学校代码 **10125** 专业代码 **120204**

山西财经大学

**硕 士 学 位 论 文**

题目 **产业 R&D 投入的影响效应分析**

**——基于煤炭产业的实证研究**

姓 名 **张康** 专 业 **技术经济及管理**研究方向 **技术创新** 指导教师 **郭淑芬**

2013 年 6 月 7 日

**University Code 10125 Major Code 120204**

**Shanxi University of Finance & Economics**

**Thesis for Master’s Degree**

**Title Analysis of the Effect of Industry R&D Investment——Based on the Empirical Analysis of the Coal Inustry**

**Name Zhang Kang**

**Major** **Technological Economy and Management**

**Research Orientation** **Technological Innovation theory and application**

**Tutor**  **Guo Shufen**

**June 7，2013**

山西财经大学

# 学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究所做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本申明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：

日期：年月日

**山西财经大学**

# 学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保管、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权ft西财经大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

本学位论文属于保密□，不保密□。在年解密后适用本授权书。

（请在以上方框内打“√”）

学位论文作者签名：指导教师签名：

日期：年月日 日期：年 月 日

摘 要

产业创新活动对产业的发展具有极其重要的作用，长久以来煤炭产业创新 活动一直备受重视，大量的 R&D 经费、人力等资源被投入到产业创新活动中， 且投入力度不断增大，因此产业 R&D 投入的影响效应问题则是需要给予研究的课题。

本文梳理了国内外关于煤炭产业研发投入问题的研究文献，并对我国煤炭产业R&D投入产出现状进行统计描述分析，并结合已有的研究结论，构建本文研究的理论假设框架模型；再运用计量经济模型构建煤炭产业R& D经费，人员投入与专利产出、新产品销售收入及产业总规模的协整模型，综合运用误差修正模型，格兰杰因果关系检验对理论假设进行实证分析。

实证分析表明：煤炭产业R& D经费的投入偏好于专利的购买与技术的引进，不能形成对R& D人员的有效激励，产业缺乏对原创技术的追求动力；煤炭产业成长主要依靠国家产业政策的支持，同时受市场环境的波动影响较大，R& D投入还没有促使产业形成足够的创新能力支持产业发展并抵御经济波动的影响；国内传统行业的科技成果转化的配套设施与政策环境不完善等因素导致创新产出成果的商业化率低。最后给出了有针对性的政策建议。

【关键词】：煤炭产业；R&D；影响效应；产业创新

**Abstract**

The role of industrial innovation is extremely vital for the development of industry, for a long time innovation activities of coal industry has attracted the all walks of life, and a great deal of resource such as R&D funds, staff are put into the industrial innovation activities, and the investment is increasing, so the effect of R&D investment into industry is needed to study.

This paper reviews the research literature on R&D investment in coal industry at home and abroad, describes China's coal industry R&D condition of input-output in the statistical analysis, puts forward the theoretical hypothesis model combined with the conclusion in this study. Then this paper builds the coal industry R& D funds, R& D stuff input, patent output, the sales revenue of new products and the total scale of industry based on the theoretical hypothesis, integrates error correction model and Granger causality test by econometrics model in order to empirically analyze the theoretical hypothesis.

The empirical analysis shows that: R&D funds of the coal industry are in

Preference of the purchase of patent and the introduction of technology but can not form an effective incentive for R& D staff. Coal industry is lack of power of pursuit of the original technology. The development of coal industry mainly depends on the support of the national industrial policy, and are influenced by the fluctuation of market environment, R&D investment has not prompted the industry to form enough innovative ability to support industrial development and resist economic fluctuation;

Domestic facilities and policy environment of the transformation of the traditional industry of achievement of science and technology is not perfect and thus leads to low rate of commercial innovation output. Finally, some policy suggestions are given.

【Key Words】Coal Industry; R&D; Influence; Industrial Innovation

目 录

[学位论文原创性声明](#_Toc686288993) 2

[学位论文版权使用授权书](#_Toc686288994) 3

[摘 要](#_Toc686288995) 3

**[Abstract](#_Toc686288996)** 3

[目录](#_Toc686288997) 4

**[1](#_Toc686288998)** [绪论](#_Toc686288998) 5

**[1.1](#_Toc686288999)** [选题背景与意义](#_Toc686288999) 5

**[1.1.1](#_Toc686289000)** [选题背景](#_Toc686289000) 5

**[1.1.2](#_Toc686289001)** [意义](#_Toc686289001) 5

**[1.2](#_Toc686289002)** [研究思路与方法](#_Toc686289002) 6

**[1.2.1](#_Toc686289003)** [研究思路](#_Toc686289003) 6

[1.2.2 研究方法](#_Toc686289004) 6

[1.3 论文结构与创新点](#_Toc686289005) 6

[1.3.1 论文结构安排](#_Toc686289006) 6

**[1.3.2](#_Toc686289007)** [主要工作与创新点](#_Toc686289007) 6

**[2](#_Toc686289008)** [文献综述](#_Toc686289008) 7

**[2.1](#_Toc686289009)** [相关概念界定](#_Toc686289009) 7

**[2.1.1](#_Toc686289010)****[R&D](#_Toc686289010)** 7

**[2.1.2](#_Toc686289011)** [绩效评价](#_Toc686289011) 7

**[2.1.3](#_Toc686289012)** [煤炭产业](#_Toc686289012) 7

[2.2 R& D投入绩效评价研究综述](#_Toc686289013) 7

[2.2.1 国外R& D投入绩效评价研究综述](#_Toc686289014) 7

[2.2.2 国内R& D投入绩效评价研究综述](#_Toc686289015) 8

[2.3 煤炭产业、企业创新效率研究综述](#_Toc686289016) 11

[2.3.1 国外研究综述](#_Toc686289017) 11

[2.3.2 国内研究综述](#_Toc686289018) 11

[2.4 总结](#_Toc686289019) 12

[3 1991-2010年我国煤炭产业R& D投入影响效应统计分析](#_Toc686289020) 12

[3.1 变量选取与数据处理](#_Toc686289021) 12

[3.1.1 变量选取](#_Toc686289022) 12

[3.1.2 数据处理](#_Toc686289023) 13

[3.2 煤炭产业R& D投入状况描述性统计分析](#_Toc686289024) 13

[3.3 煤炭产业R& D产出状况描述性统计分析](#_Toc686289025) 18

[4 理论假设的提出及研究方法介绍](#_Toc686289026) 23

[4.1 理论假设](#_Toc686289027) 23

[4.1.1 理论假设一](#_Toc686289028) 23

[4.1.2 理论假设二](#_Toc686289029) 23

[4.1.3 理论假设三](#_Toc686289030) 23

[4.1.4 理论假设四](#_Toc686289031) 24

[4.1.5 理论假设五](#_Toc686289032) 24

[4.1.6 理论假设六](#_Toc686289033) 24

[4.1.7 小结](#_Toc686289034) 25

[4.2 计量经济模型](#_Toc686289035) 25

[4.2.1 协整理论](#_Toc686289036) 25

[4.2.2 单位根检验](#_Toc686289037) 26

[4.2.3 协整检验[87]](#_Toc686289038) 27

[4.2.4 误差修正模型](#_Toc686289039) 27

[4.2.5 Granger因果关系检验](#_Toc686289040)[[89]](#_Toc686289040) 27

[5 R& D投入对专利产出影响效应的实证分析](#_Toc686289041) 28

[5.1 数据平稳性检验](#_Toc686289042) 28

[5.2 协整检验与误差修正模型](#_Toc686289043) 29

[5.3 Granger因果关系检验](#_Toc686289044) 30

[5.4 小结](#_Toc686289045) 32

[6 R& D投入对新产品销售收入的影响效应的实证分析](#_Toc686289046) 32

[6.1 数据平稳性检验](#_Toc686289047) 32

[6.2 协整检验与误差修正模型](#_Toc686289048) 33

[6.3 Granger因果关系检验](#_Toc686289049) 34

[6.4 小结](#_Toc686289050) 37

[7 R& D投入对产业总规模影响效应的实证分析](#_Toc686289051) 37

[7.1 数据平稳性检验](#_Toc686289052) 37

[7.2 协整检验与误差修正模型](#_Toc686289053) 38

[7.3 Granger因果关系检验](#_Toc686289054) 39

[7.4 小结](#_Toc686289055) 42

[8 结论、建议与展望](#_Toc686289056) 42

[8.1 研究结论](#_Toc686289057) 42

[8.2 政策建议](#_Toc686289058) 43

[8.3 展望](#_Toc686289059) 43

[参考文献](#_Toc686289060) 43

[攻读硕士学位期间发表的论文](#_Toc686289061) 46

# **1** 绪论

## **1.1** 选题背景与意义

### **1.1.1** 选题背景

改革开放30多年来，我国经济以年均近10%的速度高速增长，实现了从改革开放前的落后的农业国到世界第二大经济体的伟大跨越。但长期以来我国经济发展走的是一条资源消耗量大，环境污染重的粗放型发展道路。事实证明，粗放型经济发展道路难以为继，迫切需要转变经济发展方式。在此形势下，党和政府及时提出科学发展观，走新型工业化道路，转型跨越发展成为国家发展的战略性目标。2008年金融危机更是倒逼各行业加快实现转型发展，跨越发展，而能否顺利实现转型发展，跨越发展，国家的政策支持，制度推动固然是重要的动力，但根本上还要依靠科技进步，依靠创新。亚当・斯密早在两个世纪前就指出了国家的财富来源于劳动生产率的提高，而提高劳动生产率无疑要依靠技术创新，马克思也曾指出社会财富的创造主要取决于科技进步。索洛通过建立模型研究得出了经济的长期增长依靠的是科技进步而非资本劳动力的大量投入。

我国是煤炭生产大国，也是煤炭消费大国，煤炭在我国一次能源消费中占70%以上，煤炭是我国的主要能源和重要工业原料。煤炭产业是我国重要的基础产业，长期以来，煤炭以及主要煤炭生产省份如ft西等为国民经济的持续快速发展作出巨大贡献。但是我国煤炭产业的发展长期走的是一条粗放型发展道路，整个行业的成长发展更多的依赖国家的政策支持，并深受国内外能源市场的影响，特别是从2003年开始，随着国际能源危机加剧，煤炭价格不断攀升，使得坐拥煤炭资源的企业在技术落后，创新能力低下的情况下仍能获得可观收益，也因此创造了众多“煤老板”，“一夜暴富”甚至是资源诅咒。同时行业内多数煤炭企业属于国有或国有控股企业，企业创新动力，创新需求先天性不足。种种原因造成了我国煤炭整个产业性的生产水平、生产效率底下。更为严重的是产业粗放落后的生产方式造成煤炭资源回采率低，污染环境严重，生态失衡。因此煤炭产业迫切需要转型发展，跨越发展，要顺利实现产业的转型跨越，根本上是要靠科技驱动。推动科技进步需要持续不断地加大对科技创新活动的人力、财力投入，这其中，R& D投入是核心。

以R& D投入为核心的科技创新投入活动一直是国内外学者研究的热点，相应的R& D投入

绩效问题则成为R& D投入主体关注的焦点。煤炭产业作为传统能源产业，在贯彻落实科学发展观，走新型工业化道路，实现产业转型升级的过程中，整个产业的科技创新资源投入力度不断加大，作为基础能源行业，国家也给予煤炭产业转型发展提供政策支持。鉴于此，对煤炭产业科技创新资源投入的影响效应进行评析则具有迫切的现实意义。目前国内学术界主要从产业集中度角度对煤炭产业创新投入绩效进行研究，主要研究模式是选取有代表性的大型煤炭企业或是直接选取上市煤炭企业，比较研究煤炭企业的创新效率，得出的主要结论是我国煤炭企业创新绩效整体呈现低下状态，亟待提高产业集中度。但很少有基于宏观数据研究整个煤炭产业创新投入的影响效应，尽管多数相关文献认为煤炭企业整体上创新绩效较低，也很少有学者系统探究煤炭企业创新投入的影响效应，并基于时间序列范式评价近20年来煤炭企业创新投入影响效应的变化趋势。因此本文针对学术界关于煤炭产业创新投入的研究空白点，运用计量经济模型，基于时间序列范式考察煤炭产业创新投入的影响效应状况，实证研究近20年来煤炭产业R& D投入的影响效应及其变化趋势，以期得出有益结论。本研究的独创点是对创新投入与产出要素进行细分，分别研究创新投入的影响效应，并比较不同创新投入要素的作用。

### **1.1.2** 意义

（1）丰富煤炭产业经济研究理论。对R& D投入的产出效应研究是当前国内外学者的一大研究热点，但是从投入主体看，研究主要集中于政府或企业R& D投入评价研究；从行业角度看，研究主要针对高新技术产业、制造业的R& D投入状况。而对煤炭等传统能源行业的R&D投入活动的研究文献相对较少，因此研究评价煤炭产业的R& D投入活动有助于丰富煤炭行业经济理论。

（2）为通过创新驱动促进煤炭产业转型提出政策建议。煤炭产业发展长期以来主要走的是一条高污染，高排放，低效率的粗放型发展道路，煤炭作为基础能源支援了国民经济发展的同时其落后的生产方式也给自然与生活环境带来大量的污染和对生态的严重破坏。在国家大力倡导转变经济发展方式，发展绿色经济的大背景下，同时在行业竞争日趋激烈的形势下，粗放型发展方式已经难以为继。科学有效的煤炭开采与洗选活动能减少燃煤污染物排放，优化产品结构，提高煤炭利用效率，节约能源。如何实现煤炭开采与洗选活动的科学有效？显然要依靠煤炭行业的科技创新活动与其带来的技术进步。而科技创新活动需要国家企业等增加对煤炭行业的科技研发活动的投入，即R& D投入。随着R& D活动重要性的凸显，R& D资源

的投入也逐年增加，但R& D资源总是有限的，因此如何使有限的R& D资源实现最大化的效率效益是决策者需要重点把握的问题。鉴于以上分析，本文对当前我国煤炭产业R& D投入的影响效应现状进行系统评析，为促进煤炭产业经济转型升级提供实践指导。

## **1.2** 研究思路与方法

### **1.2.1** 研究思路

本文针对我国煤炭产业R& D经费，人员投入现状，建立煤炭产业创新资源投入与煤炭产业专利产出，新产品销售收入，产业规模的协整理论模型，综合运用误差修正模型，格兰杰因果关系检验等计量经济方法分别从创新经费投入与创新人员投入两个角度研究煤炭产业创新投入对煤炭产业专利产出，新产品销售收入，产业规模的影响效应，探析出影响效应的具体状况，给出针对性的解决措施。

### 1.2.2 研究方法

本文主要运用如下技术方法开展研究：

（1）文献分析法

通过对EBSCO、CNKI、维普期刊、万方数据库的期刊论文、学位论文的检索、分析和整理，结合相关著作回顾R& D投入的影响效应的相关研究成果，并找出已有理论需进一步研究之处，为本文开展研究提供切入点。

（2）理论模型法

本文在对前人研究结论进行理论分析的基础上，对煤炭产业R&D投入影响效应状况进行统计分析，进而构建理论假设模型，为进一步的实证分析提供对象。

（3）实证分析法

本文主要运用协整技术方法分析煤炭产业R& D投入对煤炭产业专利产出，新产品销售收入，产业总规模等的长期影响效应，综合运用误差修正（VEC）模型与格兰杰因果关系检验方法实证分析产业R& D投入的影响效应。

## 1.3 论文结构与创新点

### 1.3.1 论文结构安排

本文在对有关煤炭产业或企业创新活动绩效或效率评价等相关文献回顾的基础上，首先是对比借鉴前人的研究成果，选出较为合理的评价指标，并确定适当的计量经济评价模型；

其次对我国煤炭产业R& D投入影响效应现状进行定性的描述与分析，提炼出煤炭产业创新资源投入及产出的现状特点，结合前人的相关研究成果，提出本文研究的理论假设。针对提出的理论假设，本文构建评析模型，全面深入研究煤炭产业R& D投入对专利产出，新产品销售收入，产业总规模的影响效应，并验证理论假设。本论文主要包括六个部分：绪论、文献综述、煤炭产业R& D投入及影响效应统计分析、煤炭产业R& D投入对煤炭产业专利产出的影响效应分析、煤炭产业R& D投入对煤炭产业新产品销售收入的影响效应分析、煤炭产业R& D投入对煤炭产业总规模的影响效应分析。本文的基本框架结构见图1-1

提出研究理论假设



绪论

文献综述

煤炭产业 R&D 投入及影响效应的统计

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 煤炭产业 R&D 投入对专利产出的影响效应分析 |  | 煤炭产业 R&D 投入对新产品销售收入的影响效应分析 |  | 煤炭产业 R&D 投入对煤炭产业总规模的影响效应分析 |
|  |  |

结论、建议、展望



图1-1 论文的研究框架结构图

### **1.3.2** 主要工作与创新点

（1）本文使用文献分析法对大量的国内外相关文献进行梳理，分析，借鉴前人的研究成果为本文找到研究切入点；根据本文的研究思路，采集大量的研究数据，并对数据进行统计分析，试图从统计学角度描述产业R& D投入的影响效应，并因此提出本文的理论假设模型，进而用计量经济模型方法对理论假设进行实证分析。

（2）本文的一个创新之处是在进行文献分析以及对相关数据进行统计分析的基础上构建

理论假设模型，提出本文需要论证的对象，并对假设进行实证分析，检验理论假设的准确信，并根据实证结果提炼出有益结论。

（3）本文拟将煤炭产业R& D经费投入，人员投入两个创新投入要素结合起来开展研究工作，试图更为深入提炼出相关结论。目前学术界研究R& D投入绩效侧重分别研究R& D经费投入或人员投入，很少将二者结合起来进行考察，并比较不同创新投入要素的影响效应。

（4）本文的实证研究方法是运用协整理论等专门研究时间序列问题的计量模型分析煤炭产业R& D投入的影响效应。目前关于创新活动绩效的研究多是着眼于相对效率的研究，绝大多数研究使用数据包络模型（DEA）,随机前沿分析（SFA）方法等考察创新投入产出相对效率。考察相对效率的评价模型一般仅适合对多对象创新投入产出进行评价分析，而不能分析基于单个对象的时间序列。

# **2** 文献综述

## **2.1** 相关概念界定

### **2.1.1** **R&D**

《中国科学技术指标，2008》[1]一书中给R& D的定义是，R& D翻译为中文即研究与发展，是指在科学技术领域，为增加知识总量、以及运用这些知识去创造新的应用而进行的系统的

创造性的活动，包括基础研究、应用研究，试验发展三类活动。在科学技术行为中，R& D活动是最具活力与创造性部分，R& D活动能力也是科技创新能力的形成与发展的动力来源，因此可以认为R& D是创新活动的核心部分。

OECD（经济合作与发展组织）给R& D的定义：R& D是指为了使人类文化知识库得以丰富化，并利用丰富的知识进行新的发明而在系统的基础上进行创造性工作。该定义明确了R&D两个关键特征：创造性，知识性，揭示了R& D的本质属性。

按照UNESCO对R& D的概念界定，R& D是指在科技领域中，为了增加知识并运用知识去创造新的应用而进行的系统性的、创造性的活动。

上述是关于R& D定义的几种不同说法，可以发现，不同定义之间并没有显著的差异性。不同主体对R& D的定义都凸显出R& D的本质特征，即创造性，创新性，知识性。基于此，本文认为《中国科学技术指标，2008》中关于R& D的定义较为准确地揭示了R& D的本质特征。

即R& D是在科学技术领域，为增加知识总量、以及运用这些知识去创造新的应用而进行的系统的创造性的活动。同时还将R& D活动分为基础研究、应用研究、试验发展三类活动。本文在应用《中国科学技术 指标，2008》中关于R& D的定义的基础上，再将R& D概念的内涵进一步延伸，即R& D活动不仅仅包括创造知识并应用知识进行系统的创新性活动，还应该包括R& D的成果应用及其产生的效益效果，即R& D活动所产生的新产品，新工艺，新技术能否解决生产实际中面临的问题，能否适应市场需求并带来收益，推动产业发展壮大。

### **2.1.2** 绩效评价

范柏乃[2]指出绩效必需是有效的行为所产生的实际效果；绩效应当体现投入与产出的对

比关系，即绩效好表现为投入少产出多，绩效差表现为投入多产出少；绩效应当可度量。范柏乃揭示了绩效的特征，即绩效是对行为产生的可度量的业绩与效果进行的定量化评价。师

萍[3]等在《中国R&D投入的绩效分析与制度支持研究》一书中给绩效评价的定义是：通过建

立模型，进行系统投入与产出的对比、分析，找出问题与绩效差距，并因此进行绩效改进。以上学者关于绩效以及绩效评价的论述与本文关于煤炭产业R& D投入的影响效应评析的研究设想基本相符，因而本文在此基础上结合研究实际给出影响效应概念：评价主体运用数理统计方法或计量模型对一定时期内研究对象的投入与产出进行系统性的综合评判，找出投入对产出的影响程度，并用数字对该种影响程度进行量化表述，给出正向或负向影响效应的评析结果。

### **2.1.3** 煤炭产业

煤炭产业作为一种资源产业，有广义和狭义之分。广义的煤炭产业涉及了煤炭开采前、开采中与开采后的一系列经济活动。狭义的煤炭产业是指我国国民经济行业代码表中的B06即煤炭的开采和洗选业，也即对各种煤炭的开采、洗选、分级等生产活动，它属于采矿业，包括地下或地上采掘、矿井的运行，以及一般在矿址上或矿址附近从事的旨在加工原材料的

所有辅助性工作。[4]煤炭洗选是利用煤和杂质（矸石）的物理、化学性质的差异，通过物理、

化学或微生物分选的方法使煤和杂质有效分离，并加工成质量均匀、用途不同的煤炭产品的一种加工技术。直接从地上[或地下采掘](http://baike.baidu.com/view/1063687.htm)出的未经过任何加工处理的煤产品，称为毛煤。[毛煤](http://baike.baidu.com/view/1225824.htm)经筛选加工去掉[矸石](http://baike.baidu.com/view/121473.htm)、[黄铁矿](http://baike.baidu.com/view/23102.htm)等后的[煤](http://baike.baidu.com/view/23985.htm)称为原煤，也即原煤不包括石煤、泥煤（泥炭）和伴随

原煤生产过程而采出的煤矸石。随着对环境保护、气候变化的关注，对煤炭的使用要求越来越高，被用户使用的多是经过洗选加工的煤炭制品，如精煤、洗选煤（指将原煤经过洗选和筛选加工后，已除或减少原煤中所含的矸石、硫分等杂质，并按不同煤种、灰分、热值和粒度分成若干品种等级的煤）等。选煤是煤炭工业生产中提高产品质量必不可少的环节，是综合利用资源、节约能源和环境保护的有效途径，也是我国21世纪可持续发展战略中洁净煤技术的重要组成部分。[5]煤炭洗选是煤炭综合加工利用和发展煤洁净技术的基础，可以减少环境污染，提高能源利用效率，减少运力浪费，提高煤炭质量，节约能源。因此，煤炭洗选技术创新是煤炭产业发展的关键与核心环节。为了保证研究的针对性同时鉴于相关数据的可得性，本文将煤炭开采与洗选业作为研究对象，以下简称煤炭产业，并以该产业中大中型工业企业的数据作为产业数据开展本研究。

## 2.2 R& D投入绩效评价研究综述

### 2.2.1 国外R& D投入绩效评价研究综述

国外学者对R&D投入绩效作了大量的研究和积极、有益的探索，取得了很多有价值的研究成果。国外的R&D投入绩效评价研究起始于20世纪50年代左右，先后经历了大约三个发展阶段：

（1）决策事件阶段（1980年之前）。决策事件阶段有学者从方法论角度提出了评价研发活动（R& D）的方法包括：古典模型、投资组合模型及项目评价技术，首次明确了研发活动绩效评价方法，后来的学者在此基础上分别对这三种模型在使用中的优缺点进行了评析，见表

2—1。决策时间阶段的评价理论与方法的主要特征包括：一是引入财务评价方法进行评价活动；二是评价与最终的决策活动都是在特定的时间和组织层面进行；三是在评价活动前期设置固定的指标与评价标准；四是评价与决策的目标、指标以及标准在整个评价过程的周期中不变。

（2）决策过程阶段(1980-1990年)。决策过程阶段中组织决策方法被用来评价研发活动

（R& D）。组织决策方法中，组织设计、多层系统、分散化等的管理理论以及项目管理理论被用来对研发活动（R& D）进行评价，组织决策评价方法的主要思想包括：行为决策辅助及层次分散建模方法。[9]该方法的总体特征主要有：首先是组织决策行为过程在评价研发活动

（R&D）中的价值作用得到认可；其次是组织决策过程而非结果应重点关注；再次是组织决策理论中的具体技术方法如组织设计、层次系统、分散化及项目管理等理论方法在评价项目优劣过程中应该广泛采用；最后是组织决策过程阶段是为了获取有关于一般管理理论的见解，

**表2—1** **决策事件阶段的评价类型及其特点**

| 评价研发活动方  法类型 | 代表人物 | 优点 | 缺点 |
| --- | --- | --- | --- |
| 古典模型 | Jackson[6] | 轮廓图、清单模型、评  分模型和经济指数模型。常用于筛选决策和事前评价中，简明易懂， 操作较简单。 | 主要使用定性分析，评价结  果较为主观，偏重事前评析， 对项目活动缺乏动态跟踪评价。 |
| 投资组合模型 | Baker&Freeland[7] | 决策主体在投资约束条  件下，动态地选择项目组合，运用线性规划方法来评价和选择项目。 | 评价方法比较单调，没有考  虑市场环境等非线性因素的影响，评价结果可行性低。 |
| 项目评价技术 | Souder A[8] | 该评价技术主要包括：  决策树、故障树和相关树，它基于传统的财务评价，是在特定的组织层面和时间点做出的评价与选择。 | 只关注结果，忽视了组织中  人的主观行为意志对评价结果的干扰。 |

注：笔者根据相关研究综述整理而成。

而并不是针对特定的项目评价与决策问题给出特定的答案以供决策选择。同时，决策过程阶段过分强调了过程而没有兼顾结果，也忽视了权变因素对组织决策过程的干扰，并且评价的过程亦不能同时兼顾定性与定量方法，对财务评价方法也较少关注。

（3）综合评价阶段(1991-2000年)。综合评价阶段中，绩效评价方法被越来越多的学者们用于对科技研发活动（R& D）进行评价研究。学者们有基于战略角度、也有基于实物期权角度进行评价研究，这个过程中R&D绩效评价系统也被提出。Brown& Avenaion[10]针对实验室里的科技研发活动（R& D）提出了一个评价分析框架。Kerssens& cook[11]提出构建绩效评价系统所应该遵循的基本原则，指出评价系统不能一成不变，要根据新的组织过程变化情况动态地作出相应调整，而这一过程中必须考虑相关利益群体的诉求。对研发活动（R& D）的评价应该分为早期和中长期：早期应从定性角度战略性的评价研发活动（R& D）绩效；中后期则应定量地对研发活动（R& D）进行绩效评价。综合评价阶段相关理论方法的主要特征包括研发活动（R& D）绩效评价出现系统化、综合化倾向；财务、非财务，定性、定量等评价方法被综合起来使用；利益相关群体、绩效的战略化评价等观点首次被提出。[12]

（4）国外R&D绩效评价研究新方向（2000至今）。进入21世纪后，国外学者开始将政府对科技研发活动投入的绩效问题作为研究对象。有关于政府对科技创新活动投入的绩效问题的研究主要分为两大方向：一是政府对科技研发活动的投入行为对企业科技研发投入的影

响，代表人物有Dominique& Brun[13]等通过研究政府的科技投入活动对企业同类活动的影响效应发现政府对高校、科研机构的公共研发投入对企业研发投入有挤出效应。OECD对政府科研投入行为的关注颇具影响力。OECD在2000年发表的一份研究报告《公共研发支出对企业研发的影响》认为，政府的公共科研投入对企业的R& D投入具有杠杆作用。通过对众多文献的梳理，发现多数研究者支持OECD的研究结论；也有少部分研究者认为政府R& D投入对企业

R&D投入产生挤出效应；二是政府的科研创新活动的投入对经济增长的影响。国外的主流观点认为政府公共R& D活动通过激励社会生产要素投资研究开发部门，进而提高经济增长率和社会福利。代表人物是Morales[14]将研发活动分为基础研究与应用研究，分别讨论了政府的

不同公共R& D政策对经济增长可能产生的影响，研究结果表明通过税收激励以及资助企业科技开发活动和社会公共研发机构的基础研究对经济增长具有显著的正效应，而政府对应用研究活动的资助对企业的研发投入产生挤出效应因而具有负向作用，但总体而言政府对公共R&D活动的资助对经济发展有正向的促进作用。

### 2.2.2 国内R& D投入绩效评价研究综述

科学研究资源投入产出问题既是巨大科技资源投入必须关注的问题，也是政策制订和资源投向的重要依据。作为战略投资，R&D投入与我国国家整体利益与现代化目标关系密切。随着我国中央和地方在科技活动中不断加大科技资源投入力度，科技创新资源利用的效率问题引起人们的广泛关注，对不同区域科技创新资源的投入产出效率进行测度与评价，是当前国内研究的主流。因此，国内许多学者也开始在借鉴国外学者的研究方法成果的基础上开展对R&D投入绩效进行研究。

我国学者对R&D投入绩效的评价研究主要方向包括以下几个方面：

（1）研究R&D投入对经济增长的影响。研究主要集中在两个方面：一是在介绍、引进和应用国外的相关研究成果上，定性分析R&D投入与经济增长之间的关系；二是在运用相关理论结合我国的实际经济数据进行实证检验，定量分析R&D投入给经济发展带来的影响，见表2—2。

（2）R& D投入的效率研究。对R& D效率的评价研究学者们主要使用两类方法进行研究，见表2—3：一是数据包络分析模型（DEA）以及在该模型基础上的衍生模型方法，数据包络分析模型（DEA）是一种专门研究多输入多输出的问题，适用于研究截面数据与面板数据的变化规律；一是随机前沿模型（SFA）包括前沿成本与前沿产出，前沿成本是指在规定的产出

**表 2** **—2 R&** D**投入对经济增长影响的研究成果**

| 年度 | 学者 | 研究方法 | 研究成果 |
| --- | --- | --- | --- |
| 2003 | 潘士远[15] | 文献分析  法，内生经济增长模型 | 内生经济增长理论关于 R&D 支出是经济增长核心因素  的结论和边际收益非递减性的假设具有一定的合理性，且在很大程度上确实抓住了长期经济增长源泉问题的关键所在。 |
| 2007 | 李小平[16] | 数据包络分  析 模 型  （DEA） | 以中国工业行业为样本研究了国际 R&D 溢出对全要素  生产率、技术生产率及技术进步增长的影响，得出国际 R&D 系数显著为正的结果。 |
| 2006 | 陈衍泰[17] | 结构方程方  法 | 验证了自主专利投入产出通过自主创新促进区域工业  发展所起的作用程度，指出不同创新策略对促进区域工业经济增长的影响差异。 |
| 2009 | 陈春晖[18] | 协整检验方  法 | 对我国自主创新活动过程中的 R&D 投入产出问题进行  了实证研究。结果表明，我国科技 R&D 投入和自主创新产出之间存在长期均衡关系。 |
| 2010 | 赵立雨[19] | 协整检验方法 | 经济增长与政府财政科技拨款和科技活动活动经费内  部支出总额存在长期均衡关系，政府研发投入可以促进经济增长；从长期趋势看，政府财政科技投入对经济增长的影响明显高于科技活动活动经费内部支出总额的影响。 |

注：笔者根据相关研究综述整理而成。

条件下达到的最小成本，前沿产出是指在规定的投入条件下达到的最大产出。学者们通过研究我国不同产业、区域以及不同企业的研发投入效率问题，得出的结论大同小异，即我国整体上R&D投入效率偏低，各行业、区域之间的差异较大，需要加大R&D投入力度的同时平衡不同行业、区域之间的差距，从整体上提高科技投入效率。

**表2—3** **R&D投入的效率研究成果**

| 年度 | 学者 | 研究方法 | 研究成果 |
| --- | --- | --- | --- |
| 2005 | 官建成，何颖[20] | 数据包络分析  法（DEA） | 对我国的区域 R&D 活动的创新效率进行了  实证分析，按照有效性值可以将我国各个地区分为几个不同的梯度，大部分地区在不同阶段的创新绩效处于不同的梯度。 |
| 2005 | 闰冰，冯根福[21] | 随机前沿模型  （SFA） | 以中国工业的 37 个行业为研究对象，利用  SFA 考察了 1998 一 2002 年间中国工业 R&D 效率问题，指出中国如果要继续保持经济的较高速度增长，必须采取有力措施积极提高中国工业 R&D 的总体效率水平。 |
| 2003 | 王伟光[22] | 比较创新效率  指数 | 利用比较创新效率指数对 1990-1999 年中  国 38 个工业行业技术创新效率进行实证分析， |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | 结果发现，中国工业行业之间的技术创新效率  差异在 10 年间呈现出缩小的趋势。 |
| 2007 | 孙凯，李煌华[23] | 数据包络分析  法（DEA） | 对我国 30 个省、市、自治区的技术创新效  率进行了实证分析，得出我国大多数省份没有充分利用 R&D 投入的结论。 |
| 2007 | 吴和成，刘思峰  [24] | 基于改进的数  据包络分析法  （DEA） | 对我国区域 R&D 投入的相对效率作了评价  研究，发现我国许多区域 R&D 科技资源利用效率较低。 |
| 2008 | 谢伟，胡玮[25] | 数据包络分析  方法(DEA) | 对我国各省的高新技术产业 R&D 效率、技术  效率和规模效率进行了测算，我国高新技术产业 R&D 效率整体水平较低，各地差异显著，研发投入冗余以及各因素的非协调发展是造成非有效的主要原因。 |
| 2008 | 于洁，刘润生[26] | 非参数的 DEA  一 Malmquist 指数方法 | 对我国科技进步贡献率进行了定量分析，结  果表明技术进步的贡献比技术效率更大。 |
| 2010 | 罗亚非，王海峰  [27] | 超效率数据包  络分析法（DEA） | 构建统一的投入产出指标体系，对不同国家  1998 一 2005 年的 R&D 创新活动进行效率评价， 研究结果表明，大多数国家的 R&D 创新主要依靠规模效率推动，我国的技术进步率不高，应重点加强 R&D 活动中的技术进步，并逐步提高  R&D 投入的规模 |
| 2009 | 白俊红，江可申  [28] | 超越对数随机  前沿模型 | 以1998～2006 年中国大陆30 个省级区域的  面板数据为基础，实证测评了各地区研发创新的相对效率与全要素生产率增长情况，指出我国整体 R&D 创新技术效率较低，且各地区 R&D 创新技术效率存在差异，东部地区高于中、西部。 |
| 2010 | 韩晶[29] | 随机前沿模型  （SFA） | 对我国高技术产业创新效率进行了实证分  析，指出中国高技术产业整体创新效率呈现出改善趋势，中国高技术产业创新产出主要是经费拉动型的。 |

注：笔者根据相关研究综述整理而成。

（3）对政府科技投入绩效评价研究。邓向荣等[30]对各国政府科技投入绩效水平进行了考察，同时针对影响政府科技投入绩效的成因进行对策研究。赵立雨等[31]对我国当前的政府科技投入的现状进行了详细分析，并与世界上其他国家科技研发活动进行比较，提出了运用协整检验理论方法对我国未来的政府科技投入目标强度进行检验。师萍在《科技投入制度与绩效评价》著作中，指出政府科技投入对企业的挤出效应不是造成我国科技投入强度偏低的原因，这对分析我国目前政府科技投入偏低原因提供了新的思路。另外师萍在其著作《中国R&D投入的绩效分析与制度支持研究》中，引入DEA理论模型、协整理论方法，解析了R& D/GDP

偏低的制度因素，提出了促使企业R&D投入的宏观税收对策，对我国政府科技投入绩效评价研究提供了思路，指明了方向，对完善我国科技制度，促进R&D投入，有重要理论意义和实际价值。国内学者们从众多角度探索R&D投入对经济增长的影响，得出不同研究结论，总体看来，多数观点认为R&D投入对经济增长产生正向的促进作用。学者们几乎清一色运用数据包络模型（DEA）或随机前沿模型（SFA）研究R&D投入的效率问题，基本得出了我国当前的R&D投入效率比较低下，并且行业和区域间效率差异较大的研究结论。同时，我国学者对政府科技投入的绩效研究已经不局限于评价政府科技投入效率本身，而是从制度上深入挖掘政府科技投入的内涵，提出研究的新思路，新方法。

## 2.3 煤炭产业、企业创新效率研究综述

### 2.3.1 国外研究综述

国外学者在研究煤炭产业的技术创新效率状况中首先着重强调了科技研发活动（R& D）以及对其投入的重要性，Swabb. L[32]等作者早在1978年就研究指出通过R&D活动能够使煤液化得以实现并促成一个产业的发展，并指出煤炭产业的R&D活动中离不开政府支持鼓励与市场调剂。Jurgen Czwalinna[33]等通过对德国无烟煤产业的研究指出：煤炭产业尽管是传统行业，但是技术创新活动仍然是极端重要的，主要表现在通过技术创新达到提高产品质量上。Sohei Shimada[34]指出了德国煤炭行业由于面临着来自国外廉价煤炭的竞争，在经济形势不景气的情况下仍然能够保持一定规模的R&D投入，因此取得的突破性的技术成果显著地改善开采条件、安全形势，以及提高了生产效率，着重描述了煤炭技术及其对德国煤炭产业的贡献。Paul Mulley[35]研究印度煤炭行业发现，印度大多数煤矿每年面临的问题是如何提高生产力、降低成本，吸引留住拥有优秀技能的人才，减少环境影响以及确保安全的工作条件，面对这样的一个日益复杂的挑战，创新的步伐会加快，而这一切需要整个工业行业加快技术创新的投入力度，以及企业股东、客户、管理者的联动；但是作为传统行业，煤炭产业的研发创新活动往往被忽视，对R&D的投入力度较弱。Hitzman[36]通过对美国矿产行业研究指出了在众多行业都不断增加R&D费用的情况下，矿产行业的R&D经费却不断减少，主要是政府政策变化及行业利润的减少，而矿业行业对经济社会的巨大影响力决定着其需要革命性的技术，创业行业的技术进步需要政府战略性的，长期的科技政策支持，以及源源不断的资金投入。

国外学者主要关注煤炭等矿产行业的研发活动（R& D）产生的某个具体科技成果对整个产业的影响作用，如George R等[37]研究指出将新兴技术引入煤炭工业，将影响该行业的煤矿生产和就业情况，并提供了从1980年到1999年的二十年里，生产增长超过10亿吨/年。矿工

的数量（直接就业的煤矿产业）下降了108000个。同时，死亡率（五年内每100000名工人死亡人数）从62.8下降到33.88，指出了技术创新活动的巨大作用。也有学者根据当前经济发展形势描述了未来煤炭产业R& D活动变化趋势，有相反的趋势。完整的链经济应帮助评估和确定这样的趋势，这将影响未来的选煤厂。完整的链经济应帮助评估和确定这样的趋势，这将影响未来的选煤厂。整体上看国外学者们主要强调了煤炭产业的R& D投入活动的重要性以及科研创新活动成果给整个煤炭产业带来的效应，总体上采用定性研究方法，较少从定量角度研究煤炭产业研发活动的产出绩效。

### 2.3.2 国内研究综述

通过文献梳理发现，国内学者的研究重点主要有三个方面：一是基于产业组织理论角度研究煤炭产业绩效；二是基于不同区域与不同企业差异视角研究煤炭行业技术进步效率；三是从微观角度研究煤炭企业经营效率问题。从研究的视角看，也有部分文献基于会计学角度进行研究。从研究方法看，主要运用数据包络模型（DEA），亦有少数学者使用因子分析法、主成分分析法等多元统计方法。国内学者对煤炭产业绩效研究主要基于产业组织角度探讨煤炭产业市场行为与市场绩效，亦有学者从宏观角度研究煤炭产业或行业创新问题，但主要是通过研究若干个煤炭上市公司来反映整个煤炭产业情况。从微观角度研究煤炭企业经营绩效问题的文献较多，而专门研究单个煤炭企业技术创新绩效问题较少。以下分别展开论述：

（1）从产业组织角度研究煤炭产业绩效。学者对煤炭产业的研究主要应用产业组织理论，研究煤炭产业市场结构，市场集中度对市场绩效的影响，得出的主要结论是我国煤炭产业要提高产业竞争力，必须加快调整煤炭产业市场结构，提高产业集中度，组建能够参与国际竞争的大型巨型煤炭企业，特别是我国国情决定了国家应加大在政策制度上的扶持力度。代表人物主要有吴吟[38]，纪成君[39]等。

（2）从宏观角度研究煤炭行业技术进步率。丁哲新[40]运用非参数Malmquist指数方法实证研究了煤炭行业全要素生产率的变动情况，指出我国煤炭行业整体技术效率较低但是呈现逐年提高的趋势，创新投入资源要素利用率偏低，生产方式粗放。崔跃武[41]运用数据包络模型（DEA）研究构建安徽、河南、ft西、内蒙古四个产煤大省煤炭企业技术创新评价系统，得出了安徽省煤炭企业技术创新效率不高，技术创新资源要素投入不足，科技成果转化率有提高空间。余荣荣等[42]通过运用数据包络模型（DEA）对42家煤炭企业经济效率进行测度，研究发现对于大型煤炭企业，增加研发经费的投入不仅能够提高企业自身的产出水平，还能够

带动整个煤炭产业技术创新能力的提高；对于中小煤炭企业，要提高自身技术创新能力，不仅要加大资金经费的投入力度，还要着眼于人力资源管理，加大专业技术人才的培养，提高员工整体素质。

（3）运用数据包络模型（DEA）研究煤炭经营绩效问题。众多学者主要运用数学模型方法如数据包络模型（DEA）研究煤炭企业经营绩效状况，通过文献梳理，发现绝大部分学者的研究重点是煤炭上市企业或大型煤炭企业经营绩效评价，深入研究煤炭企业创新活动较为少见。得出的研究结论亦大同小异，即当前我国煤炭上市公司整体经营效率不理想，资源配置效率低下，管理水平不高，存在资源浪费严重，机构庞大，人员臃肿等等现状，经营效率有较大的提升空间。[43][44][45]姚平[46]等运用非参数前沿方法中的DEA法和参数前沿方法中的SFA法测算40家煤炭企业综合效率值，并对效率值进行排序，得出不同研究方法测算的结果亦不同，研究过程中应该根据实际情况选择合适的方法。刘天下[47]等基于DEA-CCR改进模型的视角构建煤炭上市公司绩效再评价体系，研究指出我国大部分煤炭企业经受住金融危机的冲击，但是企业仍然存在创新资源利用率低下，创新投入产出有待提高等现状。顾洪梅等[48]综合运用

DEA与VAR模型测算15家我国上市煤炭公司的经营效率，指出了煤炭企业的地区发展差异，企业要加快调整规模结构来提高整体竞争力。

（4）运用因子分析法研究煤炭企业绩效问题。有学者运用多元统计分析方法研究煤炭企业创新活动效率，克服了相对效率研究的缺陷。王传会等[49]运用因子分析法和聚类分析法深入分析我国37家煤炭上市公司经营绩效，指出煤炭采选业企业在统筹偿债能力，运营能力的同时最重要的是保持良好的盈利水平。周爱前等[50]基于财务指标运用因子分析法构建煤炭上市公司业绩的综合评价模型，为公司投资估值提供依据。亦有学者运用主成分分析法研究煤炭企业经营绩效，如严轩琳[51]将主成分分析法应用于煤炭企业绩效评价中，并指出了主成分分析法的优点及其应用趋势。另外还有部分学者从会计学角度对煤炭企业进行绩效评价，池国华等[52]从外部投资者角度研究煤炭上市企业整体绩效。

## 2.4 总结

通过对关于R& D投入绩效评价研究的文献进行梳理，可以发现大部分相关的国内外文献主要集中在分析R& D投入的现状、强度及作用方面，而从国家和地 区层次注重R& D投入产出效率方面的研究还较少。从R& D投入主体上看，研究对象的主体主要是制造业，高新技术产业，对政府R& D投入研究亦比较多。而对众多传统基础性行业如煤炭产业R& D活动的研究较少。研究文献中，主要采用非参数的DEA方法进行效率研究，缺少对R& D投入的影响效应

进行评析，这些都是可供研究的方向。

从研究范畴出发，本文对煤炭企业的创新效率及经营效率相关文献进行梳理，发现学者们基于不同视角研究煤炭企业经营绩效或创新效率，得出各种不同结论。从研究视角看，包括了产业组织理论视角、会计学理论视角；从研究对象的主体看，有从宏观角度研究煤炭行业创新绩效，有从微观角度研究煤炭企业创新绩效；从研究方法看，绝大部分文献使用数据包络分析模型（DEA）及其改进方法，亦有较多学者使用因子分析法，主成分分析法等多元统计方法，另有少数学者使用计量经济模型进行研究。从评价研究的对象上看，大部分文献将煤炭企业经营绩效作为研究重点，而对煤炭产业创新问题进行研究的较少，仅有的研究主要是将煤炭上市公司作为评价研究对象，并因此反映整个煤炭行业情况，但是忽略了煤炭行业中仍然有众多非上市的大中型企业，因此本文从历年的国家科技统计年鉴中采集大中型煤炭企业数据作为本文研究基础来反映整个煤炭产业创新状况。

综合上述前人研究成果及研究空白点，结合本文研究目的，本文将以历年国家统计年鉴及科技统计年鉴公布的煤炭产业相关数据作为研究基础，以理论假设模型为研究支撑，以煤炭产业R&D投入及其影响效应为研究对象，评析产业创新活动投入影响效应。

# 3 1991-2010年我国煤炭产业R& D投入影响效应统计分析

## 3.1 变量选取与数据处理

### 3.1.1 变量选取

通过对众多关于R& D投入产出的研究文献进行梳理发现，尽管学者们从各种角度研究创新投入产出问题，但对于R& D投入产出指标的选取却大同小异。归纳起来，R& D投入主要包括R& D人员投入与R& D经费投入两大要素，学者们[53][54][55][56]普遍使用“R& D人员全时当量”与“R& D经费支出”来表征R& D人员投入与R& D经费投入，也有学者[57]使用R& D活动人员占从业人员比重，技术活动经费占总资产的比重分别表示创新活动在人力上的投入与创新活动在财力上的投入。但本文的研究时间是从1991年-2010年，纵观各年份相关统计年鉴发现由于时间比较长远，指标在各年份的统计口径不断变化，而统计机构也是在最近10年才开始专门统计各产业R& D状况，早期仅统计各产业科学家与工程师人数、科技经费筹集额与科技经费内部支出状况。因此基于数据的可得性及指标选取的科学性原则，也为保持统计口径的一致性，本文选用历年煤炭产业科学家与工程师人员数表征R& D人员投入状况，用煤炭产业科技经费内部支出情况表征R& D经费投入额。

衡量科技创新活动产出状况的指标通常包括国内国际专利申请受理数，专利申请授权数，

国内外检索工具收录的科技论文数，全国技术市场成交合同数，新产品销售收入等。对煤炭产业R& D产出指标的选取，本文借鉴学术界普遍使用的指标：专利产出，新产品销售收入。

[58][59] [60]其中专利是指专利权的简称，是对发明人的发明创造经审查合格后，由专利局依据专

利法授予发明人和设计人对该项发明创造享有的专有权，包括发明，实用新型和外观设计；新产品是指采用新技术原理、新设计构思研制、生产的全新产品，或在结构、材质、工艺等某一方面比原有产品有明显改进，从而显著提高了产品性能或扩大了使用功能的产品。[61]相对于专利申请数，发明专利授权数更能反映煤炭行业技术创新的直接成果，表明技术创新成果获得国家认可。因此本文用历年煤炭产业发明专利授权数表征专利产出。而新产品销售收入则反映了创新成果的商业价值与市场认可度，可以弥补专利不能直接反映技术创新活动的经济价值的缺陷。[62]需要指出的是，煤炭采选业的新产品包括高炉嘭吹煤、精煤、中煤等高附加值产品，也包括利用粉煤灰生产陶粒、化肥、水泥、瓦斯利用以及将煤炭就地转化为可燃气体的煤炭地下气化产品等等。[63]因此用新产品销售收入衡量煤炭产业R& D产出商业化状况。由于中国科技统计年鉴中煤炭产业工业总产值数据通过计量分析表现不平稳，而主营业务收入数据较平稳，并且主营业务收入与工业总产值之间的相关性非常高，相关系数达到99%；

Scherer[64]指出企业R&D投入量一般以企业销售收入为参照，销售收入与生产要素构成比无关，销售收入成为度量企业规模的重要指标。因此结合本文的研究目的，参考孙早等[65]的研究方法选用煤炭产业历年主营业务收入衡量和反映煤炭产业历年的工业生产的总规模和总水平变化状况，并以此表现煤炭产业的规模成长性。综上所述，本文给出煤炭产业R& D投入的影响效应指标体系，见表3-1。

**表3-1** **煤炭产业R&D投入影响效应研究指标**

| 变量 | 指标名称 | 单位 | 指标含义 | 研究期间 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| K | R&D 经费 | 万元 | 表征煤炭产业研发经费投入 | 1991-2010 |
| L | R&D 人员 | 人 | 表征煤炭产业研发人员投入 | 1991-2010 |
| P | 专利产出 | 件 | 表征煤炭产业创新成果产出 | 1996-2010 |
| Y | 新产品销售收入 | 万元 | 表征煤炭产业商业化创新成果 | 1991-2010 |
| S | 产业总规模 | 万元 | 表征煤炭产业规模成长性 | 1991-2010 |

### 3.1.2 数据处理

本文原始数据均来源于《中国科技统计年鉴（1992-2011）》，为了使煤炭产业R& D经费投

入额、新产品销售收入、产业总规模等涉及价格的指标能够反映真实情况，必须消除物价的浮动对分析产生的影响，本文对研究期间的R& D经费投入额、新产品销售收入、产业总规模进行价格平减处理。其中由于R& D经费投入额是用煤炭产业科技经费内部支出表征，煤炭产业科技经费内部支出主要用于固定资产支出及R& D人员薪酬支出，因此本文参照朱平芳[66]，李婧[67]，白俊红[68]等构造的R& D支出价格平减公式对R& D经费额进行价格平减处理。R& D 支

出价格平减公式为*RPI*

0.45*IPI*0.55*CPI*,其中RPI为平减后R& D经费额，IPI，CPI分别指

固定资产投资价格指数，居民消费价格指数。固定资产投资价格指数，居民消费价格指数均来自《中国统计年鉴2011》。《中国统计年鉴2011》提供的固定资产投资价格指数以1991年为基期，而居民消费价格指数以1978年为基期，结合本文的研究期间，亦为了统一统计口径，

本文将居民消费价格指数按公式*CPI* ' *CPI*

*t*

*t*

/ *CPI*

1991折算成1991年的指数。对产业总规模，

新产品销售收入使用《中国统计年鉴2011》提供的工业品出厂价格指数分别予以平减处理。

## 3.2 煤炭产业R& D投入状况描述性统计分析

从1991年到2010年我国煤炭产业无论是R& D经费投入还是R& D人员投入的数据都在逐年的增长，并且在某些年份出现较大幅度增长，见表3-2。虽然个别年份较上年可能出现减少的现象，但是整体上看，我国煤炭产业对以R& D活动为核心的科技创新活动的重视程度在不断加大。

（1）煤炭产业R&D经费，R&D人员整体上都呈现增长趋势，并且二者的变化趋势较为相似。

从1991年到2003年，煤炭产业R& D经费在逐年增长，从最初的11576万元增长到2003

年的159319万元，增长了约14倍，见图3-1。充分说明了煤炭产业对研发创新活动的重视程度。但是各个年份增长的幅度较少。从2003年到2008年五年间，煤炭产业的R& D经费大幅度增长，而到了2009、2010年两年，R& D经费出现较大幅度的下降，分别比2008年下降了35%，26%. R& D经费出现较大幅度波动的原因可能是从2003年开始，随着煤炭价格的大幅度上扬，煤炭行业的景气为加大对科技创新活动的资金投入力度提供了基础条件，而2008年底的金融危机使煤炭行业暂时陷入萧条，促使众多煤炭企业减少对科技研发活动的投入。因此可以说，煤炭产业科技创新活动很大程度上受外部经济景气程度的影响。从图3-1可以看出从1991年到2002年各个年份R& D人员数量差异较大，但是整体上仍然呈现增长趋势，数量从1991年的3562人增加到2002年的33327人，增长了近10倍。从2003年开始，R& D 人

员数逐年递增，从38537增长到2008年的80179人。但是2009年，2010年两年R& D人员分

别下降到69093与65312人，说明2008年底的金融危机使煤炭行业暂时陷入萧条，促使众多煤炭企业减少对科技研发活动的投入，R& D人员也相应出现流失现象。这与R& D经费的变化走势极为相似。再一次印证了煤炭产业科技创新活动深受国内外经济波动的影响。

**表3-2** **1991-2010年煤炭产业R&D投入状况**

| 年份 | R&D 经费  （万元） | 产业 总 规  模（万元） | R&D 人员  （人） | 从业人员  数（人） | R&D 经费占产业  总规模比重（%） | R&D 人员数占  从 业 人 员 比重（%） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1991 | 11576 | 3462136 | 3562 | 3499892 | 0.33 | 0.10 |
| 1992 | 18432 | 4175174 | 6597 | 3930990 | 0.44 | 0.17 |
| 1993 | 8694 | 3632532 | 4230 | 1428914 | 0.24 | 0.30 |
| 1994 | 15790 | 3593168 | 30099 | 3489138 | 0.44 | 0.86 |
| 1995 | 14514 | 4282492 | 10584 | 3878919 | 0.34 | 0.27 |
| 1996 | 27154 | 4931683 | 21219 | 3777350 | 0.55 | 0.56 |
| 1997 | 27286 | 5137394 | 32763 | 3752509 | 0.53 | 0.87 |
| 1998 | 34674 | 4813223 | 22628 | 3406584 | 0.72 | 0.66 |
| 1999 | 45916 | 4850100 | 21437 | 3140809 | 0.95 | 0.68 |
| 2000 | 82638 | 5089114 | 32389 | 2982661 | 1.62 | 1.09 |
| 2001 | 94090 | 6464014 | 34637 | 2840075 | 1.46 | 1.22 |
| 2002 | 134691 | 8450505 | 33327 | 2783345 | 1.59 | 1.20 |
| 2003 | 159319 | 11356523 | 38537 | 2950850 | 1.40 | 1.31 |
| 2004 | 276553 | 17035751 | 43760 | 3281537 | 1.62 | 1.33 |
| 2005 | 348457 | 22689799 | 50105 | 3391339 | 1.54 | 1.48 |
| 2006 | 459007 | 27131857 | 59808 | 3651521 | 1.69 | 1.64 |
| 2007 | 542725 | 32619103 | 73034 | 3575114 | 1.66 | 2.04 |
| 2008 | 684096 | 48691029 | 80179 | 4456529 | 1.40 | 1.80 |
| 2009 | 441213 | 58730924 | 69093 | 3952192 | 0.75 | 1.75 |
| 2010 | 503822 | 77479361 | 65312 | 4115604 | 0.65 | 1.59 |

数据来源：数据采自《中国科技统计年鉴1992-2011》，其中R&D经费与产业总规模经过相应的价格平减处理。

**图3-1** **煤炭产业R&D经费与R&D人员变化趋势图**

R&D人员 R&D费用

人

90000

80000

70000

60000

50000

40000

30000

20000

10000

0

万元

800000

700000

600000

500000

400000

300000

200000

100000

0

年份

1991

1992

1993

1994

1995

1996

1997

1998

1999

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

（2）R& D经费强度与R& D人员强度从1991-2007年呈现增长趋势，从2008年开始分别下降，且R& D经费强度下降更快，见图3-2。本文借鉴谢兰云[69]研究R& D投入强度的方法是用煤炭产业R& D经费占煤炭产业总规模的比重表征煤炭产业R& D经费投入强度。用煤炭产业R&D人员数占从业人员数比重表征R& D人员强度。煤炭产业R& D经费强度从1991年到1999年各个年份变化波动较大，无明显规律可循，见图3-2。从2000年到2003年R& D强度出现了较大幅度的增长，这一点与R& D经费绝对值在2003年才开始大幅度增长不同，原因可能是从2000年开始全国各行业开始在原有基础上加大科技创新活动的投入力度，煤炭产业作为传统产业面临的转型升级压力更大，更迫切需要提高R& D活动投入力度。到了2003年以后一直位于高位。2009年、2010年两年出现较大幅度下降，这一点与对R& D经费支出的绝对值走势相似，更进一步印证了煤炭产业发展受外部经济波动影响较大。

煤炭产业R&D人员数占从业人员比重即R&D人员投入强度从1991年的0.1%上升到2007年的

2.04%，表明了整个产业界对科技创新活动愈加重视。R& D人员投入强度在2008, 2009, 2010三年连续下降，与R& D人员数绝对值变化趋势较为相似，见图3-2。从2008年开始出现下降趋势表明从2008年开始的煤炭行业低迷使得对R& D人员数投入量减少引起了R& D人员数占从业人员比重呈现下降趋势。因此需要进一步加大对科技创新活动的投入力度，减少经济波动造成的影响。R& D投入强度与R& D投入绝对值都受到金融危机的影响出现下降趋势，但是煤炭企业应该清醒认识到，要想顺利实现煤炭产业的转型升级，实现煤炭工业的可持续发展，必须扭转创新资源要素投入下降的趋势。

R&D费用强度 R&D人员强度

**图3-2** **煤炭产业R&D经费投入强度与R&D人员投入强度变化趋势图**

% 2.5

2

1.5

1

0.5

0

年份

## 3.3 煤炭产业R& D产出状况描述性统计分析

从1991年-2010年煤炭产业R& D产出各项指标绝对值总体上不断增长，而相对指标发明专利授权数占专利申请数比例呈下降的趋势，见表3-3。说明能够反映产业技术独创性及能够创造潜在经济价值的发明专利授权数的占有率在减少，突出了产业界原创性科技产出不足，这点值得决策者的高度注意。新产品销售收入占产业总规模比例整体在递增，但2010年出现较大下降现象。具体分析如下：

（1）专利申请数，发明专利授权数逐年增长。从1996-2010年，煤炭产业的专利申请数，

发明专利授权数逐年增长，其中专利申请数从2005年开始大幅度增长，说明煤炭产业的科技活动逐渐活跃，积极开展科技创新活动并能具备较强的知识产权保护意识，见图3-3。发明专利授权数整体上呈现增长趋势，虽然增长幅度较小，但是仍然反映了煤炭企业创新成果较为丰硕。值得注意的是发明专利授权数占专利申请数的比重逐年递减，表明发明专利授权数增长速度慢于专利申请数，凸显了申请专利的质量在下降，专利申请工作需要着重提高发明专利的占有比重。

**表3-3** **1991-2010年煤炭产业R&D产出状况**

| 年份 | 发明专  利授权数  （件） | 专利申请  数（件） | 发明专利授权  数占专利申请数比例（%） | 新产品销  售收入（万元） | 产业总规模（万  元） | 新产品销售收  入占产业总规模比例（%） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1991 | — | — | — | 10123 | 3462136 | 0.29 |
| 1992 | — | — | — | 14300 | 4175174 | 0.34 |
| 1993 | — | — | — | 12623 | 3632532 | 0.35 |
| 1994 | — | — | — | 30187 | 3593168 | 0.84 |
| 1995 | — | — | — | 13344 | 4282492 | 0.31 |
| 1996 | 81 | 131 | 61.83 | 29556 | 4931683 | 0.60 |
| 1997 | 84 | 145 | 57.93 | 9886 | 5137394 | 0.19 |
| 1998 | 80 | 87 | 91.95 | 14124 | 4813223 | 0.29 |
| 1999 | 74 | 115 | 64.35 | 56115 | 4850100 | 1.16 |
| 2000 | 99 | 115 | 86.09 | 111715 | 5089114 | 2.20 |
| 2001 | 73 | 122 | 59.84 | 63392 | 6464014 | 0.98 |
| 2002 | 105 | 166 | 63.25 | 74913 | 8450505 | 0.89 |
| 2003 | 112 | 149 | 75.17 | 249022 | 11356523 | 2.19 |
| 2004 | 101 | 210 | 48.10 | 553502 | 17035751 | 3.25 |
| 2005 | 185 | 250 | 74.00 | 981041 | 22689799 | 4.32 |
| 2006 | 185 | 375 | 49.33 | 1378266 | 27131857 | 5.08 |
| 2007 | 208 | 425 | 48.94 | 1572321 | 32619103 | 4.82 |
| 2008 | 286 | 715 | 40.00 | 2591327 | 48691029 | 5.32 |
| 2009 | 391 | 984 | 39.74 | 3079676 | 58730924 | 5.24 |
| 2010 | 333 | 1314 | 25.34 | 1694784 | 77479361 | 2.19 |

数据来源：相关数据采自《中国科技统计年鉴1992-2011》，新产品销售收入，产业总规模经过相应的价格平减处理；专利授权数在《中国科技统计年鉴1997》开始统计。

件

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

年份

专利申请数（件） 发明专利授权数（件）

**图3-3** **专利申请数，发明专利授权数变化情况**

（2）新产品销售收入的绝对量呈现大幅度增长趋势，但增长率各年份变化较大，并呈现下降趋势。从1991到2002年各年份煤炭产业新产品销售收入绝对值很小，年平均仅为36690

万元，从2003年开始出现较大幅度的增长，从2003年的249022万元增长到2009年的3079676

万元，增长了11倍，2010年又下降到1694784万元，见图3-4。由此可见2008年底的金融

危机对煤炭产业影响很大。新产品销售收入增长率从1991年到2002年各年份变化差异比较

大，从2003年开始呈现逐年下降趋势。原因可能是从2003年开始煤炭产业强劲复苏，煤价大幅攀升，煤炭企业享受着高煤价带来的收益，依靠科技创新活动提高企业收益的驱动力在减弱，虽然对科技创新活动的投入在增加，但是其带来的新产品销售收入增长率却明显减少，说明了科技创新活动的效率在下降。因此煤炭产业应该着力提高对以R& D为核心的科技创新活动的重视程度，注重创新效率的提高。减少产业的发展对外部环境的依赖，将产业发展牢牢建立在高效率的创新活动上来。

%

**图3-4** **煤炭产业历年新产品销售收入及其增长率变化状况**

新产品销售收入 新产品销售收入增长率

万元

3500000

3000000

2500000

2000000

1500000

1000000

500000

0

3.5

3

2.5

2

1.5

1

0.5

0

-0.5

-1

年份

（3）产业总规模绝对量大幅度增长，但是增长率各年份变化较大，无明显规律可循。从图3-5可以明显看出煤炭产业总规模从1991-2002年的绝对值各个年份保持平稳，平均值为

4906794万元。从2003年开始逐年增长，且增长幅度较大，从2003年的113565237万元增

长到2010年的77479361万元，增长了近7倍。说明了从2003年开始我国煤炭产业开始强劲



产业总规模 产业总规模增长率

万元

90000000

80000000

70000000

60000000

50000000

40000000

30000000

20000000

10000000

0

% 0.60

0.50

0.40

0.30

0.20

0.10

0.00

-0.10

-0.20

年份

成长，规模大幅扩张。原因可能是从2002年开始国内外对煤炭等能源的需求量大幅提高，煤炭价格也随之升高，同时由于国家在上世纪末开启的国有企业改革，对煤炭行业众多国有企业的改革重组亦显现出了改革效果，都有效推动了煤炭产业的成长及规模的扩张。

**图3-5** **煤炭产业总规模及其增长率变化状况**

# 4 理论假设的提出及研究方法介绍

## 4.1 理论假设

### 4.1.1 理论假设一

基于以下两点分析，本文提出第一个理论假设1*a*：煤炭产业R& D经费的投入对专利产出的增长具有正向促进效应。

第一点，从1996-2010年煤炭产业R& D经费与专利产出二者在整体上变化趋势基本一致，见图4-1，说明二者之间可能存在一定的相关关系，都是从1996年到2008年逐年上升，而

R& D经费额在2009、2010年有较大幅度下降，发明专利授权数在2009年达到最大391, 2010年下降为333。这也充分说明了R& D投入的产出效果存在着一定的滞后性，当年的投入往往在数年以后才能产生效果。

第二点，多数研究文献认为R& D经费投入对专利产出具有正向的促进效应，吴和成等[70]通过研究我国制造业R& D投入对专利产出的影响效应发现我国制造业行业R& D经费投入对专利产出具有显著的正向促进效应。肖文峰等[71]运用灰色关联分析法研究指出R& D经费支出对专利产出具有显著地正向促进作用，其中试验发展R& D经费与专利产出关系最密切。张赤东等[72]通过文献综述的形式总结了前人的研究成果，结论显示了多数学者支持R& D经费投入能够有效促进专利产出的结论。

件

450

万元

800000

400

700000

350

600000

300

500000

250

400000

200

150

300000

100

200000

50

100000

0

0

年份

发明专利授权数

R&D费用

**图4-1** **R&D经费支出与发明专利授权数变化趋势折线图**

### 4.1.2 理论假设二

基于以下两点分析本文提出第二个理论假设1*b*：煤炭产业R& D经费的投入对新产品销售收入具有正向促进效应。



R&D费用 新产品销售收入

万元

800000

700000

600000

500000

400000

300000

200000

100000

0

3500000

3000000

2500000

2000000

1500000

1000000

500000

0

年份

第一点，从1991年到2002年煤炭产业R& D经费与新产品销售收入变化趋势比较相似，二者缓慢增长，从2003年开始都大幅度上扬，其中R& D经费在2008年开始下降，新产品销售收入在2009年开始下降，见图4-2。再次印证了R& D投入的产出效果存在着一定的滞后性，当年的投入往往在数年以后才能产生效果。图4-2还反映了煤炭产业R& D经费投入额与新产品销售收入变化趋势相类似，说明二者之间可能存在一定的相关关系。

**图4-2** **R&D经费支出与新产品销售收入变化趋势折线图**

1991

1992

1993

1994

1995

1996

1997

1998

1999

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

第二点，张超[73]通过构建SVAR模型指出R& D经费投入在经历两年的滞后期后对新产品销售收入产生促进作用。王晓珍等[74]实证研究了我国高新技术产业的科技经费投入对新产品销售收入的影响，发现科技经费投入对新产品销售收入的影响效应呈现周期性，且影响程度在中期最显著。

### 4.1.3 理论假设三

由于很少有文献研究R& D经费投入对产业规模的影响，本文鉴于已有的R& D经费与经济增长关系的研究成果，结合以下两点分析提出第三个假设1*c*：煤炭产业R& D经费的投入对煤炭产业总规模的增长具有正向促进效应。

第一点，从1991年到2008年煤炭产业R& D经费与产业总规模变化趋势较为一致，都是在1991到2003年保持平稳状态，从2003年开始逐年上升，其中煤炭产业总规模在2003 年

之后呈现逐年增长趋势，而R& D经费额在2009年、2010年两年出现较为明显的下降，见图4-3. R& D经费与煤炭产业总规模二者变化趋势较为相似，可见二者之间可能存在一定的相关关系。

第二点，一般认为R&D经费投入是能够促进经济增长的，范黎波[75]，岳金桂[76]，朱文静

[77]等都运用协整理论模型实证分析了我国R& D经费投入与经济增长的关系，研究表明了R&D经费投入能有效地促进经济增长。张明喜[78]基于面板数据的协整检验分析了我国高新区内

R&D投入现状，研究发现高新区内资本投入、R&D投入与经济增长呈显著正相关关系。

万元

**图4-3** **R&D经费与煤炭产业总规模的变化趋势折线图**



R&D经费 产业总规模

万元

800000

700000

600000

500000

400000

300000

200000

100000

0

90000000

80000000

70000000

60000000

50000000

40000000

30000000

20000000

10000000

0

年份

### 4.1.4 理论假设四

本文根据煤炭产业实际情况，结合以下两点分析提出第四个假设2*a*：煤炭产业R& D人员的投入对专利产出具有正向促进效应。

第一点，煤炭产业R& D人员数与发明专利授权数二者变化趋势基本一致，都是从1996年开始逐年上升，到2008年或2009年出现下降趋势，见图4-4。其中R& D人员数从2009年开始下降，发明专利授权数在2010年下降。发明专利授权数比R& D人员数滞后一年下降，说明了R& D活动产出效果往往存在滞后性。从图4-4中可以看出二者之间可能存在一定的相关关系。

第二点，有学者研究指出专利产出与R& D经费及R& D人员都有正的相关性，并且专利产出对R& D人员的变化更加敏感。[79]也有学者认为R& D投入对专利产出没有显著影响。

R&D人员数 发明专利授权数

人

90000

80000

70000

60000

50000

40000

30000

20000

10000

0

件

1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010

450

400

350

300

250

200

150

100

50

0

年份

**图4-4** **R&D人员数与发明专利授权数变化趋势折线图**

### 4.1.5 理论假设五

基于以下两点分析，本文提出第五个假设2*b*: R&D人员的投入对煤炭产业新产品销售收入具有正向促进效应。

人

90000

万元

3500000

80000

3000000

70000

2500000

60000

50000

2000000

40000

1500000

30000

1000000

20000

10000

500000

0

0

R&D人员数

新产品销售收入

**图4-5** **R&D人员数与新产品销售收入变化趋势折线图**

第一点，煤炭产业R& D人员数从1993年到1999年各个年份变化较大，而新产品销售收入折线图从1991年到1999年保持平稳，几乎成一条直线。从2000年开始，二者的变化趋势

较为一致，都呈现大幅度上升趋势，2009年R& D人员数开始下降，新产品销售收入较R& D人员投入滞后一年下降，见图4-5，印证了R& D投入产出的滞后性，同时图4-5可以看出二者之间可能存在一定程度的相关关系。

第二点，黄鲁成[80]通过分析北京制造业中技术创新投入产出状况得出了R& D人员投入与新产品销售收入关系显著的结论。杨娟[81]运用典型相关分析法同样得出R& D人员是影响新产品产出的最大因素。

### 4.1.6 理论假设六

煤炭产业R& D人员数从1993年到1999年各个年份变化较大，而煤炭产业总规模折线图从1991年到1999年保持平稳，无较大变化。从2000年以后，R& D人员数逐年上升，在2009年、2010年出现下降趋势，见图4-6。但是产业总规模从2000年到2010年始终保持上升趋势。煤炭产业R& D人员与煤炭产业总规模变化趋势差异明显。张长征等[82]指出企业规模与R&D人员投入强度关系不显著。任海云等[83]进一步研究指出制造业上市公司R& D人员强度及R&D经费强度都与企业规模显著负相关。由于以往文献中很少有专门研究R& D人员与产业规模之间的关系，本文借鉴学者对R& D人员与企业规模之间关系的研究结论，提出第六个假设2*c* ：

R&D人员的投入对煤炭产业总规模的成长性具有负向影响效应。

万元

**图4-6** **R&D人员数与煤炭产业总规模变化趋势折线图**



R&D人员 产业总规模

人

90000

80000

70000

60000

50000

40000

30000

20000

10000

0

90000000

80000000

70000000

60000000

50000000

40000000

30000000

20000000

10000000

0

年份

### 4.1.7 小结

本文将以上六个理论假设整理成一个理论假设模型，见图4-7. R& D经费、R& D人员分别通过一条箭线指向R& D活动产出指标，加号表示R& D投入指标对相应的R& D产出指标产生正

向促进效应，如R& D经费投入对专利产出具有正向促进效应；减号表示R& D投入指标对相应的R& D产出指标产生负向影响效应，如R& D人员投入对新产品销售收入产生负向影响效应。

专利产出

R&D 经费

+

新产品销售收入

+

R&D 人员

产业总规模

+

+

+

**图4-7** **R&D投入产出理论假设关系示意图**

具体为：

假设1*a*：煤炭产业R& D经费的投入对发明专利授权数的增长具有正向促进效应。假设1*b*：煤炭产业R& D经费的投入对新产品销售收入具有正向促进效应。

假设1*c*：煤炭产业R& D经费的投入对煤炭产业总规模的增长具有正向促进效应。假设2*a*：煤炭产业R& D人员的投入对专利产出具有正向促进效应。

假设2*b*: 煤炭产业R&D人员的投入对新产品销售收入具有正向促进效应。

假设2*c*：煤炭产业R&D人员的投入对煤炭产业总规模的成长性具有负向影响效应。

## 4.2 计量经济模型

### 4.2.1 协整理论

基于时间序列的经济数据一般是非平稳的，对非平稳数据建立计量模型往往产生“伪回归”问题。需要指出的是时间序列的平稳性是指时间序列数据的随机过程的统计特征随着时间的变化而变化。[84]克服“伪回归”问题的通常做法是对时间序列变量进行差分使其平稳化，但这又导致了原时间序列变量中的经济信息被稀释掉。1987年Engle和Granger提出的协整理论及其方法为研究非平稳时间序列提供了有效的途径，协整理论的本质思想是非平稳的时间序列的线性组合却可能是平稳序列，称这样的平稳线性组合为协整方程。[85]高铁梅[86]用数学方法给出了协整的定义：

*k*维向量时间序列*yt*

( *y*1*t*

，*y*2*t*

，, *ykt*

)' (*t*1,2,*T*)的分量序列时间被称为d, b阶协整，

记为*yt*

~ *CI* (*d*, *b*), 如果满足：

（1）*yt* ~ *I* (*d* ), 要求*yt*的每个分量都是d阶单整的；

（2）存在非零向量**，使得**' *y* ~ *I* (*d**b*),0*b**d* 。

*t*

则简称*yt*是协整的，向量**被称为协整向量。

具备协整关系

构建误差修正模型

协整检验

从协整的定义中可以看出：协整变量首先是非平稳变量，经过一次或者多次差分后变平稳。协整变量必须是同阶单整，因此在进行协整检验之前必须要对时间序列进行平稳性检验，并检验变量的同阶性。根据协整理论方法特点，一般的研究思路是沿着以下几个经典步骤进行，见图4—8。

变量是同阶单整

对时间序列变量进行平稳性检验

Granger 因果关系检验

**图4-8** **协整检验及Granger因果关系检验步骤过程**

### 4.2.2 单位根检验

单位根检验是检验时间序列平稳性的标准方法，计量经济学中一般有6种单位根检验方法。本文将使用Augmented Dickey-Fuller test(ADF)检验方法。Dickey& Fuller在1979年提出了ADF检验方法，ADF检验法的回归方程为：

*yt*

*p*1

*yt*1*i**yt**i**ut*

*i*1

*T*1,2,, *T*

(1)

*yt*

*p*1

*yt*1*a**i**yt**i**ut*

*i*1

*T*1,2,, *T*

(2)

*yt*

*p*1

*yt*1*a**t**i**yt**i**ut*

*i*1

*T*1,2,, *T*

(3)

方程式（1）不含有常数项与时间趋势项，方程式（2）含有常数项但不含有时间趋势项，方程式（3）同时含有常数项与时间趋势项。在进行ADF检验时一般先从方程式（1）开始逐个反复进行检验，检验如果接受原假设：*H*0: **0，则序列至少存在一个单位根，也即序列不

平稳；检验如果接受备选假设：*H*1:**0，即序列不存在单位根，也即序列具有平稳性。一般的，一个非平稳时间序列*yt*在第n-1次差分不平稳，在第n次差分平稳，则说明这个时间

序列变量是n阶单整，即*yt*

### 4.2.3 协整检验[87]

~ *I* (*n*) 。

协整检验从对象上分主要有两种检验法：一种是基于回归系数的协整检验，如Johansen协整检验；另一种是基于回归残差的协整检验如Engle一Granger两步法。Johansen是一种检验多变量序列协整关系的较好的方法，而Engle一Granger两步法适合检验单变量序列协整关系。考虑到两种检验方法的使用特点及本文的研究实际，本论文采用Johansen协整检验法。Johansen检验主要是运用特征根迹检验（trace检验），其检验统计量 为

*k*

*R**T*ln(1*i* ), *r*0,1, *k*1

*i**r*1

(4)

*r*称为特征根迹统计量。依次检验统计量的显著性：当**0某一显著性水平下Johansen分布临界值（以下简称临界值）时，表明不存在协整关系，反之则表明至少存在一个协整向量，需要继续检验**1的显著性。当**1 临界值时，表明至少存在两个协整向量，以下类推。

### 4.2.4 误差修正模型

1978年Davidson、Hendry、Srba和Yeo提出了误差修正模型基本形式，又称为DHSY模型。误差修正模型的基本思想是如果时间序列变量之间存在协整关系，即时间序列变量之间存在长期均衡关系，而实际数据却是由“非均衡过程”生成，因此变量之间的长期均衡关系是在实际数据的短期动态非均衡过程的不断调整下得以维持。误差修正模型(ECM)的表达式为：

*yt* **( *yt*1 *k*0 *k*1 *xt*1 )**2*x*1*t*，其中**(**1 1)称为调整系数，表示在*t*1期*yt*1 关

于*k*0 *k*1 *xt*1之间的偏差的调整速度。估计误差修正模型（ECM）主要有两个步骤：第一步是

通过最小二乘法OLS法建立长期均衡的关系模型，估计时间变量间的协整回归系数，若估计得到的残差序列平稳时，变量间就存在相互协整的关系，长期均衡关系模型是合理的，各项系数有意义；第二步是构建误差修正模型，也即建立短期动态关系。以一阶差分形式重新构造长期均衡关系模型中的各项变量，并将第一步中估计出的残差序列作为解释变量引入，逐项检验短期动态关系中的各项变量，剔除不显著的项，直到找出最合适的误差修正模型表达式。[88]

### 4.2.5 Granger因果关系检验[89]

1969年Granger提出了一个判断因果关系的检验，解决了判断一个变量的变化是否是引起另外一个变量变化的原因的问题，称为Granger因果检验。Granger因果检验的基本思路是对于两个变量*x*, *y*，当用*y*的滞后值对*y*进行自回归时，如果引入*x*的滞后值能够使回归的

解释程度提高，则称*x*是*y*的Granger原因，否则即为非Granger原因。[90]要检验“变量*x*不是引起变量*y*变化的Granger原因”的原假设，要求对下列两个回归模型进行估计，无约束

*m m*

条件回归方程为*yt* *a*0 *ai yt**i* *i xt**i* *t*

（5）

*i*1 *i*1

*m*

有约束条件回归方程为*yt* *a*0 *ai yt**i* *t*

*i*1

（6）

用方程（5）（6）的残差平方和*RSSU*, *RSSR*构造F统计量为：

*F*( *RSSR**RSSU* ) / *m* ~ *F*(*m*, *n*(*k*1))

*RSS* /(*n*(*k* 1))

*U*

（7）

其中n是样本观察值的个数：k是无约束回归方程中解释变量的个数；m是参数限制个数，即样本X的滞后期数。接着，检验联合假设：*H*0: **1**2…=*m*0，*H*1: *i*中至少有一个不为零，*i*1, 2,…，m。在给定的显著性水平下，如果F统计量大于临界值*Fa* (*m*, *n*(*k*1))，则拒绝原假设*H*0，即*x*是引起*y*变化的Granger原因，否则接受备择假设，变量*x*不是引起变量*y*变化的Granger原因。 同理可以检验“变量*y*不是引起变量*x*变化的Granger原因”。

需要指出的是Granger因果检验只能建立在平稳变量之间或存在协整关系的非平稳变量之间，同时Granger因果检验对不同的滞后期长度比较敏感。因此在进行Granger因果检验时需要综合不同滞后期长度的检验结果得出最终结论。

# 5 R& D投入对专利产出影响效应的实证分析

煤炭产业R& D投入指标分别是：R& D经费额K、R& D人员数L，专利产出用发明专利授权数P来表示。为消除时间序列中存在的异方差现象，对K、L、P分别取对数，依次表示为LNK，LNL，LNP，取对数后的数据不改变原有的趋势及协整关系。

## 5.1 数据平稳性检验

根据表4-8介绍的分析步骤，首先借助Eviews6.0软件对LNK, LNL, LNP进行平稳性检验，得到如表5-1平稳性检验结果：R& D经费、R& D人员数、发明专利授权数三个原始时间序列取对数后表现为不平稳，但是经过对LNK, LNL, LNP一阶差分后表现为平稳，且都在5%的显著性水平下通过检验，表明了LNK, LNL, LNP都是一阶单整序列，可以进一步进行协整检验。

**表5-1** **平稳性检验结果**

| 变量 | ADF 检验值 | 检验类型（C,T,K） | 5%临界值 | 10%临界值 | 结论 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| LNK | 0.2138 | （C,T,3） | -3.829 | -3.363 | 不平稳 |
| LNL | -2.1797 | （C,T,3） | -3.9334 | -3.4203 | 不平稳 |
| LNP | -1.7038 | （C,T,3） | -3.8753 | -3.3883 | 不平稳 |
| DLNK | -4.2 | （C,T,3） | -3.829 | -3.363 | 平稳 |
| DLNL | -4.3094 | （0,0,3） | -1.971 | -1.6104 | 平稳 |
| DLNP | -6.3749 | （C,T,3） | -3.8753 | -3.3883 | 平稳 |

注：（1）表中DLNK, DLNL, DLNP分别表示LNK, LNL, LNP的一阶差分序列，（C, T, K）表示单位根检验形式包括常数项、时间趋势项和滞后阶数；

（2）临界值来源于软件Eviews6.0。

## 5.2 协整检验与误差修正模型

LNK, LNL, LNP都是同阶单整序列，满足进行协整检验的条件。运用Eviews6.0软件中的

Johansen检验方法对LNK, LNL, LNP进行协整检验，得到如表5-2的检验结果。

**表5-2** **Johansen协整性检验结果**

| 假设的协整数 | 特征根 | 迹统计量 | 5%临界值 | P 值 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0.928258 | 69.12114(56.1609) | 39.19275 | 0.0000 |
| 至多 1 个 | 0.845265 | 34.87040(28.3322) | 20.26184 | 0.0003 |
| 至多 2 个 | 0.557935 | 10.61188(8.62215) | 9.164546 | 0.0264 |

注：以上结果全部来源于软件Eviews6.0

本文在对LNP, LNK, LNL三个变量进行Johansen检验时，鉴于许治等[91]的研究成果，即

Johansen检验往往过分倾向于认为有限样本或小样本的变量之间存在协整关系，因此参考Reinsel& Ahn [92]，用(T-NK) /T乘以Johansen检验中的迹统计量进行调整，其中T、n、k分别为样本容量、变量个数、VAR模型滞后阶数。表5-2 Johansen协整性检验结果表明在5%显著性水平下，LNP, LNK, LNL之间存在两个协整关系，且标准化的协整向量（LNP, LNK, LNL, C）为（1, -1.432219, 0.255141, 6.952659）。本文得到第一个协整方程式 ：

*LNP*1.432219*LNL*0.255141*LNK*6.952659

（5.1）

如果变量之间存在协整关系，即存在长期均衡关系，而长期均衡关系是在实际数据的短期动态非均衡过程的不断调整下得以维持，因此有必要建立误差修正模型以描述专利产出随着R& D经费，R& D人员投入的短期波动向长期均衡调整的动态过程。式5.2即为所求误差修正模型。

*DLNP*0.16233*EC*10.2502*DLNP*10.1883*LNL*10.3211*LNK*1

(5.2)

以上分析结果表明：

（1）从1996-2010年间，煤炭产业专利产出，R& D经费，R& D人员之间存在长期均衡关系。

R& D人员每提高1%，专利产出增长1.432219%; R& D经费每增长1%，专利产出减少0.255141%，说明R& D人员投入对专利产出具有明显的促进作用，而R& D经费投入对专利产出甚至产生负效应，见式5.1。原因可能是煤炭行业中众多大型国有企业偏向于将R& D经费技术的引进与专利的购买，占用了原本用于驱动激励研发人员的R& D经费投入，从而R& D经费的提高反而对专利的产出产生负效应。

（2）*EC*1作为误差修正项其系数反映了误差修正模型对偏离长期均衡的调整修正力度。

*EC*1的系数为-0.16233，符合反向修正机制。表明上年度的专利产出，R&D经费投入，R&D人员投入的非均衡误差以16.233%的比率对本年的专利产出做出修正，促使短期的非均衡状

态向长期均衡状态调整。

## 5.3 Granger因果关系检验

协整检验方法只能检验时间序列之间是否存在长期的均衡关系，因此还需要使用Granger因果关系检验进一步验证时间序列之间的因果关系。检验结果见表5-3。由于Granger因果关系检验对滞后期非常敏感，本文检验多个滞后期以便得出综合性结论。

由表5-3可知，当滞后期为1年时，R& D人员投入，R& D经费投入是专利产出变化的Granger原因，当滞后期为2年时，R& D经费投入是专利产出变化的Granger原因。滞后期为3,4年时，R& D人员投入，R& D经费投入都不构成专利产出变化的Granger原因。而专利产出始终没有构成R& D人员投入，R& D经费投入变化的Granger原因。

**表5-3** **Granger因果关系检验结果**

| 滞后期 | Granger 因果性 | F 值 | P 值 | 结论 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | LNL 不是 LNP 的 Granger 原因 | 5.036 | 0.0464 | 拒绝 |
| LNP 不是 LNL 的 Granger 原因 | 0.59204 | 0.4578 | 接受 |
| LNK 不是 LNP 的 Granger 原因 | 7.57072 | 0.0188 | 拒绝 |
| LNP 不是 LNK 的 Granger 原因 | 2.23639 | 0.1629 | 接受 |
| 2 | LNL 不是 LNP 的 Granger 原因 | 3.21039 | 0.0947 | 接受 |
| LNP 不是 LNL 的 Granger 原因 | 0.04372 | 0.9574 | 接受 |
| LNK 不是 LNP 的 Granger 原因 | 3.2612 | 0.0921 | 拒绝 |
| LNP 不是 LNK 的 Granger 原因 | 2.67609 | 0.1289 | 接受 |
| 3 | LNL 不是 LNP 的 Granger 原因 | 3.66924 | 0.0978 | 接受 |
| LNP 不是 LNL 的 Granger 原因 | 0.57801 | 0.6543 | 接受 |
| LNK 不是 LNP 的 Granger 原因 | 3.61762 | 0.1001 | 接受 |
| LNP 不是 LNK 的 Granger 原因 | 0.67700 | 0.6025 | 接受 |

注：笔者根据Eviews检验输出结果整理而成

## 5.4 小结

通过验证发现，我国煤炭产业专利产出，R& D经费，R&D人员三个时间序列的原始数据是非平稳的，经过一阶差分后平稳。该三个时间序列之间存在协整关系，也即从1996-2010年看，三者之间存在着长期均衡关系。R& D人员投入对专利产出产生积极的促进作用，R& D经费

对专利产出产生一定程度上的阻碍作用，该结论直接推翻了假设1*a*：煤炭产业R& D经费的投入对专利产出具有正向促进效应。验证了假设2*a*: R& D人员的投入对专利产出具有正向促进效应。出现该现象的原因可能是当前我国煤炭行业中大部分企业的科技发展策略仍然是“重引进，轻自创”，“重应用，轻基础”，大量的科技开发经费被用于企业的低成本扩张，企业偏重技术的引入及专利的购买而轻视自主研发，长期的创新意愿不足会致使R& D资金投入不能形成有效的知识技术的积累，并最终影响产业专利产出。

# 6 R& D投入对新产品销售收入的影响效应的实证分析

煤炭产业R& D投入指标分别是：R& D经费额K、R& D人员数L，创新活动商业化产出用新产品销售收入Y来表示。为消除时间序列中存在的异方差现象，对K、L、Y分别取对数，依次表示为LNK, LNL, LNY，取对数后的数据不改变原有的趋势及协整关系。

## 6.1 数据平稳性检验

根据表4-8介绍的分析步骤，首先借助Eviews6.0软件对LNK, LNL, LNY进行平稳性检验，得到如表6-1平稳性检验结果：R& D经费、R& D人员数、新产品销售收入三个原始时间序列取对数后表现为不平稳，但是经过对LNK, LNL, LNY一阶差分后表现为平稳，且都在5%的显著性水平下通过检验，表明了LNK, LNL, LNY都是一阶单整序列，可以进一步进行协整检验。

**表6-1** **平稳性检验结果**

| 变量 | ADF 检验值 | 检验类型（C,T,K） | 5%临界值 | 10%临界值 | 结论 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| LNK | -2.2405 | （C,0,3） | -3.0522 | -2.6666 | 不平稳 |
| LNL | -2.4079 | （C,0,4） | -3.0310 | -2.6552 | 不平稳 |
| LNY | -2.3459 | （C,T,4） | -3.6736 | -3.2774 | 不平稳 |
| DLNK | -6.5089 | （C,0,3） | -3.0404 | -2.6606 | 平稳 |
| DLNL | -4.4146 | （C,0,3） | -3.0522 | -2.6666 | 平稳 |
| DLNY | -4.6293 | （C,T,3） | -3.0403 | -2.6606 | 平稳 |

注：（1）表中DLNK, DLNL, DLNY分别表示LNK, LNL, LNY的一阶差分序列，（C, T, K）表示单位根检验形式包括常数项、时间趋势项和滞后阶数；

（2）临界值来源于软件Eviews6.0。

## 6.2 协整检验与误差修正模型

通过验证，LNK, LNL, LNY都是同阶单整序列，满足进行协整检验的条件。运用Eviews6.0

软件中的Johansen检验方法对LNK, LNL, LNY三个时间序列进行协整检验，得到如表6-2的检验结果。

**表6-2** **Johansen协整性检验结果**

| 假设的协整数 | 特征根 | 迹统计量 | 5%临界值 | P 值 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0.661229 | 44.60148(37.9113) | 35.19275 | 0.0037 |
| 至多 1 个 | 0.637961 | 25.11770(21.35) | 20.26184 | 0.0099 |
| 至多 2 个 | 0.315745 | 6.829650(9.0201) | 9.164546 | 0.1357 |

注：以上结果全部来源于软件Eviews6.0

表6-2表明LNY, LNK, LNL之间存在两个协整关系，且标准化的协整向量（LNY, LNK, LNL, C）为（1, -1.512482, 0.685599, -2.402898）。本文得到第二个协整方程式：

*LNY* 1.512482*LNK*0.685599*LNL*2.402898

（6.1）

如果变量之间存在协整关系，即存在长期均衡关系，而长期均衡关系是在实际数据的短期动态非均衡过程的不断调整下得以维持，因此有必要建立描述新产品销售收入随着R& D经费，R& D人员投入的短期波动向长期均衡调整的动态过程的误差修正模型：

*DLNY*0.121892*EC*1 0.675723*DLNY*1 0.537429*DLNY*2 0.157514*DLNL*1 以上分析

0.985756*DLNL*2 0.205642*DLNK*1 0.813822*DLNK*2

结果表明：

（1）从1991-2010年间，煤炭产业新产品销售收入，R& D经费，R& D人员之间存在长期均衡关系。R& D经费每提高1%，新产品销售收入增长1.512482%. R& D人员每增长1%，新产品销售收入减少0.685599%，说明R& D经费投入对新产品销售收入具有明显的促进作用，而R&D人员投入对新产品销售收入产生负效应，见式6.1。原因正如第四章的分析结果：煤炭行业中众多大型企业偏向于将R& D经费投向技术的引进与专利的购买，以及应用技术的开发，短时期内能够促进新产品的大量开发及其销售额的提高，但是长期占用了原本用于驱动激励研发人员的R& D经费投入，忽视了对R& D人力资源的开发与激励，使得R& D人员反而抑制了新产品产值。R& D经费与R& D人员两大创新投入资源之间没有形成有效的整合以便共同驱动煤炭产业专利产出及新产品销售收入的增长。同时也反映了一个现实，我国煤炭产业界大多数科学家和工程师等直接创造科技成果的人员主要集中在大学或其他科研机构，国内现阶段的技术转化环境政策不完善，科技人员的产出成果转化成现实生产力的能力低下。根本原因仍然是整个煤炭行业不重视行业的长远发展，缺乏有效的技术创新发展规划，自主创新动力不

足。

（2）*EC*1作为误差修正项其系数反映了误差修正模型对偏离长期均衡的调整修正力度。

*EC*1的系数为-0.121892，符合反向修正机制。表明上年度的新产品销售收入，R& D经费投入，

R&D人员投入的非均衡误差以12.1892%的比率对本年的新产品销售收入做出修正，促使短期的非均衡状态向长期均衡状态调整。

## 6.3 Granger因果关系检验

由于LNK, LNL, LNY三个时间序列之间具有协整关系，因此用Granger因果关系检验进一步验证时间序列之间的因果关系。检验结果见表6-3。由于Granger因果关系检验对滞后期非常敏感，本文检验多个滞后期以期得出综合性结论。

**表6-3** **Granger因果关系检验结果**

| 滞后期 | Granger 因果性 | F 值 | P 值 | 结论 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | LNL 不是 LNY 的 Granger 原因 | 0.0628 | 0.8053 | 接受 |
| LNY 不是 LNL 的 Granger 原因 | 4.05850 | 0.0611 | 接受 |
| LNK 不是 LNY 的 Granger 原因 | 4.59656 | 0.0477 | 拒绝 |
| LNY 不是 LNK 的 Granger 原因 | 0.04567 | 0.8335 | 接受 |
| 2 | LNL 不是 LNY 的 Granger 原因 | 6.36938 | 0.0118 | 拒绝 |
| LNY 不是 LNL 的 Granger 原因 | 1.52034 | 0.2551 | 接受 |
| LNK 不是 LNY 的 Granger 原因 | 8.76249 | 0.0039 | 拒绝 |
| LNY 不是 LNK 的 Granger 原因 | 1.07997 | 0.3682 | 接受 |
| 3 | LNL 不是 LNY 的 Granger 原因 | 4.57230 | 0.290 | 接受 |
| LNY 不是 LNL 的 Granger 原因 | 10.9492 | 0.0017 | 拒绝 |
| LNK 不是 LNY 的 Granger 原因 | 4.23353 | 0.0357 | 拒绝 |
| LNY 不是 LNK 的 Granger 原因 | 1.73576 | 0.2227 | 接受 |
| 4 | LNL 不是 LNY 的 Granger 原因 | 0.75913 | 0.6365 | 接受 |
| LNY 不是 LNL 的 Granger 原因 | 1.19426 | 0.5031 | 接受 |
| LNK 不是 LNY 的 Granger 原因 | 1.18148 | 0.5063 | 接受 |
| LNY 不是 LNK 的 Granger 原因 | 9.15079 | 0.1009 | 接受 |
| 5 | LNL 不是 LNY 的 Granger 原因 | 6.17050 | 0.0512 | 接受 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | LNY 不是 LNL 的 Granger 原因 | 10.0284 | 0.0221 | 拒绝 |
| LNK 不是 LNY 的 Granger 原因 | 3.92033 | 0.1051 | 接受 |
| LNY 不是 LNK 的 Granger 原因 | 1.15091 | 0.4587 | 接受 |

注：笔者根据Eviews检验输出结果整理而成

由表6-3可知，在5%的显著性水平下，当滞后期为1年时，R& D经费投入，是新产品销售收入变化的Granger原因。当滞后期为2年时，R& D经费投入、R& D人员投入都是新产品销售收入变化的Granger原因。滞后期为3年时，R&D经费投入构成新产品销售收入变化的

Granger原因。而在整个滞后期内，新产品销售收入始终没有构成R& D人员投入，R& D经费投入变化的Granger原因。因此综合以上分析，在不同时间段，R& D经费投入与新产品销售收入构成了较为明显的单向因果关系。

## 6.4 小结

通过验证发现，我国煤炭产业新产品销售收入，R& D经费，R& D人员三个时间序列的原始数据是非平稳的，经过一阶差分后平稳。该三个时间序列之间存在协整关系，也即从1991-2010年看，三者之间存在着长期均衡关系。R& D经费投入对新产品销售收入具有积极的促进作用，

R&D人员投入对新产品销售收入产生一定程度上的阻碍作用，该结论验证了假设1*b*：煤炭产业R& D经费的投入对新产品销售收入具有正向促进效应。推翻了假设2*b*: 煤炭产业R& D人员的投入对新产品销售收入具有正向促进效应。说明了当前煤炭产业的新产品销售收入的增长仍然依靠资本驱动，没有充分发挥人力资源优势，或者说煤炭行业科学家与工程师等技术开发人员的劳动成果并未得到有效的商业化，原因可能是R& D人员创造的科技成果与市场需求相脱离，科学家和工程师等直接创造的科技成果由于国内现阶段的技术转化环境政策不完善，科技人员的产出成果不能够转化成现实生产力，也可能是企业自身的创新成果商业化过程周期过长，企业的“重引进，轻自创”的政策使企业忽视R& D人员的科技成果，转而向技术市场上购买能够在短时间内为企业带来收益的技术专利。因此整个煤炭产业必须重视对人力资源的开发利用，采取措施加快科技成果的商业化孵化过程，改变“重引进，轻自创”的发展策略，重视产业长远发展。国家要完善科技成果商业化转换的政策环境。

# 7 R& D投入对产业总规模影响效应的实证分析

煤炭产业R& D投入指标分别是：R& D经费额K、R& D人员数L，产业总规模用S来表示。为消除时间序列中存在的异方差现象，对K、L、S分别取对数，依次表示为LNK, LNL, LNS，取对数后的数据不改变原有的趋势及协整关系。

## 7.1 数据平稳性检验

根据表4-8介绍的分析步骤，首先借助Eviews6.0软件对LNK, LNL, LNS进行平稳性检验，得到如表7-1平稳性检验结果：R& D经费、R& D人员数与产业总规模三个原始时间序列取对数后表现为不平稳，但是经过对LNK, LNL, LNS一阶差分后表现为平稳。表明了LNK, LNL, LNS都是一阶单整序列，可以进一步进行协整检验。

**表7-1** **平稳性检验结果**

| 变量 | ADF 检验值 | 检验类型（C,T,K） | 5%临界值 | 10%临界值 | 结论 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| LNK | -2.2405 | （C,0,3） | -3.0522 | -2.6666 | 不平稳 |
| LNL | -2.4079 | （C,0,4） | -3.0310 | -2.6552 | 不平稳 |
| LNS | -0.8322 | （C,T,1） | -3.6736 | -3.2774 | 不平稳 |
| DLNK | -6.5089 | （C,0,3） | -3.0404 | -2.6606 | 平稳 |
| DLNL | -4.4146 | （C,0,4） | -3.0522 | -2.6666 | 平稳 |
| DLNS | -3.569 | （C,T,1） | -3.6908 | -3.2869 | 平稳 |

注：（1）表中DLNK, DLNL, DLNS分别表示LNK, LNL, LNS的一阶差分序列，（C, T, K）表示单位根检验形式包括常数项、时间趋势项和滞后阶数；

（2）临界值来源于软件Eviews6.0。

## 7.2 协整检验与误差修正模型

通过验证，LNK, LNL, LNS都是同阶单整序列，满足进行协整检验的条件。运用Eviews6.0软件中的Johansen检验方法对LNK, LNL, LNS三个时间序列进行协整检验，得到如表7-2的检验结果。

**表7-2** **Johansen协整性检验结果**

| 假设的协整数 | 特征根 | 迹统计量 | 5%临界值 | P 值 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0.719028 | 44.08368(37.4711) | 35.19275 | 0.0037 |
| 至多 1 个 | 0.545362 | 21.23268(18.0478) | 20.26184 | 0.0099 |
| 至多 2 个 | 0.323850 | 7.044119(5.9875) | 9.164546 | 0.1357 |

注：以上结果全部来源于软件Eviews6.0

Johansen协整性检验结果表明LNK, LNL, LNS之间存在唯一一个协整关系，且标准化的协整向量（LNS, LNK, LNL, C）为（1, -0.094612, -1.113002, -4.035191）。本文得到第三个协整方程式：

*LNS* 0.094612*LNK*1.113002*LNL*4.035191

（7.1）

如果变量之间存在协整关系，即存在长期均衡关系，则有必要建立描述产业总规模随着

R&D经费，R&D人员投入的短期波动向长期均衡调整的动态过程的误差修正模型：

*DLNS*0.028912*EC*10.679804*DLNS*10.098904*DLNS*20.01777*DLNL*10.026516*DLNL*2

0.127801*DLNK*10.084681*DLNK*20.141167

以上分析结果表明：

（1）从1991-2010年间，煤炭产业总规模，R& D经费，R& D人员之间存在长期均衡关系。

R&D经费每提高1%，产业总规模增长0.094612%，说明R&D经费对产业总规模的影响很小，

R& D经费投入还不是主营业务收入增长的主要驱动因素，这一点从表3-4新产品销售收入占产业总规模的比重很小亦可以推断。R& D人员每增长1%，产业总规模增长1.113002%，说明

R& D人员投入对产业总规模具有较为显著的促进作用，见式7.1。出现上述状况的原因可能是，

R& D经费投入产生的新产品销售收入在产业总规模中所占比重很小，R& D经费投入的作用还没有完全转导到产业总规模上来。而R& D人员对产业总规模产生较为显著的促进作用，对于这一点本文给出的解释是：第四、五章的分析结论是R& D经费与R& D人员两大创新投入资源之间没有形成有效的整合，R&D经费投入创造出的新产品收入占产业总规模比例很小，也即科技创新活动对产业成长的贡献率低。从长远看，科技人员是产业发展的核心驱动因素。

（2）*EC*1作为误差修正项其系数反映了误差修正模型对偏离长期均衡的调整修正力度。

*EC*1的系数为-0.028912，符合反向修正机制。表明上年度的产业总规模，R& D经费投入，R&D人员投入的非均衡误差以2.8912%的比率对本年的产业总规模做出修正，促使短期的非均衡状态向长期均衡状态调整。可以看出，当长期均衡状态发生偏离时，短期非均衡状态向长期均衡状态调整的速度较慢。

## 7.3 Granger因果关系检验

由于LNK, LNL, LNS三个时间序列之间具有协整关系，因此用Granger因果关系检验进一步验证时间序列之间的因果关系。检验结果见表7-3。由于Granger因果关系检验对滞后期非常敏感，本文检验多个滞后期以期得出综合性结论。

由表7-3可知，在5%的显著性水平下，当滞后期为2年时，产业总规模是R& D经费投入变化的Granger原因。当滞后期为3年时，产业总规模是R& D人员投入变化的Granger原因。滞后期为6年时，产业总规模是R& D人员投入变化的Granger原因。反映了煤炭产业随着规模

的不断提高，对创新活动的重视程度也在不断增强。

**表7-3** **Granger因果关系检验结果**

| 滞后期 | Granger 因果性 | F 值 | P 值 | 结论 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | LNL 不是 LNS 的 Granger 原因 | 1.07282 | 0.3157 | 接受 |
| LNS 不是 LNL 的 Granger 原因 | 3.30790 | 0.0877 | 接受 |
| LNK 不是 LNS 的 Granger 原因 | 4.31345 | 0.0543 | 接受 |
| LNS 不是 LNK 的 Granger 原因 | 0.30777 | 0.5867 | 接受 |
| 2 | LNL 不是 LNS 的 Granger 原因 | 1.86640 | 0.1938 | 接受 |
| LNS 不是 LNL 的 Granger 原因 | 0.91867 | 0.4235 | 接受 |
| LNK 不是 LNS 的 Granger 原因 | 2.64293 | 0.1098 | 接受 |
| LNS 不是 LNK 的 Granger 原因 | 4.10754 | 0.0414 | 拒绝 |
| 3 | LNL 不是 LNS 的 Granger 原因 | 0.07500 | 0.9721 | 接受 |
| LNS 不是 LNL 的 Granger 原因 | 4.29604 | 0.0343 | 拒绝 |
| LNK 不是 LNS 的 Granger 原因 | 2.38895 | 0.1299 | 接受 |
| LNS 不是 LNK 的 Granger 原因 | 0.85680 | 0.4945 | 接受 |
| 4 | LNL 不是 LNS 的 Granger 原因 | 0.12434 | 0.9690 | 接受 |
| LNS 不是 LNL 的 Granger 原因 | 0.72728 | 0.6007 | 接受 |
| LNK 不是 LNS 的 Granger 原因 | 2.89270 | 0.1046 | 接受 |
| LNS 不是 LNK 的 Granger 原因 | 2.21358 | 0.1690 | 接受 |
| 5 | LNL 不是 LNS 的 Granger 原因 | 0.31578 | 0.8810 | 接受 |
| LNS 不是 LNL 的 Granger 原因 | 1.18108 | 0.4485 | 接受 |
| LNK 不是 LNS 的 Granger 原因 | 1.92888 | 0.2721 | 接受 |
| LNS 不是 LNK 的 Granger 原因 | 2.28112 | 0.2222 | 接受 |
| 6 | LNL 不是 LNS 的 Granger 原因 | 1.35081 | 0.5774 | 接受 |
| LNS 不是 LNL 的 Granger 原因 | 441.118 | 0.0364 | 拒绝 |
| LNK 不是 LNS 的 Granger 原因 | 0.53378 | 0.7799 | 接受 |
| LNS 不是 LNK 的 Granger 原因 | 18.2407 | 0.1773 | 接受 |

注：笔者根据Eviews检验输出结果整理而成

## 7.4 小结

通过验证发现，我国煤炭产业总规模，R& D经费，R&D人员三个时间序列的原始数据是非平稳的，但是该三个时间序列之间存在协整关系，也即从1991-2010年看，三者之间存在长期均衡关系。R& D人员投入对产业总规模具有积极的促进作用，R& D经费投入对产业总规模具有促进作用，但是作用不明显，该结论验证了假设1*c*：煤炭产业R& D经费的投入对煤炭产业总规模具有正向促进效应。但是需要指出的是R& D经费投入对产业总规模的促进作用非常有限。同时本章的结论推翻了假设2*c*：煤炭产业R& D人员的投入对产业总规模具有负向影响效应。说明了当前煤炭产业的产业总规模的增长不是充分依靠创新资源投入驱动。而R& D人员对产业总规模具有较为明显的促进作用的原因在7.2节中已经给出分析：在煤炭产业中R&D经费与R& D人员两大创新投入要素之间没有形成有效的整合，科技创新的商业化成果—新产品销售收入占产业主营业务收入比例很小，无法成为驱动产业发展的主动力，而产业成长的战略性驱动力仍然是人，即R& D人员。

# 8 结论、建议与展望

## 8.1 研究结论

本文第五、六、七章节通过计量经济方法对第四章提出的理论假设进行实证检验，不仅验证了六个理论假设所提出的R& D投入产出指标之间的影响效应，并且量化测度出了投入对产出指标的影响效应程度，得出的结论见图8—1。本文提出的六个理论假设中，有三个假设得到验证，有三个假设被推翻：

假设1*b*得到验证，即煤炭产业R&D经费的投入对新产品销售收入具有正向促进效应。

假设1*c*得到验证，即煤炭产业R& D经费的投入对煤炭产业总规模增长具有正向促进效应。假设2*a*得到验证，即煤炭产业R& D人员的投入对专利产出具有正向促进效应。

假设1*a*被推翻，即煤炭产业R& D经费的投入对专利产出的增长具有负向影响效应。假设2*b*被推翻，即煤炭产业R& D人员的投入对新产品销售收入具有负向影响效应。

假设2*c*被推翻，即煤炭产业R& D人员的投入对煤炭产业总规模的成长性具有正向促进效应。

专利产出

R&D 经费

0.095

1.432

新产品销售收入

R&D 人员

1.113

主营业务收入

—0.255

1.512

—0.686

**图8—1 R& D投入产出理论假设验证结果示意图**具体的结论分析如下：

（1）R& D人员投入与专利产出具有显著的正相关关系，而R& D经费对专利产出的作用很小，甚至出现负相关关系。专利产出直接来源于科技研发人员，R&D人员投入对专利产出产生较大促进的影响效应符合常理。R&D经费对专利产出产生负效应，说明作为科技创新活动的两大投入要素之一R& D经费没有对专利产出形成正面的促进效应。原因可能是煤炭行业中主要的大中型企业大部分为国有企业，企业为了追求短期市场竞争力往往将有限的R& D经费投入用于企业的低成本扩张，偏好于专利的购买与技术的引进，缺乏对原创技术的追求动力。

R& D经费则相应的被转移到专利技术的采购而非通过一定的资金使用制度对R& D人员形成激励效应，发明专利数表面上是在逐年增长，但其占有专利申请数的比重在逐年下降（见表3-4），从深层次上说明煤炭行业长期的创新意愿不足致使知识技术不能有效积累，也解释了R& D经费投入的增加及其使用的不当阻碍了R& D人员的创新意愿，阻碍了原创性专利及高端技术的产出。

（2）R& D经费与新产品销售收入具有显著的正相关关系，而R& D人员与新产品销售收入具有负相关关系。原因可能正如上述分析，R&D经费被用于技术的引进及专利的模仿，短期内可能促进新产品的大量产出及新产品销售收入的增长，但没有形成对R& D人员的创新激励，从而使得作为技术财富的创造源泉的人力资源对新产品销售收入产生负效应，恰恰说明煤炭行业的新产品产值增加仍然靠资本驱动，没有依靠原创技术。进一步说明创新投入的两大要素R& D经费R& D人员之间没有形成良性互动，创新投入资源没有得到科学有效的配置。同时

另外一个可能的原因是多数科学家与工程师的创新成果往往由于国内科技成果转化的配套设施与政策环境不完善等因素，创新产出成果的商业化率低，不能促进新产品销售收入的增长。整体上看，煤炭产业R& D投入要素及产出成果都在不断增长，R& D经费、人员分别对新产品销售收入，专利产出形成促进作用，表面上创新绩效良好，但是深入分析即可得出煤炭产业的创新投入要素及产出成果之间并未形成良性循环，特别是投入资源要素之间没有形成良好的创新投入系统，长期可能致使煤炭行业性的创新动力衰竭，原创新技术不断萎缩，行业经营效率不断下降。

（3）在研究中发现作为主要创新投入要素的R& D经费并未对煤炭产业总规模形成显著的促进作用。结合当前国内外经济环境及国家产业政策可以推断：煤炭产业成长的驱动力更多的靠国家产业政策的扶持以及近年来愈演愈烈的能源危机带来的煤炭价格快速上浮，而非依靠R& D投入产生的创新能力驱动。这一结论也基本符合上世纪90年代以来的煤炭产业的成长轨迹。以上分析也印证了D Filippou等人的最新研究，即煤炭等矿业行业从2003-2008几年间，在R& D投入不到行业销售收入1%的情况下，整个行业却继续削减其研发投入，但是其行业的营业收入却不断增长，这一点亦可从煤炭产业总规模的折线图示（图3—5）上可以明显看出。上世纪90年代，煤炭产业在国家扶持下缓慢成长，由于市场不景气导致某些年份出现负增长现象，特别是上世纪末本世纪初经济通货紧缩导致了煤炭价格持续走低，从而引起煤炭产业持续低迷。从2002年开始，随着全世界范围内能源日益紧张，煤炭等能源价格大幅度上涨，同时旺盛的市场需求使国家鼓励煤炭产业大发展，一时间各地大中小煤矿“齐开花”，

“有水快流”，煤炭产业迎来了高速增长时期。因此本文得出了最重要的结论：煤炭产业成长过程更多的依靠国家产业政策的支持，并受国内外经济政治等综合环境的影响，受下游产业的影响很大，对煤炭价格的波动极其敏感，R&D投入还没有促使产业形成足够的创新能力支持产业发展并抵御经济波动的影响，同时国内传统行业内科技成果转化的配套设施与政策环境不完善等因素导致创新产出成果的商业化率低。

## 8.2 政策建议

广大煤炭企业要迫切改变观念，注重长远发展，制定人力资源开发利用战略，在继续加大R& D经费的投入力度的基础上制定科学的研发资金使用制度，将有限资金切实投入到对研发人员的激励上来，使R& D资金对科技研发人员形成激励效应，同时引导R& D资源向基础研究领域倾斜，平衡R& D资源投入结构，促进高端原创性技术不断产出并提高产业竞争力，使创新资源的两个核心投入要素—经费、人员有机结合并因此促进创新产出的增长与产业规模

的扩大，减少受市场环境波动的冲击。

国家要不断完善科技政策环境，提高科技成果的转化率，促使科技人员的创新成果能及时转化成现实生产力。国家对煤炭产业科技创新活动除了直接加大资金支持以外，更要通过政府的带动示范效应引导众多煤炭企业合理配置科技投入资源，加大对基础研究的投入力度，重视原创科技成果的产出，切实提高产业的核心竞争力。政府还需针对当前及今后一段时期国内国际市场需求处于低迷状态情况下，积极制定煤炭产业振兴政策，促进煤炭产业结构转型升级，提高市场集中度，大力推动煤炭企业整合重组，做大做强，支持煤炭企业走出去参与国际竞争，提高产业竞争力，促使煤炭产业发展尽早从依靠政策资源要素驱动转向依靠科技创新驱动。

## 8.3 展望

本文基于宏观数据研究煤炭产业技术创新投入的影响效应，突破了以往研究文献主要集中研究高新技术产业及制造业领域的创新产出绩效；在研究结构上，本文梳理了前人研究结论并针对煤炭产业实际情况提出理论假设，形成了较为新颖的研究框架；在研究内容上拟将煤炭产业R& D经费投入，人员投入两个创新投入要素结合起来开展研究工作，突破了以往文献着眼于分别研究二者的产出效应；在研究方法上，本文使用协整理论研究煤炭产业创新投入的影响效应，突破了以往相关研究领域基于数据包络模型研究煤炭企业创新效率的研究模式。

但是由于客观因素，本文也存在一定研究缺憾，需要今后研究者进一步完善：由于我国历年相关数据统计口径变化较大，且不够完善，本文能够使用的时间序列数据仅仅为20年数据，影响了研究结论的准确性，同时也影响了本文在研究指标选取上的突破，此外煤炭产业

R&D经费投入、人员投入的影响效应还可能存在进一步讨论的空间。

参考文献

[1] 中华人民共和国科学技术部编. 中国科学技术指标2008[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2009. P67-78.

[2] 范柏乃. 政府绩效评估与管理[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2007. P121—132.

[3] 师萍, 张蔚虹. 中国R& D投入的绩效分析与制度支持研究[M]. 北京: 科学出版社, 2008. P9—10.

[4] 郭淑芬, 段金鑫. 我国煤炭产业的现状特征分析[J]. 未来与发展管. 2011, 11. P67—68.

[5] 祁金秀. 选煤工业现状及发展[J]. 内蒙古煤炭经济. 2005, 1. P114-115.

[6] Jackson. Decision Methods for Evaluation R&D Projects [J]. Research Management, 1983, 7. P16—21.

[7] Baker&Freel. Recent advances in R&D Benefit Measurement and Project Selection Methods[J]. Management science, 1975, 21. P1164—1175.

[8] Souder A. System for Using R&D Project Evaluation Methods[J]. Research Management, 1978, 5. P21—37.

[9] Nixon, B. Accounting treatment of R&D expenditure: views of UK company accountants[J]. European Accounting Review, 1997, 6. P265—277.

[10] Brown&Aveension. Measuring R&D Productivity[j]. Research Technology management, 1988, 41. P30—35.

[11] Kerssens&Cook. Design Principles for the developing of measurement systems for R&D processes[J]. R&D Management, 1997, 27. P345—357.

[12] 许晓雯, 蔡虹. 区域R& D投入绩效评价测度体系研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2003, 12. P15—18.

[13] Yang, Borland J. Macro economic Mechanism for Economic Growth [j]. Journal of Political Economy, 1991, 99. P460-482.

[14] Morales, ResearchPolicy and Endogenous Growth, UFAE and LAE Working papers488.01 UAB(2001)[J]. Spanish Economic Review, 2004, 3. P179-209.

[15] 潘士远. 知识、R&D与经济增长[J]. 浙江社会科学. 2003, 3. P35-40.

[16] 李小平. 自主R&D、技术引进和生产率增长一对中国分行业大中型工业企业的实证研究

[J].数量经济技术经济研究.2007,7. P15-24.

[17] 陈衍泰, 宁钟, 陈莞. 专利产出对区域工业发展的贡献及区域技术创新战略选择研究—以福建省的数据为例[J]. 研究与发展管理. 2006, 18. P90—96.

[18] 陈春晖, 曾德明. 我国自主创新投入产出实证研究[J] 研究与发展管理, 2009, 2. P18—23.

[19] 赵立雨, 师萍. 政府财政研发投入与经济增长的协整检验—基于1989- 2007年的数据分析[J]. 中国软科学. 2010, 2. P53—58.

[20] 官建成, 何颖. 基于DEA方法的区域创新系统的评价[J]. 科学学研究. 2005, 2. P265—272.

[21] 闰冰, 冯根福. 基于随机前沿生产函数的中国工业R&D效率分析[J]. 当代经济科学.

2005, 6. P14—18.

[22] 王伟光. 中国工业行业技术创新实证研究[M]. 北京: 中国社会科学出版社. 2003. P34—56.

[23] 孙凯, 李煌华. 我国各省市技术创新效率分析与比较[J]. 中国科技论坛. 2007, 11. P8—11.

[24] 吴和成, 刘思峰. 基于改进DEA的地域R& D相对效率评价[J]. 研究与发展管理. 2007, 19. P108—112.

[25] 谢伟, 胡玮等. 中国高新技术产业研发效率及其影响因素分析[J]. 科学学与科学技术管理. 2008, 3. P144—149.

[26] 于洁, 刘润生等. 基于DEA一Malmquist方法的我国科技进步贡献率研究: 1979—

2004[J].软科学.2008,9. P151—158.

[27] 罗亚非, 王海峰等. 研发创新绩效评价的国家比较研究[J]. 数量经济技术经济研究.

2010,3. P128—141.

[28] 白俊红, 江可申等. 中国地区研发创新的相对效率与全要素生产率增长分解[J]. 数量经济技术经济研究. 2009, 3. P139—151.

[29] 韩晶. 中国高技术产业创新效率研究—基于SFA方法的实证分析[J]. 科学学研究. 2010, 3. P467—472.

[30] 邓向荣, 刘乃辉, 周密. 转型期我国政府科技投入绩效研究[J]. 科技管理研究. 2005, 10. P38—42.

[31] 赵立雨, 师萍. 基于协整理论的政府科技投入绩效与目标强度研究[J]. 科学学与科学

技术管理.2008,11. P15—19.

[32] Swabb, L. E, Jr. Liquid Fuels from Coal: From R&D to an Industry [J]. Science. 1978, 18. P19-22.

[33] Jurgen Czwalinna; Karsten Jaeger. Technical innovation in the German coal- mining industry[j]. World of Mining - Surface and Underground. 2004, 56. P291-298.

[34] Sohei Shimada, Yoshio FUJISAWA. Advances of Coal Mining Technologies in Germany [J]. 1996, 112. P33-35.

[35] Paul Mulley; Andrew Richmond; Paul Bracher. DBT's experience with diesel vehiclesin product development and innovation techniques for underground mining [J]. Gluckauf Mining Reporter. 2004, 1. P26-30.

[36] MW Hitzman. R& D in a" declining" industry (mining): support for the development of revolutionary technologies[J] TechnologyinSociety. 2002, 24. P63-68.

[37] George R. Bockosh, Barbara Fotta, William M. Mckewan. Employment, Production, and Fatality Trends in the U. S. Coal Mining Industry [j]. Coal Age2002, 107. P121-125.

[38] 吴吟. 煤炭产业竞争结构分析[J]. 中国煤炭. 1998, 8. P17—18.

[39] 纪成君. 中国煤炭产业市场结构分析与产业组织政策[J]. 中国软科学. 2002, 1. P24—25.

[40] 丁哲新. 我国煤炭行业的技术效率、技术进步与生产率增长[J]. 科技管理研究. 2009, 3. P91—94.

[41] 崔跃武, 张水平. 安徽煤炭企业技术创新绩效评价[J]. 科技经济市场. 2009, 9. P68—69.

[42] 余荣荣, 唐凯. 基于D EA的我国煤炭企业技术效率测度研究[J]. 经济研究导刊. 2008, 5. P40—41.

[43] 魏晓平, 王立宝. 基于DEA模型的煤炭行业上市公司经营效率评价[J]. 统计与决策. 2005, 12. P61—63.

[44] 程晓娟, 全春光. 基于DEA的煤炭行业上市公司经营效率评价[J]. 矿业工程研究. 2010, 1. P73—76.

[45] 马占新, 温秀晶. 基于面板数据的我国煤炭企业经济效率分析[J]. 煤炭经济研究, 2010, 7. P50—53.

[46] 姚平, 梁静国. 我国煤炭企业效率测算[J]. 煤炭学报. 2008, 3. P357—359.

[47] 刘天下, 宋梅. 煤炭上市公司绩效再评价—基于DEA-C2R改进模型的视角[J]. 管理工程师. 2010, 1. P1-4.

[48] 顾洪梅, 刘志云. 中国煤炭业上市公司经营效率研究[J]. 现代管理科学, 2012, 1. P105—107.

[49] 王传会, 公维凤. 我国煤炭采选业上市公司的经营绩效评价分析[J]. 煤炭技术. 2011, 8. P274—276.

[50] 周爱前, 张钦, 田绍军. 我国煤炭行业上市公司经营业绩的综合评价[J]. 能源技术与管理. 2007, 5. P97—99.

[51] 严轩琳. 主成分分析法在煤炭类上市公司经营业绩综合评价中的应用[J]. 中国管理现代化. 2009, 17. P57—59.

[52] 池国华, 迟旭升. 我国上市公司经营业绩评价系统研究[J]. 会计研究. 2003, 8. P45—47.

[53] 唐德祥, 李京文, 孟卫东. R& D对技术效率影响的区域差异及其路径依赖—基于我国东、中、西部地区面板数据随机前沿方法(SFA)的经验分析[J]. 科研管理. 2008, 2. P116—121.

[54] 刘俊杰, 傅毓维. 基于DEA方法的高技术企业创新效率研究[J]. 科技管理研究. 2008, 3. P28—30.

[55] Acszj, Luca． Patentsandinnovationcountsasmeasure ofegional productionofnewknowledge[J]. ResearchPolicy. 2002, 31. P1069—1085.

[56] 穆智蕊. 基于超效率DEA模型的北京R&D投入绩效评价[J]. 科技进步与对策. 2012, 5. P117—120.

[57] 韩颖, 徐佩川, 梅开. DEA方法在我国工业部分产业技术创新效率评价中的应用[J]. 技术经济. 2007, 9. P57—59.

[58] 李武威. 中国工业行业技术创新效率评价[J]. 科技管理研究, 2009, 7.151—154.

[59] 朱有为, 徐康宁. 中国高技术产业研发效率的实证研究[J]. 中国工业经济. 2006, 11. P38—45.

[60] 田长明. 中国工业行业技术创新效率评价实证研究—兼论行业特征对创新效率的影响[J]. 工业技术经济. 2008, 5. P68—71.

[61] 国家统计局． 中国科技统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社. P1997—2010．

[62] 魏洁云, 江可申, 史普润. 江苏省研发投入与创新产出的协整研究[J]. 科技进步与对策. 2011, 20. P34—36.

[63] 常建飞. 中国煤炭工业可持续发展问题[J]. 辽宁工程技术大学学报: 自然科学版. 2011, 1. P221—223.

[64] F. M． Scherer, 1965, Firm size, MarketStructure, Opportunity, andtheoutput ofPatentedinventions[J], AmericanEconomic Review. 1965, 5. P1097—1125．

[65] 孙早, 宋炜. 企业Ｒ＆Ｄ投入对产业创新绩效的影响—来自中国制造业的经验证据[J]. 数量经济技术经济研究. 2012, 4. P49—63.

[66] 朱平芳, 徐伟民． 政府的科技激励政策对大中型工业企业R& D其专利产出的影响——上海市的实证研究[J]. 经济研究. 2003, 6. P45—54．

[67] 李婧, 谭清美． 中国区域创新效率的随机前沿模型分析[J]． 系统工程. 2009, 8. P44—49．

[68] 白俊红, 江可申, 李婧． 中国地区研发创新的相对效率与全要素生产率增长分解[J]. 数量经济技术经济研究. 2009, 3. P139—151．

[69] 谢兰云. 我国R&D投入与经济增长关系的计量分析[M]. 东北财经大学出版社, 2006. P95—120.

[70] 李慧, 黄静, 吴和成. 基于面板数据的我国制造业R& D投入对专利产出的影响实证分析[J]. 价值工程. 2010, 34. P27—28.

[71] 肖文锋, 李萍, 徐长林, 姬存宇, 叶凯. 新疆R& D投入与经济增长、专利产出关系研究—基于灰色关联分析的实证研究[J]. 农林科技管理. 2012, 1. P11—14.

[[72] 王庆元, 张杰军, 张赤东. 我国R&D经费与专利产出关系研究综述](http://www.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?filename=XXJK201009164&amp;dbcode=CJFD&amp;dbname=CJFD2010)[J]. 中国科技信息. 2010, 9. P333—334.

[73] 张超. 产品创新、供求互动与中国经济内生增长研究[J]. 科研管理, 2011, 10. P19—25.

[74] 王晓珍, 党建民, 吉生保. 高技术产业科技投入、经费配置结构对新产品销售影响的统计检验[J]. 统计与决策. 2012, 23. P79—82.

[75] 范黎波, 宋志红, 宋志华. R& D投人与经济增长的协整分析—基于中国1987—2005年数据[J]. 财贸经济. 2008, 2.25—29.

[76] 岳金桂. 中国R& D投入与经济增长的协整分析[J]. 河海大学学报（自然科学版）. 2007, 5. P604—608.

[77] 朱文静. 我国R&D投入与经济增长的协整分析[J]. 商业经济. 2008, 8. P23—25.

[78] 张明喜. 我国高新技术产业开发区R& D投入的贡献研究—基于Panel Data的经验分析[J]. 研究与发展管理. 2010, 2. P114—120.

[79] 胡浩, 李子彪, 余迎新. 区域R& D资源与专利产出的关系研究——以河北省为例[J]. 企业经济. 2012, 1. P132—135.

[80] 黄鲁成, 张红彩. 北京制造业中技术创新的投入和产出分析[J]. 统计观察.

2006,3. P76—78.

[81] 杨娟. R&D投入与新产品产出——基于典型相关分析深圳数据实证研究[J]. 特区经济. 2011, 2. P42—44.

[82] 张长征, 李怀祖, 赵西萍. 企业规模、经理自主权与R& D投入关系研究——来自中国上市公司的经验证据[J]. 科学学研究. 2006, 3. P433—438.

[83] 任海云, 师萍, 张琳. 企业规模与R& D投入关系的实证研究——基于沪市A股制造业上市公司的数据分析[J]. 科技进步与对策. 2010, 4. P69—70.

[84] 于俊年. 计量经济学[M]. 北京: 对外经济贸易大学出版社. 2009. P260—281.

[85] Engle, Robert F. and C. W. J. Granger. Co-integration and Error Correction[J]. Representation, Estimation, and Testing, Econimetrica. 1987, 55. P251—276.

[86] 高铁梅. 计量经济分析方法与建模（第二版）[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009, 2. P178—179.

[87] 高铁梅. 计量经济分析方法与建模（第一版）[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006, 1. P154—157.

[88] 赵立雨. 我国R&D投入绩效评价与目标强度研究[D]. 西北大学. 2010. P50- 52.

[89] 杜江. 计量经济学及其应用[M]. 北京: 机械工业出版社. 2010, 1. P184-185.

[90] GrangerC, W, J. Some recent developments in a concept of causality [J]. Journal of Econometrics. 1987, 39. P199—211.

[91] 许治, 周寄中. 政府公共R& D与中国经济增长——基于协整的实证分析[J]. 科研管理. 2007, 4. P61—65.

[92] Gregory C. Reinsel; Sung K. Ahn. Vector Autoregressive Models With Unit roots and Reduced rank structure: Estimation. Likelihood ratio test, and forecasting[J]. Journal of Time Series Analysis. 1992, 4. P353—375.

致 谢

随着最后一个字的输入完毕，半年多时间的毕业论文撰写工作也进入尾声，离别的钟声亦渐行渐近。回首往昔漫长求学之路，感慨良多。此刻，我对求学路上的一切充满了深深的感谢和诚挚的敬意。

看着窗外阳光和煦的校园，我在母校──ft西财经大学已经走过整整七个年头，财大七年的培养让我从一个年少轻狂的高中生成长为成熟的硕士研究生，这里的一草一木已经扎根于心，在这里我收获了知识，收获了友谊，磨练了意志，砥砺了品格；思想更加成熟，行动更加从容，有足够的底气和能力应对来自工作与社会中的挑战。想到即将离开校园奔向前程，心里便涌出无尽的不舍。在这里，我想对财大母校致以崇高的敬意和由衷的感谢。

看着数万字的论文，首先想要感谢的是我的导师──郭淑芬老师。从论文的选题到字词的斟酌修改，从研究方法的选择到数据的筛选，都倾注了郭老师的心血。想当初有幸师从郭老师，在郭老师的悉心栽培下走进学术的殿堂，倍感幸运。在三年的研究生生活中，郭老师以其崇高的师德和严谨扎实的治学风格深深地感染着我，无时无刻不在鞭策着我严格要求自己，诚恳做人，踏实做事。同时在生活上，郭老师也给予我慈母般的关怀。在这里，我想对郭老师说，您辛苦了，谢谢您。

想着远方父母的殷切期望，我要对爸爸妈妈说声谢谢，谢谢你们一直的支持让我没有后顾之忧地完成学业，谢谢你们的支持让我成长成人。爸爸妈妈，谢谢你们，我爱你们。

最后，还要感谢我的辅导员陈霞老师，谢谢陈老师给我们提供各种有用信息和在背后默默支持我们，也谢谢师妹郝言慧在我论文撰写过程中提出的宝贵意见，同时对管院的其他老师和同窗们也一并致谢。

# 攻读硕士学位期间发表的论文

[1] 郭淑芬, 张康. ft西省煤炭企业自主创新环境评价──基于系统动力学的实证分析[J]. 技术经济. 2012, 1. PP. 22-28.

[2] 郭淑芬, 张康. 基于我国专利授权率与真实储蓄率的实证研究[J]. 物流工程与管理. 2011, 6. PP. 133-134.