

间伐对祁连山青海云杉人工林 土壤水分的影响

朱 喜^{1,2}, 何志斌^{1*}, 杜 军^{1,2}, 杨军军^{1,2}, 陈龙飞^{1,2}

(1. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 中国生态系统研究网络临泽内陆河流域研究站, 中国科学院内陆河流域生态水文重点实验室, 甘肃 兰州 730000; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要:利用 EM50 土壤水分监测仪, 在样地尺度上, 测定了祁连山青海云杉天然林、无间伐和间伐强度为 20% 的人工林地生长季节的土壤水分, 对比分析间伐对人工林土壤水分的影响。结果表明: 无间伐人工林林地表层(10 cm)土壤含水量显著高于间伐强度为 20% 的人工林和天然林, 间伐导致了人工林林地表层土壤水分下降; 而对于深层土壤含水量而言, 间伐措施又显著提高了深层 60 cm 处的土壤含水量。与天然林地土壤含水量相比, 无间伐人工林深层 60 cm 和 80 cm 处的土壤体积含水量仅为天然林的 49.7% 和 52.1%, 深层土壤已经出现旱化现象, 间伐措施能够减缓这种旱化现象。

关键词:祁连山; 青海云杉人工林; 土壤水分; 间伐

中图分类号: S714

文献标识码: A

Effects of Thinning on the Soil Moisture of the *Picea crassifolia* Plantation in Qilian Mountains

ZHU Xi^{1,2}, HE Zhi-bin¹, DU Jun^{1,2}, YANG Jun-jun^{1,2}, CHEN Long-fei^{1,2}

(1. Linze Inland River Basin Research Station, Key Laboratory of Inland River Basin Science, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, Gansu, China;
2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: In sample area scale, the soil moisture of Thickleaf Spruce (*Picea crassifolia*) natural forest and the plantations with no thinning and thinned in 20% intensity in the Qilian Mountains were studied during the growing season by EM50 soil moisture monitors to analysis the effects of thinning on plantation soil moisture. The results showed that the surface (10 cm) soil moisture content of unthinned plantation was significantly higher than that of the plantations thinned in 20% intensity and the natural forests. It is proved that thinning led to the decline of surface soil moisture of plantations. But the intermediate thinning significantly increased the soil moisture content at the depth of 60 cm. Compared with the soil water content of natural forest land, the soil volumetric water contents in the depth of 60 cm and 80 cm of unthinned plantation were only 49.7% and 52.1% that of natural forests during the growing season. Aridification was found in deep soil layer of plantation, but it can be mitigated and slow down by intermediate thinning.

Key words: Qilian Mountains; *Picea crassifolia*; soil moisture; thinning

收稿日期: 2014-05-20

基金项目: 国家自然科学基金面上项目“祁连山中段人工植被恢复的生态水文机理研究”(编号:41271524); 甘肃省杰出青年科学基金(编号:1210RJDA015); 中科院“百人计划”项目“祁连山区森林水文过程及其对气候变化的响应”(编号:29Y127D11)资助。

作者简介: 朱 喜(1990—), 甘肃临泽人, 硕士研究生, 主要从事森林生态水文学研究。E-mail: zhuxi101@lzb.ac.cn

* 通讯作者: 研究员, 博士生导师, 主要从事生态水文研究。E-mail: hzbbmail@lzb.ac.cn

土壤水分是土壤水文过程(如地表水地下水相互作用和蒸散)、物理和生物化学过程中的一个关键环节^[1],也是土壤系统养分循环和流动的载体。它不但直接影响着土壤特性和植物生长,而且间接地影响植物分布和在一定程度上影响小气候的变化^[2]。土壤水分是影响干旱区山地植被恢复与重建的首要因素^[3],如人工林的稳定性主要受到土壤水分的限制。间伐对人工林生长及其木材质量具有重要的影响^[4-5],进而会影响林下植被生长和林地土壤水分状况^[6-8]。因此,研究间伐对林地土壤水分的改良和人工林稳定性的保持对于干旱区山地植被恢复和重建具有重要的意义。

祁连山是我国西北干旱区山地生态系统的典型代表,也是主要内陆河的发源地,对维护区域生态安全及可持续发展具有重要的意义。近年来,国家针对祁连山生态问题,专门投入大量资金进行封山育林、退耕还林(还草),山区人工林面积有了大幅度的增加。但是由于人工林在演替进程中出现密度过大、林冠郁闭度高、土壤水分旱化等现象,导致人工林稳定性差。如何通过相应的管理措施改善人工林地土壤水分状况,提高人工林稳定性是该区域生态恢复的主要目的之一。目前,针对祁连山土壤水分的研究主要集中在土壤水分时间异质性^[9]、土壤水文效应^[10-11]、水土保持和水文调节功能^[12]等方面。闫文德等^[13]对祁连山排露沟流域土壤水分时空分布研究表明:降水影响生长季节土壤表层水分的变化,同时森林植被生长影响根系层土壤水分的变化,而土壤水分垂直分布随深度的变化而变化,但是不同土壤类型间有一定的差异性。党宏忠等^[14]对祁连山青海云杉林地土壤水分含量及主要影响因子的研究发现青海云杉林地土壤具有密度低、入渗率高、土壤水分含量垂向分布受降水影响明显等特征。这些研究为认识干旱区山地不同植被土壤水分动态变化规律和空间异质性等提供了基础,但对人工林的土壤水分动态以及间伐改善土壤水分状况的程度与深度范围等问题仍不清楚。因此,本研究以青海云杉人工林为研究对象,通过定位监测天然林、无间伐和间伐强度为 20% 的人工林地土壤体积分含水量的变化并结合林下植被状况、土壤性质对土壤水分的影响,旨在阐明间伐对青海云杉人工林地土壤水分的影响,为评价青海云杉人工林的稳定性及抚育管理提供基础数据和理论依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

样地设在祁连山西水自然保护区内(38°32.597'N;100°15.277'E),海拔 2 773~2 844 m。1 月平均气温为 -12℃,≥10℃积温 1 631.0℃,无霜期平均为 165 d,年降水量 370~400 mm,年蒸发量 1 569~1 788 mm,年平均日照时数 2 600 h 左右。土壤母质为钙质岩,土层相对较薄,土壤质地较为粗糙,主要土壤类型有山地栗钙土、山地灰褐土等;永久冻土和季节性冻土广泛分布于中高海拔地区,最大冻土深度为 250 cm;有机质含量 7.0%~12.0%,pH 值 7~8^[15]。

选择平均年龄为 29 年未间伐(样地编号为 NTP)、25 年间伐强度为 20%(样地编号为 TP)的青海云杉人工林和平均林龄为 48 年(样地编号为 NF)的青海云杉天然林。于 2013 年 8 月中旬进行样地调查,在每一种林地上设置 3 个 20 m×20 m 样方调查林分密度、胸径、树高、叶面积指数等,每个样方内挖 3 个 80 cm 深的土壤剖面,按照仪器探头埋设位置分别在 5~10、15~20、35~40、55~60 和 75~80 cm 处用环刀采集土壤样品测量其土壤密度。再在每一个样方内随机设置 5 个 1 m×1 m 的草本样方,共计 45 个样方,分别记录林下植被的地上生物量(苔藓和草本分开收获)、苔藓高度、苔藓盖度和草本的种类。各样地基本情况见表 1。本研究中,25 年人工林(TP)于 2006 年春季进行 20% 的间伐,间伐前林分密度和郁闭度与 29 年人工林大体一致。间伐原则为主要针对低矮的小树,林木相对密集的地方进行稀疏。因此,尽管有 20% 林木被伐掉,但林木郁闭度仅下降 10% 左右。各林地土壤密度见表 2。TP 表层 5~10 cm 处的土壤密度大于 NTP,除了间伐后 7 年林地自身土壤性质的变化外,可能还与当时间伐对林地的践踏有关。林下草本主要包括甘肃棘豆(*Oxytropis hansuensis* Bge.)、披针苔草(*Carex lanceolata* Boott.)、珠芽蓼(*Polygonum viviparum* Linn.)、藜生马先蒿(*Pedicularis muscicola* Maxim.)、西藏早熟禾(*Poa tibetica* Munro)、唐松草(*Thalictrum robustum* Maxim.)、黑穗苔(*Carex atrata* L.)等。

1.2 研究方法

1.2.1 监测剖面地点的选择 首先选择具有代表

性、立地条件基本一致的林地,然后采用土钻随机取样,用烘干法测定土壤水分。在确定其空间差异 <

10%的情况下,最后在林地中间选择一个监测点,并确保该点与周围树干的距离保持一致。

表1 青海云杉林地基本情况

样地编号	经纬度	坡度	坡向	林冠郁闭度	平均林龄/a	海拔/m	林分密度/(株·hm ⁻²)
NTP	38°32.58'N ;100°15.20'E	11.6	344.8	0.85	29	2 787	4 458
TP	38°32.47'N ;100°15.35'E	10.7	336.3	0.76	25	2 838	3 565
NF	38°55.10'N ;100°29.32'E	17.9	338.5	0.68	48	2 800	1 652

注:NTP:29年人工林(无间伐);TP:25年人工林(间伐强度为20%);NF:平均林龄为48年的天然林;下同。

表2 青海云杉林地各层土壤密度

样地编号	各层密度/(g·cm ⁻³)				
	5~10 cm	15~20 cm	35~40 cm	55~60 cm	75~80 cm
NTP	0.67	0.87	0.95	0.96	0.90
TP	0.82	0.81	0.92	0.95	1.02
NF	0.51	0.62	0.69	0.71	0.74

1.2.2 数据采集与校准 利用EM50土壤水分监测仪,测定了青海云杉人工林和天然林地生长季节10、20、40、60和80 cm处的土壤体积含水量。具体操作过程为:在确保青海云杉天然林和人工林地坡度、坡向、海拔等立地因子一致的前提下,在所选的监测点位置挖一个土壤剖面,将5个土壤水分监测探头分别埋在10、20、40、60和80 cm土层处,采集数据时间间隔设置为30 min。待仪器稳定后,EM50监测土壤水分的同时,定期(每月1次)拿土钻在距离埋设仪器2 m左右的两侧采集土壤样品通过烘干法测定其含水量,用于对仪器进行校准。数据采集时间为2013年6月28日—2013年10月15日。

1.2.3 土层蓄水厚度的计算

$$S_h = S_v \cdot H$$

S_h :土壤蓄水厚度(mm), S_v :体积含水量(%),

H :土层厚度(mm)

1.3 数据处理

用Excel 2007和Origin 8.5软件对数据进行处理和绘图,采用SPSS 19.0进行数据分析。利用单因素方差分析和最小显著差异法比较不同数据组间的差异。

2 结果与分析

2.1 不同林地林下植被的组成特征

表3反映了各林地林下植被的基本状况。间伐增加了林下光照条件,有利于林下植物物种数和草本生物量的增加。间伐强度为20%的人工林(TP)林下植物物种数显著高于未间伐人工林(NTP),但是其苔藓高度和盖度却显著降低;各林地林下植被总生物量大小为:NF>NTP>TP,TP苔藓生物量干质量仅为NTP的20%,但是草本生物量干质量却为NTP的11倍。各林地土壤密度见表2,随着土层深度增加,TP和NTP的土壤密度逐渐增加,但是两者之间差异不显著。天然林(NF)由于其土壤结构和通气性能较好,各层土壤密度均低于人工林。

表3 各样地苔藓和草本的平均生物量(±标准差)

样地编号	林下物种数	苔藓高度/cm	苔藓盖度/%	生物量鲜质量/(g·m ⁻²)		生物量干质量/(g·m ⁻²)	
				苔藓	草本	苔藓	草本
NTP	4.9±3.2	5.3±2.24	84±19	1 390±1 074	11±18	614±354	2.5±4.5
TP	8.4±1.7	2.5±1.85	33±27	164±235	85±77	118±173	28±27
NF	9.6±2.3	9.5±1.78	60±10	3 520±656	50±21	940±192	15.8±13

2.2 土壤水分动态变化规律

2013年土壤水分观测期间(6月28—9月30日),共降水45次,总降水量为257.1 mm。其中,<5 mm的降水次数为25次,降水量为49.6 mm,分别占总降水次数和降水量的55.6%和19.3%;5~15 mm降水次数为17次,占总降水量的56.7%,>15 mm的降水仅3次,但是占总降水量的24%。图1为天然林和人工林各层土壤体积分含水量的动态

变化。无间伐人工林(NTP)10 cm处土壤体积分含水量显著高于天然林(NF),但其它各层土壤体积分含水量均小于天然林地。对于60 cm和80 cm处的平均土壤体积分含水量来说,天然林显著高于人工林,在2013年生长季(6月28日—9月30日)天然林60 cm和80 cm处的平均土壤体积分含水量分别为0.165±0.016 cm³·cm⁻³和0.177±0.012 cm³·cm⁻³;在此期间无间伐的人工林(NTP)60 cm和80 cm处的

平均土壤体积含水量分别为 $0.082 \pm 0.003 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ 、 $0.092 \pm 0.002 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ ，分别为天然林的49.7%和52.1%。但是间伐强度为20%的人工林(TP)60 cm和80 cm处的平均土壤体积含水量分别为 $0.119 \pm 0.010 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ 和 $0.113 \pm 0.003 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ ，是天然林的72.1%和64.9%。

由于该地区林木根系层主要分布于60 cm左右,因此以40 cm为界将土层分为林木的非主根系层(0~40 cm)和主根系层(40~80 cm)。图2为生长季各林地林木非主根系层(0~40 cm)和主根系层(40~80 cm)土壤蓄水厚度的变化。林木非主根系层(0~40 cm)由于受降水的影响较大,因而土壤蓄水厚度的波动较大;NTP、TP、NF三块林地整个生长季节林木非主根系层(0~40 cm)平均蓄水厚度分别为53.8 mm、53.2 mm和64.1 mm,其中,NTP、TP之间差异不显著,但与NF差异显著。林木主根系层(40~80 cm),土壤蓄水厚度大小情况为: $\text{NF} > \text{TP} > \text{NTP}$,并且三者差异达到显著水平($P < 0.05$);间伐强度为20%的人工林(TP)整个生长季林木主根系层(40~80 cm)的平均蓄水厚度为未间伐人工林(NTP)的约1.3倍,是天然林的66%。

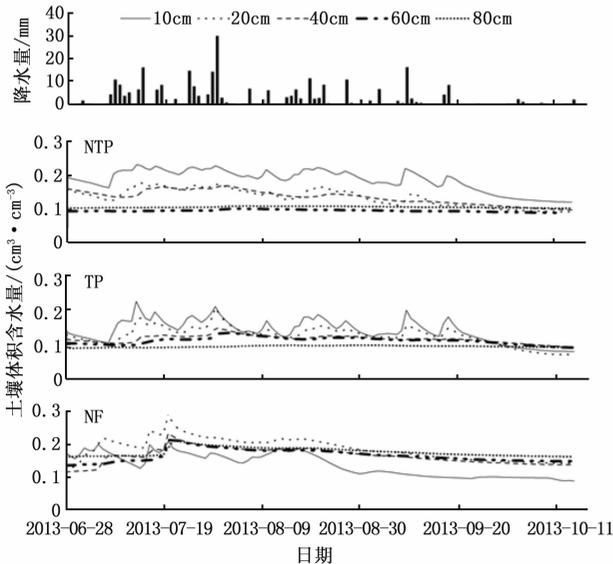


图1 生长季天然林和人工林土壤水分动态变化

图3反映了不同林地生长季土壤水分垂直变化情况。3块林地10 cm处的土壤体积含水量情况为: $\text{NF} < \text{TP} < \text{NTP}$;20~80 cm处的土壤体积含水量的大小情况为: $\text{NF} > \text{TP} > \text{NTP}$ 。20 cm和60 cm处土壤体积含水量NF、TP和NTP差异显著($P < 0.05$);40 cm和80 cm处土壤体积含水量NF和TP、NTP之

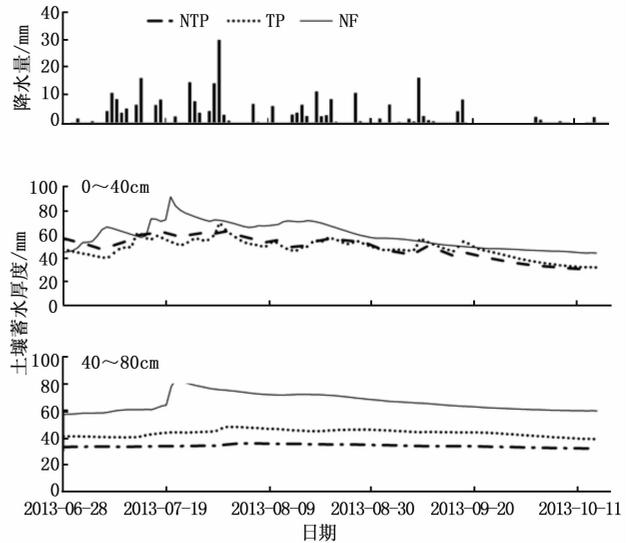


图2 生长季各林地林木非主根系层(0~40 cm)和主根系层(40~80 cm)土壤蓄水厚度的变化

间差异显著,但是TP和NTP差异不显著。在垂直剖面上,NTP、TP土壤体积含水量呈递减的趋势。但是NF表层10 cm处土壤体积含水量最低,20 cm处最高,而其它各层没有显著差异。

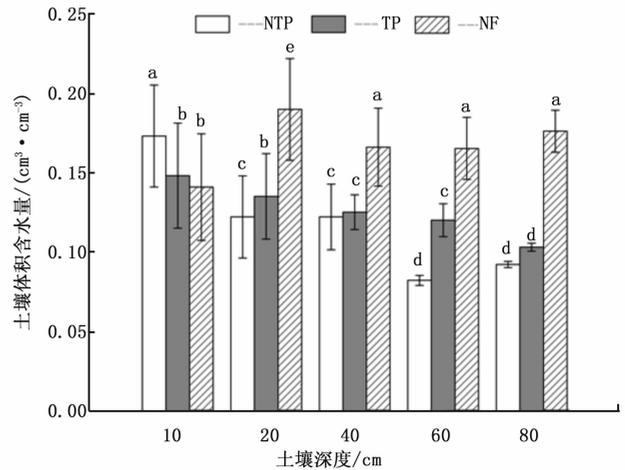


图3 生长季各林地土壤体积分含水量的垂直变化

3 讨论

间伐对祁连山青海云杉人工林地土壤水分有明显的影响。间伐强度为20%的林地表层10 cm处土壤体积含水量相对较低,而深层土壤体积含水量却高于未间伐的人工林。其主要原因是间伐降低了林冠郁闭度,增加了森林地面光照条件,有利于下层植被的生长^[16]。本研究表明间伐强度为20%的林地下草本层生物量是未间伐林地的11倍(表3)。草本层的耗水导致间伐林地表层土壤水分降低。此

外,光照条件也增加了表层土壤的蒸发损失量。而对深层土壤来说,由于间伐降低了林冠郁闭度,增加穿透雨量^[17-19],导致水分入渗深度增加。另一方面,间伐也减小了林分密度从而减少了林木的蒸腾耗水。因此,导致林木根系分布层 60 cm 处的土壤水分增加。然而,未间伐人工林地表层 10 cm 处土壤体积含水量明显高于间伐强度为 20% 的人工林。其原因为未间伐的人工林林冠郁闭度较高,林下苔藓盖度和生物量较高,而苔藓具有很强的吸水 and 保水能力,并能在降水的间期,通过慢慢地向土壤中释放水分,来维持湿润的环境,有效的调节了地表径流和涵养了水源^[20]。本研究中无间伐的人工林林下苔藓盖度和生物量干质量分别为间伐人工林地的 2.5 和 5.2 倍(表 3)。苔藓层的保水导致未间伐林地表层土壤水分增加。

理解根际土壤水分的变化对于预测植被生长变化具有重要的意义^[21-22]。如果土壤水分水平低于物种特有的需水阈值,那么植被将会经历干旱水分胁迫^[23]。本研究中,未间伐人工林由于密度过大深层土壤体积含水量仅占到天然林的 50% 左右,深层土壤可能出现了旱化现象。若以青海云杉天然林地土壤体积含水量作为参照,20% 的间伐强度可以将青海云杉人工林地深层 60 cm 和 80 cm 处的土壤水分提高 12%~22%。马履一等^[24]在抚育对北京山区侧柏人工林土壤水分特性影响的研究中发现,抚育间伐能增加林地持水性和供水性,且效果随抚育强度的增加而有所增加。贾芳等^[25]的研究也表明,抚育间伐可以提高人工林土壤水源涵养功能,并且强度和中度抚育效果差异显著。因此,在人工林植被恢复重建过程中,适当的进行人为抚育间伐可提高林地土壤持水性和水源涵养功能,从而减缓林地土壤水分旱化。但是,由于本研究中没有设置不同的间伐强度的对照试验,为了促进人工林的稳定和可持续发展,今后应加强该区域不同间伐强度对林地土壤水分影响的研究,从而确定出减缓甚至消除该地区人工林林地土壤旱化现象的最佳间伐强度。

4 结论

间伐促进了祁连山青海云杉人工林林下植被的生长同时也对林地土壤水分具有明显的影响。间伐后人工林林下植被的物种数和草本生物量显著高于未间伐的人工林。间伐强度为 20% 的人工林表层土壤含水量相对较低,但深层土壤含水量明显高于

无间伐的人工林。天然林除表层 10 cm 外,其他各层土壤水分均高于人工林。

间伐能够减缓人工林深层土壤水分的旱化。密度较大的青海云杉人工林,在 30 年左右可能会出现深层土壤水分旱化的现象,如若采取间伐措施可以减缓深层土壤旱化现象。

参考文献:

- [1] Vereecken H, Huisman J A, Bogaen H, *et al.* On the value of soil moisture measurements in vadose zone hydrology: a review[J]. *Water Resources Research*, 2008, 44, W00D06, doi: 10.1029/2008WR006829.
- [2] 何其华,何永华,包维楷. 干旱半干旱区山地土壤水分动态变化[J]. *山地学报*, 2003, 21(2): 149-156.
- [3] Simmons M T, Archer S R, Teague W R, *et al.* Tree (*Prosopis glandulosa*) effects on grass growth: An experimental assessment of above-and belowground interactions in a temperate savanna[J]. *Journal of Arid Environments*, 2008, 72(4): 314-325.
- [4] 段 劼,马履一,贾黎明,等. 抚育间伐对侧柏人工林及林下植被生长的影响[J]. *生态学报*, 2010, 30(06): 1431-1441.
- [5] 徐金良,毛玉明,郑成忠,等. 抚育间伐对杉木人工林生长及出材量的影响[J]. *林业科学研究*, 2014, 27(1): 99-107.
- [6] 孙洪刚,张建国,段爱国,等. 杉木密度间伐试验林林分断面积生长效应[J]. *林业科学研究*, 2010, 23(1): 6-12.
- [7] 杨新兵,张伟,张建华,等. 生态抚育对华北落叶松幼龄林枯落物和土壤水文效应的影响[J]. *水土保持学报*, 2010, 24(1): 119-122.
- [8] 盛炜彤. 不同密度杉木人工林林下植被发育与演替的定位研究[J]. *林业科学研究*, 2001, 14(5): 463-471.
- [9] 刘 鹄,赵文智,何志斌,等. 祁连山浅山区不同植被类型土壤水分时间异质性[J]. *生态学报*, 2008, 28(5): 2389-2394.
- [10] 王金叶,田大伦,王彦辉,等. 祁连山林草复合流域土壤水文效应[J]. *水土保持学报*, 2005, 19(03): 144-147.
- [11] 车克钧,傅辉恩,王金叶. 祁连山水源林生态系统结构与功能的研究[J]. *林业科学*, 1998, 34(5): 31-39.
- [12] 王金叶,于澎涛,王彦辉. 森林生态水文过程研究:以甘肃祁连山水源涵养林为例[M]. 北京,科学出版社,2008.
- [13] 闫文德,王金叶,王彦辉,等. 祁连山排露沟流域土壤水分时空分布[J]. *西北林学院学报*, 2006, 21(3): 21-25.
- [14] 党宏忠,赵雨森,陈祥伟,等. 祁连山青海云杉林地土壤水分特征研究[J]. *应用生态学报*, 2004, 15(7): 1148-1152.
- [15] He Z B, Zhao W Z, Liu H, *et al.* Effect of forest on annual water yield in the mountains of an arid inland river basin: a case study in the Pailugou catchment on northwestern China's Qilian Mountains[J]. *Hydrological Processes*, 2012, 26: 613-621.
- [16] Son Y, Lee Y Y, Jun Y C, *et al.* Light availability and understory vegetation four years after thinning in a *Larix leptolepis* plantation of central Korea[J]. *Journal of Forest Research*, 2004, 9(2): 133-139.
- [17] 王爱娟,章文波. 林冠截留降雨研究综述[J]. *水土保持研究*,

2009,16(4):55-59.

- [18] Gomez J A, Giraldez J V, Fereres E. Rainfall interception by olive trees in relation to leaf area[J]. *Agricultural Water Management*, 2001,49:65-76.
- [19] Park H, Hattori S, Kang H O. Seasonal and inter-plot variations of stemflow, throughfall and interception loss in two deciduous broad-leaved forests[J]. *Journal of the Japan Society of Hydrology Water Resources*, 2000,13:17-30.
- [20] 吴玉环,程国栋,高 谦. 苔藓植物的生态功能及在植被恢复与重建中的作用[J]. *中国沙漠*,2003,23(3):9-14.
- [21] Kurc S A, Small E E. Soil moisture variations and ecosystem-scale fluxes of water and carbon in semiarid grassland and shrub land

[J]. *Water Resources Research*, 2007,43(6):1-13.

- [22] Seneviratne S I, Corti T, Davin E L, *et al.* Investigating soil moisture-climate interactions in a changing climate: a review[J]. *Earth-Science Reviews*, 2010,99(3):125-161.
- [23] Lindroth A, Grelle A, Morén A S. Long-term measurements of boreal forest carbon balance reveal large temperature sensitivity[J]. *Global Change Biology*, 1998,4(4):443-450.
- [24] 马履一,翟明普,徐程扬,等. 抚育对北京山区侧柏人工林土壤水分特性的影响[J]. *西南林学院学报*,2005,25(4):64-68.
- [25] 贾 芳,贾忠奎,马履一,等. 抚育间伐对北京山区油松幼龄人工林水源涵养功能的影响[J]. *水土保持学报*,2009,23(6):235-239.

《林业科技通讯》征订征稿启事

经国家新闻出版广电总局批准,2015年《林业实用技术》刊名恢复为《林业科技通讯》。更名后,在原来的基础上,增加研究类及综述类论文篇幅。该刊收录于《中国核心期刊(遴选)数据库》、《中文期刊全文数据库》、《中文核心期刊要目总览》以及万方、维普、台湾华艺数据库。从1992年至2010年为中文核心期刊。入选科技期刊方阵“双效”期刊,荣获第三届梁希林业图书期刊奖。

该刊主要刊登树木育种,造林经营,森林经理,园林园艺,森林保护,生态与环境,珍稀植物与动物,森林采运,木材加工,林产化学,非木制林产品,森林认证、森林价值评估、知识产权保护、林权改革、计算机应用等方面的文章。稿件形式:论文、简报、实验报告、综述等。凡属国家、省级重点及各类基金项目论文及创新成果优先录用。

该刊为月刊,大16开,64页。国内外公开发行。国内统一刊号:CN10—1258/S;国内邮发代号:2—604,国外发行代号:M227。单价:8.50元(本部不受理订刊业务)。电话/传真:010-62889740,投稿网址:www.lysyjs.com.cn,电子信箱:lysyjs9740@sina.com