

阔叶红松林林隙对凋落物碳和氮的影响

周美珩, 段文标*, 陈立新, 景鑫, 龚建美 (东北林业大学林学院, 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要 为了解林隙大小及林隙内位置对凋落物组成的影响, 在伊春市带岭区东北林业大学凉水国家级自然保护区原始阔叶红松林内, 选取3个大小不同的林隙作为试验样地, 并以郁闭林分为对照。在每个林隙的中心点、通过中心点的南北-东西方向到扩展林隙边缘的中点以及对应的郁闭林分取样, 将2012年6~10月在采样点收集的凋落物及时带回室内, 经风干、粉碎后测定其碳、氮含量, 分析林隙大小、林隙内位置及采样时间对凋落物碳、氮的影响。结果表明: 采样时间对凋落物碳、氮均有显著的影响, 凋落物碳、氮含量分别在8月达到谷值和峰值; 林隙大小及不同位置对凋落物碳、氮影响均不显著, 凋落物氮含量表现出中林隙>大林隙>小林隙的趋势, 凋落物碳含量在郁闭林分O点最高; 凋落物氮含量在郁闭林分O点最低。

关键词 阔叶红松林; 林隙; 凋落物; 碳含量; 氮含量

中图分类号 S791.247 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)27-11035-03

Effects of Forest Gaps on Litter Carbon, Nitrogen in Broad-leaved Korean Pine Forest

ZHOU Mei-heng et al (College of Forestry, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

Abstract To understand the effect of gap size and within-gap positions on litter composition, three different size gaps and closed-stand as control were selected in broad-leaved Korean pine forest in Liangshui National Nature Reserve. During June and October, 2010, litter samples on forest floor in each gap and its control were taken and carried back to soil laboratory immediately. After litter samples were processed, total nitrogen, total carbon content were determined. The effect of gap size, within-gap positions and sampling date on litter was analyzed. The results showed that: the influence of the sampling date on litter total nitrogen, carbon content was significant, the former peaked in August, the latter reached the lowest value in August. However the influence of the gap size and within-gap positions on them was not significant, litter nitrogen content showed medium gap > large gap > small gap trend; both highest litter carbon content and lowest litter nitrogen content were found in closed-stand O point.

Key words Broad-leaved Korean pine forest; Gap; Litter; Carbon content; Nitrogen content

阔叶红松林是东北东部地区的地带性森林植被。近年来, 很多学者对东北地区不同森林群落的凋落物及其季节动态, 以及气候、海拔等影响因素进行了调查研究。而林隙作为森林景观动态与结构的基础, 它的产生改变了森林生境的水热以及光照条件, 导致了资源的再分配和微生境的异质性, 是一种广泛存在的干扰现象^[1]。“林隙”的概念最早是由英国植物生态学家 Watt 提出的, 它主要是指在森林群落中由于老龄树种或偶然因素(干旱、火灾等)造成成熟阶段优势树种的死亡而造成林冠层空隙的现象^[2]。凋落物也称为有机碎屑或枯落物, 由地上组分产生并归还到地表, 它是分解者能量和物质的来源, 借以维持生态系统功能的所有有机质的总称^[3]。凋落物是森林生态系统中能量流动和物质循环的一个重要组成部分, 它对土壤肥力、幼苗更新和其他植物的生长等方面都有影响^[4-6]。近年来, 国内外学者主要对林隙小气候^[7-8], 林隙更新动态^[9-10]以及林隙对土壤理化性质的影响进行研究, 然而针对林隙特征对凋落物碳、氮影响的研究相对较少。森林凋落物的能流每年为生物、土壤提供很大一部分能量, 在维持生态平衡、提高土壤肥力^[11-12]等方面发挥了重要作用。该文以小兴安岭阔叶红松林为研究对象, 选择3个不同大小的林隙及郁闭林分, 通过对不同林隙

及郁闭林分的凋落物性质对比分析, 揭示林隙大小及林隙内位置对凋落物组成成分的影响及其随时间变化的动态, 为小兴安岭阔叶红松林生态系统的更新及森林生物多样性的保护提供基础数据和科学依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况 研究区位于我国东北部的黑龙江省伊春市带岭区的东北林业大学凉水国家自然保护区(47°6'49"~47°16'10"N, 128°47'8"~128°57'19"E), 占地面积 12 133 hm², 地处欧亚大陆的东部边缘, 具有明显的温带大陆性季风气候特征: 夏短冬长, 寡照低温。年均气温 -0.3 °C (年均最高气温 7.5 °C, 年均最低气温 -6.6 °C)。全年平均降水日数 120~150 d, 年均降水量 676 mm, 积雪期 130~150 d, 年均相对湿度 78%~96%, 年均蒸发量 805 mm。年日照时数 1 850 h, 日照百分率 43.6%。地带性土壤为暗棕壤, 非地带性土壤为草甸土、沼泽土和泥炭土。地带性植被是以红松(*Pinus koraiensis*)为主的针阔混交林, 属温带针阔叶混交林地带北部亚地带植被, 森林覆盖率达 98%^[13]。

1.2 研究方法

1.2.1 样地选取与样方设置。在凉水国家自然保护区红松阔叶混交林内进行野外踏查和寻找实验样地。综合考虑林隙大小、倒木情况等因素选出大、中、小(以下简称 L、M、S)3 块面积不同的典型红松阔叶混交原始林林隙作为试验样地(样地近似于椭圆)。样地的林窗半球面影像与林隙样地相关特征见图 1 与表 1。

在每个林隙中心点, 用罗盘仪确定东西南北方向, 在林隙内沿东、西、南、北轴方向, 分别在距中心点(M)的中点位置(以下分别用 E、W、S、N 表示)、林隙的中心点(M)以及郁

基金项目 国家自然科学基金项目(31270666); 黑龙江省自然科学基金项目(C201231); 哈尔滨市科技创新人才研究专项(RC2012LX002018); 东北林业大学大学生创新创业计划训练资助项目(201310225085)。

作者简介 周美珩(1990-), 女, 河北卢龙人, 硕士研究生, 研究方向: 水土保持, E-mail: yushouzhou@qq.com。* 通讯作者, 教授, 博士, 从事水土保持和森林气象学的研究, E-mail: dwbiao88@163.com。

收稿日期 2013-08-18

闭林分里的一点(此点的取样方法是在林隙内东西南北轴延伸到郁闭林分的四个方向各取一点 O_1 、 O_2 、 O_3 、 O_4 ,最后把它们混合成一份,以下用 O 表示)组成 6 个采样点。于生长季

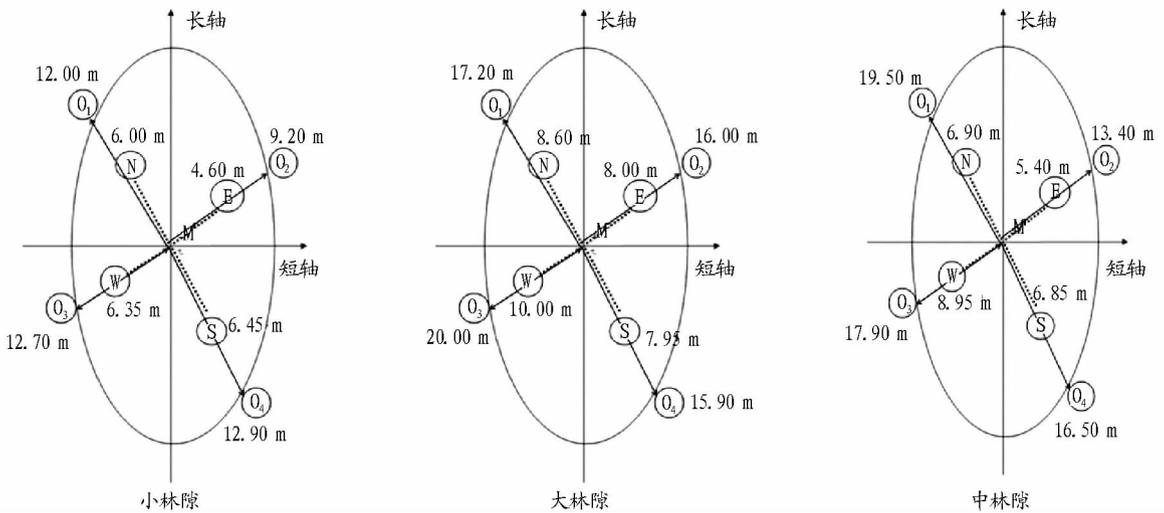
内(2012 年 6~10 月)每月 22~23 日在以采样点为中心,半径为 10 cm 圆内的半分解层中进行凋落物的采集,样点布置如图 2 所示。



图 1 林隙样地林窗半球面影像

表 1 林隙样地基本特征

样地	坡度/(°)	坡向	扩展林隙面积//m ²	坡位	海拔//m	林冠空隙长轴长度//m	林冠空隙短轴长度//m	H/D
小林隙	4	南	228.74	中上部	642	20.0	18.0	1:0.50
中林隙	6	南	812.79	中上部	638	33.6	30.8	1:1.00
大林隙	5	南	1 030.84	中上部	641	37.5	35.0	1:1.51
郁闭林分	-	-	-	-	-	-	-	-



注:图形边界表示扩展林隙边缘。

图 2 样方分布

1.2.2 测定方法。采用重铬酸钾氧化法测定凋落物全碳含量,半微量凯氏法测定凋落物全氮含量^[14]。

2 结果与分析

2.1 林隙大小对凋落物碳含量影响 方差分析表明,林隙大小对凋落物全碳含量影响不显著 $P = 0.926 2 (P > 0.05)$ 。从图 3 可以看出,小、中、大林隙的凋落物碳含量均在 8 月份达到最小值且数值相近,分别为(S:456.73 g/kg, M:457.73 g/kg, L:454.74 g/kg)。小、大林隙凋落物碳含量在 9 月达到峰值,分别为 628.90、552.97 g/kg,中林隙凋落物碳含量在 6 月达到峰值 504.90 g/kg。凋落物全碳含量在小、大、中林隙内随时间的变化均显著但不呈线性关系。方差分析表明,以不同采样时间为变量因子,其对凋落物碳含量影响极显著 P

$= 0.006 5 (P < 0.01)$ 。

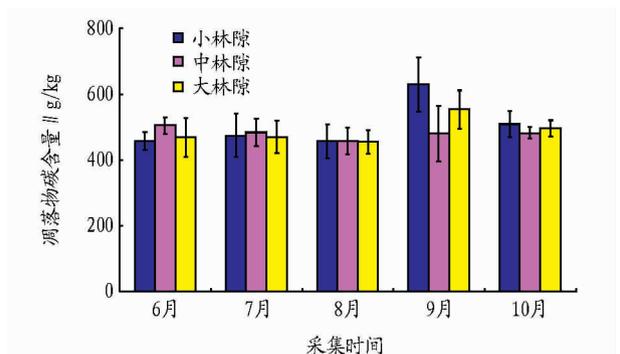


图 3 林隙大小对凋落物碳含量的影响

2.2 林隙内位置对凋落物碳含量的影响 林隙位置对凋落物全碳含量影响不显著 $P=0.1135 (P>0.05)$ 。从图4中可以看出,6~8月郁闭林分位置O点凋落物碳含量均高于其他位置,9~10月林隙内N点凋落物碳含量高于其他位置。除林隙内S点凋落物碳含量在10月份达到峰值518.94 g/kg,其他位置均在9月达到峰值,分别为M:518.23 g/kg、E:575.69 g/kg、W:535.46 g/kg、N:639.48 g/kg、O:581.55 g/kg。凋落物全碳含量在林隙内位置M、E、S以及林隙外的郁闭林分位置O上随时间的变化较显著,而在林隙内位置W、N变化不显著。

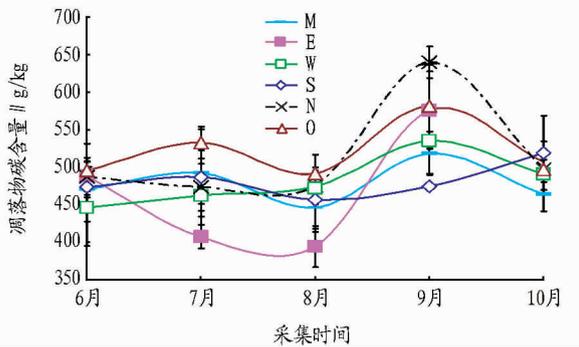


图4 林隙内位置对凋落物碳含量的影响

2.3 林隙大小对凋落物氮含量影响 林隙大小对凋落物氮含量影响不显著 $P=0.1630 (P>0.05)$ 。图5表明,7、8、10月凋落物氮含量均表现出中林隙>大林隙>小林隙的趋势。中、大林隙凋落物氮含量均在8月份达到峰值,分别为22.48 g/kg、22.36 g/kg,小林隙则在9月达峰值24.34 g/kg。小、中林隙在6月份达到最小值,分别为16.60 g/kg、17.52 g/kg,大林隙在7月达到最小值18.08 g/kg。凋落物氮含量在3个林隙中随时间的变化极显著 $P=0.0004 (P<0.01)$ 。

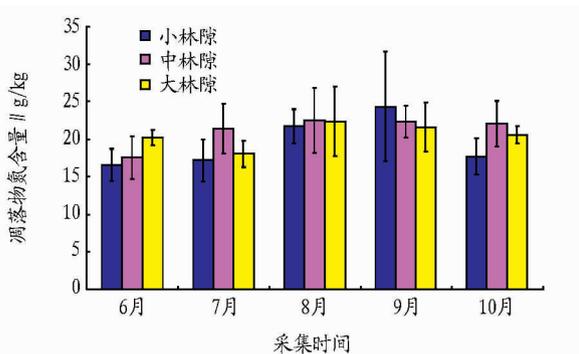


图5 林隙大小对凋落物氮含量的影响

2.4 林隙内位置对凋落物氮含量影响 林隙位置对凋落物全氮含量影响不显著 $P=0.1135 (P>0.05)$ 。图6显示,凋落物氮含量除林隙内位置N点在7月达到最小值18.36 g/kg,其余位置均在6月达最小值,分别为M:17.87 g/kg、E:16.77 g/kg、W:19.14 g/kg、S:18.35 g/kg、O:16.91 g/kg。凋落物氮含量在郁闭林分位置O上随时间的变化最不显著。凋落物氮含量在林隙内5个采样点上随时间的变化显著但不呈明显线性关系,基本表现为先上升后下降的趋势。

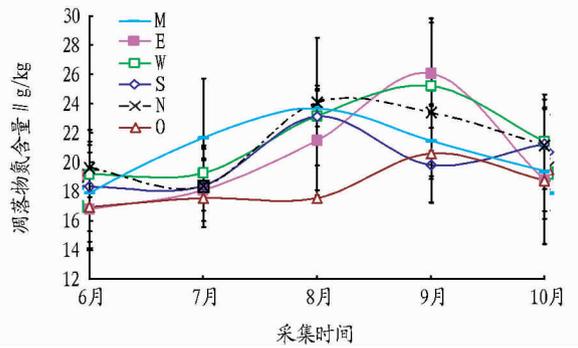


图6 林隙内位置对凋落物氮含量的影响

3 结论与讨论

该文以小兴安岭原始红松混交林林隙凋落物为研究对象,对其生长季6~10月内全碳量、全氮量在不同大小林隙、林隙内不同位置的变化进行研究。得出以下主要结论。

(1)总体上看,采样时间对凋落物碳、氮含量均有显著的影响;林隙的大小及不同位置对凋落物碳、氮含量的影响均不显著。

(2)林隙的大小对凋落物组分的影响:对凋落物氮含量的影响表现出 $M>L>S$ 的趋势。N 主要以有机物形式存在,需经过微生物降解后才能大量释放^[15],因此氮含量变化与林隙内微生物的数量及降雨的淋溶有关;对凋落物碳含量影响表现不明显。

(3)林隙内不同位置对凋落物组分的影响:碳含量在郁闭林分O点最高;氮含量在郁闭林分O点最低。

(4)采样时间对凋落物组分的影响:凋落物碳、氮含量最高值出现在8月份,分析其原因可能是在8月份到达秋季,植株在此时对养分的需求量较小^[16],所以老叶凋落前养分转移量较小,此时温度和湿度也都降低,凋落物的储碳能力增加。

该研究结论并不能单纯地被看作林隙凋落物组分含量变化的主要规律,因为由于试验条件的限制,该项目缺少关于土壤温度、湿度、养分对凋落物的影响以及光照等一系列生理生化指数的研究,期望今后能够加以完善,分析水热状况及地形等环境因子与凋落物碳、氮含量及其碳氮比之间的关系。

参考文献

- [1] CHAZDON R L, PEARCY R W. The importance of sunflecks for forest understorey plants[J]. *Biology Science*, 1991, 41(11): 760-766.
- [2] WATT A S. Pattern and process in the plant community[J]. *Ecology*, 1947, 35: 1-22.
- [3] 王凤友. 森林凋落量研究综述[J]. *生态学进展*, 1989, 6(2): 82-89.
- [4] 高志红, 张万里, 张庆费. 森林凋落物生态功能研究概况及展望[J]. *东北林业大学学报*, 2004, 32(6): 79-81.
- [5] 周存宇. 凋落物在森林生态系统中的作用及其研究进展[J]. *湖北农学院学报*, 2003, 23(2): 140-144.
- [6] 林波, 刘庆, 吴彦. 森林凋落物研究进展[J]. *生态学杂志*, 2004, 23(1): 60-64.
- [7] 张一平, 刘玉洪, 马友鑫, 等. 西双版纳干季晴天次生林林窗气温时空分布特征[J]. *生态学报*, 2001, 21(2): 211-215.
- [8] 刘少冲, 段文标, 钟春艳, 等. 阔叶红松林不同大小林隙土壤温度、水分、养分及微生物动态变化[J]. *水土保持学报*, 2012, 26(5): 78-89.
- [9] 臧润国, 徐化成, 高文韬. 红松阔叶林主要树种对林隙大小及其发育阶段更新反应规律的研究[J]. *林业科学*, 1999, 35(3): 2-9.
- [10] 臧润国. 林隙更新动态研究进展[J]. *生态学杂志*, 1998, 17(2): 50-58.

理后出水即可稳定达到国家标准,达标排放。主体工艺流程见图1。

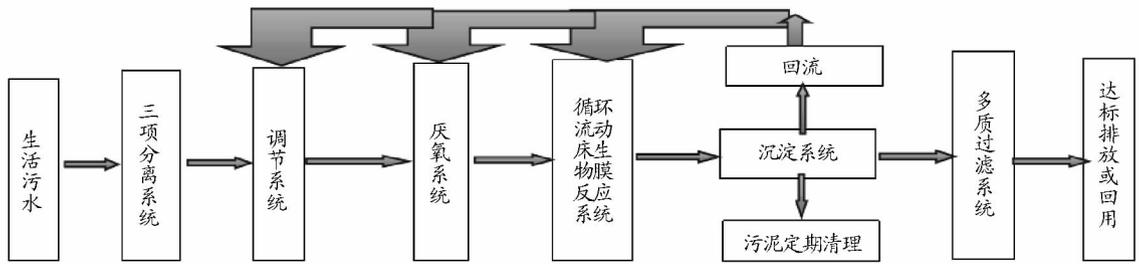


图1 主体工艺流程

3.1 关键技术设备 该工程关键设备为组合式微动力回流高效净化技术处理装置,集一体化设备和太阳能微动力的优点于一身。该技术利用风机曝气产生的负压,使二沉池污泥与水的回流无需动力支持,增加了生化池中 HRT 与 SRT,在节水节电的同时,有效地增加了微生物停留时间,提高污水处理效果。该处理装置使用微电脑控制,全程操作简单,管理方便,运行成本低。

3.2 工程运行情况 该项目 2011 年 9 月竣工,2011 年 10 月进行试运行,2011 年 11 月通过六安市金安区环境保护局的监测验收。由于运转过程中操作方便,且设备均为半自动化控制,故操作人员工作强度较低,易于操作管理,整套处理设施至今已经稳定运行 1 年多,设备运行状况良好,处理出水一直稳定达到中华人民共和国《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准,受到毛坦厂镇政府和当地环保部门好评。

3.3 效益分析 工程总投资 750 万元,其中设备投资 188.46 万元,主体设备寿命 15 年。运行费用较低,人工费为 0.04 元/t,动力费为 0.21/t,废水处理总运行成本为 0.25 元/t。处理后的污水 70% 可回用,约 1 750 t/d,每吨水按 1.50 元计算,一年可为毛坦厂镇政府创造 95.81 万元经济效益。污水经过治理达标排放,可用于农业浇灌或者企业生产。

3.4 环境指标 组合式微动力回流高效净化技术应用前后污水的氨氮浓度分别为 27.5、3.5 mg/L, COD 浓度分别为 691.0、44.2 mg/L。氨氮的年消减总量和消减率分别为 0.021 9 t 和 30%, COD 的年消减总量和消减率分别为 0.590 0 t 和 90%。

4 结语

组合式微动力回流高效净化技术与装置是针对农村污水污染源分散性大、变化系数高、突发性强等特点,攻克了现有一体化污水处理技术及设备存在着设备过多或结构不紧凑等缺点,自主研发的适用于农村污水处理的集成技术,成

功实现了极难处理的生活污水的高效、低成本处理,拓展了生物处理法的应用领域。处理后,污水中的氨氮及悬浮物等污染指标均得到大幅削减,出水水质稳定,污染物浓度均远低于国家《污水综合排放标准》一级标准规定的浓度限制;同时中水可回用,起到节能减排作用,为乡村创造了可观的经济效益及环境效益,受到农户和社会的好评。组合式微动力回流高效净化技术与装置对加快环保事业的稳定发展,促进节能减排起到了很好的示范效应,具有显著的环境、经济和社会效益。

参考文献

- [1] 龚德昌. 农村生活污水处理技术与展望[J]. 绿色大世界·绿色科技, 2009(5): 41-42.
- [2] ZHAO J. Decentralized treatment technique in rural domestic sewage in China[J]. Meteorological and Environmental Research, 2010, 1(8): 88-91, 101.
- [3] ZHANG H L, ZOU J, CHEN X. Engineering study on the treatment of multi-soil-layering system on the rural domestic wastewater in Taihu Basin[J]. Meteorological and Environmental Research, 2010, 1(12): 82-85.
- [4] 白晓龙, 顾卫兵, 沃飞, 等. 农村生活污水处理技术与展望[J]. 农业环境与发展, 2008, 25(6): 59-62.
- [5] 杨利伟, 黄廷林, 周岳溪, 等. 农村分散式污水处理的适宜技术[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(15): 9199-9201.
- [6] 刘超翔, 胡洪营, 张建, 等. 不同深度人工复合生态床处理农村生活污水的比较[J]. 环境科学, 2003, 24(4): 92-96.
- [7] PHILIPPI L S, DE COSTA R H R, SEZERINO P H, et al. Domestic effluent treatment through integrated system of septic tank and root zone[J]. Wat Sci Tech, 1999, 40(3): 125-131.
- [8] 赵艳, 赵英武, 李凤亭. 一体化污水处理设备的应用与发展[J]. 环境保护科学, 2004, 30(5): 16-19.
- [9] 郑亚楠. 淮南市农村污水的处理技术研究[J]. 宁夏农林科技, 2011, 52(10): 79-81.
- [10] 梁薇, 邹丽敏, 沈海新, 等. 太湖流域农村生活污水处理技术及应用实效[J]. 农业灾害研究, 2012, 2(1): 68-70.
- [11] YANG L, YU P L, LAI F Y, et al. Treatment of Domestic Sewage by Channels Constructed Wetland in New Countryside[J]. Agricultural Science & Technology, 2012, 13(4): 857-860, 866.
- [12] 陈浪, 龚道新, 罗杨. 人工湿地处理农村生活污水启动调试研究[J]. 湖南农业科学, 2011(19): 69-71.

(上接第 11037 页)

- [11] SEMWAL R L, MAIKHURI R K. Leaf litter decomposition and nutrient release patterns of six multipurpose tree species of central Himalaya, India[J]. Biomass and Bioenergy, 2003, 24: 3-11.
- [12] 俞益武, 吴家森. 木荷凋落物的归还动态及分解特性[J]. 水土保持学报, 2004, 18(2): 63-65.
- [13] 马建章, 刘传照, 张鹏. 凉水自然保护区研究[M]. 哈尔滨: 东北林业大

学出版社, 1993: 1-150.

- [14] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999.
- [15] 张东来. 帽儿山林区两种主要林分类型凋落物研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2006.
- [16] 李猛, 刘洋, 段文标. 红松阔叶混交林林隙浅层土壤温度的异质性[J]. 生态学杂志, 2013, 32(2): 319-324.