

基于 GIS 的中国潜在水土流失评价指标研究

马晓微¹, 杨勤科²

(1. 北京师范大学 资源与环境科学系, 北京 100875; 2. 中国科学院水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 综合分析影响水土流失的各主要因子, 如地表形态(地貌)、地面物质(土壤及其母质)、动力条件(降雨、径流、风力和冻融作用)、人为活动影响; 结合现有的水土保持数据和研究成果, 确定以土壤抗冲性、降雨侵蚀力、地形起伏度等作为基于 GIS 的中国潜在水土流失评价的指标, 用以进行全国水土流失宏观分析评价。

关键词: GIS; 中国; 水土流失; 评价指标

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2001)02-0041-04

中图分类号: S157.1

A Study on Indexes Choice and Extraction of China Potential Soil and Water Loss Based on GIS

MA Xiao-wei¹, YANG Qin-ke²

(1. Department of Resources and Environment Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, PRC

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resource, Yangling 712100, Shaanxi Province, PRC)

Abstract: The main factors affecting the soil erosion are analyzed synthetically, Which includes meteorology, topography, soil, rainfall and human activity. Combined the data gained and the result researched, the grades of soil anti-scourability, erode force of rainfall and relief of topography are confirmed as the indexes of China potential soil and water loss based on GIS, which could be applied on macro assessment of China soil and water loss.

Keywords: GIS; China; soil and water loss; evaluation indexes

区域水土流失受到多种因素的影响和制约。影响因素包括气候和水文、地形地貌、土壤和植被、水土保持措施等。这些因素中,一部分可以实现人工调控(如水土保持措施、土地利用结构),时间和空间变化均比较明显。另一部分则不能实现或者难以实现人工调控(如地形地貌、土壤抗侵蚀性能、气候和水文条件),它们随时间的变化不甚明显,但依然存在明显的空间分异。只考虑不能实现人工调控的因子,而对区域水土流失的宏观分析和评价,称之为潜在水土流失评价。

水土流失的严重性和水土保持的迫切性已被越来越多的人意识到。进行中国水土流失的定量评价研究,为高层决策提供支持,具有重要的意义。而进行水土流失的评价研究,确定其评价指标是基础。本研究在重点分析影响水土流失的各个因子(地貌、土壤、水文气候、植被、人类活动)的基础上,确定了中国潜在水土流失的评价指标。

1 潜在水土流失影响因子分析

水土流失是一个非常复杂的自然地理现象,受到多种自然、人为因素的影响。自然因素是水土流失发生、发展的潜在条件,人类活动是水土流失发生、发展和保持水土的主导因素。

1.1 侵蚀动力与侵蚀营力因子

现代地表外营力在我国不同地区存在着明显的区域差异。东部湿润和半湿润地区,降雨丰沛,河流众多,具有很大的侵蚀力,山地、丘陵和高原面上,常发生着强烈的水力和重力侵蚀。西北内陆温暖干燥区,地处西伯利亚高压系统的前沿,降水少,风力大,在内陆盆地和高原河湖相的地层上发生着强烈的风力侵蚀。在青藏高原寒冷干燥区,以冻融物理风化和风力作用为主。

1.2 侵蚀地貌因子

地貌形态是影响水土流失的重要因素。在地形

收稿日期: 2001-02-20

资助项目: 中国科学院知识创新项目(99-01-05); 中国科学院资源与生态环境研究重点项目: “水土流失快速调查和评价模型研究”(KZ952-S1-234); 水利部水利科技开发基金项目: “中国水土流失遥感快速清查技术研究”(SJ9725)

作者简介: 马晓微(1975-),女(汉族),在读博士生,在中国科学院水利部水土保持研究所攻读硕士期间,主要从事 RS 与 GIS 在区域水土流失和趋势预测应用方面的研究。E-mail: xw-ma@263.net

因子中,坡度对水土流失的影响最大。研究表明,坡度越陡,汇流的时间越短,径流能量越大,对坡面的冲刷就越强烈,侵蚀量就越大。在一般情况下,侵蚀量与坡度成正相关。

坡长对于水土流失过程的影响是明显的。在地表产生径流的情况下,随着坡长的增加,径流量或径流深度也相应地增加,导致侵蚀作用加强。在坡度较陡的条件下,坡长与土壤侵蚀量的关系非常明显,土壤侵蚀率随着坡长的增加也迅速增加。

在坡面、小流域的研究层次上,对地形条件的考虑往往最终归结在特定的简单坡面上;而对区域的研究,不可能顾及到某一具体的坡面上,通常是根据区域内部的大地貌类型分异情况来宏观区分,如将丘陵、山地、平原等各作为一个评价类型,或者是选用一个能够反映一定区域范围内的宏观地形状况的综合度量指标进行评价,如沟壑密度、地形起伏度等。

1.3 侵蚀物质(土壤、母质类型)

土壤是水土流失发生的主体,是被侵蚀的对象。描述土壤与侵蚀的关系,可以从土壤的可蚀性和抗蚀性 2 个相反的方面反映。土壤的抗侵蚀能力又被区分为 2 种不同的作用类型:抗蚀性和抗冲性。土壤的抗蚀性是指土壤抵抗水的分散和悬浮之能力,其大小主要取决于土粒和水的亲和力及土粒间的胶结力。土壤的抗冲性是指土壤抵抗径流、机械破坏和搬运的能力。也就是土壤抵抗地表径流对自身冲刷的能力;它主要取决于土壤抵抗径流推移的强弱。

土壤母质是构成土壤的基本“骨架”,决定着土壤的发展方向。土壤母质对风化过程、风化产物、土壤类型及其抗侵蚀能力都有重要的影响;对于沟蚀的发生和发展以及崩塌、滑坡、泻溜、泥石流等侵蚀活动也有密切的关系。可以说,一个地区的土壤侵蚀状况常受到土壤母质的很大制约。

1.4 植被因子和人为活动

植被覆盖具有拦截雨滴,减弱雨滴对土壤的溅蚀作用;调节地表径流并减缓径流速度、削减水流能量、减少地表冲刷、分散及促进拦淤等作用。植被覆盖度愈大,土壤侵蚀量愈小,同时植物根系对土壤具有良好的固结作用。与水土流失关系密切的植被因素有植被类型、植被盖度、郁闭度等。可以说,植被是自然因素中对防止水土流失起积极作用的因素,几乎在任何条件下都有减缓水蚀和风蚀的作用。良好的植被覆盖可以显著地保护水土,防止流失;破坏植被则加剧水土流失。

人类活动对水土流失的发生具有积极和消极两方面的作用。一方面,人类通过各种水土保持(工程、

林草以及耕作措施)来抑制或减少土壤侵蚀,防止水土流失;另一方面,人类又通过陡坡开荒、毁林开荒、乱砍乱伐、修路开矿等破坏性活动加剧水土流失。人类活动影响水土流失的实质是通过积极或消极地改变植被覆盖、地形、土地利用、土壤性质等下垫面条件,从而引起水土流失的加剧或减弱。

2 评价指标确定

2.1 评价指标确定的原则

水土流失影响因子有多种,评价因子的选取有的是基于区域水土流失过程、或者基于统计学分析的对水土流失影响因子的具体量化。不同空间尺度、不同任务的调查中,选择评价因子的方法不同。根据有关研究^[1],在确定水土流失评价指标时,遵循的原则如下:(1)反映水土流失和水土保持的过程。(2)与评价方法和评价模型相协调。定性或者定量、静态或者动态评价、实用性模型和物理过程模型等,所要求的指标是不完全相同的。作为区域性研究,我们考虑了定量化、动态化和实用型评价分析的要求。(3)表示为一个数值,要求具体、可以量化或者代码化,而不是象土壤、地貌、植被等这样抽象的科学术语。(4)可以用地面或遥感实测数据推求,是可以通过测量或者计算得到的具有确切含义的值,而不是理论上成熟实际上不可捉摸的东西。(5)与监测评价空间尺度和调查精度相适应。在小区域可以用坡度坡长这些可以在田间实测的指标,而较大区域的宏观分析则利用一些宏观指标或者统计特征值。(6)脱离地理坐标系。将土壤侵蚀因子的区域特征参数化,如降水等用具体数值来表示。同时大区域的评价研究中不选过于地方化的参数,如地面割裂度(仅适于黄土高原)、崩岗密度(仅适于南方丘陵)等。

2.2 评价指标的确定

2.2.1 侵蚀动力 有关研究中,关于水土流失的气候指标主要有:降雨径流侵蚀力 R 值^[2-3]、径流量^[5]、年降水量、汛期降水量^[4]等。综合考虑多种因素,我们认为降雨侵蚀力 R 值是各个降雨指标中最能反映土壤侵蚀性降水宏观特征的一个指标。同时现有的研究也提供了较好的数据基础,已有全国 100 多个站点的降雨侵蚀力值。降雨侵蚀力的含义为:降雨和径流引起土壤侵蚀的潜在能力,降雨侵蚀力因子(Erosivity factor of Rainfall)是评价这种潜在能力的一个动力指标。它是降雨能量和雨强的函数。

2.2.2 地形指标 地形是影响水土流失的重要因子之一,它制约着土地利用方式和水土流失的程度。影响水土流失的地形因素主要有坡度、坡长、坡向和

坡形等。

根据已有的研究结果, 区域性水土流失评价的地形因子指标主要有沟壑密度^[4] (某单元内单位面积沟道总长度, m/km^2)、地面割裂度 (某单元负地形面积占单元面积的百分比, %)、平均高差 (单元平均高差)、地形起伏度 (在地形图一定大小的方格网中, 最高点与最低点之间的高差) 等。

针对本研究是全国层次的水土流失评价, 地形指标的选取, 还要考虑到数据资料积累情况。目前关于全国的沟壑密度值、裂度、糙度研究还没有系统的数据积累。而地形起伏度指标可以从地形等值线 DEM, 通过 GIS 方法 (GRID) 提取。所以选取地形起伏度作为全国水土流失地形因子指标。

本次研究中, 将地形起伏度定义为: 5×5 像元 (相当于 $5000 m \times 5000 m$) 中最大高差值。

2.2.3 土壤指标 土壤侵蚀营力是土壤流失过程的外部因素, 而土壤本身的性质才是内在因素。在侵蚀外营力一定的情况下, 水土流失的强弱程度在很大程度上与地面物质抗侵蚀能力相关。区域水土流失宏观评价的土壤指标主要有: $>0.25 mm$ 风干土水先性团粒含量、土壤可蚀性 K 值、土壤抗剪强度等。在黄土高原的水土流失评价研究^[4] 中, 研究者选取了 $>0.25 mm$ 风干土水稳性团粒含量作为评价的土壤指标。也有研究者运用 K 值进行区域土壤侵蚀定量评价^[6], 但是就全国而言, 尚没有系统资料积累。

根据黄义端^[7] 等人的研究, 对我国主要地面物质 (岩石母质、有机质) 的抗侵蚀性能进行了分级。抗蚀抗冲性强的物质, 其抵抗侵蚀的能力就强。根据土壤的母质、土壤的类型、土壤的质地综合分析、判断, 结合地面物质 (岩石母质、有机质) 和抗冲性之间的关系, 把土壤的抗冲性划分为极弱、弱、中、强、极强 5 级。抗冲性能力不同的土壤, 易侵蚀的程度不同。抗冲性能力和土壤侵蚀的程度成负相关关系。

土壤的抗冲性具有宏观上的代表性, 和侵蚀相关性良好。在全国范围内, 根据土壤母质、类型、质地以及岩石母质、有机质的含量和抗冲性之间的关系, 可以把土壤划分为不同的抗冲性级别, 并作为土壤指标运用。

2.2.4 水土流失强度指标 根据已有的研究结果, 选取侵蚀产沙量代表土壤流失量, 以侵蚀产沙强度代表土壤侵蚀模数。侵蚀产沙量是通过泥沙观测站和水文站的实测值计算而来的^[8]。

但是, 由于目前还缺少关于输沙量和侵蚀量之间的定量关系研究, 所以我们暂时用输沙量模数近似地代表侵蚀模数。

表 1 全国潜在水土流失评价指标

影响因素	评价指标	定义	资料基础
气候	降雨侵蚀力	降雨径流引起土壤侵蚀的潜在能力。	全国 123 个站点的数据库
土壤	抗冲性	土壤抵抗径流、机械破坏和搬运的能力。	土壤母质、类型、质地
地形	地形起伏度	5×5 像元中最大高差值。	1:100 万 DEM 地形图
侵蚀量	输沙模数	多年平均输沙量。	219 个水文站点的输沙资料

3 评价指标的提取和数据集成^[9]

3.1 降雨侵蚀力 R 值

首先在图形管理软件 SURFER 中, 把降雨侵蚀力点数据 ((x, y, z) 格式的文本文件) 处理为趋势面图形数据 (rr.plt 文件); 其次再将 SURFER 格式的趋势面记录文件在 FOXBASE 环境通过编程转化为 ARC/INFO 的宏语言文件 rr.sml, 在 arcedit 环境下运行 rr.sml 程序可生成 ARC/INFO 格式的图文件 (coverage), 然后通过编辑、投影变换、加属性码等处理, 最后得到可用于全国潜在水土流失评价的规范降雨侵蚀力数据。

3.2 输沙模数

关于输沙模数的原始数据含有经度、纬度、流域面积、流域输沙量的信息表格。通过流域输沙量和流域面积的比得到多年平均输沙模数, 变换为只含经纬度和专题值 (输沙模数) 的数据库。将处理过的泥沙数据的经纬度进行投影变换, 得到由 x (横坐标), y (纵坐标) 和专题值的数据库文件。在 ARC/INFO 环境下通过编程生成侵蚀模数的点状图; 然后在 ARC/INFO 的 ARCTIN 模块中, 进行 arctin 和 tin contour 变换, 得到 ARC/INFO 格式的图文件; 最后在 ARCADEIT 环境下进行属性值的添加、边界添加等编辑处理。

3.3 地形起伏度提取

在进行地形起伏度的提取之前, 首先要对数字高程模型进行重采样。数字高程模型是按照“ $28.125'' \times 18.750''$ (经差 \times 纬差) 的格网间隔采集的。换算成平面坐标系后, 像元形状是梯形。通过重采样, 选择 $1000 m \times 1000 m$ 的网格, 把像元形状由梯形转化为矩形。

然后在 ARC/INFO 的 GRID 模块中, 将 GRID 格式的 chdem 图中分别选 3×3 , 5×5 , 7×7 的网格进行地形起伏度的提取, 并将提取的地形起伏度图和中国 1:400 万地貌图对照, 选定 5×5 的网格提取的

起伏度为最能反映中国地形起伏状况的指标。然后以评价单元为基础,求得每个单元的平均起伏度值。

3.4 建立相关关系并替换

以土壤母质图、土壤类型图以及地面物质和土壤抗冲性的关系为基础,经过重分类操作,将得到土壤抗冲性分布图。

通过以上处理就得到了用于数据集成的各评价参数。根据区域水土流失评价的方法,把多种来源、多种比例尺的和多种类型的数据集成于评价单元,建立潜在水土流失评价数据库,进行中国潜在水土流失评价与制图。

[参 考 文 献]

- [1] 杨勤科,等.中国水土流失宏观动态预报研究.区域水土流失快速调查与管理信息系统研究[M].郑州:黄河水利出版社,2000.6.
- [2] 王万忠,焦菊英,郝小品,等.中国降雨侵蚀力 R 值的计算与分布(I)[J].水土保持学报,1995,9(4):5—18.
- [3] 王万忠,焦菊英,郝小品,等.中国降雨侵蚀力 R 值的计算与分布(II)[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1996,2(1):29—39.
- [4] 胡良军.基于GIS的区域水土流失评价研究——以黄土高原为例[C].中科院水土保持研究所1998届硕士论文.陕西杨凌.
- [5] 周佩华,李银锄,黄义端,等.2000年中国水土流失趋势预测及其防治对策[J].中国科学院西北水土保持研究所集刊,1988,第7集,57—71.
- [6] 卜兆宏,唐万龙,席承潘,等.水土流失定量遥感方法应用与研究的新进展.区域水土流失快速调查与管理信息系统研究[M].郑州:黄河水利出版社,2000.
- [7] 黄义端.我国几类主要地面物质抗侵蚀性能初步研究[J].中国水土保持,1980(1):41—43.
- [8] 王万忠,焦菊英.黄土高原侵蚀产沙与黄河输沙[M].北京:科学出版社,1997.
- [9] 马晓微.基于GIS的中国潜在水土流失宏观分析与评价[C].中国科学院水利部水土保持研究所2000届硕士论文.陕西杨凌.

干部离任时应过生态“审计关”

据报载,内蒙古赤峰市为了改变土地沙漠化严重和昔日沙进人退的现象,切实做好环境保护工作,从2001年开始,对基层离任的领导干部实行生态审计,不合格的领导干部,将不得调动和提拔。

毋庸讳言,近几年各地纷纷实行的干部离任审计制度,往往注重的是经济发展指标和廉政建设等方面,而忽视了生态环境保护方面的考核。在实际工作中,有很多地方领导干部不能正确处理经济建设与保护环境的辩证关系,重建设轻环保,边建设边破坏的现象时有发生。如一些地方以小城镇建设、开发区建设、道路修建、兴修水利、开采矿藏等原因为借口,大量征用占林耕地,致使林地流失非常严重。更有甚者,少数基层领导干部为了个人的所谓政绩,什么水污染了、大气污染了、噪音污染了,统统次之,污染项目照上不误。因为它能带来经济效益,“经济指标的攀升就是政绩突出的标志,有希望晋职、升迁。结果经济指标上去了,环境指标下来了。这也是时下为何部分地区“十五小”企业仍在继续生产,破坏周围环境的根本原因所在。

而赤峰市对基层领导干部进行离任生态审计的做法,其好处明显在于:(1)通过离任生态审计,采取必要的组织措施,能强化各级领导干部的生态意识和责任,逐步树立社会经济可持续发展的观念,实现经济与环保“双赢”目标;(2)能促使各级领导干部树立正确的政绩观,真正把这一代表人民群众根本利益、涉及子孙后代的环境保护工作做得更扎实些;(3)从领导抓起,从领导做起,有利于形成人人参与、人人关心环境保护的社会风尚,倡导社会文明新风,因为环境保护的好坏是衡量着一个地方文明程度的高低、文化的先进或落后的一个重要标志。

环境保护是一项基本国策,将直接关系到我国第三步战略目标能否顺利实现的关键。保护环境其实是保护生产力,改善环境就是发展生产力,加强环境保护更是各级领导干部身体力行江总书记“三个代表”重要思想的具体体现。赤峰市这种干部离任要过生态审计关的做法,值得推崇。