

文章编号: 2095-1663(2015)02-0004-06

## 区域研究生教育与科技发展协调度研究

王子晨<sup>a</sup>, 戚巍<sup>b</sup>, 吴丹丹<sup>a</sup>

(中国科学技术大学 a. 公共事务学院; b. 发展规划处, 安徽合肥 230026)

**摘要:**基于研究生教育与科技发展的耦合性,构建区域研究生教育与科技发展协调度评价指标体系,引入协调度模型并结合层次分析法和熵值法对我国30个省市研究生教育与科技发展的协调程度进行测算,结果表明,研究生教育水平、科技发展水平与二者协调度水平之间具有较强的正向关联性,且我国科教资源分布不均,各地区科教融合程度呈现“马太效应”,各省市研究生教育与科技发展协调度差别较大,多数省份处于初级协调或低度失调状态,科技发展水平在很大程度上影响两者的协调程度。

**关键词:**研究生教育;科技发展;协调度

**中图分类号:** G40-05

**文献标识码:** A

### 一、引言

科技与教育对于一个民族、一个国家来说,就像引领向前的两架马车,在促进生产力发展、提高民众素质方面发挥着至关重要的作用,人类历史上发生的三次产业革命无不是科技与教育结合的产物。而研究生教育是建立在本科教育基础上的更高层次的专业教育,是一个国家教育系统的最高层次,是高层次人才输出的重要形式,同时也是我国人才强国战略与科教兴国战略的结合点与制高点,是国家创新体系的重要组成部分,其本质特征是科学研究与人才培养相统一,这也注定了研究生教育与科技发展紧密相关<sup>[1-2]</sup>。

伴随着知识经济的到来,研究生教育与科技在区域经济发展中的地位与作用日益突出,科技创新能力的不断增强已成为区域经济结构转型的重要引

擎,研究生教育规模、结构和质量的提升为区域经济的健康持续增长提供了人力保障与智力支持。可以预见,未来区域的科教水平在很大程度上代表着该区域经济竞争力水平的高低。因此,加强对研究生教育与科技发展协调性的关注,对于缩小区域之间的科教差距、提升研究生教育与科技发展协调水平、培养与区域经济发展相适应的高层次人才、不断增强区域竞争力、建设创新型国家具有重要的理论和现实意义。

教育与科技的互动关系也一直是国内外学术界关注的焦点。近年来,我国学者也在教育领域尤其是研究生教育与科技发展的协调互动领域做了一些有益探索。庞青山(1995)梳理了英、法、美、日等国研究生教育发展历程,尤其是对各国工科研究生教育与科技发展的关系进行了探讨<sup>[3]</sup>。沈百福等(2010)通过选取教育和科技指标进行两两指标位次对比,认为我国高等教育与科技协调发展的地区达

**收稿日期:** 2015-01-16

**作者简介:** 王子晨(1988—),男,安徽合肥人,中国科学技术大学公共事务学院博士研究生。

戚巍(1975—),男,陕西西安人,中国科学技术大学发展规划处处长,博士。

吴丹丹(1991—),女,安徽六安人,中国科学技术大学公共事务学院博士研究生。

**基金项目:**中国科学院立项课题“科技与经济社会互动系统——科技与经济社会发展互动关系监测指标体系研究”(编号:GH11044)。

到 24 个<sup>[4]</sup>。袁本涛等(2013)利用协整方程、误差修正模型及格兰杰因果检验对我国研究生教育科类结构、区域结构与科技发展的协调性进行了探测<sup>[5-6]</sup>。

总的来看,现有文献从区域或省际角度对研究生教育与科技发展的协调程度进行测度的研究并不多,且多利用研究生教育与科技发展指标在全国的排位差近似反映二者协调程度,或选取单一指标构建方程进行测度,在二者协调度的科学合理评价方面尚有改进的空间。因此,本文在现有研究的基础上,结合研究生教育与科技发展互动机制,引入协调度模型,同时构建研究生教育与科技发展协调度评价指标体系,采用多指标、主客观结合赋值方法,利用协调度模型从区域和省际差异角度对全国八大区域和 30 个省市的研究生教育与科技发展协调水平进行测度,以期为我国研究生教育与科技发展的全面协调提供理论支持。

## 二、综合评价指标体系与协调度模型构建

### (一) 指标选取

测度研究生教育与科技发展协调度涉及到研究生教育和科技两个子系统。鉴于两个系统耦合的复杂性及多维性,在设计评价指标体系时本文依据系统性原则、科学性原则、可比性原则和可获取性原则等,对两个系统进行全面深入的描述,以尽可能反映研究生教育与科技发展的客观规律,保证各评价指标定义明确、来源可靠、可采集性强,同时能够较好地体现横向差异性和可比性。

为了更好地表征研究生教育与科技协调发展的程度,本文在吸收现有研究成果的基础上,采用办学规模、培养质量、科研效益三个维度来衡量研究生教育水平;用科技投入、科技产出两个维度反映科技发展水平。为了保证指标体系的科学性与完备性,我们深入研读了相关文献<sup>[7-11]</sup>,并筛选出其中的高频指标进入指标池,然后采用专家咨询法对指标进行二次筛选,最后对各项指标进行整理与归集,从而建立了研究生教育与科技发展协调度评价体系(见表 2)。

### (二) 综合评价指标体系权重确定

为了综合考虑赋值过程中的主客观因素,本文采用层次分析法与熵值法相结合来确定指标权重的突变综合评价法。具体来说,就是采用层次分析法对功能层指标赋值,通过构建判断矩阵,采用 1~9

级量表对各指标相对重要程度进行两两比较,通过最大特征根法计算权重向量和最大特征根,并对判断矩阵进行一致性检验,随机一致性比率小于 0.1 时表明判断矩阵具有满意的一致性,反之则须重新进行两两比较,直到符合条件为止。由此得到的数值可以较为科学地反映功能层各指标的相对重要程度。在评价层指标赋值方面采用熵值法,指标值的差异程度越大,则表明该指标载荷的信息量越大,即该指标在综合评价中所起的作用越大,反之则认为其载荷的信息量较少,即该指标在综合评价中的作用不明显。因此,利用熵值法对标准化后的原始数据进行计算可以较好地反映指标的客观性。而各指标的综合权重为功能层指标权重与评价层指标权重的乘积,从而使得研究生教育与科技发展协调度评价体系同时反映主客观因素,在保证计算高效简洁的基础上又不失科学性与合理性,进而可以更好地测算二者协调程度。

### (三) 协调度评价模型的构建

设  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_m$  是反映研究生教育水平的  $m$  个指标,  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$  是反映科技发展水平的  $n$  个指标,利用协调度的测算方法对研究生教育与科技发展协调度进行测算,具体公式如下:

$$E(x) = \sum_{i=1}^m a_i x_i; T(y) = \sum_{i=1}^n b_i y_i \quad (1)$$

其中,  $E(x), T(y)$  分别表示研究生教育与科技发展水平,  $a_i$  和  $b_i$  为各指标的权重。

$$C = \left\{ \frac{E(x) \cdot T(y)}{\left[ \frac{E(x) + T(y)}{2} \right]^2} \right\}^K \quad (2)$$

其中,  $C$  为协调度 ( $0 \leq C \leq 1$ );  $K$  为调节系数 ( $K \geq 2$ )。  $C$  反映了研究生教育与科技发展协调性的数量程度。  $C$  越接近 1, 表明二者协调程度越高,  $C$  越趋近于 0, 则两者协调性越低。然而协调度  $C$  存在仅从数量角度反映系统之间的协调程度、不能较好地体现各系统发展水平之缺陷。因此, 本文对其进行了适当修改, 在原有基础上对协调度和系统发展水平进行综合, 进一步表明系统中研究生教育与科技发展的协调度, 用  $C_D$  表示:

$$C_D = \sqrt{C \cdot (\alpha E(x) + \beta T(y))} \quad (3)$$

其中,  $\alpha$  和  $\beta$  为待定系数, 且满足  $\alpha + \beta = 1$ 。

本文在上述研究的基础上根据协调度  $C_D$  值的大小将研究生教育与科技发展的协调程度划分为 5 个类型, 见表 1。

表 1 协调度类型的划分标准

$C_D$ 值	0~0.20	0.20~0.40	0.40~0.60	0.60~0.80	0.80~1.00
协调度类型	严重失调	低度失调	初级协调	中度协调	高度协调

### 三、实证研究

#### (一)数据来源

由于西藏自治区数据缺失,本文以我国 30 个省市(西藏除外)为比较对象,数据来源于《2013 年中国科技统计年鉴》、《2013 年中国统计年鉴》、《2012 年中国学位与研究生教育发展年度报告》、《2012 年~2013 年中国研究生教育及学科专业评价报告》。

#### (二)数据标准化与指标赋权

1. 原始数据标准化。鉴于各指标对系统的指向不同,单位也存在不一致性。为此,本文采用直线型无量纲化方法解决各指标间量纲不同而难以进行综合汇总的问题。在数据收集后应对原始数据进行标准化处理,具体过程如下:

$$y_i = \frac{x_i}{\max x_i} (x_i \text{ 为正指标})$$

$$y_i = \frac{\max x_i + \min x_i - x_i}{\max x_i} (x_i \text{ 为负指标})$$

2. 权重赋值。根据已构建的研究生教育与科技发展协调度评价指标体系,利用层次分析法(AHP)对各专家打分测算出功能层指标的权重,利用熵值法根据各指标客观数据测算结果得出评价层指标权重,各项指标综合权重为功能层指标权重与评价层指标权重的乘积。

#### (三)结果与分析

本文分别采用层次分析法和熵值法对功能层指标和评价层指标的权重进行赋值,利用 Matlab 可以得出各项指标的综合权重,如表 2 所示。根据协调度测算公式,经专家系统决定,令公式中  $K=2, \alpha=\beta=1/2$ ,代入标准化后的各项指标数据,即可得到 30 个省市研究生教育与科技发展协调度的得分,测算结果如表 3 所示。

1. 省市分析。根据对各省市研究生教育与科技发展协调度的测算结果,结合协调度类型的划分标准,可将 30 个省市研究生教育与科技发展协调度水平划分为五种类型:第一类为高度协调型,只有北京

表 2 研究生教育与科技发展协调度评价指标体系及权重

目标层	功能层	功能指标权重 $W_1$	评价指标层	单位	评价指标权重 $W_2$	综合权重 $W_1 \times W_2$
研究生教育子系统	办学规模	0.4137	在校硕士研究生数量	人	0.1631	0.0675
			在校博士研究生数量	人	0.3565	0.1475
			硕士一级学科授权点	个	0.1004	0.0416
			博士一级学科授权点	个	0.2471	0.1022
			专业硕士学位授权点	个	0.1329	0.0550
	培养质量	0.2645	研究生生师比	%	0.2973	0.0786
			研究生教育竞争力	分	0.7027	0.1859
	科研效益	0.3218	科研经费支出总额	万元	0.2738	0.0881
			发表论文数量	篇	0.2866	0.0922
			专利授权数量	件	0.4395	0.1414
科技发展子系统	科技投入	0.4786	R&D 人员全时当量	人/年	0.4730	0.2264
			万人 R&D 人数	人/万人	0.3207	0.1535
			R&D 经费占 GDP 比重	%	0.2063	0.0987
	科技产出	0.5214	国际论文数量	篇	0.1337	0.0697
			每万人专利授权数量	件/万人	0.1541	0.0804
			技术合同成交额	万元	0.2915	0.1520
			高技术产业产值占 GDP 比重	%	0.1062	0.0554
高技术产业新产品产值	万元	0.3144	0.1639			

表3 我国各省市研究生教育与科技发展协调度测算结果

省市	E(x)	排名	T(y)	排名	排位差	C	C(D)	排名
北京	0.8614	1	0.6868	1	0	0.9747	0.8686	1
江苏	0.6605	2	0.5937	3	-1	0.9943	0.7896	2
广东	0.4852	3	0.6142	2	1	0.9727	0.7312	3
上海	0.4792	4	0.3914	4	0	0.9797	0.6530	4
浙江	0.4001	6	0.3759	5	1	0.9981	0.6223	5
山东	0.4211	5	0.2839	7	-2	0.9256	0.5712	6
天津	0.2504	15	0.2850	6	9	0.9917	0.5152	7
湖北	0.3939	7	0.1775	9	-2	0.7338	0.4579	8
福建	0.2368	16	0.1905	8	8	0.9767	0.4568	9
陕西	0.3433	9	0.1680	10	-1	0.7786	0.4462	10
辽宁	0.3559	8	0.1579	11	-3	0.7250	0.4315	11
四川	0.3122	10	0.1528	12	-2	0.7788	0.4255	12
安徽	0.2510	14	0.1485	13	1	0.8726	0.4175	13
湖南	0.2826	11	0.1311	14	-3	0.7498	0.3938	14
河南	0.2549	13	0.1254	15	-2	0.7816	0.3855	15
重庆	0.2132	19	0.1145	16	3	0.8270	0.3681	16
黑龙江	0.2644	12	0.1081	17	-5	0.6790	0.3556	17
吉林	0.2354	17	0.0965	18	-1	0.6805	0.3361	18
河北	0.2310	18	0.0892	19	-1	0.6461	0.3216	19
山西	0.1762	24	0.0736	21	3	0.6912	0.2938	20
江西	0.1894	20	0.0741	20	0	0.6535	0.2934	21
甘肃	0.1825	21	0.0593	22	-1	0.5482	0.2575	22
广西	0.1800	23	0.0584	23	0	0.5471	0.2554	23
内蒙古	0.1656	26	0.0553	24	2	0.5639	0.2496	24
宁夏	0.1317	30	0.0444	26	4	0.5689	0.2238	25
云南	0.1811	22	0.0461	25	-3	0.4186	0.2181	26
贵州	0.1609	27	0.0424	27	0	0.4359	0.2105	27
青海	0.1445	28	0.0331	29	-1	0.3682	0.1808	28
新疆	0.1687	25	0.0335	28	-3	0.3059	0.1758	29
海南	0.1422	29	0.0312	30	-1	0.3480	0.1737	30

入围,是我国研究生教育与科技发展协调程度最高的省市;第二类为中度协调型,包括江苏、广东、上海、浙江4个省市;第三类为初级协调型,包括山东、天津、湖北、福建、陕西、辽宁、四川、安徽8个省市;第四类为低度失调型,包括湖南、河南、重庆、黑龙江、吉林、河北、山西、江西、甘肃、广西、内蒙古、宁夏、云南、贵州14个省市;第五类为严重失调型,包括青海、新疆、海南3个省市。

本文通过研究发现,我国各省市间研究生教育与科技发展协调程度存在显著差异,协调度较高的省份少,大部分省市处于初级协调或低度失调状态。同时,通过对比各省市研究生教育水平与科技发展水平排位差和二者协调度水平可以发现,排位差虽然可以根据各省市研究生教育与科技事业发展水平

在全国的位次差异在一定程度上反映二者发展的同步程度,但尚不能较好地体现二者内部的协调程度。此外,通过对比研究生教育水平、科技发展水平及二者协调度的排名次序,各省市科技发展水平评价排序与二者协调度评价排序几乎完全一致,表明科技发展水平在很大程度上影响两者的协调程度。

2. 区域分析。为了更好地反映我国不同区域研究生教育与科技发展融合程度的差异性,本文以国务院发展研究中心发展战略和区域经济研究部课题组的相关论文中<sup>[12]</sup>对于全国八大区域的划分(如表4)为依据,对不同区域研究生教育与科技发展协调性进行评价,结果如表5。

表 4 我国八大区域分布图

区域	包含省市
东北地区	黑龙江、吉林、辽宁
北部沿海地区	北京、天津、河北、山东
东部沿海地区	上海、江苏、浙江
南部沿海地区	福建、广东、海南
黄河中游地区	陕西、山西、河南、内蒙古
长江中游地区	湖北、湖南、江西、安徽
大西南地区	云南、贵州、四川、重庆、广西
大西北地区	甘肃、宁夏、新疆、青海、西藏

均值数据反映的是不同区域的平均水平,从测算结果来看,东部沿海地区的研究生教育水平评价价值、科技发展水平评价价值、研究生教育与科技发展协调度评价价值均为八大区域首位,而北部沿海地区三项指标评价价值均列次席,表明东部沿海地区和北部沿海地区的研究生教育和科技发展水平在全国范围内遥遥领先的同时,科教融合程度高,研究生教育与科技发展相互促进。与之相对应的是,大西北地区和大西南地区三项指标评价价值皆垫底,研究生教育水平落后,科技发展动力不足,研究生教育与科技缺少互动,处于低度失调状态。总的来看,研究生教育

表 5 我国八大区域研究生教育与经济发展协调度对比

八大地区	E(x)		T(y)		C(D)	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
东北地区	0.2852	0.0513	0.1208	0.0266	0.3744	0.0412
北部沿海地区	0.4410	0.2537	0.3362	0.2176	0.5692	0.1961
东部沿海地区	0.5133	0.1090	0.4537	0.0992	0.6883	0.0727
南部沿海地区	0.2880	0.1447	0.2786	0.2460	0.4539	0.2276
黄河中游地区	0.2350	0.0714	0.1056	0.0443	0.3438	0.0768
长江中游地区	0.2792	0.0742	0.1328	0.0377	0.3906	0.0606
大西南地区	0.2095	0.0541	0.0828	0.0436	0.2955	0.0860
大西北地区	0.1569	0.0199	0.0426	0.0107	0.2095	0.0334

#### 四、结论与展望

本文依据研究生教育与科技互动发展内在耦合性构建了区域研究生教育与科技发展协调度评价指标体系,创新性地将协调度模型与层次分析法和熵值法相结合,进而对我国 30 个省市的研究生教育与科技发展协调程度进行测算,同时根据测算结果对我国八大区域研究生教育与科技发展协调水平进行评价,通过研究可以得到以下几点结论:

第一,从整体上看,我国研究生教育水平、科技发展水平与二者协调度水平之间具有较强的正向关

水平、科技发展水平与二者协调度之间具有较强的正向关联性,研究生教育水平较高、科技发展水平较好的区域二者协调程度也相应较好。此外,无论是研究生教育水平、科技发展水平还是二者协调度水平,沿海地区明显优于其他各区域,表明我国科教资源分布不均,各地区科教融合程度呈现“马太效应”。

标准差反映的是不同区域的差异性,具体来看,研究生教育水平方面,沿海地区各省市间差异较大,而大西北地区各省市之间最为接近。在科技发展水平方面,南部沿海地区和北部沿海地区各省市间差异最大,大西北地区 and 东北地区各省市间差异最小。在研究生教育与科技发展协调度方面,南部沿海地区和北部沿海地区内部各省市间差异较大,大西北地区 and 东北地区内部各省市间研究生教育与科技发展协调度差异较小。北部沿海地区和南部沿海地区各项指标标准差均高于其它区域,表明在区域内部,科教资源较为集中在个别省市,也说明综合实力处于优势地位的北京、天津、广东等省市对区域内部其它省市的辐射效果还有待加强,从而进一步带动区域的共同发展与协调发展。

联性,研究生教育水平较高、科技发展水平较好的区域(省市)二者协调度水平也较高;此外,无论是研究生教育水平、科技发展水平还是二者协调度水平,沿海地区明显优于其他各区域,表明我国科教资源分布不均,各地区科教融合程度呈现“马太效应”。

第二,我国各省市研究生教育与科技发展协调度差别较大,其中,协调度较高的省份少,多数省份处于初级协调状态,低度失调省份达到 14 个,另有 3 个省市处于严重失调状态。同时,现有研究中常用的排位差方法仅能孤立地反映各省市研究生教育水平与科技发展水平在全国的位次差异,无法较为科学合理地测算二者协调程度。

第三,与研究生教育水平排名次序相比,各省市科技发展水平评价排序与二者协调度评价排序几乎完全一致,表明科技发展水平在很大程度上影响两者的协调程度,因此,为了提高研究生教育与科技发展的协调程度,不仅需要重视研究生教育的人才培养功能,还要加快发挥科技引领的作用。

总之,对我国八大区域、30个省市研究生教育与科技发展协调度的测度研究,对于加速科教融合、提升区域研究生教育与科技发展协调程度具有一定的理论与决策指导意义。鉴于协调度模型、层次分析法、熵值法以及指标选取等用于测度研究仍具有一定的局限性,在后续研究中,我们将考虑寻找其他评价方法对二者协调程度进行测算。

#### 参考文献:

- [1] 王孙禺,袁本涛. 关于我国研究生教育发展战略的几点思考[J]. 现代教育科学,2005,(3):60.
- [2] 陆爱华. 研究生教育与社会进步的关系研究[J]. 中国高教研究,2004,(2):30-32.
- [3] 庞青山. 发达国家工科研究生教育发展历程及其与科技发展关系初探[J]. 清华大学教育研究,1995,(1):82-86.
- [4] 沈百福,董泽芳. 高教发展与经济、科技发展的区域协调研究[J]. 教育与经济,2000,(2):27-30.
- [5] 袁本涛,王传毅,曾明彬. 我国研究生教育科类结构与经济、科技发展协调性的实证研究[J]. 清华大学教育研究,2013,(4):92-99.
- [6] 袁本涛,王传毅,胡轩. 我国研究生教育区域结构与经济、科技发展的协调性研究[J]. 高等教育研究,2013,(7):39-44.
- [7] 张振刚,林春培,金文钧. 基于研究生教育和经济协调发展的学位授权点区域布局研究[J]. 学位与研究生教育,2009,(2):16-18.
- [8] 黄海军. 我国区域研究生教育与经济发展水平的协调性研究[J]. 中国人民大学教育学报[J]. 2011,(4):56-66.
- [9] 王传毅,袁本涛,文雯. 我国研究生教育区域结构外部协调性之实证研究[J]. 研究生教育研究,2013,(2):2-8.
- [10] 祁晓,赵庆年. 区域研究生教育规模与结构的评价及测度——以广东省为例[J]. 教育发展研究,2012,(23):45-52.
- [11] 郭江江,戚巍,缪亚军. 我国科技与经济社会发展协调度的测度研究[J]. 中国科技论坛,2012,(5):123-129.
- [12] 国务院发展研究中心发展战略和区域经济研究部课题组. 中国(大陆)区域社会经济发展特征分析[J]. 广西会计,2003,(5):44.

## A Study on the Degree of Coordination between Regional Postgraduate Education and Development of Science and Technology

WANG Zi-chen<sup>a</sup>, QI Wei<sup>b</sup>, WU Dan-dan<sup>b</sup>

(a. School of Public Affairs, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230026;

b. Office of Development and Planning, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230026)

**Abstract:** A study is conducted on the degrees of coordination between regional postgraduate education and development of science and technology (DST) in thirty provinces and municipalities of China with a special evaluation index system established by coupling postgraduate education and DST. Results show that there is a positive correlation between regional postgraduate education and DST; the Matthew effect is evident with an uneven distribution of education resources from region to region so that the degree of coordination between postgraduate education and DST varies among different regions; there is an initial degree of coordination or a low degree of incoordination between postgraduate education and DST in most provinces; and to a large extent, the level of DST has a huge impact on the degree of coordination between postgraduate education and DST.

**Keywords:** postgraduate education; development of science and technology; degree of coordination