

辽宁省土地利用与生态环境协调发展研究^{*}

郑晓非^{1,2}, 张志全^{1,2}, 胡远满², 李秀珍²

(1. 沈阳大学, 沈阳 110044; 2. 中国科学院 沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016)

摘 要:根据保护和改善生态环境的原则,围绕保障土地资源可持续利用的目标,本着“改善、协调、预防和减缓”的思想,为实现土地资源的可持续利用提供科学依据,依据土地资源评价诊断指标、土地类和土地等级的评价标准,确定辽宁土地资源评价因素及其划分指标,采用层次分析法和综合指标法对土地利用生态敏感性定量评价,进行土地利用生态敏感性分区、生态控制分区,提出了辽宁省统筹土地利用与生态环境建设的土地调控指标和建议。

关键词:辽宁省;土地利用;生态环境;协调发展

中图分类号:F301.24;X171.4

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2008)04-0212-04

Coordinated Development Study on the About Land Utilization and Ecological Environment in Liaoning Province

ZHEN G Xiao-fei^{1,2}, ZHAN G Zhi-quan^{1,2}, HU Yuan-man², LI Xiu-zhen²

(1. Shenyang University, Shenyang 110044, China; 2. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Science, Shenyang 110016, China)

Abstract: According to the principle of protecting and improving environment and the target of sustainable land use, and the thought of improvement, harmony, preventability and release, land resource evaluation factors and their classification indices in Liaoning province were determined based on land resource evaluation indicators, land classes and evaluation standard of land rank. Ecological sensitivity of land use was quantified based on analytic hierarchy process (AHP) and aggregative indicator method (AIM) to establish ecological sensitive areas of land use and ecological controlling areas. Eventually, land controlling indices and suggests of land use and ecological construction in Liaoning province were proposed.

Key words: Liaoning Province; land utilization; ecological environment; coordinated development

土地作为重要的自然资源和基本的生态要素,必须得到高效、合理的利用,避免土地开发利用对生态环境造成破坏。对具有重要的科研价值和生态旅游开发前景的区域,以及生态环境相对脆弱的区域,要进行保护和开展必要的生态建设。辽宁省“十一五”期间将对中心城市以及中部城市群进行重点开发建设,强烈的土地需要必将对土地利用的强度、方式、规模、布局等产生深刻的影响,生态环境状况面临严峻的挑战。在这种新形势下,如何既保障经济社会发展的需求,又兼顾环境保护和生态建设,促进社会和谐和可持续发展,成为土地利用总体规划修编的重要问题。

1 生态环境和土地资源现状

生态环境和土地资源状况是土地利用总体规划制定过程中合理引导用地布局、确定用地规模和结构、安排建设项目和生态建设工程所不可或缺的本底资料。通过详细、客观、有针对性的调查分析,可以掌握现状特点和存在问题,为

土地利用规划修编提供科学依据。

1.1 生态环境

辽宁自然景观属温带阔叶林带与温带森林草原过渡带。在纬向地带性的控制下,受海陆分异和地势地貌格局影响,经向地带性也有明显体现,东部为温带森林自然景观,中部是以农田为主的半自然景观,西部为温带林草过渡性的自然景观。自然环境的复杂性构成了生物生长环境的多样性,植物区系处于长白、华北、蒙古三个植物区系的交汇地带。生物资源丰富,拥有 2 300 多种植物,其中具有经济价值的约 1 300 种以上。有林地面积 415.05 万 hm^2 ,森林覆盖率 30.95%。草地面积 338.87 万 hm^2 ,占土地面积的 23.2%。有重点保护的珍稀野生植物 72 种。

辽宁地势自北向南降低、从东西两侧向中部倾斜,地貌类型分布是东部山地丘陵、西部低山丘陵、中部为辽河平原,大致呈“六山一水三分田”的格局。山地、平地、水面分别占土地的 58%、33%、9%。自然灾害具有种类多、发生频率

^{*} 收稿日期:2007-08-09

基金项目:辽宁省国土资源厅土地利用总体规划修编项目

作者简介:郑晓非(1965-)女,辽宁沈阳人,副教授,主要从事自然地理学、景观生态学方向的教学与研究。E-mail:839132@163.com

高、突发性强、影响时间长和范围广的特点,其影响最严重的是沿海地区。

1.2 土地资源特点与分异

辽宁省土地总面积 14.81 万 km²。其中陆域面积 14.75 万 km²;海岛及滩涂面积 0.06 万 km²;近海水域面积 6.8 万 km²。辽东山地丘陵多为山地暗棕色和棕色森林土,土层厚通常在 0.5~1.0 m。半岛丘陵及东部沿海北部多砂石土。东部山丘区河谷较窄,有淤土、山地砂石土。东沟沿海南部为黑土。中部为平原淤土、棕黄土地带。以辽河平原为中心,西至辽西沿海,东至长大铁路右侧低丘带,主要土壤为河淤土、黑土、棕黄土与海滨盐土。地势低平易涝,土地绝大部分已开垦利用,土质肥沃,是省内主要粮食产地。

西部为低山丘陵生草棕色森林土、黄白土地带。主要土壤为亚砂土性的黄白土,并有较大面积的风砂土,山地大部为生草棕色森林土。细砂性的风砂土分布在康平的北部和彰武一带,山地生草棕色森林土分布在朝阳、锦州地区的松岭、医巫闾山地,其他地区分布有黄白土。植被多为草本植物,有灌木混生,土壤水蚀强烈,水土流失严重。北部土质结构差,以沙生植物为主,除水蚀外,还受风蚀,水土流失最严重。

沿海滩涂是重要的土地后备资源,沿海可垦 600 hm² 以上连片的滩涂有 52 块。现已开发利用滩涂 19.33 万 hm²,未利用的滩涂 19.73 万 hm²。

1.3 土地资源评价

依据土地资源评价诊断指标、土地类和土地等级的评价标准,确定辽宁土地资源评价因素及其划分指标,其评价结果是:宜农土地类 420.14 万 hm²,占土地总面积的 28.38%。其中一等宜农地 122.92 万 hm²,占宜农地类的 29.26%,二等和三等宜农地,即中低产土地分别为 84.21 万 hm² 和 213.01 万 hm²,占宜农土地类的 70.74%,表明按现代化农业科技水平要求,宜农土地类尚存 71.47% 的中低产田必须改造转化为高产田。

宜林土地类 339.12 万 hm²,其中一等宜林地 77.07 万 hm²,占宜林土地类的 22.72%。二等和三等宜林地,即中低产林地分别为 6.54 万 hm² 和 255.49 万 hm²,占宜林土地类的 77.27%。中低产林地须加强技术经济投入,使之改造成生态经济效益最佳的林业用地。

宜牧土地类 7.2 万 hm²,其中一等宜牧土地 6.72 万 hm²,占宜牧土地类 93.40%,三等宜牧地只有 0.47 万 hm²,占宜牧土地的 6.54%。与宜农、宜林土地类相比,是最小的土地类,因此不具备发展放牧式畜牧业土地资源,而适合发展与种植业相结合的养殖业生产。土地资源存在宜农、宜林,或宜农、宜牧或宜农林牧的土地类,反映出土地的双宜性,或多宜性。辽东半岛低山丘陵地带的双宜性土地多为三等宜农地、一等或二等宜林地。辽西低山丘陵区也有较多的宜农林牧的土地类。

2 土地生态环境保护

2.1 重要保护地

截止 2005 年底,辽宁有各级各类自然保护区 81 处,各

级森林公园 43 个,总面积 181.31 万 hm²,占 12.27%。国家级自然保护区主要有:大连旅顺口蛇岛老铁山、盘锦双台河口、北宁医巫闾山、宽甸白石砬子、桓仁老秃顶子、庄河仙人洞、朝阳古生物化石等自然保护区。双台河口国家级自然保护区被“国际湿地公约局”正式批准为“国际重要湿地”。

有省级以上的古遗迹址、古墓葬、古建筑、石窟及石刻、近现代重要史迹及代表性建筑等文物保护单位 138 处。

2.2 重要生态功能区

辽东山地森林和湿地是辽宁最重要的水源涵养区,省内的大型水库 28 座、中型水库 72 座、小型水库 841 座是主要水源涵养地,有城市水源地 140 多处。

高速公路、铁路及主要公路生态绿化用地、城市绿化带和附属绿地。城市规划的“生态廊道”。生态脆弱区主要有西部、北部潜在沙化区和已经沙化区,北部、南部盐渍化区,西部、南部山地石漠化区等。

3 生态环境问题与土地资源供给

3.1 生态环境主要问题

(1) 土壤侵蚀。土壤侵蚀遥感调查结果表明:一级侵蚀面积最大,占总面积的 21.71%,二级侵蚀面积次之,占 21.68%,三级的面积分别占 15.26%、16.51%,四级的面积分别占 7.87%、6.72%,五级的面积分别占 4.37%、5.12%。

(2) 土地沙化。沙化土地面积 1 545.86 km²,其中严重沙化土地 118.16 km²,强烈发展沙化土地 623.00 km²,正在发展的沙化土地 804.70 km²,分别占全省总面积的 0.08%、0.42% 和 0.54%。具有潜在沙化的土地 2 687.89 km²,占全省面积的 1.81%;河流沿岸风沙土面积 807.18 km²,占全省面积的 0.54%。

(3) 土壤盐渍化。潮滩盐土分布于沿海的“潮间带”,即平均高潮线和平均低潮线之间,盐场和虾田分别占 0.65%、0.11%。内陆盐渍土按生态环境分为干旱风沙区内陆盐渍土和低洼易涝区内陆盐渍土,主要分布在干旱风沙区和低洼易涝区。

(4) 土壤污染。据本项目研究,全省农田受到污染面积约达 4 万 hm²,其中菜地污染面积 1 万 hm²。土壤污染的土地大多分布在地势低平,且与原有工矿企业毗邻的地带。

3.2 土地资源供给分析

根据《辽宁省土地利用总体规划(1997-2010 年)》的要求和安排,目前全省土地利用情况与此“总体规划”已基本持平,到 2010 年建设用地需求规模还会进一步扩大。

全省现有土地后备资源 20.83 万 hm²,其中宜农地 10.40 万 hm²。有中低产田 200 万 hm²,园地、林地的产出率不高,通过改造和集约利用有很大潜力。滩涂资源 53.05 万 hm²。有城市内部存量土地 25% 和农村居民点用地 35% 可以挖潜。

按照上述的土地利用情况、土地资源潜力水平,如果坚持“十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地”的基本国策,正确处理经济发展、耕地保护和生态环境建设的关系,坚持土地资源开发与节约并举,把节约放在首位的方针,在保护

中开发,在开发中保护,进一步加强土地整理、土地复垦、保护基本农田,合理增加城市用地、建设用地,严格限制不合理用地;促进土地资源的节约利用和优化配置,在保护和改善生态环境前提下,积极创造条件,适度开发土地后备资源,做到耕地总量动态平衡;根据各类用地需求预测,科学合理地调整比例关系,制订符合省情的用地标准和用地规模,土地资源是完全可以满足各类用地需求的。

3.3 农业用地结构与生产布局

农业用地结构与生产布局基本划分为:滨海农业区:包括丹东、大连、营口、盘锦、锦州、葫芦岛等 6 市及邻海的县(市),主要农作物有水稻、玉米,并盛产水果、花生、柞蚕、水产品 and 芦苇等。中部平原农业区:包括沈阳、辽阳、鞍山 3 市及铁岭大部、阜新和锦州部分县,是全省粮食主产区,著名的水果和小杂粮产区;粮食产量占全省总产量的 60 % 左右,主要农作物有玉米、水稻、高粱、大豆等,该区还是畜牧业生产的重点地区。东部山区农业区:包括抚顺、本溪 2 市及铁岭、丹东、鞍山部分县市,是以林地为主的山地农业区,森林面积占全省一半以上。西部低山丘陵农业区:包括朝阳、葫芦岛市和阜新县、义县等,是著名的小杂粮产区和经济作物、畜牧业生产基地。

3.4 林业用地结构与空间分布

天然林:天然林面积 234.93 万 hm^2 ,其中东部山区为 221.67 万 hm^2 ,占天然林的 94.4 %,是辽河、浑河、太子河、大洋河、鸭绿江和碧流河 6 大水系的水源涵养林,为确保中南部的 10 个城市年 70 亿 m^3 的用水发挥了重要作用。退耕还林:退耕还林工程区涉及全省 14 个市 65 县(市)区,5.69 万农户,共完成退耕还林 62 万 hm^2 ,其中退耕地还林 21.33 万 hm^2 ,配套荒山造林 40.67 万 hm^2 。

防护林体系:“三北”防护林体系建设一期工程完成造林 54.7 万 hm^2 ,二期工程完成造林 54.4 万 hm^2 ,三期工程完成造林 64.67 万 hm^2 ,四期工程造林 25.14 万 hm^2 。

沿海防护林:一期工程营造人工林 24.3 万 hm^2 ,封山育林 6.9 万 hm^2 ;二期工程人工造林累计完成 8.17 万 hm^2 ,封山育林 8.9 万 hm^2 ,全省海岸基干林带基本封闭合拢。

速生丰产林:全省速生丰产用材林 36.67 万 hm^2 ,其中杨树 25 万 hm^2 ,落叶松 10 万 hm^2 。

绿色通道:全省公路、铁路、河流等通道绿化达标的总里程为 10 597.8 km,占可绿化地段的 31 %,高速公路基本实现绿化,实际完成植树 0.5 万 hm^2 。

4 土地利用生态敏感性分区与生态控制分区

土地利用生态敏感性是指土地开发利用过程中,生态系统对人类活动反应的敏感程度,用来反映生态系统平衡状况、动态变化趋势与产生生态环境问题的可能性。敏感性高的区域易产生生态环境问题,是生态环境保护与恢复的重点。

4.1 敏感性分区与控制分区方法

采用层次分析法和综合指标法对土地利用生态敏感性定量评价。第一个层次为土地利用生态敏感性综合评价,第二个层次为土地利用各种生态问题敏感性评价,第三个层次

为土地利用各种生态问题敏感性成因单因子评价。

研究建立了土地利用生态敏感性评价指标体系和综合定量评价模型,评价指标体系包括敏感性成因单因子评价指标与综合评价指标体系,评价模型包括单因子定量评价和综合评价的数学模型及其评价结果表达的空间分布模型。

研究运用遥感数据、地理信息系统技术及空间模拟等方法与技术手段,即首先运用地理信息系统技术绘制出区域土地利用生态敏感因子空间分布图,再在制图中对所评价的生态问题划分出不同级别的敏感区,最后在各种土地利用生态问题敏感性分布的基础上,进行区域土地利用生态敏感性综合分区。

4.2 生态敏感性综合评价与分区

综合评价就是综合考虑多项敏感性因子的叠加效应、加强效应的综合敏感性指数。研究在对多个生态问题进行综合评价时,采用取最大值方法,结合专家咨询,根据分级标准,通过 ArcView 计算不同空间土地生态敏感性综合指数,并绘制生态敏感性空间分布图。

$$S_j = \max(SS_j, DS_j, YS_j, j)$$

式中: S_j —— j 空间单元生态环境敏感性综合指数; SS_j —— j 空间单元土壤侵蚀敏感性指数; DS_j —— j 空间单元沙漠化敏感性指数; YS_j —— j 空间单元土壤盐渍化敏感性指数。

再叠加各类自然保护区、水源涵养地、河流和水库等的缓冲区分布图。辽宁省土地利用生态敏感性分为 4 级:极度敏感、高度敏感、中度敏感和轻度敏感区。土地利用生态敏感性综合评价与分区见图 1。综合评价结果表明,全省土地利用生态敏感性分 4 级,即极度敏感区、重度敏感区、中度敏感区、轻度敏感区,各等级区域相应面积和比例见表 1。

表 1 生态系统敏感性分区面积及比例

敏感性分区	面积/ km^2	百分比/ %
极度敏感区	37944.6	25.8
重度敏感区	53887.7	36.7
中度敏感区	47836.5	32.6
轻度敏感区	7234.1	4.9
合 计	146902.8	100.0

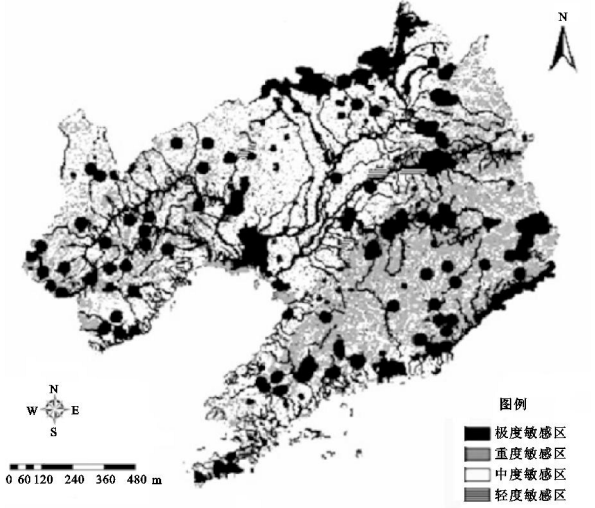


图 1 土地利用生态敏感性综合评价分区

分布格局是:极度敏感区分布在辽东山地丘陵、辽东半岛、辽西低山丘陵、辽西北的部分地区,下辽河滨海湿地、河流、水库等水域,占总面积的 25.8%;重度敏感区集中在辽东山地丘陵、半岛丘陵、辽西低山丘陵、沿海滩涂、辽西北丘陵和柳绕平原区,占 36.7%;中度敏感区主要分布在中部平原、沿海平原,占 32.6%;轻度敏感区分布在城市、主要居民点分布区。

4.3 敏感性分区土地利用对策

对极度、重度敏感区,建设规划中应该以生态用地为主,极度敏感区中的严重风沙、水土流失区,各级各类保护区、水源涵养地、高速公路和铁路两侧的缓冲区和,应该严格保护,严禁各类建设和工矿征用。重度敏感区中的自然保护区的缓冲区,轻度风沙、水土流失、盐渍化区等,可安排生态农业用地和生态建设用地,严禁引发侵蚀、盐渍化等加重的非农开发建设。

中度敏感区以现有的农田,尤其是基本农田保护区为主,有条件的地方可适度安排建设用地,但应遵照占补平衡原则,通过土地复垦和土地整理等措施,对占用的耕地予以相应补偿,并且要保证补偿耕地的质量。

轻度敏感区以现有建设用地和工矿用地为主,这类土地可用作建设用地的潜力已经很小,而建设用地的扩大往往是围绕现有的建成区,以“摊大饼”的形式向外推进。建议新的土地规划中,一要重视“挖潜”,如旧城改造,在不增加占地面积的前提下,向高空发展,提高土地利用;二要在征收新的建设用地时优先考虑不适合作为农用地或生态建设用地的工矿废弃地、排土场、采石场等,以及土壤污染较为严重的区域等,以便最小限度地征收生态建设用地和农用地。各级土地利用生态敏感区适宜的土地利用方式见表 2。

表 2 生态敏感性分区的土地利用适宜性

敏感性分区	适宜用地类型	有条件适宜用地类型	不适宜用地类型
极度敏感区	生态用地		工矿仓储、服务业、交通、住宅等
重度敏感区	生态用地	适量生态农用地	工矿仓储、服务业、交通、住宅等
中度敏感区	生态用地、生态农用地	农用地、建设用地	工矿仓储等
轻度敏感区	生态用地、农用地	农用地、建设用地	

4.4 土地利用生态控制分区

土地利用生态控制分区是依据区域生态系统敏感性、生态服务功能重要性、生态环境特征的相似性和差异性而进行的地理空间分区。其目的是在辨析区域主要生态环境问题与生态环境脆弱区的基础上,确定优先保护的生态系统和土地,为区域产业布局、生态保护和建设规划提供科学依据。土地利用生态控制分区所划分的对象必须是具有独特性、且空间上完整的自然区域。分区过程中,需遵循景观生态单元以及景观生态单元组合结构的完整性。

根据辽宁省生态环境特点和环境管理要求,依据土地利

用、土地资源评价、土地利用生态敏感性空间分布,利用 GIS 技术进行叠加,通过区域综合得出生态控制分区图 2,各等级相应面积和比例见表 3。

表 3 土地生态控制分区面积与比例

生态控制分区	严格保护区	保护利用区	引导开发区
面积/ km ²	68077	70775	53627
比例/ %	35.4	36.8	27.8

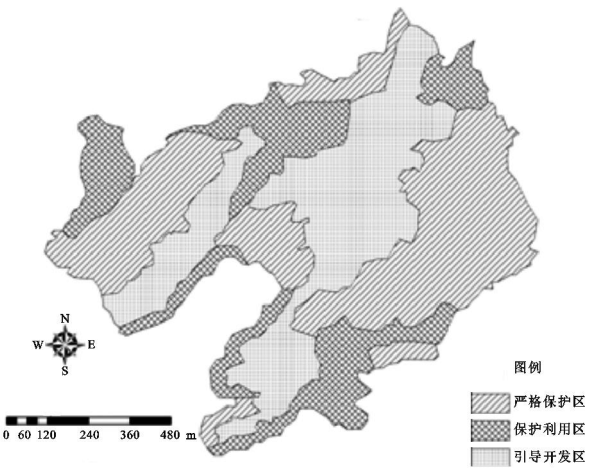


图 2 土地利用生态控制分区

由表 2 和图 2 可见,严格保护区主要分布在辽东山地、辽西低山丘陵、辽北科尔沁南缘和沿海重要湿地。辽东山地是中部城市群的生态屏障,具有重要的生物多样性保护和涵养水源功能,辽西地区水土保持工作极其重要,辽北科尔沁沙漠南缘的沙化控制极为重要,滨海湿地的生物多样性保护最为重要。保护利用区较分散,协调地区自然资源开发与生态保护的关系极为重要。引导开发区集中分布在辽河平原和部分沿海地区,需要协调城市和工业发展与土地利用的关系。

5 生态用地规划建议

(1) 全省生态用地总量平衡中,可以不再增加各类保护区用地。但是要求对现有生态用地严格保护,要对其 5 km 范围的缓冲区实施保护,生态保护用地保持在 3.034 万 km²。

(2) 全省的 171 个饮用水源地(不包括其他饮用水供水功能区的水源地和水库区)的 3 km 范围内要实施严格保护。饮用水源地有 30 个水库等大型饮用水源地要结合林地建设实施保护,其他饮用水源地面积按 9 km² 计算,有 140 个水源地需要完善保护的约 1 260 km²。

(3) 生态脆弱区、城市规划区等边缘 2 km 范围内规划生态用地,用于建设生态廊道等。

(4) 新增建设用地中应合理地规划生态用地,可以综合地按生态用地比例不低于占用土地的 19% 测算。到 2010 年按新增建设用地 19.08 万 hm²,则新增生态用地 3.62 万 hm²;到 2020 年按新增建设用地 33.81 万 hm²,则新增生态用地 6.42 万 hm²。

(下转第 219 页)

利用类型面积大小顺序为:耕地>林地>荒地>建筑用地,耕地为优势景观,其面积比例为 50.21%,这时草地和水域面积几乎为 0。1997 年流域土地利用格局发生了明显变化,各类景观面积大小顺序变为:林地>耕地>草地>水域>荒地>建筑用地,林地成为优势景观,其面积增加了 247.13 hm²,面积百分比为 39.51%。草地和水域两个景观明显显现出来,丰富了研究区的景观类型,斑块数目也随着增加。到 2005 年,研究区土地利用类型面积顺序与 1997 年相比没有变化,但林地面积增加,耕地和草地面积减少,建筑用地、水域、荒地面积变化不大,斑块数目增加,土地利用格局呈破碎化状态。

参考文献:

[1] 郭丽英,刘彦随,任志远.生态脆弱区土地利用格局变化及其驱动机制分析[J].资源科学,2005,27(2):128-132.

[2] 海山.内蒙古农牧交错带可持续发展研究[J].经济地理,1995,15(2):100-103.

[3] 赵杰,赵玉洞.农牧交错带典型偏农区土地利用变化及其原因分析[J].中国沙漠,2003,23(1):73-78.

[4] 摆万奇,丁贤忠.内蒙古自治区奈曼旗土地利用变化预测研究[J].资源科学,2003,25(2):73-76.

[5] 孙广军.大沟头小流域水土保持生态经济型治理开发模型[J].水土保持研究,2004,11(5):162-164.

[6] 刘纪远.国家资源环境遥感宏观调查与动态监测研究[J].遥感学报,1997,1(3):225-230.

[7] 傅伯杰,陈利顶,马克明,等.景观生态学原理及应用[M].北京:科学出版社,2001:32-45.

[8] 摆万奇.土地利用和土地覆盖变化研究模型综述[J].自然资源学报,1997,12(2):169-175.

[9] 秦富仓.黄土地区流域森林植被格局对侵蚀产沙过程的调控研究[D].北京:北京林业大学,2006:53-83.

[10] Turner II B L, Meyer W B, Skole D L. Global land use/land cover change: towards an integrated study[J]. Ambio,1994,23(1):91-95.

[11] 杨霞.奈曼旗大沟头小流域土地利用格局动态变化研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2007:18-25.

[12] Turner II B L. The sustainability principle in global agendas: implication for under standing land use/land cover change[J]. The Geographical Journal,1997,163(2):133-140.

[13] Turner BL II, Meyer WB. Land use and land cover in global environmental change: Considerations for study[J]. International social science,1991,130:669-679.

[14] 程序.农牧交错带研究中的现代生态学前沿问题[J].资源科学,1999,21(5):1-8.

(上接第 215 页)

综合上述分析,辽宁省土地利用总体规划中的生态用地总量至少达到,2010 年为 319.62 万 hm²,约占土地总面积 21.58%;2020 年为 322.42 万 hm²,约占土地总面积 21.77%。

新的辽宁省土地利用总体规划注重土地利用生态问题与生态功能作用,将对全省经济发展与生态环境相协调提供可靠的保证。在老工业基地改造和振兴中要树立科学发展观,增强可持续发展意识;要遵循客观规律,按照利用与保护并重的方针,理性地对待自然、对待资源、对待区域经济发展,走出一条新型的城市化、工业化和现代农业发展的新路。

参考文献:

[1] 国家土地管理局土地利用规划司.全国土地利用总体规划研究[M].北京:科学出版社,1994.

[2] 雷显龙,等.土地整理项目环境影响评价[M].北京:科学出版社,2004.

[3] 蒋志刚.论中国自然保护区的面积上限[J].生态学报,2005,25(5):58-62.

[4] 辽宁省环境保护局.2004 年度辽宁省环境质量报告书[R],2005.

[5] 辽宁省计划委员会,中国科学院沈阳应用生态研究所,

等.辽宁省国土资源遥感综合调查报告[R],2001.

[6] 辽宁省林业厅.2004 年辽宁省林业生态建设公报[Z],2004.

[7] 刘康,等.甘肃省生态环境敏感性评价及空间分布[J].生态学报,2003,23(12):2711-2718.

[8] 欧阳志云.生态系统服务功能、生态价值与可持续发展[J].世界科技研究与发展,2000,22(5):45-50.

[9] 王劲峰,等.中国自然灾害影响评价方法研究[M].北京:中国科学技术出版社,1993.

[10] 王如松,等.城市生态调控方法[M].北京:气象出版社,2000.

[11] 王治江.辽宁省生态系统评价与生态功能分区研究[D].沈阳:中国科学院沈阳应用生态研究所,2005.

[12] 肖笃宁,等.景观生态学研究进展[M].长沙:湖南科学技术出版社,1999.

[13] 杨志峰,等.城市生态可持续发展规划[M].北京:科学出版社,2004.

[14] 张启德,等.中国辽宁省环境区划[M].北京:科学出版社,1991.