摘 要

改革开放以来，我国在经济建设上取得了巨大成就。但中国的经济增长是以大量的要素投入、牺牲资源和环境为代价的。而我国资源供求关系日益紧张，资源的稀缺性制约着我国经济的进一步增长，如何充分利用资源已成为国内外学术界关注的重点。根据已有研究，本文在将自然资源分为可耗竭资源与可再生资源，可耗竭资源分为以煤、石油为代表的传统可耗竭资源和以天然气为代表的开采成本较高的可耗竭资源的基础上，深入探究在经济增长的不同阶段，各种资源对经济增长的不同影响，这将是我国提高资源利用效率的关键所在。而现有研究忽略了资源分类在不同阶段对经济增长的区别性作用。为了解决这一问题，本文基于西方经济学中的内生经济增长理论，并和资源与环境经济学中的自然资源可持续利用理论相结合，进一步揭示了自然资源与经济增长的内在关系，同时也为我国经济的可持续增长提供一定的理论支撑。

本文分为五章。第一章介绍了研究的背景和意义、本文的逻辑结构与研究方法，并回顾了古典增长理论、新古典增长理论和新增长理论对此问题的研究成果；第二章对自然资源、经济增长、资源对经济的驱动效应和约束效应等概念做了界定；第三章从理论角度分析了资源对经济增长“驱动”和“约束”的双重效应，并对不同资源约束下的经济增长阶段进行了比较，为了在不同的增长阶段都能使经济走上平稳增长的路径，本章最后探究了各种资源间替代的可能性；第四章将资源要素引入生产函数，首先进行了相应数理模型的构造，然后构建面板数据模型，在经济增长的不同阶段，实证检验了不同自然资源对经济增长影响的差异性；第五章总结了本文的结论，回顾了创新之处及需要进一步研究的问题，并提出了资源开采和利用要“因地制宜”和“因时制宜”、通过技术进步降低自然资源的开采成本、凭借制度创新提高自然资源的利用效率这三条政策建议。

基于全文的分析，我们可以看出：（1）随着煤、石油和天然气资源投入的不断增长，对应的经济增长历程分别呈现倒“U”、倒“U”和“U”型曲线轨迹；

（2）从整体来看，未能找到可再生资源对经济增长驱动效应的充分证据，但相对而言，较发达地区的负向约束效应相对较弱；（3）在经济增长的不同阶段，经济增长所依赖的资源由煤、石油等传统可耗竭资源转向开采成本较高的天然气，并最终过渡到可再生资源。总之，实现由煤、石油向天然气的转换，以及可再生资源对可耗竭资源的逐步替代，是推动我国经济持续增长的必由之路。

关键词：自然资源；可耗竭资源；可再生资源；经济增长；驱动效应；约束效应

# 第一章 绪论

## **1.1** 研究背景

人类的进步，是建立在对自然资源不断开发和利用的基础上的。自然资源作为支撑经济增长的重要物质基础，也是人类生产和生活的重要物质来源。近代的经济发展历史表明，自然资源对于一个国家的国民财富尤其是资本的初始积累起到了至关重要的作用，例如在澳大利亚、加拿大以及美国的迅速工业化进程中，自然资源都扮演了重要的角色。然而，随着经济的快速增长，资源的稀缺性推动着资源品价格的不断上涨，加上劳动力成本逐渐增加的因素，导致了各个国家的制造业成本都有持续上升的趋势，此时自然资源对经济增长的约束作用日益明显。且这种约束作用在众多资源禀赋差异的国家均有所体现：自然资源对某些资源贫乏型国家的经济增长产生约束作用的同时，对某些资源充裕型的经济体的约束效应也同样显著，例如沙特阿拉伯之类的自然资源充裕的国家经济增长的表现远不如日本等一批自然资源贫乏的国家。究其原因，众多自然资源充裕的国家无法摆脱“资源依赖型”的传统经济增长路径，因此出现了经济持续低迷的状况；而某些资源贫乏的国家却通过大力开发可再生资源、推动技术进步和制度革新、利用各种生产要素间相互替代等手段取得了卓越的经济成就。可耗竭资源和可再生资源作为自然资源的重要组成部分，研究其对经济增长影响的差异性，从而针对性地采取措施来推动经济的持续均衡增长，已成为学术界关注的焦点。

同时在当今时代，低碳经济已经成为各国经济增长的必由之路。随着全球气候变暖，冰川融化、海平面升高、臭氧层空洞等问题使人类生存和发展面临前所未有的严峻挑战。传统化石能源消耗所排放的大量二氧化碳带来的全球气候变化，引起了人们的忧虑。以煤、石油为代表的传统可耗竭资源的大量使用造成的生态问题及后果也日益被人类所认识。低碳经济是以低污染、低能耗和低排放为基础的经济增长模式，核心是减排技术和能源技术创新，以及人类生存发展观的根本转变，实质上是清洁能源结构和高效率利用能源的问题。低碳经济是人类继农业文明和工业文明后的又一次重大的社会进步，我国政府积极响应，做出了相应的碳减排目标等一系列庄严承诺。这些承诺充分反映了一个发展中大国对国际社会的责任。作为能源生产和消耗大国，这些承诺为我国未来的经济增长明确了新的方向——低碳经济，却也同时要求我们转变经济发展观念。长期以来，我国许多地区一直片面追求GDP的增长，而新的减排目标要求我们在短期内有效遏制这种局面，因此也有利于新能源行业更快地发展和成熟。而依靠传统的可耗竭资源，利用传统的经济增长模式，无法实现低碳经济的目标，也无法履行中国对国际社会的承诺，更无法推动中国经济的持续增长。

从理论角度来看，经典经济增长理论的研究过程中存在一个重要缺陷：无论是古典增长理论、新古典增长理论还是新增长理论，在研究经济增长时关于不同自然资源对经济增长的区别性作用未给予足够的重视，同时也未对可耗竭资源与可再生资源进行区别和论证，更加忽视了对自然资源相互间替代关系的研究。本文认为，一种理论是相应时代背景下的产物，这些理论诞生之时自然资源相对比较充裕，资源对经济增长的约束效应不够明显，故而资源仍然作为经济增长的一种重要驱动力和重要投入要素，是支撑整个经济增长的重要基础。而随着现代经济的快速增长，储量有限的可耗竭资源日益稀缺，这要求我们必须更多的关注不同资源对经济增长的区别性作用，从而进行资源相互间的替代来推动经济的持续增长。故而本文基于西方经济学中的内生经济增长理论，并和资源与环境经济学中的自然资源可持续利用理论相结合，进一步揭示了自然资源与经济增长的内在关系。力图弥补当下理论和实证研究的不足，为我国的经济转型、经济持续增长提供一定的借鉴。

## **1.2** 研究意义

改革开放至今，我国经济迅速增长的同时，也付出了巨大的代价。我国的经济增长是以环境的严重破坏、资源的惊人浪费和高消耗为代价的。统计资料表明，

1994 年我国能源系统的总效率只有9%，不及发达国家一半。如果按照万美元

GDP能耗来测算，我国高达15.7吨标煤.万美元，而全球平均水平仅为4.2吨标

煤.万美元，我国能耗竟是世界平均水平的3.7倍。惊人的数据警醒我们，我国的能源利用率低下，而可耗竭资源储量有限，走高效率的利用资源、促进经济持续均衡增长的道路已刻不容缓。对此，本论文的研究意义体现在现实意义和理论意义两个层面之上：

现实意义上，明确不同自然资源对经济增长的作用，是驱动了经济增长、约束了经济增长还是与经济增长不相关。探索经济增长中资源禀赋的机制如何发挥作用，界定政府的职责范围及应起的重要作用，以及政府防止由于自然资源的约束而造成的经济增长动荡、带来资源配置扭曲及社会福利损失等问题都成了当前经济学领域关注的焦点。因此，本文认为研究自然资源与经济增长的传导机制，正确处理好资源与经济增长的关系，对于我国经济可持续均衡增长、缩小区域经济差距、促进社会公平、推动社会进步，有一定的理论指导作用和现实意义。同时，本文为我国的经济转型、走新型工业化道路提供相应的理论支撑。中国未经历资本主义的高速发展而直接迈入社会主义初级阶段，但重型工业化的发展过程却无法逾越，因此必然产生重型工业化对自然资源尤其是可耗竭资源的消耗问题。本文为合理利用自然资源，走上一条“新型、健康、可持续”的工业化发展

道路提供了相应的依据。

理论意义上，本文有利于从新的视角来发展经济增长理论。当今世界，企业是经济增长的重要实体，而企业制度有四种模式：资本逻辑型的企业制度、劳动逻辑型的企业制度、知识逻辑型的企业制度和综合逻辑型的企业制度。资本逻辑型的企业制度贯穿了整个工业社会进程，在此阶段，相对于其他要素而言，资本是最为稀缺、最为重要的要素。工业生产过程实质上是资本与劳动相结合的过程。所以，以哈罗德-多马模型为代表的古典经济学认为资本积累对经济增长有重要作用。随着经济理论的发展，以索洛为代表的新古典增长理论认识到了技术进步的重要性，但视其为既定的外生变量。而20世纪80-90年代的内生经济增长模型将技术要素内生化，认为政府并非是无所作为的实体，而是可以采取教育、保护知识产权等手段来促进经济增长。同时，著名学者杨小凯将分工要素纳入经济增长的分析框架之中，提出“分工不断深化是经济增长源泉”的观点。这些理论都极大的丰富了经济增长的内涵，却不能充分解释当前经济增长中的一些新问题，很大原因是因为这些理论在演进过程中，忽视了资源分类在不同阶段对经济增长的区别性作用。本研究试图揭示在经济增长的不同阶段，两种类型的资源（即可耗竭资源与可再生资源）对经济增长有何不同的作用，从而在经济增长的不同阶段采取针对性地措施来推动经济持续均衡增长。因此，本研究丰富了经济增长理论，为当下无法用经典的经济增长理论解释的经济增长难题提供了一个新的视角。

## **1.3** 本文逻辑结构与研究方法

### **1.3.1** 逻辑结构

第一章，绪论。基于各个国家和地区经济增长不平衡的状况及各种经济学派关于资源分类在不同阶段对经济增长的区别性作用关注不够等背景，本文选择

《不同自然资源对经济增长影响的差异性研究》这一论文题目。此章详细交代了研究背景、研究意义、本文逻辑结构与方法、文献综述等内容。其中，文献综述部分回顾了古典经济学、新古典经济学、新增长理论关于自然资源与经济增长关系的一系列论述，指出了现有理论和实证研究的不足之处。随着各种经济学派的演进，对此问题的研究经历了一个由表及里、由浅入深的认识渐进过程，但是仍然缺乏强有力的论证工具，特别是用来佐证的实证检验资料。

第二章，自然资源与经济增长的相关概念界定。本章先对自然资源和经济增长的相关概念分别进行界定，并运用大量的数据、图形及表格揭示了我国自然资源和经济增长的现状。然后将两者结合起来，先正面界定了我国自然资源对经济增长的驱动效应，做出了相应的现状分析；再从负面角度界定了自然资源对经济

增长的约束效应，并描述了我国部分省区自然资源对经济增长的约束现状。

第三章，自然资源对经济增长的双重效应分析。在概念界定的基础上，展开自然资源对经济增长的驱动与约束机制的分析。与第二章的逻辑相同，本章先从正面角度分析自然资源对经济增长驱动效应的机制，再从负面角度论证自然资源对经济增长的约束机制，进而对不同种类自然资源约束下的经济增长阶段的差异性进行了比较。最后将两种效应结合起来，为了更好的发挥自然资源对经济增长的驱动效应，减弱负面的约束效应，则有必要探究资源间相互替代的可能性，因而从可耗竭资源间相互替代、可再生资源对可耗竭资源的替代这两个角度展开了分析。

第四章，基于资源投入对经济增长影响的实证分析。本章以罗默的内生经济增长模型为基础，将技术进步与资源利用率引入最一般意义的CD函数，结合新古典增长理论中的部分结论进行数理模型的构造，模型推导结果表明：技术进步和提高资源利用率（即提高可耗竭资源的利用率、加大可再生资源的开发力度等）是产出增加的重要驱动因素，因而从理论层面，基于模型推导的角度得出了相应的结论。随后，借助stata 12.0软件进行面板数据的分析，对数理模型推导的结果进行实证检验。先构建了国家层面的多元线性回归模型，继而对比了三组基于省际数据的分面板，最后针对线性模型的不足而对模型做出了重要修正——引入二次项后的多元回归模型。实证结果表明：在不同的经济增长阶段，不同的自然资源对经济增长的驱动和约束效应大不相同。

第五章，本文总结与政策建议。本章首先总结了本文的三条结论，回顾了本文的创新之处及需要进一步研究的问题，为将来的深入研究指明了方向。结合党的十八大重要会议精神，为减弱自然资源对经济增长的负面约束作用、促进我国经济可持续增长，本文最后提出了相关的政策建议。

### **1.3.2** 研究方法

**1. 规范分析与实证分析相结合**

首先界定概念并对所阐述的概念进行现状分析，再从理论角度进行阐述，研究不同自然资源投入与经济增长的一般规律，此阶段逻辑严密，为规范分析；然后建立面板数据模型，并进行多元回归，此为实证分析。

**2. 定量分析和定性分析相结合**

通过理论推导得出经济增长过程中各种因素所做的贡献，此为定性分析；随后用计量方法进行检验、得出实证结果的过程则为定量分析。

**3. 比较分析方法**

本文一方面在理论部分比较了在不同经济增长阶段下，各种资源对经济增长影响的差异性，另一方面在实证部分首先从宏观角度分析了国家经济增长中各种因素的驱动作用，然后基于微观视角引入三组分面板的省际数据进行比较研究。

## **1.4** 自然资源与经济增长关系的文献综述

### **1.4.1** 古典主义相关研究

#### **1.** 威廉**-**配第学说

古典学派重要代表人物之一的威廉-配第虽然认识到了人类创造物质财富的过程会受一定的自然条件制约，但依然把劳动看成经济增长的主要动力，而环境与资源仅仅是客观的外生变量。这一观点对传统的经济学家影响深远，以至于在相当长的一段时间内，自然资源在主流经济增长理论中都处于微不足道的地位，归根到底，是人们回避要素替代问题、迷信价格作用的结果。

#### **2.** 马尔萨斯学说

马尔萨斯提出了自然资源绝对稀缺论，提出了生活资料以算术级数增长而人口却呈现几何级数增长的重要假说。马尔萨斯认为人口呈现几何级数增长是因为

“两性间的情欲”，而生活资料却以算术级数增长是因为食品等生活资料受到土地等自然资源的制约。马尔萨斯意识到了自然资源对经济增长可能产生的约束作用，这种认识弥足珍贵，却仍忽略了技术进步的积极作用以及人类有意识、有动机的资本形成活动的开展。

#### **3.** 李嘉图学说

另一著名学者李嘉图提出了自然资源相对稀缺论，对土地资源的认识比马尔萨斯更前进了一步，因为李嘉图认为仅存在相对稀缺的生产率较高的土地资源，而不存在土地资源的绝对稀缺，土地质量的下降则是导致边际报酬递减的最为关键性因素。同时李嘉图暗示了技术进步对于解决自然资源约束人类社会发展问题的作用，但李嘉图未探索自然资源对经济增长影响的内生机制，对技术作用及土地稀缺问题并未进行深层次的探究。

#### **4.** 穆勒学说

穆勒继承且发展了马尔萨斯和李嘉图对于自然资源稀缺的观点，提出了著名的“静态经济”理论。从自然资源的边际报酬递减规律出发，倡导静态经济应该是人口、资本与物质资料的生产均处于零增长的一种平衡状态，但这种零增长却不意味着社会停滞与倒退。因为在此状态下，道德水平的进步以及精神文明的高速发展，能比之前仅通过物质材料的生产获得更高的生活质量。

从以上这些代表性的古典主义理论可以看出，古典主义阶段关于自然资源与经济增长关系的研究，始终处于萌芽的探索阶段，并未形成系统而全面的观点、理论和学派，甚至未区分可耗竭资源与可再生资源。同时缺乏实证支持，忽略了技术进步的深层次作用，但对于启迪人们的思想、关注这一问题及后来学派的发展起到了良好的促进作用。

### **1.4.2** 新古典主义相关研究

#### **1.** 马歇尔学说

新古典主义的重要代表人物马歇尔认为，自然资源在生产中呈现边际报酬递减的倾向，而人类的作用具有边际报酬递增的倾向，这两种倾向相互抵消作用后的结果可能是报酬不变的增长率。此时的新古典经济学家们非常看重技术因素的重要性，因而认为资源存量并非是一种重要的生产投入要素，学者们对经济增长均持普遍乐观的态度。在20世纪70年代初期之前，主要工业化国家在二战后经济迅速恢复与发展，并没有受到自然资源的负向约束作用，似乎验证了马歇尔预期的有效性。

#### **2.** 新马尔萨斯主义

但随着70年代石油危机的爆发，由石油资源引发的主要工业化国家的经济停滞，使人们对这种观点产生了质疑。人们开始意识到自然资源这种长期被人类忽视的东西并非是一种无代价的生产要素，可耗竭资源作为自然资源的重要组成部分，其稀缺性意味着人类对可耗竭资源的索取存在着某种程度的限制，于是“新马尔萨斯主义”应运而生。新马尔萨斯主义跳出了传统经济学的研究框架，从固定储量范式角度出发，重点关注资源枯竭和环境污染的问题，认为经济增长存在一个“增长极限”，地球难以长期承受人类对自然资源当前及未来的需求水平。如以Meadows（1972）为代表的罗马俱乐部就指出了生态系统对经济增长存在一定的制约作用，随着经济的进一步增长，自然资源会逐渐枯竭，从而经济增长将趋于停滞状态。

#### **3.** **Hartwick**学说

同时，另一派经济学家采取机会成本的范式，极力抨击“增长极限论”。认为在合适的政策和市场激励条件下，利用新技术的创新，地球能够为将来的社会需求和发展提供充裕的资源，这种观点以Hartwick为代表。同时，Hartwick提出了在自然资源约束下实现经济持续增长的两个重要条件：一，特别储蓄准则（即

Hartwick 准则），将资源开采活动中收入高于边际成本的租金部分全部用于再生产的资本投入（如人力资本投入等），此时消费和产出水平不会相应变动；二，

与经济生产技术相关的条件，即资本和资源之间替代可能性的大小在相当大程度上决定了Hartwick准则的可行性。

#### **4.** 国内学者观点

关于自然资源与经济增长关系的问题，国内众多学者展开了实证研究。王铮、薛俊波、谢书玲（2005）运用C-D函数求出了土地和水资源对我国经济增长的阻力值分别为0.013201和0.01397。庞丽（2006）基于我国经济可持续增长的角度，也计算了我国经济增长中由于土地及水资源的限制而产生的阻力因素。陈斐和刘耀彬（2007）运用城市化增长模型，并利用新古典增长理论的研究方法，首次构建了我国城市化进程中的资源“尾效”消耗模型，并计算了水资源、土地及能源在我国城市化进程中的“尾效值”。同时，崔云（2007）利用C-D函数也衡量了我国土地资源对经济增长的“尾效值”。

总之，新古典主义已经认识到了自然资源是经济增长的一种重要驱动因素，并将其纳入生产函数的框架内进行分析讨论。新古典主义关注到了技术因素在自然资源对经济增长的约束效应中发挥的作用，但其理论并未详细分析技术进步的机制，因此无法对技术进步如何抵消资源的稀缺性给出令人信服的解释。虽然新古典主义意识到某些类别的自然资源会对经济增长产生负向的约束效应，但无论在理论还是实证层面，新古典主义均未对不同自然资源对经济增长的区别性作用做出详细解释，这是一个较大的缺陷。

### **1.4.3** 新增长理论相关研究

20世纪80年代以来，全球气候变暖、臭氧层空洞、酸雨肆虐等生态问题日益严峻，引发了人们对资源环境问题的高度关注。伴随着内生增长模型的兴起，经济学家更多的将自然资源、环境污染等因素纳入内生增长模型，推断得出：如果技术进步的机制是有效的，则有可能获取最优的正向增长率。

#### **1.** 罗默学说

内生经济增长理论的重要代表人物罗默假定技术进步源于知识的不断积累，而知识积累在整个经济范围内存在着溢出效应。正是这种溢出效应使得新古典增长理论中出现的资本边际报酬递减趋势被抵消，从而使经济走上了稳定的内生增长路径。因此，内生增长理论从这个角度为技术进步如何抵消资源的耗竭性给出了一个解释，弥补了新古典增长理论的局限。

#### **2.** **Barbie**学说

Barbie（1999）在其模型中分析了内生经济增长和可耗竭资源的关系，探寻出最优的经济增长路径，认为内生的经济增长可以克服可耗竭资源带来的负面约

束效应。长期来看，技术进步的重要作用抵补了可耗竭资源的不断消耗，人均消费量在长期内可以保持在一个适当水平。

#### **3.** **Howitt**学说

与罗默和Barbie学说相同的是，Howitt（1998）也认为可耗竭资源对经济增长会存在一定的限制，环境污染会对经济增长造成一定的负面影响，然而可以通过其他途径进行弥补，克服生态系统本身的极限。与罗默认为的知识溢出、Barbie认为的技术进步不同的是，Howitt构建了熊皮特模型，表明了人力资本的不断积累能抵消这一负面效应。

#### **4.** 国内学者观点

国内学者在此方面的研究成果颇丰。王海建（2000）利用卢卡斯人力资本积累的内生经济增长模型，将可耗竭资源作为一种重要的生产要素纳入生产函数，求得模型的均衡增长解。包群和彭水军（2006）也将可耗竭资源要素作为生产函数的一个重要变量，构建了四部门内生经济增长模型，刻画了人口增长、可耗竭资源的约束、创新与研发、可持续经济增长的内在机制，认为只有改变传统的粗放型经济增长方式，走集约型的经济增长新途径，才能获得持续稳定且有意义的的长期经济增长。刘朝明和陶磊（2008）也将可耗竭资源纳入内生经济增长模型，利用最优控制理论得出了模型的均衡增长解。与传统观点不同的是，此模型从全面的视角来看待自然资源约束下的经济增长问题。其认为不能仅依靠技术进步来谋求经济的持续均衡增长，通过对可再生资源的合理有效开发与利用也能达到相同的目标。

总之，内生经济增长理论对自然资源与经济增长间的关系有了进一步的认识，尤其关注到了可耗竭资源对经济增长的约束问题。但整体的研究仍然处于刚刚起步的模型架构与逻辑推导阶段。内生经济增长理论尝试运用多种理论模型和实验工具来进行研究，但缺乏足够的实证资料予以支撑。此外，以内生技术进步为特征的新增长理论尽管解释了技术进步的内在机制，但是对于自然资源与经济增长关系的问题上，仍然体现出技术乐观主义，这对于稀缺形势日益严峻的可耗竭资源的分析，是不够客观的。同时，新增长理论虽然关注到了资源的分类，但对于不同自然资源对经济增长影响的差异性，依然缺乏定性和定量的比较研究。

# 第二章 自然资源与经济增长的相关概念界定

## **2.1** 自然资源界定

资源与经济增长的关系密切，是现代经济学关注的焦点。然而长期以来，人们对资源的认识经历了一个由浅入深、由表及里的循序渐进过程，资源一词的内涵也在不断丰富与扩展。美国著名学者阿兰.兰德尔认为，资源是人类发现的有价值的且有用的物质。

在主要的经济学著作中，人们常对“资源”与“自然资源”二词缺乏细致的区分，部分经济学家更是直接将自然资源作为资源的代名词，尤其在我国这种观点比较普遍。而本文认为，自然资源只是资源狭义上的内涵，广义的资源内涵中还包含其他重要的资源类型，即所有有价值的社会、经济与自然条件均属于资源的范畴。如果片面的将自然资源等同于资源，那么就忽略了可能对经济增长产生重要影响的其他因素。

由上可知，自然资源是资源的重要组成部分。自然资源，也称天然资源，与人造资源的概念相对应，指的是不依靠人力作用而天然存在于自然界的有用物质要素，即在原始条件下就具有价值的资源形态。著名学者于光远认为，自然资源是指天然状态下存在、未经人类加工后的资源类型，例如土地、矿物、能量等等。

自然资源具有区域性、多用性、稀缺性、难以替代性、整体性的性质特点。其中，区域性指的是资源分布的不均衡，各种资源有着自己独特的分布规律，如煤碳资源主要分布在我国和俄罗斯等国家。即使在我国境内，全国煤炭储量有

70%集中在内蒙古、ft西和陕西三省，呈现北多南少、西多东少的分布格局。多用性指的是同种资源具有多种功能和用途，能够满足消费者不同种类的需要，如石油产品即可分为石油燃料、润滑剂、石油沥青、石蜡等各种类型。虽然石油燃料占据总产量的90%，但是润滑剂、沥青等其他功能的石油产品用途亦不可忽视。稀缺性和难以替代性指的是自然资源在数量和替代性上都是有限的，传统的可耗竭资源是当今世界经济增长的引擎，然而其储量和探明量都是有限的，只能满足地球未来若干年的需要。虽然理论上可以用太阳能、地热能、风能等可再生资源进行替代，但操作成本高昂、技术上也会遇到障碍，大规模的应用和普及需要漫长的探索过程。整体性指的是每个地区各种自然资源具有生态上的相互联系，是一个统一的有机整体，必须综合开发与利用。当前我国在资源开发过程中，经常犯急功近利的错误，往往注重对价值量高的资源进行开采，忽视了价值量低的副产品，更有许多开采者只顾眼前利益，不理会生态环境的保护，造成了许多资源开采地严重的生态破坏、环境污染等问题。

自然资源按照不同的口径，有多种分类方式，结合上文关于资源与自然资源

的论述，基于本文的研究视角，整理出如图2.1的概念分类：广义上的资源：自然资源、社会资源等

资源

狭义上的资源：自然资源

可再生资源

相对意义（水能、风能等）

绝对意义（ft川美景等）传统可耗竭资源（煤和石油）

可耗竭资源

开采成本较高的可耗竭资源（天然气）

**图2.1 本文对资源和自然资源的分类**

除了图2.1对资源的划分标准，资源按照其他的分类口径，还能分成若干的类型。如按照生产要素是否具有实物形态，可以分为物质资源与人力资源；按照资源的归属地划分，可以分为国际资源和国内资源；根据资源差异化的用途划分，可以分为生产资源与生活资源等等。而本文研究不同自然资源对经济增长影响的差异性问题，因此采用图2.1对资源分类的方法，将资源按照涵义的范围进行划分，着重研究狭义上的资源（即自然资源）。

除了图2.1对自然资源的划分标准，自然资源也具有其他的分类方式，不同的学科有自身的划分标准。比如地理科学可以将自然资源分成陆地资源、天空资源、海洋资源、太空资源；生物化学角度可以将自然资源分成有机资源与无机资源。而本文立足宏观经济学的角度，必须用有意义的经济指标对自然资源进行划分，从而得到如图2.1的划分标准。根据自然资源是否能够再生，可将自然资源分为可再生资源与可耗竭资源。可再生资源可以从绝对和相对意义上进行细分，绝对意义的可再生资源能够带来收益却不产生任何损耗，这种自然资源一般排除在经济学视野之外，也不在本文的讨论之列。如中国众多ft川美景，游览者能受益，所有权者也能获得观光收入，且适当的观光行为对美景不会产生任何负面损耗，此类可再生资源的利用过程也无需必要的成本和技术条件。与绝对意义的可再生资源相比，相对意义的可再生资源虽然是可以繁殖再生的自然资源，但开发利用的速度如果大大超过自身更新、成长的速度且无法维持再生过程的环境条件时，终将会耗竭。与可再生资源的定义相反，可耗竭资源是本身无自更新、自成长的能力，随着人类的开采和利用不断减少的资源，这种资源面临“用一点少一点”的艰难困境，而这种资源（即以煤、石油、天然气为代表的传统化石能源）

是现代经济增长的引擎，在现代经济的增长过程中扮演着重要角色，也是本文关注的重点。然而，本文为了研究需要，结合中国具体的资源消费国情，从成本、技术及使用规模的角度，将可耗竭资源又进一步划分为传统可耗竭资源（煤、石油）和开采成本较高的可耗竭资源（天然气）。

改革开放至今，中国的经济迅速增长，其中可耗竭资源起到了至关重要的作用。然而，中国可耗竭资源日益枯竭，对国际市场可耗竭资源的依赖程度逐渐加深。从总体上来看，我国自然资源呈现“种类齐全、总量高，但人均占有量少”的特征。我国疆域广阔，自然资源丰富，已探明的可耗竭资源总量占世界的12%，仅次于美国和俄罗斯。我国自然资源种类齐全，已探明的自然资源在我国均有分布。许多资源的储量位居世界前列（如表2.1 所示），但中国人口众多，人均自

然资源占有量在世界上处于较低水平（如表2.2所示）。

**表2.1** **中国部分自然资源储量在世界上的排名**

| 排名第一 | 稀土、石膏、煤、钒、钛、石墨、重晶石、钨等 |
| --- | --- |
| 排名第二 | 锂、锡、钼、锶等 |
| 排名第三 | 锰、汞等 |
| 排名第四 | 锌等 |
| 排名第五 | 金、银、铅、铁等 |

资料来源：根据中国自然资源数据库（2012年度）等资料整理而成

**表2.2** **中国部分自然资源人均占有量和世界平均水平的比较**

| 金刚石、天然气、石油等人均占有量 | 是世界人均占有量的 1/10 |
| --- | --- |
| 稀土、石墨、钨、重晶石等人均占有量 | 与世界人均占有量持平 |

资料来源：根据中国自然资源数据库（2012年度）等资料整理而成

### **2.1.1** 传统可耗竭资源——煤和石油

在任意对人类有意义的时间段中，资源质量保持不变、且资源的储量不再增加的资源即为可耗竭资源。可耗竭资源的存量会随时间的推移而逐渐减少，直到枯竭。如图2.1所示，煤、石油和天然气三种传统的化石能源均属于可耗竭资源的范畴，本文从成本、技术及使用规模的角度，将可耗竭资源又进一步划分为传统可耗竭资源（煤、石油）和开采成本较高的可耗竭资源（天然气）。

#### 1. 煤

煤是自十八世纪以来人类使用的主要能源之一，被誉为“黑色的金子”，是古代植物体埋藏在地表之下经历了复杂的物理和生物变化而形成的固体可燃物。截至2011年，我国煤炭产量约为32亿吨，是世界煤炭产量最大的国家，占世界煤炭产量比例的48.3%。煤炭资源种类庞大，而本文论述的煤炭资源包括了无烟

煤、烟煤和褐煤三大类群，即囊括了所有种类的煤炭资源。

然而充裕的煤炭资源在使用过程中存在较为严重的问题。我国用于发电的资源中，水电占比只有20%左右，77%需要煤炭资源的火力发电予以支撑，核能发电的应用尚不普及，远远逊于排名第一的法国。究其原因，我国正处于重型工业化的发展阶段，“高碳”效应显著，改变以煤为主体的能源结构有诸多困难。但是，每燃烧一吨煤会产生3.67吨的二氧化碳，比燃烧每顿石油和天然气多30%和70%。煤炭资源耗竭的同时产生严重的环境污染，因而依靠传统化石能源的投入、“粗放型”的经济增长模式已无法持续，通过经济转型来实现经济持续均衡增长已迫在眉睫。

#### **2.** 石油

作为传统可耗竭资源的另一重要代表，石油是现代经济增长的重要引擎。自

1973年和1979年的能源危机之后，人们开始更多的注重石油的使用。当今世界，

90%的运输能量都是依靠石油获取的。石油密度高、运输方便，是最为重要的运输驱动能源。石油主要被用作汽油和燃油，而汽油和燃油组成了当今世界最重要的一次能源之一，而本文讨论的石油资源包含了所有的这些类群。

我国化石能源储量可观，但结构严重失调。我国的可耗竭资源分布呈现明显的“富煤、缺油、少气”的格局，决定了中国的能源结构以煤为主。与充裕的煤炭资源相比，我国石油资源相对稀缺。仅仅依靠国内的石油资源无法满足工业化发展的需要，更无法实现经济的进一步增长，因而从国际市场加大石油的进口已成为弥补我国石油资源储量不足的一条重要途径。中国之前一直是石油净出口国，然而自1993年中国化工进出口总公司签署进口沙特石油协议以来，中国已成为石油净进口国，中国的石油战略发生了重大改变。此后每年的石油净进口量不断上涨，石油进口来源日趋广泛，石油资源的对外依存度也逐渐上升。如表

## 2.3 所示，近年来我国石油资源的进口来源广泛，进口量呈逐年增加的趋势，对国际市场的依赖程度也不断加深。

根据依存度=[（进口量-出口量）/消费量] \*100%，数据整理的结果如表2.4

所示。表2.4说明，我国近年来不仅石油的进口量逐年增加，出口量逐年下降，我国石油的消费量也不断攀升，对外依存度逐渐上升，说明我国石油资源高度依赖国际市场的供应。

**表2.3** **2006-2010年我国石油资源进口量及来源（百万吨）**

| 年份 | 中东 | 西非 | 俄罗斯 | 中南美洲 | 中南非洲 | 新加坡 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2006 年 | 73.9 | 37 | 24.1 | 12.9 | 5.3 | 5.3 |
| 2007 年 | 78.8 | 35.8 | 26.3 | 13.7 | 12.7 | 3.3 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2008 年 | 92 | 39.1 | 22.4 | 16.5 | 10.6 | 4.5 |
| 2009 年 | 103 | 41.7 | 26.6 | 17.7 | 12.2 | 6.6 |
| 2010 年 | 118 | 43.7 | 33.3 | 24.1 | 12.7 | 7 |
| 年份 | 北非 | 日本 | 澳大利亚 | 美国 | 欧洲 | 其他亚太  地区 |
| 2006 年 | 3.7 | 3.2 | 2.1 | 0.4 | 0.5 | 22.8 |
| 2007 年 | 4.6 | 3.1 | 1.4 | 0.3 | 0.5 | 22.1 |
| 2008 年 | 4.2 | 4.9 | 0.9 | 0.8 | 0.2 | 21.4 |
| 2009 年 | 8.9 | 3.6 | 1.6 | 2.8 | 0.6 | 27.5 |
| 2010 年 | 10.1 | 2.7 | 7.2 | 2.5 | 1.3 | 28.8 |

资料来源：根据中国能源网、中国自然资源数据库等资料整理而成

**表2.4** **2006-2010年我国石油资源对外依存度**

| 年份 | 进口量/百万  吨 | 出口量/百万  吨 | 合计 | 消费量/百万  吨 | 对外依存度  /% |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2006 年 | 191.7 | 23.2 | 168.5 | 351.2 | 48.00% |
| 2007 年 | 203.1 | 19.2 | 183.9 | 369.3 | 49.80% |
| 2008 年 | 217.8 | 18.8 | 199 | 376 | 52.90% |
| 2009 年 | 253.3 | 34.1 | 219.2 | 388.2 | 56.40% |
| 2010 年 | 294.5 | 31.5 | 263 | 428.6 | 61.40% |

资料来源：根据中国能源网、中国自然资源数据库等资料整理而成

综上所述，我国的煤炭和石油资源的开采利用过程都存在着一定的问题，其中资源稀缺性和利用效率低下的问题较为突出。我国是世界上最早进行可耗竭资源开采利用的国家之一，新中国成立以来，面对封锁隔离的艰难处境，国家高度重视地质工作，通过高度集权的计划经济体制来保证第一产业、第二产业的资源供应，维持我国经济的增长。但是这种配置方式忽略了市场机制的作用，资源的粗放经营造成资源使用的巨大浪费。

改革开放以后，社会主义市场经济体制在我国逐渐建立起来，可耗竭资源也朝市场化改革的方向前进。我国结束了长期以来的资源无偿开采的历史，转变资源利用观念，收取了一定的资源开采费用并明确了资源产权，确定相关主体的责任，使得资源的利用效率有所提高，严重的资源浪费问题也有所缓解。然而，我国的资源供求矛盾依然尖锐，资源利用率低、浪费和污染严重的问题并未从根本上解决。在可耗竭资源的开发过程中，煤炭和石油开采造成的废弃资源回收率低、生产过程能耗大、环境污染等问题较为严重。

### **2.1.2** 开采成本较高的可耗竭资源——天然气

本文讨论的天然气是从能源角度定义的，指的是天然形成于地壳中的烃类与非烃类气体的混合物。天然气是一种多组分的混合气体化石燃料，主要成分是烷烃，其中甲烷占据绝大多数。与上文论述的煤炭和石油开采造成的废弃资源相比，天然气燃烧后无废水和废渣的产生，在使用上具有安全可靠、热值高、经济实惠、清洁环保等优势。但同煤炭和石油资源一样，天然气在使用过程中也伴随着二氧化碳的排放，加剧了地球的温室效应，因而不能将天然气视为新能源的范畴。

同时，本文在自然资源的框架下将天然气与煤炭和石油分别进行研究，是基于我国天然气使用的国情，尤其是开采成本等因素。

我国天然气使用的国情——起步较晚、需求巨大、前景广阔。1985年到2000年间我国天然气消费的平均增速仅为4.9%，只占据全部能源消费比例的2%左右，许多省份早年的天然气使用量微不足道。然而，2000年至2008年间平均消费增速大幅跃升至16%，远超于同期煤炭和石油9%和6.8%的增速，同时占一次能源的比重也升至3.9%。根据相关统计资料，2011年1月至10月间我国天然气的产量达826亿立方米，同比增长达6.6%，但大幅提升的天然气产量依然满足不了我国巨大的天然气需求。为了增加天然气的供给，“十二五”期间，我国新建天然气管道4.4万公里，初步形成了以西气东输、陕京线、川气东送和沿海主干道为大动脉，连接主产区、消费区、四大进口战略通道的全国天然气管道网，构建了安全平稳的供气格局。

天然气较高的开采成本是造成我国天然气使用起步较晚的重要因素。天然气与原油的开采方法有类似之处，一般采用自喷方式，不过因为气井压力较大，加上天然气属于易燃易爆气体，对采气井口装置的密封性能和承压能力比对采油井装置的要求要高的多，且在天然气的开采过程中要利用先进的技术和装备治理气藏水患。因此，与采油相比，采气需要更复杂先进的开采技术、需要投入更多的资金和设备，因而运行成本较高。例如，2008年约旦国家石油公司不堪忍受天然气开采成本上升的压力，被迫努力寻求外国公司投入资金。高昂的开采和利用成本也是我国早年间天然气使用量偏低的重要原因之一。

### **2.1.3** 可再生资源

可再生资源是与可耗竭资源相对应的一个概念，是指可以重新利用或者在短期内可以再生的资源，也被称为可更新资源。一般包括太阳能、风能、水能、海洋能、地热能等自然资源，是可持续发展中需加强建设并努力推广使用的清洁能源。如图2.1所示，本文讨论的是相对意义的可再生资源，即虽然是可以繁殖再生的自然资源，但开发利用的速度如果大大超过自身更新、成长的速度且无法维

持再生过程的环境条件时，终将会耗竭，且可再生资源的使用受制于相应的资金、设备和技术条件。我国的可再生资源储量丰富，为我国电力输送事业做出了重要贡献。如表2.5所示，近年来可再生资源的年发电量不断增加，占据总发电量的比例呈现整体上升趋势，对未来的社会经济发展而言，可再生资源开发利用的潜力巨大。通过各种可再生资源的发电量比较可以看出，水电占据了绝对主要地位，其次是风力发电和生物质发电，因此下文的实证分析部分主要选取水电数据作为可再生资源的代表。

**表2.5** **中国可再生资源发电量（亿千瓦时）**

|  | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 地热海洋发电 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.46 | 1.46 | 1.46 |
| 太阳能发电 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 35 |
| 生物质发电 | 52 | 70 | 97 | 147 | 207 | 248 | 315 | 380 |
| 并网风力发电 | 16 | 28 | 57 | 131 | 276 | 494 | 741 | 1004 |
| 水电 | 3964 | 4148 | 4714 | 5655 | 5717 | 6867 | 6681 | 8641 |
| 合计 | 4033 | 4247 | 4869 | 5934 | 6201 | 7611 | 7745 | 10061 |
| 可再生资源发电  量年增长率% | — | 5.3% | 14.7% | 21.9% | 4.5% | 22.7% | 1.8% | 29.9% |
| 可再生资源发电量占总发电量比  例% | 16.1% | 14.9% | 14.9% | 17.2% | 16.8% | 18.0% | 16.4% | 20.2% |

资料来源：根据中国能源网、中国电力企业联合会网站等相关资料整理而成

## **2.2** 经济增长界定

### **2.2.1** 经济增长的涵义

经济增长是世界各国共同追求的重要目标，在国家各项事业的发展中处于优先的地位。十一届三中全会后我国确立了以经济建设为中心的总方针，从此中国经济一直处于腾飞崛起的状态，获得了举世瞩目的经济增长奇迹。

经济增长是指在一个较长的时间段内，一个国家的GDP（或国民收入、人均GDP、人均收入）的持续增加。显然，这里的产量既可以用经济的总产量来表示，也可以表示为人均产量。这两种定义分别针对不同的研究问题：如果要研究一国总体经济实力的变化，则选择总体指标更优；若要探究一国居民生活水平的提高，则选择人均指标进行研究更加方便。其实，这两种指标具有密切的联系，可以证明：总产出的增长率减去人口增长率后的差值就是人均产出的实际增长

率。而下文的模型推导过程，对总体经济指标和人均经济指标进行了严格的区分，分别探究各种经济驱动因素对二者的影响。

世界各国由于经济体制、历史条件等各方面原因的不同，经济增长呈现极大的差异性。本文将与自然资源有关的经济增长资料进行了总结，描述了世界各国经济增长内涵的三点转变：

#### **1.** 可耗竭资源驱动经济增长的过程呈现新的趋势

可耗竭资源即以煤、石油、天然气为代表的传统化石能源。就当今世界的经济增长而言，依赖程度最大的可耗竭资源为石油，其次是煤和天然气。而可耗竭资源储量有限，可能在本世纪中叶逐渐枯竭。但世界未来二三十年的经济增长依然离不开石油和天然气，故石油和天然气依然是未来二三十年消费最多的可耗竭资源。

而煤炭作为温室气体的主要排放物，是低碳经济时代人们减少使用的重要能源，2000年时全球煤炭的消费量首次被全球天然气消费量超过。但基于之前的分析，中国的煤炭资源储量庞大，而天然气和石油储量不足，加之近年来中国经济迅速增长，使得中国煤炭消费量占据世界28%。但从长期来看，煤炭资源的消费量应该逐步降低。减少煤炭资源使用、完全实现低碳经济在我国任重而道远。

#### **2.** 可再生资源为经济增长注入了新的动力

许多国家在经济增长的过程中，正在转变资源消费结构，加大了可再生资源的开发与利用。以下以美国、德国、瑞典、韩国和日本为例进行说明：

美国作为新能源战略的领军者，其新能源政策着重洁能与节能，大力开发和利用可再生资源，试图争夺未来可再生资源领域的制高点；德国也大力发展可再生资源，制定了温室气体排放的新法案，力争让太阳能、潮汐能等可再生资源的利用比率由现在的14%增加到2020年的20%；瑞典对可再生资源的使用过程实施补贴，力争在2020年前摆脱对石油资源的依赖；韩国打出“低碳绿色增长”

的口号，利用新能源战略振兴本国的经济，从2007年以来，持续投入25.9亿美元发展国内的核电设备和发展核燃料技术，同时增加可再生资源对传统化石能源的替代；日本则通过政策激励和法规并举的手段，试图摆脱长期以来对传统能源进口的依赖。

#### **3.** 为了驱动经济，各国对可再生资源的研发投入大大增加

微软创始人比尔盖茨早就呼吁增加可再生资源的研发投入。奥巴马政府在之前的国情咨文演讲中已明确表示：2035年将美国80%的发电量用于可再生资源领域，美国政府为此项目的研发部署投入达80多亿美元。2013年3月15日，

奥巴马敦促国会批准设立能源安全信托基金，以减少美国对传统化石能源的依赖，并增加可再生资源的研发投入，走出当前的经济困境。而我国在可再生资源领域也响应积极，“十二五”能源科技的研发投入达60多亿美元，重点发展太阳能、智能电网、风力发电等成套产业化技术，为驱动我国经济的持续增长注入了一剂强心针。

### **2.2.2** 内生经济增长

内生经济增长指的是不依靠政策、外资及外生技术进步等经济外部力量的推动，主要依靠资本积累、内生技术变化等内在力量来推动经济的长期增长。

内生经济增长分为“要素投入型内生经济增长”和“技术推动型内生经济增长”两种类型。前者包含了内生人口增长率、内生投资率、内生储蓄率等因素，后者从知识溢出、研发投入等角度来解释技术的内生进步。而本文研究的是经济增长处于不同阶段时，各种要素投入对经济增长的差别性影响，而技术只是经济增长的重要驱动因素之一。本文着重分析可耗竭资源与可再生资源对经济增长的作用。

### **2.2.3** 经济增长阶段

经济增长所处的阶段是一个国家或地区经济增长的重要度量因素。一个国家或地区，经济增长阶段判断正确与否，是其制定正确的经济增长战略规划、促进经济增长的重要前提之一。目前，学术界对经济增长阶段的划分标准未取得共识，主要存在以下三种观点 ：

#### **1.** 结构主义划分标准

结构主义认为经济增长的本质是生产结构发生变化，故而对经济增长阶段的划分需设立相应的结构性指标。此观点以罗斯托为代表，其认为经济增长的整个过程是“主导部门”的序列变化过程，这种序列体现在有效吸收特定技术的顺序上。经济增长的每个阶段，都有相应起领头作用的主导部门，引导并推动其他部门共同发展。此观点反对用经济总量指标作为经济增长的划分标准，认为必须考察部门与分支部门间的相互关系。

#### **2.** 总量主义划分标准

总量主义认为经济增长的本质是经济总量的不断扩张，可以用GDP、人均

GDP等指标的大小来简易划分经济增长阶段。此观点以库兹涅茨为代表，其认为经济增长的整个过程是总量不断增加的过程，即使是结构主义考察的部门间的关系，也与总量指标交织在一起，且只有并入总量框架下才能得到精确度量。若缺乏必要的准确度量，则会忽视战略性部门可能发生的变化。

#### **3.** 综合主义划分标准

综合主义认为经济增长阶段的划分标准不应该用单一的指标进行衡量，而应该是各种指标的综合。我国的蒋海清博士持这种观点，其认为划分经济增长的阶段可以用空间结构、产业结构、制度因素、总量水平四个指标的综合。其中，空间结构是区分地区经济增长不同阶段的标志，产业结构主要考察的是生产力因素，制度因素是以地区经济增长的背景为标准，而总量水平是地区经济增长水平的重要量度。

综上所述，由于本文考察的是经济增长的不同阶段下各种自然资源对经济增长的区别性作用，而这种作用直接反映在经济增长总量指标的变化上。所以本文采取总量主义的划分方式，以地区GDP为标准，将经济增长阶段划分为经济增长的较低阶段、较高阶段和未来更高阶段。分别探究在经济增长的不同阶段时，各种资源对经济增长的影响，及影响效果发生改变的条件。

## **2.3** 自然资源对经济的驱动效应界定

新中国成立以来，我国充裕的自然资源对我国经济恢复与经济增长做出了很大的贡献。2.1节和2.2节内容分别对自然资源和经济增长这两个概念进行了界定，此节开始将两个概念结合起来，从我国自然资源对经济增长贡献率和对经济总量贡献率这两个角度来描述自然资源对我国经济的驱动效应。

### **2.3.1** 自然资源对经济增长贡献率描述

资源产业对经济增长的贡献率，即为该产业对国内生产总值所做的贡献程度。本文立足从社会经济总量的角度进行比较，运用如下的公式进行计算：

资源对经济增长的贡献率=(R\*c) /Y \*100%（2.1）其中，R为资源产业增长率；c为资源产业占据国内生产总值的份额；Y 为

国内生产总值的增长率。

选取我国1986-2010年共计25年的R、c、Y数据，分别测算各年份资源产业对经济增长贡献率的数值，得出的结果如图2.2所示。





**图 2.2** **我国资源产业对经济增长的贡献率**

由图2.2可知，90年代中期之前自然资源对经济增长的贡献率显著，除了

90年代初期有个短暂回落之外，贡献率基本都在20%以上；90年代后期贡献率的数值较为平稳，自然资源对经济增长的贡献率维持在10%左右；此后贡献率稳中有升，然而从2004年至今，自然资源对经济增长的贡献率虽有起伏，但整体呈下降趋势，由此判断，此时自然资源对经济增长的正向驱动效应逐渐减弱。

### **2.3.2** 自然资源对经济总量贡献率描述

衡量经济总量有工农业生产总值、GDP（国内生产总值）、GNP（国民生产总值）等指标。2.3.1节内容是将两种增长率之比表示为贡献率，而这种计算方式无法套用到此处的分析之中。由于自然资源与经济总量这两种指标的度量口径有很大差异，因而这两者的比值不一定能反映自然资源对经济总量的贡献。以往的研究通常用自然资源的产值和国内生产总值的比值作为自然资源对经济总量的贡献率，这种研究方法明显犯了口径不一致的错误，分子是总产值而分母是增加值，显然高估了自然资源对经济总量的贡献。

为了避免类似的错误，本小节对自然资源总产值与工农业生产总值的比值进行研究。此时的两个变量均为产值，度量口径具有一致性，且基本能衡量出自然资源对经济总量的贡献率。鉴于自然资源种类多样、总量庞大的事实，此处选取初级产品的加工阶段进行研究，暂不考虑其后进一步的深加工过程。

选取1986-2010年各年份农林牧副渔业产值、工业产值的数据，加总后得到各年份的工农业总产值数据，同时选取各年份的资源总产值数据，并用各年份的资源总产值数据除以各年份的工农业总产值数据，即可得到相应年份自然资源对经济总量的贡献率（具体分析结果如图2.3，图2.4所示）。





**图2.3 各年份工业产值、农林牧副渔业产值、资源总产值的比较**

如图2.3所示，我国初级产品加工的资源产业产值、农林牧副渔业产值、资源总产值虽然基数上有很大差异，但是走势基本吻合，这说明了工业、农林牧副渔业和资源产业的发展具有一致性的步伐。





**图2.4 不同年份自然资源对我国经济总量贡献率的比较**

如图2.4所示，在2004年之前，我国自然资源对经济总量的贡献率一般维持在20%之上，在经济增长的较低阶段，自然资源对我国经济总量的增长做出了重要贡献。但2004年之后，自然资源对我国经济总量的贡献却呈现稳中有降的

趋势，这与图2.2描述的2004年后自然资源对我国经济增长率的贡献逐渐降低的走势相一致。

综上判断，在经济增长的较低阶段，资源投入对经济增长的驱动效应较大；当经济增长达到一定阶段以后，资源对经济的正向驱动效应逐渐减弱，随之带来的是负向约束效应的增强。

## **2.4** 自然资源对经济的约束效应界定

## 2.3 节从正面角度界定了自然资源对经济的驱动效应，本节从负面角度界定自然资源对经济增长的约束效应，这也正是本文研究的关键。自然资源对经济增长的约束效应，包含种类约束和数量约束这两方面内容。

### **2.4.1** 种类约束

对处于不同经济增长阶段的经济体而言，即使投入相同数量的不同资源，经济增长的表现也具有一定的差异性。因此，如果不能因时制宜和因地制宜，资源投入的种类失当，则会对经济增长产生一定的约束作用。而在实际生产过程中，资源投入的种类失当，归根到底是所需资源投入不足、冗余资源投入过多的问题。因此，种类约束问题可以归入到数量约束的分析框架之下，故而下文着重对数量约束进行分析。

### **2.4.2** 数量约束

自然资源对经济增长的数量约束表现在两个方面：

#### **1.** 资源的日益稀缺而对经济增长造成的约束效应

此处稀缺性的资源主要指的是可耗竭资源。当资源供给小于需求时，资源价格高于均衡价格水平，资源的供求失衡状态通过价格机制自动恢复均衡，然而恢

复均衡的状态需要经历较长的时滞，从而造成了一定的社会福利损失。这是资源对经济增长最典型的约束效应。

#### **2.** 资源储量丰富或投入量过多而带来的约束效应

即使对于资源储量较多的经济体或投入较多资源进行生产的经济单位而言，如果资源的投入数量超过了最佳值，也会造成经济的无效增长。此时资源供给大于需求，导致资源价格低于均衡价格水平，从而也造成了社会福利损失。资源市场恢复均衡状态的时滞较长，减少了原均衡状态的生产者剩余和消费者剩余，也造成了一定的社会福利损失，从而对经济增长也起到一定的约束效应。

例如，基于我国的区域层面进行研究，从我国各省、自治区、直辖市的自然资源充裕度的排序来看，中西部省区都跻身前十，而北京、上海、江苏、广东等大部分发达省市却位列后10名。但是，从改革开放以来的各地区GDP动态比较中可以看出，拥有自然资源相对贫乏的东部地区的经济增长显著快于自然资源相对充裕的中西部地区。自然资源在我国经济增长的过程中，似乎不具有正向推动效应，相反起到了一定的约束作用（如表2.6所示，暂缺重庆市和香港、澳门及台湾省的数据），这种经济增长与资源禀赋“倒挂”的现象与上文论述的某些其他国家情景高度的一致。因此，高效率的利用稀缺资源，努力增强资源对经济增长的正向驱动效应，减弱资源的负向约束效应，协调我国不同资源禀赋地区的经济增长，具有重大的研究意义。

**表2.6** **全国各地区的自然资源充裕程度及2012年人均GDP的排序**

| 省份 | 西藏 | 青海 | 内蒙  古 | 新疆 | 云南 | ft 西 | 黑龙  江 | 贵州 | 宁夏 | 四川 | 陕西 | 甘肃 | 广西 | 安徽 | 辽宁 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 资源充  裕度 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 人均  GDP | 27 | 19 | 6 | 17 | 29 | 26 | 15 | 30 | 16 | 23 | 14 | 28 | 24 | 25 | 9 |
| 省  份 | 吉  林 | 江  西 | 湖  南 | 河  北 | 河  南 | 福  建 | ft  东 | 湖  北 | 广  东 | 北  京 | 浙  江 | 天  津 | 江  苏 | 上  海 | 海  南 |
| 资源充  裕度 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 人均  GDP | 11 | 22 | 18 | 12 | 21 | 10 | 8 | 13 | 7 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 20 |

资料来源：根据《西部大开发中经济发展的若干问题和建议》《两岸突破：中国

工业区域分析》及中国统计年鉴（2012年度）等资料整理而成

## **2.5** 小结

本章对自然资源、经济增长、自然资源对经济的驱动效应和约束效应这四个概念分别进行了界定。

2.1节对自然资源的概念进行了界定。本文重点研究狭义上的资源（即自然资源），并将自然资源分为可耗竭资源与可再生资源，进一步将可耗竭资源分为以煤、石油为代表的传统可耗竭资源和以天然气为代表的可采成本较高的可耗竭资源，可再生资源又有相对和绝对意义之分（本文重点研究相对意义的可再生资源）。进而详细分析煤、石油、天然气和可再生资源的内涵，并指出当前传统可耗竭资源日益枯竭、天然气的开采成本较高、可再生资源的利用潜力巨大等现状。

2.2节对经济增长的概念进行了界定。2.2.1节指出了当前世界经济增长内涵的转变，各国在经济增长的过程中更加重视可再生资源的开采和利用；2.2.2节对内生经济增长进行了分类，本文着重研究要素投入型的内生经济增长；2.2.3节阐述了划分经济增长阶段的依据，本文依据库兹涅茨的总量划分标准，将经济增长阶段分为较低阶段、较高阶段和未来更高阶段。

2.3节开始将资源与经济两个概念结合起来，先从正面角度对驱动效应进行了界定，并从自然资源对经济增长贡献率、对经济总量贡献率两个角度进行了描述。结果表明：在经济增长的较低阶段，资源对经济的正向驱动效应较为显著。

2.4节再从负面角度对约束效应进行了界定。资源对经济增长不仅存在种类上的约束，还存在数量上的约束。而种类约束问题可以归入到数量约束的分析框架之下，所以数量上的约束是本文研究的重点。数量上的约束既包含了因资源稀缺而对经济增长造成的约束效应，也包括了因储量丰富或投入量过多而带来的约束效应。因此，若不能因时制宜和因地制宜，资源投入不足或投入过多，则对经济增长都会产生一定的约束作用。

# 第三章 自然资源对经济增长的双重效应分析

## **3.1** 自然资源对经济增长的驱动机制

自然资源在经济增长的过程中扮演了关键性的角色，具有重要的地位。无论经济增长处于哪个阶段，无论实行什么样的经济制度，经济增长都是建立在自然资源的质量、数量和丰裕度的基础之上，没有自然资源就没有经济的增长。根据资源基础理论的分析，一个国家或地区的核心资源是其竞争优势的源泉。如果具有独特、稀缺、不能完全被替代且难以完全被模仿的资源，那么这个国家或地区与竞争对手相比，就能获得经济增长的“先发优势”。本文认为，若经济随着某种资源要素的投入而持续增长，则表明资源要素对经济增长做出了一定的贡献，也说明了在此阶段这种自然资源对经济增长具有正向驱动效应。具体而言，自然资源对经济增长的这种驱动机制表现在如下的几个方面：

### **3.1.1** 丰富的自然资源是经济增长的条件和基础

人类的生产活动分为初级加工和深加工两种形式。初级加工是指直接以原始的自然资源为目标进行的生产加工活动，而深加工是指利用加工或者合成等手段对货物的再生产、对半成品的进一步完善。然而，各种材料的初始原料仍然来源于大自然。没有了自然资源，任何的经济增长都会成为空话。自然资源充裕的地区，短期内能够凭借充裕的自然资源获得跨越式发展，容易培育以资源为中心的主导产业，从而形成相对固定的地区发展氛围，能大大促进地区的经济增长。

### **3.1.2** 自然资源充裕度的差异影响不同的社会劳动生产率

社会劳动生产率指的是单位产品所消耗的劳动量，或者用单位时间生产出的产品数量来表示。单位产品所消耗的劳动量越少，或单位时间内生产出的产品数量越多，则社会劳动生产率越高。而自然资源的充裕度与社会劳动生产率密切关联，在其他条件相同时，自然资源的优劣与否会对社会劳动生产率产生较大的影响。美国在19世纪末、20世纪初取得了惊人的经济增长，社会劳动生产率大幅度提高，其中一个重要的因素是得益于得天独厚的自然资源，特别是西部地区的开发带来的广阔耕地、茂密的森林和矿产。20世纪70年代开始，中东石油资源充裕的国家对石油资源大幅涨价，在酿成世界经济危机的同时自身也跃居世界富裕排行榜的前列。与此相反，非洲一些资源贫乏的国家无法通过资源投入来拉动经济，国家更缺乏其他驱动经济的机制，结果使得经济长期停滞不前。

### **3.1.3** 自然资源影响地区的产业结构

基于以上的分析，自然资源能提高地区的社会劳动生产率，是经济增长的重

要前提。而当一个地区打造以某种充裕资源为代表的主导产业时，必然会深深影响该地区的产业结构。

在区域开发的过程中，一个地区的产业结构必然首先受制于该地区的自然资源。欠发达国家缺乏其他的经济驱动机制，因此对自然资源的依赖性更强，自然资源对欠发达国家的产业结构影响也就越大。自然资源对第一产业具有直接的影响，很难想象森林资源贫瘠、种植条件恶劣的地区如何发展林业和种植业；自然资源对于第二产业和第三产业是通过农业和采矿业间接发挥作用，因为地区工业化的发展需要经过漫长的资本原始积累阶段，农业和采矿业这两个产业部门与自然资源关系最为密切，因而成为资本积累的最初源泉。

### **3.1.4** 自然资源影响资本积累

基于3.1.3节内容的分析，自然资源成为资本积累的最初源泉。从以农业为主的传统发展阶段迈向以工业为主的工业化发展阶段时，一个必备的要素就是资本的充分积累，否则工业化进程将无法持续。大部分国家和地区都是首先利用本地的自然资源，加速初始的资本积累，而农业和采矿业与自然资源密切关联，因而成为资本积累的重要途径。英国在工业革命初期，在国内进行圈地运动，同时在海外进行不断的殖民扩张、掠夺金银，以此来积累工业生产中必需的资本；新中国成立后的很长时间内，为了我国社会主义工业化的发展，通过价格控制的手段形成了工农业产品的“剪刀差”，通过压缩初级产品的价格来扶植工业的发展，因此自然资源对我国早期的经济增长做出了突出贡献。

## **3.2** 自然资源对经济增长的约束机制

一般认为，自然资源对经济增长的约束机制体现在自然资源的日益耗竭造成了自然资源供给量的不足，无法向经济体提供之前那样的充足动力，从而约束了经济增长。但根据上一章的分析，即使自然资源供求量相对充足，在经济增长的不同阶段对自然资源的投入种类和投入数量不加取舍，这种资源投入也会带来负面的经济效应，从而也会约束经济增长。因此本文认为，无论生产过程中资源投入量充足与否，只要随着某种资源要素的投入，社会福利产生了净损失，产出也随之下降（根据凯恩斯《通论》的观点，国家通过经济干预措施而提高社会福利，从而能促进经济增长；反之，社会福利受损也会造成经济衰退，导致产出下降），则说明在此阶段自然资源对经济增长具有负向约束效应。

而上述自然资源的两种数量型约束只是表象，其实质问题是市场价格机制作用的失效。因为自然资源供求的变化必然会影响到资源的价格，使得资源价格偏离之前的均衡状态，而通过价格对供求的调节作用能使资源市场恢复均衡。如果这种供求调节作用经历的时间较短，那么对经济体不会产生太大的冲击。但在实

际生活中，资源市场并非是完全竞争市场，市场机制的作用有限。当资源价格偏离均衡状态（无论是高于均衡价格还是低于均衡价格）时，由于短期内资源的供给弹性和需求弹性较低，资源供求重新平衡需要经历较长的时滞。表3.1就反映了资源供不应求时，仅依靠价格机制的自发调节作用，资源市场重新恢复均衡的时滞很长。资源的价格波动造成了原均衡状态的生产者剩余与消费者剩余的部分损失，从而使得一定的社会福利受损，产出也随之下降，从而对经济体产生了显著的负面效应。因此，资源供求变动而造成的价格偏离均衡的状态约束了经济增长。

**表3.1** **资源供求调节的时滞**

|  | 认识和行动时滞 | 操作和市场时滞 | 总时滞 | 持续期 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 提高资源开发设施的  利用率 | 短 | 短 | 短 | 几周 |
| 提高已利用资源的综  合回收率 | 短 | 短 | 短 | 几个月 |
| 寻找替代品资源 | 长 | 较短 | 较长 | 一年之上 |
| 增加固定资产投资，  提高生产能力 | 较长 | 长 | 较长 | 一年之上 |
| 勘探原不具有开采价  值的资源 | 长 | 长 | 长 | 几年 |
| 勘探未知资源 | 长 | 很长 | 很长 | 几年或更  长时间 |

资料来源：根据我国能源网、东方财富通软件等相关资料整理而成

较长的时滞使得社会福利受损，产出也随之下降，体现了自然资源对经济增长的负向约束效应。而为了深入探究社会福利损失的机理，下文将资源供求变动而造成的价格偏离均衡的状态分为高于均衡价格和低于均衡价格两种情形进行研究。

### **3.2.1** 资源价格高于均衡价格时产生的约束

如图3.1所示，纵轴表示资源价格，横轴表示数量，D为需求曲线，S为供给曲线，长期均衡点为C点，因而长期均衡的数量为q2，价格为p2。此时整个社会的生产者剩余和消费者剩余为三角形BCE的面积。

由于资源供不应求，资源的价格由p2上涨到p1，而市场的有效需求为q1，整个社会的生产者剩余和消费者剩余之和为梯形AFBE的面积。与之前的均衡状态相比，经济体福利的净损失为三角形ACF的面积（即图中阴影部分面积），而

此部分亦体现为资源对经济增长的约束作用。

而自然资源的价格上涨之后，因为短期的需求弹性和供给弹性都较低，所以经济体依靠市场机制的自发调节作用需要经过较长时滞才能自动恢复均衡，故而产生自然资源对经济增长的约束问题。最近几年资源品的价格不断上涨，而市场机制调节作用的脆弱性，正是资源对经济增长约束效应的真实写照。





**图3.1 资源价格高于均衡价格时对经济的约束**

### **3.2.2** 资源价格低于均衡价格时产生的约束

当资源价格偏离均衡状态时，并非总表现于高于均衡价格的状态。当资源价格低于均衡价格点时，也会引发经济的无效增长。例如，存在着众多由于油价低迷而使产油国经济衰退的案例。如图3.2所示，与第一种情况类似，当资源供过于求时，资源价格由p2跌为p3，此时市场的需求量为q3，消费者剩余为p3EN的面积，生产者剩余为p3BH减去HMN的面积，即此刻整个社会生产者剩余和消费者剩余之和为三角形BCE减去三角形CMN的面积。与之前的均衡状态相比，经济体福利的净损失为三角形CMN的面积（即图中阴影部分面积）。

资源大多具有一定的战略价值，故而资源品往往存在严格的价格管制，使得资源品的价格低于均衡价格水平。显然，从资源最优配置的理论角度来看，应当放开价格管制，依靠市场机制来调节资源品的供求。然而，在资源品价格放开后的短期内，各种资源要素的组合状态发生改变时，都会产生相应的成本，无论处于计划经济体制还是市场经济体制时此现象都会存在。在价格放开管制、价格自动恢复均衡状态时，企业预计资源品未来的价格会继续上涨，于是囤积超额需求的资源品，此举一方面造成了资源的巨大浪费，另一方面加剧了资源供给的紧张局面。最终使得资源品的价格超出了均衡水平，巨额的成本也造成许多企业倒闭，继而又会引起新一轮的产出动荡。





**图3.2 资源价格低于均衡价格时对经济的约束**

## **3.3** 自然资源约束条件下的经济增长阶段分析

## 3.1 节从正面角度阐述了自然资源对经济增长的驱动机制，3.2节从负面角度分析了自然资源对经济增长的约束机制。基于3.2节内容的分析，自然资源对经济增长并非总起正向驱动作用，在20世纪70年代以来，许多资源充裕的经济体却陷入了漫长的经济停滞，这种现象引起了经济学家的关注。不仅国家层面如此，地区层面也有许多类似的案例。上文表2.6就说明了我国资源充裕的中西部众多省份经济发展的表现远远不如资源匮乏的东部省份。众多经济学家对此展开了实证分析，其中比较著名的有Sachs和Warner推导出的“动态荷兰病”的内生增长模型，Audy的“资源诅咒”假说等等。

本节将3.1节与3.2节内容结合起来，对可再生资源、可耗竭资源和资源级差供给三种条件下的经济增长阶段分别展开分析。探究在经济增长的不同阶段，各种资源对经济增长的区别性作用，从而在不同时期针对性地采取措施来实现经济持续均衡增长。

为了探究自然资源对经济增长的约束作用，本文将自然资源要素纳入到传统的生产函数中。即假设生产函数Y（t）是劳动力L（t）、资本K（t）和资源R（t）的函数

（t为时间变量），

得出Y(t) =f[L(t), K(t), R(t)]。 （3.1）对于此生产函数，做出以下四条循序渐进的假定：

假设1：技术水平不变。即只有劳动、资本和自然资源这三种生产要素的投入才能引起产出变动；

假设2：劳动、资本和自然资源这三种要素具有一定程度的替代性；

假设3：比较静态分析。不考虑动态的时间效应，即在其他要素投入量不变时增加某种要素的投入，观察产出的变动，忽略因单纯的时间因素而造成的产出波动；

假设4：符合边际报酬递减规律。满足假设1和假设2的条件且运用假设3进行分析时，在其他条件不变的情况下，当某种要素的投入量超过某一特定值后，其边际产出递减。

本文对传统的生产函数进行了创新，自变量由两种拓展成三类。相关的大多数文献都是将资本-劳动视为一个整体、作为一个共同变量展开分析，基于这种研究方法，新的生产函数依然只有两个变量，故而大大降低了分析难度。但本文认为，这种分析方法具有一定的局限性，因为此法忽略了资源约束下劳动和资本要素的相互替代作用，更不利于三种要素间相互关系的细致考察。因此，下文借助L-K-R的三维立体空间模型进行分析。





**图3.3 三维空间时三种要素投入下的产量增长**

由图3.3可得，三个坐标轴分别代表L(t)，K（t）和R（t）三种要素的投入，空间中任意一点均代表某种比例的三种要素的投入组合。平面上的等成本线在空间汇聚，形成了相互平行的等成本平面，将其中任意一个平面记作A，越远离原点则可以支撑的最高成本越大；平面上的等产量线在空间汇聚，形成了相互平行的等产量曲面（根据等产量线的形状，等产量曲面应该凹向读者），将其中任意一个曲面记作B，越远离原点则代表经济体的产量越高。不断变动的平行平面A和平行曲面B必然有共同的相交平面，即为在既定要素约束下经济增长最大点的

轨迹，类似于二维分析中的拓展线和等斜线。

下文分别对可再生资源约束下、可耗竭资源约束下、资源级差供给条件下的不同经济增长阶段展开分析：

### **3.3.1** 可再生资源约束下的经济增长阶段分析

相对于资本和劳动两种生产要素而言，可再生资源的供给无限。此时资源的生产成本和可利用率、可利用量均不会随时间的变化而变化，资源产品的价格也不会发生变化。因此，此时可再生资源对经济增长毫无约束作用，而资本和劳动成为约束经济增长的重要因素，此时的分析与二维条件下Y(t) =f[K(t), L(t)]的分析完全相同，产量随着资本和劳动要素的不断投入而逐渐增加。

具体到图3.3，平面A与曲面B移动的距离相等，在既定的L（t）和K（t）投入时，R（t）总是能自发调整到使产出达到最大化的状态，即不会“拖累”K（t）和L（t）本身发挥的产出效应。因此，此时的经济增长路径和单独分析L(t)，K（t）时相同：若生产函数规模报酬递增，则呈现加速增长的路径；若生产函数规模报酬不变，则呈现平稳增长的路径；若生产函数规模报酬递减，则呈现减速增长的路径，经济甚至会发生严重的衰退。

### **3.3.2** 可耗竭资源约束下的经济增长阶段分析

可耗竭资源与可再生资源最大的区别在于前者的供给量是有限的，虽然在长期内可以通过完善技术、勘探更多的可耗竭资源来增加资源供给，但短期内可耗竭资源的储量是有限的。虽然在当前的经济增长过程中，可耗竭资源的消耗尚未达到既定的储量值，甚至某些可耗竭资源的储量仍相当可观，但并不意味着可耗竭资源的投入对经济增长总具有正向驱动效应，这涉及到投入量和最优值的比较。当可耗竭资源的投入量达到最优值后，因为储量的限制，此时再增加劳动或者资本的投入，无法获得先前那种速度的产量增长。根据假设2，总产量依旧会增加，但是增加的幅度会迅速减小，这是因为边际要素替代率递减规律的作用。随着劳动或资本进一步的投入，边际产量很快会降低为0，继而为负，从而总产量最终会下降。

#### **1.** 经济增长的第一阶段

随着L(t)、K（t）的投入增加，R（t）也相应追加到使产量达到最大化的要素投入量，此时的经济增长路径与可再生资源约束下的经济增长路径完全相同。如图

## 3.4 所示，R’为可耗竭资源的最优值（小于可耗竭资源既定的储量），当前有效的生产要素投入组合均在约束平面C以下的空间内进行。

#### **2.** 经济增长的第二阶段

如图3.4所示，当R（t）的投入量达到当前的最优值R’后，此时可耗竭资源的边际报酬递减效应越来越显著，生产要素的投入组合突破了平面C的约束。此时也分两种情况进行讨论：

##### （**1**）生产函数规模报酬递减或不变时

受到R（t）最优值R’的约束，此时产量的增加量必然小于L（t）和K（t）的新增投入量，即单位劳动或资本的产量会不断下降。此时，由于产量减速增长的时间段较为短暂，故之后章节的分析忽略了这一过程。可以直接认为：当生产函数规模报酬递减或不变时，可耗竭资源的投入量超过最优值后，总产出随之降低，可耗竭资源对经济增长的约束效应逐渐显著。

##### （**2**）生产函数规模报酬递增时

如果可耗竭资源的约束效应（边际报酬递减效应）小于规模报酬递增的效应，则产量的增加量大于劳动和资本的新增投入量，两种效应相等时产量的增加量与资本和劳动的新增投入量也相等，约束效应大于规模报酬递增效应时产量的增加量小于资本和劳动的新增投入量。但是，无论发生哪种情况，当劳动和资本的投入量达到一定程度后，即使是规模报酬递增的生产函数，此时资源的约束效应（边际报酬递减效应）也会超过规模报酬递增的效应，则最终总产量必然都会下降。因此，只凭借生产函数具有规模报酬递增这一性质，可耗竭资源对经济增长的约束效应可以暂时延缓，但不可消除。





**图3.4 可耗竭资源约束下的经济增长**

### **3.3.3** 资源级差供给条件下的经济增长阶段分析

资源的价格为资源的边际开采成本与边际使用成本之和。边际使用成本指的是现在消耗资源而不是将资源留给后代所产生的成本，即为边际机会成本的现值。边际使用成本存在的前提在于自然资源的稀缺性：如果资源不稀缺（可再生资源），则边际使用成本为0，资源价格就等于边际开采成本；而若资源是稀缺的（可耗竭资源），则边际使用成本大于0，资源的价格因而大于边际开采成本。可耗竭资源的储量有限，随着资源的大量开采，边际使用成本逐渐上升，表明了资源稀缺程度的增加及资源消费机会成本的提高，而边际使用成本的增加影响着总边际成本的增加，进而调节着资源的需求和供给，当总边际成本超过了人们愿意支付的最高资源价格时，资源的开采量必然为0。

与3.3.1节的可再生资源、3.3.2节的可耗竭资源的分析不同，资源级差供给的分析更加符合实际情形。因为在实际中，可再生资源并非像3.3.1节内容分析的那样可以无代价获取，而可耗竭资源的投入量在达到最优值之前，也并非能随意随量投入。任何可耗竭资源的存量都是有限的，即使是可再生资源，开采和利用量也受制于当前的经济和技术条件。而随着可耗竭资源的大量开采和利用，稀缺性也越来越严重，稀缺地租增长较快，资源的边际使用成本不断增加，即使资源的边际开采成本保持不变，则资源总的边际成本也会上升，从而资源的使用价格不断上涨，价格机制的调节作用最终导致可耗竭资源的开采量越来越低。

因此，资源的级差供给使得生产函数不可能呈现规模报酬递增的状态。为了维持产量的稳定增加，劳动和资本的投入速率必须大于资源投入的速率，方可抵消资源级差供给带来的负面效应。劳动与资源、资本与资源并非以对称的方式向外扩展，即一个较高的劳动增长水平、较高的资本增长水平对应着一个较低的资源投入的增长水平。至于劳动和资本间的关系，再具体进行分析。而此处立足对资源要素的重点分析，从而忽略了资本和劳动关于产出效应的差异，即假定资本和劳动间是以对称的方式向外拓展。

随着各种要素投入量的上升，等成本平面A和等产量曲面B均有远离原点

O的趋势（如图3.5所示，此时的等成本平面由平面A移动到了平面D）。在资源级差供给条件的约束下，资源品价格上涨，开采和利用成本增加，使得资源增加的幅度小于资本和劳动投入的增加幅度；然而在K轴和L轴，两种要素增加的的幅度相等，整体来看，等产量曲面和等成本平面有向R轴翻转的趋势。

此时的经济增长路径特征为：随着资本和劳动投入量的上升，资源增加的幅度却在减小（即呈现一种凹向读者、夹在平面A和平面D之间的一种曲面形状）。

此时的经济增长阶段分成三种情况：

#### **1.** 经济平稳增长的阶段

此时劳动、资本与资源间必然存在一个最佳比值（此比值中劳动、资本的投入量均要大于资源的投入量）。若三种要素投入的实际比值与最佳比值相符，则能使经济保持平稳增长的趋势。

#### **2.** 经济衰退的阶段

此时劳动、资本与资源这三种要素的实际投入偏离了最佳值，经济增速会放缓。且偏离越大，经济的增长率越低。三种要素的投入量与最佳值产生较大的偏离时，甚至会引发经济的严重衰退。

#### **3.** 经济快速增长的阶段

只有增加资源供给，减少级差地租，降低资源开采和利用成本才能降低资源的使用价格，同时能够不断优化三种要素的最佳投入比，从而能使经济处于相对更快的增长阶段。





**图3.5 资源级差供给条件下的等成本平面变动**

## **3.4** 自然资源间的替代分析

由3.3.3节资源级差供给条件下的经济增长阶段分析可知，随着可耗竭资源的大量开采，边际使用成本不断上升，即使边际开采成本保持不变，总边际成本也会持续增加。由于资源的价格是边际使用成本与边际开采成本之和，故而资源的价格也不断攀升。当可耗竭资源因价格上升而使用量下降时，必须寻找相对廉

价的可耗竭资源或可再生资源进行替代方可满足经济持续增长的需要。因此，本节为了使经济走上平稳增长的路径，分别对可耗竭资源间的替代和可再生资源对可耗竭资源的替代进行分析。同时，本节的分析从资源边际成本的角度，也为不同地区及不同经济增长阶段下，“因地制宜”和“因时制宜”地投入相应资源提供了一定的理论依据。

### **3.4.1** 可耗竭资源间的替代分析

煤、石油和天然气均属于可耗竭资源的范畴，本文将其分为两类：以煤、石油为代表的传统可耗竭资源（下文标注为“第一类可耗竭资源”）、以天然气为代表的开采成本较高的可耗竭资源（下文标注为“第二类可耗竭资源”）。本小节据此展开分析，试图探究第二类可耗竭资源对第一类可耗竭资源的替代条件。

#### **1.** 边际开采成本不变时

如图3.6所示，假设两类可耗竭资源具有各自不变的边际开采成本。因为第

二类可耗竭资源的边际开采成本较高，所以边际开采成本曲线2的位置高于边际开采成本曲线1。从t=0时刻开始，由于过高的边际开采成本，使得总边际成本曲线2的位置高于总边际成本曲线1的位置，从而第一类可耗竭资源的价格相对较低，刺激消费者增加对第一类可耗竭资源的需求。然而，随着第一类可耗竭资源的大量消耗，边际使用成本增加的幅度大大超过了第二类可耗竭资源，因而总边际成本曲线1上升的幅度超过了总边际成本曲线2，并在t\*时刻两类可耗竭资源的总边际成本曲线在A点相交。此时，两种可耗竭资源的价格相等，消费任意一类可耗竭资源没有区别。然而，当t> t\*之后，第一类可耗竭资源的总边际成本大于第二类可耗竭资源的总边际成本，故而第一类可耗竭资源的价格高于第二类可耗竭资源，此时理性的消费者应会选择第二类可耗竭资源。

#### **2.** 边际开采成本可变时

如图3.6所示，为了更符合实际的需要，在上文分析的基础上，此处放松边际开采成本不变的假设。在实际生活中，随着经济的增长和技术的进步，第二类可耗竭资源的边际开采成本逐渐降低（但未来更高阶段由于可耗竭资源的稀缺性，边际开采成本又会上升，这种情形如3.4.2节第三种情况的分析，此处不再赘述），如边际开采成本曲线2’所示；而第一类可耗竭资源由于稀缺性的加剧需要付出更多的勘探和开采费用，从而边际开采成本不断上升，如边际开采成本曲线1’所示；此时两种资源的总边际成本分别如总边际成本曲线1’和2’所示；且由于第二类可耗竭资源相对充裕，使得第二类可耗竭资源的边际使用成本低于第一类可耗竭资源。此时无论是开采者还是消费者，均更偏好于第二类可耗

竭资源，因而第二类可耗竭资源于t’时刻在B点就完成了对第一类可耗竭资源的替代。





**图3.6** **可耗竭资源间的替代**

由上述两种情况可看出，只有总边际成本低的资源才能被利用，图3.6完成了第二类可耗竭资源对第一类可耗竭资源的替代，而这种替代过程是平滑过渡的，替代之后总边际成本的增长率慢了下来。

### **3.4.2** 可再生资源对可耗竭资源的替代分析

可耗竭资源间的相互替代，能暂时缓解资源的约束问题。然而可耗竭资源的储量毕竟有限，相互间的替代无法从根本上解决资源的稀缺与耗竭问题。所以，必须探索可再生资源对可耗竭资源的替代条件。

可再生资源的边际使用成本为0，总边际成本就等于边际开采成本，此处依然假定资源的边际开采成本保持不变，即可再生资源的总边际成本曲线为一条水平线。下文从边际开采成本不变、开采与消费量、边际开采成本可变、可耗竭资源有关的技术进步四个方面依次展开分析。

#### **1.** 边际开采成本不变时

如图3.7所示，t1时刻之前，经济体消费的是可耗竭资源，总边际成本曲线随着可耗竭资源的边际使用成本的提高而上升（如L1 段所示），而可耗竭资源的边际开采成本保持不变（如L3 段所示）；t1 时刻之后，可再生资源完全替代了可耗竭资源，且可再生资源的边际使用成本为0，即总边际成本曲线与可再生资源水平的边际开采成本曲线相重合（如L2段所示）。





**图3.7 用可再生资源替代时，总边际成本曲线和边际开采成本曲线**

#### **2.** 开采与消费量

如图3.8所示，t2时刻之前，经济体消费的所有资源均为可耗竭资源。基于上文的分析，随着时间的推移，可耗竭资源的开采和消费量逐渐降低（如L4段所示）；在t2时刻开始对可再生资源进行开采和利用；[t2, t1]时间段为可再生资源对可耗竭资源的逐渐替代过程，此时可再生资源的开采利用量逐渐上升，可耗竭资源的开采利用量逐渐下降（如L5 段所示），前者的增加量不能完全弥补后者的减少量，因此总体的资源消费量仍然呈现下降趋势，但下降的幅度越来越小

（呈现AB段斜率越来越小的曲线状态）；t1时刻，可再生资源对可耗竭资源进行了完全的替代；t1时刻之后，经济体消费的所有资源均为可再生资源，此时资源总边际成本即为可再生资源不变的边际开采成本，故而资源的价格保持不变，则可再生资源的消费量保持不变（呈现L6的水平状态）。





**图3.8 用可再生资源替代时，资源的总消费曲线和可耗竭资源的消费曲线**

#### **3.** 边际开采成本可变时

以上的分析均假设资源的边际开采成本保持不变，然而在实际生活中，可再生资源由于资源的充裕性、规模化的使用、开发技术的成熟等因素，边际开采成本会逐渐下降；而随着开采量的增加，对于可耗竭资源而言，由于资源的稀缺性，最终的边际开采成本都会增加。例如，随着对矿物的大量开采，矿物的品位会逐渐降低，开采同样品质和数量的矿物需要投入更多的资金和设备，从而造成开采成本的上升。此时，边际开采成本较高的可耗竭资源不会被开采，促使人们运用边际开采成本较低的可再生资源进行替代，此举能使现存的可耗竭资源得到持续利用，延缓了可耗竭资源完全耗尽时刻的到来。

#### **4.** 可耗竭资源有关的技术进步时

随着可耗竭资源的大量开采，可耗竭资源的边际开采成本不断增加。当发生了与可耗竭资源有关的技术进步时，原来的替代过程将会发生变化，技术进步能够影响资源的边际开采成本，从而作用于总边际成本，此举延缓了可耗竭资源被替代的时间。





**图3.9 发生与可耗竭资源有关的技术进步时**

如图3.9所示，为了分析的前提保持一致，假定初始状态边际开采成本依旧

保持不变。可耗竭资源的总边际成本和边际开采成本分别用总边际成本曲线 1

和边际开采成本曲线1表示，可再生资源的总边际成本和边际开采成本分别用总

边际成本曲线2和边际开采成本曲线2来表示。按照上文的分析，可耗竭资源于

T1时刻在A点被可再生资源完全替代。当发生了与可耗竭资源有关的技术进步时（如可耗竭资源的开采设备更先进、开采技术更成熟等），可耗竭资源的边际开采成本显著降低，生成了新的边际开采成本曲线1’’，但因为技术进步无法根本上改变可耗竭资源的稀缺性问题，因此无法改变可耗竭资源的边际使用成本。最终总边际成本曲线1上的各点向下移动相同的距离，生成总边际成本曲线1’’。基于相同的分析，在可耗竭资源有关的技术进步发生之后，可耗竭资源于T2时刻在B点被可再生资源完全替代。分析表明：可耗竭资源的替代时间由T1时刻延长至T2时刻，因此技术进步能延缓可耗竭资源被替代的时间，但不能改变可耗竭资源被可再生资源替代的趋势。

## **3.5** 小结

第二章从内涵界定及现状描述的角度说明了自然资源对经济增长的驱动效应和约束效应，本章从理论角度进一步分析双重效应的机制。

3.1节从正面角度分析了自然资源对经济增长的驱动机制，说明了自然资源在经济增长的过程中扮演着重要的角色。一个国家或地区如果具有核心的自然资源，那么与竞争对手相比，则能获得竞争上的“先发优势”。随着资源要素的投入，通过这些机制的传导，经济获得了持续增长，则说明在此阶段这种自然资源对经济增长具有正向驱动效应。

3.2节从负面角度分析了自然资源对经济增长的约束机制。自然资源的两种数量型约束只是表象，其实质问题是市场价格机制作用的失效。实际生活中，资源市场并非是完全竞争市场，市场机制的作用有限。无论生产过程中资源投入量充足与否，只要随着某种资源要素的投入，当资源价格偏离均衡状态（无论是高于均衡价格还是低于均衡价格）时，由于短期内资源的供给弹性和需求弹性较低，资源供求重新平衡需要经历较长的时滞。资源的价格波动造成了原均衡状态的生产者剩余与消费者剩余的部分损失，从而使得一定的社会福利受损，产出也随之下降，故而说明在此阶段自然资源对经济增长具有负向约束效应。

3.3节对自然资源约束条件下的经济增长阶段进行研究。本节将3.1节与3.2节内容结合起来，探究在经济增长的不同阶段、不同种类资源约束下经济增长路径的差异，从而在不同时期针对性地采取措施来实现经济持续均衡增长。本节运用L-K-R三维立体空间的分析方法，分别讨论了可再生资源约束、可耗竭资源约束、资源级差供给这三种情形。得出如下的结论：可再生资源对经济增长无约束作用，经济增长的路径差异与生产函数规模报酬的性质有关；可耗竭资源在投入量达到最优值之前对经济增长也无约束作用，而投入量达到最优值后的约束效应与生产函数规模报酬的性质有关，但即使是规模报酬递增的生产函数也只能暂

时延缓可耗竭资源的约束效应，无法消除；资源级差供给条件下，经济增长阶段的差异性与各种要素的实际投入比有关。本节的分析还表明：虽然在当前的经济增长过程中，可耗竭资源的消耗尚未达到既定的储量值，甚至某些可耗竭资源的储量仍相当可观，但并不意味着可耗竭资源的投入对经济增长总具有正向驱动效应，这涉及到投入量和最优值的比较。因此在下文的实证部分，通过各种资源的不断投入，试图寻找出使经济增长表现最佳的资源投入“最优值”，从而在经济增长的不同阶段，针对性地投入对经济增长驱动效应最大的相应资源，来实现经济的持续增长。

3.4节进行了自然资源间的替代分析。在3.3节内容分析的基础上，当可耗竭资源因价格上升而使用量下降时，必须寻找相对廉价的可耗竭资源或可再生资源进行替代方可满足经济持续增长的需要。因此，为了使经济走上平稳增长的路径，本节分别研究可耗竭资源间的相互替代和可再生资源对可耗竭资源的替代。得出如下的结论：可耗竭资源间相互替代时，替代发生在两种资源的总边际成本相等之时，且边际开采成本可变的情形下替代时刻会更早到来；可再生资源对可耗竭资源进行替代时，替代依旧发生在两种资源的总边际成本相等的时刻，且可耗竭资源的开采和利用过程中发生相关的技术进步时，能延缓可耗竭资源被可再生资源替代时刻的到来，但不可改变被可再生资源替代的趋势。同时，本节的分析从资源边际成本的角度，也为不同地区及不同经济增长阶段下，“因地制宜”和“因时制宜”地投入相应资源提供了一定的理论依据。

# 第四章 基于资源投入对经济增长影响的实证分析

第三章分别阐述了自然资源对经济增长的驱动效应和约束效应，比较在不同的经济增长阶段、不同种类资源约束下经济增长路径的差异，同时分析了资源间相互替代的条件。本章站在理论高度，通过数理模型的构建，试图得出相应的结论。同时进行实证分析，确保所得的结论也能经受实践的检验。

## **4.1** 研究模型

本节内容分为两部分：4.1.1节通过数理模型的构建及一系列理论推导，得出相应的结论，此为定性分析；4.1.2节对定性分析的结果，借助相应的实证模型来进行检验，此为定量分析。

### **4.1.1** 数理模型的构造

新古典增长理论证明了经济的长期增长必然来自于技术进步，但却将技术进步视为一个外生变量，作为模型的一个假设进行处理，显然无法考察技术要素发挥作用的机制。而本文试图探究资源、技术等要素在生产中具体发挥的作用，有必要将其所做的贡献定量化处理，显然需要将技术进步视为一个内生变量，故而本文采用内生经济增长模型。

**1. 原内生经济增长模型**

基本的内生经济增长模型为Y=A\*K。其中，Y是经济体的产出，K是资本存量，而A衡量了一单位资本所生产的产出量。内生经济增长理论将知识视为一种资本，具有收益递增的性质，而传统的资本概念具有收益递减的性质，前者对后者的抵消作用使得资本的边际收益保持不变，即技术的优势弥补了资本的劣势，这是与新古典经济学最大的差异。内生经济增长理论经过推导得出的重要结论为：

ΔY/Y = ΔK/K = sA-σ (4.1)

其中ΔY/Y代表了总产出的增长率，ΔK/K代表了总资本的增长率，s为储蓄率，σ为折旧率。公式表明，当sA>σ时，总产出就会一直增长。

**2. 引入资源要素后模型的建立与推导**

传统的基本模型给予我们一种分析的框架和思路，但仍旧无法解决本文的问题。为了验证资源投入与经济增长的关系，则必须在传统模型中加入资源这一变量（此处R既可以表示成可耗竭资源，也可作为可再生资源的代表），同时为了验证技术的重要性，还需将技术要素也纳入模型进行分析。

多数相关文献均是将A和L作为一个整体变量来构建CD形式的生产函数。

本文认为，将A和L结合起来分析，可能会有一种先入为主的错误：即认为技术和劳动具有相同的产出弹性，从而难以识别各种生产要素对经济增长的真正贡献。因此，本文采用最一般形式的CD函数，其生产函数的形式设定为：

*Y* (*t*)*K*(*t*)*L*(*t*)*A*(*t*)*R*(*t*) 1

其中，ɑ> 0, β> 0, γ> 0, ɑ+β+γ<1.

（4.2）

此处基于规模报酬不变的规律进行分析，因而可以利用索洛模型中的前提假设和部分结论。根据索洛模型，我们得出如下的结论：

ΔK(t) = sY(t) - σK(t) (4.3)

ΔL(t) = nL(t), ΔA(t) = gA(t) (4.4)

其中，s代表储蓄率，σ为资本的折旧率，n为劳动力的增长率，g为技术的进步率。

用R表示任意一种自然资源，其再生率为r，消耗率为c。显然当资源日益稀缺时，0<r<c。则资源的变化量与时间的关系函数如下：

ΔR(t) = -(c-r) \*R(t) (4.5)

其中，c-r> 0，资源的变化量ΔR（t）必然为一个负数。

由（4.3）式可得，ΔK(t) /K(t) = sY(t) /K(t) -σ （4.6）由稳态分析的结论可知，当经济体达到稳态时，产出的增长率、劳动的增长

率和资本的增长率均保持一个固定不变的数值（即n），因而（4.6）式等式两边的结果均为n。因此Y(t) /K（t）保持不变，可得产出Y的增长率与资本K的增长率相等。

此时，对（4.2）式左右两边同时取对数，可得：

InY(t) =ɑ InK(t) +β InL(t) +γ InA(t) + (1-ɑ-β-γ) InR(t)（4.7）将（4.7）式左右两边同时对时间t求导，可得：

*GY* (*t*)*agK* (*t*)*gL* (*t*)*gA* (*t*)(1****) *gR* (*t*)

根据（4.4）式和（4.5）式的假设，可以将（4.8）式改写成：

*GY* (*t*)*agK* (*t*)*n**g*(1******)(*r**c*)

由之前的分析，产出Y的增长率与资本K的增长率相等。故

*GY* (*t*)*gK* (*t*)

联立（4.9）式和（4.10）式，可得总产出的增长率为：

（4.8）

（4.9）

（4.10）

*G* (*t*)*n*  * g*  (1**  ** ** )(*r*  *c*)

*Y* 1**

（4.11）

总产出层面的分析得出了相应的结论，然而诺贝尔经济学奖得主卢卡斯认

为，度量经济增长最有意义的指标并非总产出的增长率，而是人均产出的增长率。尤其中国人口基数庞大，许多总量指标和人均指标具有较大的差异，因此对两种指标分别推导的研究过程十分重要。上文通过（4.11）式推导出总产出增长率之后，还需进一步推导出人均产出的增长率。

因为人均产出是总产出和劳动力人口的比值，所以可得：

y(t) = Y(t) /L(t) (4.12)

将（4.12）式左右两边同时取对数，再同时对时间求导，可得：

Iny(t) = InY(t) - InL(t) (4.13)

*Gy* (*t*)*gY* (*t*) *n*

将（4.11）式带入（4.14）式，并进行处理，可得：

（4.14）

*G* (*t*)* n*  * g*  (1**  **  ** )(*r*  *c*)*n* 

*y* 1**

(****1) *n**g*(1****) *r*(1****) *c* 1**

**3. 模型结果的分析**

##### （**1**）基于（**4.11**）式对总产出增长率的分析

(1****) *c*

（4.15）

自然资源对经济增长的约束作用为

1**

，由假设条件可以判断，此式

是一个正数（c为资源的消耗率，在经济增长的过程中必然会发生资源的损耗，故c> 0）。即自然资源对经济增长存在一定的负面约束效应。

(1****) *r*

同时，自然资源对经济增长的驱动作用为

1**

，由假设条件可以判断，

此式也是一个正数。r的值一般为正，即使是可耗竭资源，其可再生率也是一个无限接近0的正数；而可再生资源的可再生率是个显著大于0的正数。仅从驱动经济的角度来看，可再生资源对经济增长的贡献大于可耗竭资源。

基于上述两点的分析，自然资源对经济增长的综合效应取决于两个数值的大小关系。若前者大于后者，则自然资源对经济增长的约束作用更显著；前者等于后者，说明自然资源对经济增长呈现中性，不发挥影响；而前者小于后者，表明自然资源对经济增长更多的体现一种驱动作用。

在经济增长的较低阶段，能耗c较小，可耗竭资源对经济增长的约束作用不够明显，主要体现在驱动作用；而在经济增长到一定阶段后，随着工业化进程的加速，传统可耗竭资源的能耗c也逐渐增大，为了克服逐渐增加的约束效应，必须通过提高可耗竭资源的利用率、大力开发可再生资源来增加r的数值，通过降低可耗竭资源在一次能源消费结构中的比重（即增强可再生资源对可耗竭资源的

替代）来降低c的数值，从而使自然资源对经济增长的综合效应为正，推动经济可持续增长。因此，由模型推导的结果可知：在经济增长的不同阶段，经济增长所依赖的资源由可耗竭资源逐渐过渡到可再生资源。

而由（4.11）式可知，劳动力和技术进步对经济增长的贡献系数均为正数，说明了劳动力投入和技术进步均能驱动经济总产出的增长。

##### （**2**）基于（**4.15**）式对人均产出增长率的分析

由（4.15）式的分析结果可知，自然资源对人均产出增长的约束作用和驱动

作用分别为

(1****) *c* 1**

(1****) *r*

和1**

，综合效应取决于两者的大小关系，具体分析

同上文一致，此处不再赘述。

而劳动力增长对人均产出的增长率起到了负向约束作用，这与劳动力增长对总产出的增长率起正向驱动作用的结论相反。可以推断，不断增加的劳动力人口对总产出的“稀释”效应超过了人口红利带来的积极影响。

而技术进步对于人均产出的增长依然具有正向驱动作用，与技术进步对总产出的贡献率相同。说明了无论在总产出层面还是人均产出层面，技术进步对产出的增长均发挥了相同的重要作用。

### **4.1.2** 实证模型的确定

### 4.1.1 节进行模型推导，得出结论并进行了定性分析。本小节从实证检验的角度出发，进行定量分析，试图探究在不同的经济增长阶段时，各种要素投入（尤其是各种资源要素投入）对经济增长影响的差异性，从而为第五章相关的政策建议提供依据。此处的操作过程均利用stata 12.0软件完成。

**1. 面板模型的选择**

多数相关研究运用了时间序列的分析方法，如考察经济增长与某个变量间的协整关系等。但中国幅员辽阔，各省、自治区和直辖市间经济增长的表现存在一定的差异，即使在同一时期，不同地区的经济增长驱动因素也有较大的不同，统一用国家的年度数据进行时间序列分析，必然忽视了区域层面的差异性，得出的实证结果可能不具有较强的说服力。

因此，本文选取面板模型，基于中国30个省、自治区和直辖市的数据进行分析（其中，我国西藏自治区数据不全，且传统燃料以木柴和牛羊粪为主，能源结构与本文模型变量有很大差别，故而予以剔除，下文不再赘述）。多数相关文献均是将中国分为不同的地理区域进行研究，而为了探索经济增长处于不同阶段时资源要素对经济增长的影响，本文首先将30个省份的数据作为整体面板，探索不同因素对国家经济增长的综合效应。然后深入到具体的区域层面，探讨在不

同地区各因素对经济增长的综合影响有何差异。基于库兹涅茨对经济增长阶段的总量划分标准，以2012年中国各省份的GDP排序为依据，将GDP排名前十名的省份作为第一组分面板，即衡量的是较发达地区的经济增长状况；将GDP排名居中的十个省份作为第二组分面板，代表了发展水平中等的地区的经济增长状况；将GDP排名最后的十个省份作为第三组分面板，作为欠发达地区经济增长状况的代表。通过模型的比较和分析，得出相应的结论。最后，针对线性回归模型的不足，引入了包含二次项的多元回归模型，并将所得的实证结果与线性模型进行了对比。

**2. 回归模型的选择**

对4.1.1节中构造的最一般形式的CD函数*Y* (*t*)*K* (*t*)*L*(*t*)*A*(*t*)*R*(*t*) 1

进行实证分析，并将R（t）具体分为以煤、石油为代表的传统可耗竭资源、以天然气为代表的开采成本较高的可耗竭资源和水电等可再生资源。数理模型的构造中假定此生产函数规模报酬不变，则要求实证检验的结果必须满足此条件，否则实证检验的结果与数理模型相矛盾。下文从总产出的角度，首先建立线性回归模型，再对三组分面板模型进行比较，最后引入二次项后的回归模型来弥补线性模型的不足。通过建立各种回归模型，来比较在经济增长的不同阶段，不同要素（尤其是资源要素）对经济增长影响的方向及大小，同时对欠发达地区、发展水平中等的地区、较发达地区的经济驱动因素进行比较，并得出最终的结论。

## **4.2** 数据选取与变量构造

本文选取了中国30个省份1989-2008共20年的经济增长、煤炭消费量、石油消费量、天然气消费量、水电等可再生资源的消费量、研发投入、劳动力、资本存量、CPI、生产总值指数十个变量数据（约6000余数据），数据均来自《中国统计年鉴》。

其中，各地区的经济增长水平以地区生产总值(grp)作为指标；煤(coal)、石油(oil)和天然气(gas)的消费量作为传统化石能源消费量的代表；将水电等可再生资源的消费量(re)作为可再生资源消费量的代表；研发投入(exp)为技术进步提供了必要的资金支持，故而作为技术要素的重要指标；此外，AK模型中资本存量

K也是经济增长的一种重要投入要素，在本文选用固定资产投资(invest)这一指标进行反映；本文4.1节的模型中劳动力也是经济增长的关键驱动因素，引入劳动力要素是为了考察各省份因劳动力人口的多少而对经济增长造成的不同影响，本文以就业人数总量(labor)作为指标；而生产总值指数(grpdex)是为了对地区生产总值(grp)进行价格上的调整；CPI是为了对研发投入(exp)、固定资产投资(invest)

这两个变量进行价格上的调整。

多数相关研究在分析经济增长问题时，直接对《统计年鉴》中GDP及各种产值的数据进行建模，而《统计年鉴》中地区生产总值均是以当年价格进行计算的，而固定资产投资、研发投入等资金数据也均未剔除当年的价格因素。直接套用原始数据进行计算，结果会有一定的偏差。因此，本文收集了各年度的生产总值指数和CPI数据，对grp运用grpdex进行调整，对invest和exp两个变量运用

CPI数据进行了调整（其中i=1，2, 3---30，t=1990, 1991---2008，由于是以1989年的数据作为基期，则1989年各省份调整后的grp\*、exp\*和invest\*与调整之前的grp、exp和invest值相同）。最终将逐一剔除价格因素后的数据纳入模型计算。数据处理过程如表4.1所示：

**表4.1** **对数据剔除价格因素的处理**

| 原数据 | 处理的过程 | 处理后的数据 |
| --- | --- | --- |
| grpdexit | Grpdexit / grpdexit 1 | grpdex\*  it |
| grpit | Grp / grpdex\*  it it | grp\*  it |
| CPIit | CPIit / CPIit 1 | CPI \*  it |
| expit | Exp / CPI\*  it it | exp\*  it |
| investit | Invest / CPI\*  it it | invest\*  it |

资料来源：根据数据处理的相关资料整理而成

剔除价格因素后，各宏观经济数据的数量级存在一定的差异，为了缩小数据距离和消除数据的异方差，故而再将所构造的CD函数两边同时取对数，得到总产出与劳动、资本、技术、煤、石油、天然气和可再生资源的函数关系，即建立了多元线性回归模型。取对数调整后的数据分别由lncoal、lnoil、lngas、lnre、lnexp、

lnlabor、lninvest和lngrp八个指标来表示（其中，资金型变量的单位为亿元，能源消费变量的单位为万吨标准煤）。因此，所构建的多元线性回归模型为：

L n*g r ipt* 

*C***

L n *c oi at**l*

L n *oi**t il* l n

**Ln *reit***ln exp*it***ln *laborit***ln *investit* *it*

（4.16）

（4.16）式是对构造的最一般形式的CD函数*Y* (*t*)*K* (*t*) *L*(*t*) *A*(*t*) *R*(*t*) 1

进行实证检验。而依据上文的分析，在数理模型推导的过程中，假定此生产函数规模报酬不变，即实证检验的结果必须要求各要素的产出弹性之和为1 才有意

义，即满足（4.17）式的条件。

****** 

**** 

****1

（4.17）

## **4.3** 经验分析

### **4.3.1** 单位根检验

对各变量分别进行LLC单位根检验、Fisher-type单位根检验、Harris-Tzavalis单位根检验和Hadri LM stationarity单位根检验。其中，对各变量LLC检验结果如下（如表4.2所示）：

**表4.2** **各变量面板单位根一阶滞后LLC检验结果**

| 变量 | statistic  Unadjusted t | statistic  Adjusted t\* | P-value  Adjusted t\* |
| --- | --- | --- | --- |
| lncoal | -9.8390 | -2.5732 | 0.0050 |
| lnoil | -10.6328 | -2.5868 | 0.0048 |
| lngas | -10.5419 | -3.7135 | 0.0001 |
| lnre | -11.5075 | -1.7655 | 0.0387 |
| lnexp | -13.7893 | -3.3828 | 0.0001 |
| lnlabor | -20.4475 | -4.3185 | 0.0000 |
| lninvest | -14.9162 | -6.1279 | 0.0000 |
| lngrp | -23.3455 | -14.9116 | 0.0000 |

资料来源：根据stata 12.0软件操作的结果整理而成

在95%的置信水平时，以上各变量均拒绝了原假设，即都存在单位根。可再进行协整检验，表明各面板序列均为一阶单整，即可继续如下的分析。

### **4.3.2** 面板数据回归模型的确定

#### **1.** 固定效应与随机效应

固定效应模型和随机效应模型是静态面板数据中常用的两种模型，前者的个体差异反映在每个个体都有独特的截距项，而后者则认为所有的个体具有共同的截距项，个体的差异主要体现在随机扰动项上。

本文将不同省份(code)和年份(year)分别作为截面变量与时间变量，在运用面板数据模型进行回归分析时，必须明确此模型是固定效应还是随机效应。因此，分别采用固定效应和随机效应进行建模，得出的结果分别如表4.3和4.4所示。检验结果表明：无论是固定效应还是随机效应，可决系数均接近于1，且总体P值为0，除了固定效应的常数项之外，其他变量尤其是随机效应各项系数都通过

了显著性检验，各项指标均较优，因此模型拟合的整体效果较好。

**表4.3** **固定效应下各变量检验结果**

| lngrp | Coef. | Std. Err. | t | P > |t| |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| lncoal | -0.2020 | 0.0509 | -3.9700 | 0.0000 |
| lnoil | 0.0691 | 0.0191 | 3.6100 | 0.0000 |
| lngas | 0.3053 | 0.0668 | 4.5700 | 0.0000 |
| lnre | -0.0601 | 0.0133 | -4.5200 | 0.0000 |
| lnexp | 0.6752 | 0.0289 | 23.3400 | 0.0000 |
| lnlabor | 0.5482 | 0.1272 | 4.3100 | 0.0000 |
| lninvest | 0.0868 | 0.0129 | 6.7200 | 0.0000 |
| \_cons | 0.2454 | 0.9166 | 0.2700 | 0.7890 |
| R-sq: within | R-sq: between | R-sq: overall | F(7,563) | Prob> F |
| 0.9642 | 0.8850 | 0.9110 | 2164.3200 | 0.0000 |

资料来源：根据stata 12.0软件操作的结果整理而成

**表4.4** **随机效应下各变量检验结果**

| lngrp | Coef. | Std. Err. | z | P > |z| |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| lncoal | -0.2113 | 0.0485 | -4.3600 | 0.0000 |
| lnoil | 0.0680 | 0.0186 | 3.6600 | 0.0000 |
| lngas | 0.3216 | 0.0645 | 4.9800 | 0.0000 |
| lnre | -0.0633 | 0.0126 | -5.0400 | 0.0000 |
| lnexp | 0.6909 | 0.0273 | 25.3400 | 0.0000 |
| lnlabor | 0.2754 | 0.0585 | 4.7100 | 0.0000 |
| lninvest | 0.0912 | 0.0127 | 7.1900 | 0.0000 |
| \_cons | 2.2000 | 0.4204 | 5.2300 | 0.0000 |
| R-sq: within | R-sq: between | R-sq: overall | Wald chi2(7) | Prob> chi2 |
| 0.9639 | 0.9167 | 0.9394 | 15378.5400 | 0.0000 |

资料来源：根据stata 12.0软件操作的结果整理而成

#### **2.** 豪斯曼检验

为了进一步验证此模型是固定效应还是随机效应模型，必须利用豪斯曼检验进行判断。若解释变量与模型误差项间是正交的，则GLS估计量无偏，此模型即为随机效应模型，否则即为固定效应模型。因此，豪斯曼检验的原假设为：两者不相关（即为随机效应模型）。

豪斯曼检验的结果如表4.5所示。其p值远大于显著性水平0.05，则无法拒绝原假设，即可认为此模型是随机效应模型。因此，下文针对随机效应的检验结果进行分析。

**表4.5** **豪斯曼检验结果**

| Hausman 检验 | |
| --- | --- |
| Chi2(7)= | 6.35 |
| Prob> chi2= | 0.4994 |
| 结论 | 建立随机效应模型 |

资料来源：根据stata 12.0软件操作的结果整理而成

### **4.3.3** 回归结果及其分析

#### **1.** 线性模型回归结果分析

随机效应结果如表4.4所示，可得出如下的线性回归模型：

L n*g r pi t* 

2. 2 0 00 0. 2 1 1*c o*3 *ai*l*t*n*l*

0. 0*o*6*i it*8*l*0 l n 0

0.0633Ln *reit*0.6909ln exp*it*0.2754ln *laborit*0.0912ln *investit**it*

（4.18）

由（4.18）式可得，各系数的和约为1.1，非常接近于数值1。因此，可认为实证检验的结果符合之前理论模型中规模报酬不变的假设，即满足（4.17）式的前提条件。因而实证模型是成立的。此线性回归模型中各个变量的系数即为对应要素对经济增长的综合效应，通过观察各系数的值展开对经济增长模型的分析：

##### （**1**）研发投入（系数**0.6909**）

作为技术进步的重要指标，研发投入为技术进步提供了必要的资金支持。对经济的驱动效应为正，效果显著，与数理模型推导的正相关结果相一致。

##### （**2**）劳动力（系数**0.2754**）

劳动力作为本文模型的一个重要变量，也是当前经济驱动的重要因素。我国是劳动力充裕的国家，当前“人口红利”依然为我国的经济，尤其是生产劳动密集型产品做出了突出贡献。因为实证部分选取的数据反映的是总产出层面，与数理模型推导的正相关结果也保持了一致。

##### （**3**）资本（系数**0.0912**）

资本因素也是本文模型的一个重要变量，虽然不是本文重点分析的因素，但对我国的经济增长也发挥了正向驱动作用。

##### （4）水电等可再生资源（系数**-0.0633**）

水电等可再生资源并非从初始状态就对经济增长呈现正向的驱动效应。一是

各种可再生资源的使用必须付出高额的成本，尤其在我国可再生资源的设备研发回报期过长，技术较为落后，今后需要政府实施更多的政策倾斜；二是可再生资源在能源消费结构中的比率较低，远逊于石油等传统可耗竭资源，即使在我国的经济中心上海，2008年水电等可再生资源的消耗率也只占据石油消耗比重的四分之一左右。因此，在可再生资源未达到低成本、大规模化运用的“拐点”之前，其经济驱动效应依然为负。

##### （**5**）煤（系数**-0.2113**）

因煤炭资源带来极大的环境污染与生态问题而受到种种使用上的限制，加上能源品种日趋丰富，众多省份的年度数据均显示煤炭占资源消耗总量的比重呈逐年下降趋势。如较发达的广东地区，从1989年38.9%下降到1998年的20.8%, 再下降至2008年的13.7%，而经济欠发达的煤炭资源大省ft西，其煤炭消耗率也从1989的50.3%下降到1998年的39.6%，再下降至2008年的28.7%。因此，煤炭消耗量整体变动规律与经济增长的方向恰好相反，煤炭资源的经济驱动效应为负，作为传统可耗竭资源的代表，对经济增长的约束效应十分明显。然而，在经济增长的较低阶段，煤炭资源毕竟作为我国经济增长的主要支柱，即使在现在的许多较发达地区，煤炭资源消耗的基数依然较为庞大，但未在本模型中予以反映，显然这种线性回归模型是不合理的。

##### （**6**）石油（系数**0.0680**）

石油作为传统可耗竭资源的另一重要代表，在我国使用范围广泛，对我国经济增长发挥了重要的作用，因此经济驱动效应为正。但同时，作为可耗竭资源的一种重要类型，在使用超过一定限度后，对经济增长应会产生相应的约束作用，这也正是本文研究目的之所在（如果石油对经济增长一直呈现正向驱动效应，则没有必要对现行能源消费结构做出调整），而本节建立的线性关系模型很难反映这一事实，因此需要对此模型做进一步的修正。

##### （**7**）天然气（系数**0.3216**）

作为可耗竭资源中较为清洁的一种类型，天然气在我国使用较晚，但发展前景可观。随着西气东输等管道设施的建立与普及，加上政府鼓励提高天然气在一次能源消费结构中的比重等因素，天然气在我国各省份的使用日趋普及，占据的能源消费比重不断上升。因而天然气对经济增长的贡献越来越大，天然气的经济驱动效应为正。但是，许多省份早年天然气使用量低，甚至一片空白，加上管道铺设成本高昂、技术落后等因素，早年无法得出天然气的投入与经济增长正相关这一结论，因而线性回归模型与事实相违背。

综合以上的论述，如果采用线性回归模型，煤、石油、天然气等可耗竭资源和可再生资源的实证结论不仅无法完全验证之前理论分析和模型推导的结果，同

时也与事实不符。所以，有必要对此线性回归模型做出进一步的修正。

#### **2.** 深入区域层面的模型比较分析

以上内容是从国家整体层面来分析各要素对经济增长的综合效应，此处以线性回归模型为基础，着重对经济较发达的10省区、中等发达的10省区和经济欠发达的10省区进行三组分面板（分别为分面板1、分面板2和分面板3）的比较，从中得出相应的对比结论。

分面板的处理过程同上，经过数据处理、单位根检验后，分面板1、分面板

##### 2 和分面板3的豪斯曼检验结果中P值分别为0.7249、0.7373和0.8627，说明了三种情况均不能拒绝原假设，即分面板1、分面板2和分面板3均为随机效应模

型，检验的结果比整理后如表4.6所示。显然，分面板1、分面板2和分面板3的R平方、总P值及系数的显著性水平都通过了检验，对三组分面板回归模型中可再生资源的系数进行比较，可以做出如下的分析：

**表4.6** **三组分面板随机效应的比较结果**

|  | 分面板 1 | 分面板 2 | 分面板 3 |
| --- | --- | --- | --- |
| Coef. of lnre | -0.0351 | -0.0837 | -0.1359 |
| Std. Err. of lnre | 0.0078 | 0.0197 | 0.0225 |
| P > |z| of lnre | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| R-sq: within | 0.9866 | 0.9754 | 0.9483 |
| R-sq: between | 0.9634 | 0.9359 | 0.8192 |
| R-sq: overall | 0.9835 | 0.9579 | 0.8868 |
| Prob> chi2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Hausman fe Prob>chil2 | 0.7249 | 0.7373 | 0.8627 |

资料来源：根据stata 12.0软件操作的结果整理而成

###### （**1**）系数的正负

从可再生资源的系数正负来看，分面板的情形与总面板相差不大，但具体系数值大小有所差异，反映了不同面板下可再生资源对经济增长的影响存在一定的差异。同时，其他变量的情形也得到了类似的验证，说明了模型基本是稳健的。

###### （**2**）可再生资源对经济增长影响差异性的比较

整体的线性回归模型检验结果表明，可再生资源对经济增长存在一定的负向约束效应。因为由于技术、规模和成本等因素，在短期内增加可再生资源开发利用的成本甚至超过了其收益。但是基于分面板的数据来看，分面板1可再生资源

对经济增长的作用为-0.0351，分面板2为-0.0837，分面板3为-0.1359。这说明了与欠发达地区相比，经济发展水平中等的地区随着经济的进一步增长，可再生

资源暂时的负面效应降低了40%；与中等地区相比，经济较发达的地区中可再生资源暂时的负面效应又下降了58.06%。而经济增长的历程必然是由欠发达地区向中等地区、中等地区向较发达地区的渐近过渡。这表明了随着可再生资源利用率的提高和使用范围的扩大，可再生资源成本相对降低，逐渐取得了一定的规模经济效应。可以推断，随着经济进一步增长到未来更高阶段，可再生资源对经济增长的负向约束效应会逐渐减弱，最终正向驱动效应会越来越强。这也意味着经济增长对可再生资源的依赖程度越来越高，可再生资源会成为未来经济增长的主要驱动力。

（3）**线性回归模型的局限**

整体面板模型的检验结果表明，可耗竭资源（煤、石油和天然气）对经济增长分别呈现负向约束效应、正向驱动效应和正向驱动效应。由于省际层面的分面板模型依然采用了线性建模，则必然具有和整体面板模型一致的局限性。即可耗竭资源无论在国家层面还是省际层面，都呈现与经济增长单一的线性关系。这种

“非驱动即约束”的单向关系不仅与之前理论分析和模型推导的结果相矛盾，与现实也不符，归根到底在于受线性建模的限制。为了克服这种分析局限，下文在模型分析中引入二次项变量，通过建立新的多元回归模型，试图在经济增长的不同阶段下，探究各种自然资源要素对经济增长影响的差异性，从而得出相应的结论。

#### **3.** 引入二次项后的模型回归分析

引入煤、石油和天然气三个变量的二次项（分别用lncoal2、lnoil2和lngas2表示）后，经过多次修正，最终得出了理想的二次项模型。修正后的模型豪斯曼检验结果如表4.7所示：

**表4.7** **豪斯曼检验结果**

| Hausman 检验 | |
| --- | --- |
| Chi2(8)= | 3.95 |
| Prob> chi2= | 0.8620 |
| 结论 | 建立随机效应模型 |

资料来源：根据stata 12.0软件操作的结果整理而成

如表4.7所示，豪斯曼检验结果表明：引入二次项进行修正后的模型依然是随机效应模型。如表4.8所示，在随机效应检验结果图中，各变量的系数及R平方均能通过检验，各变量的一次项符号也与表4.4保持一致，说明修正后的模型也是稳健的。

**表4.8** **模型修正后的随机效应检验结果**

| lngrp | Coef. | Std. Err. | z | P > |z| |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| lncoal2 | -0.0167 | 0.0033 | -5.0400 | 0.0000 |
| lnoil | 0.1365 | 0.0365 | 3.7400 | 0.0000 |
| lnoil2 | -0.0096 | 0.0047 | -2.0200 | 0.0430 |
| lngas2 | 0.0423 | 0.0075 | 5.6600 | 0.0000 |
| lnre | -0.0728 | 0.0128 | -5.7100 | 0.0000 |
| lnexp | 0.7044 | 0.0280 | 25.2000 | 0.0000 |
| lnlabor | 0.2810 | 0.0582 | 4.8300 | 0.0000 |
| lninvest | 0.0878 | 0.0127 | 6.9000 | 0.0000 |
| \_cons | 2.0510 | 0.4166 | 4.9200 | 0.0000 |
| R-sq: within | R-sq: between | R-sq: overall | Wald chi2(8) | Prob> chi2 |
| 0.9645 | 0.9152 | 0.9390 | 15618.4800 | 0.0000 |

资料来源：根据stata 12.0软件操作的结果整理而成

此外，由表4.8可知，引入的三个变量的二次项符号（lncoal2, lnoil2和lngas2）分别为负、负、正，可做出如下的分析：

**（1）lngas2的二次项符号为正**

说明了天然气资源的投入与经济增长的贡献呈现“U”型曲线轨迹。在经济增长的较低阶段，由于天然气的使用不普及、铺设成本也较高、技术难关难以攻克等因素，因而对经济增长的驱动效应为负。而经济增长到一定阶段后，随着政府的大力倡导和鼓励，加上技术进步、规模效应显现、成本降低等因素，天然气的使用日趋普及，对经济增长起到了正向驱动作用。

**（2）lncoal2的二次项符号为负**

说明了煤炭资源的投入与经济增长的贡献呈现倒“U”型曲线轨迹。在经济增长的较低阶段，我国的能源结构主要以煤炭资源为主，煤炭资源是经济增长主要的“支柱”。而随着煤炭资源的大量开采与利用，日益严峻的资源枯竭、环境与生态问题促使政府大力减少煤炭资源的使用，转而进行清洁能源的替代。因而当经济增长到一定阶段后，煤炭资源对经济增长的驱动效应为负。

**（3）lnoil2的二次项符号也为负**

这种结果弥补了上文线性模型的不足，石油资源的投入与经济增长的贡献也呈现倒“U”型曲线轨迹，原因基本同上。然而，在本模型中，因为石油一次项系数依然显著，所以可以求出石油倒“U”型资源投入的“拐点”：

Ln *grp*  2.0510  0.0167ln2 *coal*  0.1365ln *oil*  0.0096ln2 *oil*

*it* it it it

0.0423Ln2 *gas* 0.0728ln *re* 0.7044ln exp 0.2810ln *labor* 0.0878ln *invest*  **

*it* it it it it it

（4.19）

（4.19）式说明：当ln *grp*it达到最大值时，即：

L n*g r ipt* /

l n*o ii tl* (4.20)

将等式左右两边同时对石油投入量求导，可得出对经济驱动效应最大的石油投入量。此处石油资源投入的“拐点值”正是上文3.3.2节内容中的“最优值”这一概念。即从国家整体层面来看，在石油投入量达到最优值之前，石油资源的投入对经济增长主要呈现正向的驱动效应；在石油投入量达到最优值之后，石油资源的投入对经济增长主要呈现负向的约束效应。经济随着石油投入量的不断增加先递增后递减的趋势也反映了可耗竭资源对经济增长的作用由驱动效应逐渐转变为约束效应。

## **4.4** 小结

本章实证检验了不同自然资源对经济增长影响的差异性。

4.1节确定研究模型。此节分为两部分：4.1.1节通过数理模型的构建及一系列理论推导，得出相应的结论，此为定性分析；4.1.2节对定性分析的结果，借助相应的实证模型来进行检验，此为定量分析。本节首先以罗默的内生经济增长模型为基础，将技术进步与资源利用率引入最一般意义的CD函数，进行了数理模型的构造。结合新古典增长理论中的部分结论进行分析，模型推导结果表明：无论在总产出还是人均产出层面，技术进步和提高资源利用率（即提高可耗竭资源的利用率、加大可再生资源的开发力度等）均是产出增加的重要驱动因素。且在经济增长的不同阶段，经济增长所依赖的资源由可耗竭资源逐渐过渡到可再生资源。鉴于时间序列数据难以考察不同地区的差异性这一局限，本文随后确定了面板数据模型，借助stata 12.0软件来完成相应的实证分析。最后，确定了相应的回归模型来对理论推导部分的CD函数及相关结论进行检验。

4.2节进行数据选取与变量构造。本节选取了中国30个省份1989-2008共20年的经济增长、煤炭消费量、石油消费量、天然气消费量、水电等可再生资源的消费量、研发投入、劳动力、资本存量、CPI、生产总值指数十个变量数据。对选取的数据进行了剔除价格因素的处理，对变量进行了对数化的处理，并构建了需要验证的多元线性回归模型。且为了与数理模型的前提保持一致，实证部分需检验的CD函数必须满足规模报酬不变的条件。

4.3节进行经验分析。在单位根检验、通过豪斯曼检验确定为随机效应模型后，本节首先对多元线性回归模型进行了分析，实证检验结果支持了生产函数规

模报酬不变的假设，同时得出了劳动、资本、技术要素对经济增长的正向驱动效应、可再生资源对经济增长的负向约束效应等结论，从而从整体来看，未能找到可再生资源对经济增长驱动效应的充分证据。继而依次构建了三组基于省际数据的分面板，三者的比较显示出：分面板1可再生资源对经济增长的作用为-0.0351，

分面板2为-0.0837，分面板3为-0.1359。这说明了与欠发达地区相比，经济发展水平中等的地区随着经济的进一步增长，可再生资源暂时的负面效应降低了

40%；与中等地区相比，经济较发达的地区中可再生资源暂时的负面效应又下降了58.06%。这表明了相对而言，可再生资源对较发达地区的负向约束效应相对较弱。而经济增长的历程必然是由欠发达地区向中等地区、中等地区向较发达地区的渐近过渡。这说明了随着可再生资源利用率的提高和使用范围的扩大，可再生资源成本相对降低，逐渐取得了一定的规模经济效应。可以推断，随着经济进一步增长到未来更高阶段，可再生资源对经济增长的负向约束效应会逐渐减弱，最终正向驱动效应会越来越强。最后针对线性模型的不足而对模型做出了重要修正——引入二次项后的多元回归模型。实证结果表明：随着煤、石油和天然气资源投入的不断增长，对应的经济增长历程分别呈现倒“U”、倒“U”和“U”型曲线轨迹。这启示我们，只有考虑到不同地区及不同经济增长阶段的差异性，针对性地投入相应种类和数量的资源，才能使经济获得持续增长。

摘 要

改革开放以来，我国在经济建设上取得了巨大成就。但中国的经济增长是以大量的要素投入、牺牲资源和环境为代价的。而我国资源供求关系日益紧张，资源的稀缺性制约着我国经济的进一步增长，如何充分利用资源已成为国内外学术界关注的重点。根据已有研究，本文在将自然资源分为可耗竭资源与可再生资源，可耗竭资源分为以煤、石油为代表的传统可耗竭资源和以天然气为代表的开采成本较高的可耗竭资源的基础上，深入探究在经济增长的不同阶段，各种资源对经济增长的不同影响，这将是我国提高资源利用效率的关键所在。而现有研究忽略了资源分类在不同阶段对经济增长的区别性作用。为了解决这一问题，本文基于西方经济学中的内生经济增长理论，并和资源与环境经济学中的自然资源可持续利用理论相结合，进一步揭示了自然资源与经济增长的内在关系，同时也为我国经济的可持续增长提供一定的理论支撑。

本文分为五章。第一章介绍了研究的背景和意义、本文的逻辑结构与研究方法，并回顾了古典增长理论、新古典增长理论和新增长理论对此问题的研究成果；第二章对自然资源、经济增长、资源对经济的驱动效应和约束效应等概念做了界定；第三章从理论角度分析了资源对经济增长“驱动”和“约束”的双重效应，并对不同资源约束下的经济增长阶段进行了比较，为了在不同的增长阶段都能使经济走上平稳增长的路径，本章最后探究了各种资源间替代的可能性；第四章将资源要素引入生产函数，首先进行了相应数理模型的构造，然后构建面板数据模型，在经济增长的不同阶段，实证检验了不同自然资源对经济增长影响的差异性；第五章总结了本文的结论，回顾了创新之处及需要进一步研究的问题，并提出了资源开采和利用要“因地制宜”和“因时制宜”、通过技术进步降低自然资源的开采成本、凭借制度创新提高自然资源的利用效率这三条政策建议。

基于全文的分析，我们可以看出：（1）随着煤、石油和天然气资源投入的不断增长，对应的经济增长历程分别呈现倒“U”、倒“U”和“U”型曲线轨迹；

（2）从整体来看，未能找到可再生资源对经济增长驱动效应的充分证据，但相对而言，较发达地区的负向约束效应相对较弱；（3）在经济增长的不同阶段，经济增长所依赖的资源由煤、石油等传统可耗竭资源转向开采成本较高的天然气，并最终过渡到可再生资源。总之，实现由煤、石油向天然气的转换，以及可再生资源对可耗竭资源的逐步替代，是推动我国经济持续增长的必由之路。

关键词：自然资源；可耗竭资源；可再生资源；经济增长；驱动效应；约束效应

# 第一章 绪论

## **1.1** 研究背景

人类的进步，是建立在对自然资源不断开发和利用的基础上的。自然资源作为支撑经济增长的重要物质基础，也是人类生产和生活的重要物质来源。近代的经济发展历史表明，自然资源对于一个国家的国民财富尤其是资本的初始积累起到了至关重要的作用，例如在澳大利亚、加拿大以及美国的迅速工业化进程中，自然资源都扮演了重要的角色。然而，随着经济的快速增长，资源的稀缺性推动着资源品价格的不断上涨，加上劳动力成本逐渐增加的因素，导致了各个国家的制造业成本都有持续上升的趋势，此时自然资源对经济增长的约束作用日益明显。且这种约束作用在众多资源禀赋差异的国家均有所体现：自然资源对某些资源贫乏型国家的经济增长产生约束作用的同时，对某些资源充裕型的经济体的约束效应也同样显著，例如沙特阿拉伯之类的自然资源充裕的国家经济增长的表现远不如日本等一批自然资源贫乏的国家。究其原因，众多自然资源充裕的国家无法摆脱“资源依赖型”的传统经济增长路径，因此出现了经济持续低迷的状况；而某些资源贫乏的国家却通过大力开发可再生资源、推动技术进步和制度革新、利用各种生产要素间相互替代等手段取得了卓越的经济成就。可耗竭资源和可再生资源作为自然资源的重要组成部分，研究其对经济增长影响的差异性，从而针对性地采取措施来推动经济的持续均衡增长，已成为学术界关注的焦点。

同时在当今时代，低碳经济已经成为各国经济增长的必由之路。随着全球气候变暖，冰川融化、海平面升高、臭氧层空洞等问题使人类生存和发展面临前所未有的严峻挑战。传统化石能源消耗所排放的大量二氧化碳带来的全球气候变化，引起了人们的忧虑。以煤、石油为代表的传统可耗竭资源的大量使用造成的生态问题及后果也日益被人类所认识。低碳经济是以低污染、低能耗和低排放为基础的经济增长模式，核心是减排技术和能源技术创新，以及人类生存发展观的根本转变，实质上是清洁能源结构和高效率利用能源的问题。低碳经济是人类继农业文明和工业文明后的又一次重大的社会进步，我国政府积极响应，做出了相应的碳减排目标等一系列庄严承诺。这些承诺充分反映了一个发展中大国对国际社会的责任。作为能源生产和消耗大国，这些承诺为我国未来的经济增长明确了新的方向——低碳经济，却也同时要求我们转变经济发展观念。长期以来，我国许多地区一直片面追求GDP的增长，而新的减排目标要求我们在短期内有效遏制这种局面，因此也有利于新能源行业更快地发展和成熟。而依靠传统的可耗竭资源，利用传统的经济增长模式，无法实现低碳经济的目标，也无法履行中国对国际社会的承诺，更无法推动中国经济的持续增长。

从理论角度来看，经典经济增长理论的研究过程中存在一个重要缺陷：无论是古典增长理论、新古典增长理论还是新增长理论，在研究经济增长时关于不同自然资源对经济增长的区别性作用未给予足够的重视，同时也未对可耗竭资源与可再生资源进行区别和论证，更加忽视了对自然资源相互间替代关系的研究。本文认为，一种理论是相应时代背景下的产物，这些理论诞生之时自然资源相对比较充裕，资源对经济增长的约束效应不够明显，故而资源仍然作为经济增长的一种重要驱动力和重要投入要素，是支撑整个经济增长的重要基础。而随着现代经济的快速增长，储量有限的可耗竭资源日益稀缺，这要求我们必须更多的关注不同资源对经济增长的区别性作用，从而进行资源相互间的替代来推动经济的持续增长。故而本文基于西方经济学中的内生经济增长理论，并和资源与环境经济学中的自然资源可持续利用理论相结合，进一步揭示了自然资源与经济增长的内在关系。力图弥补当下理论和实证研究的不足，为我国的经济转型、经济持续增长提供一定的借鉴。

## **1.2** 研究意义

改革开放至今，我国经济迅速增长的同时，也付出了巨大的代价。我国的经济增长是以环境的严重破坏、资源的惊人浪费和高消耗为代价的。统计资料表明，

1994 年我国能源系统的总效率只有9%，不及发达国家一半。如果按照万美元

GDP能耗来测算，我国高达15.7吨标煤.万美元，而全球平均水平仅为4.2吨标

煤.万美元，我国能耗竟是世界平均水平的3.7倍。惊人的数据警醒我们，我国的能源利用率低下，而可耗竭资源储量有限，走高效率的利用资源、促进经济持续均衡增长的道路已刻不容缓。对此，本论文的研究意义体现在现实意义和理论意义两个层面之上：

现实意义上，明确不同自然资源对经济增长的作用，是驱动了经济增长、约束了经济增长还是与经济增长不相关。探索经济增长中资源禀赋的机制如何发挥作用，界定政府的职责范围及应起的重要作用，以及政府防止由于自然资源的约束而造成的经济增长动荡、带来资源配置扭曲及社会福利损失等问题都成了当前经济学领域关注的焦点。因此，本文认为研究自然资源与经济增长的传导机制，正确处理好资源与经济增长的关系，对于我国经济可持续均衡增长、缩小区域经济差距、促进社会公平、推动社会进步，有一定的理论指导作用和现实意义。同时，本文为我国的经济转型、走新型工业化道路提供相应的理论支撑。中国未经历资本主义的高速发展而直接迈入社会主义初级阶段，但重型工业化的发展过程却无法逾越，因此必然产生重型工业化对自然资源尤其是可耗竭资源的消耗问题。本文为合理利用自然资源，走上一条“新型、健康、可持续”的工业化发展

道路提供了相应的依据。

理论意义上，本文有利于从新的视角来发展经济增长理论。当今世界，企业是经济增长的重要实体，而企业制度有四种模式：资本逻辑型的企业制度、劳动逻辑型的企业制度、知识逻辑型的企业制度和综合逻辑型的企业制度。资本逻辑型的企业制度贯穿了整个工业社会进程，在此阶段，相对于其他要素而言，资本是最为稀缺、最为重要的要素。工业生产过程实质上是资本与劳动相结合的过程。所以，以哈罗德-多马模型为代表的古典经济学认为资本积累对经济增长有重要作用。随着经济理论的发展，以索洛为代表的新古典增长理论认识到了技术进步的重要性，但视其为既定的外生变量。而20世纪80-90年代的内生经济增长模型将技术要素内生化，认为政府并非是无所作为的实体，而是可以采取教育、保护知识产权等手段来促进经济增长。同时，著名学者杨小凯将分工要素纳入经济增长的分析框架之中，提出“分工不断深化是经济增长源泉”的观点。这些理论都极大的丰富了经济增长的内涵，却不能充分解释当前经济增长中的一些新问题，很大原因是因为这些理论在演进过程中，忽视了资源分类在不同阶段对经济增长的区别性作用。本研究试图揭示在经济增长的不同阶段，两种类型的资源（即可耗竭资源与可再生资源）对经济增长有何不同的作用，从而在经济增长的不同阶段采取针对性地措施来推动经济持续均衡增长。因此，本研究丰富了经济增长理论，为当下无法用经典的经济增长理论解释的经济增长难题提供了一个新的视角。

## **1.3** 本文逻辑结构与研究方法

### **1.3.1** 逻辑结构

第一章，绪论。基于各个国家和地区经济增长不平衡的状况及各种经济学派关于资源分类在不同阶段对经济增长的区别性作用关注不够等背景，本文选择

《不同自然资源对经济增长影响的差异性研究》这一论文题目。此章详细交代了研究背景、研究意义、本文逻辑结构与方法、文献综述等内容。其中，文献综述部分回顾了古典经济学、新古典经济学、新增长理论关于自然资源与经济增长关系的一系列论述，指出了现有理论和实证研究的不足之处。随着各种经济学派的演进，对此问题的研究经历了一个由表及里、由浅入深的认识渐进过程，但是仍然缺乏强有力的论证工具，特别是用来佐证的实证检验资料。

第二章，自然资源与经济增长的相关概念界定。本章先对自然资源和经济增长的相关概念分别进行界定，并运用大量的数据、图形及表格揭示了我国自然资源和经济增长的现状。然后将两者结合起来，先正面界定了我国自然资源对经济增长的驱动效应，做出了相应的现状分析；再从负面角度界定了自然资源对经济

增长的约束效应，并描述了我国部分省区自然资源对经济增长的约束现状。

第三章，自然资源对经济增长的双重效应分析。在概念界定的基础上，展开自然资源对经济增长的驱动与约束机制的分析。与第二章的逻辑相同，本章先从正面角度分析自然资源对经济增长驱动效应的机制，再从负面角度论证自然资源对经济增长的约束机制，进而对不同种类自然资源约束下的经济增长阶段的差异性进行了比较。最后将两种效应结合起来，为了更好的发挥自然资源对经济增长的驱动效应，减弱负面的约束效应，则有必要探究资源间相互替代的可能性，因而从可耗竭资源间相互替代、可再生资源对可耗竭资源的替代这两个角度展开了分析。

第四章，基于资源投入对经济增长影响的实证分析。本章以罗默的内生经济增长模型为基础，将技术进步与资源利用率引入最一般意义的CD函数，结合新古典增长理论中的部分结论进行数理模型的构造，模型推导结果表明：技术进步和提高资源利用率（即提高可耗竭资源的利用率、加大可再生资源的开发力度等）是产出增加的重要驱动因素，因而从理论层面，基于模型推导的角度得出了相应的结论。随后，借助stata 12.0软件进行面板数据的分析，对数理模型推导的结果进行实证检验。先构建了国家层面的多元线性回归模型，继而对比了三组基于省际数据的分面板，最后针对线性模型的不足而对模型做出了重要修正——引入二次项后的多元回归模型。实证结果表明：在不同的经济增长阶段，不同的自然资源对经济增长的驱动和约束效应大不相同。

第五章，本文总结与政策建议。本章首先总结了本文的三条结论，回顾了本文的创新之处及需要进一步研究的问题，为将来的深入研究指明了方向。结合党的十八大重要会议精神，为减弱自然资源对经济增长的负面约束作用、促进我国经济可持续增长，本文最后提出了相关的政策建议。

### **1.3.2** 研究方法

**1. 规范分析与实证分析相结合**

首先界定概念并对所阐述的概念进行现状分析，再从理论角度进行阐述，研究不同自然资源投入与经济增长的一般规律，此阶段逻辑严密，为规范分析；然后建立面板数据模型，并进行多元回归，此为实证分析。

**2. 定量分析和定性分析相结合**

通过理论推导得出经济增长过程中各种因素所做的贡献，此为定性分析；随后用计量方法进行检验、得出实证结果的过程则为定量分析。

**3. 比较分析方法**

本文一方面在理论部分比较了在不同经济增长阶段下，各种资源对经济增长影响的差异性，另一方面在实证部分首先从宏观角度分析了国家经济增长中各种因素的驱动作用，然后基于微观视角引入三组分面板的省际数据进行比较研究。

## **1.4** 自然资源与经济增长关系的文献综述

### **1.4.1** 古典主义相关研究

#### **1.** 威廉**-**配第学说

古典学派重要代表人物之一的威廉-配第虽然认识到了人类创造物质财富的过程会受一定的自然条件制约，但依然把劳动看成经济增长的主要动力，而环境与资源仅仅是客观的外生变量。这一观点对传统的经济学家影响深远，以至于在相当长的一段时间内，自然资源在主流经济增长理论中都处于微不足道的地位，归根到底，是人们回避要素替代问题、迷信价格作用的结果。

#### **2.** 马尔萨斯学说

马尔萨斯提出了自然资源绝对稀缺论，提出了生活资料以算术级数增长而人口却呈现几何级数增长的重要假说。马尔萨斯认为人口呈现几何级数增长是因为

“两性间的情欲”，而生活资料却以算术级数增长是因为食品等生活资料受到土地等自然资源的制约。马尔萨斯意识到了自然资源对经济增长可能产生的约束作用，这种认识弥足珍贵，却仍忽略了技术进步的积极作用以及人类有意识、有动机的资本形成活动的开展。

#### **3.** 李嘉图学说

另一著名学者李嘉图提出了自然资源相对稀缺论，对土地资源的认识比马尔萨斯更前进了一步，因为李嘉图认为仅存在相对稀缺的生产率较高的土地资源，而不存在土地资源的绝对稀缺，土地质量的下降则是导致边际报酬递减的最为关键性因素。同时李嘉图暗示了技术进步对于解决自然资源约束人类社会发展问题的作用，但李嘉图未探索自然资源对经济增长影响的内生机制，对技术作用及土地稀缺问题并未进行深层次的探究。

#### **4.** 穆勒学说

穆勒继承且发展了马尔萨斯和李嘉图对于自然资源稀缺的观点，提出了著名的“静态经济”理论。从自然资源的边际报酬递减规律出发，倡导静态经济应该是人口、资本与物质资料的生产均处于零增长的一种平衡状态，但这种零增长却不意味着社会停滞与倒退。因为在此状态下，道德水平的进步以及精神文明的高速发展，能比之前仅通过物质材料的生产获得更高的生活质量。

从以上这些代表性的古典主义理论可以看出，古典主义阶段关于自然资源与经济增长关系的研究，始终处于萌芽的探索阶段，并未形成系统而全面的观点、理论和学派，甚至未区分可耗竭资源与可再生资源。同时缺乏实证支持，忽略了技术进步的深层次作用，但对于启迪人们的思想、关注这一问题及后来学派的发展起到了良好的促进作用。

### **1.4.2** 新古典主义相关研究

#### **1.** 马歇尔学说

新古典主义的重要代表人物马歇尔认为，自然资源在生产中呈现边际报酬递减的倾向，而人类的作用具有边际报酬递增的倾向，这两种倾向相互抵消作用后的结果可能是报酬不变的增长率。此时的新古典经济学家们非常看重技术因素的重要性，因而认为资源存量并非是一种重要的生产投入要素，学者们对经济增长均持普遍乐观的态度。在20世纪70年代初期之前，主要工业化国家在二战后经济迅速恢复与发展，并没有受到自然资源的负向约束作用，似乎验证了马歇尔预期的有效性。

#### **2.** 新马尔萨斯主义

但随着70年代石油危机的爆发，由石油资源引发的主要工业化国家的经济停滞，使人们对这种观点产生了质疑。人们开始意识到自然资源这种长期被人类忽视的东西并非是一种无代价的生产要素，可耗竭资源作为自然资源的重要组成部分，其稀缺性意味着人类对可耗竭资源的索取存在着某种程度的限制，于是“新马尔萨斯主义”应运而生。新马尔萨斯主义跳出了传统经济学的研究框架，从固定储量范式角度出发，重点关注资源枯竭和环境污染的问题，认为经济增长存在一个“增长极限”，地球难以长期承受人类对自然资源当前及未来的需求水平。如以Meadows（1972）为代表的罗马俱乐部就指出了生态系统对经济增长存在一定的制约作用，随着经济的进一步增长，自然资源会逐渐枯竭，从而经济增长将趋于停滞状态。

#### **3.** **Hartwick**学说

同时，另一派经济学家采取机会成本的范式，极力抨击“增长极限论”。认为在合适的政策和市场激励条件下，利用新技术的创新，地球能够为将来的社会需求和发展提供充裕的资源，这种观点以Hartwick为代表。同时，Hartwick提出了在自然资源约束下实现经济持续增长的两个重要条件：一，特别储蓄准则（即

Hartwick 准则），将资源开采活动中收入高于边际成本的租金部分全部用于再生产的资本投入（如人力资本投入等），此时消费和产出水平不会相应变动；二，

与经济生产技术相关的条件，即资本和资源之间替代可能性的大小在相当大程度上决定了Hartwick准则的可行性。

#### **4.** 国内学者观点

关于自然资源与经济增长关系的问题，国内众多学者展开了实证研究。王铮、薛俊波、谢书玲（2005）运用C-D函数求出了土地和水资源对我国经济增长的阻力值分别为0.013201和0.01397。庞丽（2006）基于我国经济可持续增长的角度，也计算了我国经济增长中由于土地及水资源的限制而产生的阻力因素。陈斐和刘耀彬（2007）运用城市化增长模型，并利用新古典增长理论的研究方法，首次构建了我国城市化进程中的资源“尾效”消耗模型，并计算了水资源、土地及能源在我国城市化进程中的“尾效值”。同时，崔云（2007）利用C-D函数也衡量了我国土地资源对经济增长的“尾效值”。

总之，新古典主义已经认识到了自然资源是经济增长的一种重要驱动因素，并将其纳入生产函数的框架内进行分析讨论。新古典主义关注到了技术因素在自然资源对经济增长的约束效应中发挥的作用，但其理论并未详细分析技术进步的机制，因此无法对技术进步如何抵消资源的稀缺性给出令人信服的解释。虽然新古典主义意识到某些类别的自然资源会对经济增长产生负向的约束效应，但无论在理论还是实证层面，新古典主义均未对不同自然资源对经济增长的区别性作用做出详细解释，这是一个较大的缺陷。

### **1.4.3** 新增长理论相关研究

20世纪80年代以来，全球气候变暖、臭氧层空洞、酸雨肆虐等生态问题日益严峻，引发了人们对资源环境问题的高度关注。伴随着内生增长模型的兴起，经济学家更多的将自然资源、环境污染等因素纳入内生增长模型，推断得出：如果技术进步的机制是有效的，则有可能获取最优的正向增长率。

#### **1.** 罗默学说

内生经济增长理论的重要代表人物罗默假定技术进步源于知识的不断积累，而知识积累在整个经济范围内存在着溢出效应。正是这种溢出效应使得新古典增长理论中出现的资本边际报酬递减趋势被抵消，从而使经济走上了稳定的内生增长路径。因此，内生增长理论从这个角度为技术进步如何抵消资源的耗竭性给出了一个解释，弥补了新古典增长理论的局限。

#### **2.** **Barbie**学说

Barbie（1999）在其模型中分析了内生经济增长和可耗竭资源的关系，探寻出最优的经济增长路径，认为内生的经济增长可以克服可耗竭资源带来的负面约

束效应。长期来看，技术进步的重要作用抵补了可耗竭资源的不断消耗，人均消费量在长期内可以保持在一个适当水平。

#### **3.** **Howitt**学说

与罗默和Barbie学说相同的是，Howitt（1998）也认为可耗竭资源对经济增长会存在一定的限制，环境污染会对经济增长造成一定的负面影响，然而可以通过其他途径进行弥补，克服生态系统本身的极限。与罗默认为的知识溢出、Barbie认为的技术进步不同的是，Howitt构建了熊皮特模型，表明了人力资本的不断积累能抵消这一负面效应。

#### **4.** 国内学者观点

国内学者在此方面的研究成果颇丰。王海建（2000）利用卢卡斯人力资本积累的内生经济增长模型，将可耗竭资源作为一种重要的生产要素纳入生产函数，求得模型的均衡增长解。包群和彭水军（2006）也将可耗竭资源要素作为生产函数的一个重要变量，构建了四部门内生经济增长模型，刻画了人口增长、可耗竭资源的约束、创新与研发、可持续经济增长的内在机制，认为只有改变传统的粗放型经济增长方式，走集约型的经济增长新途径，才能获得持续稳定且有意义的的长期经济增长。刘朝明和陶磊（2008）也将可耗竭资源纳入内生经济增长模型，利用最优控制理论得出了模型的均衡增长解。与传统观点不同的是，此模型从全面的视角来看待自然资源约束下的经济增长问题。其认为不能仅依靠技术进步来谋求经济的持续均衡增长，通过对可再生资源的合理有效开发与利用也能达到相同的目标。

总之，内生经济增长理论对自然资源与经济增长间的关系有了进一步的认识，尤其关注到了可耗竭资源对经济增长的约束问题。但整体的研究仍然处于刚刚起步的模型架构与逻辑推导阶段。内生经济增长理论尝试运用多种理论模型和实验工具来进行研究，但缺乏足够的实证资料予以支撑。此外，以内生技术进步为特征的新增长理论尽管解释了技术进步的内在机制，但是对于自然资源与经济增长关系的问题上，仍然体现出技术乐观主义，这对于稀缺形势日益严峻的可耗竭资源的分析，是不够客观的。同时，新增长理论虽然关注到了资源的分类，但对于不同自然资源对经济增长影响的差异性，依然缺乏定性和定量的比较研究。

# 第二章 自然资源与经济增长的相关概念界定

## **2.1** 自然资源界定

资源与经济增长的关系密切，是现代经济学关注的焦点。然而长期以来，人们对资源的认识经历了一个由浅入深、由表及里的循序渐进过程，资源一词的内涵也在不断丰富与扩展。美国著名学者阿兰.兰德尔认为，资源是人类发现的有价值的且有用的物质。

在主要的经济学著作中，人们常对“资源”与“自然资源”二词缺乏细致的区分，部分经济学家更是直接将自然资源作为资源的代名词，尤其在我国这种观点比较普遍。而本文认为，自然资源只是资源狭义上的内涵，广义的资源内涵中还包含其他重要的资源类型，即所有有价值的社会、经济与自然条件均属于资源的范畴。如果片面的将自然资源等同于资源，那么就忽略了可能对经济增长产生重要影响的其他因素。

由上可知，自然资源是资源的重要组成部分。自然资源，也称天然资源，与人造资源的概念相对应，指的是不依靠人力作用而天然存在于自然界的有用物质要素，即在原始条件下就具有价值的资源形态。著名学者于光远认为，自然资源是指天然状态下存在、未经人类加工后的资源类型，例如土地、矿物、能量等等。

自然资源具有区域性、多用性、稀缺性、难以替代性、整体性的性质特点。其中，区域性指的是资源分布的不均衡，各种资源有着自己独特的分布规律，如煤碳资源主要分布在我国和俄罗斯等国家。即使在我国境内，全国煤炭储量有

70%集中在内蒙古、ft西和陕西三省，呈现北多南少、西多东少的分布格局。多用性指的是同种资源具有多种功能和用途，能够满足消费者不同种类的需要，如石油产品即可分为石油燃料、润滑剂、石油沥青、石蜡等各种类型。虽然石油燃料占据总产量的90%，但是润滑剂、沥青等其他功能的石油产品用途亦不可忽视。稀缺性和难以替代性指的是自然资源在数量和替代性上都是有限的，传统的可耗竭资源是当今世界经济增长的引擎，然而其储量和探明量都是有限的，只能满足地球未来若干年的需要。虽然理论上可以用太阳能、地热能、风能等可再生资源进行替代，但操作成本高昂、技术上也会遇到障碍，大规模的应用和普及需要漫长的探索过程。整体性指的是每个地区各种自然资源具有生态上的相互联系，是一个统一的有机整体，必须综合开发与利用。当前我国在资源开发过程中，经常犯急功近利的错误，往往注重对价值量高的资源进行开采，忽视了价值量低的副产品，更有许多开采者只顾眼前利益，不理会生态环境的保护，造成了许多资源开采地严重的生态破坏、环境污染等问题。

自然资源按照不同的口径，有多种分类方式，结合上文关于资源与自然资源

的论述，基于本文的研究视角，整理出如图2.1的概念分类：广义上的资源：自然资源、社会资源等

资源

狭义上的资源：自然资源

可再生资源

相对意义（水能、风能等）

绝对意义（ft川美景等）传统可耗竭资源（煤和石油）

可耗竭资源

开采成本较高的可耗竭资源（天然气）

**图2.1 本文对资源和自然资源的分类**

除了图2.1对资源的划分标准，资源按照其他的分类口径，还能分成若干的类型。如按照生产要素是否具有实物形态，可以分为物质资源与人力资源；按照资源的归属地划分，可以分为国际资源和国内资源；根据资源差异化的用途划分，可以分为生产资源与生活资源等等。而本文研究不同自然资源对经济增长影响的差异性问题，因此采用图2.1对资源分类的方法，将资源按照涵义的范围进行划分，着重研究狭义上的资源（即自然资源）。

除了图2.1对自然资源的划分标准，自然资源也具有其他的分类方式，不同的学科有自身的划分标准。比如地理科学可以将自然资源分成陆地资源、天空资源、海洋资源、太空资源；生物化学角度可以将自然资源分成有机资源与无机资源。而本文立足宏观经济学的角度，必须用有意义的经济指标对自然资源进行划分，从而得到如图2.1的划分标准。根据自然资源是否能够再生，可将自然资源分为可再生资源与可耗竭资源。可再生资源可以从绝对和相对意义上进行细分，绝对意义的可再生资源能够带来收益却不产生任何损耗，这种自然资源一般排除在经济学视野之外，也不在本文的讨论之列。如中国众多ft川美景，游览者能受益，所有权者也能获得观光收入，且适当的观光行为对美景不会产生任何负面损耗，此类可再生资源的利用过程也无需必要的成本和技术条件。与绝对意义的可再生资源相比，相对意义的可再生资源虽然是可以繁殖再生的自然资源，但开发利用的速度如果大大超过自身更新、成长的速度且无法维持再生过程的环境条件时，终将会耗竭。与可再生资源的定义相反，可耗竭资源是本身无自更新、自成长的能力，随着人类的开采和利用不断减少的资源，这种资源面临“用一点少一点”的艰难困境，而这种资源（即以煤、石油、天然气为代表的传统化石能源）

是现代经济增长的引擎，在现代经济的增长过程中扮演着重要角色，也是本文关注的重点。然而，本文为了研究需要，结合中国具体的资源消费国情，从成本、技术及使用规模的角度，将可耗竭资源又进一步划分为传统可耗竭资源（煤、石油）和开采成本较高的可耗竭资源（天然气）。

改革开放至今，中国的经济迅速增长，其中可耗竭资源起到了至关重要的作用。然而，中国可耗竭资源日益枯竭，对国际市场可耗竭资源的依赖程度逐渐加深。从总体上来看，我国自然资源呈现“种类齐全、总量高，但人均占有量少”的特征。我国疆域广阔，自然资源丰富，已探明的可耗竭资源总量占世界的12%，仅次于美国和俄罗斯。我国自然资源种类齐全，已探明的自然资源在我国均有分布。许多资源的储量位居世界前列（如表2.1 所示），但中国人口众多，人均自

然资源占有量在世界上处于较低水平（如表2.2所示）。

**表2.1** **中国部分自然资源储量在世界上的排名**

| 排名第一 | 稀土、石膏、煤、钒、钛、石墨、重晶石、钨等 |
| --- | --- |
| 排名第二 | 锂、锡、钼、锶等 |
| 排名第三 | 锰、汞等 |
| 排名第四 | 锌等 |
| 排名第五 | 金、银、铅、铁等 |

资料来源：根据中国自然资源数据库（2012年度）等资料整理而成

**表2.2** **中国部分自然资源人均占有量和世界平均水平的比较**

| 金刚石、天然气、石油等人均占有量 | 是世界人均占有量的 1/10 |
| --- | --- |
| 稀土、石墨、钨、重晶石等人均占有量 | 与世界人均占有量持平 |

资料来源：根据中国自然资源数据库（2012年度）等资料整理而成

### **2.1.1** 传统可耗竭资源——煤和石油

在任意对人类有意义的时间段中，资源质量保持不变、且资源的储量不再增加的资源即为可耗竭资源。可耗竭资源的存量会随时间的推移而逐渐减少，直到枯竭。如图2.1所示，煤、石油和天然气三种传统的化石能源均属于可耗竭资源的范畴，本文从成本、技术及使用规模的角度，将可耗竭资源又进一步划分为传统可耗竭资源（煤、石油）和开采成本较高的可耗竭资源（天然气）。

#### 1. 煤

煤是自十八世纪以来人类使用的主要能源之一，被誉为“黑色的金子”，是古代植物体埋藏在地表之下经历了复杂的物理和生物变化而形成的固体可燃物。截至2011年，我国煤炭产量约为32亿吨，是世界煤炭产量最大的国家，占世界煤炭产量比例的48.3%。煤炭资源种类庞大，而本文论述的煤炭资源包括了无烟

煤、烟煤和褐煤三大类群，即囊括了所有种类的煤炭资源。

然而充裕的煤炭资源在使用过程中存在较为严重的问题。我国用于发电的资源中，水电占比只有20%左右，77%需要煤炭资源的火力发电予以支撑，核能发电的应用尚不普及，远远逊于排名第一的法国。究其原因，我国正处于重型工业化的发展阶段，“高碳”效应显著，改变以煤为主体的能源结构有诸多困难。但是，每燃烧一吨煤会产生3.67吨的二氧化碳，比燃烧每顿石油和天然气多30%和70%。煤炭资源耗竭的同时产生严重的环境污染，因而依靠传统化石能源的投入、“粗放型”的经济增长模式已无法持续，通过经济转型来实现经济持续均衡增长已迫在眉睫。

#### **2.** 石油

作为传统可耗竭资源的另一重要代表，石油是现代经济增长的重要引擎。自

1973年和1979年的能源危机之后，人们开始更多的注重石油的使用。当今世界，

90%的运输能量都是依靠石油获取的。石油密度高、运输方便，是最为重要的运输驱动能源。石油主要被用作汽油和燃油，而汽油和燃油组成了当今世界最重要的一次能源之一，而本文讨论的石油资源包含了所有的这些类群。

我国化石能源储量可观，但结构严重失调。我国的可耗竭资源分布呈现明显的“富煤、缺油、少气”的格局，决定了中国的能源结构以煤为主。与充裕的煤炭资源相比，我国石油资源相对稀缺。仅仅依靠国内的石油资源无法满足工业化发展的需要，更无法实现经济的进一步增长，因而从国际市场加大石油的进口已成为弥补我国石油资源储量不足的一条重要途径。中国之前一直是石油净出口国，然而自1993年中国化工进出口总公司签署进口沙特石油协议以来，中国已成为石油净进口国，中国的石油战略发生了重大改变。此后每年的石油净进口量不断上涨，石油进口来源日趋广泛，石油资源的对外依存度也逐渐上升。如表

## 2.3 所示，近年来我国石油资源的进口来源广泛，进口量呈逐年增加的趋势，对国际市场的依赖程度也不断加深。

根据依存度=[（进口量-出口量）/消费量] \*100%，数据整理的结果如表2.4

所示。表2.4说明，我国近年来不仅石油的进口量逐年增加，出口量逐年下降，我国石油的消费量也不断攀升，对外依存度逐渐上升，说明我国石油资源高度依赖国际市场的供应。

**表2.3** **2006-2010年我国石油资源进口量及来源（百万吨）**

| 年份 | 中东 | 西非 | 俄罗斯 | 中南美洲 | 中南非洲 | 新加坡 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2006 年 | 73.9 | 37 | 24.1 | 12.9 | 5.3 | 5.3 |
| 2007 年 | 78.8 | 35.8 | 26.3 | 13.7 | 12.7 | 3.3 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2008 年 | 92 | 39.1 | 22.4 | 16.5 | 10.6 | 4.5 |
| 2009 年 | 103 | 41.7 | 26.6 | 17.7 | 12.2 | 6.6 |
| 2010 年 | 118 | 43.7 | 33.3 | 24.1 | 12.7 | 7 |
| 年份 | 北非 | 日本 | 澳大利亚 | 美国 | 欧洲 | 其他亚太  地区 |
| 2006 年 | 3.7 | 3.2 | 2.1 | 0.4 | 0.5 | 22.8 |
| 2007 年 | 4.6 | 3.1 | 1.4 | 0.3 | 0.5 | 22.1 |
| 2008 年 | 4.2 | 4.9 | 0.9 | 0.8 | 0.2 | 21.4 |
| 2009 年 | 8.9 | 3.6 | 1.6 | 2.8 | 0.6 | 27.5 |
| 2010 年 | 10.1 | 2.7 | 7.2 | 2.5 | 1.3 | 28.8 |

资料来源：根据中国能源网、中国自然资源数据库等资料整理而成

**表2.4** **2006-2010年我国石油资源对外依存度**

| 年份 | 进口量/百万  吨 | 出口量/百万  吨 | 合计 | 消费量/百万  吨 | 对外依存度  /% |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2006 年 | 191.7 | 23.2 | 168.5 | 351.2 | 48.00% |
| 2007 年 | 203.1 | 19.2 | 183.9 | 369.3 | 49.80% |
| 2008 年 | 217.8 | 18.8 | 199 | 376 | 52.90% |
| 2009 年 | 253.3 | 34.1 | 219.2 | 388.2 | 56.40% |
| 2010 年 | 294.5 | 31.5 | 263 | 428.6 | 61.40% |

资料来源：根据中国能源网、中国自然资源数据库等资料整理而成

综上所述，我国的煤炭和石油资源的开采利用过程都存在着一定的问题，其中资源稀缺性和利用效率低下的问题较为突出。我国是世界上最早进行可耗竭资源开采利用的国家之一，新中国成立以来，面对封锁隔离的艰难处境，国家高度重视地质工作，通过高度集权的计划经济体制来保证第一产业、第二产业的资源供应，维持我国经济的增长。但是这种配置方式忽略了市场机制的作用，资源的粗放经营造成资源使用的巨大浪费。

改革开放以后，社会主义市场经济体制在我国逐渐建立起来，可耗竭资源也朝市场化改革的方向前进。我国结束了长期以来的资源无偿开采的历史，转变资源利用观念，收取了一定的资源开采费用并明确了资源产权，确定相关主体的责任，使得资源的利用效率有所提高，严重的资源浪费问题也有所缓解。然而，我国的资源供求矛盾依然尖锐，资源利用率低、浪费和污染严重的问题并未从根本上解决。在可耗竭资源的开发过程中，煤炭和石油开采造成的废弃资源回收率低、生产过程能耗大、环境污染等问题较为严重。

### **2.1.2** 开采成本较高的可耗竭资源——天然气

本文讨论的天然气是从能源角度定义的，指的是天然形成于地壳中的烃类与非烃类气体的混合物。天然气是一种多组分的混合气体化石燃料，主要成分是烷烃，其中甲烷占据绝大多数。与上文论述的煤炭和石油开采造成的废弃资源相比，天然气燃烧后无废水和废渣的产生，在使用上具有安全可靠、热值高、经济实惠、清洁环保等优势。但同煤炭和石油资源一样，天然气在使用过程中也伴随着二氧化碳的排放，加剧了地球的温室效应，因而不能将天然气视为新能源的范畴。

同时，本文在自然资源的框架下将天然气与煤炭和石油分别进行研究，是基于我国天然气使用的国情，尤其是开采成本等因素。

我国天然气使用的国情——起步较晚、需求巨大、前景广阔。1985年到2000年间我国天然气消费的平均增速仅为4.9%，只占据全部能源消费比例的2%左右，许多省份早年的天然气使用量微不足道。然而，2000年至2008年间平均消费增速大幅跃升至16%，远超于同期煤炭和石油9%和6.8%的增速，同时占一次能源的比重也升至3.9%。根据相关统计资料，2011年1月至10月间我国天然气的产量达826亿立方米，同比增长达6.6%，但大幅提升的天然气产量依然满足不了我国巨大的天然气需求。为了增加天然气的供给，“十二五”期间，我国新建天然气管道4.4万公里，初步形成了以西气东输、陕京线、川气东送和沿海主干道为大动脉，连接主产区、消费区、四大进口战略通道的全国天然气管道网，构建了安全平稳的供气格局。

天然气较高的开采成本是造成我国天然气使用起步较晚的重要因素。天然气与原油的开采方法有类似之处，一般采用自喷方式，不过因为气井压力较大，加上天然气属于易燃易爆气体，对采气井口装置的密封性能和承压能力比对采油井装置的要求要高的多，且在天然气的开采过程中要利用先进的技术和装备治理气藏水患。因此，与采油相比，采气需要更复杂先进的开采技术、需要投入更多的资金和设备，因而运行成本较高。例如，2008年约旦国家石油公司不堪忍受天然气开采成本上升的压力，被迫努力寻求外国公司投入资金。高昂的开采和利用成本也是我国早年间天然气使用量偏低的重要原因之一。

### **2.1.3** 可再生资源

可再生资源是与可耗竭资源相对应的一个概念，是指可以重新利用或者在短期内可以再生的资源，也被称为可更新资源。一般包括太阳能、风能、水能、海洋能、地热能等自然资源，是可持续发展中需加强建设并努力推广使用的清洁能源。如图2.1所示，本文讨论的是相对意义的可再生资源，即虽然是可以繁殖再生的自然资源，但开发利用的速度如果大大超过自身更新、成长的速度且无法维

持再生过程的环境条件时，终将会耗竭，且可再生资源的使用受制于相应的资金、设备和技术条件。我国的可再生资源储量丰富，为我国电力输送事业做出了重要贡献。如表2.5所示，近年来可再生资源的年发电量不断增加，占据总发电量的比例呈现整体上升趋势，对未来的社会经济发展而言，可再生资源开发利用的潜力巨大。通过各种可再生资源的发电量比较可以看出，水电占据了绝对主要地位，其次是风力发电和生物质发电，因此下文的实证分析部分主要选取水电数据作为可再生资源的代表。

**表2.5** **中国可再生资源发电量（亿千瓦时）**

|  | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 地热海洋发电 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.46 | 1.46 | 1.46 |
| 太阳能发电 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 35 |
| 生物质发电 | 52 | 70 | 97 | 147 | 207 | 248 | 315 | 380 |
| 并网风力发电 | 16 | 28 | 57 | 131 | 276 | 494 | 741 | 1004 |
| 水电 | 3964 | 4148 | 4714 | 5655 | 5717 | 6867 | 6681 | 8641 |
| 合计 | 4033 | 4247 | 4869 | 5934 | 6201 | 7611 | 7745 | 10061 |
| 可再生资源发电  量年增长率% | — | 5.3% | 14.7% | 21.9% | 4.5% | 22.7% | 1.8% | 29.9% |
| 可再生资源发电量占总发电量比  例% | 16.1% | 14.9% | 14.9% | 17.2% | 16.8% | 18.0% | 16.4% | 20.2% |

资料来源：根据中国能源网、中国电力企业联合会网站等相关资料整理而成

## **2.2** 经济增长界定

### **2.2.1** 经济增长的涵义

经济增长是世界各国共同追求的重要目标，在国家各项事业的发展中处于优先的地位。十一届三中全会后我国确立了以经济建设为中心的总方针，从此中国经济一直处于腾飞崛起的状态，获得了举世瞩目的经济增长奇迹。

经济增长是指在一个较长的时间段内，一个国家的GDP（或国民收入、人均GDP、人均收入）的持续增加。显然，这里的产量既可以用经济的总产量来表示，也可以表示为人均产量。这两种定义分别针对不同的研究问题：如果要研究一国总体经济实力的变化，则选择总体指标更优；若要探究一国居民生活水平的提高，则选择人均指标进行研究更加方便。其实，这两种指标具有密切的联系，可以证明：总产出的增长率减去人口增长率后的差值就是人均产出的实际增长

率。而下文的模型推导过程，对总体经济指标和人均经济指标进行了严格的区分，分别探究各种经济驱动因素对二者的影响。

世界各国由于经济体制、历史条件等各方面原因的不同，经济增长呈现极大的差异性。本文将与自然资源有关的经济增长资料进行了总结，描述了世界各国经济增长内涵的三点转变：

#### **1.** 可耗竭资源驱动经济增长的过程呈现新的趋势

可耗竭资源即以煤、石油、天然气为代表的传统化石能源。就当今世界的经济增长而言，依赖程度最大的可耗竭资源为石油，其次是煤和天然气。而可耗竭资源储量有限，可能在本世纪中叶逐渐枯竭。但世界未来二三十年的经济增长依然离不开石油和天然气，故石油和天然气依然是未来二三十年消费最多的可耗竭资源。

而煤炭作为温室气体的主要排放物，是低碳经济时代人们减少使用的重要能源，2000年时全球煤炭的消费量首次被全球天然气消费量超过。但基于之前的分析，中国的煤炭资源储量庞大，而天然气和石油储量不足，加之近年来中国经济迅速增长，使得中国煤炭消费量占据世界28%。但从长期来看，煤炭资源的消费量应该逐步降低。减少煤炭资源使用、完全实现低碳经济在我国任重而道远。

#### **2.** 可再生资源为经济增长注入了新的动力

许多国家在经济增长的过程中，正在转变资源消费结构，加大了可再生资源的开发与利用。以下以美国、德国、瑞典、韩国和日本为例进行说明：

美国作为新能源战略的领军者，其新能源政策着重洁能与节能，大力开发和利用可再生资源，试图争夺未来可再生资源领域的制高点；德国也大力发展可再生资源，制定了温室气体排放的新法案，力争让太阳能、潮汐能等可再生资源的利用比率由现在的14%增加到2020年的20%；瑞典对可再生资源的使用过程实施补贴，力争在2020年前摆脱对石油资源的依赖；韩国打出“低碳绿色增长”

的口号，利用新能源战略振兴本国的经济，从2007年以来，持续投入25.9亿美元发展国内的核电设备和发展核燃料技术，同时增加可再生资源对传统化石能源的替代；日本则通过政策激励和法规并举的手段，试图摆脱长期以来对传统能源进口的依赖。

#### **3.** 为了驱动经济，各国对可再生资源的研发投入大大增加

微软创始人比尔盖茨早就呼吁增加可再生资源的研发投入。奥巴马政府在之前的国情咨文演讲中已明确表示：2035年将美国80%的发电量用于可再生资源领域，美国政府为此项目的研发部署投入达80多亿美元。2013年3月15日，

奥巴马敦促国会批准设立能源安全信托基金，以减少美国对传统化石能源的依赖，并增加可再生资源的研发投入，走出当前的经济困境。而我国在可再生资源领域也响应积极，“十二五”能源科技的研发投入达60多亿美元，重点发展太阳能、智能电网、风力发电等成套产业化技术，为驱动我国经济的持续增长注入了一剂强心针。

### **2.2.2** 内生经济增长

内生经济增长指的是不依靠政策、外资及外生技术进步等经济外部力量的推动，主要依靠资本积累、内生技术变化等内在力量来推动经济的长期增长。

内生经济增长分为“要素投入型内生经济增长”和“技术推动型内生经济增长”两种类型。前者包含了内生人口增长率、内生投资率、内生储蓄率等因素，后者从知识溢出、研发投入等角度来解释技术的内生进步。而本文研究的是经济增长处于不同阶段时，各种要素投入对经济增长的差别性影响，而技术只是经济增长的重要驱动因素之一。本文着重分析可耗竭资源与可再生资源对经济增长的作用。

### **2.2.3** 经济增长阶段

经济增长所处的阶段是一个国家或地区经济增长的重要度量因素。一个国家或地区，经济增长阶段判断正确与否，是其制定正确的经济增长战略规划、促进经济增长的重要前提之一。目前，学术界对经济增长阶段的划分标准未取得共识，主要存在以下三种观点 ：

#### **1.** 结构主义划分标准

结构主义认为经济增长的本质是生产结构发生变化，故而对经济增长阶段的划分需设立相应的结构性指标。此观点以罗斯托为代表，其认为经济增长的整个过程是“主导部门”的序列变化过程，这种序列体现在有效吸收特定技术的顺序上。经济增长的每个阶段，都有相应起领头作用的主导部门，引导并推动其他部门共同发展。此观点反对用经济总量指标作为经济增长的划分标准，认为必须考察部门与分支部门间的相互关系。

#### **2.** 总量主义划分标准

总量主义认为经济增长的本质是经济总量的不断扩张，可以用GDP、人均

GDP等指标的大小来简易划分经济增长阶段。此观点以库兹涅茨为代表，其认为经济增长的整个过程是总量不断增加的过程，即使是结构主义考察的部门间的关系，也与总量指标交织在一起，且只有并入总量框架下才能得到精确度量。若缺乏必要的准确度量，则会忽视战略性部门可能发生的变化。

#### **3.** 综合主义划分标准

综合主义认为经济增长阶段的划分标准不应该用单一的指标进行衡量，而应该是各种指标的综合。我国的蒋海清博士持这种观点，其认为划分经济增长的阶段可以用空间结构、产业结构、制度因素、总量水平四个指标的综合。其中，空间结构是区分地区经济增长不同阶段的标志，产业结构主要考察的是生产力因素，制度因素是以地区经济增长的背景为标准，而总量水平是地区经济增长水平的重要量度。

综上所述，由于本文考察的是经济增长的不同阶段下各种自然资源对经济增长的区别性作用，而这种作用直接反映在经济增长总量指标的变化上。所以本文采取总量主义的划分方式，以地区GDP为标准，将经济增长阶段划分为经济增长的较低阶段、较高阶段和未来更高阶段。分别探究在经济增长的不同阶段时，各种资源对经济增长的影响，及影响效果发生改变的条件。

## **2.3** 自然资源对经济的驱动效应界定

新中国成立以来，我国充裕的自然资源对我国经济恢复与经济增长做出了很大的贡献。2.1节和2.2节内容分别对自然资源和经济增长这两个概念进行了界定，此节开始将两个概念结合起来，从我国自然资源对经济增长贡献率和对经济总量贡献率这两个角度来描述自然资源对我国经济的驱动效应。

### **2.3.1** 自然资源对经济增长贡献率描述

资源产业对经济增长的贡献率，即为该产业对国内生产总值所做的贡献程度。本文立足从社会经济总量的角度进行比较，运用如下的公式进行计算：

资源对经济增长的贡献率=(R\*c) /Y \*100%（2.1）其中，R为资源产业增长率；c为资源产业占据国内生产总值的份额；Y 为

国内生产总值的增长率。

选取我国1986-2010年共计25年的R、c、Y数据，分别测算各年份资源产业对经济增长贡献率的数值，得出的结果如图2.2所示。





**图 2.2** **我国资源产业对经济增长的贡献率**

由图2.2可知，90年代中期之前自然资源对经济增长的贡献率显著，除了

90年代初期有个短暂回落之外，贡献率基本都在20%以上；90年代后期贡献率的数值较为平稳，自然资源对经济增长的贡献率维持在10%左右；此后贡献率稳中有升，然而从2004年至今，自然资源对经济增长的贡献率虽有起伏，但整体呈下降趋势，由此判断，此时自然资源对经济增长的正向驱动效应逐渐减弱。

### **2.3.2** 自然资源对经济总量贡献率描述

衡量经济总量有工农业生产总值、GDP（国内生产总值）、GNP（国民生产总值）等指标。2.3.1节内容是将两种增长率之比表示为贡献率，而这种计算方式无法套用到此处的分析之中。由于自然资源与经济总量这两种指标的度量口径有很大差异，因而这两者的比值不一定能反映自然资源对经济总量的贡献。以往的研究通常用自然资源的产值和国内生产总值的比值作为自然资源对经济总量的贡献率，这种研究方法明显犯了口径不一致的错误，分子是总产值而分母是增加值，显然高估了自然资源对经济总量的贡献。

为了避免类似的错误，本小节对自然资源总产值与工农业生产总值的比值进行研究。此时的两个变量均为产值，度量口径具有一致性，且基本能衡量出自然资源对经济总量的贡献率。鉴于自然资源种类多样、总量庞大的事实，此处选取初级产品的加工阶段进行研究，暂不考虑其后进一步的深加工过程。

选取1986-2010年各年份农林牧副渔业产值、工业产值的数据，加总后得到各年份的工农业总产值数据，同时选取各年份的资源总产值数据，并用各年份的资源总产值数据除以各年份的工农业总产值数据，即可得到相应年份自然资源对经济总量的贡献率（具体分析结果如图2.3，图2.4所示）。





**图2.3 各年份工业产值、农林牧副渔业产值、资源总产值的比较**

如图2.3所示，我国初级产品加工的资源产业产值、农林牧副渔业产值、资源总产值虽然基数上有很大差异，但是走势基本吻合，这说明了工业、农林牧副渔业和资源产业的发展具有一致性的步伐。





**图2.4 不同年份自然资源对我国经济总量贡献率的比较**

如图2.4所示，在2004年之前，我国自然资源对经济总量的贡献率一般维持在20%之上，在经济增长的较低阶段，自然资源对我国经济总量的增长做出了重要贡献。但2004年之后，自然资源对我国经济总量的贡献却呈现稳中有降的

趋势，这与图2.2描述的2004年后自然资源对我国经济增长率的贡献逐渐降低的走势相一致。

综上判断，在经济增长的较低阶段，资源投入对经济增长的驱动效应较大；当经济增长达到一定阶段以后，资源对经济的正向驱动效应逐渐减弱，随之带来的是负向约束效应的增强。

## **2.4** 自然资源对经济的约束效应界定

## 2.3 节从正面角度界定了自然资源对经济的驱动效应，本节从负面角度界定自然资源对经济增长的约束效应，这也正是本文研究的关键。自然资源对经济增长的约束效应，包含种类约束和数量约束这两方面内容。

### **2.4.1** 种类约束

对处于不同经济增长阶段的经济体而言，即使投入相同数量的不同资源，经济增长的表现也具有一定的差异性。因此，如果不能因时制宜和因地制宜，资源投入的种类失当，则会对经济增长产生一定的约束作用。而在实际生产过程中，资源投入的种类失当，归根到底是所需资源投入不足、冗余资源投入过多的问题。因此，种类约束问题可以归入到数量约束的分析框架之下，故而下文着重对数量约束进行分析。

### **2.4.2** 数量约束

自然资源对经济增长的数量约束表现在两个方面：

#### **1.** 资源的日益稀缺而对经济增长造成的约束效应

此处稀缺性的资源主要指的是可耗竭资源。当资源供给小于需求时，资源价格高于均衡价格水平，资源的供求失衡状态通过价格机制自动恢复均衡，然而恢

复均衡的状态需要经历较长的时滞，从而造成了一定的社会福利损失。这是资源对经济增长最典型的约束效应。

#### **2.** 资源储量丰富或投入量过多而带来的约束效应

即使对于资源储量较多的经济体或投入较多资源进行生产的经济单位而言，如果资源的投入数量超过了最佳值，也会造成经济的无效增长。此时资源供给大于需求，导致资源价格低于均衡价格水平，从而也造成了社会福利损失。资源市场恢复均衡状态的时滞较长，减少了原均衡状态的生产者剩余和消费者剩余，也造成了一定的社会福利损失，从而对经济增长也起到一定的约束效应。

例如，基于我国的区域层面进行研究，从我国各省、自治区、直辖市的自然资源充裕度的排序来看，中西部省区都跻身前十，而北京、上海、江苏、广东等大部分发达省市却位列后10名。但是，从改革开放以来的各地区GDP动态比较中可以看出，拥有自然资源相对贫乏的东部地区的经济增长显著快于自然资源相对充裕的中西部地区。自然资源在我国经济增长的过程中，似乎不具有正向推动效应，相反起到了一定的约束作用（如表2.6所示，暂缺重庆市和香港、澳门及台湾省的数据），这种经济增长与资源禀赋“倒挂”的现象与上文论述的某些其他国家情景高度的一致。因此，高效率的利用稀缺资源，努力增强资源对经济增长的正向驱动效应，减弱资源的负向约束效应，协调我国不同资源禀赋地区的经济增长，具有重大的研究意义。

**表2.6** **全国各地区的自然资源充裕程度及2012年人均GDP的排序**

| 省份 | 西藏 | 青海 | 内蒙  古 | 新疆 | 云南 | ft 西 | 黑龙  江 | 贵州 | 宁夏 | 四川 | 陕西 | 甘肃 | 广西 | 安徽 | 辽宁 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 资源充  裕度 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 人均  GDP | 27 | 19 | 6 | 17 | 29 | 26 | 15 | 30 | 16 | 23 | 14 | 28 | 24 | 25 | 9 |
| 省  份 | 吉  林 | 江  西 | 湖  南 | 河  北 | 河  南 | 福  建 | ft  东 | 湖  北 | 广  东 | 北  京 | 浙  江 | 天  津 | 江  苏 | 上  海 | 海  南 |
| 资源充  裕度 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 人均  GDP | 11 | 22 | 18 | 12 | 21 | 10 | 8 | 13 | 7 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 20 |

资料来源：根据《西部大开发中经济发展的若干问题和建议》《两岸突破：中国

工业区域分析》及中国统计年鉴（2012年度）等资料整理而成

## **2.5** 小结

本章对自然资源、经济增长、自然资源对经济的驱动效应和约束效应这四个概念分别进行了界定。

2.1节对自然资源的概念进行了界定。本文重点研究狭义上的资源（即自然资源），并将自然资源分为可耗竭资源与可再生资源，进一步将可耗竭资源分为以煤、石油为代表的传统可耗竭资源和以天然气为代表的可采成本较高的可耗竭资源，可再生资源又有相对和绝对意义之分（本文重点研究相对意义的可再生资源）。进而详细分析煤、石油、天然气和可再生资源的内涵，并指出当前传统可耗竭资源日益枯竭、天然气的开采成本较高、可再生资源的利用潜力巨大等现状。

2.2节对经济增长的概念进行了界定。2.2.1节指出了当前世界经济增长内涵的转变，各国在经济增长的过程中更加重视可再生资源的开采和利用；2.2.2节对内生经济增长进行了分类，本文着重研究要素投入型的内生经济增长；2.2.3节阐述了划分经济增长阶段的依据，本文依据库兹涅茨的总量划分标准，将经济增长阶段分为较低阶段、较高阶段和未来更高阶段。

2.3节开始将资源与经济两个概念结合起来，先从正面角度对驱动效应进行了界定，并从自然资源对经济增长贡献率、对经济总量贡献率两个角度进行了描述。结果表明：在经济增长的较低阶段，资源对经济的正向驱动效应较为显著。

2.4节再从负面角度对约束效应进行了界定。资源对经济增长不仅存在种类上的约束，还存在数量上的约束。而种类约束问题可以归入到数量约束的分析框架之下，所以数量上的约束是本文研究的重点。数量上的约束既包含了因资源稀缺而对经济增长造成的约束效应，也包括了因储量丰富或投入量过多而带来的约束效应。因此，若不能因时制宜和因地制宜，资源投入不足或投入过多，则对经济增长都会产生一定的约束作用。

# 第三章 自然资源对经济增长的双重效应分析

## **3.1** 自然资源对经济增长的驱动机制

自然资源在经济增长的过程中扮演了关键性的角色，具有重要的地位。无论经济增长处于哪个阶段，无论实行什么样的经济制度，经济增长都是建立在自然资源的质量、数量和丰裕度的基础之上，没有自然资源就没有经济的增长。根据资源基础理论的分析，一个国家或地区的核心资源是其竞争优势的源泉。如果具有独特、稀缺、不能完全被替代且难以完全被模仿的资源，那么这个国家或地区与竞争对手相比，就能获得经济增长的“先发优势”。本文认为，若经济随着某种资源要素的投入而持续增长，则表明资源要素对经济增长做出了一定的贡献，也说明了在此阶段这种自然资源对经济增长具有正向驱动效应。具体而言，自然资源对经济增长的这种驱动机制表现在如下的几个方面：

### **3.1.1** 丰富的自然资源是经济增长的条件和基础

人类的生产活动分为初级加工和深加工两种形式。初级加工是指直接以原始的自然资源为目标进行的生产加工活动，而深加工是指利用加工或者合成等手段对货物的再生产、对半成品的进一步完善。然而，各种材料的初始原料仍然来源于大自然。没有了自然资源，任何的经济增长都会成为空话。自然资源充裕的地区，短期内能够凭借充裕的自然资源获得跨越式发展，容易培育以资源为中心的主导产业，从而形成相对固定的地区发展氛围，能大大促进地区的经济增长。

### **3.1.2** 自然资源充裕度的差异影响不同的社会劳动生产率

社会劳动生产率指的是单位产品所消耗的劳动量，或者用单位时间生产出的产品数量来表示。单位产品所消耗的劳动量越少，或单位时间内生产出的产品数量越多，则社会劳动生产率越高。而自然资源的充裕度与社会劳动生产率密切关联，在其他条件相同时，自然资源的优劣与否会对社会劳动生产率产生较大的影响。美国在19世纪末、20世纪初取得了惊人的经济增长，社会劳动生产率大幅度提高，其中一个重要的因素是得益于得天独厚的自然资源，特别是西部地区的开发带来的广阔耕地、茂密的森林和矿产。20世纪70年代开始，中东石油资源充裕的国家对石油资源大幅涨价，在酿成世界经济危机的同时自身也跃居世界富裕排行榜的前列。与此相反，非洲一些资源贫乏的国家无法通过资源投入来拉动经济，国家更缺乏其他驱动经济的机制，结果使得经济长期停滞不前。

### **3.1.3** 自然资源影响地区的产业结构

基于以上的分析，自然资源能提高地区的社会劳动生产率，是经济增长的重

要前提。而当一个地区打造以某种充裕资源为代表的主导产业时，必然会深深影响该地区的产业结构。

在区域开发的过程中，一个地区的产业结构必然首先受制于该地区的自然资源。欠发达国家缺乏其他的经济驱动机制，因此对自然资源的依赖性更强，自然资源对欠发达国家的产业结构影响也就越大。自然资源对第一产业具有直接的影响，很难想象森林资源贫瘠、种植条件恶劣的地区如何发展林业和种植业；自然资源对于第二产业和第三产业是通过农业和采矿业间接发挥作用，因为地区工业化的发展需要经过漫长的资本原始积累阶段，农业和采矿业这两个产业部门与自然资源关系最为密切，因而成为资本积累的最初源泉。

### **3.1.4** 自然资源影响资本积累

基于3.1.3节内容的分析，自然资源成为资本积累的最初源泉。从以农业为主的传统发展阶段迈向以工业为主的工业化发展阶段时，一个必备的要素就是资本的充分积累，否则工业化进程将无法持续。大部分国家和地区都是首先利用本地的自然资源，加速初始的资本积累，而农业和采矿业与自然资源密切关联，因而成为资本积累的重要途径。英国在工业革命初期，在国内进行圈地运动，同时在海外进行不断的殖民扩张、掠夺金银，以此来积累工业生产中必需的资本；新中国成立后的很长时间内，为了我国社会主义工业化的发展，通过价格控制的手段形成了工农业产品的“剪刀差”，通过压缩初级产品的价格来扶植工业的发展，因此自然资源对我国早期的经济增长做出了突出贡献。

## **3.2** 自然资源对经济增长的约束机制

一般认为，自然资源对经济增长的约束机制体现在自然资源的日益耗竭造成了自然资源供给量的不足，无法向经济体提供之前那样的充足动力，从而约束了经济增长。但根据上一章的分析，即使自然资源供求量相对充足，在经济增长的不同阶段对自然资源的投入种类和投入数量不加取舍，这种资源投入也会带来负面的经济效应，从而也会约束经济增长。因此本文认为，无论生产过程中资源投入量充足与否，只要随着某种资源要素的投入，社会福利产生了净损失，产出也随之下降（根据凯恩斯《通论》的观点，国家通过经济干预措施而提高社会福利，从而能促进经济增长；反之，社会福利受损也会造成经济衰退，导致产出下降），则说明在此阶段自然资源对经济增长具有负向约束效应。

而上述自然资源的两种数量型约束只是表象，其实质问题是市场价格机制作用的失效。因为自然资源供求的变化必然会影响到资源的价格，使得资源价格偏离之前的均衡状态，而通过价格对供求的调节作用能使资源市场恢复均衡。如果这种供求调节作用经历的时间较短，那么对经济体不会产生太大的冲击。但在实

际生活中，资源市场并非是完全竞争市场，市场机制的作用有限。当资源价格偏离均衡状态（无论是高于均衡价格还是低于均衡价格）时，由于短期内资源的供给弹性和需求弹性较低，资源供求重新平衡需要经历较长的时滞。表3.1就反映了资源供不应求时，仅依靠价格机制的自发调节作用，资源市场重新恢复均衡的时滞很长。资源的价格波动造成了原均衡状态的生产者剩余与消费者剩余的部分损失，从而使得一定的社会福利受损，产出也随之下降，从而对经济体产生了显著的负面效应。因此，资源供求变动而造成的价格偏离均衡的状态约束了经济增长。

**表3.1** **资源供求调节的时滞**

|  | 认识和行动时滞 | 操作和市场时滞 | 总时滞 | 持续期 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 提高资源开发设施的  利用率 | 短 | 短 | 短 | 几周 |
| 提高已利用资源的综  合回收率 | 短 | 短 | 短 | 几个月 |
| 寻找替代品资源 | 长 | 较短 | 较长 | 一年之上 |
| 增加固定资产投资，  提高生产能力 | 较长 | 长 | 较长 | 一年之上 |
| 勘探原不具有开采价  值的资源 | 长 | 长 | 长 | 几年 |
| 勘探未知资源 | 长 | 很长 | 很长 | 几年或更  长时间 |

资料来源：根据我国能源网、东方财富通软件等相关资料整理而成

较长的时滞使得社会福利受损，产出也随之下降，体现了自然资源对经济增长的负向约束效应。而为了深入探究社会福利损失的机理，下文将资源供求变动而造成的价格偏离均衡的状态分为高于均衡价格和低于均衡价格两种情形进行研究。

### **3.2.1** 资源价格高于均衡价格时产生的约束

如图3.1所示，纵轴表示资源价格，横轴表示数量，D为需求曲线，S为供给曲线，长期均衡点为C点，因而长期均衡的数量为q2，价格为p2。此时整个社会的生产者剩余和消费者剩余为三角形BCE的面积。

由于资源供不应求，资源的价格由p2上涨到p1，而市场的有效需求为q1，整个社会的生产者剩余和消费者剩余之和为梯形AFBE的面积。与之前的均衡状态相比，经济体福利的净损失为三角形ACF的面积（即图中阴影部分面积），而

此部分亦体现为资源对经济增长的约束作用。

而自然资源的价格上涨之后，因为短期的需求弹性和供给弹性都较低，所以经济体依靠市场机制的自发调节作用需要经过较长时滞才能自动恢复均衡，故而产生自然资源对经济增长的约束问题。最近几年资源品的价格不断上涨，而市场机制调节作用的脆弱性，正是资源对经济增长约束效应的真实写照。





**图3.1 资源价格高于均衡价格时对经济的约束**

### **3.2.2** 资源价格低于均衡价格时产生的约束

当资源价格偏离均衡状态时，并非总表现于高于均衡价格的状态。当资源价格低于均衡价格点时，也会引发经济的无效增长。例如，存在着众多由于油价低迷而使产油国经济衰退的案例。如图3.2所示，与第一种情况类似，当资源供过于求时，资源价格由p2跌为p3，此时市场的需求量为q3，消费者剩余为p3EN的面积，生产者剩余为p3BH减去HMN的面积，即此刻整个社会生产者剩余和消费者剩余之和为三角形BCE减去三角形CMN的面积。与之前的均衡状态相比，经济体福利的净损失为三角形CMN的面积（即图中阴影部分面积）。

资源大多具有一定的战略价值，故而资源品往往存在严格的价格管制，使得资源品的价格低于均衡价格水平。显然，从资源最优配置的理论角度来看，应当放开价格管制，依靠市场机制来调节资源品的供求。然而，在资源品价格放开后的短期内，各种资源要素的组合状态发生改变时，都会产生相应的成本，无论处于计划经济体制还是市场经济体制时此现象都会存在。在价格放开管制、价格自动恢复均衡状态时，企业预计资源品未来的价格会继续上涨，于是囤积超额需求的资源品，此举一方面造成了资源的巨大浪费，另一方面加剧了资源供给的紧张局面。最终使得资源品的价格超出了均衡水平，巨额的成本也造成许多企业倒闭，继而又会引起新一轮的产出动荡。





**图3.2 资源价格低于均衡价格时对经济的约束**

## **3.3** 自然资源约束条件下的经济增长阶段分析

## 3.1 节从正面角度阐述了自然资源对经济增长的驱动机制，3.2节从负面角度分析了自然资源对经济增长的约束机制。基于3.2节内容的分析，自然资源对经济增长并非总起正向驱动作用，在20世纪70年代以来，许多资源充裕的经济体却陷入了漫长的经济停滞，这种现象引起了经济学家的关注。不仅国家层面如此，地区层面也有许多类似的案例。上文表2.6就说明了我国资源充裕的中西部众多省份经济发展的表现远远不如资源匮乏的东部省份。众多经济学家对此展开了实证分析，其中比较著名的有Sachs和Warner推导出的“动态荷兰病”的内生增长模型，Audy的“资源诅咒”假说等等。

本节将3.1节与3.2节内容结合起来，对可再生资源、可耗竭资源和资源级差供给三种条件下的经济增长阶段分别展开分析。探究在经济增长的不同阶段，各种资源对经济增长的区别性作用，从而在不同时期针对性地采取措施来实现经济持续均衡增长。

为了探究自然资源对经济增长的约束作用，本文将自然资源要素纳入到传统的生产函数中。即假设生产函数Y（t）是劳动力L（t）、资本K（t）和资源R（t）的函数

（t为时间变量），

得出Y(t) =f[L(t), K(t), R(t)]。 （3.1）对于此生产函数，做出以下四条循序渐进的假定：

假设1：技术水平不变。即只有劳动、资本和自然资源这三种生产要素的投入才能引起产出变动；

假设2：劳动、资本和自然资源这三种要素具有一定程度的替代性；

假设3：比较静态分析。不考虑动态的时间效应，即在其他要素投入量不变时增加某种要素的投入，观察产出的变动，忽略因单纯的时间因素而造成的产出波动；

假设4：符合边际报酬递减规律。满足假设1和假设2的条件且运用假设3进行分析时，在其他条件不变的情况下，当某种要素的投入量超过某一特定值后，其边际产出递减。

本文对传统的生产函数进行了创新，自变量由两种拓展成三类。相关的大多数文献都是将资本-劳动视为一个整体、作为一个共同变量展开分析，基于这种研究方法，新的生产函数依然只有两个变量，故而大大降低了分析难度。但本文认为，这种分析方法具有一定的局限性，因为此法忽略了资源约束下劳动和资本要素的相互替代作用，更不利于三种要素间相互关系的细致考察。因此，下文借助L-K-R的三维立体空间模型进行分析。





**图3.3 三维空间时三种要素投入下的产量增长**

由图3.3可得，三个坐标轴分别代表L(t)，K（t）和R（t）三种要素的投入，空间中任意一点均代表某种比例的三种要素的投入组合。平面上的等成本线在空间汇聚，形成了相互平行的等成本平面，将其中任意一个平面记作A，越远离原点则可以支撑的最高成本越大；平面上的等产量线在空间汇聚，形成了相互平行的等产量曲面（根据等产量线的形状，等产量曲面应该凹向读者），将其中任意一个曲面记作B，越远离原点则代表经济体的产量越高。不断变动的平行平面A和平行曲面B必然有共同的相交平面，即为在既定要素约束下经济增长最大点的

轨迹，类似于二维分析中的拓展线和等斜线。

下文分别对可再生资源约束下、可耗竭资源约束下、资源级差供给条件下的不同经济增长阶段展开分析：

### **3.3.1** 可再生资源约束下的经济增长阶段分析

相对于资本和劳动两种生产要素而言，可再生资源的供给无限。此时资源的生产成本和可利用率、可利用量均不会随时间的变化而变化，资源产品的价格也不会发生变化。因此，此时可再生资源对经济增长毫无约束作用，而资本和劳动成为约束经济增长的重要因素，此时的分析与二维条件下Y(t) =f[K(t), L(t)]的分析完全相同，产量随着资本和劳动要素的不断投入而逐渐增加。

具体到图3.3，平面A与曲面B移动的距离相等，在既定的L（t）和K（t）投入时，R（t）总是能自发调整到使产出达到最大化的状态，即不会“拖累”K（t）和L（t）本身发挥的产出效应。因此，此时的经济增长路径和单独分析L(t)，K（t）时相同：若生产函数规模报酬递增，则呈现加速增长的路径；若生产函数规模报酬不变，则呈现平稳增长的路径；若生产函数规模报酬递减，则呈现减速增长的路径，经济甚至会发生严重的衰退。

### **3.3.2** 可耗竭资源约束下的经济增长阶段分析

可耗竭资源与可再生资源最大的区别在于前者的供给量是有限的，虽然在长期内可以通过完善技术、勘探更多的可耗竭资源来增加资源供给，但短期内可耗竭资源的储量是有限的。虽然在当前的经济增长过程中，可耗竭资源的消耗尚未达到既定的储量值，甚至某些可耗竭资源的储量仍相当可观，但并不意味着可耗竭资源的投入对经济增长总具有正向驱动效应，这涉及到投入量和最优值的比较。当可耗竭资源的投入量达到最优值后，因为储量的限制，此时再增加劳动或者资本的投入，无法获得先前那种速度的产量增长。根据假设2，总产量依旧会增加，但是增加的幅度会迅速减小，这是因为边际要素替代率递减规律的作用。随着劳动或资本进一步的投入，边际产量很快会降低为0，继而为负，从而总产量最终会下降。

#### **1.** 经济增长的第一阶段

随着L(t)、K（t）的投入增加，R（t）也相应追加到使产量达到最大化的要素投入量，此时的经济增长路径与可再生资源约束下的经济增长路径完全相同。如图

## 3.4 所示，R’为可耗竭资源的最优值（小于可耗竭资源既定的储量），当前有效的生产要素投入组合均在约束平面C以下的空间内进行。

#### **2.** 经济增长的第二阶段

如图3.4所示，当R（t）的投入量达到当前的最优值R’后，此时可耗竭资源的边际报酬递减效应越来越显著，生产要素的投入组合突破了平面C的约束。此时也分两种情况进行讨论：

##### （**1**）生产函数规模报酬递减或不变时

受到R（t）最优值R’的约束，此时产量的增加量必然小于L（t）和K（t）的新增投入量，即单位劳动或资本的产量会不断下降。此时，由于产量减速增长的时间段较为短暂，故之后章节的分析忽略了这一过程。可以直接认为：当生产函数规模报酬递减或不变时，可耗竭资源的投入量超过最优值后，总产出随之降低，可耗竭资源对经济增长的约束效应逐渐显著。

##### （**2**）生产函数规模报酬递增时

如果可耗竭资源的约束效应（边际报酬递减效应）小于规模报酬递增的效应，则产量的增加量大于劳动和资本的新增投入量，两种效应相等时产量的增加量与资本和劳动的新增投入量也相等，约束效应大于规模报酬递增效应时产量的增加量小于资本和劳动的新增投入量。但是，无论发生哪种情况，当劳动和资本的投入量达到一定程度后，即使是规模报酬递增的生产函数，此时资源的约束效应（边际报酬递减效应）也会超过规模报酬递增的效应，则最终总产量必然都会下降。因此，只凭借生产函数具有规模报酬递增这一性质，可耗竭资源对经济增长的约束效应可以暂时延缓，但不可消除。





**图3.4 可耗竭资源约束下的经济增长**

### **3.3.3** 资源级差供给条件下的经济增长阶段分析

资源的价格为资源的边际开采成本与边际使用成本之和。边际使用成本指的是现在消耗资源而不是将资源留给后代所产生的成本，即为边际机会成本的现值。边际使用成本存在的前提在于自然资源的稀缺性：如果资源不稀缺（可再生资源），则边际使用成本为0，资源价格就等于边际开采成本；而若资源是稀缺的（可耗竭资源），则边际使用成本大于0，资源的价格因而大于边际开采成本。可耗竭资源的储量有限，随着资源的大量开采，边际使用成本逐渐上升，表明了资源稀缺程度的增加及资源消费机会成本的提高，而边际使用成本的增加影响着总边际成本的增加，进而调节着资源的需求和供给，当总边际成本超过了人们愿意支付的最高资源价格时，资源的开采量必然为0。

与3.3.1节的可再生资源、3.3.2节的可耗竭资源的分析不同，资源级差供给的分析更加符合实际情形。因为在实际中，可再生资源并非像3.3.1节内容分析的那样可以无代价获取，而可耗竭资源的投入量在达到最优值之前，也并非能随意随量投入。任何可耗竭资源的存量都是有限的，即使是可再生资源，开采和利用量也受制于当前的经济和技术条件。而随着可耗竭资源的大量开采和利用，稀缺性也越来越严重，稀缺地租增长较快，资源的边际使用成本不断增加，即使资源的边际开采成本保持不变，则资源总的边际成本也会上升，从而资源的使用价格不断上涨，价格机制的调节作用最终导致可耗竭资源的开采量越来越低。

因此，资源的级差供给使得生产函数不可能呈现规模报酬递增的状态。为了维持产量的稳定增加，劳动和资本的投入速率必须大于资源投入的速率，方可抵消资源级差供给带来的负面效应。劳动与资源、资本与资源并非以对称的方式向外扩展，即一个较高的劳动增长水平、较高的资本增长水平对应着一个较低的资源投入的增长水平。至于劳动和资本间的关系，再具体进行分析。而此处立足对资源要素的重点分析，从而忽略了资本和劳动关于产出效应的差异，即假定资本和劳动间是以对称的方式向外拓展。

随着各种要素投入量的上升，等成本平面A和等产量曲面B均有远离原点

O的趋势（如图3.5所示，此时的等成本平面由平面A移动到了平面D）。在资源级差供给条件的约束下，资源品价格上涨，开采和利用成本增加，使得资源增加的幅度小于资本和劳动投入的增加幅度；然而在K轴和L轴，两种要素增加的的幅度相等，整体来看，等产量曲面和等成本平面有向R轴翻转的趋势。

此时的经济增长路径特征为：随着资本和劳动投入量的上升，资源增加的幅度却在减小（即呈现一种凹向读者、夹在平面A和平面D之间的一种曲面形状）。

此时的经济增长阶段分成三种情况：

#### **1.** 经济平稳增长的阶段

此时劳动、资本与资源间必然存在一个最佳比值（此比值中劳动、资本的投入量均要大于资源的投入量）。若三种要素投入的实际比值与最佳比值相符，则能使经济保持平稳增长的趋势。

#### **2.** 经济衰退的阶段

此时劳动、资本与资源这三种要素的实际投入偏离了最佳值，经济增速会放缓。且偏离越大，经济的增长率越低。三种要素的投入量与最佳值产生较大的偏离时，甚至会引发经济的严重衰退。

#### **3.** 经济快速增长的阶段

只有增加资源供给，减少级差地租，降低资源开采和利用成本才能降低资源的使用价格，同时能够不断优化三种要素的最佳投入比，从而能使经济处于相对更快的增长阶段。





**图3.5 资源级差供给条件下的等成本平面变动**

## **3.4** 自然资源间的替代分析

由3.3.3节资源级差供给条件下的经济增长阶段分析可知，随着可耗竭资源的大量开采，边际使用成本不断上升，即使边际开采成本保持不变，总边际成本也会持续增加。由于资源的价格是边际使用成本与边际开采成本之和，故而资源的价格也不断攀升。当可耗竭资源因价格上升而使用量下降时，必须寻找相对廉

价的可耗竭资源或可再生资源进行替代方可满足经济持续增长的需要。因此，本节为了使经济走上平稳增长的路径，分别对可耗竭资源间的替代和可再生资源对可耗竭资源的替代进行分析。同时，本节的分析从资源边际成本的角度，也为不同地区及不同经济增长阶段下，“因地制宜”和“因时制宜”地投入相应资源提供了一定的理论依据。

### **3.4.1** 可耗竭资源间的替代分析

煤、石油和天然气均属于可耗竭资源的范畴，本文将其分为两类：以煤、石油为代表的传统可耗竭资源（下文标注为“第一类可耗竭资源”）、以天然气为代表的开采成本较高的可耗竭资源（下文标注为“第二类可耗竭资源”）。本小节据此展开分析，试图探究第二类可耗竭资源对第一类可耗竭资源的替代条件。

#### **1.** 边际开采成本不变时

如图3.6所示，假设两类可耗竭资源具有各自不变的边际开采成本。因为第

二类可耗竭资源的边际开采成本较高，所以边际开采成本曲线2的位置高于边际开采成本曲线1。从t=0时刻开始，由于过高的边际开采成本，使得总边际成本曲线2的位置高于总边际成本曲线1的位置，从而第一类可耗竭资源的价格相对较低，刺激消费者增加对第一类可耗竭资源的需求。然而，随着第一类可耗竭资源的大量消耗，边际使用成本增加的幅度大大超过了第二类可耗竭资源，因而总边际成本曲线1上升的幅度超过了总边际成本曲线2，并在t\*时刻两类可耗竭资源的总边际成本曲线在A点相交。此时，两种可耗竭资源的价格相等，消费任意一类可耗竭资源没有区别。然而，当t> t\*之后，第一类可耗竭资源的总边际成本大于第二类可耗竭资源的总边际成本，故而第一类可耗竭资源的价格高于第二类可耗竭资源，此时理性的消费者应会选择第二类可耗竭资源。

#### **2.** 边际开采成本可变时

如图3.6所示，为了更符合实际的需要，在上文分析的基础上，此处放松边际开采成本不变的假设。在实际生活中，随着经济的增长和技术的进步，第二类可耗竭资源的边际开采成本逐渐降低（但未来更高阶段由于可耗竭资源的稀缺性，边际开采成本又会上升，这种情形如3.4.2节第三种情况的分析，此处不再赘述），如边际开采成本曲线2’所示；而第一类可耗竭资源由于稀缺性的加剧需要付出更多的勘探和开采费用，从而边际开采成本不断上升，如边际开采成本曲线1’所示；此时两种资源的总边际成本分别如总边际成本曲线1’和2’所示；且由于第二类可耗竭资源相对充裕，使得第二类可耗竭资源的边际使用成本低于第一类可耗竭资源。此时无论是开采者还是消费者，均更偏好于第二类可耗

竭资源，因而第二类可耗竭资源于t’时刻在B点就完成了对第一类可耗竭资源的替代。





**图3.6** **可耗竭资源间的替代**

由上述两种情况可看出，只有总边际成本低的资源才能被利用，图3.6完成了第二类可耗竭资源对第一类可耗竭资源的替代，而这种替代过程是平滑过渡的，替代之后总边际成本的增长率慢了下来。

### **3.4.2** 可再生资源对可耗竭资源的替代分析

可耗竭资源间的相互替代，能暂时缓解资源的约束问题。然而可耗竭资源的储量毕竟有限，相互间的替代无法从根本上解决资源的稀缺与耗竭问题。所以，必须探索可再生资源对可耗竭资源的替代条件。

可再生资源的边际使用成本为0，总边际成本就等于边际开采成本，此处依然假定资源的边际开采成本保持不变，即可再生资源的总边际成本曲线为一条水平线。下文从边际开采成本不变、开采与消费量、边际开采成本可变、可耗竭资源有关的技术进步四个方面依次展开分析。

#### **1.** 边际开采成本不变时

如图3.7所示，t1时刻之前，经济体消费的是可耗竭资源，总边际成本曲线随着可耗竭资源的边际使用成本的提高而上升（如L1 段所示），而可耗竭资源的边际开采成本保持不变（如L3 段所示）；t1 时刻之后，可再生资源完全替代了可耗竭资源，且可再生资源的边际使用成本为0，即总边际成本曲线与可再生资源水平的边际开采成本曲线相重合（如L2段所示）。





**图3.7 用可再生资源替代时，总边际成本曲线和边际开采成本曲线**

#### **2.** 开采与消费量

如图3.8所示，t2时刻之前，经济体消费的所有资源均为可耗竭资源。基于上文的分析，随着时间的推移，可耗竭资源的开采和消费量逐渐降低（如L4段所示）；在t2时刻开始对可再生资源进行开采和利用；[t2, t1]时间段为可再生资源对可耗竭资源的逐渐替代过程，此时可再生资源的开采利用量逐渐上升，可耗竭资源的开采利用量逐渐下降（如L5 段所示），前者的增加量不能完全弥补后者的减少量，因此总体的资源消费量仍然呈现下降趋势，但下降的幅度越来越小

（呈现AB段斜率越来越小的曲线状态）；t1时刻，可再生资源对可耗竭资源进行了完全的替代；t1时刻之后，经济体消费的所有资源均为可再生资源，此时资源总边际成本即为可再生资源不变的边际开采成本，故而资源的价格保持不变，则可再生资源的消费量保持不变（呈现L6的水平状态）。





**图3.8 用可再生资源替代时，资源的总消费曲线和可耗竭资源的消费曲线**

#### **3.** 边际开采成本可变时

以上的分析均假设资源的边际开采成本保持不变，然而在实际生活中，可再生资源由于资源的充裕性、规模化的使用、开发技术的成熟等因素，边际开采成本会逐渐下降；而随着开采量的增加，对于可耗竭资源而言，由于资源的稀缺性，最终的边际开采成本都会增加。例如，随着对矿物的大量开采，矿物的品位会逐渐降低，开采同样品质和数量的矿物需要投入更多的资金和设备，从而造成开采成本的上升。此时，边际开采成本较高的可耗竭资源不会被开采，促使人们运用边际开采成本较低的可再生资源进行替代，此举能使现存的可耗竭资源得到持续利用，延缓了可耗竭资源完全耗尽时刻的到来。

#### **4.** 可耗竭资源有关的技术进步时

随着可耗竭资源的大量开采，可耗竭资源的边际开采成本不断增加。当发生了与可耗竭资源有关的技术进步时，原来的替代过程将会发生变化，技术进步能够影响资源的边际开采成本，从而作用于总边际成本，此举延缓了可耗竭资源被替代的时间。





**图3.9 发生与可耗竭资源有关的技术进步时**

如图3.9所示，为了分析的前提保持一致，假定初始状态边际开采成本依旧

保持不变。可耗竭资源的总边际成本和边际开采成本分别用总边际成本曲线 1

和边际开采成本曲线1表示，可再生资源的总边际成本和边际开采成本分别用总

边际成本曲线2和边际开采成本曲线2来表示。按照上文的分析，可耗竭资源于

T1时刻在A点被可再生资源完全替代。当发生了与可耗竭资源有关的技术进步时（如可耗竭资源的开采设备更先进、开采技术更成熟等），可耗竭资源的边际开采成本显著降低，生成了新的边际开采成本曲线1’’，但因为技术进步无法根本上改变可耗竭资源的稀缺性问题，因此无法改变可耗竭资源的边际使用成本。最终总边际成本曲线1上的各点向下移动相同的距离，生成总边际成本曲线1’’。基于相同的分析，在可耗竭资源有关的技术进步发生之后，可耗竭资源于T2时刻在B点被可再生资源完全替代。分析表明：可耗竭资源的替代时间由T1时刻延长至T2时刻，因此技术进步能延缓可耗竭资源被替代的时间，但不能改变可耗竭资源被可再生资源替代的趋势。

## **3.5** 小结

第二章从内涵界定及现状描述的角度说明了自然资源对经济增长的驱动效应和约束效应，本章从理论角度进一步分析双重效应的机制。

3.1节从正面角度分析了自然资源对经济增长的驱动机制，说明了自然资源在经济增长的过程中扮演着重要的角色。一个国家或地区如果具有核心的自然资源，那么与竞争对手相比，则能获得竞争上的“先发优势”。随着资源要素的投入，通过这些机制的传导，经济获得了持续增长，则说明在此阶段这种自然资源对经济增长具有正向驱动效应。

3.2节从负面角度分析了自然资源对经济增长的约束机制。自然资源的两种数量型约束只是表象，其实质问题是市场价格机制作用的失效。实际生活中，资源市场并非是完全竞争市场，市场机制的作用有限。无论生产过程中资源投入量充足与否，只要随着某种资源要素的投入，当资源价格偏离均衡状态（无论是高于均衡价格还是低于均衡价格）时，由于短期内资源的供给弹性和需求弹性较低，资源供求重新平衡需要经历较长的时滞。资源的价格波动造成了原均衡状态的生产者剩余与消费者剩余的部分损失，从而使得一定的社会福利受损，产出也随之下降，故而说明在此阶段自然资源对经济增长具有负向约束效应。

3.3节对自然资源约束条件下的经济增长阶段进行研究。本节将3.1节与3.2节内容结合起来，探究在经济增长的不同阶段、不同种类资源约束下经济增长路径的差异，从而在不同时期针对性地采取措施来实现经济持续均衡增长。本节运用L-K-R三维立体空间的分析方法，分别讨论了可再生资源约束、可耗竭资源约束、资源级差供给这三种情形。得出如下的结论：可再生资源对经济增长无约束作用，经济增长的路径差异与生产函数规模报酬的性质有关；可耗竭资源在投入量达到最优值之前对经济增长也无约束作用，而投入量达到最优值后的约束效应与生产函数规模报酬的性质有关，但即使是规模报酬递增的生产函数也只能暂

时延缓可耗竭资源的约束效应，无法消除；资源级差供给条件下，经济增长阶段的差异性与各种要素的实际投入比有关。本节的分析还表明：虽然在当前的经济增长过程中，可耗竭资源的消耗尚未达到既定的储量值，甚至某些可耗竭资源的储量仍相当可观，但并不意味着可耗竭资源的投入对经济增长总具有正向驱动效应，这涉及到投入量和最优值的比较。因此在下文的实证部分，通过各种资源的不断投入，试图寻找出使经济增长表现最佳的资源投入“最优值”，从而在经济增长的不同阶段，针对性地投入对经济增长驱动效应最大的相应资源，来实现经济的持续增长。

3.4节进行了自然资源间的替代分析。在3.3节内容分析的基础上，当可耗竭资源因价格上升而使用量下降时，必须寻找相对廉价的可耗竭资源或可再生资源进行替代方可满足经济持续增长的需要。因此，为了使经济走上平稳增长的路径，本节分别研究可耗竭资源间的相互替代和可再生资源对可耗竭资源的替代。得出如下的结论：可耗竭资源间相互替代时，替代发生在两种资源的总边际成本相等之时，且边际开采成本可变的情形下替代时刻会更早到来；可再生资源对可耗竭资源进行替代时，替代依旧发生在两种资源的总边际成本相等的时刻，且可耗竭资源的开采和利用过程中发生相关的技术进步时，能延缓可耗竭资源被可再生资源替代时刻的到来，但不可改变被可再生资源替代的趋势。同时，本节的分析从资源边际成本的角度，也为不同地区及不同经济增长阶段下，“因地制宜”和“因时制宜”地投入相应资源提供了一定的理论依据。

# 第四章 基于资源投入对经济增长影响的实证分析

第三章分别阐述了自然资源对经济增长的驱动效应和约束效应，比较在不同的经济增长阶段、不同种类资源约束下经济增长路径的差异，同时分析了资源间相互替代的条件。本章站在理论高度，通过数理模型的构建，试图得出相应的结论。同时进行实证分析，确保所得的结论也能经受实践的检验。

## **4.1** 研究模型

本节内容分为两部分：4.1.1节通过数理模型的构建及一系列理论推导，得出相应的结论，此为定性分析；4.1.2节对定性分析的结果，借助相应的实证模型来进行检验，此为定量分析。

### **4.1.1** 数理模型的构造

新古典增长理论证明了经济的长期增长必然来自于技术进步，但却将技术进步视为一个外生变量，作为模型的一个假设进行处理，显然无法考察技术要素发挥作用的机制。而本文试图探究资源、技术等要素在生产中具体发挥的作用，有必要将其所做的贡献定量化处理，显然需要将技术进步视为一个内生变量，故而本文采用内生经济增长模型。

**1. 原内生经济增长模型**

基本的内生经济增长模型为Y=A\*K。其中，Y是经济体的产出，K是资本存量，而A衡量了一单位资本所生产的产出量。内生经济增长理论将知识视为一种资本，具有收益递增的性质，而传统的资本概念具有收益递减的性质，前者对后者的抵消作用使得资本的边际收益保持不变，即技术的优势弥补了资本的劣势，这是与新古典经济学最大的差异。内生经济增长理论经过推导得出的重要结论为：

ΔY/Y = ΔK/K = sA-σ (4.1)

其中ΔY/Y代表了总产出的增长率，ΔK/K代表了总资本的增长率，s为储蓄率，σ为折旧率。公式表明，当sA>σ时，总产出就会一直增长。

**2. 引入资源要素后模型的建立与推导**

传统的基本模型给予我们一种分析的框架和思路，但仍旧无法解决本文的问题。为了验证资源投入与经济增长的关系，则必须在传统模型中加入资源这一变量（此处R既可以表示成可耗竭资源，也可作为可再生资源的代表），同时为了验证技术的重要性，还需将技术要素也纳入模型进行分析。

多数相关文献均是将A和L作为一个整体变量来构建CD形式的生产函数。

本文认为，将A和L结合起来分析，可能会有一种先入为主的错误：即认为技术和劳动具有相同的产出弹性，从而难以识别各种生产要素对经济增长的真正贡献。因此，本文采用最一般形式的CD函数，其生产函数的形式设定为：

*Y* (*t*)*K*(*t*)*L*(*t*)*A*(*t*)*R*(*t*) 1

其中，ɑ> 0, β> 0, γ> 0, ɑ+β+γ<1.

（4.2）

此处基于规模报酬不变的规律进行分析，因而可以利用索洛模型中的前提假设和部分结论。根据索洛模型，我们得出如下的结论：

ΔK(t) = sY(t) - σK(t) (4.3)

ΔL(t) = nL(t), ΔA(t) = gA(t) (4.4)

其中，s代表储蓄率，σ为资本的折旧率，n为劳动力的增长率，g为技术的进步率。

用R表示任意一种自然资源，其再生率为r，消耗率为c。显然当资源日益稀缺时，0<r<c。则资源的变化量与时间的关系函数如下：

ΔR(t) = -(c-r) \*R(t) (4.5)

其中，c-r> 0，资源的变化量ΔR（t）必然为一个负数。

由（4.3）式可得，ΔK(t) /K(t) = sY(t) /K(t) -σ （4.6）由稳态分析的结论可知，当经济体达到稳态时，产出的增长率、劳动的增长

率和资本的增长率均保持一个固定不变的数值（即n），因而（4.6）式等式两边的结果均为n。因此Y(t) /K（t）保持不变，可得产出Y的增长率与资本K的增长率相等。

此时，对（4.2）式左右两边同时取对数，可得：

InY(t) =ɑ InK(t) +β InL(t) +γ InA(t) + (1-ɑ-β-γ) InR(t)（4.7）将（4.7）式左右两边同时对时间t求导，可得：

*GY* (*t*)*agK* (*t*)*gL* (*t*)*gA* (*t*)(1****) *gR* (*t*)

根据（4.4）式和（4.5）式的假设，可以将（4.8）式改写成：

*GY* (*t*)*agK* (*t*)*n**g*(1******)(*r**c*)

由之前的分析，产出Y的增长率与资本K的增长率相等。故

*GY* (*t*)*gK* (*t*)

联立（4.9）式和（4.10）式，可得总产出的增长率为：

（4.8）

（4.9）

（4.10）

*G* (*t*)*n*  * g*  (1**  ** ** )(*r*  *c*)

*Y* 1**

（4.11）

总产出层面的分析得出了相应的结论，然而诺贝尔经济学奖得主卢卡斯认

为，度量经济增长最有意义的指标并非总产出的增长率，而是人均产出的增长率。尤其中国人口基数庞大，许多总量指标和人均指标具有较大的差异，因此对两种指标分别推导的研究过程十分重要。上文通过（4.11）式推导出总产出增长率之后，还需进一步推导出人均产出的增长率。

因为人均产出是总产出和劳动力人口的比值，所以可得：

y(t) = Y(t) /L(t) (4.12)

将（4.12）式左右两边同时取对数，再同时对时间求导，可得：

Iny(t) = InY(t) - InL(t) (4.13)

*Gy* (*t*)*gY* (*t*) *n*

将（4.11）式带入（4.14）式，并进行处理，可得：

（4.14）

*G* (*t*)* n*  * g*  (1**  **  ** )(*r*  *c*)*n* 

*y* 1**

(****1) *n**g*(1****) *r*(1****) *c* 1**

**3. 模型结果的分析**

##### （**1**）基于（**4.11**）式对总产出增长率的分析

(1****) *c*

（4.15）

自然资源对经济增长的约束作用为

1**

，由假设条件可以判断，此式

是一个正数（c为资源的消耗率，在经济增长的过程中必然会发生资源的损耗，故c> 0）。即自然资源对经济增长存在一定的负面约束效应。

(1****) *r*

同时，自然资源对经济增长的驱动作用为

1**

，由假设条件可以判断，

此式也是一个正数。r的值一般为正，即使是可耗竭资源，其可再生率也是一个无限接近0的正数；而可再生资源的可再生率是个显著大于0的正数。仅从驱动经济的角度来看，可再生资源对经济增长的贡献大于可耗竭资源。

基于上述两点的分析，自然资源对经济增长的综合效应取决于两个数值的大小关系。若前者大于后者，则自然资源对经济增长的约束作用更显著；前者等于后者，说明自然资源对经济增长呈现中性，不发挥影响；而前者小于后者，表明自然资源对经济增长更多的体现一种驱动作用。

在经济增长的较低阶段，能耗c较小，可耗竭资源对经济增长的约束作用不够明显，主要体现在驱动作用；而在经济增长到一定阶段后，随着工业化进程的加速，传统可耗竭资源的能耗c也逐渐增大，为了克服逐渐增加的约束效应，必须通过提高可耗竭资源的利用率、大力开发可再生资源来增加r的数值，通过降低可耗竭资源在一次能源消费结构中的比重（即增强可再生资源对可耗竭资源的

替代）来降低c的数值，从而使自然资源对经济增长的综合效应为正，推动经济可持续增长。因此，由模型推导的结果可知：在经济增长的不同阶段，经济增长所依赖的资源由可耗竭资源逐渐过渡到可再生资源。

而由（4.11）式可知，劳动力和技术进步对经济增长的贡献系数均为正数，说明了劳动力投入和技术进步均能驱动经济总产出的增长。

##### （**2**）基于（**4.15**）式对人均产出增长率的分析

由（4.15）式的分析结果可知，自然资源对人均产出增长的约束作用和驱动

作用分别为

(1****) *c* 1**

(1****) *r*

和1**

，综合效应取决于两者的大小关系，具体分析

同上文一致，此处不再赘述。

而劳动力增长对人均产出的增长率起到了负向约束作用，这与劳动力增长对总产出的增长率起正向驱动作用的结论相反。可以推断，不断增加的劳动力人口对总产出的“稀释”效应超过了人口红利带来的积极影响。

而技术进步对于人均产出的增长依然具有正向驱动作用，与技术进步对总产出的贡献率相同。说明了无论在总产出层面还是人均产出层面，技术进步对产出的增长均发挥了相同的重要作用。

### **4.1.2** 实证模型的确定

### 4.1.1 节进行模型推导，得出结论并进行了定性分析。本小节从实证检验的角度出发，进行定量分析，试图探究在不同的经济增长阶段时，各种要素投入（尤其是各种资源要素投入）对经济增长影响的差异性，从而为第五章相关的政策建议提供依据。此处的操作过程均利用stata 12.0软件完成。

**1. 面板模型的选择**

多数相关研究运用了时间序列的分析方法，如考察经济增长与某个变量间的协整关系等。但中国幅员辽阔，各省、自治区和直辖市间经济增长的表现存在一定的差异，即使在同一时期，不同地区的经济增长驱动因素也有较大的不同，统一用国家的年度数据进行时间序列分析，必然忽视了区域层面的差异性，得出的实证结果可能不具有较强的说服力。

因此，本文选取面板模型，基于中国30个省、自治区和直辖市的数据进行分析（其中，我国西藏自治区数据不全，且传统燃料以木柴和牛羊粪为主，能源结构与本文模型变量有很大差别，故而予以剔除，下文不再赘述）。多数相关文献均是将中国分为不同的地理区域进行研究，而为了探索经济增长处于不同阶段时资源要素对经济增长的影响，本文首先将30个省份的数据作为整体面板，探索不同因素对国家经济增长的综合效应。然后深入到具体的区域层面，探讨在不

同地区各因素对经济增长的综合影响有何差异。基于库兹涅茨对经济增长阶段的总量划分标准，以2012年中国各省份的GDP排序为依据，将GDP排名前十名的省份作为第一组分面板，即衡量的是较发达地区的经济增长状况；将GDP排名居中的十个省份作为第二组分面板，代表了发展水平中等的地区的经济增长状况；将GDP排名最后的十个省份作为第三组分面板，作为欠发达地区经济增长状况的代表。通过模型的比较和分析，得出相应的结论。最后，针对线性回归模型的不足，引入了包含二次项的多元回归模型，并将所得的实证结果与线性模型进行了对比。

**2. 回归模型的选择**

对4.1.1节中构造的最一般形式的CD函数*Y* (*t*)*K* (*t*)*L*(*t*)*A*(*t*)*R*(*t*) 1

进行实证分析，并将R（t）具体分为以煤、石油为代表的传统可耗竭资源、以天然气为代表的开采成本较高的可耗竭资源和水电等可再生资源。数理模型的构造中假定此生产函数规模报酬不变，则要求实证检验的结果必须满足此条件，否则实证检验的结果与数理模型相矛盾。下文从总产出的角度，首先建立线性回归模型，再对三组分面板模型进行比较，最后引入二次项后的回归模型来弥补线性模型的不足。通过建立各种回归模型，来比较在经济增长的不同阶段，不同要素（尤其是资源要素）对经济增长影响的方向及大小，同时对欠发达地区、发展水平中等的地区、较发达地区的经济驱动因素进行比较，并得出最终的结论。

## **4.2** 数据选取与变量构造

本文选取了中国30个省份1989-2008共20年的经济增长、煤炭消费量、石油消费量、天然气消费量、水电等可再生资源的消费量、研发投入、劳动力、资本存量、CPI、生产总值指数十个变量数据（约6000余数据），数据均来自《中国统计年鉴》。

其中，各地区的经济增长水平以地区生产总值(grp)作为指标；煤(coal)、石油(oil)和天然气(gas)的消费量作为传统化石能源消费量的代表；将水电等可再生资源的消费量(re)作为可再生资源消费量的代表；研发投入(exp)为技术进步提供了必要的资金支持，故而作为技术要素的重要指标；此外，AK模型中资本存量

K也是经济增长的一种重要投入要素，在本文选用固定资产投资(invest)这一指标进行反映；本文4.1节的模型中劳动力也是经济增长的关键驱动因素，引入劳动力要素是为了考察各省份因劳动力人口的多少而对经济增长造成的不同影响，本文以就业人数总量(labor)作为指标；而生产总值指数(grpdex)是为了对地区生产总值(grp)进行价格上的调整；CPI是为了对研发投入(exp)、固定资产投资(invest)

这两个变量进行价格上的调整。

多数相关研究在分析经济增长问题时，直接对《统计年鉴》中GDP及各种产值的数据进行建模，而《统计年鉴》中地区生产总值均是以当年价格进行计算的，而固定资产投资、研发投入等资金数据也均未剔除当年的价格因素。直接套用原始数据进行计算，结果会有一定的偏差。因此，本文收集了各年度的生产总值指数和CPI数据，对grp运用grpdex进行调整，对invest和exp两个变量运用

CPI数据进行了调整（其中i=1，2, 3---30，t=1990, 1991---2008，由于是以1989年的数据作为基期，则1989年各省份调整后的grp\*、exp\*和invest\*与调整之前的grp、exp和invest值相同）。最终将逐一剔除价格因素后的数据纳入模型计算。数据处理过程如表4.1所示：

**表4.1** **对数据剔除价格因素的处理**

| 原数据 | 处理的过程 | 处理后的数据 |
| --- | --- | --- |
| grpdexit | Grpdexit / grpdexit 1 | grpdex\*  it |
| grpit | Grp / grpdex\*  it it | grp\*  it |
| CPIit | CPIit / CPIit 1 | CPI \*  it |
| expit | Exp / CPI\*  it it | exp\*  it |
| investit | Invest / CPI\*  it it | invest\*  it |

资料来源：根据数据处理的相关资料整理而成

剔除价格因素后，各宏观经济数据的数量级存在一定的差异，为了缩小数据距离和消除数据的异方差，故而再将所构造的CD函数两边同时取对数，得到总产出与劳动、资本、技术、煤、石油、天然气和可再生资源的函数关系，即建立了多元线性回归模型。取对数调整后的数据分别由lncoal、lnoil、lngas、lnre、lnexp、

lnlabor、lninvest和lngrp八个指标来表示（其中，资金型变量的单位为亿元，能源消费变量的单位为万吨标准煤）。因此，所构建的多元线性回归模型为：

L n*g r ipt* 

*C***

L n *c oi at**l*

L n *oi**t il* l n

**Ln *reit***ln exp*it***ln *laborit***ln *investit* *it*

（4.16）

（4.16）式是对构造的最一般形式的CD函数*Y* (*t*)*K* (*t*) *L*(*t*) *A*(*t*) *R*(*t*) 1

进行实证检验。而依据上文的分析，在数理模型推导的过程中，假定此生产函数规模报酬不变，即实证检验的结果必须要求各要素的产出弹性之和为1 才有意

义，即满足（4.17）式的条件。

****** 

**** 

****1

（4.17）

## **4.3** 经验分析

### **4.3.1** 单位根检验

对各变量分别进行LLC单位根检验、Fisher-type单位根检验、Harris-Tzavalis单位根检验和Hadri LM stationarity单位根检验。其中，对各变量LLC检验结果如下（如表4.2所示）：

**表4.2** **各变量面板单位根一阶滞后LLC检验结果**

| 变量 | statistic  Unadjusted t | statistic  Adjusted t\* | P-value  Adjusted t\* |
| --- | --- | --- | --- |
| lncoal | -9.8390 | -2.5732 | 0.0050 |
| lnoil | -10.6328 | -2.5868 | 0.0048 |
| lngas | -10.5419 | -3.7135 | 0.0001 |
| lnre | -11.5075 | -1.7655 | 0.0387 |
| lnexp | -13.7893 | -3.3828 | 0.0001 |
| lnlabor | -20.4475 | -4.3185 | 0.0000 |
| lninvest | -14.9162 | -6.1279 | 0.0000 |
| lngrp | -23.3455 | -14.9116 | 0.0000 |

资料来源：根据stata 12.0软件操作的结果整理而成

在95%的置信水平时，以上各变量均拒绝了原假设，即都存在单位根。可再进行协整检验，表明各面板序列均为一阶单整，即可继续如下的分析。

### **4.3.2** 面板数据回归模型的确定

#### **1.** 固定效应与随机效应

固定效应模型和随机效应模型是静态面板数据中常用的两种模型，前者的个体差异反映在每个个体都有独特的截距项，而后者则认为所有的个体具有共同的截距项，个体的差异主要体现在随机扰动项上。

本文将不同省份(code)和年份(year)分别作为截面变量与时间变量，在运用面板数据模型进行回归分析时，必须明确此模型是固定效应还是随机效应。因此，分别采用固定效应和随机效应进行建模，得出的结果分别如表4.3和4.4所示。检验结果表明：无论是固定效应还是随机效应，可决系数均接近于1，且总体P值为0，除了固定效应的常数项之外，其他变量尤其是随机效应各项系数都通过

了显著性检验，各项指标均较优，因此模型拟合的整体效果较好。

**表4.3** **固定效应下各变量检验结果**

| lngrp | Coef. | Std. Err. | t | P > |t| |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| lncoal | -0.2020 | 0.0509 | -3.9700 | 0.0000 |
| lnoil | 0.0691 | 0.0191 | 3.6100 | 0.0000 |
| lngas | 0.3053 | 0.0668 | 4.5700 | 0.0000 |
| lnre | -0.0601 | 0.0133 | -4.5200 | 0.0000 |
| lnexp | 0.6752 | 0.0289 | 23.3400 | 0.0000 |
| lnlabor | 0.5482 | 0.1272 | 4.3100 | 0.0000 |
| lninvest | 0.0868 | 0.0129 | 6.7200 | 0.0000 |
| \_cons | 0.2454 | 0.9166 | 0.2700 | 0.7890 |
| R-sq: within | R-sq: between | R-sq: overall | F(7,563) | Prob> F |
| 0.9642 | 0.8850 | 0.9110 | 2164.3200 | 0.0000 |

资料来源：根据stata 12.0软件操作的结果整理而成

**表4.4** **随机效应下各变量检验结果**

| lngrp | Coef. | Std. Err. | z | P > |z| |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| lncoal | -0.2113 | 0.0485 | -4.3600 | 0.0000 |
| lnoil | 0.0680 | 0.0186 | 3.6600 | 0.0000 |
| lngas | 0.3216 | 0.0645 | 4.9800 | 0.0000 |
| lnre | -0.0633 | 0.0126 | -5.0400 | 0.0000 |
| lnexp | 0.6909 | 0.0273 | 25.3400 | 0.0000 |
| lnlabor | 0.2754 | 0.0585 | 4.7100 | 0.0000 |
| lninvest | 0.0912 | 0.0127 | 7.1900 | 0.0000 |
| \_cons | 2.2000 | 0.4204 | 5.2300 | 0.0000 |
| R-sq: within | R-sq: between | R-sq: overall | Wald chi2(7) | Prob> chi2 |
| 0.9639 | 0.9167 | 0.9394 | 15378.5400 | 0.0000 |

资料来源：根据stata 12.0软件操作的结果整理而成

#### **2.** 豪斯曼检验

为了进一步验证此模型是固定效应还是随机效应模型，必须利用豪斯曼检验进行判断。若解释变量与模型误差项间是正交的，则GLS估计量无偏，此模型即为随机效应模型，否则即为固定效应模型。因此，豪斯曼检验的原假设为：两者不相关（即为随机效应模型）。

豪斯曼检验的结果如表4.5所示。其p值远大于显著性水平0.05，则无法拒绝原假设，即可认为此模型是随机效应模型。因此，下文针对随机效应的检验结果进行分析。

**表4.5** **豪斯曼检验结果**

| Hausman 检验 | |
| --- | --- |
| Chi2(7)= | 6.35 |
| Prob> chi2= | 0.4994 |
| 结论 | 建立随机效应模型 |

资料来源：根据stata 12.0软件操作的结果整理而成

### **4.3.3** 回归结果及其分析

#### **1.** 线性模型回归结果分析

随机效应结果如表4.4所示，可得出如下的线性回归模型：

L n*g r pi t* 

2. 2 0 00 0. 2 1 1*c o*3 *ai*l*t*n*l*

0. 0*o*6*i it*8*l*0 l n 0

0.0633Ln *reit*0.6909ln exp*it*0.2754ln *laborit*0.0912ln *investit**it*

（4.18）

由（4.18）式可得，各系数的和约为1.1，非常接近于数值1。因此，可认为实证检验的结果符合之前理论模型中规模报酬不变的假设，即满足（4.17）式的前提条件。因而实证模型是成立的。此线性回归模型中各个变量的系数即为对应要素对经济增长的综合效应，通过观察各系数的值展开对经济增长模型的分析：

##### （**1**）研发投入（系数**0.6909**）

作为技术进步的重要指标，研发投入为技术进步提供了必要的资金支持。对经济的驱动效应为正，效果显著，与数理模型推导的正相关结果相一致。

##### （**2**）劳动力（系数**0.2754**）

劳动力作为本文模型的一个重要变量，也是当前经济驱动的重要因素。我国是劳动力充裕的国家，当前“人口红利”依然为我国的经济，尤其是生产劳动密集型产品做出了突出贡献。因为实证部分选取的数据反映的是总产出层面，与数理模型推导的正相关结果也保持了一致。

##### （**3**）资本（系数**0.0912**）

资本因素也是本文模型的一个重要变量，虽然不是本文重点分析的因素，但对我国的经济增长也发挥了正向驱动作用。

##### （4）水电等可再生资源（系数**-0.0633**）

水电等可再生资源并非从初始状态就对经济增长呈现正向的驱动效应。一是

各种可再生资源的使用必须付出高额的成本，尤其在我国可再生资源的设备研发回报期过长，技术较为落后，今后需要政府实施更多的政策倾斜；二是可再生资源在能源消费结构中的比率较低，远逊于石油等传统可耗竭资源，即使在我国的经济中心上海，2008年水电等可再生资源的消耗率也只占据石油消耗比重的四分之一左右。因此，在可再生资源未达到低成本、大规模化运用的“拐点”之前，其经济驱动效应依然为负。

##### （**5**）煤（系数**-0.2113**）

因煤炭资源带来极大的环境污染与生态问题而受到种种使用上的限制，加上能源品种日趋丰富，众多省份的年度数据均显示煤炭占资源消耗总量的比重呈逐年下降趋势。如较发达的广东地区，从1989年38.9%下降到1998年的20.8%, 再下降至2008年的13.7%，而经济欠发达的煤炭资源大省ft西，其煤炭消耗率也从1989的50.3%下降到1998年的39.6%，再下降至2008年的28.7%。因此，煤炭消耗量整体变动规律与经济增长的方向恰好相反，煤炭资源的经济驱动效应为负，作为传统可耗竭资源的代表，对经济增长的约束效应十分明显。然而，在经济增长的较低阶段，煤炭资源毕竟作为我国经济增长的主要支柱，即使在现在的许多较发达地区，煤炭资源消耗的基数依然较为庞大，但未在本模型中予以反映，显然这种线性回归模型是不合理的。

##### （**6**）石油（系数**0.0680**）

石油作为传统可耗竭资源的另一重要代表，在我国使用范围广泛，对我国经济增长发挥了重要的作用，因此经济驱动效应为正。但同时，作为可耗竭资源的一种重要类型，在使用超过一定限度后，对经济增长应会产生相应的约束作用，这也正是本文研究目的之所在（如果石油对经济增长一直呈现正向驱动效应，则没有必要对现行能源消费结构做出调整），而本节建立的线性关系模型很难反映这一事实，因此需要对此模型做进一步的修正。

##### （**7**）天然气（系数**0.3216**）

作为可耗竭资源中较为清洁的一种类型，天然气在我国使用较晚，但发展前景可观。随着西气东输等管道设施的建立与普及，加上政府鼓励提高天然气在一次能源消费结构中的比重等因素，天然气在我国各省份的使用日趋普及，占据的能源消费比重不断上升。因而天然气对经济增长的贡献越来越大，天然气的经济驱动效应为正。但是，许多省份早年天然气使用量低，甚至一片空白，加上管道铺设成本高昂、技术落后等因素，早年无法得出天然气的投入与经济增长正相关这一结论，因而线性回归模型与事实相违背。

综合以上的论述，如果采用线性回归模型，煤、石油、天然气等可耗竭资源和可再生资源的实证结论不仅无法完全验证之前理论分析和模型推导的结果，同

时也与事实不符。所以，有必要对此线性回归模型做出进一步的修正。

#### **2.** 深入区域层面的模型比较分析

以上内容是从国家整体层面来分析各要素对经济增长的综合效应，此处以线性回归模型为基础，着重对经济较发达的10省区、中等发达的10省区和经济欠发达的10省区进行三组分面板（分别为分面板1、分面板2和分面板3）的比较，从中得出相应的对比结论。

分面板的处理过程同上，经过数据处理、单位根检验后，分面板1、分面板

##### 2 和分面板3的豪斯曼检验结果中P值分别为0.7249、0.7373和0.8627，说明了三种情况均不能拒绝原假设，即分面板1、分面板2和分面板3均为随机效应模

型，检验的结果比整理后如表4.6所示。显然，分面板1、分面板2和分面板3的R平方、总P值及系数的显著性水平都通过了检验，对三组分面板回归模型中可再生资源的系数进行比较，可以做出如下的分析：

**表4.6** **三组分面板随机效应的比较结果**

|  | 分面板 1 | 分面板 2 | 分面板 3 |
| --- | --- | --- | --- |
| Coef. of lnre | -0.0351 | -0.0837 | -0.1359 |
| Std. Err. of lnre | 0.0078 | 0.0197 | 0.0225 |
| P > |z| of lnre | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| R-sq: within | 0.9866 | 0.9754 | 0.9483 |
| R-sq: between | 0.9634 | 0.9359 | 0.8192 |
| R-sq: overall | 0.9835 | 0.9579 | 0.8868 |
| Prob> chi2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Hausman fe Prob>chil2 | 0.7249 | 0.7373 | 0.8627 |

资料来源：根据stata 12.0软件操作的结果整理而成

###### （**1**）系数的正负

从可再生资源的系数正负来看，分面板的情形与总面板相差不大，但具体系数值大小有所差异，反映了不同面板下可再生资源对经济增长的影响存在一定的差异。同时，其他变量的情形也得到了类似的验证，说明了模型基本是稳健的。

###### （**2**）可再生资源对经济增长影响差异性的比较

整体的线性回归模型检验结果表明，可再生资源对经济增长存在一定的负向约束效应。因为由于技术、规模和成本等因素，在短期内增加可再生资源开发利用的成本甚至超过了其收益。但是基于分面板的数据来看，分面板1可再生资源

对经济增长的作用为-0.0351，分面板2为-0.0837，分面板3为-0.1359。这说明了与欠发达地区相比，经济发展水平中等的地区随着经济的进一步增长，可再生

资源暂时的负面效应降低了40%；与中等地区相比，经济较发达的地区中可再生资源暂时的负面效应又下降了58.06%。而经济增长的历程必然是由欠发达地区向中等地区、中等地区向较发达地区的渐近过渡。这表明了随着可再生资源利用率的提高和使用范围的扩大，可再生资源成本相对降低，逐渐取得了一定的规模经济效应。可以推断，随着经济进一步增长到未来更高阶段，可再生资源对经济增长的负向约束效应会逐渐减弱，最终正向驱动效应会越来越强。这也意味着经济增长对可再生资源的依赖程度越来越高，可再生资源会成为未来经济增长的主要驱动力。

（3）**线性回归模型的局限**

整体面板模型的检验结果表明，可耗竭资源（煤、石油和天然气）对经济增长分别呈现负向约束效应、正向驱动效应和正向驱动效应。由于省际层面的分面板模型依然采用了线性建模，则必然具有和整体面板模型一致的局限性。即可耗竭资源无论在国家层面还是省际层面，都呈现与经济增长单一的线性关系。这种

“非驱动即约束”的单向关系不仅与之前理论分析和模型推导的结果相矛盾，与现实也不符，归根到底在于受线性建模的限制。为了克服这种分析局限，下文在模型分析中引入二次项变量，通过建立新的多元回归模型，试图在经济增长的不同阶段下，探究各种自然资源要素对经济增长影响的差异性，从而得出相应的结论。

#### **3.** 引入二次项后的模型回归分析

引入煤、石油和天然气三个变量的二次项（分别用lncoal2、lnoil2和lngas2表示）后，经过多次修正，最终得出了理想的二次项模型。修正后的模型豪斯曼检验结果如表4.7所示：

**表4.7** **豪斯曼检验结果**

| Hausman 检验 | |
| --- | --- |
| Chi2(8)= | 3.95 |
| Prob> chi2= | 0.8620 |
| 结论 | 建立随机效应模型 |

资料来源：根据stata 12.0软件操作的结果整理而成

如表4.7所示，豪斯曼检验结果表明：引入二次项进行修正后的模型依然是随机效应模型。如表4.8所示，在随机效应检验结果图中，各变量的系数及R平方均能通过检验，各变量的一次项符号也与表4.4保持一致，说明修正后的模型也是稳健的。

**表4.8** **模型修正后的随机效应检验结果**

| lngrp | Coef. | Std. Err. | z | P > |z| |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| lncoal2 | -0.0167 | 0.0033 | -5.0400 | 0.0000 |
| lnoil | 0.1365 | 0.0365 | 3.7400 | 0.0000 |
| lnoil2 | -0.0096 | 0.0047 | -2.0200 | 0.0430 |
| lngas2 | 0.0423 | 0.0075 | 5.6600 | 0.0000 |
| lnre | -0.0728 | 0.0128 | -5.7100 | 0.0000 |
| lnexp | 0.7044 | 0.0280 | 25.2000 | 0.0000 |
| lnlabor | 0.2810 | 0.0582 | 4.8300 | 0.0000 |
| lninvest | 0.0878 | 0.0127 | 6.9000 | 0.0000 |
| \_cons | 2.0510 | 0.4166 | 4.9200 | 0.0000 |
| R-sq: within | R-sq: between | R-sq: overall | Wald chi2(8) | Prob> chi2 |
| 0.9645 | 0.9152 | 0.9390 | 15618.4800 | 0.0000 |

资料来源：根据stata 12.0软件操作的结果整理而成

此外，由表4.8可知，引入的三个变量的二次项符号（lncoal2, lnoil2和lngas2）分别为负、负、正，可做出如下的分析：

**（1）lngas2的二次项符号为正**

说明了天然气资源的投入与经济增长的贡献呈现“U”型曲线轨迹。在经济增长的较低阶段，由于天然气的使用不普及、铺设成本也较高、技术难关难以攻克等因素，因而对经济增长的驱动效应为负。而经济增长到一定阶段后，随着政府的大力倡导和鼓励，加上技术进步、规模效应显现、成本降低等因素，天然气的使用日趋普及，对经济增长起到了正向驱动作用。

**（2）lncoal2的二次项符号为负**

说明了煤炭资源的投入与经济增长的贡献呈现倒“U”型曲线轨迹。在经济增长的较低阶段，我国的能源结构主要以煤炭资源为主，煤炭资源是经济增长主要的“支柱”。而随着煤炭资源的大量开采与利用，日益严峻的资源枯竭、环境与生态问题促使政府大力减少煤炭资源的使用，转而进行清洁能源的替代。因而当经济增长到一定阶段后，煤炭资源对经济增长的驱动效应为负。

**（3）lnoil2的二次项符号也为负**

这种结果弥补了上文线性模型的不足，石油资源的投入与经济增长的贡献也呈现倒“U”型曲线轨迹，原因基本同上。然而，在本模型中，因为石油一次项系数依然显著，所以可以求出石油倒“U”型资源投入的“拐点”：

Ln *grp*  2.0510  0.0167ln2 *coal*  0.1365ln *oil*  0.0096ln2 *oil*

*it* it it it

0.0423Ln2 *gas* 0.0728ln *re* 0.7044ln exp 0.2810ln *labor* 0.0878ln *invest*  **

*it* it it it it it

（4.19）

（4.19）式说明：当ln *grp*it达到最大值时，即：

L n*g r ipt* /

l n*o ii tl* (4.20)

将等式左右两边同时对石油投入量求导，可得出对经济驱动效应最大的石油投入量。此处石油资源投入的“拐点值”正是上文3.3.2节内容中的“最优值”这一概念。即从国家整体层面来看，在石油投入量达到最优值之前，石油资源的投入对经济增长主要呈现正向的驱动效应；在石油投入量达到最优值之后，石油资源的投入对经济增长主要呈现负向的约束效应。经济随着石油投入量的不断增加先递增后递减的趋势也反映了可耗竭资源对经济增长的作用由驱动效应逐渐转变为约束效应。

## **4.4** 小结

本章实证检验了不同自然资源对经济增长影响的差异性。

4.1节确定研究模型。此节分为两部分：4.1.1节通过数理模型的构建及一系列理论推导，得出相应的结论，此为定性分析；4.1.2节对定性分析的结果，借助相应的实证模型来进行检验，此为定量分析。本节首先以罗默的内生经济增长模型为基础，将技术进步与资源利用率引入最一般意义的CD函数，进行了数理模型的构造。结合新古典增长理论中的部分结论进行分析，模型推导结果表明：无论在总产出还是人均产出层面，技术进步和提高资源利用率（即提高可耗竭资源的利用率、加大可再生资源的开发力度等）均是产出增加的重要驱动因素。且在经济增长的不同阶段，经济增长所依赖的资源由可耗竭资源逐渐过渡到可再生资源。鉴于时间序列数据难以考察不同地区的差异性这一局限，本文随后确定了面板数据模型，借助stata 12.0软件来完成相应的实证分析。最后，确定了相应的回归模型来对理论推导部分的CD函数及相关结论进行检验。

4.2节进行数据选取与变量构造。本节选取了中国30个省份1989-2008共20年的经济增长、煤炭消费量、石油消费量、天然气消费量、水电等可再生资源的消费量、研发投入、劳动力、资本存量、CPI、生产总值指数十个变量数据。对选取的数据进行了剔除价格因素的处理，对变量进行了对数化的处理，并构建了需要验证的多元线性回归模型。且为了与数理模型的前提保持一致，实证部分需检验的CD函数必须满足规模报酬不变的条件。

4.3节进行经验分析。在单位根检验、通过豪斯曼检验确定为随机效应模型后，本节首先对多元线性回归模型进行了分析，实证检验结果支持了生产函数规

模报酬不变的假设，同时得出了劳动、资本、技术要素对经济增长的正向驱动效应、可再生资源对经济增长的负向约束效应等结论，从而从整体来看，未能找到可再生资源对经济增长驱动效应的充分证据。继而依次构建了三组基于省际数据的分面板，三者的比较显示出：分面板1可再生资源对经济增长的作用为-0.0351，

分面板2为-0.0837，分面板3为-0.1359。这说明了与欠发达地区相比，经济发展水平中等的地区随着经济的进一步增长，可再生资源暂时的负面效应降低了

40%；与中等地区相比，经济较发达的地区中可再生资源暂时的负面效应又下降了58.06%。这表明了相对而言，可再生资源对较发达地区的负向约束效应相对较弱。而经济增长的历程必然是由欠发达地区向中等地区、中等地区向较发达地区的渐近过渡。这说明了随着可再生资源利用率的提高和使用范围的扩大，可再生资源成本相对降低，逐渐取得了一定的规模经济效应。可以推断，随着经济进一步增长到未来更高阶段，可再生资源对经济增长的负向约束效应会逐渐减弱，最终正向驱动效应会越来越强。最后针对线性模型的不足而对模型做出了重要修正——引入二次项后的多元回归模型。实证结果表明：随着煤、石油和天然气资源投入的不断增长，对应的经济增长历程分别呈现倒“U”、倒“U”和“U”型曲线轨迹。这启示我们，只有考虑到不同地区及不同经济增长阶段的差异性，针对性地投入相应种类和数量的资源，才能使经济获得持续增长。

# 第五章 本文总结与政策建议

## **5.1** 本文总结

### **5.1.1** 基本结论

基于全文关于不同自然资源对经济增长影响的差异性研究，尤其是理论部分和实证部分的分析结果，我们可以得出如下的三条结论：

**1. 随着煤、石油和天然气资源投入的不断增长，对应的经济增长历程分别呈现倒“U”、倒“U”和“U”型曲线轨迹**

在本文的实证部分，包含二次项的回归模型表明：煤炭消费量的二次项系数

和石油消费量的二次项系数均为负，天然气消费量的二次项系数为正。这说明了随着煤炭和石油资源投入的不断增长，对应的经济增长历程呈现倒“U”型曲线轨迹，而天然气资源的使用与经济增长的关系呈现“U”型曲线轨迹。

**（1）经济增长的较低阶段时**

早期可耗竭资源相对比较充裕，随着煤和石油这两种可耗竭资源的消费，经济逐渐增长，此时煤炭和石油资源对经济增长的贡献较大，是经济增长主要的“支柱”，与经济增长呈现正相关关系；而天然气铺设成本较高，且开采和利用过程受到一定的资金和技术制约，耗费的成本甚至超过了其收益，从而我国早期天然气的使用不普及，无法发挥规模效应，因而天然气的使用与经济增长呈现负相关关系。因此，在经济增长的较低阶段，经济增长对以煤、石油为代表的传统可耗竭资源的依赖性较大。

**（2）经济进一步增长到较高阶段后**

煤炭、石油资源的大量开采与利用，造成了日益严峻的资源枯竭、环境污染等问题。资源稀缺性的加剧提高了级差地租，提高了可耗竭资源消费的机会成本，从而煤炭、石油资源的边际使用成本不断增加；同时，资源的日益稀缺要求不断投入资金、设备和技术进行更多的勘探和开采，故而提高了边际开采成本。以上两种效应大幅度提高了煤炭和石油资源的总边际成本，资源的价格也随之不断上涨。一方面由于价格机制的调节作用，资源的使用量不断降低，另一方面资源市场在恢复均衡时，较长的时滞造成了一定的生产者剩余和消费者剩余的损失，从而使社会福利受损，表明此时传统可耗竭资源对经济增长产生了约束效应。因此当经济增长到一定阶段后（即传统可耗竭资源的投入量超过了“最优值”后），煤炭和石油资源对经济增长的驱动效应为负。

而在经济增长的较高阶段，天然气的技术难关逐渐攻克，使用日趋普及而形

成的规模化优势也使边际开采成本稳中有降；而由于此时天然气资源储量相对充裕，天然气的边际使用成本上升幅度较小。这两种效应综合后的结果使天然气总边际成本的上升相对平缓。当天然气的总边际成本低于煤和石油时，出现了可耗竭资源间的相互替代，此时天然气对经济增长的驱动效应逐渐显著。因此在经济增长的较高阶段，经济增长更加依赖于天然气资源的投入。

根据（1）和（2）所述，综合各种资源在经济增长过程中的表现，可得：随着煤、石油和天然气资源投入的不断增长，对应的经济增长历程分别呈现倒“U”、倒“U”和“U”型曲线轨迹。

**2. 从整体来看，未能找到可再生资源对经济增长驱动效应的充分证据，但相对而言，较发达地区的负向约束效应相对较弱**

**（1）国家的整体效应**

线性回归模型的结果表明了可再生资源的投入与经济增长负相关，在包含二次项的回归模型中可再生资源的一次项系数也为负。从而说明了从整体来看，我国可再生资源的使用与经济增长呈现负相关的关系，即未能找到可再生资源对经济增长驱动效应的充分证据。因为我国早期内可耗竭资源相对充裕，可再生资源缺乏大规模运用的必要，可再生资源的开采利用成本甚至超过了其收益，故而在经济增长的较低阶段，可再生资源对经济增长的负向约束效应显著。而经济增长到较高阶段后，传统可耗竭资源日益枯竭，此时人们更多的是运用天然气等较为清洁的可耗竭资源来代替煤和石油等传统可耗竭资源（即可耗竭资源间的内部替代），可再生资源的开采和利用量有所上升，但受制于难以逾越的成本和技术因素，可再生资源暂时无法获得规模经济的优势，从而可再生资源无法发挥对经济增长的驱动效应。

**（2）地区的比较效应**

天然气的投入虽然在经济增长的较高阶段能推动经济增长，但终究是一种能产生温室气体的可耗竭资源，与清洁环保、热值较高、能循环再生的可再生资源相比，仍然具有一定的劣势。因而在经济增长的未来更高阶段，随着可耗竭资源稀缺形势的加剧，稀缺地租推动着天然气等可耗竭资源的价格不断上涨，同时大力开发和利用水能、风能等可再生资源的条件日趋成熟。当可再生资源的总边际成本低于天然气等可耗竭资源时，会逐步替代可耗竭资源的使用。

对深入区域层面的三组分面板模型进行比较，可以看出：与欠发达地区相比，经济发展水平中等的地区随着经济的进一步增长，可再生资源暂时的负面效应降低了40%；与中等地区相比，经济较发达的地区中可再生资源暂时的负面效应又下降了58.06%。这表明了相对而言，可再生资源对较发达地区的负向约束效应

相对较弱。因为随着经济的进一步增长，可耗竭资源日益枯竭，价格不断上涨；而技术的日益进步和规模经济的优势，使得可再生资源的边际开采成本逐渐降低，造成总边际成本不断下降，所以可再生资源对经济增长的负向约束效应会越来越低。可以推断，随着经济进一步增长到未来更高阶段，可耗竭资源的总边际成本终究会超过可再生资源，从而可再生资源会逐渐替代可耗竭资源。说明了可再生资源在经济增长的未来更高阶段发挥的重要性越来越大，那时的经济增长将更加依赖于水能、风能等可再生资源的投入。

**3. 在经济增长的不同阶段，经济增长所依赖的资源由煤、石油等传统可耗竭资源转向开采成本较高的天然气，并最终过渡到可再生资源**

综合全文的分析及结论1-2，在经济增长的较低阶段，煤、石油主导着经济的不断增长，而天然气和可再生资源对经济增长具有负向约束效应；当煤和石油资源的总边际成本超过天然气时，经济步入了较高增长阶段；在经济增长的较高阶段，煤、石油对经济增长的负向约束效应逐渐明显，可再生资源对经济增长依然具有负向约束效应，此时主导经济增长的是天然气资源；在经济增长的未来更高阶段，当可耗竭资源的总边际成本大于可再生资源的总边际成本时，可耗竭资源对经济增长的约束效应更加显著，并通过地区间分面板的比较结果推断出此时的经济增长对可再生资源的依赖性最大，可再生资源是未来经济增长重要的推动力。同时，数理模型的推导结果也进一步论证了可再生资源会逐步替代可耗竭资源。因此，在经济增长的不同阶段，经济增长所依赖的资源由煤、石油等传统可耗竭资源转向开采成本较高的天然气，并最终过渡到可再生资源。

### **5.1.2** 本文的创新与进一步研究的问题

不同自然资源对经济增长影响的差异性研究，是经济学领域的前沿课题，具有一定的时代意义。本文站在“巨人的肩膀上”，结合前人的分析成果，做了进一步的研究。可能的创新与进一步研究的问题体现在如下几个方面：

**1. 分类比较研究**

与多数相关研究不同的是，本文对可耗竭资源和可再生资源，尤其是对可耗竭资源中的煤、石油与天然气进行了详细区别，并进行了定量比较研究。同时，本文根据库兹涅茨总量划分的观点，将经济增长阶段划分为较低阶段、较高阶段和未来更高阶段。本文比较了在经济增长的不同阶段，不同种类的自然资源对经济增长的区别性作用，从而在不同时期针对性地采取措施来推动经济持续均衡增

长。

**2. 三维空间分析**

多数相关研究在分析自然资源约束条件下的经济增长阶段问题时，均将资本

-劳动视为一个整体、作为一个共同变量展开分析，其结果是新的生产函数只有资本-劳动和自然资源两个变量，这种二维处理方法大大简化了分析过程。但本文为了细致考量自然资源约束各种要素的相互替代作用，借助立体的L-K-R三维空间展开分析。

**3. 实证方法创新**

国内外相关文献考察资源投入和经济增长这一关系时，多数采用VAR, SVAR模型展开分析，运用面板数据模型进行分析的文献不多。本文采用面板数据模型，运用stata 12.0软件进行操作，建立、分析、比较了不同种类的回归模型，同时，通过实证分析的结果，动态比较了不同种类的资源对经济增长的跨期影响。

**4. 进一步研究的问题**

当然，本文只是关于资源投入与经济增长关系研究的“冰ft一角”，为了进一步明确自然资源对社会经济活动的影响，除了经济增长之外，今后需要进一步加强对自然资源和其他社会经济活动变量的关系展开研究，如失业率、工业化的进程、产业结构转换等等。

## **5.2** 政策建议

党的十八大工作报告指出，我们的工作中还存在科技创新能力不强，发展过程中的不平衡、不协调及不可持续，产业结构不合理等严重的问题。自然资源对经济增长的约束效应是产生这些问题的原因之一。为了确保我国经济的持续均衡增长，十八大报告要求大力推进生态文明建设。通过优化国土空间的开发格局、全面促进资源节约等途径加强生态文明建设，同时，加快产业结构调整，在转变经济发展方式已获得重大进展的基础上，取得更大的进步。

因此，结合十八大工作报告的重要精神和本文得出的结论，为了处理好资源投入这一难题，促进我国经济持续增长，本文提出如下的三条政策建议：

### **5.2.1** 资源开采和利用要“因地制宜”和“因时制宜”

当前我国中西部地区大多处于经济增长的较低阶段，基础设施比较薄弱，煤、石油等传统可耗竭资源相对充裕，且对经济增长的贡献较大，可再生资源发挥的作用有限；而多数东部地区处于经济增长的较高阶段，基础设施比较雄厚，煤、石油等传统可耗竭资源相对贫乏，对经济增长的贡献相对较小，可再生资源发挥

的作用有所提高。而天然气作为可耗竭资源中较为清洁的一种类型，对煤炭和石油资源具有一定的替代效应，且在我国的使用较晚、发展潜力较大。在今后的短期内，这种经济增长的现状不可能彻底改变，这需要我们对不同地区经济增长的驱动因素有所侧重，实事求是，因地制宜和因时制宜，坚决杜绝“一刀切”的经济增长模式。对经济增长水平不同的地区分别采取相应的政策措施，确保不同地区的经济均能持续均衡增长，最终实现共同富裕。

#### **1.** 中西部相对落后的地区

一方面要维持传统可耗竭资源为主导的现状，确保传统可耗竭资源的供给，防止由于资源供给不足而引发的一系列社会经济问题；另一方面，要利用充裕的地区资源优势，增加天然气对煤炭和石油资源的替代，并循序渐进的开采和利用可再生资源，逐渐降低经济体对可耗竭资源的依赖程度，稳定过渡到新能源时代。

#### **2.** 东部相对发达的地区

可再生资源的利用获得了一定的规模效应。然而，在肯定既有成绩的同时，需要提高可再生资源的利用质量。切忌盲目发展与投资造成的产能过剩局面，稳步提高可再生资源的利用量和利用效率，降低可再生资源的投入成本，使得可再生资源的利用能真正造福整个经济体。同时天然气的使用在我国较发达地区具有广阔的市场前景，且天然气的使用，与煤和石油相比，具有环保上的优越性，因此在可再生资源大规模开采和利用之前，应尽量提高天然气在一次能源消费结构中的比重。

### **5.2.2** 通过技术进步降低自然资源的开采成本

科学技术是第一生产力，降低资源开采和利用成本的关键在于持续的科技创新。本文对自然资源间的替代关系进行分析时，证明了技术进步能够降低可耗竭资源的边际开采成本，从而延长了可耗竭资源被替代的时间。而内生经济增长模型的推导结果也表明：无论对于总产出还是人均产出，技术要素对其均具有重要的驱动效应。同时，本文的实证分析结果也表明，无论地区发达与否，技术进步始终是经济增长的重要驱动因素。而研发投入是技术进步的前提，需要政府提供充足的科研经费，保障资源领域的各项科研活动能顺利进行。我国的科研经费支出由2002年的1287.6亿元增加到2007年的3710.2亿元，2012年的研发投入已

达10240亿元。从整体来看，我国的研发投入呈现明显的逐年上升趋势，但今后需要向资源领域做更多的倾斜，发明出更加先进的开采设备、探索出更加合理的开采方法，从而降低自然资源的开采成本。而研发投入的关键在于加强新能源人才队伍建设和培养资源科技研发能力。要努力搞好自主创新和开展前瞻性研究，

加大对可再生资源技术服务平台的建设，并且各种产业的规划建设需要与可再生资源的规划建设相一致。

### **5.2.3** 凭借制度创新提高自然资源的利用效率

制度创新是指通过一系列有效的制度安排和实施，通过合理的资源优化配置，在相同条件下能更高效率的利用资源并促进经济增长。当制度创新的预期收益超过预期成本时，一项制度安排就可能被创新。基于上文的分析，自然资源的供求变动而引起价格偏离均衡状态时，由于短期内资源的供给和需求弹性较小，且资源市场是非完全竞争市场，仅依靠市场价格机制而自动恢复均衡的过程，需经历较长的时滞，从而造成了生产者剩余和消费者剩余的部分损失，社会福利也会相应受损，产出也随之下降，则资源品价格的波动会对经济体产生一定的负面效应。基于此原因，许多发达国家虽然市场经济体制相当成熟与发达，但未将资源品的价格完全交由市场机制调节。相反，这些国家通过实施一系列有关的资源制度创新措施，例如通过建立各种形式的国家战略储备制度、企业强制储备制度、补贴与税收制度等手段，来抑制资源价格的大幅度波动。由此可看出，政府应主动促进制度创新，减少因资源价格波动而造成的社会福利损失，从而减弱资源对经济增长的负向约束效应。

基于以上的分析，制度创新具有一定的合理性和必要性。而在我国的实际应用中，资源制度创新已取得了初步成果。如表5.1所示，通过展示ft西省农村的资源制度创新案例，分析了ft西省资源制度创新的背景、措施及成效。

**表5.1** **ft西省资源制度创新的概况**

| 制度创新背景 | 制度创新措施 | 制度创新的成效 |
| --- | --- | --- |
| 不利于农村劳动力的自由流  动 | 煤炭资源整合、煤炭资源有偿使用制度改革、“以煤补农” 的转型发展制度创新、土地使用制度创新、补偿协议创新、企业制度创新、产学研制度创新、扶贫助弱机制的构筑、社保制度的完善等 | 减弱煤炭产业吸纳农村劳动  力的能力 |
| 阻碍农业发展 | 促进农业现代化，农业发展获  得一定的资金支持 |
| 降低农民收入 | 农民的收入有所提高 |
| 严重的生态问题 | 农村生态环境有所修复 |
| 村矿冲突 | 冲突矛盾有所缓解 |
| 贫富差距拉大 | 遏制了迅速拉大的趋势 |

资料来源：根据ft西社会经济发展概况整理而成

我国ft西省煤炭资源较为充裕，但早年资源的利用效率较低，并伴随资源低效率的开发和利用，产生了一系列连带的社会经济问题。本文以ft西为案例进行资源制度创新的研究具有一定的代表性。ft西省充裕的自然资源为本省带来了一

定的经济效益，但在经济可持续增长的过程中也遇到了一定的生态、社会和经济难题，自然资源对经济增长的约束效应逐渐显著。ft西省通过采取一系列资源创新制度措施，资源开采和利用效率有所提高，经济增长过程中由此延伸的发展难题也部分得到了解决。中国其他地区，应结合本地的资源特征和经济发展状况，借鉴ft西省部分制度创新的经验，来推动本地经济的持续增长。