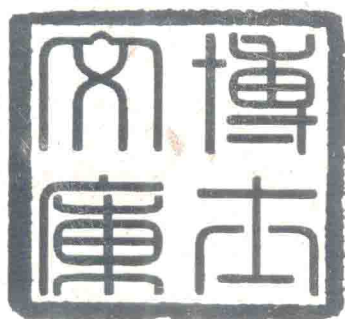




土地资源对 中国经济的“增长阻尼”研究

—— 基于改进的二级CES生产函数 | 杨 杨 著

TUDI ZIYUAN DUI ZHONGGUO JINGJI DE ZENGZHANG ZUNI YANJIU
JIYU GAIJIN DE ERJI CES SHENGCHAN HANSHU



海洋出版社



博士文库

土地资源对中国经济的 “增长阻尼”研究

——基于改进的二级 CES 生产函数

杨杨 著

海洋出版社

2014 年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

土地资源对中国经济的“增长阻尼”研究：基于改进的二级 CES 生产函数/杨杨著. —北京：海洋出版社，2014.8

ISBN 978 - 7 - 5027 - 8754 - 7

(博士文库)

I. ①土… II. ①杨… III. ①土地资源 - 影响 - 中国经济 - 经济增长 - 研究 IV. ①F124

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 294486 号



责任编辑：苏 勤

责任印制：赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路8号 邮编：100081

北京旺都印务有限公司印刷 新华书店发行所经销

2014年8月第1版 2014年8月北京第1次印刷

开本：787mm×1092mm 1/16 印张：8

字数：200千字 定价：40.00元

发行部：62132549 邮购部：68038093 总编室：62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

改革开放以来，中国经济维持了长达 30 多年的高速增长，与其相伴随的是社会经济发展对土地利用空间和土地产品的需求不断扩大。由于土地资源的自然供给是有限的，土地供给的紧缺性与社会经济需求的增长性之间失衡发展的态势日益显化，有限的土地资源已经成为制约中国经济长期增长的障碍。根据 Romer (2001) 的假说，每个国家都不可避免地会受到土地资源约束对经济的“增长阻尼”作用。如何定量测度符合中国土地资源特点的“增长阻尼”，对于土地资源宏观调控目标的制定具有重大战略意义，同时，强化土地资源约束问题的基础理论研究对推动中国经济走出土地资源瓶颈具有重要的现实意义。

通过对已有研究的梳理发现，将土地纳入完整生产函数分析框架的代表性文献十分有限。度量土地资源约束对经济增长的影响，可以借鉴 Romer (2001) “增长阻尼”的研究方法。但是，已有研究主要是基于 C-D 生产函数 (Cobb-Dauglas Function) 的模型框架，为了克服 C-D 生产函数替代弹性为 1、忽略技术进步以及规模报酬不变的缺陷，本书构建了改进的二级 CES 生产函数模型作为基础模型度量土地资源约束对经济增长的影响程度，同时，考虑到不同研究区域土地资源状况的差异，拓展了已有研究关于“存在土地资源约束”的假设，设置了“土地资源总量固定”、“土地资源紧缺状况更加严峻”和“土地资源紧缺状况有所缓解”三种情景假设。基于改进的二级 CES 生产函数，推导出在三种情景假设下，土地资源对经济的“增长阻尼”测算公式。

本书首先界定的研究时间范围为 1985—2005 年，空间范围

分为全国层面和省级层面两个层次；然后对数据进行整理，关键是界定了土地资源总量，将除了未利用土地以外的土地类型加总作为土地资源总量。

在对全国层面的实证研究中，严格按照计量经济学的参数估计方法以及检验方法进行参数估计，以保证“增长阻尼”测算公式中所用参数的数据质量。在对数据进行平稳性和协整检验之后，首先采用最小二乘法进行参数估计，估计结果发现解释变量之间存在着较为严重的多重共线性，本研究违背了应用最小二乘法进行参数估计的基本假设。为了克服多重共线性，本研究采用岭回归的方法进行参数估计。最后，根据1985—2005年间中国土地资源总量年均增长率0.638%的特点，选择“土地资源紧缺状况有所缓解”的情景假设3作为“存在土地资源约束”的假设条件。计量结果表明，土地资源约束对中国经济增长有着较大的影响，中国每年的经济增长速度比没有土地资源约束的情形降低了0.75%。

在对省级层面的实证研究中，按照与全国层面相同的逻辑，测算出了各省土地资源对经济的“增长阻尼”。重点是运用全局和局部空间自相关指数（Moran's I 和 Moran's I_i ）分析省级“增长阻尼”的全局空间关联关系与局部空间关联关系，同时也分析了省级“增长阻尼”的空间集聚中心与空间孤立点。研究结果表明，从总体上看，省级“增长阻尼”在全国范围内具有较好的空间结构性和空间关联性，呈现出显著的空间集聚模式；从局部上看，省级“增长阻尼”表现出十分明显的局部空间差异，表现出高—高关联类型的沿海指向性与低—低关联类型的内陆指向性，说明沿海地区土地紧约束的状况更为显著。

最后，基于土地资源“增长阻尼”的理论分析与实证研究，提出缓解土地资源约束对经济增长影响的路径选择，即依靠土地开发、整理、复垦和存量建设用地整理——“开源”；利用资本

和技术对土地资源的替代作用，节约与集约利用土地资源——“节流”，通过“重点省份调控”，缓解沿海地区土地紧约束的状况。这样的路径选择表明，未来中国经济发展仍将处于稳态的增长路径之上。

目 录

第1章 绪 论	(1)
1.1 研究动机与目的	(1)
1.1.1 研究动机	(1)
1.1.2 研究目的	(2)
1.2 研究方法	(3)
1.2.1 改进的二级 CES 生产函数	(3)
1.2.2 计量经济学方法	(4)
1.2.3 空间关联分析	(5)
1.3 技术路线与主要内容	(5)
1.3.1 技术路线	(5)
1.3.2 主要内容	(7)
1.4 几个重要概念	(9)
1.4.1 土地资源	(9)
1.4.2 经济增长	(9)
1.4.3 增长阻尼	(9)
第2章 文献综述	(10)
2.1 经济增长理论中土地资源观的演变	(10)
2.1.1 古典经济增长理论的土地资源观	(10)
2.1.2 新古典经济增长理论的土地资源观	(13)
2.1.3 内生经济增长理论的土地资源观	(16)
2.1.4 土地资源观演变的总结	(17)
2.2 “增长阻尼”模型的应用研究进展	(18)
2.2.1 “增长阻尼”概念研究	(18)
2.2.2 “增长阻尼”模型研究进展	(20)
2.3 文献评价及研究切入点	(26)
2.3.1 生产函数模型选择	(26)

2.3.2	“增长阻尼”的假设修正	(27)
2.3.3	土地资源总量界定	(27)
第3章	理论模型构建	(29)
3.1	模型构建	(29)
3.1.1	生产函数理论与模型	(29)
3.1.2	改进的二级 CES 生产函数模型构建	(39)
3.2	参数估计方法	(43)
3.2.1	CES 生产函数的参数估计方法	(43)
3.2.2	(K/T)/L 型生产函数的参数估计方法	(44)
3.2.3	(K/L)/T 型生产函数的参数估计方法	(44)
3.2.4	(T/L)/K 型生产函数的参数估计方法	(45)
3.3	“增长阻尼”测算方法	(46)
3.3.1	情景假设 1: 土地资源总量固定	(47)
3.3.2	情景假设 2: 土地资源紧缺状况更加严峻	(49)
3.3.3	情景假设 3: 土地资源紧缺状况有所缓解	(51)
3.4	本章小结	(53)
第4章	研究范围与数据整理	(54)
4.1	研究范围	(54)
4.1.1	时间范围	(54)
4.1.2	空间范围	(54)
4.2	数据整理	(54)
4.2.1	产出变量	(55)
4.2.2	土地资源变量	(57)
4.2.3	资本变量	(61)
4.2.4	劳动变量	(63)
4.2.5	变量交互作用项	(65)
4.3	本章小结	(67)
第5章	全国层面土地资源“增长阻尼”的实证分析	(68)
5.1	数据的平稳性与协整检验	(68)
5.1.1	数据的平稳性检验	(68)
5.1.2	数据的协整检验	(72)

5.2 参数估计及检验	(74)
5.2.1 普通最小二乘法	(74)
5.2.2 多重共线性问题	(77)
5.2.3 岭回归分析	(81)
5.3 全国“增长阻尼”测算及分析	(92)
5.3.1 “增长阻尼”测算	(92)
5.3.2 测算结果分析	(93)
5.4 本章小结	(95)
第6章 省级“增长阻尼”测算及空间关联分析	(96)
6.1 省级“增长阻尼”测算	(96)
6.2 空间关联分析方法	(97)
6.2.1 空间权重矩阵	(98)
6.2.2 全局空间自相关指数: Moran's I	(98)
6.2.3 局部空间自相关指数: Moran's I_i	(99)
6.3 省级“增长阻尼”空间关联的实证分析	(100)
6.3.1 全局空间关联	(100)
6.3.2 局部空间关联	(101)
6.4 本章小结	(106)
第7章 路径选择分析	(107)
7.1 开源	(107)
7.2 节流	(109)
7.3 重点省份调控	(110)
第8章 研究总结与展望	(112)
8.1 研究总结	(112)
8.2 研究展望	(113)
参考文献	(116)

第1章 绪 论

1.1 研究动机与目的

1.1.1 研究动机

人类经济活动与土地资源的关系是经济学研究的一个重要起点。古典经济学家将与农业生产直接相关的土地引入国民财富增加——这一早期经济增长问题的研究之中，进而分析土地对国民财富增加的影响。正如西奥多·W·舒尔茨所说，早期经济学家的一个众所周知的观点是把土地视为经济增长的一个制约因素^①。伴随着中国人口持续增长和城镇化、工业化的快速发展，必然引起对土地利用空间和土地产品需求的不断扩大，土地供给的紧缺性与社会经济需求的增长性之间失衡发展的态势将更加凸显（刘彦随，2002）。土地供给紧缺的现状会不会成为中国继续处于稳态增长路径之上的制约因素？土地资源约束究竟会对中国的经济增长造成多大的影响？这些问题激发了笔者的研究兴趣。

要说明这些问题，本研究首先引入“增长阻尼”这一概念。由于资源约束引致劳动力平均资源利用量的下降，从而使得经济增长速度比没有资源约束情况下的增长速度降低的程度可以定义为经济的“增长阻尼”。这样，就将土地资源约束对经济增长影响的问题转换为土地资源的“增长阻尼”问题。

通过对已有研究的梳理发现，将土地纳入完整生产函数分析框架的代表性文献十分有限，只有 Nordhaus（1992）、Romer（2001）、薛俊波等（2004）、谢书玲等（2005）、庞丽（2006）、余江等（2006）、杨杨等（2007）、刘耀彬等（2007）、崔云（2007）和雷鸣等（2007）对土地的经

^① 西奥多·W·舒尔茨，报酬递增的源泉，北京：北京大学出版社，2001：108。

经济增长制约效应进行了全面分析。在模型选择方面,除了杨杨等(2007)采用二级三要素 CES 生产函数(Constant Elasticity of Substitution Function)作为基础模型以外,其他研究的分析框架都是基于 C-D 生产函数模型(Cobb-Dauglas Function)。那么,应该选择哪一种生产函数形式?抑或,是否应该仅仅吸收已有研究的思想方法,放弃其分析框架,构造更符合研究对象特点的新模型?已有研究为了考察资源约束对经济增长的影响,将相应的资源变量引入经济模型中。本研究发现,即使采用了相同的生产函数分析框架,其推导出的“增长阻尼”表达式也是不同的。这不仅仅是因为模型中引入了不同的资源变量,最根本的原因在于已有研究的前提假设存在很大差别。那么,什么样的研究假设更合理呢?同时,实证研究中采用的数据必须满足模型对变量口径的需求。对于生产函数模型来说,作为解释变量的资本、劳动、土地资源等必须是投入到生产过程中的,对产出起作用的那部分生产要素。已有大部分研究将土地资源数据框定为“耕地、林业用地和可利用的草地面积三者之和”或“耕地面积”,这样的数据选择是否满足了模型对变量口径的需求呢?

综上,定量测度土地资源约束对经济增长的影响程度非常重要,在模型选择、假设修正和土地资源总量界定方面也需要深化研究。本研究的主要逻辑框架是:在模型选择方面,构建了改进的二级 CES 生产函数模型作为基础模型;假设在修正方面,为“存在土地资源约束”的情况设置了三种情景假设,可以根据研究区域的土地资源状况选择适合的情景假设;在土地资源数据范围界定方面,将除了未利用土地以外的土地资源加总作为土地资源总量。通过这三个方面的深入研究,尝试度量土地资源对中国经济的“增长阻尼”。

1.1.2 研究目的

综合以上的研究动机,本研究通过梳理和分析试图回答以下几个问题。

(1) 土地资源约束对中国经济增长的影响程度如何,“增长阻尼”有多大?

(2) 土地资源会不会成为中国经济平稳发展的制约因素?如果是,应该做出何种政策选择?

(3) 各省土地资源的“增长阻尼”是多少？它们在全国范围内是否具有较好的空间结构性和空间关联性？

(4) 各省“增长阻尼”的数值分布是否具有集聚性，如果有，怎样衡量这种集聚的强度？省级“增长阻尼”的局部空间差异在某种意义上是否是显著的，是否值得解释？

对上述问题的正确解答需要强有力的论证，尤其要有符合中国土地资源特点的定量分析。本研究基于改进的二级 CES 生产函数，度量可能更符合中国土地资源特点的“增长阻尼”，以此来衡量土地资源约束对我国经济增长的真实影响程度。

1.2 研究方法

1.2.1 改进的二级 CES 生产函数

生产函数选择得恰当与否，直接关系到整个模型对政策的模拟效果和分析力度。已有学者主要是基于 C-D 生产函数度量资源约束对经济增长的影响程度，然而，C-D 生产函数要素替代弹性为 1 的假设具有缺陷。因此，本研究放弃 C-D 生产函数的模型框架，构建改进的二级 CES 生产函数作为基础模型。在这个模型中，要素间替代弹性各不相同，并且考虑了技术进步以及可变的规模报酬。改进的二级 CES 生产函数在理论上存在以下三种形式。

$$(K/T) / L \text{ 型: } Y = A_0 e^{\lambda t} [\beta(\alpha K^{-\rho_1} + (1 - \alpha) T^{-\rho_1})^{\frac{\rho}{\rho_1}} + (1 - \beta) L^{-\rho}]^{-\frac{m}{\rho}};$$

$$(K/L) / T \text{ 型: } Y = A_0 e^{\lambda t} [\beta(\alpha K^{-\rho_1} + (1 - \alpha) L^{-\rho_1})^{\frac{\rho}{\rho_1}} + (1 - \beta) T^{-\rho}]^{-\frac{m}{\rho}};$$

$$(T/L) / K \text{ 型: } Y = A_0 e^{\lambda t} [\beta(\alpha T^{-\rho_1} + (1 - \alpha) L^{-\rho_1})^{\frac{\rho}{\rho_1}} + (1 - \beta) K^{-\rho}]^{-\frac{m}{\rho}}。$$

在 (K/T) / L 型改进的二级 CES 生产函数中，

$$\text{第一级为: } Y_{KT} = [\alpha K^{-\rho_1} + (1 - \alpha) T^{-\rho_1}]^{-\frac{1}{\rho_1}};$$

$$\text{第二级为: } Y = A_0 e^{\lambda t} [\beta Y_{KT}^{-\rho} + (1 - \beta) L^{-\rho}]^{-\frac{m}{\rho}};$$

其中，第一级的投入要素包括资本 K 和土地资源 T 两个变量，两者间的替代弹性（组内）为 $\sigma_1 = 1/(1 + \rho_1)$ ；在第二级中，资本 K 与土地资

源 T 的组合要素 Y_{KT} 与劳动 L 再组合形成 CES 生产函数, Y_{KT} 与 L 的替代弹性 (组间) 为 $\sigma = 1/(1 + \rho)$; λ 是广义技术进步速率; $A_0 e^{\lambda t}$ 表示由于时间 t 的推移, 生产过程中技术水平不断提高使得产值继续增加的倍数 (陈舜麟, 1990); α 和 β 是分配系数, $0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1$; ρ, ρ_1 为替代参数, 满足 $\infty > \rho_1 > -1, \infty > \rho > -1$; m 是规模报酬参数, 当 $m = 1 (< 1, > 1)$ 时, 表明研究对象规模报酬不变 (递减, 递增)。

关于模型构建以及模型数理性质的详细说明参见第 3 章。

1.2.2 计量经济学方法

本研究采用的计量经济学方法, 具体地来说就是对回归模型的参数估计方法。对于线性回归模型或者可以进行线性变换的非线性回归模型, 模型估计的任务是用回归分析的方法估计模型的参数。其中, 最常用的估计方法是普通最小二乘法 (Ordinary Least Square, OLS)。应用普通最小二乘法 (OLS) 进行参数估计时需要注意的一个问题是, 为保证参数的估计值具有良好的性质, 通常对模型提出若干个基本假设。

假设 1: 解释变量 $x_1, x_2, \dots, x_k$ 是确定性变量, 不是随机变量, 而且解释变量之间互不相关。

假设 2: 随机误差项具有 0 均值和同方差。

$E(\mu_i) = 0, i = 1, 2, \dots, n$, 其中 E 表示均值或期望; $\text{Var}(\mu_i) = \sigma_\mu^2, i = 1, 2, \dots, n$ 方差。

假设 3: 随机误差项在不同样本点之间是独立的, 不存在序列相关。
 $\text{Cov}(\mu_i, \mu_j) = 0, i \neq j; i, j = 1, 2, \dots, n$, 其中, Cov 表示协方差。

假设 4: 随机误差项与解释变量之间不相关。

$\text{Cov}(x_{ij}, \mu_j) = 0, j = 1, 2, \dots, k, i = 1, 2, \dots, n$

假设 5: 随机误差项服从 0 均值、同方差的正态分布。

$\mu_i: N(0, \sigma_\mu^2), i = 1, 2, \dots, n$

在建立模型的过程中, 除了基本假设 5 以外, 对模型是否满足假设需要进行检验。对于基本假设 5, 根据中心极限定理, 当样本容量趋于无穷大时, 对于任何实际模型, 都是满足的。

如果模型满足这些基本假设,应用普通最小二乘法 (OLS) 可以得到无偏的、有效的参数估计量;如果模型不满足这些基本假设,普通最小二乘法就不再适用,而要开发其他方法来估计模型。例如,在第 5 章中,通过方差膨胀因子 (Variance Inflation Factor, VIF) 进行判定时发现,回归变量之间存在着严重的多重共线性,违背了解释变量之间互不相关的基本假设 1,因此就不能简单地采用最小二乘法,需要采用岭回归方法克服多重共线性。具体的参数估计以及检验见第 5 章。

1.2.3 空间关联分析

空间关联分析以空间关联测度为核心,通过检验空间位置上某要素观测值是否显著地与其相邻空间点上的观测值相关联,描述现象的空间分布格局并将其可视化,以此发现空间集聚和空间异常,识别区域空间差异扩大或缩小的变化趋势,更为重要的是揭示研究对象之间的空间相互作用机制 (Anselin, 1999)。目前普遍采用 Moran's I 指数和 Moran's I_i 指数研究区域总体和局部的空间关联程度 (Anselin, 1995)。Moran's I 指数和 Moran's I_i 指数的定义如下。

$$\text{Moran's } I: I = \frac{m}{\sum_{i=1}^m \sum_{j \neq 1}^m w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j \neq 1}^m w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}$$

$$\text{Moran's } I_i: I_i = (y_i - \bar{y}) \sum_{j=1}^m w_{ij} (y_j - \bar{y})$$

在第 6 章省级“增长阻尼”测算及空间关联分析中,本研究应用了总体空间自相关指数 Moran's I 和局部空间自相关指数 Moran's I_i 。同时,借助 Moran's I 散点图和 LISA 集聚图使分析结果可视化,方法介绍参看本书第 6 章。

1.3 技术路线与主要内容

1.3.1 技术路线

本研究以改进的二级 CES 生产函数为基础模型,度量了全国以及省级

土地资源对经济的“增长阻尼”，同时，在省级层面上，探讨了省级“增长阻尼”的空间关联关系，主要的步骤如下。

(1) 通过文献梳理，发现了本研究的三个切入点，即生产函数模型选择、假设修正和土地资源总量界定三个方面。

(2) 模型选择：吸收已有研究的思想方法，放弃 C-D 生产函数模型的分析框架，构造更符合研究对象特点的新模型——改进的二级 CES 生产函数。

(3) 假设修正：考虑到“土地资源数量固定”的假设或“土地资源按照一定比例增长”的假设并不能将研究区域可能存在的土地资源的特点一一囊括。本研究对“存在土地资源约束”的研究假设设置了三种情景，即土地资源总量固定 [$\dot{T}(t) = 0$]；土地资源紧缺状况更加严峻 [$\dot{T}(t) = -cT(t)$, $c > 0$]；土地资源紧缺状况有所缓解 [$\dot{T}(t) = dT(t)$, $d > 0$]，以便更全面地分析研究区域可能存在的情景。

(4) 土地资源总量界定：已有大部分研究将土地资源数据框定为“耕地、林业用地和可利用的草地面积三者之和”或“耕地面积”，通过“土地资源”概念的考证，以及根据变量的一致性对应原则，本研究将除了未利用土地以外的土地资源加总作为土地资源总量。

(5) “增长阻尼”的测算方法研究：首先探讨了改进的二级 CES 生产函数的参数估计方法，在此基础上，针对“存在土地资源约束”的三种情景假设，分别推导出了“增长阻尼”的测算公式，为全国层面以及省级层面的实证研究提供了方法支持。

(6) 全国层面的实证研究：对数据的平稳性以及协整性进行检验之后，采用最小二乘法 (OLS) 进行参数估计，结果发现解释变量之间存在着较为严重的多重共线性，违背了应用最小二乘法 (OLS) 进行参数估计的基本假设。为了克服多重共线性，采用岭回归的方法进行参数估计，最后根据“增长阻尼”的测算方法，度量了全国土地资源对经济的“增长阻尼”。

(7) 省级层面的实证研究：采用与 (6) 同样的方法测算出了全国 31 个省、自治区、直辖市（不包括香港、澳门和台湾）的“增长阻尼”。基于计算结果对省级“增长阻尼”的空间关联进行分析，以考察其空间关联

模式。

(8) 路径选择分析。综合考察全国以及省级层面的研究结果，揭示“增长阻尼”测算结果及其空间关联模式中隐含的各种有价值信息，以期为我国土地资源保护政策提供一个全新的理论检验与实证解释。

具体的技术路线如图 1.1 所示。

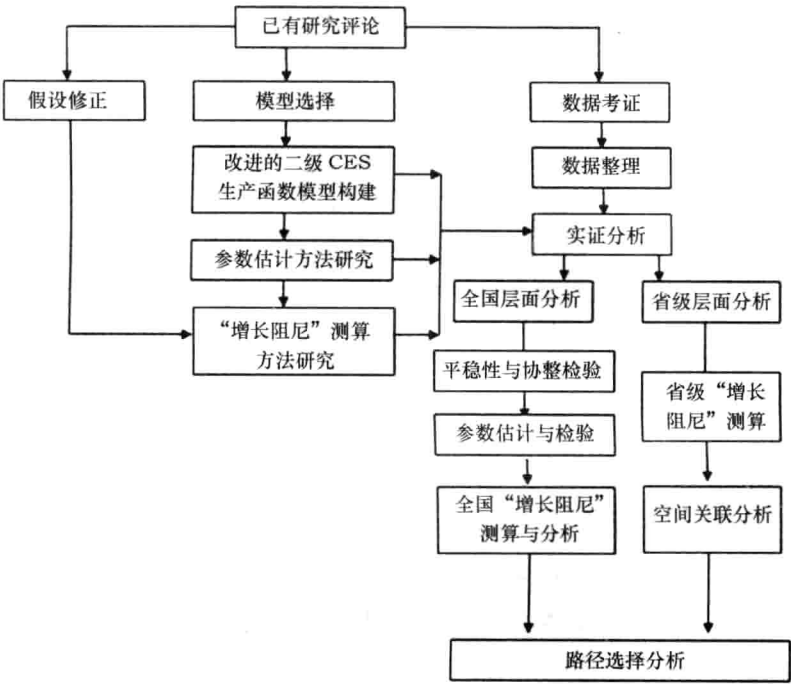


图 1.1 技术路线

1.3.2 主要内容

主要内容包括以下八个部分。

第一部分：绪论。包括研究动机与研究目的，采用的研究方法和模型，研究的技术路线与主要内容，为了便于说明，给出几个重要概念的定义。

第二部分：文献综述。包括经济增长理论中土地资源观的演变以及“增长阻尼”模型的应用研究进展等内容。通过对已有文献的评价，提出了研究的三个切入点，即生产函数模型选择、假设修正和土地资源总量

界定。

第三部分：理论模型构建。该部分是本研究的关键，是实证分析的理论基础，包括基础模型构建、参数估计方法和“增长阻尼”测算方法三个方面。在基础模型构建部分，用了大量笔墨阐述为什么选择改进的二级 CES 生产函数模型。基于构建的基础模型，探讨了该生产函数的线性化方法。最后，为“存在土地资源约束”的情况设置了三种情景假设，即“土地资源总量固定”、“土地资源紧缺状况更加严峻”、“土地资源紧缺状况有所缓解”。同时，根据 Romer（2001）的理论模型推导出三种函数形式在三种假设下的九个“增长阻尼”表达式。

第四部分：研究范围与数据整理。首先界定了本研究的时间范围与空间范围，接着对变量数据进行整理。数据整理部分给出了产出变量（ Y ）、土地资源变量（ T ）、资本变量（ K ）和劳动变量（ L ）的统计定义或经济定义，并对变量数据进行了一般的统计性描述。其中，比较重要的工作是对土地资源总量进行界定，阐述了为什么将除了未利用土地以外的土地资源加总作为土地资源总量。

第五部分：全国层面土地资源“增长阻尼”的实证分析。对数据的平稳性以及协整性检验之后，采用最小二乘法进行参数估计，结果发现解释变量之间存在着较为严重的多重共线性，违背了应用最小二乘法进行参数估计的基本假设。为了克服多重共线性，采用岭回归的方法进行参数估计，着重探讨了岭参数的选取方法。对参数估计结果进行检验，发现三种类型的模型参数均通过了经济学和统计学检验。最后根据中国土地资源的实际特点，选择情景假设 3 作为“存在土地资源约束”的假设条件，分别度量了三种函数类型对应的“增长阻尼”，而以其算术平均值作为全国层面土地资源对经济的“增长阻尼”。

第六部分：省级“增长阻尼”测算及空间关联分析。采用与第五部分同样的方法框架，测算出全国 31 个省、自治区、直辖市（不包括香港、澳门和台湾）的“增长阻尼”。应用总体空间自相关指数 Moran's I 和局部空间自相关指数 Moran's I_i ，考察省级“增长阻尼”的空间关联关系。

第七部分：路径选择分析。通过对比采用不同生产函数模型框架得到的结论，从数理角度，阐述缓解土地资源约束对经济增长影响程度的路径选择。