

城市水土流失强度分级指标体系初探

万方秋¹, 丘世钧¹, 王继增²

(1. 华南师范大学地理系, 广东 广州 510631; 2. 广东省生态环境与土壤研究所, 广东 广州 510650)

摘 要: 城市水土流失强度分级指标体系包括土沙流失指标、水流失指标和相关指标, 其中水流失指标在以往的水土流失强度分级中常常被忽视。该指标体系反映了城市水土流失的内涵, 符合城市水土流失的特点, 对城市水土保持规划有一定指导意义。

关键词: 水流失指标; 指标体系; 城市水土流失

中图分类号: S 157 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2003) 02-0079-04

Preliminary Study on Gradation Index System of Urban
Soil and Water Loss Intensity

WAN Fang-qiu¹, QIU Shi-jun¹, WANG Ji-zeng²

(1. Geography Department, South China University, Guangzhou 510631, Guangdong, China;

2. Guangdong Institute of Eco-environmental and Soil Science, Guangzhou 510650, Guangdong, China)

Abstract: The gradation index system of urban soil and water loss intensity includes soil and sand loss index, water loss index which was often ignored in gradation index of traditional soil and water loss intensity and correlated index. The gradation index system reflects definitions and characteristics of urban soil and water loss, and it is helpful for planning of urban soil and water conservation.

Key words: water loss index ; index system; urban soil and water loss

1 引 言

我国自改革开放以来, 城镇发展日新月异, 特别是 20 世纪 90 年代初期, 城市的各种工程建设和土地开发活动更是如火如荼。由于大兴土木, 造成动土量大, 而又忽视了城市水土保持工作, 使得全国许多城市出现了令人触目惊心的城市水土流失问题, 造成了巨大的经济损失。随着我国西部大开发战略的深入实施和加入 WTO, 城市水土流失将可能有加剧发展之势。

城市水土流失与传统上的山区旷野的水土流失不同, 它在成因、强度、危害及防治等方面都表现出新的特点。国内对以上几方面的探讨较多, 但对城市水土流失强度分级指标研究较少, 目前尚未建立一套科学适用和完备的城市水土流失强度分级指标体系。而建立一套反映城市实际的城市水土流失强度分级指标体系是合理进行城市水土流失强度分级的基础, 进而对于优化配置城市水土保持措施体系, 有效制定城市水土保持规划, 切实搞好城市防洪减灾乃至不断深化城市水土流失研究, 拓展水土保持工作领域有重要的理论和现实意义。

由于我国大部分城市位于水力侵蚀为主的地区, 所以, 本

文试图对水蚀地区城市水土流失强度分级指标体系作一初步探讨, 旨在推动该方面研究工作的开展。

2 我国水土流失强度分级指标设置的现状

2.1 传统水土流失强度分级指标的设置

我国关于水土流失强度分级的研究较多, 如朱显谟先生的 5 级分类, 黄秉维先生的多项指标分类, 水利部于 1988 年、1997 年先后 2 次拟定的水土流失或土壤侵蚀强度分级参考指标等, 主要针对以自然侵蚀或以农林活动等人为侵蚀为主的农村山区。较常设置的指标有: 土壤年平均侵蚀模数、土壤年平均流失厚度、坡度、坡长、植被覆盖率、沟谷占坡面面积百分比、沟壑密度等。它实际上包括两类指标, 一类是直接衡量土壤流失量的指标, 主要指土壤年平均侵蚀模数和土壤年平均流失厚度, 另一类是间接反映土壤流失量和水流失量的相关指标, 如坡度、植被覆盖率, 沟谷占坡面面积比, 沟壑密度等, 而没有直接的水流失指标。所以, 目前, 国内并没有真正完整的水土流失强度分级指标。但笔者认为在以自然侵蚀或以农牧业活动为主的人为侵蚀的农村旷野地区, 用土壤侵蚀强度分级来代替水土流失强度分级, 即主要考虑土壤侵蚀分级

¹ 收稿日期: 2002-10-18
作者简介: 万方秋(1968-), 男, 湖北荆州人, 硕士研究生, 研究方向为土壤侵蚀与水土保持。

指标有其合理性,基本符合农村山区的实际,理由是:(1)农村山区水土保持的主要目的是保持土壤肥力,提供植物的立地条件,防止土壤退化,维持土地的生物生产力以及防治主要由于泥沙淤积导致的洪水;(2)土壤侵蚀量与水流失量具有一定的相关性,一般来说,土壤侵蚀量可一定程度上反映地表径流量的大小;(3)植被覆盖度指标,坡度沟壑密度等相关指标既可反映土壤流失量大小,又可反映坡面径流量的大小。由于城市下垫面性质,水土流失特点及水土保持目的等诸多方面与

农村山区不同,所以,传统水土流失强度分级指标不完全适合于城市。

2.2 深圳市城市水土流失强度分级指标的选取

1995 年,深圳市水利工作者和水利部南昌水利水电高等专科学校的专家学者等一起在对深圳市城市水土流失深入地调查的基础上,研究制定了深圳市城市水土流失强度分级标准^[1,2](表 1)。

表 1 深圳市水土流失强度分级标准

流失原因	评价项目	分级标准		
		级较少级	级一般级	级严重级
开发区(边界相对封闭式)	土壤侵蚀模数/ ($t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$)	2000 ~ 8000	8000 ~ 20000	20000 ~ 60000
	土壤侵蚀厚度/ ($mm \cdot a^{-2}$)	1.5 ~ 5.9	5.9 ~ 14.8	14.8 ~ 44.4
	植被覆盖率/ %	> 50	30 ~ 50	< 30
	斜坡高差/ m	1 ~ 2	> 2	> 3
	平台面积	1 ~ 4	> 4	> 6
开发区(边界开放式)	植被覆盖率/ %	50 ~ 70	30 ~ 50	< 30
	斜坡高差/ m	1.0 ~ 1.5	1.0 ~ 2.0	> 2.0
	平台面积/ m ²	< 10000	10000 ~ 40000	> 40000
采石场	尾砂防护距离/ m	> 500	200 ~ 500	< 200
建设开挖面	坡度/ °	< 30	30 ~ 38	> 38
	高差/ m	< 3	3 ~ 8	7 ~ 8
自然流失	岩性特征	坚硬风化	裂隙发育 的半风壳	全风化破碎、堆积 残积物或松散土
	坡度/ °	< 15	15 ~ 25	> 25
	植被覆盖度/ %	> 75	35 ~ 75	< 30
	措施或流失特征	有挖穴水平条带	侵蚀沟不明显	明显侵蚀沟

深圳市城市水土流失强度分级根据深圳市的几种主要城市水土流失类型或流失原因,分别选取影响水土流失量的主要因素作为评价项目,亦即分级指标因子。如开发区,除了考虑植被覆盖率外,还考虑了斜坡高差、平台面积这两个主要指标因子。即使是自然流失类型,也与传统水土流失强度分级指标不尽相同,除选取了植被覆盖率,坡度这两个常用定量指标外,还选取了措施或流失特征这个定性指标。深圳市城市水土流失强度分级采用的直接指标是土壤侵蚀模数。其分级标准及各指标的具体数值与传统水土流失的不同是基于深圳市土壤侵蚀强度特别大考虑的。

由于城市水土流失的特殊性,深圳城市水土流失强度分级指标与传统水土流失强度分级指标有所不同,根据所选取指标进行的强度分级基本符合当时深圳水土流失的客观实际,如按开发区类型所选指标进行的 3 级强度划分能较好地反映水土流失的现状和特点^[3],对深圳市水土流失的治理和水土保持规划具有一定的指导意义。但其它城市的自然环境和城市建设情况与深圳不一定相同,并且随着深圳生态环境的建设,深圳市的水土流失状况也在变化,所以深圳水土流失强度分级指标不一定适用于其它城市和变化着的深圳的实际情况。另外,其分级指标主要是土壤流失指标,没有直接的水流失指标,而城市中的水流失,特别是城市建成区的地表径流量较大,并且造成的危害较大。

3 建立城市水土流失强度分级指标体系的原则

3.1 全面反映水土流失及城市水土流失内涵的原则

从内涵上理解,水土流失是指地表水及固体物质(土壤、母质、岩石风化物等)在外力作用下,从特定的土地单元输移出去的过程^[4]。“水”不仅是水土流失的动力,同时也是水土流失的主体之一,水土流失包括“水”与“土”两个流失主体,评价水土流失程度的量化指标,应同时包括“水”和“土”两个流失主体的强度指标^[5]。城市 and 山野乡村一样,其水土流失的涵义同样包含着土壤的损失和水的损失^[6]。

3.2 充分体现城市水土流失的特点和城市水土保持目的的原则

城市水土流失的主要特点是以人为原因为主;水土流失强度,特别是“两坡一面”的水土流失强度特别大;城市建成区的水流失量极大;危害复杂而严重。城市水土保持具有多目标、多功能、多任务,除了远郊区自然流失或坡耕地以保持土壤肥力为主要目的外,主要体现在为城市建设服务为中心的水土资源保护。城市水土保持工作与城市规划、城市环境保护等多个部门既有分工,又要密切地配合和协作。

3.3 一定的普遍性、系统性和完整性的原则

所设置的指标能较广泛适用于以水力侵蚀为主的不同发展状况的城市,并且具有反映城市水土流失各类型,包括城区和郊区的城市各区域的较完整的分级体系。

3.4 科学性和可操作性相结合的原则

科学性是指所选指标能准确度量水土流失强度, 其含义明确, 测定、统计及计算方法规范, 数据来源可靠, 指标要尽量可能量化。可操作性是指所设置的指标尽可能建立在已有的土壤侵蚀指标, 径流量指标及其调查资料的基础上, 其值易于用地面或遥感测量计算获取。并且运用简便, 能为生产和研究部门所接受, 有利于推广使用。

4 城市水土流失强度分级指标体系的构成

遵循以上原则, 建立的水蚀地区城市水土流失强度分级指标体系(图 1) 包括三类指标: 土流失指标, 水流失指标和相关指标。各指标有各自的适用范围。

4.1 土沙流失指标

这是直接度量土沙流失量大小的指标, 包括土壤流失模数, 土壤流失厚度, 产沙模数。土壤流失模数、土壤流失厚度适用于城市远郊自然流失区、坡耕区及开发平土区等地区土壤流失厚度; 产沙模数用来度量整个城市范围土沙流失量, 特别适合于表示开发平土区、采石取土场、道路边坡等类型的土壤流失强度。

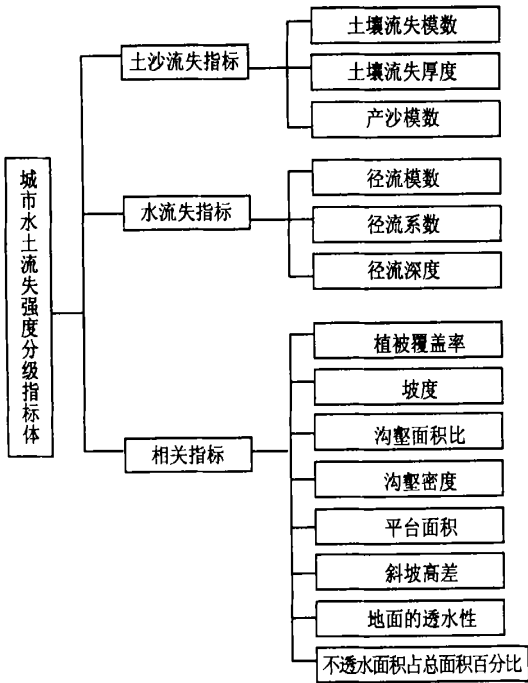


图 1 城市水土流失强度分级指标体系

4.2 水流失指标

这是直接度量城市水流失量大小的指标。这里设置了径流模数, 径流系数和径流深度, 它们用来表示整个城市范围的水流失量, 特别适合于度量城市建成区的水流失强度。水流失指标值的大小可以通过现有的方法测定和计算, 它除了与降水量、气温等自然因素有关外, 还与城市建成区的不透水面积、城市绿地系统等人为因素有密切的关系。这些指标在以往的水土流失强度分级研究中往往被忽视。

4.3 相关指标

它间接反映水土流失量的大小。所设置的相关指标分别适用于城市的不同区域和不同的城市水土流失类型, 如平台面积、斜坡高差等可作为城市边缘地带开发平土区的水土流失强度的参考指标, 不透水面积百分比用来表示城市建成区的水流失强度的参考指标。

5 城市水土流失强度分级指标体系中设置水流失指标的必要性

5.1 使分级指标体系更为完整

如前所述, 水土流失包括“水”和“土”的流失, 只有同时包括水流失强度及土流失强度的指标, 才是科学的, 完备的水土流失强度指标, 设置该指标是题中应有之义。

5.2 城市的水流失量大

城市建设的快速发展, 强烈改变了自然地貌、植被和水系, 使不透水地面迅速增加, 下渗量大大减少, 城市地表径流量随之增加。但城市中的硬地面抗蚀性较大, 使得土的流失量不一定很大。城市中土流失量大小难以反映径流量的大小。因此, 需设置单独的水流失指标。

5.3 城市的水流失造成的危害严重

城市地表径流量的迅速增加对城市造成的危害多样而又严重, 既有直接灾害, 又有衍生灾害, 主要危害有: (1) 导致城市的洪水与内涝。由于城市下垫面性质改变了城市径流产汇流条件, 加大了洪涝灾害发生的风险。据美国的一些小城市调查, 当不透水地面占 12%、平均洪水流量为 $17.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 时, 洪水汇流时间为 3.5 h; 当不透水地面增加到 40%、平均洪水流量增至 $57.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 时, 洪水汇流时间减至 0.4 h。又据国内的调查研究, 1991 年大水期间, 城镇较多的苏锡常地区径流系数已高达 0.758, 增加了 14.1%, 使洪患威胁加大^[7]。(2) 导致城市地下水补给量减少, 加重城市的用水紧张, 甚至引起城市的水危机; 另外, 地下水补给量的减少又可能造成地面塌陷等问题。(3) 影响城市的径流污染。城市的不透水面积、径流系数等对污染物质的数量及污染程度有重要的影响, 城市地表径流污染已成为仅次于农业污染的第二大的面污染源^[8], 这种水土流失型非点源污染, 治理难度较大。

5.4 对城市水土保持规划的影响

城市地表径流量的迅速增加对城市造成的危害是人们当今普遍关注和研究的热点问题, 也是城市水土保持工作者需要解决的问题。城市水土保持具有多功能, 多目标, 城市水土保持工作者不只是一是要研究“防沙”“保土”的问题, 还要研究保水蓄水, 排水排洪的问题。城市水土保持规划和措施系统中不只是一是要有防沙保土的规划和措施, 还要有保水蓄水, 排水排洪的规划和措施。设置水流失指标有利于城市水土保持工作者以及城市环保、城市园林规划、城市给排水管网规划等工作了解城市水流失状况, 搞好城市各方面的规划。如城市雨水管渠系统规划的布置形式、数量等要考虑城市径流量, 城市的径流系数和径流量的增加会增大城市排水管网的负荷和城市的投资。城市水土保持工作者可与其它城市规划者相互合作制定降低城市径流系数的措施, 如推广使用各种人

工透水地面及多种渗透设施、建雨水贮留集流系统、搞好城市绿地系统建设等。随着城市化进程的快速发展,城市周边地区的自然土壤必然大规模减少,城市密闭度会不断扩大,参考文献:

[1] 陈法杨. 城市水土流失强度分级标准商榷[J]. 中国水土保持, 1997(3): 30, 36.
[2] 郭廷辅. 城市水土保持工作从何入手[J]. 中国水土保持, 1997(1): 6- 7.
[3] 吴长文, 欧阳菊根, 欧阳毅. 开发建设平土区的水土流失等级划分[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(3): 8- 14.
[4] 宋桂琴. 谈水土流失、土壤侵蚀两概念的区别与联系[J]. 中国水土保持, 1997(2): 47- 49.
[5] 连米钩. 水土流失概念及水土流失强度分级标准探析[J]. 山西水土保持科技, 2001(1): 21- 24.
[6] 袁仁茂, 杨晓燕, 李树德. 论城市水土流失及其类型系统[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2001, 37(3): 400- 406.
[7] 董增川. 水与经济发展和生态环境的互动关系[A]. 见: 刘昌明. 21 世纪中国水文科学研究的新问题新技术和新方法[M]. 北京: 科学出版社, 2001. 63- 68.
[8] Deletic A B, Maksimovic C T. Evaluation of water quality factors in storm runoff from paved areas[J]. J of Environ Eng, ASCE, 1998, 124(9): 869- 879.

(上接第 51 页)

类的标志, 而且能像生物学中“基因图谱”那样, 既能作为区别生物类型的, 又能作为预测和控制生态环境发展方向的“钥匙”, 所以, 首先是建立生态环境征兆图谱的各类模式数据库, 用它对资源、环境进行快速识别、分类、监测及预测, 为生态资源环境管理服务, 另外还可以作为地球信息科学的基础理论推动地球科学的发展。

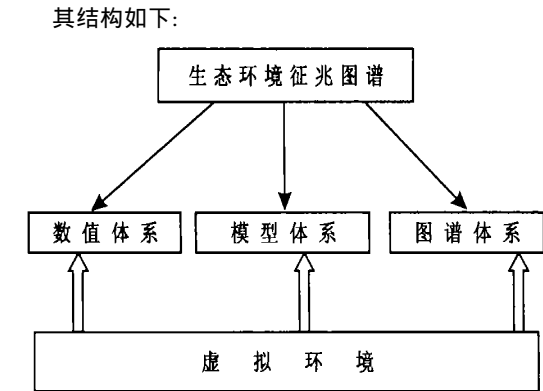


图 1 生态环境征兆图谱结构

4.1 图谱体系

(通过遥感分类、波谱分析获得) 主要包括:

(1) 生态水——一切可用于生态平衡的水体(其中非液态的水起很大的作用), 它能反映生态质量和恢复力状况。

(2) 生态能——一组热能指标, 反映生态环境热容量、热性状、生态平衡。

(3) 生态元——各种生态要素(植被、土壤等), 它的数量及空间分布特性。

参考文献:

[1] 陆地表面粗糙度和土壤湿度多维参数同反演的遗传算法[J]. 遥感学报, 2000(2): 90- 94.
[2] 基于 GIS 的贝叶斯统计推理技术在印度野牛生境概率评价中的应用[J]. 遥感学报, 2000(1): 66- 70.
[3] 一种利用多时相 TM 影象分析地表植被变化的新方法[J]. 遥感学报, 2000(4): 295- 298.
[4] 白效明. 吉林省生态环境及生态省建设的研究[M]. 长春: 吉林大学出版社, 2000. 7.

水流失问题会愈来愈突出, 因此, 设置水流失指标有重要的现实意义。

4.2 数值体系

- (1) 生态结构值——生态景观结构动态变化的表示。
- (2) 边界状况值——各生态环境类型边界形状曲折、稳定性等的描述。
- (3) 质量状态值——用遥感本底值体系(质量本底值、容量本底值、恢复本底值等)表示生态环境质量、容量、恢复能力等特性。

4.3 模型体系

生态环境的数值体系和图谱体系都需要用一定的模型来表示, 这样就实现了数- 图- 谱的适时交换功能。

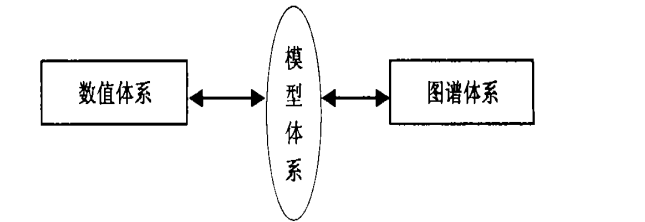


图 2 数一图一谱交换

4.4 虚拟技术的实施

平面的表达方式已经远远不能满足人们的现实需要, 建立三维真实的地表景观是人们由来已久的愿望。近年来, 随着计算机技术、遥感技术、摄影测量技术及其相关技术的飞速发展, 使得我们快速获取地表信息并重建三维地表景观成为现实。

总之, 通过遥感本底值和生态环境征兆图谱形式可以实现对生态环境全新的表达, 有利于生态环境的准确监测和快速决策, 是对现行监测方法的有力补充。