

最小方差法在森林经营区划中的应用研究

徐军, 刘安兴, 徐达, 王文武, 谭莹

(浙江省森林资源监测中心, 浙江杭州 310020)

摘要: 森林经营区划是对森林经营具体措施的划分, 区划时所要考虑的因素较多, 区划过程以人为的判断及定性分析为主。为更好地开展森林经营区划, 客观地将具有相似性的区域划分归类, 以龙泉市为主要研究对象, 以海拔、坡度数据为基础, 参照在土地利用结构类型分类区划中使用的最小方差法, 计算归并出2个森林类型分布体系, 并将2个分布体系与当地实际森林经营管理分区方案进行对比分析。结果表明, 以海拔、坡度等客观的量化数据为基础, 利用最小方差法计算形成的不同归类区域, 可作为森林经营区划分的重要分析因子, 指导森林经营区划工作。结果与实际的合理区划吻合度较高, 最终得出该分布体系可作为森林经营分区重要依据的结论。表6参10

关键词: 森林经营学; 森林经营区划; 最小方差法; 应用研究

中图分类号: S750 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2013)04-0523-06

Forest management division research using the minimum variance method

XU Jun, LIU Anxin, XU Da, WANG Wenwu, TAN Ying

(Center for Forest Resource Monitoring of Zhejiang Province, Hangzhou 310020, Zhejiang, China)

Abstract: The forest management division uses concrete measures, such as subjective judgment and qualitative analysis, for forest management. To classify similar areas objectively, Longquan was used with the minimum variance method, which had been tested there for structural land classification, to calculate two forest management distribution systems: one using elevation data and the other slope data. Comparing the two distribution systems with the actual local forest management plans showed a strong goodness of fit based on elevation and slope. Thus, the two systems could be used as an important basis for forest management, and the minimum variance method could be used as an important analysis factor, based on quantitative data such as elevation and slope, to guide the forest management division.[Ch, 6 tab. 10 ref.]

Key words: forest management; forest management division; minimum variance method; application research

目前, 在森林可持续经营规划中, 森林经营管理区划方法主要是根据森林的立地条件、主导功能、经营目的等指标进行分类区划, 是对森林经营具体措施的划分^[1]。在进行区划时, 考虑的因素较多, 但各因素的权衡基本都以定性分析为主, 这就使得整个区划过程人为主观因素较为明显, 并难以从客观的立地条件上指导与限制森林经营区划的结果。为进一步探索森林经营中的区划方法, 本研究以浙江省龙泉市为主要研究对象, 以海拔、坡度等量化的, 主要的立地因子为依据, 参照在土地利用结构类型分类区划中使用的最小方差法, 对它在森林经营管理分区中的应用进行了研究和探索。

1 研究区概况

浙江省龙泉市是全国南方重点林区县(市)之一。全市总面积为30.47万hm², 有林地面积为25.4万hm², 活立木蓄积量1 456万m³, 森林覆盖率84.2%^[2]。当前, 林业是全市不可替代的主导产业, 是当地经济和社会可持续发展的重要基础。龙泉市是国家级森林资源可持续经营管理试点县(市)。2009年,

收稿日期: 2012-11-23; 修回日期: 2012-12-24

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD22B0503)

作者简介: 徐军, 工程师, 从事森林经营和森林资源监测等研究。E-mail: qingxing5012@163.com

国家林业局调查规划设计院与龙泉市林业局合作,以龙泉市为研究对象,编制完成了《龙泉市森林经营管理现状分析评价报告》《县级森林可持续经营规划研究》《龙泉市森林可持续经营规划(2010—2019年)》等,并将全市森林区划分为5个森林经营管理区域,进行分区经营。2011年,以龙泉市为研究对象的《县级森林可持续经营规划研究》获得浙江省科技兴林一等奖。

龙泉市在地貌上属于浙南山地。境内有海拔1 000 m以上山峰730余座,其中1 500 m以上100余座。山是龙泉的主要地貌,东南、西北部山脉绵亘,龙泉溪从西南向东北贯穿中部,群山平行于河谷对称分布,表现为成层性。龙泉地貌可以分为丘陵、低山、中山、河谷平原。龙泉市整个地势东南和西北高、中间低,由西南向东北倾斜。境内山峦起伏,沟谷纵横。山势陡峭,高差悬殊,因海拔、坡度形成的小气候对林业生产有较大影响^[2]。

2 研究方法和内容

2.1 最小方差法介绍

在数理统计中,方差法是反映样本中数据离散程度大小的一种方法,是进行分区研究的定量分析手段之一。其公式为^[3]: $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ 。其中: S^2 为方差, x_i 是样本数据, \bar{x} 为样本的平均值, n 为样本数。方差反映了样本数据围绕样本平均值变化的情况,方差值越小,表明数据越靠近平均值,离散程度越小。相反,数据离平均值越远,离散程度越大。在方差中最小的那个数,称为最小方差。由于最小方差是实际分布与理论分布之间偏差最小的数,它可以直观地判定样本的类别归属,且计算简单、意义明确^[4]。所以最小方差法能反映一个地区类型分布的实际情况。在实际应用过程中,可利用方差公式,计算各个类型组合结构。假设理论百分比分布和实际百分比分布之差的平方和(N),其具体公式为^[5]: $N = \sum (T'_y - T_y)^2$ 。将公式中所求出的平方和与假设组合结构分类标准逐一比较,找出其最小 N 值,确定所属的组合类型。因为只有当这种平方和愈趋近于0时,说明该地区数值的实际分布最接近这种理论分布,用相应的假设百分比分布的近似性来确定该地区的组合类型才最为合理。而理论分布则由最初确定的类型范围所决定,比如确定4种或5种分布类型,则可列出理论上的假设百分比分布矩阵分别如表1和表2所示^[6]。

表1 4种分布类型的假设百分比矩阵

Table 1 Hypothesis percentage matrix of 4 and 5 distribution categories

类别	4种分布类型的假设百分比				类别	5种分布类型的假设百分比			
	第1类	100	0	0		第1类	100	0	0
第2类	50.00	50.00	0	0	第2类	50.00	50.00	0	0
第3类	33.33	33.33	33.33	0	第3类	33.33	33.33	33.33	0
第4类	25.00	25.00	25.00	25.00	第4类	25.00	25.00	25.00	25.00
					第5类	20.00	20.00	20.00	20.00

2.2 最小方差法在森林区划中的应用研究

在当前森林经营管理分区中,主要是以乡级或村级行政区为分区基本单元,以经营目的、功能定位为指导,综合考虑自然环境条件、社会经济发展要求、森林资源特点等各种因素进行的类别划分^[7]。区划方法主要以人为的定性分析为主,区域归类主观意识较强。而最小方差法通过对实际方差值与理论方差值的对比分析,可直观且客观地判定样本的类别归属。本研究主要以海拔、坡度等自然环境条件的相关数据为依据,采用最小方差法进行立地条件的划分,即分别按不同的海拔、坡度范围统计面积,整理成为以乡(镇)为单元的各种海拔、坡度之间的比例关系,并由大到小排序,与建立的相关的理论假设海拔、坡度分布结构百分比矩阵进行比较来判定其类型的归属。

2.2.1 龙泉市海拔类型划分 首先,以龙泉市2007年二类调查数据^[8]为基础,以海拔为依据将其面积

分为 A(≥ 1000 m), B(1 000~800 m), C(800~500 m), D(500~250 m), E(<250 m)等 5 个类型。以乡(镇)为单位, 分别统计出 5 个类型所占的面积及面积百分比, 如表 2^[8]所示。然后, 将每个乡(镇)5 个类型的面积百分比分别由大到小排列, 如表 3 所示。按 5 类列出假设的理论分布矩阵, 如表 1 所示。再将表 3 与表 1 按乡(镇)分别计算出各个类型的实际百分比分布和理论假设百分比分布之差的平方和, 所得平方和愈趋近于 0(即得到最小方差和), 说明该乡(镇)海拔的实际分布最接近这种理论分布, 可以用相应的假设百分比分布来近似地确定该乡(镇)的海拔分布类型, 如表 4 所示。然后, 以 A, B, C, D, E 等 5 个类型为主导因素, 归并相似的分布类型, 建立以海拔数据为基础的森林经营类型分布系统, 如表 5 所示。

表 2 龙泉市各乡(镇)不同海拔面积统计表

Table 2 Statistical areas in different elevation of each county in Longquan City

乡(镇)名	合计面 积/hm ²	A		B		C		D		E	
		面积/hm ²	比例/%								
全市总计	266 013	66 283	24.92	45 231	17.00	87 505	32.90	63 624	23.92	3 370	1.27
龙渊街道	8 389	521	6.21	732	8.73	2 176	25.94	4 485	53.47	474	5.65
西街街道	5 525	84	1.52	204	3.69	1 727	31.25	3 415	61.81	95	1.72
剑池街道	2 298	0	0.00	0	0.00	334	14.55	1 757	76.49	206	8.96
八都镇	10 839	60	0.56	452	4.17	4 034	37.21	6 293	58.06	0	0.00
上垟镇	13 408	680	5.07	2 013	15.01	8 528	63.60	2 188	16.32	0	0.00
小梅镇	8 537	553	6.48	807	9.45	3 863	45.25	3 314	38.82	0	0.00
查田镇	9 985	331	3.32	435	4.36	2 828	28.32	6 391	64.00	0	0.00
安仁镇	17 120	2 812	16.43	2 090	12.21	5 848	34.16	5 716	33.38	655	3.83
锦溪镇	13 821	3 047	22.04	3 702	26.78	4 671	33.79	2 402	17.38	0	0.00
住龙镇	25 752	10 580	41.08	6 666	25.88	7 939	30.83	568	2.21	0	0.00
屏南镇	23 209	13 192	56.84	5 277	22.74	4 201	18.10	539	2.32	0	0.00
兰巨乡	11 554	1 886	16.33	885	7.66	2 580	22.33	6 177	53.46	26	0.22
塔石乡	9 607	1 732	18.03	1 036	10.78	3 280	34.14	3 558	37.03	1	0.01
宝溪乡	14 670	5 099	34.76	3 790	25.84	5 705	38.89	76	0.52	0	0.00
竹垟乡	9 610	2 716	28.26	1 460	15.19	3 558	37.03	1 876	19.52	0	0.00
道太乡	31 471	1 344	4.27	4 374	13.90	11 610	36.89	12 336	39.20	1 807	5.74
岩樟乡	9 015	2 753	30.53	2 833	31.43	3 068	34.03	361	4.01	0	0.00
城北乡	20 023	2 740	13.69	5 337	26.65	9 920	49.54	2 026	10.12	0	0.00
龙南乡	15 617	11 242	71.99	2 807	17.97	1 450	9.29	118	0.76	0	0.00
市林场	135	0	0.00	0	0.00	0	0.00	28	20.88	107	79.00
山坑林场	1 243	725	58.34	329	26.47	189	15.20	0	0.00	0	0.00
凤阳山	4 185	4 185	100	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

2.2.2 龙泉市坡度类型划分 坡度类型划分方法与海拔类型划分方法相同。首先, 以龙泉市 2007 年二类调查数据^[8]为基础, 以坡度为依据将其分为 F($\geq 36^\circ$), G($35^\circ\sim 26^\circ$), H($25^\circ\sim 16^\circ$), I($15^\circ\sim 6^\circ$), J($\leq 5^\circ$)等 5 个类型。以乡(镇)为单位, 分别统计出 5 个类型所占的面积及面积百分比。再分别按乡(镇)计算出各个类型的假设百分比分布和实际百分比分布之差的平方和, 确定乡(镇)所属类型。最终以 F, G, H, I, J 等 5 类型为主导因素, 建立以坡度数据为基础的森林类型分布系统, 如表 6 所示。

表3 龙泉市各乡(镇)不同海拔面积百分比排序表

Table 3 Scheduling area percentage in different elevation of each county in Longquan City

乡(镇)名	不同海拔面积百分比/%					乡(镇)名	不同海拔面积百分比/%				
龙渊街道	53.47 D	25.94 C	8.73 B	6.21 A	5.65 E	兰巨乡	53.46 D	22.33 C	16.33 A	7.66 B	0.22 E
西街街道	61.81 D	31.25 C	3.69 B	1.72 E	1.52 A	塔石乡	37.03 D	34.14 C	18.03 A	10.78 B	0.01 E
剑池街道	76.49 D	14.55 C	8.96 E	0.00	0.00	宝溪乡	38.89 C	34.76 A	25.84 B	0.52 D	0.00
八都镇	58.06 D	37.21 C	4.17 B	0.56 A	0.00	竹垟乡	37.03 C	28.26 A	19.52 D	15.19 B	0.00
上垟镇	63.60 C	16.32 D	15.01 B	5.07 A	0.00	道太乡	39.20 D	36.89 C	13.90 B	5.74 E	4.27 A
小梅镇	45.25 C	38.82 D	9.45 B	6.48 A	0.00	岩樟乡	34.03 C	31.43 B	30.53 A	4.01 D	0.00
查田镇	64.00 D	28.32 C	4.36 B	3.32 A	0.00	城北乡	49.54 C	26.65 B	13.69 A	10.12 D	0.00
安仁镇	34.16 C	33.38 D	16.43 A	12.21 B	3.83 E	龙南乡	71.99 A	17.97 B	9.29 C	0.76 D	0.00
锦溪镇	33.79 C	26.78 B	22.04 A	17.38 D	0.00	市林场	79.12 E	20.88 D	0.00	0.00	0.00
住龙镇	41.08 A	30.83 C	25.88 B	2.21 D	0.00	山坑林场	58.34 A	26.47 B	15.20 C	0.00	0.00
屏南镇	56.84 A	22.74 B	18.10 C	2.32 D	0.00	凤阳山	100.00 A	0.00	0.00	0.00	0.00

说明: A, B, C, D, E 表示不同海拔高度的面积类型。

表4 各乡(镇)计算结果及所属类型分布

Table 4 Results and elevation distribution category of each county in Longquan City

乡(镇)名	最小方差和	所属类型	海拔分布类型	乡(镇)名	最小方差和	所属类型	海拔分布类型
剑池街道	1276.980	第1类	D	龙渊街道	805.89	第2类	DC
八都镇	279.994	第2类	DC	西街街道	349.541	第2类	DC
上垟镇	1 365.100	第3类	CDB	塔石乡	360.061	第3类	DCA
小梅镇	294.827	第2类	CD	宝溪乡	100.989	第3类	CAB
查田镇	880.765	第2类	DC	竹垟乡	229.281	第4类	CADB
安仁镇	413.111	第4类	CDAB	道太乡	466.575	第2类	DC
锦溪镇	197.261	第4类	CBAD	岩樟乡	21.090	第3类	CBA
住龙镇	179.368	第3类	ACB	城北乡	845.007	第2类	CB
屏南镇	900.141	第2类	AB	龙南乡	1 213.770	第1类	A
				市林场	0	第1类	E
				山坑林场	1 206.160	第3类	ABC
				凤阳山	0	第1类	A

3 结论与讨论

从以上数据可以看出: 龙泉市用最小方差法进行区划, 以海拔为基础的分布类型为四大类, 分别是A类, 以 $\geq 1000\text{ m}$ 为主的结构系列, $70 006\text{ hm}^2$, 占26.32%; C类, 以 $800\sim 500\text{ m}$ 为主的结构系列, $106 205\text{ hm}^2$, 占39.92%; D类, 以 $500\sim 250\text{ m}$ 为主的结构系列, $89 667\text{ hm}^2$, 占33.71%; E类, 以 $< 250\text{ m}$ 为主的结构系列, 135 hm^2 , 占0.05%。以坡度为基础的分布类型为三大类, 分别是H类, 以 $25^\circ\sim 16^\circ$ 为主的结构系列, $137 146\text{ hm}^2$, 占51.56%; I类, 以 $15^\circ\sim 6^\circ$ 为主的结构系列, $117 179\text{ hm}^2$, 占44.05%; J类, 以 $\leq 5^\circ$ 为主的结构系列, $11 689\text{ hm}^2$, 占4.39%。2009年, 国家林业局调查规划设计院编制了“龙泉市森林可持续经营规划(2010~2019年)”^[2], 其中在森林经营管理分类区划中, 将全市分为5类经营区块, 分别是西北中低山水源涵养及用材林经营区、东北低山水土保持及用材林经营区、西南低山丘陵大径材及竹林经营区、中部丘陵城市森林及经济林经营区、东南中山生物多样性保护及生态旅游经营区。从划分的条件来看, 其人为地将海拔与坡度作为主要的考虑因素进行分类划分, 区划结果中

表5 以海拔数据为基础的森林经营类型分布系统

Table 5 Distribution system of forest management division based on elevation

代码	结构类型	面积/hm ²	比例/%	分布乡镇
A	≥1 000 m 为主的结构系列	70 006	26.32	
Aa	≥1 000 m 为主的单一结构	19 802	7.44	龙南乡, 凤阳山
Aab	≥1 000 m 为主, 1 000~800 m 为辅的双重结构	1 243	0.47	山坑林场
Aabc	≥1 000 m 为主, 1 000~800, 800~500 m 为辅的三重结构	48 961	18.41	屏南镇, 住龙镇
C	800~500 m 为主的结构系列	106 204	39.92	
Ccd	800~500 m 为主, 1 000~800 m 为辅的双重结构	8 537	3.21	小梅镇
Ccab	800~500 m 为主, ≥1 000, 1 000~800 m 为辅的三重结构	43 709	16.43	宝溪乡, 岩樟乡, 城北乡
Ccdb	800~500 m 为主, 500~250, 1 000~800 m 为辅的三重结构	13 408	5.04	上垟镇
Ceadb	800~500 m 为主, ≥1 000, 500~250, 1 000~800 m 为辅的四重结构	40 550	15.24	竹垟乡, 锦溪镇、安仁镇
D	500~250 m 为主的结构系列	89 667	33.71	
Dd	500~250 m 为主单一结构	2 297	0.86	剑池街道
Ddc	500~250 m 为主, 800~500 m 为辅的双重结构	34 738	13.06	龙渊街道, 西街街道, 八都镇, 查田镇
Ddca	500~250 m 为主, 800~500, ≥1 000 m 为辅的三重结构	21 160	7.95	兰巨乡, 塔石乡
Ddcb	500~250 m 为主, 800~500, 1 000~800 m 为辅的四重结构	31 470	11.83	道太乡
E	<250 m 为主的结构系列	135	0.05	
Ee	<250 m 为主单一结构	135	0.05	市林场

表6 以坡度数据为基础的森林经营类型分布系统

Table 6 Distribution system of forest management division based on slope

代码	结构类型	面积/hm ²	比例/%	分布乡镇
H	25°~16°为主的结构系列	137 146	51.56	
Hhi	25°~16°为主, 15°~6°为辅的双重结构	64 105	24.10	宝溪乡, 竹垟乡, 城北乡, 龙南乡, 凤阳山
Hhgj	25°~16°为主, 35°~26°, 15°~6°为辅的三重结构	73 040	27.46	住龙镇, 锦溪镇, 屏南镇, 岩樟乡, 山坑林场
I	15°~6°为主的结构系列	117 178	44.05	
Iih	15°~6°为主, 25°~16°为辅的双重结构	48 590	18.27	安仁镇, 道太乡
Iij	15°~6°为主, ≤5°为辅的双重结构	13 136	4.94	剑池街道, 八都镇
Iihj	15°~6°为主, 25°~16°, ≤5°为辅的三重结构	55 451	20.85	龙渊街道, 西街街道, 上垟镇, 塔石乡, 小梅镇, 查田镇
J	≤5°为主的结构系列	11 688	4.39	
Jj	≤5°为主的单一结构	135	0.05	市林场
Jjih	≤5°为主, 15°~6°, 25°~16°为辅的三重结构	11 554	4.34	兰巨乡

由海拔与坡度相似性进行的分区比例较大。从规划后3 a 的森林经营情况来看, 其经营区划十分合理, 并已达到不同森林经营区进行分类经营的目的。在此, 将其划分区域与本研究计算结果进行对比, 可明显得出: 本研究计算结果与通过实践验证的合理区划吻合度较高, 应可作为其划分森林经营类型的重要考虑因素的结论。所以, 龙泉市的森林经营区划可作为实例反向证明以海拔与坡度为数据基础, 通过最

小方差法算出的归类数据可在森林经营区划中得以应用，可作为区划的主要依据之一。

森林经营区划以自然条件、生产条件和社会经济发展水平的相似性，森林经营历史、培育方向、经营措施和经营强度相对一致性为主要基础^[9]，要求因地制宜地发挥区块优势，科学安排各区块森林利用方向。而从森林长远的历史来分析，自然条件的相似性长期不变，并从一开始就影响着生产条件、社会经济发展等森林经营的其他区划因子。所以，自然环境条件对于森林经营来说，是其区划过程中十分重要的考虑因素，可作为森林经营中最基础的分区条件。而海拔与坡度都是最为重要的自然环境条件之一，任何一个森林经营区划，在进行自然条件分析时，都必然会将其作为最为主要的考虑因子。最小方差法是反映样本中数据离散程度大小的一种方法，是进行分区研究的定量分析手段，它能反映一个地区类型分布的实际情况^[10]。本研究表明，利用最小方差法，结合海拔与坡度数据，形成的不同归类区域，对整个森林经营的区划具有重要的指导意义，并可结合定性分析，作为森林经营区划分的重要分析因子。

参考文献：

- [1] 孙孟军, 徐军. 基于县级森林经营的高保护价值森林区划[J]. 浙江农林大学学报, 2011, **28**(6): 878 – 883.
SUN Mengjun, XU Jun. Division of high conservation value forest based on forest management on county level [J]. *J Zhejiang A & F Univ*, 2011, **28**(6): 878 – 883.
- [2] 国家林业局调查规划设计院. 龙泉市森林可持续经营规划(2010–2019)[R]. 龙泉: 龙泉市林业局, 2009.
- [3] 姚晓军, 马金辉, 提雁云, 等. 最小方差法在甘肃省土地利用中的作用[J]. 甘肃科学学报, 2005, **17**(1): 48 – 52.
YAO Xiaojun, MA Jinhui, TI Yanyun, et al. Application of least square error to land use regionalization in Gansu Province [J]. *J Gansu Sci*, 2005, **17**(1): 48 – 52.
- [4] 韩书成, 濮励杰. 江苏省土地利用结构空间分异研究[J]. 江西农业大学学报, 2009, **31**(5): 939 – 944.
HAN Shucheng, PU Lijie. Spatial differentiation of land use structure in Jiangsu Province[J]. *Acta Agric Univ Jiangxi*, 2009, **31**(5): 939 – 944.
- [5] 封志明, 杨艳昭, 宋玉. 中国县域土地利用结构类型研究[J]. 自然资源学报, 2003, **18**(5): 552 – 561.
FENG Zhiming, YANG Yanzhao, SONG Yu. Study on the land use structure of Chinese counties [J]. *J Nat Resour*, 2003, **18**(5): 552 – 561.
- [6] 陈国栋, 张贵军, 王宇, 等. 河北省3个时期县域土地利用结构类型划分及变化分析[J]. 安徽农业科学, 2007, **35**(29): 9221 – 9223.
CHEN Guodong, ZHANG Guijun, WANG Yu, et al. Type classification and change analysis of land use structure in county areas of Hebei Province at three periods [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2007, **35**(29): 9221 – 9223.
- [7] 刘羿, 张长山, 宋志东, 等. 我国县级森林可持续经营区划研究[J]. 林业经济, 2010(10): 65 – 70.
LIU Yi, ZHANG Changshan, SONG Zhidong, et al. Study on the county-level sustainable forest management zoning in China [J]. *For Econ*, 2010(10): 65 – 70.
- [8] 龙泉市林业局. 龙泉市森林资源二类调查报告(2008)[R]. 龙泉: 龙泉市林业局, 2008.
- [9] 亢新刚. 森林资源经营管理[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001: 12 – 15.
- [10] 吴彦山, 廖和平, 王生, 等. 土地利用分区研究[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2007, **19**(12): 151 – 155.
WU Yanshan, LIAO Heping, WANG Sheng, et al. Research of land division [J]. *J Southwest Univ Nat Sci Ed*, 2007, **19**(12): 151 – 155.