

# Rs 和 Gis 支持下的自然生态环境评价 ——以南水北调雅砻江工程区为例

王振华<sup>1,2</sup>, 马海州<sup>1</sup>, 周笃<sup>1</sup>, 沙占江<sup>1</sup>

(1. 中国科学院青海盐湖研究所 青海 西宁 810008; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

**摘要:** 利用 TM 影像、DEM、温度和降水等气象监测数据, 提取了影响自然生态环境的 5 项重要指标: 植被指数, 海拔高度, 土地覆盖, 年均温和降水量。根据这 5 项环境指标, 建立综合自然生态指数模型, 并利用该模型对研究区进行环境评价, 将研究区的自然环境划分了 3 级。结果表明该方法能有效地适用于研究区自然生态环境的评价。

**关键词:** 遥感; 地理信息系统; 自然生态评价; 雅砻江

中图分类号: X15 文献标识码: A 文章编号: 1008-858X(2007)01-0001-04

## 0 引言

针对大范围区域的环境评价和监测, 与传统调查方法相比遥感具有不可比拟的优势, 它可以快速、准确地提供丰富的资源环境信息; 而地理信息系统又为遥感信息加工, 处理和应用创造理想的环境, 二者的有机结合为自然环境评价及监测提供实时、动态的变化信息<sup>[1]</sup>。该研究区是南水北调雅砻江工程区。自 1987 年以来, 黄河水利委员会设计研究院与协作单位就工程对环境的影响进行了大量的研究工作, 曾先后提出了“雅砻江调水工程区环境影响分析报告”和“南水北调西线工程影响评价报告”等<sup>[2]</sup>。利用这些资料, 结合遥感的优势, 从遥感信息中提取多类环境因子, 并借助气象站提供的年均温, 年降雨等气象监测数据, 选取与环境相关性最大的因子, 建立综合自然生态指数, 对区域的自然生态环境进行分级评价。

## 1 研究区概况

雅砻江工程区是南水北调西线调水工程

区, 位于  $E97^{\circ}58'42'' \sim 100^{\circ}12'50''$ ,  $N31^{\circ}21'35'' \sim 33^{\circ}12'52''$  之间, 面积为  $874\,967.83 \times 10^4 \text{m}^2$  (图 1)。该流域海拔集中在  $3\,300 \sim 5\,945 \text{m}$  之间, 属川西高原气候区, 主要受高空西风环流和西南季风影响, 干、湿季分明; 植被保存良好, 植物种类丰富, 有乔林、灌丛、草地、苔藓、地衣等, 具有明显的垂直分布特点。

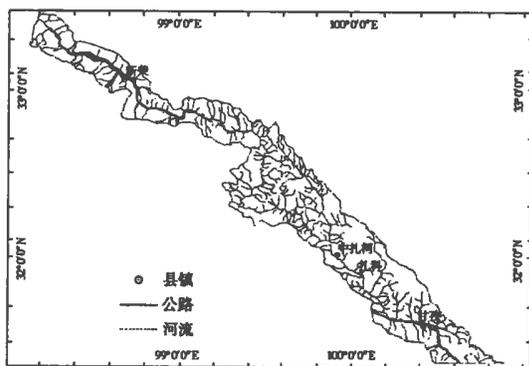


图 1 研究区位置图

Fig 1 Location of the study region

## 2 研究方法

### 2.1 数据源与技术路线

选用 2002 年 TM 卫星遥感资料, 1:10 万地形图数据和该研究区 1:25 万的数字高程模型 (DEM)、年均温、年降水量等气象监测资料; 根据区域自然生态环境特点, 利用 ERDAS 8.6 和 ARCGIS 9.0 软件, 对各类数据进行处理; 提取相关系数较大的因子, 建立综合自然生态指数; 并利用计算所得指数, 对雅砻江工程区的自然生态环境进行评价。具体的技术路线如图 2:

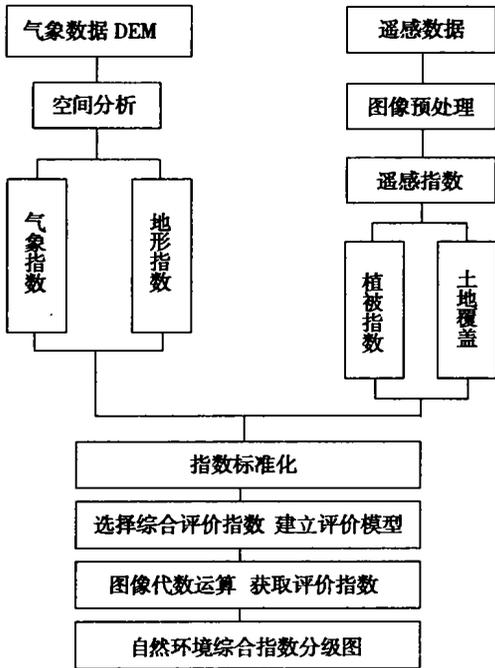


图 2 自然生态环境评价技术路线图

Fig 2 Flowchart for the eco-environmental evaluation

## 2.2 综合自然生态指数模型建立

单个因子只能从某一角度反映环境的现状, 而环境的总体状况却需要综合每一角度的影响。综合自然生态指数就是考虑到各环境因子的影响, 对环境进行综合评价。综合自然生态指数模型的建立, 立足于对各环境影响因子的定量化理解, 需要通过一系列的运算形成量化的表达。自然生态指数模型的建立步骤如下:

第一步, 根据区域自然生态环境的特点, 通过相关性分析, 确定对区域自然生态环境有较大影响的指标, 并从中选出 5 项主要指标 (海拔高度、植被指数、地表植被覆盖、年均温和年降

水量<sup>[3-7]</sup>);

第二步, 根据所选指标, 提取需要的专题数据, 进行投影方式变换、矢量栅格化等一系列的数据处理加工, 使各专题数据满足指数模型的需要;

第三步, 采用求和方法, 实现对综合自然生态环境指数的评价, 其数学模型为:

$$W_i = \left( \sum_{j=1}^n P_j \right) / n \quad (1)$$

式中,  $W_i$  为第  $i$  个分析像元的综合自然生态评价指数;  $P_j$  为第  $j$  个专题指标经过标准化处理后的定量表达值;  $n$  为参与评价的专题指标要素数量。

## 2.3 指标标准化

由于各指标性质不同, 随自然生态环境变化的方向也不一致, 量纲各异, 所以需要在统一标准下进行定量化表达。

### 2.3.1 植被指数计算

应用 TM 影像数据计算归一化植被指数 (NDVI)<sup>[8-9]</sup>, 在雅砻江工程区选择不同植被覆盖度的特征样区进行统计分析, 按照统计特征值将全区的 NDVI 分级。

### 2.3.2 数据标准化公式

因子标准化定量均在 0~5 之间, 如表 1, 标准化量化公式为:

$$P_i = \left( \frac{E_i - E_{\min}}{E_{\max} - E_{\min}} \right) \times 5 \quad (2)$$

$$P_i = \left( 1 - \frac{E_i - E_{\min}}{E_{\max} - E_{\min}} \right) \times 5 \quad (3)$$

其中  $P_i$  为某参评因子的第  $i$  级的分级标准化值;  $E_i$  为某参评因子第  $i$  级编码值;  $E_{\min}$  表示某参评因子的最小值;  $E_{\max}$  表示某参评因子的最大值。(2) 式表示自然环境因子  $E_i$  增大, 综合自然生态指数随之增大, 例如海拔; (3) 式表示自然环境因子指数  $E_i$  增大, 综合自然生态指数相应减小, 例如降水等。

## 3 结果分析

### 3.1 综合自然生态指数分级

表 1 各评价因子分级标准

Table 1 Standardized classification of evaluation factors

编码	年均温/℃	植被指数	海拔/ m	降雨量/ mm	土地覆盖
1	4.938~5.766	> 80%	3 300~3 829	675~721	林地, 耕地
2	4.111~4.938	70%~80%	3 829~4 358	626~675	灌丛地
3	3.284~4.111	60%~70%	4 358~4 887	577~626	草甸草地
4	2.457~3.284	< 60%	4 887~5 416	528~577	沼泽化草甸
5	1.630~2.457		5 416~5 945	479~528	裸地

将标准化后的各自然环境因子指数输入到(1)式中, 得出雅砻江工程区综合自然环境指数, 综合自然生态指数代表了自然生态环境的质量。综合自然生态指数的分级对于环境的评价有重要的意义, 因此对其的划分不仅要客观还要具有逻辑性。

Histogram 是地学统计工具, 它不仅可以统计属性的分布空间, 还可以根据属性的分布特征提供分类空间<sup>10</sup>。根据 Histogram 对生成的环境指数进行统计, 得出雅砻江工程区生态指数分布范围为 0.220 578~4.657 82, 平均值为 2.164。在全面分析综合指数特点的基础上, 将自然生态环境划分为三级: 一级区, 综合自然环境指数 0~2; 二级区, 综合自然环境指数 2~3; 三级区, 综合自然环境指数 3~5。

### 3.2 综合自然生态指数分析

工程区自然生态指数的数量结构如表 2, 工程区自然生态指数空间分布如图 2。

表 2 自然综合指数分级

Table 2 Classification of the integrated index of the eco-environmental quality in the study area

综合指数	面积/m <sup>2</sup>	比例/%
0~2	107 199×10 <sup>4</sup>	12.25
2~3	540 305×10 <sup>4</sup>	61.75
3~5	227 463×10 <sup>4</sup>	26.00

(1) 一级区面积为 107 199×10<sup>4</sup> m<sup>2</sup>, 占总工程区的 12.25%, 该区自然条件良好。植被覆盖度大于 80%, 占该区的 76.41%, 地势较低, 集中在河谷地带, 区内海拔 60% 在 3 300~3 800 m 之间, 降水多在 670~720 mm, 年均温多在 4~5℃; 土地覆盖以林地和草地、草甸为主,

占该区的 89.7%, 主要集中在工程区南部;

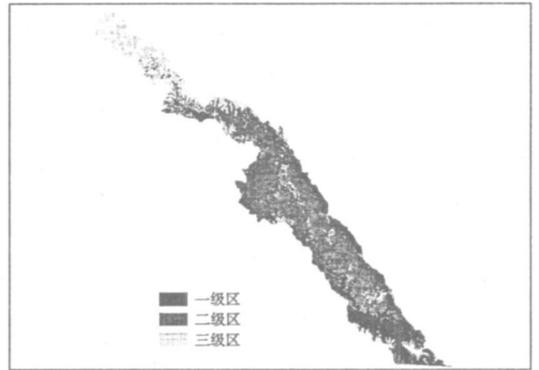


图 3 工程区自然生态评价图

Fig 3 Integrated evaluation of the eco-environmental quality in the study region

(2) 二级区面积为 540 305×10<sup>4</sup> m<sup>2</sup>, 占总工程区的 61.75%, 自然条件较好。植被覆盖度大于 70%, 占该区的 94%, 海拔在 3 800~4 300 m 之间, 降水多在 620~670 mm, 年均温多在 3~4℃; 土地覆盖以草甸草地为主, 占该区的 81.05%, 主要分布在工程区中部的大部分地区;

(3) 三级区面积为 227 463×10<sup>4</sup> m<sup>2</sup>, 占总工程区的 26.00%, 自然条件一般。植被覆盖度在 80%~65% 之间, 海拔均高于 3 800 m, 降水多在 520~620 mm, 年均温多在 2~3℃; 土地覆盖以草甸草地为主, 主要集中在工程区北部地区。

## 4 讨论

自然生态环境的评价研究涉及到水文、气象、海拔、地质、地貌、植被等多方面的因素, 以往传统的评价方法已经无法适应数字地球时代高度信息化的要求, 必须在大量空间数据的基

础上进行定量分析,这就需要能够综合地管理、分析和模拟地理空间数据的强大工具<sup>[1]</sup>。

而 RS 和 GIS 的优势就体现在空间数据的采集与管理,空间分析、模拟和制图输出等方面<sup>[1]</sup>。正是基于 RS 和 GIS 技术的特点,提供了快速、准确的环境评价方法。提取海拔高度、植被覆盖、土地利用、年均温和年降水量等 5 项指标,用于评价研究区的自然环境,得出的评价结果和实际情况基本一致。研究区的自然环境现状为:(1)自然生态环境以二级区为主,自然生态环境质量较好;(2)自然生态环境空间分布有明显的差异,南部最好,中间段次之,北部最差;(3)自然生态环境的垂直分异明显,中海拔为主,环境质量较好;低海拔分布在雅砻江沿岸,环境质量最好;高海拔环境占研究区的 10%左右,环境质量最差。

该评价仅使用了有限的资料,随着 RS 和 GIS 技术的发展,资料的积累会越来越丰富,因此评价自然生态环境的方法也需要进一步的发展。

#### 参考文献:

[1] 左其亭,周可法,罗格平. 基于 RS 和 GIS 的西部干旱区

生态环境调控研究[J]. 重庆环境科学, 2003, 25(4): 50-53.

[2] 水利部黄河水利委员会勘测规划设计研究院. 环境影响分析[M]. 2001. 1-2

[3] 张增祥,彭旭龙,陈晓峰,等. 生态环境综合评价与动态监测的空间信息定量分析方法及应用[J]. 环境科学, 1999, 20(1): 68-72

[4] 水利部黄河水利委员会勘测规划设计研究院编. 环境影响分析[M]. 2001. 31-33

[5] 张增祥. 西藏自治区中部地区资源环境遥感监测与综合评价研究[M]. 北京: 宇航出版社, 1998

[6] 胡孟春,马荣华,吴焕忠. 海南生态环境综合评价制图方法[J]. 地理学报, 2000, 55(4): 468-475.

[7] 任达远. 陕北黄土高原景观生态环境遥感评价模型研究[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 1997, 25(1): 97-102.

[8] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

[9] Nathalie P. Using the satellite-derived ndvi to assess ecological responses to environment change[J]. Trends in Ecology and Evolution, 2005, 20(9): 503-510

[10] Li Ainong, Wang Angsheng, Liang Shunlin, et al. Eco-environmental vulnerability evaluation in mountainous region using remote sensing and GIS—A case study in the upper reaches of Minjiang River, China[J]. Ecological Modelling, 2006(192): 175-187

[11] 马明国,张小荣. GIS 在甘肃省公路自然区划研究中的应用[J]. 遥感技术与应用, 2006, 21(3): 232-237

[12] 陈述彭,鲁学军,周成虎. 地理信息系统导论[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

## Integrated Evaluation of Eco-environment Based on RS/ GIS: A Case Study of the South-to-north Water Transfer Project in Yalongjiang River

WANG Zhen-hua<sup>1,2</sup>, MA Hai-zhou<sup>1</sup>, ZHOU Du-jun<sup>1</sup>, SHA Zhan-jiang<sup>1</sup>

(1. Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining, 810008, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049, China)

**Abstract:** According to TM images, DEM, temperature and annual rainfall data from the observatory monitoring center, five significant indices affecting eco-environments are abstracted, including vegetation, altitude, landuse, temperature and annual rainfall. Based on these indices, an integrated evaluation model of eco-environmental quality is developed and applied in studying the water transfer project of Yalongjiang River. The studied region is evaluated and divided into three grades. The results show that this approach can be an effective method for evaluating the study region.

**Key words:** Remote sensing(RS); Geographic information system(GIS); Integrated evaluation of eco-environment; Yalongjiang River