

2006年夏季川渝高温干旱的生态气象 监测与评估

毛留喜 钱 拴 侯英雨 李朝生

(国家气象中心,北京 100081)

提 要: 为了客观定量地监测与评估 2006 年夏季发生在我国川渝地区历史罕见的高温干旱对生态环境造成的影响,利用所创建的基于植被第一性生产力(NPP)估算的生态气象评价指数(EMI)模型,计算分析了 6—8 月川渝地区的生态气象评价指数及其等级。结果表明,川渝地区生态气象评价指数较常年同期偏低,其中四川 33%、重庆 43%的地区生态气象等级较差或很差。两地 6 月与 8 月生态气象等级较差的范围大,7 月较小。各生态系统中,城镇等生态气象等级很差;农田、草灌等明显偏差;林地生态气象等级正常稍差。干旱造成的生态影响多数是可逆的,气象条件得到改善后可以恢复。因此,应采取适当措施恢复各类生态系统的服务功能,把灾害带来的损失降到最低。

关键词: 高温干旱 生态系统 监测评估

Study on the Meteorologically-driven Ecological Monitoring and Assessment of High Temperature and Drought of Sichuan-Chongqing Area in Summer 2006

Mao Liuxi Qian Shuan Hou Yingyu Li Chaosheng

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract: In order to monitor and evaluate objectively the impact of rare high temperature and drought on meteorologically-driven ecological environment occurring in Sichuan-Chongqing area in summer 2006. The meteorologically-driven ecological assessment index (EMI) model which was established based on the estimate of the net primary productivity (NPP) was used to calculate the EMI and its rank. The results show that the ecological and meteorological conditions were worse

资助项目:本研究得到中国气象局 2006 年新技术推广项目“中国北方草地生态气象监测预测(CMATG2006M01)”和国家气象中心项目“生态气象业务技术应用研究”的资助。

收稿日期:2006 年 9 月 11 日; 修定稿日期:2007 年 1 月 12 日

than the perennial summer in the region of Sichuan and Chongqing, and the EMI rank was worse or very worse in 33% areas of Sichuan Province and 43% areas of Chongqing City. The worse area of EMI of Sichuan and Chongqing in June and August was larger than that in July. In different ecosystems, the EMI of city and town was very worse, and the EMI of cropland and grass and shrub land was obviously worse, but the EMI of woodland was nearly normal. The ecological effect of drought is reversible, and it can be restored after the weather condition improved the ecosystems service function. Therefore the effective measures should be adopted to restore the ecosystem service functions and to decrease greatly the various of the loss.

Key Words: high temperature and drought ecosystem ecological monitoring and assessment

引 言

2006 年夏季发生在川渝地区的高温干旱,使农作物减产失收、草地和森林长势差、水体蓄水锐减,江河断流,库塘干涸,大部分生态系统供给、支持等服务功能降低。然而,干旱监测与评估确是一个公认的难题。从土壤干旱大气干旱到生理干旱等^[1-4],仅干旱指标,我国就有 228 种以上^[5]。目前我国实用的干旱监测与评估,多靠气象资料记录或土壤湿度测量,进行旱涝等级的划分^[6-7],建立预测预警模型^[8-9],开展经济影响评估等^[10]。随着遥感技术在资源环境监测中的应用,遥感干旱监测研究取得了长足进展。遥感干旱监测对象既有土壤水分含量^[11],也有干旱条件^[12]、植物水分胁迫等^[13];监测尺度从一个特定的地区^[14]、一个国家^[15],到全球范围;监测方法由个例分析到统计应用,到模拟模型^[16-17],到大面积干旱监测的业务流程^[18]。

另一方面,植被净第一性生产力(NPP)作为陆地生态系统中物质与能量运转研究的基础,在定量研究生态环境演变及其与气候相互作用和影响方面扮演着极为重要的角色。NPP 反映了植物群落在自然条件下的生产力,是一个估算地球支持能力和评价陆地生态环境状况的一个重要标志^[19]。卫星遥感技术的发展,从多时相、多波段、多角度

遥感信息提取地表覆盖状况、植被吸收的光合有效辐射等估算陆地 NPP 所必须的植被参数和环境变量,这为遥感反演陆地植被 NPP 的分布及其变化提供了强有力的手段。而以气象条件为主要驱动因子,在 NPP 估算的基础上,进行高温干旱的生态气象监测与评估尚不多见。

1 模型与指标

1.1 模型

大范围陆地植被净第一性生产力主要以模型估算为主。根据模型的难易程度、对各种调控因子的侧重点及对 NPP 调控机理的解释,现有模型分为气候统计模型、过程模型和光能利用率模型^[20]。气候统计模型通过建立 NPP 与地面气候资料的统计关系来估计 NPP,如 Miami 模型、Thorntwaite Memorial 模型、Chikugo 模型等^[21,22]。过程模型则根据植物生理、生态学原理来研究植物生产力,时间尺度都比较短,通常以一天或小于一天作为模拟步长,如 BEPS 模型、CASA 模型、FOREST-BGC 模型等^[23-26],这些模型过程比较复杂,参数比较多,有些参数获取困难并且难以定量化,因此实用性较差。光能利用率模型,由植被指数来确定植被所吸收的光合有效辐射(APAR),通过光能利用率

获得植被干物质的增长。由于光能利用率模型形式简单,且可以直接利用遥感数据,使其成为遥感估算 NPP 的主要模型。

植被净第一性生产力(NPP)主要由 $APAR$ 与光能转化率(ϵ) 两个变量来表示。即:

$$NPP(x, t) = APAR(x, t) \times \epsilon(x, t)$$

式中 $NPP(x, t)$ 表示空间位置 x 上的植被在 t 时间内的净第一性生产力; $APAR(x, t)$ 表示空间位置 x 上的植被在 t 时间内所吸收的光合有效辐射; $\epsilon(x, t)$ 表示空间位置 x 上的植被在 t 时间内的光能转换率。

$APAR$ 取决于太阳总辐射和植被对有效辐射的吸收比例,利用每月 NDVI 数据、太阳总辐射、植被图来计算。光能转化率(ϵ) 表示植被把所吸收的 $APAR$ 转化为有机碳

的效率,主要受气温和水分胁迫的影响。利用土壤水分子模型求算水分胁迫对光能转化率的影响;利用月均温和月 NDVI 数据求算气温胁迫影响系数。为了利用 NPP 估算结果对生态环境的相对“优劣”进行动态、客观的监测与评价,构建生态气象评价指数(EMI)模型^[27],根据 EMI 的历史统计规律确定生态与环境气象监测评价指标。

1.2 指标

从 EMI 的概率分布(图 1)可以看出, EMI 格点值基本都是正态分布,全国大部分格点的 EMI 值都在 ± 25 之内。结合对典型地区的实地调查,把生态环境的“优劣”分为“很好、较好、正常、较差、很差”5 个评价等级,确定如下评价指标(表 1)。

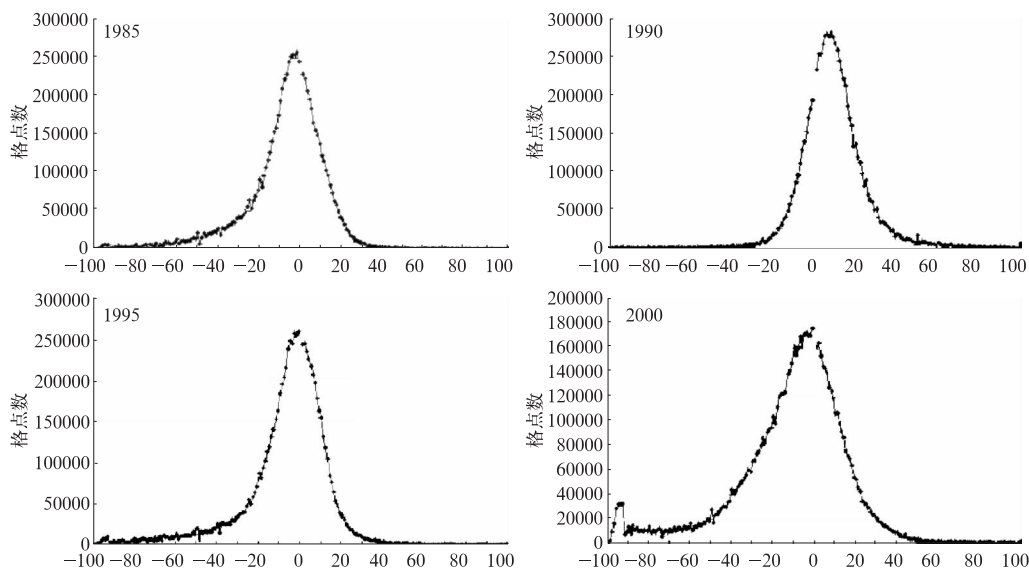


图 1 生态监测气象评价指数(EMI)的概率分布

表 1 生态监测气象评价指标

生态气象评价指数	生态评价等级
$EMI < -50$	很差
$-50 \leq EMI < -25$	较差
$-25 \leq EMI \leq 25$	正常
$25 < EMI \leq 50$	较好
$EMI > 50$	很好

2 总体监测与评估

2.1 2006 年夏季总体概况

2006 年夏季,重庆、四川生态气象评价

指数(EMI)较常年同期偏低,其中四川生态气象评价指数为-10,重庆为-19。四川有33%的地区生态气象等级处于较差或很差等级,主要分布于四川盆地以及川西高原的部分地区。川西高原、川南山区以及盆周山区大部生态气象等级基本正常,川南部分地区则较好。重庆有43%的地区生态气象等级处于较差或很差等级,主要分布于重庆的中西部(图2,见彩页)。长时间的干旱、高温天气,严重影响了地表植被的生长发育,受到高温干旱影响较小的地区,生态气象等级基本正常或较好。

2.2. 2006 年 6—8 月动态变化

6 月份,四川、重庆生态气象等级多处于正常等级以下,大部分地区为较差或很差等级,但很差等级的范围尚没有大面积连片(图3,见彩页)。这与6月份降水偏少,其中四川盆地中北部和西部、重庆中东部偏少5成以上正好吻合。

7 月份,四川和重庆大部生态气象等级为正常、偏好等级,较差和很差生态气象等级的范围缩小(图4,见彩页),与7月上旬降水偏多,旱情缓解相一致。

8 月份,重庆和四川生态气象等级处于较差或很差的范围再次扩大并且集中连片,很差生态气象等级的范围主要分布在四川盆地和重庆中西部(图5,见彩页)。

3 主要生态类型的监测与评估

3.1 农田

夏季是川渝地区水稻、玉米等大春作物旺盛生长和决定穗数、粒数和粒重的关键时节。2006 年夏季,川渝大部农田除了7月份生态气象等级处于正常等级外,其余月份生态气象等级较常年明显偏差,其中8月份四川盆地中东部、重庆中西部处于很差等级(图

6、7,见彩页,表2)。

表 2 2006 年 6—8 月川渝地区不同覆盖类型生态气象评价指数

区域	覆盖类型	生态气象评价指数		
		6 月	7 月	8 月
川渝地区	农田	-31	-8	-33
	林地	-5	21	15
	草灌	-18	14	-26
	城镇及其他	-71	-58	-74
	全部	-22	1	-12
四川盆地	农田	-32	-12	-38
	林地	-4	21	-10
	草灌	-35	-18	-41
	城镇及其它	-62	-68	-69
	全部	-25	-5	-31
重庆市	农田	-32	-32	-33
	林地	-8	38	9
	草灌	-40	-11	-36
	城镇及其它	-80	-68	-76
	全部	-33	-3	-29

3.2 草灌

2006 年 6 月与 8 月川渝大部地区草灌生态气象等级处于较差和很差等级,生态气象条件低劣,其中四川盆地和重庆大部生态气象条件较常年偏差明显,而且夏季大部分时段都处于较常年较差级别(图8、9 见彩页,表2)。

3.3 林地

川渝地区森林面积占国土面积的38%,仅次于草地。其主要分布于四川北部、西部和南部地区。2006 年夏季川渝地区森林生态气象等级大部地区处于正常或较好等级(图10、11,见彩页,表2)。高温干旱主要发生在四川盆地和重庆大部等非林区,而四川北部、西部和南部等主要林区水分条件尚好。另外,森林属深根系植被,能够利用地下较深的土壤水分,抗旱能力较强,干旱对其影响要小,在高温少雨的情况下,往往光热充足,森林光合效率高。

但是,高温、干旱导致森林火灾的危险性增高。四川中东部和重庆大部由于受持续高温干旱的影响,火灾发生频繁,至8月13日重庆市发生火灾次数达70多起。虽川渝地区森林生态气象等级大部地区处于正常或较好等级,但森林植被长势差于近三年同期。

3.4 城镇

干旱情况下,城镇植被水分入不敷出,尤其是在水分得不到补充的情况下,植被长势较差。加之其地表温度更高、蒸散更加强烈,2006年川渝城镇生态气象评价指数-58以下,处于很差等级(表2)。

4 结论与讨论

基于植物第一性生产力(NPP)光能利用率模型估算,所构建的生态气象监测评估模型,计算得到的生态气象评价指数,可以对2006年夏季发生在川渝地区的罕见高温干旱所带来的生态环境影响,进行宏观、动态的监测与评估。该方法既可以对整个川渝地区生态状况进行客观定量的监测和评价,也可以进行逐月动态分析,还可以对包括农田、森林、草灌、城市与其它等不同地表覆盖类型进行生态气象评价和等级计算。

2006年夏季四川、重庆罕见的高温干旱已造成农田、森林、草地、城市等生态系统的供应、支持等服务功能降低。川渝地区生态气象评价指数较常年同期偏低,其中四川33%、重庆43%的地区生态气象等级较差或很差。两地6月与8月生态气象等级较差的范围大,7月较小。各生态系统中,城镇等生态气象等级很差;农田、草灌等明显偏差;林地生态气象等级正常稍差。因此,高温干旱对生态环境的后续影响应给予足够的重视。

虽然高温干旱给四川和重庆造成了很大的损失,但对生态环境的影响,多数还是可逆的,当气象条件得到改善后,还是可以恢复

的。灾害发生之后的当务之急是做好统筹规划工作,安排好农业生产、注意蓄水保墒,逐步恢复各类生态系统的服务功能,把灾害带来的损失降到最低。

参考文献

- [1] 田宏,徐崇浩,彭俊,等.四川盆地干旱动态评估指标的研究[J].气象,1998,24(4):11-15.
- [2] 刘海隆,阳作明,王玲.重庆市土壤水分盈亏与干旱关系研究[J].气象,2001,27(11):40-43.
- [3] 何永坤,王勇.基于水热条件下干旱实时动态监测研究[J].气象,2006,32(8):101-106.
- [4] 樊高峰,苗长明,毛裕定.干旱指标及其在浙江省干旱监测分析中的应用[J].气象,2006,32(2):70-74.
- [5] 冯定原.我国农业干旱的指标和时空分布特征.南京气象学院学报[J],1992,15(4):508-516.
- [6] 张先恭,魏凤英.1980—1991年旱涝分布图[J].气象,1992,19(4):
- [7] 魏凤英,张先恭.1991—2000年中国旱涝等级资料[J].气象,2001,27(3):46-50.
- [8] 肖志强,尚学军,樊明,等.陇南伏期旱涝指数及预测模型[J].气象,2001,27(1):35-38.
- [9] 宫德吉.干旱监测预警指数研究[J].气象,1998,24(8):14-17.
- [10] 王镇铭,朱惠群,张文坚,等.重大旱涝气象灾害对国民经济的影响评估[J].气象,2001,27(8):15-18.
- [11] J. R. Wang. Passive Microwave Sensing of Soil Moisture Content: The Effects of Soil Bulk Density and Surface Roughness[J]. Remote sens. Environ. 1983, 11:329-344.
- [12] C. J. Tucker al. Satellite Remote Sensing of Drought Conditions[J]. Remote Sens. Environ. 1987, 23: 243-251.
- [13] S. Paloscia al. Microwave Remote Sensing of Plant Water Stress[J]. Sens. Environ. 1987, 16:249-255
- [14] Carlson T. N. al. Remote Estimation of Soil Moisture Availability and Fractional Vegetation Cover for Agricultural Field[J]. Agric. For. Meteorol. 1990,52:45-69.
- [15] W. T. H. Liu. al. Satellite Recorded Vegetation Response to Drought in Brazil[J]. Int. J. Climate. 1994,14:343-354.
- [16] D. S. Lin al. Comparisons of Remotely Sensed and Model-simulated Soil Moisture Over a Heteroge-

- neous Watered[J]. Sens. Environ. 1994, 48: 159-171
- [17] 田国良. 冬小麦旱情遥感监测模型研究[J]. 环境遥感. 1992, 7(2): 83-89
- [18] 董谢琼, 徐虹, 浦吉存, 等. 利用 NOAA/AVHRR 资料监测云南大面积干旱的业务流程. 气象[J], 2001, 27(1): 31-34.
- [19] Potter C S, Randerson J T, Field C B, et al. Terrestrial Ecosystem Production: a Process Model Based on Global Satellite and Surface Data [J]. Global Biogeochemical Cycle, 1993, 7: 811-841.
- [20] 孙睿, 朱启疆. 陆地植被净第一性生产力的研究[J]. 应用生态学报, 1999, 10 (6): 757-760.
- [21] 里思, 惠特克, 等. 生物圈的第一性生产力[M]. 北京: 科学出版社. 1985: 217-242.
- [22] Uchijima Z, Seino H. Agroclimatic Evaluation of Net Primary Productivity of Natural Vegetation (1): Chikugo Model for Evaluating Productivity[J]. Journal of Agricultural Meteorology, 1985, 40: 343-353.
- [23] Potter, C. S., J. T. Randerson, C. B. Field, et al. Terrestrial ecosystem production: a process model based on global satellite and surface data[J]. Global Biogeochemical Cycle, 1993, 7: 811-841.
- [24] 朴世龙, 方精云, 郭庆华. 利用 CASA 模型估算我国植被净第一性生产力[J]. 植物生态学报 2001, 25 (5): 603-608.
- [25] Liu J, Chen J M, Cihlar J, et al. A process-based boreal ecosystem productivity simulator using remote sensing inputs[J]. Remote Sensing of Environment, 1997, 62: 158-175.
- [26] 郝永萍, 陈育峰, 张兴有. 植被净初级生产力模型估算及其对气候变化的响应研究进展[J]. 地球科学进展, 1998, 13(6): 564-571.
- [27] 毛留喜, 李朝生, 侯英雨, 等. 2006 年上半年全国生态气象监测与评估研究[J]. 气象, 2006, 32(12): 88-95.

毛留喜等：2006年夏季川渝高温干旱的生态气象监测与评估

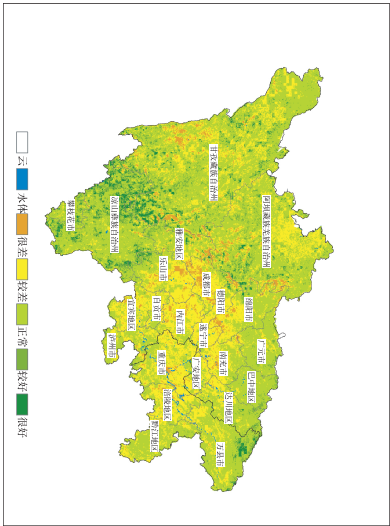


图2 2006年夏季川渝地区生态气象等级分布图

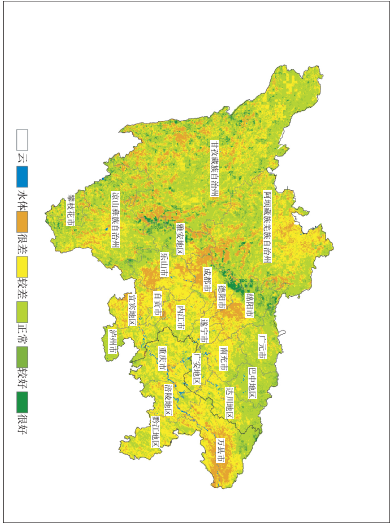


图3 2006年6月川渝地区生态气象等级分布图

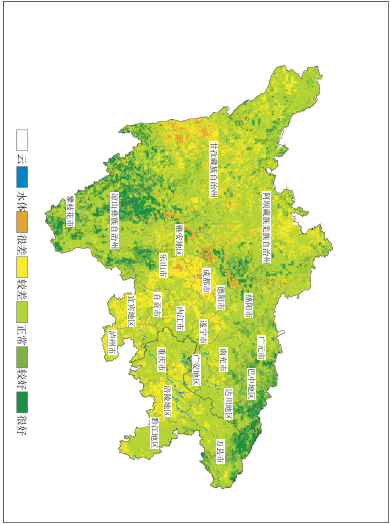


图4 2006年7月川渝地区生态气象等级分布图

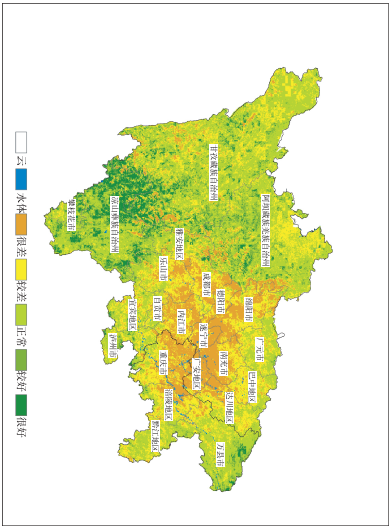


图5 2006年8月川渝地区生态气象等级分布图

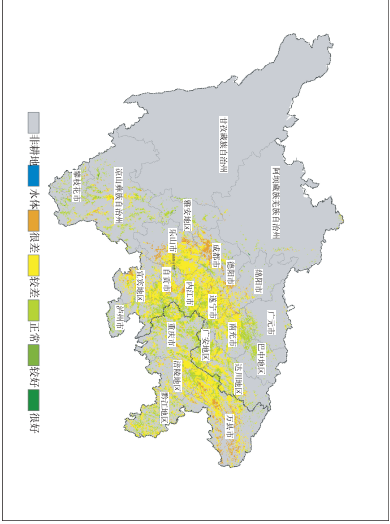


图6 2006年6月川渝地区农田生态气象等级

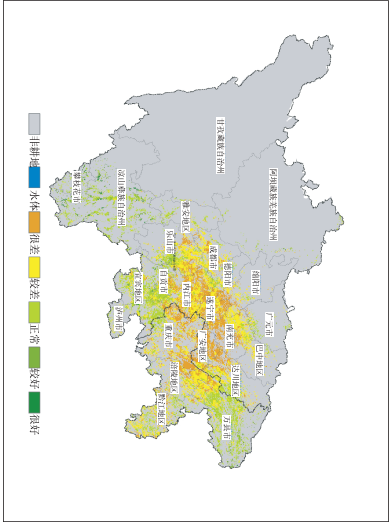


图7 2006年8月川渝地区农田生态气象等级

毛留喜等：2006年夏季川渝高温干旱的生态气象监测与评估

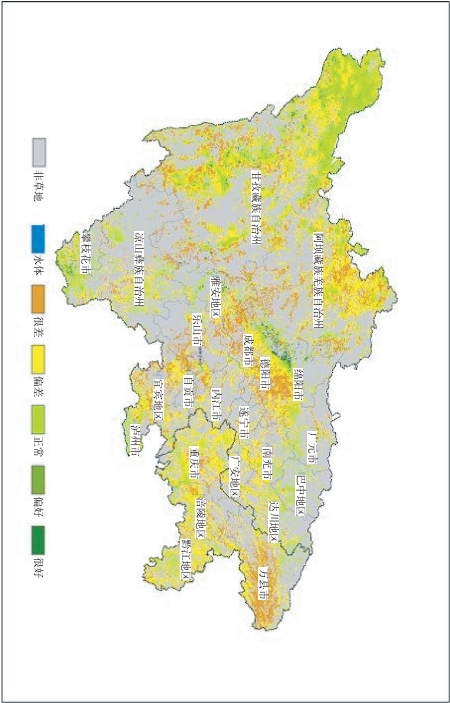


图8 2006年6月川渝地区草灌生态气象等级

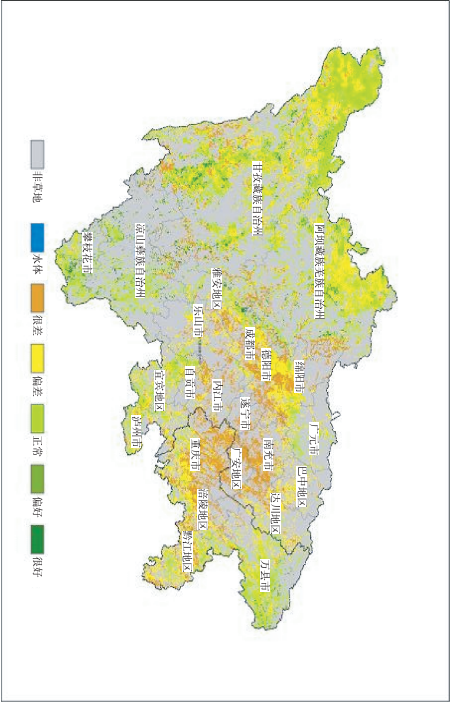


图9 2006年8月川渝地区草灌生态气象等级

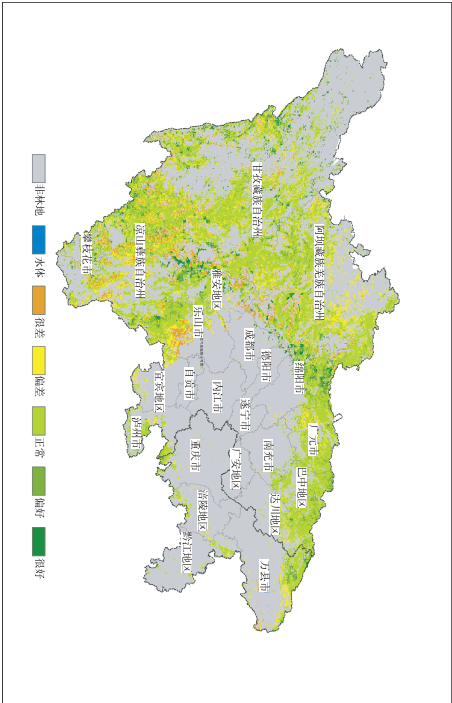


图10 2006年6月川渝地区林地生态气象等级

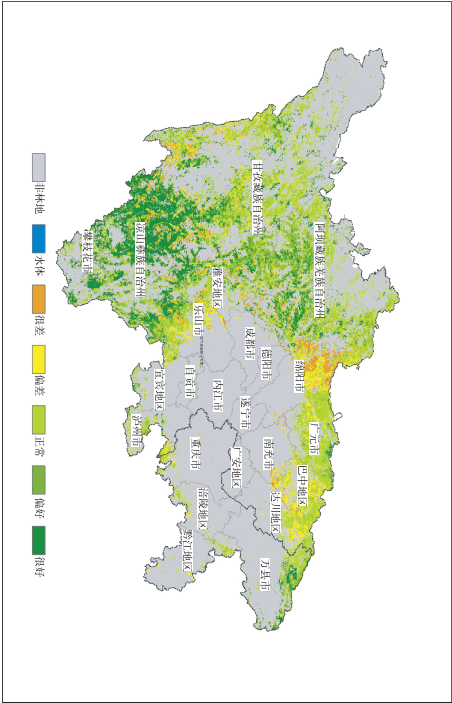


图11 2006年8月川渝地区林地生态气象等级