

DB23

黑龙江省地方标准

DB23/T ××××—××××

兴安落叶松天然林多目标优化经营技术规程

(征求意见稿)

主要起草单位：东北林业大学

联系人：金星姬

联系电话：13946109197

联系邮箱：xingjijin@nefu.edu.cn

××××-××-×× 发布

××××-××-×× 实施

黑龙江省质量技术监督局 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。

本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家林业和草原局提出。

本文件起草单位：东北林业大学

本文件主要起草人：金星姬、李凤日、董利虎、郝元朔、廖恒康

兴安落叶松天然林多目标优化经营技术规程

1 范围

本文件规定了大兴安岭东部地区天然落叶松-白桦混交林多目标经营的定义和术语、主要技术措施、技术指标和经营模式等内容。

本文件适用于大兴安岭东部地区天然落叶松-白桦混交林兼顾碳储量、树种多样性和大树保留指数的多目标经营。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅注日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 15781-2015	森林抚育规程
GB/T 26424-2010	森林资源规划设计调查技术规程
DB23/T 2650—2020	兴安落叶松立木生物量及含碳量计量方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 调整伐

调整伐是指天然林经营中，在将林分调整至稳定结构时调整期内的若干次采伐作业，且在完成最后一次调整伐后，模拟实施该采伐方案后林分的仍能够恢复至伐前状态。

3.2 林分多目标经营优化模型

兼顾立木碳储量、树种多样性、大树保留指数三个经营目标，组合多属性效用函数及惩罚函数构建林分多目标经营方程，基于单木及林分基础模型模拟林分生长并设置合理约束条件，最终利用优化算法确定不同立地下各林分类型的最佳经营模式。

4 林分基础模型

4.1 单木直径生长模型

每5年内单木直径生长量由式（1）-（4）联合计算：

$$d_{inc} = \sqrt{y_{spe} + d^2} - d \quad (1)$$

$$y_{Larch} = \exp(1.858 + 1.150 \times \log(d) - 0.000876 \times d^2 - 0.1197 \times \log(G + 0.001) - 0.1533 \times \frac{BALl}{\log(d+1)} - 0.0207 \times \frac{BALb}{\log(d+1)} - 0.001273 \times Alt - 0.05933 \times North) \quad (2)$$

$$y_{Birch} = \exp(1.829 + 1.059 \log(d) - 0.0006443d^2 - 0.1982 \log(G + 0.001) - 0.1781 \times \frac{BALb}{\log(d+1)} - 0.0775 \times \frac{BALl}{\log(d+1)} - 0.000735Alt - 0.01397North - 0.007461Slo) \quad (3)$$

$$North = \cos(6.28Asp/360) \times \log(Slo + 1.0) \quad (4)$$

式中：

d_{inc} ——每 5 年单木直径生长量 (cm/5a)；

y_{spe} ——用于计算直径生长量的中间变量，下角标 spe 用于区分不同树种，Larch 为落叶松，Birch 为白桦；

d ——胸径 (cm)；

G ——林分断面积 (m²/hm²)；

$BALl$ ——大于对象木的落叶松断面积和 (m²/hm²)；

$BALb$ ——大于对象木的白桦断面积和 (m²/hm²)；

Alt ——海拔 (m)；

Slo ——坡度 (°)；

Asp ——坡向 (°)；

$North$ ——北向因子，用于量化样地坡向偏北的程度。

4.2 单木存活模型

每 5 年内单木存活模率由式 (5) - (7) 联合计算：

$$S_{Larch} = \frac{1}{1 + \exp[-(3.309774 + 0.873143\log(d) - 0.097401d - \frac{0.228494BALl}{\log(d+1)} - \frac{0.183848BALb}{\log(d+1)} - 0.074228East + 0.004065Soil)]} \quad (5)$$

$$S_{Birch} = \frac{1}{1 + \exp[-(2.31786 + 2.43299\log(d) - 0.26380d - \frac{0.29815BALl}{\log(d+1)} - \frac{0.48776BALb}{\log(d+1)})]} \quad (6)$$

$$East = \sin(6.28Asp/360) \times \log(Slo + 1.0) \quad (7)$$

式中：

S_{spe} ——每 5 年内单木年存活率，下角标 spe 用于区分不同树种，Larch 为落叶松，Birch 为白桦；

d ——胸径 (cm)；

$BALl$ ——大于对象木的落叶松断面积和 (m²/hm²)；

$BALb$ ——大于对象木的白桦断面积和 (m²/hm²)；

Alt ——海拔 (m)；

Slo ——坡度 (°)；

Asp ——为坡向 (°)；

$Soil$ ——土壤厚度 (cm)；

$East$ ——东向因子，用于量化样地坡向偏东的程度。

4.3 进界木模型

每 5 年内进界木数量由式 (8) - (12) 联合计算:

$$N_{ingrowth} = Count_{spe} \times (1 - Zero_{spe}) \quad (8)$$

$$Count_{Larch} = \exp(-2.0499444 - 1.1742093 \log(G + 0.001) + 0.7736643 \log(F + 0.001) + 0.2176320 \log(fLarch + 1) - 0.0006481 Alt) \quad (9)$$

$$Zero_{Larch} = 1 / (1 + \exp(-(-1.51941 - 0.24188 \log(fLarch)))) \quad (10)$$

$$Count_{Birch} = \exp(3.37380 - 1.21498 \log(G + 0.001) + 0.03336 \log(F + 0.001) + 0.12144 \log(fBirch + 1)) \quad (11)$$

$$Zero_{Birch} = 1 / (1 + \exp(-(-7.7474122 + 0.4427354 \log(G) - 1.0294170 \log(gBirch) + 0.3272635 \log(fBirch + 1) + 0.0035492 Alt))) \quad (12)$$

式中:

$N_{ingrowth}$ ——进界木数量;

$Count_{spe}$ ——进界木模型的计数部分, 下角标 spe 用于区分不同树种, Larch 为落叶松, Birch 为白桦;

$Zero_{spe}$ ——进界木为零的概率, 下角标 spe 用于区分不同树种, Larch 为落叶松, Birch 为白桦;

F ——样地内林木株数对应的公顷株数 (N/hm^2);

$fLarch$ ——样地内落叶松株数对应的公顷株数 (N/hm^2);

$fBirch$ ——样地内白桦株数对应的公顷株数 (N/hm^2);

G ——林分断面积 (m^2/hm^2);

Alt ——海拔高度 (m)。

5 兴安落叶松天然林多目标优化经营方程

利用林分基础模型进行经营模拟, 各材种径阶划分按 GB/T26424-2010 中的 5.7.7 执行。碳储量的计算按 DB23/T 2650—2020 中的 6 执行。利用多属性效用函数构建多目标经营方程, 目标方程的具体形式如下:

$$MOF = 0.333 \left(\frac{CS - CS_{min}}{CS_{max} - CS_{min}} \right) + 0.333 \left(\frac{Simpson - Simpson_{min}}{Simpson_{max} - Simpson_{min}} \right) + 0.333 \left(\frac{LT - LT_{min}}{LT_{max} - LT_{min}} \right) \quad (13)$$

式中:

CS ——经营期内的林分碳储量 (t/hm^2);

$Simpson$ ——经营期内的辛普森优势度;

LT ——经营期内的大树保留指数;

CS_{max} 和 CS_{min} —— CS 的最大值和最小值;

$Simpson_{max}$ 和 $Simpson_{min}$ —— $Simpson$ 的最大值和最小值;

LT_{max} 和 LT_{min} —— LT 的最大值和最小值。

其中, 辛普森优势度由式 (14) 计算, 大树保留指数由式 (15) - (17) 联合计算:

$$Simpson \text{ Dominance Index} = 2 \times \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^2 s_i^2}{N^2} \right) \quad (14)$$

$$LT = \sum_{i=1}^{N_{trees}} w_i n_i \quad (15)$$

$$w_i = \begin{cases} 0, & d_i \leq 20 \\ \frac{d_i - 20}{50 - 20}, & d_i > 20 \end{cases} \quad (16)$$

$$n_i = 10000/A \quad (17)$$

式中:

s_i ——样地内的树种 i ($i = 1, 2$) 的林木株数, 即落叶松和白桦的株数;

N ——样地内林木总株数 (N/hm^2);

LT ——大树保留指数;

N_{trees} ——样地内的林木株数 (N);

w_i ——树木 i 的权重;

n_i ——树木 i 代表的林木公顷株数 (N/hm^2);

d_i ——树木 i 的胸径 (cm);

A ——样地面积 (m^2)。

6 主要经营措施

6.1 抚育采伐

6.1.1 生长伐

按照 GB/T 15781-2015 中的 7.3 执行。

6.1.2 卫生伐

按照 GB/T 15781-2015 中的 7.4 执行。

6.2 经营作业

林分调整期内 5 次调整伐 (择伐) 作业标准:

第 1 次调整伐

阴坡林分调整伐间隔期 30 年, 择伐总蓄积强度 10%, 其中落叶松择伐强度 5%, 白桦择伐强度 $\leq 20\%$, 最低保留株数 1100 株/ hm^2 , 落叶松 ≥ 600 株/ hm^2 , 白桦 ≥ 500 株/ hm^2 ;

半阴半阳坡林分调整伐间隔期 50 年, 择伐总蓄积强度 5%, 其中落叶松择伐强度 5%, 白桦择伐强度 $< 5\%$ 或完全保留, 最低保留株数 800 株/ hm^2 , 落叶松 ≥ 450 株/ hm^2 , 白桦 ≥ 350 株/ hm^2 ;

阳坡林分择伐间隔期 50 年, 择伐总蓄积强度 5%, 其中落叶松择伐强度 5%, 白桦择伐强度 5%, 最低保留株数 900 株/ hm^2 , 落叶松 ≥ 500 株/ hm^2 , 白桦 ≥ 400 株/ hm^2 。

第 2 次调整伐

阴坡林分调整伐间隔期 45 年, 择伐总蓄积强度 5%, 其中落叶松全部保留, 白桦择伐强度 $\leq 10\%$, 最低保留株数 1000 株/ hm^2 , 落叶松 ≥ 600 株/ hm^2 , 白桦 ≥ 400 株/ hm^2 ;

半阴半阳坡林分调整伐间隔期 15 年, 择伐总蓄积强度 10%, 其中落叶松择伐强度 5%, 白桦择伐强度 $\leq 15\%$, 最低保留株数 750 株/ hm^2 , 落叶松 ≥ 450 株/ hm^2 , 白桦 ≥ 300 株/ hm^2 ;

阳坡林分择伐间隔期 50 年, 择伐总蓄积强度 5%, 其中落叶松择伐强度 5%, 白桦择伐强度 5%, 最低保留株数 750 株/ hm^2 , 落叶松 ≥ 400 株/ hm^2 , 白桦 ≥ 350 株/ hm^2 。

第 3 次调整伐

阴坡林分调整伐间隔期 50 年，择伐总蓄积强度 5%，其中落叶松择伐强度 5%，白桦择伐强度 5%，最低保留株数 750 株/hm²，落叶松≥400 株/hm²，白桦≥350 株/hm²；

半阴半阳坡林分调整伐间隔期 40 年，择伐总蓄积强度 15%，其中落叶松择伐强度 10%，白桦择伐强度≤20%，最低保留株数 450 株/hm²，落叶松≥250 株/hm²，白桦≥200 株/hm²；

阳坡林分择伐间隔期 50 年，择伐总蓄积强度 5%，其中落叶松择伐强度 5%，白桦择伐强度 10%，最低保留株数 650 株/hm²，落叶松≥350 株/hm²，白桦≥300 株/hm²。

第 4 次调整伐

阴坡林分调整伐间隔期 50 年，择伐总蓄积强度≤10%，其中落叶松择伐强度≤8%，白桦择伐强度 5%，最低保留株数 800 株/hm²，落叶松≥400 株/hm²，白桦≥400 株/hm²；

半阴半阳坡林分调整伐间隔期 20 年，择伐总蓄积强度 10%，其中落叶松择伐强度 5%，白桦择伐强度≤30%，最低保留株数 450 株/hm²，落叶松≥250 株/hm²，白桦≥200 株/hm²；

阳坡林分择伐间隔期 40 年，择伐总蓄积强度 10%，其中落叶松择伐强度 10%，白桦择伐强度≤20%，最低保留株数 600 株/hm²，落叶松≥250 株/hm²，白桦≥350 株/hm²。

第 5 次调整伐

阴坡林分调整伐间隔期 30 年，择伐总蓄积强度 5%，其中落叶松择伐强度 5%，白桦择伐强度≤10%，最低保留株数 850 株/hm²，落叶松≥350 株/hm²，白桦≥500 株/hm²；

半阴半阳坡林分调整伐间隔期 25 年，择伐总蓄积强度 10%，其中落叶松择伐强度 10%，白桦择伐强度≤20%，最低保留株数 550 株/hm²，落叶松≥250 株/hm²，白桦≥300 株/hm²；

阳坡林分择伐间隔期 25 年，择伐总蓄积强度≤20%，其中落叶松择伐强度≤15%，白桦择伐强度≤30%，最低保留株数 600 株/hm²，落叶松≥250 株/hm²，白桦≥350 株/hm²。

完成以上调整伐后，回归年即择伐周期和强度按第 5 次调整伐实施。

6.3 作业设计

包括编制兴安落叶松林和白桦天然次生林多目标经营作业设计和抚育间伐设计。

6.4 森林防火和病虫害防治

设置防火隔离带，防止森林火灾。

7 生产档案

建立完整的调整伐技术档案和电子数据文档。按照标准 GB/T 15781-2015 中 11 的规定和标准 DB23/T 1444-2011 中 8.4 的规定执行。