

DB 21

辽 宁 省 地 方 标 准

DB 21××/T××××—××××

樟子松人工林生态多功能提升技术规程

Technical Regulations for ecological multifunctional
enhancement of *Pinus sylvestris* var. *mongolica*

征求意见稿

—××—××发布

××××—××—××实施

辽宁省市场监督管理局 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 2

5 多功能立地类型划分与多功能重要性排序 2

6 多功能森林的理想结构 3

7 森林多功能经营的决策步骤 3

8 培育管护 4

9 建立技术档案 4

附 录 A （资料性） 辽宁地区主要立地类型及樟子松人工林多功能定位 5

附 录 B （资料性） 樟子松多功能人工林的理想结构 6

附 录 C （资料性） 森林多功能经营方案和年度作业设计的框架 8

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。

本文件由辽宁省林业和草原局提出并归口。

本文件起草单位：中国科学院沈阳应用生态研究所、辽宁沙地治理与利用研究所、辽宁森林经营研究所。

本文件起草人：何兴元、黄彦青、陈玮、于帅、王浩、金鑫、刘焕楚、陈炳铭、刘向东。

本文件发布实施后，任何单位和个人如有问题和意见建议，均可以通过来电和来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口管理部门通讯地址：辽宁省林业和草原局（沈阳市和平区太原北街2号），联系电话：024-23448927。

文件起草单位通讯地址：中国科学院沈阳应用生态研究所（辽宁省沈阳市沈河区文化路72号），联系电话：024-83970349。

樟子松人工林生态多功能提升技术规程

1 范围

本文件规定了辽宁地区樟子松（*Pinus sylvestris* var. *mongolica*）人工林生态多功能提升技术的有关的术语和定义、多功能定位方法、近自然林构建技术、多功能配置模式等要求和档案建立内容。

本文件适用于辽宁地区樟子松人工林生态多功能提升建设。

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，仅该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 18337.3 生态公益林建设技术规程

DB64/T 1816-2021 樟子松造林技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

樟子松 *Pinus sylvestris* var. *mongolica* Litv.

是松科、松属植物。常绿乔木，形态特征和生物学特性参见附录 A。

3.2

多功能林业 multifunctional forestry or multipurpose forestry

在林业的发展规划、恢复和培育、经营和利用等过程中，从局地、区域、国家到全球的角度，在允许依据自然条件和社会经济发展需求正确选择利用森林的一个或一个以上的主导功能且不危及其它生态系统的条件下，合理保护、不断提升和持续利用客观存在的林木和林地的生态、经济和社会等方面的所有功能，以最大限度地持久满足不断增加的对林业和森林的多种服务功能的社会需求，从而使林业对社会经济发展及区域发展的整体效益达到持续最优。

3.3

多功能立地评价 multifunctional site evaluation

传统的立地评价主要依据木材生产力进行立地分类并评价立地质量；而多功能立地评价与此不同，必须了解和应用不同立地类型上的森林在多种服务功能的供给和需求上及经营措施上的差异，即对不同立地进行森林的多种功能及其管理评价，而不仅是木材生产力评价。这就需依据各类立地的多种功

能的提供潜力和社会需求，明确主导功能和其它主要服务功能的重要性排序，从而构成森林多功能经营决策的基础。

3.4

森林多功能经营 multifunctional forest management

在充分考虑由立地条件和林分结构共同决定的多种森林服务功能之间的复杂关系甚至是矛盾的前提下，通过科学规划和合理经营，在充分发挥森林主导功能的前提下同时发挥其它多种功能，使森林对区域发展的整体效益得到持续优化。

3.5

近自然森林经营 close-to-nature forest management

以效法相同或相近环境下天然林的生态系统结构与演替过程为准则，通过对现有森林的合理改造、利用与保护而不断优化林分结构，并在经营中通过充分利用自然力来减少人工经营活动，从而降低营林成本和对森林结构的干扰，在提高森林的大径材等优质足量林产品生产功能的同时，还能较好地维持或提高森林的其它服务功能。

4 总则

4.1

为指导和规范西北地区土石山区特别是水源区的华北落叶松人工林多功能经营，提高其经营技术水平和对区域社会经济可持续发展的整体贡献，根据《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国森林法实施细则》，制定本技术标准。

4.2

必须在不同区域进行立地类型的合理划分，准确确定各类立地上华北落叶松林能提供主导功能及其它多种功能的潜力，并考虑社会经济发展的多功能需求，合理进行多种功能的重要性排序，藉此确定森林多功能经营方向。

4.3

必须确定适合不同立地类型、森林发育阶段、多功能排序特点的樟子松林分理想结构，并以此为参照，制定改善现有林分结构的合理经营措施，以便充分发挥森林的多功能效益。

5 多功能立地类型划分与多功能重要性排序

进行樟子松人工林多功能管理，应分区、分类、分目标进行管理决策，这里是指分气候类型区或生态功能区、分立地类型、分多功能管理目标。因此，各地应基于或参考造林立地类型，确定各类立地的多功能重要性排序，主导功能位列为第一，有时可有并列第一的主导功能，然后是重要性依次降低的其它功能。基于辽西北干旱缺水地区发展的需求，需考虑的服务功能应主要有防风固沙、林地产水、木材生产、固碳释氧、植物种类多样性保护、景观美化等，当然还要以保障森林本身稳定性为前提。

为简化指导辽宁樟子松人工林多功能提升，除采用上段（见附表 A.1）所述各类立地的多功能重要性排序以外，若已定量研究了樟子松人工林立地指数随立地因子的变化规律，可仅依据立地指数的大小差异，简洁划分出立地类型，然后给出各类立地主要服务功能的重要性排序，或称多功能定位，用于森林多功能管理决策。

6 多功能森林的理想结构

6.1 多功能森林的通用理想结构

多功能森林经营的目的是通过合理经营措施，形成和维持多功能森林的理想结构，进而满足保持森林稳定和均衡提供多种服务功能的要求。樟子松多功能人工林的通用理想结构的基本指标为：林冠郁闭度应维持在 0.7 左右、包括林下灌草层和枯落物层的林地覆盖度应维持在 0.7 以上、林木树高（m）与胸径（cm）之比应维持在 0.7 以下。此外，依据一些特殊要求或最新研究成果，可继续增加对理想林分结构的要求。关于提出这个通用理想结构的依据，参见附录 B.1。

6.2 中龄林的多功能合理密度

在中龄林阶段，树木生长最旺盛，个体竞争最激烈，是多功能管理的关键阶段，尤其在高密度造林和长期禁伐造成结构不良与功能低下的过密林情况下，应确定指导生产的多功能合理密度。

要确定多功能合理密度，应充分利用林木密度影响多种功能及抗雪灾等林分稳定性的定量关系，首先确定各单一功能优化所要求的密度范围，目前不鼓励追求林分蓄积量大，而是主要考虑能提高木材生产价值的优质大径材培育、提高林下植物多样性及促进树木天然更新、维持较高的植被总生物量和固碳功能及土壤碳库、提高林木抵抗雪灾能力、降低林木耗水从而维持较高林地产水这几方面；然后，根据主导功能和其它重要功能的林木密度需求差异，权衡确定能同时满足多功能需求的合理密度范围。参见附录 B.2。

7 森林多功能经营的决策步骤

森林多功能经营决策应包括5个步骤：

（1）立地质量调查与分类：进行立地调查和分类，是森林多功能经营决策的基础。可参考应用各地以往的造林立地类型划分结果；如没有或不能满足要求时，应重新划分当地的立地类型。见附录 A。

（2）立地主要功能及其优先性确定：森林多功能经营的核心是合理权衡有竞争关系的多种功能。为此，需综合考虑各类立地的多种功能提供潜力及社会发展需求的关系，确定各类立地的多种服务功能重要性排序，首先是主导功能，然后是重要性逐次降低的其它功能。例如，在坡度大、土层薄、植被差的立地，一般应把控制侵蚀作为主导功能或重要功能；在因干旱、低温或土薄使林木不能很好生长的立地，应尽可能多产水以保障区域供水安全，这时产水就是主导功能或重要功能；在水、热、肥条件良好的立地，木材生产潜力高，一般应把木材生产作为主导功能或重要功能。

（3）现有林分结构特征调查：定量调查现有森林结构指标，包括乔木层的树种组成、林龄、密度、树高、胸径、郁闭度、叶面积指数等，林下植被层的种类组成、覆盖度、生物量、天然更新等，枯落物层的厚度、组成、覆盖度、生物量等，根系层的土壤剖面各土层形态特征和理化性质等。

（4）现有林分结构与功能诊断：进行林分的结构与功能诊断，应参照具体立地的多功能利用目标及对应的理想林分结构，还应考虑林木发育阶段的经营要求，以便找到林分结构与功能的不足并采取针对性经营措施。对低劣立地上的林分，应确定或转为保土、产水等主导功能及对应经营措施，如维持较高的包括灌草和枯落物的地表覆盖度以控制土壤侵蚀，减少高大乔木密度以降低植被耗水从而涵养水源；对肥沃立地，应以生产优质大径材为主导功能，同时兼顾控制侵蚀、林地产水等其它功能；对较肥沃立地，应满足产水主导功能，同时兼顾木材生产、保土抗蚀、固碳释氧、物种保护等其它主要功能，为此应适当降低林木密度。对以木材生产为主导功能或重要功能的林分，若是尚未完成优良树干培育的幼林或疏林，则不必急于间伐或疏伐，而是应先维持较高郁闭度以培育具有足够枝下高的良好树干的目标树；若目标树的树干质量达到了要求，应将现有林分结构指标与理想结构指标对比，以发现林分结构不足并确定针对性经营措施。见附录 B。

(5) 面向结构/功能的提升计划编制：根据森林的主导功能或多功能经营目标及对应林分结构调整需求，应采取的针对性经营措施主要包括：通过封山育林避免干扰植被覆盖，促进恢复或维持合适的地表覆盖度或林冠郁闭度；通过合理间伐或择伐调节郁闭度，增强林木抵抗风雪灾害的能力，提高林地涵养水源能力等；通过间伐形成一些林窗，促进目标树种和珍稀树种等的林下天然更新，或创造林下补植条件。在明确了需采取的经营措施后，应逐项确定实施的时间、强度和频度，编制详细可行的方案。编制森林多功能经营方案和年度作业设计的框架，参见附录 C。

8 培育管护

乔灌木抚育措施参考GB/T 18337.3和LY/T 1607。

9 建立技术档案

9.1 建档

各类多功能提升技术，都应分别建立技术档案。建设单位应保存完整、真实的技术资料，培育管护记录。包括工程基本信息、施工单位，工程可研、施工设计文件，植物种植数量、时间、抚育管理操作的时间、方法和操作人员等。

9.2 档案管理

技术档案及时整理、归档。

附 录 A
(资料性)
辽宁地区主要立地类型及樟子松人工林多功能定位

森林多功能经营的核心是合理权衡那些相互竞争的多种服务功能。考虑的功能越多，权衡就越困难，因此一般应优先满足主导功能，然后依重要性顺序满足其它主要功能。这就必须划分立地类型，并综合考虑各类立地的多种功能提供潜力及社会发展需求的关系，然后确定各自的多功能重要性排序。

附表 A.1 辽宁东南部半湿润区的多功能立地类型划分，可供类似地区参考。

表A.1 半湿润地区主要立地类型及樟子松人工林多功能重要性排序

立地类型	区域	海拔/m	坡向	土壤类型		主要服务功能	适宜树种	
				类型	厚度/cm		主要树种	非主要树种
1	辽西北	60-300	阴坡、半阴坡	棕壤土、风沙土	50以上	防风固沙、木材生产、物种多样性保护、固碳释氧	樟子松	柠条锦鸡儿、胡枝子
2			阳坡、半阳坡	棕壤土、风沙土	50以上	防风固沙、木材生产、物种多样性保护、固碳释氧	樟子松、榆树、	黄榆、兴安胡枝子、草麻黄
3	辽东南	300-800	阴坡、半阴坡	棕色森林土	30以下	木材生产、水土保持、物种多样性保护、固碳释氧	樟子松、长白落叶松、榆树	水曲柳、花曲柳、油松
4			阳坡、半阳坡	棕色森林土	30以下	木材生产、水土保持、物种多样性保护、固碳释氧	樟子松、蒙古栎、红松	榆树、长白落叶松

辽宁省樟子松人工林分布区域相对集中，大部分位于辽西北（科尔沁沙地南部地区），有少部分分布在辽东南地区。按照分布仅考虑了这两个区域，考虑海拔和坡向 2 个重要立地因子，依据辽宁区域与地貌的特点，海拔分三级（300 ～ 800 m、60～300 m），坡向分四级（阳坡、半阳坡、半阴坡、阴坡），组合出 4 个立地类型。附表 A.1 中给出了各类立地主要服务功能的重要性排序。

附 录 B

(资料性)

樟子松多功能人工林的理想结构

B.1 多功能森林的通用理想结构

森林服务功能主要是由森林结构和立地条件共同决定的，由于立地条件难以改变，所以最可行途径是改善森林结构来提高服务功能。因此在任何森林发育阶段，采取的经营措施都要利于形成和维持多功能森林的理想结构，即既要满足常规提倡的多树种、多世代、多层次等稳定高效林分的结构要求，还要利于充分发挥森林多种服务功能。考虑到在作为区域重要水源地的西北旱区山地生长森林的特殊性，必须把维持区域供水安全作为刚性需求，还必须考虑土壤水分的植被承载力限制。

此外，依据相关研究，提出了对多功能林分结构的一些定量要求：林冠郁闭度应在 0.7 左右（以维持天然更新并抑制林下草灌过分生长）、林地覆盖度应在 0.7 以上（以避免林地的土壤侵蚀）、林木高径比（树高/胸径，m/cm）应在 0.7 以下（以减免雪折风倒的危害）。

对地表覆盖度 >0.7 这个基本指标，必须在所有森林生长阶段和森林经营中都得到维持，尤其在土壤侵蚀危险很大的坡地，这在湿润地区和良好立地条件下可能并不难，但在干旱地区植被稀疏条件下却不易，尤其在造林和幼林阶段，必须仔细保护好各种地表植被和枯落物覆盖。

林冠郁闭度和林下植被生长是评价林分结构的重要指标，并与土壤保持、植物种类多样性保护、营养平衡等多种森林功能关系紧密。适度的林冠郁闭度利于耐荫和较耐荫树种的更新。林下幼苗和幼树的年高生长量随林冠郁闭度增大而降低，并在林冠郁闭度 >0.7 后变的很低；林冠层、灌木层和草本层的总叶面积指数的最大值出现在林冠郁闭度 0.6 ~ 0.8 之间。在林冠郁闭度 0.6 ~ 0.8 这个优化区间内，可以兼顾或平衡许多竞争性的森林服务功能，如控制过多林下植被、保护植物多样性、维持林下树木天然更新和幼树正常生长、生产优质高价木材、增加林分生物量等。所以，应在森林经营中维持林冠郁闭度在 0.7 左右，即在郁闭度超过 0.8 后就进行间伐，但间伐后的郁闭度不应低于 0.6。

在导致林木雪压风倒危害的重要因素中，气象条件和立地条件难以人为控制，但可在一定程度上人为调控林分结构和树形，如树木的高径比等。过密林分的树干纤细，遭受雪压风倒的风险很大，通过间伐林木、降低密度来促进树冠扩张和树干径向生长从而改善高径比，是增强林木抵抗雪压风倒灾害能力的唯一可选措施，但过稀林分因其分枝角度增大和枝条增长也会造成林木对雪压灾害较敏感。

此外，依据一些特殊要求或最新研究成果，可继续增加对林分结构的额外要求，即 $3 \times 0.7 + X$ 的通用理想结构。

B.2 中龄林的多功能合理密度

在中龄林阶段，树木生长最旺盛，个体竞争最激烈，是多功能管理关键阶段。樟子松人工林存在结构不良和功能低下的问题，如树种单一、密度过高、生物多样性低、水源涵养功能弱、优质大径材少、抵抗雪压风倒能力差等，不能满足多功能需求，需合理设计和调控林分结构，这就要确定林木的多功能合理密度。

(1) 林分密度与林龄共同影响林木生长 樟子松生长过程分生长初期、快速生长期、平缓生长期，划分这三个阶段的林龄阈值对胸径和树高均为 15 和 30 年，对单株和林分材积均为 18 和 32 年。林分密度对树高影响较小；树木高径比随密度增大而升高；木材蓄积量随密度增加而增大，但 $>1\ 300$ 株/ hm^2 后增速有所变缓。为培育更多优质大径材和提高木材生产价值，密度应控制在 $1\ 000 \sim 1\ 300$ 株/ hm^2 。

(2) 林下植物生长受林分密度显著影响 随林木密度增大，林下植被的盖度及生物量均逐渐降低，但林下植物种类数和灌木草本层的物种多样性指数、优势度指数、均匀度指数均为先增后降，最大值都在 $1\ 200$ 株/ hm^2 时。为提高林下植物多样性及促进天然更新，密度应控制在 $<1\ 200$ 株/ hm^2 的范围。

(3) 林分密度影响植被生物量及固碳量 乔木层生物量是植被碳库的主体, 随林木密度增加在 <500 、 $500 \sim 1\,300$ 、 $>1\,300$ 株/ hm^2 时分别表现为增加缓慢、增加较快、增速渐缓, 说明密度过高不能成比例地提高生物量, 尤其不利于生产优质大径材, 应控制不超过 $1\,300$ 株/ hm^2 。林下灌木层生物量及固碳量在 $650 \sim 1\,300$ 株/ hm^2 范围内随密度增加而急剧降低, 在 $>1\,300$ 株/ hm^2 后维持在很低水平并渐趋为零; 林下草本层生物量及固碳量在密度 $<1\,125$ 株/ hm^2 时随密度增加而缓慢降低, $>1\,100$ 株/ hm^2 后快速降低并在 $2\,500$ 株/ hm^2 时趋于零, 说明如要在林下维持一定草本, 应控制林分密度在 $1\,100$ 株/ hm^2 附近。乔灌木各层的总生物量和总固碳量随林分密度增加表现为先增后减, 峰值出现在 $1\,500$ 株/ hm^2 附近。基于林分植被生物量及固碳量对密度的响应, 为维持较高植被生物量和固碳功能, 密度应控制在 $<1\,500$ 株/ hm^2 的范围。

(4) 森林雪害与林分结构紧密相关 森林雪害程度除受气象条件影响外, 还与立地条件、林分结构密切相关。林木雪害率在高海拔冲风地段和土层瘠薄立地显著偏大, 在密度林分显著大于低密度林分, 是因密度增高导致林分高径比(树高/胸径, m/cm)增大。在高径比 >0.7 后开始出现受害(尤其陡坡薄土立地), 但受害率随高径比增加的增幅不大; 当高径比 >0.9 后, 受害率随高径比增加快速升高; 当高径比 >1.0 后, 受害率随高径比增加急剧升高。为提高抗雪灾能力, 应把高径比降到 0.7 以下并最多不超过 0.9 。根据林分密度与高径比的关系, 应控制密度在 $<1\,200$ 株/ hm^2 的范围。

(5) 林分涵养水源功能随林分密度增加而降低 随林分密度增大, 树冠截留和林木蒸腾增加, 林下蒸散减小, 但总蒸散增加并导致林地产水量非线性减小。在密度 $>1\,500$ 株/ hm^2 时, 林地涵养水源较低且变化很小($109.7 \sim 106.9$ mm); 在密度为 $1\,300 \sim 1\,500$ 、 $650 \sim 1\,300$ 株/ hm^2 时, 随密度减小分别为快速增加、缓慢增加至增加不明显, 每降低 100 株/ hm^2 分别增加 6.6 、 11.7 mm。如要通过降低林分密度来增加水源涵养, 应控制密度在 $<1\,300$ 株/ hm^2 的范围。

(6) 考虑多种功能需求的合理密度 综合来看, 辽宁西部的干旱地区, 作为防风固沙、水源涵养林, 需首先保证维持较高的生物多样性以保证乔灌木的合理结构, 以达到防风固沙这个主导功能, 同时兼顾森林本身的稳定和较好的其它主要服务功能, 这就应把林分密度控制在 $1\,000 \sim 1\,200$ 株/ hm^2 的范围。

附 录 C

(资料性)

森林多功能经营方案和年度作业设计的框架

针对辽宁地区樟子松人工林林多功能经营要求，提出如下经营方案编制及作业设计框架。

C.1 森林经营方案编制

经营方案以林场（村）为单位，一般中期经营规划为期 10 年，至少包括以下内容：

- 1) 经营林场（村）概况：包括自然环境概况、社会经济概况；
- 2) 经营现状与分析：包括森林资源现状和特点、森林经营情况和面临的问题；
- 3) 经营方针与目标：包括林场（村）的功能定位、经营方针、经营目标、具体目标；
- 4) 经营类型及措施：包括经营原则与依据、经营类型划分、不同类型的经营措施；
- 5) 经营计划：包括经营小班细化、年度经营计划和采伐计划、经营效果监测计划；

6) 林分经营措施制定步骤：首先初选需开展多功能经营的林分，然后进行立地特征调查，依据立地特征所决定的多种功能提供潜力和区域及当地社会经济发展所决定的多种功能需求，确定该林分应发挥的主导功能和主要功能并进行重要性排序，之后进行林分结构的调查和描述，分析林分的结构与功能现状和其与理想状态的差距并进行原因诊断，之后确定需实施的林分经营措施，最后进一步确定经营活动的强度和行程安排，并进行经营成本估算；

- 7) 森林保护计划：包括森林防火、病虫害防治、森林管护等；
- 8) 资源利用计划：包括森林旅游、林下经济等；
- 9) 投资与效益分析：包括投资预算，经济、生态、社会效益预算。

C.2 年度作业设计编制

基于森林经营方案，进一步编制年度作业设计，以指导年度森林经营活动，主要包括以下内容：

- 1) 经营范围：在地形图上标出需经营的范围，并计算出经营面积；
- 2) 设计依据与原则：包括国家和本地有关森林政策和经营规划，经营需遵循的原则；
- 3) 经营规划：包括经营区设计、组织与施工，以及林区经营道路的设计和施工；
- 4) 技术措施：对不同森林类型，采取不同的技术措施，包括采伐的技术措施；
- 5) 经费预算：包括规划设计费、材料费、劳务费、管理费等；
- 6) 效益分析：包括经济、生态、社会效益。