

DB23

黑龙江省地方标准

DB23/T XXXX—XXXX

红松人工林多目标优化经营技术规程

（征求意见稿）

起草单位：东北林业大学

联系人：金星姬

电话：13946109197

邮箱：xingjijin@nefu.edu.cn

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

黑龙江省市场监督管理局 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》的规定起草。

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。

本文件由黑龙江省林业和草原局提出。

本文件起草单位：东北林业大学、黑龙江省自然资源权益调查监测院、东宁市朝阳沟林场、黑龙江省濒危野生动物救护繁育中心宾西示范林场和尚志国有林场管理局。

本文件主要起草人：金星姬、李凤日、董利虎、胡媛秋、于晓杰、芦海涛、蔡晓楼、韩金胜、陈春伟、徐颖、孙钰森、杜晓云。

红松人工林多目标优化经营技术规程

1 范围

本文件规定了红松人工林多目标优化经营的术语和定义、林分基础模型、培育指标、多目标经营方
程、主要技术措施和生产档案。
本文件适用于红松人工林多目标优化经营。

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 15776-2016 造林技术规程
- 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
- LY/T 1646-2005 森林采伐作业规程
- DB23/T 1786-2016 红松果材兼用林定向培育技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

红松人工林多目标经营模型

兼顾净现值、大径材产量和球果产量三个经营目标，组合林分基础模型、经营方程和优化算法所建
立的红松人工林多目标经营模型可有效确定多目标下的林分最佳经营模式。

4 林分基础模型

4.1 地位指数模型

地位指数的计算见式（1）

$$SI = 40.30 \times \left(\frac{H_1}{40.30}\right)^{\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{0.91}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- T_1 ——林分年龄（a）；
- H_1 —— T_1 时林分优势木平均高（m）；
- T_2 ——基准年龄 40（a）；
- SI ——林分地位指数（m）。

4.2 自稀疏模型

林分最大公顷株数和断面积的计算见式（2）和（3）

$$N_{max} = e^{(10.6280 - 1.4171\ln(D_g) + 0.3030\ln(SI))} \dots\dots\dots (2)$$

$$G_{\max} = e^{(0.9750+0.5270\ln(D_g)+0.4290\ln(SI))} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$N_{\max}$ ——公顷最大株数 (n/hm²);
 $G_{\max}$ ——公顷最大断面积 (m²/hm²);
 D_g ——林分平均胸径 (cm);
 SI ——林分地位指数 (m)。

4.3 单木直径生长与存活模型

单木年直径生长与存活率的计算见式 (4) 和 (5)

$$D_i = e^{(0.5630+0.5280\ln(d)-0.0002d^2-0.9230\ln(G)-0.2300\ln(BAL+1)+0.0600SI)} \dots\dots\dots (4)$$

$$S = \frac{1}{1+e^{\left[-\left(0.5230+2.960\ln(d)-0.3500\left(\frac{d}{10}\right)^2-0.5300\ln(BAL+1)+0.0450SI\right)\right]}} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

D_i ——年直径生长量 (cm/a);
 S ——年存活概率;
 d ——林木胸径 (cm);
 G ——林分每公顷断面积 (m²/hm²);
 BAL ——林分每公顷大于对象木的断面积和 (m²/hm²);
 SI ——林分地位指数 (m)。

4.4 树高方程

单木树高的计算见式 (6)

$$h = 1.3 + (9.6450 + 0.4750H_{dom})e^{\left[\frac{-(9.110-0.1990H_{dom})}{d}\right]} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

h ——林木树高 (m);
 d ——林木胸径 (cm);
 H_{dom} ——林分优势平均高 (m)。

4.5 单木材积方程

单木材积由削度方程 (7) 组合平均断面积区分求积式 (8) 计算

$$d_i = 0.9691D^{0.9774}H^{0.0437}X^{0.5938q^4-0.5373\left(\frac{1}{D}\right)+0.3845X^{0.1}+0.8906\left(\frac{1}{D}\right)+0.0103H^Q-0.0282X} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

d_i ——为离地 h_i 高处的带皮直径 (cm);
 D ——带皮林木胸径 (cm);
 H ——总树高 (m);
 q —— h_i/H ;
 t —— $1.3/H$;
 X —— $(1 - q^{\frac{1}{3}})/(1 - t^{\frac{1}{3}})$;
 Q —— $(1 - q^{\frac{1}{3}})$ 。

$$V = \left(\frac{1}{2}(g_0 + g_n) + \sum_{i=1}^{n-1} g_i\right)l + \frac{1}{3}g_n l' \dots\dots\dots (8)$$

式中:

g_0 ——伐根处断面积 (m²);
 g_n ——梢底处断面积 (m²);
 g_i ——第 i 区分段断面积 (m²);
 l ——区分段长度 (取 0.1m);
 l' ——梢头长度 (m);
 n ——区分段个数。

4.6 松塔产量方程

球果产量的计算见式（9）和（10）

$$CP = \frac{1}{1+e^{\left[-\left(4.0406-\frac{74.4380}{(d+5)}-0.2123\log(G)-0.9971\right)\right]}} \dots\dots\dots (9)$$
$$CN = e^{\left(2.0945-\frac{23.3676}{(d+5)}+0.0991SI-0.0507\log(G)-\frac{0.01821BAL}{\log(d+1)}-0.7082\right)} \dots\dots\dots (10)$$

式中：
CP——单木结实概率；
CN——单木结实个数；
d——林木胸径（cm）；
G——林分每公顷断面积（m²/hm²）；
BAL——林分每公顷大于对象木的断面积和（m²/hm²）；
SI——林分地位指数（m）。

5 粒子群优化算法

粒子群优化算法的计算公式（11）和（12）。

$$x_i^{updated} = x_i + v_i \dots\dots\dots (11)$$
$$v_i^{updated} = \omega v_i + c_1r_1(x_i^b - x_i) + c_2r_2(x^g - x_i) \dots\dots\dots (12)$$

式中：
 $x_i^{updated}$ ——更新后粒子位置；
 x_i ——当前粒子位置；
 v_i ——当前粒子速度；
 $v_i^{updated}$ ——更新后粒子速度；
 ω ——惯性权重；
 c_1 ——学习因子；
 c_2 ——学习因子；
 r_1 ——均匀分布于[0，1]之间的随机数；
 r_2 ——均匀分布于[0，1]之间的随机数；
 x_i^b ——个体极值；
 x^g ——全局极值。

6 培育指标

6.1 造林成活率和保存率

造林当年成活率≥90%，造林三年后保存率≥85%。

6.2 成林后林木质量

主伐时，林分 90%以上林木干形通直、无病腐、无裂口、无折损，大径材蓄积量占比≥80%。

7 多目标经营方程

利用林分基础模型进行经营模拟，各材种径阶划分按 GB/T 26424-2010 中的 5.7.7 的规定执行；计算多目标经营方程并优化得出最佳经营模式。其中，多目标经营方程是利用多属性效用函数构建见式（13）。

$$MOF = 0.5 \left(\frac{NPV}{NPV_{max}} \right) + 0.25 \left(\frac{LP}{LP_{max}} \right) + 0.25 \left(\frac{Cone}{Cone_{max}} \right) \dots\dots\dots (13)$$

式中：
NPV——轮伐期内的净现值（元）；
LP——轮伐期内的年均大径原木收获量（m³/hm²）；
Cone——轮伐期内的球果产量(个/hm²/a)；
NPV_{max}——NPV 最大值（元）。
LP_{max}——LP 最大值（m³/hm²）；

$Cone_{max}$ —— $Cone$ 最大值;

其中, LP 和 C 由林分基础模型推算, NPV 由公式 (14) 计算

$$NPV = \sum_{t=1}^R \frac{I_t - C_t}{(1+i)^t} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

NPV ——净现值 (元);

t ——经营期 (a);

I_t ——经营期 t 内的收入 (元);

C_t ——经营期 t 内的支出 (元);

i ——贴现率 (本标准中 $i=3\%$);

R ——轮伐期, 即主伐年龄 (a)。

8 主要技术措施

8.1 立地划分

按照GB/T 15776-2016中的9.1.3的规定执行。

8.2 苗木选择

按照GB/T 15776-2016中的8.3的规定执行。

8.3 整地

按 GB/T 15776-2016 中的 10.3 的规定执行。

整地宜在造林前一年秋季的 9、10 月份进行, 对于土壤疏松肥沃的采伐迹地和冬春干旱严重的地块, 亦可在春季随整随造。

8.4 造林

8.4.1 密度

按照GB/T 15776-2016中的9.3的规定执行。

8.4.2 补植

当年造林成活率<90%时, 应在翌年春季采用同龄苗进行补植。

8.5 幼林抚育

8.5.1 抚育次数

造林后连续 3 年进行幼林抚育, 按照 2-2-1 的抚育方式进行。

8.5.2 抚育方式

造林当年和第 2 年, 第 1 次采用扩穴除草的方式, 第 2 次采用全面割灌草的方式, 造林后第 3 年采用全面割灌草的方式, 灌草覆盖于穴面。

8.6 抚育采伐

抚育采伐次数、时间、保留株数、采伐强度等按附录A操作。抚育采伐其他技术要求按LY/T 1646-2005中的6.2、GB/T 15781-2015中的6和7的规定执行。

8.7 主伐

主伐时间按附录 A 操作。主伐作业的其他技术要求按 LY/T 1646-2005 中的 6.1 的规定执行。

9 生产档案

应建立生产档案，内容包括：林分基础模型、粒子群优化算法、培育指标(包括造林成活率和保存率、成林后林木质量)、多目标经营方程、主要技术措施（包括立地划分、苗木选择、整地）、造林作业设计、抚育采伐设计、主伐作业设计等。

附 录 A
(规范性)
红松人工林多目标经营模式

A.1 红松人工林多目标经营模式见表 A.1。

表A.1 红松人工林多目标经营模式

地位指数 (m)	第一次采伐			第二次采伐			第三次采伐			第四次采伐			主伐			
	林龄 (a)	保留株数 (n/hm ²)	蓄积强度	林龄 (a)	保留株数 (n/hm ²)	蓄积强度	林龄 (a)	保留株数 (n/hm ²)	蓄积强度	林龄 (a)	保留株数 (n/hm ²)	蓄积强度	年龄 (a)	总蓄积量 (m ³ /hm ²)	大径材蓄积 (m ³ /hm ²)	年均松塔产量 (个/hm ² /a)
造林密度 2500 n/hm ²																
12	21	1300	≤18%	33	900	≤17%	45	640	≤18%	60	420	≤20%	99	660	560	1250
14	20	1350	≤18%	32	950	≤16%	45	660	≤18%	57	450	≤20%	94	730	650	1560
16	19	1400	≤16%	30	1000	≤16%	44	680	≤17%	55	500	≤19%	90	800	680	1980
造林密度 3300 n/hm ²																
12	18	1600	≤20%	33	920	≤19%	47	600	≤18%	65	400	≤20%	105	710	630	1280
14	17	1650	≤20%	31	1000	≤19%	45	650	≤18%	62	450	≤18%	97	750	650	1609
16	16	1700	≤19%	29	1100	≤19%	45	700	≤19%	60	500	≤19%	95	850	720	2100