

西藏中部的生态环境综合评价

黄裕婕, 张增祥, 周全斌
(中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

摘 要: 主成分综合评价方法是一种不需专家打分, 而能将多指标所包含的信息综合为一个指标的综合评价方法。将该方法应用于西藏中部的生态环境综合评价, 得出了西藏中部生态环境质量级的分布状态及其与地形地貌的关系。

关键词: 主成分综合评价方法; 生态环境综合评价; 西藏中部
中图分类号: X171. 1; X 820. 2 文献标识码: A

1 研究区概况

西藏自治区中部地处青藏高原腹地, 境内山地最大海拔高度 $>7\,000\text{ m}$, 包括雅鲁藏布江中游及其支流年楚河、拉萨河的中下游地区, 简称“一江两河”地区。地处 $87^{\circ}05'E\sim 92^{\circ}37'E$, $28^{\circ}17'N\sim 33^{\circ}30'N$, 东西长达 512.8 km , 南北宽 245.5 km 。土地总面积为 $6.65\times 10^4\text{ km}^2$, 占西藏自治区土地总面积的 5.52% ^[1]。“一江两河”地区是西藏自治区的社会、经济、政治中心, 集中了西藏自治区 36% 的人口, 人口密度是自治区平均人口密度的 6.5 倍。巨大的海拔高度和显著的相对高差形成了西藏高原独特的地貌景观。受其影响, 西藏中部的地形、气候、土壤、植被和地质环境等各生态环境要素及其人类活动均呈现出明显的区域分异特征。

2 评价方法的选择

生态环境状况受多要素综合影响, 在进行综合评价时, 如何将多指标综合为一个综合评价指数一直是一个值得探讨的问题^[2~4]。多要素之间往往具有一定的相关关系。因此我们就很自然地想寻找一种方法以解决用较少的新变量代替原来较多的变量, 而且使这些较少的新变量尽可能多地保留原来较多变量所反映的信息^[2]。

由美国统计学家皮尔逊创立于 1901 年的主成分分析是从多指标分析出发, 应用统计分析的原理与方法提取少数几个彼此不相关的综合性指标而保持其原指标所提供的大量信息的一种统计方法。

主成分分析是将 P 个相关变量 $X_i(i=1, 2, \dots, P)$ 线性组合成 P 个独立独立变量 $Y_i(i=1, 2, \dots, P)$, 使 P 个独立变量 Y_i 的方差之和等于原来 P 个相关变量 X_i 的方差总和, 并按其方差的大小, 由大到小地排列起来。这样就可把 P 个相关变量的作用看作主要是由为首的几独立变量 $Y_i(i=1, 2, \dots, m, m<P)$ 所决定的, 于是 P 个变量 X_i 就缩减成 m 个独立变量 Y_i , 这个 m 独立变量就是通常所说的主成分。

主成分分析的求解过程一般分以下两个主要步骤: (1) 数据的标准化; (2) 主成分的提取。

在实际应用中, 确定主成分个数的基本条件是满足主成分的贡献率 $\alpha_i=\lambda_i/\sum_{j=1}^m\lambda_j$ 与主成分的累计贡献率 $\alpha(t)=\sum_{i=1}^t\lambda_i/\sum_{j=1}^m\lambda_j$ (它表示 m 个主成分总共保留原数据总信息量的百分比)之间均衡。通常, 当

收稿日期: 2000—02—15; 改回日期: 2000—05—01。

基金项目: 国家“九五”攻关项目(96—B02—01)。

作者简介: 黄裕婕(1968—), 女(汉族), 江西省南昌市人。中科院遥感应用研究所在读博生, 1988年毕业于江西师范大学地理系, 1994年毕业于河南大学地理系, 获理学硕士学位。主要研究方向: 基于遥感和土地信息系统的土地利用与区域可持续发展研究。

$m=3$ 时, $\alpha(m) > 60\%$, 则这样的选择即被认为是可行的。

对生态环境进行评价不能仅仅根据一个指标, 也不能仅根据一个主成分的大小进行排序, 而应根据选定的 m 个主成分进行综合评价。而主成分分析综合评价方法是在完成主成分的基础上, 进一步构造评价函数, 计算生态环境综合指数。综合指数被定义为 m 个主成分的加权和, 而权重则可以用这个主成分相对应的贡献率来表示^[3]。因此, 总评价函数可定义为 $Y = \alpha_1 Y_1 + \alpha_2 Y_2 + \dots + \alpha_m Y_m$, 由此, 依据 Y 值的大小, 可以对每个评价单元进行评价排序。

随着地理信息技术的发展, 采用多指标综合评价生态环境已成可能。在地理信息系统软件 ARC/INFO 的 GRID 模块支持下, 以 $100\text{m} \times 100\text{m}$ 的栅格大小为评价单元, 利于生态环境综合评价结果更好地反映生态环境的区域差异。并且, 利用 GRID 模块中实现主成分分析的 PRINCOMP 函数, 能使相关的多变量空间数据通过原始空间轴的旋转转化为少数几个不相关的综合指标。实现用较少的综合指标最大限度地保留原来较多变量所反映的信息。

3 综合评价的实现

3.1 评价指标体系的建立与数据的获取

西藏中部的综合开发建设项目是国家“八五”计划和十年规划的重点建设项目。基于此项目目的在于改善农业生态环境和实现农业生态的良性循环, 因此, 进行该区域的生态环境综合评价研究具有重要的现实意义。西藏中部生态环境是一个相当复杂的系统, 对这个区域进行生态环境评价是一项综合性很强的研究工作。本文在定性分析该区域环境特点基础上, 从水热条件、土地覆盖和地形地貌等方面选择 13 个指标, 建立了反映该区域生态环境状况的综合指标体系(见表 1)^[4]。

表 1 生态环境评价指标体系及数据来源
Table 1 The index of eco-environment evaluation

一级指标	二级指标	三级指标	数据获取
水 热	热 量	$> 0^{\circ}\text{C}$ 积温 年平均温度	气象站实测资料 气象站实测资料
	湿润系数		气象、水文站实测资料加计算
	径流稳定性		水文站实测资料加计算
	降水稳定性	相对降水变率 年均降水强度	气象、水文站实测资料加计算 气象站实测资料加计算
土地覆盖	植 被	植被指数 人工植被	遥感资料 遥感调查
	垦殖指数		遥感调查
	土地利用程度		遥感调查
地形地貌	海拔高度		DTM 数据
	坡度		DTM 数据
	坡向		DTM 数据

因所建立的评价指标体系包括基础指标、专题分析和综合分析指标, 所以需要生成相应的基础数据层面、专题分析数据层面和综合分析数据层面支持生态环境综合评价。其中, 水热基础数据来自水文、气象观测资料, 土地覆盖基础数据主要获取于遥感调查, 地形地貌的基础数据获取于地形图。生成各个基础层面的基础数据, 依其相对于生态环境演变有利与否, 使其位于 $0 \sim 10$ 之间。

3.2 综合评价指数的计算

在地理信息系统软件 ARC/INFO 的 GRID 模块支持下, 应用 PRINCOMP () 函数进行各综合指数的计算。首先分别将 $> 0^{\circ}\text{C}$ 积温和年平均温度, 相对降水变率和年均降水强度, 植被指数和人工植被进行主成分因子提取, 分别计算出热量、降水稳定性和植被等指标值。然后分别选择热量、湿润系数、径流稳定性进行主成分综合评价, 计算出水热综合指数; 选择植被、垦殖指数和土地利用程度进行主成分综合评价, 计算出土地覆盖指数; 选择海拔高度、坡度和坡向进行主成分综合评价, 计算出地形地貌指数。最

后根据水热综合指数、土地覆盖指数和地形地貌指数进行主成分综合评价,计算出生态环境综合指数。根据表 2 和主成分分析综合评价方法的基本原理,各综合指数的计算公式如下:

3. 水热综合指数的计算公式 $A11= alprinc4d\times 0.566+ alprinc4e2\times 0.277$
式中 A11 为水热综合指数, alprinc4d 为由热量、湿润系数、径流稳定性和降水稳定性进行主成分分析提取的第一主因子, alprinc4e2 为第二主因子, 两个因子的累积贡献率为 84.3%, 说明只有 15.7% 的信息被损失, 可信度较高。
2. 土地覆盖指数的计算公式 $A22= a2princ3d\times 0.797+ a2princ3e2\times 0.187$
式中 A22 为土地覆盖指数, a2princ3d 为由植被、垦殖指数和土地利用程度进行主成分分析提取的第一主因子, a2princ3e2 为第二主因子, 两个主因子累积贡献率为 98.4%, 说明只有 1.6% 的信息被损失, 可信度较高。
3. 地形地貌指数的计算公式 $A33= a3princ3d\times 0.816+ a3princ3e2\times 0.126$
式中 A33 为地形地貌指数, a3princ3d 为由海拔高度、坡度和坡向进行主成分分析提取的第一主因子, a3princ3e2 为第二因子, 两个主因子的累积贡献率为 94.2%, 说明只有 5.8% 的信息被损失, 可信度较高。
4. 生态环境综合指数的计算公式 $PC= pc1princ4d\times 0.597+ pc1princ4e2\times 0.27$
式中 PC 生态环境综合指数, pc1princ4d 为由水热综合指数、土地覆盖指数和地形地貌指数进行主成分分析提出的第一主因子, pc1princ4e2 为第二主因子, 两个主因子的累积贡献率为 86.7%, 说明只有 13.3% 的信息被损失, 可信度较高。

表 2 各主成分的特征值、贡献率和累计贡献率

Table 2 Eigenvalue contribution rate and cumulative contribution rate of principal compoments					
评价指标		主因子一	主因子二	主因子三	主因子四
水热指数	特征值	1.10503	0.5409	0.25086	0.05452
	贡献率(%)	56.6	27.7	12.9	2.8
	累计贡献率(%)	56.6	84.3	97.2	100
土地覆盖指数	特征值	3.75305	0.88011	0.07566	
	贡献率(%)	79.7	18.7	1.6	
	累计贡献率(%)	79.7	98.4	100	
地形地貌指数	特征值	6.53365	1.00718	0.4637	
	贡献率(%)	81.6	12.6	5.8	
	累计贡献率(%)	81.6	94.2	100	
生态环境综合指数	特征值	5.06406	2.28703	1.12562	
	贡献率(%)	59.7	27	13.3	
	累计贡献率(%)	59.7	86.7	100	

3.3 综合评价结果分析

表 3 和图 1(见图版 II: 西藏中部生态环境综合评价分级图), 分别为西藏中部地区生态环境综合评价分级图和评价结果表。根据生态环境综合指数大小将“一江两河”地区划分为八级不同的生态环境质量区。其中, 第二级生态环境质量区占全区比例最大, 占中部地区总面积的 30.6%, 其次是第一级、第三级和第六级生态环境质量区, 各占全区总面积的 22.3%、17.6%和 16.3%。上述四种等级的生态环境质量区是“一江两河”地区最主要的生态环境区, 合计占区域总面积的 86.8%, 而其它等级的生态环境质量区占区域总面积的比例均较小。

应用 GRID 模块中的 correlation 命令, 分别计算出生态环境综合指数与水热指数、植被指数、地形地貌指数的相关系数为 0.495、0.41、0.9773。结果表明, 生态环境综合指数的高低与地形地貌密切相关。从图 1 也可以看出, 生态环境质量级呈现明显的垂直地带性; 环境质量好的七、八级主要分布在河谷平

原中, 而环境质量差的一二级则主要分布在高海拔山地。

表 3 西藏中部生态环境综合评价结果
Table 3 The Mid-Tibet synthesis eco-environmental evaluation result

环境等级	环境综合指数	面积(km ²)	面积百分比(%)	栅格数
1	2.124~3	14823.45	22.3	1482345
2	3~4	20385.93	30.6	2038593
3	4~5	11690.73	17.6	1169073
4	5~6	3593.23	5.4	359323
5	6~7	2226.99	3.3	222699
6	7~8	10833.40	16.3	1083340
7	8~9	2145.85	3.2	214585
8	9~9.964	862.69	1.3	86269
合计		66562.08	100	6656208

参考文献:

[1] 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, 1997. 1, 65~66.

[2] 范建容, 刘淑珍. 遥感技术在山区土地荒漠化评价中的应用[J]. 山地研究(现《山地学报》), 1999, 17(1): 40~44.

[3] 胡宝清, 任东明. 广西石山区可持续发展的综合评价 I 指标体系和评价方法[J]. 山地研究(现《山地学报》), 1998, 16(2): 136~139.

[4] 胡宝清, 任东明. 广西石山区可持续发展的综合评价 II 评价实践及对策建议[J.] 山地研究(现《山地学报》), 1998, 16(3): 193~197.

[5] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 1994. 39~41.

[6] 王桥, 阎守崑, 赵健, 等. 地理信息系统中的区域规划模型及其管理[M]. 北京: 宇航出版社, 1998. 181~183.

ECO-ENVIRONMENTAL SYNTHETIC
EVALUATION IN MID-TIBET

HUANG Yu-jie, ZHANG Zeng-xiang, ZHOU Quan-bin
(*Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing 100101 PRC*)

Absrtact: This thesis uses 100m×100m real area as basic unit of eco-environmental principal components evaluation, backed up by GIS technology. Eco-environment evaluation aims to calculate the eco-environment synthesis exponent according to the weight of some indexes. The author explained the theory foundations of principal component synthesis evaluation method, and made practical applications in mid-Tibet eco-environmental quality evaluation. Results show that the close relations is apparently altitudinal zonality in the eco-environmental quality; the better quality of VII VIII classes mainly distribute in the valley and plain, and the worse quality of I, II classes mainly distribute in the high mountain.

Key words: Principal component synthesis evaluation method; eco-environmental synthetic evaluation; mid-Tibet