

沿海城市惠安县城市森林评价指标体系研究

范少辉^{1,2,3,4}, 洪志猛⁵, 叶功富⁵, 刘荣成⁶, 张建生⁶, 肖胜⁵

- (1. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091; 2. 国家林业局林木培育实验室, 北京 100091;
3. 国际竹藤网络中心, 北京 100102; 4. 国家林业局国际竹藤网络中心重点实验室, 北京 100102;
5. 福建省林业科学研究院, 福建 福州 350012; 6. 福建省惠安县林业局, 福建 惠安 36100)

摘要: 以沿海小城镇惠安县为例, 确立了城市森林评价指标体系的原则、结构、各指标之间的权重值、现状值及评价指标体系的计算方法, 并依据制定的评价指标体系, 对惠安县城市森林现状进行评价并对 2010 年和 2020 年城市森林达到的目标进行规划。结果表明: 若规划目标能够实现, 2010 年和 2020 年惠安县城市森林的综合状况将分别优于现状的 1.932 倍和 2.943 倍。2010 年其结构、功能和协调性分别提高到现在的 1.706、1.815 和 2.564 倍, 而 2020 年分别提高到现在的 2.648、2.589 和 4.269 倍, 城市森林综合质量将有较大提高。

关键词: 沿海县城; 城市森林; 评价; 指标体系

中图分类号: S731.2 文献标识码: A

Research on the Evaluation Index System of Urban Forest in Huian County of Fujian Costal Area

FAN Shao-hui^{1,2,3,4}, HONG Zhi-meng⁵, YE Gong-fu⁵, LIU Rong-cheng⁶,
ZHANG Jian-sheng⁶, XIAO Sheng⁵

- (1. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China; 2. Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China;
3. International Centre of Bamboo and Rattan, Beijing 100102, China;
4. The Key Laboratory of International Centre for Bamboo and Rattan, State Forestry Administration, Beijing 100102, China;
5. Fujian Academy of Forestry, Fuzhou 350012, Fujian, China; 6. Forestry Bureau of Huian County, Huian 362100, Fujian, China)

Abstract: The paper established the principles, structure, weights of indexes, the present datum and the calculation methods on evaluation index system of urban forest, taking Huian County as an example. Depending on the evaluation index system, it evaluated the present condition of urban forest in Huian County, and established the attaining target in 2010 and in 2020. The result showed that the synthetic index system of urban forest would surpass by 1.932 times in 2010 and 2.943 times in 2020 than that of the present condition if the target was completed. The construction, the function and the coordination of urban forest would be respectively increased by 1.706, 1.815 and 2.564 times, in 2010 and 2.648, 2.589 and 4.269 times in 2020, therefore the environment quality would be much improved.

Key words: coastal county; urban forest; evaluation; index system

城市森林具有自净功能, 是城市生态系统中的重要组成部分, 也是衡量城市可持续发展水平和文明的重要标志之一。如何判定人们所建设的城市森林在群落结构上是否合理, 在功能上是否高效, 对城

市森林的建设具有重要的意义。因此, 根据惠安县所处的地理特征和气候情况, 确定评价要素, 筛选评价因子, 建立一套适宜于沿海小城镇城市森林的评价指标体系, 划定各评价因子的分级系数, 并对不同

评价因子进行加权处理, 为惠安城市森林规划和建设提供科学的量化依据。

惠安县地处福建东南沿海, $118^{\circ}30' \sim 119^{\circ}05' E$, $24^{\circ}49' \sim 25^{\circ}08' N$ 。东临台湾海峡, 属亚热带海洋性季风气候区。年平均日照时数 2 206.6, 降水量在 1 000~ 2 000 mm 之间, 土壤以砖红壤为主, 地带性植被属亚热带雨林, 森林覆盖率达 28%, 活立木蓄积量 325 608 m^3 。全县海域广阔, 海岸线长达 158.83 km, 沿海滩涂面积 106.1 km^2 , 台风雨年际变化幅度大, 易发生夏秋干旱。

1. 研究方法^[1]

1.1 资料的收集

在惠安县“二类”森林资源调查(1958年, 1989年, 1995年, 1998年4个时期)、《惠安城市总体规划》(2010年)、《惠安旅游发展规划》(2000年)、《惠安县森林生态网络系统工程规划设计》及有关图表和相关部门制定的各类规划基础上, 并对惠安的城市绿地现状、森林资源、裸露山体、沿海防护林体系、农田防护林体系、山地果园、惠东风情旅游等专项内容进行外业调查和相关资料收集, 对空气指标的各项系数进行测定, 并征询了有关单位领导和专家的意见, 制定了 2010 年和 2020 年的城市森林建设指标值。

1.2 评价指标的建立

城市森林及其评价的指标体系均属于软系统, 因此选择评价指标和评价标准时, 既要能体现城市森林自身的发生、发展规律, 还要体现其对生态、经济、社会环境的调节功能和森林的可持续发展; 同时要为沿海小城镇惠安县的发展规划与宏观决策等提供科学依据和准确数据信息。本文首先提出了 18 个供专家选择的预选指标, 然后采用特尔菲(Delphi)法^[2], 通过三轮专家的调查, 最后达成一致。确定了城市森林覆盖率、乔灌木结合度、乔灌木物种丰富度、沿海防风固沙林抗灾率、林农复合系统指数等 13 个指标惠安城市森林综合评价指标体系, 并获得了各个指标的初步权重值, 同时结合城市森林的现状值提出 2010 年和 2020 年的目标值。

1.3 评价指标权重值的确定^[3,4]

根据惠安县的地理特征和气候状况, 权衡各个景观特点, 旨在为惠安城市森林的规划布局、发展模式与建设标准、群落植物选择与配置、土地和资金筹措及管理提供依据。将 13 个评价指标分为两

个组通过 Delphi 法, 按照层次分析(AHP)法标度的含义对各评价指标的重要性赋值^[5,6]。通过两两比较构成矩阵, 计算矩阵的标准化特征向量, 并进行一致性检验, 就得到评价指标的权重值(如表 1)。

1.4 城市森林评价指标体系的计算方法^[7]

权重值 q_{ij} 越大, 说明评价因子的重要性越大; 反之 q_{ij} 值小, 说明重要性差。为了便于计算, 每个评价要素的 F_j 之和以及同一要素 q_{ix} 之和都等于 1.0。其计算公式如下:

$$F = \sum_{j=1}^n F_j = 1.0 \quad F \text{ 为城市森林综合评价总的权重值, } F_j \text{ 为 } j \text{ 二级指标要素的权重值。}$$

$Q_i = \sum_j q_{ij} = 1.0$ q_i 为 j 二级指标要素总的权重值, q_{ij} 为 j 二级指标要素 i 三级指标因子权重值。

根据 Delphi 法, 取得了不同级数指标的指标值, 然后通过下列公式计算城市森林综合评价的评价系数:

$$M_{ix} = \sum_{i=1}^n C_{ix} q_{ij} = C_{1x} q_{1j} + C_{2x} q_{2j} \dots + C_{nx} q_{nj}$$

C_{ix} ——为 x 二级指标要素 i 三级指标评价因子等级的指标值, q_{ix} ——为 j 二级指标要素 i 三级指标因子权重值, M_{ix} —— j 二级指标要素总的指标值, M_{ix} 评价系数是反映二级指标的各评价因子的综合作用, 可作为二级指标之间对比分析的依据。

2 城市森林综合评价指标体系的构建

2.1 城市森林评价指标体系建立的原则

根据城市森林可持续发展的战略思想和生态经济-社会-复合生态系统的理论基础, 城市森林生态环境功能评价指标体系的确定应遵循如下原则。

科学性原则: 评价指标要客观地反映城市森林生态环境功能的本质特征及其发生发展规律^[8], 应具有明确测算方法标准和规范的统计方法。

系统性原则: 评价指标要求全面、系统地反映城市森林生态环境功能的各个方面, 全面地反应生态、经济和社会复合系统的结构、功能和效益之间的相互关系, 指标间相互补充, 充分体现城市森林生态环境功能的一体性和协调性。

可操作性原则: 确定的度量指标必须具有可测性和易测性, 数据的收集和使用要相对简便, 尤其是县城的可评价指标, 更应注重操作方便。

独立性原则: 评价指标应相互独立, 不应存在相互包含和交叉关系及大同小异现象。

表1 惠安县城市森林评价指标体系各指标的权重值

一级指标	二级指标	权重 (F_j)	三级指标	权重 (q_{ij})	现状值 (C_{ik})	2010年的目标值 (C_{ik})	2020年的目标值 (C_{ik})
城市综合评价	城市森林的结构	0.3	城市森林覆盖率	0.4	27.9	30	35
			乔灌木结合度	0.3	0.2	0.4	0.7
			乔灌木物种丰富度	0.1	23	40	80
			叶面积综合指数	0.2	0.8	2	3
	城市森林功能	0.5	沿海防风固沙林抗灾率	0.3	0.3	0.6	0.8
			农田防护林的生态指标	0.2	0.2	0.5	0.8
			水源涵养林生态功能指标	0.15	0.4	0.7	0.9
			水土流失治理指标	0.25	1.2	1.5	2
			净化大气的功能指标	0.1	1/350	> 1/250	> 1/150
	城市森林的协调性	0.2	林农复合系统指数	0.3	0.4	0.6	0.9
			林渔复合系统指数	0.2	0.5	0.7	0.9
			林带路网结合指数	0.2	0.3	0.5	0.8
城市森林多样性指数			0.3	0.1	0.5	0.9	

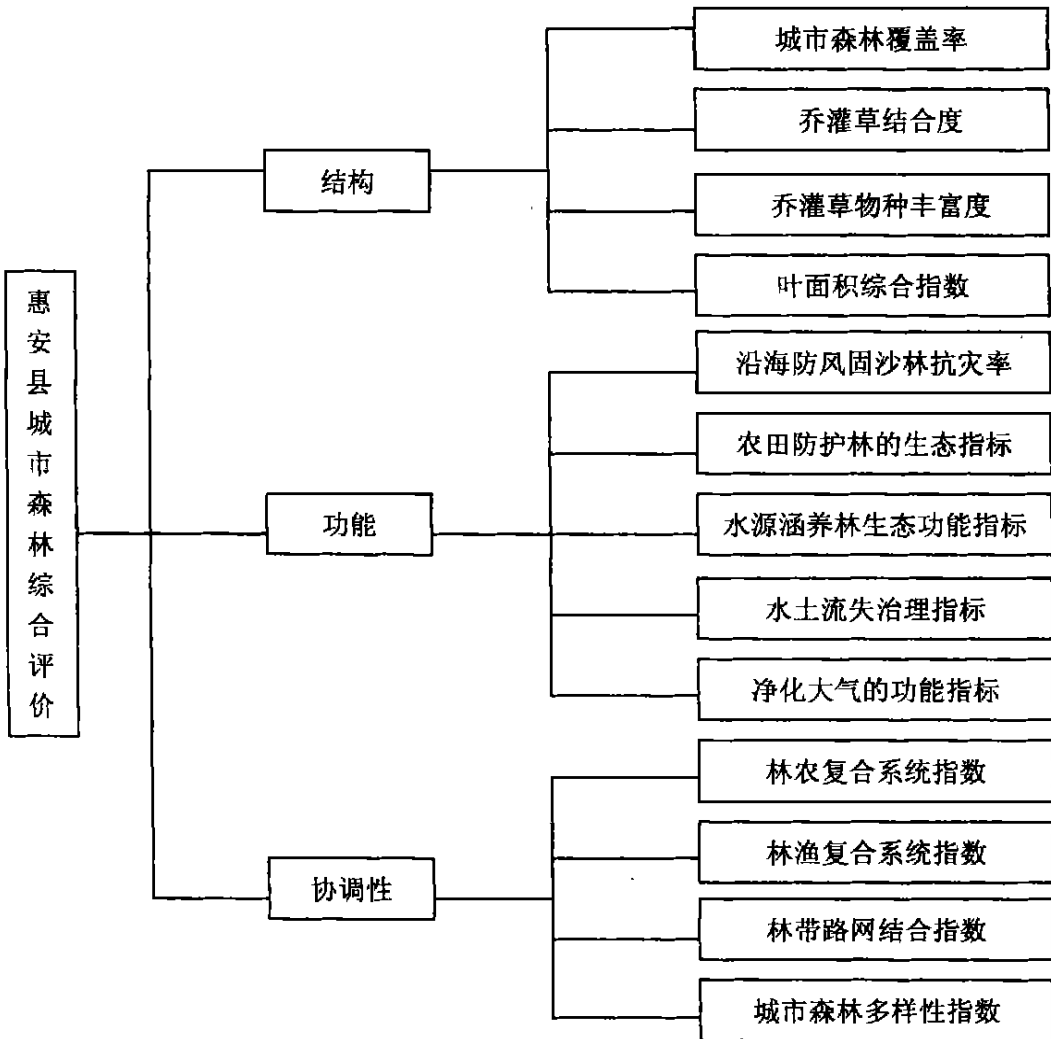


图1 惠安县城市森林评价指标框架

2.2 城市森林指标体系结构的构建^[9, 10]

根据 Delphi 法和城市森林评价指标体系的构建原则, 依据沿海小城镇惠安县海岸线长, 易受台风雨危害, 滩涂面积大, 红树林破坏严重, 且石材业发达, 大量开采石材而导致大面积的裸露山体, 水土流失严重等特点, 制定城市森林指标框架见图 1。

2.3 各指标系数的内涵

城市森林的覆盖率: 指城市森林占城市国土总面积的比例。此处的城市森林主要包括生态公益林、风景林、经济林、防风固沙林、护路护岸林、农田防护林、城市园林、红树林等类型。

乔灌木结合度: 指城市森林中乔木、灌木、草本植物配置合理程度的指标, 主要从乔、灌、草的种类组成比例, 乔、灌、草的比例与森林类型所应发挥的功能是否协调, 与城市森林的立地条件是否符合等几方面进行判断。

乔灌木物种丰富度: 指城市森林建设中所选用的乔灌木植物种数。该项指标用来表示整个城市森林所选用植物的多样性。

叶面积综合指数: 指林地植物叶片面积之和与林地面积之比。此处叶面积综合指数为不同类型林地的典型样地叶面积指数的平均值。该项指标可用来表征森林植物的叶量大小。

沿海防风固沙林抗灾率: 指在海岸线上营建乔灌木混合结构的防风固沙林而降低受台风危害的次数。

农田防护林的生态指标: 指营建乔灌木混合结构的农田防护林而降低受台风危害的面积与总受灾面积之比。

水源涵养林生态功能指标: 指营建多层次、多树

种的水源涵养林增加天然降水利用率, 净化水质的功能指标。

水土流失治理指标: 指恢复自然植被而不在产生洪水泥石流灾害的面积占总水土流失面积的比例。

净化大气的功能指标: 指从制 O_2 量、固 C 量、空气中有害气体 (SO_2 , NO_x ...) 减少率、空气中总悬浮微粒减少率、才气中菌量减少率等指标体系对环境污染程度的控制与治理情况进行评价。

林农复合系统指数: 指防护林体系与农业生产的有机结合程度, 能否实现农业安全生产而免受台风危害, 并能达到物质能量多级循环利用的高效生态系统体系。

林渔复合系统指数: 指城市森林生态系统与渔业的有机结合程度。惠安县养殖业发达, 而容易受台风洪水的影响而造成巨大的经济损失, 营建良好的森林生态系统对促进养殖业具有重要的作用。

林带路网结合指数: 指城市森林中防护林带与城市道路结合程度的指标。

城市森林多样性指数: 指生态公益林、风景林、经济林、防风固沙林、护路护岸林、农田防护林、城市园林、红树林等是否实现生物多样性, 达到协调和谐的指标。

3 惠安城市森林建设目标的评价与分析

根据上面的评价指标体系, 以及已确定的各评价指标的权值、三级指标的现状值和 2010 年及 2020 年所拟定的目标值, 对惠安城市森林的 2010 年和 2020 年建设规划计算出各评价指标值(表 2、表 3)。

表 2 2010 年惠安城市森林的评价指标值

一级指标	指标值 (Q_i)	二级指标	权重 (F_j)	指标值 (M_{jk})	三级指标	权重 (q_{ij})	指标值 (C_{ik})
城市森林综合评价	1.932	城市森林的结构	0.3	1.706	城市森林的面积及布局	0.4	1.08
					乔灌木结合度	0.3	2
					乔灌木物种丰富度	0.1	1.74
					叶面积综合指数	0.2	2.5
					沿海防风固沙林抗灾率	0.3	2
		城市森林功能	0.5	1.815	农田防护林的生态指标	0.2	2.5
					水源涵养林生态功能指标	0.15	1.75
					水土流失治理指标	0.25	1.25
					净化大气的功能指标	0.1	1.4
					林农复合系统指数	0.3	1.5
		城市森林的协调性	0.3	2.564	林渔复合系统指数	0.2	1.4
					林带路网结合指数	0.2	1.67
					城市森林多样性指数	0.3	5

表 3 2020 年惠安县城市森林的评价指标值

一级指标	指标值(Q_i)	二级指标	权重(F_j)	指标值(M_{jk})	三级指标	权重(q_{ij})	指标值(C_{ik})
城市森林综合评价	2.943	城市森林的结构	0.3	2.648	城市森林的面积及布局	0.4	1.25
					乔灌木结合度	0.3	3.5
					乔灌木物种丰富度	0.1	3.48
					叶面积综合指数	0.2	3.75
		城市森林功能	0.4	2.589	沿海防风固沙林抗灾率	0.3	2.67
					农田防护林的生态指标	0.2	4
					水源涵养林生态功能指标	0.15	2.25
					水土流失治理指标	0.25	1.67
					净化大气的功能指标	0.1	2.33
		城市森林的协调性	0.3	4.269	林农复合系统指数	0.3	2.25
					林渔复合系统指数	0.2	1.8
					林带路网结合指数	0.2	2.67
					城市森林多样性指数	0.3	9

从计算结果可以看出,若规划目标能够实现,2010年和2020年惠安县城市森林的综合状况将分别优于现状的1.932倍和2.943倍。2010年其结构、功能和协调性分别提高到现在的1.706、1.815和2.564倍,而2020年其结构、功能和协调性分别提高到现在的2.648、2.589和4.269倍。城市森林综合质量将有较大提高。从具体指标来看,2010年之前在城市森林多样性、农田防护林、叶面积综合指数、乔灌木结合度和沿海防风固沙林等方面增量较大。从2020年与2010年的目标值相比较来看,2020年应在2010年的基础上应加强对城市森林多样性、乔灌木丰富度、乔灌木结合度、林带路网结合指数及农田防护林指标等方面更加投入,在规划、建设与管理中应该给以更大的关注。

4 结语与讨论

(1) 城市森林评价的理论和技术的研究尚处于起始和发展阶段,本文评价体系仅从笔者初步研究成果而提出的,尚存在许多不完善的地方,需进一步研究补充。

(2) 本研究依据城市森林可持续发展的战略思想,以生态-经济-社会复合生态系统理论为基础,结合南方沿海小县城的基本情况,首次提出县级城市森林生态网络体系“点”建设的评价指标体系及评判标准,旨在为县级城市森林的规划布局、发展模式与建设标准、群落植物选择与配置、土地和资金筹措及管理提供依据。

(3) 建立指标体系和标准的技术关键是指标的选择和评判标准的制定。在此通过特尔菲(Delphi)法,根据科学性和应用性相结合的原则,采用三级指标分级方法,从城市森林结构、功能和协调性三方面

确定出13个指标组成评价体系,旨在使评价体系更加适用合理。

(4) 城市森林的各项评价指标的权重值、现状值和目标值确立是根据惠安县的地理特征和气候状况,惠安各相关部门制定的发展规划材料,权衡各个景观特点,并通过特尔非(Delphi)法和层次分析(AHP)法来确定,旨在能更合理地惠安县城市森林的规划布局、城市景观规划、生态旅游建设和防护林体系建设提供更为科学的指导。

参考文献:

- [1] 何汉否,何华春. 县级林场可持续林业建设研究[J]. 中南林学院学报, 2001, 21(2): 6~12
- [2] 慕长龙, 龚固堂, 陈秀明, 等. 长江中上游防护林体系综合效益评价指标体系研究[J]. 四川林业科技, 2001, 22(4): 50~54
- [3] 毕晓丽, 洪伟. 生态环境综合评价方法的研究进展[J]. 农业系统科学与综合研究, 2001, 17(2): 122~125
- [4] 龚固堂, 慕长龙. 森林旅游资源潜力的评价方法研究[J]. 四川林业科技, 1997, 18(4): 25~29
- [5] 赵焕臣, 许树柏. 层次分析法——一种简易的新决策方法[M]. 北京: 科学出版社, 1986
- [6] 郭斌. 关于AHP排序权向量及比例标度的讨论[J]. 中南林学院学报, 1988(1): 80
- [7] 朱坦, 吴武汉, 赵棣佳, 等. 天津外环线绿化带——综合效益及调控对策的研究. 城市林业——92首届城市林业学术研讨会文集[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993: 117~126
- [8] 张秋根, 万承社, 熊冬平, 等. 城市林业生态环境功能评价指标体系的探讨[J]. 林业资源管理, 2001(6): 54~57
- [9] 王鸣远. 中国林业经营类型系统及环培功能评价指标体系的探讨[J]. 林业科学, 1998, 34(2): 99~101
- [10] 朱俊, 王祥荣, 樊正, 等. 城市森林评价指标体系研究——以上海为例[J]. 中国城市林业, 2003(1): 36~38, 43
- [11] 范少辉, 洪志猛, 叶国富, 等. 福建沿海惠安县的景观生态格局分析与评价研究[J]. 林业科学研究, 2004, 17(5): 623~629