

王思奇,陆亦农,于瑞德,等. 新疆肖塘地区胡杨的种群结构与动态 [J]. 江苏农业科学,2013,41(8):379-382.

新疆肖塘地区胡杨的种群结构与动态

王思奇¹, 陆亦农¹, 于瑞德², 于 洋³

(1. 新疆师范大学,新疆乌鲁木齐 830054; 2. 中国科学院新疆生态与地理研究所,新疆乌鲁木齐 830011;

3. 北京林业大学,北京 100083)

摘要:采用样线法在新疆塔里木河中游的肖塘地区设置 4 块 100 m × 100 m 的样地,对样地内的胡杨种群进行每木调查并获得野外资料。采用空间代替时间的方法对胡杨的种群结构进行分析。结果表明:胡杨种群的径级结构分布整体上呈现两头低中间高的特点;随着样地与河道的距离变大,样地的胡杨密度整体上呈下降趋势,大龄级个体所占比例呈增加趋势,Ⅲ龄级以下个体所占比例减小;随着龄级的增加,种群致死率出现的 2 个高峰在Ⅳ ~ V 龄级间和Ⅷ龄级以上。此外,对种群动态指数与时间序列的分析表明:Ⅰ、Ⅱ龄级的动态值为负,由于没有低龄个体的更新,随着时间的推移,大龄个体的死亡必将导致肖塘地区胡杨种群的衰退。

关键词:胡杨种群;生命表;动态指数;时间序列

中图分类号: Q948.15⁺5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)08-0379-03

胡杨(*Populus euphratica* Oliv.)是亚洲中部荒漠区中分布最广的乔木树种之一^[1],是塔里木河流域荒漠河岸林的建群种^[2],对抑制荒漠化进程、保护生物多样性、维护当地生态平衡及促进绿洲的稳定发展具有不可替代的作用^[3]。近 50 多年来,塔里木河干流区高强度的开发导致水资源的时空分配和流域生态过程均发生了显著变化^[4],由于人为对河流系统的影响,洪水变得极少发生^[5]。由于干流来水量减少、水质盐化、地下水位下降^[6]等原因,沿塔里木河岸而生的胡杨林日趋衰败、分布区面积缩小^[7]、生长不良、种群数量锐减、结构衰退^[8]。以往对塔里木河上、中、下游胡杨种群生态特征的研究报道多集中在距离河道 1 km 内的范围^[9-15],本研究选择的样地距离河道 1 ~ 9 km,最远的样地选在胡杨种群分布的边缘区域,该区域的植被对减缓沙漠的扩展速度有重要的作用,对绿洲农业经济的发展有重要影响。本研究拟对塔里木河中游肖塘地区的胡杨资源进行详细调查,通过对径级结构的分析,采用“空间推时间”的方法对研究区内胡杨种群的结构与动态进行研究,旨在揭示胡杨种群结构与其生境之间的关系,从而预测其种群未来的发展趋势,为抑制塔里木河中游生态退化、有效开展生态恢复与治理提供科学的依据。

1 材料与方法

1.1 试验选材与当地概况

研究区的天然胡杨林位于塔里木河中游尉犁县的肖塘地区,是新疆塔里木胡杨国家级自然保护区的一部分。尉犁县的地理坐标为 40°10'30" ~ 41°39'47" N、84°02'50" ~ 89°58'50" E,境内的胡杨林总面积为 7.8 万 hm²,占保护区胡

杨林面积的 43.1%。尉犁县属于典型的暖温带大陆性干旱荒漠气候,年平均气温 10.5℃,年平均降水量 50.7 mm,年平均潜在蒸发量 2 730.3 mm,主风向为东北向,年平均风速 2.3 m/s,最大风速可达 24 m/s^[16]。尉犁县境内的主要植物种类有胡杨、灰胡杨(*P. pruinosa* Schrenk.)、怪柳(*Tamarix chinensis*)、胀果甘草(*Glycyrrhiza inflata* Batal.)、罗布麻(*Apocynum venetum* Linn.)等。1949—1999 年,研究区所在的尉犁县的耕地面积扩大了约 10 倍,粮食播种面积增加了 1 倍多,棉花播种面积增加了约 541 倍^[17]。

1.2 试验方法

1.2.1 样地的设置与调查方法 用样线法调查垂直于河道方向植被的变化情况:先在研究区设置 1 条样线,使样线沿垂直河道的方向延伸约 10 km;再沿样线延伸的方向分别在距离河道约 1、3、6、9 km 处划分 4 块 100 m × 100 m 的样地,合计 4 hm²。在各个设置好的样地内对胡杨进行每木调查,对胸径(DBH) > 10 cm 且存活的胡杨树进行胸径、树高的测量,同时进行喷漆编号和 GPS 定位;对 DBH < 10 cm 的胡杨进行计数。

1.2.2 群年龄结构的分析方法 由于树木的生长周期长,因此追踪所有个体的生长周期较困难,只能通过现存不同年龄阶段树木的数量来推测胡杨林种群时间上的动态过程。由于测定种群内每个个体的年龄比较困难,因此采用空间代替时间的方法将林木按胸径大小进行分级^[3,18]。同一环境下,胸径越粗,代表树龄越大,而同一树种的龄级和径级对环境的反应规律具有一致性^[19]。根据调查数据,将胸径在 10 cm 以下的幼植株定为Ⅰ级,其后以 10 cm 为步长逐级增加,如 10 ~ 19.9 cm 定为Ⅱ级,20 ~ 29.9 cm 为Ⅲ级,以此类推将径级转化为龄级,统计各龄级株数,作出年龄结构分布图。

1.2.3 生命表的编制 生命表是在一个特定的时间(或某个调查期)内,用收集到的植物样地内一个种群所有个体的年龄数据编制而成的。它反映的是多个世代重叠的年龄动态历程中的一个特定的时间,而不是对同生群的全部生活史的追踪^[13]。生命表可按下列公式求出:

收稿日期:2013-01-30

基金项目:科技部公益性行业科研专项(编号:GYHY201206014)。

作者简介:王思奇(1987—),男,山东高密人,硕士研究生,研究方向为植物生态学。E-mail:brilliant_wsq@163.com。

通信作者:陆亦农,女,硕士生导师,副教授,研究方向为生态学。

E-mail:lynong99@sina.com。

$$l_x = \frac{a_x}{a_0} \times 1\ 000 \quad (1)$$

$$d_x = l_x - l_{x+1} \quad (2)$$

$$q_x = \frac{d_x}{l_x} \times 100\% \quad (3)$$

$$L_x = \frac{(l_x + l_{x+1})}{2} \quad (4)$$

$$T_x = \sum_x L_x \quad (5)$$

$$e_x = \frac{T_x}{l_x} \quad (6)$$

$$K_x = \ln l_x - \ln l_{x+1} \quad (7)$$

式中: x 为龄级等级; a_x 为在龄级内的个体数,个; l_x 为在龄级开始时标准化存活的个体数,个; d_x 为 $x \sim x+1$ 龄级间隔期内的标准死亡数; q_x 为 $x \sim x+1$ 龄级间隔期内的标准死亡率; L_x 为 $x \sim x+1$ 龄级间隔期内的平均存活个体数; T_x 为从龄级 x 到超过 x 龄级的个体总数; e_x 为进入 x 龄级个体的生命期望寿命; K_x 为各年龄组致死力的损失度;以上数据均可通过实测值 a_x 求出。

1.2.4 种群年龄结构的动态分析 种群动态是其大小或数量随时间和空间的变化,以生命表方式获得的有关乔(灌)木种群年龄(或相对龄级、径级)结构数据而绘出种群的年龄结构图,可以从 n 到 $n+1$ 年龄级(即从小到大)来分析种群内 2 个相邻龄级间个体数量的变化动态(V_{pi}):

$$V_n = \frac{(S_n - S_{n+1})}{\max(S_n, S_{n+1})} \times 100\% \quad (8)$$

$$V_{pi} = \frac{\sum_{n=1}^{K-1} (S_n \times V_n)}{\sum_{n=1}^{K-1} S_n} \quad (9)$$

式中: V_n 表示种群 $n \sim n+1$ 级个体数量的变化动态; S_n 、 S_{n+1}

分别表示第 n 、第 $n+1$ 年龄级的种群个体数; $\max(\dots)$ 表示取括号中数列的极大值; $-1 \leq V (= V_1 - V_n) \leq 1$,取正值、负值、0 值时分别反映种群 2 个相邻年龄级个体数量的增长、衰退、稳定的结构动态关系; V_{pi} 表示整个种群结构的数量变化动态指数。

式(9)适用于不考虑未来外界环境干扰的种群结构动态的比较,当考虑到未来外部干扰时,种群年龄结构动态(V_{pi})还与年龄级数量(K)及各年龄级的个体数(S_n)相关,因而上式可修改为:

$$V'_{pi} = \frac{\sum_{n=1}^{K-1} (S_n \times V_n)}{K \times \min(S_1, S_2, S_n, \dots, S_K) \times \sum_{n=1}^{K-1} S_n} \quad (10)$$

式中: $\min(\dots)$ 表示取括号中数列的最小值。

1.2.5 种群动态的时间序列预测模型

$$M_t = \frac{1}{n} \sum_{k=t-n+1}^t X_k \quad (11)$$

式中: M_t 表示未来 n 年时 t 龄级的种群大小; n 表示需要预测的未来时间年限; X_k 表示当前 K 龄级的种群大小。

如预测 n 龄级的株树, t 分别取 3 龄级、5 龄级、7 龄级的时间对种群未来的发展趋势进行预测^[20]。

2 结果与分析

2.1 离河道不同距离的胡杨种群的龄级结构及密度

所调查的 4 块样地胡杨的平均胸径均大于 31.2 cm。由图 1 可以看出,离河道较近的胡杨林龄级较小,说明树龄较小;离河道较远的胡杨龄级结构偏大,说明树龄较大。通过对各样地的胡杨胸径进行测量统计可以看出,胡杨径级结构的分布在整体上呈现两头低中间高的趋势,在实际调查中,仅在 1 km 处样地统计到 7 株胸径 10 cm 以下的幼年个体。

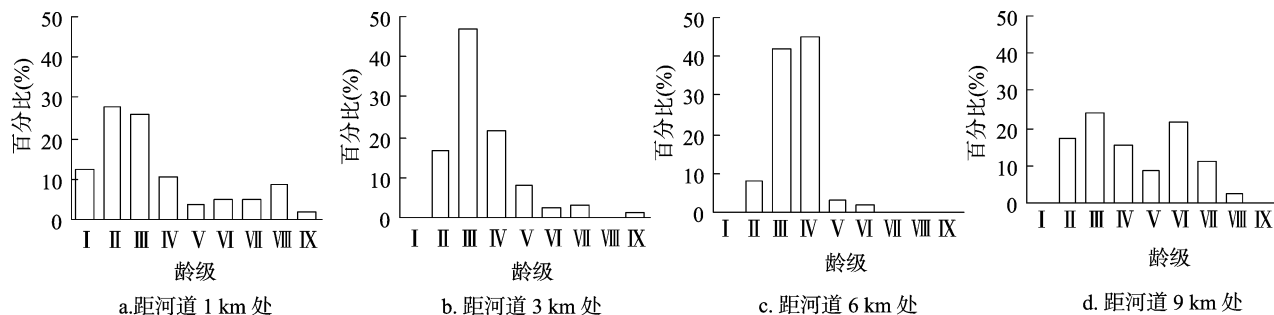


图1 绿洲荒漠过渡带不同样地胡杨林的胸径结构

与河道距离 1、3、6、9 km 处样地的平均密度分别为 58、89、60、46 株/hm²,可以看出随着样地与河道距离的增大,胡杨林密度在整体上呈现先升高后下降的趋势。根据实地调查发现,经常有洪水满溢区的胡杨密度极高,而离河道 300 m 外的样地分布大量棉花田,棉花种植区域的胡杨林破坏严重,仅有零星胡杨分布。随着与河道距离的增加,与河道距离 1、3、6、9 km 处样地胡杨 I ~ III 龄级个体数量所占样地总株数的比例分别为 65.5%、64.0%、50.0%、41.3%,表现出下降趋势;其中 3~9 km 处样地均缺乏 I 龄级个体的数据,9 km 处样地因为在古河道边缘,故龄级分布比例在整体上较平均。胡杨林 V 龄级以上的存活个体数占样地总数的百分比为 9 km 处 > 1 km 处 > 3 km 处 > 6 km 处,在距河道 1~6 km 处,

随着与河道距离的加大, V 龄级以上的存活个体百分比表现出下降的趋势,说明存在很强的环境梯度,使大龄级个体难以存活,从而导致死亡率上升。

2.2 肖塘地区胡杨的种群生命表

在编制肖塘地区胡杨种群生命表(表 1)的过程中会出现死亡率为负值的情况,而生命表分析中出现的一些负 d_x 值与数学假设不符,但能提供有用的生态学记录,即表明种群并非静止不动,而是在迅速发展或衰落之中^[21]。

从肖塘地区胡杨种群的生命表可以看出,胡杨 I、II 龄级死亡率为负值,说明幼苗数不足,该胡杨种群若要持续发展,至少需要补充相应数量的幼苗,否则种群将走向衰退。当个体胸径达到 III 龄级以后, IV ~ V 龄级的致死率达到一个峰值

0.87,说明环境限制了胡杨从Ⅳ~Ⅴ龄级的生长;致死率在Ⅷ~Ⅸ龄级达到了第2个峰值,说明Ⅸ龄级因接近了胡杨的生理寿命而导致其死亡率增加。

2.3 胡杨种群的动态指数
依据种群动态量化方法^[22]进行分析,过渡带胡杨种群相邻径级间个体数量的变化动态见表2。

表 1 肖塘地区胡杨种群特定时间的生命

<i>x</i>	<i>a_x</i>	<i>l_x</i>	<i>d_x</i>	<i>q_x</i>	<i>L_x</i>	<i>T_x</i>	<i>e_x</i>	<i>K_x</i>	ln(<i>a_x</i>)	ln(<i>l_x</i>)
I	7	49	-257	-5.286	177.1	2 501.9	51.468	-1.305	1.946	3.884
II	44	306	-694	-2.273	652.8	2 324.8	7.609	-0.225	3.784	5.722
III	93	1 000	366	0.366	817.2	1 672.0	1.672	0.720	4.533	6.908
IV	59	634	473	0.746	397.8	854.8	1.347	0.870	4.078	6.453
V	15	161	-11	-0.067	166.7	457.0	2.833	0.138	2.708	5.083
VI	16	172	54	0.313	145.2	290.3	1.688	0.463	2.773	5.148
VII	11	118	54	0.455	91.4	145.2	1.227	0.754	2.398	4.773
VIII	6	65	43	0.667	43.0	53.8	0.833	1.386	1.792	4.167
IX	2	22	22	1.000	10.8	10.8	0.500	2.375	0.693	3.068

表 2 肖塘地区胡杨种群龄级结构动态分析

数量变化动态指数	<i>V₁</i>	<i>V₂</i>	<i>V₃</i>	<i>V₄</i>	<i>V₅</i>	<i>V₆</i>	<i>V₇</i>	<i>V₈</i>	<i>V_{pi}</i>	<i>V_{pi}'</i>
数值	-84.09	-52.69	36.56	74.58	-6.25	31.25	45.45	66.67	24.70	1.37

注:*V₁*、*V₂*、*V₃* 分别为Ⅰ~Ⅱ龄级、Ⅱ~Ⅲ龄级、Ⅲ~Ⅳ龄级种群个体数量的变化动态指数,以此类推 *V₄*、*V₅*、*V₆*、*V₇*、*V₈*; *V_{pi}*、*V_{pi}'*分别为无外部干扰、随机干扰时种群结构的数量变化动态指数。

由表2可以看出,中游的胡杨种群龄级结构动态指数为24.70%,在考虑到种群受未来外部环境干扰时,胡杨种群的动态指数为1.37%。*V₁*、*V₂*龄级的动态指数为负值,说明缺少低龄级植株;并且随着时间推移,大龄级个体将消亡,未来的种群数量将趋于降低。

2.4 胡杨种群的时间序列预测

以胡杨种群各龄级株数为原始数据,按照一次平均推移法^[20]预测出各龄级在未来3龄级、5龄级、7龄级时间后的株数,将结果绘成龄级与株数关系图(图2)。由图2可以看出,胡杨种群各龄级株数的峰值在预测序列中依次向后推移,与原始数据相比,老龄株数均有所增加,幼龄株数更显不足,最终老龄株数也将呈现出减少的趋势。可以推断,由于缺乏可更新的幼龄个体,如不采取适当的保护措施,胡杨种群在未来必将趋于衰退。

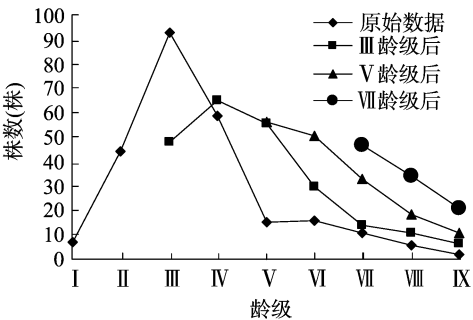


图2 肖塘地区胡杨种群数量的动态时间序列预测

3 结论与讨论

随着样地与河道距离的增加,胡杨种群密度在整体上呈现先升高后下降的趋势。随着研究样地与河道距离由1 km增加至9 km,胡杨Ⅰ~Ⅲ龄级个体数量所占样地总株数比例分别为65.5%、64.0%、50.0%、41.3%,表现出下降趋势。

研究区各样地种群年龄结构的分布在整体上呈现两头低

中间高的趋势,在所调查的4 hm²样地中仅有7株Ⅰ龄级个体出现在1 km处样地,其余样地中均未发现Ⅰ龄级个体,说明研究区胡杨的更新出现了问题,导致幼龄胡杨严重缺乏。

由肖塘地区胡杨种群特定时间的生命表看出,致死率的2个高峰分别出现在Ⅳ~Ⅴ龄级、Ⅷ~Ⅸ龄级。由于环境影响了胡杨从Ⅳ~Ⅴ龄级的生长,Ⅷ龄级以上则到达了胡杨的生理寿命。

动态分析与时间序列分析结果一致,由于缺乏低龄级个体,随着高龄级个体的死亡,没有低龄级个体进行补充,推测未来本研究区的胡杨种群将会衰退。

参考文献:

[1]魏庆营. 胡杨[M]. 北京:中国林业出版社,1990:1-17.
[2]Treshkin S Y. The Tugai forests of floodplain of the amudarya river: ecology, dynamics and their conservation[M]. Heidelberg: Springer - Verlag Berlin, 2001: 95-102.
[3]刘普幸. 疏勒河中下游绿洲胡杨种群结构与动态研究[J]. 自然资源学报, 2011, 26(3): 429-439.
[4]陈忠升,陈亚宁,李卫红,等. 塔里木河干流径流损耗及其人类活动影响强度变化[J]. 地理学报, 2011, 66(1): 89-98.
[5]Bruelheide H, Jandt U, Gries D, et al. Vegetation changes in a river oasis on the southern rim of the Taklamakan Desert in China between 1956 and 2000[J]. Phytocoenologia, 2003, 33(4): 801-818.
[6]陈亚宁,崔旺诚,李卫红,等. 塔里木河的水资源利用与生态保护[J]. 地理学报, 2003, 58(2): 215-222.
[7]陈亚宁,陈亚鹏,李卫红,等. 塔里木河下游胡杨脯氨酸累积对地下水水位变化的响应[J]. 科学通报, 2003, 48(9): 958-961.
[8]徐海量,宋郁东,王 强,等. 塔里木河中下游地区不同地下水位对植被的影响[J]. 植物生态学报, 2004, 28(3): 400-405.
[9]王金山. 哈力克·玉米提, Cyffka B, 等. 塔里木河下游胡杨林网络结构及林木分布特征[J]. 植物学通报, 2008, 25(6): 728-733.

刘焕强,顾晓峰,补雅晶,等. 基于 ZigBee 的智能桑蚕养殖监控系统的设计与实现[J]. 江苏农业科学,2013,41(8):382-386.

基于 ZigBee 的智能桑蚕养殖监控系统的设计与实现

刘焕强¹, 顾晓峰¹, 补雅晶¹, 何磊²

(1. 江南大学轻工过程先进控制教育部重点实验室,江苏无锡 214122;2. 中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所,江苏苏州 215123)

摘要:针对桑蚕的生理特点和生长发育规律,设计了一套基于 ZigBee 无线网络的智能桑蚕养殖监控系统。利用传感器节点采集温度、湿度、光照度等环境参数,依靠 ZigBee 和 GPRS 网络将采集的数据传输至远程服务器,并经过科学分析后对环境控制设备进行自动调节,为桑蚕提供一个适宜生长的环境。系统能对桑蚕生长周期各阶段适宜的环境参数进行独立配置,以满足桑蚕对各个蚕龄养殖环境的不同需求。通过设计 ZigBee/GPRS 网关和 Web 服务器,实现了数据的远程传输和监控,用户通过手机或浏览器即能实现参数配置、设备控制等一系列操作。

关键词:桑蚕养殖;监控系统;ZigBee;无线传感网;通用无线分组业务;网关

中图分类号: S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)08-0382-05

无线传感网是一种综合传感器、嵌入式系统、通信及网络等技术的新兴网络,在工农业生产、环保、医疗、物流及军事等领域具有广阔的应用前景^[1]。ZigBee 是一种短距离、低速率的双向无线通信技术,具有低功耗、低成本、低复杂度和易于组网等优点^[2],在当前大量的无线传感网应用中表现出色,受到了越来越多的关注^[3]。

桑蚕养殖是我国不少农村地区的传统产业。桑蚕对生长环境的要求比较高,温度、湿度、光照度等环境因素直接影响着桑蚕的生长发育情况,而且不同生长发育阶段对环境参数的要求也有很大差异^[4]。例如,小蚕期喜高温、耐高湿,可在温度偏高、湿度偏大的环境下饲养,使蚕生长快、发育齐;大蚕期则需通风,防止高温、高湿环境出现。传统养蚕通常采用地火笼、煤砖炉调整蚕室温度,利用人工洒水方式控制蚕室湿

度,但这些方法易出现温度骤高骤低、湿度不易掌握等问题^[5],并且由于对人工依赖强,在大规模桑蚕养殖过程中增加了人力成本。本研究结合桑蚕的生理特点和生长发育规律,设计了一套基于 ZigBee 无线传感网的智能桑蚕养殖监控系统,实现了对养殖环境参数的远程监测和自动调控。

1 系统的总体架构

智能桑蚕养殖监控系统的总体结构设计如图 1 所示,主要由 ZigBee 无线传感网、ZigBee/GPRS (general packet radio service) 网关和 Web 服务器 3 部分组成。ZigBee 无线传感网包括传感器终端节点、控制柜终端节点和路由节点。传感器终端节点实现环境参数(如温度、湿度、光照度等)的采集和转换;控制柜终端节点包含多路控制开关,通过连接多种控制设备实现对多路设备(如加热、加湿及光照设备等)的控制,并提供友好的人机界面,用于实时显示系统参数;路由节点在图 1 中没有显示,其主要功能为数据的中继和转发。ZigBee/GPRS 网关的主要功能是数据汇总和消息转换,将 ZigBee 网络中的数据进行地址、协议转换后发送给 Internet 或 GSM (global system of mobile communication) 网络,并将 Internet 或 GSM 网络发送过来的数据进行地址、协议转换后发送给 ZigBee 网络节点。Web 服务器的主要功能是实现系统的远程监

收稿日期:2013-02-22

基金项目:中央高校基本科研业务费用专项(编号:JUDCF12027、JUSRP211A37);江苏高校优势学科建设工程(编号:PAPD);国家大学生创新训练项目(编号:201210295073)。

作者简介:刘焕强(1986—),男,山东潍坊人,硕士研究生,研究方向为无线传感网技术及应用。E-mail:lhqbh@163.com。

通信作者:顾晓峰,博士,教授,研究方向为电子系统设计及应用。

Tel: (0510)85912151; E-mail: xgu@jiangnan.edu.cn。

[10] 张绘芳,李霞. 塔里木河下游胡杨种群空间分布格局分析[J]. 西北植物学报,2006,26(10):2125-2130.

[11] 赵峰侠,尹林克. 荒漠内河岸胡杨和多枝怪柳幼苗种群空间分布格局及种间关联性[J]. 生态学杂志,2007,26(7):972-977.

[12] 玉米提·哈力克,柴政,罗淑政,等. 新疆塔里木河下游胡杨树高生长量及其空间分布研究[J]. 干旱区资源与环境,2008,22(5):187-191.

[13] 韩路,王海珍,周正立,等. 塔里木河上、中游胡杨种群结构与统计分析[J]. 生态学报,2007,27(4):1315-1322.

[14] 吴俊侠,张希明,李利,等. 塔里木河流域胡杨种群自然更新状况的种群生态学分析[J]. 中国沙漠,2010,30(3):582-588.

[15] 吴俊侠,张希明,李利,等. 塔里木河干流中游胡杨种群特征与动态分析[J]. 干旱区研究,2010,27(2):242-248.

[16] 蔡艳林,朱雅娟,贾志清,等. 荒漠河岸林 2 种典型植物的耐盐

性比较[J]. 林业科学研究,2011,24(3):327-333.

[17] 许英勤,胡玉昆,马彦华. 塔里木河中下游区域开发对生态环境的影响及生态环境恢复与重建对策——以尉犁县为例[J]. 干旱区地理,2001,24(4):342-346.

[18] 封磊,洪伟,吴承祯,等. 珍稀濒危植物南方铁杉种群动态研究[J]. 武汉植物学研究,2003,21(5):401-405.

[19] Harcombe P A. Tree life tables [J]. Bioscience, 1987, 37(8): 557-568.

[20] 谢衷洁. 时间序列分析[M]. 北京:北京大学出版社,1990: 118-129.

[21] 江洪. 云杉种群生态学[M]. 北京:中国林业出版社,1992: 33-78.

[22] 陈晓德. 植物种群与群落结构动态量化分析方法研究[J]. 生态学报,1998,18(2):214-217.