

北京地区人工景观生态服务价值估算

田刚, 蔡博峰

(北京市环境保护科学研究院, 北京 100037, Email: tgriep@vip.163.com)

摘要: 以生态系统服务价值定量评价的现有成果为手段, 针对北京市的具体问题, 对北京市人工草地与人工林木、人工景观水面与人工湿地的生态服务价值进行了估算和对比分析。结果显示北京地区的人工草地和人工景观水面的生态服务价值皆为负值, 而人工林木和人工湿地的生态服务价值较高, 所以种草不如种树, 造水面不如建湿地。

关键词: 生态服务价值; 水资源; 北京地区; 人工草地; 人工林木; 人工景观水面; 人工湿地

中图分类号: X171.1 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2004)05-0005-05

Evaluation of the Ecosystem Services of Artificial Landscapes in Beijing

TIAN Gang, CAI Bo-feng

(Beijing Municipal Research Academy of Environmental Protection, Beijing 100037, China)

Abstract: According to quantitatively evaluating and comparing the ecosystem services of artificial grassland and cultivated trees, artificial pool and constructed wetland in Beijing by the well-accepted method, it was found that the net ecological values of grassland and pool are all negative. It was suggested that cultivated trees are more beneficial than artificial grassland and constructed wetland than artificial pool.

Key words: ecosystem services; water resource; Beijing area; artificial grassland; artificial trees; artificial pool; constructed wetland

为了美化城市, 北京地区相继新增了大量人工草地和人工景观水面, 在半干旱的缺水地区是否应该推广这些人工系统一直存在着不同的看法, 特别是定量地评价以上人工系统的价值问题, 一直没有得到很好的解决。目前, 生态美已经成为环境美的主题, 同时也应该成为城市美化考虑的重要因素, 因此从生态学的观点分析问题将有利于城市建设和美化的可持续发展。

本文借助生态系统服务价值定量评价的现有成果, 结合北京市的具体情况, 对人工绿地与人工林木、人工景观水面与人工湿地效益做了估算和对比分析。

1 生态系统服务价值的定量评价方法

目前, 生态科学工作者开发出多种生态系统效益的评价方法并得出相应的结果, 其中 Robert Costanza 等人发表的论文《全球生态系统服务价值和自然资本》^[1], 被认为是近年来生态学界最有影响力的科研成果^[2]。该文认为, “生态系统的服务价值和产生这种价值的自然资本积累对地球生命支持系统的功能至关重要, 它们直接和间接地为人类提供福利, 因此是全球经济总价值的一部分。”该文对全球海洋和陆地中 16 种生态群落的 17 类功能和服务价值进行了估算, 为定量地认识生态系统提供了科学依据。表 1 为 Costanza 文中给出的生态系统服

务价值。

近年来, 生态系统服务功能及其价值的评估研究引起了国内研究人员的重视, 开展了对全国、区域生态系统服务价值的计算, 以及对单个生态系统的服务价值与生态系统单项服务价值的评估研究^[2]。参照 Costanza 等的分类方法、经济参数与研究手段, 陈仲新等对中国生态系统的功能与效益进行了价值评估^[3]; 欧阳志云等对中国陆地生态系统服务价值进行了估算^[4]; 谢高地等对中国自然草地生态系统服务价值进行了研究^[5]。这些研究颇收成效, 但都集中于评估自然生态系统的服务价值, 即通过自然生态系统提供的边际服务价值估算自然资本价值。

对于人工生态系统, 如城市中的草地、水面等, 上述分析就存在缺陷, 因为人工生态系统不是凭空产生, 其成本往往比较清楚, 即构建、营造这些人工系统所投入的价值易于计算, 且成本和收益的作用主体一致, 因而收益-成本的净价值有可能也有必要作为评价整个系统效益的依据。图 1 是 Costanza 文中分析生态系统服务价值的示意图, a 图为一般商品, b 图为生态系统, 对于自然生态系统, 由于没有经营成本且数量稳定, 因此其供给曲线是一条平行

收稿日期: 2003-12-04; 修订日期: 2004-04-05

作者简介: 田刚(1954~), 男, 工学博士, 研究员, 北京市环境保护科学研究院院长, 主要研究方向为水污染控制技术研究和应用。

于价格坐标轴的直线,因而任何情况下,生态系统所产生的租金(Rent)和消费者剩余(Costanza 文中没有把这部分记入价值估算)都会是正值,即不存在边际收益低于边际成本的情况.而人工生态系统的经济学特征更接近 a 图,即人工生态系统更类似一般商品,所以现实情况就有可能落在图 a 的 abc 区内

或者 dbe 区内,前者是生态系统的边际效益大于边际成本,后者是边际效益小于边际成本,两者都不是在净收益最大的 b 点,因此存在着资源浪费.环境工作的任务就是使生态建设达到边际成本等于边际效益的 b 点,笔者通过此方法对北京生态建设进行分析,指出存在的问题和改进措施.

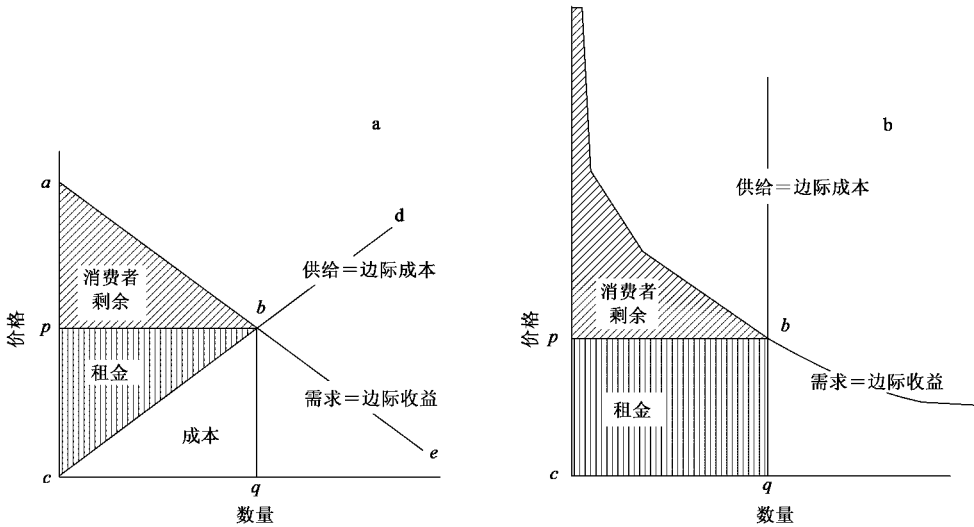


图 1 人工景观生态系统和自然生态系统的供给-需求曲线

Fig.1 The demand&supply curves of artificial landscapes and natural ecosystem

表 1 生态系统全球平均服务价值(1994)/ US \$ · (hm ² ·a) ⁻¹				
Table 1 Summary of average global value of annual ecosystem services(1994)/ US \$ · (hm ² ·a) ⁻¹				
功能	草原/ 草地	温带及 北方林	河流 湖泊	湿地 (沼泽及河漫滩)
大气调节	7	X	X	256
气候调节	X	88	X	X
干扰调节	X	X	X	7240
水利调节	3	X	5445	30
水资源供给	X	X	2117	7600
侵蚀控制	29	X	X	X
土壤形成	1	10	X	X
营养循环	X	X	X	X
废物处理	87	87	665	1659
授粉	25	X	X	X
生物控制	23	4	X	X
避难所	X	X	X	439
食物生产	67	50	41	47
原材料	X	25	X	X
基因资源	X	X	X	X
娱乐	2	36	230	491
文化	X	2	X	1761
总价值	244	302	8498	19580

2 人工景观生态服务价值评估

2.1 评估原则和方法

对照表 1 中给出的结果,结合本地区的实际情况,排除人工系统中不具备的生态功能,定量给出所计算系统的价值估算.其中,人工草地、人工林木、人工景观水面和人工湿地分别参照草地/草原、温带及北方林、河流/湖泊和湿地(沼泽及河漫滩)进行分析.但由于情况的复杂性,很多具体因素会影响估算的结果,主要有:

(1)表 1 是针对自然生态系统得出的计算结果,本文讨论的是人工生态系统,因此直接套用数据会产生偏差,本文根据国内外近些年的理论研究和案例分析对部分结果进行修正.

(2)表 2 给出的是全球的平均服务价值,根据地域、环境的不同,同一类生态系统的服务价值应该有较大的差异,因此在分析北京地区人工生态系统服务价值时,采用偏高估计,以便提高结果的可信度.

(3)取美国 1994 年到 2003 年的平均通货膨胀率 2.4%(数据来源于北京市统计局),美元兑换人民币汇率 8.3,则表 2 中 1 美元相当于 2003 年的

10.3 元人民币。

2.2 人工草地和人工林木服务价值的对比分析

Costanza 文中对自然草地生态系统中的气候调节、干扰调节、水资源供给、营养循环、避难所、原材料、基因资源、文化的服务价值都未加考虑(见表2),本文分析北京地区的人工草地系统时与之采取一致的处理方法。温带及北方林自然生态系统的大气调节、干扰调节、水利调节、水资源供给、侵蚀控制、营养循环、授粉、避难所、基因资源的服务价值都未作考虑,人工林木可认为与自然林近似一致,其它服务价值作具体分析。

(1) 大气调节、侵蚀控制、土壤形成和生物控制
可以认为人工草地和自然草地的这类服务价值近似,但城市人工草地面积十分有限且分布零散,很难发挥很强的大气调节功能;草地周边多为水泥地面,侵蚀控制的作用极弱;人工草地的生物多样性很低,且其隐蔽性差,所以生物控制能力也十分有限。同时人工草地系统远不如自然草地生态系统稳健和高效,所以这4项取人工草地生态服务价值等于自然草地生态服务价值属于偏高估计。

(2) 食物生产和水利调节 人工草地基本不具备此2项功能,因此服务价值为0。

(3) 废物处理、授粉 城市中人工草地废物处理功能比较重要,这包括污染控制、滞留粉尘、净化空气和毒物降解,但由于人工草坪为了保持景观上的整洁和规则,常常修剪使之保持低矮,这就严重损坏了草地处理废物的能力和授粉的功能。草地修剪过勤还会对草地生态系统和微生物环境产生不利影响,因此此项服务价值估算属于偏高估计。按每棵树折合1m²草地考虑,城市中人工林木的减弱风沙、杀菌滞尘的生态功能十分显著,而且其能力都远高于草地^[6~10]。

(4) 娱乐、文化 娱乐功能是城市中人工草地另一重要服务功能,其服务价值应该高于自然草地的服务价值,但北京城市中的绝大多数草坪和绿化带都禁止入内,市民只能驻足远观,而草坪的主要娱乐功能不是观赏而是使用,因此,此项价值的估算不会偏低。林木具有遮阳避雨的功能,往往能营造人们的亲绿氛围和娱乐环境,娱乐功能显著;中华文明起源于农耕文化,对树木的文化感情和游牧民族对牧草的文化感情一样深根入骨,如百年树人、桃李不言、落叶归根等以树喻人的文化现象俯首皆是。所以树木的文化价值在中华文化中不容低估。

由上述分析可得北京人工草地和林木的生态服

务价值组成(见表2),从而易于计算每hm²每年的生态服务价值是1782元,且属偏高估计,人工林木每hm²每年的生态服务价值为3111元,具体对比见表2。

表2 北京人工景观生态服务价值/ US\$·(hm²·a)⁻¹

Table 2 Value of ecosystem services of artificial landscapes in Beijing / US\$·(hm²·a)⁻¹

功能	人工草地	人工植树	人工景观水面	人工湿地
大气调节	7	X	X	256
气候调节	X	88	X	X
干扰调节	X	X	X	7240
水利调节	X	X	X	X
水资源供给	X	X	X	X
侵蚀控制	29	X	X	X
土壤形成	1	10	X	X
营养循环	X	X	X	X
废物处理	87	87	665	1659
授粉	25	X	X	X
生物控制	23	4	X	X
避难所	X	X	X	439
食物生产	X	50	X	X
原材料	X	25	X	X
基因资源	X	X	X	X
娱乐	2	36	230	491
文化	X	2	X	1761
美元计				
生态服 (1994 年)	173	302	895	11846
务价值 人民币				
(2003 年)	1782	3111	9219	122014
投入成本(人民币)	4800	X	15000	16000
净收益(人民币)	- 3018	3111	- 5781	106014

对于处于半干旱地区的北京而言,人工草地需要浇灌,浇灌用水根据草种不同而不同。根据《北京市城市部分行业用水定额》规定,绿化浇灌为4L/(m²·d),如果考虑浇灌时间为每年120d,则人工草地浇灌用水量为0.48t/(m²·a)(此为保守估计,据一些专家研究,北京草地浇灌用水每年至少1m³/m²^[11])。不考虑购买草地的一次性成本,忽略草地的管理费用、农药化肥费及浇灌设施的折旧费,采用中水浇灌,按每t水费1元计,则人工草地每hm²每年的维护成本为4800元。

按每棵树折合1m²的草地考虑,人工树木对浇灌的要求少于草地,特别是本地耐旱树种基本不需要浇灌仍然可以生长,根据《北京市生态环境保护与合理用水研究》^[12],北京阔叶林、针叶林、混交林和灌木林的年生态需水量分别为376.6mm,381.1mm,378.9mm,345.5mm,即只需在种植初期进行定期浇灌,此后不需要浇灌足可满足树木生长。因此北京的人工林木的浇灌用水可以忽略,而且其

维护费用要低于草地。

收益减去成本,北京人工草地每 hm^2 每年的净效益为 -3018 元;人工林木每 hm^2 每年的净效益为 3111 元,见表 2。可见人工草地已经处在图 1a 中的 dbc 区,即存在资源浪费,需要减少种植以使收益-成本均衡点回到 b 点,而人工林木却处在图 1a 的 abc 区中,即林木的潜在价值没有充分释放,应提倡种植使其总净收益最大。

2.3 人工景观水面和人工湿地效益对比分析

广义的湿地是指自然或人工、长久或暂时性的沼泽地、泥炭地或水域地带,静止或流动的淡水、半咸水、咸水体,包括低潮时不超过 6 m 的水域(《湿地公约》,1971 年)。然而随着认识和研究的深入,国内外许多学者对湿地又进一步界定以便明确湿地的概念和表征湿地的本质特征,提出了大约有 50 多种定义,但都包含水、土、挺水或湿生植物这 3 个核心要素^[13~18]。因此城市中的人工景观水面不属于湿地。以河流湖泊的生态服务价值为参照,加以适当调整,近似估算人工景观水面系统的生态服务价值,而以自然湿地为参照,加以适当调整,近似估算人工湿地的生态服务价值,进而对人工景观水面和人工湿地的效益进行对比分析。

Costanza 文中对自然河流湖泊系统在大气调节、干扰调节、侵蚀控制、土壤形成、营养循环、授粉、生物控制、避难所、原材料、基因资源、文化方面的服务价值均未作考虑(见表 2)。人工景观水面在这些方面可近似认为与河流湖泊一致,而天然湿地的侵蚀控制、土壤形成、营养循环、授粉、生物控制、基因资源的服务价值均未作考虑,人工湿地在这些方面可以近似认为与自然湿地一致,其它各项作如下分析:

(1) 大气调节 迄今为止,湿地被认为是和温室气体关系最为密切的生态系统之一,湿地的物理化学条件使其具有“碳汇”的功能^[17,19]。同时湿地生态系统通过光合作用和呼吸作用与大气交换 CO_2 和 O_2 ,从而对大气中的 CO_2 和 O_2 动态平衡起着重要的作用^[20]。而人工湿地和自然湿地此项服务价值可近似认为一致。

(2) 气候调节 人工水面和人工湿地在城市中均有调节小气候、降温增湿的作用,但 Costanza 一文没有给出河流湖泊和湿地调节气候的具体价值。近些年在这一方面的研究仍存在许多不足,但可以肯定的是,由于湿地蒸发是水面蒸发的 2~3 倍^[13,19,21,22],同时湿地具有相当数量的水生生物,

且热容量大^[23],因此湿地调节气候的能力要强于水面。由于缺乏可靠数据,人们在估算时忽略人工水面和人工湿地这一服务价值,会导致人工水面在人工湿地服务价值比较时,人工水面的相对价值估算偏高。

(3) 水利调节、水资源供给 城市中的人工水面和人工湿地很难发挥这 2 项功能,因此两者这两项的服务价值都取 0。

(4) 废物处理 单位面积水体的废物处理能力和水体深度有关,水体越深处理能力越强,相对自然水体而言,人工景观水面较浅,自净能力较弱。另外,人工景观水面需要保持清澈洁净,特别是 N、P 等营养性物质的含量应该维持在很低的水平,否则会出现水华现象。因此,人工景观水面很难起到废物处理的作用,相反,为了防治水华还需要定期换水或采取其它相应的人工措施。因此人工景观水面这一功能属偏高估计。人工湿地净化污水的作用却十分显著^[13,17,21,24]。

(5) 食物生产 人工水面和人工湿地的服务价值都为 0。

综上所述,人工景观水面和人工湿地每 hm^2 每年的生态服务价值分别为 9 219 元和 122 014 元。人工景观水面在和人工湿地服务价值比较时采取了偏高估计,见表 2。

人工景观水面和人工湿地均需要一定的供水,补水量根据水面大小、水面性质、气候条件不同而不同。取北京市年平均降水量 600 mm,年均水面蒸发量 1100 mm,取湿地的年蒸发量为水面的 2 倍,即为 2200 mm,则每 m^2 水面和湿地的蒸发量和降雨量的差值分别为:0.5t 和 1.6t。人工景观水面的特点是要保持澄澈鲜活,因此不能采用传统意义上的中水补给,如果采用深度处理后达到景观用水要求的中水,其成本也不低于自来水。忽略其它维护和管理费用,人工景观水面采用自来水补给,人工湿地采取中水补给,补水量仅仅取降雨量和蒸发量的差值,则每 hm^2 每年人工景观水面和人工湿地的补水成本分别为 15000 元(取自来水价格 3 元/ m^3)和 16000 元。

可以得出,人工景观水面和人工湿地每 hm^2 每年的生态服务净效益分别为 -5781 元和 106014 元,见表 2。人工景观水面的边际净收益为负,总净收益不是最大,而是处于图 1a 的 dbc 区内,应减少营建,而人工湿地的边际净收益较高,应提倡营建使其达到总净收益的最大点 b 点。

3 结论

(1) 北京地区人工草地和人工景观水面的边际净效益皆为负值,因此不应大力提倡建设。

(2) 从生态服务净价值角度分析,北京地区种草不如植树,兴造人工景观水面不如建设人工湿地。

参考文献:

- [1] Costanza R, *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature,1997,387:253 ~ 260.
- [2] 张志强,徐中民,等.生态系统服务与自然资本价值评估[J].生态学报,2001,21(11):1918 ~ 1926.
- [3] 陈仲新,张新时.中国生态系统效益的价值.科学通报[J],2000,45(1):17 ~ 22.
- [4] 欧阳志云,王效科,等.中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J].生态学报,1999,19(5):607 ~ 613.
- [5] 谢高地,张钰铨,等.中国自然草地生态系统服务价值[J].自然资源学报,2001,16(1):47 ~ 53.
- [6] 徐俏,何孟常,等.广州市生态系统服务功能价值评估[J].北京师范大学学报(自然科学版),2003,39(2):268 ~ 272.
- [7] 王成.城镇不同类型绿地生态功能的对比分析[J].东北林业大学学报,2002,30(3):111 ~ 114.
- [8] 祝宁,李敏,等.哈尔滨市绿地系统生态功能分析[J].应用生态学报,2002,13(9):1117 ~ 1120.
- [9] 田玉军,巨天珍,等.兰州市功能区大气细菌污染和城市绿地系统杀菌效应分析[J].中国环境监测,2003,19(3):45 ~ 47.
- [10] 张新猷,古润泽,等.北京城市居住区绿地的滞尘效益[J].北京林业大学学报,1997,19(4):12 ~ 17.
- [11] 魏彦昌,苗鸿.城市生态用水核算方法及应用[J].城市环境与城市生态,2003,16(suppl):18 ~ 20.
- [12] 汪光焘.北京市生态环境保护与合理用水研究[M].2002.
- [13] 俞孔坚,李迪华,等.湿地及其在高科技园区中营造[J].中国园林,2001,2:26 ~ 28.
- [14] 蔡晓明.生态系统生态学[M].北京:科学出版社,2000.
- [15] 何池全,赵魁义,等.湿地生态过程研究进展[J].地球科学进展,2000,15(2):165 ~ 171.
- [16] 杨永兴.国际湿地科学研究的主要特点.进展与展望[J].地理科学进展,2002,21(2):111 ~ 120.
- [17] 吕宪国,黄锡畴.我国湿地研究进展[J].地理科学,1998,18(4):293 ~ 300.
- [18] 张永泽,等.自然湿地生态恢复研究综述[J].生态学报,2001,21(2):309 ~ 314.
- [19] 孟宪民.湿地与全球环境变化[J].地理科学,1999,19(5):385 ~ 391.
- [20] 吴玲玲,陆健健,等.长江口湿地生态系统服务功能价值的评估[J].长江流域资源与环境,2003,12(5):411 ~ 416.
- [21] 潮洛蒙,李小凌,等.城市湿地的生态功能[J].城市问题,2003,3:9 ~ 12.
- [22] 陈刚起,吕宪国,等.三江平原沼泽蒸发研究[J].地理科学,1993,(3):120 ~ 126.
- [23] 高俊琴,吕宪国,等.三江平原湿地冷湿效应研究[J].水土保持学报,2002,16(4):149 ~ 151.
- [24] 许宁.天津湿地现状及其保护利用对策分析[J].海河水利,2002,6:11 ~ 15.