

基于山地垂直带谱的秦岭土地利用空间分异

罗 勇¹, 张百平²

(1. 四川省自然资源研究所, 成都 四川 610015 2. 中国科学院

地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101)

摘要: 为揭示秦岭山地垂直带与土地利用之间的相互关系, 文章基于 2000 年夏季卫星遥感影像和 1:25 万 DEM 数据, 采用目视解译的方式提取出秦岭南北坡的土地利用类型。将垂直带与土地利用进行叠加分析得出: 秦岭山地林地占 44.83%, 草地占 35.93%, 耕地占 18.42%。土地利用在垂直带上空间分异显著, 由基带往上耕地的比例呈指数关系减少, 林地呈正抛物线变化, 草地则与林地相反。在秦岭南北坡同一垂直带土地利用上也有明显的变化, 特别体现在栓皮栎林带、锐齿栎林以及冷杉林带上。

关 键 词: 岭; 垂直自然带; 土地利用; 空间分异

中图分类号: F301.24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2006)05-0574-06

受地球内力作用隆起形成的山地不仅在物质组成上与周围环境截然不同, 同时山地自身因所处地理位置的不同在垂向上也会呈现出不同的外貌形态与地表覆被, 出现由下而上规律的带状更迭现象, 即山地垂直带。垂直带间相互配置的形式和次序则构成了山地垂直带谱^[1]。垂直带间的自然景观因海拔高度不同会引起温度和水分条件递变, 并表现出独特的层次性和多样性, 因而处在不同高度的垂直带上, 人类对土地资源利用的广度和深度也千差万别^[2,3]。

山地垂直带的研究具有非常悠久的历史, 中国学者在垂直带的结构类型和区域分异规律进行过深入的研究^[1,2], 而最近提出的数字山地垂直带谱, 则很好地实现了垂直带数据的融合及与带谱的动态联系, 并建立了中国山地数字垂直带谱体系, 将中国山地垂直带谱的研究提高到崭新的阶段^[4]。在垂直带研究中, 除了研究自下而上的分异规律外, 各带内因地域和自然资源的差异可能会呈现出不同的土地利用状况, 但目前这方面还没有进行深入研究, 因此, 本文选取自然环境在水平和垂直上有明显差异的秦岭山地为研究对象, 主要探讨秦岭南北坡土地利用的分布区域与数字垂直带之间的相互关系, 这既是土地利用空间分异规律研究的重要方面, 也是合理开发垂直景观生产潜力

的重要内容^[5]。

1 秦岭的自然地理概况

秦岭古称 南山, 其区域范围有广义和狭义之分。广义秦岭, 西起昆仑, 中经陇南、陕南, 东至鄂豫皖-大别山以及蚌埠附近的张八岭, 耸立于洮河与渭河以南、汉江与嘉陵江支流-白龙江以北^[6]; 位于 102°19'~113°40'E、31°1'~35°31'N 之间, 跨越甘肃、四川、陕西、河南、湖北五省, 总面积达 106 766 km²。通常所说秦岭是狭义秦岭, 乃是广义秦岭的中段, 界于渭河中、下游与汉江上游之间、包括嘉陵江上游和南洛河上游在内的陕西省南部山地, 面积 55 000 km², 是本文的研究区域(图 1)。

大地构造上, 秦岭处于新构造运动隆起区, 北坡处于华北板块南缘的造山带, 南坡处于扬子板块北部^[7]; 地貌上, 秦岭山体庞大, 峰高谷低, 水系发育, 地形复杂, 平均海拔 2 000 m 以上, 70% 以上的山地海拔在 500~2 500 m 之间, 主峰太白山, 海拔 3 767 m。整个山地西高东低, 南北呈俯仰状, 南坡缓长, 北坡陡峻^[8]。因位于中纬度地区, 受大陆性气候和季风性气候的双重影响, 北方的寒流可直达北坡, 而东南暖湿气流沿河谷易入南坡, 使秦岭山脉的南北坡在水热条件下形成明显差异, 成为中国亚热带和暖温带的分界线, 以北属暖温带气候, 以

收稿日期: 2005-06-12 修订日期: 2005-10-11

基金项目: 中国科学院 2004 年 西部之光 访问学者项目资助。

作者简介: 罗 勇 (1977-), 男, 湖北麻城人, 硕士, 助理研究员, 主要从事资源信息与规划研究。Email: nur@tm.com

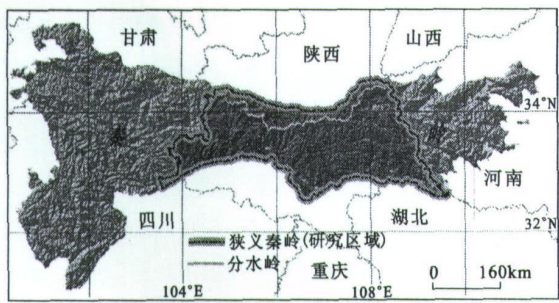


图 1 秦岭地理位置、范围示意图

Fig 1 Sketch of location and scope of Qinling Mountains

南属亚热带气候。在植被分布上, 秦岭以北属暖温带落叶阔叶林带, 以南则属北亚热带山地常绿、落叶阔叶混交林带类型^[9~13]。

秦岭是中国长江与黄河两大水系的分水岭, 发

育众多河流, 大部分的河流呈南北向奔流, 有大约 70% 的面积属于长江流域, 30% 为黄河流域, 是中国中部重要的 水塔^[13 14]。

秦岭南北坡分界线的划分有多种说法, 大地构造上, 大致以商(城)丹(凤)断裂带将秦岭划分为南北; 地貌上通常以徽县-成县盆地界为界线^[6]。根据垂直带谱完整性原则, 位于过渡地带的山地其界线位置应与山脉主脊或主分水岭一致^[15], 本文以 1:25 万 DEM 为基准, 按照渭河、汉水的分水岭作为其南北坡的界线。

秦岭巨大的垂直差异造成水热组合状况的变化, 使其南北坡垂直带分布的诸多自然要素如气候、植被和土壤等在一定的垂直区域之间相互制约并联系在一起, 经过长期的演变、交替, 在秦岭南北坡各发育有 7 个垂直带^[16 17] (图 2)。

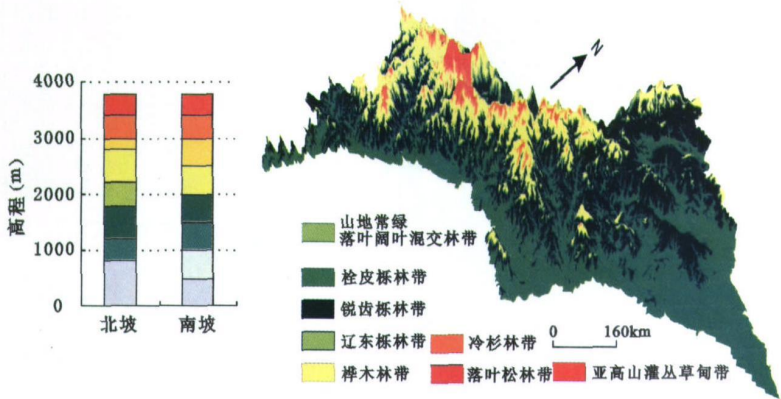


图 2 秦岭山地数字垂直带谱

Fig 2 Digital vertical belts of Qinling Mountains

2 数据源与方法

本研究利用遥感卫星提供的遥感图象获取土地利用 覆盖现状, 叠加秦岭南北坡数字垂直带谱, 用地理信息系统软件的空间分析功能获取位于不同高程山地垂直带上的土地利用变化^[18~21]。

数据源: 秦岭区域 2000 年的 8 景 ETM 数据 (12636, 12736, 12836, 12537, 12637, 12837, 12937 等, 时相为 5~8 月份, 总云量 < 10%, 影像质量较好)、1:25 万 DEM 数据。

方法: 先对遥感图象处理, 包括正射校正、几何纠正和镶嵌, 然后对 2(红)、3(绿)、4(蓝)波段融合成假彩色影像; 采用中国科学院资源环境数据库中全国 1:10 万土地利用分类系统, 一级分 6 类、

二级分 25 类和三级分 8 个类型^[18], 对秦岭区域进行土地利用遥感目视解译和人机交互解译, 建立土地利用数据库。因林地在山地占据重要地位, 本文根据研究需要, 在一级分类基础上, 特别对林地进行二次分类, 分成有林地、灌木疏林地两大类。因而总共得到耕地、有林地、灌木疏林地、草地、水域、城镇建设用地、未利用地等 7 种土地类型, 以期在宏观上把握它们的空间分布特征。为便于运算和统计, 将得到的矢量数据转换成 1:25 万的土地利用现状栅格图象, 并与基于 1:25 万的秦岭数字垂直带谱进行代数叠加生成基于垂直带的土地利用专题图(图 3)和数据库。数据均集成至统一的坐标体系中, 投影方式为等面积圆锥投影, 中央经线为 105°E, 双标准纬线分别为 25°N 和 47°N, 所采

用的椭球体为 krasovsky 椭球体。

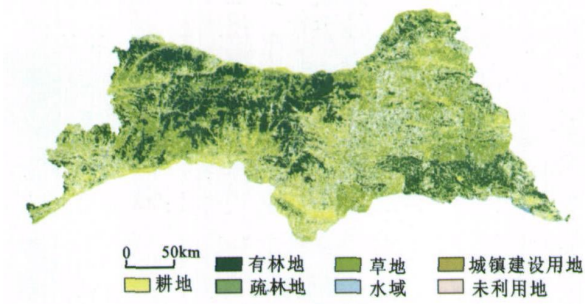


图 3 秦岭土地利用类型
Fig 3 Land use types ofQ inling Mountains

3 秦岭南北坡的土地利用分异研究

秦岭山地垂直自然带的土地利用分异研究包含三个方面：一是山地区域土地利用的整体格局，带有广布的全域性分异特色（即整个秦岭山地）；二是基于秦岭南北坡垂直自然带谱中不同带上的土地利用的局部格局，带有狭布的局域性分异特色

（即北坡或南坡）。三则是相同垂直带间的土地利用的南北分异（南北坡的同一带上）。

3 1 秦岭南北坡土地利用格局的广域分异

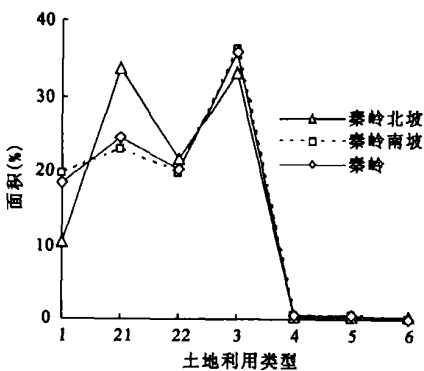
秦岭山地因气候条件优越，物种多样性丰富，很早就有人类活动，影响当地的土地覆被和利用^[22]。从 2000 年土地利用类型数据（表 1 图 3 图 4）得知，秦岭山地土地的利用类型以林地最多，约占总面积的 44.83%，以后依次为草地、耕地、水域、城乡及工矿用地、未利用地。采用土地利用程度综合指数模型^[23]，秦岭山地土地利用程度综合指数为 219.08，小于陕西省、大于中国总的土地利用程度指数^[24-25]。从秦岭南北坡的土地利用现状来看，南坡耕地、草地面积百分比大于北坡，林地小于北坡，土地利用程度的综合指数分别为 219.33 和 210.78 反映出人类活动对南坡的影响比北坡更深刻。

3 2 秦岭南北坡垂直自然带间的土地利用分异

土地利用在秦岭南、北坡 7 个垂直自然带间产生了明显的垂直分异现象（表 2 图 5）。

表 1 秦岭山地 2000 年土地利用类型
Table 1 Land use types of Q inling Mountains in 2000

土地利用类型 代号 名称	秦岭北坡		秦岭南坡		秦岭	
	面积 (km ²)	百分比 (%)	面积 (km ²)	百分比 (%)	面积 (km ²)	百分比 (%)
1 耕地	880807	10.32	10791003	19.69	11671809	18.42
21 有林地	2889689	33.82	12645682	22.78	15535372	24.53
22 灌木疏林	1861286	21.79	11005295	19.83	12866581	20.30
3 草地	2844548	33.29	19912352	36.34	22756899	35.93
4 水域	24361	0.28	222862	0.41	247223	0.39
5 城乡工矿	27316	0.32	209265	0.38	236581	0.37
6 未利用地	15722	0.18	11910	0.02	27632	0.04



1. 耕地; 3. 草地; 4. 水域; 5. 城乡工矿; 6 未利
用地; 21. 有林地; 22 灌木疏林

图 4 秦岭 2000 年土地利用构成

Fig 4 Land use types ofQ inling Mountains in 2000

1) 秦岭北坡垂直自然带间的土地利用分异。
秦岭北坡基带为栓皮栎林带 (*Quercu variabilis*)，主要以耕地、草地为主，并且灌木、疏林的比例要大于有林地的比例，相对其它带而言，城乡工矿用地也占有较大比重。而在锐齿栎林带 (*Q. aliena var acutiserrata*) 耕地、城乡工矿地则快速减少，取而代之的是有林地的迅速增多，占据优势地位。辽东栎林带 (*Q. liaotungensis*) 在秦岭仅出现于北坡，此带，有林地占有统治地位，超过 50%，显著较少的是草地面积，其比例不到前两带的一半。桦木林带以林地为主体，草地的比例有所上升，且未利用地的比例为各带最高。冷杉林带以有林地和草地为主体，灌木、疏林比例较大下降，城乡工矿地相对比

表 2 秦岭南北坡山地垂直带土地利用类型构成 (2000 年)

Table 2 Land use types composition of vertical belts in southern and northern slopes of Qinling Mountains in 2000

土地类型	秦岭北坡面积比例 (%)								秦岭南坡面积比例 (%)							
	栓皮栎	锐齿栎	辽东栎	桦木	冷杉	落叶松	亚高山	山地常	栓皮栎	锐齿栎	桦木	冷杉	落叶松	亚高山	灌丛	草甸带
	林带	林带	林带	林带	林带	林带	草甸带	绿、落叶	林带	林带	林带	林带	林带	林带		
耕地	1	21.98	9.45	0.90	0.74	0.28	0.21	/	11.11	31.29	18.28	3.74	0.42	0.21	/	/
有林地	21	8.12	35.87	57.88	49.59	55.17	36.08	6.57	36.26	11.82	19	51.74	59.14	37.03	0.50	/
灌木疏林	22	18.46	22.64	25.48	22.72	9.24	4.21	5.27	18.89	18.97	21.1	20	17.36	11.86	1.29	/
草地	3	49.31	31.76	15.63	26.38	34.98	59.26	88.09	33.33	36.39	41.32	24.46	22.64	50.34	98.21	/
水域	4	0.97	0.04	/	/	/	0.04	0.07	/	0.87	0.07	0	/	/	/	/
城乡工矿	5	1.00	0.08	0.02	0.02	0.34	0.21	/	/	0.65	0.23	0.06	0.03	/	/	/
未利用地	6	0.18	0.16	0.10	0.56	/	/	/	/	/	0	0	0.42	0.56	/	/
土地利用程度综合指数	223.84 209.45 200.86 200.24 200.98 200.65 200								211.11 232.57 218.74 203.86 200.08 199.65 200							

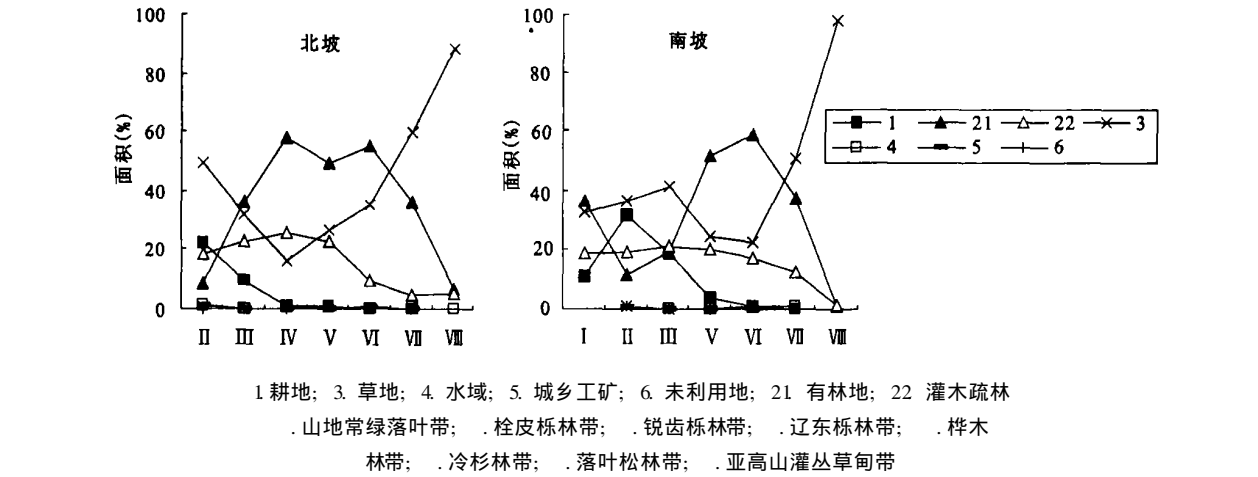


图 5 各种土地利用类型在秦岭南北坡各垂直带上的构成 (2000 年)

Fig 5 Land use types of vertical belts in southern and northern slopes of Qinling Mountains in 2000

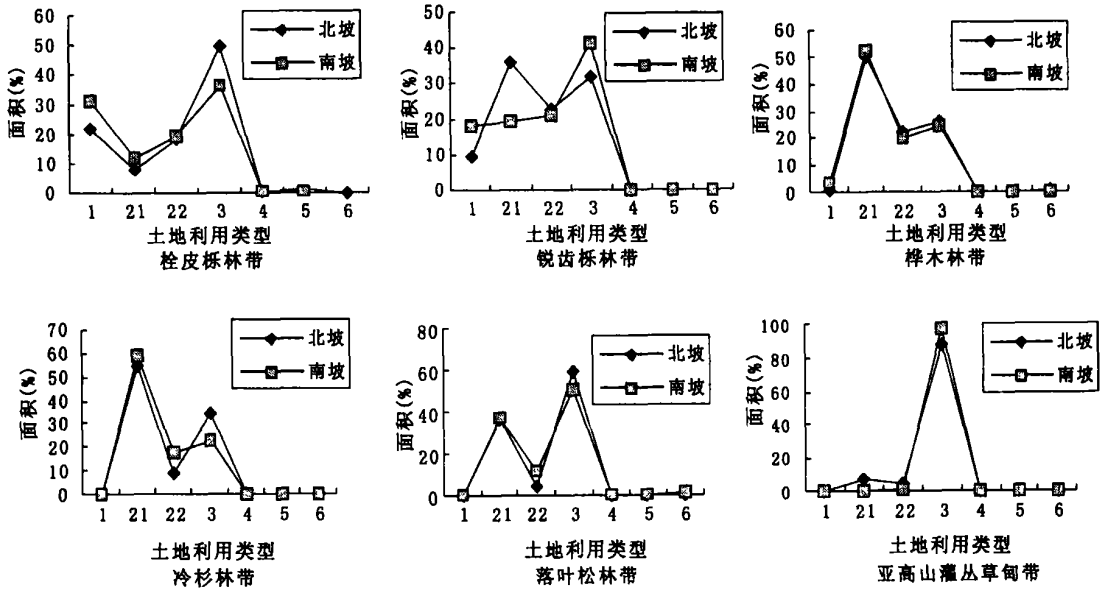
例较大。落叶松林带带主要以草地和有林地为主。亚高山灌丛草甸带则主要是草地, 约占 88%, 林地面积比例不足 12%, 为所有带中最低从土地利用综合指数来看, 在栓皮栎林带和锐齿栎林带较大, 人类活动在这些区域的影响较为深刻。

2) 秦岭北坡垂直自然带间的土地利用分异。秦岭南坡基带为山地常绿、落叶阔叶混交林带, 以林地、草地为主, 还有部分耕地, 其中有林地的面积大于灌木疏林。栓皮栎林带主要以草地、耕地、林地为主, 三者比例相当。其中耕地的比例在南坡各带中, 比例最大, 同时具有相对较大的水域和城乡工矿用地, 其土地利用综合指数也达到整个秦岭山地的最大为 232.57。锐齿栎林带以草地、林地为主, 其中灌木疏林稍多于有林地, 还有相对较大比例的耕地和城乡工矿用地。桦木林带以林地和草地为主, 其中有林地占据统治地位, 耕地则迅速减少。冷杉林带与桦木林带基本相当, 不过有林地在

此的比例达到了最大。落叶松林带里以草地和林地为主, 两者比例相当, 且未利用地达到最大值, 该带的土地利用程度指数是整个秦岭最小。亚高山灌丛草甸带几乎全为草地, 只有少许林地。

3.3 秦岭南北坡同一垂直自然带间的土地利用空间分异

在相同垂直自然带上, 秦岭南北坡由于水平方向的地域差异, 虽然土地利用类型总体构成大致相同, 但还存在分异 (图 6), 尤其体现在栓皮栎林带、锐齿栎林以及冷杉林带上。栓皮栎林带在南坡以草地、耕地、林地为主体, 各约占 1/3 北坡则以草地为主约占 50%, 反映出由南到北耕地、林地减少, 草地增多。土地利用程度综合指数两地均在此达到最大值, 且南坡比北坡还要大。锐齿栎林带南坡以草地和林地为主, 耕地也有较大部分; 北坡则以林地和草地为主, 耕地占有较少部分, 反映出由南到北耕地、草地减少, 林地增多。冷杉林带由南



1 耕地; 3 草地; 4 水域; 5 城乡工矿; 6 未利用地; 21. 有林地; 22 灌木疏林

图 6 各土地利用类型在秦岭南北坡同一垂直带上的面积百分比 (2000年)

Fig 6 Land use types of the same vertical belts in southern and northern slopes of Qinling Mountains in 2000

到北林地减少,草地增多。在柞木林带、落叶松林带及亚高山灌丛草甸带土地利用类型变化不大。

4 结论与讨论

由于秦岭南、北坡地质、地貌、气候、降水、植被类型及覆盖度、土壤等的差异,以及过去和现在人类经济活动的影响,导致土地利用类型在山地垂直带上的空间分异。

1) 秦岭山地土地利用类型以林地 (44 83%)、草地 (35 93%) 为主,耕地也占据着较高的比例 (18 42%),其中有林地的比例 (24 53%) 稍大于灌木疏林地 (20 3%);其南坡的耕地、草地的比例 (19 69%, 36 34%) 大于北坡 (10 32%、33 29%),但林地特别是有林地比例 (22 78%) 小于北坡 (33 82%)。区别于平原、盆地地区,秦岭山区经济发展主要依靠农牧业而非城镇工业的发展,城镇、工矿用地虽也有一定比例 (0 37%),但不是土地利用的主要内容。

2) 土地利用类型在自然带上空间分异显著。秦岭土地利用垂向分异受自然条件控制,林地与草地占较大比重的大格局始终不变,决定了该地区在相当长的时期内其生态功能较其它相邻地区突出。由基带往上,耕地比例呈指数关系迅速减少;林地呈负抛物线变化,北坡在辽东栎林带达到最大值

(83 36%),南坡在冷杉林达到最大 (76 5%);草地呈正抛物线变化同时在上述两个带达到最小 (15 63%, 22 64%)。在相同垂直自然带上,秦岭南北坡也存在分异,主要体现在栓皮栎林带、锐齿栎林以及冷杉林带上。

3) 山地区域的林地比例,特别是有林地的比例能反映该区的森林的覆盖程度,在一定程度上反映该区的生境质量。整体而言,秦岭在陕西省生境质量较高,北坡优于南坡;在垂直带上,辽东栎林带、冷杉林带、柞木林带较好,其次为落叶松林带、锐齿栎林带、山地常绿、落叶阔叶混交林带,而栓皮栎林带、亚高山灌丛草甸带则较差。亚高山灌丛草甸带是受自然条件限制造成,而栓皮栎林带则更多是由人文因素驱动所造成,这也在土地利用程度综合指数高低上得到表现。

4) 本文从宏观上论述了土地利用在秦岭各垂直带的空间分异。今后研究中要着重考虑运用如近 20 年来土地利用 / 覆被在各垂直带的时空演变、基于 spool 影像大比例尺土地利用,以及利用高精度 GPS 得到更为精准的数字垂直带谱等手段,从而更大程度地揭示土地利用与山地垂直带间的相互关系。

参考文献:

[1] 黄秉维, 郑 度, 赵名茶, 等. 现代自然地理 [M]. 北京: 科学

出版社, 1999 33~ 34

[2] 方精云,沈泽吴,崔海亭. 试论山地的生态特征及山地生态学的研究内容 [J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 10~ 19

[3] 陈 勇,陈国阶,王益谦. 山区人口与环境互动关系的初步研究 [J]. 地理科学, 2002, 22(3): 282~ 287

[4] 张百平,周成虎,陈述彭. 中国山地垂直带信息图谱的探讨 [J]. 地理学报, 2003, 58(2): 163~ 171

[5] 王宏志,李仁东,毋河海. 基于空间分析的土地利用垂直分异研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2002 11(6): 531~ 535.

[6] 陕西师范大学地理系. 中国秦岭大巴山地区地貌图说明 1: 1 000 000[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1989

[7] 杨志华. 秦岭造山带的构造格架和构造单位新划分 [J]. 地质科技情报, 1996 15(3): 43~ 48.

[8] 王襄平,王志恒,方精云. 中国的主要山脉和山峰 [J]. 生物多样性, 2004 12(1): 206~ 212

[9] 郭彩玲. 秦巴山地景观生态环境建设与保护 [J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 1998 26(1): 102~ 106.

[10] 戴君虎,崔海亭,唐志尧,等. 太白山高山带环境特征 [J]. 山地学报, 2001, 19(4): 229~ 305

[11] 高雪玲,刘 康,康 艳,等. 秦岭山地生态系统服务功能价值初步研究 [J]. 中国水土保持, 2004 (4): 19~ 21

[12] 张光超,邱少鹏,卢中正. 陕西秦岭国家级生态功能保护区土壤侵蚀的遥感分析 [J]. 地球信息科学, 2003, 3(1): 109~ 112

[13] 刘 康,马乃喜,胥艳玲,等. 秦岭山地生态环境保护与建设 [J]. 生态学杂志, 2004, 23(3): 157~ 160.

[14] 查小春,延军平. 全球变化下秦岭南北河流径流泥沙比较分析 [J]. 地理科学, 2002, 22(4): 403~ 407.

[15] 郑 度. 山地与高原综合自然区划问题的探讨 [A]. 见: 黄秉维. 地理集刊(第 21号) [C]. 北京: 科学出版社, 1989 21~ 28.

[16] 刘胤汉,杨东朗,刘彦随,等. 陕西秦巴山区垂直自然带的土地演替 [J]. 山地研究, 1996, 14(1): 9~ 15

[17] 傅志军,张行勇,刘顺义,等. 秦岭植物区系和植被研究概况 [J]. 西北植物学报, 1996, 16(5): 93~ 106

[18] 陈述彭. 地理科学的信息化与现代化 [J]. 地理科学, 2001, 21(3): 193~ 197.

[19] 罗为检,王克林,刘 明. 土地利用及其格局变化的生态环境效应研究进展 [J]. 中国生态农业学报, 2003 11(2): 150~ 152

[20] 刘湘南,许红梅,黄 方. 土地利用空间格局及其变化的图形信息特征分析 [J]. 地理科学, 2002, 22(1): 79~ 84.

[21] 刘卫国,吕鸣伦. 地理信息系统和遥感技术支持下的山地环境梯度分析方法研究 [J]. 地理研究, 1997, 16(3): 63~ 69

[22] 于兴修,杨桂山,王 瑶. 土地利用覆被变化的环境效应研究进展与动向 [J]. 地理科学, 2004, 24(5): 627~ 633

[23] 高志强,刘纪远,庄大方. 中国土地资源生态环境背景与利用程度的关系 [J]. 地理学报, 1998, 53(增刊): 36~ 43.

[24] 李晓兵,陈云浩,王 宏. 等中国土地覆盖动态变化幅度的区域分异规律 [J]. 地理科学, 2004, 24(3): 270~ 274

[25] 李国胜. 陕西省土地利用动态变化分析 [J]. 地理研究, 2004, 23(2): 157~ 164

Land Use Patterns Differentiation Based on Vertical Belts in Qinling Mountains

LUO Yong¹, ZHANG Baoping²

(1 Institute of Natural Resources of Sichuan Province, Chengdu, Sichuan 610015 2 Institute of Geographical Science and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Abstract As water tower for human kind in the 21st century, mountains and their resources and ecology have increasingly become the focus of many studies. The Qinling Mountains serves as the climate boundary between sub-tropical and warm-temperate zone in China. Its vertical belt structure is different between the northern slope and the southern slope, and the state and type of land use accordingly differ greatly. This article makes use of satellite images in summer of 2000 and 1:250000 digital elevation model (DEM) to acquire the data of land use types distribution on different vertical belts in order to disclose the interrelationship between montane vertical belt and land use. In Qinling Mountains 44.83% of the land is woodland, 35.93% is grassland and 18.42% is farmland. Land use change on different vertical belts is obvious. From the base belt to top, the proportion of farmland reduces to zero according to exponential curve, the woodland changes according to plus parabola and the grassland changes in inverse proportion to the woodland. Land use change on the same vertical belts is visible too, especially in *Quercu variabilis* forest, *Q. aliena* var *acutiserrata* forest and *Abies* forest.

Key words Qinling Mountains, vertical belt, land use, spatial differentiation