

基于 RS/GIS 的布哈河流域土壤侵蚀现状研究

沙占江^{1,2}, 张娟^{1,3}, 宋昌斌³, 陶炳德¹, 郭丽霞¹

(1. 青海师范大学 生命与地理科学学院 青藏高原环境与资源教育部重点实验室, 青海 西宁 810008;
2. 中国科学院 青海盐湖研究所, 青海 西宁 810008; 3. 青海盐湖工业股份有限公司, 青海 格尔木 816000)

摘要: 利用遥感和 GIS 的方法获得了流域内年降水量、年均气温、地形、土壤类型和土地覆被类型等 5 种评价因子数据, 在 GIS 中通过建模及空间分析, 获得了布哈河流域土壤侵蚀强度等级类型及空间分布信息。结果表明, 研究区土壤侵蚀总面积是 14 337 km², 其中轻度侵蚀和中度侵蚀面积居多, 分别占土壤侵蚀总面积的 54.88% 和 20.51%; 剧烈侵蚀面积占土壤侵蚀总面积的 0.63%。

关键词: 遥感和 GIS; 布哈河流域; 土壤侵蚀

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)06-0253-03

中图分类号: S157.1, P237

Spatial Analysis of Soil Erosion in Buhaha Watershed Based on RS and GIS

SHA Zhan-jiang^{1,2}, ZHANG Juan^{1,3}, SONG Chang-bin³, TAO Bing-de¹, GUO Li-xia¹

(1. Key Laboratory of Education Ministry on Environments and Resources in Tibetan Plateau, College of Life and Geographical Science, Qinghai Normal University, Xi'ning, Qinghai 810008, China; 2. Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xi'ning, Qinghai 810008, China; 3. Salt Lake of Qinghai Magnesium Industry Limited Company, Golmud, Qinghai 816000, China)

Abstract: The technologies of RS and GIS were applied to obtain the five evaluation factors including annual precipitation, annual temperature, slope, elevation, and land cover within the Buhaha basin. With spatial modeling and analysis, we obtained spatial distribution of soil erosion within the basin and classified soil erosion into different classes. The results showed that in the study area, the total area of soil erosion was 14 337 km², of which mild and moderate erosion were dominant, accounting for 54.88% and 20.51% of the total eroded area, respectively. A small portion of the basin has experienced severe erosion, accounts for 0.63% of the total eroded area.

Keywords: RS and GIS; Buhaha watershed; soil erosion

土壤侵蚀是指地球表面的土壤及其母质受水力、风力、冻融、重力等外力的作用, 在各种自然因素和人为因素的影响下发生的各种破坏、分离、搬运和沉积的现象^[1]。我国是世界上土壤侵蚀比较严重的国家之一, 对土壤侵蚀进行调查、监测和评价, 具有十分重要的意义。

布哈河流域属于青海湖流域的一部分, 位于季风湿润区和内陆干旱区的过渡地带, 对全球气候和环境变化的响应十分敏感, 是维系青藏高原东北部生态安全的重要屏障^[2]。布哈河流域属于高寒半干旱区, 土壤侵蚀研究相对比较薄弱, 为了全面了解布哈河流域的土壤侵蚀状况, 有必要利用遥感和 GIS 进行定性半定量的研究^[3], 以期为该区生态环境的恢复和重建提供参考。

1 研究区概况

布哈河是内陆流域青海湖水系的一级支流, 发源于青海省海西蒙古族藏族自治州天峻县疏勒南山, 流经刚察、共和两县, 全长 286.2 km, 河源海拔 4 513 m, 流域面积为 14 337 km², 流域宽度为 50.1 km。地形西北高, 东南低, 大体上可分为 3 级阶梯。流域地势高寒, 土壤成土过程缓慢, 土层较薄, 质地疏松, 易流失与沙化。流域的土壤类型主要有: 高山荒漠土、高山草甸土、高山草原土、山地草甸土、黑钙土、栗钙土、草甸土、沼泽土、风沙土、草甸盐土。流域的植被, 发源地以沼泽草甸型植被为主, 中游以山地草甸为主, 生长发育比较良好, 流域南部受柴达木盆地干旱荒漠气候的影响普遍干旱缺水, 植被种属稀少, 多

收稿日期: 2011-11-04

修回日期: 2012-01-16

资助项目: 国家自然科学基金项目“青海湖西北岸河口沉积环境的现代过程研究”(40961015); 中国科学院“西部之光”项目; 中国科学院“百人计划”项目

作者简介: 沙占江(1971—), 男(回族), 甘肃省平凉市人, 博士, 教授, 主要研究方向为环境演化。E-mail: sazhanjiang@sina.com。

通信作者: 张娟(1988—), 女(汉族), 青海省湟中县人, 硕士研究生, 研究方向为环境遥感与地理信息系统。E-mail: gajuan.1988@163.com。

旱生、强旱生的矮灌。流域内日光长,辐射强烈,日温差大,夏季短,冬季长,属于典型的高原半干旱气候。夏秋季节温凉而短暂,冬春季节寒冷而漫长。没有明显的四季之分,干旱少雨,日照充足,太阳辐射强烈,气温日较差较大。境内多风,夏秋季以东南风为主,冬春季以西风为最强烈。流域内径流主要以降水和冰雪融水补给为主,冬季降水少,夏季降水多。

2 研究方法

以遥感和 GIS 为平台,根据已有的数据分析和野外调查,确定年降水量、年均温、坡度、高程、土壤类型、土地覆被类型共 6 个参考因子。将各因子进行综合评价,得出研究区土壤侵蚀强度等级分布图,并对其结果进行分析讨论,技术流程如图 1 所示。

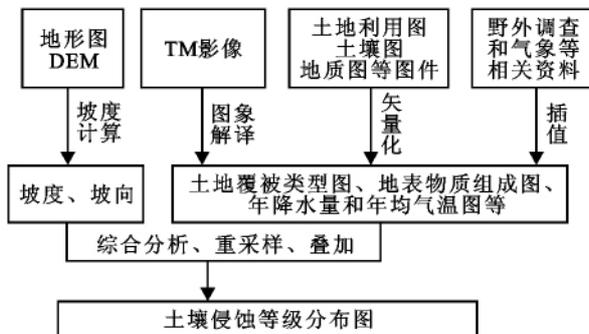


图 1 土壤侵蚀遥感调查工作流程

3 数据来源及处理

3.1 数据来源

采用 2009 年 7 月份 Landsat TM 影像(轨道号为 134034),美国国家航空航天局(NASA)和国防部国家测绘局联合测量的 30 m 分辨率的 DEM 数据,中国科学院资源环境科学数据中心 1999 年 1 km 格网的年均温和年降水插值,西宁市地质图、土壤组成图以及天峻、海晏、刚察、共和等多个站点的多年气象资料数据等。

3.2 数据处理

将 30 m 分辨率 DEM 数据提取得到坡度和高程,并将投影转为 Albers 投影^[4]。其中布哈河流域坡度值是 $0^{\circ}\sim 60^{\circ}$,DEM 高程是 3 228~5 285 m。在 Erdas Imagine 9.2 中将图像进行几何精纠正,其中投影为 Albers 投影,将纠正的影像进行镶嵌拼接,之后根据已有的流域界线裁剪得到研究区 TM 影像,再对其影像进行人工解译,根据该地区土地利用的实际状况及野外核查,分为 10 类土地覆被类型,分别是旱地、草地、林地、滩地、沼泽地、河渠、裸岩、湖泊、永

久雪地冰川、人工用地^[5]。选用随机选取检验区法,共选取 538 个地面真实样本进行精度评价,分类结果为 81.81%,Kappa 系数为 0.80,总体分类效果达到了一定精度。但是其中部分类型的分类精度相对较低,类型之间有一定程度的混淆。尤其是河流的制图精度与温带干旱草原的用户精度。

对天峻、海晏、刚察、共和、茶卡等多个站点多年气象资料进行收集并整理,得到多个站点多年平均降水和温度数据,由于流域内收集到的站点数据比较少,所以从中国科学院资源环境科学数据中心提供的 1999 年 1 km 格网的年均温和年降水插值中提取几个流域内有代表性的年均温和年降水数据,然后利用克里格插值方法,将研究区所有的年均温和年降水数据进行空间插值。其中年均降水量由东南向西北逐渐减少^[6],范围在 232~267 mm;年均温度范围在 $-0.08\sim 1.79^{\circ}\text{C}$ 。

最后,将土地覆被类型图、土壤类型图、坡度图、高程图、年均降水和温度图在 Erdas Imagine 9.2 的 Modeler 中进行建模,确定土壤侵蚀等级分类并得到结果图。根据中华人民共和国水利部的土壤侵蚀分类分级标准(SI190—2007),以及野外调查将土壤侵蚀等级分为 5 类:微度侵蚀、轻度侵蚀、中度侵蚀、强烈侵蚀、剧烈侵蚀。

4 流域土壤侵蚀状况分析

通过技术流程和数据处理和分析,获得 2009 年布哈河流域土壤侵蚀等级分类信息(附图 8)。由分析结果可以得出,该区微度侵蚀面积为 2 324.92 km²,占土壤侵蚀总面积的 16.22%,主要分布在海拔 3 200~3 500 m 的低山及河谷阶地;温度大于 2°C ,年降水量小于 260 mm,坡度小于 5° 的高覆盖草地、低覆盖草地、有林地、河流,植被主要有草甸化草原和草原化草甸植被以及灌丛、沼泽植被。土壤类型主要为黑钙土、草甸土,相对的侵蚀模数有待进一步研究。轻度侵蚀面积为 7 868.43 km²,占土壤侵蚀总面积的 54.88%,分布广泛,主要分布在大部分的中、低覆盖草地、河流周边、农村居民点、建设用地、沼泽地等。在这地区坡度较小,温度、降水比较适宜,海拔在 3 500—4 000 m,以山地草甸植被及山地灌丛草地植被为主,河谷局部地区也有沼泽植被分布,土壤主要以山地草甸土、草甸土为主。此地区适合牧民放牧及居住,而过度放牧导致土壤退化;新修住房等人工建设用地对土地也有不同程度的侵蚀。中度侵蚀面积为 2 940.4 km²,占土壤侵蚀总面积的 20.51%,主要以高寒草甸植被、高山沼泽植被为主,以林地、冰川雪

地居多,居住人口比较少,土壤以高山荒漠土、高山草甸土、高山草原土为主。

强烈侵蚀主要分布在永久性冰川雪地和草地,土壤以高山荒漠土为主,面积为1 113.6 km²,占土壤侵蚀总面积的7.76%,海拔在4 500~5 000 m,坡度在15°~45°之间,地形比较陡、温度接近0℃极易发生侵蚀。剧烈侵蚀占土壤侵蚀总面积的0.63%,侵蚀面积为89.45 km²,主要受到冻土活动及周围环境的影响分布在裸岩石砾地,海拔大于5 000 m,坡度大于45°,温度小于0.5℃,降水量大于350 mm的荒漠地区。该区域不适宜人口居住,故不存在人为因素,但是剧烈的冻融作用改变了土壤的性质,进而影响土壤的可蚀性^[7],造成研究区严重的土壤侵蚀。

根据研究区土壤侵蚀各因子的评价指标及土壤侵蚀等级分布图(附图8)可以看出,研究区土壤侵蚀主要分布在草地、林地、人工建设用地、河渠、湖泊、永久性冰川雪地等土地覆被类型的侵蚀强度较低,一般属于中度侵蚀或轻度侵蚀,主要是该区域分布在海拔低、坡度小、温度高而降水少的地区。土壤侵蚀较严重的区域主要分布在研究区裸岩石砾、部分河流等,海拔高于5 000 m,坡度大于45°且年均温小于0.5℃的高寒地带。

5 结论

(1) 利用遥感和GIS技术,获得布哈河流域土壤侵蚀等级类型图,以遥感影像、气象资料等为数据来源,借助GIS软件作为平台建立了评价因子数据库,对研究区土壤侵蚀进行定性、半定量研究,也为进一步了解该区水土流失状况提供参考。

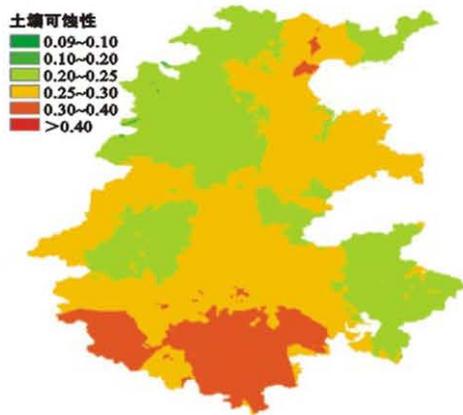
(2) 根据作用力类型将土壤侵蚀分为水力侵蚀、风力侵蚀、重力侵蚀、冻融侵蚀、冰川侵蚀和人为侵蚀等^[8-9],研究区土壤侵蚀主要以冻融侵蚀、水力侵蚀和

流水侵蚀为主。研究区以轻度、中度侵蚀面积为主,强度侵蚀面积相对较少。研究区土壤侵蚀总面积是14 337 km²,其中,轻度侵蚀和中度侵蚀面积居多,分别占侵蚀总面积的54.88%和20.51%;剧烈侵蚀和强烈侵蚀土地所占比例较少。

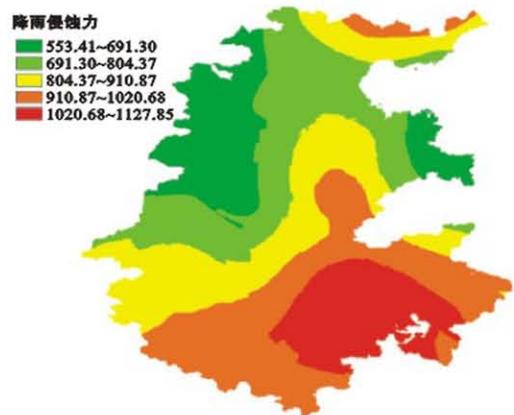
(3) 虽然由于实测数据不能完全满足研究的需求^[10],缺少其它较为重要的土壤侵蚀影响因子作为评价参数,但对缺乏土壤侵蚀模数等定量评价资料区域的土壤侵蚀强度评价具有较强的实用性,同时对研究流域的水土保持工作起到一定的辅助作用。

[参 考 文 献]

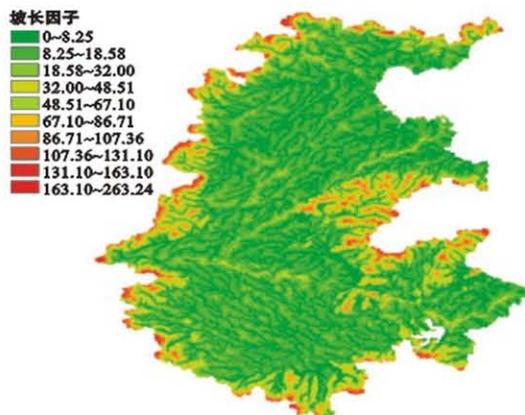
- [1] 刘宝元,谢云,张科利.土壤侵蚀预报模型[M].北京:中国科学技术出版社,2001:1-5.
- [2] 张富.半干旱区水土保持面临的困难与对策[J].中国水土保持,1999(12):37-38.
- [3] 李小雁,许何也.青海湖流域土地利用/覆被变化研究[J].自然资源学报,2008,23(2):285-296.
- [4] 汤国安,杨昕.地理信息系统空间分析实验教程[M].北京:科学出版社,2010:106-178,277-283.
- [5] 杨昕,汤国安.遥感数字图像处理实验教程[M].北京:科学出版社,2009:317-335.
- [6] 景可,王万忠.中国土壤侵蚀与环境[M].北京:科学出版社,2005:9-11.
- [7] Sharratt B S, Lindstrom M J. Laboratory simulation of erosion from a partially frozen soil[C]. USA Honolulu Hawaii: Soil Erosion Research for the 21st Century, 2001:159-162.
- [8] 孙中锋,宋朝峰.浅析冻融侵蚀机理与防治对策[J].黑龙江水利专科学校学报,1999,26(3):34-35.
- [9] 张翼.黄土高原丘陵区土壤侵蚀研究进展[J].水土保持学报,2001,15(2):121-125.
- [10] 薛利红,杨林章.遥感技术在我国土壤侵蚀中的研究进展[J].水土保持学报,2004,18(3):186-189.



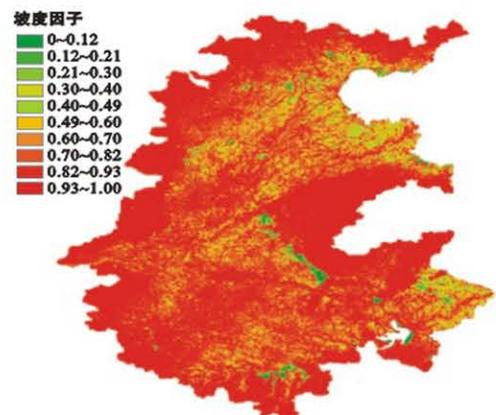
附图1 华北平原土壤可蚀性因子(K值)分布



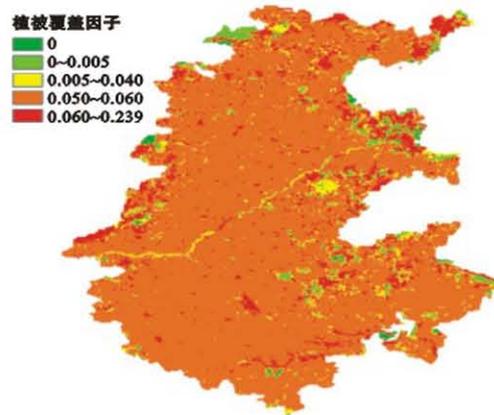
附图2 华北平原降雨侵蚀力(R值)分布



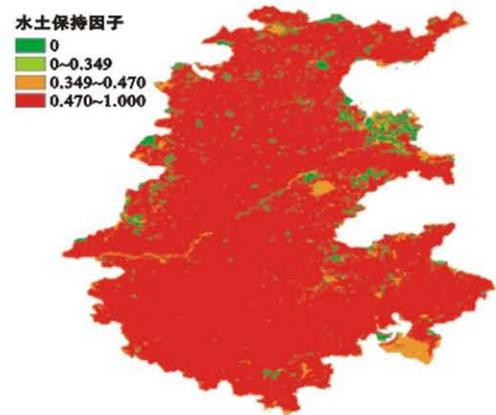
附图3 华北平原坡长因子(L值)分布



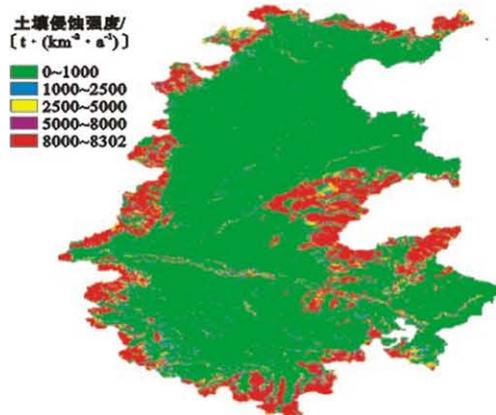
附图4 华北平原坡度因子(S值)分布



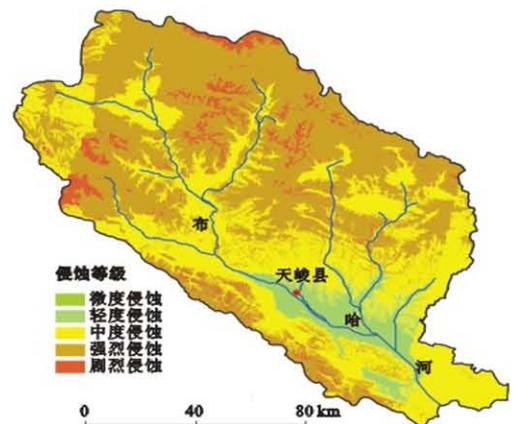
附图5 华北平原植被覆盖因子(C值)分布



附图6 华北平原水土保持因子(P值)分布



附图7 华北平原土壤侵蚀强度等级分布



附图8 布哈河流域土壤侵蚀等级分布