



中原经济区“三化”协调发展河南省协同创新中心资助出版

土地利用动态模拟与 优化配置研究：以关中地区为例

Land Use Dynamic Simulation And Optimal Allocation Research:
A Case Study Of Guanzhong Region

杨 勇 / 著



经济科学出版社
Economic Science Press

土地利用动态模拟与 优化配置研究：以关中地区为例

Land Use Dynamic Simulation And Optimal Allocation Research
—A Case Study Of Guanzhong Region

杨 勇 / 著



经济科学出版社
Economic Science Press

审图号：陕 S (2016) 009 号

图书在版编目 (CIP) 数据

土地利用动态模拟与优化配置研究：以关中地区为例 /
杨勇著. —北京：经济科学出版社，2016. 3
ISBN 978 - 7 - 5141 - 6692 - 7

I. ①土… II. ①杨… III. ①土地利用 - 研究 -
陕西省 IV. ①F321. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 053280 号

责任编辑：段 钢
责任校对：隗立娜
责任印制：邱 天

土地利用动态模拟与优化配置研究

以关中地区为例

杨 勇 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址：北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编：100142

总编部电话：010 - 88191217 发行部电话：010 - 88191522

网址：www. esp. com. cn

电子邮件：esp@ esp. com. cn

天猫网店：经济科学出版社旗舰店

网址：http://jjkxcs. tmall. com

北京万友印刷有限公司印装

710 × 1000 16 开 12.5 印张 240000 字

2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 6692 - 7 定价：48.00 元

(图书出现印装问题，本社负责调换。电话：010 - 88191502)

(版权所有 侵权必究 举报电话：010 - 88191586)

电子邮箱：dbts@ esp. com. cn)

前言

土地是人类社会生存与发展必不可少的物质基础，是国民经济各要素的重要组成部分，人类对土地利用目的与方式的不同，形成不同的土地利用结构。随着我国进入城镇化、工业化、农业现代化、信息化的关键时期，人地关系、区域关系、城乡关系发生着巨大变化，土地利用格局经历着前所未有的变化，土地利用变化研究也成为当前地学界十分关注的热点问题。由于区域发展目标的多元性、社会需求的多样性、土地利用的多宜性，土地资源供需失衡及各类用途间的激烈竞争已经成为当前我国土地利用中的关键矛盾。通过优化配置，让有限的土地资源得到充分合理的利用，对协调土地利用过程中的矛盾具有重要的意义。

随着景观生态学研究的深入，人们逐渐意识到数量结构相同的土地资源在不同的空间布局下，其土地利用效率及可能产生的土地利用综合效益存在着较为明显的差异。随着“3S”技术的快速发展，地理空间数据的采集和处理趋于成熟，多源空间数据的融合促使土地利用综合研究不再局限于统计数据分析，将以空间自相关理论为基础的空间统计学方法引入土地利用变化研究，有利于从空间尺度揭示土地利用空间分布特征、变化机理及关键影响因素的识别，人工智能模型、数理统计模型和地理信息系统的有机结合，为土地优化配置提供了模拟实验基础，从而推动了土地资源优化配置研究

的定量化、空间化方向发展。

本书选择关中地区为案例区域。该区域是我国人口集中的区域之一，也是一个较为完整的典型地域单元。随着城镇化、工业化和生态化建设的快速推进，各城市等级和建成区规模不断扩大，土地利用结构发生着急剧变化，土地开发程度增加，其土地利用也面临着诸多问题，如农村居民点“空心化”、“荒废化”，城市用地规模过度膨胀，耕地减少，城市边缘区土地利用粗放，生态环境质量日益恶化，人地矛盾异常突出，土地利用功能时空错位，土地利用空间冲突显著等。根据站点观测数据、线划数据、数字化专题地图、遥感影像以及社会经济数据，以遥感影像解译和 GIS 空间分析作为技术支撑，构建了土地利用变化及优化配置研究数据库，对关中地区土地利用/覆盖时空动态和景观格局进行分析，运用空间自回归分析方法对土地利用格局与影响因素之间的关系进行定量分析，在此基础上，采用灰色线性规划模型提出了土资源优化配置定量方案，借助 CA - Markov 模型对土地利用变化进行了预测，以土地适宜性评价结果为依据，构建土地利用优化格局模拟模型，将优化配置方案落实到相应的地理空间单元，并基于县域单元对土地利用进行综合分区研究，从而构建了多层次的土地优化配置方案。

全书共分 9 章。第 1 章对土地优化配置的研究背景、选题意义、研究现状和相关研究理论进行综述，给出本书的研究目标和整体框架；第 2 章为研究区域的概况，对关中地区的自然背景和社会经济发展进行介绍；第 3 章为对关中地区几个时期的遥感影像解译，并进行土地利用时空动态和景观格局分析，从宏观尺度揭示区域土地利用过程及特点；第 4 章为对关中地区典型地区土地利用进行研究和分析，探讨区域土地利用变化过程的区域差异性；第 5 章通过筛选出关键影响因素，实现多源数据的尺度转换，构建关中地区土地利用与影响因子的空间自回归模型，分析揭示土地利用格局形成的作用机理；第 6 章为对关中地区主要土地利用类型的适宜性空间分

布进行研究,构建土地优化配置的约束条件;第7章为基于CA-Markov、灰色线性规划模型,探讨关中地区土地利用格局的重构,并对土地利用功能进行综合分区,构建多目标、多层次的土地优化配置方案;第8章为在关中地区土地系统研究的基础上,从人地关系、优化策略、技术方法等角度提出土地优化利用的对策和建议;第9章为本研究的结论和讨论部分。总结研究所取得的主要成果和创新之处,并对研究不足之处进行探讨,提出未来需要深化研究的方向。

由于土地利用科学研究的复杂性,尤其是地理信息科学空间分析模型在土地优化配置研究中的应用还处于深化研究阶段,加之作者水平有限,书中一定存在不足和错误之处,诚请各位同行和读者批评指正。



第1章 绪论	1
1.1 研究背景和意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 选题意义	4
1.2 土地优化配置的理论基础	5
1.2.1 土地优化配置的内涵	5
1.2.2 土地优化配置的特征	6
1.2.3 土地优化配置的相关理论	7
1.3 国内外研究综述	11
1.3.1 国外研究综述	11
1.3.2 国内研究现状	12
1.3.3 研究存在的问题	14
1.3.4 研究趋势	15
1.4 研究方法思路	16
1.4.1 研究方法和手段	16
1.4.2 研究思路与框架	17
1.4.3 拟解决关键问题	19
1.4.4 内容安排	19

第2章 研究区概况	20
2.1 自然地理背景	21
2.2 社会经济概况	25
2.2.1 人口增长	26
2.2.2 经济发展	26
2.3 考察路线	28
第3章 土地利用时空动态与景观格局分析	31
3.1 遥感图像处理	32
3.1.1 数据源	32
3.1.2 空间数据坐标系	33
3.1.3 遥感图像预处理	34
3.2 土地利用分类	35
3.2.1 土地利用分类体系	35
3.2.2 土地利用解译标志	36
3.2.3 遥感图像分类过程	37
3.2.4 分类结果精度评价	39
3.3 分类后处理及制图	39
3.4 土地利用变化分析	40
3.4.1 土地利用数量变化	40
3.4.2 土地利用空间变化	42
3.4.3 土地利用类型的平均坡度变化	54
3.5 土地利用景观格局变化分析	56
3.5.1 景观格局指数的选取	56
3.5.2 景观格局指数模型	57
3.5.3 景观格局指数的计算	60
3.5.4 景观空间格局与动态分析	61
3.6 小结	65

第4章 典型地区土地利用/覆盖变化对比研究	67
4.1 生态环境脆弱区——长武县	67
4.2 城市扩展热点区——长安区	69
4.3 土地利用/覆盖变化特征及影响因素对比分析	70
4.4 景观格局变化分析	74
4.5 小结	77
第5章 土地利用格局空间相关性分析	78
5.1 空间自相关分析	79
5.1.1 Moran's I 指数	79
5.1.2 空间权重矩阵	80
5.1.3 结果与分析	81
5.2 土地利用格局空间自回归分析	83
5.2.1 空间自回归模型	83
5.2.2 影响因子选取和数据处理	85
5.2.3 模型变量数据的处理	92
5.2.4 回归分析中变量的共线性问题	93
5.2.5 空间自回归分析结果	94
5.2.6 空间回归分析的残差	102
5.3 小结	103
第6章 关中地区土地适宜性评价	104
6.1 适宜性评价的主要方法	106
6.1.1 模型概述	106
6.1.2 综合评价模型	109
6.2 评价指标体系的构建	109
6.2.1 评价因子的选取	109
6.2.2 评价因子的分级与赋值	111

6.2.3	评价单元的确定	112
6.2.4	指标权重的确定	113
6.3	不同类型土地适宜性评价	115
6.3.1	耕地适宜性空间决策分析	115
6.3.2	林地适宜性空间决策分析	118
6.3.3	草地适宜性空间决策分析	119
6.3.4	建设用地适宜性空间决策分析	120
6.4	评价结果分析	121
6.4.1	基于土地利用的适宜性等级	121
6.4.2	基于县域单元的适宜性面积	123
6.5	小结	127

第7章 基于空间模拟与分区的土地优化配置..... 128

7.1	模型选择	129
7.2	元胞自动机模型	131
7.2.1	模型表达	131
7.2.2	CA 特征定义	132
7.2.3	CA-Markov 模型	133
7.3	基于 CA-Markov 的土地利用变化预测	135
7.3.1	模型使用	135
7.3.2	结果分析	138
7.4	土地利用格局优化	138
7.4.1	土地优化配置的指导原则	138
7.4.2	基于灰色线性规划模型 (GLP) 的总量控制	139
7.4.3	优化方案的空间布置	144
7.5	基于县域单元的土地利用分区	149
7.5.1	数据来源与指标体系构建	150
7.5.2	数据标准化和权重的确定	151
7.5.3	综合性指数计算和空间分布格局	153
7.5.4	分区结果分析	154

7.6 小结	157
第8章 土地优化利用调控对策研究	158
8.1 农村居民点整治	158
8.2 耕地整理和改造	160
8.3 多尺度土地利用优化	161
8.4 因地制宜采取相应措施	161
8.5 循序渐进实施土地优化配置	162
8.6 科学规划人口数量和布局	163
第9章 结论与讨论	164
9.1 主要结论	164
9.2 研究创新点	167
9.3 问题讨论	167
附图.....	169
参考文献.....	177
后记.....	189

第1章

绪论

1.1

研究背景和意义

1.1.1 研究背景

土地资源是一种非常基础性的资源，作为各业生产和人类生活的基础，在人类社会生存和发展中起着非常重要的基础性、战略性作用^[1]，土地资源还是具有自然和社会经济双重属性的复杂系统。随着人类科技水平的提高和生产力的发展，土地利用方式与强度也在不断发生改变，人类通过对与土地相关的自然资源的利用活动，改变着地球陆地表面的覆被状况，对区域水循环、环境质量、生物多样性和陆地生态系统的生产力和适应能力都产生了深刻的影响^[2]，而且随着科学技术的迅速发展，人类对自然环境的干扰能力也在不断增强。

全球人口的快速增长以及对生存质量的不断追求，对食物和能源的需求量也不断增大，由此带来了对自然资源的掠夺式开发和使用，而资源的开发和环境的承载能力是有限度的，超过这个限度就可能导致生态灾难，如环境污染、全球变暖、森林植被退化、水土流失、土地荒漠化、酸雨以及物种灭绝等，全球性和区域性环境问题频繁发生，严重威胁着人类生存环境和社会经济的可持续发展。在引起生态环境变化的众多驱动因素中，人类活动无疑具有举足轻重

的作用,但是,由于人类活动对于地球系统的影响机理异常复杂,很难予以直接揭示,因此人们从综合影响出发,选择了最能表述这一过程的土地利用/覆盖变化机制,以此作为全球环境变化研究的切入点和立足点^[3]。

20世纪80年代,随着可持续发展思想的提出,促使土地资源的可持续利用和有效管理已经成为世界各国共同的关注目标^[4],土地可持续利用的概念也广泛出现于国际上相关研究,土地可持续利用也成为我国土地科学研究的热点领域之一^[5]。土地可持续利用强调的是土地处于可利用状态,并长期保持其生产力和生态稳定性,对特殊用地还要保证其特定用途,而对有限的土地资源进行合理规划,是实现土地可持续利用的重要途径。土地持续利用除了保护土地资源、保证其生产力的持续性外,还应协调各行业、各部门用地矛盾,使其用地结构能保证整个社会持续健康地发展^[6],土地资源优化配置是提高土地集约利用的重要手段与措施,也是实现土地可持续利用的重要保障,对科学而有效地利用土地资源可以起着很重要的作用^[7]。

进入20世纪90年代,在“国际地圈与生物圈计划”(IGBP)和“全球环境变化人文计划”(IHDP)的积极推动下,全球土地利用/覆盖变化(LUCC)研究成为全球变化研究的重要组成部分。在此研究计划中,提出了土地利用变化的机制、土地覆盖变化的机制和建立全球和区域尺度的模型等三个研究重点^[8]。

2005年,IGBP和IHDP又联合推出了全球土地计划(Global Land Project, GLP)。此科学计划是全球变化与陆地生态系统(GCTE)研究计划和LUCC研究计划的综合,其研究目标是量测、模拟和理解人类—环境耦合的陆地生态系统^[9],研究内容主要包括土地系统变化的动力机制、土地系统的变化后果和土地可持续性集成分析与模拟等三个方面。

土地利用/覆盖变化与土地优化配置是两个不同背景的研究领域,两者的研究目的和研究内容都存在一定的差异,但是两者之间又有着紧密联系^[10]。通过对区域土地利用/覆盖变化进行的研究,为土地优化配置提供研究区域完整的基础数据。在对区域土地利用覆盖变化的研究过程中,可以了解区域土地利用背景、土地利用结构以及长期以来的变化趋势,从而为区域土地资源优化配置提供依据,在土地利用/覆盖变化的过程中,具有较强人为干预作用特点的土地优化配置也是土地利用/覆盖变化的重要驱动因素,相对而言,土地优化配置更注重的是土地利用的合理性和人地协调。

人多地少是我国基本国情,我国幅员辽阔,但人均耕地资源相对不足,在过去较长时期内,我国人口增长速度较快,并且这一增长趋势在未来一段时期内还将保持其惯性,因此,我国是世界上人地矛盾最为突出的地区之一。由于缺乏对区域土地资源利用的科学规划以及对规划的严格执行,导致土地资源的不合理利用,土地资源供需失衡,对国家资源安全和生态安全也构成了威胁,影响着社会经济的可持续发展、生态环境质量的改善以及土地资源的承载能力。随着社会经济的持续发展,对土地资源所造成的压力也不断增大,我国已进入快速城市化阶段,城市边缘地区土地利用效益低,无限制的扩张导致耕地面积急剧减少、土地生态环境持续恶化等问题,我国人口数量的增长对土地资源的压力也日益增加,主要体现在两方面:一是土地资源数量的相对缺乏;二是由于人口激增所造成的生态环境的失衡,由此造成对人类生活和生存的反馈也是消极的。为了科学合理地使用土地资源,促进土地的集约利用,缓解供需矛盾,我国近年来颁布了一系列相关的政策法规,如《国务院关于促进节约集约用地的通知》(国发〔2008〕3号)、《全国土地利用总体规划纲要》(2006~2020年)以及启动的社会主义新农村建设等农村土地集约利用的政策,同时启动了系列科研项目,如“十一五”国家科技支撑计划重大项目“村镇空间规划与土地利用关键技术研究”“区域土地资源安全保障与调控关键技术研究”^[11]等。

空间信息技术的发展推动了土地优化配置研究的进步。自20世纪60年代以来,遥感技术(RS)发展迅速,已经由航空遥感进入航天遥感阶段,经过几十年的发展,目前遥感技术已广泛应用于资源环境、水文、气象、地质和地理等领域,成为一门实用的、先进的空间探测技术。遥感技术的发展也为土地利用/覆盖变化研究创造了有利条件,可以提供具有空间定位信息的土地利用和土地覆盖数据,随着地理信息系统(GIS)技术的发展,各种类型的GIS软件平台功能日趋强大,数据处理与分析功能趋于完善,通过与遥感技术的结合,为土地利用/土地覆盖变化研究提供了强有力的技术支持。近年来,GIS、RS和GPS(简称“3S”)的综合技术在土地利用优化配置研究中的应用也取得了较大的进展,土地优化配置的过程应该包括时间、空间、数量等多个角度,3S技术的发展使土地优化配置实现了从单独的数理模型到与空间信息技术相结合,由此不仅对区域土地资源数量上进行了优化配置,还可以对配置的结果进行空间定位,极大地提高了土地优化配置研究成果对实践的指导价值。

计算机模拟与仿真技术被引入研究中并逐渐走向成熟,以及景观生态空间格局优化理论的不断完善,为模拟区域空间演化过程与实施区域空间格局优化提供了必要的技术条件和理论参考,使土地利用空间格局优化的深入研究日益有了较好的基础^[12]。

本书以关中地区为研究区域,综合全面分析该区域自然环境特征和社会经济格局,在遥感(RS)和地理信息系统(GIS)等方法和技术的支持下,拟对关中地区土地利用结构特征和动态变化过程进行分析,并以此为基础对该区域土地利用进行优化配置,为关中地区土地利用规划提供一定科学依据,实现关中地区社会经济和生态环境的相协调发展。

1.1.2 选题意义

国内外众多研究基于不同学科,提出了各种理论,并采用数学模型、空间分析模型对不同空间尺度区域的土地进行优化配置研究,为土地资源的合理利用提供了许多有价值的科学依据。目前针对关中地区的土地优化配置还只是停留在定性和半定量研究状态,对关中地区的土地利用变化也只是对于局部地区的分析,包括城镇扩张、渭北黄土高原生态脆弱区的土地利用变化等^[13],而对整个关中地区的土地利用/覆盖变化研究较少,综合系统地考虑各种因素,对其土地可持续进行综合定量研究的较少。本书以关中地区为研究区域,还因为这一区域兼有秦岭山地、渭河平原和黄土高原等多种地貌类型,具有典型复杂地域单元的特征,通过运用土地优化配置的相关研究理论、方法对这一区域进行实证研究,可以检验各种相关理论和模型的效用,并可以根据实证研究,对相关研究方法和模型进行拓展。

以西安为中心的关中地区,不仅是我国开发历史悠久,也是现代文明比较发达的地区之一,在全国区域经济格局中具有重要战略意义,是国家确定的重点建设地区之一,然而,关中地区地处我国西北,水资源缺乏,人均水资源量只有全国平均水平的17%,属于资源型缺水地区,生态环境脆弱,局部地区水土流失严重,水土流失面积达75万 hm^2 。1999年,国家提出了西部大开发战略,在国家宏观政策的推动下,关中地区社会经济迅速发展,城市化、工业化进程加速,土地利用格局也发生着变化,根据相关的统计资料可以得知,关中地区的道路交通、城镇建设用地急剧增加,但是在发展的过程中也出现了区

域中心城市边缘地带无序发展的现象,多种因素导致了耕地面积的减少以及耕地质量的下降,据统计,关中地区1992年人均耕地面积为 0.0913hm^2 ,至2007年,人均耕地面积只有 0.064hm^2 ;区内主要河流渭河沿线污染严重,农村居民建设用地缺乏合理规划导致宅基地留用过多,出现了“空心村”“荒废村”等一系列土地资源问题,其中一户多宅、闲置的宅基地和空闲的土地占建设用地比例的12.4%^[14]。至2009年,随着国家发展战略《关中—天水经济开发带发展规划》颁布,“关中—天水经济区”成为我国西部三大重点发展的经济区之一,国家针对此区域一系列宏观政策的出台,为关中地区的发展带来了新的机遇,如何高效利用有限的土地资源,使社会经济在得到快速、健康发展的同时,也要使脆弱的生态环境得到恢复和保护,成为关中地区所面临的重要问题。

从关中地区的内部空间看,各个地级市(区)的资源禀赋存在一定的差异,社会经济发展水平也存在高低,因此基于土地利用动态、结构与特征、自然与社会经济属性的综合分析,进行土地利用优化配置研究,能够为这一区域的资源优化利用,促进区域协同发展提供依据,此外,通过对这一区域的实证研究,可以丰富和深化土地优化配置研究的方法应用和理论基础。

1.2

土地优化配置的理论基础

1.2.1 土地优化配置的内涵

土地优化配置研究已经有相当长的一段历史,发展至今,已经成为土地资源学、生态学、地理学、经济学等多个学科的重要研究内容之一,许多学者从各自学科角度对土地优化配置赋予了不同的内涵,所表达的重点也不尽相同。

土地经济学相关研究认为土地利用配置是在地租影响下的安排布局,如杜能的农业区位论、韦伯的工业区位论就是这种理念的主要论述。

周诚认为土地配置是各种不同经济用途的土地的空间格局,是一个由点、线、面、网构成的多层次、多类别、多部门、多项目交织的网络结构^[15]。在

此概念中,对土地优化配置的空间结构进行了阐述,并对传统的调整对象进行了抽象理解。

Plummer L. N. 在 1993 年给出了土地优化配置含义的具体表述,认为土地利用结构优化是为了达到一定的生态经济最优目标,依据土地资源的自身特性和土地适宜性评价,对区域内土地资源的各种利用类型进行更加合理的数量安排和空间布局,以提高土地利用效率和效益,维持土地生态系统的相对平衡,实现土地资源的可持续利用^[16]。

虽然这些表述对土地优化配置内涵的理解存在一定的差异,但是土地优化配置的主要内容还是针对有限的土地资源,遵循社会经济规律、自然生态规律,合理配置土地资源,让人口、资源与环境各要素有机结合,促进土地利用的社会经济效益和生态效益达到协调发展,值得注意的是,在对土地优化配置内涵的论述中,都强调了空间尺度,但任何事物都不是静止的,土地优化配置也不例外,在区域环境和条件不断发生改变的情况下,应根据实际变化,对土地优化配置的框架进行更改,因此除了空间尺度外,还需要考虑时间尺度^[17]。

1.2.2 土地优化配置的特征

综合土地资源的特性,土地优化配置也因此具有多种特征:

(1) 整体性

土地利用是一个整体的系统,通过系统内社会经济的协调、各种土地利用类型和部门之间的协调,从而满足土地资源优化配置的要求,从系统的观点看,土地优化配置是不同尺度土地利用结构与对应层次功能的匹配。

(2) 灰色性

土地优化配置研究涉及各种自然要素和社会经济要素,而一些要素通常具有不确定性,因此需要采用灰色理论和方法对这些数据进行处理和解释。

(3) 多目标性

土地可以具有多种用途,因此可以根据土地的适宜性特征建立多种目标,如生态系统服务、社会经济、旅游游憩等,在土地优化配置的过程中,应该围绕其主要目标进行调配。