

# 城市湿地生态系统服务功能及其价值评估——以开封市湿地为例

任曼丽 ( 安阳师范学院资源环境与旅游学院, 河南安阳455000)

**摘要** 在大量详实的基础数据和实地调查的基础之上, 综合运用生态学、经济学方法, 建立开封市湿地生态系统服务功能及价值评价的框架和方法。将湿地生态系统服务功能分为具有直接使用价值的生产产品功能和具有间接使用价值的生命支持系统功能和非利用价值进行评估。

**关键词** 湿地; 生态系统; 服务功能; 开封市

中图分类号 S181 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)16-06935-04

## Evaluation on the Serving Functions and Value of Urban Wetland Ecosystem

REN Man-li (School of Resource Environment and Tourism, Anyang Teachers College, Anyang, Henan 455000)

**Abstract** Based on a large amount of detailed basic data and field investigations, the ecological and economics methods were comprehensively applied to establish the framework and method of evaluating the serving functions and value of wetland ecosystem in Kaifeng city. In the evaluation, the serving functions of wetland ecosystem were divided to the production function with direct use value, life support system function with indirect use value and non use value.

**Key words** Wetland; Ecosystem; Serving function; Kaifeng city

按照《国际湿地公约》的定义, 湿地是指天然的或人工的、长久的或暂时性的沼泽地、湿原、泥炭地或水域地带, 带有静止的或流动的, 或为淡水、半咸的、咸水水体者, 包括低潮时水深不超过6 m的海域<sup>[1]</sup>。因此, 湿地不仅仅包括传统认识上的沼泽、滩涂等, 还包括部分河流、湖泊、鱼塘、水库和稻田等。城市湿地是指分布于城市中的各类湿地, 它是城市生态系统的重要组成部分, 具有其他城市自然生态系统不可替代的众多生态服务功能, 被认为是陆地生态系统的最佳利用方式<sup>[2]</sup>。然而, 随着城市化进程的加快, 城市湿地不断遭到破坏, 如北京从20世纪60年代~70年代中期, 有8个湖泊共33.4 hm<sup>2</sup>湿地面积被填<sup>[3]</sup>; 上海的淡水河流、湖泊的河面率, 由20世纪80年代初的11.10%减少到最近的8.40%, 减少了2.7个百分点, 也就是说, 近20年来减少水面积约1/4<sup>[4]</sup>; 美国农业部门的研究表明, 城市化进程已使美国丧失了58%的湿地<sup>[5]</sup>。城市湿地的破坏造成城市经济和社会可持续发展支持能力的下降, 由此也引发一系列的生态问题, 而这些问题产生的最根本原因就是城市湿地的生态服务功能内涵和服务机制认识不清, 对其生态服务价值不甚了解。因此, 探索城市湿地的生态系统服务功能和服务机制, 并对其价值作出合理的评价就成为城市湿地保护和恢复的基础。

## 1 城市湿地生态系统服务功能概述

**1.1 生态系统服务功能研究进展** 生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用<sup>[6]</sup>。各类生态系统不仅为人类提供了食品、医药及其他生产生活资料, 还创造与维持了地球生命支持系统, 形成了人类生存所必需的环境条件, 是人类社会可持续发展的基础<sup>[7]</sup>。自1974年Halden和Ehrlich提出生态系统服务功能的概念以来<sup>[8]</sup>, 生态系统服务功能已发展成为生态学、生态经济学研究的一个重要分支。国外众多专家学者对生态系统服务的概念、价值评估的理论以及区域农业、城市、森林甚至鱼群等服务功能的分析与价值进行了研

究<sup>[9-16]</sup>。20世纪90年代末, 生态系统服务的概念、价值理论、评估方法等开始引入我国, 国内学者也进行了大量的研究。从研究的内容来看, 涉及到生态系统服务功能的概念、评价理论以及区域生态系统服务功能的评价和不同生态系统包括森林、湖泊、草地、淡水、湿地、城市、农业等服务功能价值的分析<sup>[17]</sup>。但就目前的研究来看, 对生态系统服务功能的评价大多为自然生态系统, 对城市生态系统服务功能的价值评估仅限于城市整体生态功能和城市小水系、水环境生态服务功能<sup>[18-21]</sup>, 而对城市中重要的自然生态系统——湿地生态系统服务功能评价的研究尚不多见。该文以开封市为例, 综合运用生态学、经济学方法, 对开封市湿地生态系统服务功能及其价值评估进行了初步探讨, 从而为开封市湿地的保护和恢复重建提供科学依据, 研究也将极大地丰富我国城市湿地生态系统服务的研究个案。

**1.2 城市湿地生态系统服务功能** 根据Robert Costanza等, 生态系统服务功能的内涵包括有机质的合成与生产、生物多样性的产生与维持、调节气候、营养物质贮存与循环、土壤肥力的更新与维持、环境净化与有害有毒物质的降解、植物花粉的传播与种子的扩散、有害生物的控制、减轻自然灾害等许多方面。其价值的估算也主要是从这些方面进行。对城市湿地来说, 其服务功能主要体现在<sup>[22-23]</sup>: 供水。即作为居民生活用水、工业生产用水和农业灌溉用水的水源。生物栖息地价值。城市湿地由于具有与城市常见景观的较大差异, 形成城市中特殊的生物生境, 适于各类生物的生存、繁衍, 由此决定了其生物多样性的特点。休闲娱乐和文化教育价值。城市湿地以其自身独特的特点满足了城市居民回归自然的心理需求, 成为众多城市居民和外来游客的休闲娱乐场所。污染净化价值。湿地的生物和化学过程可使工农业生产和人类其他活动等过程产生的农药、工业污染物、有毒物质降解和转化。城市湿地还具有提供动植物产品、涵养水源、调节大气组分、文化科研等多种社会、经济和生态功能。该文主要从这些方面对城市湿地生态系统服务功能进行评价。

## 2 研究区域和方法

**2.1 研究区概况** 开封地处豫东平原, 位于黄河中下游地

**作者简介** 任曼丽(1968-), 女, 湖北襄樊人, 讲师, 主要从事区域经济与环境生态研究。

**收稿日期** 2008-04-21

区,境内地势低平,海拔高度为69~78 m。气候属于温暖带大陆性季风型气候,四季分明,雨量适中,光照充足,年平均气温14.24~14.50,无霜期213~215 d,年平均降雨量660 mm。根据2002年Landsat-7 ETM遥感影像(轨道号:124/36,分辨率:30 m×30 m)解译的结果,开封市(包括市区和郊区)湿地类型主要有河流湿地、滩涂、湖泊湿地、坑塘、水田等。其面积分别为3 779.93、919.53、552.29、951.91、6 230.08 hm<sup>2</sup>。

**2.2 资料来源** 开封市各类湿地面积主要是根据遥感影像解译的结果;渔业产值、湿地旅游收入、城市工农业生活废水排放量和处理量、水稻产量、供水量等数据主要从河南、开封市统计年鉴、开封市环保局等获得<sup>[24-25]</sup>;一些相关的系数或一些经验数据主要从有关文献中获得;部分数据通过市场调查或野外调查获得。

**2.3 评价体系** 由于城市湿地生态系统服务功能的多样性,其价值也具有多重性,按效益评价可分为直接利用价值、间接利用价值及非利用价值(图1)。直接利用价值主要是指湿地生态系统直接满足人们生产和消费的价值,主要包括物质产品价值、休闲娱乐价值和文化科研价值等;间接利用价值主要指无法商品化的湿地生态系统服务功能价值,如生物多样性、净化水质、调节气候产生的间接利用价值等;非利用价值是独立于人类对湿地生态系统服务的现期利用的价值,它源于人类可能对未来利用方式选择的评价,特别是人类不清楚其将来的价值,但相信它将来价值很高,主要包括存在价值、遗产价值和景观美学价值等。

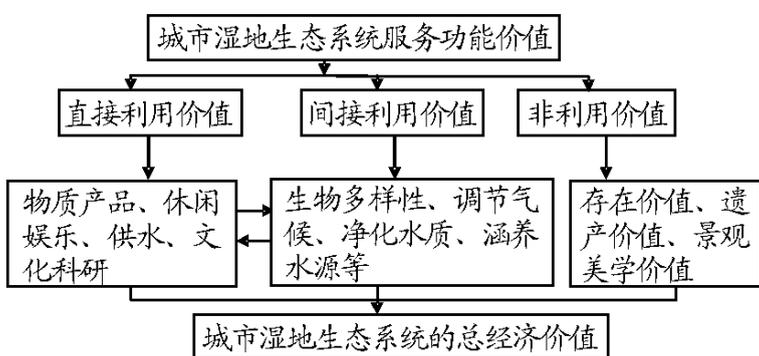


图1 开封市湿地生态服务功能价值组成

Fig.1 Constitution map of wetland ecosystem service function in Kaifeng City

## 2.4 评价方法

**2.4.1 物质产品价值。**物质产品价值的评估采用直接市场价值法。其计算公式如下:

$$V_p = \sum S_i Y_i P_i \quad (1)$$

式中:  $V_p$  为物质产品价值,  $S_i$  为第  $i$  种产品的可收获面积,  $Y_i$  为第  $i$  类产品的单位面积产量,  $P_i$  为第  $i$  类产品的市场价格。开封市湿地提供的物质产品主要有鱼类、莲藕和水稻。鱼类主要有草鱼、鲤鱼、鲢鱼3大品种。2002年开封市渔业总产值为3 682万元;水稻单产为7 390 kg/hm<sup>2</sup>,米价平均为2.00元/kg;藕的单产为2 980 kg/hm<sup>2</sup>,平均单价为1.80元/kg。

**2.4.2 供水价值。**城市湿地是居民生活用水、工业生产用水和农业灌溉用水的重要来源,如上海市80%的公共供水、绝大部分农业用水和大部分工业用水都取自内河河网<sup>[26]</sup>,其价值可采用市场价格法,公式如下:

$$V_s = V_{工} + V_{农} + V_{生} = Q_{工} P_{工} + Q_{农} P_{农} + Q_{生} P_{生} \quad (2)$$

式中:  $V_s$  表示湿地供水价值,  $V_{工}$ 、 $V_{农}$ 、 $V_{生}$  分别表示湿地

工业、农业和生活用水供水价值,  $Q$  表示供水量,  $P$  表示供水价格。2002年开封市生活、农业、工业用水价格分别为0.75、0.03、0.95元/m<sup>3</sup>。

**2.4.3 休闲娱乐价值。**湿地以其文化、景观和生物的多样性正日益受到旅游者的青睐,成为科普考察、旅游观光的绝佳场所。对城市湿地的休闲娱乐价值可用费用支出法来计算<sup>[27]</sup>。即:

$$V_t = V_{旅游} + V_{时间} + V_{其他} \quad (3)$$

式中:  $V_t$  表示湿地休闲娱乐价值;  $V_{旅游}$  表示旅游费用支出,主要包括游客的交通费用和在当地的旅游消费支出(包括餐饮、食宿、门票、游船);  $V_{时间}$  表示旅行时间价值,是由于进行旅游活动而不能工作损失的价值,用个人日收入和旅游天数的乘积表示,游客收入水平以30~40元/d居多,该文取平均值35元/d;  $V_{其他}$  表示其他花费,指消费者购买宣传资料和纪念品、摄影等的费用。目前,开封市湿地旅游主要包括黄河游览区(其年收入约3万元)和市内水上游览活动(主要是游船收入,大约150万元),旅游者停留的时间大约1d,其他花费主要含在其他景区内,这里忽略不计。

**2.4.4 涵养水源价值。**湿地具有巨大的蓄水能力和渗透能力,在降水时,能吸收和渗透降水,减少流入大海的无效水,增加地表有效水的蓄积,以供工农业利用和生活利用。城市湿地涵养水源价值可通过涵养水源量来表示,用影子工程法来计算,其计算公式如下:

$$V_a = P \cdot S_i H_i \quad (4)$$

式中:  $V_a$  表示湿地涵养水源价值;  $S_i$  表示湿地蓄水面积;  $H_i$  表示蓄水深度,该处取开封市多年的平均降水量;  $P$  表示水库蓄水成本,目前多采用0.67元/m<sup>3</sup><sup>[28]</sup>。

**2.4.5 污染净化价值。**湿地对污水中的许多污染物具有明显的净化作用。研究表明,当工农业生产和人类其他活动过程产生的农药、工业污染物、有毒物质进入湿地,湿地的生物和化学过程可使有毒物质降解和转化。目前,全国已有不少城市在利用人工湿地治理河流、湖泊等水污染问题上取得良好成效。湿地污染净化价值可用生产成本法来估算,计算公式如下:

$$V_c = (C + P) \times V \quad (5)$$

式中:  $V_c$  表示湿地的污染净化价值,  $C$  表示污水处理厂净化每吨污水的基建投资,  $P$  表示单位污水处理成本(包括运行费、污泥处理费等),  $V$  表示每年处理污水的量。由于对开封湿地没有做过专门的研究,这里主要参照已有的数据。单位污水的基建投资按人工湿地的基建投资计算,为550元/m<sup>3</sup><sup>[29]</sup>,单位污水的处理费按全国二级污水处理厂处理的费用计算,约为0.25元/m<sup>3</sup><sup>[30]</sup>。2002年开封市污水排放量为7 650万m<sup>3</sup>,排放达标率为80.5%,处理量为2 920万m<sup>3</sup>,排放不达标和未处理的为922.35万m<sup>3</sup>。

**2.4.6 大气组分调节价值。**植物通过光合作用固定大气中的CO<sub>2</sub>并释放O<sub>2</sub>。根据光合作用方程式,生态系统每生产1.00g植物干物质能固定1.63gCO<sub>2</sub>,释放1.20gO<sub>2</sub>。开封湿地植物干物质主要为水稻,年固定CO<sub>2</sub>量为75 045.68t/年,折合成纯碳量为203 194.28t/年,释放氧量54 578.68t/年。把造林成本260.90元/tC(1990年不变价)<sup>[31]</sup>和IPCC得到的

温带森林的碳率(14.25 美元/tC) 的均值189.37 元/tC<sup>[32]</sup> 作为CO<sub>2</sub> 的碳税标准进行估算,用造林成本352.93 元/tO<sub>2</sub> 和氧气工业成本0.40 元/kgO<sub>2</sub> 的均值376.47 元/(tO<sub>2</sub>)<sup>[31]</sup> 计算释放O<sub>2</sub> 的能力。此外,湿地还向大气中排放温室气体CH<sub>4</sub> 等,特别是稻田,从而造成对大气的负影响,该文主要考虑稻田的CH<sub>4</sub> 排放造成的经济价值损失。稻田CH<sub>4</sub> 排放量根据中国科学院南京土壤研究所的研究成果<sup>[33]</sup>,我国稻田甲烷年总排放量约为7.6 TG,水稻种植面积为3 074 万hm<sup>2</sup>,平均2.5 × 10<sup>-7</sup> TG/hm<sup>2</sup>,CH<sub>4</sub> 的经济价值为0.11 美元/kg(0.91 元/kg)<sup>[34]</sup>。

**2.4.7 生物栖息地价值。**由于城市湿地与城市常见景观具有较大差异,形成城市中特殊的生物生境,适于各类生物的生存、繁衍,由此也决定了其生物多样性的特点。开封城市湿地生物栖息地的价值主要根据全球生态系统评估时的湿地作为野生动物避难所的价值和开封市湿地面积进行估算。根据Constanza 等人的研究结果,这一服务功能的年生态效益是304 美元/hm<sup>2</sup>,折合人民币2 514.1 元/hm<sup>2</sup>。开封湿地生物主要集中在柳园口湿地自然保护区,面积4 000 hm<sup>2</sup>,其生物总数约占整个城市湿地生物的80%,由此可推算出整个湿地的栖息地价值。

**2.4.8 文化科研价值。**湿地文化的科研价值往往利用科研投资或科研者的实际花费来估算。目前对开封城市湿地的研究主要集中在黄河的研究上,2002 年对黄河研究的投资约为68.1 万元,这远远低于开封湿地实际的科研价值。所以综合全球和全国科研价值评价标准进行权变估值,该文取陈仲新和张新时研究得到的中国单位面积生态系统的平均科研价值382 元/hm<sup>2</sup>和Constanza 等对全球湿地生态系统科研文化功能评估的平均值861 美元/hm<sup>2</sup>的平均价格3 897.18 元/hm<sup>2</sup><sup>[7]</sup>作为开封湿地的科研价值,根据湿地面积(相比较而言,稻田文化科研价值要比自然湿地小得多,所以除去稻田面积)求得这项功能的价值。

**2.4.9 非利用价值。**权变估值法(CVM) 是以货币形式量化非使用价值的唯一有效途径,它主要通过调查消费者的支付意愿(WTP) 来进行非使用价值的量化。根据赵春霞的调查结果<sup>[35]</sup>,开封市有74%的居民愿意为开封湿地保护支付金钱,总体样本的中位值为65 元总体样本的平均值为157.49 元。根据国内外的普遍做法,这里采用中位值65 元作为总样本的人均WTP 值,其代表性为74%。根据2002 年开封市的总人口78.75 万人,可得到开封湿地的非利用价值5 188.75 万元。

### 3 结果与分析

**3.1 开封湿地生态系统服务功能价值分析** 开封市湿地生态系统服务功能总体价值为以上直接利用价值、间接利用价值和利用价值之和,共计为41 555.33 万元,其中直接、间接、非利用价值所占比例分别为48.05%、39.46%、12.49%(图2)。从表1 可以看出,开封市湿地的直接利用价值中水稻产品价值占主导地位,为41.12%;其次是供水价值,占31.98%;而休闲娱乐价值仅占0.90%。表明开封湿地以农业利用和生产生活为主,是开封市居民生活物质产品和条件的主要来源。相比较而言,开封湿地的旅游游憩价值利用得不够好。从表1 还可以看出,开封市湿地间接利用价值中,涵养水源和污染净化价值最大,占间接利用价值的64.47%。

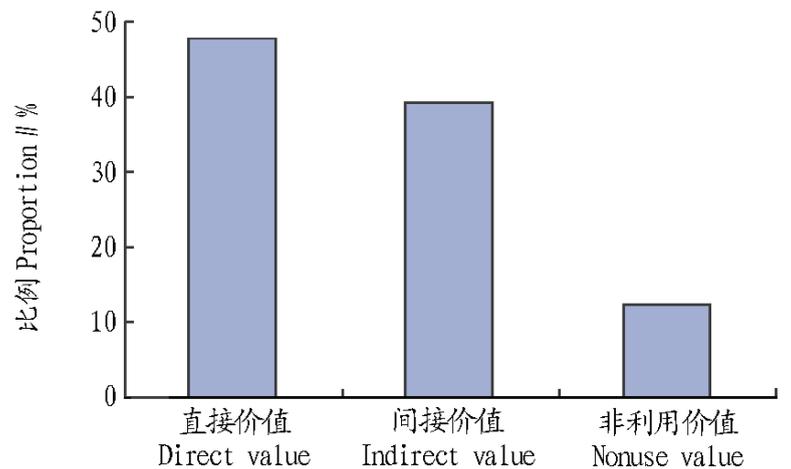


图2 开封市湿地各类价值所占比例

Fig. 2 Value distribution of wetland in Kaifeng City

表1 开封市湿地直接、间接使用价值评价结果

Table 1 Evaluation results of direct and indirect values of wetland in Kaifeng City

功能类型 Function type	物质量 Amount of substance	单位均价 Average price	价值量 Value quantity 万元
渔业(产品) Fishery production			3 682.00
水稻(产品) Rice production	4 604.03(t)	2.00(元/kg)	9 208.06
莲藕(产品) Lotus production	2 836 691.80(kg)	1.80(元/kg)	510.60
生活用水 Domestic water	3 041.00(万m <sup>3</sup> )	0.75(元/m <sup>3</sup> )	2 550.75
工业用水 Industrial water	3 792.00(万m <sup>3</sup> )	0.95(元/m <sup>3</sup> )	3 602.40
农业用水 Agricultural water	7 775.00(万m <sup>3</sup> )	0.03(元/m <sup>3</sup> )	233.25
休闲娱乐价值 Leisure and entertainment value			188.00
涵养水源价值 Water resource regulating value	8 206.27(万m <sup>3</sup> )	0.67(元/m <sup>3</sup> )	5 498.20
污染净化价值 Environmental purification value	922.35(万m <sup>3</sup> )	550.25(元/m <sup>3</sup> )	5 075.23
大气调节(固定CO <sub>2</sub> ) Air ingredients controlling value (fix CO <sub>2</sub> )	7.50(万t)	189.37(元/t)	1 421.14
大气调节(释放O <sub>2</sub> ) Air ingredients controlling value (fix O <sub>2</sub> )	5.46(万t)	376.47(元/t)	2 054.72
大气调节(释放CH <sub>4</sub> ) Air ingredients controlling value (release CH <sub>4</sub> )	0.14(万t)	0.91(元/kg)	1 324.50
生物栖息地 Wildlife habitat provision value			1 257.05
文化科研价值 Culture service value	6 203.66(hm <sup>2</sup> )	3 897.18(元/hm <sup>2</sup> )	2 417.68

**3.2 开封湿地与其他湿地、其他类型生态系统价值的比较** 为了进一步了解城市湿地生态服务功能状况,笔者将开封湿

地生态系统服务功能与其他类型湿地和不同类型生态系统服务功能进行了对比<sup>[36-45]</sup>。从表2 可以看出,开封市湿地单

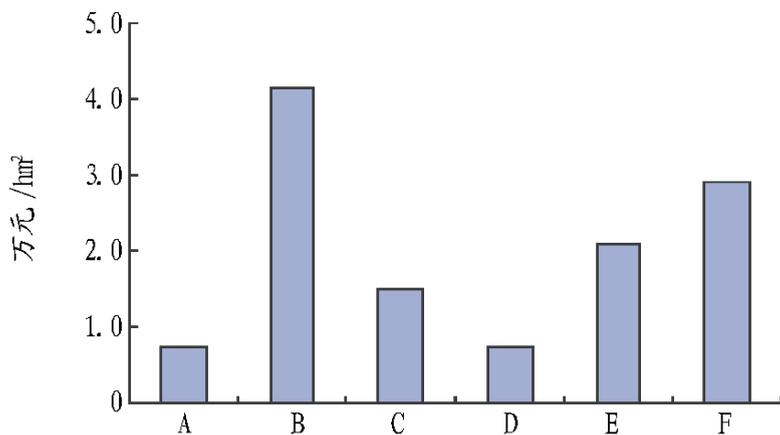
位面积上的生态系统服务功能价值远高于全国平均水平,但在生态系统服务功能价值中,间接价值所占的比重较小,说明开封湿地目前的生态功能很不健全,其他功能有待发挥。

从不同类型的生态系统单位服务功能价值来看(图3),城市湿地要高于农田、草地和部分森林,因此保护城市湿地生态系统有重要意义。

表2 不同湿地单位面积年生态系统服务功能比较

Table 2 Comparison of annual ecological value per unit area of different wetlands

名称 Name	价值 Value 万元/hm <sup>2</sup>	间接价值 Indirect value %	名称 Name	价值 Value 万元/hm <sup>2</sup>	间接价值 Indirect value %
保安湖 Boan lake	5.71	93.23	乌梁素海 Wuliang sumei	2.43	93.67
鄱阳湖 Poyang Lake	34.82	99.82	长江口 Yangze estuary	1.86	55.35
扎龙 Zhalong nature reserve	5.10	85.40	全国 The whole country	0.54	
盘锦 Panjin	1.97	87.88	地表水 Surface water		56.54
白洋淀 Baiyangdan reservoir	1.96	51.70	开封 Kaifeng city	2.92	39.46
洞庭湖 Dongting lake	3.08	60.80			



注:A、B、C、D、E、F 分别为贡嘎山森林、北京山地森林、海南热带森林、内蒙古典型草地、北京郊区农田、城市湿地。

Note:A, B, C, D, E and F stand for forest of Gonggashan mountain, mountain forest of Beijing, tropical forest of Hainan, typical grassland of Inner Mongolia, farmland of Beijing district and city wetland.

图3 不同类型生态系统单位面积年服务功能比较

Fig.3 Comparison of annual service function per unit area of different ecosystems

#### 4 讨论

该文对开封市湿地生态系统服务的价值进行了初步评价研究,所采用的方法方便易行,但由于众多因素的制约,以上价值估算还可能存在一些误差,但仍可以作为当地政府保护湿地的决策依据。另外,在今后的研究中,除了要对城市湿地生态系统的结构、功能和过程进行深入研究外,还要进一步探索生态系统基本过程与经济过程之间的复杂关系,力求全面准确地反映出城市湿地生态系统所提供的各项服务价值。

#### 参考文献

- [1] ALLAN CROWE. Millennium wetland event program with abstracts [C]. Quebec Canada Elizabeth Mackay, 2000:1 - 256.
- [2] 潮洛蒙, 李小凌, 俞孔坚. 城市湿地的生态功能[J]. 城市问题, 2003(3):9 - 12.
- [3] 潮洛蒙, 俞孔坚. 城市湿地的合理开发与利用对策[J]. 规划师, 2003(7):32 - 35.
- [4] 汪松年, 阮仁良. 上海市淡水湿地的过去、现在与未来 [EB/OL] (2007-10-27) [2008-04-01] <http://www.shanghaiwater.gov.cn/wetland/>.
- [5] REINELT L R, HORNER, AZOUS A. Impacts of urbanization on palustrine wetlands - research and management in the puget region [J]. Urban Ecosystems, 1998(2):219 - 236.
- [6] DAILY G C. Natures services: Societal dependence on natural "Ecosystems" [C]. Washington D.C: Island Press, 1997.
- [7] 辛琨, 肖笃宁. 生态系统服务功能研究简述[J]. 中国人口·资源与环境, 2000, 10(3):20 - 22.
- [8] HOLDER J, EHRICH P R. Human population and global environment [J].

- American Scientist, 1974, 62:282 - 297.
- [9] NORBERG J. Linking natures services to ecosystems: some general ecological concepts [J]. Ecological Economics, 1999, 29(2):183 - 202.
- [10] SERAFY S. Pricing the invaluable: The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Ecological Economics, 1998, 25(1):25 - 27.
- [11] OPSCHOOR J B. The value of ecosystem services: whose values [J]. Ecological Economics, 1998, 25(1):41 - 43.
- [12] ROBERT COSTANZA. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997, 387(15):253 - 260.
- [13] RONNBACK P. The ecological basis for economic value of sea food production supported by mangrove ecosystems [J]. Ecological Economics, 1999, 29(2):235 - 252.
- [14] BJORKLUND J, LIMBURG K E, RYDBERG T. Impact of production intensity on the ability of the agricultural landscape to generate ecosystem services: An example from Sweden [J]. Ecological Economics, 1999, 29(2):269 - 291.
- [15] BOLUND P, HUNHAMMAR S. Ecosystem services in urban areas [J]. Ecological Economics, 1999, 29(2):293 - 301.
- [16] HOLMUND C M, HAMMER M. Ecosystem services generated by fish populations [J]. Ecological Economics, 1999, 29:253 - 268.
- [17] 彭建, 王仰麟, 陈燕飞, 等. 城市生态系统服务功能价值评估初探 [J]. 北京大学学报:自然科学版, 2005, 41(4):122 - 131.
- [18] 黄瑜, 谭克修. 城市小水生态系统服务功能及其价值评估方法 [J]. 城市规划汇刊, 2004(1):83 - 88.
- [19] 宋治清, 王仰麟. 城市区域生态系统服务功能——以深圳市为例 [J]. 城市环境与城市生态, 2004(3):32 - 36.
- [20] 周祖光. 海南岛水生态系统服务功能价值评价 [J]. 水利经济, 2005, 23(5):11 - 14.
- [21] 宗跃光, 徐宏彦, 汤艳冰, 等. 城市生态系统服务功能的价值结构分析 [J]. 城市环境与城市生态, 1999, 4(12):19 - 22.
- [22] 曹新向. 城市湿地生态系统服务功能及其保护 [J]. 水土保持研究, 2005(1):85 - 88.
- [23] 阎水玉, 王祥荣. 城市河流在城市生态建设中的意义和应用方法 [J]. 城市环境与城市生态, 1999, 12(6):36 - 38.
- [24] 河南统计局. 河南统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2003.
- [25] 开封统计局. 开封统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2003.
- [26] 袁峻峰, 俞伟东, 左本荣, 等. 上海的湿地及其保护 [C]. 上海市湿地利用和保护研讨会论文集, 2002.
- [27] 李文华, 欧阳志云, 赵景柱. 生态系统服务功能研究 [C]. 北京: 气象出版社, 2002.
- [28] 李金昌. 生态价值论 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1999.
- [29] 魏志刚, 阮启刚, 邓祥义. 人工湿地技术的应用与发展 [EB/OL] (2006-09-21) [2008-04-01] <http://www.qdhw.com/qdhw/dzlj/asp?id=719>.
- [30] 吴玲玲, 陆健健, 董春富, 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.
- [31] 欧阳志云, 肖寒, 赵景柱, 等. 海南岛生态系统服务功能及其生态价值研究 [A]. 李文华, 欧阳志云, 赵景柱. 生态系统服务功能研究 [C]. 北京: 气象出版社, 2002:157 - 191.
- [32] WAISON R T, NOBLEI R, BOUINB, et al. Land use, land use change and forestry [M]. London: Cambridge University Press, 2002:316 - 326.
- [33] 中科院南京土壤研究所. 我国稻田甲烷排放量并不高 [EB/OL] (2000-10-12) [2008-03-01] <http://www.hhagi.gov.cn/asp/detail.asp?id=1809>.
- [34] ROBERT COSTANZA. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997, 387(15):253 - 260.
- [35] 赵春霞. 基于GIS的开封市湿地动态变化及效益评价研究 [D]. 河南

15 d 以上,如冀北高原沙尘暴多值年份可达30~50 d,桑洋盆地及西部平原沙尘暴多值年份为15~30 d。持续时间长。河北省沙尘暴天气过程一般持续几小时甚至1~2 d,给当地人民生活造成了严重的影响。影响范围大。由于河北省紧邻京津地区,其气候环境对京津地区有重要影响。尤其是环京津区域的冀北地区,既是首都的主要河源地,又是首都的主要河流地和风道,对京津风沙天气影响比较大。

**2.2.4 水资源短缺,地表水污染。**河北省属温带大陆性季风气候,年降水量350~750 mm,全省平均降水量500 mm左右,属于极度缺水省份。据统计,目前河北省年平均用水量达230亿 $m^3$ ,而供水量仅为170亿 $m^3$ ,差额只能靠地下水来补给。不仅水资源严重不足,同时河北省还面临着水质性缺水的困境。河北省地表水的水质状况总趋势是整体在恶化,局部有好转,少数地方污染严重。据有关部门统计,1985年全省污水排放为13亿t,到2001年增至22亿t。目前,河北省污水产生量已占全省地表水资源总量的17.6%,其中每年约有15亿t污水通过直接和间接的方式排入河道,对水体造成污染。

**2.2.5 湿地减少,草场退化。**湿地减少。由于生态环境恶化、人类开发利用破坏等原因,导致河北省湿地面积急剧下降。据统计,20世纪60年代中期以来,河北省湿地面积从1.1万 $km^2$ 减至600 $km^2$ ,减少了94.5%。而湿地面积的大幅度减少,又加剧了河北省的生态环境恶化。草场退化。20世纪80年代中期以来,随着河北省畜牧业的发展及不合理放牧的进行,河北省草场退化严重。据统计,1986~2002年间,全省草场退化面积达217万 $hm^2$ ,占可利用草场的49.4%,其中中等程度上退化的草场面积139万 $hm^2$ (占可利用草场的31.6%)。

### 3 速生林对生态环境的影响

**3.1 净化空气** 速生林生态系统的生物净化作用包括植物对大气污染的净化作用和土壤植物系统对土壤污染的净化作用。目前的研究主要集中于速生林对空气的净化方面。植物净化大气主要通过叶片的作用实现,包括2个方面:吸收 $CO_2$ 放出 $O_2$ 等,维持大气环境化学组成的平衡。据测定,1 $hm^2$ 速生林能吸收 $CO_2$ 1000 kg,放出 $O_2$ 730 kg,净化空气1800万 $m^3$ 。在植物抗性范围内,通过吸收而减少空气中硫化物、氮化物、卤素等有害物质的含量。据有关部门研究测试:1 $hm^2$ 速生林可以吸收城市中氮氧化物380 kg,而危害环境的HF穿过40 m宽的速生林,浓度能够降低52.1%。可见,河北省种植的大面积速生林对河北空气质量改善有重要作用。

**3.2 吸烟滞尘** 粉尘是指悬浮在空气中的固体微粒(一般粒径小于75  $\mu m$ ),又称灰尘、尘埃、烟尘、矿尘、砂尘、粉末等,

可对人体、环境、生态平衡等造成严重不良影响,是大气污染的重要指标之一。植物对烟灰、粉尘有明显的阻挡、过滤和吸附作用。速生林茂密的树冠和大面积的叶面可以吸滞大量的粉尘,对保障人畜健康、改良当地小气候及优化生态环境有重要作用。据测定,每公顷速生林每年可滞尘10.11 t,则河北省的34万 $hm^2$ 速生林每年的滞尘量为344万t,对净化空气有很大帮助。

**3.3 涵养水源和保持水土** 与一般人工林相比,速生林生长速度快(树高平均每年增长3~4 m、胸径平均每年生长3.5~5 cm),故其根系更发达,蓄水能力也更强。据测定,雨水降落到林地中,有20%以上被林冠截流,约有80%通过林冠降落到地面;2万 $hm^2$ 速生林所含的蓄水量,相当于15座库容为100万 $m^3$ 的水量,相当于1600万人1年的耗水量。同时,速生林的林区有茂密的树冠覆盖地面,再加上强大的根系网络固结土壤,对土壤有很强的吸附作用。

**3.4 防风护田** 这是速生林的重要生态功能之一。据测定,狂风经过防护林,风力一般可降低40%~60%,风速降低的范围为林带高度的20~25倍。可见,营造各种速生林,既能防风固沙,又能保护周围农田,同时还助于维护生态脆弱区的生态环境。

**3.5 调节气候** 除了净化空气、吸烟滞尘、涵养水源和保持水土等功能外,速生林生态系统还具有直接调节区域性气候的作用。植物通过发达的根系从地下吸收水分,再通过叶片蒸腾,将水分返回大气,大面积的森林蒸腾,可以带来降雨,从而减少该区域水分的损失,而且还可降低气温,缓解“温室效应”引发的地球变暖问题。

### 4 结语

速生林的生长周期为5~7年,其主要树种包括杨树、桉树、松树、槐树等。除具有明显的经济效益、社会效益外,速生林还具有净化空气、降低噪声、吸烟滞尘、涵养水源和保持水土以及促进生物多样性等作用。河北省是我国速生林的主要生产基地之一。可以预期,随着第六大林业工程的实施和速生林在河北的大面积推广,必将对河北及京津地区的水土流失、土地沙化、生物多样性减少等生态环境问题改善做出较大贡献。

### 参考文献

- [1] 史铁丑,徐晓红.河北省速生丰产林发展研究[J].安徽农业科学,2007,35(33):708.
- [2] 王朝新,韩纯亮.浅析河北省生态环境演化趋势及对策[J].河北遥感,2006(4):14-15.
- [3] 郭迎春,赵玉斌,阮新.河北省沙尘暴特征及防治对策[J].灾害学,2000,15(4):24-28.
- [4] 欧阳志云,王如松,赵景柱.生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J].应用生态学报,1999,10(5):635-640.

科学,2005,27(2):110-115.

- [41] 李建国.白洋淀湿地生态系统服务功能与价值估算的研究[J].南水北调与水利科技,2005,3(3):18-22.
- [42] 杨志新,郑大玮,文化.北京郊区农田生态系统服务功能价值的评估研究[J].自然资源学报,2005,20(4):564-571.
- [43] 闵庆文,刘寿东,杨霞.内蒙古典型草原生态系统服务功能价值评估研究[J].草地学报,2004,12(3):165-170.
- [44] 关文彬,王自力,陈建成,等.贡嘎山地区森林生态系统服务功能价值评估[J].北京林业大学学报,2002,24(4):80-84.
- [45] 肖寒,欧阳志云,赵景柱,等.森林生态系统服务功能及其生态经济价值评估初探[J].应用生态学报,2000,11(4):481-484.

(上接第6938页)

大学,2005.

- [36] 潘文斌,唐涛,邓红兵,等.湖泊生态系统服务功能评估初探[J].应用生态学报,2002,13(10):1315-1318.
- [37] 赵同谦,欧阳志云,王效科,等.中国陆地地表水生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J].自然资源学报,2003,18(4):443-452.
- [38] 鄢帮有.鄱阳湖湿地生态系统服务价值评估初步研究[J].资源科学,2004,27(3):61-68.
- [39] 庄大昌.洞庭湖湿地生态系统服务功能价值评估[J].经济地理,2004(3):391-394.
- [40] 段晓男,王效科,欧阳志云.乌梁素海湿地生态系统服务功能[J].资源