

# 基于 GIS 的云南栽培型普洱茶树大规模种植适宜性评价

杨 洋 何春阳 李晓兵

(北京师范大学资源学院, 地表过程与资源生态国家重点实验室)

**摘要:** 本文选取普洱茶树的起源地云南作为研究区, 综合考虑普洱茶树的自然立地条件与大规模种植的便利条件, 基于 GIS 空间分析技术, 建立栽培型普洱茶树大规模种植用地适宜性评价模型, 进而划分适宜性等级、分析统计适宜地区的土地数量和空间分布规律, 为大面积推广种植普洱茶树提供科学决策依据。结果表明: 1) 建立的适宜性评价模型能定量、直观地获取适宜地区的土地数量与空间信息, 可操作性较强, 具有一定的推广应用价值; 2) 云南省内, 共有面积约为 6 400 km<sup>2</sup>、占全省土地总面积 1.68% 的土地比较适宜大规模种植栽培型普洱茶树, 还具有较大的规模化种植潜力; 3) 自然立地条件是决定普洱茶品质及其价值的至关重要因素, 普洱茶是云南特有的地理标志产品。

**关键词:** 适宜性评价模型; 栽培型普洱茶树; 大规模种植; GIS; 云南省

中图分类号: S727.3 文献标志码: A 文章编号: 1000-1522(2010)03-0033-08

YANG Yang; HE Chun-yang; LI Xiao-bing. **Evaluation of the suitability of large scale plantations of cultivated Puer tea in Yunnan Province based on GIS.** *Journal of Beijing Forestry University* (2010) 32 (3) 33-40 [Ch, 22 ref. ] State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, College of Resources Science & Technology, Beijing Normal University, 100875, P. R. China.

A suitability evaluation model for planting cultivated types of Puer tea on a large scale, using Yunnan Province (the birth place of Puer tea) as our study area, was developed based on geographic information system (GIS) data. After a comprehensive consideration of the natural and social conditions, we analyzed suitability, area and spatial distribution of the land in the most suitable regions. The results show that the model is used friendly and can provide spatial information of land both directly and quantitatively. A total of 6 400 km<sup>2</sup> suitable regions in Yunnan Province were found, accounting for 1.68% of the total area, suggesting a greater development potential for large-scale plantations of cultivated Puer tea. Natural conditions are the key factors determining the quality and value of Puer tea, which has become a unique geography signature product of Yunnan Province.

**Key words** suitability evaluation model; cultivated Puer tea; large scale plantations; GIS; Yunnan Province

21 世纪将是茶的世纪<sup>[1]</sup>。随着我国经济的发展、人民物质生活水平和精神生活需求的日益提高, “茶为国饮”的时代已经到来<sup>[2]</sup>, 而被誉为“茶中之茶”的普洱茶 (*Camellia sinensis* var. *assamica* (Mast.) Kitamura), 早已受到国内外专家、学者的广泛关注。普洱茶是以符合普洱茶产地环境条件的云南大叶种晒青茶为原料, 按特定的加工工艺生产、

具有独特品质特征的茶叶<sup>[3]</sup>。因其独特的医药保健功效<sup>[4-5]</sup>与厚重的茶文化底蕴<sup>[6-7]</sup>, 普洱茶在国内外市场上都有着广阔的发展空间和巨大的发展潜力<sup>[7-8]</sup>。其中, 尤以便捷化、大众化的普洱茶饮品的发展机遇最佳, 将有可能占到整个普洱茶市场份额的 70% ~ 80%<sup>[8]</sup>。以市场为导向, 走集团化运作、科技化提升、产业化经营之路是当前普洱茶产业科

收稿日期: 2009-05-13

基金项目: 北京市自然科学基金项目 (9092007)、国家自然科学基金项目 (40971059)。

第一作者: 杨洋, 博士生。主要研究方向: GIS 应用与土地资源管理。电话: 13581623930 Email: yy510@ires.cn 地址: 100875 北京市新街口外大街北京师范大学资源学院。

责任作者: 何春阳, 副教授, 博士生导师。主要研究方向: 土地利用模型模拟。电话: 010-58802125 Email: hey@bnu.edu.cn 地址: 同上。

本刊网址: <http://www.bjfujournal.cn>; <http://journal.bjfu.edu.cn>

学发展的必然要求<sup>[8]</sup>,而规模化、标准化和规范化地种植栽培型普洱茶树,提供足量、高质的普洱茶资源,无疑是普洱茶产业持续快速发展的重要基础。云南普洱茶树基本上可以划分为野生型普洱茶树和栽培型普洱茶树两大类。前者是非人为栽培、处于自然生长状态下的普洱茶树;后者指人工栽培管理状态下的普洱茶树<sup>[9]</sup>。相对于野生型普洱茶树,栽培型普洱茶树多具有产量较高、易于推广和适宜规模化种植的特点,更容易满足普洱茶工业化、规模化发展的需要。科学评估栽培型普洱茶树在云南规模化种植的适宜性用地条件,对于规模化、标准化种植普洱茶树无疑具有积极的现实意义。目前,已有不少研究者开展了普洱茶树生长适宜性评价的研究<sup>[2,9-12]</sup>,其结果具有很好的参考价值,但这些研究大都集中在云南省普洱市、临沧市等局部地区,同时主要考虑的是普洱茶树的自然立地条件,并且多为定性分析评价。而在云南全省范围内,从规模化、工业化生产的角度出发,综合考虑普洱茶树生长的自然立地条件和大规模生产的便利条件,利用空间分析手段,将定性分析与定量分析相结合的适宜性用地评价研究还极少,难以满足当前普洱茶产业科学发展的需要。

随着GIS技术在土地评价中的广泛应用,基于GIS的土地适宜性评价方法已成为国内研究的主流方向<sup>[13-19]</sup>。因此,本文利用气候观测、数字高程模型(DEM)和遥感资料等多源数据,综合考虑普洱茶

树生长的自然立地条件和大规模种植生产的便利条件,基于GIS技术,对栽培型普洱茶树的用地适宜性进行评价,评定云南省内土地用于大规模种植栽培型普洱茶树是否适宜以及适宜的程度,为解决目前普洱茶树无序发展的问题,以及通过保障质量进一步强化普洱茶地域品牌提供参考依据。

## 1 研究区概况

研究区位于 $21^{\circ}08'32'' \sim 29^{\circ}15'08''N$ 、 $97^{\circ}31'39'' \sim 106^{\circ}11'47''E$ 之间,面积约为 $3.8 \text{万 km}^2$ 。其中,山地约占84%,高原、丘陵约占10%,盆地、河谷约占6%。地势北高南低,海拔相差甚大。雨量充沛,河流湖泊众多。主要受南孟加拉高压气流影响形成高原季风气候,大部分地区冬暖夏凉,四季如春,适宜多种农作物和经济作物的生长。有悠久的茶叶生产历史,有丰富的种质资源和低纬高原气候优势,是世界公认的茶树原产地和中国重要的茶叶生产基地;茶叶种植面积和产量分居全国第一和第三位,发展茶叶产业有着巨大的潜力和竞争优势。云南省辖有昆明市、曲靖市、玉溪市、保山市、昭通市、丽江市、普洱市、临沧市等8个地级市和文山壮族苗族自治州、红河哈尼族彝族自治州、西双版纳傣族自治州、楚雄彝族自治州、大理白族自治州、德宏傣族景颇族自治州、怒江傈僳族自治州、迪庆藏族自治州等8个自治州。其中,普洱地区、临沧地区、西双版纳傣族自治州等地是云南普洱茶当前的主要产区<sup>[10-12]</sup>(图1)。

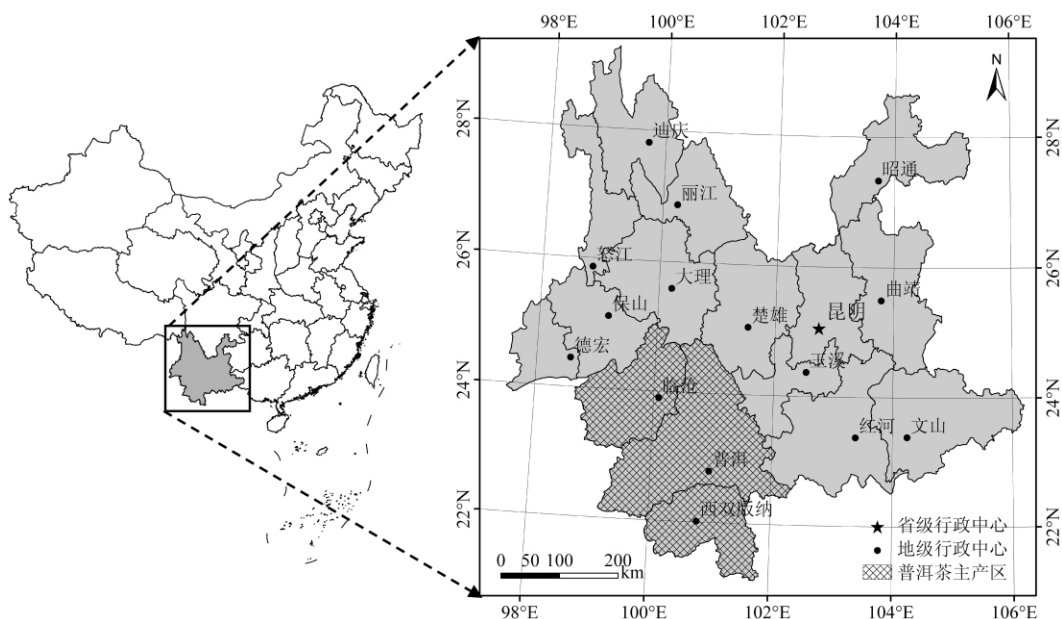


图1 研究区

Fig. 1 Study area

## 2 研究方法

### 2.1 评价模型

#### 2.1.1 评价依据

参考由普洱市茶叶协会发布、经普洱市质量技术监督局批准的《普洱市茶叶企业标准——云南大叶种晒青茶生产技术规程》<sup>[3]</sup> 及其他相关资料<sup>[2,9-12]</sup>, 确定栽培型普洱茶树用地的自然立地适宜性评价依据如下: 1) 适宜普洱茶树生长的年平均气温为 17~22℃; 13~17℃ 的适宜程度次之; 其他范围内的年平均气温不适宜普洱茶树的生长。2) 最适宜普洱茶树生长的年降雨量为 1 200~1 500 mm; 1 500~1 800 mm 和 1 000~1 200 mm 的年降雨量也比较适宜普洱茶树生长, 但适宜程度依次减小; 其他范围内的年降雨量不适宜普洱茶树的生长。3) 适宜普洱茶树生长的相对湿度的理想值为 85%, 实际值与理想值越接近, 越有利于普洱茶树的生长。4) 适宜普洱茶树生长的土壤为土质疏松、土层深厚, 排水、透气良好的微酸性土壤 (pH 值在 4~6 之间)。其中, 红壤最适宜; 黄壤和砖红壤略次之; 紫色土再次之; 其他土壤类型不适宜普洱茶树的生长。5) 最适宜普洱茶树生长的海拔为 1 400~1 800 m; 1 800~2 100 m、1 000~1 400 m 和 500~1 000 m 的海拔适宜性依次减小; 其他海拔高度不适宜普洱茶树的生长。6) 坡度在 15° 以下的平地 and 缓坡地适合高度开垦为普洱茶园; 15°~25° 之间坡度的土地适宜建筑梯级园地; 其他坡度不适宜普洱茶树的大规模种植。

同时, 从区位论原理和实际种植情况出发, 确立栽培型普洱茶树大规模种植适宜性评价依据如下:

1) 假定种植基地距灌溉水源地的距离与大规模种植普洱茶树的便利程度成负相关关系。2) 假定种植基地距城镇中心的距离与大规模种植普洱茶树的便利程度成负相关关系。3) 假定种植基地距道路交通的距离与大规模种植普洱茶树的便利程度成负相关关系。4) 假定耕地、草地、林地等利用类型的土地改造为普洱茶园的难度依次增大; 城乡、工矿、居民用地和水域等土地利用类型不适宜改造为普洱茶园。

#### 2.1.2 评价单元

为方便图形的空间叠加和面积数据的统计, 综合考虑各因子数据间的统一性、研究区的面积大小、各因子作用分值的计算精度以及软硬件设备的性能状况等, 最终将评价单元确定为 1 km × 1 km。

#### 2.1.3 评价模型

建立综合分析自然立地条件与大规模生产便利条件两方面适宜性的评价模型如下:

$$W = \sum_{i=1}^m P_i \alpha_i + \sum_{j=1}^n Q_j \beta_j \quad (1)$$

式中:  $W$  为评价单元的适宜性分数,  $P_i$  为自然立地条件的第  $i$  个评价因子,  $Q_j$  为大规模生产便利条件的第  $j$  个评价因子,  $\alpha_i$ 、 $\beta_j$  分别为  $P_i$  与  $Q_j$  因子的权重,  $m$ 、 $n$  分别为自然立地条件和大规模生产便利条件的因子总个数。

#### 2.1.4 评价指标体系

在充分利用现有资料的基础上, 结合评价模型, 确定对普洱茶树生长栽培和大规模种植具有长期而直接影响并相互独立的主要因素和因子, 构建评价指标体系 (图 2)。

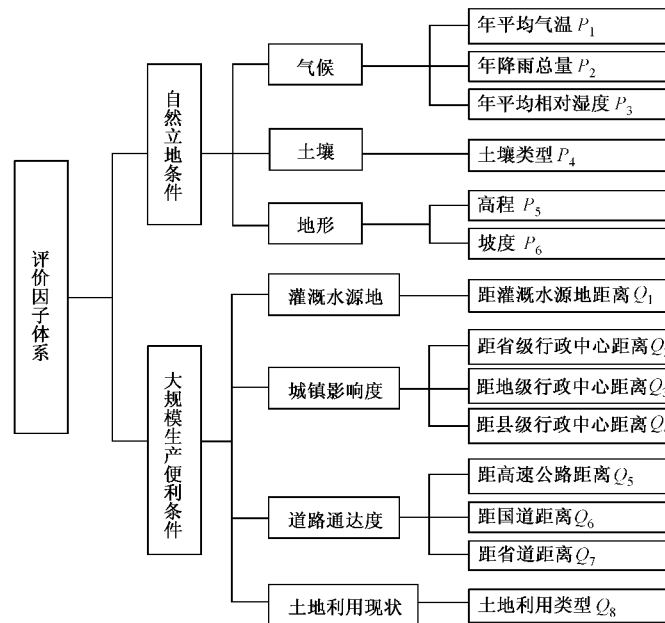


图 2 评价指标体系

Fig. 2 Evaluation index system

## 2.2 评价流程

### 2.2.1 数据库的建立

按精度要求扫描由西安测绘信息技术总站编制的1:125万的2007年云南省地图,在ArcGIS 9.2中将其数字化,并进行亚尔勃斯等积投影(Albers equal area projection)转换后,作为本次研究的工作底图。以底图为标准,在统一的投影系统和坐标系下,构建参评因子及验证数据库如下:

1) 气候数据。数据来源于中国气象局,时段为1957年1月至2006年12月。数据内容为云南省内36个气象站的经、纬度,各站点的地面日平均气温、日降雨量和日平均相对湿度。经Kriging空间数据内插等处理后,得到云南省年平均气温、年降雨总量和年平均相对湿度数据。

2) 地形数据。数据来源于美国联邦地质调查局(USGS)的HYDRO1k全球1 km精度的DEM数据。从中提取云南省DEM作为高程因子数据,平均高程为1 882 m,高程变化范围为122~6 142 m。利用GIS进行表面分析,得到云南省坡度因子数据,坡度变化范围为0°~49.6°。

3) 土壤数据。数据来源于扫描数字化的由云南省土壤普查办公室编制的1:75万1987年云南省土壤图。

4) 灌溉水源地、城镇中心和道路数据。数据来源于研究区工作底图,包括云南省河流水系图、云南省行政中心分布图和云南省道路分布图。利用GIS进行距离分析,分别得到云南省距灌溉水源地距离,距省、地、县级行政中心距离,距高速公路、国道、省道距离等3类因子数据。

5) 土地利用数据。数据来源于中国资源环境遥感数据库(<http://www.remotesensing.csdb.cn/rsdata>)和国家基础地理信息中心。分类系统包括耕地、林地、草地、水域、城乡工矿居民用地和未利用土地6个一级类型和水田、旱地等25个二级类型<sup>[20-21]</sup>,数据年份包括2000年和2004年。

### 2.2.2 因子的标准化

参考文献[18-19, 22],结合本研究实际需要,主要采用以下5种方法将评价因子标准化到0~100之间。

#### 1) 正向因子量化

$$S_r = \frac{X_r - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \times 100 \quad (2)$$

式中: $X_r$ 为研究区内任意评价单元的因子 $r$ 的实际值, $X_{\max}$ 、 $X_{\min}$ 分别为研究区内该因子的最大值和最小值。

#### 2) 负向因子量化

$$S_r = \left(1 - \frac{X_r}{X_{\max}}\right) \times 100 \quad (3)$$

#### 3) 适度因子负向量化

$$S_r = \begin{cases} 100, & X_r < D_{r1} \\ \left(1 - \frac{X_r - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}\right) \times 100, & D_{r1} \leq X_r < D_{r2} \\ 0, & X_r \geq D_{r2} \end{cases} \quad (4)$$

式中: $D_{r1}$ 为最适宜区间与适宜区间的分界值, $D_{r2}$ 为适宜区间的最大值。

$X_r < D_{r1}$ 时适宜性最高, $X_r \geq D_{r2}$ 时适宜性最低。

4) 分级取值量化。这类因子的需求范围内存在一个适宜区间,过多或过少地均将成为限制因素<sup>[19]</sup>。但在适宜区间内,适宜程度难以用数理公式表达其变化规律,需遵循评价依据划分成不同的级别<sup>[22]</sup>。

5) 定性因子量化。定性因子往往很难用连续的数值来描述或表达,其量化有时需要用间接方法或结合实际经验加以判断<sup>[19]</sup>。

### 2.2.3 权重的确定

关于权重的确定,目前已有不少方法,如回归分析法、特尔斐(Delphi)法、关联度分析法、模糊综合评判法和变异系数法等。鉴于特尔斐(Delphi)法操作简便、直观性强、应用范围广,本文采用该法来确定各参评因子的权重。参与打分的专家共计21人,包括对普洱茶生存环境进行过较长时间研究并有一定认识的学者(12人)和云南省当地经验丰富的普洱茶种植专家(9人)。

## 3 结果与分析

### 3.1 评价结果

根据2.1.1中确定的评价依据,分别采用2.2.2中介绍的5种因子标准化方法,对各参评因子进行标准化处理(图3和表1)。其中,采用正向因子量化方式进行标准化处理的为年平均相对湿度( $P_3$ )因子;采用负向因子量化方式的有距灌溉水源地距离( $Q_1$ )和距省级行政中心距离( $Q_2$ )、距地级行政中心距离( $Q_3$ )、距县级行政中心距离( $Q_4$ )、距高速公路距离( $Q_5$ )、距国道距离( $Q_6$ )、距省道距离( $Q_7$ )等7个因子;采用适度因子负向量化法的为坡度( $P_6$ )因子(图3);采用分级取值量化方式进行标准化的为年平均气温( $P_1$ )、年降雨总量( $P_2$ )和高程( $P_5$ )等3个因子;采用定性因子量化方式的为土壤类型( $P_4$ )和土地利用类型( $Q_8$ )2个因子(表1)。利用特尔斐(Delphi)法,经反复信息交流和反馈修正,最终得到各参评因子的权重值(表2)。

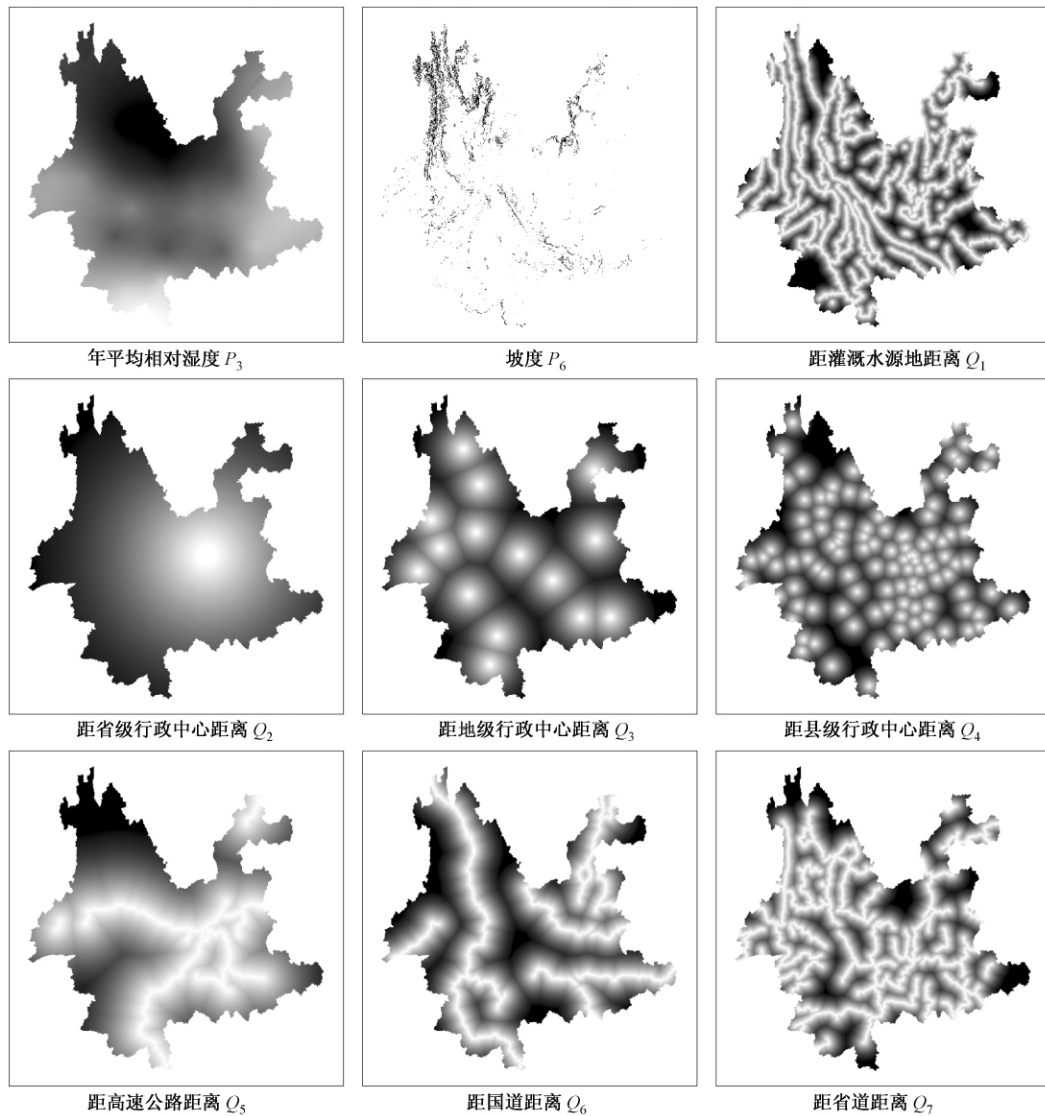


图 3 正向因子量化与负向因子量化

Fig. 3 Quantification of positive and negative factors

注：图中白色为 100，黑色为 0。

结合云南省茶业发展现状和栽培型普洱茶树大规模种植用地适宜性分布特点，将云南省划分为栽培型普洱茶树大规模种植用地的最适宜区、适宜区、次适宜区、不适宜区和最不适宜区 5 个等级（图 4）。对各市（州）最适宜区的土地数量和比例进行统计，结果如图 5 所示。

### 3.2 结果的验证与分析

利用 2004 年土地利用数据和 GIS 的空间分析功能对适宜性评价结果进行验证得到：最适宜区的土地利用类型主要是林地和耕地。林地面积为 6 099 km<sup>2</sup>，占最适宜区总面积的 95.30%，其中有林地 2 862 km<sup>2</sup>，灌木林地 2 023 km<sup>2</sup>，疏林地 1 088 km<sup>2</sup>，其他林地 126 km<sup>2</sup>；耕地面积为 301 km<sup>2</sup>，占最适宜区总面积的 4.70%，包括水田 16 km<sup>2</sup>、旱地 285 km<sup>2</sup>。总体来看，适宜性评价结果较为合理，具有一定的可信度。同时，与已有研究结果和资料相比较，

发现本次适宜性评价结果中的最适宜区与阮殿蓉<sup>[10]</sup>、曹潘荣<sup>[11]</sup>、滇濮茶人<sup>[12]</sup>等分析的普洱茶主产区分布情况基本相符，可以在一定程度上定量、直观地为云南省大范围推广种植栽培型普洱茶树提供参考。

评价结果显示，云南省内共有面积约为 6 400 km<sup>2</sup>、占全省土地总面积 1.68% 的土地比较适宜大规模种植栽培型普洱茶树。对比云南省茶业产业办公室统计的 2007 年云南省茶叶种植面积（约为 2 809 km<sup>2</sup>），云南省内的普洱茶树还具有较大的规模化栽培种植的发展空间和生产潜力。栽培型普洱茶树大规模种植的最适宜区大多集中分布于滇南地区，滇东南、滇西和滇中等地亦有少量分布。最适宜种植面积大于 150 km<sup>2</sup> 的市（州）主要有普洱市、临沧市、西双版纳傣族自治州、文山壮族苗族自治州、保山市、玉溪市和红河哈尼族彝族自治州；占

表1 分级取值量化与定性因子量化

Tab.1 Quantification of grading and qualitative factors

因子	取值范围	分级量化值
年平均气温 $P_1$	17 ~ 22℃	100
	13 ~ 17℃	50
	< 13℃ 或 > 17℃	0
年降雨总量 $P_2$	1 200 ~ 1 500 mm	100
	1 500 ~ 1 800 mm	60
	1 000 ~ 1 200 mm	30
	< 1 000 mm 或 > 1 800 mm	0
土壤类型 $P_4$	红壤	100
	黄壤、砖红壤	80
	紫色土	60
	其他土壤类型	0
高程 $P_5$	1 400 ~ 1 800 m	100
	1 800 ~ 2 100 m	80
	1 000 ~ 1 400 m	60
	500 ~ 1 000 m	30
	< 500 m 或 > 2 100 m	0
土地利用类型 $Q_8$	耕地	100
	草地	60
	林地	30
	其他土地利用类型	0

表2 因子的权重

Tab.2 Weight of factors

评价内容	评价因素	评价因子	因子权重
自然立地条件	气候	年平均气温	0.15
		年降雨总量	0.07
		年平均相对湿度	0.08
	土壤	土壤类型	0.10
		地形	高程
灌溉水源条件	灌溉水源	坡度	0.08
		距灌溉水源地距离	0.09
		距省级行政中心距离	0.04
城镇影响度	城镇影响度	距地级行政中心距离	0.03
		距县级行政中心距离	0.03
		距高速公路距离	0.06
规模生产便利条件	道路通达度	距国道距离	0.05
		距省道距离	0.03
		土地利用现状	土地利用类型

市(州)土地总面积的比例大于1%的主要有普洱市、西双版纳傣族自治州、临沧市、文山壮族苗族自治州、保山市和玉溪市。

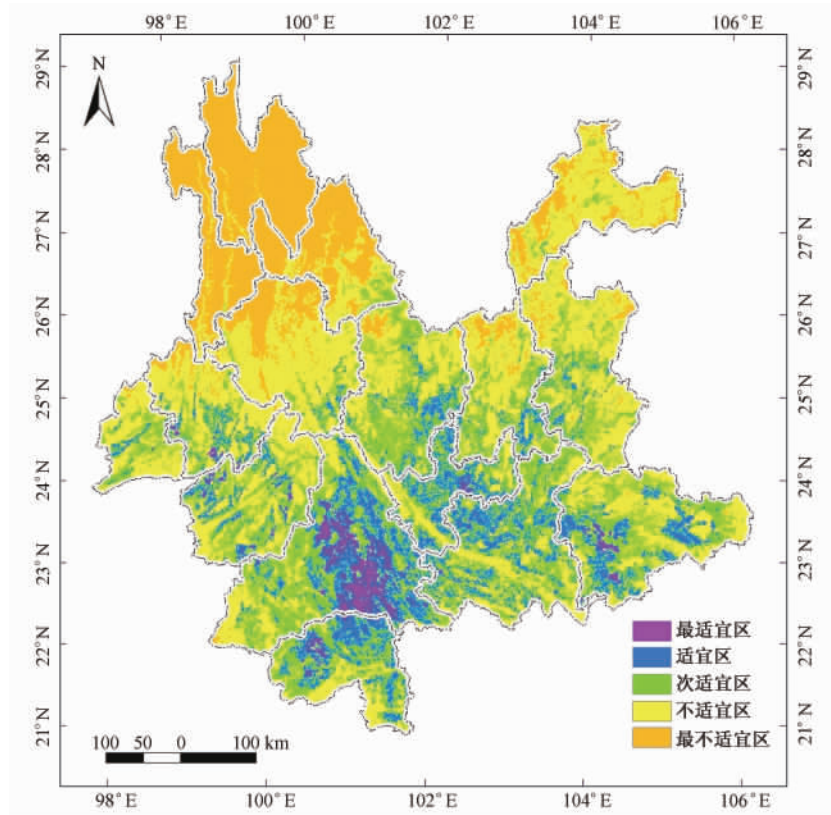


图4 适宜性等级分布

Fig.4 Distribution of suitability grade

在云南省各市(州)普洱茶产量数据缺乏的情况下,选取最适宜区面积占土地总面积的比例大于1%的6个市(州)的茶叶总产量对评价结果作进一步探讨。这6个市(州)适宜大规模种植普洱茶树的面积比例较大,且其中的普洱市、临沧市、西双

版纳傣族自治州是当前公认的普洱茶主产区,其普洱茶产量是各自市(州)茶叶总产量的主要组成部分。这6个市(州)普洱茶树最适宜种植区的面积比例和茶叶产量比例如图6所示。其中,为消除市场因素对茶叶产量的波动影响,茶叶产量取自1997—

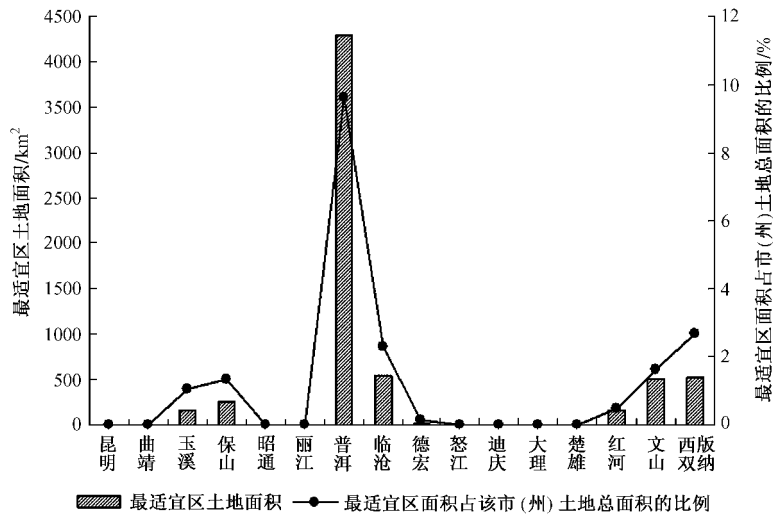


图 5 最适宜区的面积与比例

Fig. 5 Area and proportion of the most suitable regions

2005 年间的多年平均值。

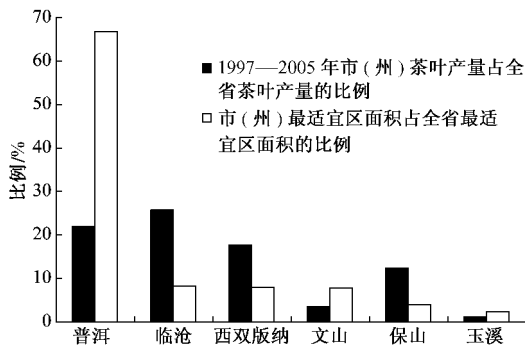


图 6 最适宜区面积比例与茶叶产量比例

Fig. 6 Proportion of area and yield of tea in the most suitable regions

分析图 6 发现,普洱市、文山壮族苗族自治州和玉溪市的最适宜区面积比例均高于各自的茶叶产量比例,这 3 个市(州)的普洱茶树生长种植还存在较大的潜力和发展空间,其中尤以普洱市为最;而保山市、西双版纳傣族自治州和临沧市的最适宜区面积比例则低于茶叶产量比例。分析其原因可能是:1)在非普洱茶主产区(如保山市),普洱茶产量占全省普洱茶产量的比例低于其茶叶总产量占全省茶叶总产量的比例;2)在普洱茶主产区(如西双版纳傣族自治州和临沧市),已经具备了较好的普洱茶产业发展基础,故而收获了相对较高的茶叶产量。

从总体上看,适宜性评价结果大体反映了云南省内不同空间位置普洱茶树大规模种植用地的适宜性差异。最适宜区多具有热量丰富、雨量充沛、湿度大、雾露多、土壤有机质含量丰富、保水透气性好等特点。可见,自然立地条件是决定普洱茶品质及其价值的至关重要因素。云南省气候类型独特、地貌类型复杂、酸性土壤发育良好,为普洱茶树的生长提

供了得天独厚的自然立地环境,普洱茶是云南特有的地理标志产品。

### 4 结论与讨论

1) 本文利用气候观测、DEM、遥感影像等多源数据,基于 GIS 技术,结合栽培型普洱茶树规模化生产的实际需要,综合考虑影响其生长的自然立地条件和影响其生产流通的便利条件,建立适宜性评价模型,在云南全省内对栽培型普洱茶树大规模种植用地进行适宜性评价,统计适宜地区的土地数量,并分析其空间分布规律。该方法能够定量、直观地获取适宜区的数量与空间信息,可操作性较强,具有一定的推广应用价值;同时弥补了以往相关研究大多局限于云南省个别市、县局部地区,且仅从自然立地条件考虑适宜性的不足,可为大规模推广种植普洱茶树提供科学决策依据。

2) 评价结果中,普洱茶树大规模种植用地最适宜区约有 95.3% 的土地利用类型为林地,较为合理;评价结果划分的普洱茶树大规模种植用地最适宜区与前人研究分析的普洱茶主产区分布情况基本相符,具有一定的可信度。

3) 从总体上看,云南省内共有面积约为 6 400 km<sup>2</sup>、占全省土地总面积 1.68% 的土地比较适宜种植普洱茶树。这些区域大多集中分布于滇南地区,滇东南、滇西和滇中等地亦有少量分布。其中,普洱市、文山壮族苗族自治州和玉溪市普洱茶树生长种植的发展潜力相对较大(尤以普洱市为最),需加大这些地区的栽培型普洱茶树的种植生产力度,抓好现代茶园建设,夯实其普洱茶产业的发展基础。当前主产区中的西双版纳傣族自治州和临沧市已较好地发掘了普洱茶生产的潜力,应大力推动普洱茶消

费,积极做好茶叶质量品牌的相关工作。

4)自然立地条件是决定普洱茶树生长种植的至关重要因素。云南省降水资源丰富、干湿季节分明、地形复杂而独特、酸性土壤发育良好,为普洱茶树的生长提供了良好的生态环境条件。普洱茶是云南特有的地理标志产品。

5)本研究目前主要还侧重于评价方法的探讨,由于数据精度和分辨率的限制,评价结果的准确性还存在进一步提高的空间。此外,GIS技术运用于土地评价中通常存在地理表达与真实之间的差别,这是评价过程中无法回避的事实。在各个评价流程中,应严格控制引起GIS不确定性的源头,如GIS来源数据的统一性等,应尽可能提高GIS数据的质量,减小评价结果的不确定性。

#### 参 考 文 献

- [1] 丁俊之. 论茶叶在当代饮料中的地位及大趋势——21世纪的饮料将是茶的世界[J]. 农业考古, 2001(4): 241-244.
- [2] 王美津. 普洱茶文化之旅·临沧篇[M]. 昆明: 云南人民出版社, 2006.
- [3] 普洱市茶叶协会. 普洱 Q065—2007 普洱市茶叶企业标准——云南大叶种晒青茶生产技术规程[S]. 普洱: 普洱市茶叶协会, 2007.
- [4] 周红杰, 秘鸣, 韩俊, 等. 普洱茶的功效及品质形成机理研究进展[J]. 茶叶, 2003, 29(2): 75-77.
- [5] 吕海鹏, 谷记平, 林智, 等. 普洱茶的化学成分及生物活性研究进展[J]. 茶叶科学, 2007, 27(1): 8-18.
- [6] 丁俊之. 普洱茶的和谐健康可持续发展之道(上)[J]. 茶世界, 2007(3): 27-31.
- [7] 熊昌云, 彭远菊. 普洱市普洱茶产业现状与发展策略分析[J]. 茶叶, 2007, 33(3): 165-168.
- [8] 沈培平. 普洱茶大趋势之我见[J]. 普洱, 2008(2): 18-22.
- [9] 沈培平. 走进茶树王国[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2008.
- [10] 阮殿蓉. 普洱茶再发现[M]. 昆明: 云南人民出版社, 2007.
- [11] 曹潘荣. 普洱茶品质的地域性差异分析[J]. 广东茶业, 2007(6): 13-15.
- [12] 滇濮茶人. 中国普洱茶[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006.
- [13] 王桂芝. 基于GIS的土地适宜性评价模型研究——以三亚市热作土地为例[J]. 中国土地科学, 1996, 10(5): 40-44.
- [14] 李家永, 游松才, 冷允法, 等. GIS支持的县级区域开发与规划的土地资源评价——以江西省泰和县为例[J]. 地域研究与开发, 1996, 15(1): 8-13.
- [15] 张金霞. GIS在土地适宜性评价中的应用[J]. 资源·产业, 2004, 6(5): 27-29.
- [16] 刘长胜, 卢伟, 金晓斌, 等. GIS支持下土地整理中未利用地适宜性评价——以广西柳城县为例[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(4): 333-337.
- [17] 徐梦洁, 梅艳, 宋奇海. 国内基于GIS的土地评价研究进展[J]. 土壤, 2007, 39(4): 503-508.
- [18] 吴勤书, 吴国平, 宋崇辉, 等. 基于GIS的城市化背景下的村域农用地评价[J]. 现代测绘, 2007, 30(2): 3-6.
- [19] 俞艳, 何建华, 袁艳斌. 土地生态经济适宜性评价模型研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2008, 33(3): 273-276.
- [20] 刘纪远, 张增祥, 庄大方, 等. 20世纪90年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析[J]. 地理研究, 2003, 22(1): 2-12.
- [21] 胡云锋, 刘纪远, 庄大方, 等. 20世纪90年代内蒙古自治区土地利用动态与风力侵蚀动态对比研究[J]. 干旱区环境与资源, 2004, 18(1): 211-219.
- [22] 潘世兵, 王忠静, 孙江涛. 基于GIS的黄河三角洲地下水开发适宜性评价模型[J]. 水文地质工程地质, 2001(6): 33-36.

(责任编辑 冯秀兰)