区域高校科研水平最为直接有效的方法[7]。而人均科技著作和论文发表则衡量了高校科研产出的能力。

2015年省级区域高校每百人发表学术论文数如图2所示，最多的3个省级区域分别是上海市（121.06篇/百人）、江苏省（118.46篇/百人）和北京市（115.24篇百人），这3个区域经济基础条件、高等教育发展整体水平相对较高，且优质高等教育资源充裕，因而这3个区域的每百人发表学术论文数居于全国前列。四川省、湖北省、甘肃省和陕西省的当年每百人发表学术论文均突破100篇。除最少的青海省（42.80篇）外，其余各省级区域每百人发表学术论文集中在50~100篇/百人。当年全国省区每百人发表学术论文的平均值为83.24篇，变差系数（标准差相对于平均数大小的相对量）为24%，低于科技著作的变差系数，这表明区域高校每百人发表学术论文区域间差距更小，分布相对更加均衡。

2015年省级区域高校每百人国家级项目验收数如图3所示，呈现非均衡性的分布特征，差异性显著。突破1项/百人的省级区域分别为：

表 1　2015 年各省区高校科研成果产出水平

省区	成果			
	科技专著/（部/百人）	学术论文/（篇/百人）	国家级项目/（项/百人）	授权专利/（项/百人）
北京市	1.45	115.24	1.43	12.39
天津市	0.57	99.07	0.59	8.91
河北省	1.29	66.59	0.10	7.43
山西省	1.10	67.91	0.06	5.22
内蒙古自治区	2.10	71.22	0.11	3.70
辽宁省	1.76	80.83	0.37	8.21
吉林省	0.89	94.30	0.33	7.91
黑龙江省	1.63	85.23	2.34	16.89
上海市	1.01	121.06	1.29	12.35
江苏省	1.79	118.46	0.52	25.29
浙江省	1.01	65.49	0.27	27.97
安徽省	1.32	78.58	0.25	13.70
福建省	0.87	51.29	0.14	10.96
江西省	1.22	58.87	0.05	8.85
山东省	1.20	66.57	0.15	13.06
河南省	2.29	95.45	0.04	11.88
湖北省	1.45	104.81	0.40	12.12
湖南省	1.57	82.35	0.15	10.07
广东省	0.79	77.28	0.14	7.97
广西壮族自治区	0.71	68.33	0.01	7.82
海南省	2.47	80.54	0.15	6.58
重庆市	1.50	87.63	0.13	13.80
四川省	1.58	109.28	0.52	10.62
贵州省	1.09	71.12	0.05	7.23
云南省	1.07	77.00	0.11	7.33
西藏自治区	0.18	63.11	0.09	1.20
陕西省	1.58	101.76	1.09	16.12
甘肃省	2.72	104.03	0.06	5.91
青海省	0.61	42.80	0.00	0.54
宁夏回族自治区	0.71	98.46	0.08	2.91
新疆维吾尔自治区	0.40	75.71	0.07	2.77

数据来源：《2016 年高等学校科技统计资料汇编》。

表 2　2015 年各省区高校每百人科研成果的产出统计

科研成果	数值				
	最大值	最小值	标准差	全国百人均值	变差系数/%
科技著作/（部/百人）	2.72	0.18	0.59	1.29	46
学术论文/（篇/百人）	121.06	42.80	19.86	83.24	24
国家级项目/（项/百人）	2.34	0	0.52	0.36	145
授权专利/（项/百人）	27.97	0.54	6.06	9.93	61

数据来源：《2016 年高等学校科技统计资料汇编》。

黑龙江省（2.34项/百人）、北京市（1.43项/百人）、上海市（1.29项/百人）、陕西省（1.09项/百人）。其余省级区域的每百人国家级项目数主要是0～0.60项，最低的是青海省，为0项。不难发现，北京市、上海市、江苏省、四川省和湖北省等省份因其高等教育总体发展水平相对较高，区域高校科研条件较佳，整体科研实力较强，因而在每百人国家级项目验收数这一指标上排名靠前；排行后10位的省区如西藏自治区、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区、青海省、贵州省、宁夏壮族自治区等省区每百人国家级项目验收数均在0.10项之下，远低于全国平均值（0.36项/百人），科研整体水平较弱；全国仅9个省区高校的每百人国家级项目验收数高于平

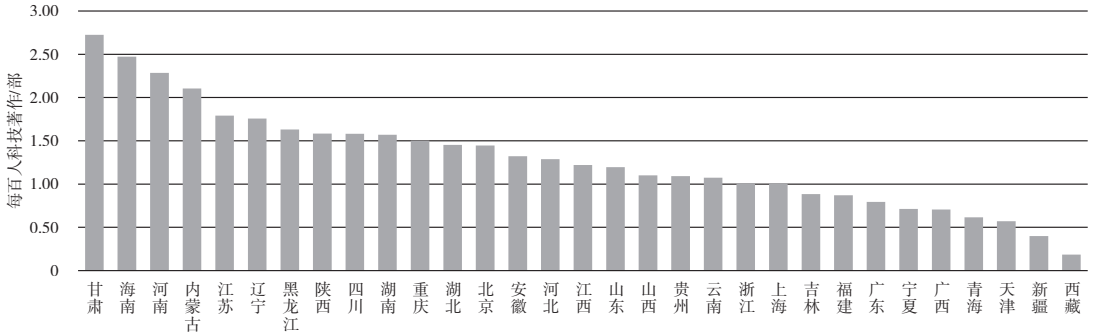

图1　2015年省级区域高校每百人科技著作数

数据来源:《2016年高等学校科技统计资料汇编》。

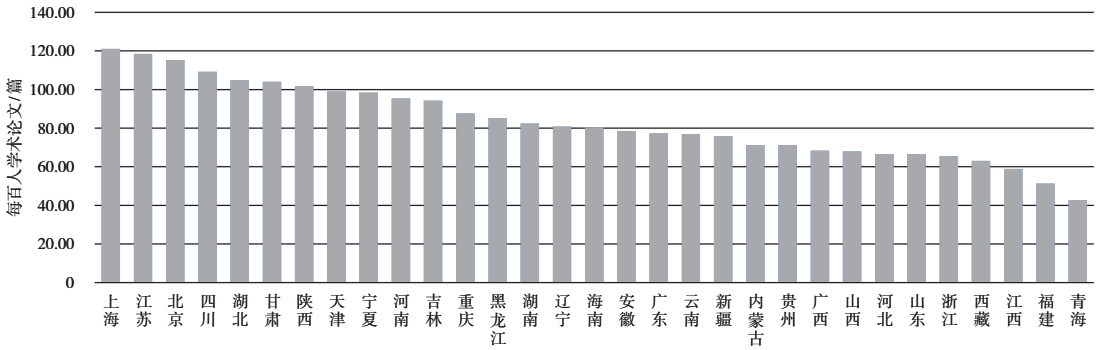

图2　2015年省级区域高校每百人学术论文数

数据来源:《2016年高等学校科技统计资料汇编》。

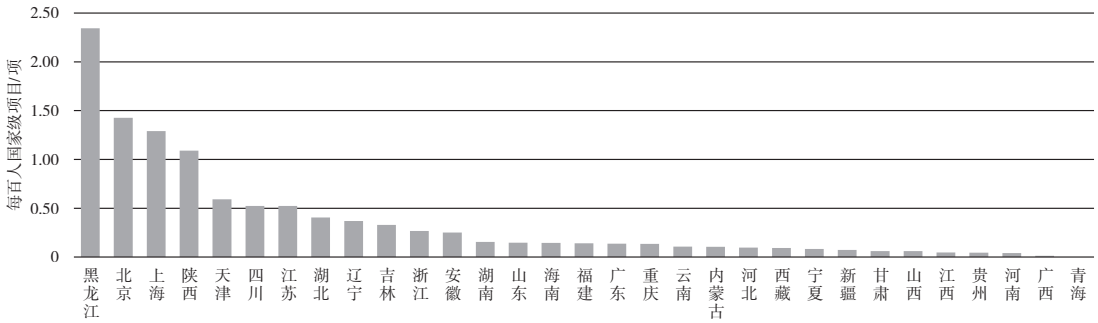

图3　2015年省级区域高校每百人国家级项目数

数据来源:《2016年高等学校科技统计资料汇编》。

均值，且变差系数达到145%，进一步反映区域每百人国家级项目验收数这一指标普遍较低，且区域之间差距较大。国家级项目验收数是高校社会服务产出的重要表现形式[8]。区域高校每百人国家级项目验收数是区域科技创新能力的重要指标之一，从一个侧面可以反映一个地区高校科研成果转化的程度。

每百人专利授权数如图4所示，差异也较显著。区域高校专利授权数是高校科技创新产出中的技术创新产出指标之一，在一定程度上反映了教学与发展人员的科研能力和地区的整体科研水平[9]。排名前4位的省区来看，分别是浙江省（27.97项/百人）、江苏省（25.29项/百人）、黑龙江省（16.89项/百人）和陕西省（16.12项/百人）；排名后5位集中在西部省区，分别是内蒙古自治区（3.70项/百人）、宁夏壮族自治区（2.91项/百人）、新疆维吾尔自治区（2.77项/百人）、西藏自治区（1.20项/百人）和青海省（0.54项/百人），高校专利授权数均不足5项/百人，远低于9.83项/百人的全国平均值，区域高校科研产出水平很低；其余各省市该指标的数值是5～14项/百人，其中高于全国平均值的省区的有14个，整体区域高校每百人专利授权数偏低，这也说明了我国整体高校科技成果转化能力较为薄弱，科研成果转化率有待进一步提高。

2　四大经济区高校每百人科研成果的产出

根据不同区域的社会经济发展状况，全国将经济区域划分为东部、中部、西部和东北部。现用均值法考察2015年各大经济区高校每百人科研成果的产出，如表3所示。

由表3中的数据表明，四大经济区高校每百人科研成果分布相对分散。每百人科技著作数，东北部和中部地区排名前列，高于四大经济区每百人出版科技著作数均值（1.335部/百人）、东部（1.24部/百人）和西部地区（1.19部/百人）。该指标横向比较来看，极差值（最大值与最小值之差）仅为0.3，分布差异性较小，四大区域分布较为均衡；每百人学术论文指标上，东部（86.16篇/百人）、东北部地区（86.79篇/百人）排名靠前，中部地区（81.33篇/百人）其次，西部较低（80.87篇/百人），且区域间差距不大；

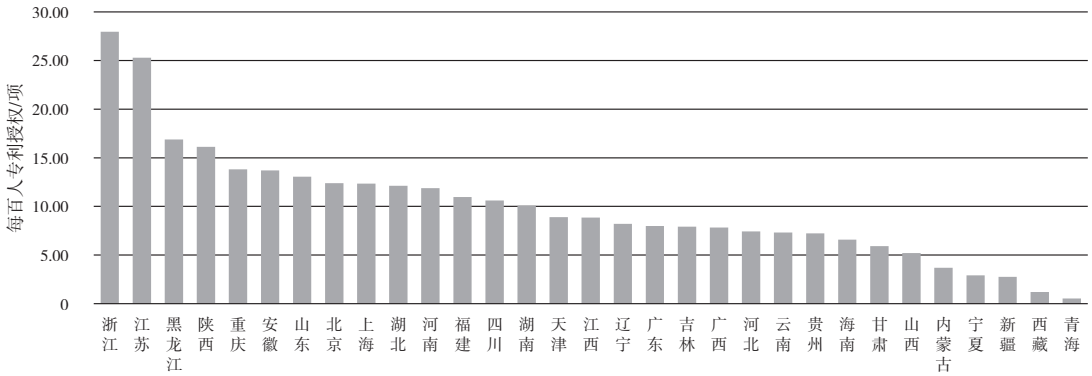

图4　2015年各区域高校每百人授权专利数

数据来源：《2016年高等学校科技统计资料汇编》。

表3　2015年四大经济区高校每百人科研成果的产出

区域	成果指标			
	科技著作/（部/百人）	学术论文/（篇/百人）	国家级项目/（项/百人）	专利授权/（项/百人）
东部	1.24	86.16	0.48	13.29
中部	1.49	81.33	0.16	10.31
西部	1.19	80.87	0.19	6.45
东北部	1.42	86.79	1.01	11.00

数据来源：《2016年高等学校科技统计资料汇编》。

在每百人国家级项目数上，东北部、东部领先优势明显，均高于四大经济区每百人国家级项目均值（0.46项/百人），中部和西部地区处于相对劣势地位；在每百人专利授权数上，东部、东北部地区排名靠前，中部地区其次，且前三大区域每百人专利授权数均高于10项/百人，西部较低，为6.45项/百人。

除每百人科技著作指标外，东部地区在其余3项指标中都较大，每百人科研产出实力优势明显，这与东部地区高等教育发展水平相对领先、经济基础条件较发达、科研质量整体水平较高等因素相关[10]。同时，东北部地区在这4项指标中均居于前列，尤其在每百人国家级项目验收数指标上领先优势明显，达到1.01项/百人，是东部地区的2倍之多。通过对东北地区高等教育资源的分析，东北地区科研基础资源数量充足且高度集中，加之科研投入力度的加大，科研产出取得与其占有资源和科技投入相匹配的成效，且可以认为随着“东北老工业基地振兴战略”的持续推进，东北三省高等教育一体化发展的趋势愈加凸显，整体实力得到较快提升[11]。此外，除在每百人科技著作数指标上，中部地区最高，且领先优势并不明显。总体上，中西部地区高校在各项指标中都处于一个相对落后的位置，整体科研产出能力不及东部、东北部高校。

3　区域高校科研成果演变特征

借鉴区域经济学中测算经济集聚和地理集中度的方法，运用集中度指数和基尼系数进一步探讨31个省级区域高校2003—2015年科研成果产出演变的特征。

集中度指数是用前n个地区所占的份额分析某种经济或科技等活动在地理空间上集中的程度。本文借鉴运用集中度指数来衡量区域高校科研成果的空间分布特征，用CR_4和CR_8两个指数来衡量科研成果产出空间聚类分布特征。其计算公式如下：

$$CR_n = \sum_{i=1}^{n} X_i \Big/ \sum_{i=1}^{m} X_i$$

其中，X_i表示第i个地区的科研成果产出总数（科技专著、学术论文、国家级项目和专利授权数），m表示区域样本总数，n表示排名前n位地区。CR_n的取值范围为$0<CR_n\leqslant 1$。当CR_n值越大时，表示科研成果产出的空间分布越聚集；反之，当CR_n值越小时，其空间分布越均衡。

基尼系数（Gini）是衡量地区差异的重要指标之一，广泛运用于产业集聚和地理集中的定量分析。其计算公式如下：

$$Gini = \frac{1}{2m^2\overline{X}} \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} \left| X_i - X_j \right|$$

其中，m表示区域样本总数，X_i、X_j分别表示第i、j个省区的科研成果产出，X表示省区i科研成果数量的平均值，即区域高校平均科研成果数。基尼系数的取值范围是$0\leqslant Gini\leqslant 1$，反映了区域高校成果产出差异水平。当基尼系数越大时，表示区域高校科研成果产出差异越大，反映出其空间分布就越聚集；反之，当数值越小，差异越小，区域间分布越均衡。

区域高校科技专著、学术论文、国家级项目和授权专利的空间分布及其演变特征见表4和表5。

从考察期内集中程度看，区域高校科技著作和授权专利数的集中度指数（CR_4和CR_8指数）变化较为一致，总体呈降低的趋势。2003年到2015年，区域高校科技著作数的CR_4和CR_8指数分别降低了8.4%、7.5%，集中度指数降低7.99%，总体呈0.68%/年的线性降低趋势；而授权专利数的CR_4和CR_8指数分别降低了22%、16%，集中度指数降低19.01%，总体呈2%/年的线性降低趋势，这说明区域高校科技著作和专利授权的空间集聚程度下降，空间分布差距减小，向均衡分布方向发展；相较于区域高校专利授权CR指数的平均值，科技著作CR指数的平均值略低，反映出区域高校科技著作的空间分布更加均衡；同时，科技著作、授权专利的集中度指数CR_4降低速率是CR_8的1.13倍和1.45部，进一步说明科技著作和专利授权数主要呈现由高度集中地（前4位）的空间分

表 4　2003—2015 年区域高校科研成果产出空间分布及其演变特征对比表

科研成果	年份/年	集中度指数/%		基尼系数
		CR_4	CR_8	
科技著作	2003	32.57	55.62	0.46
	2004	32.01	55.33	0.46
	2005	30.47	53.16	0.44
	2006	33.68	56.11	0.45
	2007	31.82	53.47	0.44
	2008	31.95	53.57	0.44
	2009	34.02	54.08	0.45
	2010	29.42	51.71	0.42
	2011	30.13	53.55	0.43
	2012	29.21	52.69	0.41
	2013	31.77	53.79	0.42
	2014	31.92	53.68	0.44
	2015	29.81	51.45	0.41
学术论文	2003	31.39	52.40	0.42
	2004	30.89	52.67	0.42
	2005	31.69	52.76	0.43
	2006	31.52	52.94	0.43
	2007	31.17	52.71	0.42
	2008	31.16	52.57	0.42
	2009	31.88	52.71	0.42
	2010	32.00	52.65	0.42
	2011	32.26	53.02	0.42
	2012	32.64	53.22	0.42
	2013	32.63	52.97	0.42
	2014	32.80	52.93	0.41
	2015	32.70	53.63	0.42
国家级项目	2003	48.47	74.35	0.65
	2004	44.14	68.27	0.60
	2005	56.32	80.55	0.70
	2006	60.27	76.95	0.68
	2007	52.68	72.65	0.64
	2008	47.53	72.46	0.64
	2009	49.12	71.83	0.63
	2010	51.97	73.80	0.65
	2011	56.33	72.55	0.65
	2012	57.26	76.86	0.67
	2013	62.54	83.31	0.72
	2014	59.15	77.50	0.68
	2015	61.65	81.90	0.71
授权专利	2003	50.71	70.94	0.62
	2004	46.91	71.40	0.61
	2005	49.33	71.93	0.61
	2006	48.14	69.91	0.60
	2007	46.47	69.12	0.59
	2008	48.58	69.89	0.59
	2009	51.33	70.96	0.60
	2010	52.03	71.88	0.61
	2011	48.60	68.89	0.59
	2012	49.65	68.33	0.59
	2013	45.83	67.63	0.57
	2014	41.04	62.71	0.53
	2015	39.31	59.92	0.51

布向均衡分布的趋势。

区域高校发表学术论文、国家级验收项目的集中度指数均呈增加的趋势。在考察期13年内，区域高校学术论文的CR_4和CR_8指数分别增加了4%、2%，集中度指数增加3%，总体呈0.25%/年的线性增加趋势；区域高校国家级项目验收的CR_4和CR_8指数分别增加了27%和10%，集中度指数增加17%，总体呈1.3%的线性增加趋势。这说明这两项指标的空间聚集增大，区域之间呈非均衡分布发展趋势。相比较而言，区域高校国家级项目比区域高校发表学术论文的空间集聚程度更高，区域差异性程度明显且愈加凸显。

从考察期内差异程度看，如图5所示，13年间，区域高校出版科技专著和授权专利的基尼系数变化较为一致，大体呈现降低的趋势，科技著作和授权专利的基尼系数分别在平均值0.44和0.59上下浮动，差异性较小，说明地区间这两项科研成果指标朝向均衡发展的趋势；考察期内，区域高校发表学术论文的基尼系数变化幅度不大，基本围绕其平均值0.42上下轻微浮动，说明区域高校学术论文的地区差异性较小，整体呈均衡分布的趋势；国家级项验收目的基尼系数主要为0.60～0.70，平均值达到0.66，大体呈增加的趋势，表明该指标的空间差异程度明显，且这种差异随着时间愈加凸显。

综上，区域高校科技著作、学术论文、国家级验收项目和授权专利指标的集中程度、差异程度的变化较为一致。随着时间演变，区域高校科研整体水平的提升，科研成果大体朝着均衡分布的趋势发展，但也存在区域间科研创新能力强弱的差异，这表现在区域高校高水平、高质量科研成果产出能力的差距将进一步凸显。

表5　2003—2015年区域高校科研成果产出空间分布指标平均值

科研成果	集中度指数/%		基尼系数
	CR_4	CR_8	
科技著作	31.44	53.71	0.44
学术论文	31.90	52.86	0.42
国家级项目	54.42	75.61	0.66
授权专利	47.53	68.73	0.59

注：以上数据均来源：《高等学校科技统计资料汇编》（2004-2016年）。

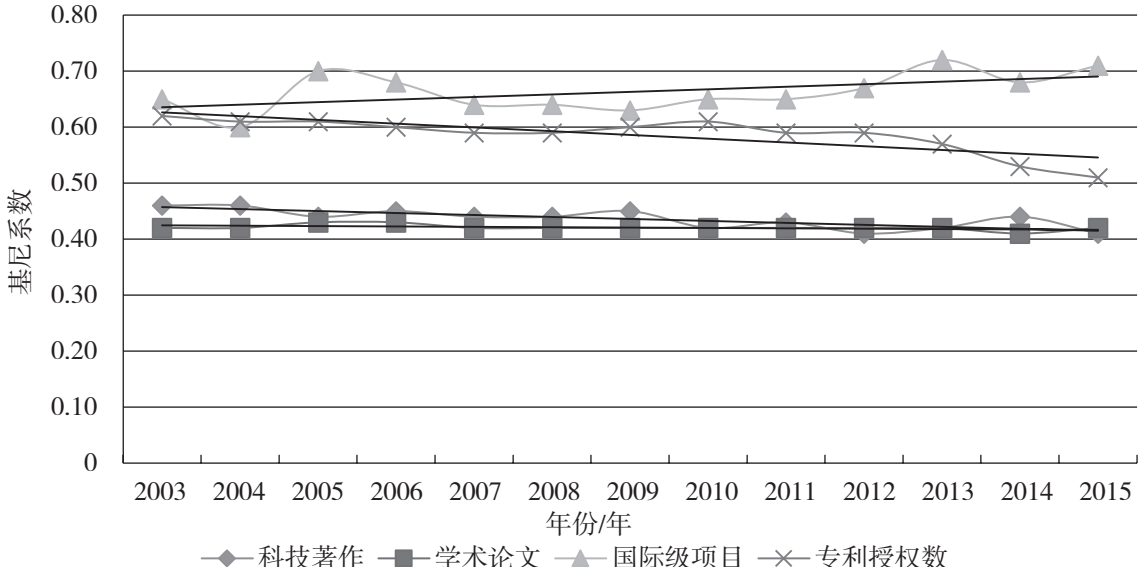

图5　区域高校科研成果基尼系数变化趋势

数据来源：《高等学校科技统计资料汇编》（2004-2016年）。

4　结论与政策建议

区域高校科技成果产出是衡量高校科研创新能力，评价科技成果转化率的重要组成部分。本文探讨了2003—2015年全国31个省级区域高校科研成果的时空分布情况。

（1）从区域横向比较看，以2015年的样板数据为例，各省级区域高校每百人科研成果产出数量上存在差距，具体科研成果指标不仅分布不规则，而且在各省区分布差异较大，但大体呈东中西梯度递减的空间分布格局。我国西部地区大部分省市高校总体科研成果产出能力低于东部、东北部和中部地区高校。究其原因，根据区域发展梯度格局理论，受区域经济非均衡发展的影响，西部地区受制于经济基础条件，科研投入力度较为薄弱，加之对区域高等教育发展的非均衡性政策对区域科研成果差异因素的影响[4]。

（2）从时间纵向比较看，2003—2015年各省市高校科研成果的差距总体上呈缩小趋势。这说明，随着时间的演变，反映了高校科研成果产出在区域分布上的差距逐渐缩小，正逐步向均衡布局发展转变。这也符合区域经济学中的梯度转移理论，即区域经济按梯度由高向低推进，具体到科研成果产出能力，随着时间的推移，科研水平高梯度地区向低梯度地区传递，整体向着均衡化分布发展[9]。但同时，对于具体的不同的各科研成果指标，国家级验收项目指标却呈现高度不均衡分布的局势，经济基础、科研实力较好的地区与西部大部分省区的差距进一步拉大。一方面说明“科技布局开始注重区域效应，带动地方经济发展”[11]；另一方面说明东部、东北部和西部经济基础和科研投入地域性的“先天差异”有可能使得科研实力差距陷入恶性循环之中。

因此，基于以上分析，本节相应地引申出政策含义：第一，政府及相关部分应转变区域高等教育发展战略，在兼顾效率的前提下，协调统筹区域高等教育发展。一方面，政府继续加大对中西部地区的政策支持力度，贯彻落实《中西部高等教育振兴计划》（2012—2020）、“中西部高校基础能力建设工程”、《科技助推西部地区转型发展行动计划（2013—2020年）》等促进中西部创新驱动发展战略；另一方面，在加大对中西部高校科研人力资源及科研经费的投入的同时，优化科研环境支持、缩小地区间科研资源的配置的差异，促进区域高校整体科研创新能力的提升。第二，在高校“双一流”建设的时代背景下，促进区域高校协同创新发展是改善中西部地区科研发展较之落后和促进区域崛起的必由之路。因此，进一步加速推进“高等学校创新能力提升计划”，促进区域高校协同创新发展。在区域高校协调发展的前提下，发挥京津翼、长三角和珠三角经济区域科技创新的辐射带动作用，打造区域创新建设高地，以“2011协同创新中心”为契机，以科研实力较强的地区带动较落后地区的科技发展，实现科技资源开放共享，推动区域高校间相互交流与合作，缩小区域高校科研成果的差距，实现高等教育均衡发展。

参考文献

[1] 中国科学院. 中国科学院科学技术研究成果管理办法[J]. 中国科学院院刊, 1986(3): 283.

[2] 赵庆年. 区域高等教育发展差异问题研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2009.

[3] 余阳. 高校科技成果绩效评价研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2012.

[4] 柳劲松, 刘贵华. 区域高校科研质量综合评价研究[J]. 高等教育研究, 2014(9): 26−31.

[5] 白华, 徐英. 陕西高校科技成果产业化绩效评价研究[J]. 中国高校科技, 2015(5): 39−41.

[6] 丁华, 孙萍. 基于熵权法的高校科技成果评价: 以辽宁省高校为例[J]. 现代教育管理, 2016(7): 57−60.

[7] 吴军华, 张晓磊, 陆根书. 我国高校科技创新能力省际比较研究[J]. 高等工程教育研究, 2009(1): 66−73.

[8] 张男星. 高等学校绩效评价报告2012[M]. 北京: 教育科学出版社, 2013: 117.

[9] 高文兵, 李书磊. 中国高等教育资源分布与协调发展研究[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008: 120−128.

[10] 刘国瑞, 董新伟. 东北三省高等教育区域振兴战略研究: 基于东北老工业基地全面振兴与开放战略背景[M]. 沈阳: 辽宁人民出版社, 2014: 94−107.

[11] 魏守华, 吴贵生. 区域R&D经费空间分布及其变动特征研究[J]. 教学与科研管理, 2008(1): 72−77.