

QIULING SHANQU
DUOCHIDU
TUDI ZHILIANG PINGJIA

丘陵山区

多尺度土地质量评价

张 贞 魏朝富 © 著



中国农业出版社

丘陵山区多尺度土地 质量评价

张 贞 魏朝富 著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

丘陵山区多尺度土地质量评价/张贞, 魏朝富著
—北京: 中国农业出版社, 2010. 4
ISBN 978 - 7 - 109 - 14463 - 7

I. ①丘… II. ①张…②魏… III. ①丘陵地—土地
评价 IV. ①F301

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 047212 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100125)
责任编辑 贺志清

北京智力达印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行
2010 年 5 月第 1 版 2010 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 8.75

字数: 216 千字

定价: 22.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

丘陵山区多尺度土地质量评价



序

土地是人类赖以生存的最基本的和不可再生的重要自然资源，在国家粮食安全、生态安全和可持续发展中发挥着十分重要的作用，所谓“万物土中生”。近年来，我国现代农业快速发展，耕地的复种指数不断提高、利用强度不断加大，化肥、农药等农用化学品的施用量一直居高不下，在提高作物单产的同时，也对土壤肥力和生产力带来了较大影响。加上近年来工业和生活废弃物向环境的排放量增加，以及气候变化等因素带来的水土流失加剧等，我国农业环境建设和耕地质量提升正面临着空前的压力。但是，受人地矛盾日趋尖锐、水土资源严重匮乏、粮食安全问题严峻等因素的影响，耕地的利用强度加大，投入增多的现象不可避免，如何用好、养好有限的耕地资源，使其为保障国家粮食安全、生态安全和可持续发展做出更大的贡献，是土壤学研究的重要任务。

西南丘陵山区坡耕地多，加上土层浅薄、土壤粗骨性强、单块耕地面积小等原因，水土流失较严重，土壤中养分的损失明显增多，生态环境十分薄弱，耕地质量较差，生产力较低，改良和培肥该地区的耕地，提高其综合生产能力，是实现该地区农业可持续发展、农民增收

收的重要保障。多年来，通过该地区广大土壤学工作者，特别是以西南大学为代表的土壤学工作者的努力，创造性地提出了土壤肥力的生物热力学理论，创立了自然免耕等耕地培肥模式，为实现该区域作物高产、稳产和农业可持续发展，为国家农业发展做出了十分重要的贡献。

张贞博士的专著《丘陵山区多尺度土地质量评价》以在魏朝富研究员指导下完成的博士论文为基础，从地块、村域和县域3种尺度上对土地质量进行研究，并就土地质量评价的理论和方法进行了系统、深入的探讨。该专著从土地质量研究的背景和基本思路出发，在系统阐述土地质量评价研究进展的基础上，运用相关方法分别从地块尺度、村域尺度、县域尺度对土地质量进行了系统探讨，并在此基础上构建了多尺度土地质量评价体系。该书内容上循序渐进，系统性很强，其研究结果不仅对耕地质量培育，而且对耕地质量评价等均具有较大的参考意义，是一本难得的学术思想明确、内容丰富、水平较高的学术专著。

作为本书的最早的读者之一，在出版前作者一再邀请我为该书作序，盛情难却，虽然勉强而为之，且总觉得受之有愧，但是，作为恩师侯光炯院士旗下一脉相承的同行，我又很高兴，而且也不得不为之。如果说该书的出版对恩师的土壤学思想有所继承和发展的话，那么不仅我们将会感到十分欣慰，即使是恩师在九泉之下也会感到由衷的欣慰。

最后，我还想借此机会衷心祝愿我国土壤科学又好

又快地发展，土壤学研究蒸蒸日上，为全面提高农业综合生产能力，保障国家粮食安全和生态安全，促进国家经济社会发展做出更大的贡献。

A handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '王希柏' (Wang Xibo). The style is cursive and fluid.

2009年11月6日

前 言

我国的土地质量面临不断恶化的严峻态势。特别是在西南丘陵山区，坡耕地较多，水土流失、养分损失明显高于平原地区，生态问题日益严重，土地状况较差，如何保障丘陵区土地质量不下降，实现土地资源的可持续利用，以维持农业生产能力显得尤为重要。土地质量随着时间、人类活动、自然环境的变化而变化。为了扭转土地质量退化的状况，必须对土地质量进行实时监测和评价，及时快速地了解土地质量的变化趋势以及变化的原因，才能根据所分析的原因制定出未来土地利用、开发、保护的正确措施，保护好有限的土地资源，真正意义上为农业结构调整、农业决策提供科学依据。同时土地质量评价能够为土地利用规划服务，为土地改良和土地质量监测提供基础资料，为基本农田保护区划定和耕地占补平衡等提供依据。基于土地质量研究的重要性和丘陵山区地域的特殊性，本书是在长期科学研究和实践的基础上，从地块、村级和县域三尺度研究土地质量，对土地质量评价的理论和研究方法进一步丰富和完善，根据近年研究的新成果、新技术编著而成，也是目前研究内容和研究方法较为系统和全面的土地质量评价理论与实践著作之一。

全书分为六章。第一章主要阐述本书研究的背景和研究的基本思路，第二章主要阐述土地质量评价研究进展，第三章至第六章属于实证研究部分，其中第三章主要介绍地块尺度的土地质量，第四章主要介绍村级尺度的土地质量，第五章主要介绍县域尺度的土地质量，第六章主要在对对比分析 3 个尺度土地质量研究体系差异的基础上，构建了多尺度土地质量评价研究体系。

本书可供土地资源管理、资源环境与城乡规划管理、农业资源利用与环境保护、农业经济管理等专业人员学习和参考，也可供有关科学理论和土地管理工作读者参阅。

本书是国家科技支撑计划课题“耕地地力提升与退化耕地修复关键技术研究”（2006BAD05B01）的部分内容，承该课题的大力资助。同时得到西南大学资源环境学院土壤肥力热力学实验室所有老师和学生的大力支持，特此致谢。

由于著者理论水平和实践经验有限，书中难免存在错误，恳请同行和广大读者批评指正。

著 者

2009 年 10 月

目 录

序

前言

第一章 绪论	1
第一节 研究背景	1
一、土地质量的恶化是区域经济发展中人地矛盾的突出表现	1
二、丘陵山区土地质量低是制约区域生态和经济发展的的重要因素	2
三、土地质量评价与动态监测是提高土地质量的基础	4
四、维持土地质量是实现土地可持续利用与管理的核心	5
第二节 丘陵山区多尺度土地质量评价研究基本思路及框架构建	7
一、丘陵山区多尺度土地质量评价研究基本思路	7
二、技术路线	8
参考文献	10
第二章 土地质量评价研究进展	12
第一节 土地质量的内涵及其评价指标体系	12
一、土地质量的概念及内涵	12
二、土地质量评价指标体系	14

第二节 土地质量评价方法	22
一、数学模型	22
二、生态风险模型	28
三、系统动力学模型	30
四、数学模型与信息技术的合成	33
第三节 土地质量评价尺度效应研究	34
一、单一尺度空间变异研究	35
二、多尺度空间变异研究	36
参考文献	37
第三章 地块尺度的土地质量研究	48
第一节 研究区概况及其研究方法	49
一、研究区概况	49
二、采样与分析	49
三、随机前沿生产函数模型	50
四、生态系统服务功能组成及其计算方法	51
五、数据来源与指标选择	52
第二节 主要研究结果	54
一、随机前沿生产模型分析	54
二、生态系统服务功能分析	60
三、地块尺度的土地质量评价	80
第三节 讨论	85
一、不同土壤质量和种植模式下农户行为差异分析	85
二、生态服务功能价值与农户行为关系分析	86
三、不同地形条件对土地质量的影响	87
四、政策因素对土地质量的影响	88
五、建议	89
参考文献	91

第四章 村级尺度的土地质量研究	96
第一节 研究区概况及其研究方法	97
一、研究区概况	97
二、工程胁迫下的景观格局变化研究方法	98
三、工程胁迫下农业生态功能变化研究方法	104
四、农户行为对土地整理的响应	
研究方法——DEA 模型	106
五、工程胁迫下耕地质量变化仿真	
研究方法——系统动力学	111
第二节 主要研究结果	111
一、景观格局变化	111
二、农业生态系统功能变化	113
三、农户响应分析	122
四、土地质量变化系统分析	142
第三节 讨论	164
一、土地整理工程对景观格局的影响	164
二、土地整理工程对农业经济系统价值的影响	175
三、农户行为与土地整理的关系研究	180
四、土地质量变化情景模拟	184
五、小结	188
参考文献	190
第五章 县域尺度的土地质量研究	193
第一节 研究区概况及其研究方法	194
一、研究区概况	194
二、县域耕地质量评价研究方法	196
三、县域耕地质量空间格局研究方法	206
第二节 主要研究结果	209

一、耕地质量评价	209
二、耕地质量的空间分布特征	214
三、土地利用/覆被变化分析	219
四、基于景观格局指数的土地利用变化分析	223
第三节 讨论	226
一、耕地质量等级变化的经济驱动力分析	226
二、土地利用变化对生态功能的响应	231
三、景观格局变化的粒度效应	234
四、小结	236
参考文献	239
第六章 多尺度土地质量评价体系的构建	242
第一节 多尺度土地质量评价体系的对比	242
一、多尺度土地质量研究单元	242
二、多尺度土地质量指标体系	244
三、多尺度土地质量研究方法	246
第二节 多尺度土地质量评价框架	249
一、土地质量指标 agent	250
二、土地质量评价方法 agent	255
三、土地质量评价框架	256
四、小结	257
参考文献	258
附录	260

第一章 绪 论

第一节 研究背景

一、土地质量的恶化是区域经济发展中人地矛盾的突出表现

土地质量的恶化表现为土地自然生产力的下降、土壤侵蚀、土地沙化、土壤污染以及优质耕地大量流失。分析其原因,主要是由于经济高速发展、城市化进程的突飞猛进,非农业建设占地造成耕地永久性流失,特别是很多开发建设带有很大的盲目性,造成农民失地严重。可见,土地质量恶化是区域经济发展中的人地矛盾的突出表现。截至 2008 年 12 月,全国耕地面积为 18.257 4 亿亩^①,比上一年度减少 29 万亩,这已是耕地面积第 12 年持续下降。与 1996 年的 19.51 亿亩相比,12 年间中国耕地面积净减少了 1.252 6 亿亩。其中,2006 年全国耕地面积为 18.27 亿亩,比 2005 年的 18.31 亿亩净减少 460.2 万亩,2007 年全国耕地面积 18.26 亿亩,净减少 61.01 万亩。与此同时,由于实行耕地占补平衡制度,同年经土地整理复垦开发补充耕地 344.4 万亩。两者相抵,2008 年度耕地面积净减少 29 万亩。随着重庆市的直辖和在长江上游经济地位优势的突出,建设占用土地的需求越来越大,耕地不断减少,用地矛盾突出。到 2008 年末,重庆市耕地面积为 3 353.8 万亩,而年初耕地面积为 3 358.6 万亩,年内减少 15.5 万亩,同期耕地增加 10.77 万亩,通过土地开发、复垦、整理增加耕地

^① 亩为非法定计量单位,1 亩=1/15hm²≈667m²。

10.48 万亩，其中土地开发 3.27 万亩，土地复垦 0.46 万亩，土地整理 6.75 万亩。而耕地增加类型一是开发未利用地，如荒草地、裸岩石砾地的开发；二是对废弃的农村居民点工矿占地进行复耕；三是对劣质的耕地进行坡改梯，增大耕地垦殖率。这一数字说明在现有土地利用方式下，国家所提出的“耕地占补平衡”政策很难实现真正意义上质与量的共同平衡，特别是“质”的不变。

其次，工业化的发展直接导致环境污染和土地污染的不断加剧。工业废水的无序排放已造成污染耕地面积和污水灌溉的农田面积上千万公顷。酸雨也是工业污染的表现之一，在西南地区尤为严重。在酸雨区域内森林衰退，土壤贫瘠，粮食减产。随着乡镇企业的发展，由于其分布广、资金技术缺乏，大量污染物质随“三废”排入河流、农田。据统计，工业固体废物累计堆存量超过 65 亿 t，占地 5 万多 m²，还有堆存的大量城市生活垃圾，不但占用了大量土地，也对水体和土壤等产生了污染。

第三，由于农村仍然是科技人员、农业设施等方面相对薄弱的地区，农户受教育的程度相对较低，对新技术的接受相对缓慢，依然采用传统落后的农业生产方式。农户的“趋利性”使他们盲目地依赖于各种肥料和农药，施肥结构的不合理、肥料和农药过度使用使得土壤质量急剧下降，破坏了土壤原始结构和农业生态系统的平衡，进而影响农作物的产量和质量。农业技术的落后和物价上涨，影响农户保护耕地的能动性，大部分农户都外出务工，大量耕地被撂荒。我国耕地后备资源开始殆尽，不合理的利用方式使得土地质量面临更加严峻的态势，如何处理好经济发展同保护土地资源、维持土地质量之间的关系，是土地科学亟待解决的首要问题。

二、丘陵山区土地质量低是制约区域生态和经济发展的因素

本研究重点放在西南丘陵山区，由于地处西部，国家加大相

应投资力度，人们在单纯追求经济利益增长的同时，忽略了环境保护和能源节约，加之丘陵区坡耕地较多，水土流失、养分损失明显高于平原地区，整个生态问题日益严重，土地状况较差，山地生态系统和岩溶生态系统均属于典型的生态脆弱区，如何保障丘陵区的土地质量不下降，实现土地资源的可持续利用，以维持农业生产能力显得尤为重要。西南地区地质结构复杂，地形破碎，区内山高、坡陡、切割深、陡坡地面积大。山地的广泛分布和陡坡地的大量存在，使地表物质处于潜在不稳定状态，如果地表失去保护，在流水和重力作用下极易产生土壤侵蚀、土地退化。重庆 90% 的区域为丘陵山地，土地利用强度很大，保护性的利用措施越来越少，地力不断下降；东部土地基础本底条件较差，受人多地少压力的影响，不恰当的开发过多，水土流失严重，自然灾害频繁；以山地为主的地区，没有发挥林、牧业的发展优势，致使用地结构与地貌特点匹配错位。据统计，“十五”期间，重庆市耕地从 252.29 万 hm^2 下降到 226.27 万 hm^2 ，净减少 26.02 万 hm^2 ，占耕地总量的 10.31%，更加剧了人增地减的矛盾，而且减少的耕地大部分是高产良田。现有耕地中小于 15° 坡耕地有 128.50 万 hm^2 ，占耕地总量的 57.31%， $15^\circ \sim 25^\circ$ 坡耕地有 69.24 万 hm^2 ，占耕地总量的 30.89%，大于 25° 以上坡耕地有 26.45 万 hm^2 ，占耕地总量的 11.80%。其中水田中有 34.5% 的望天田农田水利设施不足，旱地的 33% 为 $15^\circ \sim 25^\circ$ 的陡坡地，土层浅薄，肥力低下，基础地力产量仅占平均产量的 40%。按照基本农田大检查的数据显示，整个重庆市现有基本农田高产田的比例仅占 16.74%，中产田占 47.33%，低产田占 35.93%。可以看出重庆市现有土地质量较低，以中低产田为主。

重庆市是我国最年轻的直辖市，同时也是全国统筹城乡综合配套改革试点城市之一，大型项目的推进增加了经济收入，但是也不可避免地加大了生态负荷。例如三峡工程的修建共淹没重庆市和湖北省大约 5.54 万 km^2 的土地，主要处于鄂中低山峡谷和川

东平行岭谷低山丘陵区，较好的平坝河谷被淹没，土地资源匮乏。据 2004 年统计，重庆三峡库区水土流失面积 23 870.16km²，占土地总面积的 51.7%，远远高于全国 37% 的平均水平，有 90% 都未治理。水土流失随之产生各种滑坡、崩塌等自然灾害，土地质量状况随之降低，农业生产降低，农户收入降低，迫使大量农民外出务工，以弥补农业生产上的损失。另一方面重庆三峡水库生态经济区坡耕地占耕地的 90% 以上，土层薄、质地差、肥力低，缺磷十分突出，耕地土壤质地不良的黏质土、砂质土、砾石土分别占耕地总面积的 26.9%、7.7% 和 13.6%，土壤质量低下。

另外，传统的经济发展模式和能源消费结构也导致整个重庆市土地质量的恶化，制约全市的发展。重庆市许多工矿企业技术革新相对慢，工艺落后，耗能高，企业往往忽略生态问题。企业处于扩张阶段，用于防治污染的投资常常被挤压，甚至根本没有这笔预算，造成污染的产生，进而影响附近土地质量。重庆丘陵区山高坡陡、人多地少，农业生产条件和生产方式相对落后。长期以来，因毁林开荒、乱砍滥伐、陡坡开垦等不合理的农业活动和土地利用加剧了丘陵区的人地矛盾，土地质量退化严重。针对这种形势，开展土地质量的评价研究，提出保障土地质量的措施具有重要的意义和研究必要。

三、土地质量评价与动态监测是提高土地质量的基础

土地质量随着时间、人类活动、自然环境的变化而变化。为了扭转土地质量退化的状况，必须对其进行实时监测和评价，通过利用各种先进分析技术，及时快速地了解土地质量的变化趋势以及变化的原因，才能根据所分析的原因制定出未来土地利用、开发、保护的正确措施，保护好有限的土地资源，真正意义上为农业结构调整、农业决策提供科学依据。目前我国已经初步形成了农用地分等和耕地后备资源评价体系，第二次国土资源大调查