

---

密级: (涉密论文填写密级, 公开论文不填写)



**中国科学院大学**  
University of Chinese Academy of Sciences

## 硕士学位论文

土地利用-生态环境-社会经济耦合协调度研究——以深圳市为例

作者姓名: 韦艳莹

指导教师: 董祚继 教授

中国科学院大学经济与管理学院

学位类别: 经济学硕士

学科专业: 自然资源管理

研究所: 中国科学院经济与管理学院

2022 年 6 月

---

**Study on coupling coordination degree of land use, ecological  
environment and social economy: A case study of Shenzhen**

**A Thesis Submitted to  
University of Chinese Academy of Sciences  
In partial fulfillment of the requirement  
For the degree of  
Doctor/Master of Economic**

**By  
Wei Yanying  
Thesis Supervisor: Professor Dong Zuoji  
Associate Supervisor :**

**School of Economics and Management**

**June 2022**

---

## 中国科学院大学

### 研究生学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文是本人在导师的指导下独立进行研究工作所取得的成果。尽我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对论文所涉及的研究工作做出贡献的其他个人和集体，均已在文中以明确方式标明或致谢。

作者签名：

日 期：

## 中国科学院大学

### 学位论文授权使用声明

本人完全了解并同意遵守中国科学院有关保存和使用学位论文的规定，即中国科学院有权保留送交学位论文的副本，允许该论文被查阅，可以公布该论文的全部或部分内容，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存、汇编本学位论文。

涉密的学位论文在解密后适用本声明。

作者签名：

导师签名：

日 期：

日 期：



## 摘要

二战以来,人口爆炸式增长,工业化、城镇化进程加快,导致建设用地过快扩张、边际土地大量开发、土地退化和污染严重,人地供需矛盾日益尖锐。在此背景下,土地集约利用问题成为地理学、经济学、农学、生态环境生态学等学科的热议话题。土地集约利用面临的突出问题和挑战之一,是如何处理土地利用与生态环境保护、社会经济发展的关系,既要保证当前经济增长和民生改善,又要保障长期可持续发展,促进生态系统良性循环。

中国现行的城市土地集约利用制度面临着巨大的挑战,政府需要根据其社会经济发展水平和土地利用状况,制定一系列城市土地集约利用指南,以实现经济的高质量持续增长。本文运用多学科相关理论,研究了土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合协调度以及是什么在影响复合系统的耦合协调度,并以此指导土地利用-生态环境-社会经济系统的可持续发展。

与传统单因素、单向分析方法不同,本文提出了复合系统协调度测算,再结合传统的耦合协调度计算公式,得到改进的土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调度计算方法。首先,本文分析了土地利用与生态环境、社会经济各维度之间的互动关系和互动机制。其次,在分析土地利用与生态环境、社会经济相关理论研究的基础上,基于系统论的思想,将“土地利用-生态环境-社会经济”作为一个系统整体考虑,运用主成分分析对土地利用与生态环境、社会经济互动作用机制进行定量研究,刻画土地利用对社会经济和生态环境的影响和社会经济、生态环境对土地利用规模和结构的影响。然后,以全国土地利用集约程度最高、用地最为紧张的深圳市为例,测算其土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合度、协调度和耦合协调度,计算发现深圳市近十年来土地利用-生态环境-社会经济复合系统保持在初级耦合阶段,在此基础上,根据计算出的度量指标,通过灰色关联分析复合系统间和各系统内部分析计算结果的成因,发现影响复合系统耦合协调度的子系统排序为土地利用子系统、生态环境子系统、社会经济子系统,基于系统排序,再对子系统内部因素进行排序,以分析各子系统内部的因素影响耦合度、协调度、耦合协调度的程度,以此提议深圳市应大力开发土地利用空间、严格控制新增建设用地、扩大土地资源市场

配置范围。最后，根据“深圳模式”的经验，对中国土地利用-社会经济-生态环境系统耦合程度处于较低水平这一问题提出要依靠科技创新破解自然资源总量减少的难题、要合理调整土地利用结构、要协调城乡发展等建议。

**关键词：**土地利用，主成分分析，系统论，熵权法，耦合协调度，灰色关联分析

## ABSTRACT

Since world War II, explosive population growth and accelerated industrialization and urbanization have led to rapid expansion of construction land, massive development of marginal land, serious land degradation and pollution, and increasingly acute contradiction between supply and demand of human land. In this context, land intensive use has become a hot topic in geography, economics, agriculture, eco-environmental ecology and other disciplines. One of the most prominent problems and challenges facing intensive land use is how to deal with the relationship between land use, ecological and environmental protection, and social and economic development, so as to ensure current economic growth and improvement of people's livelihood while ensuring long-term sustainable development and promoting a virtuous cycle of the ecosystem.

China's current urban land intensive use system is facing great challenges. The government needs to formulate a series of urban land intensive use guidelines according to its socio-economic development level and land use status, so as to achieve high-quality and sustainable economic growth. In order to provide guidance for the coordinated development of land use, ecological environment and social economy in China, this paper studies the coupling coordination degree of land use, ecological environment and social economy complex system and what affects the coupling coordination degree of the complex system by using multi-disciplinary related theories.

Different from the traditional single-factor and one-way analysis method, this paper proposed the calculation method of coordination degree of composite system, combined with the traditional calculation formula of coupling coordination degree, and got the improved calculation method of coupling coordination degree of land use-eco-environment-social economic system. Firstly, this paper analyzes the interactive relationship and mechanism between land use and ecological environment, social economy. In the second place, on account of the analysis of land use and ecological

environment, social economy, on the basis of relevant theoretical study, based on the idea of system theory, the "land use, ecological environment and society economy" as a system as a whole to consider, using the principal component analysis to land use and ecological environment, social and economic interaction mechanism to implement the quantitative research. Explain the impact of land use on social economy and ecological environment and the impact of social economy and ecological environment on the scale and structure of land use. And then to the highest level of intensive land use, land is the most nervous of shenzhen city as an example, determine the land use, ecological environment and society economic compound system coupling and coupling coordination degree, calculating the shenzhen in nearly a decade of land use, ecological environment and society economic compound system remain in the primary phase coupling, based on this, According to calculate metrics, through gray correlation analysis between compound system and the system analysis of the causes of the calculation results, found that affect the coupling coordination degree of compound system of sorting for the land use subsystem, ecological subsystem, economic subsystem, social sorting based on the system, and internal factors to sort of subsystems, Based on the analysis of the degree of coupling degree, coordination degree and coupling coordination degree affected by the factors in each subsystem, it is suggested that Shenzhen should vigorously develop land use space, strictly control the newly added construction land and expand the allocation scope of land resources market. Finally, based on the experience of "Shenzhen model", some suggestions are proposed to solve the challenge that the coupling degree of land use, social economy and ecological environment system in China is at a low level, such as relying on scientific and technological innovation to solve the problem of the reduction of total natural resources, rationally adjusting the structure of land use, and coordinating urban and rural development.

**Key Words:** Land use, Principal component analysis, System Theory, Entropy method, Coupling and coordination, grey correlation analysis



## 目 录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究意义.....	2
1.2.1 理论意义.....	2
1.2.2 实践意义.....	2
1.3 研究目标与内容.....	3
1.3.1 研究目标.....	3
1.3.2 研究内容.....	3
1.4 研究方法、研究思路及技术路线.....	4
1.4.1 研究方法.....	4
1.4.2 研究思路及技术路线.....	5
1.5 创新之处.....	7
第 2 章 相关研究概述.....	9
2.1 相关概念的界定.....	9
2.1.1 土地.....	9
2.1.2 土地利用.....	10
2.1.3 耦合经济.....	12
2.2 基本理论.....	13
2.2.1 系统论.....	13
2.2.2 协同理论.....	13
2.2.3 经济控制论.....	15
2.2.4 经济地理学理论.....	16
2.2.5 人地共生理论.....	16
2.2.6 土地可持续利用理论.....	17
2.3 国外土地利用相关研究概述.....	18
2.4 国内土地利用相关研究概述.....	19

2.5 国外耦合协调度相关研究 .....	21
2.6 国内耦合协调度相关研究 .....	22
2.7 研究进展评述 .....	23
<b>第 3 章 土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调度模型 .....</b>	<b>25</b>
3.1 土地利用、社会经济与生态生态环境系统的关系 .....	25
3.2 土地利用-生态环境-社会经济系统协调度模型的构建及评价指标体系设计 .....	26
3.2.1 土地利用-生态环境-社会经济系统指标体系的构建 .....	26
3.2.2 主成分分析的原理 .....	27
3.2.3 土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合协调度的测算与评价 .....	29
3.3 本章小结 .....	34
<b>第 4 章 土地利用-生态环境-社会经济耦合协调度实证分析 .....</b>	<b>35</b>
4.1 数据来源 .....	35
4.2 深圳市土地利用-生态环境-社会经济评价指标体系 .....	35
4.3 深圳市 2010~2019 年土地利用-生态环境-社会经济概况 .....	39
4.3.1 深圳市 2010~2019 年土地利用概况 .....	39
4.3.2 深圳市 2010~2019 年社会经济概况 .....	40
4.3.3 深圳市 2010~2019 年生态环境概况 .....	41
4.4 深圳市 2010~2019 年系统耦合协调度的计算 .....	43
4.4.1 深圳市 2010~2019 年系统指标权重的计算 .....	43
4.4.2 深圳市 2010~2019 年复合系统协调度测算 .....	50
4.4.3 深圳市 2010~2019 年复合系统耦合度测算 .....	50
4.4.4 深圳市 2010~2019 年复合系统耦合协调度测算 .....	51
4.5 系统耦合协调综合分析 .....	55
4.5.1 灰色关联分析原理 .....	55
4.6 深圳市耦合协调度影响因素分析 .....	56
4.6.1 土地利用子系统 .....	57
4.6.2 生态环境子系统 .....	58
4.6.3 社会经济子系统 .....	59
4.6.4 对深圳市现况的建议 .....	60

4.6.5 “深圳模式”对全国土地利用-生态环境-社会经济带来的启示 .....	63
4.7 本章小结 .....	65
第 5 章 结论与展望 .....	67
5.1 结论 .....	67
5.2 研究局限性及下一步研究方向 .....	68
5.3 展望 .....	68
参考文献.....	71
致 谢.....	79
作者简历及攻读学位期间发表的学术论文与研究成果 .....	81

## 图片目录

图 1.1 全文技术路线图.....	6
图 2.1 人口与土地利用关系图.....	11
图 2.2 土地利用系统图.....	12
图 4.1 评价体系主成分分析图.....	36
图 4.2 深圳市 2010~2019 年土地利用情况.....	39
图 4.3 深圳市 2010~2019 年 GDP.....	40
图 4.4 深圳市 2010~2019 年部分行业产值.....	40
图 4.5 深圳市 2010~2019 年人口数量.....	41
图 4.6 深圳市 2010~2019 年工业二氧化硫、烟尘排放量.....	42
图 4.7 深圳市 2010~2019 年工业固体废物、废水排放量.....	42
图 4.8 系统协调等级与土地利用结构对比图.....	61
图 4.9 2015 年深圳市土地利用结构图.....	62

## 表格目录

表 2.1 不同领域对土地的定义.....	9
表 3.1 复合系统协调度等级划分标准.....	32
表 3.2 复合系统耦合度等级划分标准.....	33
表 3.3 复合系统耦合协调度等级划分标准.....	33
表 4.1 评价体系表.....	37
表 4.2 标准化结果.....	43
表 4.3 归一化结果.....	44
表 4.4 土地利用-生态环境-社会经济系统信息熵.....	46
表 4.5 土地利用-生态环境-社会经济系统各级指标权重.....	49
表 4.6 2010~2019 年深圳市三系统协调度.....	50
表 4.7 2010~2019 年深圳市三系统耦合度.....	51
表 4.8 2010~2019 年深圳市三系统耦合协调度.....	52
表 4.9 2010~2019 年深圳市三系统指数.....	52
表 4.10 指数相关系数表.....	53
表 4.11 综合指数与度量指数关联度.....	56
表 4.12 土地利用子系统与度量指数关联度.....	57
表 4.13 生态环境子系统与度量指数关联度.....	58
表 4.14 社会经济子系统与度量指数关联度.....	59
表 4.15 2019 年 GDP 十强城市居住用地占比情况.....	64



## 第 1 章 绪论

### 1.1 研究背景

《管子·水地》有云：“地者，万物之本原，诸生之根菀也，美恶、贤不官、愚俊之所生也。”土地是农业生产发展的基础，是生产力发展进程中的重要劳动资料，是人类生存和一切生产生活的根基所在。第二次世界大战以后，人口爆炸式增长，工业化和城镇化进程加快，导致大量边际土地掠夺式开发、生态土地和农用地大量减少、土地污染和退化加重，人地矛盾日益突出。如何合理、持续利用土地，成为地理学、经济学、农学、生态学、管理学等学科热议的话题。

观察中国经济，土地已然成为一个促进中国经济腾飞的不可或缺的资本要素。近几十年来，中国国民经济发展迅速，然而，随着人地矛盾的加剧和城市化进程的推进，城市空间结构和布局发生了巨大的变化，城市无序扩张和土地的粗放式利用现象愈加严重，而长久以来的粗放型经济造成了土地资源的高损耗、低效益，浪费巨大。土地资源的稀缺性和不可移动、不可扩大的特性，不仅导致与土地相关的上下游产业链受到影响，还通过一系列机制影响经济增长，节约集约利用土地成为推动高质量发展的必由之路和重大举措。经济学作为研究资源要素优化配置和价值创造的一门学科，将提高资源利用效率视为保证经济增长的必要前提。

近几十年来，在城镇化战略的推动下，中国已从“农业大国”转变为“工业大国”，经济增长对土地的依赖也愈加严重，同时推进生态文明建设也依赖土地更好发挥基础性作用。因此，在中国迈入经济高质量增长阶段，探索土地利用与生态环境、经济发展之间的关系，成为理论和现实亟待解决的问题。目前，有关土地利用、生态环境、社会经济的研究，多为单变量的单向研究，不能很好地从整体上呈现土地利用与生态环境、社会经济之间的关系，不利于协调土地利用规划和经济发展规划。土地利用与生态环境、社会经济之间相互联系、相互制约，是一个开放的自然、社会、经济复杂系统，这正是本文的研究空间。

## 1.2 研究意义

### 1.2.1 理论意义

本文建立了土地利用-生态环境-社会经济耦合协调度模型，并用关联分析各子系统及子系统内部与耦合度、协调度、耦合协调度的关联程度，具有一定的理论意义：首先，为土地利用与生态环境、社会经济耦合协调关系的建立和评价提供参考。其次，通过建立土地利用、生态环境、社会经济耦合协调关系指标体系，科学量化土地利用与生态环境、社会经济的耦合协调关系。最后，揭示了土地利用、生态环境、社会经济系统相互作用的复杂关联，为土地利用、社会经济和生态环境相关决策和管理提供基础理论支持。

### 1.2.2 实践意义

本文将土地利用-生态环境-社会经济耦合协调度模型应用于深圳市，并用关联分析分析深圳市各子系统及子系统内部与耦合度、协调度、耦合协调度的关联程度，有一定的实践价值：

一是有利于正确处理土地开发与土地保护的关系，保障土地资源可持续利用。土地是一种具有生产、生活、生态多功能的资源，它既可以满足人类的生存需要，又可以作为生产资料而为人类所利用，同时还是自然生态环境的本底条件。现实中着眼经济利益的单一利用，不仅透支了土地资源承载力，也造成土地退化、土地污染等一系列生态环境问题。只有合理开发、利用、改造和保护土地，保持土地利用的合理比例，才能在土地利用过程中实现土地开发利用保护和可持续发展的目标，而这有赖于客观认识和正确处理土地利用-生态环境-社会经济系统的耦合协调关系。

二是有利于正确处理土地利用、生态环境、社会经济之间的关系，促进经济高质量可持续发展。中国继续经历着快速的工业化和城市化，这推动了农村到城市的重大土地转变，并带来了严重的环境问题。中国土地利用政策的波动性和复杂性，以及生态环境保护 and 粮食供应的迫切需求，对土地利用的长期规划和可持续性提出了巨大挑战，土地利用问题已逐渐上升为能否实现高质量可持续发展的关键问题。研究土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调关系，寻求土地利用-生态环境-社会经济一系列关联问题的系统解决方案，有利于在



保障土地可持续利用、生态系统良性循环的基础上，促进经济高质量可持续发展。

### 1.3 研究目标与内容

#### 1.3.1 研究目标

在中国迈入经济高质量增长阶段，探索土地利用与生态环境、经济发展之间的关系，成为理论和现实亟待解决的问题。目前，有关土地利用、生态环境、社会经济的研究，多为单变量的单向研究，不能很好地从整体上呈现土地利用与生态环境、社会经济之间的关系，不利于协调土地利用规划和经济发展规划。土地利用与生态环境、社会经济之间相互联系、相互制约，是一个开放的自然、社会、经济复杂系统，研究土地利用-生态环境-社会经济的耦合协调关系以及是什么因素在影响系统的耦合度、协调度、耦合协调度在理论和现实上有着重要作用。

本研究的主要目标是构建一个土地利用-生态环境-社会经济的耦合协调度模型，并识别在不同的土地利用、生态环境、社会经济情景下的系统耦合度大小。研究目标是更好地理解土地利用、生态环境、社会经济之间的关系，并确定可能适用于中国土地利用、生态环境、社会经济耦合协调度评价的一般模式。

本文主要从两个方面研究土地利用-生态环境-社会经济耦合协调度。一是研究建立科学合理的土地利用与生态环境、社会经济耦合协调度评价指标体系和评价模型，界定土地利用与生态环境、社会经济之间的关系，并分析土地利用、生态环境、社会经济是影响系统耦合度的程度。二是将此评价体系和模型应用于深圳市土地利用-生态环境-社会经济协调评价工作中，计算出深圳市土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调度，以此为参考提出相应建议。

#### 1.3.2 研究内容

通过评价土地利用变化导致的生态、经济、社会变化，建立耦合协调发展模型，计算出土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合度、协调度和耦合协调度，为地区协调发展提供建议。

根据研究目标，对土地利用-生态环境-社会经济耦合协调度的研究内容主

要包括以下几个方面：一是对土地利用-生态环境-社会经济系统协调发展内涵、理论、现实需要进行集成分析，梳理国内外土地利用-社会经济发展-生态环境系统协调度研究进展。二是构建土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调度的评价指标体系，建立土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调度模型。三是利用构建的评价指标体系和建立的耦合协调度模型对深圳市土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调度进行评价，用灰色关联分析分析各子系统和子系统内部对耦合协调度计算结果的影响程度。最后，根据计算和分析结果提出提升深圳市土地利用-生态环境-社会经济系统协调度的对策建议。

## 1.4 研究方法、研究思路

### 1.4.1 研究方法

本文采用文献研究法、定性分析、定量分析、统计分析、系统分析和模型分析等方法开展研究。

文献研究法。在理论分析部分，首先对国内外研究现状进行综合，界定相关概念，明确研究目的。其次，参考相关文献资料，阐明国内外相关领域的科研成果、研究概况以及相关的国内规章制度和政策背景，对所研究的问题形成客观认识和深层理解。

定性分析与定量分析相结合。定量分析是对事物的定量研究，定性分析是对事物本质的研究。通过定性分析可以发现事物的本质和必然的联系，揭示事物运行的规律；通过定量分析,可以准确地控制对抗的需求。在土地资源利用和管理中，定性分析与定量分析相结合是非常重要的方法。本文采用定性和定量分析相结合的方法，揭示土地利用与生态环境、社会经济数量表现、质性关系及其变化。

统计分析法。通过收集整理土地利用、生态环境、经济发展等相关统计数据，利用相关软件进行描述性统计和分析，揭示土地利用、经济增长和生态环境指标演变的规律和发展趋势，为案例分析奠定基础。

系统分析方法。影响土地利用变化的各因素并不是独立的，而是相互影响、相互联系、相互因果的。因此，本文将土地利用与生态环境、经济发展视为一

个系统，研究分析土地利用变化与生态环境、社会经济的互动作用和耦合协调关系。

模型分析法。模型分析法是指在剖析问题的过程中，运用数学推理的方式，直观表现研究对象变化过程的方法。本文通过收集数据，分析土地利用、社会经济、生态环境的状况，构建评价指标体系，在此基础上运用数据标准化模型、熵值法、综合指数模型来表现土地利用、社会经济和生态环境的变化情况，通过耦合协调发展模型展现各系统的耦合协调状况。

#### 1.4.2 研究思路

本文以多学科理论为基础，重点将经济学相关理论与系统论相结合，研究土地利用-生态环境-社会经济系统的相互作用及互动机制。通过对土地利用-生态环境-社会经济系统内部要素的分析，建立土地利用-生态环境-社会经济系统模型，提出土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调的框架。本文从下面四点展开研究：

第一部分（第 1、2 章）：这两章分别对国内外相关研究和相关理论做了概述。第一章为绪论部分，主要为研究背景的介绍、与论文研究相关研究的概述、涉及论文相关概念的界定及基本理论的阐述。根据研究的背景和意义，着重探讨研究方法，结合中国土地利用基本情况和深圳市土地利用、生态环境和社会经济发展的实际，界定相关概念和理论，为研究奠定基础。

第二部分（第 3 章）：土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调度理论机制研究。通过分析土地利用、生态环境与社会经济之间的相互联系，利用主成分分析法筛选评价指标，通过熵权法计算权重，利用系统论和耦合协调度的理念方法构建土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调度模型。

第三部分（第 4 章）：将上述模型方法应用到深圳市土地利用变化与生态环境和社会经济协调发展的评价，该评价是以生态效益和社会效益为主，兼顾经济效益，以实现区域社会、经济、自然协调发展为目标的一项综合性评价工作。本文以收集到的深圳市数据为基础，对评价协调关系的指标体系进行了评价，并用熵值法确定了指标权重，建立耦合协调度评价模型。然后计算评价指标体系与耦合度、协调度和耦合协调度的关联程度，为深圳市和全国提高耦合度、

协调度和耦合协调度的方向提供理论支持和实践参考。

第四部分（第 5 章）：结论与展望。总结前文的不足，并为后续研究工作提出改进方向。

本文技术路线图如图 1.1 所示

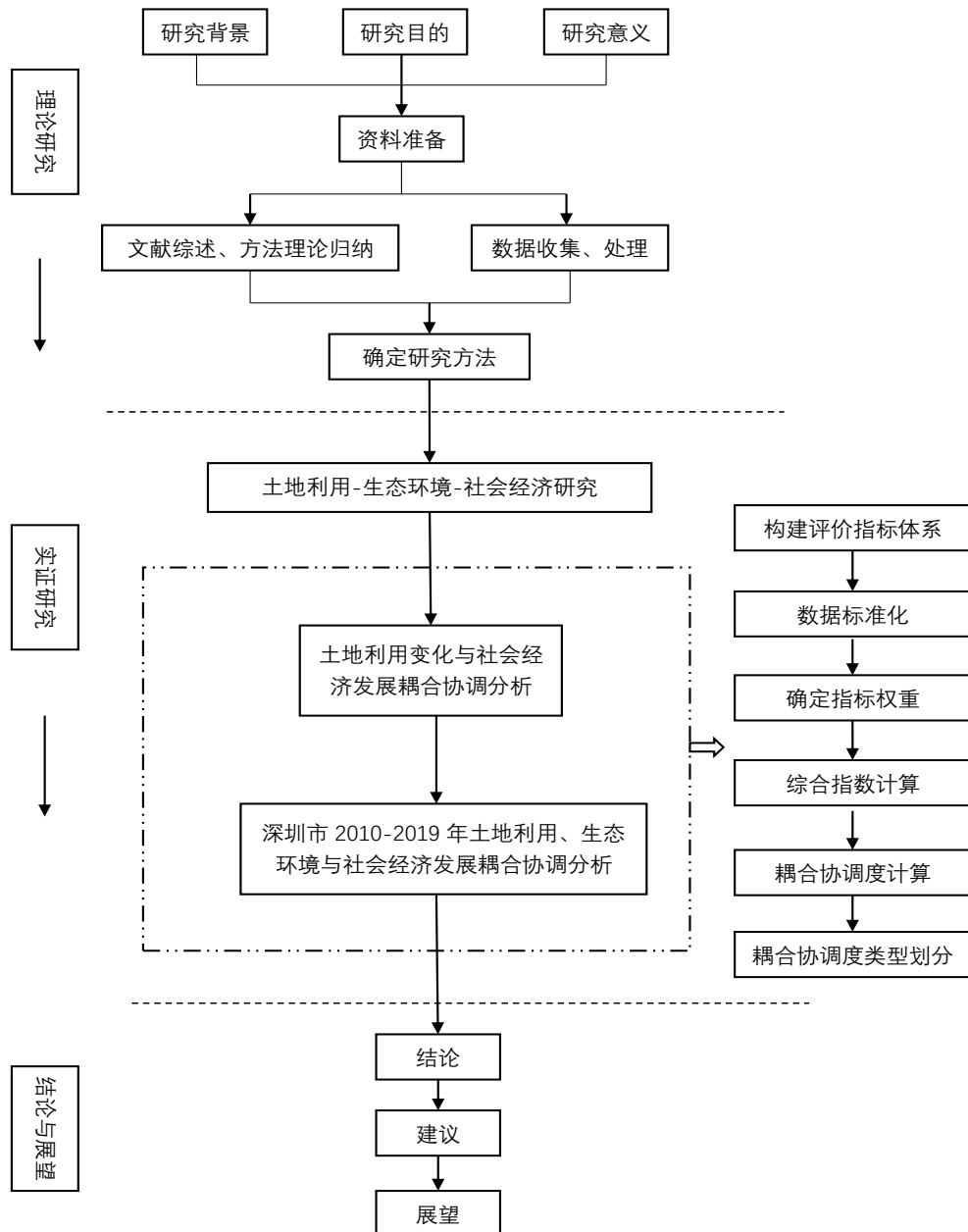


图 1.1 全文技术路线图

Figure 1.1 Technology Roadmap

### 1.5 创新之处

本研究在分析以往理论的基础上,从系统化、全局化的角度提出了土地利用、生态环境、社会经济三个系统耦合协调模型。

在新形势下,关于土地利用、生态环境、社会经济的耦合协调研究又暴露出一些新的特点,本文提出的灰色关联分析,为解决只计算耦合协调度而不能科学提出合理建议的问题提供一些补充方案。

在研究对象上,本文提出了三个系统的双向互动机制研究,对以往的双变量单向研究做出了补充,为新时期的土地集约利用、环境保护和经济可持续发展的理论研究做了补充,形成一个更完善的理论框架。



## 第2章 相关研究概述

土地是城镇化、乡村振兴和生态文明建设研究讨论的焦点。土地是一个拥有双重特征的复杂客体，在经济学研究中，土地既是一种生产资料，也是一种商品。但是，与其他生产资料 and 商品不同，土地是不能移动的，每一块土地在地理空间上都有一个独特位置，土地的这种双重特征会使消费者偏好具有强烈非凸性。通过查阅相关资料，对国内外相关研究进行梳理分析，以期为进一步研究提供理论和方法基础（赵民，2001）。

### 2.1 相关概念的界定

#### 2.1.1 土地

在经济发展中，土地资源是最基础、最重要、最珍贵的自然资源。不同学科或研究领域对土地的理解和定义不同，典型的观点如表 2.1 所示。

表 2.1 不同领域对土地的定义

Table 2.1 Definitions of land in different fields

研究领域	观点
地理学	①土地即土壤；土地即地球的纯陆地部分，不包括陆地的水面。 ②土地是陆地及其表面，即地球表面，但不包括海洋以及诸如江河、湖泊、水库和池塘等的陆地水面。
政治经济学	土地是指土地的生产和利用，即在社会物质生产中，土地是实现劳动过程和任何生产的必要条件，起着生产资料的作用。正如马克思指出的：“在农业中，土地本身就是一种生产工具。”马克思认为，土地是农业的主要生产资料。此外，土地也是社会关系的对象。在土地利用过程中，人与人之间的关系是社会发展的基础。
经济学	①美国土地经济学家伊利（1913）说：“经济学家使用的土地一词指的是自然或自然资源的各种力量。经济学中的土地关注的是自然给予的东西。” ②中国土地经济学家毕保德（2001）认为，“真正的土地，不仅是简单的自然综合体，也是由各种自然因素和人类的劳动成果构成的自然经济综合体。”
管理学	①中国土地管理专家彭补拙等（2007）认为，“土地是由地球的气候、地貌、土壤、水文、地质、生物和人类活动组成的自然经济综合体，其性质随着时间的变化而变化，并在社会物质生产中发挥生产资料作用。” ②陆红生（2002）认为，“土地是指地球表面土地和水面的总和，而土地也是一个空间概念，是气候、地貌、土壤、水文、岩石和植被的自然历史综合体，包括由于人类活动而产生的结果。”

基于以上研究，土地的自然特征是土地固有自然属性的表现，与人对土地的占有、利用无关。土地的经济特性是指在土地利用过程中人类社会各种经济关系所体现出来的经济特征。同时，土地既是社会资源又是社会资产。在土地的自然属性与经济属性之间，存在着一个合理的平衡量，土地资产的价值量大小主要体现在它所具有的经济价值、社会价值和生态价值上（周诚，2003）。在现实经济生活中，我们的目的不仅仅是合理配置土地的资源，更重要的是最大限度地增加土地资产收益。

### 2.1.2 土地利用

土地作为人类生存的重要载体，可以提供各种产品和服务，这一过程称为土地利用功能。从社会经济发展的角度看，土地利用是特定历史阶段土地资源开发、配置和利用所形成的物质和非物质系统结构及其运动规律的全面反映，既包括自然因素，也包括人文因素。

土地利用及其变化不仅直接影响社会经济可持续发展，而且影响资源和生态环境保护，因此，土地利用研究已成为管理学和经济学领域的一个新的研究热点。对于土地利用研究来说，不同国情、不同时期，研究范围各有侧重。

土地利用方式的改变，提高了土地资源配置的经济功能、空间功能、社会功能和效率（葛全胜 等，2000）。在土地利用过程中，土地利用的核心是管理土地资源，充分发挥土地功能，追求更好的生态环境质量，实现人地和谐。人口与土地利用的关系如图 2.1 所示：



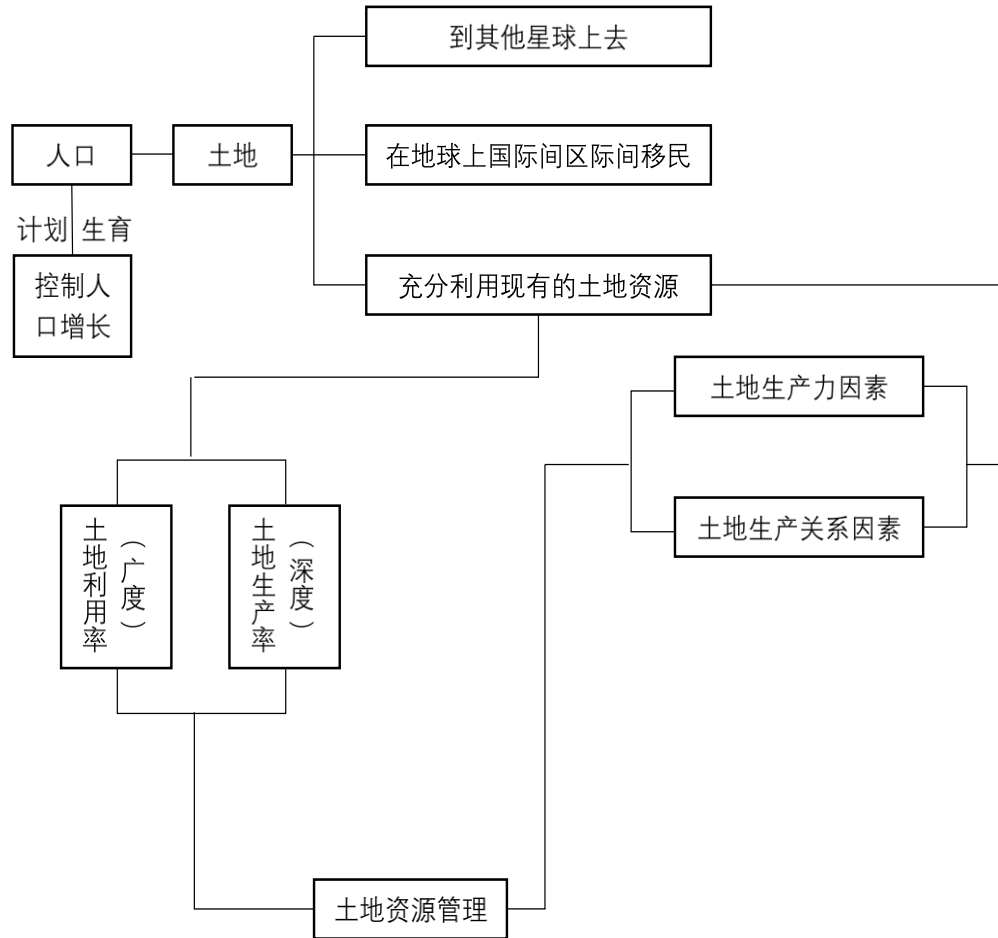


图 2.1 人口与土地利用关系图

Figure 2.1 Map of population and land use relationship

观察人类与土地关系的发展，不难发现，人类的发展历史与土地利用历史息息相关。人类利用土地的最终目的是获取效益，而效益可分为经济效益、社会效益和生态效益，其中经济效益和社会效益密不可分（吴传钧 等，1994）。土地利用经济效益是指土地利用生产过程中劳动占用、劳动消耗和劳动成果的比较；生态效益是指土地生产过程中劳动占用、劳动消耗和生态效应的比较。事实上，在土地利用过程中，其经济效益、社会效益和生态效益是共生的，是同一土地利用活动在经济、社会和生态方面的反映。土地利用系统图如图 2.2 所示：

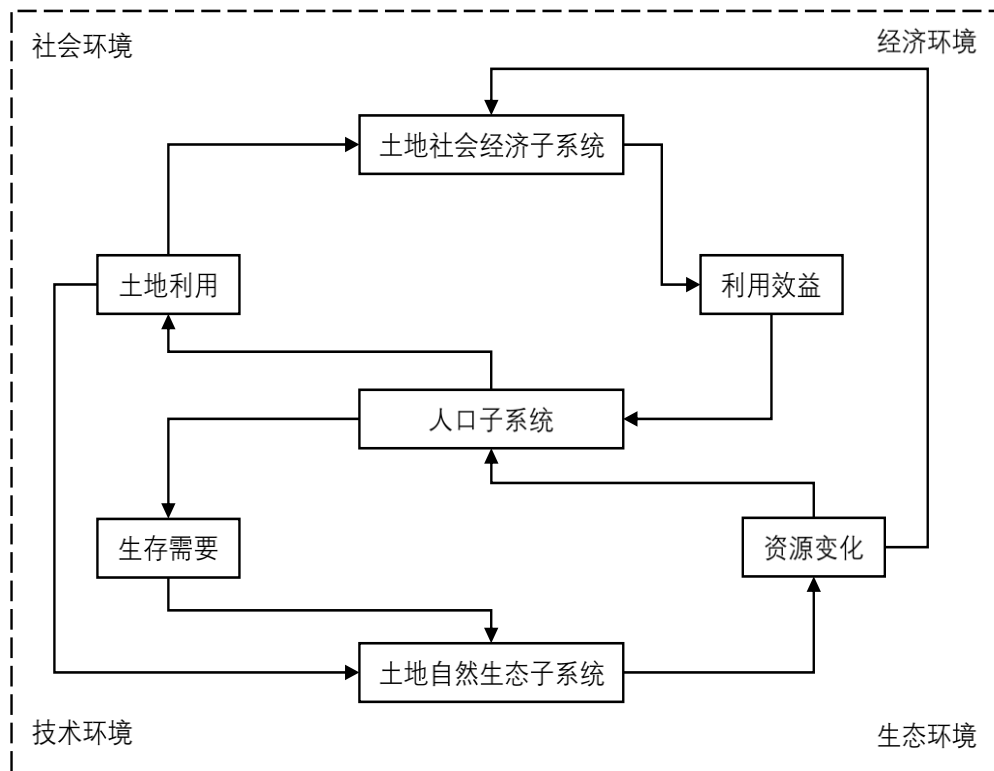


图 2.2 土地利用系统图

Figure 2.2 Map of land use system

### 2.1.3 耦合经济

耦合是客观事物中存在的一种特殊现象，是指两个或两个以上客观事物的信息和能量的传递、交换和融合（张亚斌，2001）。耦合经济源于耦合现象，耦合经济是指两个或两个以上的经济主体或经济载体相互投入和产出信息、知识或技术专利的现象，它们之间有着密切的合作和互动，经济通过互动从一方传递到另一方（蔡漳平等，2011）。从耦合的结果来看，耦合经济的最终目的是平滑或缩小市场差距、知识差距、资本差距、技术差距和信息差距，不断消除不同经济主体之间的经济地位差距，最终达到均衡或同质化的状态。事实上，这也表明不同的经济实体会受到价值链的影响，它们之间存在着利益、水平和相关性的共生关系。因此，耦合经济的经济运行机制的作用是将内生经济和外生经济结合起来，将原有的内外部经济模式转变为一个完整的耦合经济模式。

显然，耦合经济的核心价值在于充分发挥和利用内生经济和外生经济各自的优势，通过互补的方式互动各自的禀赋，产生新的内聚耦合模块，从而使内生经济和外生经济通过相互作用达到最终理想的经济效果（徐孟洲，2010）。

## 2.2 基本理论

### 2.2.1 系统论

#### 2.2.1.1 系统论概述

一切系统都应具有完整性、相关性、层次性、动态平衡性、时序性等基本特征，这既是系统应该包含的基本思想，也是系统方法应该具有的基本原则（冯·贝塔朗菲，1987）。系统论是一种新型的哲学思想和科学方法，它是马克思主义哲学的重要组成部分。

系统论认为万物即系统。所谓系统，是指相互关联、相互制约、相互作用，形成具有一定结构和功能的整体的要素。系统的功能由系统的要素以及这些要素之间的相互关系决定。系统应具有五大优势：稳定性、平衡性、差异性、非聚集性和交互性（魏宏森等，1995）。

#### 2.2.1.2 系统论对本文研究的启示

学习系统理论，不仅要了解和掌握系统的特点和规律，而且通过系统的特点和规律来控制、管理和改造系统，使系统的存在和发展符合人的需要。这种控制和管理就是要对系统中的要素进行分析、判断，找出要素之间的联系，并根据这些联系制定相应的对策，以保证系统的有序运行。换句话说，我们研究这个系统的目的，是为了厘清各个要素之间的关系、调整系统结构，使系统能够达到优化的目的。

### 2.2.2 协同理论

#### 2.2.2.1 协同理论概述

客观世界中有社会的或自然的、生命的或无生命的、宏观的或微观的系统。协同理论基于“多个子系统的合作受同一原则支配，与子系统的特征无关”的原则，设想在跨学科领域研究它们的相似性，以探索它们的规律（郭治安等，

1991)。

协同学的起源可以追溯到 20 世纪 60 年代,协同学是基于理论物理学家对复杂动态系统自组织的研究框架建立的(Haken, 1984)。微生物学、社会学、管理学、心理学和公共政策在内的多个学术领域对协同学的研究,有力地推动了框架应用于自然科学以外的领域(Wang C et al, 2020)。协同学理论有时也被称为多学科协作或自我浮现理论,具有评估、理解和阐述内在复杂系统变化和模式形成的能力。Haken(1980)认为,理解和识别导致系统可持续性的内部系统机制和规则是协同学理论的支柱。

协同学的观点正式阐明了系统顺序何时以及如何以自组织的方式变化。协同学认为,在复杂的相互作用系统中,宏观状态往往相对稳定(白列湖, 2007)。社会与生态是一个相互影响、相互作用的系统。在一个良好的系统中,子系统相互作用,协调发展。当系统与外部世界互动时,系统变得不稳定。此时,快速变量迅速从不稳定状态移动到稳定状态,这促使系统进化到一个新的稳定状态。相反,慢变量往往从稳态转移到非稳态,这促使系统演化到一个新的稳态。因此,快变量是稳定系统模式,慢变量是不稳定系统模式。它们都控制着进化系统的方向。自组织是指在迁移过程中,快变量和慢变量相互关联、相互制约,是合作运动的宏观反映。慢变量在系统中称为顺序参数,它是协同学的核心概念。它决定了系统的演化方向,导致新结构的形成,反映了新结构的有序程度(桂慕文, 2001)。

虽然序参量在系统演化方向上起主导作用,但其他变量的突变和异化会削弱原序参量的作用。在这个系统中,每个元素都有一定的增长和一定的动力。由于许多外部因素的干扰,原有的序参量可能会逐渐被取代,导致在外部函数的作用下,快变量演化为序参量(李后强 等, 1998)。系统中通常存在多个既有竞争又有合作的序参量。有序参数之间的协同作用是从无序过渡到有序的关键。

协同学是一种关注协同效应的自组织理论,它是由各个子系统之间的非线性功能效应引起的,从而导致系统结构的有序演化(桂慕文, 2001)。根据该理论,每个子系统之间通过物质、能量、信息交换等相互作用,使系统总是倾向

于向更高的有序状态转变，这样，整体效果就会具有一些微观子系统级别不存在的新属性。

#### 2.2.2.2 协同理论对本文研究的启示

协同理论告诉我们，一个系统的协同性是由系统中各个子系统或组件的协同性决定的。如果协同效应好，就意味着整个系统的运作良好。一般而言，当一个系统中的人员、组织、生态系统和其他子系统围绕共同目标协调工作时，可产生  $1+1>2$  的协同增效作用。如果一个管理系统的内部约束、离散性、冲突或摩擦不会影响到系统的整体功能，那么整个管理系统就可以处于一种协调状态。反之，如果管理系统中的内部约束、碎片化、冲突或摩擦增加了整个系统的内部摩擦，则系统中的每个子系统都将很难正常运行，从而导致整个系统混乱。

#### 2.2.3 经济控制论

##### 2.2.3.1 经济控制论概述

1952 年，“经济控制论”一词在巴黎世界控制论大会上首次提出的。1954 年，美国数学家菲利普斯开始用二阶常微分方程描述宏观经济系统，讨论系统的开环控制和闭环控制，并运用比例积分微分控制原理提高经济政策稳定性（马歇尔，2011）。此后，众多控制理论家、经济学家、数学家进行了合作与探索，在经济控制论研究方面取得了显著成果。1975 年第三届控制论和系统国际会议上，正式将经济控制论认证为一门新兴学科（约翰·史密森等，2004）。

经济控制论强调，对经济系统的研究应该用全面、动态、联系、发展的观点。经济控制论用于计划经济体制和市场经济体制，都产生了显著的经济效益和社会效益。

##### 2.2.3.2 经济控制论对本文研究的启示

本文运用经济控制论，就是要找到土地利用、生态环境、社会经济互相促进的关联模式，进而控制和调节系统的协同作用。土地利用、社会经济和生态环境的持续健康发展，涉及到多个系统协同作用。因此，在对其关系的研究中，可以根据经济控制论的基本原理，找到土地利用与生态环境、社会经济在协同

发展中的问题，从提高土地集约利用水平、经济发展质量与生态环境效益，制定出土地利用和生态环境、社会经济相互促进、共同提升、协调发展的措施。

## 2.2.4 经济地理学理论

### 2.2.4.1 经济地理学理论概述

经济地理学是一门主要研究人类经济活动所处区域系统的学科。它是人文地理学的一个重要分支。与人文地理学相比，经济地理学是一门相对年轻的现代科学，但它有着悠久的历史，大致经历了三个阶段，可以追溯到古代经济地理学资料的积累，到现代学科的形成和演变，再到现代经济地理学（杨吾扬等，1997）。

经济活动受自然条件和社会、经济、技术条件等许多方面的影响。因此，经济地理学的研究工作具有自然、社会经济和技术相结合的特点（陈才，2009）。经济地理学根据国民经济发展的要求和某一地区的各种相关条件，论证经济活动区域布局体系的合理性，有利于国家和区域经济的建设和发展。

### 2.2.4.2 经济地理学理论对本文研究的启示

在土地利用过程中，地理区位因素发挥着关键作用。地理区位不仅影响主体功能区划分、产业布局和交通网络格局等功能的优化配置，也会影响其开发程度，而且还直接影响土地利用的经济效益。因此，研究土地利用，必须以经济地理学理论为指导。

## 2.2.5 人地共生理论

### 2.2.5.1 人地共生理论概述

“共生”的概念来源于生物学的相关理论。自 20 世纪中期以来，“共生”的概念和思想不仅被应用于生物学领域，而且被应用于社会学、管理学、经济学、政治学等领域。在中国，古老的中医学早就提出了“共生论”，如“互生互制”和“五行学说”。袁纯清（1988）将共生理论扩展到经济领域，并将共生理论用于分析微型经济，首次在中国建立了经济学领域的共生理论分析框架。共生本质内涵是协调与合作，是人类社会及自然界中最常见的现象之一。协同共生是人类社会与自然协调发展的必要动力，合作共生是人类社会与自然共同发

展的必然趋势。

由于互惠互利的机制，所有成员有机地结合起来寻求共同的生存和发展是一种普遍现象。它不仅存在于自然界，也存在于社会生活中。它们都具有相同的特征，即共生系统中的任何成员都比独自生活从这个系统中获得更多的利益，这就是所谓的“1+1>2”共生效益（刘煜 等，2013）。

#### 2.2.5.2 人地共生理论对本文研究的启示

由于土地利用-社会经济-生态环境是个复杂系统，受地形地貌等自然条件的影响，各地方土地利用、社会经济、生态环境情况差异明显——人均土地利用资源分配不均衡，经济发展落后地区劳动力进城务工，大量的耕地撂荒，导致地多人少；同时随着城市化进程的加快，城镇扩张无序化、建设用地占用耕地和耕地非农化现象突出，城市化进程中缺乏科学合理的规划，随着城市人口的急剧增长，越发需要寻求土地利用-生态环境-社会经济三者互利共生。

#### 2.2.6 土地可持续利用理论

##### 2.2.6.1 土地可持续利用理论概述

可持续土地利用是指对土地资源的利用，在满足当代人的需要的前提下，不损害子孙后代的需要（张坤民 等，1997）。因此，土地利用的可持续是实现人类社会可持续发展的必由之路。土地的数量和质量满足不断增长的人口和提高的生活水平是土地资源可持续利用的核心。土地是可再生资源，如果利用得当，则可以实现其可持续发展；如果利用不当，则会导致土地的部分或全部生产能力丧失。例如，不顾后果地占用和滥用耕地，滥伐森林和过度放牧草地，导致耕地大量减少，土地荒漠化和退化，土地人口承载力与人口增长不平衡（李正方，1990）。对中国来说，可持续土地管理不仅是可持续农业的基础，也是可持续发展战略的重要组成部分。

##### 2.2.6.2 土地可持续利用理论对本文的启示

区域协调发展是国家发展的重中之重。区域协调发展中提出的一体化，既注重协调，又强调区域一体化。如果我们想确保一个地区的持续健康发展，就不能忽视生态环境的保护。如果采取土地粗放利用的生产经营方式，大量实践

证明，许多地区的经济增长是以牺牲生态环境为前提的，在此之后很可能要付出巨大代价来修复生态环境。因此，在经济发展过程中，我们要注意协调土地利用、经济发展和生态环境三者之间的关系，即如何实现可持续发展。

## 2.3 国外土地利用相关研究概述

从时间上看，德国农业经济学家杜能是第一个研究土地利用布局问题的学者，他提出的杜能圈模式对此后的土地利用模式有着深远的影响（王天伟 等，2009）。国外对土地利用的研究主要从土地利用调查、土地集约利用、城市土地利用效率和土地利用规划等四个方面展开。

国外早期土地利用研究以土地利用调查为主。20 世纪 20 年代，美国的一些地理学家开始对土地利用与生产力关系进行研究，并在一定程度上揭示了土地利用变化对生产力的影响。在第十五届国际地理大会后，Huntington 等人对农业生产力进行了详细研究，表明土地综合利用效益问题已进入学者的视野（董玉祥 等，2004）。1946 年澳大利亚完成了三分之一以上领土的大中型土地利用调查，此后，亚洲的印度和日本、欧洲的英国和荷兰、北美的墨西哥和加拿大、南美的巴西等也在本国进行了土地资源调查。

土地集约利用研究。18 世纪，Hoover 和 Losch.A 两位经济学家根据当时的客观背景，提出了交通区位理论和市场区位理论（秦耀臣，1988）。19 世纪末，英国学者 Howard JE 提出了“田园城市”理论，是城市规划理论中土地集约利用的先驱；自那时起，西方国家全面开展了土地集约利用研究；20 世纪 50 年代，哈佛大学教授马克·罗斯福出版了《我们赖以生存的土地》一书，系统阐述了土地利用集约化；20 世纪 60 年代初，德国经济学家施瓦布在《农业与社会问题》一书中首次提出土地集约度的概念，并建立了完整、科学的土地集约度评价体系；20 世纪 70 年代末，田口正雄等日本学者将其扩展到土地产权制度、城市土地管理制度和农村土地流转制度等领域（金涛，1997）。

城市土地利用效率研究。20 世纪 70 年代，国外学术界对基于市场均衡理论的经济区位理论进行了补充完善，用统一的数学方法对建设用地利用效率进行评价。国外关于城市建设用地利用效率的研究，主要集中在影响土地利用效率



的因素以及建设用地利用效率评价方法上。学者们通过对历史形态的描述,开始区分城市土地利用模式的演变和分布模式,提出了同心圆模式、轴向模式、多核心模式、扇形等模式,对提高城市土地利用效率、优化城市土地配置具有重要意义(张文忠,2000)。

土地利用规划研究。第二次世界大战后,土地资源短缺问题越来越突出,人与土地之间的矛盾也越来越严重(赵民,2001)。为了实现可持续的人类发展和土地的可持续利用,许多国家纷纷进行了土地利用规划调查,以便为政府决策提供基础信息。20世纪60年代,美国就已经开展了土地利用现状评估研究。1976年,联合国粮食及农业组织出版了《土地评价纲要》,标志着土地评价研究的广泛发展和成熟,但只适用于农业用地。随后,将土地评估研究范围扩大到城镇、工业区、开发区等评估领域。1992年,联合国生态环境与发展会议一致通过《21世纪议程》,可持续发展的概念得到所有国家的一致赞同。怎样实现可持续发展已迅速成为地理学、生态环境和经济学领域的一个热点和前沿课题(国家环保总局,1993)。随着人们对可持续发展理念的广泛认同,土地资源的可持续管理逐渐受到各国政府和学者的关注。

## 2.4 国内土地利用相关研究概述

我国土地利用研究的发展可以分为四个阶段。从20世纪50年代末到60年代初,中国开始对土地建设规划进行研究(赵民,2001)。20世纪80年代以后,土地利用研究开始与土地整理相结合,提出要遵循协调人地矛盾的基本思路,进行土地保护和利用研究。20世纪90年代前,国内主要是地理学家胡焕庸、任美锷对土地利用相关问题进行相关研究。20世纪90年代后,许多学者开始加入到土地利用研究的队伍中,逐步建立了土地利用定量化模型、土地利用动态度指数和区域土地利用变化模型,奠定了土地利用变化研究(吴传钧等,1994;严金明,2001)。

WU(2020)等研究了20世纪80年代初以来中国土地利用的变化情况,着重分析了土地从农业用途转向城市和工业用途。WANG(2021)等认为,改革开放以来,土地利用变化在全国范围内是显著的,同时也呈现出一定的空间效

应。Ho et al. (2004) 认为, 城市化、工业化、经济快速增长和公路投资的增加导致了苏南农地的非农化。Deng (2008) 等研究了城市土地扩张与人口增长、工业化和服务业发展的关系, 结果表明人口增长和工业化对城市土地扩张影响尤为明显。Smil et al. (1999) 等的研究表明, 经济增长驱使土地用途转变, 政府更趋向于将土地用于工业建设、交通基础设施建设、住宅建设和康养建设。Lin et al. (2007) 等研究肯定了 Smil et al. (1999) 的研究成果, 他们认为随着中国现代化进程的推进, 越来越多的农业用地将转为非农业用途。

VEEN et al. (2001) 等认为, 土地的效益增长过程遵循主流经济增长理论中的边际效应。何伟 (2006) 认为, 在中国的现代化进程中伴随着大量的土地利用变化, 这一变化是由中国的土地所有权和土地使用权制度导致的。中国的土地公有制, 意味着土地归政府所有, 政府可以将土地作为工具, 干预宏观经济。而政府市场选择长期租赁土地使用权, 产生一次性收入, 这会正向激励地方政府租赁土地获得资金收入, 然后将资金用于地区经济发展、基础设施建设和工业园区建设, 同时, 土地的租赁可能会吸引企业投资及引进与企业相关的产业。因此, 土地在维持中国经济快速增长和间接驱动增长方面, 发挥了关键作用。

然而, GUI et al. (2019) 将土地利用变化归因于经济增长的需求只是土地经济的一部分。Huang (2020) 等通过对农用地转变用途的研究, 发现地方官员可支配的财政和土地资源, 以及影响地方官员决策的激励结构是影响土地用途转变的主要因素。Ding et al. (2011) 证明, 非农用地供给是中国的增长引擎。Liu et al. (2020) 证实, 土地租赁对当前及以后年份的地方 GDP 增长有显著贡献, 若将土地出租用于工业和商业用途, 有利于地方财政的增长, 因为这将产生一系列未来的收入, 特别是增值税、营业税和所得税。上述文献综述表明, 在中国现有体制下, 土地作为生产要素促进了经济增长, 现代化进程更是促进了土地由农业用途向非农用途的转变。

土地开发过程是中国经济增长中的资本积累的重要途径之一。许月卿等 (2008) 将中国的地方土地开发策略与投资驱动型增长联系起来, 发现土地租赁与当地产生的收入存在明显的正相关关系。张雷等人 (2004) 提出了一个分析

框架，其中地方政府向开发商转让土地，收取土地出让金，然后投资于基础设施建设，以促进经济增长，同时，地方政府可以通过降低地价吸引外国投资和刺激经济增长。肖展春等（2009）研究报告了中国重大的土地利用变化，发现土地利用变化与 GDP 增长之间存在显著的相关关系，并认为土地利用变化是经济增长的结果。土地已成为吸引外国直接投资和维持基础设施投资的重要工具，以推动城市经济增长。匡兵等（2021）认为，地方政府作为唯一合法的土地提供者，其土地开发行为受到中国土地使用制度和区域间竞争的影响。为了争夺企业落户，地方政府倾向于开发更多的土地来建设工业园区。区域间经济的竞争将加剧中国土地供应的空间依赖性和土地利用的变化。地方政府通常选择以很低的租价提供土地，努力通过场地清算式打包开发来吸引产业投资者，所以土地供应经常被政府当作是寻求更多投资的杠杆。董祚继（2008）认为，土地不是简单的生产要素，而是中国城市经济发展的战略工具，土地利用是经济系统和生态系统的重要枢纽，土地利用的变化通常与经济决策直接相关，而经济发展常常会导致生态环境的变化。在经济学中，土地常常被当作生产函数中的一个投入要素，土地投入的数量可以直接影响 GDP。陆汝成（2021）等通过对北部湾地区土地利用变化数据的研究，发现在北部湾经济发展过程中，农用地向城市建设用地、工业用地和交通用地的转化显著，而工业用地扩张直接促进经济增长，土地被成功地用作吸引外国投资和维持基础设施投资的工具，从而推动经济增长。

## 2.5 国外耦合协调度相关研究

土地利用与社会经济发展之间的关系研究始于 1662 年，由西方古典经济学家 William Petty 对城市土地利用与区域经济发展进行定性分析。他认为，土地利用变化不仅直接影响土地资源的利用效率，而且还可以影响土地资源的空间配置。1928 年，Cobb 和 Douglas 从区域发展的角度量化了影响土地利用的主要因素，建立了生产要素和产出之间的定量关系模型(Phelps et al., 2015)。

美国及其他发达国家学者还研究了城市土地利用和社会经济发展之间的协调关系问题。FOO et al. (2013)分析了波士顿社区的闲置土地，发现即使是重建

土地也不会改善低收入社区的土地空置，但可以通过政府在萧条的市场经济中的干预，改善低收入社区的土地空置。

## 2.6 国内耦合协调度相关研究

张帅等（2022）进行了城市生态弹性与经济弹性耦合研究，基于熵值法和城市弹性测度模型法对城市生态弹性与经济弹性进行探索分析，发现济南市城市生态弹性与经济弹性耦合协调水平呈上升态势，耦合协调度等级从中度耦合协调状态逐步上升为极度耦合协调。蔡绍洪等（2022）以西部地区人口、环境与经济为研究对象，基于熵权法、耦合协调度模型，计算西部地区人口—资源—环境—经济子系统发展指数及系统耦合协调度，归纳研究数据发现西部地区耦合协调度存在正向的空间相关性。李璐璐等（2021）基于新型城镇化和乡村振兴的耦合协调问题展开研究，显示 2015 年已有近四分之三的省份处于协调阶段，建议注重城乡协同发展，建立健全现代经济体系，全面深化改革。

到 20 世纪末，系统耦合理论在发达国家已经得到了广泛应用，在发展中国家也有着不同程度的应用。在中国，系统耦合研究的主要成就是在计算机软件产业的理论。任继周院士（2011）首先介绍了“系统耦合”理论，指出目前系统耦合有三个特点：（1）系统耦合开始定量化研究，通过“耦合度”衡量耦合结果；（2）建立系统耦合模型，对构建模型的系统内各因素进行综合评价；（3）将赫尔伯特·西蒙提出的模块化概念与耦合概念一起，构成系统模块化耦合。

目前，系统耦合研究大多是关于系统效益的评价。马靖靖等（2022）对青海省 2002~2018 年协调发展水平和时序演化特征进行了定量分析，并利用灰色预测法估计青海省水资源—能源—粮食系统的耦合协调度将在长期内维持初级协调状态。汪顺生等（2022）收集了关于河南省黄河流域 3 个子系统 27 个指标的时间序列数据，利用 ARIMA-GM 组合模型分情景预测，提出该区域既要保证经济高质量发展，也要注重水资源利用效率，加强生态保护，以拓展城市高质量发展空间。王海英等（2021）以新疆地区农村人口-土地-经济系统为研究对象，发现该地区协调发展严重失衡，提出要根据地方历史背景与文化特色，进行农村建设。

## 2.7 研究进展评述

本章阐述关键概念有土地、土地利用、耦合经济，基本理论有系统论、协同理论、经济控制论、经济地理学理论、人地共生论和土地可持续利用理论，这为后文研究奠定了理论基础。

目前，土地利用-社会经济-生态环境的耦合协调度研究已然成为重要课题。众多学者对土地利用-生态环境-社会经济展开研究，有的学者选取单一层次指标为分析对象研究，也有学者建立多层次评价指标体系，考量土地利用与生态环境、经济发展之间的关系，这对本文的研究具有重要参考价值。



### 第3章 土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调度模型

“耦合”与“协调”是两个不同的概念。“耦合”是指系统从无序到有序的演变过程，反映了系统发展水平的高低。“协调”是指系统之间相互促进、相互制约的互动关系，反映了系统之间协调状况的好坏。

“耦合协调”是从“耦合”、“协调”两个维度描绘系统状态，是系统之间在和谐一致、配合得当、良性循环的基础上由低级到高级、由简单到复杂、由无序到有序的总体演化过程。在这一运动过程中，耦合是系统运动的指向，协调是对这种指向行为的约束和规定。协调发展不是单个系统的“增长”，而是追求多系统整体性、综合性和内生性的发展聚合（郭治安等，1991）。

研究土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调度应从土地利用协调发展、生态环境协调发展、社会经济协调发展、土地利用-生态环境-社会经济协调发展等不同视角展开。本章以土地利用-生态环境-社会经济协调发展为研究对象，着重探讨土地利用与生态环境、社会经济之间的互动关系，通过构建耦合协调的内容框架，历史地、客观地认识与理解土地利用-生态环境-社会经济耦合协调度(龙和曲，2018)。

#### 3.1 土地利用、社会经济、生态环境关系

土地是生产过程中必不可少的重要生产要素，既是生产活动的主要载体，也是承载生产活动产生污染物的载体。土地利用的就像一面镜子，反映社会经济发展阶段，而社会经济发展过程中出现的各种问题可以通过土地利用转型得到解决。社会经济的快速发展提高了土地利用强度，导致土地多功能利用的增加。

土地利用是中国发展中的一个重中之重，有效的土地利用对城乡的可持续发展至关重要。土地开垦、城市发展、工业化、社会经济发展、土地利用政策实施等人类活动，共同导致土地利用变化。因此对土地利用-生态环境-社会经济系统协调度评价模型的研究，要先理清三者之间的相互关系。

土地利用的目的是追求一定的效益，这些效益包括生态效益、经济效益和

社会效益。在土地利用的初期，人们追求利用土地达到经济效益最大化，而随着社会发展和进步，人们开始关注社会效益和生态效益，要求在土地利用过程中实现生态效益、经济效益和社会效益的协调统一，在一定区域，甚至把生态效益和社会效益放在关键位置。然而，从经济的角度来看，土地的供给是无弹性的。若能提高土地利用效率，在达到相同的经济产出的同时节省大量的土地，将有利于减缓为经济生产目的而不合理用地的现象（张亚斌，2001）。作为经济发展的物质基础，土地供应需要满足经济发展的需要。经济水平的提高可以使土地利用集约化，减少对生态环境的过度开发利用。在土地利用和生态环境、社会经济系统中，经济发展是土地集约利用和生态环境有效保护的重要物质保障。经济越发展，土地利用越集约化，对生态环境的破坏就越小，土地利用、社会经济和生态环境系统的发展就越协调（桂慕文，2001）。土地利用效益的大小，直接影响到经济发展的速度、质量、效果以及人民生活水平的提高。因此，提高土地利用综合效益是实现经济社会和生态建设生态协调发展的重要途径。

### 3.2 土地利用-生态环境-社会经济系统协调度模型的构建及评价指标体系设计

耦合与协调存在一定的差异，其中耦合是指三部分之间的相互作用程度，不考虑优劣，而协调则是指协调程度，反映了三部分之间发生的良性耦合过程。从协调的角度看，关键区域的耦合和协调程度决定了系统的有序度和结构；然而，它们也有助于确定系统从无序状态向有序状态转变的趋势。

系统的功能在定量和定性的结合时，能够反映出各个部分的波动和变化对整个系统演化的贡献。在本文中，我们试图研究三者之间的相互作用和兼容性水平，以支持土地利用-生态环境-社会经济系统更加协调发展。

本文的研究对象是土地利用-生态环境-社会经济系统的协调程度。由于土地利用-生态环境-社会经济可以被视为一个复合系统，系统内部又包含若干相互影响的子系统。因此，在评价模型的选择上，参考郭红兵等（2019）的研究，采用孟庆松（2000）提出的复合系统协调度模型。

#### 3.2.1 土地利用-生态环境-社会经济系统指标体系的构建



基于评价指标体系设计原则的基础上,通过对现有的土地利用、生态环境、社会经济方面的知识和研究,分析和综合反映土地利用-生态社会-经济协调发展的因素,构建多维土地利用-生态环境-社会经济协调发展评价指标体系。指标选取原则如下:

典型性。由于土地利用-生态环境-社会经济复合系统的指标较多,如果采用全部指标,不仅难以计算和收集数据,而且会严重干扰核心指标的有效性和准确性。因此,应选择适当数量的典型指标来反映复杂系统的内容。

操作性。即使一个指标是全面的、有代表性的,如果很难获得该指标,该指标也将失去其应用价值。应考虑模型的选择描述性数据并得出统计结论。

灵活性。不可能每个指标都是全面的。合理选择与评价对象密切相关的指标体系,充分考虑指标是否符合评价的代表性和有效性。

### 3.2.2 主成分分析的原理

在实际问题中,不同变量之间不可避免地存在一定的相关性,这势必使问题的分析更加复杂。主成分分析是对事物或现象的综合指标进行判断,并对综合指标所包含的信息进行解释的方法,其目的是提取少量代表和反映原始指标信息的指标,取代多重指标,从根本上解决指标间信息重叠问题,简化原指标体系。

主成分分析是一种多元分析的统计方法,用于探索性数据分析和建立预测模型。在正交变换的帮助下,主成分分析将一组可能的相关变量的观测值转换为一组线性不相关变量的值,这一过程称为主成分分析(Abdi, 2010)。而数据缩减是通过几何实现的,主成分变换将它们投射到较低的维度,即主成分上,并使用有限数量的主成分获得数据的最佳总结(Lever, 2017)。主成分分析的第一个分量的方差最大,第二个分量在与第一个分量正交的方向上的方差最大,其他分量也是如此,这些分量顺序排列,第一个分量描述最大方差(肖华勇, 2000)。主成分分析的原理如下:

假设有  $N$  个样本,每个样本观测到  $P$  个变量(记为  $x_1, x_2, \dots, x_p$ ),构成一个  $n \times p$  阶的矩阵  $X$ :

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & L & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & L & x_{2p} \\ L & L & L & L \\ x_{n1} & x_{n2} & L & x_{np} \end{pmatrix} \quad \dots (3.1)$$

$x_1, x_2, L, x_p$  为原变量指标,  $z_1$  为新的综合变量指标, 有:

$$\begin{cases} z_1 = l_{11}x_1 + l_{12}x_2 + L + l_{1p}x_p \\ z_2 = l_{21}x_1 + l_{22}x_2 + L + l_{2p}x_p \\ \vdots \\ z_m = l_{m1}x_1 + l_{m2}x_2 + L + l_{mp}x_p \end{cases} \quad \dots (3.2)$$

同时要求满足以下几个条件:

(1) 新的综合变量指标之间线性无关;

(2)  $z_1$  是  $x_1, x_2, L, x_p$  的新的综合变量指标线性组合中方差最大者,  $z_2$  是与  $z_1$  不相关  $x_1, x_2, L, x_p$  的所有线性组合中方差最大者。

### 3.2.2.1 指标处理

为了使统计指标具有可比性, 本文对各具体指标进行无量纲处理。作为评级啊的重要一环, 数据无量纲过程的处理过程的合理、科学性, 直接影响了最终的评价结果。由于各指标的维度、正向和负向存在差异, 需要对数据进行标准化。为了使标准化数据值介于[0,1]之间, 具体公式如下:

对于正向指标:

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad \dots (3.3)$$

对于逆向指标:

$$X'_{ij} = \frac{\max X_{ij} - X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad \dots (3.4)$$

对于适度指标:

$$X'_{ij} = \frac{1}{1 + |X_{ij} - M|} \quad \dots (3.5)$$

其中,  $X'_{ij}$  为无量纲化后的指标值,  $\max X_{ij}$  与  $\min X_{ij}$  分别表示无量纲化前

数据的最大值与最小值， $M$  为适度值。

### 3.2.2.2 指标赋权

熵值法是根据指数本身提供的信息量确定的权重。一般来说，指标值变异程度越大，信息熵值越低，指标的权重就越高，反之亦然（何逢标，2010）。基于本文构建的指标体系和数据特征，结合熵值法本身的优良特性，本文利用熵值法确定各个指标的权重，其计算公式如下：

$$P_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}}, k = \frac{1}{\ln m} \quad \dots (3.6)$$

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad \dots (3.7)$$

$$d_j = 1 - e_j \quad \dots (3.8)$$

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad \dots (3.9)$$

式中， $x'_{ij}$  为第  $i$  个研究单元的第  $j$  个指标值； $p_{ij}$  为第  $i$  个研究单元第  $j$  个指标的归一化值； $k$  为系数； $m$  为研究单元总数； $e_j$  为指标  $j$  的熵值； $d_j$  为指标  $j$  的熵值冗余度； $w_j$  为指标  $j$  的权重。

### 3.2.3 土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合协调度的测算与评价

#### 3.2.3.1 土地利用-生态环境-社会经济复合系统协调度测算

系统的耦合协调度是各系统协调发展的客观反映，表现为各系统之间相互影响、良性互动过程中的和谐状态，具有阶段性、动态性和地域性等基本特征。研究系统耦合协调度的目的，在于减少各个子系统运行的负效应，提高系统整体输出功能和协同效应。

在分析原有协调度模型的适用性与优缺点后，本文选择参照郭红兵等（2019）对复合系统“三链”协同研究，就土地利用-生态环境-社会经济系统

进行如下定义：

定义 1：假设存在一个复合系统  $S = \{S_1, S_2, S_3\}$ ， $S_k$  为  $S$  的第  $k$  ( $k=1,2,3$ ) 个子系统，子系统内部的若干序参量定义为  $S_k = \{S_{k1}, S_{k2}, \dots, S_{kn}\}$ 。系统  $S$  的复合协调效果是由  $S_k$  相互影响及相互协作形成的，数学表达式为：

$$S = f(S_1, S_2, S_3) \quad \dots (3.10)$$

其中， $f$  为复合因子。

定义 2：复合系统的协调作用的形成，实际上是寻找一个  $F$ ，在  $F$  的作用下，按照一定的标准，使得复合系统的总体效益  $E(S)$  大于各子系统效益之和

$\sum_{k=1}^3 E(S_k)$ ，即：

$$E^g(S) = E\{F[f(S_1, S_2, S_3)]\} = E[g(S_1, S_2, S_3)] > \sum_{k=1}^3 E^f(S_k) \quad \dots (3.11)$$

定义 3：用  $T$  表示复合系统  $S$  的协调效应集合，假设  $\exists F^0 \in T$ ，在一定的评价准则下，使得

$$g = F^0 f, F \in T \quad \dots (3.12)$$

$$E\{F^0[f(S_1, S_2, S_3)]\} = E[g^0(S_1, S_2, S_3)] = opt E^g(S) \quad \dots (3.13)$$

$F^0$  为最优协调下的  $F$  的取值， $opt$  是系统协调的含义。

定义 4：对于子系统  $S_k$  ( $k=1,2,3$ )，设  $x_k = (x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{kj})$  为系统演变进程中的序参量，其中  $j \geq 1, \beta_{ki} \leq x_{ki} \leq \alpha_{ki}, i \in [1, j]$ 。其中， $\alpha_{ki}, \beta_{ki}$  分别为系统稳定状态下，序参量  $x_{ki}$  的上限和下限。同时，假设序参量  $x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{kl_i}$  的取值与系统的有序程度、序参量分量  $x_{kl_i+1}, x_{kl_i+2}, \dots, x_{kj}$  的取值与系统的有序程度呈正相关关系。

定义 5：用  $u_k(x_{ki})$  表示序参量分量  $x_{ki}$  的系统有序度，即序参量  $x_k$  的有序度：

$$u_k(x_{ki}) = \begin{cases} \frac{x_{ki} - \beta_{ki}}{\alpha_{ki} - \beta_{ki}}, i \in [1, l_1] \\ \frac{\alpha_{ki} - x_{ki}}{\alpha_{ki} - \beta_{ki}}, i \in [l_1 + 1, j] \end{cases} \quad \dots (3.14)$$

由公式可知,  $u_k(x_{ki}) \in [0, 1]$ , 其值越大,  $x_{ki}$  对序参量  $x_k$  有序度贡献就越大。在实际中, 总可以通过调整  $x_{ki}$  的取值区间  $[\beta_{ki}, \alpha_{ki}]$ , 使其有序度定义满足上式。

定义 6:  $u_k(x_k)$  是  $x_k$  的系统有序度, 即  $S_k$  的有序度:

$$u_k(x_k) = \sum_{i=1}^j \omega_i u_i(x_{ki}) \geq 0, \omega_i \geq 0, \sum_{i=1}^j \omega_i = 1 \quad \dots (3.15)$$

由上式的定义可知,  $u_k(x_k) \in [0, 1]$ , 其值越大,  $x_k$  对子系统  $S_k$  有序度贡献度越大。

定义 7: 假设土地利用-生态环境-社会经济复合系统从  $t_0$  演变到  $t_1$ , 其序参量系统有序度为  $u_k^0(x_k)$ 、 $u_k^1(x_k)$ , 其中  $k=1, 2, 3$ , 则定义  $t_0-t_1$  期间复合系统整体协调度 (Degree of General Synergy, 简称 DGS) 为:

$$DGS = \theta \sum_{k=1}^3 \eta_k [u_k^1(x_k) - u_k^0(x_k)] \quad \dots (3.16)$$

$$\text{式中: } \theta = \frac{\min_k [u_k^1(x_k) - u_k^0(x_k) \neq 0]}{\left| \min_k [u_k^1(x_k) - u_k^0(x_k) \neq 0] \right|}, \eta_k \geq 0, \sum_{k=1}^3 \eta_k = 1, k=1, 2, 3。 \text{复合系统整}$$

体协调度  $DGS \in [0, 1]$ , 与复合系统整体协调度呈正相关。参数  $\theta$  表示了只有  $u_k^1(x_k) - u_k^0(x_k) > 0, \forall k \in [1, 3]$ , 复合系统才有正的协调度。

为方便对土地利用-生态环境-社会经济协调度进行合理地评价, 参考冯锋等 (2012) 的做法, 按照协调度值的大小, 依次将复合系统协调划分为十个等级。如表 3.1 所示。

表 3.1 复合系统协调度等级划分标准

Table 3.1 Classification standard of coordination degree of composite system

耦合协调度 DSG 值	区间协调等级	系统协调程度
[0.0~0.1]	1	极度失调
(0.1~0.2]	2	严重失调
(0.2~0.3]	3	中度失调
(0.3~0.4]	4	轻度失调
(0.4~0.5]	5	濒临失调
(0.5~0.6]	6	勉强协调
(0.6~0.7]	7	初级协调
(0.7~0.8]	8	中级协调
(0.8~0.9]	9	良好协调
(0.9~1.0]	10	优质协调

## 3.2.3.2 土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合度测算

耦合度是衡量系统之间关联程度的指标，它只量化系统之间的相互作用程度，而不反映各个系统的水平。给定  $n \geq 2$  个系统要素，耦合度一般化公式有如下两种：

$$C(U_1, U_2, \dots, U_n) = n \times \left[ \frac{U_1 U_2 \dots U_n}{(U_1 + U_2 + \dots + U_n)^n} \right]^{\frac{1}{n}} \quad \dots (3.17)$$

其中， $U_i (i=1, 2, \dots, n)$  为各个系统或要素。本文分析土地利用、社会经济、生态环境三个系统之间的耦合协调关系， $n=3$ ，此时耦合度的公式为：

$$C(U_1, U_2, U_3) = 3 \times \left[ \frac{U_1 U_2 U_3}{(U_1 + U_2 + U_3)^3} \right]^{\frac{1}{3}} \quad \dots (3.18)$$

耦合度  $C$  的取值范围为  $[0, 1]$ 。 $C$  越大，子系统之间的耦合度越大，则关联度越大。 $C$  越小，子系统之间的耦合度越小，说明关联度越小，处于无序发展状态。借鉴现有研究成果，通常将系统耦合度划分为五个阶段，如表 3.2 所示：

表 3.2 复合系统耦合度等级划分标准

Table 3.2 Standard for classification of coupling degree of composite system

耦合度 C 值区间	耦合等级	系统耦合程度
0	1	关联不大，且处于无序发展状态
(0.0~0.3]	2	低度耦合
(0.3~0.5]	3	中度耦合
(0.5~0.8]	4	良性耦合
(0.8~1.0]	5	高度耦合

## 3.2.3.3 土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合协调度的测算

耦合度和协调度是系统间关联程度的度量，可以反映系统间相互依赖或相互制约的程度。由于耦合度只是反映了各子系统的关联程度，很难表现出各系统之间的空间协调程度，因此需要协调度进一步分析系统之间的协调发展水平是高层次的相互促进还是低层次的相互制约。

定义土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合协调度的测算模型为：

$$D = \sqrt{C \times DSG} \quad \dots (3.19)$$

根据每个子系统的重要性，协调度通常取不同的值。参考现有的研究成果，通常将两系统的耦合协调度划分极度失调、严重失调、中度失调、轻度失调、濒临失调、勉强协调、初级协调、中级协调、良好协调、优质协调十个等级为十个阶段，如表 3.3 所示。

表 3.3 复合系统耦合协调度等级划分标准

Table 3.3 Classification standard of coupling coordination degree of composite system

耦合协调度 D 值 区间	协调等级	系统耦合协调程度
[0.0~0.1]	1	极度失调
(0.1~0.2]	2	严重失调
(0.2~0.3]	3	中度失调
(0.3~0.4]	4	轻度失调

接下表

续上表

耦合协调度 D 值	区间协调等级	系统耦合协调程度
(0.4~0.5]	5	濒临失调
(0.5~0.6]	6	勉强耦合协调
(0.6~0.7]	7	初级耦合协调
(0.7~0.8]	8	中级耦合协调
(0.8~0.9]	9	良好耦合协调
(0.9~1.0]	10	优质耦合协调

### 3.3 本章小结

本章基于前文的研究基础，提出了土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调度模型。首先通过主成分分析法确定核心影响因素，然后再用熵值法确定各指标及各系统权重，最后，进行复合系统协调度、耦合度和耦合协调度的计算和标准的划分。



## 第4章 土地利用-生态环境-社会经济耦合协调度实证分析

土地要素是市场体系中最重要要素之一。进入新世纪以来,中国一直走在全球经济增长的前沿,作为一个拥有14亿人的大国,要进一步释放市场动力,增强市场活力,加强土地集约利用是必经之路。土地集约利用面临的一个突出挑战,是如何合理提供土地以适应城市化,促进经济增长和人居环境的改善。快速城市化需要土地来满足就业安置、住房和城市基础设施,而这种对土地的需求通常通过城市扩张来满足。

深圳是21世纪头十年中国快速城市化的城市,是城市化进程快速发展的典型地区。深圳人口1300多万,与广州类似,但陆地面积只有1997平方公里,不到广州市的1/3,大约是北京的1/8。在国内经济最发达的前十大城市中,深圳的人地矛盾是最突出的,这些综合因素是本文选取深圳市作为典型案例的原因。如何在有限的土地资源中,拓展出广阔的发展空间,解决突出的人地矛盾,是摆在深圳面前的重要课题。

通过对第二、三章对土地利用、社会经济、生态环境相互影响机制的分析,本章对深圳市土地利用-生态环境-社会经济协调度进行量化研究,并在此基础上分析深圳市土地利用-生态环境-社会经济之间的作用关系,并根据计算结果对提高深圳市未来的土地利用-生态环境-社会经济耦合协调度提出建议,促进深圳可持续发展。

### 4.1 数据来源

结合《深圳统计年鉴》、《深圳市环境状况公报》以及有关数据库获得相关数据,其中部分缺失数据采用移动平均法补齐。由于《深圳市环境状况公报2010》未公布2010年土地利用相关数据,受数据可得性限制,因此选取2007~2009年样本区间作为估计依据。

### 4.2 深圳市土地利用-生态环境-社会经济评价指标体系

要系统地评价综合系统,就要求科学合理地选择评价指标体系,本章先依

据合理的指标评价法，结合主成分分析方法，构建出一套事业评价土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合协调度的研究方法。系统评价的方法主要有主成分分析法、聚类分析法、投入产出效率分析等方法。对于评价系统收集的数据，本文采用的主要研究方法是主成分分析法和熵值法进行分析处理。

基于协调发展的视角，利用主成分分析，通过收集到的数据，计算得到土地利用、社会经济、生态环境的典型评价体系，如图 4.1 所示。

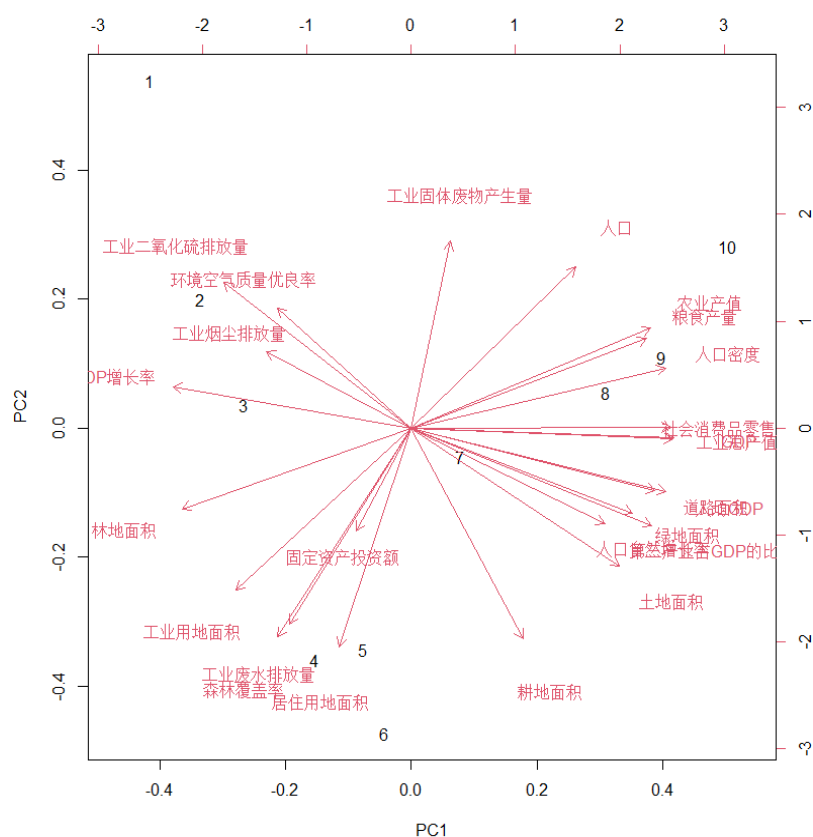


图 4.1 评价体系主成分分析图

Figure 4.1 Principal component analysis diagram of evaluation system

深圳市土地利用-生态环境-社会经济评价体系共分成三层，第一层为土地利用-生态环境-社会经济总系统，第二层分别为土地利用子系统、社会经济子系统和生态环境子系统，第三层为准则层，反映了土地利用结构、土地利用效益、经济发展水平、社会发展水平、环境质量指数、污染负荷指数 6 个方面的指标。根据主成分分析图，可得到如表 4.1 所示的评价体系表。

表 4.1 评价体系表

Table 4.1 Evaluation System

目标层	准则层	指标层
土地利用-生态环境-社会经济系统	土地利用子系统	耕地比例
		林地比例
		工业用地比例
		居住用地比例
		道路用地比例
		粮食产量
	生态环境子系统	工业二氧化硫排放量
		工业烟尘排放量
		工业固体废物产生量
		环境空气质量优良率
		绿地面积
		森林覆盖率
	社会经济子系统	工业废水排放量
		农业产值
		人口
		GDP
		固定资产投资额
		工业总产值
		社会消费品零售总额
		GDP 增长率
		第三产业占 GDP 的比重
		人均 GDP
		恩格尔系数
		人口密度
		人口自然增长率

耦合协调度的驱动因素和影响因素存在一定差异。因此，在各子模型中，要尽可能地选择能够有效代表和衡量系统耦合协调度地指标，对于通过主成分分析选取的指标，对其解释如下：

#### 一、土地利用子系统

耕地比例是耕地面积占总面积的比例，耕地比例高，则说明该地区用地多以农用地为主；林地比例是指林地面积占总面积的比例，林地比例高说明该地区大部分地用于经营林业；工业用地比例是指工业用地占总面积的比例，工业用地比例高则说明第二产业发达；居住用地比例是指居住用地占总面积的比例，居住用地比例高则和可能说明该地主要发展房地产，用地不够集约；道路用地比例是指道路用地占总面积的比例，道路用地比例适中则说明该地交通比较发达。这些用地比例综合反映了一个地区的用地结构。

## 二、生态环境子系统

工业二氧化硫排放量是工业在生产过程中燃烧和工艺过程中排放的二氧化硫数量；工业烟尘排放量是工业在生产过程中燃烧和工艺过程中排放的烟尘数量；工业固体废物排放量是工业在生产过程和工艺过程中排放的固体废物数量；环境空气质量优良率是指一年中空气质量达到优良的天数占总天数的比例；绿地面积是指一个城市规划区中植被覆盖的面积，是影响生态环境的重要指标；森林覆盖率是森林面积占总面积的比例，能够反映森林资源和生态平衡状况；工业废水排放量是工业在生产过程和工艺过程中排放的废水数量。这些指标用于量化用地状况和人类活动是如何影响环境的。

## 三、社会经济子系统

农业产值是一个地区一定时间内农业生产产生的效益；人口一个地区在一个时点所涵括的人口数量；GDP 一个地区在一定时间内所生产和制造的全部货物和服务的价值；固定资产投资额是指在一定时间内形成的固定资产并且使用时间在一年以上；工业总产值一个地区一定时间内工业生产产生的效益；社会消费品零售总额是指一个地区居民衣食住行相关的销售总额；GDP 增长率是用来反映地区经济增长的重要指标；第三产业占 GDP 比重是指第三产业产值占 GDP 的比重；人均 GDP 反映的是 GDP 与常住人口的比重，能够反映一个地区经济是否良好运行；恩格尔系数是指居民家庭中食物支出占总支出的比重；人口密度是人口与地区总面积之比，反映了地区人口疏密情况；人口自然增长率反映了地区人口发展速度。这些指标既反映了一个地区的经济运行状况，也反映了群体和个人工作和生活的社会状况。

根据选择出的以上评价指标体系，能够较大幅度的反映土地利用-生态环境-社会经济系统，为下文计算耦合度奠定了基础。

### 4.3 深圳市 2010~2019 年土地利用-生态环境-社会经济概况

#### 4.3.1 深圳市 2010~2019 年土地利用概况

从图 4.2 可以看出，2010~2019 年，深圳市耕地比例已处于较低水平；工业用地比例在 2015 年前处于上升态势，2015~2016 年工业用地比例呈现明显的降低，随后保持稳定状态；居住用地在 2010~2019 年大体上保持一个稳定的比例；林地比例呈明显上升趋势；道路用地比例呈上升趋势，但总体上升幅度不大。

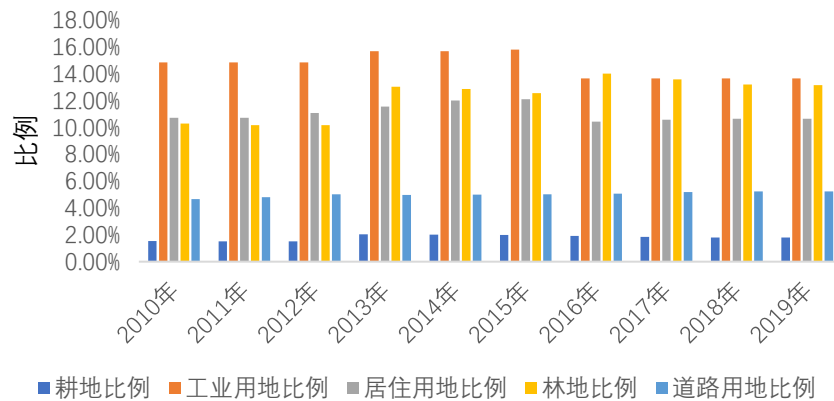


图 4.2 深圳市 2010~2019 年土地利用情况

Figure 4.2 Land use in Shenzhen from 2010 to 2019

从土地利用子系统数据看，随着城市的发展和扩张，深圳市的战略也发生了变化。它正在从一个吸引工业投资的出口导向型制造业中心转变为一个世界城市的多功能城市中心。然而，深圳的工业部门一直受到当地政府的阻拦，经济特区内的工业用地规模因此收缩（史培军 等，1999）。

近几十年来，深圳的土地利用格局变化迅速，环境急剧恶化，生态用地被建设用地严重占用。总体而言，建设用地的开发与生态用地的保护之间的冲突已经成为城市土地管理面临的严峻困境，人们正在寻求可持续发展的空间解决方案（Liang G M，2008）。

在 2015 年后，随着对土地集约利用的重视和相关政策陆续出台，深圳市土

地利用结构发生重大改变。土地利用方式转变成效显著，逐步实现了由粗放利用向集约利用的转变。

#### 4.3.2 深圳市 2010~2019 年社会经济概况

根据统计数据（如图 4.3），2010~2019 年，深圳市 GDP 基本呈线性上涨。

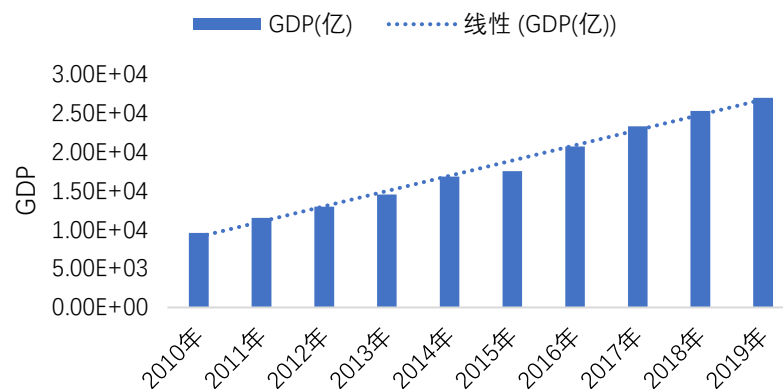


图 4.3 深圳市 2010~2019 年 GDP

Figure 4.3 GDP in Shenzhen from 2010 to 2019

从图 4.4 可以看出，2010~2019 年，深圳市农业产值始终处于一个较低水平；固定资产投资额呈线上升后下降趋势；规模以上工业总产值、社会消费品零售总额呈线形上升趋势。

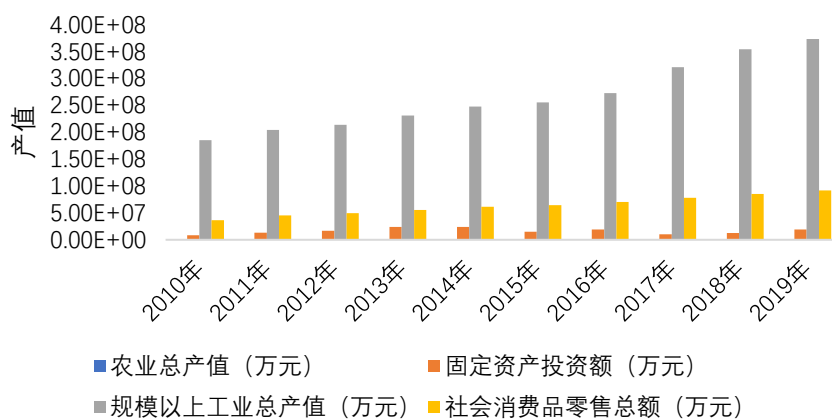


图 4.4 深圳市 2010~2019 年部分行业产值

Figure 4.4 Output value of some industries in Shenzhen from 2010 to 2019

由图 4.5 可知，2010 年深圳市人口数量处于 10 年内的最高值，2011 年人口数量锐减，随后处于人口数量缓慢增长的状态。

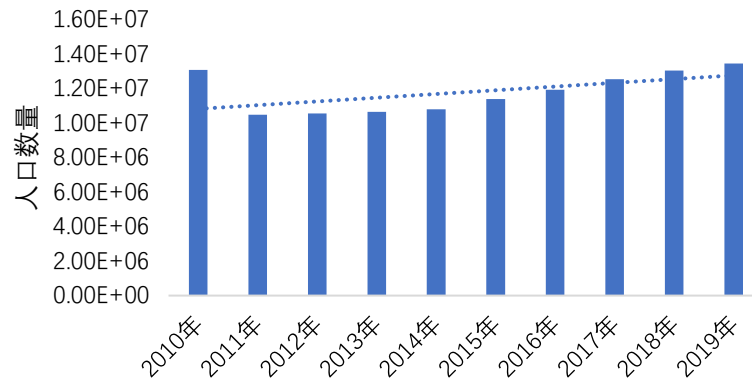


图 4.5 深圳市 2010~2019 年人口数量

Figure 4.5 Population of Shenzhen from 2010 to 2019

从社会经济子系统看，经济发展主要分三个阶段。2010~2014 年，深圳市 GDP 增长率逐年下降，经济增长对社会经济系统的促进作用有限，同时经济结构和经济效益只是稍有改善。2015 年，深圳市人均 GDP 显著下降，经济结构出现了一定程度的恶化，第三产业增加值占 GDP 比重、规模以上工业产值出现不同程度下降，随着新一轮经济周期启动，2016~2019 年，深圳市 GDP 增长率迅速提高，经济结构得到改善，经济效益稳步提升，这一时期，深圳的发展模式为“重工业，轻服务业、投资领先、消费滞后”，良好的经济增长掩盖了经济结构的不足。

#### 4.3.3 深圳市 2010~2019 年生态环境概况

2010~2019 年，深圳市工业二氧化硫排放量显著减少，烟尘排放量保持在一个稳定的低水平，如图 4.6。

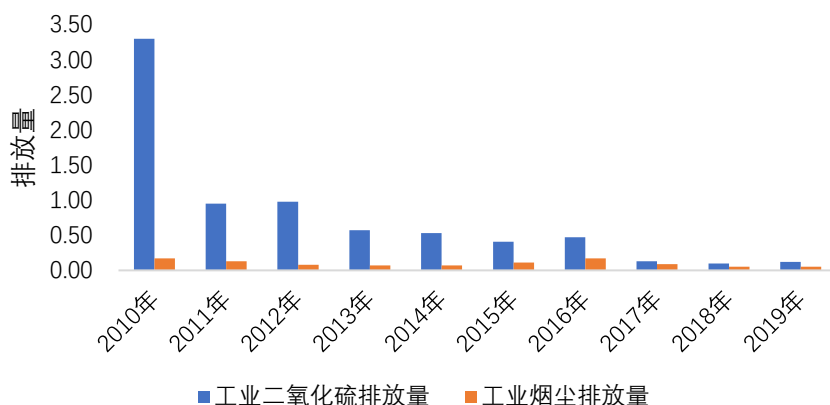


图 4.6 深圳市 2010~2019 年工业二氧化硫、烟尘排放量

Figure 4.6 industrial sulfur dioxide and soot emissions in Shenzhen from 2010 to 2019

2010~2019 年，深圳市工业固体废物量保持基本稳定，工业废水量先增后减，如图 4.7。

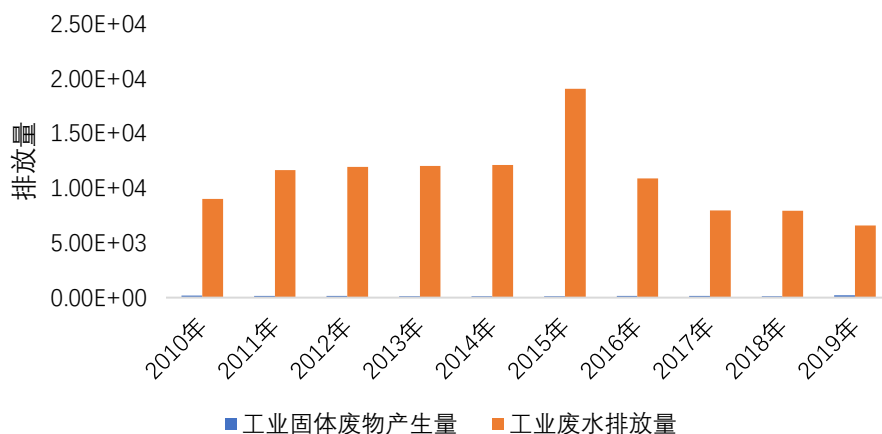


图 4.7 深圳市 2010~2019 年工业固体废物、废水排放量

Figure 4.7 Emission of industrial solid waste and wastewater in Shenzhen

对生态环境子系统的分析，也可分 2015 年前和 2015 年后两个节点。随着国家“十二五”规划明确提出生态环境的约束性目标，2015 年前，工业二氧化硫排放量、工业烟尘排放量、工业废水排放量逐年减少，但在 2015 年有所回升。2015 年后，随着对生态环境的严加管控，工业二氧化硫排放量、工业烟尘排放量、工业废水排放量显著降低，绿地覆盖率有所提升，对环境的改善效应显著。



增强。

#### 4.4 深圳市 2010~2019 年系统耦合协调度的计算

##### 4.4.1 深圳市 2010~2019 年系统指标权重的计算

一、标准化。对收集到的数据进行标准化处理，计算结果如表 4.2，

二、归一化。为了使标准化数据值介于[0,1]之间，具体公式如下：

对于正向指标：

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad \dots (4.1)$$

对于逆向指标：

$$X'_{ij} = \frac{\max X_{ij} - X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad \dots (4.2)$$

对于适度指标：

$$X'_{ij} = \frac{1}{1 + |X_{ij} - M|} \quad \dots (4.3)$$

其中， $X'_{ij}$  为无量纲化后的指标值， $\max X_{ij}$  与  $\min X_{ij}$  分别表示无量纲化前数据的最大值与最小值， $M$  为适度值，结算结果如表 4.3。

表 4.2 标准化结果

Table 4.2 Standardization result

准则层	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
耕地比例	0.0356	0.0028	0.0000	1.0000	0.9523	0.8878	0.7569	0.6425	0.5518	0.5368
工业用地比例	0.5567	0.5567	0.5567	0.9490	0.9490	1.0000	0.0071	0.0000	0.0065	0.0065
居住用地比例	0.1781	0.1781	0.3835	0.6666	0.9500	1.0000	0.0000	0.0928	0.1279	0.1279
林地比例	0.0334	0.0026	0.0000	0.7443	0.7020	0.6219	1.0000	0.8875	0.7915	0.7762
道路用地比例	0.0000	0.2260	0.6242	0.5401	0.5630	0.5976	0.7134	0.8860	0.9763	1.0000
粮食产量	0.0049	0.0014	0.0000	0.0060	0.0080	0.0064	0.0168	0.8787	0.9957	1.0000
恩格尔系数	0.0000	0.2143	0.1429	0.2143	0.8036	0.5893	0.3571	0.6250	0.8214	1.0000
农业产值	0.1756	0.1516	0.1349	0.2263	0.0557	0.0000	0.3635	1.0000	0.9395	0.9814
GDP	0.0000	0.1107	0.1942	0.2836	0.4159	0.4567	0.6402	0.7898	0.9042	1.0000
固定资产投资额	0.0000	0.3129	0.5449	1.0000	0.9999	0.4216	0.7034	0.1377	0.2684	0.7093
第三产业占 GDP 的比重	0.0000	0.0950	0.3569	0.5688	0.5944	0.7406	0.7162	0.7040	0.9233	1.0000
工业总产值	0.0000	0.1013	0.1509	0.2430	0.3325	0.3732	0.4663	0.7230	0.8996	1.0000
社会消费品零售总额	0.0000	0.1650	0.2329	0.3455	0.4556	0.5060	0.6111	0.7540	0.8865	1.0000

接下表

续上表

准则层	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
GDP 增长率	1.0000	0.6071	0.6250	0.6964	0.3929	0.4107	0.4643	0.3750	0.1786	0.0000
人口	0.8766	0.0000	0.0269	0.0544	0.1048	0.3067	0.4850	0.6936	0.8613	1.0000
人均 GDP	0.0000	0.1843	0.3127	0.4541	0.5734	0.6605	0.7634	0.8764	0.9473	1.0000
人口密度	0.0201	0.0539	0.0000	0.0284	0.0802	0.2870	0.4703	0.6846	0.8575	1.0000
人口自然增长率	0.0000	0.1891	0.5915	0.4852	0.4169	0.6166	0.7054	1.0000	0.7502	0.5619
工业二氧化硫排放量	1.0000	0.2656	0.2750	0.1469	0.1344	0.0969	0.1156	0.0094	0.0000	0.0063
工业烟尘排放量	1.0000	0.6667	0.2500	0.1667	0.1667	0.5000	1.0000	0.3333	0.0000	0.0000
工业固体废物产生量	0.6075	0.4715	0.3230	0.0654	0.2217	0.0724	0.2280	0.4332	0.0000	1.0000
环境空气质量优良率	0.7805	0.9268	1.0000	0.0000	0.5854	0.3902	0.7317	0.4634	0.5122	0.1951
绿地面积	0.0127	0.0000	0.0237	0.0761	0.6643	0.9675	0.9675	0.9905	1.0000	0.8485
森林覆盖率	0.0000	0.7778	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.6667	0.1667	0.0556	0.0556
工业废水排放量	0.1935	0.4040	0.4285	0.4345	0.4427	1.0000	0.3448	0.1097	0.1069	0.0000

表 4.3 归一化结果

Table 4.3 Normalized results

准则层	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
耕地比例	0.0066	0.0005	0.0000	0.1863	0.1775	0.1654	0.1410	0.1197	0.1028	0.1000
工业用地比例	0.1213	0.1213	0.1213	0.2068	0.2068	0.2180	0.0016	0.0000	0.0014	0.0014
居住用地比例	0.0481	0.0481	0.1035	0.1799	0.2564	0.2699	0.0000	0.0251	0.0345	0.0345
林地比例	0.0060	0.0005	0.0000	0.1339	0.1263	0.1119	0.1799	0.1596	0.1424	0.1396
道路用地比例	0.0000	0.0369	0.1019	0.0882	0.0919	0.0975	0.1164	0.1446	0.1594	0.1632
粮食产量	0.0017	0.0005	0.0000	0.0020	0.0027	0.0022	0.0058	0.3012	0.3412	0.3427
恩格尔系数	0.0000	0.0449	0.0300	0.0449	0.1685	0.1236	0.0749	0.1311	0.1723	0.2097
农业产值	0.0436	0.0376	0.0335	0.0562	0.0138	0.0000	0.0902	0.2482	0.2332	0.2436
GDP	0.0000	0.0231	0.0405	0.0591	0.0867	0.0952	0.1335	0.1647	0.1886	0.2085
固定资产投资额	0.0000	0.0614	0.1069	0.1962	0.1961	0.0827	0.1380	0.0270	0.0526	0.1391
第三产业占 GDP 的比重	0.0000	0.0167	0.0626	0.0998	0.1043	0.1299	0.1257	0.1235	0.1620	0.1755
工业总产值	0.0000	0.0236	0.0352	0.0566	0.0775	0.0870	0.1087	0.1685	0.2097	0.2331
社会消费品零售总额	0.0000	0.0333	0.0470	0.0697	0.0919	0.1021	0.1233	0.1521	0.1789	0.2018
GDP 增长率	0.2105	0.1278	0.1316	0.1466	0.0827	0.0865	0.0977	0.0789	0.0376	0.0000

接下表

续上表

准则层	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
人口	0.1988	0.0000	0.0061	0.0123	0.0238	0.0696	0.1100	0.1573	0.1953	0.2268
人均 GDP	0.0000	0.0319	0.0542	0.0787	0.0993	0.1144	0.1323	0.1518	0.1641	0.1732
人口密度	0.0058	0.0155	0.0000	0.0081	0.0230	0.0824	0.1351	0.1966	0.2463	0.2872
人口自然增长率	0.0000	0.0356	0.1113	0.0913	0.0784	0.1160	0.1327	0.1881	0.1411	0.1057
工业二氧化硫排放量	0.4878	0.1296	0.1341	0.0716	0.0655	0.0473	0.0564	0.0046	0.0000	0.0030
工业烟尘排放量	0.2449	0.1633	0.0612	0.0408	0.0408	0.1224	0.2449	0.0816	0.0000	0.0000
工业固体废物产生量	0.1775	0.1378	0.0944	0.0191	0.0648	0.0211	0.0666	0.1266	0.0000	0.2922
环境空气质量优良率	0.1397	0.1659	0.1790	0.0000	0.1048	0.0699	0.1310	0.0830	0.0917	0.0349
绿地面积	0.0023	0.0000	0.0043	0.0137	0.1197	0.1743	0.1743	0.1785	0.1802	0.1529
森林覆盖率	0.0000	0.1359	0.1748	0.1748	0.1748	0.1748	0.1165	0.0291	0.0097	0.0097
工业废水排放量	0.0558	0.1166	0.1237	0.1254	0.1278	0.2886	0.0995	0.0317	0.0309	0.0000

三、利用第三章式 3.6~3.10 计算信息熵和各级指标权重。如表 4.4, 表 4.5。

表 4.4 土地利用-生态环境-社会经济系统信息熵

Table 4.4 Information entropy of system

指标层	准则层	信息熵	效用值	权重	性质
土地利用	耕地比例	0.8466	0.1534	0.0378	正
	工业用地比例	0.7732	0.2268	0.0559	正
	居住用地比例	0.8089	0.1911	0.0471	正
	林地比例	0.8529	0.1471	0.0363	正
	道路用地比例	0.9266	0.0734	0.0181	正
	粮食产量	0.5132	0.4868	0.1201	正
生态环境	工业二氧化硫排放量	0.6951	0.3049	0.0752	逆
	工业烟尘排放量	0.816	0.184	0.0454	逆
	工业固体废物产生量	0.8419	0.1581	0.039	逆
	环境空气质量优良率	0.9174	0.0826	0.0204	正
	绿地面积	0.8089	0.1911	0.0471	正
	森林覆盖率	0.84	0.16	0.0395	正
	工业废水排放量	0.8679	0.1321	0.0326	逆
	恩格尔系数	0.8831	0.1169	0.0288	逆
社会经济	农业产值	0.7996	0.2004	0.0494	正
	GDP	0.8805	0.1195	0.0295	正
	固定资产投资额	0.8928	0.1072	0.0265	正
	第三产业占 GDP 的比重	0.9085	0.0915	0.0226	正
	工业总产值	0.8633	0.1367	0.0337	正
	社会消费品零售总额	0.8991	0.1009	0.0249	正
	GDP 增长率	0.9156	0.0844	0.0208	正
	人口	0.8121	0.1879	0.0463	逆
	人均 GDP	0.9118	0.0882	0.0218	正
	人口密度	0.7468	0.2532	0.0624	逆
	人口自然增长率	0.9237	0.0763	0.0188	正

表 4.5 土地利用-生态环境-社会经济系统各级指标权重

Table 4.5 system at all levels of index weight

指标层	权重	准则层	组内权重	综合权重	性质
土地利用	0.3342	耕地比例	0.109907	0.0367	正
		工业用地比例	0.162507	0.0543	正
		居住用地比例	0.136951	0.0458	正
		林地比例	0.10542	0.0352	正
		道路用地比例	0.052622	0.0176	正
		粮食产量	0.348868	0.1166	正
生态环境	0.2859	工业二氧化硫排放量	0.218431	0.073	逆
		工业烟尘排放量	0.131864	0.0441	逆
		工业固体废物产生量	0.113248	0.0378	逆
		环境空气质量优良率	0.059167	0.0198	正
		绿地面积	0.123435	0.0412	正
		森林覆盖率	0.114671	0.0383	正
		工业废水排放量	0.094649	0.0316	逆
		恩格尔系数	0.083726	0.028	逆
		农业产值	0.228538	0.0764	正
		GDP	0.085606	0.0286	正
社会经济	0.4079	固定资产投资额	0.086371	0.0289	正
		第三产业占 GDP 的比重	0.065557	0.0219	正
		工业总产值	0.080411	0.0269	正
		社会消费品零售总额	0.09613	0.0321	正
		GDP 增长率	0.060479	0.0202	正
		人口	0.134602	0.045	逆
		人均 GDP	0.063204	0.0211	正
		人口密度	0.181398	0.0606	逆
		人口自然增长率	0.054647	0.0183	正

## 4.4.2 深圳市 2010~2019 年复合系统协调度测算

协调度是协调状况好坏程度的定量指标，在本文中，协调度是指土地利用-生态环境-社会经济复合系统在发展过程中彼此和谐一致的程度。通过第三章对复合系统协调度的定义，即式（3.10）~（3.16），结合表 4.2、表 4.3、表 4.4、

表 4.5 计算 2010~2019 年深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统协调度，得到 2010~2019 年深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统协调度，如表 4.6 所示。

表 4.6 2010~2019 年深圳市三系统协调度

Table 4.6 2010~2019 coordination degree of system in Shenzhen

年份	协调指数 DSG 值	协调等级	协调程度
2010 年	0.264	3	中度失调
2011 年	0.271	3	中度失调
2012 年	0.331	4	轻度失调
2013 年	0.417	5	濒临失调
2014 年	0.503	6	勉强协调
2015 年	0.540	6	勉强协调
2016 年	0.531	6	勉强协调
2017 年	0.569	6	勉强协调
2018 年	0.573	6	勉强协调
2019 年	0.630	7	初级协调

从计算结果可以看出，2010~2014 年协调度的值较小，深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统一直处于拮抗状态；2014~2018 年深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统的协调度及协调度的时间序列变化处于比较平稳的状态；2019 年左右有小幅波动，但其他年份一直处于稳步上升状态。

#### 4.4.3 深圳市 2010~2019 年复合系统耦合度测算

一般来说，耦合度是对系统间关联程度的度量，在本文中耦合度是测量深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统相互作用影响，反映系统之间的相互依赖相互制约程度。利用式（3.17）~（3.19）计算 2010~2019 年深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合度，得到 2010~2019 年深圳市土地利用-



生态环境-社会经济复合系统耦合度，如表 4.7 所示。

表 4.7 2010~2019 年深圳市三系统耦合度

Table 4.7 Coupling degree of system in Shenzhen from 2010 to 2019

年份	耦合度 C 值	耦合等级	耦合程度
2010 年	0.227	2	低度耦合
2011 年	0.513	4	良性耦合
2012 年	0.514	4	良性耦合
2013 年	0.594	4	良性耦合
2014 年	0.723	4	良性耦合
2015 年	0.691	4	良性耦合
2016 年	0.675	4	良性耦合
2017 年	0.678	4	良性耦合
2018 年	0.509	4	良性耦合
2019 年	0.468	3	中度耦合

根据计算结果，2010 年深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统处于低度耦合状态；2011~2017 年深圳市复合系统处于比较平稳的状态；2018~2019 年深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统的耦合度处于下降状态；总的来说，2010~2019 年深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统大部分处于相互积极影响的状态。

#### 4.4.4 深圳市 2010~2019 年复合系统耦合协调度测算

通过第三章的式子计算，得到 2010~2019 年深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合度，得到 2010~2019 年深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合协调度，如表 4.8 所示。

表 4.8 2010~2019 年深圳市三系统耦合协调度

**Table 4.8 2010~2019 Coupling coordination degree of system in Shenzhen**

年份	耦合度 C 值	协调指数 DSG 值	耦合协调度 D 值	耦合协调等级	耦合协调程度
2010 年	0.227	0.264	0.245	3	中度失调
2011 年	0.513	0.271	0.373	4	轻度失调
2012 年	0.514	0.331	0.412	5	濒临失调
2013 年	0.594	0.417	0.498	5	濒临失调
2014 年	0.723	0.503	0.603	7	初级耦合协调
2015 年	0.691	0.540	0.611	7	初级耦合协调
2016 年	0.675	0.531	0.599	6	勉强耦合协调
2017 年	0.678	0.569	0.621	7	初级耦合协调
2018 年	0.509	0.573	0.540	6	勉强耦合协调
2019 年	0.468	0.630	0.543	6	勉强耦合协调

耦合协调度的计量结果反映了被分析事物的协调发展水平，在本文中耦合协调度是测量深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统的发展水平。根据计算结果，2010~2013 年，深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统虽处于失调状况，但系统耦合协调度及耦合协调度的时间序列变化处于上升状态；2014~2015 年，深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合协调度在 0.58 左右徘徊。

表 4.9 为根据熵权法权重计算后的 2010~2019 年深圳市土地利用-生态环境-社会经济各系统指数。

**表 4.9 2010~2019 年深圳市三系统指数****Table 4.9 Land use Ecological environment Social economy system index of Shenzhen**

年份	土地利用综合指数	生态环境综合指数	社会经济综合指数
2010 年	0.0092	0.0577	0.0171
2011 年	0.0095	0.0340	0.0135
2012 年	0.0131	0.0304	0.0176
2013 年	0.0326	0.0190	0.0264

续下表

年份	土地利用综合指数	生态环境综合指数	社会经济综合指数
2014 年	0.0355	0.0268	0.0292
2015 年	0.0359	0.0340	0.0317
2016 年	0.0136	0.0348	0.0474
2017 年	0.0137	0.0198	0.1026
2018 年	0.0133	0.0106	0.1148
2019 年	0.0131	0.0186	0.1242

根据表 4.9，计算 2010~2019 年土地利用综合指数、生态环境综合指数、社会经济综合指数与耦合度、协调度、耦合协调度的相关系数，如表 4.10。

表 4.10 指数相关系数表

Table 4.10 index table of relative numbers

指数	土地利用综合指数	生态环境综合指数	社会经济综合指数	耦合度 C 值	协调指数 DSG 值	耦合协调度 D 值
土地利用综合指数	-	-	-	-	-	-
生态环境综合指数	-0.186 (0.607)	-	-	-	-	-
社会经济综合指数	-0.274 (0.444)	-0.666 (0.035**)	-	-	-	-
耦合度 C 值	0.608 (0.062*)	-0.482 (0.159)	0.058 (0.874)	-	-	-
协调度 DSG 值	0.254 (0.479)	-0.666 (0.036**)	0.794 (0.006***)	0.539 (0.108)	-	-
耦合协调度 D 值	0.496 (0.144)	-0.643 (0.045**)	0.480 (0.160)	0.877 (0.001***)	0.876 (0.001***)	-

注：\*\*\*、\*\*、\*分别代表 1%、5%、10%的显著性水平

从综合指数相关系数来看，2010~2019 年，土地利用综合指数、生态环境综合指数、社会经济综合指数相互之间都为负相关关系。因为土地是生产过程

中必不可少的重要生产要素，既是生产活动的主要载体，也是承载生产活动产生污染物的载体。土地利用的就像一面镜子，反映社会经济发展阶段，而社会经济发展过程中出现的各种问题可以通过土地利用转型得到解决(龙和曲，2018)。

表 4.10 说明目前深圳市的生态环境综合指数和社会经济综合指数呈显著的负相关关系，但仍不能否定土地利用综合指数与生态环境、社会经济不相关。这表明深圳市社会经济的发展是牺牲了一定的生态环境，或者说目前深圳市若要提高生态环境指数即保护环境，很大程度上要牺牲社会经济。

“耦合”是指系统从无序到有序的演变过程，反映了系统发展水平的高低。从“综合指数—耦合度”相关性来看，2010~2019 年间，土地利用综合指数与协调指数有着较强的相关性，这说明土地利用的变化在促进系统从无序到有序的过程中起到了一定的正面效果。

“协调”是指系统之间相互促进、相互制约的互动关系，反映了系统之间协调状况的好坏。由于本文选取的生态环境的指标多为负面效应的而社会经济指标多为正面效应的，在计算相关性“综合指数—协调度”，有证据表明本文所构建的生态环境综合指数对协调度存在一定的负相关关系，与社会经济指数有着极强的正相关关系，说明生态环境的恶化在一定程度上制约了系统的协调发展，而良好的经济能够促进系统的协调。

“耦合协调度”是度量系统是否具有良好的水平以及系统间相互作用的指数。从“综合指数—耦合协调度”相关性来看，生态环境综合指数对耦合协调度有着较强的负相关性，说明生态环境因素是目前深圳市土地利用、生态环境、社会经济耦合协调度处于低水平的一个重要原因。目前由于深圳市经济高发展程度弥补了生态环境低发展水平的不足，因而耦合度、协调度、耦合协调度在一定程度上仍是处于平稳趋势。

根据以上分析，从系统耦合度、协调度、耦合协调度看，它们总体上呈现出上升趋势，这主要是依赖于全系统发展水平的不断提高。其中，经济快速发展是全系统耦合协调度不断提高的源动力，为全系统协调发展提供了基础和根本保障。然而，全系统协调发展指数并非直线上升，由于系统之间发展的非同

步性，系统协调指数呈现出波动性特征，进而导致协调发展指数的波动。这充分说明，在追求经济快速发展的同时，必须兼顾土地利用和生态环境等系统的发展，实现系统之间的同步提升，才能最终实现最佳的协调发展状态。

#### 4.5 系统耦合协调综合分析

根据计算出的深圳目前处于初级耦合协调状态，进一步分析其成因，并通过建立的评价指标与耦合度、协调度、耦合协调度的影响关系进行关联分析。灰色关联分析常用于计量一个系统发展变化趋势，常用于小样本数据的关联程度，其核心思想是按照相关性大小，评估和排列随时间变化的母序列和子序列的相关性，以此来判断各因素的相关程度。所以本文采用灰色关联分析方法，剖析深圳市土地利用-生态环境-社会经济耦合协调度计算结果的原因。

##### 4.5.1 灰色关联分析原理

灰色关联分析是通过量化分析动态过程的发展态势，比较系统内的时间序列相关的数据。灰色关联分析方法不要求原始数据具有规律性，至少四个样本容量即可计算，不会出现量化结果与定性分析结果不符的情况。灰色关联分析的基本思想是计算无量纲处理后数据的关联系数、关联度，并根据关联度的大小对指标进行排序。

关联系数  $\xi_i(k)$  计算公式为：

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|} \quad \dots (4.4)$$

其中， $x_i(k)$  为子序列  $i$  的各个取值； $\rho \in (0, \infty)$  为分辨系数， $\rho$  越小，分辨力越大，通常情况下，取  $\rho = 0.5$ 。

关联度  $r_i$  的计算公式为：

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k), k = 1, 2, \dots, n \quad \dots (4.5)$$

将计算后的关联度按大小排序，若  $r_i < r_k$ ，则说明母序列与子序列  $k$  更相

似。

#### 4.6 深圳市耦合协调度影响因素分析

改革开放以来，中国经济腾飞。深圳作为一个典型城市，经历了快速的城市化和人口增长。深圳的城市化极大地改变土地利用的结构，进而影响深圳市的生态环境、社会经济的变化。计算深圳市土地利用-生态环境-社会经济耦合度、协调度和耦合协调度，并针对结果进行关联分析，有助于理解生态系统对人类活动的反馈机制，确保土地的有效利用。下文为评估系统的影响因素等级排序提供了一种方法。根据上文计算的耦合度  $C$  值、协调指数  $DSG$  值、耦合协调度  $D$  值和土地利用综合指数、生态环境综合指数和社会经济综合指数，计算其关联度，如表 4.11 所示。

表 4.11 综合指数与度量指数关联度

Table 4.11 Correlation degree of composite index and metric index

评价项	耦合度 $C$	协调指数 $DSG$	耦合协调度 $D$	综合排名
土地利用综合指数	0.756	0.771	0.762	1
生态环境综合指数	0.645	0.75	0.698	2
社会经济综合指数	0.593	0.684	0.639	3

由表 4.11，我们可以看到， $r_{\text{土地利用综合指数}} > r_{\text{生态环境综合指数}} > r_{\text{社会经济综合指数}}$ ，说明土地利用子系统的改变对耦合度、协调度和耦合协调度的影响最为显著，其次是生态环境子系统、社会经济子系统。2010~2019 年，深圳市生态环境综合指数相对于社会经济综合指数相对较低。然而，可持续发展对深圳来说至关重要。因此，必须解决经济发展与生态保护之间的折衷问题。建议制定合理的土地利用规划，重点保护具有较高生态系统服务价值的湿地、水体和林地，以保持未来经济发展与生态系统健康的平衡。

为了更详细地分析是什么因素在已经建立的评价指标体系下，是什么因素在影响着耦合度、协调度和耦合协调度，我们进一步分析计算各子系统内部与

度量指数的灰色关联系数。

#### 4.6.1 土地利用子系统

根据灰色关联分析原理，计算土地利用子系统内部各因素与耦合度 C 值、协调指数 DSG 值、耦合协调度 D 值的关联度，如表 4.12 所示。

表 4.12 土地利用子系统与度量指数关联度

Table 4.12 Correlation degree between land use subsystem and metric index

评价项	耦合度 C	协调指数 DSG	耦合协调度 D	综合排名
林地比例	0.894	0.88	0.926	1
耕地比例	0.899	0.859	0.908	2
道路用地比例	0.877	0.836	0.883	3
居住用地比例	0.891	0.826	0.868	4
工业用地比例	0.886	0.812	0.852	5
粮食产量	0.515	0.503	0.506	6

由表 4.12 可以看到，在土地利用子系统中，林地比例、耕地比例、道路用地比例、居住用地比例等与耦合度 C 值、协调指数 DSG 值、耦合协调度 D 值灰色关联等级的排序为  $r_{\text{林地比例}} > r_{\text{耕地比例}} > r_{\text{道路用地比例}} > r_{\text{居住用地比例}} > r_{\text{工业用地比例}} > r_{\text{粮食产量}}$ ，根据深圳市土地利用数据显示，深圳市各类用地空间分布不均，工业用地比例过高，居住用地面积严重不足，耕地、林地面积过少。

房地产市场的发展是推动深圳城市更新和工业用地转型的重要因素。深圳人口净流入不断，人口、资金、技术等因素不断向大城市集聚。2015 年、2016 年和 2017 年，深圳新增常住人口分别达到 60 万、53 万和 55 万。早期的通过“城中村”、“小产权房”等非正规空间提供低成本住房的形式，已无法满足随着人口的不断增长和对高品质正式生活空间需求的不断增加而不断增长的住房需求。此外，城市商业空间和服务空间的市场需求也在不断增加。房地产市场发展前景，住房价格飙升。在土地资源有限、房地产市场需求强劲的背景下，城市更新已成为房地产供给的主要方式。众多的房地产开发商进入了深圳的城

市更新市场。工业用地开发强度低，产权状况相对简单，吸引了房地产投资者。与城中村等居住、商业用地相比，工业用地再开发涉及的拆迁财产补偿成本相对较低。因此，在市场导向的市区更新下，工业用地成为重要的重建对象。

受生态红线限制，深圳市无法进行扩张，为了稳定房价和保障民生，在集约用地已经达到极点的情况下，深圳市必须在牺牲部分工业用地或其他用地来提供住房，缓和房价高涨带来的恐慌，而这些措施就会进一步影响社会经济，从而导致系统耦合协调度降低。若想提高度量指数，则应该根据关联等级，对相应的评价项做出改善，以提高复合系统耦合协调度。

#### 4.6.2 生态环境子系统

同理，我们可以通过计算生态环境子系统内部各因素与度量因素的关联度，将计算结果进行排序，得到以下生态环境子系统与度量指数关联等级：

$$r_{\text{绿地面积}} > r_{\text{森林覆盖率}} > r_{\text{环境空气质量优良率}} > r_{\text{工业废水排放量}} > r_{\text{工业固体废物产生量}} > r_{\text{工业烟尘排放量}} > r_{\text{工业二氧化硫排放量}}$$

如表 4.13。

表 4.13 生态环境子系统与度量指数关联度

Table 4.13 Correlation degree of ecological environment subsystem and metric index

评价项	耦合度 C	协调指数 DSG	耦合协调度 D	综合排名
绿地面积	0.93	0.901	0.918	1
森林覆盖率	0.932	0.897	0.913	2
环境空气质量优良率	0.923	0.896	0.906	3
工业废水排放量	0.906	0.85	0.866	4
工业固体废物产生量	0.88	0.878	0.863	5
工业烟尘排放量	0.845	0.815	0.822	6
工业二氧化硫排放量	0.743	0.711	0.716	7

深圳市各类用地空间分布不均，导致居住用地周围遍布工业用地，工业用地自身加持的工业产业及相关配套设施，会带来经济的增长、人口的增多和环境污染，这在一定程度上会使人类居住环境恶化，最终导致系统耦合协调度降



低。由表 4.13 可知,良好的生态环境,如绿地面积、森林覆盖率、环境空气质量优良率提高,会提高度量指数,但工业废水排放量、工业固体废物产生量、工业烟尘排放量、工业二氧化硫排放量提高,对提高度量指数无意义。

#### 4.6.3 社会经济子系统

深圳市人口总量和城市面积总量的反差决定了深圳市必定面临“僧多粥少”的局面。深圳市正在面临产业结构升级,巨大的城中村规模、拥挤狭小的居住环境亟待改善。根据新地产(2020)的报告显示,目前深圳仍有 1500 万人住在城中村,约占城市总人口的 75%,这意味着人口和深圳市允许村民自发建设集体用地的社会遗留问题影响着土地利用结构,这也是深圳市土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调度仍然不高的一个不可忽视的因素。计算社会经济子系统内部各因素与度量因素的关联度,如表 4.14。

表 4.14 社会经济子系统与度量指数关联度

Table 4.14 Correlation degree of social economic subsystem and metric index

评价项	耦合度 C	协调指数 DSG	耦合协调度 D	综合排名
人均 GDP	0.73	0.87	0.819	1
社会消费品零售总额	0.695	0.85	0.772	2
人口自然增长率	0.74	0.746	0.802	3
GDP	0.665	0.818	0.731	4
规模以上工业总产值	0.68	0.791	0.742	5
第三产业占 GDP 的比重	0.745	0.658	0.754	6
恩格尔系数	0.734	0.668	0.754	7
人口密度	0.725	0.694	0.728	8
人口	0.704	0.677	0.723	9
固定资产投资额	0.707	0.594	0.687	10
GDP 增长率	0.688	0.538	0.591	11
农业总产值	0.51	0.589	0.547	12

GDP 是衡量深圳经济发展能力的重要因子,而人均 GDP 是反应深圳社会经

济发展能力的重要因子。根据表 4.14，在衡量社会经济子系统与度量指数相关关系的时候，人均 GDP 排在第一位，其次是反映最终消费能力的社会消费品零售总额，再者是反映人口增长的人口自然增长率、反映经济实力的 GDP 和规模以上工业总产值等。由表 4.14 可知，若深圳想提高复合系统度量指数，可按关联等级排名，从提高人均 GDP、社会消费品零售总额、提高人口自然增长率等方面入手。

经过 50 多年的改革开放和高速增长，深圳创造了经济奇迹，达到上中等收入国家和地区水平。2019 年，深圳市人均 GDP 增长率继续保持在较高水平，经济效益进一步改善，但是经济结构出现了一定程度的恶化，第三产业增加值占 GDP 比重呈现下降趋势。分析得知，经济增长和经济效益的良好趋势掩盖了经济结构上的不足，经济发展主要不是依赖内生动力，而是依赖投入规模的外生扩张。

#### 4.6.4 对深圳市现状的建议

自从 1978 年深圳经济特区成立以来，深圳已经从一个边境小镇转变为中国高科技产业、外贸和海运等领域的中心城市之一。迄今，深圳已经完全城市化，成为中国唯一一个没有农村的城市。但快速的城市化也需要保障就业、住房和城市基础设施的土地需求，但受到生态红线的限制，深圳市不能进行城市扩张，必须以土地集约利用为发展模式。但即便如此，深圳市不论是土地集约利用程度，还是土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合协调度，在全国范围内都处于领先地位。如图 4.8，从协调模型分析结果和数据来看，三个子系统相互间的协调关系变化与土地利用结构变化一致。

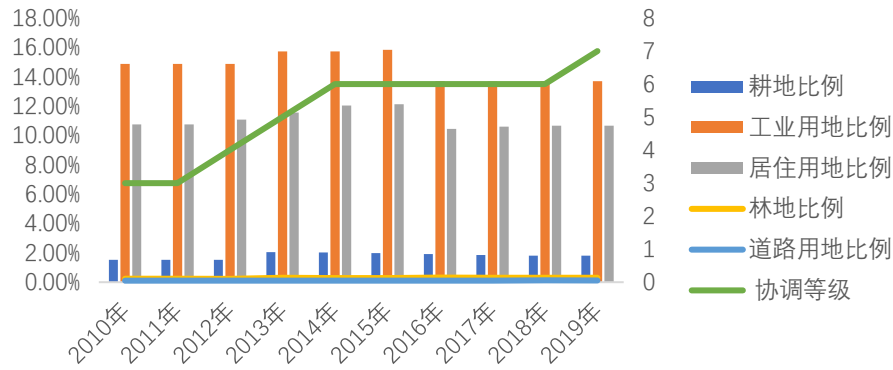


图 4.8 系统协调等级与土地利用结构对比图

Figure 4.8 Comparison of system coordination levels and land use structures

本文选择 2010~2019 年的中间年限的土地利用结构，对深圳市耦合协调现状进行进一步地阐述，即对 2015 年深圳土地利用结构图进行分析，如图 4.9。可以看到，深圳市西部用地多为工业用地和服务业用地，中间分布有部分林地、草地和公园绿地，东部多为林地，这说明深圳市用地结构仍不合理。工业用地位于距居民区不足 500 米。工业与居民区的邻近性表明了劳动和工业活动之间的强烈联系，并直接影响生活质量，如污染、噪音和交通冲突。由于普遍存在的非土地利用单元，工业用地和住宅用地之间以及其他土地利用之间必然会出现意想不到的或不受欢迎的土地用组合，这将是协调发展对城市 and 居民最直接的影响之一。

从空间角度看，深圳市工业用地效率具有明显的空间不均衡性。与北京、上海等国内特大城市相比，深圳在工业用地利用效率方面表现良好。但与纽约、伦敦、香港等国际大都市相比，深圳在提高工业用地利用效率方面仍有很大空间（冷志明，2008）。在此背景下，深圳市政府出台了《深圳市政府关于进一步加强土地管理促进土地节约集约利用的意见》、《深圳市政府关于进一步加强土地管理促进土地节约集约利用的意见》等一系列政策。鼓励工业用地的高强度开发，增加投资和改造，提高容积率，加快工业用地的改造，提高土地利用效率。在此背景下，深圳工业用地正经历着快速、粗放式的转型，深刻地改变了深圳工业用地的功能结构和空间格局。

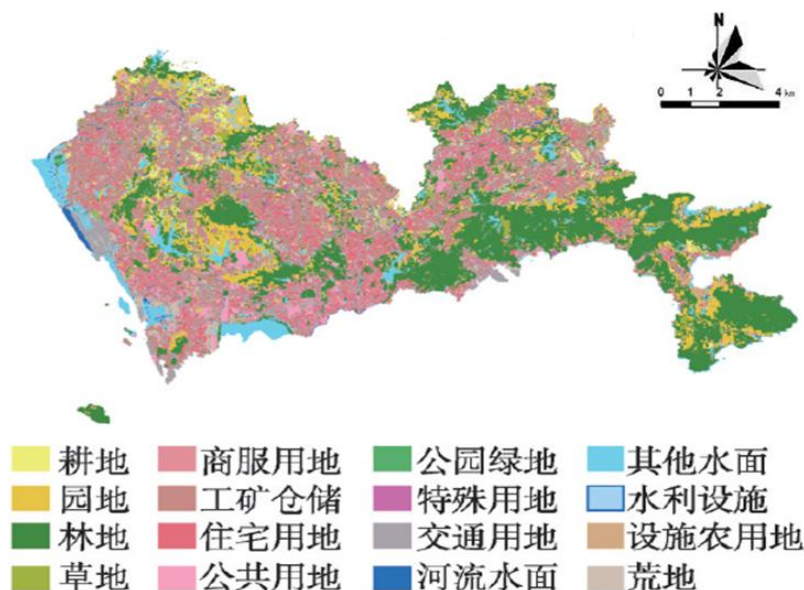


图 4.9 2015 年深圳市土地利用结构图

Figure 4.9 Land use structure map of Shenzhen in 2015

然而，深圳市不同地理类型的空间分布仍是混乱和无序的。特别是在工业区的分布上，无论是在大量的国家级开发区还是在一些城中村中，都有很多不同级别的工业企业，有些企业与居民区混杂在一起，造成了相当大的环境污染和交通堵塞。

根据上文度量指数和关联等级计算结果，在考虑深圳城市化进程中土地利用、生态环境和社会经济问题的基础上，要实现区域可持续发展，就是要实现土地利用、生态环境和社会经济三者的平衡。结合深圳市近十年的发展历程及相关政策，对深圳市提出以下建议：

一是充分挖掘用地空间。加强区域土地开发利用合作，发展“飞地经济”，“借鸡生蛋”，加强与周边城市区域合作协调发展。同时，加强地面、地下空间开发利用和土地复垦等土地政策研究，在现有资源条件下开辟新的空间。此外，适时将部分产业转移到其他地方，以腾出土地供应更高端产业发展。

二是调整优化建设用地结构。增加居住用地供应，促进稳地价、稳房价。逐步减少工业空间，扩大高新技术产业、金融服务业和总部企业用地，促进城市转型和产业升级。加强国土空间规划的整体控制功能，通过完善的管理系统

和严格的新增建设用地控制，倒逼城市用地结构调整优化。

三是大力挖掘存量建设用地潜力。不断深化对城中村、老市中心、老工业社区、老社区等土地改革，促进开放空间、闲置用地、非利用地和其他用地等存量建设用地的开发利用，提高存量建设用地利用效率。

四是建立土地集约利用新机制，扩大土地资源市场配置范围。深化国有土地有偿使用制度，扩大土地资源市场化配置范围。积极探索和实现各种社会事业的土地有偿使用制度，逐步将土地有偿使用范围覆盖到包括能源、交通、水利、城市等基础设施建设。

#### 4.6.5 “深圳模式”对全国土地利用-生态环境-社会经济带来的启示

新中国成立以来，我国城市人口数量不断增加，城市化率不断提高。然而，在快速城市化进程的背后，也存在许多问题。特别是改革开放后，我国城市化进程明显加快，进入城市快速扩张的新阶段，这是社会经济结构快速转型的新阶段。城市空间的发展带来了许多问题：城市蔓延、荒地、景观建设无序、历史文化流失、农村人口流动、地域文化认同丧失、生态环境恶化。

自从1978年深圳经济特区成立以来，深圳已经从一个边境小镇转变为中国高科技产业、外贸和海运等领域的中心城市之一。迄今，深圳已经完全城市化，成为中国唯一一个没有农村的城市。但快速的城市化也需要保障就业、住房和城市基础设施的土地需求，但受到生态红线的限制，深圳市不能进行城市扩张，必须以土地集约利用为发展模式。但即便如此，深圳市不论是土地集约利用程度，还是土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合协调度，在全国范围内都处于领先地位。中国经济的快速增长依赖于对大量土地的占用，特别是对耕地的占用。因此，土地集约利用是中国的必然选择。人口不断流向大城市，都市圈、城市化现象越来越普遍。越来越多人呼吁，在人口流入多的城市增加相应的建设用地，这也是“人地挂钩”政策的核心，由表4.15可以看到，在2019年GDP十强城市中，深圳市人均居住面积最低。

表 4.15 2019 年 GDP 十强城市居住用地占比情况

Table 4.15 Proportion of residential land in China's top 10 cities in 2019

城市	常住人口 (万人)	城市建设用地 面积 (平方公里)	居住用地面积 (平方公里)	居住用地面积 占比	人均居住面积 (平方米)
上海	2487.1	1945	549.8	28.3%	37.2
北京	2189.3	1472	427.9	29.1%	33
深圳	1756	940	212.9	22.6%	27
广州	1867.7	722	223.1	30.9%	34.2
重庆	3205.4	1319	412.5	31.3%	36.5
苏州	1274.8	476	138.7	29.1%	46.09
成都	2093.8	879	300.7	34.2%	44.1
杭州	1193.6	612	188.5	30.8%	37.3
武汉	1232.7	865	270.5	31.3%	36
南京	935.1	803	223.8	27.9%	40.3

数据来源：各地统计局，住建部《2019 年城市统计年鉴》

根据曾鹏等（2020）、郑新奇（2010）对中国土地利用结构的研究，证实与国内其他城市相比，深圳的土地集约利用水平较高，并且相对深圳，中国其他城市的土地利用-社会经济-生态环境系统耦合程度处于较低水平。经济社会的快速发展正快速消耗宝贵的土地资源。为此，本文根据“深圳模式”的经验，对中国土地利用-社会经济-生态环境系统耦合程度处于较低水平这一问题提出以下建议：

一是要严守生态红线，完善基本农田保护制度，确保耕地总量动态平衡，保护生态环境，避免生态破坏和环境污染现象的发生。在资源总量有限的条件下，依靠科技创新破解自然资源总量快速减少世界性难题。

二是要合理调整土地利用结构，强调土地利用结构和土地资源类型匹配，避免频繁改变土地利用结构，加强土地集约利用，提高土地资源利用效率，这样才能使生产和生活空间适度压缩，减轻对生态环境的影响，为自然修复留有“余地”。

三是要统筹区域城乡发展，减轻人口流入城市造成的城市压力，避免出现大规模的“空心村”现象。城市土地开发利用要综合考虑地上地下空间、功能复合、“三生”空间效益等因素。乡村建设用地要注意盘活存量建设用地，融合发展农村一、二、三产业，打造观光农业、体验农业、创意农业、休闲农业与乡村旅游等新业态，促进县域经济发展。

#### 4.7 本章小结

本章在第3章的基础上，以深圳市为例，通过主成分分析计算出评价指标，对深圳市土地利用-生态环境-社会经济复合系统的耦合度、协调度、耦合协调度进行了计算，结果表明，深圳市2010~2019年土地利用-生态环境-社会经济复合系统大部分时间内处于积极相互影响的状态。

基于计算结论：2010~2019年深圳的土地利用-生态环境-社会经济复合系统处于基本协调状态，利用关联分析对复合系统耦合协调结果进行综合分析，计算复合系统子系统和子系统内部的关联等级并进行排序，依次对深圳市的发展提出建议，并以点带面，基于“深圳是全国最集约利用土地”的研究事实，对全国土地利用-生态环境-社会经济耦合协调提出：要严守生态红线，完善基本农田保护制度；要合理调整土地利用结构，加强土地集约利用；要统筹区域城乡发展，减轻人口流入城市造成的城市压力等建议。





## 第5章 结论与展望

### 5.1 结论

二战以来,人口爆炸式增长,工业化、城镇化进程加快,导致建设用地过快扩张、边际土地大量开发、土地退化和污染严重,人地供需矛盾日益尖锐。在此背景下,土地集约利用问题成为地理学、经济学、农学、生态环境生态学等学科的热议话题。土地集约利用面临的突出问题和挑战之一,是如何处理土地利用与生态环境保护、社会经济发展的关系,既要保证当前经济增长和民生改善,又要保障长期可持续发展,促进生态系统良性循环。而土地集约利用是土地管理的主要目标之一,但受土地的数量、开发实力、土地供应机制、布局、经营状况等因素影响很大。可以说,提高土地集约利用水平,将大大提高土地利用效率。

本文分析了土地利用与生态环境、社会经济各维度之间的互动关系和互动机制。在分析土地利用与生态环境、社会经济相关理论研究的基础上,基于系统论的思想,将“土地利用-生态环境-社会经济”作为一个系统整体考虑,运用主成分分析对土地利用与生态环境、社会经济互动作用机制进行定量研究,全面刻画土地利用对社会经济和生态环境的影响和社会经济、生态环境对土地利用规模和结构的影响。并以全国土地利用集约程度最高的深圳市为例,测算其土地利用-生态环境-社会经济复合系统耦合协调度,计算发现深圳市近十年来土地利用-生态环境-社会经济复合系统保持在初级耦合阶段,在此基础上,通过灰色关联分析剖析复合系统间和各系统内部分析计算结果的成因,提出深圳市应全面拓展土地利用空间、调整优化建设用地结构、大力挖掘存量建设用地潜力、扩大土地资源市场配置范围的对策建议。最后,根据“深圳模式”的经验,对中国土地利用-社会经济-生态环境系统耦合程度处于较低水平这一问题进行了分析,提出要依靠科技创新破解自然资源总量减少的难题,合理调整土地利用结构统筹区域城乡发展等建议。

## 5.2 研究局限性及下一步研究方向

由于统计数据不足,本文采取了插值法对一些指标数据进行补充,可能会对评价结果产生影响。加之个人知识和能力的局限性,运用理论工具分析土地利用-生态环境-社会经济系统耦合协调度的深度和广度还存在局限。

本研究虽然建立了土地利用-生态环境-社会经济耦合协调度模型,并以深圳市为例进行测算,然而,每个地区的社会自然因素不同,我们只能类比出中国大多数城市的土地利用-生态环境-社会经济耦合协调度处于较低水平,但并未详细计算、分析各地耦合协调度较低的原因,这也是本文进一步扩展补充的空间。另外,本文只是从时间序列的角度对土地利用-生态环境-社会经济耦合协调问题进行分析,尚未考虑空间、区位等因素对模型的影响,这是本文进一步进行模型改进的空间。

## 5.3 展望

任何一个土地资源稀缺的国家或地区,都倾向于采用高强度、集约化土地集约利用模式。土地资源在中国社会经济发展的因果关系中起着主导作用。我国是一个土地资源总量丰富、人均耕地少、耕地质量低、后备资源有限的国家,解决土地问题的根本途径是大力推进土地资源集约利用。土地是城市化可持续发展的前提条件。随着城市人口的增加和城市的扩张,必须占用一定数量的耕地,而耕地是人类生存的基本保障,因此,城市土地集约利用势在必行,应深入挖掘中国现有存量的土地利用潜力。

目前,土地集约利用仍然是一个复杂的问题。在中国和其他发展中国家,土地集约利用已经引起了很多关注。土地集约利用评价者众多,研究者试图理解土地集约利用的内涵和理论,从土地利用程度、土地投入、土地产出和土地可持续发展等方面对城市土地集约利用进行了大量分析和研究。考虑到土地集约利用的未来,土地资源的合理开发利用和保护应该结合起来。土地资源的开发利用要兼顾经济效益、生态效益和社会效益。没有生态效益,经济效益就不会长久;没有社会效益,所谓的生态效益也是不可接受的。经济效益、社会效益、生态效益之间的相互协调与相互促进是土地资源可持续利用的前提和基

础。

笔者认为，中国现行的城市土地集约利用制度面临着巨大的挑战，政府需要根据其社会经济发展水平和土地利用状况，制定一系列城市土地集约利用指南，依靠科技创新破解自然资源总量快速减少世界性难题，以实现经济高质量发展可持续发展。



## 参考文献

- 阿尔弗雷德·韦伯. 工业区位论[M]. 商务印书馆, 2011.
- 埃比尼泽·霍华德. 明日的田园城市[M]. 商务印书馆, 2009.
- 奥古斯特·勒施, 王守礼. 经济空间秩序[M]. 商务印书馆, 2010.
- 白列湖. 协同论与管理协同理论[J]. 甘肃社会科学, 2007(5):3.
- 班固撰. 汉书. 13[M]. 现代教育出版社, 2013.
- 毕宝德. 土地经济学. 第4版[M]. 中国人民大学出版社, 2001.
- 蔡绍洪, 谷城, 张再杰. 时空演化视角下我国西部地区人口-资源-环境-经济协调发展研究[J]. 生态经济, 2022, 38(2):8.
- 蔡漳平, 叶漳峰. 耦合经济[M]. 冶金工业出版社, 2011.
- 曾鹏, 邢梦昆, 秦慧玲. 中国城市群土地利用结构与效率研究[J]. 统计与决策, 2020(21):6.
- 陈才. 区域经济地理学[M]. 科学出版社, 2009.
- 戴德英, 1989. 浅谈城市空间结构[J]. 城市(1): 2.
- 董玉祥, 简陆芽, 全洪, 等. 大比例尺土地利用更新调查技术与方法[J]. 中国土地科学, 2004, 018(006):28-33.
- 董祚继. 中国现代土地利用规划[M]. 中国大地出版社, 2008.
- 冯·贝塔朗菲. 一般系统论[M]. 社会科学文献出版社, 1987.
- 冯锋, 汪良兵. 技术创新链视角下我国区域科技创新系统协调发展度研究[J]. 中国科技论坛, 2012(3):7.
- 傅小徐. 基于 DEA 模型的江西省土地利用效率研究[D]. 江西师范大学, 2010.
- 高永年, 刘友兆. 经济快速发展地区土地利用结构信息熵变化及其动因分析——以昆山市为例[J]. 土壤, 2004, 36(5):5.
- 葛全胜, 赵名茶, 郑景云. 20 世纪中国土地利用变化研究[J]. 地理学报, 2000, 55(006):698-706.
- 桂慕文. 人类社会协同论:对生态、经济、社会三个系统若干问题的研究[M]. 江西人民出版社, 2001.
- 郭红兵, 徐淑一, 曾玉叶. 基于复合系统协同度模型的科技金融"三链协同"研究——北京、上海和广东的一个比较实证分析[J]. 南京财经大学学报, 2019(5):11.

- 郭治安, 沈小峰. 协同论[M]. 山西经济出版社, 1991.
- 国家环境保护局. 21 世纪议程[M]. 中国环境科学出版社, 1993.
- 哈肯. 协同学:理论与应用[M]. 1990.
- 何逢标. 综合评价方法的 MATLAB 实现[M]. 中国社会科学出版社, 2010.
- 胡焕庸. 欧洲自然地理[M]. 商务印书馆, 1982.
- 胡焕庸. 中国人口地理[M]. 华东师范大学出版社, 1984.
- 胡守钧. 社会共生论 第 2 版[M]. 复旦大学出版社, 2012.
- 金涛. 土地在呼唤:保护人类赖以生存的耕地[M]. 广西科学技术出版社, 1997.
- 康建锋. 喀什市土地利用结构信息熵与社会经济发展灰色关联分析[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(9):3.
- 克里斯塔勒. 德国南部中心地原理[M]. 商务印书馆, 2010.
- 匡兵, 卢新海, 胡碧霞. 经济发展与城市土地利用效率的库兹涅茨曲线效应——基于湖北省 12 个地级市的面板数据[J]. 地域研究与开发, 2018, 37(6):6.
- 雷士芬, 张全景, 柳博会,等. 基于主成分分析的日照市土地利用变化驱动力分析[J]. 上海国土资源, 2015, 36(2):5.
- 冷志明, 易夫. 基于共生理论的城市圈经济一体化机理[J]. 经济地理, 2008, 28(3):4.
- 李后强, 艾南山. 人地协同论:可持续发展模型构建的基础[J]. 中国人口·资源与环境, 1998, 8(3):6.
- 李澜涛. 辽宁省城市土地集约利用研究:影响因素利用效益[D]. 辽宁师范大学, 2010.
- 李璐璐, 王策. 中国新型城镇化与乡村振兴的协同发展研究[J]. 统计理论与实践, 2021(12):8.
- 李启权, 张新, 高雪松,等. 川中丘陵县域土地利用程度与效益耦合协调格局分析[J]. 农业现代化研究, 2014, 35(1):6.
- 李馨, 石培基. 城市土地利用与经济协调发展度评价研究——以天水市为例[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(3):5.
- 李正方. 国际土地持续利用系统讨论会在印度召开[J]. 生态与农村环境学报, 1990(03):78-79.
- 梁本哲. 武汉城市圈土地利用变化与经济发 展的时空效应研究[D]. 中国地质大学.
- 廖估慧、彭贤伟、肖钊富. 土地利用变化与社会经济发展耦合协调关系研究——以遵义市为例[J]. 贵州师范大学学报: 自然科学版, 2020, 38(5):7.

- 廖乙勇. 都市更新主體之共生模式[J]. 2008.
- 林恩·马古利斯, 易凡. 生物共生的行星[M]. 上海科学技术出版社, 2009.
- 刘琼, 吴斌, 欧名豪, 等. 扬州市土地利用与经济系统的协调发展评价[J]. 中国土地科学, 2013 (6):7.
- 刘耀彬. 城市化与生态环境耦合机制及调控研究[M]. 经济科学出版社, 2007.
- 刘煜, 徐小兰. 人地共生[M]. 百花洲文艺出版社, 2013.
- 陆红生. 土地管理学总论[M]. 中国农业出版社, 2002.
- 陆汝成, 梁宝坤, 李秋萍. 新兴发展区域产业发展水平与土地利用结构关系研究——以广西北部湾经济区为例[J]. 资源开发与市场, 2014, 30(10):3.
- 马靖靖, 张军, 周冬梅, 等. 青海省水资源—能源—粮食系统耦合协调演化特征研究[J]. 国土与自然资源研究, 2022(2):7.
- 马克思. 资本论. 第一卷[M]. 人民出版社, 1975.
- 马树才. 宏观经济数量模型: 模型、方法与应用[M]. 经济科学出版社, 2005.
- 马歇尔. 经济学原理 上卷[M]. 商务印书馆, 2011.
- 毛汉英. 人地系统与区域持续发展研究[M]. 中国科学技术出版社, 1995.
- 孟庆松, 韩文秀. 复合系统协调度模型研究[J]. 天津大学学报: 自然科学与工程技术版, 2000, 33(4):3.
- 米文佳. 西安市土地利用变化与社会经济发展协调关系研究[D]. 西安建筑科技大学.
- 彭补拙, 濮励杰, 黄贤金. 资源学导论[M]. 东南大学出版社, 2007.
- 秦耀辰. 人文地理中经济增长模式评述[J]. 人文地理, 1988(2):3.
- 任大光, 薛思学, 袁媛, 等. 哈尔滨市土地利用变化与社会经济发展耦合关系研究[J]. 国土与自然资源研究, 2012(5):4.
- 任继周. 任继周文集. 第6卷, 草原生态化学和草地农业生态学[M]. 中国农业出版社, 2011.
- 任美镔, 包浩生. 中国自然区域及开发整治[M]. 科学出版社, 1992.
- 任志远. 土地利用变化与生态安全评价[M]. 科学出版社, 2003.
- 石晓平. 土地资源可持续利用的经济学分析[D]. 南京农业大学, 2001.
- 史培军, 潘耀忠, 陈晋, 等. 深圳市土地利用/覆盖变化与生态环境安全分析[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4):7.

- 水岗富鸠, 李柱臣. 在农业土地利用理论方面的一些谬误[J]. 地理科学进展, 1984, 3(1):44-49.
- 斯特拉波. 地理学. 上[M]. 上海三联书店, 2014.
- 斯特拉波. 地理学. 下[M]. 上海三联书店, 2014.
- 宋戈. 中国城镇化过程中土地利用问题研究[M]. 中国农业出版社, 2005.
- 田俊峰, 王彬燕, 王士君. 东北三省城市土地利用效益评价及耦合协调关系研究[J]. 地理科学, 2019(2):11.
- 田燕. 河南省土地利用对社会经济发展的影响研究[J]. 国土资源科技管理, 2012(5):7.
- 汪顺生, 杨金月, 王爱丽, 等. 河南省黄河流域水资源—经济—生态系统耦合协调评价及预测[J]. 湖泊科学: 20220127, 1-17.
- 王德忠. 区域经济一体化的理论与实践[M]. 科学出版社, 2009.
- 王海英, 刘国昊, 王鹏程. 新疆农村人口—土地—经济系统耦合协调发展分析[J]. 农村经济与科技, 2021, 32(19):198-199
- 王天伟, 赵立华, 赵娜. "三规合一"的理论与实践[C]. 城市规划和科学发展——2009 中国城市规划年会论文集. 2009.
- 王伟, 邓蓉, 何伟. 土地经济学[M]. 中国农业出版社, 2006.
- 王晔. 欧洲人文地理[M]. 上海科学技术文献出版社, 2013.
- 威廉·配第 著, 陈冬野. 经济学名著译丛: 政治算术 [M]. 商务印书馆, 2014.
- 魏宏森, 曾国屏. 清华大学学术专著 系统论——系统科学哲学[M]. 清华大学出版社, 1995.
- 吴传钧, 郭焕成. 中国土地利用[M]. 科学出版社, 1994.
- 肖波. 从《史记·货殖列传》到《汉书·货殖传》看司马迁与班固经济思想的对立[J]. 晋阳学刊, 2006(3):125-126.
- 肖华勇. 统计计算与软件应用[M]. 西北工业大学出版社, 2009.
- 肖展春, 刘艳芳, 白宁, 等. 土地利用与社会经济发展耦合关系研究[J]. 科技进步与对策, 2009, 26(20):4.
- 徐婧, 赵乔贵. 云南省 2002-2008 年土地利用变化及与社会经济发展关系[J]. 中国国土资源经济, 2011, 24(7):3.
- 徐孟洲. 耦合经济法论[M]. 中国人民大学出版社, 2010.
- 许艳, 濮励杰, 张丽芳, 朱明. 土地集约利用与经济发展时空差异研究——以江苏省为例[J]. 南



- 京大学学报: 自然科学版, 2009, 45(6):11.
- 许月卿, 崔丽, 孟繁盈. 大城市边缘区土地利用变化与社会经济发展关系分析——以北京市平谷区为例[J]. 中国农业资源与区划, 2008, 29(4):6.
- 许智伟, 蔡进丁, 陶纬翻. 欧洲地理新论[M]. 黎明文化事业股份有限公司, 1985.
- 严金明. 中国土地利用规划:理论方法战略[M]. 经济管理出版社, 2001.
- 杨吾扬, 梁进社. 高等经济地理学[M]. 北京大学出版社, 1997.
- 杨依天, 郑度, 张雪芹,等. 1980—2010 年和田绿洲土地利用变化空间耦合及其环境效应[J]. 地理学报, 2013, 68(6):12.
- 伊利. 经济学概论[M]. 商务印书馆, 1913.
- 袁纯清. 共生理论:兼论小型经济[M]. 经济科学出版社, 1998.
- 约翰·冯·杜能. 孤立国同农业和国民经济的关系:珍藏本[M]. 商务印书馆, 2009.
- 约翰·史密森, 史密森, Smithin,等. 货币经济学前沿:论争与反思[M]. 上海财经大学出版社, 2004.
- 张大可. 史记全本新注[M]. 三秦出版社, 1990.
- 张光宏, 马艳. 城郊土地利用社会效益和生态环境效益的动态耦合关系——以武汉市远城区为例[J]. 农业技术经济, 2014(11):7.
- 张坤民主笔. 可持续发展论[M]. 中国环境科学出版社, 1997.
- 张雷, 陈文言. 地区经济发展与土地利用转换——以长江干流地区为例[J]. 资源科学, 2004, 26(1):7.
- 张明斗, 莫冬燕. 城市土地利用效益与城市化的耦合协调性分析——以东北三省 34 个地级市为例[J]. 资源科学, 2014, 36(1):9.
- 张帅, 王成新, 于尚坤, 等.城市生态弹性与经济弹性耦合研究——以济南市为例[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2022: (01): 1-7.
- 张文忠. 经济区位论[M]. 科学出版社, 2000.
- 张亚斌. 中国所有制结构与产业结构的耦合研究[M]. 人民出版社, 2001.
- 张毅. 山东省济宁市社会经济发展与土地利用关系研究[J]. 华中师范大学学报: 自然科学版, 2008, 42(2):5.
- 郑华伟, 张锐, 张俊凤,等. 土地集约利用与经济发展关系的动态计量分析——以江苏省为例

- [J]. 长江流域资源与环境, 2012(4):412-418.
- 郑新奇, 邓红蒂, 姚慧,等. 中国设区市土地集约利用类型区划分研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2010(2):6.
- 郑新奇, 王筱明. 城镇土地利用结构效率的数据包络分析[J]. 中国土地科学, 2004, 18(2):6.
- 赵民, 陶小马. 城市发展和城市规划的经济学原理[M]. 高等教育出版社, 2001.
- 钟世坚. 区域资源环境与经济协调发展研究. 吉林大学.
- 周诚. 土地经济学原理[M]. 商务印书馆, 2003.
- 周章伟, 陈凤桂, 张虹鸥,等. 2009 年广东省土地利用社会经济效益与生态环境效益协调发展研究[J]. 地域研究与开发, 2011.
- 朱德举. 土地科学导论[M]. 中国农业科技出版社, 1995.
- A.拉甫里舍夫, 张新梅. 经济地理学的对象及其当前的任务[J]. 国外社会科学, 1980(11):3.
- Anne, van, der, et al. Land Use Changes in Regional Economic Theory[J]. Environmental Modeling & Assessment, 2001.
- Bertalanffy L V . General System Theory: Foundations, Development, Applications[J]. Leonardo, 1976, 10(3).
- Cai X , Liang Y , Huang Z , et al. Spatiotemporal pattern and coordination relationship between urban residential land price and land use intensity in 31 provinces and cities in China[J]. PLoS ONE, 2021, 16(7):e0254846.
- DENG Jinsong, LI Jun, YU Liang, et al. Dynamics of land use landscape pattern in Hangzhou City during its rapid urbanization [J]. 应用生态学报(英文版), 2008(9):2003-2008.
- Ding C , Lichtenberg E . LAND AND URBAN ECONOMIC GROWTH IN CHINA\*[J]. Journal of Regional Science, 2011, 51(2):299-317.
- E • 瑟德贝里, H • 维克斯特伦, Z • 卡多斯. Cooling arrangement in a vehicle[M]. 2011.
- FAO. 土地评价纲要[M]. 1976
- Foley, J. A . Global Consequences of Land Use[J]. Science, 2005, 309(5734):570-574.
- Foo K , D Martin, Wool C , et al. The production of urban vacant land: Relational placemaking in Boston, MA neighborhoods[J]. Cities, 2013, 35(dec.):156-163.
- Haken H . Can Synergetics Be of Use to Management Theory?[J]. Springer Berlin Heidelberg, 198

4.

Hassan A M , Lee H . Toward the sustainable development of urban areas: An overview of global trends in trials and policies[J]. Land Use Policy, 2015, 48:199-212.

Hassan Z . David Ricardo, Des principes de l'économie politique et de l'impôt[J]. Revue Tiers Monde, 1993, 34(135):710-711.

Hay J , Mimura N . Supporting climate change vulnerability and adaptation assessments in the Asia-Pacific region: an example of sustainability science[J]. Sustainability Science, 2006, 1(1):23-35.

Ho S , Lin G . Non-agricultural land use in post-reform China[J]. China Quarterly, 2004, 179(179): 758-781.

Kuang W H , Liu J Y , Zhang Z X , et al. Spatiotemporal dynamics of impervious surface areas across China during the early 21st century[J]. 科学通报: 英文版, 2013(14):11.

Li Y , Fan P , Liu Y . What makes better village development in traditional agricultural areas of China? Evidence from long-term observation of typical villages[J]. Habitat International, 2018.

Liang G M , Liu W D , Liu H P , et al. Coupling Relationship between Socio-economy Benefits and Eco-environment Benefits of Land Use in Shenzhen City[J]. Scientia Geographica Sinica, 2008, 28(5):636-641.

Liu C , Yang M , Hou Y , et al. Ecosystem service multifunctionality assessment and coupling coordination analysis with land use and land cover change in China's coastal zones[J]. Science of The Total Environment, 2021:149033.

Maturana H , Varela F . The tree of knowledge: The biological roots of human understanding[M]. 1992.

Niu B , D Ge, Yan R , et al. The Evolution of the Interactive Relationship between Urbanization and Land-Use Transition: A Case Study of the Yangtze River Delta[J]. Land, 2021, 10.

Qi L , Pei Y , Dong J . Evaluation and forecast method of coordination degree between urban traffic planning and land use[J]. Arabian Journal of Geosciences, 2021, 14(13).

Wang J , D Zhang. Study on the Mechanism of Logistics System Sustainability[C]// IEEE International Conference on Automation & Logistics. IEEE, 2007.

Ricardo D . Essai sur l'influence d'un bas prix du blé sur les profits[M]. Economica, 1988.

- Smil, Vaclav. China's agricultural land.[J]. China Quarterly, 1999.
- Tan J , Nan L I , Wei Q H . Simulation Analysis on Land Use Coordination Degree in Beijing[J]. China Land Science, 2008, 22(9):38-42.
- Venter C J , Mohammed S O . Estimating car ownership and transport energy consumption: a disaggregate study in Nelson Mandela Bay[J]. Journal of the South African Institution of Civil Engineering, 2013, 55(1):2-10.
- Wang C , Meng Q . Research on the Sustainable Synergetic Development of Chinese Urban Economies in the Context of a Study of Industrial Agglomeration[J]. Sustainability, 2020, 12.
- Wang H , Lin J . Spatio-temporal Change of Land Use and Its Eco-environmental Effects in Shantou City[J]. Tropical Geography, 2010.
- Xie G , Lin Z , Zhang C , et al. Assessing the Multifunctionalities of Land use in China[J]. 资源与生态学报(英文版), 2010.
- Zhang J , Fu M , Zhang Z , et al. A trade-off approach of optimal land allocation between socio-economic development and ecological stability[J]. Ecological Modelling, 2014, 272:175-187.
- Zhang M , Wang S , Li Z , et al. Glacier area shrinkage in China and its climatic background during the past half century[J]. Journal of Geographical Sciences, 2012, 22(1):15-28.
- Zhang P Y , Liang S . Study on the Evaluation of Electricity Market Operational Efficiency Based on Synergetic Theory[J]. Advanced Materials Research, 2013, 734-737:1766-1771.
- Zhang X , Liu Y , Fang Y , et al. Modeling and assessing hydrologic processes for historical and potential land-cover change in the Duoyingping watershed, southwest China[J]. Physics & Chemistry of the Earth, 2012, 53-54(Complete):19-29.
- Zhu T , Yang G , Weizong S U , et al. Coordination Evaluation between Urban Land Intensive Use and Economic Society Development in the Yangtze River Delta[J]. Resources Science, 2009.
- Т.Г.鲁诺娃, 杨郁华. 七十~八十年代的苏联经济社会地理学[J]. 地理科学进展, 1990(1):5.

## 致 谢

庚子立意，壬寅落笔，相聚于秋，离别在下。文末搁笔，思绪繁杂。

国强民富，国泰民安。生逢盛世，向光前行。感谢中国人民在新冠疫情中所做出的贡献。每当看到新闻里战火纷飞的国家，贫穷饥饿的人们，我都觉得能成为中国人是无比的幸运，我也永远坚信“人民有信仰，国家有力量，民族有希望”。

桃李不言，下自成蹊。特别感谢我的导师，指导和帮助我从选题到开题报告及多次修改后定稿，本文才得以成型。我的导师，在学术和工作上，他认真、细致而坚定；在生活上，给予了我无微不至的关怀，带着我成长为更好的自己，教会了我勇敢、无畏与向上。在即将离开校园的日子里，我意识到老师的谆谆教诲已经影响了我学习与生活的每个缝隙，就像印刻在了自己的生命中。而也正是这些教诲，让我三年来得到了莫大的成长。他是我学术、学习与生活上的导师，更是我的人生导师。其次，要感谢各位授课老师照顾，使我度过受益匪浅的三年。

万爱千恩百苦，疼我孰知父母？感恩父母二十余载的关怀和教诲，当我最温暖坚定的避风港。在此，诚挚的感谢我的父母，他们辛苦养育我二十余载，在我的每一次考试都给予我鼓励和支持，因为他们无条件的信任才让我有了前进的勇气去面对一次次的考试，父母生我养我的恩情一辈子无以为报。也感谢妹妹的陪伴，即使我不在身边。也能陪爸爸妈妈一起生活，带给他们快乐，使生活充满乐趣，愿你平安喜乐，健康长大。常省己身，希望时光慢些走，惟愿我的家人平安喜乐好运常在。

山河不足重，重在遇知己。感谢何萌、张序序、崔竞、罗然、任聪慧、王赛红、刘思琪、陈丽娜、黄禧与我朝夕相处，相互包容，相互扶持，希望我们都能无愧自己的努力，一起奔向未来，于更高处再见；感谢吴淑章先生、黄峥主任、陈军先生、郭馨浓女生、张铭先生、曾京先生，人海茫茫，得以相遇，何其有幸，祝大家万事胜意。

相逢一见太匆匆，校内繁花几度红。无比感谢和感恩三年来遇到的所有同

学，向所有曾帮助、鼓励、陪伴我的人表以最诚挚的感谢!

剑未佩妥，人在江湖。感谢不曾放弃的自己，始终坚信学无止境，不忘初心的我。杨绛先生说过读书不是为了文凭和发财，而是成为一个有温度懂情，会思考的人。我坚信读书是为了就算最终跌入繁琐，洗尽铅华，同样的工作却有不同的心境，同样的家庭却有不一样的情调。在这里想分享一段致自己的话：长得漂亮，别人可能多看你一眼，但你情商高、有内涵、举止得体、谈吐大方、穿衣干净有品，别人才能高看你一眼。

听闻少年二字，应与平庸相斥。唯愿此去经年，于万物众生中磊落做人，身怀赤诚、告诉世界何谓勇敢。人世间山水迢迢、路遥马急。借此，祝所有相遇：天高海阔，万事胜意。山水有来路，早晚复相逢。

2022年6月

## 作者简历及攻读学位期间发表的学术论文与研究成果

### 作者简历:

韦艳莹, 1997年4月19日出生于广西宜州, 中国科学院经济与管理学院研究生。  
2015年9月——2019年6月, 在广西大学数学与信息科学学院获得学士学位。  
2019年9月——2022年6月, 在中国科学院大学经济与管理学院获得硕士学位。

### 获奖情况:

无

### 已发表(或正式接受)的学术论文:

黄禧, 韦艳莹, 王多民. 资本市场开放、投资效率与企业全要素生产率——基于“深港通”开通的实证研究[J]. 科技促进发展 已接收

董祚继, 韦艳莹, 任聪慧, 王赛红. 面向乡村振兴的全域土地综合整治创新: 公共价值创造与实现[J]. 资源科学 已接收

### 参加的研究项目及获奖情况:

1. 参与中国大地出版社组织编写的《自然资源大讲堂系列丛书》, 负责信息基础部分。
2. 作为主要负责人, 编写《临高县皇桐镇权与土地综合整治试点建议书》和《海南省临高县沉香储备林项目建议书》。
3. 参与编写《宁夏回族自治区自然资源保护和利用“十四五”规划》。