

文章编号:1001-7380(2015)06-0005-05

南通市公路绿地系统经济价值评估与分析

陆晓丽¹, 肖威², 郝日明², 殷云龙³

(1.南通市公路管理处,江苏 南通 226001;2.南京农业大学园艺学院,江苏 南京 210095;

中国科学院植物研究所,江苏 南京 210014)
3.江苏省

摘要:以江苏省南通市公路绿地系统为研究对象,在数据收集、文献查阅及实地调查的基础上,采用当量法、LY/T 1721—2008 评价法及市场价值法评估了南通市公路绿地的经济价值。研究表明:江苏省南通市公路绿地综合经济价值从2005年的 2.07×10^7 元增加到2014年的 5.92×10^7 元;且生态经济价值>社会经济价值>直接经济价值,分别约占总效益的67%、20%和13%,生态效益十分显著。

关键词:公路绿地系统;生态效益;经济效益;当量法;南通市

中图分类号:F316.23 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2015.06.002

Assessment and analysis on the economic benefit of highway planting land system in Nantong City

LU Xiao-li¹, XIAO Wei², HAO Ri-ming², YIN Yun-long³

(1.Nantong Highway Administration Department, Nantong 226001, China; 2.College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 3. Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China)

Abstract:Based on data collection, literature consultation and field investigation, the economic benefit of highway planting land system in Nantong, Jiangsu Province from 2005 to 2014 was assessed and analyzed by the application of equivalent method, LY/T 1721—2008 evaluation method and market value method. The results showed that the comprehensive economic benefit increased from 2.07×10^7 Yuan RMB in 2005 to 5.92×10^7 Yuan RMB in 2014. It was explained to be composed of ecological benefit, social benefit and direct economic benefit, in order accounting for about 67%, 20% and 13% respectively, with ecological benefit outstanding.

Key words: Highway planting land system; Ecological benefit; Economic benefit; Equivalent method; Nantong City

随着城市绿地功能的日益彰显,越来越多的研究者开始关注并探讨城市绿地环境资源效益及其价值。公路绿化是政府交通建设投资的重要方面,作为重要的门户景观,在城市绿地系统中扮演着重要角色。公路绿地不仅能够净化空气,吸收汽车尾气中的有害物质,消减交通噪音,阻挡及过滤道路粉尘和颗粒物以减轻道路交通带来的环境污染,同时还具有固碳释氧、降温增湿、涵养水源、保育土壤和维持生物多样性等多重功能^[1]。公路绿地与天

然森林生态系统类似,其绿化主体是人工森林生态系统。本文参考森林生态系统服务功能的评估方法^[2-5],结合南通市公路绿地建设的具体特点,以货币形式对2005年至2014年该市公路绿地的综合经济价值进行了评估和分析。从宏观角度关注投资效果,帮助管理者和实施者更加明确公路绿地建设的目标,树立正确的公路绿化效益观,提升政府等基础设施投资主体的决策部署水平,帮助管理决策者进行政策决定、投资评价及社会宣传等,同时为

收稿日期:2015-09-22;修回日期:2015-10-16

基金项目:江苏省交通科研计划项目“江苏省干线公路绿化景观质量评价与提升对策研究”(2014Y22)

作者简介:陆晓丽(1965-),女,江苏南通人,高级工程师,主要从事公路绿化与管护等研究。E-mail:zw906@hotmail.com。

科学评估公路绿地的效益提供依据。

1 研究区概况

南通市为江苏省地级市,东濒黄海,南倚长江,与上海市和江苏省苏州市隔江相望,西、北和泰州市及盐城市接壤。地理坐标为北纬 31°1′~32°43′、东经 120°12′~121°55′,全市总面积约8 001 km²。南通地处长江下游冲积平原,海洋性气候明显,属北亚热带和暖温带季风气候,光照充足,雨水充沛,四季分明。年平均气温 15℃左右,年平均降水量1 000~1 100 mm,且雨热同季,夏季雨量约占全年雨量的 40%~50%。

近 10 a 来,南通市公路绿地的建设对其景观的美化、功能的改善产生了显著的变化。根据不同等级公路(高速、省道、县道、乡道和村道)配置了不同标准的绿化模式,另外,针对沿海城市的淤泥质滩涂土壤含盐量高的限制条件,行道树选

用了银杏(*Ginkgo biloba* L.)、中山杉(*Taxodium hybrid* ‘Zhongshanshan’)、国槐(*Sophora japonica*)、黄山栎树(*Koelreuteria bipinnata* var *integrifolia*)、红叶李(*Prunus cerasifera* f. *atropurpurea*)等耐盐能力强的树种,其公路绿化效益得到明显改观^[6]。

2 研究方法

2.1 数据获取

2.1.1 文献查阅 查阅南通市公路统计年鉴,并从南通市公路局公路养护科数据库收集的相关间接数据,获取了南通市 2005~2014 年各级公路(高速公路和国道、省道、县乡道及村道)的绿化里程数以及各年份种植乔木株数和绿化建设、养护投入费用(见表 1),并通过查阅《南通市志》等文献,收集南通市的气候、土壤和植被地带性分布及国民生产总值等相关数据资料。

表 1 2005~2014 年南通市各级公路的绿化里程及相关建设数据

项 目	2005 年 里程/km	2006 年 里程/km	2007 年 里程/km	2008 年 里程/km	2009 年 里程/km	2010 年 里程/km	2011 年 里程/km	2012 年 里程/km	2013 年 里程/km	2014 年 里程/km
1.国道	102	102	101.87	332.13	357.23	362.13	374.58	374.58	374.58	577.76
其中国家高速公路	—	—	—	230.26	235.91	234.43	246.88	246.88	246.88	248.22
2.省道	882	890	901.13	694.03	722.7	758.51	758.71	768.14	768.14	617.92
3.县道	1 014	1 008	2 110.8	2 136.44	2 095.51	2 246.75	2 234.85	2 221.36	2 254.87	2 255.44
4.乡道	2 736	4 092	2 988.09	5 045.41	4 712.98	5 370.63	5 392.95	5 399.07	5 400.61	5 404.91
5.专用公路	14	27	22.67	2.86	1.66	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84
6.村道	—	—	2 213.15	2 329.14	5 699.98	8 215.62	8 520.05	8 612.51	8 736.65	8 791.65
合计/km	4 748	6 119	8 337.72	10 540.01	13 590.05	16 955.49	17 282.99	17 377.51	17 536.69	17 649.5
乔木数/株	949 600	1 223 800	1 667 543	2 108 002	2 718 011	3 391 097	3 456 597	3 475 501	3 507 338	3 529 900
绿化养护经费/(万元)	—	—	—	—	—	—	163.06	171.21	179.77	188.76
绿化建设经费/(万元)	—	—	—	—	—	—	4 247.28	8 987.9	1 219.53	8 276.46

2.1.2 实地调研 于 2015 年 5 月上旬对南通市各级公路(沿海高速南通段、国道 G204、省道 S221 及代表县乡道、村道)进行实地抽样调查,获得了各级公路 2 侧乔木带的宽度以及乔木冠幅、株行距、树高和胸径等基础数据,并计算各级公路的乔木密度。根据各级公路绿地乔木的种植特点,各级公路的单位里程乔木绿化面积由单株乔木的冠幅乘以乔木密度来计算。

2.2 公路绿地经济价值评价体系与数学模型构建

2.2.1 评价指标体系构建 评价指标体系的建立

旨在为公路绿地的规划、建设和经营决策服务,在城市总体发展规划框架内能为公路绿地系统规划与建设的相关决策提供科学依据和准确的信息,以满足公路绿地建设的现实需要。选取指标时,结合南通市公路景观的实际情况,在全面收集多学科相关研究文献的基础上,同时按照公路绿地可持续发展的理念,在准确把握公路绿地的概念及其生态服务功能和效益特征的前提下,根据南通市公路绿地经济价值评估的目的,从经济、生态和社会景观效益 3 个维度建立了如下经济价值评价的指标体系

(见表2)^[7],共包括3大类13个指标。

2.2.2 城市公路绿地经济价值评价的数学模型

结合南通市公路绿地建设的具体情况,以西方经济学的效用价值论及生态系统服务理论作为南通市公路绿地经济价值评价的理论基础。直接经济价值中的木材累积及社会经济价值内的减少交通设施投入和增加就业,依据替代市场价值法^[8]进行量化。利用当量法评估量化公路景观在景观美学、降

温增湿、涵养水源、保育土壤及维持生物多样性等方面的经济价值;利用LY/T 1721—2008评估法量化公路景观在固碳释氧和净化空气方面的价值。维持生物多样性、降温增湿、涵养水源、保育土壤及景观美学的生态服务价值当量分别为4.51,4.07,4.09,4.02和2.08^[3]。从经济学的角度,将公路绿地的各项效益以货币为单位表现出来,各项价值的定量计算方法见表2。

表2 南通市公路绿地经济价值评估公式及参数设置

价值和指标类型	计算公式	参数说明
直接经济价值		
木材累积	$V_{\text{木材}} = A \times P \times E \times NPP_{\text{地上}} / D$	A 乔木绿化面积(hm^2), P 平均木材价格, E 出材率, $NPP_{\text{地上}}$ 乔木地上部的净生产力, D 木材密度,即木材干质量与鲜材积的比值
生态经济价值		
维持生物多样性	$V_{\text{多样性}} = A \times 4.51 \times 54 \times E_{\text{汇率}}$	$E_{\text{汇率}}$ 当年汇率, A 同上
降温增湿	$V_{\text{温湿}} = A \times 4.07 \times 54 \times E_{\text{汇率}}$	$A, E_{\text{汇率}}$ 同上
涵养水源	$V_{\text{涵水}} = A \times 4.09 \times 54 \times E_{\text{汇率}}$	$A, E_{\text{汇率}}$ 同上
保育土壤	$V_{\text{保土}} = A \times 4.02 \times 54 \times E_{\text{汇率}}$	$A, E_{\text{汇率}}$ 同上
固碳	$V_{\text{碳}} = A \times C_{\text{碳}} \times (1.63R_{\text{碳}} \times B_{\text{年}} + F_{\text{土壤碳}})$	$C_{\text{碳}}$ 固碳价格, $R_{\text{碳}}$ CO_2 中碳的含量, $B_{\text{年}}$ 林分净生产力, $F_{\text{土壤碳}}$ 单位面积林分土壤年固碳量, A 同上
释氧	$V_{\text{氧}} = 1.19 \times C_{\text{氧}} \times A \times B_{\text{年}}$	$C_{\text{氧}}$ 氧气价格, $B_{\text{年}}$ 林分净生产力, A 同上
吸收污染物	$V_{\text{吸}} = (K_{\text{二氧化硫}} \times Q_{\text{二氧化硫}} + K_{\text{氮氧化物}} \times Q_{\text{氮氧化物}} + K_{\text{氟化物}} \times Q_{\text{氟化物}}) \times A$	$K_{\text{二氧化硫}}$, $K_{\text{氮氧化物}}$ 和 $K_{\text{氟化物}}$ 分别为二氧化硫、氮氧化物和氟化物的治理费用, $Q_{\text{二氧化硫}}$, $Q_{\text{氮氧化物}}$ 和 $Q_{\text{氟化物}}$ 分别为单位面积林分年吸收二氧化硫、氮氧化物和氟化物的量, A 同上
滞尘	$V_{\text{滞}} = K_{\text{滞}} \times Q_{\text{滞}} \times A$	$K_{\text{滞}}$ 降尘清洁费用, $Q_{\text{滞}}$ 单位面积林分年滞尘量, A 同上
降低噪音	$V_{\text{降噪}} = K_{\text{噪音}} \times A_{\text{噪音}}$	$K_{\text{噪音}}$ 降噪费用, $A_{\text{噪音}}$ 森林面积折合为隔音墙的千米数
社会经济价值		
景观美学价值	$V_{\text{美学}} = A \times 2.08 \times 54 \times E_{\text{汇率}}$	$E_{\text{汇率}}$ 当年汇率, A 同上
增加就业	$V_{\text{就业}} = K_{\text{就业}} \times Q_{\text{工资}}$	$K_{\text{就业}}$ 就业人数增加量, $Q_{\text{工资}}$ 该地区平均工资
减少交通设施投入	$V_{\text{减投}} = S_{\text{绿化}} \times K_{\text{防眩板}}$	$S_{\text{绿化}}$ 有中央绿化带公路的里程数, $K_{\text{防眩板}}$ 防眩板造价

其中 E 值为 75%^[9]; D 值为 0.47 t/m^3 ^[10]。根据江苏各地气候带^[11]确定 $NPP_{\text{地上}}$ 值,南通市 $NPP_{\text{地上}}$ 值为 $6.5 \text{ t/}(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ^[12]。 $C_{\text{碳}}$ 值为 1 200 元/t; $R_{\text{碳}}$ 值为 27.27%^[13]; $B_{\text{年}}$ 的值为 $8.9 \text{ t/}(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ^[12]; $F_{\text{土壤碳}}$ 值为 $1.48 \text{ t/}(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ^[14]; $C_{\text{氧}}$ 值为 1 000 元/t。 $K_{\text{二氧化硫}}$, $K_{\text{氮氧化物}}$ 和 $K_{\text{氟化物}}$ 值分别为 1.20, 0.69, 0.63 元/kg^[4]; $Q_{\text{二氧化硫}}$, $Q_{\text{氮氧化物}}$ 和 $Q_{\text{氟化物}}$ 值分别为 88.65, 6.00 和 4.65 kg/ $(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ^[9]。 $K_{\text{滞}}$ 值为 0.15 元/kg; $Q_{\text{滞}}$ 值为 $10 \text{ t/}(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$; $K_{\text{噪音}}$ 值为 13 333 元/(km·a)^[4]; 另因 30 m 宽的林带与 4 m 高隔音墙的隔音效果近似^[15],故可由乔木绿化面积 A 换算得到 $A_{\text{噪音}}$ 。

3 结果与分析

由表1中数据可见,2005年南通市公路绿化里程为4 748 km,至2014年底绿化里程达17 649.5 km;2005年乔木种植株数为949 600,至2014年乔木种植株数达3 529 900,公路绿化已占全市森林覆盖率超过50%。由上述数学模型得到2005至2014年南通市公路绿地各项经济价值评估值(见表3)。由表3可见,

2005年南通市公路绿地的综合经济价值为 2.07×10^7 元,随着公路绿地里程的不断增加,全省公路绿地综合经济价值逐年稳步增长,2014年已高达 5.92×10^7 元,是2005年的2.86倍,年均增长约13%。此外,2005年至2014年间,公路绿地的直接经济价值占综合经济价值的比例约为13%,所占比例最低;生态经济价值在综合经济价值中的比例最高约为67%,社会经济价值占综合经济价值的20%。

以 2014 年数据为例,从功能分类角度对当年南通市公路绿地综合经济价值具体组成进行分析。直接经济价值为 8.05×10^6 元,所占比例(13.61%)最低;生态经济价值为 4.179×10^7 元,所占比例(70.62%)最高,是社会经济价值(15.77%)的 4 倍多,生态价值地位显著。在单排序中,生态经济价值前 5 位依次是固碳释氧 1.897×10^7 元(32.07%)、净化空气(包括降噪、滞尘和吸污) 1.66×10^7 元(28.04%)、维持生物多样性 1.68×10^6 元(2.84%)、涵养水源 1.52×10^6 元(2.57%)、降温增湿 1.52×10^6 元(2.56%)、保育土壤 1.50×10^6 元(2.53%)。另外,根据王平的研究^[16],南通市 2009 年碳排放总量约为 3.576×10^7 t,而当年南通市公路绿地固碳量约为 4.64×10^4 t,占前者的 0.13%。可见公路绿地作为南通市森林碳汇,在减少碳排放方面起到了一定

的作用。

通过对 2011 年至 2014 年南通市公路绿地产生的经济价值汇总,结合对应年份公路绿地的绿化建设及养护投入费用进行分析可得,2011 年公路绿地绿化总投入为 4.410×10^7 元,至 2014 年公路绿化总投入达 8.465×10^7 元;公路绿地产生的综合经济价值随绿化投入的增加而增加,2011 年的综合经济价值为 5.767×10^7 元,至 2014 年南通市公路绿地综合经济价值达 5.917×10^7 元。公路绿地每年的直接经济价值(木材累积的价值)远低于当年的绿化投入费用,而当年公路绿地的生态经济价值最高,在综合经济价值中地位显著。公路绿地在建成之初的经济价值水平其实是最低的,但公路绿地未来会以期望的方式不断演变,其经济价值水平也会不断增加。

表 3 2005 至 2014 年南通市公路绿地综合经济价值评价结果 ×10⁶ 元

价值和指标类型	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
直接经济价值										
木材累积	2.17	2.79	3.80	4.81	6.20	7.73	7.88	7.93	8.00	8.05
生态经济价值										
维持生物多样性	0.45	0.58	0.79	1.00	1.29	1.61	1.64	1.65	1.67	1.68
降温增湿	0.41	0.53	0.72	0.91	1.17	1.46	1.48	1.49	1.51	1.52
涵养水源	0.41	0.53	0.72	0.91	1.17	1.46	1.49	1.50	1.51	1.52
保育土壤	0.40	0.52	0.71	0.89	1.15	1.44	1.47	1.47	1.49	1.50
固碳	1.95	2.51	3.42	4.32	5.57	6.95	7.08	7.12	7.19	7.23
释氧	3.16	4.07	5.55	7.01	9.04	11.28	11.50	11.56	11.67	11.74
吸收污染物	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13
滞尘	0.45	0.58	0.79	1.00	1.29	1.62	1.65	1.66	1.67	1.68
降低噪音	3.98	5.13	6.98	8.83	11.38	14.20	14.48	14.56	14.69	14.79
社会经济价值										
景观美学价值	0.21	0.27	0.37	0.46	0.60	0.74	0.76	0.76	0.77	0.77
增加就业	2.13	2.14	2.17	2.22	2.33	2.42	2.45	2.47	2.47	2.58
减少交通设施投入	4.92	4.96	5.02	5.13	5.40	5.60	5.67	5.71	5.71	5.98

4 讨论和结论

公路绿地作为绿色基础设施具有巨大的经济价值潜力。由于间接数据较为充分,且对南通市公路绿地的实地考察,从表 3 中各项经济价值评估值,可以深入了解南通市公路绿地产生的经济价值。2005 年南通市公路绿地综合经济价值为 2.07×10^7 元,随着绿化里程的不断增加以及公路绿地的不断建设,2014 年的综合经济价值已高达 5.92×10^7 元。

以 2014 年为例,南通市公路绿地乔木绿化单位面积产生的综合经济价值为每公顷 53 362.57 元,其效益远低于复合式的自然森林。根据薛建辉^[17] 的

研究,森林生态价值是直接价值的 3~9 倍,与笔者的研究结果相符合。在占综合经济价值比例最大的生态经济价值所包括的 6 项价值类型中,按价值量由大到小的排列顺序依次为固碳释氧、净化空气、维持生物多样性、涵养水源、降温增湿和保育土壤。其中,固碳释氧和净化空气 2 项指标的价值量占生态经济价值的 60%左右,可见公路绿地最显著的功能为固碳释氧和净化空气。另外净化空气(包括吸收污染物、滞尘和降噪)的价值占 28.04%,与文献报道的湖南省^[18] 和苏州市^[19] 自然森林生态系统的净化空气价值在总价值中所占的比例(分别为 6.75% 和 5.74%)相比,南通市公路绿地净化空气

价值占生态经济价值的比例较高。因而在未来的公路绿地建设中应注重发挥其在净化空气方面的功能效益,以此减轻公路交通所产生的空气污染。

对2011年至2014年南通市公路绿地的投入与综合经济价值的对比分析,结果表明:随着绿化投入的增加,公路绿地所产生的经济价值也逐渐增加。当年的价值收益虽不一定高于其绿化投入,但由于公路绿地在投入的当年以及以后多年都可以产生效益,因而,从长远的角度看,公路绿地随着时间的发展可以获得更高的效益。因此,公路绿地是一项综合经济效益较高的可持续发展的公益性绿色基础设施项目。

关于公路绿地的经济价值的实证性评估研究还处于起步阶段。一方面,相关评估指标体系有待进一步完善;南通属平原沿海地区,公路绿化是农田林网的重要组成部分,在农业生产防灾减灾中具有突出的防护作用,在未来的公路绿地系统价值评估中可综合完善公路绿化的农田防护效益;另一方面,从研究程序性方面来看,经济价值研究数据的系统全面性就成为评价中的1个关键因素。在后期的继续研究中可以对公路绿地进行系统性地长期监控和评价,可以产生大量的原始数据,这些数据对未来公路绿地的评价发展十分有益。尽管评估指标体系以及景观价值量化方法等还有进一步完善的可能,但本文对南通市公路绿地系统经济价值的研究仍阐述了公路绿地的价值、效益及综合性的社会经济影响,并说明了南通市公路绿地良好的经济价值结果。对于城市管理者及其建设者来说可以提升投资决策水平,有助于更好地指导公路绿地景观建设。

参考文献:

- [1] 殷云龙,王双生.江苏省公路绿化建设理论与实践研究[M].上海:上海科学技术出版社,2012.
- [2] Costanza R, D'Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997, 387 (6630): 253-260.
- [3] 谢高地,甄霖,鲁春霞,等.一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J].自然资源学报,2008,23(5):911-919.
- [4] 国家林业局.LY/T1721—2008 森林生态系统服务功能评估规范[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [5] 王志科,余华,殷云龙,等.近十年江苏省公路绿化综合效益评估与分析[J].植物资源与环境学报,2012,21(4):94-99.
- [6] 殷云龙,徐建华,张光宁,等.江苏公路绿地系统的树种结构与发展水平评价[J].植物资源与环境学报,2002,11(3):46-52.
- [7] 李明阳.森林生态评价的尺度和指标[J].中南林业调查规划,1997(3):52-54.
- [8] 柏玉芬,石惠春.浅述生态系统服务功能价值的估算方法[J].经济研究导刊,2011(6):168-170.
- [9] 范繁荣.宁化牙梳山自然保护区森林生态系统服务功能及价值评估[J].福建农林大学学报:自然科学版,2006,35(3):283-287.
- [10] IPCC. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry [M]. Hayama: IPCC/IGES, 2000.
- [11] 刘昉助,黄致远.江苏省植被区划[J].植物生态学与地植物学学报,1987,11(3):226-233.
- [12] 刘世荣,徐德应,王兵.气候变化对中国森林生产力的影响 I. 中国森林现实生产力的特征及地理分布格局[J].林业科学研究,1993,6(6):633-642.
- [13] 张乐勤,荣慧芳,曹先河.两种森林生态系统价值评估方法实证评述[J].水土保持通报,2011,31(1):169-174.
- [14] 许信旺,潘根兴,孙秀丽,等.安徽省贵池区农田土壤有机碳分布变化及固碳意义[J].农业环境科学学报,2009,28(12):2551-2558.
- [15] 田卓林.大连市森林生态系统服务功能评价[D].大连:辽宁师范大学,2010:20.
- [16] 王平.南通市温室气体排放估算[J].中国环境监测,2013,29(4):147-151.
- [17] 薛建辉.森林生态学[M].修订版.北京:中国林业出版社,2006.
- [18] 韩素芸,田大伦,闫文德,等.湖南省主要森林类型生态服务功能价值评价[J].中南林业科技大学学报:自然科学版,2009,29(6):6-13.
- [19] 冯育青,陈月琴,陶隽超.苏州森林生态服务功能价值评估[J].华东森林经理,2009,23(1):37-43.