

基于面板数据模型的地方高校 R&D 经费投入 与经济增长关系研究

严全治¹, 刘璐²

(1. 河南科技大学 高等教育与区域经济研究中心, 河南 洛阳 471023; 2. 河南师范大学 教育学院, 河南 新乡 453007)

摘要:地方高校是省区基础研究和应用研究的重要力量. 研究与试验发展(R&D)经费投入不仅影响高校科技创新能力,也直接影响着省区的经济增长. 通过建立面板数据模型对30个省区地方高校R&D经费投入量对经济增长的影响进行了参数估计;进一步通过计算30个省区2000-2014年地方高校R&D经费量的数学期望值和标准差,对各省地方高校R&D经费投入量进行了分类统计与分析;最后对高校R&D经费投入对经济增长影响进行了综合评价,并提出优化我国地方高校R&D经费投入的对策.

关键词:地方高校;R&D经费投入;经济增长;面板数据模型

中图分类号:O213

文献标志码:A

研究与试验发展(R&D)活动是科技活动的核心,它关系到一国或地区科技竞争力、经济发展水平和经济增长速度. 研究与试验发展(R&D)投入是推动科技创新的引擎,是国际上通用的衡量技术创新能力的核心指标. 高校是科学技术研究和发展的主体,R&D经费投入是高校科技活动顺利开展的基础,充足的R&D经费投入可以保证高校科研活动的高效率运行. 为揭示高校R&D投入与经济增长之间的关系,不少学者进行了探讨. 文献[1]对京津沪三地1990-2009年的数据分析表明,京津沪地区高校R&D人员投入对城市经济的影响不明显,而高校R&D经费投入对城市经济增长有积极影响. 文献[2]对31个省进行分析表明,我国高校研发投入与产业结构变化之间未形成面板协整关系,而与GDP之间存在协整关系,并且从长远来看,高校R&D投入与GDP之间的方差贡献率均较大. 文献[3]把我国与发达国家进行对比分析,高校科技投入与经济增长的协调度我国较高,但是我国高校研发经费投入的协调度明显要低于科技人员投入的协调度,也明显落后于GDP发展水平.

通过以上研究分析可以看出,高校R&D投入促进了经济增长,并与各地区经济发展水平相适应. 本文通过建立面板数据模型,深入研究30个省地方高校R&D经费投入对地方经济增长的影响状况,通过引入数学期望和标准差,对数据进行更科学地分类统计,从另一层面分析高校R&D经费投入与经济增长的关系.

1 数学模型

1.1 面板数据模型

在过去二十年里,面板数据模型得到了大量的关注,因为它在经济学、金融、生物、工程和社会科学等许多学科有其应用价值. 双指标面板数据 y_{it} ($i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T$) 可以估计复杂的模型,并且能够提取一些很难通过纯粹的横截面模型或时间序列模型获得的信息^[4]. 双指标面板数据模型的一般形式为:

收稿日期:2017-02-15;修回日期:2017-03-07.

基金项目:河南省哲学社会科学规划项目(2013BTY027);河南省教育厅哲学社会科学优秀学者资助项目(2013-YXXZ-19);河南省高等学校哲学社会科学创新团队支持计划(2013-CXTD-06).

作者简介:严全治(1954-),男,河南灵宝人,河南科技大学教授,博士,研究方向为教育经济学.

通信作者:刘璐,452539070@qq.com.

$$Y_{it} = X_{it}'\beta + g(U_{it}) + \nu_i + \epsilon_{it}, i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T, \quad (1)$$

如果 ν_i 与 X_{it} 且(或) U_{it} 相关,(1)称为固定效用模型^[6];如果 ν_i 与 X_{it} 且 U_{it} 不相关,(1)称为随机效用模型^[6];否则称为混合效用模型^[7].

在模型(1)中,如果 $\nu_i = 0$, (1)式称为部分线性面板数据模型^[8-9](partially linear panel data model);如果 $\nu_i = 0$ 且 $g = 0$, (1)式称为参数面板数据模型^[6](parametric panel data model);如果 $\nu_i = 0$ 且 $\beta = 0$, (1)式称为非参数面板数据模型^[10-13](nonparametric panel data model).

固定效用模型比随机效应模型具有更强的鲁棒性^[5],因此本文研究固定效用部分线性面板数据模型^[14],其一般形式为

$$y_{it} = a_i + x_{it}b_i + u_{it}, i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T, \quad (2)$$

这里 y_{it} 为被解释变量在横截面 i 和时间 t 上的数值; $x_{it} = (x_{1it}, x_{2it}, \dots, x_{kit})'$ 为 $1 \times k$ 解释变量, x_{jit} 为第 j 个解释变量在横截面 i 和时间 t 上的数值; $b_i = (b_{1i}, b_{2i}, \dots, b_{ki})'$ 为 $k \times 1$ 系数向量, b_{ji} 为第 i 截面上的第 j 个解释变量的模型参数; u_{it} 为横截面 i 和时间 t 上的随机误差项,满足相互独立、零均值、方差同为 σ^2 的假设.

本文以 Cobb-Douglas 生产函数为基础,将高校科技的投入与产出量引入方程,建立如下方程

$$Y = AX^\alpha e^{\mu}, \quad (3)$$

式中 Y 为各省 GDP, X 为高校 R&D 经费投入, α 是高校 R&D 经费投入对科技产出指标的弹性系数, e^{μ} 为随机干扰的影响, $e^{\mu} \leq 1$. 为了消除异方差的影响,分别对各变量取自然对数,得到方程

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln X + \mu, \quad (4)$$

由方程(4)变形建立本文的面板数据模型为

$$\ln Y_{it} = c_i + \alpha_i \ln X_{it} + \mu_{it}, i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T, \quad (5)$$

其中, i 代表省区(我国北京、天津、广东等 30 个省区); t 代表年份(对应于 2000 年, 2001 年, ..., 2014 年).

1.2 数据来源

依据 2001—2015 年的《高等学校科技统计资料汇编》和《中国统计年鉴》获取研究本文所需的两类数据:

(1)各省地方高校 R&D 经费投入(X),反映了该省投入到科技活动中财力状况. 本文采用的是 2000—2014 年的各省地方高校 R&D 经费总支出.

(2)各省国内生产总值(Y),反映了各地方经济增长的情况. 本文采用的是 2000—2014 年 30 个省的 GDP 数据.

1.3 参数估计

本文研究 30 个省区高校科技投入对产出的影响,针对面板数据进行参数估计之前,首先应用 Eviews6 软件对数据进行单位根检验,结果显示均不存在单位根,说明这两个序列是平稳的;然后针对面板数据进行协整检验,检验结果表明序列 $\ln Y$ 与 $\ln X$ 之间存在协整关系,这意味着各省份 GDP 与各省份高校 R&D 经费投入之间存在长期均衡关系,即可以运用模型(5)进行回归分析,具体见表 1.

从模型回归结果中看出 $R^2 = 0.980428$,说明该模型的拟合程度较好. $D_w = 0.947917$ 说明模型不存在异方差现象. 各省份 $\ln X$ 的系数 α 均能通过 1% 的置信水平检验,这表明高校 R&D 经费投入对 GDP 的影响显著. 给定地区 i , 系数 α_i 反映了各省份高校 R&D 经费投入对 GDP 的影响效果.

2 地方高校 R&D 经费投入量统计及分析

2.1 地方高校 R&D 经费投入整体情况分析

为了对 30 个省区地方高校的 R&D 经费投入量进行深入分析,表 2、表 3 除了列出各年度的数据外,还

求得各年度数据的数学期望 $E(X_{.t}) = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} X_{it}$, 以及标准差 $\sqrt{D(X_{.t})} = \sqrt{\sum_{i=1}^{30} [X_{it} - E(X_{.t})]^2 \cdot \frac{1}{30}}$. 从表

2、表 3 可以看出:

(1)数学期望值逐年变大,表明我国地方高校 R&D 经费投入平均量在逐年上升,即整体而言我国对科技活动的重视度在逐年提高;

(2)各年的标准差都较大,表明样本离散程度较大,说明30个省区地方高校的R&D经费投入量情况存在较大差异;

(3)高校研究与发展经费投入反映出一个地区所投入到科技活动中财力的状况,是衡量一个地区高校科技创新能力的核心指标,经济较发达地区的高校R&D经费投入量较多。

表1 GDP与地方高校R&D经费投入模型参数估计结果

地区	c_i	α_i	地区	c_i	α_i	地区	c_i	α_i
北京	9.867 518	0.649 459*** (15.233 90)	浙江	11.160 18	0.543 72*** (13.945 48)	海南	10.149 313	0.526 947*** (14.838 86)
天津	9.281 774	0.727 24*** (17.05866)	安徽	10.330 267	0.611 002*** (14.770 20)	重庆	9.096 217	0.767 011*** (16.324 21)
河北	9.948 062	0.730 124*** (13.638 07)	福建	10.430 413	0.675 653*** (14.225 41)	四川	9.425 265	0.755 581*** (15.358 76)
山西	8.784 11	0.759 457*** (16.297 14)	江西	10.545 469	0.507 125*** (15.456 50)	贵州	10.356 769	0.525 95*** (16.559 26)
内蒙古	9.940 775	0.742 726*** (20.289 99)	山东	10.742 331	0.693 067*** (15.254 04)	云南	9.764 467	0.645 668*** (14.371 47)
辽宁	9.653 280	0.701 182*** (14.528 38)	河南	11.171 211	0.524 332*** (15.233 58)	陕西	8.784 11	0.846 774*** (18.202 4)
吉林	10.087 761	0.620 553*** (15.597 11)	湖北	10.393 03	0.611 018*** (14.524 53)	甘肃	8.987 385	0.717 696*** (13.909 03)
黑龙江	9.747 202	0.686 91*** (12.234 57)***	湖南	9.778 083	0.728 563*** (15.680 92)	青海	9.898 283	0.582 46*** (16.182 55)
上海	8.975 791	0.795 784*** (12.526 05)	广东	10.992 63	0.656 019*** (14.614 88)	宁夏	9.654 345	0.616 567*** (18.046 49)
江苏	9.533 162	0.779 358*** (15.753 26)	广西	10.338 503	0.571 206*** (14.704 94)	新疆	10.676 308	0.528 572*** (14.606 86)

注:***表示 $p < 1\%$,括号中的数字为 t 统计量。

2.2 地方高校R&D经费投入具体情况分析

为了更详细地分析各省地方高校R&D经费投入量的具体状况,对表2、表3中的数据再进行分段统计。划分4个阶段, a 阶段: $X_{it} \in (0, E(X_{it}) - \sqrt{D(X_{it})}]$, b 阶段: $X_{it} \in (E(X_{it}) - \sqrt{D(X_{it})}, E(X_{it})]$, c 阶段: $X_{it} \in (E(X_{it}), E(X_{it}) + \sqrt{D(X_{it})}]$, d 阶段: $X_{it} \in (E(X_{it}) + \sqrt{D(X_{it})}, \infty)$ 。表4、表5和表6分别针对我国东、中、西部3个经济带所属各省份进行了进一步分析。

从表4可以看出,东部地区11个省区地方高校R&D经费投入量处于 c 阶段的省份数量最多,其次是 d 阶段的省份以及处于 b 阶段的省份,最少的处于 a 阶段的省份。这总体上反映了经济水平发达的东部地区高校R&D经费投入量的分布情况是以处于 c 阶段的省份数为第一波峰,以处于 d 和 b 阶段的省份数为第二波峰,以处于 a 阶段的省份数为波谷。

从表5可以看出,中部地区8个省区地方高校R&D经费投入量处于 b 阶段的省份数量最多,其次是处于 c 阶段的省份,再次是处于 d 阶段的省份,中部地区没有处于 a 阶段的省份。这从总体上反映了经济水平次发达的中部地区,高校R&D经费投入量处于 b 阶段的省份数为第一波峰,以处于 c 阶段的省份数为第二波峰,以处于 d , a 阶段的省份数为波谷。

从表6可以看出,西部地区11个省区地方高校R&D经费投入量处于 b 阶段的省份数量最多,其次是处于 a 阶段以及 c 阶段的省份,最少的是处于 d 阶段的省份。这总体上反映了经济水平欠发达的西部地区高校R&D经费投入量是以处于 b 阶段的省份数为第一波峰,以处于 a 阶段的省份数为第二波峰,以处于 c 阶段的省份数为第三波峰,以处于 d 阶段的省份数为波谷。

表2 地方高校2000—2006年R&D经费投入统计

百万元

序号	省区	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年
(1)	北京	91.29	64.21	69.08	133.66	186.89	333.89	343.47
(2)	天津	39.28	40.52	43.09	94.11	140.13	178.39	226.13
(3)	河北	70.65	85.46	107.69	159.64	117.84	197.22	306.96
(4)	山西	45.79	40.80	67.44	80.42	125.89	151.80	206.30
(5)	内蒙古	11.36	13.01	18.19	31.70	48.46	59.45	107.20
(6)	辽宁	88.37	134.85	172.27	183.78	278.04	313.96	418.53
(7)	吉林	20.07	34.94	44.91	41.73	56.87	83.72	133.42
(8)	黑龙江	79.52	83.86	104.02	100.30	105.29	132.09	175.28
(9)	上海	142.75	193.83	228.60	327.71	349.94	369.41	470.97
(10)	江苏	239.92	187.97	323.93	308.40	415.10	540.91	613.40
(11)	浙江	31.28	47.16	118.17	182.78	296.46	384.12	407.68
(12)	安徽	23.75	38.58	66.62	81.17	103.68	180.20	178.53
(13)	福建	29.03	47.61	48.65	62.32	64.20	76.53	95.66
(14)	江西	15.70	21.33	45.64	57.95	110.76	196.95	248.88
(15)	山东	69.34	67.83	94.68	117.66	133.70	207.52	259.16
(16)	河南	39.38	47.77	61.98	84.64	96.72	176.87	315.24
(17)	湖北	31.82	52.88	102.71	158.12	143.57	184.33	205.57
(18)	湖南	48.83	72.74	132.40	97.91	100.04	121.11	203.35
(19)	广东	88.92	96.11	101.64	142.45	239.06	267.71	272.02
(20)	广西	24.19	16.27	35.34	132.97	83.87	133.89	231.07
(21)	海南	3.34	3.86	5.55	5.96	10.52	15.69	15.84
(22)	重庆	25.50	43.70	54.60	119.96	117.64	141.69	175.34
(23)	四川	80.99	103.85	142.51	151.62	188.04	235.12	275.55
(24)	贵州	6.57	12.64	21.05	18.26	18.44	28.06	43.50
(25)	云南	35.47	47.72	53.19	72.64	94.90	118.73	128.71
(26)	陕西	42.83	42.05	65.27	85.45	121.03	161.37	150.15
(27)	甘肃	17.96	45.44	81.71	68.04	91.36	80.64	104.58
(28)	青海	0.89	2.26	2.73	6.38	5.30	6.85	13.11
(29)	宁夏	3.26	3.44	5.73	6.28	6.33	6.46	10.64
(30)	新疆	6.73	9.80	19.34	19.47	20.52	29.88	39.01
	数学期望值	48.49	56.75	81.29	104.45	129.02	170.48	212.51
	标准差	49.35	48.29	68.94	78.06	100.49	124.59	142.84

注:数据来源于《高等学校科技统计资料汇编》(2001—2015年),下同。

3 地方高校R&D经费投入对经济增长影响的综合评价

比较表4、表5、表6可以看出,不同经济发展水平地区的高校R&D经费投入量分布有其共同点和不同点:东部、中部地区高校R&D经费投入量都以处于 a 阶段为其波谷,但东部地区高校R&D经费投入量的波峰处于 c 阶段,而中部地区高校R&D经费投入量以处于 b 阶段为波峰;中部、西部地区高校R&D经费投入量的共同交叉点是处于 b 、 c 阶段,不同的是中部地区高校R&D经费投入量的波谷处于 a 阶段,西部地区高校R&D经费投入量以处于 d 阶段为波谷。这从宏观上反映出高校R&D经费投入量与经济发展成正相关。

表3 地方高校2007—2014年R&D经费投入统计

百万元

序号	省区	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
(1)	北京	374.77	555.77	648.10	773.72	963.10	988.95	1114.35	1202.78
(2)	天津	275.73	336.91	401.30	427.48	479.78	665.55	707.14	645.68
(3)	河北	443.27	504.05	481.31	471.38	517.46	602.01	702.48	786.16
(4)	山西	210.34	276.45	363.97	414.19	488.95	577.92	642.41	529.83
(5)	内蒙古	98.97	83.03	164.31	257.89	260.31	310.00	334.89	374.79
(6)	辽宁	483.51	620.49	776.18	858.83	1083.82	1091.41	1440.51	1625.70
(7)	吉林	161.55	315.93	317.20	391.75	380.39	462.55	471.12	416.17
(8)	黑龙江	212.23	341.01	335.97	415.67	528.40	593.97	582.59	622.59
(9)	上海	508.75	634.04	701.01	881.44	944.59	1118.51	1271.93	1213.13
(10)	江苏	832.31	1031.49	1108.48	1258.83	1867.17	2245.04	2656.83	2720.69
(11)	浙江	449.73	509.86	575.69	718.59	932.96	1069.32	1271.10	1138.22
(12)	安徽	248.41	267.92	329.39	401.10	466.67	601.11	685.76	745.03
(13)	福建	123.58	202.46	253.92	298.55	349.21	369.47	443.06	429.37
(14)	江西	332.03	403.55	477.38	624.09	695.96	681.68	739.58	791.40
(15)	山东	371.06	501.98	482.60	604.58	713.38	851.41	911.42	1058.10
(16)	河南	423.00	459.71	534.16	711.27	995.21	1310.37	1369.96	1376.14
(17)	湖北	251.85	352.97	484.51	619.82	708.19	764.89	934.24	924.04
(18)	湖南	234.69	302.06	399.09	578.20	662.45	747.53	802.85	732.42
(19)	广东	307.67	443.06	596.85	731.60	895.08	1220.27	1380.22	1449.51
(20)	广西	242.27	277.99	374.58	392.69	381.37	413.19	475.74	508.58
(21)	海南	14.68	40.40	38.17	57.50	61.24	81.12	112.78	133.21
(22)	重庆	228.59	231.82	296.97	308.45	365.56	519.20	562.68	484.59
(23)	四川	372.90	528.00	715.59	748.79	925.36	955.21	1008.03	992.03
(24)	贵州	67.29	129.83	191.52	217.01	317.90	306.10	296.06	384.09
(25)	云南	122.47	246.36	363.76	392.19	436.24	524.85	596.58	557.49
(26)	陕西	169.53	270.15	356.44	464.34	509.91	513.22	573.92	617.42
(27)	甘肃	168.27	148.93	203.51	319.48	355.69	318.21	272.35	284.42
(28)	青海	10.23	15.31	18.10	22.05	19.57	34.87	55.41	77.98
(29)	宁夏	12.91	22.02	28.64	51.52	57.32	103.22	108.40	117.23
(30)	新疆	39.13	68.40	86.66	145.56	175.00	215.04	276.83	265.93
	数学期望值	259.72	337.4	403.51	485.29	584.61	675.21	760.04	773.49
	标准差	180.77	220.68	243.01	277.88	382.52	451.73	532.16	547.85

表4 东部地区11省区地方高校R&D经费投入量阶段分布表

阶段	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
a	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
b	4	3	3	2	2	1	1	1	2	2	3	3	3	3	2
c	5	4	4	4	3	4	5	4	5	4	3	5	5	4	5
d	2	3	3	4	5	5	4	5	3	4	4	2	2	3	3

表5 中部地区8省区地方高校R&D经费投入量阶段分布表

阶段	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b	6	6	5	7	7	4	6	6	4	5	4	4	4	5	5
c	2	2	3	1	1	4	2	2	4	3	4	3	3	2	2
d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

表6 西部地区11省区地方高校R&D经费投入量阶段分布表

阶段	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
a	0	2	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2
b	10	8	7	4	6	6	5	6	6	7	7	7	7	8	8
c	1	1	2	3	1	1	2	1	1	0	1	1	1	1	1
d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

为了更详细地分析高校R&D经费投入量与经济发展之间的关系,对表1中的数据进行更为具体的分类比较。

根据表1可知,高校R&D经费投入对地区经济增长均有一定的推动作用.高校R&D经费投入对经济增长的推动作用最大的是陕西省,影响系数为0.85,这表明每当陕西省R&D经费投入增长1%时,该地区经济相应地增长2.17%;影响系数排在第2到10位的省份分别是上海市、江苏省、重庆市、浙江省、山西省、内蒙古、河北省、湖南省、天津市;排名后3位的省份是江西省、河南省、贵州省,其中有2个省份在中部地区,1个在西部地区。

根据表2、表3可知,影响系数排名前10位的省份,其高校R&D经费投入量大部分都处在b、c两个阶段.这说明,高校R&D经费投入对地区经济增长影响大的省份其高校R&D经费投入量处于[数学期望值,数学期望值±标准差]区间为最优。

通过对比东、中、西部地区的高校R&D经费投入与经济增长数据可以看出,我国不同地区高校R&D经费投入量对经济增长的影响存在一定的差异性:计算东、中、西部地区的影响系数平均值,依次分别为0.68、0.63、0.66,中部地区最低、其次是西部地区、最优为东部地区.与中部、西部地区相比,虽然东部地区高校R&D经费投入的比例最高,但是R&D经费投入量的绝对优势并没有推动东部地区经济以同比例增长。

4 结论与建议

1)我国各省地方高校R&D经费投入与本省经济增长之间存在着长期稳定的均衡关系,高校R&D经费投入可以推动经济增长的持续发展.但是在提高高校R&D经费投入比例的同时,各省要根据区域经济发展水平、产业结构和高新技术产业发展的需要,科学确定和合理选择R&D经费投入数量及其结构,尽量使投入量处于在[数学期望值-标准差,数学期望值+标准差]区间,这样可以提升高校R&D经费资源的利用效率,更有效地促进产业转型升级和经济增长。

2)当前,东部发达地区地方政府财政实力较强,对高校科技投入力度也较大,而中、西部欠发达地区高校R&D经费投入总量不足.东部、中部、西部地区相比,东部地区高校R&D经费投入的比例最高,西部地区高校R&D经费投入比例最低,但是其对经济增长的影响程度仅次于东部地区.因此,如果加大对西部经济欠发达地区高校R&D经费投入的支持力度,势必能让资金发挥更高的效率.这需要中央政府通过重大科技战略布局、设立科技计划与项目、财政转移支付等各种政策手段,调动优势科技资源向西部地区倾斜,促进地区之间高校科技资源的均衡配置和区域经济社会协调发展,共同促进我国经济持续快速增长。

参 考 文 献

[1] 许爱萍,俞会新,赵宝山.高校R&D投入对城市经济增长的影响[J].技术经济与管理研究,2012(05):25-28.

- [2] 张海英,周志刚,朱迎春. 中国高校 R&D 投入与经济发展动态关系研究 [J]. 中国科技论坛, 2014(04):118-122.
- [3] 罗亚非,王海峰,范小阳. 高校 R&D 投入与经济发展协调度国际比较 [J]. 科研管理, 2012(04):116-123.
- [4] Baltagi B II. *Econometric Analysis of Panel Data* [M]. New York: Wiley, 2005.
- [5] Horowitz J L, Lee S. Semi-parametric estimation of a panel data proportional hazards model with fixed effects [J]. *J Econometrics*, 2004 (119):155-198.
- [6] Hsiao C. *Analysis of Panel Data* [M]. London: Cambridge University Press, 2003.
- [7] Zhou X C, Lin J G. Empirical likelihood for varying-coefficient semiparametric mixed-effects errors-in-variables models with longitudinal data [J]. *Stat Methods Appl*, 2014(23):51-69.
- [8] Li Q, Ullah A. Estimating partially linear panel data models with one-way error Components [J]. *Econometrica*, 1998, 17 (2):145-166.
- [9] You J II, Zhou Y. Empirical likelihood for semi-parametric varying-coefficient partially linear regression models [J]. *Statist Probab Lett*, 2006 (76):412-422.
- [10] Ruckstuhl A F, Welsh A II, Carroll R. J. Nonparametric function estimation of the relationship between two repeatedly measured variables [J]. *Statist Sinica*, 2000 (10):51-71.
- [11] Hjellvik V, Chen R, Tjøtheim D. Nonparametric estimation and testing in panels of intercorrelated time series [J]. *J Time Series Anal*, 2004 (25):831-872.
- [12] Henderson D J, Carroll R J, Li Q. Nonparametric estimation and testing of fixed effects panel data models [J]. *J Econometrics*, 2008(144):257-275.
- [13] Cai Z, Li Q. Nonparametric estimation and varying coefficient dynamic panel data models [J]. *Econometric Theory*, 2008 (24):1321-1342.
- [14] He B Q, Hong X J, Fan G L. Block empirical likelihood for partially linear panel data models with fixed effects [J]. *Statistics and Probability Letters*, 2017 (123):128-138.

Relationship between R&D Fund-input in Local Colleges and Economic Growth: Panel Data Model

Yan Quanzhi¹, Liu Lu²

(1. Research Center of Higher Education and Regional Economy, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471023, China;
2. Institute of Education, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

Abstract: Local colleges and universities are important forces in the provinces of basic research and applied research. The R&D fund-input not only affects the university science and technology innovation ability, but also directly affects the economic growth of province. Firstly, this paper establishes the panel data model, and the influence of the R&D fund-input of local colleges of 30 provinces on economic growth were estimated parametrically; Secondly, based on the data from 2000 to 2014, and by calculating the mathematical expectation and standard deviation, the R&D fund-input amounts are classified analytically and statistically; Finally, a comprehensive appraisal is made on how R&D expenditure in colleges affects economic growth, and we present the helpful suggestions to the policy of affording R&D expenditure to local colleges of 30 provinces.

Keywords: local colleges; R&D fund-input; economic growth; panel data model

[责任编辑 陈留院]