

四川石棉森林碳密度空间数据知识挖掘及分布特征分析

杨存建, 倪 静, 张 洋, 牟 琳

(四川师范大学西南土地资源评价与监测教育部重点实验室遥感与GIS中心, 成都 610068)

摘要: 森林植被碳密度是衡量森林生态系统服务功能和产品供给功能高低的一个重要指标。本文以四川省石棉县为例, 在森林资源二类调查数据的基础上, 提出建立森林植被生物量、碳量及其密度GIS数据库, 开展其碳密度分布知识发现的研究, 从中发现了该县碳密度分布知识。该县有林地森林植被碳量达到364万t, 冷杉、云杉、铁杉和桦木占总碳量的83%; 有林地森林植被碳密度为40 t/hm², 其云杉和冷杉分别为47 t/hm²和43 t/hm²; 碳量随坡度等级的增加而增加, 25°以上坡地的森林植被碳量占总碳量的91%; 25°以上森林植被碳密度比25°以下森林植被的碳密度高。微度与中度土壤侵蚀下的森林植被碳密度较高, 在42 t/hm²以上; 剧烈与极强侵蚀下的森林植被碳密度相对较低, 为29 t/hm²。森林植被碳密度与郁闭度之间在0.05的水平上显著相关。研究表明, 该县冷杉与云杉林保护较好, 25°以上区域的森林保护较好, 因此, 具有较高的森林植被碳密度。森林植被碳密度越高的区域, 其水土侵蚀强度越低。该研究成果对加强该县森林资源的保护, 特别是该县国家与省级自然保护区的保护建设具有重要意义。

关键词: 森林; 生物量; 碳密度

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2011.00579

1 引言

森林生态系统是陆地生态系统的重要组成部分, 其在维护区域生态环境, 以及全球碳平衡等方面起着极为重要的作用^[1-3]。森林生物量占整个陆地生态系统生物量的90%^[4]。它具有重要的生态服务和产品供给等功能。森林生物量是衡量森林生态系统功能高低的一个重要指标^[5]。森林可以吸收和固定大量的CO₂, 它是重要的碳汇; 采伐森林不仅会导致其固碳能力的丢失, 而且还会释放原已固定的碳, 而成为一个重要的碳源。因此, 对森林生物量和碳量的研究, 具有重要的理论和实践意义。在森林生物量的测算方面, 目前, 主要是利用森林资源连续清查的数据来测算森林生物量。其利用样地数据, 建立不同森林类型或树种生物量与蓄积量之间的回归方程^[7], 将其蓄积量转化为生物量。樊登星等利用此方法在北京市第三次森林资源连续清查数据的基础上, 得到了该市森林生物量

和碳量, 该市碳密度为24.71 t/hm², 且阔叶林的碳密度最大, 为40.67 t/hm²^[8]。张茂震利用此方法得到了浙江省2004年的生物量密度为38.40 t/hm², 远比全国平均水平(77.40 t/hm²)低^[9], 在该省柏木的生物量密度最高, 为90.87 t/hm²^[10]。另外, 有学者对森林生物量估算进行了遥感分析^[11-15], 以及利用逐步线性回归分析建立了植被指数(如短红外湿度植被指数(MVI5)、中红外湿度植被指数)的生物量回归估算模型, 并取得较好的估算效果^[16]。也有学者利用遥感数据和地形数据作为自变量, 利用增强型人工神经网络建立估算模型, 其估算总体精度为88.04%^[17]。我国已积累了大量森林资源二类调查的数据, 但是该数据中没有生物量和碳量的信息。在此调查数据的基础上, 探索出一套能有效计算出小班森林植被生物量、碳量及其密度, 这对提升森林资源二类调查数据的应用价值、增强森林碳汇保护决策, 以及森林固碳能力决策等具有重要意义。这对其他类似区域可起到借鉴和示范的作用。

收稿日期: 2011-07-09; **修回日期:** 2011-09-09.

基金项目: 国家自然科学基金项目“基于小班对象的森林资源数据库多源遥感更新研究”(40771144)。

作者简介: 杨存建(1967-), 男, 博士, 教授, 主要从事遥感和地理信息系统的应用研究. E-mail: yangcj2008@126.com

2 实验区及数据

2.1 实验区概况

该县位于青藏高原横断山脉东部,四川省雅安市的南端,东经 $101^{\circ}55' \sim 102^{\circ}31'$,北纬 $28^{\circ}51' \sim 29^{\circ}31'$ 。境内以山地为主,岭谷相间,河流纵横,大渡河从中穿过。海拔高差达 5 000 多 m,最高海拔达 5 793m,最低海拔为 790m,垂直气候明显,高山、中山、河谷气候反差大。其气候属于中纬度亚热带湿润气候,具有冬春无严寒,夏秋多雨无酷热的特点。干湿分明,雨量充沛,年降雨量约 800mm。光照充足,年均气温约 17°C 。该县森林资源、动植物资源丰富,具有贡嘎山国家级自然保护区和栗子坪省级自然保护区,有国家一、二级保护动物多种,国家二、三级保护植物多种;该县森林植被在水土保持、水源涵养和水文调节、生物固碳及生物多样性保育等方面具有重要作用;该县水电资源丰富,开发程度高。因此,该研究不仅对保护和提升该县森林生态系统服务功能、而且对水电资源持续利用、流域生态安全等均具有重要意义。

2.2 实验数据

通过石棉县林业局收集到了该县 1:5 万森林资源二类调查林相图 15 幅,在林相图上,有县、乡、村、林场、林班和小班等的界线,以及名称和编号。收集到了对应的森林资源二类调查小班表格数据库。这些数据是 1994 年石棉县林业局按照森林资源二类调查技术规程,开展石棉县森林资源二类调查的成果数据。在野外实地调绘小班界线,制作林相图;实地调查小班因子,包括:小班面积、小班区划类型、权属、小班地类、小班树种、林种、郁闭度、小班每公顷蓄积量、每公顷株数、小班蓄积量、全小班株数、坡型、山地部位、地貌、坡度、海拔上限和下限、土壤类型、土壤质地、土层厚度、石砾含量和水土流失强度等,建成小班表格数据库。小班树种为小班的优势树种,是在野外实地调查确定并记录;小班每公顷蓄积量是通过小班平均每公顷断面面积及其林分平均高计算得到;小班蓄积量为小班面积(hm^2)与小班每公顷蓄积量之乘积;小班郁闭度是按技术规程在实地测量得到。

3 石棉县森林碳密度调查方法与 GIS 分析制图

3.1 森林生物量与碳量计算方法

其研究方法如图 1 所示。利用 GIS 系统,对林相图进行扫描、地理编码、矢量化、建立小班空间数据库,并通过乡、村、林场、林班和小班的编号与小班表格数据库进行连接,从而建成了该县森林资源二类调查 GIS 数据库。收集该县各主要树种的生物量与蓄积量的关系模型,如表 1 所示。在表 1 的模型中, B 为单位面积的生物量(t/hm^2); V 为单位面积蓄积量(m^3/hm^2)。根据各小班的树种,在表 1 中选取对应的生物量与蓄积量的关系模型,并利用所选模型将小班每公顷蓄积量转换为小班每公顷生物量,即生物量密度。小班碳密度、小班生物量和小班碳量的计算公式如下:

$$C_i = 0.45 \times B_i \quad (1)$$

$$TB_i = B_i \times A_i \quad (2)$$

$$TC_i = C_i \times A_i \quad (3)$$

上式中, i 为小班号, C 为小班碳密度, B 为小班生物量密度, A 为小班面积, TB 为小班生物量, TC 为小班碳量。

利用以上公式(1)、(2)和(3),计算得到小班碳密度、小班生物量和碳量。在此基础上,构建了石棉县小班生物量、碳量及其碳密度等 GIS 数据库。同时对森林植被生物量密度和碳量密度的树种、地貌、坡形、坡度和郁闭度分布等特征知识进行挖掘和发现;对碳密度与郁闭度之间的关系知识进行挖掘和发现;利用回归分析,建立碳量密度与郁闭度的回归关系模型,并编制了该县小班的碳密度分布图。

3.2 碳密度分析制图

按照面积等分的方式,将该县的森林区域划分为 5 个森林植被碳密度区,即 I 碳密度为 $1 \sim 17 \text{t}/\text{hm}^2$,II 碳密度为 $17 \sim 28 \text{t}/\text{hm}^2$,III 碳密度为 $28 \sim 42 \text{t}/\text{hm}^2$,IV 碳密度为 $42 \sim 59 \text{t}/\text{hm}^2$,V 碳密度为 $59 \sim 339 \text{t}/\text{hm}^2$ 。从图 2 可以看出,该县西北与北部的碳密度较高,而在东部和中部,相对较低;河流上游相对较高;中下游较低。

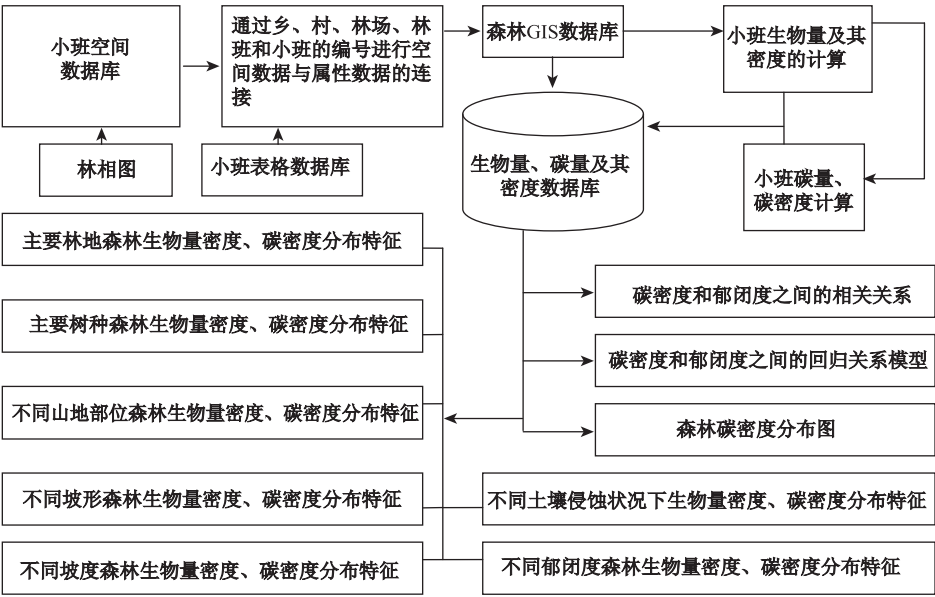


图 1 本研究实验流程图
Fig. 1 Flow chart of this research

表 1 各主要树种每公顷生物量 B(t/hm²) 与其蓄积量 V(m³/hm²) 的关系模型

Tab. 1 The relational model between biomass and volume per hectare for each main tree species

主要树种	单位面积生物量与其蓄积量的关系模型	相关系数	作者
桉树	$B=0.7893V+6.9306$	1.000	方精云等(1996)
果树	$B=0.663V+20.879$	0.928	汪业勋(1998)
华山松	$B=0.5856V+18.7435$	0.950	方精云等(1996)
桦木	$B=0.888V+6.2338$	0.964	汪业勋(1998)
冷杉	$B=0.5406V+50.6634$	0.990	罗天祥等(1998)
栎类	$B=1.8409V0.8926$	0.947	罗天祥等(1998)
桤木	$B=0.888V+6.2338$	0.964	汪业勋(1998)
软阔类	$B=0.7853V+5.5081$	0.923	汪业勋(1998)
食用油料树	$B=1.8409V0.8926$	0.947	罗天祥等(1998)
铁杉	$B=0.4158V+41.3318$	0.940	方精云等(1996)
云南松	$B=0.6976V$	0.959	汪业勋(1998)
云杉	$B=0.5406V+50.6634$	0.990	罗天祥等(1998)

济林的 1.1 倍。

4 森林碳密度调查结果分析

4.1 主要林地生物量密度和碳密度分布特征

该县林地主要指有林地、疏林地、经济林,按各小班的林地属性统计出各林地的森林植被生物量、碳量及其密度,如表 2 所示。

从表 2 可以看出,该县有林地碳量达到 364 万 t,占总碳量的 94.26%,是疏林地的 16.7 倍,是经济林的 1 190 倍;疏林地占总碳量的 5.66%。有林地碳密度最高,其次是经济林,疏林地碳密度最低。有林地碳密度为 40t/hm²,为疏林地的 1.7 倍,为经

表 2 主要林地森林植被生物量、碳量及其密度
Tab. 2 The forest vegetation biomass, carbon and carbon density for woodland, sparse wood land and economic forest land

主要林地	生物量 (t)	碳量 (t)	面积 (hm²)	生物量密度 (t·hm ⁻²)	碳密度 (t·hm ⁻²)
有林地	8 090 712	3 640 820	89 995	90	40
疏林地	486 167	218 775	9 486	51	23
经济林	6 800	3 060	86	79	36

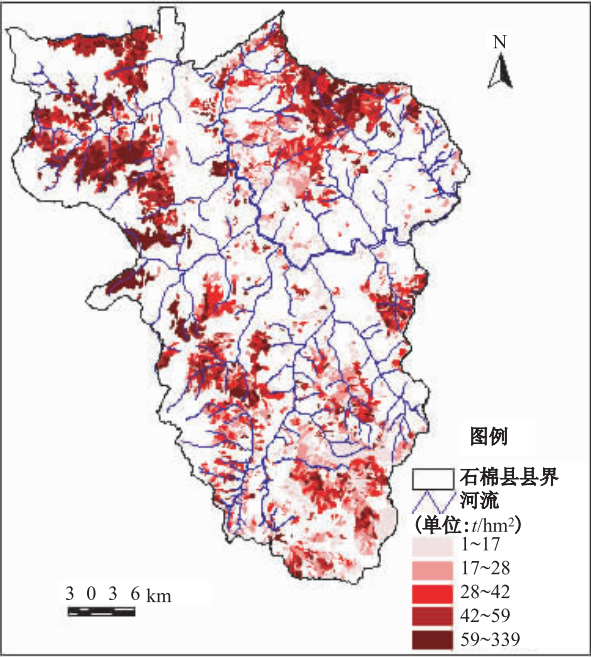


图 2 石棉县碳密度分布图
Fig. 2 Carbon density map for Shimian County

4.2 主要树种的生物量密度和碳密度分布特征

该县主要树种的生物量、碳量及其密度如表 3 所示。

表 3 主要树种的生物量、碳量及其密度

Tab. 3 The biomass, carbon and carbon density for main tree species

树种类型	生物量 (t)	碳量 (t)	面积 (hm ²)	生物量密度 (t·hm ⁻²)	碳密度 (t·hm ⁻²)
云南松	413 516	186 082	7 921	52	23
云杉	1 438 117	647 153	13 876	104	47
冷杉	4 262 396	1 918 078	44 265	96	43
华山松	9 946	4 476	128	78	35
杉木	9 898	4 454	162	61	28
杨树	3 517	1 583	65	54	24
栎类	535 765	241 094	8 176	66	29
桉木	208710	93 920	2 789	75	34
桦木	712 867	320 790	8 209	87	39
楠木	5 533	2 490	78	71	32
油杉	6 456	2 905	379	17	8
软阔类	233 755	105190	3 547	66	30
铁杉	732 283	329 527	9 848	74	33

从表 3 可以看出,按碳量的高低,各树种的排序为:冷杉>云杉>铁杉>桦木>栎类>云南松>软阔类>桉木>华山松>杉木>油杉>楠木>杨

树。按碳密度的高低,各树种的排序为云杉>冷杉>桦木>华山松>桉木>铁杉>楠木>软阔类>栎类>杉木>杨树>云南松>油杉。其中,冷杉、云杉、铁杉和桦木占总碳量的 83%。43t/hm² 以上的有云杉和冷杉;30~40t 之间的有:桦木、华山松、桉木、铁杉、楠木和软阔类;20~30t 之间的有:栎类、杉木、杨树和云南松。

4.3 不同山地部位的生物量密度和碳密度分布特征

该县森林植被生物量、碳量及其密度在不同山地部位的分布情况如表 4 所示。

表 4 森林植被生物量、碳量及其密度在不同山地部位的分布
Tab. 4 Distribution of forest vegetation biomass, carbon and carbon density on different mountain zones

部位	生物量(t)	碳量(t)	面积(hm ²)	生物量密度 (t·hm ⁻²)	碳密度 (t·hm ⁻²)
上部	2 953 520	1 329 084	34 896	85	38
下部	1 861 440	837 648	21 869	85	38
中部	3 708 533	1 668 840	42 016	88	40
脊部	26 042	11 719	381	68	31
谷地	34 944	15 725	413	85	38

从表 4 可以看出,山地中部碳密度最高,40t/hm²;上部、下部与谷地较低,为 38t/hm²;脊部最低,31t/hm²。上部和中部的碳量占总碳量的 78%。

4.4 不同坡形的生物量密度和碳密度分布特征

该县森林植被生物量、碳量及其密度在不同坡型的分布情况如表 5 所示。

表 5 不同坡形上形森林植被生物量、碳量及其密度分布
Tab. 5 Distribution of forest vegetation biomass, carbon and carbon density on different slope shape regions

坡型	生物量(t)	碳量(t)	面积 (hm ²)	生物量密度 (t·hm ⁻²)	碳密度 (t·hm ⁻²)
凸坡	606	273	23	27	12
凹坡	217 351	97 808	4 323	50	23
均匀坡	8 366 522	3 764 935	95 230	88	40

从表 5 可见,均匀坡碳密度最高,为40t/hm²,凸坡最低为 12t/hm²。均匀坡的碳量占总碳量的 97%。

4.5 不同坡度的生物量密度和碳密度分布特征

该县森林植被生物量、碳量及其密度在不同坡

度等级下的分布情况如表 6 所示。

表 6 在不同坡度等级的森林植被生物量、碳量及其密度分布
Tab. 6 Distribution of forest vegetation biomass, carbon and carbon density in different slope regions

坡度等级	坡度范围	生物量 (t)	碳量 (t)	面积 (hm ²)	生物量密度 (t·hm ⁻²)	碳密度 (t·hm ⁻²)
1	0~5°	214 93	9 672	429	50	23
2	5~8°	28 567	12 855	403	71	32
3	8~15°	140 909	63 409	1 895	74	33
4	15~25°	620 269	279 121	9 214	67	30
5	25~35°	4 020 853	1 809 384	44 776	90	40
6	35~80°	3 752 388	1 688 575	42 859	88	39

从表 6 可以看出,碳量随坡度等级的增加而增加,25°以上坡地的碳量占总碳量的 91%。当坡度在 25°以上时,其碳密度较大,在 39t/hm² 以上。在 0~5°,碳密度为 23t/hm²;在 5~25°,碳密度在 30~33t/hm²。由此可见,在 25°以上区域的森林保护较好。

4.6 不同土壤侵蚀状况下的生物量密度和碳密度分布特征

该县森林植被生物量、碳量及其密度在不同水土流失状况下的分布情况如表 7 所示。

表 7 森林植被生物量、碳量及其密度在不同土壤侵蚀状况下的分布
Tab. 7 Distribution of forest vegetation biomass, carbon and carbon density in different soil erosion regions

土壤侵蚀强度	生物量 (t)	碳量 (t)	面积 (hm ²)	生物量密度 (t·hm ⁻²)	碳密度 (t·hm ⁻²)
中	1 033 710	465 170	10 928	95	43
剧烈	26 760	12 042	419	64	29
强	605 084	272 288	7 499	80	36
微	3 434 191	1 545 386	36 519	94	42
极强	61 501	27 676	965	64	29
轻	3 423 233	1 540 455	43 246	79	36

从表中可以看出,碳量由低到高的排序为剧烈>极强>强>中>轻>微度。其中,中度、微度和轻度土壤侵蚀上的碳量占总碳量的 92%。微度与中度土壤侵蚀下的碳密度较高,为 42t/hm² 以上;剧烈与极强侵蚀下的碳密度相对较低,为 29t/hm²;轻度与强度为 36t/hm²。由此可见,碳密度高的区域,水土侵蚀强度较低。

4.7 森林植被郁闭度与其碳密度之间的关系
该县森林植被生物量和碳量及其生物量密度和碳密度在不同郁闭度的分布情况如表 8 所示。

表 8 森林植被生物量、碳量及其密度在不同郁闭度森林的分布
Tab. 8 Distribution of forest vegetation biomass, carbon and carbon density under different canopy densities

郁闭度	生物量 (t)	碳量 (t)	面积 (hm ²)	生物量密度 (t·hm ⁻²)	碳密度 (t·hm ⁻²)
0.1	484 236	217 906	9 464	51	23
0.2	435 386	195 924	7 750	56	25
0.3	1 001 152	450 518	14 115	71	32
0.4	2 171 889	977 350	24 110	90	41
0.5	2 394 717	1 077 623	23 720	101	45
0.6	1 385 126	623 307	13 728	101	45
0.7	421 593	189 717	4 093	103	46
0.8	264 649	119 092	2 330	114	51
0.9	25 731	11 579	266	97	44

从表中可以看出,郁闭度在 0.5 以下,生物量密度和碳密度随郁闭度的增加而增加。郁闭度在 0.8 以上时,碳密度随郁闭度的增加而降低。在 0.4~0.6,其碳量占总碳量的 69%。当郁闭度在 0.1~0.3 时,每公顷碳量在 23~32t 之间。当郁闭度在 0.4 及其以上时,为 40t/hm²;郁闭度在 0.8 时,其碳密度最大,为 51t/hm²。

分析结果:发现森林植被碳密度与其郁闭度之间的相关性,在 0.05 的水平上显著相关,其相关系数为 0.76。故此将碳密度作为因变量,郁闭度作为自变量,可建立如下回归关系模型。

$$y = 38.5x + 13.972, r = 0.755, R = 0.570.$$

该模型的复相关系数达到了 0.57。

在郁闭度为 0.1~0.5 的范围上,利用相关性分析,发现森林植被碳密度与郁闭度之间的相关性,在 0.01 的水平上显著相关,其相关系数为 0.96。将碳密度作为因变量,郁闭度作为自变量,能建立如下回归关系模型:

$$y = 100x - 3.20$$

该模型的复相关系数达到了 0.98。

5 结论

该研究探索出了一套以 GIS 森林资源二类调查数据建立森林植被生物量、碳量及其密度数据库,挖掘空间数据库的碳密度分布特征知识的方

法,这对提升森林资源二类调查数据的应用价值和森林固碳能力决策水平等具有重要意义。它们揭示出该县森林植被生物量、碳量、生物量密度和碳密度在不同林地、不同树种、不同山地部位、不同坡形、不同坡度、不同水土流失、不同郁闭度的分布特征。

该县林地的平均碳密度为 38.8 t/hm^2 ,有林地碳密度为 40 t/hm^2 ,与四川省森林植被的平均碳密度: 38.04 t/hm^2 相比^[18],有所偏高。该县有林地碳量达到 364 万 t,占总碳量的 94.26%。在所有树种中,冷杉、云杉、铁杉和桦木占总碳量的 83%。冷杉和云杉的碳密度最高,均在 40 t/hm^2 以上,这主要是该县冷杉与云杉林保护较好。山地中部碳密度最高,为 40 t/hm^2 ;上部和中部的碳量占总碳量的 78%。碳量随坡度等级的增加而增加,25 度以上坡地的碳量占总碳量的 91%。当坡度在 25 度以上时,其碳密度较大, 39 t/hm^2 以上。这主要是 25 度以上区域的森林保护较好。微度与中度土壤侵蚀下的碳密度较高, 42 t/hm^2 以上;剧烈与极强侵蚀下的碳密度相对较低,为 29 t/hm^2 ;可见,碳密度高越高的区域,水土侵蚀强度越低。碳密度与郁闭度之间,在 0.05 的水平上显著相关,其相关系数为 0.76。基于郁闭度的碳密度回归模型的复相关系数为 0.57。在该县西北与北部的碳密度较高,而在东部和中部,相对较低;河流上游,相对较高,而在其中下游,却相对较低。

参考文献:

- [1] Woodwell G M, Whittaker R H, Reiners W A, *et al.* The Biota and the World Carbon Budget[J]. Science, 1978, 199: 141 - 146.
- [2] Olson J S, Watts J A, Allison L J. Carbon in Live Vegetation of Major World Ecosystems[R]. Report ORNL-5862 Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn. 1983, 15 - 25.
- [3] 刘国华,傅伯杰,方精云. 中国森林碳动态及其对全球碳平衡的贡献[J]. 生态学报, 2000, 20 (5): 733 - 740.
- [4] 杨海军,邵全琴,陈卓奇,等. 森林碳蓄积量估算方法及其应用分析[J]. 地球信息科学学报, 2007, 9(4): 5 - 12.
- [5] 徐天蜀. 基于遥感信息的森林生物量、碳储量估测技术研究[J]. 林业调查设计, 2008, 33(3): 11 - 13.
- [6] 徐新良,曹明奎,李克让. 中国森林生态系统植被碳储量时空动态变化研究[J]. 地理科学进展, 2007, 26(6): 1 - 10.
- [7] 方精云,刘国华,徐嵩龄. 我国森林植被的生物量和净生产量[J]. 生态学报, 1996, 16(5): 497 - 508.
- [8] 樊登星,余新晓,岳永杰,等. 北京市森林碳储量及其动态变化[J]. 北京林业大学学报, 2008, (S2): 117 - 120.
- [9] 张茂震,王广兴. 浙江省森林生物量动态[J]. 生态学报, 2008, 28(11): 5665 - 5674.
- [10] 张茂震,王广兴,刘安兴. 基于森林资源连续清查资料估算的浙江省森林生物量及生产力[J]. 林业科学, 2009, 45(9): 13 - 17.
- [11] 郭志华,彭少麟,王伯荪. 利用 TM 数据提取粤西地区的森林生物量[J]. 生态学报, 2002, 22 (11): 1832 - 1839.
- [12] 徐新良,曹明奎,李克让. 森林生物量遥感估算与应用分析[J]. 地球信息科学学报, 2006, 8(4): 122 - 128.
- [13] Hame T, Sallli A, Andersson K, *et al.* A New Methodology for the Estimation of Biomass of Conifer Dominated Boreal Forest Using NOAA AVHRR Data[J]. Int. J. Remote Sense, 1997, 18(15): 3211(2) - 3243.
- [14] Field C B, Randerson J T, Malstrom C M. Global Net Primary Production: Combining Ecology and Remote Sensing[J]. Remote Sensing of Environment, 1995, 51: 742 - 88.
- [15] 杨存建,刘纪远,张增祥. 热带森林植被生物量遥感估算探讨[J]. 地理与地理信息科学, 2004, 20(6): 22 - 25.
- [16] 张志东,臧润国. 基于植被指数的海南岛霸王岭热带森林地上生物量空间分布模拟[J]. 植物生态学报, 2009, 33(5): 833 - 841.
- [17] 王立海,邢艳秋. 基于人工神经网络的天然林生物量遥感估测[J]. 应用生态学报, 2008, 19(2): 261 - 266.
- [18] 黄从德,张健,杨万勤,等. 四川省森林植被碳储量的空间分异特征[J]. 生态学报, 2009, 29(9): 5115 - 5121.

Discovering Knowledge of Forest Carbon Density in Shimian County of Sichuan Province Based on Spatial Database

YANG Cunjian, NI Jing, ZHANG Yang, MU Lin

(Research Center of Remote Sensing and Geographic Information Systems, Key Laboratory of Land Resources Evaluation and Monitoring in Southwest under Ministry of Education, Sichuan Normal University, Chengdu 610068, China)

Abstract: Forest carbon density is an important indicator reflecting the level of forest ecosystem function in ecological service and product supply. The methodology proposed here was used to create geographic database of forest biomass carbon storage, biomass density and carbon storage density based on forest resource investigations, and to discover the knowledge of forest carbon density distribution based on the geographic database. The geographic database of forest biomass carbon storage, biomass density and carbon storage density were created, and the knowledge of forest carbon density distribution was discovered in Shimian County by using the methodologies. There was 3.64×10^6 ton C in the forest of the county, and there was 83% in fir, spruce, hemlock and birch forest. The carbon density of the woodland was 40 t/hm², that of the spruce forest was 47 t/hm², and that of fir forest was 43 t/hm². With the increasing of slope, carbon storage increased, and with slope above 25° accounted for 91% of the total carbon storage. Carbon density in slopes above 25° was larger than that below 25°. Carbon density of the forest lands with very slight and moderate soil erosion was 42 t/hm², higher than those with severe soil erosion, say 29 t/hm². Forest carbon density significantly related to its canopy density at confidence level of 0.05. It was shown that spruce and fir forests were protected well, and of higher carbon density. The higher the carbon density, the weaker the soil erosion was there. The results played an important role in protecting forest resources, especially for provincial and national nature reserves in that county.

Key words: forest; biomass; carbon density