

湖北省土壤侵蚀景观信息结构模型

王少军, 张志

(中国地质大学 地球科学学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要: 地理环境的异质性决定了土壤侵蚀景观信息具有水平异质性和垂直异质性特点。景观信息异质性的成因类型有人类活动、地质体结构差异、高程带。根据湖北省土壤侵蚀景观结构的具体特点,建立了土壤加速侵蚀的斑—廊—基模型、土壤背景侵蚀的环—斑模型和综合性垂直分异 3 类土壤侵蚀景观信息结构模型。模型科学地揭示了不同强度的土壤侵蚀发生区位、致灾因子和土壤侵蚀景观的空间结构特征,通过该模型可以预测土壤侵蚀的发生、发展态势,明确水土保持治理工程区位及区内首要治理因子。

关键词: 异质性; 斑—廊—基模型; 环—斑模型; 垂直异质性模型

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2003)02-0029-04

中图分类号: S157.1

Model of Soil Erosion Landscape Information Structure on Hubei Province

WANG Shao-jun, ZHANG Zhi

(Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei Province, China)

Abstract: The information of soil erosion landscape possess horizontal and vertical heterogeneity typicality. The heterogeneity of soil erosion landscape is owing to man's activity, diversity framework of geological body and various altitude zones. The three kinds of model, patch-corridor-matrix model, ring-patch and vertical heterogeneity model are upbuilt based on landscape of soil erosion in Hubei province. The models lay bare the regional location of different grades soil erosion and spatial structural feature, the model can help us to forecast the trend of soil erosion, to have soil and water conservation projects and primary controlling factor taped.

Keywords: heterogeneity; patch-corridor-matrix model; ring-patch model; vertical heterogeneity model

湖北省地处长江中游,地质地貌类型、土壤类型多样,地表水文网络复杂。土壤侵蚀对水利工程安全及长江流域生态安全、对长江中下游河—湖体系的动态平衡有制约作用。因此对该区内土壤侵蚀及水土保持工程的综合研究具有极为重要的理论意义和实践价值。

地理环境的异质性决定了土壤侵蚀景观信息具有水平异质性和垂直异质性特点。不同土壤侵蚀景观信息模型反映了景观的成因过程,景观信息异质性的成因类型有人类活动、地质体结构差异、高程带。是对土壤侵蚀现象和过程的抽象图式表达。建立模型旨在揭示土壤侵蚀景观空间格局的形成过程,模式化地反映土壤侵蚀景观的分布现状,同时为水土保持工程建设提供科学依据。

1 土壤加速侵蚀斑—廊—基景观模型

凡自然生态平衡遭受人为活动破坏情况下的土

壤侵蚀,均属于人为加速侵蚀。斑、廊、基是土壤侵蚀景观的基本元素^[1],当其在空间上形成一定的组合样式后,就构成了一定的空间模型。研究地球表层土壤侵蚀的斑—廊—基发生、发展及其组合可以深入地研究某一地区土壤侵蚀的发生过程及变化趋势,斑—廊—基模型揭示了景观要素间的有机联系。

1.1 模型的建立

众所周知,人口密度的空间自然分布既是密集的又是断裂状分布的,城市或聚集区等经济活动中心由于其周围土地利用结构差异和开发程度不同,造成土壤侵蚀强度围绕中心地(核心区)呈现圈层分布。不同经济发展水平的地区,其土壤侵蚀“杜能圈”结构会有一定的差异,并且由于经济技术、科学文化和交通的区域差异造成了不同样式的土壤侵蚀“杜能圈”结构^[2]。

土壤侵蚀强度及侵蚀土壤的分布面积均与人类生产、生活的村落点以及距交通线距离呈正相关。以

收稿日期: 2002-02-25

资助项目: 水利部“全国土壤侵蚀动态遥感调查与数据库更新项目”湖北省部分成果

作者简介: 王少军(1965—),女(汉族),湖北人,1993年硕士毕业于中国地质大学研究生院,现从事地理学的教学及科研工作。电话(027) 8748284001, E-mail: 3slab@cug.edu.cn。

城镇居民点为中心,距离近则土壤侵蚀程度重,距离远则土壤侵蚀程度轻,与圆半径呈负相关。区域土地利用的不同结构形成了相应的土壤侵蚀水平空间分布结构。点和点的连线(沿公路、铁路线及江河)形成廊带状,以这些点(斑)、线(廊)为核心,在辐射区域里进行不同规模的开发,造成复杂的土壤侵蚀景观结构,这种土壤侵蚀强度空间分布特征在鄂西山区,乃至西部贫困地区十分普遍。

古典的“中心地理论”及点模型客观准确地揭示了鄂西山区土壤侵蚀景观形成过程。沿居民地周围分布的土壤侵蚀景观在大区域上看就是点状景观,构成斑状要素。湖北省房县门古寺镇一中坝一带位于堵河(汉江的主要支流)的支流秦口河,沿秦口河两岸分布着大量的居民,居民点的分布是相对集中的,在这相对集中的居民点周围开垦了大量的坡耕地,坡耕地是门古寺镇一中坝地区重要的土地利用型式,同时也是土壤侵蚀发生的主要对象,随着离开居民地距离的增大,坡耕地数量相对减少,对天然植被、生态环境的破坏程度降低,土壤侵蚀图斑数量明显减少,景观多样性降低。

沿秦口河两岸大量的居民点向外扩展逐步形成线(廊)状分布的土壤侵蚀景观。斑状、廊状向外扩展形成大面积分布的基状土壤侵蚀景观,在门古寺镇一中坝乡以北还有秦口乡,也就是说在该区由 3 个巨型的斑逐步向空间生长,形成了湖北省房县西部较大的土壤侵蚀集中景观区。

1.2 模型的意义

斑—廊—基的空间组合模型反映了土壤侵蚀景观元素的空间组合型式及发生过程。该模型在湖北省土壤侵蚀强发生区之一的鄂西地区具有代表性和广泛性。因为在鄂西山区人口多沿河聚居,人口的集聚模式与房县门古寺镇一中坝乡、秦口乡人口分布模式相同。该表象模型的意义在于客观地揭示了湖北省鄂西山区的土壤侵蚀景观在人为作用下的形成演化过程和空间分布。当用于水土保持治理工程时应从斑状景观的治理开始,切断斑与斑的连通性。斑内的治理应该以治愚、治穷、治人为突破口,达到快速、科学治理的目的。

2 土壤背景侵蚀环一斑景观模型

土壤背景侵蚀是目前正在进行的地质作用,环一斑状分布的地质体形成的环一斑地貌格局制约了土壤侵蚀景观的环一斑状空间结构规律。

2.1 黄陵背斜环一斑模型

该类模型与岩石地层、土壤等自然景观的环一斑

型空间分布相关,环一斑土壤侵蚀景观信息模型的典型范例是湖北省的神农架—黄陵背斜地区。从地质学的角度看这一地区土壤侵蚀景观的形成与神农架、黄陵背斜这 2 个古老的地块及周边分布的岩层有关,空间上震旦纪—古生代地层及其它地质体围绕着这 2 个块体(斑)其呈环带状分布,象环状分布的震旦纪磷矿、环带状展布的志留纪地层等。环带状分布的沉积岩地层形成了环带状分布的不同类型的土壤和植被,与此相对应形成了环带状土壤侵蚀景观信息,因此整个土壤侵蚀景观信息呈环斑状分布。

巨斑区由古老的变质岩组成,植被发育,生态环境良好,几乎没有土壤侵蚀发生,而环带区由于矿产资源的开采以及泥砂质岩石形成不良土壤类型等原因造成该区土壤发生强度流失。巨斑(微度土壤侵蚀区)与周围环带(中度—强度土壤侵蚀)在土壤侵蚀景观上的结构差异的物质基础是地质体的环斑结构。

2.2 通城花岗岩区的图形结构模式

通城地区土壤侵蚀景观在空间上形成一明显的环状构造图像(图 1),该花岗岩(构成土壤侵蚀景观巨斑)与幕阜山主峰花岗岩同期。花岗岩在该区湿热的气候条件下,形成了湖北省境内较为强烈的崩岗土壤侵蚀类型,斑状分布的基岩的形态从总体上控制了土壤侵蚀景观的分布样式。花岗岩区强烈风化,水土流失等级在强度以上,大量的碎屑物质直接进入陆水水系,陆水水系在陆溪镇直接纳入长江。长江在陆溪镇与老湾回族乡之间形成了典型的鹅头型河道。

环绕花岗岩分布的是浅变质岩及古生代地层,其上植被发育,可耕地面积少,土壤不易流失。斑、环土壤侵蚀程度的差异正好与黄陵环斑相反,这里斑区土壤强烈发生侵蚀,环区土壤弱侵蚀。斑的土壤强烈侵蚀既有自然属性的原因,也有人类活动因素的叠加影响,但自然属性起主导作用。

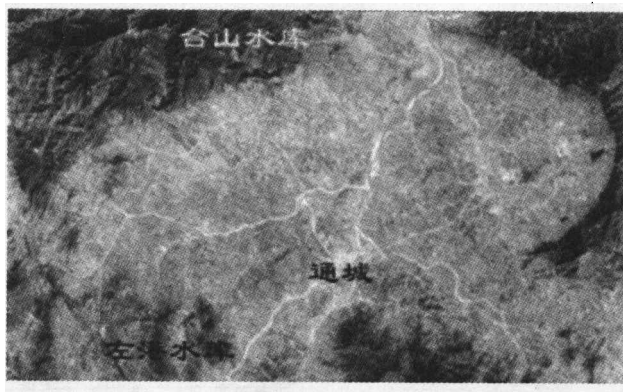


图 1 通城花岗岩环一斑状土壤侵蚀景观

2.3 环一斑模型的实际意义

两类巨斑与周围环带在土壤侵蚀景观上的结构差异的物理基础是地质体在空间上的环斑结构差异。独特的地质地貌格局形成了独特的土壤类型分布样式、植被、土地利用格局和人口分布,环一斑模型客观地反映了土壤侵蚀景观的差异性和不同等级土壤侵蚀强度发生区位。

系统论中的“水桶效应”认为:一个由一块块木板组成的水桶,当其中一块特别低时,提高这块低的木板能使水桶盛水立刻增多;而当各块木板处于同一高度时增高其中1~2块木板,则完全不能使盛水增多^[3]。与德国化学家李比希(Justus von Liebig, 1940)的“最小因子原理”相似。根据该原理,在水土保持工作中我们应明确“水桶中特别低的那块木板”。一个地区的土壤侵蚀强度发生区究竟在“环区”还是在“斑区”必须认真对待,也就是说这块特别低的木板到底是在“环区”还是在“斑区”特别重要。当具体区位确定下来后,需要进一步研究是什么因子在起主导作用。只有这样才能实现快速改变该区土壤侵蚀景观结构样式的目的。

3 土壤侵蚀垂直异质性景观模型

强大的地心引力存在,使得地球上的一切物质都存在着由上向下运动的“势能”。生态系统本身也不例外,它的非生物成分(水分、土壤、有机质、营养元素等)和生物成分大多在重力作用下不断由高到低,由上向下地运动和再分配。这种运动和再分配的结果必然造成生态系统的不断变化和演替。土壤侵蚀景观的高程分异一方面是“重力生态”的影响,另一方面是人口分布密度与高程成负相关。

3.1 高程带模型

控制土壤侵蚀的因素是多方面的、复杂的,各因子对水土流失量的贡献是非线性的,但对于一个具体的土壤生态带、区来说,其主导因素可能是惟一的。从地学理论上讲,随着高程的变化相应地控制土壤侵蚀发生的因子—气候、植被、地形的切割程度、土地利用、人口密度等均会发生分异。随着地形高程的增大土壤的不稳定性、土壤势能也会增加。

土壤生态系统的稳定性与不稳定性的关系是辩证的,稳定是暂时的且具有多个亚稳定性的特点,即系统围绕中心位置的波动,有时可以偏离到不同的平衡位置,但总体看是在中心位置周围波动。为了进一步理解亚稳定平衡的性质,可以通过图2中小山上弹子的状态来说明。弹子在L, M, N点上则处于不稳定平衡状态,最稳定的位置是A点,因为它处于势能最

低点,不能再降落了。在B, C, D点,只要系统的摇摆不十分剧烈,它还可以保持不变,所以B, C, D点是在亚稳定平衡的位置。槽部越深,亚稳定态的稳定程度越高。亚稳定态不是稳定态和不稳定态的中间状态,而是一种具有新性质的两者有机的整合。

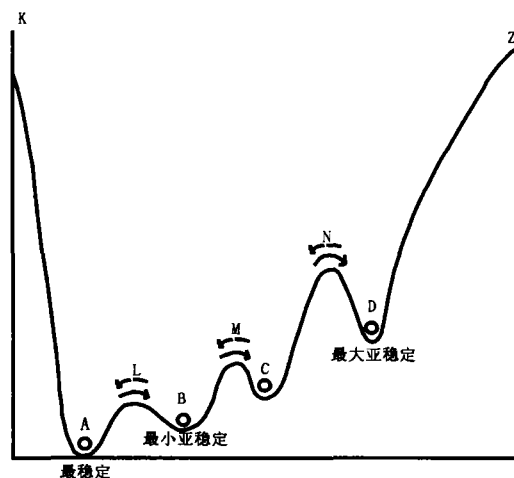


图2 物理系统的稳定性与亚稳定性模式(据文献4改编)

景观镶嵌体是由具备不同稳定性和不稳定性的景观元素构成,有3种基本的稳定元素类型:最稳定景观元素,如岩石露头,它们具有物理系统的稳定性(图2中的A点),光合作用的表面积极小,储存于生物体中的能量也很少。或者是处于地貌高程最低部位的景观元素和单元,如湖北省的江汉平原、山区的水系两侧的水田及纳水水体区域。

低亚稳定性景观元素,(图2中的B点),有较低的生物量和许多生命周期短但繁殖快的物种和种群。对于土壤侵蚀景观来说,就是指位处一定海拔高度,植被和土地利用形式均不利于水土保持的区位。

高亚稳定性景观元素(图2中的D点),具有较高的生物量和生命周期较长的物种和种群。该类元素虽然海拔高程大,但有较好的保水保土生态要素。高亚稳定性景观元素并不容易发生土壤侵蚀。

土壤生态系统随着时间推移而达到某种亚稳态平衡(相对稳定的状态),直到干扰的到来,它使系统达到另一种亚稳态平衡。

3.2 神农架土壤侵蚀景观垂直分异性

神农架是华中第一峰,长江支流香溪河、沿渡河和汉江支流南河、堵河的发源地,主要河流有玉泉河、当阳河、沿渡河、隐峪河等,主要土壤类型有黄棕壤、棕壤、石灰土、紫色土。尽管该区总体森林覆盖率达70.1%,然而通过全国土壤侵蚀遥感调查发现该区仍然存在较强的土壤侵蚀,土壤侵蚀斑块的空间分布有一定的规律性,完全符合图2的模型。

在 Arc/info 软件支持下,将神农架地区地形等高线与遥感影像进行空间叠加分析后发现。在海拔 2 000 m 以上地区几乎没有大面积的土壤侵蚀斑块或廊带元素分布,就是说尽管 2 000 m 以上的土壤生态处于模型中的 D 点,总有向 A 点运移的总体趋势,但由于槽部较深(相当于神农架地区植被发育程度和类型、地形切割强烈、人口密度小等因子条件的有利度向有利于水保的方向增加),2 000 m 以上的土壤生态反而处于最大的亚稳定状态。

对于 2 000 m 以下的地区,由于上述几条河流及其支流廊道的切割,形成了较为宽广的河流谷地,从而可以容纳较多的居民,随着高程的降低,相当于图 2 中的 C 点或 D 点,交通便捷度提高,人口密度增大,对植被的破坏程度也增高,人口的从业类型也多是农业劳动,土壤侵蚀图斑(坡耕地地块)数量增加,图斑个体面积增大,土壤生态却处于最小亚稳定性。当高程降到最低点时,土壤流在此多发生沉积,土壤流重新变为最稳定状态。

4 结 论

土壤侵蚀的发生不是偶然的,土壤侵蚀景观是一个拥有多变量(地质地貌、新构造活动性、人类活动、

海拔高度)的函数。土壤侵蚀模型既表现了土壤侵蚀的现状也反映了土壤侵蚀景观区位的形成过程。

斑—廊—基模型揭示土壤侵蚀景观从斑向廊、基发展的基本过程和态势;环—斑模型揭示了由于地质体(控制土壤侵蚀的首要因子)在空间结构上环—斑展布而导致的土壤侵蚀景观的环—斑分异;高程分异模型揭示了在同一气候、土壤带上不同高程带上土壤侵蚀因子、土壤侵蚀景观信息的差异性等规律。

研究土壤侵蚀的空间结构分布区位和成因区位模型,使水土保持的地域目标和措施能更为明确,使水土保持的经济效益、社会效益和生态效益同步实现,土壤侵蚀景观模型研究具有十分重要的实际意义和理论意义。

[参 考 文 献]

- [1] 张志. 黄河河源水土流失空间结构、成因机理遥感分析[J]. 水土保持通报, 1999, 19(6): 31—35.
- [2] 杨万钟. 经济地理学导论[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1999.
- [3] 沈清基. 城市生态与城市环境[M]. 上海: 同济大学出版社, 1998.
- [4] 许慧, 王家骥. 景观生态学的理论与应用[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1993.

《黄土高原生态环境建设》一书出版发行

张汉雄、邵明安编著的《黄土高原生态环境建设》一书已由陕西科技出版社出版发行。这是我国生态环境科学理论与实践相结合的一项重要研究成果,是集现代科学理论,水土保持与环境综合治理技术和应用动态仿真等多种模型进行宏观战略研究于一体的实用专著,它可为西部生态环境建设提供重要的宏观决策科学依据和实用技术,对我国水土保持科学的学科发展也有了一定的促进作用。

该书约 54 万字,共分 7 章。各章内容:第一章简述生态环境、水土保持、生态农业与持续发展的相互关系及其整治战略;第二章概述黄土高原的土壤侵蚀及侵蚀预报模型,并重点介绍侵蚀产沙量预报模型和土地沙漠化发展模拟模型;第三章详述应用现代系统动力学(SD)理论和计算机仿真技术建立的生态环境综合治理与资源开发总体 SD 模型,以及相关的系统诊断模型,网络模型和多目标模糊综合评判方法;第四章应用 SD 模型对黄土高原生态环境建设与可持续发展战略进行系统的长期(50~100 年)多方案仿真研究,预测水土流失,森林植被,农林牧业与农村经济的长期发展动态趋势、潜在问题与农村对策,并用多目标规划确定了总体的林种结构优化布局;第五章通过仿真分析了风沙区、丘陵沟壑区、高塬沟壑区等 4 个主要生态类型区的最优治理模式与对策措施;第六章应用马尔可夫链模型、随机时间序列模型、定量模糊综合评判等模型预报干旱、暴雨洪水、泥石流等生态环境灾害,及其防治对策;第七章介绍生态农业建设的途径与实用技术,包括生态农业的原理与模式、系统调控方法、效益预测 GMG 模型和坝系优化设计,并提出生态环境建设的实施策略与投资时序。该书理论新颖、推论严谨、文字精练、数据翔实、图文并茂,且定性定量、宏观与中观、软科学与硬技术相结合,深入浅出,可读性强。

该书可供从事水土保持、生态环境、国土整治、农、林、牧、水等专业的科技人员和大专院校师生参考。

该书平装彩封,16K 本,印刷精良,定价 68 元。欲购者可直接与第一作者联系。款到即寄书,量大优惠。

联系地址:陕西省杨陵区西农路 26 号 中科院水土保持研究所 邮编:712100 电话:(029)7012787