

# 黄土丘陵沟壑区油松与沙棘混交油松成林过程研究

张占山<sup>1</sup>, 白岗栓<sup>2</sup>, 侯喜录<sup>2</sup>, 卢彬<sup>3</sup>

(1. 安塞县延河流域项目办公室, 陕西 安塞 717400; 2. 中国科学院 水利部 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 3. 咸阳市农业科学研究所, 陕西 咸阳 712000)

**摘要:** 在陕北丘陵沟壑区, 以油松纯林为对照, 通过对油松与沙棘行状混交、带状混交和宽行混交沙棘平茬、宽行混交沙棘不平茬的油松树高、地径、树冠、顶梢生长、存活率等的监测研究, 结果表明, 不同方式混交的油松在栽后前 3 a 的生长状况与纯林无差异。当混交林的沙棘覆盖度达到 70% 以上后, 行状混交和宽行混交沙棘不平茬的油松生长量开始下降, 栽后 6~7 a 大量死亡, 第 8 a 基本死完; 宽行混交沙棘平茬的油松, 随着平茬沙棘的萌生, 油松的生长量大于纯林, 在萌生沙棘生长的第 3 a, 沙棘覆盖度达 40%~45% 时, 油松的生长量明显大于对照; 带状混交的油松, 当沙棘侵入油松林带后, 油松的生长量大于对照, 当沙棘的覆盖度达 40%~45% 时, 油松生长速度与纯林的差异明显。不同年份的降水量对油松的生长影响显著, 但滞后 1 a。

**关键词:** 油松; 沙棘; 混交模式; 年降水量

文献标识码: A 文章编号: 1000-288X(2006)02-0040-05 中图分类号: S791.254, S793.6

## Chinese Pine Growth Mixed with Seabuckthorn in Loess Hilly and Gully Region

ZHANG Zhan-shan<sup>1</sup>, BAI Gang-shuan, HOU Xi-lou<sup>2</sup>, LU Bin<sup>3</sup>

(1. *Ansai Item Bureau for Yanhe River Harness with the Financial Aid from the World Bank's*

*Loan, Ansai 717400, Shaanxi Province, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Northwest University of Agriculture and Forestry, Yangling District*

*712100, Shaanxi Province, China; 3. Institute of Xianyang Agriculture Science, Xianyang 712000, Shaanxi Province, China)*

**Abstract:** After observed Chinese pine's height, trunk diameter, top shoot growth, crown diameter, survival percent when mixed with seabuckthorn by row, by strip, by wide row and wide row + cut seabuckthorn and compared them with Chinese pine of only Chinese pine woods in loess hilly and gully region of northern Shaanxi, the results show: Chinese pine's growth of mixed woods has no distinctly difference after planted three years later. When mixed seabuchthorn coverage density achieves at 70%, Chinese pine's growth of mixed woods by row and by wide row become slowly, after being planted six to seven years, a flock of Chinese pine begin to perish, eight years later, all of Chinese pine has deceased. As cut seabuckthorn germinate, Chinese pine of mixed woods by wide row + cut seabuckthorn grow faster than that of only Chinese pine woods, after cutting seabuckthorn three years, when germinated seabuckthorn coverage density achieves at 40%~45%, Chinese pine's growth of mixed woods by wide row + cut seabuckthorn become distinctly faster than that of only Chinese pine woods. When seabuchthorn intruded the strip of Chinese pine, Chinese pine of mixed woods by strip grow faster than that of only Chinese pine woods, eight years later, when seabuckthorn coverage density achieves at 40%~45%, Chinese pine's growth of mixed wood by strip become distinctly faster than that of only Chinese pine. Annual precipitation has big influence on Chinese pine growth, but the influence lags one year.

**Keywords:** Chinese pine; seabuckthorn; mixed style; annual precipitation

油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.) 根系发达, 枝 大地区主要造林树种之一<sup>[1-2]</sup>。沙棘(*Hippophae*  
叶繁茂, 抗寒耐旱, 木材坚实又耐腐朽, 是我国北方广 *ramnoides* L.) 根系发达, 有根瘤菌, 萌蘖力强, 耐修

收稿日期: 2004-08-23

基金项目: 中国科学院知识创新工程项目(KZCX1-06); 国家“十五”科技攻关项目(2001BA508B17)

作者简介: 张占山(1961-), 男(汉族), 陕西安塞人, 工程师, 主要从事水土保持方面的研究及推广。

通讯作者: 白岗栓, E-mail: baig@cern.ac.cn。

剪和平茬更新,在疏林下生长良好,是一良好的水保先锋树种和优良的伴生树种<sup>[3-4]</sup>。黄土高原丘陵沟壑区是黄土高原水土流失最严重的地区,该区油松幼树栽植后1~5a生长缓慢,水保效益低下,而沙棘幼树生长迅速,故营造油松与沙棘混交林<sup>[5-12]</sup>。油松与沙棘混交林有良好的改善生态环境的功能<sup>[13-15]</sup>,但油松与沙棘混交林生长过程中,往往由于沙棘幼树过早郁闭,造成油松光照不良,生存环境受到胁迫,油松死亡或不能成林。为了解决油松与沙棘混交林油松成林过程中出现的问题,从1992—2003年,在黄土丘陵沟壑区的中心地带陕西省安塞县开展了油松与沙棘不同混交模式油松成林过程的研究,以期对油松与沙棘的混交模式提供指导依据。

## 1 试验区的自然条件

试验地位于安塞县县城墩山和沿河湾镇云台山流域高家峁村老庄台沟,海拔均为1100mm的半阴坡地。该区为落叶阔叶林向典型草原的过渡带。年平均气温8.8℃,7月22.6℃,1月-6.9℃,极端最高气温36.8℃,极端最低气温-23.6℃,平均日较差13.9℃,≥10℃的活动积温3171.2℃,年太阳辐射528.6KJ/cm<sup>2</sup>,日照时数2415.6h,年降水量549.1mm,降水主要集中在7—9月,无霜期159d。土壤主要为黄绵土,有机质4.0~8.5g/kg,pH值8.2~8.7。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验材料

墩山试验场的油松为种子繁殖的2a生裸根苗,苗高11cm左右,云台山试验场的油松为种子繁殖的2a生容器苗,苗高22cm左右,沙棘均为种子繁殖的1a生裸根苗,苗高20cm。

### 2.2 试验设计

2.2.1 墩山试验场——行状、带状混交 1992年在墩山布设油松与沙棘行状混交、带状混交试验,以油松纯林为对照,共设8个小区(其中带状混交有4个小区,即油松带2个,沙棘带2个),重复一次。试验小区长为20.0m,宽10.0m,坡度为20°左右,北偏东40°,不整地,坡地栽植油松和沙棘。行状混交:油松株行距1.5m×2.0m,沙棘株行距1.5m×2.0m,即一行油松一行沙棘的混交模式。带状混交:油松带、沙棘带带宽均10m,油松带内油松株行距为1.5m×1.5m,沙棘带内沙棘株行距为1.0m×1.5m。油松纯林:油松株行距为1.5m×1.5m。油松、沙棘均为1992年春季同一时间栽植,沙棘栽后依地面高度进行截干,生长过程中沙棘不平茬,不修枝,自由生长。

2.2.2 云台山试验场——宽行混交沙棘平茬 1996年春季在老庄台沟,布设油松与沙棘宽行混交沙棘平茬、宽行混交沙棘不平茬和油松纯林对比试验。共设6个小区,重复一次。试验小区长为20.0m,宽10.0m,坡度18°左右,北偏西30°。整地方式为水平壕田(隔坡宽4m,壕田宽1m)。(1)沙棘不平茬:壕田内栽一行油松,油松株距2m,隔坡中间栽一行沙棘,沙棘株距1.0m,生长过程中沙棘不平茬,不修枝,自由生长。(2)沙棘平茬:油松、沙棘栽植方式同宽行混交沙棘不平茬,1998年冬季对沙棘平茬。(3)油松纯林:油松栽植方式同宽行混交沙棘不平茬,隔坡中间不栽沙棘。

### 2.3 测定项目及方法

每年10月下旬以常规方法测定油松的树高、直径、新梢生长量、冠幅和沙棘林冠层高度,调查油松的存活率,目测法测定油松纯林的郁闭度、油松与沙棘混交林的覆盖度、沙棘覆盖度等。在真武洞镇墩山小区附近空地处布设雨量筒,测定各年的降水量。

## 3 不同混交模式对油松生长的影响

### 3.1 墩山试验场——行状、带状混交

3.1.1 林分生长状况 栽植的油松、沙棘成活率均为100%。行状混交小区的沙棘从1994年开始萌生根蘖苗,1994年秋季沙棘冠层高度为160cm,沙棘覆盖度为70%,油松郁闭度为0.07左右,林地覆盖度为85%;1998年秋季沙棘冠层高度为260cm,沙棘覆盖度为85%,油松郁闭度为0.06左右,林地覆盖度为90%;2000年秋季沙棘冠层高度为340cm,沙棘覆盖度87%,油松的郁闭度为0.01左右,林地覆盖度为90%。

带状混交林沙棘带的沙棘1994年秋季冠层高度为175cm,覆盖度为85%。从1994年开始,沙棘带的沙棘以串根萌蘖的方式每年向油松带拓展1~3m;1998年秋季沙棘带沙棘冠层高度为290cm,沙棘覆盖度为90%,2002年秋季沙棘冠层高度为350cm,沙棘覆盖度为90%。带状混交林油松带1994年油松郁闭度为0.07左右,小区边缘出现了沙棘,林地覆盖度为15%左右;1998年油松郁闭度为0.20左右,带内布满了沙棘,沙棘冠层高度为150cm,沙棘覆盖度为43%,林地覆盖度为75%;2002年油松郁闭度为0.50左右,沙棘冠层高度为210cm,沙棘覆盖度为45%,林地覆盖度为95%。

1994年秋季油松纯林小区的油松郁闭度为0.08左右,1998年为0.25,2002年为0.50,林地覆盖度分别为15%,45%和70%。

### 3.1.2 行状、带状沙棘混交对油松生长的影响

(1) 对油松高度的影响。行状混交、带状混交和油松纯林的油松在 1992—1994 年树高差异不大,基本相同;1995 年带状混交、油松纯林的树高生长加快,而行状混交的生长平缓,树高出现差异;1996 年带状混交与油松纯林的差异不大,1997 年油松带内萌生出大量的沙棘,二者出现了差异;1998 年油松带内萌生的沙棘覆盖度达到 40%,带状混交的油松明显高于油松纯林的(图 1),且随着时间的推移,二者的差异越来越大。

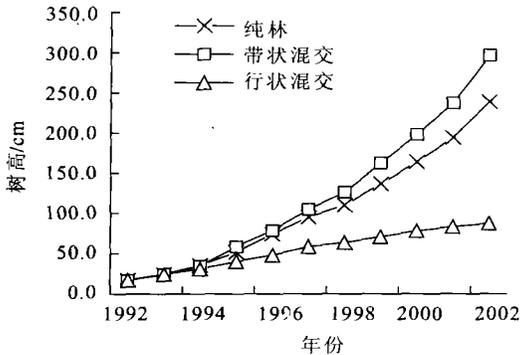


图 1 不同年份不同混交模式油松的树高

(2) 对油松地径的影响。行状混交、带状混交和油松纯林的油松在 1992—1995 年间地径差异不大,基本相同;1996 年行状混交的沙棘覆盖度达到 70%,行状混交的油松地径生长平缓,而带状混交、油松纯林的生长加快,与行状混交的出现差异;1997 年带状混交的油松地径生长量基本相同,随着油松带内萌生的沙棘增多,1998 年二者出现差异;1999 年以后,二者的差异越来越大(图 2)。

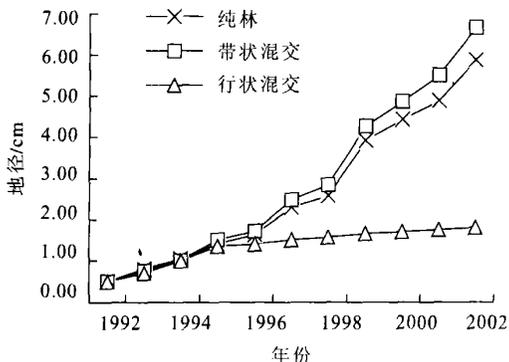


图 2 不同年份不同混交模式油松的地径

(3) 对油松顶梢生长的影响。行状混交、带状混交和油松纯林的油松在 1992—1994 年顶梢年生长量

差异不大;1994 年行状混交的沙棘覆盖度达 70% 以上,行状混交的油松顶梢生长相对平缓,而带状混交、油松纯林的油松顶梢生长量加大,与行状混交的出现差异;1995 年油松带内萌生出沙棘,带状混交的油松与油松纯林的顶梢生长出现差异;1998 年油松带内萌生的沙棘覆盖度达 40% 以上,带状混交与油松纯林的顶梢生长进入快速生长阶段,二者的差异愈加明显,而行状混交的油松顶梢生长开始减弱(图 3)。

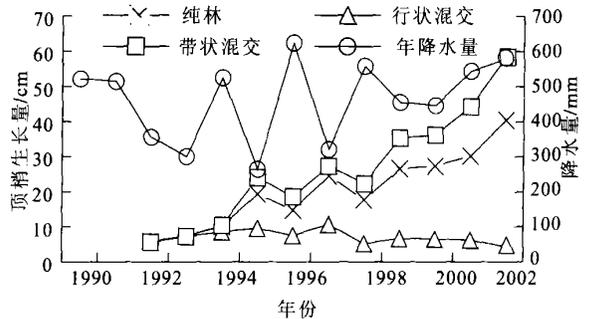


图 3 不同混交模式油松的顶梢生长量和各年的降水量

(4) 对油松树冠大小的影响。行状混交、带状混交和油松纯林的油松在 1992—1994 年树冠差异不大,基本相同;1995 年带状混交、油松纯林的树冠扩展加快,但行状混交的扩展速度平缓,树冠大小出现差异;1998 年行状混交的油松树冠分别为带状混交和油松纯林的 60% 和 54%,2002 年分别为 45% 和 44%;带状混交与油松纯林的树冠差异一直不明显(图 4)。

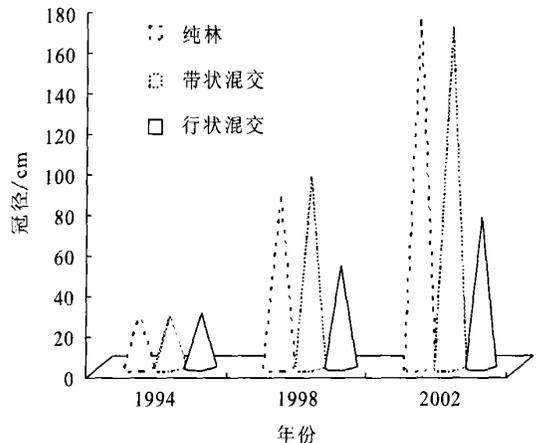


图 4 不同混交模式油松的树冠大小

(5) 对油松存活率的影响。行状混交、带状混交和油松纯林的油松存活率在 1992—1996 年三者均为 100%。1994 年行状混交的油松生长速度减缓,枝条

细弱, 1997年开始死亡, 1998—1999年进入快速死亡阶段, 2000年基本死完, 仅残留小区周边的油松; 而带状混交与油松纯林的油松存活率均保持在100%的水平(图5)。

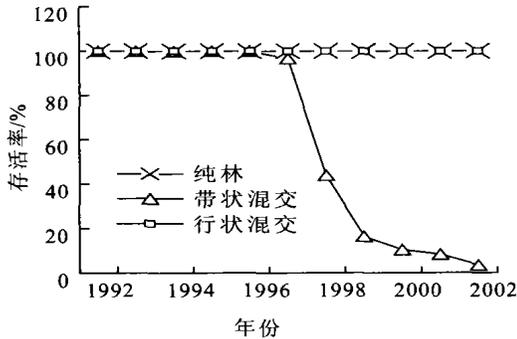


图5 不同混交模式油松的存活率

### 3.2 云台山试验场——沙棘平茬与不平茬

3.2.1 林分生长状况 云台山试验场的沙棘不平茬、沙棘平茬处理的沙棘于1998年秋季冠层高度为190 cm, 覆盖度为75%, 油松郁闭度为0.03左右, 林地覆盖度为85%; 油松纯林的油松郁闭度为0.035左右。1998年冬季对沙棘平茬处理的沙棘进行平茬, 该小区的沙棘于1999年春季开始萌发, 到2001年秋季沙棘不平茬、沙棘平茬的沙棘冠层高度分别为320 cm和210 cm, 沙棘覆盖度为90%和40%~45%, 油松的郁闭度分别为0.015和0.15左右, 林地覆盖度分别为95%和75%, 油松纯林小区的油松郁闭度为0.16左右。2003年秋季沙棘不平茬、沙棘平茬的沙棘冠层高度为340 cm和260 cm, 沙棘覆盖度为90%和50%, 油松的郁闭度分别为0.005和0.33左右, 林地覆盖度分别为95%和85%, 油松纯林的油松郁闭度为0.35左右。

#### 3.2.2 沙棘平茬与不平茬对油松生长的影响

(1) 对油松高度的影响。沙棘不平茬、沙棘平茬和油松纯林的油松在1996—1998年树高差异不大, 基本相同; 1999年沙棘平茬、油松纯林的树高生长量加大, 但沙棘不平茬的生长平缓, 树高出现差异; 1996—2001年沙棘平茬的与油松纯林的树高基本相同, 2002年出现差异, 2003年沙棘平茬者明显高于油松纯林的。

(2) 对油松地径的影响。沙棘不平茬、沙棘平茬与油松纯林的油松在1996—1998年地径粗细基本相同; 1999年沙棘平茬、油松纯林的与沙棘不平茬的地径出现差异; 2001年沙棘平茬与油松纯林的出现差异, 且随年限的延长, 差异越来越大。三者中沙棘平茬的油松地径最粗, 沙棘不平茬的最细。

(3) 对油松顶梢生长的影响。沙棘不平茬、沙棘平茬与油松纯林的油松在1996—1998年顶梢年生长量基本相同; 1999年沙棘不平茬与平茬、油松纯林的油松顶梢年生长量出现差异, 且随年限的延长, 差异越来越大; 2001年沙棘平茬与油松纯林的出现差异, 2002年沙棘平茬的油松顶梢年生长量明显加大。

(4) 对油松树冠大小的影响。沙棘不平茬、沙棘平茬与油松纯林的油松在1996—1998年树冠大小基本相同; 1999年沙棘不平茬与沙棘平茬、油松纯林的油松树冠大小出现差异, 2001年沙棘不平茬的树冠仅为沙棘平茬、油松纯林的52%, 2003年仅为47%和49%; 沙棘平茬与油松纯林的油松树冠大小差异不明显。

(5) 对油松存活率的影响。沙棘不平茬、沙棘平茬和油松纯林的油松存活率在1996—1999年均均为100%。1998年沙棘冠层高度达190 cm, 沙棘不平茬的油松生长速度减缓, 枝条细弱, 2000年开始死亡, 2001—2003年进入快速死亡阶段, 2003年保存率仅为12.9%, 而沙棘平茬与油松纯林的油松存活率均在100%的水平。

### 3.3 降水对油松生长的影响

黄土丘陵沟壑区属于干旱半干旱地区, 林地土壤水分循环为年际补偿亏缺区。1990—2002年墩山试验场的观测数据表明, 当年的降水量对当年油松的生长量影响不明显, 而对翌年油松的生长影响较大, 特别是对油松顶梢的生长影响显著(图3)。以油松与沙棘带状混交林为例, 1994年是个丰水年, 年降水量525.6 mm, 油松顶梢生长量为10.4 cm, 而1995年为干旱年, 年降水量仅为264.4 mm, 但油松的顶梢生长量为24.0 cm; 1996年年降水量为624.3 mm, 为观测10 a中降水量最高年份, 但油松顶梢生长量仅为18.6 cm, 而1997年年降水量仅为321.1 mm, 油松顶梢生长量却为27.3 cm。不同年份的降水量对油松顶梢生长量的影响滞后1 a, 且对油松树高、冠径、地径等的影响表现出同样的规律。

## 4 结论

油松与沙棘行状混交、带状混交和油松与沙棘宽行混交沙棘平茬、宽行混交沙棘不平茬与油松纯林试验表明, 当油松与沙棘混交林在栽后前3 a沙棘的覆盖度为70%~75%以下时, 各处理的油松生长量差异不明显; 当混交的沙棘覆盖度超过70%~75%时, 混交的油松生长量开始下降; 当混交的沙棘覆盖度为80%~85%以上, 沙棘冠层高度高于油松树高时, 即栽后6~7 a, 油松开始大量死亡, 到栽后第8 a基本死完。

带状混交林的油松当沙棘以串根萌蘖的方式侵入油松林带后,其生长量开始大于油松纯林的油松,当油松带内萌蘖的沙棘覆盖度达 40%~45% 时(栽后第 8 a),沙棘冠层高度低于油松树高,带状混交的油松生长量明显高于油松纯林的油松,林地覆盖度也高于油松纯林。

宽行混栽沙棘平茬的油松,平茬后第 1 a 的生长量与纯林的差异不显著,从平茬的第 2 a 开始,其树高、地径、顶梢生长量均大于油松纯林的油松;平茬后的第 3 a,平茬的沙棘覆盖度达 40%~45% 时,冠层高度低于油松树高,油松生长量、林地覆盖度等明显大于油松纯林的油松。

不同年份的降水量对油松生长有一定的影响,但对当年的油松生长影响不显著,而与翌年油松生长量成正相关,即降水对油松的生长影响滞后 1 a。

从试验中可以看出,在黄土高原丘陵沟壑区,油松沙棘混交林当沙棘的冠层高度低于油松的树高,沙棘覆盖度在 40%~45% 时促进油松生长;当沙棘的冠层高度高于油松,覆盖度在 70%~75% 以下时,油松生长良好。

当覆盖度超过 80%~85% 时,油松开始死亡。生产中采用油松沙棘宽行混交沙棘平茬和带状混交,调整沙棘的覆盖度,不但可促进林分早日郁闭,而且可促进油松早日成林。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 吴钦孝,杨文治.黄土高原植被建设与持续发展[M].北京:科学出版社,1998.42-47,254-276.
- [ 2 ] 蒋定生.黄土高原水土流失与治理模式[M].北京:中国

水利水电出版社,1998.115-124.

- [ 3 ] . . 布克什特诺夫.沙棘 R].西安:陕西省沙棘开发利用科学研究中心,1987.1-68.
- [ 4 ] 王俊峰,梁宗锁.沙棘生物学特性与利用[M].西安:陕西科学技术出版社,1999.1-84.
- [ 5 ] 侯喜录,梁一民.黄土丘陵沟壑区水土保持林体系建设及效益分析[J].西北水土保持研究所集刊,1991(4):130-132.
- [ 6 ] 侯喜录,白岗栓,曹清玉.黄土丘陵区森林保持水土效益及其机理的研究[J].水土保持研究,1996(2):98-103.
- [ 7 ] 刘明国,姜辉.辽西地区杨树沙棘、油松沙棘混交林混交技术探讨[J].沈阳农业大学学报,1998(2):148-151.
- [ 8 ] 王世忠,李树民.半干旱地区油松纯林改造成混交林效益分析[J].林业科技通讯,1999(6):22-24.
- [ 9 ] 张永涛,张吉华,高伟.不同集水面积和施肥量对油松、侧柏生长的影响[J].林业科技通讯,2000(10):17-19.
- [ 10 ] 杨澄.油松飞播林生长规律的研究[J].西北林学院学报,1996(4):24-27.
- [ 11 ] 李晓华,陈绍周,柏玉珍,等.油松沙棘混交林测试与分析[J].辽宁林业科技,1990(4):8-11.
- [ 12 ] 侯喜录,曹清玉,白岗栓.陕北黄土区不同森林类型水土保持效益的研究[J].西北林学院学报,1994(2):20-24.
- [ 13 ] 侯喜录,白岗栓,曹清玉.刺槐、柠条、沙棘林土壤入渗及抗冲性对比试验[J].水土保持学报,1995(3):90-95.
- [ 14 ] 胡建中,范小玲,王愿昌,等.黄土高原沙棘人工林地土壤抗蚀性指标探讨[J].水土保持通报,1998(2):26-30.
- [ 15 ] 仲庆林,韩素梅.油松沙棘混交林土壤酶活性状况的研究[J].辽宁林业科技,2001(2):18-19.
- [ 8 ] 邱扬,傅伯杰,王军,等.黄土丘陵小流域土壤水分空间预测的统计模型[J].地理研究,2001,20(6):739-751.
- [ 9 ] 张秀芝,吴迅英,何金海.中国土壤湿度的垂直变化特征[J].气象学报,2004,62(1):51-61.
- [ 10 ] 中国科学院林业土壤研究所.中国东北土壤[M].北京:科学出版社,1980.
- [ 11 ] 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.

(上接第 39 页)

- [ 5 ] 傅伯杰,陈利顶,马克明.黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响[J].地理学报,1999,54(3):241-246.
- [ 6 ] 王军,傅伯杰,邱扬,等.黄土丘陵区土地利用与土壤水分的时空关系[J].自然资源学报,2001,16(6):521-524.
- [ 7 ] 穆兴民.黄土高原土壤水分与水土保持措施相互作用[J].农业工程学报,2000,16(2):41-45.