

Information Extraction Based on RS of Vegetation Fraction and Soil and Water Loss —Take Lishu County as an Example

Xiaomeng Zhang¹, Jianxiang Liu², Xin Wen¹, Zhiming Liu^{1*}

¹College of Geographical Sciences, Northeast Normal University, Changchun Jilin

²Songliao Water Resources Commission, Ministry of Water Resources, Changchun Jilin

Email: ^{*}liuzm@nenu.edu.cn

Received: Nov. 14th, 2017; accepted: Nov. 27th, 2017; published: Nov. 30th, 2017

Abstract

In recent years, with the rapid development of urban construction, soil and water loss problems also gradually are paid attention by people. A series of studies have been conducted by experts at home and abroad from all aspects of the reason of soil and water loss, effect, rule and effective control measures. Analysis of remote sensing data and GIS technique has become an effective source of data for the research of soil erosion. Based on the analysis of domestic and foreign research urban heat island effect, on the basis of a variety of methods, this paper adopts the method of combining the quantitative analysis of remote sensing with GIS, takes Lishu County as an example, the six factor model is used to calculate the soil erosion intensity, NDVI and binary model are used to calculate vegetation coverage, and according to the hydraulic erosion classification standard of ministry of water resources, the strength of soil erosion and vegetation coverage was graded, 2016 Lishu County soil erosion intensity distribution, and the relationship between vegetation coverage and soil erosion distribution are studied.

Keywords

Vegetation Fraction, Soil and water Loss, GIS, Lishu County

基于遥感的植被覆盖度和水土流失信息提取 —以梨树县为例

张晓萌¹, 刘建祥², 温馨¹, 刘志明^{1*}

¹东北师范大学地理科学学院, 长春 吉林

²水利部松辽水利委员会, 长春 吉林

^{*}通讯作者。

摘要

近年来水土流失的问题也逐步的被人所关注。国内外有关专家从各个层面对水土流失的原因、影响、规律和有效的控制措施进行了一系列研究。遥感数据与GIS分析技术逐渐成为研究水土流失的有效的数据来源与方法。本文采用定量遥感与GIS分析相结合的方法,以梨树县为例,利用六因子模型计算土壤侵蚀强度,利用NDVI结合二分模型计算植被盖度,并根据水利部水力侵蚀分类标准,对土壤侵蚀强度和植被盖度进行分级,研究了2016年梨树县的水土流失强度分布情况,以及植被盖度和水土流失分布的关系。

关键词

植被覆盖度, 水土流失, GIS, 梨树县

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 绪论

水土流失,是指人类在开发土地的同时,不合理的利用规划土地,导致水土流失严重,对地球生态环境造成威胁。水土流失已经发展为世界性的问题之一,成为人类关注的焦点。

自然因素和人为因素是产生水土流失的主要原因,自然因素主要包括气候因素、地形和地貌因素以及土壤、植被等。当这些因素都处于不利的情况下才会产生水土流失以及水土流失的蔓延发展,当其中任何一个因素处于有利状态,水土流失就会减轻;人为因素主要包括人类对自然资源不合理的开发利用,比如乱砍滥伐,大片的耕地,修路,无止境的发展工业、畜牧农业等导致林草覆盖度的降低,致使自然因素处于不利状态,产生水土流失。水土流失是当今社会所面临的一个重要的生态环境问题,不仅影响了人们的正常的生活,还会威胁到人类的生存环境,以及人类社会的发展。因此了解水土流失的形成机制,并采取一定的积极措施遏制水土流失的发展已经是人心所向。

分析产生水土流失的因素可以发现,改变地形地貌气候土壤等自然因素的成本是不可估量的,所以增加植被覆盖度,可以更容易的减轻水土流失。植被是保护生态环境的好帮手,既可以减缓降雨对土地的侵蚀,又可以防沙治沙,减缓径流。植被覆盖度,作为衡量地表植被覆盖的重要指标,是研究水土流失的重要因子。因此,在这个水土流失愈发严重的时代研究植被覆盖度与水土流失的关系,以及如何通过提高植被覆盖度,并且如何确定某一地区合理的植被覆盖度,从而使水土流失情况减缓,不影响生态环境平衡已经成为中外学者关注的重点之一。

在这个科学技术作为第一生产力的时代,人们在航空航天领域获得的成就,如 NOAA, Landsat TM, SPOT 等卫星如雨后春笋,给了后人以希望,卫星获得的数据的准确性,高效率以及高效益,使国内外学者可以通过卫星遥感更加方便的研究水土流失与植被盖度关系。

本文将利用 GIS 与遥感技术相结合的方式实现对梨树县水土流失的研究,以 2016 年空间分辨率为

2.1 米的资源三号卫星影像数据为基础,通过目视解译得到梨树县的土地利用分布图。利用 NDVI 结合像元二分模型以及 RUSLE 模型计算得到梨树县的植被盖度分布图和土壤侵蚀强度分布图。统计结果可以按照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL446--2009)进行水力面蚀度等级划分,划分的标准为:微度侵蚀(<200 t),中度侵蚀(1200 t~2400 t),强烈侵蚀(2400 t~3600 t),极强烈侵蚀(3600 t~4800 t),剧烈侵蚀(>4800 t) [1]。然后将梨树县土壤侵蚀强度分级数据与植被覆盖度分级数据进行叠加,从而研究 2016 年梨树县植被覆盖度和水土流失的关系。

2. 研究区概况与数据使用

2.1. 研究区概况

梨树县位于吉林省的西南部,行政隶属于四平市。梨树县属于东北平原地带,是温带大陆性气候,四季比较分明,春季比较干燥,夏季多雨,梨树县的地表水主要为招苏台河,年径流量平均为 0.6371 亿方。梨树县土地肥沃平坦,且土壤中有有机质含量较多,主要类型为黑土和黑钙土,有“东北粮仓”和“松辽明珠”之美称的梨树县不仅土壤肥沃,森林资源也相当丰富,除了有多样的天然树种山杨、枫树、桦树、柳树以及槐树等外,人工种植的水土保持林,经济林也是丰富多彩。梨树县地势属于南高北低,东南部最高点为大砂子山,西北最低点为团子山,全区地貌特征成阶梯地形,阶地沿河不连续,两岸不对称。

2.2. 数据使用

本研究涉及到的基础数据主要包括:研究区的地理图、行政区划图、土地利用图、地形图、地质图、土壤图、农林规划图、气象数据、遥感影像、水土保持工程措施初步设计图、专题地理信息数据、统计实验数据和报告成果及文档资料等。通过以上基础数据,获得研究需要的各因子信息。

- 1) 遥感数据采用空间分辨率为 2.1 m 的资源三号卫星影像,资源三号卫星的多光谱数据参数见表 1,通过目视解译,矢量化得到梨树县的土地利用图;
- 2) 利用覆盖梨树县域行政边界,1:5 万 DEM 数据,通过运行 arc 小程序得到梨树县坡度与坡长 LS 因子;
- 3) 梨树县近 30 年的逐日侵蚀性降雨量资料,利用日降雨量数据计算得到降雨侵蚀力因子 R;
- 4) 利用梨树县的水保措施图得到梨树县的 P 因子;
- 5) 获取植被盖度反演影像辐射定标指数。

3. 研究内容

本研究主要是将梨树县的植被盖度信息和水土流失强度信息做对比,以期得到植被盖度影响水土流失的准确信息,所以本研究除了要获取梨树县的水土流失强度面积分部信息外,还要获取梨树县的植被盖度数据信息。

Table 1. The parameter of ZY-3 MUX
表 1. 资源三号卫星的多光谱数据参数

有效载荷	波段	光谱范围
ZY-3 MUX	Band 1	0.45~0.52
	Band 2	0.52~0.59
	Band 3	0.63~0.69
	Band 4	0.77~0.89

3.1. 植被覆盖度数据信息获取

植被覆盖度是指植被冠层或页面在地面的垂直投影面积占统计区总面积的百分比[2]。目前计算植被覆盖度的方法主要有回归模型法、植被指数法、像元分解模型法[3]。本研究主要是利用 NDVI 和像元二分模型计算出梨树县的植被覆盖度。归一化植被指数(NDVI)为近红外波段与红波段的亮度值之差与其之和的比值,该指标提高了对土壤背景的鉴别能力,大大消除了地形和群落结构的阴影影响,削弱了大气的干扰,因而扩展了对植被盖度检测的灵敏度。因此 NDVI 是目前应用最广泛的植被指数,NDVI 的变化在一定程度上能够代表植被覆盖变化情况。本文利用归一化植被指数计算公式

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

其中: NIR 为近红外波段的反射率; R 为红波段的反射率,通过 python 语言写出计算归一化指数的批处理代码,对所有的影像计算出 NDVI。然后利用梨树县的土地利用图,将土地利用分为农业用地、城市用地、河流、林地、其他五种类型。并利用 Arc GIS 软件中的掩膜功能,分别提取这五类土地利用类型的归一化植被指数。利用上一步得到的归一化植被指数,针对每一个土地利用类型的 NDVI 值的频率累加值,最后根据累加值取 5% 和 95% 的置信区间,即取 5% 的 NDVI 值为裸地的归一化植被指数(INDVI soil); 95% 的 NDVI 值为全植被的归一化植被指数(INDVI veg)。最后利用像元二分模型逐个计算植被盖度。模型如下:

$$f = (INDVI - INDVI\ soil) / (INDVI - INDVI\ veg)$$

由此得到梨树县的植被覆盖图,并根据分级标准进行分级,得到梨树县的植被盖度分布图(见图 1)。另外这里的植被覆盖度根据分级标准分为五个等级,分别为低覆盖(<30%),中低覆盖(30%~45%),中覆盖(45%~60%),中高覆盖(60%~75%),高覆盖(>75%)。最后对梨树县的植被覆盖度分级图数据进行统计得到植被盖度不同等级的面积分布数据(见表 2)。

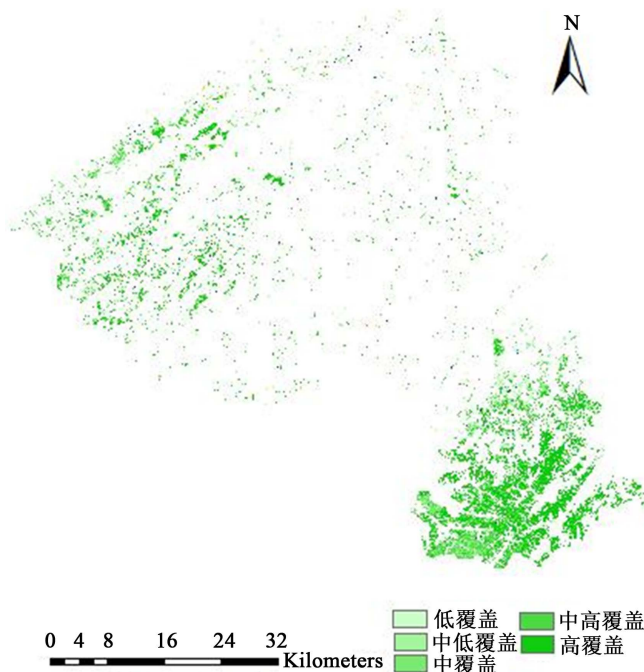


Figure 1. Distribution of vegetation coverage in Lishu County
图 1. 梨树县植被覆盖度分布图

Table 2. Lishu County 2016 vegetation coverage area distribution table
表 2. 梨树县 2016 年植被覆盖度面积分布表

项目	低覆盖	中低覆盖	中覆盖	中高覆盖	高覆盖
面积(km ²)	7.50	37.36	70.63	97.41	176.33
所占比例(%)	6.97	9.11	17.21	23.74	42.97

3.2. 水土流失强度信息的提取

主要可以通过两个土壤侵蚀模型进行水土流失的计算,统计结果可以按照《土壤侵蚀分类分级标准》进行水力面蚀度等级划分,以期形成可比性较高的流失数据。

第一个模型是采用土地利用、植被盖度和耕地坡度因子(即三因子模型)的叠加进行土壤侵蚀量的计算;第二个模型是借鉴美国通用水土流失方程(即 USLE) [4]该方程采用的是六因子,即降雨量 R 、土壤可蚀度 K 、坡长 L 、坡度 S 、植被盖度与管理 C 、水保措施 P 因子叠加相乘得到水土流失量,由此称为六因子模型。六因子模型适应于小范围高精度的土壤流失模数计算。本文采用的是修正后的六因子模型(即 RUSLE) [5]。首先计算出梨树县的六因子,然后利用 Arc GIS 软件中的叠加功能将六因子进行叠加相乘,然后对结果进行分类分级得到土壤侵蚀模数等级分类图。

RUSLE 模型的基本形式为:

$$A = R * K * L * S * C * P$$

通过 RUSLE 模型,表明了降雨量、土壤以及地形等自然因子还有植被覆盖度人为因素对水土流失的影响, C 因子作为植被覆盖管理因子,可以直观的表达出植被覆盖度对水土流失的影响,因此,植被覆盖管理因子 C 的合理估算对本研究是非常重要的。

C 因子是评价植被抵抗土壤侵蚀能力的重要指标,是指在相同的土壤、坡度和降雨条件下,有特定植被覆盖或田间管理的土地上的土壤流失量与实施清耕、无覆盖裸露休闲地上的土壤流失量之比, C 值范围在 0~1, C 值越大说明其所对应的土地利用类型的土壤侵蚀越严重[6]。而且一般来说,植被覆盖度与 C 因子呈现负相关的形式,即植被盖度越大, C 因子值越小。

蔡崇法等利用人工降雨和自然降雨的观测数据通过计算破面产沙量与植被盖度的相关关系,建立了植被覆盖度与 C 因子之间的数学关系[7]:

$$\begin{cases} C = 1, & c = 0 \\ C = 0.6508 - 0.3436 \lg c, & 0 < c < 78.3 \\ C = 0 & c > 78.3 \end{cases}$$

c 表示植物覆盖度(%)。

利用此数学关系可根据植被盖度计算出梨树县的植被覆盖管理因子 C 。

另外,利用梨树县气象站的逐日侵蚀性降雨量(日降雨量大于等于 12 mm)资料,得到了梨树县的降雨侵蚀力因子 R 为 1378.2;利用梨树县的水保措施图将 p 值进行赋值,并矢量转栅格后得到水保措施 P 因子;以及水利局提供的已知数据土壤可蚀性因子 K 和坡度坡长因子 LS 。然后根据 RUSLE 模型通过栅格计算器得到梨树县的土壤侵蚀强度图,最后依据分级标准得到水土流失强度分布图(见图 2)。对梨树县的水土流失数据进行统计得到水土流失强度面积分布数据(见表 3)。

通过梨树县 2016 年的水土流失强度分布图,可以知道微度侵蚀占梨树县土地面积的大部分,其次为轻度侵蚀,主要集中在梨树县的中部地区,中度、强烈、极强烈以及剧烈侵蚀所占比例相差不大,在梨树县的分布位置较散。

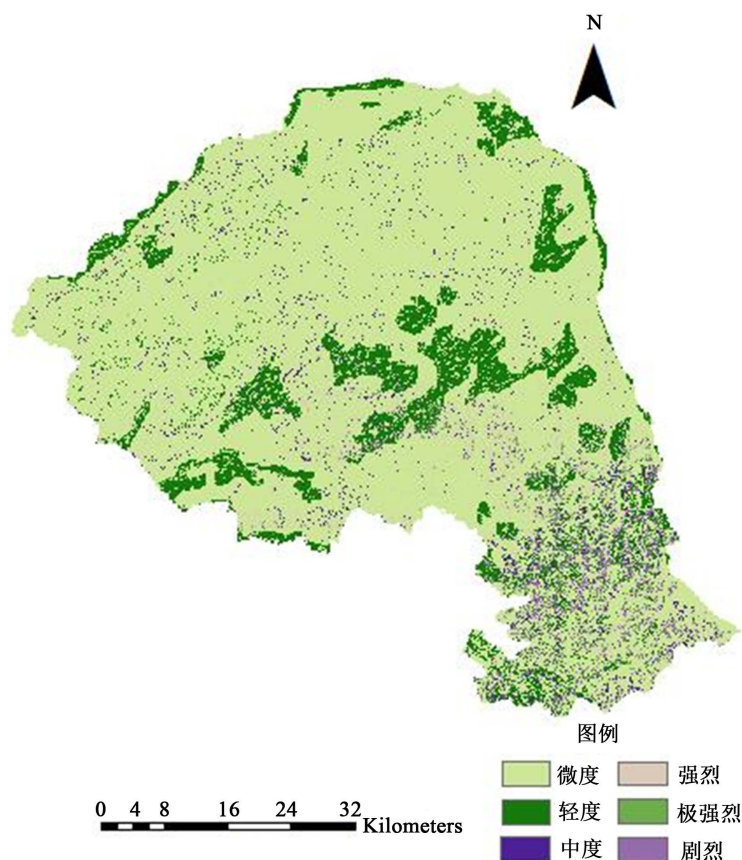


Figure 2. Distribution of soil erosion intensity in Lishu County in 2016
图 2. 梨树县 2016 年水土流失强度分布图

Table 3. Distribution table of soil erosion intensity in Lishu County in 2016

表 3. 梨树县 2016 年水土流失强度面积分布表

项目	微度	轻度	中度	强度	极强烈	剧烈
面积(km ²)	2974.57	516.96	99.69	150.88	37.86	80.04
所占比例(%)	77.06	13.39	2.58	3.91	0.98	2.08

3.3. 水土流失强度与植被覆盖度

将分级后的植被覆盖度数据与土壤侵蚀强度分级数据通过 Arc GIS 软件进行空间叠置, 可以得到不同的植被覆盖度下不同的土壤侵蚀强度所占的面积分布情况, 统计叠置后的数据结果(见表 4)。

通过表 3, 我们可以看到, 不同的植被覆盖度等级下, 其所对应的不同水土流失强度的分布是存在一定规律的, 通过对比可以发现, 剧烈的水土流失强度主要发生在低植被覆盖度下, 而微度侵蚀主要发生在高植被覆盖度下, 并且, 高植被覆盖度下的轻度往上的侵蚀强度所占面积很小, 基本可以忽略不计, 即在高植被覆盖度下的地方基本没有水土流失的发生。另外, 可以发现随着植被覆盖度的增加强烈, 极强烈, 剧烈侵蚀强度所占面积呈递减形式。

为了更好的了解植被盖度对水土流失的影响, 我又分别做了梨树县 2015 年的不同植被覆盖度面积的分布数据表和水土流失强度面积分布数据表, 分别见表 5 和表 6, 虽然只有一年的时间, 但是也可以发现两者的关系。

Table 4. The distribution table of soil erosion intensity in Lishu County under different vegetation coverage levels in 2016
表 4. 梨树县 2016 年不同植被覆盖度等级下的水土流失强度分布表

水土流失强度	植被覆盖度					
	微度	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
低覆盖	194.53	38.67	18.58	59.05	24.53	52.07
中低覆盖	251.33	60.19	27.48	62.03	7.24	17.41
中覆盖	440.11	146.5	38.35	22.03	2.92	7.63
中高覆盖	603.84	247.01	12.8	5.48	1.51	1.73
高覆盖	1484.76	24.59	2.48	2.29	1.66	1.2

Table 5. Distribution table of vegetation coverage in Lishu County in 2015

表 5. 梨树县 2015 年植被覆盖度面积分布表

项目	低覆盖	中低覆盖	中覆盖	中高覆盖	高覆盖
面积(km ²)	29.2	37.6	69.3	95.9	170.1
所占比例(%)	7.26	9.35	17.24	23.85	42.30

Table 6. Distribution table of soil erosion intensity in Lishu County in 2015

表 6. 梨树县 2015 年水土流失强度面积分布表

项目	微度	轻度	中度	强度	极强烈	剧烈
面积(km ²)	2974.5	507.1	97.4	149.2	37.9	81.3
所占比例(%)	77.31	13.18	2.53	3.88	0.98	2.11

对比梨树县 2015~2016 年的植被覆盖度和水土流失强度分布数据, 可以很清楚的发现, 植被覆盖度和水土流失强度呈现很明显的负相关关系, 随着梨树县植被覆盖度的增加, 梨树县的水土流失面积正在减少, 而且其土壤侵蚀模数也呈现降低趋势, 梨树县 2016 年的总土壤侵蚀面积相对于 2015 年总侵蚀面积减少了 4.11 km², 主要是由于梨树县实施了头道沟小流域治理工程, 通过实施地埂、改垄、水保林、梯田等水保措施, 使梨树县的植被覆盖度增加, 从而减轻了水土流失。

另外, 为了能够进一步认清增加植被覆盖度对减轻水土流失有重要作用的可实施性, 查阅了梨树县 2011 年至 2014 年的水土流失状况的对比情况, 见图 3。

通过图 3 可以知道, 中度水蚀、极强烈水蚀面积显著减少。其中中度水蚀面积减少 120.7 km², 中度水蚀面积减少 40.9 km², 极强烈水蚀面积减少 69.7 km², 轻度水蚀面积增加 5.9 km², 强烈水蚀面积增加 7.0 km², 剧烈水蚀面积增加 40.4 km², 可以发现梨树县的水土流失治理得到很明显的效果, 由此可以证明梨树县在 2011~2014 年间实施了以水保林、地埂、改垄为主的水保措施, 使得梨树县的植被覆盖度增加, 促进了梨树县的水土流失状况得到了明显改善。

4. 结语

通过对梨树县的植被覆盖度与水土流失强度数据信息分析可以发现, 水土流失主要发生在植被覆盖度较低的地方, 尤其是在人类活动频繁, 建设用地和工业用地聚集的地方尤为严重, 植被覆盖度越高, 发生水土流失的可能性就越小, 即可以通过增加植被覆盖度减少水土流失量。由此可见, 在不影响其他自然条件的情况下增加植被覆盖度是减轻水土流失的重要举措。

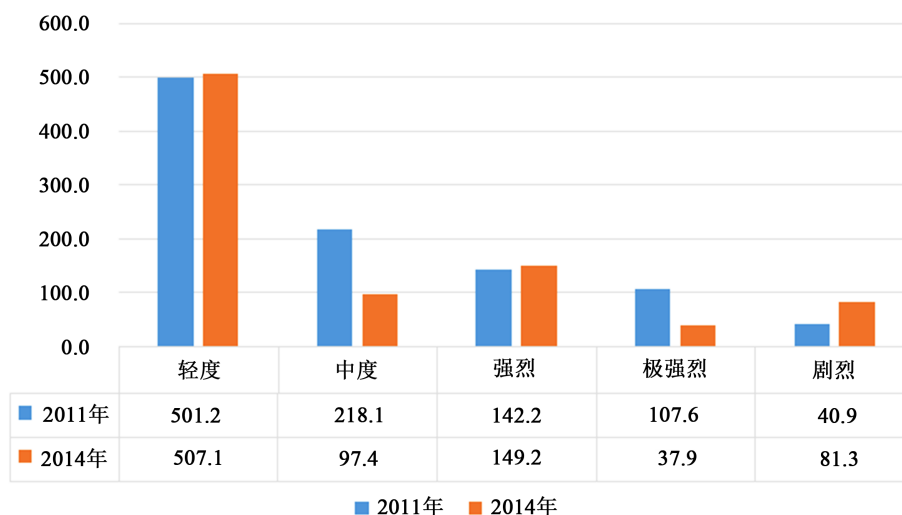


Figure 3. Comparison table of soil erosion intensity in Lishu County from 2011 to 2014
图 3. 梨树县 2011~2014 年水土流失强度对比表

基金项目

全国水土流失动态监测与公告项目。

参考文献 (References)

- [1] 中华人民共和国水利部. 土壤侵蚀分类分级标准. 北京: 水利电力出版社, 1997.
- [2] 章文波, 符素华, 等. 目估法测量植被覆盖度的精度分析[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2001, 37(3): 402-408.
- [3] 李苗苗. 植被覆盖度的遥感估算方法研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国科学院研究生院(遥感应用研究所), 2003.
- [4] Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. (1978) Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. USDA, Agriculture Handbook.
- [5] Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., *et al.* (1997) Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). USDA, Agriculture Handbook.
- [6] Zhang, Y., Liu, B.-Y., Shi, P.-J., *et al.* (2001) Crop Cover Factor Estimating for Soil Loss Prediction. *Acta Ecologica Sinica*, **21**, 1050-1056. (in Chinese)
- [7] Cai, C.-F., Ding, S.-W., Shi, Z.-H., *et al.* (2000) Study of Applying USLE and Geographical Information System IDRISI to Predict Soil Erosion in Small Watershed. *Journal of Soil and Water Conservation*, **14**, 19-24. (in Chinese)

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2334-3338, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
 左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
 期刊邮箱: ojswc@hanspub.org