

# 乐东县生态公益林生态服务功能价值评估

王振宇<sup>1</sup>, 陈祥泽<sup>1</sup>, 林之盼<sup>2\*</sup>, 王小燕<sup>2</sup>, 宿少锋<sup>2</sup>

(1. 海南省乐东黎族自治县林业局, 海南乐东 572500; 2. 海南省林业科学研究所, 海南海口 571100)

**摘要** 运用《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T 1721—2008)的相关标计量参数和指标,对乐东县生态公益林生态服务功能价值进行评估,并对乐东县生态公益林生态服务功能价值进行分析。结果表明,乐东县生态公益林产生的生态服务功能总价值为1 510 815.42万元,其中涵养水源价值511 560.77万元;净化水质价值197 259.94万元;固土价值1 611.32万元;保肥价值(N、P、K肥)15 462.81万元;固碳价值40 312.45万元;释氧价值85 843.84万元;林木营养物质积累价值8 455.66万元;提供负离子价值15 371.24万元;吸收二氧化硫价值714.54万元;吸收氟化物价值31.43万元;吸收氮氧化物价值55.52万元;吸收土壤重金属价值85 246.01万元;滞尘价值34 673.23万元;降噪价值17 467.73万元;灭菌价值26 207.46万元;森林防护功能价值118 634.78万元;森林保育生物多样性价值255 332.80万元;森林游憩(生态旅游)价值96 573.88万元。

**关键词** 生态公益林;服务功能;价值评估

**中图分类号** S718.5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)15-0095-04

## The Value Assessment on Ecosystem Service Function of Ecological Public Welfare Forest in Ledong County

WANG Zhen-yu<sup>1</sup>, CHEN Xiang-ze<sup>1</sup>, LIN Zhi-pan<sup>2</sup> et al (1. Forestry Bureau of Ledong County, Ledong, Hainan 572500; 2. Hainan Forestry Institute, Haikou, Hainan 571100)

**Abstract** Based on 'the forest ecosystem service function evaluation standard' (LY/T 1721-2008) related to the measurement parameters and index, the ecological service function value of ecological public welfare forest in Ledong County was evaluated. The study showed that ecological service function of ecological public welfare forest produced a total value of 1 510 815.42 billion yuan, including the storage capacity value of 511 560.77 billion yuan; Purifying water quality value of 197 259.94 million yuan; Soil-fixation value of 1 611.32 million yuan; Protecting fertilizer value (N, P and K fertilizer) of 15 462.81 million yuan; Carbon fixation value of 40 312.45 million yuan; Releasing oxygen value of 85 843.84 million yuan; The total value of forest nutrient accumulation was about 8 455.66 million yuan; including providing the anion of 15 371.24 million yuan; The sulfur dioxide absorption value of 714.54 million yuan; Absorbing fluoride value of 31.43 million yuan; Absorbing nitrogen oxide value of 55 200 yuan; Absorbing soil heavy metal value of 85 246.01 million yuan; Detaining dust value of 34 673.23 million yuan; Noise reduction value of 17 467.73 million yuan; Sterilization value of 26 207.46 million yuan; Forest protection function value was 118 634.78 million yuan; Forest biodiversity conservation value was 255 332.80 million yuan; Forest recreation (ecological tourism) value was RMB 96 573.88 million.

**Key words** Ecological public welfare forest; Service function; The value assessment

生态系统服务是指自然生态系统及其物种所提供的能够满足和维持人类生活需要的条件和过程<sup>[1]</sup>。生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成以及维持人类赖以生存的自然环境条件与效用,它不仅给人类提供生存必需的食物、工具、药物等原料,更重要的是给人类提供生存与发展的环境<sup>[2]</sup>。

生态公益林是生态区位极为重要或生态状况极为脆弱区域,对国土生态安全、生物多样性保护和经济社会可持续发展具有重要作用,以提供森林生态和社会服务产品为主要经营目的的重点防护林和特种用途林,包括水源涵养林、水土保持林、防风固沙林和护岸林、自然保护区的森林和国防林等,具有极高的经济、生态和社会服务价值<sup>[3]</sup>。生态公益林生态系统服务价值主要体现在直接价值、间接价值和伦理学价值3方面<sup>[4]</sup>。乐东县生态公益林总面积113 440.59 hm<sup>2</sup>,约占海南省生态公益林总面积的12.65%,是海南省生态公益林的生态服务功能价值最高的市县之一,定量评价乐东县生态公益林的服务功能和价值,有利于推进林业生态建设,精准开展生态公益林保护经营,有效拓展公益林面积、提升公益林质量。

## 1 数据与方法

### 1.1 研究区概况 乐东县生态公益林以热带天然林为主,

占总数的72.55%。天然林中,热带原生林面积为34 043.10 hm<sup>2</sup>,占总数的30.01%,热带次生林为48 260.31 hm<sup>2</sup>,占总数的42.54%;另外,在乐东县生态公益林中,橡胶林占较大比例,面积为17 884.51 hm<sup>2</sup>,占总数的15.77%;经济林面积为2 623.307 hm<sup>2</sup>,占总数的2.312%;灌木林面积为5 263.458 hm<sup>2</sup>,占总数的4.64%;以桉树、相思和松树为主的热带用材林面积为4 610.287 hm<sup>2</sup>,占总数的4.064%;红树林和防护林面积很小,分别占总数的0.027%和0.639%(图1、表1)。

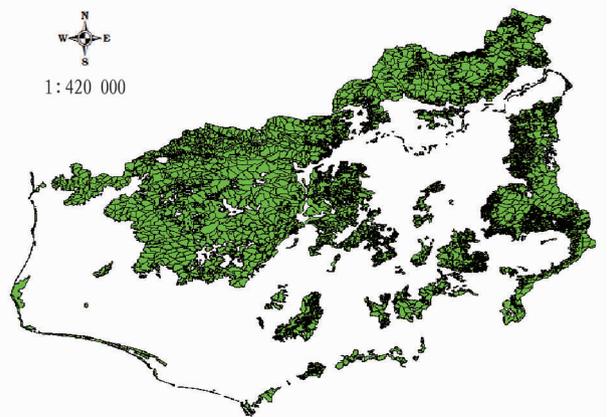


图1 乐东县生态公益林分布

Fig. 1 Distribution of ecological public welfare forest in Ledong County

**作者简介** 王振宇(1986—),男,河南乐东人,助理工程师,从事森林生态研究。\*通讯作者,工程师,从事森林生态方面的研究。

**鸣谢** 感谢海南文昌生态站平台提供数据。

**收稿日期** 2018-01-29

表1 乐东县生态公益林不同类型面积

Table 1 Area of different types of ecological forests in Ledong County

生态公益林类型 Type of public welfare forest	面积 Area hm <sup>2</sup>	占比 Proportion//%
原生林 Primeval forest	34 043.190	30.010
次生林 Secondary forest	48 260.310	42.540
防护林 Protection forest	724.370	0.639
红树林 Mangrove	31.162	0.027
橡胶林 Rubber forest	17 884.510	15.770
用材林 Timber forest	4 610.287	4.064
经济林 Economic forest	2 623.307	2.312
灌木林 Shrub forestry	5 263.458	4.640
合计 Total	113 440.590	100.000

## 1.2 数据收集

### 1.2.1 生态公益林基础数据。生态公益林数据来自海南省

生态公益林管理中心,由该中心提供生态公益林面积和边界的 GIS 数据(ArcGIS 格式),之后利用森林资源二类清查小班资料进行叠加,采用 2008 年海南省 SPOT5 卫星影像数据进行校正和调整,从而获得相对准确的乐东县生态公益林的分布、类型、面积和蓄积量等基础数据。

**1.2.2 生态服务功能评估参数。**①社会公共参数。社会公共参数主要参考中华人民共和国林业行业标准《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/Y 1721—2008)中提供的部分参数。②查阅已发表和出版的科研论文、专著<sup>[5-8]</sup>和海南省政府、林业厅、统计局、气象局等管理部门的官方网站发布的背景数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 评估结果

**2.1.1 涵养水源价值。**乐东县生态公益林的涵养水源总价值为 708 820.71 万元(表 2)。

表2 乐东县不同类型生态公益林涵养水源价值

Table 2 The flood storage capacity value of different types of ecological public welfare forests in Ledong county

公益林类型 Type of public welfare forest	调节水量 Regulating water content 万元	净化水质 Water purification 万元	合计 Total 万元	占比 Proportion %
原生林 Primeval forest	213 168.31	82 198.58	295 366.88	41.67
次生林 Secondary forest	244 631.36	94 330.86	338 962.21	47.82
防护林 Protection forest	2 591.88	999.44	3 591.32	0.51
红树林 Mangrove	—	—	—	—
橡胶林 Rubber forest	37 329.16	14 394.28	51 723.43	7.30
用材林 Timber forest	10 310.09	3 975.61	14 285.71	2.02
经济林 Economic forest	391.10	150.81	541.92	0.08
灌木林 Shrub forestry	3 138.88	1 210.36	4 349.24	0.61
合计 Total	511 560.77	197 259.94	708 820.71	100.00

**2.1.2 保育土壤价值。**乐东县生态公益林保育土壤总价值为 17 074.13 万元(表 3)。

表3 乐东县不同生态公益林保育土壤价值

Table 3 Soil conservation value of different ecological public welfare forests in Ledong County

公益林类型 Type of public welfare forest	固土 Soil-fixation 万元	保肥 Fertilizer conservation 万元	合计 Total 万元	占比 Proportion %
原生林 Primeval forest	677.24	4 825.53	5 502.77	32.23
次生林 Secondary forest	779.87	8 869.89	9 649.76	56.52
防护林 Protection forest	0.45	3.69	4.15	0.02
红树林 Mangrove	0.02	0.23	0.25	0.00
橡胶林 Rubber forest	115.49	1 385.37	1 500.86	8.79
用材林 Timber forest	26.65	289.87	316.52	1.85
经济林 Economic forest	7.90	76.03	83.93	0.49
灌木林 Shrub forest	3.70	12.19	15.88	0.09
合计 Total	1 611.32	15 462.81	17 074.13	100.00

**2.1.3 固碳释氧价值。**乐东县生态公益林固碳释氧总价值为 126 156.30 万元(表 4)。

表 4 乐东县不同生态公益林固碳释氧价值

Table 4 Fixing carbon and releasing oxygen value of different ecological public welfare forests in Ledong County

生态公益林类型 Type of public welfare forest	固碳 Fixing carbon 万元	释氧 Releasing oxygen 万元	合计 Total 万元	占比 Proportion %
原生林 Primeval forest	6 808.44	12 178.54	18 986.97	15.05
次生林 Secondary forest	21 346.79	46 346.40	67 693.19	53.66
防护林 Protection forest	457.11	876.86	13 33.97	1.06
红树林 Mangrove	21.27	26.46	47.73	0.04
橡胶林 Rubber forest	7 046.55	16 955.82	24 002.37	19.03
用材林 Timber forest	4 482.87	9 146.06	13 628.94	10.80
经济林 Economic forest	0.21	0.53	0.74	0.00
灌木林 Shrub forest	149.22	313.18	462.39	0.37
合计 Total	40 312.45	85 843.84	126 156.30	100.00

2.1.4 林木营养物质积累价值。乐东县生态公益林林木营养物质积累总价值为 8 455.66 万元(表 5)。

2.1.5 净化环境功能价值。乐东县生态公益林净化环境功能总价值为 179 767.16 万元(表 6)。

2.1.6 森林防护功能价值。乐东县生态公益林防护功能总价值为 118 634.78 万元(表 7)。

2.1.7 森林保育生物多样性功能价值。乐东县生态公益林的保育生物多样性功能总价值为 255 332.80 万元(表 8)。

2.1.8 森林游憩功能价值。乐东县生态公益林的生态旅游游憩功能的总价值为 96 573.88 万元(表 9)。

2.2 乐东县生态公益林生态服务功能价值类型构成分析 由表 2~9 和图 2 可知,乐东县生态公益林服务功能总

表 5 乐东县不同生态公益林营养物质积累价值

Table 5 Nutrient accumulation value of different ecological public welfare forests in Ledong County

生态公益林类型 Type of public welfare forest	林木积累营养物质价值 Nutrient accumulation value//万元	占比 Proportion//%
原生林 Primeval forest	997.51	11.80
次生林 Secondary forest	3 907.80	46.22
防护林 Protection forest	54.68	0.65
红树林 Mangrove	3.75	0.04
橡胶林 Rubber forest	2 756.15	32.60
用材林 Timber forest	735.76	8.70
经济林 Economic forest	—	—
灌木林 Shrub forest	—	—
合计 Total	8 455.66	100.00

表 6 乐东县不同生态公益林净化环境功能价值

Table 6 Purifying environmental function value of different ecological public welfare forest in Ledong County

生态公益林类型 Type of public welfare forest	提供负离子 Providing anion 万元	吸收 SO <sub>2</sub> Absorbing SO <sub>2</sub> 万元	吸收氟化物 Absorbing fluoride 万元	吸收 N <sub>x</sub> O Absorbing N <sub>x</sub> O 万元	吸收重金属 Absorbing heavy metal 万元	滞尘 Detaining dust 万元	降噪 Noise reduction 万元	灭菌 Sterilization 万元	合计 Total 万元	占比 Proportion %
原生林 Primeval forest	7 783.54	213.25	11.07	19.55	30 013.04	9 983.17	8 704.81	13 059.71	69 788.13	38.82
次生林 Secondary forest	6 440.64	302.30	14.12	24.94	38 284.97	14 152.34	6 672.50	10 010.89	75 902.69	42.22
防护林 Protection forest	34.57	7.71	0.16	0.29	444.24	109.85	33.62	50.43	680.88	0.38
红树林 Mangrove	0.57	0.33	0.01	0.01	34.28	4.73	0.00	0.00	39.92	0.02
橡胶林 Rubber forest	853.52	151.82	4.75	8.39	12 876.98	7 811.95	1 488.58	2 233.92	25 429.91	14.15
用材林 Timber forest	244.47	39.14	1.32	2.34	3 592.50	2 013.77	568.21	852.51	7 314.26	4.07
经济林 Economic forest	5.08	0.00	0.00	0.00	0.00	198.72	0.00	0.00	203.80	0.11
灌木林 Shrub forest	8.86	0.00	0.00	0.00	0.00	398.71	0.00	0.00	407.57	0.23
合计 Total	15 371.24	714.54	31.43	55.52	85 246.01	34 673.23	17 467.73	26 207.46	179 767.16	100.00

表 7 乐东县不同生态公益林防护功能价值

Table 7 Protection function value of different ecological public welfare forests in Ledong County

生态公益林类型 Type of public welfare forest	森林防护功能价值 Protection function value//万元	占比 Proportion//%
原生林 Primeval forest	53 244.24	44.88
次生林 Secondary forest	51 892.57	43.74
防护林 Protection forest	1 544.76	1.30
红树林 Mangrove	113.27	0.10
橡胶林 Rubber forest	9 334.17	7.87
用材林 Timber forest	1 684.21	1.42
经济林 Economic forest	512.86	0.43
灌木林 Shrub forest	308.71	0.26
合计 Total	118 634.78	100.00

价值为 1 510 815.42 万元。其中,涵养水源功能价值为 708 820.71 万元,占生态公益林总价值的 46.92%。保育土壤总价值为 17 074.13 万元,占生态公益林总价值的 1.13%。固碳释氧功能总价值为 126 156.3 万元,占生态公益林总价值的 8.35%。林木营养物质积累总价值为 8 455.66 万元,占生态公益林总价值的 0.56%。净化环境功能总价值为 179 767.16 万元,占生态公益林总价值的 11.90%。防护功能总价值为 118 634.78 万元,占生态公益林总价值的 7.85%。生物多样性功能总价值为 255 332.8 万元,占生态公益林总价值的 16.90%。森林游憩功能总价值为 96 573.88 万元,占生态公益林总价值的 6.39%。

表8 乐东县不同生态公益林保育生物多样性功能价值

Table 8 Conserving biodiversity value of different ecological public welfare forests in Ledong County

生态公益林类型 Type of public welfare forest	保育生物多样性功能价值 Conserving biodiversity value//万元	占比 Proportion %
原生林 Primeval forest	129 364.12	50.66
次生林 Secondary forest	120 650.78	47.25
防护林 Protection forest	130.39	0.05
红树林 Mangrove	46.74	0.02
橡胶林 Rubber forest	1 073.07	0.42
用材林 Timber forest	2 120.73	0.83
经济林 Economic forest	157.40	0.06
灌木林 Shrub forest	1 789.58	0.70
合计 Total	255 332.80	100.00

表9 乐东县不同生态公益林游憩功能价值

Table 9 Recreation function value of different ecological public welfare forests in Ledong County

生态公益林类型 Type of public welfare forest	森林游憩功能价值 Recreation function value//万元	占比 Proportion // %
原生林 Primeval forest	59 906.71	62.03
次生林 Secondary forest	28 308.32	29.31
防护林 Protection forest	764.82	0.79
红树林 Mangrove	329.00	0.34
橡胶林 Rubber forest	3 147.19	3.26
用材林 Timber forest	270.43	0.28
经济林 Economic forest	3 693.05	3.82
灌木林 Shrub forest	154.37	0.16
合计 Total	96 573.88	100.00

### 3 结论与讨论

**3.1 乐东县生态公益林的生态系统服务价值** 采用《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T 1721—2008)<sup>[9]</sup>以及所收集到的数据,选取能反映乐东县生态公益林生态系统实际情况的方法进行价值评估。经评估,乐东县生态公益林服务功能价值总量为1 510 815.42万元,单位面积价值为13.32万元/hm<sup>2</sup>。由此可知,乐东县生态公益林的生态服务功能价值处于全省较高水平,强化乐东县生态公益林建设对乐东县生态文明建设与经济社会可持续发展具有重大意义。

**3.2 存在问题及建议** (1)生态公益林补偿额度和补偿方式有待完善。目前乐东县生态公益林补偿额度偏低,2013年补偿额度统一为300元/hm<sup>2</sup><sup>[10]</sup>,与乐东县生态公益林年平均所产生的生态服务功能价值相比明显偏低。此外,不同生态公益林类型、区位条件和林分质量等因素,其所产生的生态服务功能价值有很大差别。而统一按照每年300元/hm<sup>2</sup>的额度进行补偿不能体现其生态服务功能价值优势,也不利于调动地方对生态公益林管护和改造的积极性,因此,乐东县以及整个海南省的生态公益林补偿额度和补偿方式亟待改善。

(2)经营方式有待提高。从评估结果看,乐东县森林林分结构、树种组成对其生态效益具有显著影响。原生阔叶林和次生阔叶林的林分结构复杂,生物多样性丰富,受人为干

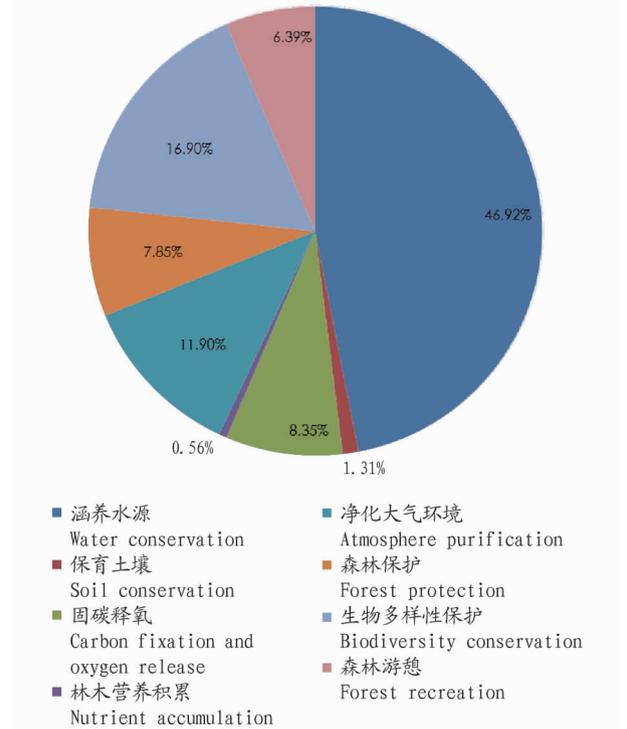


图2 乐东县生态公益林生态服务功能类别价值构成

Fig. 2 Value composition of ecological service function category of ecological public welfare forest in Ledong County

扰较少,因此具有极高的生态效益,其他森林生态效益较低,这反映林分结构、树种组成还不十分科学合理,应进一步改善提高。

(3)建议。①完善法律法规体系。生态公益林建设必须建立在法制化的基础上,通过引入法律手段,为加强生态公益林建设立法,以立法形式确立完善、统一的生态公益林建设、管理和补偿机制,确保在公平、合理、高效的原则下,落实生态公益林保护的有效手段。②改善生态公益林生态服务功能效益的监测条件。在评估报告的编制过程中,发现生态公益林生态服务功能中所需的参数,特别是随年际变化的动态参数较缺乏,建议今后应针对各生态公益林类型所缺少的实测参数,有针对性地建设监测站点,开展相应的专项研究和控制试验,包括各生态公益林类型的水源涵养、土壤侵蚀、生长量、净化环境等参数随时间的变化响应,以便获取更为准确的评估参数。另外,还需利用卫星遥感技术,对各森林类型的变化情况进行宏观监测,及时掌握森林类型和土地利用变化数据,以期获得更为精准评估结果。③积极开发热带森林旅游。乐东县生态公益林以热带天然林为主,占总数的72.55%。海南省是首个国际旅游岛,乐东县热带森林旅游的开发是发挥乐东县森林游憩功能和价值的体现。为此,在乐东县生态公益林建设过程中一方面要做好热带原始林的保护;另一方面规划热带经济林的建设来进一步增加森林游憩价值。④改造与恢复生态敏感区的生态公益林。乐东县沿海一带尚有部分森林处于生态敏感区内,这部分林分应逐

(下转第109页)

坡改梯工程,对实施地块进行降坡处理,将地块坡度控制在 $2^{\circ}$ 以下;②在开展坡改梯过程中对地块内岩石进行搬移、爆破和清理,消除地块中的障碍因子,减少岩石露头比例,使岩石露头百分比控制在2%以内;③开展灌溉与排水工程,完善项目区内的水源条件和灌排条件,提高实施地块的灌溉保证率,充分满足地块灌水需求。通过计算,实施地块DK-03新增耕地国家级利用等别虽然是9等,但新增耕地国家级自然等指数由1 012.53提高到1 278.69。

方式3:项目除开展客土工程、坡改梯工程、灌溉与排水

工程外,鼓励项目区开展测土配方工程,积极种植绿肥,改善土壤有机质含量和pH、提高地力。通过计算得出,实施地块DK-03新增耕地国家级利用等别由10等提高到8等。

从表4可以看出,不同方式下实施地块DK-03的耕地质量国家利用等别得到了提升。因此,开展一系列土地开垦工程措施可以有效地提升桂西岩溶山地区新增耕地质量,为地方耕地占补数量、质量动态平衡目标奠定基础,缓解平果县建设占用耕地质量占补平衡压力。

表4 DK-03评价因素对国家级利用等别的影响

Table 4 Effects of DK-03 evaluation factors on national utilization grade

工程措施 Engineering measure	表层质地 分值 The surface character score	土层厚度 分值 Soil thickness score	有机质 分值 Organic matter score	pH 分值 pH score	地形坡度 分值 Slope score	岩石露头 分值 Rock outcrop score	灌溉保证率 分值 Probability score of irrigation	自然质量分 Natural quality score	国家级自然 质量等 指数 National natural quality index	国家级利 用等指数 National utilization index	国家级利 用等别 National utilization grade	
变化前	30	80	60	60	60	80	30	0.6	1253.64	0.67	844.95	10
方式1	100	100	60	60	60	80	30	0.56	1 502.28	0.67	1 012.53	9
方式2	100	100	60	60	100	100	100	0.56	1 897.17	0.67	1 278.69	9
方式3	100	100	100	100	100	100	100	0.57	2 089.40	0.67	1 408.25	8

## 4 建议

**4.1 加强新增耕地的保护** 新开垦耕地由于质量等级较低,短期内地块产出效益无法达到种植者的要求,耕地可能再次被撂荒,因此需要加强新增耕地的保护措施<sup>[7]</sup>。建议在各级政府和有关部门中建立新增耕地管理共同责任制度,加强协调配合,落实监管措施,确保新开垦耕地能连续耕种、不得撂荒或被建设占用。

**4.2 加强工程措施的投入** 通过实例分析,桂西北岩溶山地区新增耕地质量等别提高,加大工程投入是关键<sup>[8]</sup>,因此作为新增耕地开垦项目的承担单位,在进行资金投入前需要对实施地块的投入产出比、技术条件、工程施工难易等进行分析,采取实用的工程措施,改善实施地块的影响因子分值,从而达到提高新增耕地质量的目标。

**4.3 加强后期土地培肥工作,提高耕地质量** 新增耕地土壤有机质含量提高和土壤酸碱性的改善是一个长期的过程,很难在短期内实现,因此需要加强后期的土地培肥工作。新

增耕地后期土地培肥工作建议由土地使用者开展,土地使用者在日常耕种中,做好测土施肥工作,积极开展种植绿肥、秸秆还田、有机肥料积造和施用,提升耕地地力等级与农业综合生产能力,以达到提高耕地质量等别的目标。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国国土资源部. 关于强化管控落实最严格耕地保护制度的通知:国土资发[2014]18号[A]. 2014-02-13.
- [2] 广西壮族自治区国土资源厅. 广西壮族自治区土地利用总体规划(2006-2020年)[R]. 广西壮族自治区国土资源厅,2010.
- [3] 胡存智,郎文聚,吴海洋,等. 农用地质量分等规程:GB/T 28407—2012[S]. 北京:中国标准出版社,2012.
- [4] 百色市国土资源局信息测绘中心. 平果县新安镇土地开垦项目复核报告[R]. 2013.
- [5] 广西壮族自治区国土测绘院. 广西壮族自治区耕地质量等级成果补充完善技术报告[R]. 2012.
- [6] 广西壮族自治区国土测绘院. 平果县2014年耕地质量等别年度更新与监测评价报告[R]. 2014.
- [7] 岳永兵,刘向敏. 耕地占补平衡制度存在的问题及完善建议[J]. 中国国土资源经济,2013(6):13-16.
- [8] 李陈,靳相木. 基于质量提升的规划期内县域耕地产能占补平衡潜力评价[J]. 自然资源学报,2016,31(2):265-274.

(上接第98页)

步改造成以乐业县乡土树种为主的混交林,加强生态敏感区林分结构的稳定程度和防护能力。

## 参考文献

- [1] DAILY G C. Nature's service; Societal dependence on natural ecosystems [M]. Washington, DC: Island Press, 1997.
- [2] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being [M]. Washington DC: Island Press, 2003.
- [3] 薛杨,杨众养,王小燕,等. 海南省红树林湿地生态系统服务功能价值评估[J]. 亚热带农业研究, 2014, 10(1): 41-47.
- [4] 李意德,杨众养,薛杨,等. 海南生态公益林生态服务功能价值评估研究[M]. 北京:中国林业出版社,2015.

- [5] 薛杨,李学广林之盼,等. 海南不同类型木麻黄海防林森林肥力差异性状况分析[J]. 热带林业,2013,41(1):37-38,27.
- [6] 杨小波,吴庆书,李跃烈,等. 海南北部地区热带雨林的组成特征[J]. 林业科学,2005,41(3):19-24.
- [7] 杨再鸿,杨小波李跃烈,等. 海南岛桉树林林下植被物种组成及生物量[J]. 东北林业大学学报,2008,36(5):25-27.
- [8] 姚宝琪,刘强. 中国东南沿海混交海防林建设研究进展[J]. 防护林科技,2011(3):58-61.
- [9] 王兵,杨锋伟,郭浩. 森林生态系统服务功能评估规范:LY/T 1721—2008[S]. 北京:中国林业出版社,2008.
- [10] 海南省财政厅,湖南省林业局. 海南省财政森林生态效益补偿基金管理方法:琼财农[2013]76[A]. 2013.