

大巴山地区植被覆盖变化及其对气候变化的响应

任园园, 张哲, 侯钦磊, 贺映娜, 袁博

(西北大学 城市与环境学院, 陕西 西安 710127)

摘要: 利用 1998—2009 年的 SPOT VGT-NDVI 逐旬数据集, 对大巴山地区植被覆盖变化及其对气候的响应进行了研究。结果表明: (1) 1998—2009 年大巴山地区植被 NDVI 值变化整体呈显著上升趋势, 年平均 NDVI 值在 0.54~0.64 之间; 大巴山弧形褶皱带植被 NDVI 值较高, 河流附近 NDVI 值较低; 大巴山地区植被覆盖呈显著性增加趋势, 在县城城区附近有植被退化迹象, 占总面积的 0.24%。(2) 1998—2009 年, 提取 6 种植被类型的 NDVI 值在四季的变化总体呈上升趋势, 尤其是春季 NDVI 变化显著; 不同类型的植被 NDVI 值大小顺序为: 阔叶林 > 针叶林 (冬季为针叶林 > 阔叶林) > 灌丛 > 草甸 > 草丛 > 栽培植被, 其中草甸在四季的变幅最大。(3) 在时间尺度上, NDVI 与同期、前一个月、前两个月的气温呈极显著相关性, 与降水量的相关性不显著。空间尺度上 6 月月均 NDVI 与气温呈负相关的像元数占 67%, 表明该时段温度升高可能导致蒸发量增大, 从而抑制了植物生长。

关键词: 大巴山地区; 植被覆盖; 气候变化

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)02-0056-04

中图分类号: Q948

Response of Vegetation Cover Changes to Climate Change in Daba Mountains

REN Yuan-yuan, ZHANG Zhe, HOU Qin-lei, HE Ying-na, YUAN Bo

(College of Urban and Environmental Science, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710127, China)

Abstract: This paper studied vegetation cover variations and the response of vegetation changes to climate change in Daba Mountains from 1998 to 2009 based on SPOT-NDVI data. The result as follow: (1) The vegetation cover has a significant increasing trend as a whole in Daba Mountains during 1998 to 2009, the value of annual NDVI is between 0.54 and 0.65, the NDVI value is higher in mountains, and lower near the river in space; The major area of vegetation cover had undergone change in last decade, and the result has through the significant test. The sign of vegetation degradation distributed near the city, for the total area of 0.24%. (2) During the past 12 years, six types of vegetation cover tended to growth in significantly in seasons, especially in the spring. Beginning with the largest, the NDVI values of different vegetation types is broad-leaved forest, coniferous forest (the values is coniferous forest > broad-leaved forest in winter), shrub, meadow, grass and planting vegetation, which meadow of the amplitude maximum. (3) In the scale of time, the NDVI value showed significant correlation with temperature of current month, the previous month and two months before the current month. The pixels of average NDVI value in June which are negatively correlated with the temperature account for 67% of the total, which showed that the rise of temperature could lead to the increase of evaporation, thus restrain the growth of plants.

Keywords: Daba Mountains; vegetation cover; climate change

植被是联结土壤、大气和水分的纽带, 其生长和分布受环境制约, 是气候变化的承受者^[1], 通过植被覆盖的变化可反映出区域自然环境的时空演变与空间差异。植被指数被认为是植被生长状况的最佳指示因子之一, 其中以归一化植被指数 NDVI 的应用最为广泛^[2], 而基于时间序列的 NDVI, 可在不同的空

间尺度上定量研究植被的分布变化。Kenosha^[4] 分析了亚洲东北部的 NDVI 影像, 认为该区森林的返青期提前。Schmidt^[5] 研究以色列地区一个南北样条带内植被对降水的响应, 得出过渡带 NDVI 对降水很敏感的结论。徐兴奎^[6] 对气象因子与植被生长的相关性进行了研究, 指出不同的气候区域和月份, 降水和积

收稿日期: 2011-11-15

修回日期: 2011-12-04

资助项目: 国家科技基础性专项重点项目(科技部“秦巴山区生态群落与生物种质资源调查”(2007FY110800))

作者简介: 任园园(1986—), 女(汉族), 陕西省咸阳市人, 硕士研究生, 主要从事自然地理学及全球变化等方面的研究。E-mail: renyuanyuan0123@126.com。

温对地表植被的作用程度不同。孙华^[7-8]等分析了秦岭南北坡地区植被覆盖变化,发现该地区植被 NDVI 值均呈降低趋势,且北坡降低速率大于南坡。张善红^[9]等研究了太白山植被对气候变化的响应,结果表明随着海拔的升高,植被 NDVI 对温度的变化更为敏感。

秦巴山区是长江黄河两大流域的连接带,气候具有明显的过渡特征^[10],国内学者们对秦岭地区的植被进行了大量的研究,而处于秦巴山区南部、为亚热带季风气候的大巴山地区,却缺乏植被变化的区域研究。本研究利用 1998—2009 年间的 SPOT-NDVI 数据集,对大巴山地区的植被覆盖及气候因子对其影响情况进行了分析,旨在揭示亚热带森林植被生态系统对气候变化的响应。

1 研究区概况

大巴山位于 31°00′—32°57′N, 108°12′—110°16′E 之间,地处陕、渝、鄂三省交界地区,北临汉江,南近长江,东连巫山,西邻米仓山。大巴山山体呈西北—东南走向,海拔平均 1 500~2 500 m,主峰大神农架海拔 3 053 m。该区域属于亚热带湿润季风气候,冬无严寒,夏无酷暑,雨热同期,四季分明,年平均气温 14~16℃,年平均降水量 1 000~1 200 mm。总土地面积约 $3.0 \times 10^4 \text{ km}^2$,共包含 14 个县(市、区)行政区。

1.1 数据来源及处理

本研究所用遥感资料为 SPOT-NDVI 逐旬数据集,其时间跨度为 1998 年 4 月至 2009 年 12 月,空间分辨率为 1 km,该数据下载于“中国西部科学与生态中心”。经裁切得到研究区 SPOT-NDVI 数据集后,用最大合成法(MVC)进行预处理,再采用公式: $\text{NDVI} = \text{DN} \times 0.004 - 0.1$,将 DN 值转化为 NDVI 真实值。

气象数据为研究区域及周围 17 个气象站点 1998—2009 年的月平均气温和月平均降水量的观测资料,来自湖北省气象科学数据共享网和陕西省气象局。基于 DEM 对气温数据修正后,再进行插值。具体做法为:根据气温垂直递减率(E),计算对应海平面的温度(T_0),并对这些数据进行空间插值,得到一张栅格图,然后利用公式 $T = T_0 - EH$ (T —实际温度, H —海拔)将气温还原到实际温度,生成温度空间分布图^[10]。降水数据直接进行克吕格插值,并转化成 1 km 分辨率的栅格影像。

所采用的基础图件包括:1:100 万中国植被类型图;1:100 万中国土壤类型图;陕西省、湖北省、重庆市的行政图;以及研究区 1:5 万的 DEM 图。

1.2 研究方法

采用均值法,对研究区内所有像元的 NDVI 值进行平均^[11]。再利用一元线性回归分析公式反映不同时期植被覆盖变化的空间特征^[12]。公式为:

$$\theta_{\text{slope}} = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (i \times \text{NDVI}_i) - (\sum_{i=1}^n i) (\sum_{i=1}^n \text{NDVI}_i)}{n \times \sum_{i=1}^n i^2 - (\sum_{i=1}^n i)^2}$$

式中: n ——年数; θ_{slope} ——像元斜率, $\theta_{\text{slope}} > 0$,说明 NDVI 在 n 年间的变化趋势是增加的,反之则减少。同时,本研究结合植被类型图,分别提取出研究区内 6 种植被类型四季的 NDVI 值,分析近 12 a 来各季不同植被类型 NDVI 值的变化。最后用偏相关分析研究气温、降水与植被 NDVI 的相关关系。

2 结果与分析

2.1 近 12 a 来植被动态时空变化

2.1.1 植被年均 NDVI 的时间变化 图 1 为 1998—2009 年大巴山地区植被年均 NDVI 值的变化情况,由图 1 可知,12 a 来该区域年均 NDVI 值呈显著上升趋势,年均 NDVI 值介于 0.54~0.64,植被覆盖比较好。1998—2001 年研究区植被 NDVI 值持续下降,且值比其它年份低,2001 年 NDVI 值降至最低点,2001 年以后,植被 NDVI 值均在 0.6 附近上下波动。

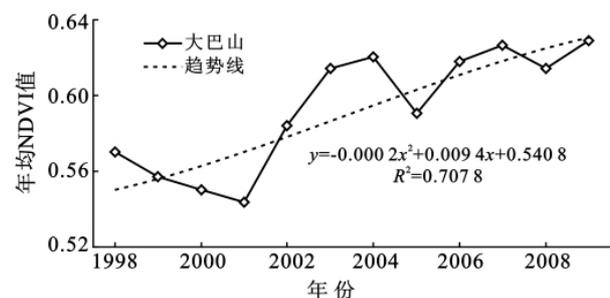


图 1 研究区近 12 a 年平均 NDVI 变化

2.1.2 近 12 a 来植被 NDVI 值的空间分布及变化趋势 附图 1 为年 NDVI 平均值的空间分布状况。由附图 1 可知,大巴山地区植被 NDVI 值整体介于 0.39~0.88 之间,属于植被覆盖较好区域。其中,NDVI 值较低的地区处于地势起伏较小的河流附近(粉青河、堵河、大宁河等),主要植被类型为栽培植被和草丛;植被 NDVI 值较高的地区是三省交界的大巴山弧形褶皱带,主要的植被类型为阔叶林、针叶林和灌丛。大巴山位于三省交界区域,人口数量少,经济相对落后,该区域又属于山区,地形复杂,海拔较高,人类活动对植被的破坏程度也比较小。

附图 1 为 12 a 来 NDVI 值的空间变化分布状况。

由图可知,大巴山地区植被 NDVI 值变化率(slope) 小于 0 的像元很少,仅占总面积的 0.24%,零散的分布在房县、巫山等县城城区附近。年 NDVI 值变化率为正值的像元,所占面积非常大,这表明大巴山地区近 12 a 来植被覆盖主要表现出不同程度的增加趋势,人类活动影响大的地区植被覆盖有所下降;南部的大巴山褶皱带植被覆盖基本不变,北部海拔相对较低的地区植被覆盖明显增加,该区域植被类型主要为栽培植被。

对附图 2 进行 F 检验,可将变化趋势分为 3 个等级:基本不变($\alpha > 0.1$);显著变化($0.1 \geq \alpha > 0.05$);极显著变化($\alpha \leq 0.05$)。经统计可知,F 检验基本不变(53.8%)的区域,主要分布于神农架林区、巫山县境内,神农架林区植被覆盖较高,植被年 NDVI 值增加率必然不高。F 检验增加显著的像元占总面积的 40.5%,生长的植被类型主要为栽培植被;F 检验增加极显著(5.7%)的像元比较分散,除了神农架林区外,各县均有小面积分布。

2.2 6 种植被类型 NDVI 值的变化趋势

根据 6 种植被类型的植被 NDVI 值在四季的变化情况分析可知,植被 NDVI 值在春季的变化比较大,变幅达 0.1 左右;1999—2004 年植被 NDVI 值增加尤为迅速,2004 年时已达 0.59 左右,2004 年以后,各类植被 NDVI 值的变化趋于平稳。夏冬两季植被 NDVI 值在 2007 年以前的变化趋势与春季相同,2007 年以后持续增加。秋季植被 NDVI 值在 1999—2007 年逐渐增加,2007 年以后趋于平稳。12 a 间,各类植被 NDVI 值在四季均呈上升趋势,可能是 1999 和 2000 年正式实施的退耕还林政策促进植被覆盖增加。同时,春季植被的 NDVI 值与年 NDVI 值的变化趋势大致相同,可见春季的气候因子变化对全年的植被生长有着显著的影响。

不同植被类型的植被 NDVI 值由大到小的顺序为:阔叶林 > 针叶林(冬季为针叶林 > 阔叶林) > 灌丛 > 草甸 > 草丛 > 栽培植被,其中,草甸在四季的变幅很大。春、冬两季草甸 NDVI 值在 2003—2008 年增长速率大于灌丛,而夏、秋两季的增加速率在 2001 年以后均大于灌丛。该区草甸为分布于紫阳和城口境内、任河附近的白茅草草甸,生长于黄棕壤、黄褐土和棕壤之上,这 3 种土壤为宜农宜林地。分析相关资料,发现草甸的 NDVI 值变化与气象因子之间不存在显著的变化规律,则人为因素对草甸的影响较大。退耕还林、栽树育苗,植被覆盖相应增加;同时,草甸演替过程中出现一些灌丛,也会导致该区域植被 NDVI 值迅速增加。

2.3 气候因素对植被覆盖变化的影响

2.3.1 植被 NDVI 与气候的相关性及滞后性

本研究采用偏相关系数分析温度、降水与 NDVI 的相关性,因为植被生长受气温、降水等多种气象因子的综合影响,简单相关系数并不能准确地反映单一气象因子与 NDVI 之间的相关关系,而偏相关系数分析方法能较好地处理这些问题,它在研究 NDVI 与降水的相关性时,能剔除温度因素的影响,反之,在研究气温与 NDVI 的关系时,能剔除降水因素的影响。另外,温度和降水对植被的影响还存在滞后和积累效应,经 SPSS 17.0 计算后分别得到了月平均 NDVI 与同期、前一月、前二月、前三月的月平均温度和月平均降水的偏相关系数,结果详见表 1。

表 1 月均 NDVI 与月均温度和降水的偏相关系数

项目	同期	前一月	前二月	前三月
NDVI 与温度	0.802**	0.791**	0.478**	0.173
NDVI 与降水量	0.129	0.127	0.03	—

注: ** 表示在 $p < 0.01$ 水平极显著。

由表 1 可知,大巴山地区的 NDVI 与同期温度、前一月的温度、前二月的温度均有极显著相关性,同期温度、前一个月温度与月平均 NDVI 的相关性更高;植被 NDVI 与同期、前一月的降水之间呈弱正相关,但均未达到显著性相关。这表明大巴山地区植被主要受气温变化的影响,而研究区年总降水量已达 700~1 400 mm,丰富的降水已满足了植物生长所需量,可能是降水量与植被的相关性明显小于气温与植被相关性的原因,这与李本刚^[15]等的“在中国的大部分地区,气温对植被的影响超过降水”结论是一致的。

2.3.2 植被 NDVI 对气候因子的区域响应

以 6 月的 NDVI 数据、温度和降水量资料为基础,通过 Arcgis 9.2 的栅格计算器计算可得研究区偏相关系数的空间分布图。附图 3 为 6 月份温度与 NDVI 偏相关系数的空间分布状况。由附图 3 可知,大巴山地区 6 月的 NDVI 值与气温呈负相关区域明显大于呈正相关的区域,呈负相关的像元占总面积的 65.3%,大多分布于研究区的北部地区,该区域的土类为自然肥力较高的黄棕壤,主要的植被类型为栽培植被,栽培植被需水量较大,呈正相关的像元分布在巫山、巫溪、城口以及镇坪县,由气象资料可知,大巴山地区 6 月份降水偏低,当温度升高时,蒸腾增强,土壤有效水分减少,不利于植物吸水,从而抑制农作物生长。

图 2 为 6 月降水量与 NDVI 偏相关系数的空间分布状况。由图 2 可知,研究区 6 月 NDVI 值与降水

量呈正相关趋势的面积占总面积的 80.7%,这可能是由于该月温度较高,降水相对较少,降水增多对植被生长起到了促进的作用;而呈负相关的像元主要分布在神农架和房县南部等植被覆盖良好的地区,这进一步证明植被具有良好的蓄水、保水功能及调节气候、抗御干旱灾害的功能。

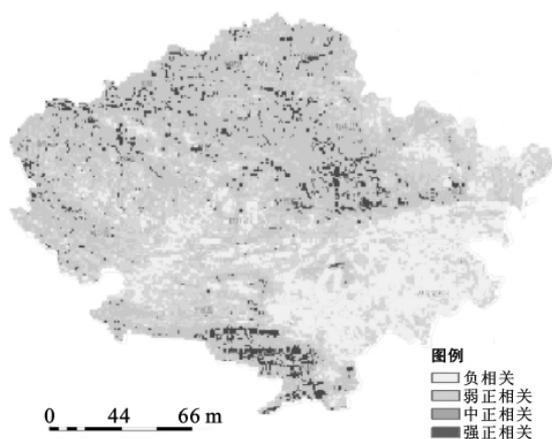


图2 大巴山区各像元降水量与NDVI相关性空间分布

3 结论

(1) 1998—2009年大巴山地区植被NDVI值随时间变化呈显著上升趋势,年平均NDVI值大小在0.54~0.64之间,其中2001年植被NDVI值最低,可能受该年春季气温较高、降水偏低的影响;植被NDVI值在空间分布上表现为:大巴山弧形褶皱带植被NDVI值较高,河流附近NDVI值较低;研究区植被空间变化呈增加趋势,城区附近有植被退化迹象,仅占总面积的0.24%,这与人类活动有一定关系,山区地形复杂,多为针、阔叶林和灌丛;而河谷低地地区,人口密度大,栽培植被面积广,人类活动对植被的影响比较大。

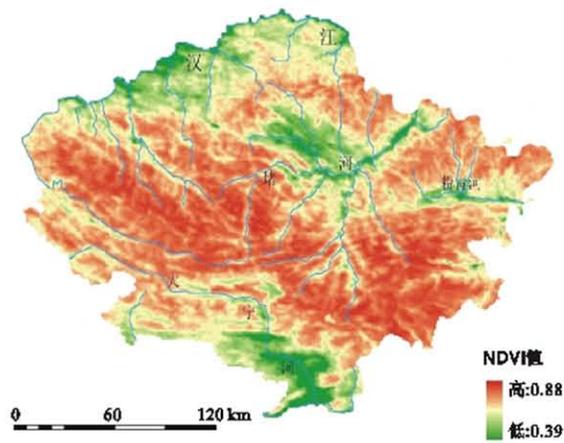
(2) 1998—2009年6种类型植被NDVI值在四季的变化总体呈上升趋势,以春季的变化最为显著,且春季与年平均NDVI值的变化趋势大致相同,则春季的气象因子对植被生长的影响较大。而不同类型的植被NDVI值为:阔叶林>针叶林(冬季为针叶林>阔叶林)>灌丛>草甸>草丛>栽培植被;其中,分布于紫阳和城口境内的白茅草草甸NDVI值在四季的变化最大,也许是植被演替过程中出现灌丛,导

致NDVI值增长速率加大,也可能是该研究区自1999年实施的退耕还林政策在一定程度上促进了植被覆盖增加。

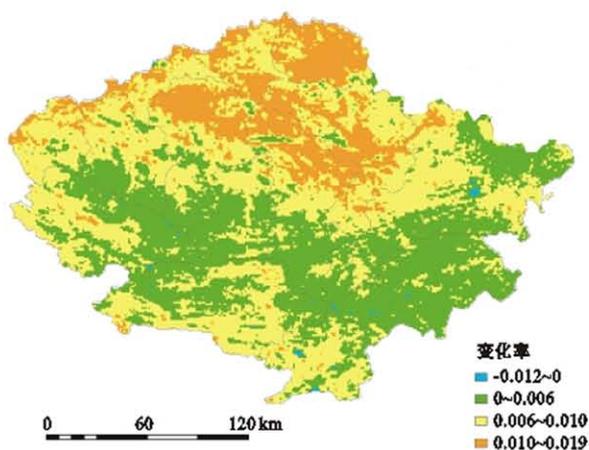
(3) 大巴山地区的植被NDVI与同期、前一个月、前两个月的气温呈极显著相关性,与降水量的相关性呈不显著相关,但在降雨相对较少的6月份,NDVI与降水量呈正相关的区域面积较大,这表明该地区降水与NDVI虽未达到显著的正相关,但在相对干旱期,降雨仍是该地区植被生长的限制因素之一。

[参考文献]

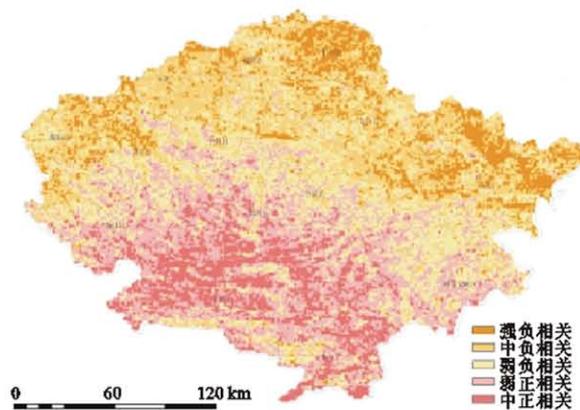
- [1] 戴声佩,张勃,王强. 基于SPOT NDVI的祁连山草地植被覆盖时空变化趋势分析[J]. 地理科学进展, 2010, 29(9): 1075-1080.
- [2] 王正兴,刘闯. 植被指数研究进展:从AVHRR-NDVI到MODIS-EVI[J]. 生态学报, 2003, 23(5): 979-987.
- [3] 郭妮. 植被指数及其研究进展[J]. 干旱气象, 2003, 21(4): 71-75.
- [4] 蒋智. 经济发展对植被覆盖变化的影响分析:以重庆市北培区为例[D]. 重庆:西南大学, 2010.
- [5] 林楠. 基于RS和GIS的吉林东部植被覆盖变化和驱动力研究[D]. 吉林:长春:吉林大学, 2010.
- [6] 徐兴奎,林朝晖,薛峰. 气象因子与地表植被生长相关性分析[J]. 生态学报, 2003, 23(2): 221-230.
- [7] 孙华,白红英,张清雨. 基于SPOT VEGETATION的秦岭南坡近10年来植被覆盖变化及其对温度的响应[J]. 环境科学学报, 2010, 30(3): 649-654.
- [8] 孙华,白红英,张清雨. 秦岭南北地区植被覆盖对区域环境变化的响应[J]. 环境科学学报, 2009, 29(4): 2635-2641.
- [9] 张善红. 太白山植被时空变化及其对区域气温变化的响应[D]. 陕西:西安:西北大学, 2011.
- [10] 雒新萍. 近25年来秦巴山区植被NDVI时空变化[D]. 陕西:西安:西北大学, 2009.
- [11] 刘亚玲,潘志华,范锦龙. 阴山北麓地区植被覆盖动态时空分析[J]. 资源科学, 2005, 27(4): 168-174.
- [12] 张月丛,赵志强,李双成. 基于SPOT-NDVI的华北北部地表植被覆盖变化趋势[J]. 地理研究, 2008, 27(4): 745-756.
- [13] 戴声佩,张勃,王亚敏. 基于GIS的祁连山植被NDVI对气温降水的旬响应分析[J]. 资源科学, 2010, 19(1): 1769-1776.
- [14] 陈云浩,李晓兵,史培军. 1983—1992年中国陆地NDVI变化的气候因子驱动分析[J]. 植物生态学报, 2001, 25(6): 716-720.
- [15] 李本纲,陶澎. AVHRRNDVI与气候因子的相关分析[J]. 生态学报, 2000, 20(5): 898-902.



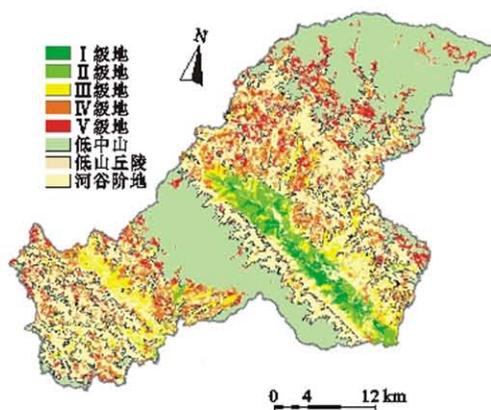
附图1 大巴山区年NDVI平均值空间分布



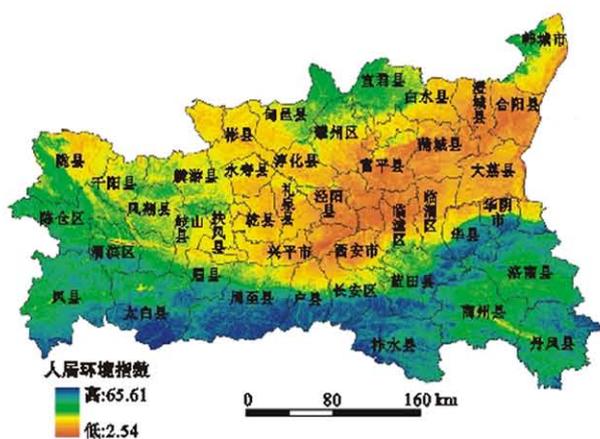
附图2 大巴山区各像元NDVI值逐年变化



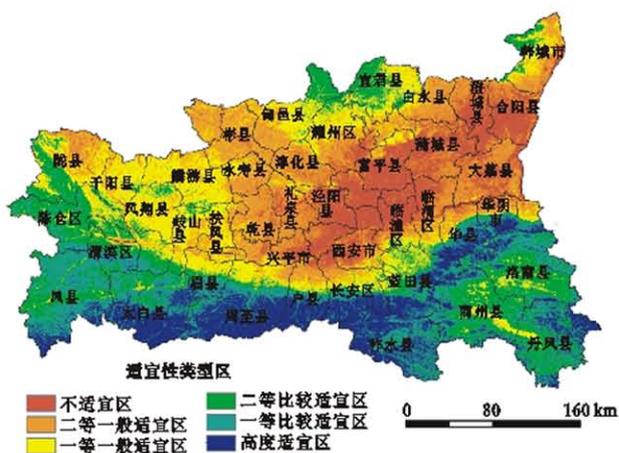
附图3 大巴山区各像元气温与NDVI相关系数



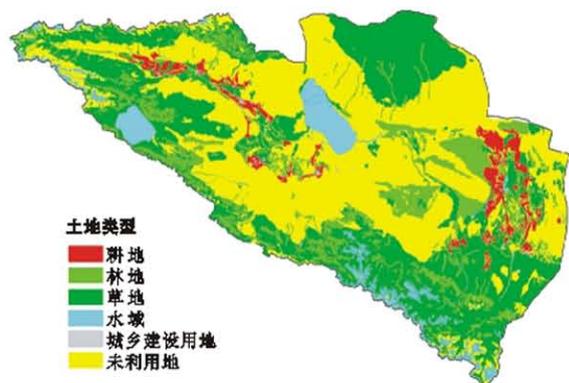
附图4 汉阴县耕地地力等级分布



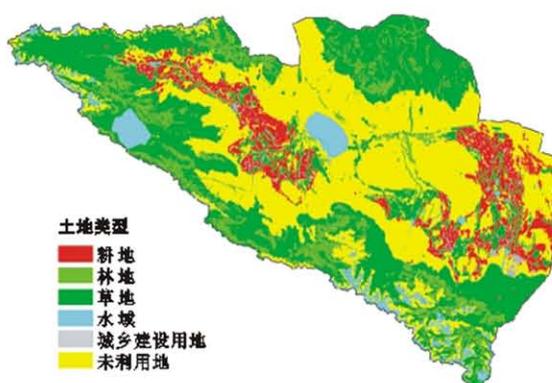
附图5 关中地区人居环境指数空间格局



附图6 关中地区自然适宜性空间格局



附图7 艾比湖流域1970年土地利用/覆被类型



附图8 艾比湖流域2009年土地利用/覆被类型