

# 基于科技产出比较分析武汉市与国家中心城市的差距

唐 丹, 杨弯弯, 吴亦潇, 周帆琦, 张维昊

(武汉大学 资源与环境科学学院, 武汉 430072)

**摘要:**科技产出是反映科技工作成果的重要指标,本文以武汉市和北京、重庆、天津、上海、广州五大国家中心城市2000—2011年的科技产出指标相关的统计数据为考察对象,通过进行综合对比和分析,认识武汉市在科技产出方面和国家中心城市的差距,分析可能造成差距的原因,并针对武汉市的实际情况提出对策建议,为武汉市后续的发展、交流与合作提供参考。

**关键词:**科技产出;科技指标;武汉市;国家中心城市;对策

**中图分类号:**G311 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2013)12-0092-06

2010年《全国城镇体系规划》明确提出建设北京、重庆、天津、上海、广州五大国家中心城市,从国家层面肯定了五市在我国政治、经济、文化诸方面具备引领、辐射、集散的功能<sup>[1]</sup>。纵观全国区域经济的版图,我国东南西北都已经有了相应的国家中心城市,目前唯独中部没有,在中部崛起的过程中,作为中部中心城市的武汉,理应抓住机会,全力建设成为国家中心城市,拉动中部区域城市的经济发展。2011年12月,武汉党代会明确提出建设国家中心城市的历史任务,并写入省政府工作报告。由此可以看出把武汉建设成国家中心城市既是中国的发展趋势所赋予的重任,又是政府部门工作的重点。

考察一个城市是否能成为“国家中心城市”有七大指标:综合经济能力、科技创新能力、国际竞争能力、辐射带动能力、交通通达能力、信息交流能力、可持续发展能力<sup>[1]</sup>。“科学技术是第一生产力”,科技实力日益成为社会、经济发展的决定性因素,武汉市要想建设成为国家中心城市,必须对科技实力水平进行正确的评估,准确、全面、客观地认识武汉市和国家中心城市的差距状况。

科技实力主要来源于科技产出,本文从科技论文、专利、技术市场和高技术产业四个方面评估科技产出,通过对2000—2011年武汉市和国家中心城市科技产出的相关指标的数据进行定量对比分析,揭示科技产出指标发展趋势,把握武汉市科技发展方面的优势与不足,并针对武汉市的实际情况提出对策建议,为相关部门合理配置科技资源,制定最优科技发

展策略,提高区域竞争力提供依据,为武汉市今后的科技合作与发展提供一定的参考。

## 1 数据来源

指标数据的时间跨度为2000—2011年,主要通过以下四种途径收集:一是查阅武汉市和国家中心城市的统计年鉴、科技统计年鉴、国民经济与社会发展统计公报;二是访问武汉市和国家中心城市的科技局、统计局、知识产权局、人民政府的官方网站;三是对专门数据库进行检索;四是采用平均值或者所在省份的数据代替缺失数据。科技产出具有滞后性,国际上一般将这个时滞期确定为两年<sup>[2]</sup>,因此,在进行科技投入与科技产出相关性分析时,数据时间跨度分别选取2000—2009年和2002—2011年。

## 2 武汉市和国家中心城市科技产出对比分析

科技产出包括科研产出和科技产业产出两部分。科研产出方面,本文选取能够反映基础科学研究水平的科技论文产出和反映原始发明创新水平的专利产出两个指标;科技产业产出主要是指科技成果市场化带来的社会经济发展贡献<sup>[3]</sup>,本文选取技术市场的成交合同数、成交合同金额,高技术产业总产值占GDP的比重、高技术产业出口额占出口总额的比重两方面的指标。

### 2.1 科技论文产出

科技论文是科研活动新理论、新方法、新发现等研究成果直接产出的重要形式<sup>[4]</sup>,可以从侧面反映地区基础研究、应用研究等科研工作的现状,评价科研人员的科研能力和科技创新水平等<sup>[5-6]</sup>。国际公认

收稿日期:2013-09-27

作者简介:唐丹(1989—),女,山东烟台人,武汉大学资源与环境科学学院,硕士研究生,研究方向:环境评价与管理。

的三大权威论文检索工具包括科学引文索引(SCI)、工程索引(EI)和科技会议录索引(ISTP,现 CPCI-S),收录的论文基本覆盖了基础科学研究、医学和生命科学研究、农业科学技术和工程技术研究等方面,这些期刊是各个学科领域中最具学术质量和学术影响力的期刊,很有代表性。

对 2000—2011 年武汉市和国家中心城市的国外主要检索工具收录的科技论文数进行统计分析,从图 1 可以看出,科技论文数大体呈逐年上升趋势,2004 年之后快速增长,可见随着国家对科研工作的不断关注,各城市科技投入不断加大,科技发展及交流的环境不断改善,科技基础设施不断提高,科技人员对科研越来越重视,科技论文成果越来越多。综合来看,北京>上海>武汉>广州>天津>重庆,武汉市国外主要检索工具收录的科技论文数不断增多,平均每年增幅在 23.91% 左右,仅次于北京和上海,表明武汉市科技人员对国际前沿问题的研究较多,在国际期刊上发文能力较强,但由于基础差,与北京和上海的差距仍然很大,2011 年北京国外主要检索工具收录的科技论文数是武汉的 3 倍以上,主要是因为北京、上海经济发达,科研条件优于其他地区,并且科技论文的产出以高校为主,企业发表科技论文比例较低,北京高校数明显多于其他城市,由此可见,武汉市的基础研究发展潜力较大,应加大基础研究的投入力度,壮大基础研究实力,为应用研究、试验研究及技术创新提供更为充分的理论支持。

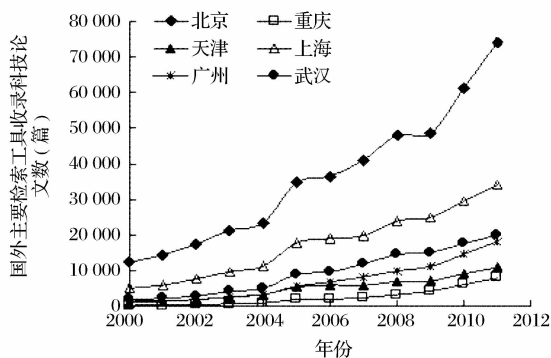


图 1 2000—2011 年国外主要检索工具收录科技论文数

## 2.2 专利产出

自从 Schmoockler 开创性地使用专利数据评价应用研究和试验发展领域技术创新活动的水平,国际上很多研究把专利数据作为衡量科技水平的指标<sup>[7]</sup>。通过对专利产出指标进行比较分析,可以了解武汉市和国家中心城市在发明活动、技术发展水平等方面的

差距,反映科技人员的创新意识和创新能力水平,对武汉市的科技发展尤为重要。

### 2.2.1 国内专利申请受理数和授权数

由图 2、图 3 可知,武汉市和国家中心城市 2000—2011 年的国内专利申请受理数和授权数逐年上升,由于受到我国实施的专利战略的影响,科技人员的积极性有了稳定且快速的提高,2006 之后国内专利申请受理数和授权数增速逐渐变大,2011 年武汉市专利申请受理数和授权数分别达到 21 879 和 11 588 件。武汉市与重庆、天津和广州的国内专利申请受理数和授权数较为接近,但明显低于北京和上海,尤其是 2010 年之后武汉市明显落后于五大国家中心城市,这主要是因为专利主要来源于企业的研发中心,企业为了维持在市场竞争中的优势地位,保证其获得高额利润,有较强的创新活力和自主研发能力,注重科技创新和科技成果的专利保护<sup>[8]</sup>,而北京和上海科技型企业较多,在专利产出上很有优势。同时,可以发现国内专利申请授权数占受理数的比例有减小的趋势,反映出专利申请量的迅速增长对专利审批能力提出了更高的要求,专利被批准的几率降低。对此,武汉市应通过政策引导,加强企业、研究机构和高校的知识产权保护意识,大力鼓励专利申请,促进科技有序发展。同时,也应努力提高专利申请质量,增加专利被授权的几率,使专利能够服务于社会,为地区经济的发展做出贡献。

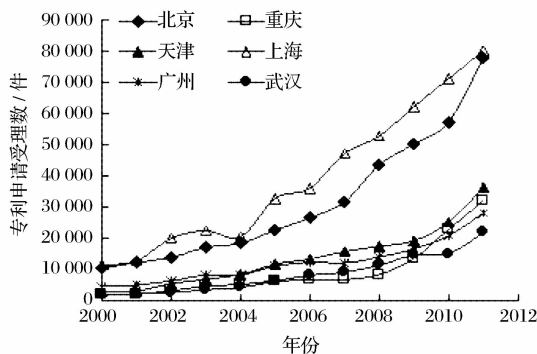


图 2 2000—2011 年国内专利申请受理数

### 2.2.2 专利构成情况

专利可以分为三种类型,包括发明专利、外观设计和实用新型,分别衡量申请专利的知识含量、技术含量和应用创新水平情况。发明专利科技含量最高,是新产品和新工艺的核心,能够在很大程度上反映地区技术开发能力和核心竞争力<sup>[2]</sup>,由图 4、图 5 可知,国内发明专利申请受理数和授权数所占的比重分别为北京>上海>天津>武汉>广州>重庆、北京>武

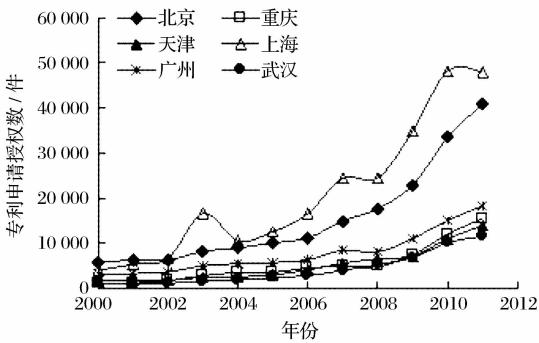


图 3 2000—2011 年国内专利申请授权数

汉>天津>上海>广州>重庆,武汉市国内专利申请授权数超过上海、天津,位于第二位,充分说明武汉市专利的技术含量较高,自主创新能力较强。武汉市三种专利总体呈实用新型>外观设计>发明专利,发明专利因为投入大、研发周期长,专利授权量略有偏低,但差距不大,均衡发展。

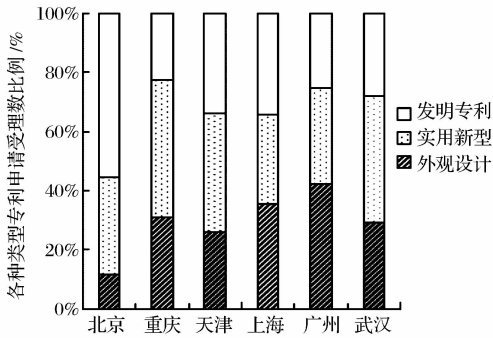


图 4 2000—2011 年年均国内专利申请受理数的结构图

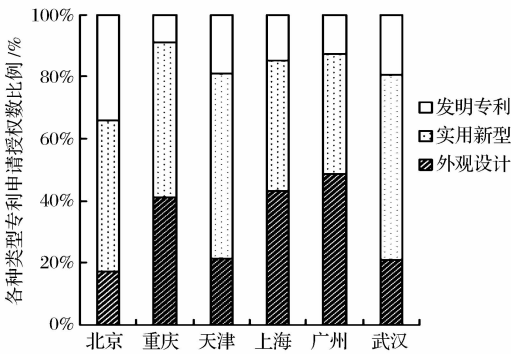


图 5 2000—2011 年年均国内专利申请授权数的结构图

2.3 技术市场情况

技术市场主要从事技术中介服务和技术商品经

营<sup>[9]</sup>,是连接科技创新活动和现实生产力的桥梁,对科技与经济的协调发展起到关键性的作用。本文选取技术市场成交合同数和技术市场成交合同金额两个指标,用于表征地区科技成果转化能力及其在市场上流动的活跃程度和成熟度<sup>[10]</sup>。

由图 6、图 7 可知,武汉市和国家中心城市的技术市场成交合同数和成交合同金额大体呈现缓慢上升趋势,但是均有波动,特别是 2005 年北京和广州出现明显波动,总体来看,除了北京近几年增长的幅度较大外,其他城市增长速度缓慢。武汉市技术市场水平基数较低,增速缓慢,在低水平上徘徊,与北京、上海相比,技术市场成交合同数、成交合同金额均存在较大的差距,并且差距存在明显扩大的趋势,与重庆、天津、广州相比相差不明显。由此可见,武汉市科技成果转化能力和市场的活跃程度较低,科技成果的市场适应性还有待于提高,科技与经济的有效结合有待进一步加强,要使科技真正为经济服务,必须从多种渠道加快科技成果向现实生产力的转化。

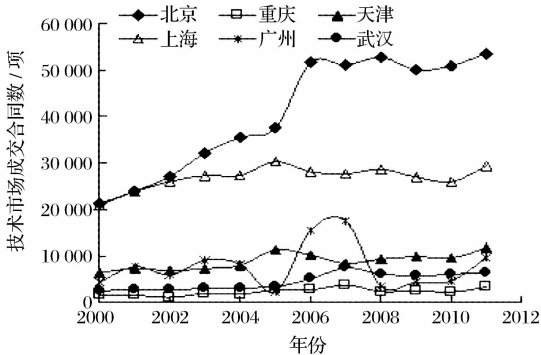


图 6 2000—2011 年技术市场成交合同数

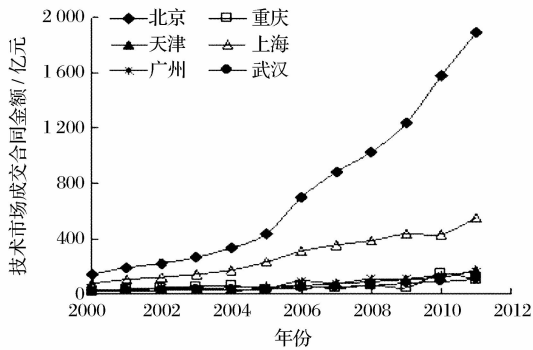


图 7 2000—2011 年技术市场成交合同金额

2.4 高技术产业

在现代社会,高新技术在短期内直接产业化已变成现实,高技术产业已成为我国经济发展中增长最快、带动作用最大的产业,是 21 世纪企业进步的方向

和市场竞争的制高点,在经济发展中占有十分重要的地位。近年来西方国家纷纷调整产业结构,把发展高技术产业作为主导产业方向,把发展高技术产业作为参与国际竞争的重要手段<sup>[8]</sup>。高技术产业是科技力量转化为生产力过程的末端,是评估科技实力的重要方面,应该引起重视。本文选取高技术产业总产值占GDP比重和高技术产品出口额占出口总额的比重两个指标,高技术产业总值可以衡量地区高技术产业的发展水平及其在国民经济中的地位,反映科技投入最终能获得的产出能力和市场竞争能力,高技术产业出口可以反映地区高技术产业对国际市场的影响力、高技术产品的国际竞争能力和科技经济外向度<sup>[11]</sup>。

由图8和图9可知,对2000—2011年武汉市和国家中心城市的高技术产业情况进行比较,发现高技术产业总产值占GDP的比重和高技术产品出口额占出口总额的比重两个指标的情况差异明显,而且不稳定,波动性较大。武汉市近几年出现明显的上升势头,且上升幅度较大,基本上占据了二、三名左右的名次,总体情况和态势良好,说明高技术产业给武汉市带来了可观的经济效益,科技进步在武汉市的经济增长中的重要性在上升。但与天津、上海等沿海开放城市相比,武汉市仍有差距,主要原因可能是武汉市高技术产业规模小,缺乏高知名度的大型高新技术企业,对经济的带动作用较弱;其次,高新区缺乏整体规划及相应的配套措施,管理服务体制不完善,导致高新区聚集度低、功能弱化,直接影响招商引资的效果。

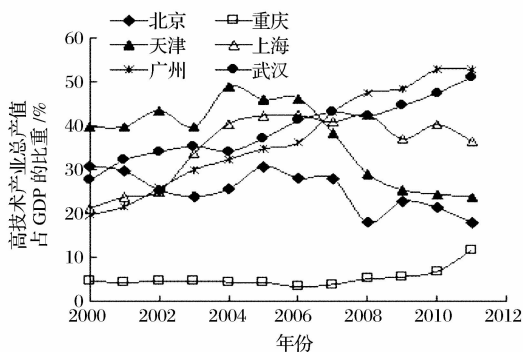


图8 2000—2011年高技术产业总产值占GDP的比重

### 3 影响科技产出的主要因素分析

科技基础是科技发展的内生动力,本文主要从科技人力投入、科技经费投入和高校和科研机构三个方面进行对比分析,找出影响科技产出的主要因素,探讨武汉市和国家中心城市科技产出情况差异的原因。

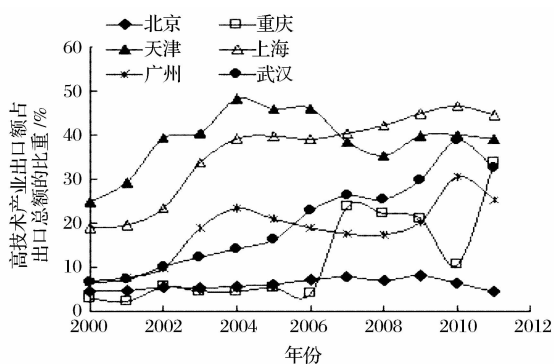


图9 2000—2011年高技术产品出口额占出口总额的比重

#### 3.1 科技人力投入

科技人力资源是科技活动的主体,科技产出的质量直接取决于科技人员的知识水平、科研能力与创新意识<sup>[12]</sup>。由于研究与发展活动(R&D)是科技活动的核心环节,在很大程度上R&D投入情况可以较好地反映地区对科技的重视程度,以及科技发展在各城市经济发展中的战略意义<sup>[13-15]</sup>。在我国经济持续快速发展、对科技人才高度关注的大背景下,从理论上分析R&D人员投入对科技产出的影响,对武汉市科技人员的合理使用,提高人力资源的管理,努力建设成为国家中心城市有着很强的理论和现实意义。为了保证代表性,选取国际通用的“R&D人员全时当量”作为评价指标。

由图10可知,2000—2011年武汉市和国家中心城市的R&D人员全时当量虽然数值上有所波动,但总体上都取得了一定的增长,科技人才队伍已有一定规模,表明各城市对科技人力投入的重视,科技发展的内生力量在逐年增强,尤其是北京科技人力投入较多,明显领先于其它城市,上海低于北京而位于第二位,这为科技实力的长期发展提供了可靠保证。北京、

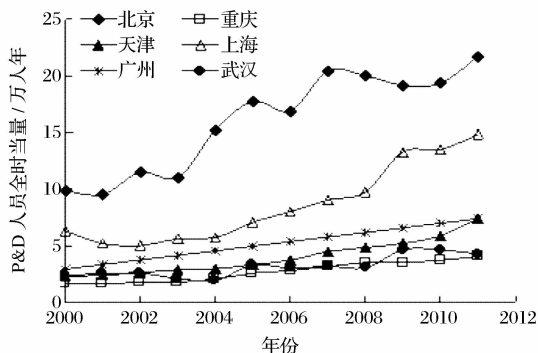


图10 2000—2011年R&D人员全时当量

上海拥有全国最具有活力、最强实力的经济,科学研究频繁,成果丰富,技术进步快,这与科技人才的贡献是分不开的。武汉市的 R&D 人员全时当量变化不明显,平均每年增加 7.85%,由于科技活动人员投入规模基数相对较低,在几个城市中排名比较靠后,仅仅略高于重庆,有待于进一步的提高,对此武汉市应加大高校、科研机构对科技人力资源的投入力度,使之与武汉市经济、教育大市的地位相匹配。

利用 SPSS v12.0 软件对武汉市和国家中心城市

的 2000—2009 年科技人员投入数据与 2002—2011 年科技产出数据进行相关性分析,由表 1 可知,科技人员投入和科技产出呈高度正相关,相关系数最高可达 0.978,说明了科技人员投入对科技产出影响程度很大。相比之下,武汉市科技人员投入和科技产出的相关性较低,表明科技人力投入在科技产出中的作用尚未得到充分发挥,其中科技人员投入对高技术产业总产值的影响最大。

表 1 科技人力投入与科技产出的相关性分析

| 科技产出<br>科技人员投入     | 城市 | 国内专利申请<br>授权数/件 | 国外主要检索<br>工具收录科技<br>论文数/篇 | 技术成交合同<br>金额/亿元 | 高技术产业总<br>产值/亿元 | 高技术产品出<br>口额/亿美元 |
|--------------------|----|-----------------|---------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| R&D 人员全时<br>当量/万人年 | 北京 | 0.812           | 0.870                     | 0.909           | 0.912           | 0.957            |
|                    | 重庆 | 0.886           | 0.939                     | 0.674           | 0.784           | 0.641            |
|                    | 天津 | 0.966           | 0.950                     | 0.970           | 0.837           | 0.714            |
|                    | 上海 | 0.904           | 0.885                     | 0.887           | 0.793           | 0.856            |
|                    | 广州 | 0.926           | 0.978                     | 0.923           | 0.978           | 0.946            |
|                    | 武汉 | 0.811           | 0.733                     | 0.829           | 0.840           | 0.797            |

3.2 科技经费投入

科技活动的正常开展,不仅需要科技人力投入,也需要有强大的资金作支持,充分的科技经费投入是发展经济、增强科技竞争力有力的物质保障。国际上通常以 R&D 经费占 GDP(地区生产总值)的比重作为衡量科技经费投入强度的指标。

对 2000—2011 年武汉市和国家中心城市的科技经费投入进行比较,由图 11 可知,各城市 R&D 经费占 GDP 的比重基本保持增长的趋势,但是每年增长的幅度却不大。通过横向比较发现,北京居于六个城市之首,明显高于其他五个城市,说明北京对科技研发尤为重视,投入了相当多的经费。相比之下,武汉市 R&D 经费占 GDP 的比重较低,增速缓慢,年平均增长 0.081%,但与除北京外的其他四个城市的差距不明显,大体位于第三、四位。

利用 SPSS v12.0 软件对武汉市和国家中心城市 2000—2009 年科技经费投入数据与 2002—2011 年科技产出数据进行相关性分析,由表 2 可知,科技经费投入和科技产出存在着比较较高的相关关系,关联度为 0.704~0.994,说明了科技经费投入对科技产出的发展贡献较强,与实际情况比较符合。同时,通过比较表 1 和表 2 发现,科技经费投入和科技产出的相关性比科技人员投入更大,表明资金投入是科技产出的主要贡献因素。对此,武汉市在今后的科技发展规划中需要注重加大科技经费的投入力度,但同时应注

意科技经费和科技人员的有机结合,提高科技财力投入的产出效率。

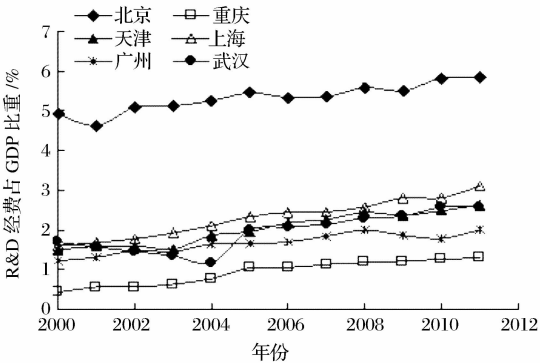


图 11 2000—2011 年 R&D 经费占 GDP 的比重

3.3 高校和研究与开发机构

以 2011 年为考察年份,对武汉市和国家中心城市的高校和研究与开发机构情况进行统计分析,由表 3 可知,武汉市和国家中心城市的高校和研究与开发机构数较多,这些单位有较强的活力和自主研发能力,其中北京、上海作为全国的经济、文化中心,在高校和科研机构资源上具有绝对优势,而且科技人才队伍层次相对较高,为城市的经济建设和社会发展提供了智力支持,这是北京、上海科技产出遥遥领先的原因。相比之下,武汉市共有普通高等学校 79 所,其中有 2 所 985 高校,7 所 211 高校,研究与开发机构 100

所,数量较多,作为一个省会城市,武汉市具有这样的高校和科研机构规模,在全国位于前列,定量的反映

出武汉市教育基础雄厚,科技人才资源丰富,在科技发展方面很有优势。

表 2 科技经费投入与科技产出的相关性分析

| 科技产出<br>科技经费投入 | 城市 | 国内专利申请<br>授权数/件 | 国外主要检索<br>工具收录科技<br>论文数/篇 | 技术成交合同<br>金额/亿元 | 高技术产业总<br>产值/亿元 | 高技术产品出口<br>额/亿美元 |
|----------------|----|-----------------|---------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| R&D 经费/亿元      | 北京 | 0.963           | 0.978                     | 0.994           | 0.886           | 0.916            |
|                | 重庆 | 0.969           | 0.994                     | 0.704           | 0.919           | 0.804            |
|                | 天津 | 0.989           | 0.957                     | 0.980           | 0.844           | 0.724            |
|                | 上海 | 0.964           | 0.976                     | 0.976           | 0.940           | 0.967            |
|                | 广州 | 0.969           | 0.985                     | 0.939           | 0.994           | 0.960            |
|                | 武汉 | 0.968           | 0.842                     | 0.947           | 0.954           | 0.961            |

表 3 2011 年高校和科研机构数

| 城市         |               | 北<br>京 | 重<br>庆 | 天<br>津 | 上<br>海 | 广<br>州 | 武<br>汉 |
|------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 指标         | 高等学校          | 87     | 59     | 55     | 66     | 79     | 79     |
|            | 其中 985、211 大学 | 26     | 2      | 4      | 12     | 5      | 7      |
| 研究与开发机构数/个 |               | 370    | 30     | 58     | 134    | 156    | 100    |

参考文献

[1] 严涛涛,彭磊. 国家中心城市:武汉新方位[N]. 湖北日报, 2012-01-12(004).

[2] 刘辉锋,杨起全. 基于论文与专利指标评价当前我国的科技产出[J]. 科技管理研究,2008(8):48-50.

[3] 杨木容,汤亚非,陈小平. 广东省科技产出能力分析——兼与长三角地区科技产出能力比较[J]. 科技管理研究,2011(6):75-79.

[4] 贺德方. 知识链接发展的历史、未来和行动[J]. 现代图书情报技术,2005(3):11-17.

[5] 张晓峰. 基于我国科技论文统计结果的河南省科技论文产出状况分析[J]. 河南科技,2012(7):12-13.

[6] 郭红,潘云涛,苏成,等. 广东省科技论文统计分析[J]. 科技管理研究,2011(4):63-67.

[7] 潘海英. 东部地区经济增长中技术创新贡献的比较研究[J]. 科技进步与对策,2009,26(13):87-90.

[8] 曾艳霞. 重庆市科技成果转化评价指标体系研究[D]. 重庆:重庆大学,2009.

[9] 刘汝锋. 泛珠三角区域科技实力评析及不平衡问题研究[D]. 长沙:湖南大学,2010.

[10] 李平西. 甘肃省科技投入绩效研究[D]. 兰州:兰州商学院,2011.

[11] 胡鹤,刘志迎. 我国高技术产业发展现状及绩效分析[J]. 中国高新技术企业,2009(2):3-5.

[12] 赵景仁. 广东省科技投入产出对经济发展的计量分析[D]. 广州:暨南大学,2004.

[13] 解茹玉. 基于区域对比的我国政府 R&D 投入绩效差异分析[D]. 西安:西北大学,2009.

[14] 管燕吴,成黄舜. 江苏省科技资源投入产出状况分析[J]. 工业技术经济,2010,29(5):88-94.

[15] 罗珊,李嘉盛. R&D 人力资源投入与配置对经济增长的影响——基于广东省的数据[J]. 科技进步与对策,2012(15):24-28.

4 建议

1)拓宽筹资渠道,建立多层次、多元化的科技资金投入体系。鼓励和引导科技经费投入,扩大经费投入来源,如国际组织、外国政府、外资企业、港澳投资企业等,适当增大政府的财政科技支出力度,优化财政科技投入结构,合理配置科技资源,提高资金的使用效率,缓解企业资金压力。

2)积极鼓励企业技术创新。落实和完善国家关于企业自主创新的财税激励政策,给予适当的利率优惠,引导金融部门加大科技开发和成果推广的信贷规模,推动融资贷款担保体系的建立,积极开展针对高新技术企业的保险服务,设立专项基金,引导、扶持企业的技术创新活动。

3)优化人才发展环境与机制,建设高素质科技人才队伍。坚决打击学术腐败,重视科研成果的保护,营造良好的科研环境;完善人才培养和任用机制,将科研人员的工资与其科研绩效挂钩,建立有利于科研人员创新的奖励机制。

4)加强产学研联合,鼓励开展交流。加强高等学校、科研院所和企业建立交流、合作关系,加强产学研有机结合,提高科技成果市场化水平,同时,鼓励学者积极参加国际会议,同国内外科技人员开展广泛交流,推动科学研究向国际前沿发展。

(下转第 112 页)

Empirical Study on the Impact of R&D Input on Listed Companies’ Profitability in China

CHEN Feng

(Planning and Finance Department,Nanjing University of Technology,Nanjing 210009,China)

**Abstract:** This article takes listed companies which disclose R&D expenses continuously in 2004-2009 as subject and tests the reciprocal relationship between R&D inputs and profitability empirically by using panel data model. The result indicates that R&D input has remarkable positive influence on profitability of current period,one year’s lag phase and three years’ lag phase. The contribution of R&D inputs on increase of profitability tends to reduce with the expansion of lag phase.

**Key words:** R&D input;profitability;listed companies;empirical study

(上接第 97 页)

A Comparison of Capability between Wuhan and National Central Cities Based on Sci-Tech Output

TANG Dan, YANG Wan-wan, WU Yi-xiao, ZHOU Fan-qi, ZHANG Wei-hao

(School of Resource and Environment Science of Wuhan University,Wuhan 430072,China)

**Abstract:** Based on the relevant indicators’ statistical data of sci-tech output from 2000 to 2011 of Wuhan and national central cities, which consist of Beijing, Chongqing, Tianjin, Shanghai and Guangzhou, we made a comparative analysis of the output of sci-tech work in this paper. All these data demonstrated the current situation and significant differences in their output of sci-tech work between Wuhan and national central cities. In the end, through analyzing the significant reasons to the differences, the reasonable suggestions were put forward to improve the sci-tech output capability of Wuhan, which could be a reference for the future development, communication and cooperation.

**Key words:** Sci-tech output;Sci-tech indicators;Wuhan;national central cities;suggestions 123

(上接第 105 页)

From“Made in China”to“Created in China”

——Based on industrial engineering consciousness perspective

CHEN Xiao, WANG Ting

(Northern China Electric Power University,Baoding Hebei 071003,China)

**Abstract:** Industrial engineering as an important engineering technique is the tool to realize scientific development; Industrial engineering consciousness as the soul of industrial engineering methodology, is to create superior productivity of spiritual sustenance. In this paper, through the introduction industrial engineering consciousness, constructs the industrial engineering consciousness and enterprise potential relation model and its competitiveness, explore the potential of mining enterprises, improve enterprise competitiveness, and promote to made in China to created in China.

**Key words:** industrial engineering;industrial engineering consciousness;enterprise potential;competitiveness