

文章编号: 1000-0240(2008)02-0313-08

基于遥感与GIS技术的铁路建设环境影响评价方法探讨

张忠良¹, 刘勇¹, 王杰², 李爱华¹, 焦明¹, 郭阳耀¹

(1. 兰州大学 遥感与地理信息系统研究所, 甘肃 兰州 730000; 2. 中国科学院 寒区旱区环境与工程研究所
冰冻圈科学国家重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 酒泉钢铁公司嘉(峪关)-策(克)专线铁路建设区域处于极度干旱、生态环境极其脆弱的中国西北内陆干旱区, 地表植被稀少, 降水少但蒸发量强, 大风沙尘暴天气频繁, 整个生态系统受到人为扰动后, 将产生显著的变化。在遥感与GIS技术的支持下, 使用基于GIS的图形叠置法、层次分析法、景观生态学法和指数法等评价方法, 从地貌、植被、土壤和风力等主要生态因子入手, 对铁路建设环境影响评价中受到人为扰动后的生态环境, 从生态的稳定性、地表侵蚀的敏感性、人为活动的干扰性以及生态环境变化的强度等方面进行研究, 找到了一种基于稳定性-干扰性-侵蚀敏感性-变化检测的新定量评价方法。通过对该方法进行数据驱动试验, 获得了比较理想的环境影响评价结果。

关键词: 环境影响评价(EIA); 干扰指数; 稳定性评价; 铁路建设; 干旱区

中图分类号: X826/U212.6 **文献标识码:** A

0 引言

铁路等大型道路建设工程的环境影响评价主要是预防工程建设期间, 以及工程完工后的投入运行期间, 对环境可能的、或已经产生的污染和破坏作用进行监测和评价, 为环境管理工作提供科学依据, 使人类活动对环境造成的不利影响限制到最小程度。铁路等大型道路的建设, 以其对路域内自然环境的分隔效应, 对人文环境的迫近和诱导效应以及对地表水文等自然生态要素的作用, 对大范围的生态环境和社会经济结构产生了重大影响^[1]。尤其是在中国西北内陆敏感、脆弱的干旱荒漠地区, 工程建设对生态环境的影响就表现得更为显著。因此, 铁路等大型线性道路工程建设的生态环境影响评价就成为生态环境影响评价和生态环境保护与管理中的重点领域。

铁路生态环境影响评价内容不同于传统的道路环境影响评价中的生态环境评价内容, 在传统的道

路环境影响评价中, 生态影响评价只是道路环境影响评价的一个小部分, 主要考虑的是野生植物与动物及栖息地的影响, 水土流失的影响, 以及水环境的影响等。同时, 就铁路的生态环境影响评价内容而言, 它不仅包括了自然生态环境评价和社会生态环境评价, 还包括了人类活动以及生态系统和环境的政策、措施的制定等活动。

1 研究区概况

拟建铁路为酒泉钢铁公司嘉(峪关)-策(克)专线铁路, 从嘉峪关市到策克口岸, 途经酒泉、金塔和额济纳旗3地区, 全长475 km。路线呈东南至西北向, 位于 $99^{\circ}52'5'' \sim 101^{\circ}2'48''$ E, $39^{\circ}47'22'' \sim 41^{\circ}56'48''$ N之间(图1)。研究区除了酒泉、金塔两地有小块绿洲外, 其余大部分地区为荒漠、戈壁和低山地区, 地理环境极为恶劣, 农业等人为活动稀少。地表植被种类贫乏, 以膜果麻黄荒漠、梭梭砾漠、刚毛怪柳荒漠等旱生、超旱生、耐盐碱的亚洲

收稿日期: 2007-11-10; 修订日期: 2008-01-14

基金项目: 国家环保总局酒钢铁路嘉(峪关)-策(克)专线铁路建设环境影响评价项目资助

作者简介: 张忠良(1982-), 男, 河南淮阳人, 2005年毕业于兰州大学, 现为硕士研究生, 主要从事遥感技术应用与GIS开发研究。

E-mail: zhangzli01@163.com

中部荒漠类型为主;地表土壤以棕漠土、荒漠化盐土和风沙土为主,土壤盐碱化、沙化和风蚀十分严重^[2]。地表水系稀少,仅在额济纳旗地区有些季节性微型水系和少量盐碱湖泊分布。研究区年平均气温 8.3℃,年平均降水量 40.3 mm,年蒸发量在 3 700~4 000 mm 之间,常年干旱天数在 180~206 d 以上,年均 7 级以上大风约 30 次之多,年日照时数最长可达 3 446 h,无霜期 120~140 d,沙尘暴日数最多可达 46 d^[3]。

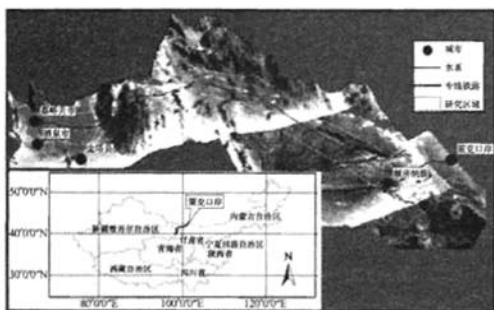


图 1 研究区位置和三维地理示意图

Fig. 1 Map showing the location of the study areas and the 3D geography

2 数据资料及数据预处理

数据资料包括研究区历史数据、遥感影像数据、地形数据和实测数据。历史数据为研究区的植被、土壤、土地利用现状和地貌共 4 种专题矢量地图(由中国科学院沙漠研究所编绘);遥感影像数据为 2003 年 8 月和 2005 年 5 月的两个时相的共 8 景多波段的 Landsat-7 遥感影像;地形数据为 40 幅用于辅助遥感影像几何校正的 1:50 000 比例尺的地形图和数字地形模型(DEM)数据。实测数据来自于一套酒钢专用铁路路基勘定界标标书。

遥感图像的预处理过程是在 ERDAS Imagine 8.6 软件中完成,采用 4、3、2 波段对应红、绿、蓝作假彩色合成,自适应滤波增强,几何精校正采用多项式法,RMS 误差小于一个像元。采用最近邻法进行重采样,所采像元大小为 30×30 m。将预处理后的影像输出为 *img 格式到 ArcInfo 中,将其作为背景图像,并辅助以各种专题矢量图件,采取人工目视和计算机自动识别相结合的方法进行判读和解译。并在此基础上,分别提取植被、土壤、水系 3 种生态因子的矢量图件。最后,对研究区的 DEM 在 ArcGIS9 中进行空间分析,提取地貌(坡

度、坡向)生态因子的矢量图件(图 2)。通过对酒钢专用铁路路基勘定界标书中的界标数据进行计算机录入,并在 ArcGIS 中进行坐标和投影设置得到了拟建铁路的矢量图件。

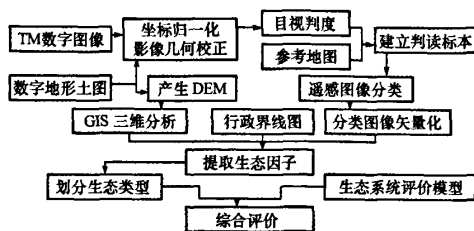


图 2 研究区数据处理技术流程图

Fig. 2 The flow chart of data processing in the study areas

3 研究方法

目前,已有的环境影响评价方法很多,诸如综合指数法、图形叠置法、层次分析法和景观生态学法,尤其是近年来遥感与 GIS 技术的出现和发展又为环境影响评价提供了一种新的工具。卫星遥感图像在环境影响评价中可以用来判别断层、土壤性质、地质和水文地理以及确定敏感地段等,并在没有研究区制图资料或者资料不准确时提供一种可靠的信息来源,是一种很有效的获取环境影响评价数据的工具。GIS 技术具有编辑、加工和评价长时段、大地理区域数据的能力及卓越的建模和影响预测能力,能够识别和分析环境影响的时间和空间上的累积特征^[4],它是一种很强大的环境影响评价数据分析和处理的工具。

但是,每种方法都有它的优点和缺点及其适用前提和条件。在具体的环境影响评价中,要从研究区的地理背景,数据资料和主要的生态环境影响评价因子这 3 个方面来考虑选取环境影响评价方法和设计环境影响评价的技术路线。由于本研究区主要处于西北内陆的荒漠、戈壁地区,农事耕作、工业生产等方面的人文、经济和社会活动相对较少,所以本研究主要侧重于工程建设对生态环境产生的影响方面的评价。由于每种评价都有一定的尺度,尺度不同评价的结果也不相同,本研究采用生态系统类型层次上的评价与生态因子层次上的分类评价相结合的办法。所以,本文的环境影响评价的工作整体上分为 4 个部分。

3.1 生态系统类型的划分

ArcGIS9 软件中对地貌、土壤和植被 3 种生态因子的矢量图件进行叠合分析和融合运算，并按“地貌+土壤+植被”的生态系统命名方式进行 GIS 域名运算，划分铁路沿线生态系统类型。

根据研究区的地理位置、气候气象、人文要素情况，确定环境影响评价范围——铁路生态系统边界分别为 20 km 和 1 km 两种。在此基础上，在

表 1 生态系统稳定性评价指标

Table 1 The indexes for assessing the stability of the ecological system

土壤类型	稳定性分值(D _s)	土壤类型	稳定性分值(D _s)	生态系统稳定性级别	稳定性等级(D)	稳定性分值(V)
石质棕漠土	10	灌木荒漠	3	A	极不稳定	1~3
棕漠土	6	半灌木荒漠与风蚀残丘	2	B	不稳定	3~6
石膏灰棕漠土	5	落叶小叶疏林	7	C	稍稳定	6~9
龟裂状灰棕漠土	3	盐生草甸	7	D	稳定	>9
草甸盐土	7	盐生灌木荒漠	4			
典型盐土	5	盐生半灌木荒漠	3			
荒漠化盐土	2	盐生杂类草荒漠	2			
沼泽土	8	沼泽植被	8			
风砂土	1	农业植被	7			
灌淤土	7	裸露山体	10			

表 2 生态系统稳定性面积统计

Table 2 The areas of the four ecological systems in different areas, 2003—2005

县(市)	类型代码	类型名称	20 km(2003 年)		1 km(2003 年)		20 km(2005 年)		1 km(2005 年)	
			面积/hm ²	面积比%	面积/hm ²	面积比%	面积/hm ²	面积比%	面积/hm ²	面积比%
额济纳旗	A	极不稳定	193144	10.60	9136	9.98	193338	10.61	9164	10.01
	B	不稳定	1151630	63.18	59118	64.57	1152092	63.20	59394	64.87
	C	稍稳定	97426	5.34	5834	6.37	94886	5.21	5659	6.18
	D	稳定	6869	0.38	161	0.18	8751	0.48	32	0.03
嘉峪关	A	极不稳定	5627	0.31	0	0.00	5677	0.31	0	0.00
	B	不稳定	41197	2.26	3433	3.75	40977	2.25	3419	3.73
	C	稍稳定	7147	0.39	381	0.42	7281	0.40	395	0.43
	D	稳定	153	0.01	0	0.00	189	0.01	0	0.00
金塔	A	极不稳定	63815	3.50	6004	6.56	63591	3.49	5966	6.52
	B	不稳定	210952	11.57	7417	8.10	211354	11.59	7470	8.16
	C	稍稳定	16964	0.93	68	0.07	16785	0.92	54	0.06
酒泉	B	不稳定	13437	0.74	0	0.00	13283	0.73	0	0.00
	C	稍稳定	14345	0.79	0	0.00	14404	0.79	0	0.00
	D	稳定	134	0.01	0	0.00	228	0.01	0	0.00
整个区域	A	极不稳定	262585	14.41	15140	16.54	262606	14.41	15129	16.53
	B	不稳定	1417215	77.75	69968	76.42	1417706	77.77	70283	76.77
	C	稍稳定	135881	7.45	6284	6.86	133356	7.32	6108	6.67
	D	稳定	7156	0.39	161	0.18	9168	0.50	32	0.03
合计			1822837	100.0	91553	100.0	1822836	100.0	91552	100.0

3.2 生态系统稳定性, 干扰性评价

生态系统稳定性评价是以求的生态系统类型的稳定性值的形式实现的. 生态系统类型的稳定性值由下面的公式计算得出^[5]:

$$V = 0.5D_s + 0.5D_v$$
 (1)

式中: V 为生态系统稳定性值; D_s 为土壤稳定性值; D_v 为植被稳定性值. 其中, D_s 和 D_v 两项均为专家经验赋值(表 1). V 值的获取分为两步: 首先, 在 ArcGIS9 中完成生态系统类型矢量图件的属性表中的植被和土壤属性字段与相应的专家权重赋值 D_s 或 D_v 的链接. 然后, 按公式(1)对生态系统类型矢量图件的属性进行域名运算, 即可求出生态系

统的稳定性值 V (表 2). 生态系统的干扰性评价是指在铁路工程建设施工的过程中, 对路域生态系统受到来自诸如站场建设、取土弃渣、施工践踏、修桥挖洞等铁路建设施工活动以及其它人类活动对地表原始土壤及植被的干扰和破坏作用的影响评价. 它是以求得生态系统干扰性指数的形式实现的, 生态系统干扰性指数可以由下面的公式计算得出^[5]:

$$CI = (A_1B_1 + A_2B_2 + \cdots + A_iB_i)V_i$$
 (2)

式中: CI 为生态系统干扰性指数; A_i 表示施工性质对地表原始土壤破坏和扰动的程度(专家赋值); B_i 表示工程占用的铁路两侧某一生态系统面积的百分

表 3 生态系统干扰性评价指标
Table 3 The interference index of the ecological system

标识	干扰指数	干扰级别	干 扰 分 析
A	0~3.0	弱度	铁路建设对生态系统的扰动和破坏很小, 对于干扰产生微弱响应, 系统结构与功能发生轻微退化. 在无其它干扰的前提下, 受干扰系统靠自然力能较快恢复到接近原有水平的状态
B	3.1~6.0	中度	铁路建设对生态系统的扰动和破坏较大, 生态系统对于干扰产生较大响应, 系统结构与功能发生明显的退化. 需要在采取人工修复措施尚能在较长时间内恢复到接近原有水平的状态
C	6.1~10.0	强度	铁路建设对生态系统的扰动和破坏严重, 生态系统对于干扰产生强烈响应, 系统结构与功能退化到最低点. 在采取人工修复措施也不能保证生态系统系统恢复至原有状态

表 4 2005 年生态系统干扰类型面积统计
Table 4 The interference grades of the ecological system, 2005

县(市)	代码	干扰级别	1 km		20 km	
			面积/hm ²	面积比%	面积/hm ²	面积比%
额济纳旗	A	弱度	13260.20	14.48	1388082.70	76.15
	B	中度	38486.02	42.04	38486.02	2.11
	C	强度	22503.52	24.58	22503.52	1.23
嘉峪关市	A	弱度	0.00	0.00	53342.70	2.93
	B	中度	781.05	0.85	781.05	0.04
	C	强度	3032.79	3.31	0.00	0.00
金塔县	A	弱度	0.00	0.00	278240.00	15.26
	B	中度	7926.64	8.66	7926.64	0.43
	C	强度	5563.16	6.08	5563.16	0.31
酒泉	A	弱度			27915.40	1.53
	B	中度			0.00	0.00
	C	强度			0.00	0.00
总体统计	A	弱度	13260.20	14.48	1747580.80	95.87
	B	中度	47193.71	51.55	47193.71	2.59
	C	强度	31099.47	33.97	28066.68	1.54
总和			91553.38	100.00	1822841.19	100.00

比; V_i 表示第 i 个生态系统的稳定性分值(前面研究求得)。其中, B_i 的获取是通过生态干扰因子矢量图件与生态系统类型矢量图件进行叠合分析, 并对其面积属性字段进行现行百分比运算得到的。而生态系统干扰性指数 CI 就是在此基础上分别对 A_i 、 B_i 和 V_i 按照式(2)进行域名线性运算得到。最后, 对生态系统干扰性指数按照干扰性指标分级标准(表 3)进行聚类处理, 即可得到生态系统干扰性评价结果(表 4)。

3.3 土壤侵蚀敏感性评价。

目前, 在土壤侵蚀敏感性评价中, 一般采用 Renard K G 等^[6]提出的土壤侵蚀方程:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \tag{3}$$

式中: A 为土壤侵蚀量; R 为降水侵蚀力; K 为土壤质地因子; LS 为坡度坡向因子; C 为地表覆盖因子; P 为农业措施(耕地)因子。该方程将影响因子与土壤侵蚀很好地结合了起来。但是, 由于本研究区地处于西北内陆干旱荒漠地区, 降水和农业活动极少, 而年均 7 级以上大风约 30 次之多, 所以, 确定本研究区的土壤侵蚀敏感性影响因子为风力、坡度坡向、土壤和植被共 4 种因子。

由于不同的土壤侵蚀因子对土壤侵蚀的敏感性影响的强弱有所差别, 所以由各侵蚀因子图件之间存在着权重关系, 需要进行权重赋值(表 5); 另外, 每一侵蚀因子中还存在若干分类级别: 土壤、植被有多个类型、坡向至少需要考虑 4 个方向、不同的坡度有不同的土壤侵蚀强度等等。所以要采用侵蚀因子图件权重一级的打分叠加方法。这样, 分别对风力、坡度坡向、土壤和植被 4 种生态因子的矢量图件进行相应的权重值的表的链接, 并转换到统一的坐标系统, 然后将它们分别转成 100 m×100 m 的栅格数据图件, 即可得到各土壤侵蚀因子的敏感性图件。

从单因子分析得出的土壤侵蚀敏感性, 只反映了某一因子的作用程度, 要将土壤侵蚀敏感性的区域差异综合地反映出来, 则需要按式(4)计算土壤侵蚀敏感性指数^[7]:

$$SS_j = \sum_{i=1}^4 C(i, j)W_i \tag{4}$$

式中: SS_j 为第 j 个栅格的土壤侵蚀敏感性指数; $C(i, j)$ 为第 j 个栅格在第 i 个评价因子在上的敏感性等级值; W_i 为第 i 个评价因子影响土壤侵蚀敏感性的权重。将计算得到的土壤侵蚀敏感性指数, 按照敏感性分级标准进行聚类处理, 划分为不敏感区、轻度敏感区、中度敏感区、高度敏感区和极敏感区 5 个级别, 得到研究区土壤侵蚀敏感性分级评价结果(表 6)。

3.4 基于转移矩阵的定量变化检测

首先, 对生态环境影响评价中两个不同时相的成果图件的矢量图件在 ArcGIS9 中用 Intersect 命令(如 2003 年与 2005 年)进行叠合分析, 获得一个叠置图层。然后, 对该图层的属性表按“Name03+Name05”进行 Name 属性字段的域名运算(Name03、Name05 分别为 2003 年、2005 年生态系统或生态因子的类型名字段), 最后, 对分类结果进行聚类统计分析即可得到基于转移矩阵的定量变化检测表。该方法得出的结果直观、定量地反映了生态系统及其各生态因子的变化情况及变化趋势, 是一种非常重要的环境影响评价成果(表 7)。

4 评价结果

用预处理获得各种环境影响评价数据对上述铁路生态环境影响评价方法进行数据驱动试验, 获得了如下成果: 1)不同时相的酒钢专用铁路生态系统的植被、土壤、地貌和风力共四种生态因子的专题矢量图件两套; 2)不同时相的生态系统类型图

表 5 土壤侵蚀敏感性评价指标
Table 5 Evaluation index of the sensitivity of soil erosion

图层	权重	年大风 日数/d	级别分数	坡度/°	级别分数	坡向	级别分数	敏感等级	等级赋值	分级标准
风力	10	0~15	2	<3	2	北坡	5	不敏感	1	<2.0
坡度坡向	4	15~30	4	3~8	4	东坡	6	轻度敏感	3	2.1~4.0
土壤类型	7	30~45	6	8~15	6	西坡	4	中度敏感	5	4.1~6.0
植被类型	7	>45	8	15~24	8	南坡	4	高度敏感	7	6.1~8.0
								极度敏感	9	8.1~10.0

表 6 土壤侵蚀类型敏感性面积统计
Table 6 Sensitivity grades of soil erosion in the study areas, 2003—2005

县(市)	等级 代码	等级名	20 km(2003 年)		1 km(2003 年)		20 km(2005 年)		1 km(2005 年)	
			面积/hm ²	面积比%	面积/hm ²	面积比%	面积/hm ²	面积比%	面积/hm ²	面积比%
额济纳旗	3	轻度敏感	319858	17.55	16588	18.12	320315	17.57	16846	18.40
	5	中度敏感	1072508	58.84	53541	58.48	1070377	58.72	53534	58.47
	7	高度敏感	56490	3.10	4120	4.50	58163	3.19	3868	4.23
	9	极度敏感	215	0.01	0	0.00	215	0.01	0	0.00
嘉峪关市	3	轻度敏感	12267	0.67	359	0.39	11989	0.66	356	0.39
	5	中度敏感	40233	2.21	3455	3.77	40584	2.23	3458	3.78
	7	高度敏感	1625	0.09	0	0.00	1551	0.09	0	0.00
	9	极度敏感	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
酒泉市	3	轻度敏感	6368	0.35	0	0.00	6363	0.35	0	0.00
	5	中度敏感	19636	1.08	0	0.00	19462	1.07	0	0.00
	7	高度敏感	1911	0.10	0	0.00	2090	0.11	0	0.00
	9	极度敏感	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
金塔县	3	轻度敏感	86950	4.77	7455	8.14	87052	4.78	7506	8.20
	5	中度敏感	200206	10.98	6035	6.59	200103	10.98	5984	6.54
	7	高度敏感	4574	0.25	0	0.00	4574	0.25	0	0.00
	9	极度敏感	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
整个区域	3	轻度敏感	425442	23.34	24401	26.65	425720	23.35	24708	26.99
	5	中度敏感	1332583	73.10	63031	68.85	1330527	72.99	62976	68.79
	7	高度敏感	64601	3.54	4120	4.50	66378	3.64	3868	4.23
	9	极度敏感	215	0.01	0	0.00	215	0.01	0	0.00
总和			1822840	100	91553	100	1822840	100	91552	100

件、生态系统稳定性图件、生态系统干扰性图件以及土壤侵蚀敏感性图件各两套；3)各环境影响评价因子和生态系统类型的稳定性、基于转移矩阵的变化检测的统计分析报表各一套；4)生态系统干扰性评价、土壤侵蚀敏感性评价的统计分析报表各一套；5)编制研究区环境影响评价各种成果专题地图集一套。通过对取得各种评价成果进行综合分析和研究，最后得出如下的评价结果：

对研究区植被、土壤类型面积转移矩阵表进行分析，可以看出：铁路项目建设前后，农业植被和胡杨疏林的面积有比较大的增加，短花针茅、长茅草草原、泡泡刺荒漠的面积则有明显减少；草甸土、脱潮土的面积有明显减少，而风沙土、盐化灰棕漠土的面积则有比较大的增加。这说明，铁路项目的建设及投入运行导致研究区人文活动的增加，从而破坏了植被的生态平衡。

对生态系统类型稳定性、干扰性评价数据表进行分析，研究区 2003 年和 2005 年的不稳定性面积 20 km 尺度范围百分比的值分别为 77.755 % 和 77.77 %，而 1 km 尺度范围的值分别为 76.42 % 和 76.77 %；研究区 1 km 和 20 km 尺度范围内生态系统类型强度级干扰性面积的百分比分别为 33.97 % 和 1.54 %。这说明铁路工程的建设对路域生态系统产生了显著的影响，而且离铁路线越近，受到的扰动就明显增大。

对土壤侵蚀敏感性评价数据表进行分析，研究区 2003 年和 2005 年的土壤侵蚀高度敏感性面积 20 km 尺度范围百分比的值分别为 3.54 % 和 3.64 %，而 1 km 尺度范围的值分别为 4.50 % 和 4.23 %；这说明短期内铁路工程的建设对土壤侵蚀的影响还是存在的，虽然在小尺度范围内不是太明显。

表 7 2003—2005 年研究区植被类型面积转移矩阵(hm²)

Table 7 The transfer matrix of vegetation types in the study areas, 2003—2005 (hm²)

类型名字	膜果麻 黄荒漠	梭梭 砾漠	多花柽 柳荒漠	多枝柽 柳灌丛	胡杨 疏林	泡泡刺 荒漠	盐爪爪 荒漠	农业 植被	合头草 荒漠	红砂 荒漠	无叶 假木贼 荒漠	河流、 湖泊	刚毛柽 柳荒漠	长茅草 草原	蒙古 沙拐 枣荒漠
膜果麻黄荒漠	202510	0	0	0	0	98	0	140	0	205	0	0	17	0	0
梭梭砾漠	0	197549	0	0	0	0	0	0	0	159	0	0	0	0	0
多花柽柳荒漠	0	0	23205	413	108	0	111	73	0	41	0	2064	0	0	0
多枝柽柳灌丛	0	0	132	21039	0	79	0	0	0	18	0	33	0	34	0
胡杨疏林	0	0	54	0	22297	0	172	0	0	240	0	41	0	5	0
泡泡刺荒漠	22	81	0	0	0	286635	0	3	0	476	107	0	0	30	0
盐爪爪荒漠	0	7	158	0	214	0	37773	251	0	152	0	21	0	0	0
农业植被	0	0	49	22	19	85	258	31349	15	73	0	78	0	587	0
合头草荒漠	39	0	0	0	0	175	0	0	43721	67	0	0	0	0	0
红砂荒漠	283	287	104	74	644	43	0	0	0	637486	0	0	0	0	30
无叶假木贼荒漠	0	33	0	0	0	0	151	0	0	12	51224	0	0	0	0
河流、湖泊	0	0	55	8	34	0	19	14	0	0	0	6881	0	29	0
刚毛柽柳荒漠	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157	0	0	5650	0	0
长茅草草原	45	0	0	0	64	241	0	368	74	143	0	70	0	211486	127
蒙古沙拐枣荒漠	112	0	0	0	0	0	0	0	0	186	122	0	0	0	33274

从空间位置上进行研究，位于金塔县的 (DK60000-DK100000) 段和位于额济纳旗的 (DK420000-DK440000) 段受到的人为扰动比较严重，如额济纳旗 2005 年 20 km 范围的不稳定性面积百分比为 64.87 %。

从评价的尺度上进行研究，位于额济纳旗、嘉峪关、金塔和酒泉这 4 个区域的不稳定性指数(面积百分比/2003 年 20 km 范围) 分别为 63.18、2.26、11.57、0.74，而整个研究区的不稳定性指数则为 77.75。这说明不同的评价尺度导致不同的评价结果。

5 结论

(1) 从研究区的地貌、植被、土壤和风力等主要生态因子入手，对受到人为扰动后生态环境，从生态的稳定性、地表侵蚀的敏感性，人为活动的干扰性以及生态环境变化的强度等方面进行研究，找到了一种基于稳定性-干扰性-侵蚀敏感性-变化检测的新的定量评价方法。

(2) 在同一种评价技术支持下，不同的区划尺度将使得各子分区的权重相消或相加，从而得到不同的评价结果，如额济纳旗、嘉峪关、金塔和酒泉这 4 个区域的不稳定性指数：2003 年 20 km 范围

面积百分比分别为 63.18、2.26、11.57、0.74，而 1 km 范围内的分别为 64.57、3.75、8.10、0.00。深入研究这种评价尺度的变异因素，对生态环境影响评价的这种内在机理的量化与表达具有重要的意义。

(3) 通过实践论证，遥感与 GIS 技术在酒钢专用铁路生态环境影响评价的数据处理和评价分析的过程中发挥了重要作用，并取得比较理想的结果。它为铁路工程项目的生态环境影响评价提供了一种新的思路，值得在今后的铁路建设环境评价中，进一步推广和应用。

参考文献(References):

[1] Mao Yongwen. Introduction to the Ecological Environmental Impact Assessment [M]. Beijing: China Environmental Science Press,1998, 371—407. [毛永文.生态环境影响评价概论[M]. 北京: 中国环境科学出版社,1998, 371—407.]

[2] Fu Caijun, Pan Jinghu, Zhao Jun. A study of dynamic land use changes in Ejina region based on RS and GIS[J]. Scientific and Technological Management of Land and Resources, 2006, 23(6):71—75. [付彩菊,潘竞虎,赵军. 基于 RS 和 GIS 的额济纳旗土地利用变化研究[J]. 国土资源科技管理, 2006, 23(6), 71—75.]

[3] Wulan Tuya, Dang Bai. Analysis of the climate changes and its possible influence on Ejina Banner in recent fifty years[J]. Journal of Inner Mongolia Normal University(Natural Science

- Edition), 2005, 34(4), 498-501. [乌兰图雅, 党拜. 内蒙古额济纳旗近 50 年的气候变化及其影响分析[J]. 内蒙古师范大学学报, 2005, 34(4), 498-501.]
- [4] Xu Xianli, Geng Hong, Zhang Keli, *et al.* Discussion of establishment of indicators and assessment methods for ecological assessment of highway development plans in the development of Western China [J]. *Journal of Highway and Transportation Research and Development*, 2006, 23(7), 154-159. [徐宪立, 耿红, 张科利, 等. 西部地区高速公路发展规划生态环境影响评价——指标体系构建及评价方法探讨[J]. 公路交通科技, 2006, 23(7), 154-159.]
- [5] Wu Junnian. The Environmental Impact Assessment Reports of the Jiayuguan City to Ceke Town Railway Construction Project[R]. Lanzhou: Lanzhou University, 2007. [吴军年. 嘉策铁路环境影响评价报告书[R]. 兰州: 兰州大学, 2007.]
- [6] Reynolds K M, Jensen M, Jensen M. Knowledge based assessment of watershed condition[J]. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2000, 27, 315-333.
- [7] Yang Wei, Liu Yunguo, Zeng Guangming, *et al.* Soil erosion sensitivity evaluation of hilly region of red soil based on quantitative remote sensing—a case study in Changsha City [J]. *Environmental Science and Management*, 2007, 32(1), 120-126. [杨维, 刘云国, 曾光明, 等. 定量遥感支持下的红壤丘陵区土壤侵蚀敏感性评价——以长沙市为例[J]. 环境科学与管理, 2007, 32(1), 120-126.]

Study of How to Assess the Impact of Railway Construction on Environment Based on RS and GIS

ZHANG Zhong-liang¹, LIU Yong¹, WANG Jie², LI Ai-hua¹,
JIAO Ming¹, GUO Yang-yao¹

(1. *Institute of Remote Sensing and GIS, Lanzhou University, Lanzhou Gansu 730000, China*; 2. *State Key Laboratory of Cryospheric Science, CAREERI, CAS, Lanzhou Gansu 730000, China*)

Abstract: The study areas of the project of "The Environmental Impact Assessment in Special Railway Construction Project of the Jiuquan Steel Company" are in the semi-arid Northwest China, where ecology and environment are arid and vulnerable, with very low precipitation, strong surface evaporation, frequent days of dust and wind. The ecology and environment have a remarkable change owing to human activity. In this paper, based on RS and GIS, by using the common methods, such as graphic overlay method based on GIS, hierarchy analysis method, landscape ecology anal-

ysis method and index method in the ecological environmental impact assessment, and making stability analysis of the ecological system, sensitivity evaluation of soil erosion, analyses of interference by human activity and changing intensities of the ecology and environment proceeding from the changes of vegetation, soil, physiognomy and wind, a new quantitative assessment method is found on the basis of stability-interference-erosion sensitivity examines. Through testing the method by data, a much good result is obtained.

Key words: environmental impact assessment; interference index, stability predicating