

## 基于 DEM 的地形与优势树种 (组) 关联分析

肖文杰, 唐雪海, 黄庆丰\*, 吴平, 朱丹青

(安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036)

**摘要:** 以 ArcGIS、Geoway 等软件为数据平台, 以 SPOT5 遥感影像为数据源, 对安徽省休宁县岭南林场 5 幅 1:10000 地形图进行等高线地形数据和林地小班矢量化, 建立数字高程模型 (DEM) 和优势树种 (组) 专题图层, 进行地形分析及地形与优势树种 (组) 关联分析。结果表明, 岭南林场海拔主要在 300~800 m 范围内, 坡度主要是陡坡和急坡, 坡向面积最大的是南坡。林场总体造林作业难度较大, 生态脆弱性等级较高; 森林资源主要集中在 300~800 m 的区域内, 天然黄山松林、栎类林主要分布在 800 m 以上, 硬阔天然林主要分布在 800 m 以下; 松类和栎类主要分布在 25° 以上的坡度范围内, 天然枫香林主要分布在陡坡和急坡; 松类集中分布在阳坡和半阳坡, 天然硬阔、栎类、枫香林主要分布在阴坡和半阴坡。

**关键词:** 数字高程模型 (DEM); 地形分析; 优势树种 (组); 关联分析; 岭南林场

中图分类号: S757

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2015)01-0050-06

### Correlation analysis between topography and dominate tree species (group) based on DEM

XIAO Wenjie, TANG Xuehai, HUANG Qingfeng, WU Ping, ZHU Danqing

(School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

**Abstract:** Using ArcGIS and Geoway softwares as the data collecting and processing platforms and the SPOT5 remote sensing images as the data source, the digital elevation model (DEM) and dominate tree species (group) maps were built based on the vectorization data of the contour terrain and the sub-compartment boundary from five topographic maps (1:10000) of Lingnan forest-farm in Xiuning of Anhui province to analyze the terrain and its correlation with dominate tree species (group). The results showed: the overall elevation of Lingnan forest-farm is mainly in the range of 300-800 meters. Most of slopes are steep or urgent slopes. The area of southern slopes is the largest among nine slope-aspects. The afforestation operation of the forest-farm is difficult and the ecological fragility level is relatively high. The forest resources are mainly distributed within the altitude of 300-800 meters. Natural *Pinus taiwanensis* and *Quercus* forests are mainly distributed above 800 meters altitude. Natural hard broadleaved forests are mainly distributed below 800 meters altitude. Conifer and *Quercus* forests are mainly distributed in the area with > 25 degrees of slope. Natural *Liquidambar formosana* forests are mainly distributed in the steep and urgent slopes. Most pine forests are distributed over the sunny and half sunny slopes. Natural hard broad-leaved, *Quercus*, and *Liquidambar formosana* forests are mainly distributed over the shade and half-shade slopes.

**Key words:** digital elevation model (DEM); terrain analysis; dominate tree species (group); correlation analysis; Lingnan forest-farm

地形因子通过控制环境中的光照、热量、水分、土壤养分等资源的再分配而成为森林生长和分布最重要的环境因子<sup>[1]</sup>。地形因子中, 海拔、坡度和坡向因子是森林资源规划调查中最常用的的 3 个因子, 也是研究树种生长习性与环境之间关联性的常

用因子<sup>[2-3]</sup>, 所以地形分析的重要性不言而喻。由于森林多处于交通不便捷的区域, 再加上地形地貌复杂, 进行调查的危险性、限制性、难度性都很大, 造成所得结果准确性及针对性相对不足<sup>[4-5]</sup>。数字高程模型 (DEM) 作为空间数据库的某个特定结构的

收稿日期: 2014-03-28

基金项目: 国家自然科学基金 (31070569) 资助。

作者简介: 肖文杰, 硕士研究生。E-mail: xwj1990421@qq.com

\* 通信作者: 黄庆丰, 教授。E-mail: huangqf@ahau.edu.cn

数据集合<sup>[6]</sup>, 是 GIS 空间分析的重要基础, 许多 GIS 空间分析是基于 DEM 上的高程信息, 从中可以自动提取多种因子, 能对地面形态进行分析, 具有快速、科学、客观等特点, 可以部分取代传统作业中繁杂的野外实地观测, 因此成为资源和环境信息系统中不可缺少的组成部分, 在地理信息系统的应用研究中具有重要的意义<sup>[7-9]</sup>。DEM 结合遥感技术可以实现地形属性与树种分布关联, 对研究树种习性与地形之间的关联具有重大的意义, 已在林业领域发挥着越来越大的作用<sup>[10]</sup>。作者以安徽省休宁县岭南林场为研究对象, 通过 ArcGIS 和 Geoway 等软件对林场地形和森林资源空间数据进行采集和分析, 评价林场作业条件难易性, 探讨森林资源分布与地形因子的空间关联性, 为造林树种选择等提供依据。

## 1 研究地区自然概况

岭南国有林场地处安徽省休宁县最南端, 位于东经 119°10′~119°20′, 北纬 29°23′~29°05′。土壤类型主要为黄壤、山地黄壤、山地黄棕壤土。区内最高海拔 1208 m, 最低海拔 214 m, 平均海拔 513 m, 属于低山丘陵地貌; 亚热带季风气候, 四季分明, 温暖湿润, 年平均温度为 16.2℃, 绝对最高温和最低温分别为 39.2℃、-8.1℃, 年平均降水量 1800~2200 mm, 相对湿度>78%, 无霜期 220 d。林场内植物资源丰富, 地带性植被为亚热带常绿阔叶林, 主要组成树种有青冈栎 (*Cyclobalanopsis glauca*)、苦槠 (*Castanopsis sclerophylla*)、甜槠 (*Castanopsis eyrei*) 等, 具有我国亚热带南北植物分布最典型的过渡地带特征<sup>[11]</sup>。人工林主要造林树种有马尾松 (*Pinus massoniana*)、杉木 (*Cunninghamia lanceolata*)、枫香 (*Liquidambar formosana*) 和麻栎 (*Quercus acutissima*) 等。

## 2 研究方法

### 2.1 数据源和软件环境

主要数据源包括 5 幅岭南林场 1:10000 地形图及小班区划图、同期 SPOT5 遥感影像; 地形及森林资源空间数据采集, 地形因子分析以及地形与森林资源空间分布叠加分析等平台均为 ArcGIS10.0, 数据质量检测平台为 Geoway3.5。

### 2.2 空间地形分析

将矢量化的 1:10000 地形图数据导入 ArcGIS10.0, 利用其空间分析模块生成空间三角网 (TIN) 和数字高程模型 (DEM) 图层, 在此基础上提取海拔、坡度、坡向等地形因子。按照《安徽

省森林资源调查技术规程》将海拔分为 5 个高程带, 坡度分为 6 个等级, 坡向分为 9 个坡向, 进行海拔、坡度、坡向地形分析, 并生成地形因子专题图。

### 2.3 森林资源空间数据的采集

以 5 幅岭南林场 1:10000 小班地形图, 2009 年森林资源二类清查数据及小班调查卡片, 辅以同期 SPOT5 遥感影像, 在 ArcGIS 软件环境下进行森林资源空间数据 (小班边界) 矢量化采集, 在 Geoway 中进行质检后与小班属性表进行连接, 建立森林资源空间数据库 (小班图层)。

## 3 结果与分析

### 3.1 地形因子分析

**3.1.1 海拔分析** 由图 1 和表 1 可知, 岭南林场中部海拔比较低、四周海拔较高。0~300 m、300~500 m、500~800 m 高程带面积分别占总面积的 12.56%、45.22% 和 33.82%, 合计 91.60%; 800~1000 m 低山以及海拔 1000 m 以上的中山区域面积占总面积的 8.40%。由此可见, 岭南林场海拔总体不高, 属于低山丘陵地貌。

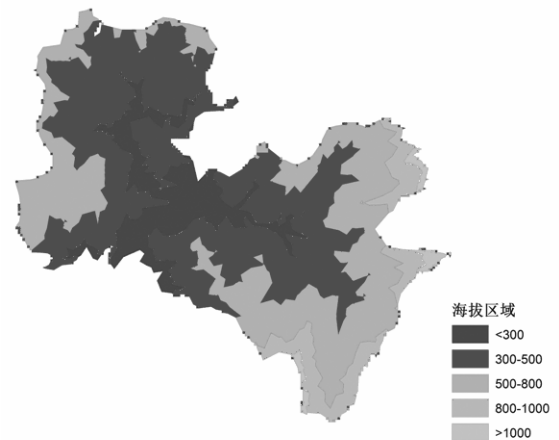


图 1 岭南林场海拔分类及其显示

Figure 1 The elevation classification and the display in Lingnan forest-farm

表 1 岭南林场海拔-面积统计

海拔/m Elevation	面积/hm <sup>2</sup> Area	比例/% Percentage
0~300	493.65	12.56
300~500	1777.48	45.22
500~800	1329.34	33.82
800~1000	284.76	7.24
1000~1208	45.50	1.16
合计 Total	3930.73	100.00

**3.1.2 坡度分析** 由图 2 和表 2 可知, 岭南林场坡度主要是陡坡和急坡, 占总面积的 73.72%, 山势起

伏比较明显;缓坡的土地面积只占 1.59%。坡度的影响主要表现为坡度愈大水分的流失越严重,土壤受侵蚀的可能性就愈大,所以土壤会变得贫瘠和浅薄,从而影响植被的分布<sup>[12]</sup>。一般来说,平坡和缓坡土壤肥沃,水分充足,最适宜树木生长;斜坡、陡坡和急坡的土层厚度、土壤水分含量都依次减弱,树木生长条件较差;而险坡则易发生塌坡和坡面滑动,基岩裸露,树木一般稀疏和低矮。而且如果植被保存不完好的话,会造成严重的水土流失。所以,岭南林场造林经营难度相对较大,同时还必须在森林植被保护面保持高度重视,防止水土流失。

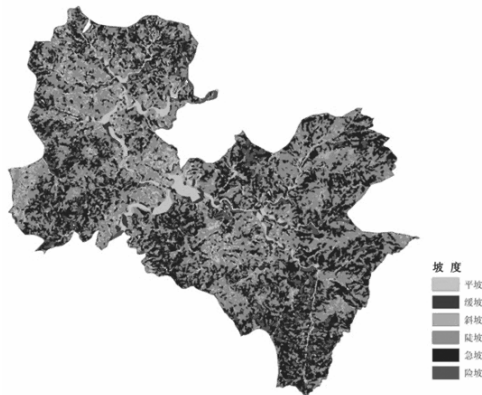


图 2 岭南林场坡度分级及其显示

Figure 2 The slope classification and display in Lingnan forest-farm

表 2 岭南林场坡度-面积统计

Table 2 The slope-area statistics in Lingnan forest-farm

坡度 Gradient	面积/hm <sup>2</sup> Area	比例/% Proportion
平坡 Flat slope	397.04	10.10
缓坡 Gentle slope	62.34	1.59
斜坡 Slope	324.04	8.24
陡坡 Abrupt slope	1432.99	36.44
急坡 Steep slope	1465.90	37.28
险坡 Dangerous slope	249.62	6.35
合计 Total	3931.93	100.00

**3.1.3 坡向分析** 坡向对于山地生态有着较大的作用,山地的方位对日照时数和太阳辐射强度有影响<sup>[13]</sup>,辐射收入南坡最多,其次为东南坡和西南坡,再次为东坡与西坡及东北坡和西北坡,最少为北坡,因此坡向与树种的本身生物特性密切相关,耐阴树种在阴坡生长较好,喜光树种多分布于阳坡。由图 3 和表 3 可知,岭南林场南坡所占面积最大,为 13.14%,西坡、西北坡相对较少,分别占 12.41%、12.58%,北坡和东北坡所占面积最少,仅为 8.66%、9.74%,其他坡向的面积大致相同。

### 3.2 地形与树种(组)的关联分析

**3.2.1 海拔与树种(组)的叠加分析** 由表 4 可知,

岭南林场的森林资源主要集中分布在 300~500 m 和 500~800 m 2 个高程带,面积分别为 1591.07 hm<sup>2</sup> 和 1099.33 hm<sup>2</sup>,合计占林场森林总面积的 74.05%。海拔低于 300 m 天然林和人工林面积占总面积的 2.73%和 5.85%;300~500 m、500~800 m 天然林和人工林面积分别占总面积的 14.82%、28.97%和 18.38%、11.88%;800~1000 m、1000 m 以上的天然林和人工林面积分别占总面积的 12.46%、0.28%和 4.63%和 0。海拔 800 m 以下天然林和人工林面积分别占总面积的 35.93%和 46.70%;800 m 以上天然林面积占总面积的 17.09%,人工林占总面积的 0.28%。可见,人工林主要集中在海拔 800 m 以下,800 m 以上几乎都是天然林。

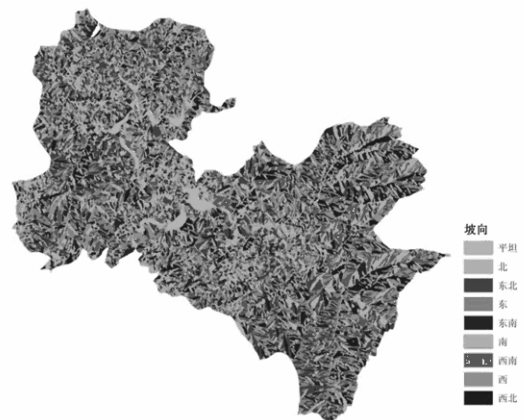


图 3 岭南林场坡向分类及显示

Figure 3 The aspect classification and display in Lingnan forest-farm

表 3 岭南林场坡向-面积统计

Table 3 The aspect-area statistics in Lingnan forest-farm

坡向 Slope-aspect	面积/hm <sup>2</sup> Area	比例/% Proportion
平坦 Flat	422.53	10.75
北 North	340.68	8.66
东北 Northeast	383.13	9.74
东 East	416.35	10.59
东南 Southeast	438.92	11.16
南 South	516.80	13.14
西南 Southwest	431.01	10.96
西 West	487.80	12.41
西北 Northwest	494.71	12.58
合计 Total	3931.93	100.00

松类包括马尾松、湿地松和黄山松,海拔 800 m 以下为马尾松和湿地松,集中分布在海拔 300~800 m 之间,合计面积 1375.71 hm<sup>2</sup>,其中:天然林 725.63 hm<sup>2</sup>,人工林 650.08 hm<sup>2</sup>。海拔 800 m 以上松类面积 79.03 hm<sup>2</sup>,全为天然黄山松林。

表 4 岭南林场海拔与树种(组)叠加统计

Table 4 The overlay statistics of elevation and tree species groups in Lingnan forest-farm

hm<sup>2</sup>

树种(组) Tree species (group)	<300 m		300~500 m		500~800 m		800~1000 m		>1000 m	
	天然 Natural	人工 Artificial	天然 Natural	人工 Artificial	天然 Natural	人工 Artificial	天然 Natural	人工 Artificial	天然 Natural	人工 Artificial
松类 Conifer	66.52	42.82	341.58	464.63	317.54	142.63	64.57		14.46	
杉木 China fir		88.20	5.90	396.36	0.60	208.25		10.09		
栎类 Quercus	4.62		23.51		119.50		327.35		147.00	
枫香 <i>L. formosana</i>		15.57	6.84	43.76	29.39	62.25	1.81			
硬阔 Hard broad-leaved	26.78		117.03		108.12		43.81		0.48	
毛竹 Moso bamboo	0.11	10.67	3.97	26.00	29.86	6.65				
茶叶 Tea		22.72		49.56		4.89				
其它 Others	1.06	32.71	39.69	72.24	62.87	6.79	15.25		6.21	
合计 Total	99.09	212.70	538.52	1052.56	667.87	431.46	452.79	10.09	168.15	
	311.78		1591.07		1099.33		462.88		168.15	

表 5 岭南林场坡度与树种(组)叠加统计

Table 5 The overlay statistics of aspects and tree species groups in Lingnan forest-farm

hm<sup>2</sup>

树种(组) Tree species (group)	平坡 Flat slope		缓坡 Gentle slope		斜坡 Slope	
	天然 Natural	人工 Artificial	天然 Natural	人工 Artificial	天然 Natural	人工 Artificial
松类 Conifer	53.65	56.66	5.20	2.63	67.90	51.17
杉木 China fir	1.43	58.82		4.20	0.93	52.67
栎类 Quercus	21.87		1.40		36.89	
枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	1.35	9.49	0.32	0.31	1.48	13.26
硬阔 Hard broad-leaved	28.80		4.13		21.50	
毛竹 Moso bamboo	4.04	6.15	0.10	1.47	4.40	3.00
茶叶 Tea		15.59		2.01		11.64
其它 Others	6.36	11.64	0.00	1.40	7.40	8.74
合计 Total	117.50	158.36	11.15	12.02	140.49	140.48
	275.86		23.16		280.97	

树种(组) Tree species (group)	陡坡 Abrupt slope		急坡 Steep slope		险坡 Dangerous slope	
	天然 Natural	人工 Artificial	天然 Natural	人工 Artificial	天然 Natural	人工 Artificial
松类 Conifer	311.87	250.84	316.42	253.16	55.44	38.85
杉木 China fir	3.64	285.49	0.51	265.17		40.80
栎类 Quercus	208.51		300.09		59.23	
枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	13.62	53.41	20.07	35.91	1.22	10.16
硬阔 Hard broad-leaved	97.27		123.61		22.44	
毛竹 Moso bamboo	14.49	17.07	10.43	12.43	0.47	3.35
茶叶 Tea		33.25		13.84		0.84
其它 Others	54.09	43.48	53.44	41.53	5.23	5.68
合计 Total	703.49	683.54	824.57	622.04	144.03	99.68
	1387.03		1446.61		243.71	

栎类和硬阔树种多为封山育林形成的天然次生林, 海拔 800 m 以下及以上栎类树种面积分别为 147.63 hm<sup>2</sup> 和 474.35 hm<sup>2</sup>, 占栎类树种面积的 23.73% 和 76.27%, 说明栎类天然次生林主要分布在 800 m 以上。硬阔 800 m 以下及以上面积分别为 251.93 hm<sup>2</sup> 和 44.29 hm<sup>2</sup>, 占硬阔树种面积的 85.05% 和 14.95%, 说明硬阔天然次生林主要分布在 800 m 以下。硬阔多为青冈栎、苦槠、甜槠等常绿阔叶林, 而栎类多为麻栎等落叶林, 因此, 常绿阔叶林和落

叶阔叶林分别具有明显的垂直地带性, 在低海拔为亚热带地带性常绿阔叶林, 随着海拔高度的提高, 其自然植被类型向暖温带落叶阔叶林过渡。

枫香集中分布在海拔 800 m 以下, 天然形成的枫香阔叶林主要在海拔 500~800 m 之间; 海拔 800 m 以下均有人工栽培。毛竹林分布海拔与枫香林相似, 天然起源的毛竹林集中分布在 500~800 m, 而人工栽培的毛竹林多在海拔 500 m 以下。杉木、枫香、茶叶多为人工林, 在海拔 800 m 以下栽培。

**3.2.2 坡度与树种(组)的叠加分析** 由表5可知, 岭南林场的森林资源主要集中分布在陡坡和急坡2个坡度级上, 面积分别为1387.03 hm<sup>2</sup>和1446.61 hm<sup>2</sup>, 合计占林场森林总面积的77.48%。平坡和斜坡上森林面积基本相同, 其中天然林和人工林分别占林场森林总面积的3.21%、4.33%和3.84%、3.84%; 缓坡上森林面积最小, 其中天然林和人工林面积分别占0.30%、0.33%; 陡坡和急坡上天然林和人工林分别占总面积的19.24%、18.69%和22.55%、17.01%; 险坡上天然林和人工林占总面积的3.94%、2.73%。平坡上人工林较多, 缓坡、斜坡和陡坡上的天然林和人工林大致相同, 急坡和险坡上的天然林明显大于人工林。

25°以下松类面积合计237.21 hm<sup>2</sup>, 占松类面积的16.21%; 25°以上松类面积合计1226.58 hm<sup>2</sup>, 占松类面积的83.79%, 其中: 天然林683.73 hm<sup>2</sup>, 人

工林542.85 hm<sup>2</sup>, 分别占松类总面积的46.71%和37.09%, 说明松类树种主要分布在陡坡以上, 且多数是天然形成, 这与坡度和树种生态特性有关, 陡坡至险坡范围造林难度大, 有时伴随土层较薄, 松类由于耐干旱瘠薄常为先锋树种, 因此, 在陡坡以上林地会形成许多松类天然林。栎类在25°以上及以下坡度范围内树种面积分别是567.84 hm<sup>2</sup>和60.17 hm<sup>2</sup>, 分别占栎类树种面积的90.42%和9.58%, 说明栎类主要分布在25°以上的坡度范围内; 硬阔主要分布于25~35°的陡坡和急坡, 共占硬阔树种总面积的74.18%。

枫香主要集中在15~35°之间, 其中天然枫香林主要分布在陡坡和急坡, 其余坡度等级上均有人工种植; 毛竹主要分布在陡坡和急坡, 其中陡坡上的天然林分布最多; 茶叶、杉木集中在陡坡和急坡。

表6 岭南林场坡向与树种(组)叠加统计

树种(组) Tree species (group)	平坦 Flat		阴坡 Shadow slope		半阴坡 Half cloudy slope		阳坡 Sunny slope		半阳坡 Half sunny slope	
	天然 Natural	人工 Artificial	天然 Natural	人工 Artificial	天然 Natural	人工 Artificial	天然 Natural	人工 Artificial	天然 Natural	人工 Artificial
松类 Conifer	58.74	62.52	114.03	118.37	178.16	145.05	237.29	170.98	222.26	156.40
杉木 China fir	2.23	64.49	1.01	139.8	1.41	158.39	0.58	175.14	1.27	169.34
栎类 Quercus	22.79		156.45		192.84		114.63		141.3	
枫香 <i>L. formosana</i>	1.39	10.57	15.86	14.49	16.47	31.88	1.48	34.42	2.85	31.18
硬阔 Hard broad-leaved	31.08		86.04		86.24		34.03		60.36	
毛竹 Moso bamboo	4.04	6.67	2.73	12.4	9.51	7.78	5.58	9.13	12.08	7.48
茶叶 Tea		18.4		19.1		16.71		10.82		12.14
其它 Others	6.71	13.57	3.33	15.45	15.21	22.37	64.21	35.51	37.05	25.57
合计 Total	126.98	176.21	379.45	319.61	499.83	382.17	457.79	436.01	477.18	402.12
	303.19		699.06		882.00		893.80		879.29	

**3.2.3 坡向与树种(组)的叠加分析** 由表6可知, 阳坡上森林面积分布最多, 共有893.80 hm<sup>2</sup>, 占总面积的24.44%, 半阴坡、半阳坡面积分别为882.00 hm<sup>2</sup>、879.29 hm<sup>2</sup>, 分别占林场森林总面积的24.12%、24.04%。平坦坡向上森林面积最少, 其中天然林和人工林面积分别占林场总面积的3.47%、4.82%; 阴坡和半阴坡上天然林和人工林面积分别占林场总面积的10.38%、8.74%和13.67%、10.45%, 阳坡和半阳坡上天然林和人工林分别占林场总面积的12.52%、11.92%和13.05%、10.99%。

松类在平坦、阴坡和半阴坡的合计面积为676.87 hm<sup>2</sup>, 占松类总面积的46.24%, 阳坡和半阳坡松类合计面积为786.93 hm<sup>2</sup>, 占松类总面积的53.76%, 说明松类树种多集中分布在阳坡和半阳坡上, 松类喜光、耐干旱瘠薄, 常在阳坡自然分布或

作为阳坡主要造林树种。

硬阔和栎类都是天然林。栎类在阴坡、半阴坡上的面积合计349.29 hm<sup>2</sup>, 占栎类总面积的55.62%, 而阳坡和半阳坡的总面积为255.93 hm<sup>2</sup>, 占栎类总面积的40.75%; 硬阔的坡向分布与栎类相似, 在阴坡、半阴坡和阳坡、半阳坡上分布分别占总面积的57.86%和31.70%, 可见该地区的天然硬阔和栎类次生林主要分布在阴坡和半阴坡。

枫香主要分布在半阴坡和阳坡, 在其中阴坡和半阴坡上的天然林共32.32 hm<sup>2</sup>, 占枫香总面积的20.13%, 阳坡和半阳坡上的天然林仅有4.33 hm<sup>2</sup>, 占枫香总面积的2.70%, 可见该地区的天然枫香林集中在阴坡和半阴坡上; 毛竹主要分布在半阳坡和半阴坡, 人工林主要集中在阴坡; 茶叶全部是人工林, 在各个坡向上的面积大致相同。

杉木基本上都是人工林, 在阳坡、半阳坡上和阴坡、半阴坡上的总面积分别是 346.33 hm<sup>2</sup> 和 300.61 hm<sup>2</sup>。由树种生态学习性可知杉木是耐阴树种, 适宜土层深厚的阴坡造林。该场在阳坡和半阳坡上有一定面积的杉木人工林, 应视林分生长状况, 对生长衰退的杉木低产林进行及时树种结构调整。

#### 4 小结与讨论

岭南林场 800 m 以上及以下面积分别占林场总面积的 91.60%、8.40%, 属于低山丘陵地貌; 坡度主要是陡坡和急坡, 共占林场总面积的 73.72%, 山势起伏比较明显, 容易引起水土流失, 造林经营难度相对较大; 坡向面积最大的是南坡, 占 13.14%, 北坡和东北坡所占面积最少, 仅为 8.66%和 9.74%。

岭南林场的森林资源集中分布在 300~800 m 海拔带内, 合计占林场森林总面积的 74.05%, 人工林主要集中在海拔 800 m 以下, 800 m 以上几乎都是天然林; 天然黄山松林、栎类天然次生林主要分布在 800 m 以上; 硬阔天然次生林主要分布在 800 m 以下; 杉木、枫香、茶叶多为人工林, 在海拔 800 m 以下栽培。

森林资源主要集中在陡坡和急坡, 合计占林场森林总面积的 77.48%; 平坡上人工林较多, 缓坡、斜坡和陡坡上的天然林和人工林大致相同; 松类和栎类主要分布在 25°以上坡度范围; 天然枫香林主要分布在陡坡和急坡; 陡坡上天然毛竹林分布最多。

阳坡上森林面积分布最多, 共有 893.80 hm<sup>2</sup>, 占总面积的 24.44%, 半阴坡、半阳坡上的森林面积大致相同, 平坦坡向上森林面积最少。松类树种多集中分布在阳坡和半阳坡上; 天然硬阔、栎类、枫香次生林主要分布在阴坡和半阴坡; 杉木人工林在阳坡和阴坡均有栽培。

地形分析在林业生产与决策中有重要的指导意义, 如营造林作业难度、整体生态脆弱性等级划分等。以海拔作为营造林难度划分依据, 0~300 m、300~500 m、500~800 m 和 800 m 以上依次可以划分为容易、一般、较难、非常难, 那么这 4 种造林难度的区域所占比例依次为: 12.6%、45.2%、33.8% 和 8.4%, 由此可见岭南林场绝大多数区域造林难度为一般和较难, 总体造林难度一般; 如果以坡度作为营造林难度划分依据, 平坡、缓坡、斜坡、陡坡、急坡、险坡依次可以划分为容易(平坡、缓坡)、一般(斜坡)、较难(陡坡、急坡)、非常难(险坡),

那么这 4 种造林难度的区域所占比例依次为: 11.69%, 8.24%, 73.72%和 6.35%, 造林难度较难和非常难的林地面积合计占林场总面积的 80.00%, 可见该林场总体造林难度较大。

坡度也是林地生态脆弱性等级划分的重要依据, 根据坡度大小将林地脆弱性等级划分为一般(平坡、缓坡)、比较脆弱(斜坡)、非常脆弱(陡坡、急坡)、极端脆弱(险坡) 4 个脆弱性等级, 则岭南林场林地 4 个脆弱性等级的面积比例分别为 11.69%、8.24%、73.72%和 6.35%, 非常脆弱和极端脆弱的林地面积合计占林场总面积的 80.00%, 可见该林场林地等级总体为非常脆弱, 该结果对岭南林场未来国有林场经营类型划分具有重要意义, 即据此结果可将该林场划分为生态公益性林场。

#### 参考文献:

- [1] 胡志伟, 沈泽昊, 吕楠, 等. 地形对森林群落年龄及其空间格局的影响[J]. 植物生态学报, 2007, 31(5): 814-824.
- [2] 毕华兴, 谭秀英, 李笑吟. 基于 DEM 的数字地形分析[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(2): 49-53.
- [3] 李娟, 赵军. 基于 DEM 的西北干旱区典型地貌类型坡度提取分析[J]. 遥感技术与应用, 2008, 23(2): 214-218.
- [4] 郭鹏, 刘洪斌, 白洁, 等. 1:1 万数字高程模型的建立及坡度分析[J]. 国土与自然资源研究, 2004(1): 42-44.
- [5] 唐雪海, 黄庆丰, 袁进军, 等. 基于 DEM 的紫蓬山地形及森林资源空间分布关联分析[J]. 林业调查规划, 2009, 34(4): 12-18.
- [6] 方陆明, 柴红玲, 唐丽华, 等. 基于 DEM 的视频可视域提取算法[J]. 北京林业大学学报, 2010, 32(3): 27-32.
- [7] 区余端, 苏志尧, 李镇魁, 等. 地形因子对粤北山地森林不同生长型地表植物分布格局的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(5): 1107-1113.
- [8] 温小荣, 彭世揆, 余光辉, 等. 地理信息系统在我国林业上应用的进展[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2005, 29(2): 73-78.
- [9] 陆长华, 王小东, 黄庆丰. 基于 GIS 的梅城林场地形分析及其应用[J]. 林业科技开发, 2011, 25(4): 85-88.
- [10] 刘志华, 常禹, 陈宏伟. 基于遥感、地理信息系统和人工神经网络的呼中林区森林蓄积量估测[J]. 应用生态学报, 2008, 19(9): 1891-1896.
- [11] 张国斌, 李秀芹, 徐泽鸿, 等. 几种不同更新的森林群落碳储量结构特征分析[J]. 生态环境学报, 2012, 21(2): 206-212.
- [12] 孔宁宁, 曾辉, 李书娟. 四川卧龙自然保护区植被的地形分异格局研究[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2002, 38(4): 543-549.
- [13] 谭伟, 冯仲科, 张雁, 等. 基于组件 GIS 的造林小班地形分析的研究—以造林小班坡向为例[J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(2): 91-95.