



Optimized Technical  
Model for Regulation of Structure  
and Function of Low-quality Forests

# 低质林结构与功能 调控优化技术模式



董希斌 李 勇 张 洪 著  
张会儒 宋启亮



科学出版社

# 低质林结构与功能调控 优化技术模式

董希斌 李 勇 张 泱 著  
张会儒 宋启亮

科 学 出 版 社

北 京

## 内 容 简 介

本书系统介绍了低质林的概念、成因及低质林评判标准与分类,低质林改造原则、方法及效益;对大小兴安岭林区针阔混交低质林、阔叶混交低质林、蒙古栎低质林、白桦低质林进行了不同带宽、不同面积林窗和不同强度择伐的诱导改造,分析了低质林改造对生物多样性、水源涵养、土壤理化性质、土壤呼吸、林地植被等方面的影响;提出了大小兴安岭低质林林分评定及类型划分、低质林生态功能评价与恢复、低质林诱导改造复壮与立体化经营等一系列技术;筛选出4种适用于大小兴安岭不同类型低质林结构与功能调控优化的可持续经营模式。

### 图书在版编目(CIP)数据

低质林结构与功能调控优化技术模式/董希斌等著. —北京:科学出版社, 2014.

ISBN 978-7-03-042876-9

I. ①低… II. ①董… III. ①林分组成—研究 IV. ①S718.45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 308465 号

责任编辑:任锋娟 朱大益 / 责任校对:马英菊

责任印制:吕春珉 / 封面设计:艺和天下

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2014年12月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2014年12月第一次印刷 印张:25 1/4

字数:509 000

定价:106.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135741

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

# 前 言

大小兴安岭经过多年的高强度开发和森林自然灾害,原始森林日渐减少,形成了大量的低质林,其林木产量低、质量下降,森林的整体生态功能急剧退化;森林结构失衡,生物多样性减少,土壤侵蚀加剧,水土流失严重,旱涝、火灾、病虫害等自然灾害频繁发生,林地生产能力明显降低等,直接威胁着国土生态安全以及森林的可持续发展。为了满足森林可持续经营、森林生态安全的需要,以恢复近自然林为目标,变低效为高效,改劣质为优质,提高森林资源的质量,提高森林资源经营管理水平,急需进行低质林结构和功能的优化。因此,在国家林业公益性行业科研专项“大小兴安岭低质林结构与功能优化技术研究”、国家“十二五”科技支撑子项目“大兴安岭低质林低效林的多功能经营技术”和黑龙江省攻关“低质林结构与功能优化调控技术与示范”三个课题的资助下,笔者撰写了《低质林结构与功能调控优化技术模式》一书。

本书系统介绍了大小兴安岭低质林的产生过程。在分析低质林主要特征和形成原因的基础上,对针阔混交低质林、阔叶混交低质林、蒙古栎低质林、白桦低质林进行了不同带宽、不同面积林窗和不同强度择伐的诱导改造,在改造林地上进行了人工更新、天然更新和人工促进天然更新等不同形式的调控;开展了低质林林分树种结构、水平结构、垂直结构、生物多样性、林冠降水截留量、枯枝落叶层量及枯落物持水性能、土壤理化性质、土壤呼吸等一系列研究;解决了低质林林分评定及类型划分、低质林生态功能评价与恢复、低质林诱导改造复壮立体化经营配套等一系列关键技术问题;构建了不同林分低质林结构与功能优化调控的可持续经营模式,为低质林改造及检查验收提供了理论依据和技术支撑。

本书具体的撰写分工如下:第1篇由李勇(大兴安岭地区营林局)撰写;第2篇由董希斌(东北林业大学)、宋启亮(东北林业大学)撰写;第3篇由董希斌(东北林业大学)、张泱(黑龙江省铁力林业局)、张会儒(中国林业科学研究院资源信息研究所)撰写。董希斌统纂全书并定稿。

本书在撰写的过程中,参考了很多文献资料,得到了刘继明、秦世立、杨学春、姜帆、郭辉、吕海龙、纪浩、李芝茹、李超、高明、曾翔亮、崔莉、毛波、李祥等人及课题组全体成员的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于时间有限,书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

董希斌

2014年8月

# 目 录

## 第 1 篇 低质林概述

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1 低质林简介 .....            | 3  |
| 1.1 低质林的概念 .....         | 3  |
| 1.2 低质林的成因 .....         | 4  |
| 1.2.1 自然因素 .....         | 4  |
| 1.2.2 人为因素 .....         | 5  |
| 1.3 低质林对林业可持续发展的影响 ..... | 7  |
| 1.4 低质林的评判标准 .....       | 8  |
| 1.4.1 建立评判标准的意义 .....    | 8  |
| 1.4.2 建立评判标准的原则 .....    | 8  |
| 1.4.3 建立评判标准 .....       | 9  |
| 1.5 低质林的分类 .....         | 10 |
| 1.5.1 按低质林起源分类 .....     | 10 |
| 1.5.2 按低质林功能分类 .....     | 10 |
| 1.5.3 按低质林主要影响因子分类 ..... | 11 |
| 1.5.4 按低质林优势树种分类 .....   | 13 |
| 参考文献 .....               | 13 |
| 2 低质林改造 .....            | 15 |
| 2.1 低质林改造的意义 .....       | 15 |
| 2.2 低质林改造的国内外现状 .....    | 16 |
| 2.2.1 低质林改造的国外现状 .....   | 16 |
| 2.2.2 低质林改造的国内现状 .....   | 18 |
| 2.3 低质林改造存在的问题 .....     | 19 |
| 2.4 低质林改造的原则 .....       | 20 |
| 2.5 低质林改造的方法 .....       | 21 |
| 2.5.1 低质林补植改造 .....      | 22 |
| 2.5.2 低质林结构改造 .....      | 23 |
| 2.5.3 低质林改造方式 .....      | 24 |
| 2.6 低质林改造的效益 .....       | 26 |
| 2.6.1 低质林改造的经济效益 .....   | 27 |
| 2.6.2 低质林改造的生态效益 .....   | 28 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 2.6.3 低质林改造的社会效益 .....  | 30 |
| 2.7 低质林改造的后续经营 .....    | 31 |
| 2.7.1 低质林的经营规划 .....    | 31 |
| 2.7.2 林产品的持续生产 .....    | 31 |
| 2.7.3 森林资源保护与监测 .....   | 32 |
| 2.7.4 充分发挥森林的多重效益 ..... | 32 |
| 参考文献 .....              | 32 |

## 第 2 篇 大兴安岭低质林结构与功能调控优化技术模式

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 3 低质林改造对生物多样性的影响 .....              | 37 |
| 3.1 生物多样性 .....                     | 37 |
| 3.1.1 生物多样性概念的提出 .....              | 37 |
| 3.1.2 生物多样性的概念 .....                | 37 |
| 3.1.3 生物多样性的层次与格局 .....             | 38 |
| 3.1.4 生物多样性的价值 .....                | 40 |
| 3.1.5 生物多样性的保护 .....                | 41 |
| 3.2 森林生物多样性 .....                   | 43 |
| 3.2.1 森林生物多样性的定义 .....              | 43 |
| 3.2.2 森林生物多样性评价 .....               | 44 |
| 3.2.3 森林生物多样性的意义 .....              | 45 |
| 3.2.4 森林生物多样性的影响因素 .....            | 45 |
| 3.3 森林生物多样性的保护 .....                | 48 |
| 3.3.1 提高人们对生物多样性的认识 .....           | 49 |
| 3.3.2 加强立法、执法和保护区建设 .....           | 49 |
| 3.3.3 发展速生丰产林缓解木材危机 .....           | 49 |
| 3.3.4 开展国际交流与合作 .....               | 50 |
| 3.4 森林经营对森林植物多样性的影响 .....           | 50 |
| 3.4.1 研究方法 .....                    | 51 |
| 3.4.2 皆伐与森林植物多样性 .....              | 51 |
| 3.4.3 择伐与森林植物多样性 .....              | 52 |
| 3.4.4 抚育间伐与森林植物多样性 .....            | 53 |
| 3.5 改造方式对大兴安岭 3 种低质林分生物多样性的影响 ..... | 55 |
| 3.5.1 研究区概况 .....                   | 55 |
| 3.5.2 研究方法 .....                    | 56 |
| 3.5.3 阔叶混交低质林物种多样性 .....            | 57 |
| 3.5.4 蒙古栎低质林物种多样性 .....             | 58 |

|       |                          |    |
|-------|--------------------------|----|
| 3.5.5 | 白桦低质林物种多样性 .....         | 59 |
| 3.5.6 | 各试验区物种多样性主成分分析 .....     | 60 |
|       | 参考文献 .....               | 62 |
| 4     | 低质林不同林分冠层研究 .....        | 66 |
| 4.1   | 国内外冠层研究现状 .....          | 66 |
| 4.1.1 | 树木冠层结构 .....             | 66 |
| 4.1.2 | 冠层太阳辐射 .....             | 67 |
| 4.1.3 | 光合有效辐射 (PAR) 与光合作用 ..... | 69 |
| 4.1.4 | 叶面积指数 .....              | 70 |
| 4.1.5 | 叶角 .....                 | 72 |
| 4.1.6 | 林隙分数 .....               | 73 |
| 4.1.7 | 光环境指标 .....              | 74 |
| 4.1.8 | 树木冠层特性指标相关性 .....        | 74 |
| 4.2   | 冠层具体参数 .....             | 75 |
| 4.3   | 大兴安岭低质林主要树种冠层分析 .....    | 76 |
| 4.3.1 | 研究区概况 .....              | 77 |
| 4.3.2 | 研究方法 .....               | 77 |
| 4.3.3 | 林隙分数与开度 .....            | 77 |
| 4.3.4 | 林隙分数与叶面积指数 .....         | 78 |
| 4.3.5 | 林隙分数与总定点因子 .....         | 79 |
| 4.3.6 | 叶面积指数与冠下总光合辐射 .....      | 79 |
| 4.3.7 | 叶面积指数与总定点因子 .....        | 80 |
| 4.3.8 | 3 个树种的光截获能力比较 .....      | 81 |
|       | 参考文献 .....               | 82 |
| 5     | 低质林改造对林地水源涵养的影响 .....    | 86 |
| 5.1   | 森林对降雨的再分配作用 .....        | 86 |
| 5.1.1 | 林冠层对降雨的截留作用 .....        | 86 |
| 5.1.2 | 林下灌草层对降雨的截留作用 .....      | 88 |
| 5.1.3 | 枯枝落叶层对降雨的截留作用 .....      | 89 |
| 5.1.4 | 林分截留量和地面净降水量的计算 .....    | 91 |
| 5.1.5 | 林地土壤的渗水、蓄水作用 .....       | 91 |
| 5.2   | 低质林改造后水文生态功能 .....       | 93 |
| 5.2.1 | 研究区概况 .....              | 93 |
| 5.2.2 | 试验样地设置 .....             | 93 |
| 5.2.3 | 土壤的采集与测定 .....           | 93 |
| 5.2.4 | 枯落物的采集 .....             | 93 |
| 5.2.5 | 林冠截留的测定 .....            | 94 |

|       |                           |     |
|-------|---------------------------|-----|
| 5.3   | 大兴安岭低质林改造后枯落物水文生态功能       | 94  |
| 5.3.1 | 白桦低质林枯落物层水文生态功能           | 95  |
| 5.3.2 | 阔叶混交低质林枯落物层水文生态功能         | 100 |
| 5.3.3 | 白桦低质林枯落物层持水特性曲线           | 105 |
| 5.3.4 | 阔叶混交低质林枯落物层持水特性曲线         | 109 |
| 5.3.5 | 两种低质林分改造后枯落物水文生态功能        | 114 |
| 5.4   | 大兴安岭低质林改造后土壤水文生态功能        | 116 |
| 5.4.1 | 研究方法                      | 116 |
| 5.4.2 | 白桦低质林土壤物理性质               | 116 |
| 5.4.3 | 阔叶混交低质林土壤层物理性质            | 118 |
| 5.5   | 大兴安岭低质林对降水的再分配            | 119 |
| 5.5.1 | 林外降雨量特征                   | 120 |
| 5.5.2 | 林外降雨量与林冠截留量的特性曲线          | 120 |
| 5.5.3 | 林冠截留率的特征                  | 123 |
|       | 参考文献                      | 123 |
| 6     | 低质林改造对土壤肥力的影响             | 127 |
| 6.1   | 林地土壤肥力的评价                 | 127 |
| 6.1.1 | 林地土壤肥力指标                  | 127 |
| 6.1.2 | 林地土壤肥力指标的量化表达             | 131 |
| 6.2   | 改造方式对大兴安岭低质林土壤理化性质及重金属的影响 | 146 |
| 6.2.1 | 研究区概况                     | 147 |
| 6.2.2 | 研究方法                      | 147 |
| 6.2.3 | 土壤物理性质                    | 148 |
| 6.2.4 | 土壤化学性质                    | 148 |
| 6.2.5 | 土壤重金属                     | 150 |
| 6.3   | 诱导改造对大兴安岭低质林土壤理化性质的影响     | 151 |
| 6.3.1 | 研究方法                      | 151 |
| 6.3.2 | 不同诱导改造方式对土壤理化性质的影响        | 152 |
| 6.3.3 | 相关性分析                     | 155 |
| 6.4   | 阔叶混交低质林诱导改造后土壤养分的模糊综合评价   | 156 |
| 6.4.1 | 研究方法                      | 157 |
| 6.4.2 | 土壤养分传统定量评价                | 158 |
| 6.4.3 | 土壤养分模糊综合评价                | 159 |
| 6.5   | 蒙古栎低质林诱导改造后土壤养分的灰色关联评价    | 164 |
| 6.5.1 | 研究方法                      | 164 |
| 6.5.2 | 土壤养分传统定量评价                | 165 |



|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 6.5.3 灰色关联分析评价 .....                 | 166 |
| 6.6 大兴安岭地区低质林改造后的土壤理化性质分析 .....      | 170 |
| 6.6.1 研究方法 .....                     | 170 |
| 6.6.2 不同改造方式对土壤物理性质的影响 .....         | 170 |
| 6.6.3 不同改造方式对土壤化学性质的影响 .....         | 172 |
| 6.6.4 相关性分析 .....                    | 178 |
| 6.7 不同改造方式低质林土壤肥力质量综合评价 .....        | 180 |
| 6.7.1 土壤肥力质量评价指标 .....               | 180 |
| 6.7.2 改进层次分析法的综合评价模型 .....           | 181 |
| 6.7.3 不同改造方式低质林分土壤肥力质量综合评价 .....     | 186 |
| 参考文献 .....                           | 191 |
| 7 低质林改造对土壤呼吸的影响 .....                | 195 |
| 7.1 土壤呼吸概述 .....                     | 195 |
| 7.1.1 土壤呼吸的概念 .....                  | 195 |
| 7.1.2 CO <sub>2</sub> 在土壤中产生过程 ..... | 196 |
| 7.1.3 土壤呼吸的影响因子 .....                | 199 |
| 7.1.4 土壤呼吸对干扰的响应 .....               | 203 |
| 7.2 大兴安岭 3 种林分夏季土壤呼吸的日变化 .....       | 205 |
| 7.2.1 研究区概况 .....                    | 205 |
| 7.2.2 实验方法 .....                     | 206 |
| 7.2.3 土壤呼吸的日变化 .....                 | 206 |
| 7.2.4 土壤呼吸对土壤温度的敏感性 .....            | 207 |
| 7.2.5 影响土壤呼吸的主要因素 .....              | 207 |
| 7.3 诱导改造对大兴安岭阔叶混交低质林土壤呼吸的影响 .....    | 209 |
| 7.3.1 研究区概况 .....                    | 209 |
| 7.3.2 实验方法 .....                     | 209 |
| 7.3.3 大兴安岭阔叶混交低质林改造后的土壤呼吸影响因子 .....  | 210 |
| 7.4 诱导改造对大兴安岭白桦低质林土壤呼吸的影响 .....      | 214 |
| 7.4.1 实验设计与数据采集 .....                | 215 |
| 7.4.2 大兴安岭白桦低质林改造后的土壤呼吸影响因子 .....    | 215 |
| 7.5 大兴安岭地区低质林改造后土壤的碳通量 .....         | 220 |
| 7.5.1 研究方法 .....                     | 220 |
| 7.5.2 同一改造目的树种土壤碳通量的差异 .....         | 221 |
| 7.5.3 同一宽度效应带土壤碳通量的差异 .....          | 224 |
| 7.5.4 土壤碳通量影响因子的相关性 .....            | 225 |
| 参考文献 .....                           | 226 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 8 大兴安岭低质林不同改造模式评价 .....           | 229 |
| 8.1 大兴安岭白桦低质林不同改造模式综合评价 .....     | 229 |
| 8.1.1 基于灰色系统理论研究白桦低质林的土壤性质 .....  | 229 |
| 8.1.2 大兴安岭白桦低质林枯落物持水性能分析 .....    | 246 |
| 8.1.3 大兴安岭白桦低质林植被的多样性 .....       | 251 |
| 8.1.4 综合评价白桦低质林不同模式改造效果 .....     | 255 |
| 8.2 大兴安岭阔叶混交低质林不同改造模式综合评价 .....   | 259 |
| 8.2.1 研究方法 .....                  | 260 |
| 8.2.2 大兴安岭阔叶混交低质林不同改造模式评价指标 ..... | 261 |
| 8.2.3 大兴安岭阔叶混交低质林改造模式综合分析 .....   | 266 |
| 8.3 大兴安岭蒙古栎低质林不同改造模式综合评价 .....    | 267 |
| 8.3.1 研究方法 .....                  | 267 |
| 8.3.2 大兴安岭蒙古栎低质林不同改造模式评价指标 .....  | 269 |
| 8.3.3 大兴安岭蒙古栎低质林改造模式综合分析 .....    | 272 |
| 参考文献 .....                        | 273 |

### 第3篇 小兴安岭低质林结构与功能调控优化技术模式

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 9 小兴安岭低质林分划分 .....                  | 279 |
| 9.1 试验设计 .....                      | 279 |
| 9.1.1 试验地概况 .....                   | 279 |
| 9.1.2 择伐实验设计 .....                  | 280 |
| 9.1.3 林窗实验设计 .....                  | 280 |
| 9.1.4 带状抚育实验设计 .....                | 281 |
| 9.1.5 整地抚育实验设计 .....                | 283 |
| 9.2 小兴安岭低质林林分评定 .....               | 284 |
| 9.2.1 实验数据采集 .....                  | 284 |
| 9.2.2 实验数据分析 .....                  | 285 |
| 9.3 小兴安岭林区低质林类型界定 .....             | 289 |
| 9.3.1 实验数据采集 .....                  | 289 |
| 9.3.2 实验数据分析 .....                  | 289 |
| 参考文献 .....                          | 294 |
| 10 小兴安岭低质林改造对林地植被的影响 .....          | 296 |
| 10.1 采伐作业方式 .....                   | 296 |
| 10.1.1 研究方法 .....                   | 297 |
| 10.1.2 采伐作业方式对小兴安岭低质林生物多样性的影响 ..... | 297 |
| 10.1.3 林地生物多样性指数变化的主成分分析 .....      | 301 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 10.2 整地作业方式                      | 304 |
| 10.2.1 研究方法                      | 305 |
| 10.2.2 整地作业方式对小兴安岭低质林生物多样性的影响    | 305 |
| 10.2.3 各试验区物种多样性恢复的主成分分析         | 308 |
| 10.3 改造方式对小兴安岭低质林苗木生长的影响         | 310 |
| 10.3.1 同一改造方式下不同林型林木的成活率和生长率     | 310 |
| 10.3.2 不同改造方式下各林型林木的成活率和生长率      | 312 |
| 10.3.3 不同改造方式下各林型林木的成活率、保存率和生长量  | 314 |
| 参考文献                             | 317 |
| 11 小兴安岭低质林改造对水源涵养的影响             | 318 |
| 11.1 小兴安岭低质林林冠对降水截留量的影响          | 318 |
| 11.1.1 林外降雨量特征                   | 318 |
| 11.1.2 林外总降雨量与林冠截留量的关系           | 319 |
| 11.1.3 林冠截留率的特征                  | 319 |
| 11.2 小兴安岭低质林改造对枯落物的影响            | 320 |
| 11.2.1 实验方法                      | 321 |
| 11.2.2 不同采伐方式的枯落物蓄积量及持水量         | 321 |
| 11.2.3 不同采伐方式的枯落物持水机理            | 324 |
| 参考文献                             | 328 |
| 12 小兴安岭低质林改造对林地土壤的影响             | 331 |
| 12.1 采伐方式对小兴安岭低质林土壤理化性质的影响       | 331 |
| 12.1.1 实验设计与测定方法                 | 331 |
| 12.1.2 不同采伐方式下林地土壤理化性质的变化程度      | 331 |
| 12.1.3 不同采伐方式下林地土壤理化性质变化程度的主成分分析 | 334 |
| 12.2 带状皆伐改造对小兴安岭低质林土壤养分的影响       | 338 |
| 12.2.1 研究方法                      | 338 |
| 12.2.2 顺山带状皆伐样地的土壤养分             | 338 |
| 12.2.3 横山带状皆伐样地的土壤养分             | 340 |
| 12.3 择伐改造对小兴安岭低质林土壤理化性质的影响       | 342 |
| 12.3.1 研究方法                      | 342 |
| 12.3.2 土壤的物理性质                   | 343 |
| 12.3.3 土壤的化学性质                   | 344 |
| 12.4 小兴安岭低质林择伐改造后对土壤养分的评价        | 346 |
| 12.4.1 研究方法                      | 346 |
| 12.4.2 择伐改造后土壤养分指标               | 347 |
| 12.4.3 择伐改造后土壤养分灰色聚类评价           | 347 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 12.5 小兴安岭低质林不同改造模式土壤肥力的综合评价   | 351 |
| 12.5.1 研究方法                   | 351 |
| 12.5.2 不同改造模式土壤肥力指标的灰色关联曲线    | 352 |
| 12.5.3 带状改造模式的土壤肥力的综合评价       | 353 |
| 12.5.4 择伐改造模式的土壤肥力的综合评价       | 354 |
| 12.5.5 不同改造模式土壤肥力的综合评价        | 354 |
| 参考文献                          | 355 |
| 13 改造方式对小兴安岭低质林土壤呼吸的影响        | 357 |
| 13.1 皆伐方式对小兴安岭低质林土壤呼吸的影响      | 357 |
| 13.1.1 研究方法                   | 357 |
| 13.1.2 水平皆伐带土壤呼吸的季节变化         | 358 |
| 13.1.3 垂直皆伐带土壤呼吸的季节变化         | 360 |
| 13.1.4 林窗土壤呼吸季节变化             | 361 |
| 13.1.5 土壤温度和湿度对土壤呼吸的共同影响      | 362 |
| 13.1.6 林地的年土壤呼吸量              | 364 |
| 13.2 采伐强度对小兴安岭低质林分土壤呼吸的影响     | 365 |
| 13.2.1 季节变化对土壤呼吸的影响           | 366 |
| 13.2.2 不同采伐强度下土壤温度对土壤呼吸的影响    | 367 |
| 13.2.3 不同采伐强度下土壤湿度对土壤呼吸的影响    | 368 |
| 13.2.4 不同采伐强度下土壤温度与湿度对土壤呼吸的影响 | 369 |
| 13.2.5 采伐强度与土壤呼吸的关系           | 369 |
| 13.3 小兴安岭主要树种生长季节的根呼吸         | 371 |
| 13.3.1 研究方法                   | 371 |
| 13.3.2 红松离体根呼吸速率              | 372 |
| 13.3.3 云杉离体根呼吸速率              | 373 |
| 13.3.4 落叶松离体根呼吸速率             | 373 |
| 13.3.5 根呼吸的影响因素               | 374 |
| 参考文献                          | 375 |
| 14 小兴安岭低质林不同改造模式评价            | 378 |
| 14.1 小兴安岭低质林皆伐改造模式评价          | 378 |
| 14.1.1 研究方法                   | 378 |
| 14.1.2 皆伐改造模式评价               | 379 |
| 14.2 小兴安岭低质林择伐改造模式评价          | 385 |
| 14.2.1 研究方法                   | 386 |
| 14.2.2 择伐改造模式评价               | 386 |
| 参考文献                          | 390 |

# 1

第

篇

## 低质林概述

1 低质林简介

2 低质林改造



# 1 低质林简介

## 1.1 低质林的概念

自从 20 世纪 80 年代长江中上游防护林工程建设实践中提出了低效林的概念后,低质林在林业生产实践和科学研究中出现了许多等效概念:低产林、低产用材林、小老(头)树(林)、低价值林、低价林、三低林、低质低产林、低产低效林、低产落后林、低劣残次林等。低质林概念的混乱,严重影响了人们的森林经营活动,也在很大程度上严重影响着该领域的生产实践、科学研究和交流等各个方面工作的顺利进行,特别是在我国林业建设由造林绿化向低质林改造与重建的转变过程中,规范和统一低质林的概念,具有十分重要的现实意义<sup>[1]</sup>。

人们在不同的研究中赋予低质林不同的等效概念,廖金荣认为低产落后林是指生长差、质量低劣,不符合经营目的,达不到生长指标的林分<sup>[2]</sup>;綦山丁认为低效林是在保持水土和涵养水源方面较差,而在生长量方面比同类立地条件下相同林分平均生长量低的林分的总称<sup>[3]</sup>;张健等在长江中上游防护林研究中认为“低效林是由于受到了强烈的非自然因素的干扰破坏,林分系统功能呈逆向发展趋势,系统内各组成成分质量低劣,整个林分系统几乎丧失自调机能,最终表现为保水保土能力极差,防护效益处于极端低劣水平状态的林分”;孙源和与徐建春认为低产林是经营粗放,单位面积年均产出的直接效益和间接效益低于一定标准的林分<sup>[4]</sup>;马阿滨等认为凡是林分生产力、经济效益较相似立地条件、相同树种的林分低者统称为低产林<sup>[5]</sup>;郭小平等在对黄土高原低效刺槐林的研究中认为,“低效林是同类立地条件下相同林分平均水平下林分的生物产量、生态效益和经济效益较低的林分的总称”;李铁民从恢复生态学的角度,将低质低效林定义为:进展演替的初期或逆行演替的结果,森林合理的结构尚未形成或遭到破坏,林木个体质量低劣,自然生态效益及社会经济效益低下的林分<sup>[6]</sup>;杜晓军等则从森林经营目标的角度出发,把那些由于种种原因引起的没有达到主要经营目标的林分统称为低价林<sup>[7]</sup>。

虽然低质林的等效概念如此之多,但从各概念的内涵分析来看,低质林的等效概念都可以统一到低质林的概念上来,而且对低质林的等效概念进行统一,有利于学术交流和生产实践。2007 年 10 月 1 日国家林业局公布实施的《中华人民共和国林业行业标准·低效林改造技术规程》(LY/T 1690—2007)中,将低质林定义为:受人为因素的直接作用或诱导自然因素的影响,林分结构和稳定性失调,

林木生长发育衰竭,系统功能退化或丧失,导致森林生态功能、林产品产量或生物量显著低于同类立地条件下相同林分平均水平的林分总称。至此,低质林的概念有了统一的标准<sup>[8]</sup>。

## 1.2 低质林的成因

低质林形成的原因是多方面的、复杂的,不同的区域、不同的树种或不同的林分类型,其形成原因也各不相同,但总结归纳起来主要分为两种:自然因素和人为因素<sup>[9,10]</sup>。

### 1.2.1 自然因素

气候巨变、自然灾害以及土壤退化等自然因素对森林的影响程度是巨大的。

(1) 自然灾害。全球气候变暖,使得原已适宜了一定气候条件的树种,也面临着重新适应气候变暖带来的挑战。温度等气候条件发生剧变和异常会严重伤害植物,比如低温危害中的寒害和冻害,而水分和风对森林的健康也有不同程度的影响。在乌江流域,灾害性气候的影响,如雨淋、冰挂、雪压、冰雹等造成的断梢、雪折、倒伏、弯曲,严重影响了林分的产量和质量,形成低产低质林分。1987年的“五·六”森林火灾,直接烧毁大量大兴安岭林区的天然林木资源,使火烧迹地的生态环境发生本质的改变,原有的优势树种丧失,而一些先锋树种快速地生长,从而形成大面积灌丛地和疏林等低质林。因此,一些研究者认为气候变迁或灾害性天气是低质林形成的重要自然因素。

(2) 森林病虫害。由于人工林树种组成单一,林分结构简单,生物多样性差,因此抵御病虫害的能力也较差,一旦发病虫害将是大面积的毁灭性灾害,从而使结构和功能失去完整性,森林生态功能和经济生产能力大大下降,形成低质林。如20世纪90年代初安徽省大面积营造松类针叶纯林,目前皖东境内国有林场、部队等所属的松林以及民营松林总面积已达1025万 $\text{hm}^2$ ,但由于松材线虫病无法彻底根除,马尾松毛虫病害发生频繁,国外松松梢螟和衰退病时有发生,使大面积针叶纯林逐渐显现出低产低质的特征<sup>[11]</sup>。Jesse等把森林病虫害作为评价环境变化的一个重要因子,因为森林不像农田或者其他“人工”的生态系统那样容易操控管理,森林病虫害的突发性及潜在的危险性足以改变森林生态系统的机制,从而改变环境。2002年春季发生的大兴安岭加格达奇林区的天幕毛虫灾害,对森林养分循环、土壤碳固定及生物多样性等都有严重的负面影响,进而加剧低质林的形成。

土壤的干旱与养分不足是低质林形成的主要原因。因为土壤能够提供各种植物生长的养分、水分与适宜的物理条件,并能够决定自然植被的分布与演替,同时土壤的各种限制因素也对生物具有不良的影响。我国处于干旱和半干旱地区的



年降雨量一般都在 350~450mm, 由于降雨量小, 林木蒸腾后的土壤表面水分不能及时补充, 土壤表面板结, 土壤越来越紧实, 土壤的保水保肥能力变差, 林木的生存条件恶劣, 从而导致林分生长衰退。如山西省河曲县 10 年生刺槐林, 由于其地处干旱半干旱边缘地区, 土层从表层到底层基本处于凋萎湿度, 因此 10 月底测量其 0~5cm 土层水分含量仅为 2.6%~4%, 郭小平等的研究认为土壤干化是刺槐林衰退的最直接原因。土壤中的养分几乎是陆地上一切生物的能量来源, 养分不足首先给植物带来营养上的缺失, 从而导致植物的生长衰退或者死亡<sup>[12]</sup>。土壤养分中缺 N 少 P 必将抑制林木生长, 林木根系的发育受限导致其对土壤深层的水分与养分利用不足都是 NP 比例失调的作用, 从而形成低质林<sup>[13]</sup>。研究表明, 土壤矿物质颗粒含量、速效 P、速效 K 等含量偏低和中粗砂比重较大, 是木麻黄类低质林形成的重要原因<sup>[14]</sup>。

(3) 林龄过熟, 更新能力丧失。林分进入成熟期后, 林木逐渐衰退枯亡, 而自身已不具备自我更新的能力, 导致林分低产低效。如兴隆山青杆林是甘肃中部黄土干旱石质山地的垂直地带性植被和顶级群落, 对当地环境保护和水源涵养起着巨大作用, 但林龄已近熟或已成熟, 部分地方甚至已进入过熟阶段, 病腐、断头、多叉等林木占 50% 左右, 形成了大面积低质林<sup>[8,9]</sup>。

### 1.2.2 人为因素

由于低质林分布范围广, 其形成原因的区域差异也很大, 因此人为因素又可以具体分为以下几种。

(1) 人为活动的干扰破坏。运用违背森林自然生长规律的经营方式, 大量采用皆伐等掠夺式的经营方式, 是造成大小兴安岭以及我国其他区域林分低产低效、结构不合理、稳定性差、功能不完善的主要原因。在人口密度较高的次生林区, 由于乱砍滥伐、过度整枝与樵采等人为原因, 造成林相破碎, 林分结构不稳定, 自然繁衍的优良种质资源枯竭, 水土流失严重, 林地质量下降, 从而形成低质林。新中国成立前, 由于多年战争, 对森林资源已产生了较大的破坏; 新中国成立后, 由于国民经济的发展, 以及人口膨胀带来的巨大压力, 为了满足对大面积农耕地的需求, 从小规模的毁林开垦到大面积的农业垦殖, 使林地面积和森林蓄积日趋缩减; 新中国成立之初, 为了恢复经济, 大片的森林成了最直接的原材料, 大量树木遭到砍伐, 森林大面积锐减, 生态环境严重破坏。由于人们对森林资源的多次过度采伐利用, 伐优留劣, 形成了上层林木稀疏、下层幼树更新不能及时恢复的局面, 从而形成了群落结构单一、生长量低的低质林。

大兴安岭开发建设几十年来, 林业资源状况已经发生巨大变化: 一是大兴安岭地区活立木总蓄积量下降, 已由采伐初期的  $7.3 \times 10^8 \text{m}^3$  减少至目前的  $5.3 \times 10^8 \text{m}^3$ , 锐减了 27.4%; 成过熟林蓄积量由  $4.7 \times 10^8 \text{m}^3$  减少至目前的  $1.4 \times 10^8 \text{m}^3$ , 锐减了 70.2%。同时, 针叶树种的蓄积量由开发初期的  $5.8 \times 10^8 \text{m}^3$