

1988-2009 年安县山区植被覆盖度变化动态分析

张宇欣, 杨存建*, 谭琪铃, 张 微, 倪 静

(四川师范大学西南土地资源评价与监测教育部重点实验室, 成都 610068)

摘 要: 利用像元二分模型对 1988 年、1995 年、2000 年、2007 年和 2009 年 5 期安县山区的影像数据进行植被覆盖度估算。通过植被覆盖度变化转移矩阵总体评价 21 年间安县山区植被覆盖度的变化情况, 并定量分析 1988 - 1995 年、1995 - 2000 年、2000 - 2007 年、2007 - 2009 年四个时段的植被覆盖度变化趋势。结果表明: (1) 21 年间安县山区的植被覆盖改善的面积为 34706 hm², 退化部分的面积为 36920 hm²; (2) 1988 - 1995 年间、1995 - 2000 年、2000 - 2007 年及 2007 - 2009 年间安县山区整体植被覆盖度等级提高的面积为 39205、51014、54316 和 38813 hm², 退化部分的面积分别为 39563、45650、55422 及 44271 hm²。2007 - 2009 年此时段受汶川地震影响, 地表植被结构严重破坏。利用本文的方法可达到对植被覆盖度进行反演及对该县山区生态环境的保护和可持续发展做出贡献, 从而达到创建和谐社会的目的。

关键词: 植被覆盖度; 归一化植被指数 (NDVI); 像元二分模型; 转移矩阵

中图分类号: TP73

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2016)03-0494-05

Dynamic analysis of the fractional vegetation coverage in the mountainous area of Anxian from 1988 to 2009

ZHANG Yuxin, YANG Cunjian, TAN Qiling, ZHANG Wei, NI Jing

(Key Laboratory of the Evaluation and Monitoring of Southwest Land Resources, Ministry of Education, Chengdu 610068)

Abstract: In this paper, five image data were studied for estimating the fractional vegetation coverage in the mountainous area of Anxian using dimidiate pixel model for 1988, 1995, 2000, 2007 and 2009. The fractional vegetation coverage in the mountainous area of Anxian during the 21 years was completely evaluated through analyzing the change of the transfer matrix of the vegetation coverage. The change trends of the vegetation coverage during four periods, 1988-1995, 1995-2000, 2000 -2007, and 2007-2009, were analyzed individually. The results showed: 1) The mountainous area in Anxian with an improved fractional vegetation coverage during the past 21 years was 34706 hm², while the degraded part covered an area of 36920 hm². 2) During the periods of 1988-1995, 1995 - 2000, 2000-2007, and 2007-2009, the mountainous area in Anxian with an improved fractional vegetation coverage was 39205, 51014, 54316 and 38813 hm², respectively, while the degraded part covered an area of 39563, 45650, 55422, and 44271 hm², correspondingly. During the period of 2007-2009, the vegetation structure in this region was severely damaged due to the Wenchuan earthquake. With the method used in this paper, we achieved the vegetation coverage inversion, which could protect the mountainous ecological environment and contribute to the sustainable development in the region.

Key words: fractional vegetation coverage; normalized difference vegetation index (NDVI); dimidiate pixel model; transfer matrix

植被覆盖度 (vegetation fractional cover) 是指植被 (包括叶、茎、枝) 在地面的垂直投影面积占统计区总面积的百分比^[1]。植被覆盖及其变化是区

域生态系统环境变化的重要指示, 对水文、生态、全球变化等都具有重要意义, 而植被覆盖度是衡量地表植被状况的一个最重要的指标, 同时, 它又是

收稿日期: 2016-01-05

基金项目: 四川省科技厅计划课题“重要生态功能区县生态红线划定技术研究”(2015SZ0198) 资助。

作者简介: 张宇欣, 硕士研究生。E-mail: zhangyuxin11223@163.com

* 通信作者: 杨存建, 教授。E-mail: yangcj@126.com

影响土壤侵蚀与水土流失的主要因子^[2]。Lukina 等研究了数字图象处理技术用于评估植被覆盖率^[3]; 杨存建等利用 GIS 和 RS 技术揭示出川西 2002—2008 年间植被覆盖度的时空变化特征^[4]; 陈效逯等采用 NDVI 分析出 1982—2003 年内蒙古植被带和植被覆盖度的时空变化^[5]; 苗正红等利用 MODIS 数据分析了吉林省 2000—2007 年的植被覆盖度的动态变化^[6]; 李登科等基于像元分解模型, 利用 2000—2009 年的 MODIS NDVI 数据定量分析了陕西省植被覆盖度的时空变化特征及其成因^[7]; Jaber 等通过遥感影像评估 Dhaka Metropolitan Area 的植被覆盖率^[8]。本研究利用 NDVI 和像元二分模型对安县山区植被覆盖度进行计算, 并利用转移矩阵分析该地区植被覆盖度的时空变化信息。由于该研究区于 2008 年受到汶川地震影响, 因此定量评价该地区的植被群落覆盖地表状况, 达到对该县山区生态环境保护为可持续发展做出贡献, 创建和谐社会的目的。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

安县地理位置为 104°05′~104°38′E, 31°32′~31°47′N, 隶属于绵阳市, 位于四川盆地西北边缘。安县境内水系发达, 水资源非常丰富, 汇集溪沟约 116 条, 流域面积 1320.1 km², 年平均地表径流总量 13.47 亿 m³, 地下径流量 3.19 亿 m³, 为全省富水地区之一, 为植被生长提供了充足的水分。县境内年平均气温 16.3℃, 气温由东南向西北逐渐降低,

山地气候垂直变化显著, 较为适宜植被的生长。该县年平均日照时数为 1058.7 h 以上, 年平均总辐射量在 81.2 kJ·cm⁻², 为植被的生长提供了良好的日照条件。但由于汶川 8.0 级地震的发生, 安县西北部山区的千佛山国家森林公园灾情十分严重, 因地震灾害严重垮方、植被严重破坏, 使灾前园内的森林覆盖率由 95%变为灾后的不足 50%, 林木林地损毁 30 km², 其中, 全毁面积 22 km², 受损面积 8 km²。

1.2 数据来源及处理

本研究所有数据均来源于美国地质勘探局 (USGS, <http://glovis.usgs.gov>)。分别采用 1988 年 05 月 01 日、1995 年 05 月 05 日、2000 年 04 月 02 日、2007 年 05 月 06 日及 2009 年 03 月 24 日的 Landsat TM 影像。以 2007 年的遥感影像为基准分别对 1988 年、1995 年、2000 年和 2009 年的影像进行几何校正, 几何精校正误差 RMS 都小于 1, 选取植被与非植被区别明显的波段进行假彩色合成。参考安县县界和遥感影像目视得出安县山区的范围并对影像进行裁剪, 最终获得研究区范围内的遥感影像。

1.3 研究方法

1.3.1 技术路线 结合归一化植被指数、像元二分模型、植被覆盖度变化转移矩阵, 对安县山区 1988 年至 2009 年的植被覆盖度进行估算, 分别分析评价 1988—1995 年、1995—2000 年、2000—2007 年、2007—2009 年和 1988—2009 年植被动态变化情况。

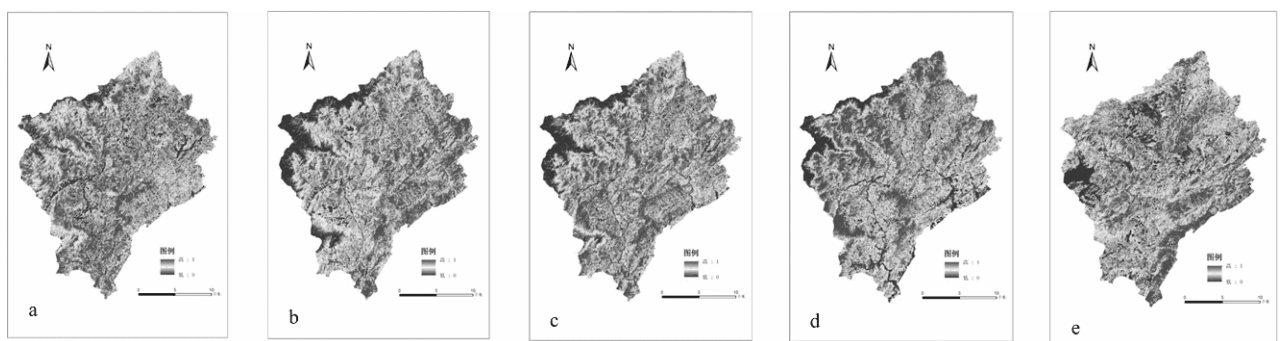


图 1 1988 年(a)、1995 年(b)、2000 年(c)、2007 年(d)及 2009 年(e)植被覆盖度图

Figure 1 The maps of fractional vegetation coverage in the year 1988,1995, 2000, 2007 and 2009

1.3.2 归一化植被指数 近 30 年来, 遥感学家已经提出了 40 多个植被指数, 主要有 2 种类型: 一类以斜率为基础, 如垂直植被指数 (PVI); 另一类以距离为基础, 如归一化植被指数 (NDVI)。PVI 涉及复杂的土壤斜率测定, 使用时限制较大; 归一化植被指数计算简单, 不涉及复杂的参数确定, 应用最广泛,

研究也最深入^[9]。因此本研究利用 NDVI 进行计算, 其计算公式如下:

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

式中: NIR、RED 分别为影像的红外波段和红光波段, 参照公式分别计算得到 5 期影像的 NDVI 值。

1.3.3 像元二分模型 像元二分模型的原理: 假设

一个像元由土壤和植被两部分组成,像元信息可表达为由绿色植被成分所贡献的信息和由土壤成分所贡献的信息之和。混合像元的 NDVI 值为两部分植被指数值的加权平均和,权重为各部分在像元中的面积比例^[10],表达式为:

$$f_{veg} = (NDVI - NDVI_{soil}) / (NDVI_{veg} - NDVI_{soil})$$

式中: $NDVI_{veg}$ 为纯植被像元的植被指数值; $NDVI_{soil}$ 为纯土壤像元的植被指数值; f_{veg} 为植被覆盖度。本文根据 NDVI 的具体情况设置置信度为 5%, 根据公式计算得到 1988 年、1995 年、2000 年、2007 年、2009 年的植被覆盖度图, 如图 1 所示。

2 结果与分析

2.1 植被覆盖度分级

植被覆盖度的研究最常用的就是 5 级表示法, 对 5 期植被覆盖度图重分类, 根据研究区内植被覆盖的基本特点将植被覆盖度划分为五级, 划分标准

为: 低等覆盖度(0~0.2), 较低等覆盖度(0.2~0.4), 中等覆盖度(0.4~0.6), 较高等覆盖度(0.6~0.8), 高等覆盖度(0.8~1), 统计出各覆盖度等级所占面积, 从面积的变化上分析植被覆盖度状况。各等级覆盖度面积如表 1。从统计中可知, 1988、1995、2000、2007 和 2009 年的影像中植被覆盖度均以高等植被覆盖度为主, 分别占该区域面积的 26.95%、32.16%、34.03%、28.16%和 29.92%; 1995 年的低等、较低等和中等植被覆盖度整体较 1988 年基本呈现降低趋势, 而较高等和高等植被覆盖度总体呈上升趋势。2000 年的低等、较低等和中等植被覆盖度整体较 1995 年基本呈现降低趋势, 而高等和较高等植被覆盖度总体较 1995 年呈升高趋势。2007 年的植被覆盖度整体较 2000 年基本呈现降低趋势。2009 年的低等、中等和较高等植被覆盖度整体较 2007 年基本呈现降低趋势, 而较低等和高等植被覆盖度总体呈升高趋势。

表 1 各等级覆盖度比例

Table 1 The degree of coverage at each level

等级 Grade	年份 Year					hm ²
	1988	1995	2000	2007	2009	
低等 Low	8849	7609	7406	8683	8355	
较低等 Lower	6886	5440	5090	6124	6273	
中等 Medium	9855	8806	8312	9507	9376	
较高等 High	11073	12196	12302	11744	11172	
高等 Higher	13529	16141	17082	14134	15016	

2.2 植被覆盖度变化转移矩阵

土地利用转移矩阵来源于系统分析中对系统状态与状态转移的定量描述^[11], 本文借鉴土地利用转移矩阵, 根据每两期植被覆盖分级图作植被覆盖度变化转移矩阵影响分析。

由图 2 得知 1988—1995 年安县山区整体植被覆盖度等级提高的面积为 39205 hm², 退化部分的面积为 39563 hm², 未变化区域的面积为 2062 hm²。1988—1995 年安县山区的植被整体覆盖度总体趋势互有升降, 变化不明显。

1995—2000 年安县山区整体植被覆盖度等级提高的面积为 51014 hm², 退化部分的面积为 45650 hm², 未变化区域的面积为 7012 hm²。说明 1995—2000 年该地区的植被覆盖度等级整体呈升高趋势, 地表植被结构改善。

2000—2007 年安县山区整体植被覆盖度等级提高的面积为 54316 hm², 退化部分的面积为 55422 hm², 未变化区域的面积为 2094 hm²。说明 2000—

2007 年该地区的植被覆盖度等级整体变化并不十分显著。

2007—2009 年安县山区整体植被覆盖度等级提高的面积为 38813 hm², 退化部分的面积为 44271 hm², 未变化区域的面积为 7470 hm²。说明 2007—2009 年间该地区的植被覆盖发生严重退化, 其退化部分主要集中于西部和西北部地区。主要原因是受汶川地震影响, 致使该地区植被遭受严重破坏。

总的来看, 1988—2009 年安县山区整体植被覆盖度改善的面积为 34706 hm², 退化部分的面积为 36920 hm², 未变化区域的面积为 3172 hm²。说明 1988—2009 年间安县山区的植被覆盖度等级整体变化呈下降趋势。

3 植被覆盖度演变的驱动力分析

3.1 降雨因素

安县山区主要的水源补给途径为大气降水。1988—2009 年该区域的降水幅度大致呈减少趋势,

线性减少率每 10 年为 31.6 mm, 尤其自 1990 年后降水明显减少^[12]。降水量的减少是阻碍区域内植被进化的重要自然因素。

3.2 气温因素

资料分析表明, 1988—2009 年四川省气温呈上升趋势, 气温变率每 10 年约为 0.116℃^[13]。虽然研究区未受到西南地区极端干旱气候影响^[14], 还是加剧了该区域的地表水分流失, 对于植被的生长产生

负面影响。

3.3 地质灾害

研究区内受到 2008 年汶川 8.0 级地震破坏和影响。地震造成大光包-红洞子沟巨型滑坡, 估算体积达到 7.42 亿 m³, 是我国目前为止规模最大的地震滑坡^[15]。本次地震致使区域内森林植被严重受损, 是造成 2007—2009 年地表植被覆盖结构发生退化的主要原因。

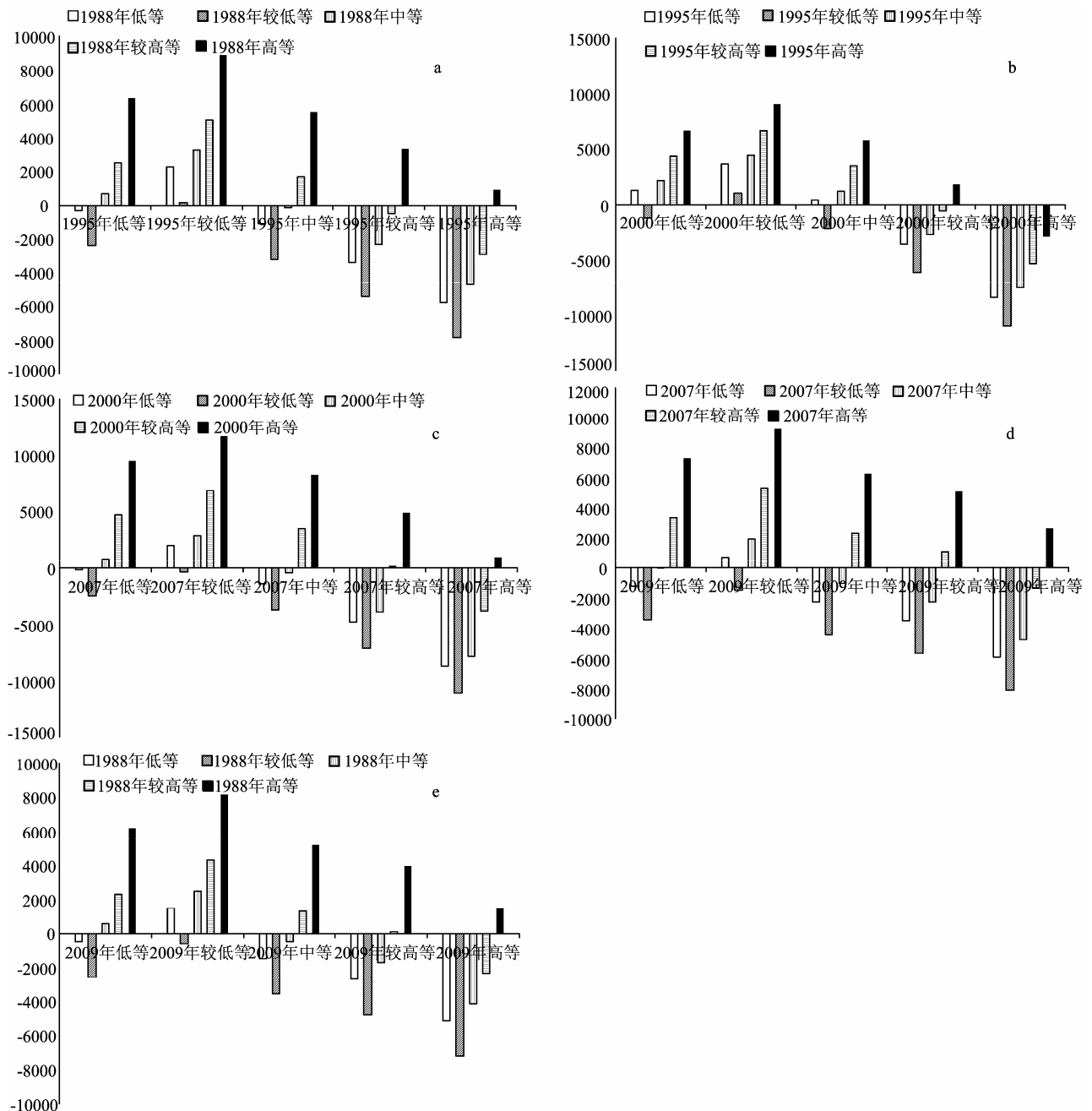


图 2 1988—1995 年(a)、1995—2000 年(b)、2000—2007 年(c)、2007—2009 年(d)、1988—2009 年(e)植被覆盖度变化转移矩阵
Figure 2 The transfer matrix of fractional vegetation coverage change from 1988 to 1995(a), 1995 to 2000(b), 2000 to 2007(c), 2007 to 2009(d) and 1988 to 2009(e)

3.4 政策因素

自1999年起,四川省开展退耕还林工程。该工程覆盖了全省21个市(州)176个县(市、区)。研究区内受政策持续影响,促进该区域地表植被覆盖状况的转好,是1995—2000年植被覆盖状况转好并在2000—2007年仍维持这一水平的主要原因。

4 讨论与结论

利用1988—2009年的landsat数据对绵阳市安县山区的植被覆盖度进行估算。通过像元二分模型和植被覆盖度变化转移矩阵,分时段结合驱动力定量分析该地区的植被覆盖地表状况。

结果表明,基于像元二分模型估算区域植被覆盖度具有独特的优势,特别在宏观监测方面,是切实可行的;1988—1995年安县山区的植被整体覆盖度总体趋势互有升降,其中高等植被覆盖度略有下降,至1995年占到总面积的28.16%,较1988年下降1.76%。气温、降水条件的持续降低是导致植被未发生明显进化的主要原因。

1995—2000年安县山区的植被整体覆盖度总体呈升高趋势,其中高等和较高等植被的植被较1995年增加6.99%,说明低等、较低等和中等植被向较高等和高等级植被发展。该时段内受到退耕还林等政策因素的影响,植被覆盖结构明显进化。

2000—2007年安县山区的植被整体覆盖度总体趋势变化不十分显著,其中高等和较高等级植被较2000年减少2.09%,低等级植被覆盖度的面积略有增加,说明植被覆盖结构略有降低。该时段植被状况虽然受政策的积极影响,但由于气候条件的持续下降,植被覆盖度仍受到不利影响。

2007—2009年安县山区的植被整体覆盖度总体退化明显,高等和较高等级植被的面积较2007年降低7.44%,低等级植被覆盖度的面积增加,说明植被覆盖结构严重退化。此时段汶川8.0级地震是致使植被发生严重退化的主要原因。

总之1988—2009年安县山区的植被覆盖度整体呈降低趋势,退化面积为3.16%。高等及较高等植被退化,该区域受气温降水条件、退耕还林政策和汶川8.0级地震等多种因素影响,使得高等和较高等级植被覆盖度所占比例有所下降,而中低等级的植被覆盖度所占比例略有上升,说明整体植被结构

转坏。

本文的不足之处在于,因研究区的自然地理情况,难以获取最适宜季节的遥感影像。不过利用本文的方法可达到对植被覆盖度进行反演、定量分析其植被覆盖地表状况及对该县山区生态环境的保护和可持续发展做出贡献,从而达到创建和谐社会的目的。

参考文献:

- [1] GITELSON A A, KAUFMAN Y J, STARK R, et al. Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction[J]. Remote Sensing of Environment, 2002, 80(1): 76-87.
- [2] 张清春, 刘宝元, 翟刚. 植被与水土流失研究综述[J]. 水土保持研究, 2002, 9(4): 96-101.
- [3] LUKINA E, STONE M, RAUN W. Estimating vegetation coverage in wheat using digital images[J]. Journal of Plant Nutrition, 1999, 22(2): 341-350.
- [4] 杨存建, 赵梓健, 任小兰, 等. 基于遥感和GIS的川西绿被时空变化研究[J]. 生态学报, 2012, 32(2): 632-640.
- [5] 陈效迷, 王恒. 1982-2003年内蒙古植被带和植被覆盖度的时空变化[J]. 地理学报, 2009, 64(1): 84-92.
- [6] 苗正红, 刘志明, 王宗明, 等. 基于MODIS NDVI的吉林省植被覆盖度动态遥感监测[J]. 遥感技术与应用, 2010, 25(3): 387-393.
- [7] 李登科, 范建忠, 王娟. 陕西省植被覆盖度变化特征及其成因[J]. 应用生态学报, 2010, 21(11): 2896-2902.
- [8] SAMI A J, AMIT K G, MALLIK S M. Using time series of satellite images to detect vegetation cover change in dhaka city[J]. Journal of Geographic Information System, 2014, 6(6): 653-663.
- [9] 王东明. 消去法及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 223-235.
- [10] 李苗苗, 吴炳方, 颜长珍, 等. 密云水库上游植被覆盖度的遥感估算[J]. 资源科学, 2004, 26(4): 153-159.
- [11] 徐岚, 赵羿. 利用马尔柯夫过程预测东陵区土地利用格局的变化[J]. 应用生态学报, 1993, 4(3): 272-277.
- [12] 陈超, 庞艳梅, 张玉芳. 近50年来四川盆地气候变化特征研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2010, 32(9): 115-120.
- [13] 贺晋云, 张明军, 王鹏, 等. 近50年西南地区极端干旱气候变化特征[J]. 地理学报, 2011, 66(9): 1179-1190.
- [14] 赵文虎, 孙卫国, 程炳岩. 近50年川渝地区的气温变化及其原因分析[J]. 高原山地气象研究, 2008, 28(3): 59-67.
- [15] 黄润秋, 裴向军, 李天斌. 汶川地震触发大光包巨型滑坡基本特征及形成机理分析[J]. 工程地质学报, 2008, 16(2): 730-741.