



耕地质量评价理论与实践

聂艳于婧◎著



中国出版集团



世界图书出版公司

耕地质量评价理论与实践

聂艳于婧◎著

中国出版集团

世界图书出版公司

广州·上海·西安·北京

图书在版编目(CIP)数据

耕地质量评价理论与实践 / 聂艳, 于婧著. — 广州:
世界图书出版广东有限公司, 2014.5
ISBN 978-7-5100-7878-1

I. ①耕… II. ①聂… ②于… III. ①耕地资源 - 资
源评价 - 研究 - 中国 IV. ①F323.211

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 106294 号

耕地质量评价理论与实践

责任编辑 黄利军
封面设计 高 燕
出版发行 世界图书出版广东有限公司
地 址 广州市新港西路大江冲 25 号
邮 箱 sancangbook@163.com
印 刷 武汉三新大洋数字出版技术有限公司
规 格 787mm × 1092mm 1/16
印 张 16.25
字 数 280 千字
版 次 2014 年 5 月第 1 版 2014 年 5 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-5100-7878-1/F · 0136
定 价 52.00 元

版权所有,翻印必究

引 言

土地资源作为人类赖以生存的物质基础,其数量和质量的变化直接关系着国家的粮食安全与社会稳定。近年来,工业化、城镇化的发展以及生态退耕政策的实施,使我国耕地数量呈持续下降趋势;机械、化肥、农药等高能耗工业产品的大量投入,给农业带来高速发展的同时,也引发了一系列耕地退化问题。如何协调耕地资源利用与人口增加、经济发展和环境保护的矛盾,实现耕地资源的可持续利用,成为当代农学、土壤学以及土地管理学领域的重要课题。围绕“土地资源可持续利用”的国际主题,面向我国耕地保护与粮食安全和多项国家重大战略实施对土地资源信息化与现代化的需求,针对耕地资源调查与评价过程中数据快速获取、精确定量表达、分类处理分析、模型模拟以及多尺度、多目标系统集成等热点和瓶颈问题开展研究,结合大量的课题研究,经过完成资料收集与准备、关键技术与攻关、多目标耕地资源调查评价系统平台建设、成果总结与应用示范四个阶段的研究任务,形成了“耕地质量评价理论与实践”的成果,对促进土地资源、生态环境和地理信息科学的交叉、渗透与融合,推进我国农业生产和土地资源管理的信息化与现代化进程,促进我国人口、资源、环境和社会经济的和谐、稳定和协调发展具有一定的理论与现实意义。

本书围绕耕地质量评价的基本程序和几种典型评价进行内容组织,共分为八章。第一章,耕地质量评价的对象,介绍了相关基本概念、耕地性质、土地利用分类、耕地质量评价现状与发展趋势等内容。第二章,耕地质量评价概述,介绍了耕地质量评价的基本概念、基础理论、评价类型、评价思路与流程、耕地资源的构成要素等内容。第三章,耕地质量评价模型与方法,依据耕地质量评价的指标体系确定、评价单元划分、评价数据获取、评价数据量化、评价等级划分5个阶段系统介绍了多种模型与方法。第四章,耕地适宜性评价方法与案例,介绍了适宜性评价的基本概念、两

种典型的适宜性评价系统、适宜性评价模型和方法,并以江汉平原后湖农场为样区介绍了基于生态位适宜度模型的耕地多宜性评价实例。第五章,耕地分等方法与案例,介绍了耕地分等的基本概念、分等方法与流程、分等标准样地设置方法,并以宜都市为例介绍了基于 GIS 的耕地分等评价实例。第六章,耕地定级估价方法与案例,介绍了耕地定级估价的基本概念和基础理论、定级估价方法,并以宜都市为例介绍了耕地定级和基准地价评估实例。第七章,耕地生态风险评价与案例,介绍了生态风险评价的基本概念、生态风险分析程序、生态风险评价方法、典型土壤污染生态风险评估标准,并以江汉平原后湖农场为例介绍了基于生态风险分析的耕地质量退化风险评价。第八章,耕地质量评价信息系统与案例,介绍了相关基本概念、系统分析与设计、组织实施与测试、系统维护升级与评价,并以农用地分等定级估价为例介绍了系统开发中数据的标准化、系统设计与实现等。

本书是编者在多年从事耕地质量评价教学和科研实践的基础上,参考了大量的国内外书籍、期刊和文献等总结编写而成。本书得到了湖北省教育厅科学技术研究重点项目(编号:D20131008)的资助;编者的多名同事和研究生参与了本书稿部分章节的撰写,他们分别是于雷、吴西子、吴学敏、梅岚、乌云嘎等;编写过程中,得到了华中师范大学城市与环境科学学院博士生导师周勇教授的悉心指导。世界图书出版公司的相关领导和编辑人员不辞辛苦,才使本书得以及时出版,在此一并表示衷心的感谢!限于水平,书中不妥之处难免存在,敬请各位专家、广大读者批评指正。

编者

2014.3

目 录

1	耕地质量评价对象	1
1.1	土 地	1
1.1.1	土地概念	1
1.1.2	土地的基本性质	1
1.2	土地利用	4
1.2.1	土地利用的概念	4
1.2.2	土地利用分类	5
1.2.3	土地利用分类的原则	5
1.2.4	土地利用分类的方法	7
1.2.5	我国的土地利用分类系统	8
1.3	耕地的基本概念辨析	9
1.3.1	耕地的一般定义	9
1.3.2	耕地的基本类型	10
1.3.3	耕地的确认标准	11
1.3.4	耕地质量	13
1.3.5	耕地利用现状	14
1.4	耕地的基本性质	15
1.5	耕地质量评价国内外研究现状	16
1.5.1	国外研究进展	16
1.5.2	国内研究进展	18
1.5.3	中国耕地质量现状	21

1.6 耕地质量发展趋势	22
1.6.1 耕地质量评价发展趋势	22
1.6.2 耕地质量提升发展趋势	23
2 耕地质量评价概述	25
2.1 相关概念辨析	25
2.1.1 基本概念	25
2.1.2 评价目的	26
2.1.3 评价任务	27
2.1.4 评价原则	28
2.1.5 评价意义	29
2.2 基础理论	29
2.2.1 土壤肥力理论	29
2.2.2 级差地租理论	30
2.2.3 区位理论	30
2.2.4 可持续利用理论	31
2.2.5 生态系统理论	31
2.3 耕地质量评价类型	32
2.3.1 耕地生产能力评价	32
2.3.2 土壤肥力评价	32
2.3.3 耕地适宜性评价	32
2.3.4 农用地分等定级与估价	33
2.3.5 耕地生态风险评价	33
2.4 耕地评价思路与流程	33
2.5 耕地资源构成要素分析	34
2.5.1 气候要素	34
2.5.2 地形要素	38
2.5.3 土壤要素	40
2.5.4 生物要素	43

2.5.5	水文要素	43
2.5.6	社会经济技术条件	44
3	耕地质量评价模型与方法	48
3.1	评价指标体系确定模型与方法	48
3.1.1	指标体系构建的原则	48
3.1.2	指标体系框架构建的模型	49
3.1.3	指标体系确定的方法	52
3.1.4	基于典型指标法的指标体系确定实例	56
3.2	评价单元确定模型与方法	59
3.2.1	评价单元划分的原则	59
3.2.2	评价单元划分的方法	59
3.3	评价数据获取模型与方法	61
3.3.1	评价指标的类型	61
3.3.2	缓冲区分析法	61
3.3.3	克里格插值法	62
3.3.4	基于三维分析的属性数据获取实例	63
3.4	评价数据量化模型与方法	65
3.4.1	语言型定性指标的量化方法	65
3.4.2	域值型指标的量化方法	66
3.4.3	空间扩散型指标的量化方法	67
3.5	评价等级划分模型与方法	67
3.5.1	评价单元综合指数的计算模型	67
3.5.2	评价结果划分的方法	68
3.5.3	基于总分频率曲线法的实例	70
4	耕地适宜性评价方法与案例	72
4.1	概 述	72
4.1.1	土地适宜性与适宜性评价	72
4.1.2	适宜性评价的目的与任务	73

4.1.3	适宜性评价的原则	73
4.1.4	适宜性的分类	75
4.1.5	适宜性评价的分类	75
4.1.6	适宜性评价的工作程序	76
4.2	典型土地适宜性评价系统	76
4.2.1	FAO 的土地《土地评价纲要》	76
4.2.2	《中国 1:100 万土地资源图》评价系统	81
4.3	适宜性评价模型和方法	84
4.3.1	限制因子法	84
4.3.2	指数和法	84
4.3.3	模糊综合评判法	84
4.3.4	模糊物元贴近度聚类分析模型	85
4.3.5	生态位适宜度模型	87
4.4	实例——基于生态位适宜度模型的耕地多宜性评价	88
4.4.1	案例区概况	88
4.4.2	耕地多宜性评价指标体系的确定	88
4.4.3	评价指标最适值的确定	89
4.4.4	评价单元和属性数据的获取	90
4.4.5	计算作物生态位适宜度值	91
4.4.6	单作物耕地适宜性评价	92
4.4.7	最大资源优势作物耕种推荐方案	96
4.4.8	最高经济收益作物耕种推荐方案	97
4.4.9	小结	100
5	耕地分等方法与案例	101
5.1	概 述	101
5.1.1	农用地(耕地)的概念	101
5.1.2	耕地分等内涵	102
5.1.3	分等目的	102
5.1.4	分等意义	103

5.1.5	分等原则	104
5.1.6	分等工作程序	105
5.2	耕地分等理论与方法	106
5.2.1	等—级—价的关系	106
5.2.2	耕地分等方法	107
5.3	分等标准样地设置	110
5.3.1	标准样地及标准样地体系	110
5.3.2	标准样地设置的原则	111
5.3.3	标准样地特征描述	112
5.3.4	标准样地设置的程序	112
5.3.5	标准样地检验的方法	115
5.3.6	标准样地的管护	115
5.4	实例——基于 GIS 的宜都市农用地分等	117
5.4.1	案例区概况	117
5.4.2	分等技术路线	117
5.4.3	分等参数的确定	118
5.4.4	宜都市农用地分等过程	122
5.4.5	分等结果分析与讨论	125
6	耕地定级估价方法与案例	127
6.1	概 述	127
6.1.1	耕地定级估价内涵	127
6.1.2	定级估价目的任务	127
6.1.3	定级估价原则	128
6.1.4	定级估价范围	129
6.1.5	定级估价理论基础	129
6.2	耕地定级方法与技术路线	132
6.2.1	定级方法选择	132
6.2.2	定级指标体系描述	133
6.2.3	定级评价技术思路	135

6.3 耕地估价方法与技术路线	135
6.3.1 耕地基准地价评估方法	135
6.3.2 耕地宗地评估方法	136
6.3.3 收益还原法	136
6.3.2 市场比较法	138
6.3.3 成本逼近法	142
6.4 实例——宜都市耕地定级评价	144
6.4.1 耕地定级技术路线	145
6.4.2 宜都市耕地定级过程	145
6.4.3 定级结果分析与讨论	151
6.5 实例——宜都市耕地基准地价评估	152
6.5.1 基准地价评估的技术路线	153
6.5.2 样本地价计算	153
6.5.3 数字地价模型的建立与基准地价的确定	162
6.5.4 基准地价评估结果分析	165
6.5.5 小结	167
7 耕地生态风险评价与案例	169
7.1 概 述	169
7.2 生态风险分析的程序	171
7.2.1 生态风险辨识	171
7.2.2 生态风险评估	172
7.2.3 生态风险管理	173
7.3 生态风险评价模型与方法	174
7.3.1 生态风险评价类型	174
7.3.2 化学污染类风险源生态风险评价方法	174
7.3.3 生态事件类风险源生态风险评价方法	177
7.3.4 复合风险源类生态风险评价方法	178
7.4 国内外土壤污染生态风险评估标准	179
7.4.1 美国环保署制定的生态土壤筛选值(Eco-SSLs)	179

7.4.2	荷兰土壤筛选值体系	180
7.4.3	国内土壤环境质量标准值	180
7.5	实例——基于生态风险分析的耕地质量风险评价	181
7.5.1	案例区概况	181
7.5.2	生态风险分析指标体系的建立	182
7.5.3	土壤污染生态风险指数计算和生态风险分析	184
7.5.4	耕地质量退化风险模型的建立	187
7.5.5	耕地质量风险评价	190
7.5.6	结果与讨论	191
8	耕地质量评价信息系统及案例	193
8.1	耕地质量评价信息系统概述	193
8.1.1	耕地质量评价信息系统的基本组成	193
8.1.2	耕地质量评价信息系统开发流程	194
8.1.3	耕地质量评价信息系统目标	196
8.2	耕地质量评价信息系统分析与设计	198
8.2.1	系统分析	198
8.2.2	系统设计	201
8.3	耕地质量评价信息系统组织实施与测试	206
8.3.1	系统组织实施	206
8.3.2	系统测试	208
8.4	耕地质量评价信息系统维护、升级与评价	210
8.4.1	系统维护	210
8.4.2	系统故障分析	211
8.4.3	系统再开发与系统软件移植	211
8.4.4	系统评价的主要指标	211
8.5	农用地分等定级与估价数据库建设中的数据标准化	213
8.5.1	农用地分等定级估价数据库标准化的意义	214
8.5.2	农用地分等定级与估价信息的基本特征	214
8.5.3	数据内容、分类与编码	215

8.5.4	分等定级估价数据的收集与标准化	220
8.5.5	小结	223
8.6	农用地分等定级与估价信息系统	224
8.6.1	ALEIS 整体设计	224
8.6.2	ALEIS 需求分析	227
8.6.3	ALEIS 的设计	232
8.6.4	程序编码与测试	239
8.6.5	ALEIS 评价	239
8.6.6	系统特点与发展趋势	240
参考文献		242

1 耕地质量评价对象

1.1 土 地

1.1.1 土地概念

1972年在荷兰瓦格宁根召开的关于土地评价的专家会议的大会纪要认为：“土地包含着地球特定地域表面及其以上和以下的大气、土壤、基础地质、水文、植物和动物，它还包涵这一地域范围内过去和目前人类活动的种种结果，及其对目前和未来人类利用土地所施加的重要影响。”联合国粮农组织的《土地评价纲要》认为，土地包括影响土地用途潜力的自然环境，如气候、地貌、土壤、水文与植被，它包括过去和现在的人类活动影响。由此可以看出：

1)土地是自然、社会、经济、环境的历史综合体。它既是地球表面一定地域所有自然属性的主体，又是人为作用于地表、赋予地表以经济、人文、利用方式、权属等属性的主体，同时又包含了人类活动的结果。

2)土地具有立体三维结构。它位于岩石圈、大气圈与生物圈互相接触的边界，大致从土壤的母质层，向上通过地表直到植被的冠层，是各种自然过程(包括物理过程、化学过程、生物过程以及人类活动)最活跃的场所，有人称为“活动层”，从下到上具有剖面特征的这部分，正是土地的核心部分。

3)土地是一个系统。土地构成要素相互联系、相互制约，构成一个统一的系统，具有其独特的结构和功能，各构成要素之间进行着物质与能量的交换，这个系统被称为土地系统。

1.1.2 土地的基本性质

从土地的概念可以看出，土地应包括两方面的基本特性：自然特性和社会经济

特性。土地的自然特性是土地自然属性的反映,是土地所固有的,与人类对土地的利用与否没有必然的联系。土地的社会经济特性是在人类对土地利用过程中产生的,在人类诞生之前尚未对土地加以利用时,土地的这些特性并不存在。

1.1.2.1 土地自然特性

1) 面积的有限性

土地是自然的产物,土地的面积为地球表面积所限定(指正射投影面积)。地壳运动,空气、阳光、水、生物酶的分解作用,风力、流水的侵蚀、搬运作用,人类的生产活动……可使水域变为陆地(围海造田、围湖造田等),山地化为平地,坡地变为梯田,不断地改变着地球表面的形态,但土地的总面积始终未变。在现有的科学技术条件下,人不可能创造土地、消灭土地,或用其他生产资料所代替。正如列宁指出:“土地有限是一个普遍现象。”

2) 位置的固定性和可变性

每一块土地都有其固定的空间位置,不能移动,地块之间也不能互相调换位置,也就是说,土地的绝对位置是固定不动的,这就使得有限的土地在利用方面受到很大限制。另一方面,土地距离市场的远近及交通条件,是可以随着社会经济的发展、资源的开发、道路网的完善与扩建、城镇布局的调整及其经济辐射面的扩大而改变,即土地的相对位置是可以改变的,这种改变对土地的利用及地价有着重要影响。

3) 质量的空间差异性

土地是自然生成的,不是人类按统一标准创作的,因此,不同的土地单元,所处的地理环境条件不一,所含养分、水分、土壤质地也都不一致。所处地点的小气候条件、水文、地质状况也有很大差异,加之,离城镇的远近,交通便利程度的差异,使得土地质量千差万别。质量完全相同的土地单元几乎没有,因此,对土地质量评价和土地利用管理要因地制宜。

4) 土地利用的相对永续性

土地是可更新资源。在土地农业利用过程中,土壤养分和水分虽不断地经植物吸收、消耗,但通过施肥、灌溉、耕作、作物轮作等措施,可以不断地得到恢复和补充,从而使土壤肥力始终处于一种周而复始的动态平衡之中。土地若能合理利用,其生产能力不但不会随着时间的推移而丧失,相反,还会随着科学技术的进步而提高。因为,土地具有“储备银行”的作用,投入土地的劳动和资本,除转化为农产品外,其余部分则凝聚在土地中。正如马克思所说:“土地的优点是,各个连续的投资转移带

来收益,而不会使以前的投资丧失作用。”同时,随着科学技术的进步及其在农业中应用,可以很好地将土壤中的有效肥力释放出来,从而提高土地生产力。

1.1.2.2 土地社会经济特性

土地的社会经济特性是以土地的自然特性为基础,并在人类对土地的利用过程中产生的。具体包括:

1) 土地供给的稀缺性

人类出现以后,特别是由于人口的不断增加和社会经济文化的发展,对土地需求不断扩大,而可供人类利用的土地又是有限的,因而产生了土地供给的稀缺性,并日益增强。这种稀缺性,不仅表现在土地供给总量与土地需求总量的矛盾上,还表现在由于土地位置固定性和质量差异性导致某些地区和某种用途的土地的稀缺。如经济发达的沿海地区,由于建设用地的大量扩张及其对农用地的侵占,导致这些地区的农用地的稀缺性。

2) 利用方式的相对分散性

由于土地位置的固定性和土地质量的差异性,对土地就只能按其适宜性分别加以利用,因而造成土地利用方式的相对分散性。土地的这一特征要求人们在进行土地利用时,要进行区位选择,并注意搞好地区间交通运输联系,以提高土地利用的综合区位效应。

3) 土地利用方向变更的困难性

土地有多种用途,当土地一经投入某项用途之后,欲改变其利用方向,一般比较困难。首先,利用方向的变更受土地的自然条件所制约。如我国的北方地区不能种植香蕉,在海拔几千米缺乏水源的地区不能建现代化工厂等,因为这些地区不具备作为这种用途的自然条件。其次,还由于在工农业生产上变更土地利用方向往往会造成巨大经济损失,因而不合理的,甚至是不合法的。如城市建设用地,由于土壤结构的破坏,就很难再转化为农业用地了。

4) 土地报酬递减的可能性

土地供给的稀缺性要求人们集约地利用土地。由于“土地报酬递减规律”的存在,在技术不变的条件下对土地的投入超过一定限度,就会产生报酬递减的后果。这就要求人们在利用土地增加投入时,必须寻找在一定技术、经济条件下投资的合适度,确定适当的投资结构,并不断改进技术,以便提高土地利用的经济效果,防止出现土地报酬递减的现象。

5) 土地利用后果的社会性

土地是自然生态系统的基础因子,土地相互联结在一起,不能移动和分割,因此,每块土地利用的后果不仅影响本区域内的自然生态环境和经济效益,而且必然会影响到邻近地区甚至整个国家和社会的生态环境和经济效益,产生巨大的社会后果。如在一块土地上建设一座污染型工厂,若不加任何处理地排放“三废”,必然会给周围地区带来环境污染,影响周围地区的土地利用。

1.2 土地利用

1.2.1 土地利用的概念

土地利用是人类活动作用于自然环境的主要途径之一,自地球上出现人类,人类就开始将土地作为其生存和发展不可替代的资源加以利用,土地利用随着人类的出现而产生。土地利用是人和土地之间相互作用关系的体现,人类社会发展离不开土地,而人类的土地利用活动会引起土地质量和土地利用方式发生改变。土地利用强调人类主观能动的开发活动,体现人类对土地自然属性的利用方式和目的意图,是一种动态过程。随着社会经济的发展,人类对土地的需求在不断增长,需要依据土地质量状况协调安排各种用地,因此,土地利用就是为了协调土地质量特性和社会土地需求而发生的土地功能过程。

具体来讲,土地利用是指人类根据一定的社会经济目的,采取一定的生物、技术手段,对土地资源进行长期性或周期性的开发利用、改造和保护等经营活动,也就是把土地的自然生态系统改变为人工生态系统的过程,是一个自然、社会、经济、环境和技术诸要素综合作用的复杂过程,它受到诸多方面条件的影响和制约。

土地利用是个技术问题。人类的科学技术水平不断提高,对于土地这一综合体所包含的各种因素的认识程度也逐渐提高,利用这些因素所采取的手段、措施也就越先进,因而取得的效果也就越好。土地利用同时又是个经济问题。土地作为一种最基本的生产要素与其他要素结合后,才能进入生产过程;土地与其他生产要素一样,在利用中必须服从一定经济规律,才能取得良好的经济效益。

地球上土地的数量是有限的,为了全人类的可持续发展,土地应实施持续利用,