

土地利用系统分析

【荷】P. M. DRIESSEN N. T. KONIJN 著
宇振荣 王建武 邱建军 译校

24
中国农业科技出版社

(京)新登字 061 号

图书在版编目(CIP)数据

土地利用系统分析/[荷]P. M. Driessen, N. T. Konijn 著; 宇振荣等译校. —北京: 中国农业科技出版社, 1997. 10

原版书名: Land-use Systems Analysis

ISBN 7-80119-310-5

I. 土… II. 宇… III. 土地利用-系统分析 IV. F301.24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 18120 号

责任编辑	沈银书
出版发行	中国农业科技出版社 (北京海淀区白石桥路 30 号 邮编:100081)
经 销	新华书店北京发行所
印 刷	中央民族大学印刷厂
开 本	850 毫米×1168 毫米 1/32 印张:7.125 插页:9
印 数	1~1000 册 字数:170 千字
版 次	1997 年 10 月第一版 1997 年 10 月第一次印刷
定 价	30.00 元

内 容 提 要

本书系统论述了土地评价和土地利用系统分析的原理和方法,包括土地适宜性评价方法、参数方法、农业生态区方法和现代定量方法,并阐述了土地评价由定性向定量转化的过程。全书共分十章,并附有实例和计算流程图。本书注重系统性、综合性及方法原理的可操作性,对于促进土地科学发展和土地持续利用具有重要的指导作用。可作为农业院校土地利用和管理专业本科生及研究生的重要教材,也可供从事土地管理及规划的专业人员和研究人员参考。

序 言

通过对土地自然的和社会经济的信息综合分析来进行土地适宜性评价在实际工作中会遇到很大的困难。替代的分析方法是用“两阶段法”，即先进行土地和土地利用的自然分析，然后，在此基础上进行社会经济分析。本书内容仅涉及第一阶段，对用于评价一年生粮食和纤维作物生产的土地自然适宜性已有的定性、半定量和现代定量方法，进行了详细的论述。

对由作者建立的计算方法(第5~10章)做出一定贡献的人员还有，希腊 Athens 大学 N. G. Danalatos, 巴西 Campinas 农业研究所 M. v. d. Berg, 中国北京农业大学宇振荣以及参加 INRES 项目的印度尼西亚 Brawijaya 大学合作者和工作人员。作者对出版顾问 J. Chris Rigg 在书稿前5章的编辑过程中给予的专业性帮助表示感谢。

本书还用于荷兰瓦格宁根农业大学土壤科学和地质系土地评价和土地利用系统分析课程。用于本课程的数据文件和计算机程序的练习册亦在准备中。

荷兰瓦格宁根

1992 年 7 月

注：本书对构成现代土地利用评价的重要出版物未加修正地进行了讨论。本书中的单位、符号、定义未完全执行国际标准化组织的规定。书中的公式采用了一些 Basic 计算机语言符号：乘号为 *，除号为 /，大于或等于为 $\geq$ ，等于或小于为 $\leq$ ，不等号为 $\neq$ ，自然对数为 $\ln()$ ，自然指数为 $\exp()$ 。公式中的变量用多个字母组合，以便于编程，只有单字母变量用斜体。

目 录

第一章 土地适宜性分析中的有关概念和定义	(1)
1.1 土地和土地利用	(1)
1.2 土地利用系统	(3)
1.3 土地适宜性分类	(3)
第二章 土地适宜性的定性评价	(8)
2.1 相关土地利用需求的选择	(8)
2.2 土地质量定级和土地适宜性分类.....	(10)
2.3 实例分析:肯尼亚布拉西部地区的灌溉方案	(11)
2.4 定性方法的优缺点.....	(20)
第三章 土地评价方法向可度量和计算过渡:参数方法	(21)
3.1 单因子评估和综合分析	(21)
3.2 确定土壤生产力指数.....	(23)
3.3 实例:土壤侵蚀后果的预测	(25)
3.4 参数方法的优缺点.....	(30)
第四章 农业生态区方法	(33)
4.1 农业生态区方法的步骤.....	(33)
4.2 与土壤相关的作物需求及土壤单元定级.....	(35)
4.3 主要气候分区及LGP区	(37)
4.4 净生物量产量、无限制产量与期望产量	(40)
4.5 土地适宜性分类.....	(49)
4.6 计算实例.....	(51)
4.7 AEZ方法的优缺点	(57)
第五章 土地利用系统动态分析	(58)
5.1 植物对水分的消耗.....	(61)

5.2	动态模拟	(65)
5.3	状态变量的调整	(67)
5.4	计算流程图和所需数据	(70)
5.5	计算实例	(74)
5.6	土地利用系统动态分析的优缺点	(77)
第六章	土壤水分满足程度:单因子分级	(79)
6.1	土地利用需求:最大蒸腾量	(79)
6.2	土地质量:作物蒸腾的水分供应	(83)
6.3	配比:水分满足程度计算	(86)
6.4	辅助关系式计算	(86)
6.5	状态变量的调整	(90)
6.6	计算流程和所需数据	(96)
6.7	计算实例	(98)
第七章	生产潜力计算	(101)
7.1	生产状态	(101)
7.2	农作系统分析	(104)
第八章	PS-1:自然生产潜力	(105)
8.1	植物生物量生产	(105)
8.2	计算流程和所需数据	(119)
8.3	计算实例	(120)
8.4	生产水平 PS-1 在土地利用系统分析中的作用	(124)
第九章	PS-2:水分限制下的生产潜力	(126)
9.1	土壤水分的有效性	(126)
9.2	辅助关系式	(141)
9.3	状态变量的调整	(144)
9.4	计算流程和所需数据	(146)
9.5	计算实例	(146)
9.6	PS-2 在土地适宜性评价中的作用	(151)

第十章 PS-3:肥料需求评价	(153)
10.1 作物养分吸收.....	(154)
10.2 肥料需求.....	(159)
10.3 确定不足养分元素.....	(161)
10.4 数据需求.....	(162)
10.5 计算实例.....	(162)
附录.....	(165)
A1 肯尼亚布拉西部灌溉方案的土地分级标准	(165)
A2 AEZ 土壤定级	(169)
A3 修正土壤等级的土相-坡度-质地规则	(184)
A4 AEZ 农业气候限制因子	(187)
A5 RDS 与 $f_r(\text{org})$ 的关系	(191)
A6 毛管水上升量表	(196)
符号表.....	(204)
参考文献.....	(212)

第一章 土地适宜性分析中的有关概念和定义

土地适宜性分析是通过土地(性状)研究和土地利用研究相结合,以便确定土地的综合特性是否可以满足土地利用的综合需求。

这似乎很简单,但实际上并非如此。不同时空条件下土地的特性有很大差异,并且土地利用也具有动态性。近几年来,提出了各种各样的土地评价方法,以处理土地和土地利用的复杂局面。但是,直到联合国粮农组织 1972 年在荷兰瓦格宁根召开“土地评价专家听证会”之后,这种混乱局面才结束。这次会议的目的是确定农业生产土地适宜性的评价标准。大会对土地适宜性的有关概念和定义达成了一致的意见,并于 1976 年出版了联合国粮农组织《土地评价纲要》。

本书基本上采用《纲要》中提出的术语。下面对几个定义作简要论述,以消除概念的不统一。

1.1 土地和土地利用

1.1.1 土地和土地质量

土地的概念不应当与“土壤”相混淆,因为土壤与植被、地貌、水文、气候、基础设施等因素一样,是土地的组成部分。各种特性都相同的自然土地区域称为土地单元(LU)。

描述一个土地单元涉及它的主要土地特性(LCHR)。土地特性可以是单一的或是综合的。单一的土地特性是指可以直接用一

个明确的术语或数值来表示的土地特性,如年累积降雨量、土地坡度、土壤厚度。综合的土地特性是由各种相关的单一土地特性综合而成,如“有效含水量”,它是土壤深度和基质几何特性的函数。

对于各种土地特性不加区分地利用,则土地特性对土地利用的适宜性几乎没有作用。因此,把包涵土地利用基本需求和影响土地适宜性,并几乎独立于其它土地特性或土地特性集合的那些土地特性进行综合,就显得非常具有吸引力。这种复杂的土地特性集合称为土地质量(LQ)。每一土地质量是有一组相互作用的单一或复合特性的集合决定的,这些单一或复合特性在不同环境下有不同的权重,而权重值是根据集合中所有特性的数值确定的。“土壤水分对作物的有效性”就是一个实例。它综合了一些单一的土地特性(如降雨量、潜在蒸散量)和综合的土地特性(如有效含水量),以及各土地特性的相互影响。土地单元可定义为土地内部特性相同的土地区域。如果有较详细的土壤图、植被图、水文图等,就有可能确定出土地单元,但是这样做可能是徒劳的,因为同一个土地单元并不一定要求该土地区域在各方面都一致。而是考虑特性的差异是否对该土地利用方式下土地功能产生的影响。本书中的“土地单元”这一概念是指那些按照特定土地利用方式需求可被视为一致的区域。

1.1.2 土地利用和土地利用需求

土地评价纲要中,土地利用大类的概念(即划分为落叶林、一年生作物、天然牧草地),除了在非常一般的分析中应用外,对于其它分析来说,这样划分显得太粗。土地利用类型(LUT)比土地利用大类更具体。土地利用类型是根据诸如与土地利用类型功能相关的土地利用生物、社会经济和技术等关键的土地属性来定义。作物的选择、农用动力和工具、劳力的有效投入程度就是一些关键的土地属性。

本书仅讨论土地对特定土地利用类型的自然适宜性。土地利

用的非自然属性需在比自然分析更高层次分析上考虑。实践中,土地利用类型可以从以下两个方面来描述:

··· 作物或品种的选择;

—— 配套的土地利用管理技术属性。它们描述了对生产者有效的方法或确定了可采用的管理措施的界限。

每一种土地利用对土地会提出各种特定需求。正像土地利用类型定义的那样,土地利用需求(LUR)在很大程度上由作物的各种需求组成。可用“需要的土地性状”(与相比配的“土地质量”或“土地特性”具有相同的维数)来表示土地利用需求。这样就可以对土地质量(供方)和土地利用需求(需方)进行匹配,以评价土地的适宜性。

1.2 土地利用系统

一个土地单元和一个土地利用类型(包括一系列土地利用需求)相结合构成土地利用系统。单一土地利用系统功能的分析是土地适宜性评价的基础。

复合土地利用系统(即在一块土地上同一时间生长一种以上的作物)和综合土地利用系统(单一或复合土地利用系统轮作)可以通过单一土地利用系统的综合分析评价来进行。但要适当地考虑对光、水、肥料的竞争。

由一个农户或生产管理单位实施的一个或多个土地利用系统构成农作系统。

1.3 土地适宜性分类

对土地利用需求与相关的土地利用特性或质量的比配是土地利用系统分析的核心。这种比较结果形成了土地利用适宜性评价的基础。

一些土地分级系统用“土地潜能”这一术语来表示一个土地单

元长期实施某一特定土地利用类型而没有退化的土地内在生产能力。“土地适宜性”意指土地对特定土地利用的适应性。本书未对以上定义进行区分。“土地适宜性”是指确定的土地单元对确定的土地利用类型持续利用的支持能力。

土地单元和土地利用属性还可以进行改良。通过大量投资和政府机构才能完成改造永久性自然因素的活动称为重大(土地)改良。非永久性或由个体农民完成的改良称为小规模改良。如果针对现存的土地利用方式和目前土地所具有的特性进行评价,即为评价土地实际适宜性。如果所进行的评价是针对预计的土地利用需求或者所涉及到的土地特性是改良后的土地特性,则系评价土地潜在的适宜性。例如,如果目前的土地利用是“传统的畦灌水稻生产”,那么,土地对于“水稻生长”利用类型的评价结果是土地实际适宜性,而对于其它土地利用类型评价结果是土地的潜在适宜性。

土地评价纲要(FAO, 1976)中提出了土地适宜性逐级递降的四级分类法:

(1)土地适宜性纲:反映土地适宜性的种类。即“适宜”或“不适宜”。

(2)土地适宜性级:反映纲内土地的适宜性程度。

(3)土地适宜性亚级:反映级内限制因素种类或所需的改良措施。

(4)土地适宜性单元:反映亚级内所需经营管理方式的差异。

在某一区域或地区内,也许有对特殊的土地利用明显不适宜的土地单元,例如需要灌溉的作物生长在有水区域之外。对于这样的土地没有必要进行土地适宜性常规分析。图或表中的NR(不贴切)符号就是指这种情况。

“不贴切(NR)”和“不适宜(N)”是两个不同的概念。土地适宜性评价中的结果——对确定土地利用该土地“不适宜”,是指这种

利用在技术上不能实施或是导致环境退化。然而,这只有通过适宜性分析才能表现出来。

1.3.1 土地适宜性级

土地适宜性级是指土地适宜性纲内土地适宜性程度。用阿拉伯数字来表示适宜性程度的递降。对于确定土地利用方式,S1表示高度适宜,S2适宜性比S1低,依此类推。

为了简便,每一纲内级的数目尽量保持在最少。通常认为适宜性纲内有三个级是“适宜的”,最多不能超过五个级,通常都采用表1.1中的命名和定义。

如果需要缩小的级别差异,建议增加级,如S4,而不是将级再分。在这一分类结构中,仅由一个水平代表适宜性程度,即土地适宜性级。

表 1.1 广泛应用的定性土地适宜性级

级	名 称	定 义
S1	高度适宜级	土地可持续利用于某种用途而不受重大的限制或受到的限制很小,不会显著地降低产量或收益,也不需要增加额外的投资和费用
S2	中度适宜级	土地在持续利用于某指定用途时受到中等程度的限制,因而产量与收益减少,投资与费用则增加,但仍然有利可图,当然明显地逊于S1级
S3	临界适宜级	土地在持续利用于某指定用途时受到严重的限制,因而产量与收益明显减少而需增加必要的投资,以致收支仅仅勉强达到平衡
N1	暂时不适宜级	土地所受到的严重限制在将来可以克服或改造,但在目前的技术水平和或本核算下还不能有效的持续利用
N2	永久不适宜级	土地受到强烈的限制而无任何有效地持续利用的可能性,它一般是由难以克服或改造的自然限制性因素所决定的,具有永久性

资料来源:FAO(1974)

1.3.2 土地适宜性亚级

土地适宜性亚级反映对土地适宜性产生严重制约的限制性因素种类。用限制因素的小写字母来表示,如 S2m 表示主要受水分限制的中等适宜性亚级。S1 级没有亚级。

可识别的亚级的数目和确定亚级数目所选择的限制性种类因目的不同而异。通常遵循以下原则:

(1)亚级的数目应保持最小,但仍能区分出土地单元在管理上的不同需求或因受限制而需改良的潜力差异。

(2)表示亚级的字母符号应尽可能少。如果可能的话,应尽可能用主导的符号单独表示(即用决定土地级的那个字母)。如果有一个以上的严重限制因子影响土地利用,将按照其限制性严重程度顺序排列表示,如 S3me。

1.3.3 土地适宜性单元

虽然某一亚级的所有土地单元具有相同的适宜性程度和相似的限制因素种类,但不同的土地单元在它们生产特性或管理需求方面都存在一定的差异。

在农场规划中,可对土地适宜性单元的认识作出详细的描述。土地适宜性单元用破折号加上阿拉伯数字加以区分,如 S2e-1、S2e-2。在一个亚级中识别的土地单元的数目不受限制。

1.3.4 条件土地适宜性

如果某一土地单元在某种特定的土地利用规定的管理条件下是不适宜的或适宜性很差,但具备了某些条件后,即土地单元的某个或多个特性或土地利用属性被改变之后,它又可能是适宜的,则可增加“有条件土地适宜性”代表土地单元。条件适宜性可在纲符号与级编号之间,以“c”来表示,如 Sc2。条件土地适宜性符号放在 S 级的下角。

表 1.2 总结了土地适宜性分级中应用的级别和符号。按照土地适宜性分析的尺度和目的,可区分出土地纲、级、亚级和单元,并

且高一级制约着低一级。

表 1.2 土地适宜性分级中应用的级别符号结构

纲		级	亚 级	单 元
S	适宜	S1	S2m	S2e-1
		S2	S2c	S2e-2
		S3	S2me	...
		...	...	
	条件适宜	Sc3	Sc3m	
N	不适宜	...	...	
		N1	N1m	
		N2	N1e	

宇振荣 译

王建武 邱建军 校

第二章 土地适宜性的定性评价

大多数已建立的土地适宜性评价方法均为定性方法。这些定性方法在应用中有所不同,但强调单一土地利用系统中“相关”的土地利用需求与相应的土地质量或土地特性相比较,是所有这些方法分析过程的核心。

专家可以决定哪些土地利用需求与某一特定土地利用系统的功能、相应的土地质量满足程度以及总体土地适宜性有关。不同的专家可能持有不同观点,因而这些常规方法带有主观性。然而,在原始资料和分析方法有限的条件下,也只能依靠专家知识来判定,因而,这些方法也得到了广泛的应用。

土地适宜性定性分析是通过适宜性的比较来评价土地作为某一种土地利用的适宜度。已发表的许多此类研究论文,都包含以下研究步骤:

- 相关土地利用需求的选择;
- 将选择的土地利用需求与相应的土地特性和土地质量相比较,以等级表示每一土地特性或土地质量的满足程度;
- 把各种等级转换成土地对特定利用适宜性的定性指标(如土地利用系统功能好坏的相对指标)。

2.1 相关土地利用需求的选择

任何土地适宜性分析的第一步都是选择相关的土地利用需求。土地利用日历表(即一个土地利用系统连续发展阶段时间表)常被用来确定相关土地利用需求,表 2.1 就是一个土地利用日历

表实例。该表列出了一年生作物单一土地利用系统典型的土地利用阶段和相关的土地利用需求。表中相关土地利用需求的选择是根据类似研究地区田间试验观测、专家知识以及与农民和推广工作者讨论结果确定的。

表 2.1 土地利用日历表举例：在一个种植一年生作物的单一土地利用系统中,各土地利用阶段和相应的土地利用需求

	土地利用阶段							
	土地准备	播种	发芽	营养生长	开花	生殖生长	成熟	收获
生理需求								
太阳辐射					*			
温度		*	*					*
水分有效性		*	*	*	*	*	*	
通气性(氧)								
养分有效性							*	
土地的机耕性	*	*					*	
管理需求								
动力	*							
农具	*							
杀虫剂								
基础设施								
保护需求								
抗侵蚀性								
抗压实性							*	
抗熟化			*					
改善需求								
排水条件								
淋溶条件								
灌溉条件			*	*	*			
施石灰条件								

注：土地利用需求和土地质量通常有相同的术语，比如“抗侵蚀性”这个术语就出现在土地利用需求和土地质量中；在土地利用需求的注释中指要求的抗侵蚀性能，而在土地质量中则指实际的抗侵蚀能力。

表 2.1 中的土地利用需求选择纯粹是假设的。在实践中,相关的土地利用需求则是根据头脑中形成的实际土地利用属性和土地单元的实际特征来进行选择。

2.2 土地质量定级和土地适宜性分类

定级表是对选择的土地特性(土地质量组成)一种程式化的描述,可用它来给一个特定的土地质量对特定的土地利用需求满足程度进行分级。表 2.2 是一个土地抗侵蚀性的分级表,把 Wischmeier 和 Smith(1978)提出的土壤侵蚀性指数(SEI)作为参照,对土地质量“抗侵蚀性”满足程度进行定级。这个指数是根据土壤质地、土壤有机质含量、土壤结构和土壤渗透性等一系列土地特性确定的。

表 2.2 土地质量‘抗侵蚀性’满足程度分级表及相应的 SEI 指标

等 级	指 示	SEI 值(0~1)
1	无风险	< 0.4
2	轻度风险	0.4~0.6
3	中度风险	0.6~0.8
4	重度风险	0.8~1.0

注:表 2.2 中的分级特征没有涉及具体的作物。尽管理论上不符合实际,但在实践中使用很普遍,因为它避免了分别按每一种或每一类土地利用类型建立各自的分级表。在土地质量综合等级向土地适宜性等级转化过程中,再就会考虑到作物需求。

表 2.3 一个简单的转换表实例

适宜性分类	级 别					
	气候	水分	肥力	侵蚀	农具	排水
S1(高度适宜)	I + II	1~2	2	2	2	2
S2(中度适宜)	I + II	3	3	3	2~3	3
S3(临界适宜)	I + II	3	4	3	3	3~4
S4(不适宜)		4~5	5	4~5	4~5	5