

干旱区土壤理化性质与人工植被性状的关系 ——以新疆和田墨玉生态产业区为例

季宇虹¹, 宁虎森², 王让会¹, 吉小敏², 卢筱莉², 徐德福¹, 李琪¹

(1. 南京信息工程大学 环境科学与工程学院, 南京 210044; 2. 新疆林业科学研究院, 乌鲁木齐 830000)

摘 要: 植树造林是应对气候变化, 减缓 CO₂ 排放的重要生物措施。在西部干旱区和田墨玉县的生态产业区开展野外调查, 对区内土壤理化性质和人工植被生长状况进行研究。结果表明: 样地内土壤容重值 1.15~1.55 g/cm³, 变异系数为 9.75%; 土壤的相对含水率最大仅为 3.89%; 有机质、全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷和速效钾的平均值分别是 1.205 g/kg、0.081 g/kg、0.553 g/kg、20.762 g/kg、9.705 mg/kg、0.960 mg/kg 和 129.727 mg/kg, 变异系数分别为 22.149%、35.615%、6.590%、6.187%、108.505%、36.843% 和 53.894%, 说明研究区内的土壤水分状况较差, 普遍缺少氮和磷, 钾含量较丰富但特定区域亦有缺少。大多数人工植被的先锋树种存活率大于 60%, 处于繁殖期。人工植被存活率较高, 种群属于增长型种群, 需要及时引水灌溉和施肥。此外, 小沙枣+新疆杨混交林和小沙枣+榆树混交林配置方式值得大力推广

关键词: 生态产业区; 人工植被; 土壤理化性质; 变异系数; 存活率

中图分类号: S153; S714.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)06-0020-06

Relationship between Artificial Vegetation and Soil Physiochemical Properties in Arid Zone

—A Case Study of Eco-industrial Area in Moyu, Xinjiang

Ji Yu-hong¹, NING Hu-sen², WANG Rang-hui¹, Ji Xiao-min², LU Xiao-li², Xu De-fu¹, Li Qi¹

(1. College of Environmental Science and Engineering, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China; 2. Xinjiang Academy of Forestry, Urumqi 830000, China)

Abstract: Afforestation is an important biological measure to address climate change and slowdown carbon dioxide emission. In this paper, field survey was carried out in Moyu's Eco-Industrial Area in the west arid zone, and the soil physiochemical properties and the artificial vegetation conditions were studied. The results showed that soil bulk density ranged from 1.15 g/cm³ to 1.55 g/cm³ and the coefficient of variation (*C_v*) value is 9.75%, the maximum relative water content is only 3.89%, the averages of organic matter, total nitrogen, total phosphorus, total potassium, available nitrogen, available phosphorus and available potassium are 1.205 g/kg, 0.081 g/kg, 0.553 g/kg, 20.762 g/kg, 9.705 mg/kg, 0.960 mg/kg and 129.727 mg/kg, respectively. Their *C_v* values are 22.149%, 35.615%, 6.590%, 6.187%, 108.505%, 36.843% and 53.894%, respectively. As a conclusion, it shows that the soil characters are low moisture content, deficient nitrogen and phosphorus, relatively sufficient potash but still lack in specific regions. Besides, most of artificial vegetation is in the breeding period, and survival rates are more than 60%. These pioneer tree species of artificial vegetation have high survival rates. All of populations are increasing perimeter-class, needing timely irrigation and fertilization. There are two mixed configurations worth promoting, one is *Elaeagnus oxcarpa* Schlecht. + *P. bolleana*, the other is *Elaeagnus oxcarpa* Schlecht. + *Ulmus pumila* Linn.

Key words: eco-industrial area; artificial vegetation; soil physiochemical property; coefficient of variation; survival rate

收稿日期: 2010-06-03

资助项目: 国家科技支撑项目 (2006BAD26B0902); 中国科学院知识创新重大项目 (KSCX-YW-09); 国家重点基础研究发展规划 (2006CB705809)

作者简介: 季宇虹 (1986-), 女, 江苏南京人, 硕士研究生, 主要从事景观生态学及地理信息系统的研究。E-mail: jiyuhong22@sina.com

通信作者: 王让会 (1963-), 男, 陕西人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事地理学、生态学领域的研究工作。E-mail: rhwang@nuist.edu.cn

植树造林是应对气候变化, 减缓 CO_2 排放的重要生物措施, 对于改善干旱环境, 维护生态安全具有重要的现实意义。半个多世纪以来, 新疆绿洲面积已由 1950 年的 4 万 km^2 , 扩展到 2006 年的 7.07 万 km^2 。新疆绿洲可分为自然绿洲和人工绿洲, 人工绿洲是指通过人工灌溉建立起来的生态系统, 以人工水系(渠道/水库)、人为成土过程、人工栽培植被为主, 是人地互动的典型地区^[1]。人工植被的栽种, 特别是先锋树种的栽种决定着人工绿洲能否成功建立。

现有对人工植被, 特别是人工林的研究主要包括: 人工林和天然林的比较^[2]; 不同人工林之间的土壤^[3-5]和水分比较^[6-7]; 某一特定人工林及其林分密度、凋落物、所处坡位、管理措施等对降水和土壤的影响, 特别是对土壤水分、容重和养分的影响^[8-20]; 人工林采伐后, 地表土壤的破坏程度^[21], 以及土壤性状的变化^[22]; 人工林的土壤呼吸作用及其变化^[23-25]。天然林在生物多样性、涵养水源、土壤养分、恢复等多方面一般优于人工林; 人工林的正面效应有固碳、减少地表径流、提高土壤保水蓄水能力、改善土壤性质、增加生物多样性等, 此外也存在负面效应, 比如引起地下水位降低、产生土壤干层、特定时期使土壤养分降低。此外人工林土壤的全氮与有机碳含量之间一般存在相关性。

新疆和田地区墨玉县为国家“十一五”项目的“新疆活化沙丘的固定与绿洲防风固沙体系构建技术与试验示范区”的重点区域, 其中生态产业区为近年来新建区域, 区内土壤性质与人工植被的调查研究对今后人工植被的管理与推广有着至关重要的作用。

本文通过对生态产业区的土壤多种理化性质的测定, 掌握该区土壤水分、容重和养分的基本情况和空间变异规律, 为今后该区土壤利用和制定合理的灌溉和施肥措施提供理论依据; 同时通过对不同立地条件下的多种人工林先锋树种的调查, 掌握人工植被的生长情况及其种群动态, 为今后该区植被的管理与推广提供科学依据。

1 研究区概况及研究方法

1.1 研究区概况

新疆和田墨玉县属暖温带干旱气候, 具有典型的大陆性气候特征。年均降水量 32.5 mm, 年均蒸发量 2 226 mm, 全年无霜期 210 d。年均气温 11.4 $^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 4 209.9 $^{\circ}\text{C}$ 。四季分明, 春季多大风, 浮尘日数多, 并常伴有沙尘暴, 主风向为西风和西北风, 升温快而不稳, 经常会有回寒现象发生, 夏季炎热, 秋季降温快, 冬季少雪, 无霜期长, 降水量极少, 蒸发量

大, 光照充足, 热量丰富, 昼夜温差大, 冬季不严寒。

研究区地处和田地区墨玉县, 位于塔克拉玛干沙漠南缘, 地处东经 $79^{\circ}08' - 80^{\circ}51'$, 北纬 $36^{\circ}36' - 39^{\circ}38'$, 海拔 1 120~3 600 m, 是和墨洛绿洲的一部分, 属于波斯坦库勒大规模生态治理项目区, 总面积 66.67 hm^2 。土壤类型为盐化风沙土(含有不同粒径的砾石), 区内部分地区已种有人工植被。

1.2 研究方法

2009 年 8 月, 在研究区内, 选取 11 个典型样地进行研究。样地大小为 10 m \times 10 m, 样地的基本情况列于表 1。在样地内采集 0~60 cm 剖面的混合土样, 利用环刀法当场测定出环刀+湿土重量, 并记录样地内植被种类、数目以及生长状况。采集的土样带回实验室测定, 计算出容重、相对含水率、最大持水率和养分。养分主要测定有机碳、全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷和速效钾 7 个指标。采用国家土壤理化分析标准, 有机碳的测定采用重铬酸钾容量法-外加热法; 全氮测定采用高氯酸和硫酸消化法; 全磷测定采用酸溶和钼锑抗比色法; 全钾测定采用酸溶和火焰光度法; 速效氮测定采用碱解蒸馏法; 速效磷的测定采用 0.5 mol/L 的 Na_2HCO_3 浸提钼锑抗比色法; 速效钾的测定采用 NH_4OAc 浸提-火焰光度法。测定数据利用 Excel 和统计软件 SPSS 进行处理。

2 结果与分析

2.1 土壤理化性质的特征

2.1.1 土壤容重 土壤容重对土壤的透气性、入渗性能、持水能力、溶质迁移特征以及土壤的抗侵蚀能力都有非常大的影响^[26], 对衡量区域土壤肥力有重要意义^[27]。

由图 1 可知, 所有样地的土壤容重从 1.15~1.55 g/cm^3 不等, 变异系数为 9.75%, 为弱变异^[28], 说明 11 个样地的土壤容重分布相当均衡。此外, 所有样地土壤容重都大于 1.0 g/cm^3 (肥沃的耕层土壤容重值^[29]), 说明孔隙度较小, 不利于植株的生长和产量的提高, 研究区内土壤容重条件普遍不理想。

样地 1 系原始地貌, 整地未种树, 为参照组, 土壤容重最大。栽种人工植被的其它 10 个样地的土壤容重均比样地 1 要小, 说明植被的栽种可以使土壤容重变小, 有利于土壤结构的改善。图 1 联系表 1, 说明 2003 年栽种植被的 7 个样地对土壤容重的改善效果普遍比 2004 年栽种植被的 3 个样地要好, 一般来说林龄大的人工植被对土壤容重的改善效果比林龄小的要好。此外, 2003 年栽种植被的 7 个样地, 由于植被配置不同, 对土壤容重的改善程度也不同。样地 7

和样地 4 分别使得土壤容重下降为 1.15 g/cm^3 和 1.16 g/cm^3 , 改善效果明显, 说明小沙枣+ 胡杨+ 榆树混交林或大沙枣纯林这两种配置方式相对来说更加有利于土壤容重的改善。

表 1 11 个样地的基本情况

样地	编号	地理位置	海拔/m	备注
原始地貌	1	$37^{\circ}06'56.1''\text{N}$ $79^{\circ}36'3.9''\text{E}$	1359	系原始地貌, 与人工植被带距离 86.6 m, 已整地, 未种树。主要用于参照
沙拐枣纯林	2	$37^{\circ}06'54.2''\text{N}$ $79^{\circ}36'8.9''\text{E}$	1359	为最靠近荒漠戈壁的样地, 6 月可能灌溉过, 湿度较大。沙拐枣纯林, 2003 年栽种, 长势一般。样方内: 26 株活; 20 株死
小沙枣纯林	3	$37^{\circ}06'58.7''\text{N}$ $79^{\circ}36'13.9''\text{E}$	1360	小沙枣纯林, 2003 年栽种, 长势良好。样方内: 44 株活, 14 株死
大沙枣纯林	4	$37^{\circ}07'20.4''\text{N}$ $79^{\circ}36'13.4''\text{E}$	缺失	大沙枣纯林, 2003 年栽种, 长势良好, 伴有自生红柳 31 株, 附近有水渠。样方内: 9 株活, 1 株死
杏树+ 柽柳混交林	5	$37^{\circ}07'22.1''\text{N}$ $79^{\circ}36'9.7''\text{E}$	1355	杏树+ 柽柳混交林, 2003 年栽种, 旁边正灌水。杏叶发黄, 部分干枯, 缺水, 已结果, 品质好; 柽柳长势一般, 且缺失较多。样方内: 杏树 10 株活, 2 株死。柽柳数据缺失
小沙枣+ 新疆杨混交林	6	$37^{\circ}07'29.0''\text{N}$ $79^{\circ}35'55.2''\text{E}$	1355	小沙枣+ 新疆杨混交林, 为路旁防护林, 2003 年栽种, 长势一般。样方内: 小沙枣 26 株活 2 株死, 新疆杨 26 株全活
小沙枣+ 胡杨+ 榆树混交林	7	$37^{\circ}07'49.5''\text{N}$ $79^{\circ}35'20.0''\text{E}$	1344	小沙枣+ 胡杨+ 榆树混交林, 小沙枣 2003 年栽种, 胡杨、榆树 2008 年栽种。小沙枣长势一般, 部分已结果。样方内: 小沙枣 40 株活, 7 株死。胡杨 2 株活 3 株死。榆树 5 株活
柽柳纯林	8	$37^{\circ}07'56.8''\text{N}$ $79^{\circ}35'5.1''\text{E}$	1342	柽柳纯林, 2004 年栽种, 生长差, 缺水。样方内: 39 株活柽柳, 22 株死柽柳
柽柳+ 大沙枣+ 红枣混交林	9	$37^{\circ}07'52.3''\text{N}$ $79^{\circ}35'24.0''\text{E}$	1348	柽柳+ 大沙枣+ 红枣混交林, 2004 年栽种, 长势一般, 红枣有结果。样方内: 柽柳 6 株活 1 株死。大沙枣 8 株活 3 株死。红枣 2 株活
钻天杨+ 小沙枣	10	$37^{\circ}06'12.1''\text{N}$ $79^{\circ}38'9.2''\text{E}$	1382	外围为戈壁, 约一周前灌水。钻天杨+ 小沙枣混交林, 2003 年栽种, 长势一般, 钻天杨树树干死明显。样方内: 钻天杨 35 株活 2 株死。小沙枣 20 株活 16 株死
胡杨+ 小沙枣混交林	11	$37^{\circ}06'18.5''\text{N}$ $79^{\circ}37'55.0''\text{E}$	1382	胡杨+ 小沙枣混交林, 2004 年栽种, 长势一般, 为护路林, 最外一行小叶白蜡。样方内: 胡杨 12 株活 13 株死。小沙枣 37 株活 3 株死

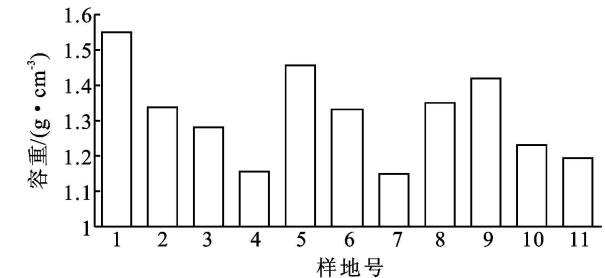


图 1 样地混合土样的土壤容重

2.1.2 土壤水分状况 水分是干旱地区人工植被存活和生长发育最主要的限制因子, 区内土壤水分的调查对摸清自然本底状况有十分重要的意义, 为今后人工植被的水分管理提供科学依据。

根据数据分析结果, 做出 11 个样地混合土样的含水率如表 2 所示。由表 2 可知, 所有样地土壤的相对含水率都很低, 最大仅为 3.89%, 远远低于沙土的田间持水量(12% ~ 20%)。说明土壤的水分湿润状况也就是土壤水分含量状况很差, 土壤处于缺水状态。

大部分栽种人工植被的样地相对含水率大于没

有栽种的(样地 1), 说明大部分人工植被有利于提高土壤蓄水能力。样地 4 相对含水率的值最大, 主要是由于自身土壤性质(最大持水量高)和临近水渠的缘故; 样地 10 次之, 主要是由于一周前灌水的缘故; 样地 11 再次之, 主要是由于外行的小叶白蜡形成的区域小气候; 样地 3, 样地 9 的含水率远低于样地 1, 除了本身的土壤性质(最大持水量较低), 有可能是由于干旱条件下, 人工植被为了维持其正常生长吸收深层土壤的水分所致。这要引起特别注意, 因为这两种人工植被的配置可能会引起土壤干层, 但是现有数据还不能下结论, 需要进一步的验证。

结合和田地区墨玉县自然条件, 可知生态产业区长期处于干旱, 土壤内的水分含量很低。建立人工绿洲时要选取抗旱性强的树种, 并及时和适量的为人工植被引水灌溉。此外还要特别注意在干旱地区的人工植被会通过吸收深层土壤水来维持自身蒸腾作用^[30-31], 当深层土壤水分被消耗后, 如果人工植被依旧继续生长, 深层水分一般将得不到补偿^[32], 会最终引起土壤干层, 造成更严重后果。

表 2 11 个样地相对含水率与最大持水率 %

样地号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
相对含水率	0.77	0.67	0.31	3.89	0.89	0.98	1.39	1.26	0.14	2.67	1.43
最大持水率	28.52	22.99	22.34	34.54	26.80	27.20	24.00	27.49	23.80	25.28	35.35

2.1.3 土壤养分变化 土壤养分是指土壤提供的植物生长所必需的营养元素,是评价土壤自然肥力的主要因素之一。本次研究主要测定了土壤有机质、全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷和速效钾的含量。

根据测定结果,将样地混合土样的养分各个值由小到大分别排列。其中有机质含量的排列顺序为样地 5< 样地 7< 样地 1< 样地 2< 样地 11< 样地 8< 样地 9< 样地 3< 样地 4< 样地 6< 样地 10。样地 1 有机质的含量为 1.027 g/kg,处于第 3 位,为较低水平。说明人工植被的栽种有利于土壤有机质含量的提高。样地 5 和样地 7 与样 1 比较,有机质减少的量分别是 15.579% 和 4.284%。其它样地对有机质增加的量从 2.824% ~ 69.620% 不等。样地 10 的配置方式为钻天杨+ 小沙枣混交林,最有利于土壤有机质含量的提高。

全氮含量的排列顺序为样地 7< 样地 1= 样地 5< 样地 3< 样地 11< 样地 8< 样地 2< 样地 4< 样地 6< 样地 9< 样地 10,样地 1 处于第 2 位,说明绝大部分人工植被的栽种有利于全氮含量的提高。除样地 5 和 7 外,其它样地使全氮增加的量从 29.412% ~ 162.745% 不等,样地 10 同样最有利于土壤全氮含量

的提高。速效氮含量的排列顺序为样地 7< 样地 6< 样地 9< 样地 8< 样地 5< 样地 11< 样地 2< 样地 10< 样地 1< 样地 3< 样地 4,样地 1 处于第 9 位,说明绝大部分人工植被的栽种会使土壤中速效氮含量降低,这是由于人工植被生长的特定时期造成的。通过相同的对比方法,可以得出 10 个样地的人工植被的栽种同样会使全磷含量提高,速效磷含量降低,钾的变化则无此规律。

此外,对 11 个样地的土壤养分状况进行分级统计,结果见表 3。按照反映离散程度的变异系数大小可将土壤变异性进行粗略的分级: $C_v < 10\%$ 为弱变异性; $10\% \leq C_v \leq 100\%$ 为中等变异性; $C_v > 100\%$ 为强变异性^[28]。从土壤养分含量分布均衡程度来看,全磷和全钾的变异系数都小于 10%,属于弱变异性,说明这 2 个养分指标的分布都相当均衡。有机质、全氮、速效磷和速效钾的变异系数处于 10% ~ 100%,属于中等变异性。再进一步细分:有机质的变异系数都小于 30%,说明有机质的分布较均衡;全氮、速效磷和速效钾的变异系数都大于 30%,说明这 3 个养分指标的分布都较参差。速效氮的变异系数大于 100%,属为强变异性,说明速效氮分布相当参差。

表 3 混合土样养分状况的分级统计

土壤属性		最小值	最大值	平均值	标准偏差	中值	变异系数
有机质/(g·kg ⁻¹)		0.867	1.742	1.205	0.267	1.108	22.149
全量/ (g·kg ⁻¹)	氮	0.038	0.134	0.081	0.029	0.085	35.615
	磷	0.514	0.618	0.553	0.036	0.547	6.590
	钾	18.701	22.473	20.762	1.285	20.197	6.187
速效量/ (mg·kg ⁻¹)	氮	0.960	29.660	9.705	10.530	2.880	108.505
	磷	0.590	1.760	0.960	0.354	0.900	36.843
	钾	36.000	260.000	129.727	69.916	148.000	53.894

注: 样方数目均为 11。

结合现有数据,同时参照新疆土壤含量分级指标^[33],划分出土样主要养分含量分级指标,表 4 所示。发现不论是从平均值的角度,还是从单个样地的角度,有机质、全氮、速效氮和速效磷这 4 个养分指标无一例外的均属于低值水平,说明所有样地的有机质含量都很低,普遍缺氮少磷。速效钾这一养分指标的平均值是 129.727 g/kg,属于中值。由图 2 可知样地 6, 7, 10, 11 的速效钾的指标属于低值,样地 1, 2, 4, 8 属于中值,样地 3, 5, 9 属于高值;加上全钾的变异系数很低,说明人工植被的栽种对速效钾的影响各异。

综上所述,在新疆和田地区墨玉县的生态产业区

内,普遍缺少氮和磷,钾含量比较丰富但特定区域亦有缺失。因此,在给人工植被施肥时,要因地制宜。同时考虑钾的补偿作用,发挥最大肥力的同时避免造成土壤板结和环境污染。

表 4 土样主要养分含量分级指标

养分	低值	中值	高值
有机质/(g·kg ⁻¹)	< 10.0	10.0~ 15.0	> 15
全氮/(g·kg ⁻¹)	< 0.7	0.7~ 1.0	> 1
速效氮/(mg·kg ⁻¹)	< 30.0	30.0~ 60.0	> 60
速效磷/(mg·kg ⁻¹)	< 5.0	5.0~ 10.0	> 10
速效钾/(mg·kg ⁻¹)	< 80.0	80~ 160	> 160

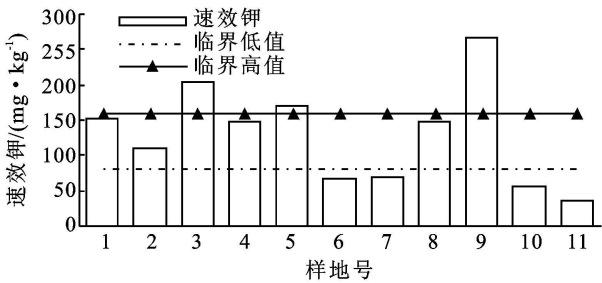


图2 样地的速效钾含量

2.2 人工植被生长状况

由以上分析可知生态产业区的自然条件,特别是土壤条件是十分不理想的。研究区内的人工植被在现阶段作为先锋物种,主要用于改善土壤环境和小气候条件,所以对其生长状况的调查就显得更为重要,调查结果关系着人工绿洲如何进一步建设,生态恢复用何种树种继续进行。

2.2.1 人工植被存活率 由图 3 可知,样地存活率由小到大依次为样地 2< 样地 8< 样地 10< 样地 11< 样地 3< 样地 9< 样地 7< 样地 5< 样地 4< 样地 6,样地的存活率均在 55% 以上,样地 6 高达 96.30%。说明样地内的人工植被大多数都存活,对不良的自然环境有很好的抗性和适应性。区内先锋树种的选择和配置是可行和正确的。

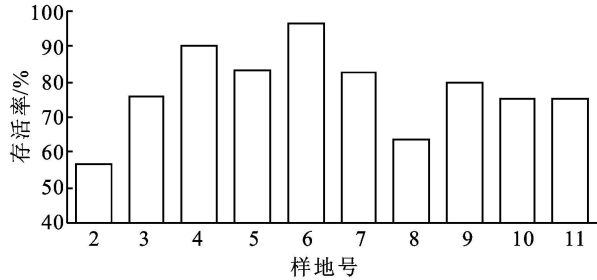


图3 10个样地人工植被的存活率

通过区内的取样调查,统计出共栽种 10 个树种,分别为柽柳(*Tamarix* L. spp.)、胡杨(*Populus euphratica* L.)、红枣(*Zizyphus jujuba*)、杏树(*Prunus armeniaca*)、榆树(*Ulmus pumila* Linn.)、沙拐枣(*Calligonum* L.)、钻天杨(*Populus nigra var. italica*)、小沙枣(*Elaeagnus oxycarpa* Schlecht.)、大沙枣(*Elaeagnus moorcroftii*)和新疆杨(*P. bolleana*)。10 个树种的存活率如图 4 所示。由图 4 可知,除了胡杨、沙拐枣外,其它树种的存活率均达到 60% 以上,红枣、榆树和新疆杨的存活率甚至达到了 100%。如果就单单考虑树种这一个因素可知,尽管胡杨是一种抗性很强的树种但是并不适合生态产业区,在今后的推广中可以放弃,另外选择的 9 个树种从存活的角度是成功的,先锋树种的栽种达到了预期的目标。

综上可知区内的先锋树种能较好地适应区内不

良的自然条件,生态建设和生态恢复取得了初步的成功。

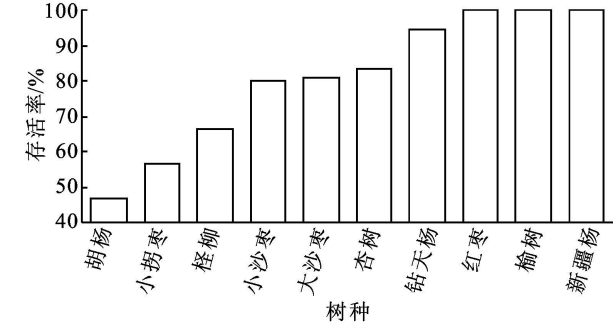


图4 10个树种存活率

2.2.2 人工植被各个树种的静态生命表 查阅文献可知各个树种的生活史:柽柳的年生长量 50~ 80 cm, 4~ 5 a 高达 2.5~ 3.0 m, 大量开花结实,树龄可达百年以上^[34]。胡杨实生苗 8~ 10 a 开始开花、结果^[35]。红枣 7~ 8 a 后枣树进入结果盛期^[36]。杏树 4 a 就开花结果,5 a 即进入盛果期,寿命为 40~ 100 a。榆树 1 a 为幼苗。沙拐枣 3 a 以下多不具备繁殖能力,4~ 10 a 植株多具备繁殖能力,10 a 后多不具备繁殖能力^[37]。钻天杨和新疆杨 1 a 后就可以无性繁殖。小沙枣和大沙枣 4~ 5 a 后就能开花结果,10 a 后进入盛果期^[38]。

结合数据分析结果,10 个树种种群的静态生命表如表 5 所示。由表 5 可知,除了榆树和胡杨种群处于繁殖前期,其它 8 个种群均处于繁殖期,样地内的所有种群都是增长型种群。

表 5 10 个树种种群的静态生命表

树种	树龄/ a	存活 数	存活 率	各年龄阶段的树种数目		
				繁殖前期	繁殖期	繁殖后期
榆树	1	5	1.000	5	0	0
胡杨	1	2	0.400	2	0	0
	5	12	0.480	12	0	0
红枣	5	2	1.000	0	2	0
柽柳	5	45	0.662	0	45	0
大沙枣	5	8	0.727	0	8	0
	6	9	0.900	0	9	0
小沙枣	5	37	0.925	0	37	0
	6	130	0.769	0	130	0
杏树	6	10	0.833	0	10	0
沙拐枣	6	26	0.565	0	26	0
新疆杨	6	26	1.000	0	26	0
钻天杨	6	35	0.946	0	35	0

在新疆和田地区墨玉县的生态产业区内,所有人工植被种群都是增长型种群,大部分已经进入繁殖期。这更论证了之前的结论,生长发育加大了养分的消耗,所以栽种人工植被的样地其土壤氮和磷的速效量均比对照少。此外,随着种群的进一步发展,人工

植被对水分和养分的需求还将加大,需要及时引水灌溉和施肥。

2.2.3 人工植被长势情况 由表1可知,10个样地的人工植被长势各异,相同树种在不同样地中情况不一。所以很难从简单地观察中判断哪一种树种在长势上有绝对优势,需要进一步测定其理化性质。不过从观察和记录中可以明确推断出部分人工植被存在缺水现象,需要及时引水灌溉。

综合考虑土壤性质和人工植被长势,样地9的土壤含水率和容重处于不良水平,但是人工植被的长势和存活率处于中等偏上水平,可能主要是由于速效钾的补偿作用。样地6、7的土壤性质处于一般水平,但是人工植被的长势和存活率均处于较高水平,所以小沙枣+新疆杨混交林和小沙枣+胡杨+榆树混交林配置方式比较成功。通过前文所述考虑到胡杨本身的存活率较低,可以得出小沙枣+新疆杨混交林和小沙枣+榆树混交林配置方式比较值得推广。

3 结论

人工植被先锋树种的栽种在一定程度上改善了土壤的储水能力、土壤容重和土壤的理化性质,为今后进一步的生态建设提供了有利条件。

(1) 墨玉县生态产业区长期处于干旱状态,土壤的湿润状况较差,容重值偏大,普遍缺少氮和磷,钾含量较丰富但特定区域亦有缺少,这些不利的自然条件制约着人工植被的存活和生长发育。

(2) 产业区内先锋树种能较好地适应区内不良的自然条件,存活率较高,生态建设和生态恢复取得了初步的成功。人工植被的栽种在现阶段使得土壤全氮和全磷的含量增加,速效氮和速效磷的含量减少。此外,所有树种的种群都是增长型种群,且大部分已经进入繁殖期,需要及时引水灌溉,并适量补充氮肥和磷肥,钾肥则需要因地制宜,在发挥最大肥力的同时避免造成环境污染和土壤板结。

(3) 小沙枣+新疆杨混交林和小沙枣+榆树混交林配置方式比较值得推广。

参考文献:

[1] 韩春鲜,马耀峰,熊黑钢. 干旱区人工绿洲经济系统可持续发展水平测度[J]. 干旱区地理, 2009, 32(2): 281-288.

[2] 王周绪,于宁楼. 北京九龙山人工林和天然次生林的土壤物理性状[J]. 林业资源管理, 2007(4): 88-92.

[3] 杨玉盛,郭剑芬,陈银秀,等. 福建柏和杉木人工林凋落物分解及养分动态的比较[J]. 林业科学, 2004, 40(3): 19-25.

[4] 郑顺安,常庆瑞. 黄土高原不同类型人工林对土壤肥力

的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 34(2): 119-123.

[5] 王旭琴,戴伟,夏良放,等. 亚热带不同人工林土壤理化性质的研究[J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(6): 56-59.

[6] 原焕英,许喜明. 黄土高原半干旱丘陵沟壑区人工林土壤水分动态研究[J]. 西北林学院学报, 2004, 19(2): 5-8.

[7] 黄志刚,李锋瑞,曹云,等. 南方红壤丘陵区杜仲和油桐人工林水土保持效应的比较[J]. 林业科学, 2007, 43(8): 8-14.

[8] 张继义,赵哈林,崔建垣,等. 科尔沁沙地樟子松人工林土壤水分动态的研究[J]. 林业科学, 2005, 41(3): 1-6.

[9] 张光灿,夏江宝,王贵霞. 鲁中花岗岩山区人工林土壤水分物理性质[J]. 水土保持学报, 2005, 19(6): 44-48.

[10] 李东海,杨小波,邓运武,等. 桉树人工林林下植被、地面覆盖物与土壤物理性质的关系[J]. 生态学杂志, 2006, 25(6): 607-611.

[11] 黄志刚,李锋瑞,曹云,等. 南方红壤丘陵区杜仲人工林土壤水分动态[J]. 应用生态学报, 2007, 18(9): 1937-1944.

[12] 肖洋,陈丽华,余新晓,等. 北京密云油松人工林对降水及其营营养成分含量的影响[J]. 水土保持通报, 2007, 27(5): 22-27.

[13] 赵景波,侯甬坚,黄春长. 陕北黄土高原人工林下土壤干化原因与防治[J]. 中国沙漠, 2003, 23(6): 612-615.

[14] 于法展,李保杰,尤海梅. 徐州泉山自然保护区人工林下土壤容重与孔隙度时空变化研究[J]. 水土保持研究, 2007, 14(6): 164-166.

[15] 翟洪波,殷建伟,魏晓霞. 半干旱地区华北落叶松人工林合理密度探讨: 以塞罕坝机械林场为例[J]. 林业资源管理, 2006, 3: 48-50, 93.

[16] 李东海,杨小波,邓运武,等. 桉树人工林林下植被、地面覆盖物与土壤物理性质的关系[J]. 生态学杂志, 2006, 25(6): 607-611.

[17] 刘鑫,满秀玲,陈立明,等. 坡位对小叶杨人工林生长及土壤养分空间差异的影响[J]. 水土保持学报, 2007, 21(5): 76-81.

[18] 康冰,刘世荣,蔡道雄,等. 马尾松人工林林分密度对林下植被及土壤性质的影响[J]. 应用生态学报, 2009, 20(10): 2323-2331.

[19] 胡亚林,曾德慧,姜涛. 科尔沁沙地退耕杨树人工林生态系统C、N、P储量和分配格局[J]. 生态学报, 2009, 29(8): 4206-4214.

[20] 胡亚林,曾德慧,汪思龙,等. 管理措施对人工林土壤质量的影响[J]. 生态学杂志, 2007, 26(11): 1828-1834.

[21] 董希斌,杨学春,杨桂香. 采伐对落叶松人工林土壤性质的影响[J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(10): 7-10.

[22] 庞学勇,刘庆,刘世全,等. 川西亚高山云杉人工林土壤质量性状演变[J]. 生态学报, 2004, 24(2): 261-267.

(下转第30页)

pRasterlyr.CreateFromRaster pRaster

pMap.AddLayer pRasterlyr

2.4 土壤侵蚀模型的检验

将通过模型运算得到的土壤侵蚀预测值与 2000 年岳西县土壤侵蚀数据进行相关分析, 结果表明: 两者具有显著的正相关关系, 相关系数 $R=0.913$, 说明使用 ArcObjects 构建的土壤侵蚀模型具有较强的实用性, 模型计算具有较好的效果。

3 结语

本文以岳西县作为试验区域, 以 COM 组件的构架思想, 使用 Visual Basic 6.0 语言和 ArcObjects 组件库, 构建了土壤侵蚀模型(RUSLE), 并以岳西县为试验区对模型进行了检验和应用, 取得了良好的效果。这一模型的构建是将传统的一系列的土壤侵蚀操作过程封装整合为一体, 使用该模型能够快速有效地得到研究区域的土壤侵蚀现状, 以便为政府机构制定相应的土壤侵蚀防治措施提供理论依据, 使其在国民经济建设和农业发展中发挥重要作用。

参考文献:

[1] 史德明. 如何正确理解有关水土保持术语的讨论[J]. 土

壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(4): 89-91.

- [2] 张佳华, 姚凤梅. 江西兴国县土壤侵蚀动态的研究[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(1): 53-56.
- [3] 江忠善. 地形因素与坡地水土流失关系的研究[J]. 中国科学院水利部西北水土保持所集刊, 1990(12): 1-3.
- [4] 刘宝元, 谢云, 张科利. 土壤侵蚀预报模型[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001.
- [5] 许月卿, 邵晓梅. 基于 GIS 和 RUSLE 的土壤侵蚀量计算: 以贵州省猫跳河流域为例[J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(4): 67-71.
- [6] 李若东, 刘得俊, 冯正玲, 等. 基于 GIS 下的西宁市土壤侵蚀预测[J]. 水土保持研究, 2008, 15(2): 1-3.
- [7] 余芬. 石台县土壤侵蚀空间分布格局及其与环境因子的关系研究[D]. 安徽 芜湖: 安徽师范大学, 2010.
- [8] 李德成, 徐彬彬, 石晓日. 利用马氏过程模拟和预测土壤侵蚀的动态演变[J]. 环境遥感, 1995, 10(2): 89-96.
- [9] 向南平, 周翠竹. 基于 ArcObjects 的树木景观建模[J]. 西部探矿工程, 2005(12): 303-304.
- [10] 吴素业. 安徽大别山区降雨侵蚀力简化算法与时空分布规律研究[J]. 中国水土保持, 1994(4): 12-13.
- [11] Williams J R, Renard K G, Dyke P T. EPIC-A new method for assessing erosion's effect on soil productivity[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1983, 38: 381-383.
- (上接第 25 页)
- [23] Wiseman P E, John R S. Soil CO₂ efflux across four age classes of plantation loblolly pine (*Pinustaeda* L.) on the Virginia Piedmont[J]. Forest Ecology and Management, 2004, 192: 297-311.
- [24] Amy Concilio, Chen Jiquan, Ma Siyan, et al. Precipitation drives interannual variation in summer soil respiration in a Mediterranean climate, mixed conifer forest[J]. Climatic Change, 2009, 92: 109-122.
- [25] 胡婵娟, 刘国华, 傅伯杰, 等. 黄土丘陵沟壑区典型人工林土壤 CO₂ 释放规律及其影响因子[J]. 生态学报, 2009, 29(9): 4700-4708.
- [26] 郑纪勇, 邵明安, 张兴昌. 黄土区坡面表层土壤容重和饱和导水率空间变异特征[J]. 水土保持学报, 2004, 18(3): 53-56.
- [27] 张春敏, 王根绪, 龙训建, 等. 高寒草甸典型植被退化小流域土壤容重空间变异特征[J]. 河南农业科学, 2007(6): 90-95.
- [28] 鄢来斌, 张福锁. 土壤科学面临的挑战及发展方向: 土壤与植物营养研究新动态[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 2000: 10-12.
- [29] 姚荣江, 杨劲松, 刘广明. 黄河三角洲地区土壤容重空间变异性分析[J]. 灌溉排水学报, 2006, 25(4): 11-15.
- [30] Roll Sommer, Horst Folster, Konrad Vielhauer, et al. Deep soil water dynamics and depletion by secondary vegetation in the Eastern Amazon[J]. Soil Science Society of America Journal, 2003, 67(6): 1672-1689.
- [31] Kizito K, Dragila M, S ne M, et al. Seasonal soil water aeration and root patterns between two semi-arid shrubs co-existing with Pearl millet in Senegal[J]. West Africa Journal of Arid Environment, 2006, 67: 436-455.
- [32] Bellot J, Sanchez J R, Chirino N, et al. Effect of different vegetation type cover on the soil water balance in semi-arid area of south eastern Spain[J]. Phs. Chem Earth (b), 1999, 24(4): 353-357.
- [33] 新疆维吾尔自治区农业厅, 土壤普查办公室. 新疆土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 506-507.
- [34] 郑永娟, 王国强. 怪柳的繁殖与管理[J]. 中国林副特产, 2008(1): 57-58.
- [35] 吴平, 赵健, 王文丽, 等. 额济纳旗天然胡杨林生物学、生态学抗旱机理与繁殖机理研究[J]. 内蒙古林业调查设计, 2003, 16(4): 1-5.
- [36] 陈焕武, 陈明彬. 陕北红枣适宜气候条件与高产优质栽培技术[J]. 陕西气象, 2007(4): 33-35.
- [37] 庄艳丽, 赵文智, 谢国勋, 等. 沙地生境沙拐枣种群特征及其扩张[J]. 生态学报, 2008, 28(4): 1399-1407.
- [38] 宿凤杰, 戴永平. 沙枣生物学特性及栽培技术[J]. 中国林副特产, 2004(2): 19.