

# 新疆塔里木南缘胡杨林生态价值测度

王 吴 续<sup>1</sup>, 徐 崇 志<sup>2</sup>, 李 青<sup>1</sup>

(1. 塔里木大学 经济与管理学院, 新疆 阿拉尔 843300; 2. 塔里木大学 科技处, 新疆 阿拉尔 843300)

**摘 要:**胡杨林是干旱荒漠地区唯一建群的乔木树种, 由于近几十年人们对资源的不合理利用, 造成胡杨林面积大幅减少。以塔里木南缘典型区和田县经济社会状况为背景, 以胡杨林的生态功能为研究对象, 从微观层面研究影响其生长的主要因素及机理, 运用市场价值法、影子工程法等方法对其主要生态系统服务功能价值进行测度。结果表明: 和田县落后的经济社会条件加剧了其生态的脆弱性; 光照、气温、土壤、盐分以及水文等对胡杨林的生长影响显著; 目前, 和田县的胡杨林在沙尘的减少以及生态环境的改善作用明显, 其间接经济价值远远高于活立木价值。

**关键词:**胡杨林; 影响机理; 生态系统服务功能; 测度

**中图分类号:**S 718.55 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)09-0210-04

森林生态系统服务功能是指人类从森林生态系统与生态过程中得到的收益和效用。Robert Costanza 等在 1997 年《Nature》上发表对全球生态系统评估的研究后, 引起世人注意。2006 年杨丽雯等<sup>[1]</sup>评估了和田河流域天然胡杨林的生态服务价值; 2008 年熊黑钢<sup>[2]</sup>对新疆森林生态系统服务功能系统进行了计算。位于新疆的塔里木河是中国最长的内陆河, 沿着河岸分布着落叶阔叶乔木-胡杨, 分布面积约占全国的 80% 以上。由于近几十年经济开发活动、资源的滥用, 胡杨林植被的严重衰退。沙尘暴天气增多, 土地沙漠化加剧, 新疆林科院 2010 年的监测, 塔克拉玛干沙漠流沙每年以 2.8~3.5 m 的速度向北移动, 沿塔里木河的大沙漠 30 年间由西推进了 60 km。

胡杨林的退化与衰败是新疆南疆荒漠脆弱生态系统的显著体现, 在前人研究成果上, 力求揭示和田县胡杨林生长期的影响因子和机理, 评价县域内胡杨林的生态服务功能价值, 促进人们保护恢复胡杨林, 实现生态脆弱区域生态-经济系统的可持续发展。

## 1 研究区概况

和田地区是边境少数民族聚居地区, 位于新疆最南

端, 恶劣的自然环境, 偏远的地理位置, 使得和田地区经济社会发展水平在新疆排名靠后。和田县是和田地区所辖的一个县, 北入塔克拉玛干沙漠, 南倚喀喇昆仑山, 处于玉龙喀什河和喀拉喀什河之间, 地势南高北低, 山区占国土总面积的 95%, 沙漠占 3.7%, 绿洲仅占 1.3%, 众多人口集中在适合耕作和生活的绿洲上, 生态承载力弱。和田县在地区县市中位置较特别, 和田县政府驻和田市, 所辖乡镇围绕着和田市, 处于和田地区的政治、经济、文化中心, 经济上为和田市提供生产生活必备的农产品, 是后勤保障基地。

### 1.1 气候条件

和田县属于大陆性干旱荒漠气候, 年均温度 13.9℃, 年日照 2 246 h, 大于 15~20℃ 的温度达 3 000 h, 年降水量 34.8 mm/a, 年蒸发量 2 563.4 mm/a, 四季分明, 昼夜温差大, 水资源时季节反差大, 除夏季丰水期外, 其余季节均缺水, 终年处于极端干旱状态<sup>[3]</sup>。沙尘浮尘天气频繁, 年均浮尘天气 220 d 以上, 其中浓浮尘(沙尘暴)天气 60 d 左右, 多集中在春夏<sup>[4]</sup>。

### 1.2 经济社会概况

和田县总人口 27.2 万人, 农业人口占 95.1%, 人均耕地不足 866.7 m<sup>2</sup>, 人口自然增长率 30.8‰, 农民人均纯收入 3 987 元。有限的自然资源、社会财富需要分摊在庞大的增长较快的人口基数上, 人均占有量少, 资源需求大。保证粮食安全的前提下脱贫致富, 采用套种、复种的耕作模式, 过度开发使耕地质量下降; 当地经济社会在对口援建快速发展的同时, 对水资源和土地的需求增加, 人口与资源、环境与发展的矛盾更加突出<sup>[4]</sup>, 生

**第一作者简介:**王吴续(1987-), 男, 硕士研究生, 现主要从事干旱区资源保护等研究工作。E-mail:1511195922@qq.com.

**责任作者:**徐崇志(1969-), 男, 副教授, 硕士生导师, 现主要从事果树遗传与育种等研究工作。E-mail:liqing0514@163.com.

**基金项目:**国家科技支撑计划资助项目(2014BAC14B05); 新疆兵团社科基金资助项目(10BTYB19)。

**收稿日期:**2014-01-17

态脆弱性加剧。

### 1.3 林业概况

和田县林地面积  $45 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , 经济林面积  $9\,429 \text{ hm}^2$ , 人均林果收入占农民总收入的 30% 左右, 经济林是当地林业发展的热点, 面积增速较快。胡杨林  $4\,621 \text{ hm}^2$ , 灌木  $6\,470 \text{ hm}^2$ , 构成了和田县天然林的主体。胡杨林多分布在和田河的源流玉龙喀什河和喀拉喀什河, 80% 以上是幼龄林。

## 2 和田县胡杨生长过程中主要因素影响机理分析

### 2.1 胡杨林植物结构

胡杨林是古老的、干旱荒漠区唯一建群的乔木树种, 胡杨林多为纯林。成熟林一般有乔木层、灌木层与草本层, 林下灌木层有 10 余种, 以多枝怪柳居多, 草本层少, 多为根茎类。在漫长的自然选择中胡杨进化出独特生态特性适应干旱荒漠气候。

### 2.2 胡杨生长期的影响因子分析

**2.2.1 光照影响** 胡杨幼树多分布在林间空地, 在郁闭度大、光照弱的环境下生长不良。胡杨有很强的趋光性, 生长随着光照条件而变化, 树木主干向最强光方向生长, 背阴面的年轮窄, 向阳面年轮宽。胡杨分布的地理现象表明在光能充沛, 年总辐射量  $135 \sim 150 \text{ kcal/cm}^2$  的地区, 能大片成林。

**2.2.2 气温条件影响** 胡杨对温度变化适应能力强, 能在  $-40 \sim 40^\circ\text{C}$  的温度范围内生长。胡杨 5 月初发叶, 初生叶被茸毛, 茸毛和鳞片的细胞大, 充满空气, 含水量大, 具有御寒和调节作用。叶具有自卫指向, 炎热时侧面对光源, 避开强光照, 以适应在高温强光下生长。9 月中旬高生长停止, 封顶较晚, 个别枝条冻伤不影响次年发芽, 芽有胶状物质的鳞片包裹过冬。胡杨适应于  $\geq 10^\circ\text{C}$  积温  $2\,000 \sim 4\,500^\circ\text{C}$  之间的温带荒漠气候, 在积温  $4\,000^\circ\text{C}$  以上的暖温带生长最旺盛。

**2.2.3 土壤及盐分对胡杨的生长影响** 胡杨适宜在排水好、湿润、肥沃的沙壤地上, 土壤质地轻, 细沙和粗砂占 60% 以上, 粘粒占 10% 以下。胡杨能在 pH  $8.0 \sim 9.5$  以上的碱性土壤上生长, 但是在龟裂的土中有粘质的不透水层, 盐碱聚集, 易于泛碱, 单株胡杨生长状况不好, 难以成林。胡杨具有抗盐渍化特征, 气孔下陷, 表皮具有厚的外壁, 细胞间隙小, 栅栏组织发达, 体内有特殊导管贮水系统, 淡化从土壤中吸收的盐分。胡杨通过自身生理过程, 把土壤中可溶性盐分吸收到体内, 提高树体内各部分浓度, 细胞质浓度增加, 渗透压势明显, 形成了克服盐土渗透压势的特殊适应机能。胡杨在发芽至幼苗期, 吸盐能力弱, 要求湿润和基本淡化的水条件<sup>[4]</sup>; 成

林后, 根系选择相对地表盐化低的地下土层。胡杨的含盐量临界限度, 全盐量 1%, 对生长有抑制作用, 雌蕊挂果株树减少, 无根蘖出苗; 全盐量 2.5%, 1 m 土层内较湿润, 树高和直径生长极慢, 树冠封顶早, 有的成灌木状; 全盐量超过 5%, 地下水位降至 6 m 以下, 胡杨林土变成强盐渍化的棕漠林盐土, 胡杨全部枯死。

**2.2.4 水文与水资源对胡杨的影响** 胡杨有抗旱的生理机能, 具有旱生的形态特征。幼叶有自卫指向, 降低叶面温度; 成叶面具有蜡质, 小枝被有蜡质和茸毛, 能在强光下正常生活。胡杨有发达木质部导管输水系统, 贮存水分多, 树干短而粗, 缩短水分运输距离, 提高疏导能力, 保持水分代谢平衡, 这些生态特性使得胡杨可以减少水分蒸发, 抵御干旱, 正常生长。在干旱荒漠气候条件下, 全年降水稀少, 夏季雷阵雨有时可以湿润土层, 水平根系仅能得到微量的补给, 胡杨维持生命所需的水分主要来自地下水和土壤中的水分。胡杨根可塑性大, 根的生态习性随水分条件改变, 在河漫滩地下水位较高, 为浅根型, 根幅比较小; 在河岸阶地上, 地下水位变深, 侧根伸展到浅水层附近, 扎在湿度稳定的土层内。干河床上的胡杨林, 水平根端随地下水位逐渐下降而向下延伸, 形成根系的多级阶梯, 直扎深层水位。距离河道的远近, 决定着地下水位的深浅和土壤含水率的大小, 进而影响胡杨生长, 林分密度。胡杨生长极限的地下水位在 8 m 左右, 特殊情况下, 少数胡杨根系继续向下发展, 支根分布在土壤较湿润的土层, 垂直根扎至 10 m 以下的地下水位, 但生长停滞或衰退, 林分稀疏, 总体长势不佳。

表 1 水分状况与胡杨林生长关系

Table 1 The relationship between moisture and *P. euphratica* growth

与河道垂直 距离/m	地下水位 /m	1 m 土层平均 含水率/%	郁闭度	生态状况
150	4.55	16.40	0.5	旺盛
150~380	5.28	6.53	0.4	一般
380~736	6.14	3.75	0.1~0.2	衰退
736~1 576	7.75			大部死亡

对成熟的胡杨林而言, 光照、气温、土壤的影响甚微; 和田县胡杨幼龄林居多, 幼龄阶段是胡杨生命周期中的脆弱时期, 对光照、气温、土壤条件有一定要求, 由于根系正处发育状态, 根深浅, 根幅小, 水文、盐分的变化影响大, 其中水是决定性因子, 水分浸润改变夹有粘质不透水层的龟裂型土, 降低地表盐化程度, 稀释了盐分含量; 地下水埋深较低时, 地下潜水通过毛管作用和蒸发向地表运动, 影响各层土壤含水量<sup>[5]</sup>, 进而间接影响了胡杨的生长及胡杨林群落状况。河道水流量大小和向两岸流渗的幅度, 是把胡杨林局限在河道两侧范围

内的主要因子。胡杨是渊源于河、受制于河、与河曲发育休戚相关,地下水与土壤中的水是胡杨生长生存的命脉。同时由于综合防治体系不健全,防治技术水平不高,近些年病虫害对胡杨生长的破坏性较强,连片死亡和呈带形退化现象严重。

### 3 新疆和田县胡杨林生态系统服务功能价值测度

胡杨林可减少风的携沙能力,有效地阻截、固定流沙,防止流沙扩张,由胡杨组成的荒漠河岸林带,是一条天然防风林带,保护着绿洲农田的稳定。同时胡杨林也具备森林生态系统其它服务功能,生产有机质、涵养水源、固碳制氧、净化环境等功能。运用市场价值法、影子工程法等方法,对和田县胡杨林生态系统服务功能价值进行测度和探讨。文中使用价格系数时,借助他人研究某些资源价格作为基期,以近十年国内平均通货膨胀率3%进行价格指数校正。

#### 3.1 直接利用价值

$V_d = S \cdot P$ ,  $V_d$  为胡杨林直接利用价值(活立木)(元/ $m^3$ ),  $S$  是蓄积量( $m^3$ ),  $P$  为木材价值。和田县胡杨蓄积量  $2.56 \times 10^4 m^3$ , 696 元/ $m^3$  为胡杨木材价值<sup>[6]</sup>, 和田县胡杨林生态系统直接经济价值为 1 781.76 万元。

#### 3.2 间接利用价值

3.2.1 涵养水源的价值  $V_c = A \cdot D \cdot P$ ,  $V_c$  是涵养水源价值,  $A$  为林区面积( $m^2$ ),  $D$  是径流深度( $10^{-3} m$ ),  $P_{库}$  库容造价 10.29 元/ $m^3$ <sup>[7]</sup>。和田县胡杨林面积  $4 621.9 \times 10^4 m^2$ , 和田河径流深度  $131.9 \times 10^{-3} m$ <sup>[6]</sup>, 测算出和田县胡杨林涵养水源的价值是 6 273.1 万元。

3.2.2 净化水质价值  $V_p = C \cdot P_{净}$ ,  $V_p$  为净化水质的价值,  $C$  为水源含氧量( $m^3/a$ ),  $P_{净}$  为净化水的费用。水源含氧量  $609.6 \times 10^4 m^3/a$ , 单位体积水的净化费用 1.33 元/ $m^3$ <sup>[7]</sup>。计算得到净化水质的价值 810.8 万元。

3.2.3 保持土壤的价值 减少林地沙化价值  $V_r = Q \cdot P_{收} + A_{林} \cdot P_{地}$ ,  $V_r$  是减少土地损失的价值,  $Q$  是土壤保持量( $m^3/a$ ),  $P$  为林业生产收益。和田县土壤土壤保持量  $4.2 \times 10^4 m^3/a$ , 我国林业生产平均收益  $3.8 \text{ 元} \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$ <sup>[7]</sup>,  $P_{地}$  为经济林市场土地价格 18.0 元/ $m^2$ , 和田县减少土地损失价值  $8.32 \times 10^4$  万元。减少泥沙沉积的价值  $V_d = 24\% Q \cdot P_{库}$ , 我国主要流域 24% 泥沙沉积河道, 造成河道蓄水减少, 增加了干旱、洪涝的可能。用影子工程法来计算胡杨林生态系统减少泥沙淤积的价值。减少泥沙淤积的价值  $V_d$ ,  $P_{库}$  为库容造价,  $Q$  为土壤保持量, 单位面积库容造价成本 7.71 元/ $m^3$ <sup>[8]</sup>, 和田县减少泥沙淤积的价值为 78.2 万元。

3.2.4 固碳释氧  $V_e = (1.62 + 1.2) \cdot A \cdot F \cdot P$ , 胡杨通过光合作用吸收  $CO_2$  释放  $O_2$ , 生产有机物。根据光合作用方程, 每生产 1.00 kg 干物质能吸收  $CO_2$  1.63 kg 和释放  $O_2$  1.2 kg, 运用造林成本法计算。  $V_e$  为胡杨林固碳释氧的价值,  $F$  温带阔叶林第一生产力,  $P$  是我国造林成本。温带阔叶林平均净第一生产力为  $1.2 \text{ kg} \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$ , 中国造林成本每吨  $CO_2$  349.62 元和每吨  $O_2$  472.93 元<sup>[8]</sup>, 使用造林成本法计算固定  $CO_2$  释放  $O_2$  价值分别是 316.07 万元, 314.76 万元, 总价值 630.83 万元。

#### 3.3 滞尘价值

$E_d = R \cdot A \cdot F$ , 胡杨林阻挡和吸附沙尘,  $E_d$  为胡杨林滞尘价值,  $R$  为胡杨林滞尘力,  $F$  为相应的运行费用。阔叶林滞尘能力  $10.11 t/hm^2$ , 运行费用取 227.8 元/ $t$ <sup>[5]</sup>, 胡杨林滞尘价值 1 064.45 万元。

#### 3.4 和田县胡杨林生态系统服务功能价值分析

经计算和田县胡杨林生态系统服务功能总价值约为 9.38 亿元, 各生态服务功能占比如图 1 示。和田县胡杨林生态系统服务功能间接经济价值远超过直接经济价值(活立木价值), 间接价值占总价值的 98%, 直接价值仅占 2%, 间接经济价值是和田县胡杨林生态系统服务功能价值的核心价值。面对巨大的间接经济价值, 因环保观念薄弱, 难以定量评价常被人们忽视。

和田县胡杨林为和田市区提供必要的生态缓冲区, 发挥绿色保护屏障的作用, 使得和田市比和田县沙城暴日数少 38%。

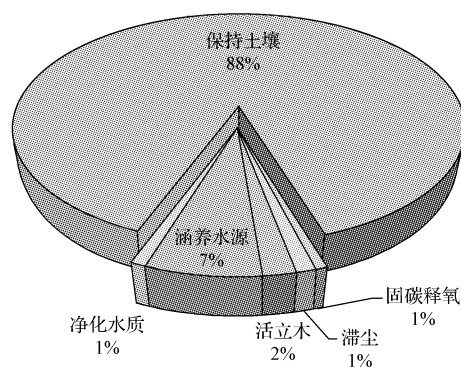


图 1 和田县胡杨林生态系统服务功能价值构成

Fig. 1 The structure of Hotan County of *Populus euphratica* forest ecosystem service function value

### 4 结论与展望

塔里木南缘的典型区和田县气候条件恶劣, 经济社会发展水平低, 以农业为主。由于人多地少带来的套种与复种耕作方式加剧了耕地质量的下降, 水资源的短缺



与严重的干旱以及不合理的资源开发方式造成该区域生态脆弱性加剧。在对口援建快速发展的同时,对水资源和土地的需求增加,人口与资源、环境与发展的矛盾更加突出。

该区域在胡杨生长期受光照、气温、土壤、盐分、水文等的影响明显。和田县用水紧张,汛期引部分洪水浇灌胡杨林区,洪水浸润改变了地表及地下水状况,胡杨林群落获得了生长发育的条件,但是每年人为引水路径固定,浸润面积缩小,老的胡杨林区衰败萎缩,土地沙化,新的胡杨林区逐渐形成,新旧林区兴衰交替面积大致相等,但是区域内胡杨林整体的生态系统服务功能下降,抗干扰能力下降,群落退化风险加大。在河漫滩及近河岸的幼林胡杨,受到病虫害威胁,长势不佳。和田县胡杨林生态系统服务功能价值中,间接经济价值占总价值的98%,直接经济价值仅占2%,间接经济价值远超过直接经济价值(活立木价值)。和田县胡杨林为和田市区提供了生态缓冲区,使得和田市比和田县沙城暴日数少38%,发挥绿色保护屏障的作用。

通过对胡杨林生长影响因子的研究,水是发挥胡杨林强大生命力的基础和关键。同时和田县胡杨林是荒漠植被的骨骼,有重要的生态系统服务功能,对维护荒漠生态平衡有很重要的作用。

由于数据限制,只评价了主要的间接经济价值;在测算方法,数据选用不可避免的存在一定误差,和田县胡杨林生态系统服务功能经济价值应大于该文测算的价值,在今后还需要研究胡杨林其它生态价值。通过计算的几种生态功能的主要服务价值,基本反映了和田县胡杨林生态系统在维系和促进区域社会经济可持续发展中的巨大作用。

### 参考文献

- [1] 杨丽雯,何秉宇,黄培祐,等.和田河流域天然胡杨林的生态服务价值评估[J].生态学报,2006,26(3):681-689.
- [2] 熊黑钢.新疆绿洲可持续发展研究[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,2008:208.
- [3] 阿依努尔·买买提,邱玉宝.近20年和田绿洲水资源变化及其驱动力分析[J].干旱区地理,2013(27):120.
- [4] 新疆和田年鉴编辑委员会.新疆和田地区统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2012:18-256.
- [5] 李俊清,卢崎,黄培.额济纳绿洲胡杨林研究[M].北京:科学出版社,2009:54.
- [6] 徐海量.流域水文过程与生态环境演变的耦合关系-以塔里木河流域为例.[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2005.
- [7] 肖玉,谢高地,高凯.青藏高原生态系统土壤保持功能及其价值[J].生态学报,2003,23(11):2373.
- [8] 任鸿昌,孙景梅,祝令辉,等.西部地区荒漠生态系统服务功能价值评估[J].林业资源管理,2007(6):67-69.

## Study on Measure of Ecological Value of *Populus euphratica* Forest in Xinjiang Southern Tarim

WANG Wu-xu<sup>1</sup>, XU Chong-zhi<sup>2</sup>, LI Qing<sup>1</sup>

(1. School of Economics and Management, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300; 2. Department of Science and Technology, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300)

**Abstract:** *Populus euphratica* forest is the only arbor species of constructive species in arid desert regions. In recent decades, due to people's unreasonable use of *Populus euphratica* forest, the area of it has decreased greatly. Based on the background of typical area of the southern margin of the Tarim basin as well as the economic and social conditions of Hotan county, this thesis is focused on the ecological functions of *Populus euphratica* forest. It is intended to study the key factors and mechanism that affecting the growth of *Populus euphratica* forest at the micro level. Market valuation method and shadow engineering method are adopted to measure its ecosystem service function value. The results indicated that the backward economic and social conditions of Hotan County have intensified the vulnerability of its ecology, that light, temperature, soil, salt and hydrology have great influence on the growth of *Populus euphratica* forest, and that *Populus euphratica* forest plays an important role in reducing the dust and improving ecological environment, with its indirect economic value much higher than that of standing timber.

**Key words:** *Populus euphratica* forest; influence mechanism; ecosystem service function; measure