

# 气候变暖对柴达木盆地农作物种植结构的影响

王发科<sup>1</sup>, 苟日多杰<sup>2</sup> (1. 青海省格尔木市气象局, 青海格尔木 816000; 2. 青海省海西州气象局, 青海德令哈 817000)

**摘要** 利用柴达木盆地 1961~2010 年气温、降水资料, 采用统计分析的方法分析了近 50 年来温度和降水量变化特征, 在此基础上探讨了气候变暖对农作物种植结构的影响。结果表明, 近 50 年来柴达木盆地年平均气温呈增加趋势, 倾向率达 0.55℃/10a; 秋、冬季增温较显著, 增温贡献率较大; 近 50 年来≥0℃、≥5℃、≥10℃的积温均呈增加的趋势, ≥0℃、≥5℃、≥10℃的初日呈提前趋势, 终日逐年代呈推迟趋势; 近 50 年来降水量略有增加趋势, 增幅不明显, 夏季降水的增加贡献率较大。柴达木盆地气候变暖, 农作物生长季积温增多, 使农作物生长季延长, 利于农作物种植结构不断优化; 另一方面将造成农业气象灾害、气候异常现象增加, 作物病虫害增多, 农业水分供需矛盾加剧, 对优化农作物种植结构造成不利影响。

**关键词** 气候变暖; 种植结构; 变化特征; 影响; 柴达木盆地

**中图分类号** S161.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)27-181-04

**Effects of Climate Warming on Agricultural Crops Planting Structure in Qaidam Basin**  
**WANG Fa-ke<sup>1</sup>, GOU Riduojie<sup>2</sup>** (1. Geermu Meteorological Bureau of Qinghai Province, Geermu, Qinghai 816000; 2. Haixi Meteorological Bureau of Qinghai Province, Delingha, Qinghai 817000)  
**Abstract** Using temperature and precipitation data of Qaidam Basin during 1961-2010, statistical analysis method was adopted to study the variation features of temperature and rainfall in recent 50 years. On the basis of this, effects of climate warming on agricultural crops planting structure were discussed. The results showed that in recent 50 years, annual average temperature increased, tendency rate reached 0.55℃/10a; temperature increasing in autumn and winter was significant; ≥0℃, ≥5℃, ≥10℃ accumulated temperature increased, the first day advanced, the ending day delayed; precipitation slightly increased, the increase of summer precipitation has a great contribution. Climate warming in Qaidam Basin prolong agricultural crops growing season, which is conducive for crops planting structure optimization; On the other hand, the agricultural meteorological disasters, climate anomalies, crop diseases and insect pests increase, agricultural water supply and demand contradiction, which will be harmful to the optimization of crop planting structure.  
**Key words** Climate warming; Planting structure; Variation characteristics; Influence; Qaidam Basin

柴达木盆地地跨 35°00′~39°20′N、90°16′~99°16′E, 海拔 2 675~3 350 m, 总面积约 2.57×10<sup>5</sup> km<sup>2</sup>, 是我国著名的内陆山间盆地。区域内太阳辐射强、光照充足、光能资源丰富、光温生产潜力大, 光热条件有利于农作物生长和发育, 有德令哈、赛汗乌苏、香日德、诺木洪、格尔木等绿洲农业区, 主要种植春小麦、油菜、豌豆、青稞等农作物, 是青海省最大的绿洲农业基地。受自然环境、人类活动及气候变暖等因素的影响, 区域内农业基础薄弱, 生产力水平相对较低。柴达木盆地既是气候变化敏感区, 又是生态环境脆弱带, 农作物对气候变化的响应较为敏感<sup>[1]</sup>。开展柴达木盆地气候变暖对农作物种植结构的影响研究, 探讨农作物种植结构合理化布局及对策建议, 对提高人们认识气候变暖对农业生产的利弊影响、合理利用气候资源、缓解土地生产压力、改善和保护生态环境、尽早采取有效应对措施、增强农业生产应对气候变化的能力等具有一定的参考和指导意义。笔者在此利用 1961~2010 年柴达木盆地气温、降水资料, 采用统计分析的方法分析了近 50 年来温度和降水量变化特征, 在此基础上探讨了气候变暖对农作物种植结构的影响。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料选取

选取柴达木盆地境内德令哈、格尔木、小灶火、茫崖、大柴旦、诺木洪、都兰、茶卡 8 个站点 1961~2010 年气温、降水资料, 季节划分是以 3~5 月为春季、6~8 月为夏季、9~11 月为秋季、12 月~翌年 2 月为冬季。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 线性趋势方法

线性趋势方法。利用气象要素的时间序列, 以时间为自变量、要素为因变量, 建立一元回归方程<sup>[2]</sup>。设  $y$  为某一气象变量,  $t$  为时间, 建立  $y$  与  $t$  之间的一元线性回归方程:  $y'(t) = b_0 + b_1t$ , 其趋势变化率为:  $\frac{dy'(t)}{dt} = b_1$ , 把  $b_1 \times 10$  称为变化倾向率。趋势方程中系数  $b_1$  的计算式为:  $b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(t_i - \bar{t})}{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}$ 。 $b_1$  值的符号反映上升或下降的变化趋势,  $b_1 < 0$  表示在计算时段内呈下降趋势,  $b_1 > 0$  表示呈上升趋势。 $b_1$  值绝对值的大小可以度量其演变趋势上升、下降的程度。

#### 1.2.2 累积距平

累积距平是一种常用的、由曲线直观判断变化趋势的方法, 同时通过对累积距平曲线的观察, 也可以划分变化的阶段性。对一时间序列  $x$ , 其某一时刻  $t$  的累积距平表示为:  $x_t = \sum_{i=1}^t (x_i - \bar{x})$ , 式中,  $x_i$  为随机变量,  $\bar{x}$  样本平均值。在累积距平曲线变化中, 上升表示累积距平值增加(正距平), 下降则累积距平值减少(负距平)<sup>[3]</sup>。

## 2 柴达木盆地气候变化特征分析

### 2.1 气温变化特征

#### 2.1.1 年代际变化

从 1961~2010 年柴达木盆地逐年平均气温变化曲线(图 1a)可以看出, 50 年来柴达木盆地年平均气温呈正趋势变化, 其倾向率达 0.55℃/10a, 其增加趋势的  $t$  检验达到 0.05 的显著性水平; 年平均气温 20 世纪 60 年代最低, 70 年代起年平均气温逐渐升高, 2001 年以来达到最高

**作者简介** 王发科(1969-), 男, 甘肃渭源人, 高级工程师, 从事农业气象、农业生态等工作。  
**收稿日期** 2015-08-03

值,2001 年以来与 20 世纪 60 年代相比,年平均气温上升了 2.3 ℃。累积距平(图 1b)显示,柴达木盆地气温 20 世纪 60 年代末~80 年代中期呈下降趋势,80 年代中后期开始上升,

一直持续到 2010 年。  
**2.1.2 季节变化。**由图 2 可知,近 50 年柴达木盆地四季气温均呈现上升趋势,其中春、夏季增温趋势较小,倾向率分别

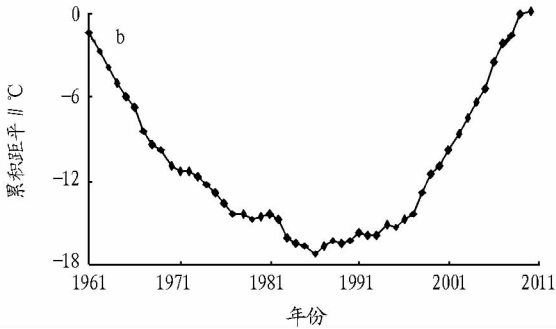
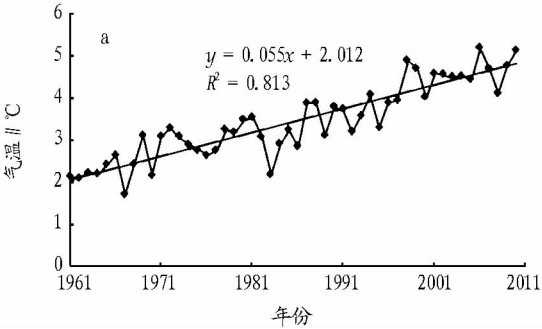


图 1 1961~2010 年柴达木盆地历年平均气温(a)及累积距平(b)变化

为 0.43 和 0.41 ℃/10a;秋、冬季增温较显著,倾向率分别为 0.57 和 0.79 ℃/10a,秋季达到 0.01 的显著水平,冬季达到

0.05 的显著水平。因此,柴达木盆地年平均气温上升秋、冬季增温贡献率较大。

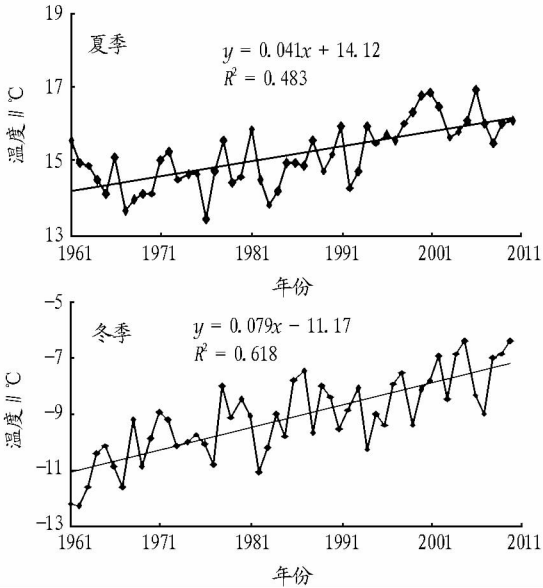
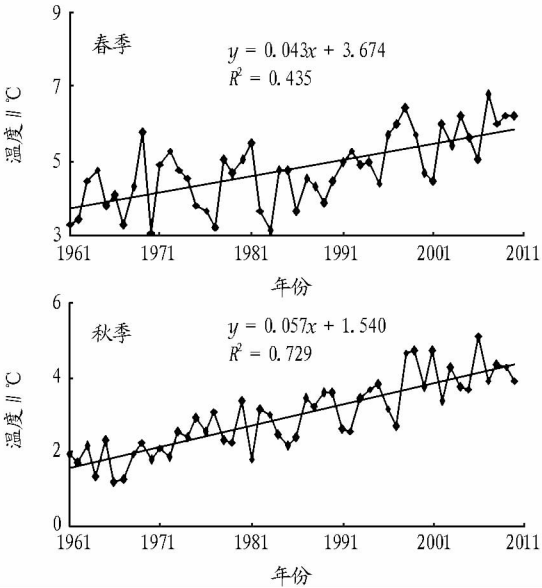


图 2 1961~2010 年柴达木盆地四季平均气温变化

**2.2 ≥0 ℃、≥5 ℃、≥10 ℃积温的变化特征**

**2.2.1 积温年际变化。**从柴达木盆地南缘稳定通过 0 ℃、5 ℃、10 ℃的历年平均积温变化(图 3a)可看出,各界限温度的

积温均呈增加的趋势,倾向率达 10.3~11.1(℃·d)/10a。进一步分析其区域年际变化特点发现,西部和中部各地增加较明显,东部增加较小。

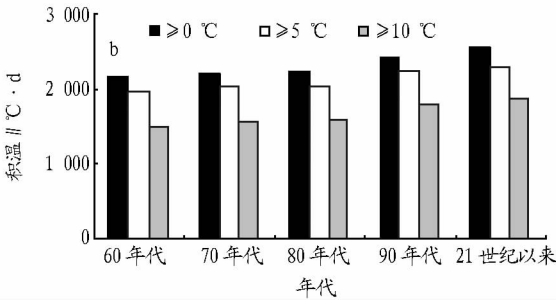
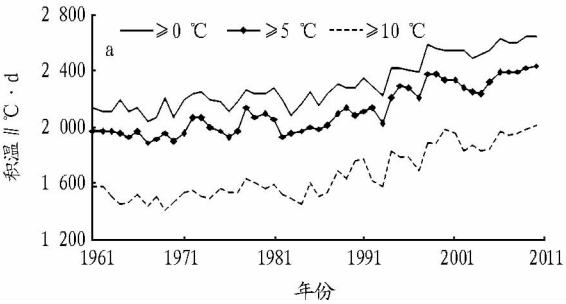


图 3 1961~2010 年柴达木盆地≥0 ℃、≥5 ℃、≥10 ℃积温年际(a)和年代(b)变化

**2.2.2 积温年代变化。**由图 3b 可见,≥0 ℃、≥5 ℃、≥10 ℃的积温随年代呈增加趋势,各界限温度 2001 年以来与 20

世纪 60 年代相比增加 337.1~393.7 ℃·d;各界限温度积温 20 世纪 80 年代增加幅度较小,增加 7.7~24.7 ℃·d,90 年

代增加幅度较大,增加 190.8~223.2℃·d。

**2.2.3 界限温度初日、终日年代变化。**经分析,柴达木盆地 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的初日逐年代呈提前趋势,各年代变化较平稳,提前最多为 8 d,最少为 1 d,2001 年以来与 20 世纪 60 年代相比提前了 8~20 d;终日逐年代呈推迟趋势,各年代推迟日数最多为 6 d,最少为 1 d,2001 年以来与 20 世纪 60 年代相比推迟了 7~14 d。

2.3 降水量变化特征

**2.3.1 年际变化。**从柴达木盆地年降水量特征变化曲线(图 4a)可看出,近 50 年来年降水量呈现出略有增加趋势,但

增幅不明显,未通过 0.05 的显著性检验,其相关性不显著。

20 世纪 60、70 年代降水量以偏少为主,累积距平曲线呈波动式下降状态;80 年代降水偏多,累积距平曲线呈上升趋势,90 年代降水变化趋于平稳,2001 年以后降水又呈现偏多趋势,累积距平曲线上升趋势明显(图 4b)。

**2.3.2 季节变化。**分析四季降水变化(图 5)发现,春、夏、冬季略有增加趋势,秋季略减少。由于柴达木盆地冬、春季降水较少,70% 以上的降水主要集中在夏季,该时期正处于柴达木盆地主汛期,因此,降水量略有增加其夏季降水的增加贡献率较大。

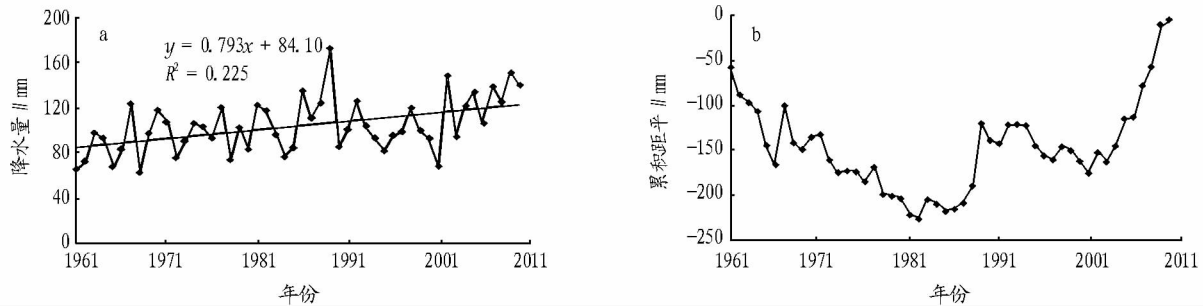


图 4 1961~2010 年柴达木盆地历年平均降水量(a)及累积距平(b)变化

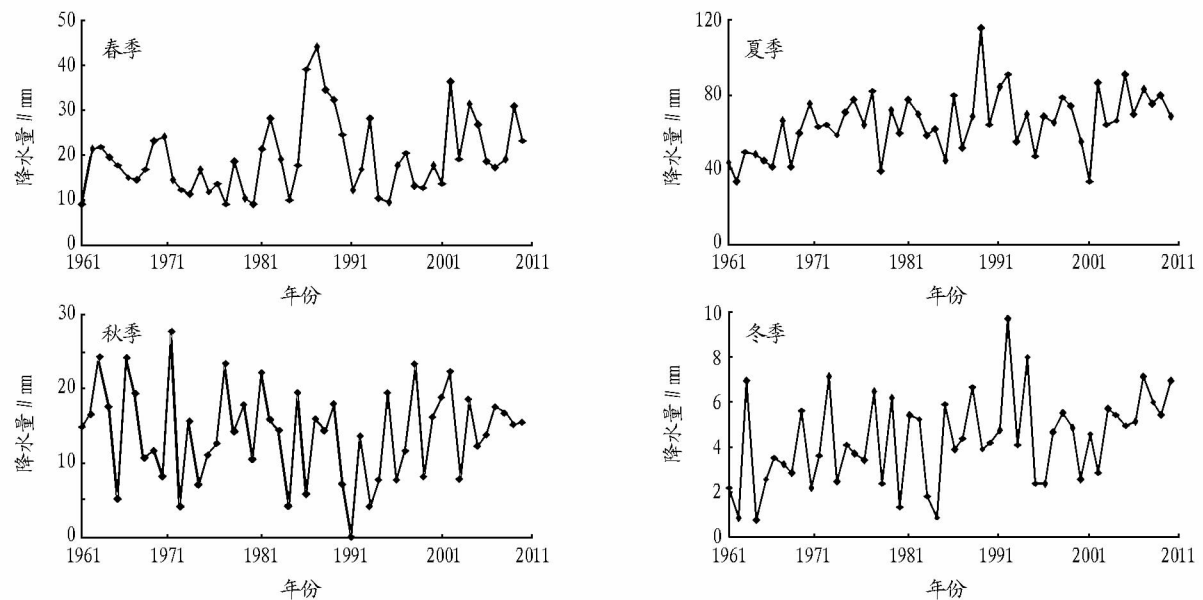


图 5 1961~2010 年柴达木盆地降水量季变化

3 气候变暖对农作物种植结构的影响

柴达木盆地气候变暖,作物生长季积温增多,对调整农作物种植结构、增加产量十分有利。气温升高农作物生长季延长,有利于喜温作物面积扩大和复种指数的提高,农作物种植结构不断优化。另一方面气候变暖将导致局部干旱高温危害严重,农作物晚霜冻危害加大,作物病虫害增多,同时气候变暖促使土壤有机质分解加快,农业成本和投资需求大幅度增加<sup>[4-5]</sup>。

3.1 有利影响

(1)气候变暖,区域内农作物生长季延长,春小麦等农作物播种期提前。2010 年较 20 世纪 60 年代农作物生长季延

长 24 d 左右,农作物播种期提前近 15 d。

(2)气候变暖,区域内农作物种植区域自东向西由高经度向低经度地区延伸,农作物种植面积扩大。农作物播种总面积 20 世纪 90 年代初期约为  $2.2 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,2010 年约为  $2.9 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,扩大幅度达 32%。

(3)气候变暖,区域内农作物生长季热量条件利于油菜、马铃薯、大蒜、枸杞等生长,因此蔬菜、经济类作物、中药材等植物大面积种植或推广,进而造成区域内总播种面积扩大。2010 年与 20 世纪 90 年代末期相比,蔬菜种植面积增加 3.12%、马铃薯种植面积增加 1.1%、油菜种植面积增加 1%、枸杞种植面积净增加  $0.8 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。

3.2 不利影响

(1)柴达木盆地属于干旱、半干旱地区,冬春季降水的增多,可缓解春旱对农业生产的不利影响。但由于全年降水变率大,气温升高,降水增多,将造成农业气象灾害、气候异常现象增加,导致区域内农业生产的不稳定性增加,农作物产量的波动将增大。

(2)气候变暖,春季农作物播种、出苗等发育期提前,农作物晚霜冻危害频次增加。尤其对一些赶季节早播的作物、蔬菜等受到更致命的晚霜冻危害。

(3)气候变暖,特别是冬季气温上升幅度大,将有利于病虫害的越冬、繁殖,造成越冬虫源、菌源基数增加,越冬界限北移,使病虫害对农业生产的危害期延长,危害范围扩大,危害程度加大。

(4)气候变暖使农业水分供需矛盾加剧。柴达木盆地太阳辐射强,气候变暖,热量增加导致土壤的潜在蒸散增大,水资源减少,降水的利用率减小,使农业生产环境恶化,旱地农业和灌溉农业投资和成本将大幅度增加。

4 小结

(1)近 50 年来柴达木盆地年平均气温呈增加趋势,倾向率达 0.55℃/10a。秋、冬季增温较显著,增温贡献率较大。

(2)近 50 年来柴达木盆地≥0℃、≥5℃、≥10℃的积温均呈增加的趋势,西部和中部各地增加较明显,东部增加较小;≥0℃、≥5℃、≥10℃的初日呈提前趋势,提前最多为 8 d,最小为 1 d;终日逐年代呈推迟趋势,推迟日数最多为 6 d,最少为 1 d。

(3)近 50 年来柴达木盆地降水量略有增加趋势,增幅不明显,夏季降水的增加贡献率较大。

(4)柴达木盆地气候变暖,农作物生长季积温增多,使农作物生长季延长,利于农作物种植结构不断优化。另一方面将造成农业气象灾害、气候异常现象增加,作物病虫害增多,农业水分供需矛盾加剧,对优化农作物种植结构造成不利影响。

参考文献

[1] 陈晓光, 李林, 朱西德, 等. 青海省气候变化的区域性差异及其成因研究[J]. 气候变化研究进展, 2009(5): 1-3.  
[2] 魏淑秋. 农业气象统计[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1985: 50-75.  
[3] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 60-70.  
[4] 欧阳海, 郑步忠, 王雪娥, 等. 农业气候学[M]. 北京: 气象出版社, 1990: 154-193.  
[5] 汪青春, 张国胜, 李林, 等. 柴达木盆地近 40a 气候变化及其对农业影响的研究[J]. 干旱气象, 2004, 22(4): 29-33.

(上接第 166 页)

| 表 5 不同皆伐带宽林下天然更新苗木种类、密度、平均高 |         |                       |         |
|-----------------------------|---------|-----------------------|---------|
| 皆伐带宽//m                     | 天然更新树种数 | 密度//株/hm <sup>2</sup> | 平均高//cm |
| 15                          | 5       | 1 822                 | 45.61   |
| 30                          | 5       | 3 333                 | 47.84   |
| 50                          | 7       | 5 667                 | 51.92   |
| 对照                          | 4       | 9 000                 | 29.00   |

4 结论与讨论

(1)长白落叶松人工林带状皆伐后,林下草本植物和灌木种数有所增加,草本密度、盖度和平均高有所增加,灌木的平均高也增加,且均随着皆伐带宽的增大而增多。这是由于皆伐后,没有了上层木的遮挡,光照增加,营养空间增大,促进了草本植物和灌木植物的生长。

(2)带状皆伐后,草本植物和灌木植物的重要值也发生变化,耐阴植物减少,重要值降低(如蹄盖蕨),相反,喜光的草本植物和灌木植物的重要值增加(如繁缕、野苏子、榛子)。带状皆伐后的林分,林地内光照增加后,喜光的草本植物快速生长,数量剧增,其他竞争力弱或耐阴种类数量减少或消失,皆伐后,灌木种类增加,数量增加不大,所以计算结果显示草本植物的多样性和均匀度均低于对照林分,皆伐带宽越大,草本多样性指数和均匀度指数就越低,灌木植物的多样性和均匀度高于对照林分,皆伐带宽越大,灌木植物的多样

性指数和均匀度指数就越高。

(3)长白落叶松人工林按照 3 种不同带宽皆伐后,天然更新树种较对照林分增加,平均高增大,但单位面积株数降低,这是由于生长环境和营养空间的改变,使外来树种容易下种,同时,由于带状皆伐后幼树在早春会发生冻害,热量增高后虫害增加,还有草本植物和幼树间的竞争,都会导致林下更新幼树株数的降低。

(4)建议对长白落叶松人工林进行带状皆伐时,皆伐带宽大于 30 m,出于水土流失和防护等原因,皆伐带宽不要超过 50 m。

参考文献

[1] 王秉术. 落叶松人工林采伐前后下层纸杯的演替[J]. 东北林业大学学报, 1996, 24(5): 82-85.  
[2] 殷鸣放, 周立君, 毕刚蕊, 等. 带状间伐对长白落叶松人工春丽诱导复层林效果评价[J]. 东北林业大学学报, 2013, 41(5): 20-24.  
[3] 马伟. 长白落叶松人工林生态系统碳密度测定与预估[D]. 北京: 北京林业大学, 2012.  
[4] 闵志强. 长白落叶松生物量估测模型研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2010.  
[5] 李春义, 马履一, 王希群, 等. 抚育间伐对北京山区侧柏人工林林下植物多样性的短期影响[J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(3): 60-66.  
[6] 张洪, 宋启亮, 董希斌. 带状皆伐改造对小兴安岭低质林土壤养分的影响[J]. 东北林业大学学报, 2013, 41(6): 33-37.  
[7] 李超, 董希斌, 李芝茹. 大兴安岭低质林不同皆伐改造后枯落物持水性分析[J]. 东北林业大学学报, 2012, 40(4): 92-96.