

万基中,王春晶,韩士杰,等.应用 GIS 和 Maxent 预测南方红豆杉潜在地理分布及其保护建议[J].江苏农业科学,2014,42(7):349-352.

# 应用 GIS 和 Maxent 预测南方红豆杉 潜在地理分布及其保护建议

万基中<sup>1</sup>,王春晶<sup>1</sup>,韩士杰<sup>2</sup>,于景华<sup>1</sup>

(1. 森林植物生态学教育部重点实验室/东北林业大学,黑龙江哈尔滨 150040; 2. 中国科学院沈阳应用生态研究所,辽宁沈阳 110016)

**摘要:**预测物种潜在地理分布在保护生物学中发挥着重要的作用。利用影响物种分布的环境因子,通过 GIS 和 Maxent 模拟南方红豆杉的潜在地理分布,结合 Google Earth 对其潜在地理分布进行观测,并针对涉及到物种潜在分布区的省(自治区)和保护区进行有效分析,评价这些地区对南方红豆杉的保护能力。经过研究发现,南方红豆杉的潜在地理分布区主要在我国华南大部分地区,西南地区有少量分布。浙江和湖南两省潜在地理分布面积较大,其中湖南省南方红豆杉较多分布在保护区内。通过总结过去的相关研究,并在此基础上进行 GIS 分析,丰富其内容,特别是在野生濒危植物保护方面。

**关键词:**Maxent;GIS;南方红豆杉;保护区;Google Earth;潜在地理分布

**中图分类号:**S127 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2014)07-0349-03

南方红豆杉属于红豆杉科、红豆杉属常绿乔木,是我国特有一级保护濒危植物,主要分布于长江流域、南岭山脉及其以南各省的山地中,是集观赏、药用和材用为一体的重要资源植物。如今,南方红豆杉的保护形势已迫在眉睫<sup>[1]</sup>。目前,地理信息系统(GIS)已经为野生濒危植物保护提供了良好的分析环境。利用物种分布模型模拟物种潜在地理分布又成为保护濒危物种必不可少的手段<sup>[2]</sup>,殷晓洁等对辽东栎和蒙古栎的潜在地理分布及其影响因子进行了模拟,但只分析了分布地区和气候影响的阈值,没有对其分布的省(自治区)和保护区进行评估<sup>[3-4]</sup>。本文通过 Maxent 模型与 GIS 相结合的手段<sup>[5]</sup>,利用物种分布区和生长环境模拟南方红豆杉潜在地理分布,探讨影响分布的因素,探究濒危物种的潜在地理分布及其保护建议<sup>[6-7]</sup>。GIS 和 Google Earth 相结合,提取南方红豆杉在各个省市和保护区的潜在地理分布信息,进一步了解南方红豆杉潜在生境的情况,讨论分布热点的省份和保护区,为未来植物区系调查、野生植物科学管理、生物多样性及其资源保护提供了参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 物种分布数据采集

南方红豆杉分布数据主要从以下 4 个途径获得:(1)中国科学院植物研究所标本馆提供的标本资料,102 条;(2)各地方植物志的南方红豆杉分布资料,147 条;(3)GBIF 数据库(<http://www.gbif.org/>),7 条;(4)中国知网(<http://www.cnki.net/>)查到相关文献,159 条<sup>[8]</sup>。通过 Google Earth 和

Arcgis10.0 软件提取上述 4 个资料源的各个地区几何中心点坐标,输入至 Excel,保存成 CSV 格式,剔除极其相似的地理数据,保证并且每个分布点都有确切的经纬度,最终得到南方红豆杉的分布点共 384 个。物种分布点基于的中国矢量地图为 1:400 万,来源于国家基础地理信息系统(<http://ngcc.sbsm.gov.cn/>),中国保护区地图下载于 [www.wdpa.org](http://www.wdpa.org)。

### 1.2 环境因子数据获取

地上环境因子数据主要是气候数据。气候数据主要下载于 Worldclim 免费提供的生物数据([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)),下载 19 个影响生物分布的气候因子作为地上环境因子数据,分辨率为 2.5 arcmin,这些数据主要是温度和降水指标。地下部分数据主要是土壤性质数据,来自于联合国粮食与农业组织([www.fao.org](http://www.fao.org))。上述环境因子见表 1。

### 1.3 软件来源

Arcgis 10.0 由美国 ESRI 公司开发;Diva-gis 由 <http://www.diva-gis.org/> 免费下载;Maxent 3.3.3e 由 <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/> 免费下载;Google Earth 由美国谷歌公司开发。

### 1.4 研究方法

Maxent 模型是以最大熵理论为基础,根据物种存在信息,从符合条件的分布信息中选择熵最大的分布区域,作为模拟的最优分布,进而建立潜在地理分布图层将南方红豆杉分布记录数据(CSV 格式)和环境变量数据(ASC II 格式)导入 Maxent 软件中,随机选择 75% 的分布点作为训练子集(随机抽取整个数据的 75% 作为训练子集),来获取建立最大熵模型的参数,25% 作为测试子集(余下的 25%),用来验证模型的准确性。环境参数中设置为获取刀切法来获得每个环境因子的重要性,其他参数为软件默认参数。我们将适应区分为 4 个梯度:不分布区(0~0.25),较差分布区(0.25~0.5),适宜分布区(0.5~0.75),最佳分布区(0.75~1)。通常采用接受者操作特性曲线(ROC)分析法检验模型精度,ROC 曲线下的面积(AUC)值的大小来判断模型的准确度。AUC 值的评

收稿日期:2013-10-29

基金项目:东北森林植物种质资源专项调查(编号:SB2007FY001)。

作者简介:万基中(1988—),男,硕士,从事基于 GIS 的野生植物保护与利用。E-mail: yw229628927@163.com。

通信作者:于景华,副教授,硕士生导师,从事野生植物保护与利用。

E-mail: yujinghua508@163.com。

表 1 环境变量

气候变量	因子说明	土壤变量	因子说明
Bio1	年平均气温	Nutrient availability	养分有效性
Bio2	昼夜温差均值	Nutrient retention capacity	营养保留能力
Bio3	昼夜温差与年温差比值	Oxygen availability to roots	对根的可用供氧量
Bio4	温度变化方差	Rooting conditions	生根条件
Bio5	最热月份最高温	Toxicity	毒性
Bio6	最冷月份最低温	Workability	机械适应率
Bio7	年温度变化范围	Excess salts	盐碱性
Bio8	最湿季度平均温度		
Bio9	最干季度平均温度		
Bio10	最热季度平均温度		
Bio11	最冷季度平均温度		
Bio12	年平均降水		
Bio13	最湿月份降水		
Bio14	最干月份降水		
Bio15	降水变化方差		
Bio16	最湿季度降水		
Bio17	最干季度降水		
Bio18	最热季度平均降水		
Bio19	最冷季度平均降水		

估一般标准为:预测较差(0.5~0.6),预测一般(0.6~0.7),预测较准确(0.7~0.8),预测很准确(0.8~0.9),预测极准确(0.9~1)<sup>[5]</sup>。

通过 Arcgis10.0 空间分析模块进行区域统计,分别提取各省市和保护区南方红豆杉的潜在地理分布数据,将 Maxent 所得到 ASC II 文件通过 Diva-gis 软件输出为 Google Earth 支持的 KMZ 文件,通过 Google Earth 分析潜在地理分布的真实情况。

2 结果与分析

2.1 潜在地理分布预测结果

本次模型的训练 AUC = 0.969,测试 AUC = 0.965,表明预测效果理想<sup>[3-4]</sup>。由图 1、图 2 可知,南方红豆杉广泛分布于中国的中南部,最佳分布区面积浙江省最大,福建省次之,安徽、重庆、广西、湖北、江西和湖南等省(区)较小;适宜分布

区面积湖南省最大,江西、福建、浙江较大,四川、贵州、陕西、安徽、重庆、广东、广西、湖北、浙江、福建等省(区)次之,云南、台湾、甘肃等省份最小。这与我国南部较大面积的潜在地理分布相比,我国实际保护区的保护面积显得明显不足,如浙江省只有凤阳山、乌岩岭、九龙山 3 个保护区覆盖了南方红豆杉潜在地理分布,保护面积仅 351.31 km<sup>2</sup>,这与浙江省最佳分区面积相差很大;湖南省保护区没有覆盖最佳分布区,但有大面积的适宜分布区,张家界、索溪峪、永州都、八大公山共覆盖 5 010.79 km<sup>2</sup> 的适宜分布区,尤其张家界,覆盖了 3 254.24 km<sup>2</sup> 适宜分布区,这些都为保护野生南方红豆杉创造了有利的条件,此外安徽的清凉峰和广西的猫儿山也有最佳分布区覆盖(图 1)。

Google Earth 可以清晰地看出南方红豆杉潜在地理分布的真实情况。图 3-a 表示潜在分布区由沿海地区向内陆地区延伸,南方红豆杉的适应性有逐渐减小的趋势。从图 3-b

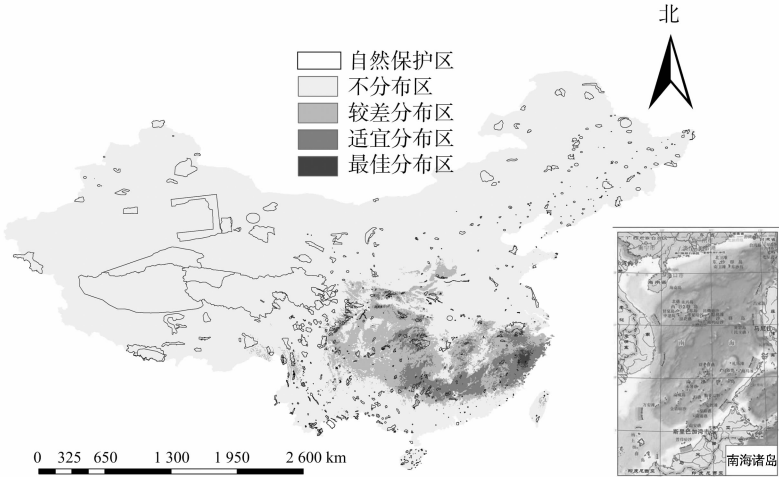


图1 南方红豆杉潜在地理分布

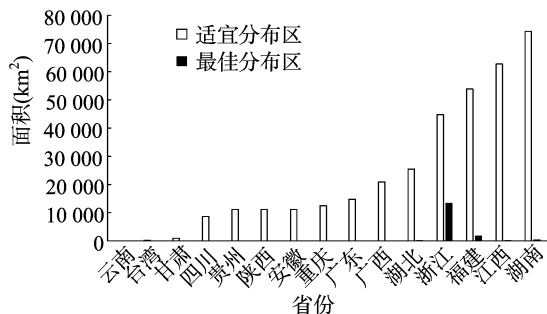
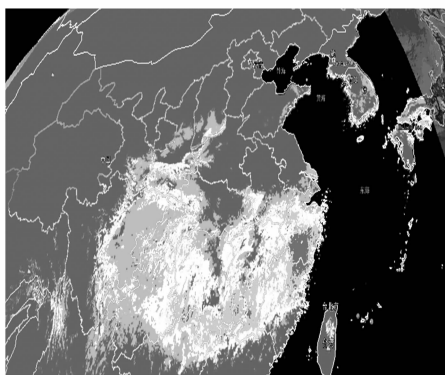
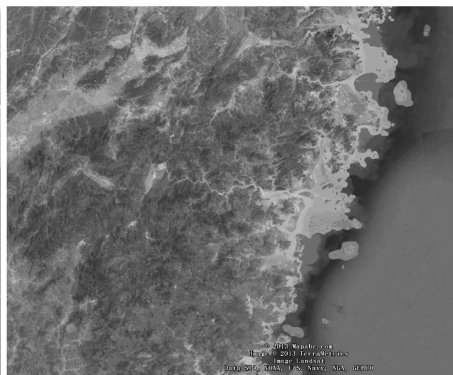


图2 重点省(自治区)潜在地理分布面积统计

可以看出,南方红豆杉潜在分布区在浙江省的地形条件,这给我们选择迁地就地保护和人工培育选址提供了有效的借鉴;利用 Google Earth 可以对物种潜在地理分布进行更加细致的



a. 中国南方红豆杉潜在地理分布



b. 浙江省南方红豆杉潜在地理分布(a)



c. 浙江省南方红豆杉潜在地理分布(b)



d. 潜在分布边缘地区

图3 Google Earth 观测情况

### 3 结论与讨论

利用 GIS 的定量分析,使评价过程更加系统化、立体化<sup>[1-3]</sup>。我们使用 GIS 中的空间分析技术,对南方红豆杉的潜在地理分布信息进行了有效的提取,再通过 Google Earth 进行展示,使其研究结果更加真实。将 GIS 与 Maxent 结合起来,对于我国过去相关研究来说,是一个很好的补充,特别是应用于野生濒危植物保护方面<sup>[6]</sup>。从图 1 可以看出,通过 Maxent 模拟所得的南方红豆杉潜在地理分布,南方红豆杉主要集中在我国华南和西南部分省(自治区),其中浙江省最佳分布区的覆盖面积最大,湖南省适宜分布区面积最大(图 2),以这两个省为主,可以加强省内南方红豆杉人工种植,使其经

模拟,甚至可以对小地区的生境破碎化的现象进行讨论。图 3(3)表示,最佳分布区并不是十分连贯,有生境破碎化的现象。从图 3 我们观察到南方红豆杉潜在地理分布区与不分布地区的交错地带情况十分复杂。

#### 2.2 影响潜在地理分布环境因子分析

Maxent 的刀切法可以对每一个环境因子应用刀切法分析,判断不同环境因子对南方红豆杉潜在地理分布的影响。地下部分对物种潜在地理分布的影响效果并不是特别理想,地上部分,影响效果十分明显,其中最冷季度平均温度、最冷月份最低温度、最干季度平均温度对潜在地理分布有较为明显的作用。根据 Maxent 结果,当最冷月份的最低温度、最干季节平均温度、最冷季度平均温度分别达到 0、10、8 °C 时,存在南方红豆杉的概率越大,说明对其潜在地理分布影响最大。

济价值最大化。对于野生南方红豆杉的保护,浙江省已有大面积南方红豆杉繁育基地,其他地区可以借鉴学习。从对重点保护区的分析来看,我们发现针对南方红豆杉地理分布的保护区很少,只有张家界、索溪峪、永州都、八大公山、凤阳山、乌岩岭、九龙山等几处能达到保护南方红豆杉的目的,这和我们庞大的保护区体系相比较,远远不够(图 1)。所以,为南方红豆杉建立有效的保护地,可以作为未来的研究方向。这不仅应用于南方红豆杉的保护,更可以应用在保护其他濒危植物上。

影响南方红豆杉分布的因素主要是气候因素,所以,我们不论是进行就地保护还是迁地保护,首先要对当地的气候条件进行监测。对于最佳分布区和适宜分布区,我们需要在部

楚纯洁, 鲁迪, 吕珍珍. 豫西山地丘陵区生态脆弱性动态变化——以河南省新安县为例[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(7): 352–355.

# 豫西山地丘陵区生态脆弱性动态变化 ——以河南省新安县为例

楚纯洁<sup>1,2</sup>, 鲁迪<sup>1</sup>, 吕珍珍<sup>1</sup>

(1. 平顶山学院资源与环境科学学院, 河南平顶山 467000; 2. 陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西西安 710119)

**摘要:**以河南省新安县为例, 通过筛选环境脆弱因子, 从成因与结果表现 2 个方面建立评价指标体系, 通过集对分析法分析了 1998—2009 年豫西山地丘陵区的生态脆弱性。结果发现, 1998—2009 年, 新安县生态脆弱性呈下降趋势, 由 2003 年之前的高度脆弱降低为之后的轻—中度脆弱, 生态环境质量趋于改善。豫西山地丘陵区的特殊气候条件和灾害性天气、不利的地质地貌因素等自然因素以及森林植被破坏等人为活动因素是增大地区生态脆弱性的主要原因, 而 2001 年以来实施的一系列林业生态工程建设以及生态治理与修复则是促进生态系统趋于稳定的重要原因。

**关键词:**生态脆弱性; 集对分析; 山地丘陵区; 新安县

**中图分类号:** X826 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2014)07–0352–04

随着全球环境变化影响研究的加强, 有关生态脆弱性及其脆弱性评估、脆弱生态环境的可持续性管理、受损生态环境的恢复重建等研究逐渐成为全球性研究热点, 且其研究内容不断扩展, 应用领域日趋广泛并呈现学科综合化的趋势<sup>[1–2]</sup>。近年来, 生态脆弱性评价在满足自然资源开发利用、土地资源评价、社会经济可持续发展等方面发挥了积极作用, 但我国的生态脆弱性研究实证区域主要集中于西北干旱区、北方农牧交错带、南方丘陵区、西南喀斯特地区和青藏高原寒区等 5 个区域<sup>[2–7]</sup>。河南山地丘陵主要分布于豫北、豫西和豫南地区, 其中山地 4.4 万 km<sup>2</sup>, 占全省土地面积的 26.6%, 丘陵 3 万 km<sup>2</sup>, 占 17.7%, 且大多数低山丘陵区是林、矿、水力资源富集的区域, 开发强度大, 对生态环境破坏较重。近年来, 许

多学者从不同角度对我国山地丘陵区的生态环境问题进行了研究, 但主要集中在低山丘陵区土地利用景观格局变化及驱动力<sup>[8–9]</sup>、低山丘陵森林植被次生演替模式与生态恢复重建<sup>[10]</sup>、低山丘陵地区的土壤侵蚀及水土保持研究<sup>[11–12]</sup>等方面, 而针对河南省低山丘陵区生态脆弱性的评价尚不多见<sup>[13]</sup>。新安县地处豫西典型的低山丘陵区, 本研究拟采用集对分析法对该区域生态脆弱性进行评估, 以期对低山丘陵区的生态治理规划与可持续发展提供科学依据。

## 1 研究区概况

新安县位于河南省西部, 地理坐标介于 111°53′~112°19′E、34°36′~35°05′N 之间, 总面积 1 160.3 km<sup>2</sup>。境内地形复杂, 地势自西北向东南降低, 山地、丘陵分别占全县总面积的 19.2%、71.8%。气候属北暖温带大陆性季风气候, 年均降水量 646.3 mm, 气温 14.2℃, 日照时数 2 186.9 h, 无霜期 216 d。截至 2009 年底, 全县总人口 53 万余人, 其中农业人口 41 万人, 城镇人口 12 万人。新安县近年经济发展迅速, 基本上形成了以能源、铝业、建材、化工和机械加工制造为

收稿日期: 2014–03–04

基金项目: 河南省科技计划项目(编号: 122102310652); 河南省教育厅科技研究重点项目(编号: 12B210020)。

作者简介: 楚纯洁(1978—), 男, 河南叶县人, 博士, 副教授, 主要从事自然地理、生态环境演变及质量评价研究。E-mail: zcfecj@163.com。

分地区划分保护小区, 进行有效的就地保护, 不仅如此, 这些地区也是迁地保护的适宜地区<sup>[1,6–8]</sup>。我们需要扩大其保护区的面积, 使南方红豆杉的各个种群连接起来, 促进其种间交流, 避免生境破碎化对南方红豆杉种群造成的不利影响, 增加其种群的稳定性<sup>[7–8]</sup>。对于迁地保护来说, 基本可以运用本研究的方法, 利用 Google Earth 对潜在地理分布进行初步评估, 将迁地保护的区域划分到适宜区域(图 3)。由于 Maxent 模拟出来的结果是针对大尺度的我国地区, 如果单纯从图层中进行划分, 未免过于草率。本研究改进了过去我国对于潜在分布的研究成果, 利用 GIS 和 Google Earth 相结合的方法对潜在地理分布地区进行进一步的评估。

## 参考文献:

[1] 茹文明, 张金屯, 张峰, 等. 濒危植物南方红豆杉濒危原因分析

[J]. 植物研究, 2006, 26(5): 624–628.

[2] 徐晓婷, 杨永, 王利松. 白豆杉的地理分布及潜在分布区估计[J]. 植物生态学报, 2008, 32(5): 1134–1145.

[3] 殷晓洁, 周广胜, 隋兴华, 等. 辽东栎林潜在地理分布及其主导因子[J]. 林业科学, 2013, 49(8): 10–14.

[4] 殷晓洁, 周广胜, 隋兴华, 等. 蒙古栎地理分布的主导气候因子及其阈值[J]. 生态学报, 2013, 33(1): 103–109.

[5] 许志东, 丁国华, 刘保东, 等. 假苍耳的地理分布及潜在适生区预测[J]. 草业学报, 2012, 21(3): 75–83.

[6] 李先琨, 黄玉清, 苏宗明. 南方红豆杉群落主要树木种群间联结关系初步研究[J]. 生态学杂志, 1999, 18(3): 11–15.

[7] 王利松, 陈彬, 纪力强, 等. 生物多样性信息学研究进展[J]. 生物多样性, 2010, 18(5): 429–443.

[8] 杨相甫, 李景原, 王太霞, 等. 河南红豆杉属植物地理分布初探[J]. 河南师范大学学报: 自然科学版, 2000, 28(1): 72–74.