

近自然森林经营在德国的应用成效分析

王秋丽^{1*}, Matthias Albert²

(1. 中国林业科学研究院,北京 100091; 2. 德国西北林业试验研究院,德国 哥廷根 37079)

摘要: [目的] 分析德国推行近自然森林经营 20 年来的经营效果,总结德国推行近自然森林经营的经验。 [方法] 在明晰近自然森林经营原则的基础上,基于两期(间隔期 10 年)资源清查数据对比,对德国大面积推行近自然森林经营 20 年的经营效果进行分析。 [结果] 两期资源清查数据表明,德国采用近自然经营 20 年后,针叶林如挪威云杉和欧洲赤松的面积显著减少,阔叶林和针阔混交林面积持续增加;阔叶树种蓄积平均增长量约为 $15 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,针叶树种蓄积平均增长 $4 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,挪威云杉是唯一蓄积下降的树种,下降了 $5 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$;近自然度等级变化表明,人工林面积在减少,而近自然森林的面积在增加,甚至符合原始林等级的森林面积也在增加。 [结论] 实现近自然森林经营的目标是一个长期的过程,联邦政府促进和保护森林的政策以及林场主所采用的先进的森林经营技术也是德国森林每公顷蓄积达到 336 m^3 的重要原因;在近自然森林经营的原则下,德国森林中针阔混交林比例显著增加;将近自然程度不高的人工林经营转化为近自然的森林生态系统是德国森林经营所面临的主要问题。

关键词: 近自然森林经营;经营成效;德国

中图分类号: S750

文献标识码: A

文章编号: 1001-1498(2019)03-0127-08

德国林业政策致力于保护和发挥森林多种功能——气候保护、木材供应、就业、动植物栖息地、观赏游憩等,并且,这种多功能林业管理原则是针对具体林分的,理想状况是每个林分都应该以培育多功能森林为目标来进行管理^[1]。一切森林经营活动都必须遵循联邦和州的各项法律法规,在法定条文约束下许多森林经营模式皆可应用于德国。经营模式多样化的原因是德国 16 个联邦州森林权属不同,在 $1\ 140 \text{ 万 hm}^2$ 森林中,48% 是私有,29% 是国有,19% 属于集体,4% 是联邦政府^[2]。显然,各种森林所有者有不同的管理目标,但所有州和联邦林业机构、多数集体和许多私人的森林所有者都按照近自然经营的方式管理他们的森林^[3]。至 2017,德国 98% 的森林经历了不同强度的森林经营^[4]。过去几个世纪的过度开发促使 Carlowitz^[5] 提出木材生产持续性发展原则。将低产的阔叶林转化为高产针叶林,以解决木材短缺并提供可持续

利用木材。直到 20 世纪末,针叶树种的过度开发和广泛的种植偏好^[6-7],形成了林业当时的发展状况,至今仍然有大量的纯针叶林,许多地方都种植了不适宜的树种,许多森林类型不符合天然林生态系统^[8]。20 世纪 90 年代中期,德国政府正式宣告放弃人工林经营方式,采纳近自然林业理论,并制定了相关方针,朝恢复天然林方向转变,近自然和合乎自然的森林经营的概念开始成为联邦和各州林业机构的森林培育指南^[9]。如今德国森林蓄积平均高达 $336 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,比 20 年前的 $270 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 高出 $66 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ ^[4,10-11],为世界平均水平的 2 倍以上。因此,探索其森林经营奥秘对我国森林经营十分重要,然而至今国内鲜见有关德国近自然森林经营的应用成效报道。

本文的目的在于:1) 进一步明晰近自然森林经营原则;2) 分析报道德国大面积推行近自然森林经营 20 年的经营效果。

收稿日期: 2018-12-30 修回日期: 2019-02-12

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项基金“陕西主要植被类型的空间分布及其生态效益评价”(CAFYB2017MB039)

* 通讯作者:王秋丽,Office4@caf.ac.cn

1 近自然森林经营及其原则

为理解德国主要采用的森林管理策略,首先必须理解连续覆盖林业、近自然森林经营和合乎自然的森林经营 3 个术语。连续覆盖林业(德语:Dauerwald 恒续林)^[7]:该术语描述了一个可持续森林管理模式,其重点是保持森林连续覆盖,即以单株择伐替代皆伐,使森林能在一定程度上永续地保持一定的林分结构,实现可持续。因此,连续覆盖林业不是一种具体的培育方法,而是包括所有以择伐为特征的森林培育系统。近自然森林经营(德语:naturnahe Waldwirtschaft)^[7,12]:该术语通常与 Close to nature (接近自然)同时使用。近自然森林经营的指导原则是避免皆伐,利用天然更新,适地适树,择伐利用。近自然森林经营在树种选择方面比较灵活(强调阔叶和混交,以生态学为依据意在保持生态功能,而保护自然过程并非其目的)。合乎自然的森林经营(德语:naturgemäße Waldwirtschaft)^[13]:这种森林培育系统很大程度遵循和延伸原始森林的自然生长过程^[14]。合乎自然的森林经营的一个显著特点是将森林作为一个连续、多样和动态生态系统来考虑,强调保护森林的自然过程和遵循潜在的自然植被进行树种选择。虽然近自然森林经营和合乎自然的森林经营在指导方针(例如适地适树,天然更新的优先性等)上有许多共同点,但合乎自然的森林经营的概念特别强调保护自然过程、天然林生态系统和潜在植被^[11,15]。

近自然森林经营中两个重要的核心成分是单株树择伐和目标直径收获^[16]。单株择伐代替皆伐是为了优化林分结构,确保森林连续覆盖^[17]。物种对光,水和营养物质的需求以及它们随时间变化的生长模式决定了可采用的树种混交模式和营林措施^[18]。因此,单株择伐包括不同的择伐类型,如选择疏伐(德语:Auslesedurchforstung)、未来木疏伐^[19-20](目标树择伐)(德语:Zukunftsbaumdurchforstung)和择伐(德语:Plenterdurchforstung)。以一个具体的经营策略为例,在目标树择伐中,首先在幼龄林中选择一定数量的高质量树木^[21],目标树的数量被估计为当达到最终收获的目标直径的林木加上一定数量的在林分中被保护林木数量的总和^[20]。随后的疏伐经营的目的在于促进这些目标树,即提高它们的生长^[22]。目标树择伐的重点只在关注目标树^[23]。另一方面,目标直径收获是应用于择伐系

统的收获类型,即仅收获达到某一径级以上的成熟树。这种收获类型可应用到其它单株择伐的培育模式中。因此,目标直径可根据树种特性,特定立地条件上的生长速率,经济目标和风险评估来确定。最后,当达到目标直径时收获单株木或群组。收获采伐过程将会延续几年甚至几十年,因为不是所有林木同时达到所需的径级,下一代森林的更新则是通过天然更新或在老树的庇护下种植更新,这也是连续覆盖森林的核心原则。

特别需要指出的是,在近自然森林经营中具体造林规划遵循以下目标和指南^[24-27]。1) 适地适树树种选择:根据森林发展类型,为每个立地选择树种,为不同的森林类型制定详细的培育指南,包括选择适宜树种、树种比例和针对此森林类型的培育模式等。森林的发展类型的确定要依据考虑了生态和经济因素的立地类型划分图。生态上要考虑维持地力、保护生物多样性、稀有阔叶林和古老森林中的栖息地以及目标森林发展类型与当地自然森林生态系统的接近程度,经济上要考虑立地稳定性,每个树种的生产力,风险分散化和利用自然生长过程。2) 考虑区域差异^[28]:对具有相对一致的气候和地质条件和具有相似培育目标的景观地区,要制定具体的、多样化的森林经营规划。以促使这些区域在应对气候变化带来的生长潜力和风险方面能有不同的表现。这有助于在森林规划时,筛选排列出优先发展的树种和淘汰不适宜环境变化的树种^[29]。3) 优先高需求树种原则:水分和养分条件好的立地应保留给高需求树种,即使其它树种可能具有更高的生长量。应在较好的立地上发展阔叶林,这是因为与一般的针叶树种相比,大多数落叶树种需要良好的养分与水分条件以实现高产。4) 考虑林分初始状态:当前的林分树种构成很大程度上预先决定了目标森林发展类型的树种选择。根据林分的初始造林情况、立地条件和立地特殊性或目标,可规划替代的森林类型。可参考以下规则:a) 如果初始林分是落叶林,则应规划为以天然更新为特征的落叶林类;b) 如果初始林分是针叶林,只有当其是适应当地立地条件时才保存天然更新^[30-31],否则应采用经营措施阻止天然更新,防止其逆行演替。

2 近自然森林经营二十年的德国森林发展

为了分析从 20 世纪 90 年代德国全面推行近自

然森林经营(历时20年)的经营效果,作者基于德国国家森林调查2(参考年份2002)和3(参考年份2012)(注:第一个NFI(国家森林调查)只在前西德进行,在近自然森林经营的第一个10年没有共同的调查基础)的数据变化进行统计和分析。

2.1 森林类型的变化

2012年,德国三分之一的土地被森林覆盖。其中,以针叶林为主的针阔叶混交林占50%以上,约

40%的森林是阔叶混交林类型。2002年至2012年期间,根据上述近自然森林经营目标,森林类型发生明显变化,阔叶混交林的比例得到增加(图1)。其中阔叶林面积增加1%以上,针叶林面积缩小0.7%。这些变化似乎很小,但考虑到由于在10年期间主伐收获而可能将要转化的森林比例,总体经营策略是显而易见的。

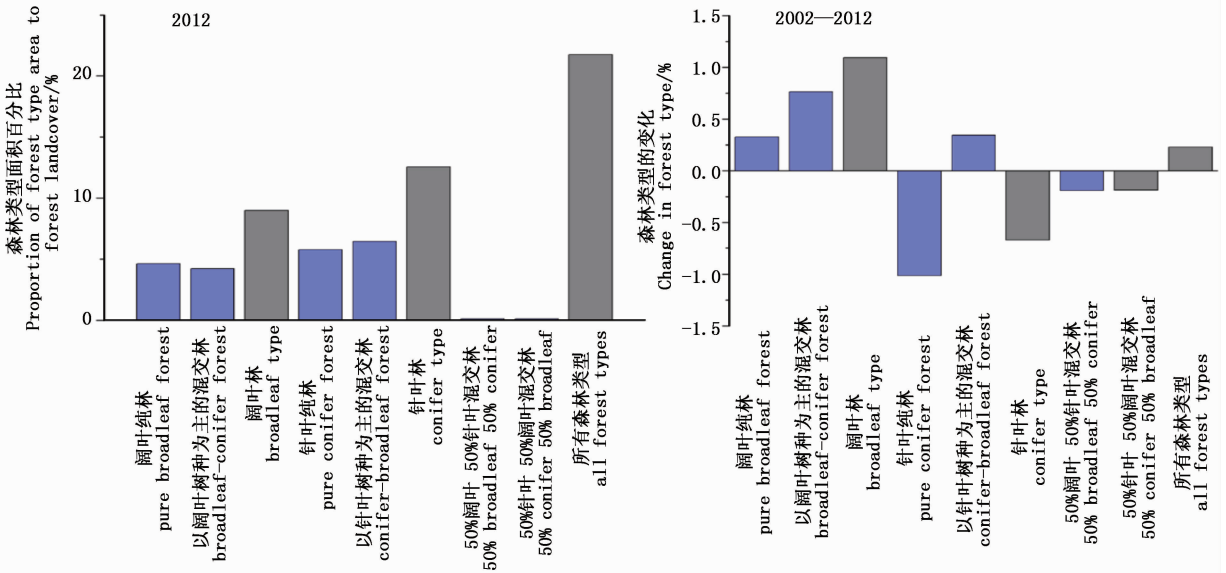


图1 2012年德国森林类型分布(左)和2002—2012年期间森林类型变化(右)^[32]

Fig. 1 Distribution of forest types in Germany in 2012 (left) and changes of forest types in the period 2002 to 2012 (right)^[32]

图2中给出分树种更详细的信息。总体上,树种比例的分布反映了森林类型比例。仔细观察发现,在2012年挪威云杉(*Picea abies* (L.) Karst.)仍然是覆盖将近25%森林面积的主要树种,紧随其后的是欧洲赤松(*Pinus sylvestris* Linn.),约占20%。所有针叶树合计约占森林面积的53%,欧洲山毛榉(*Fagus sylvatica* Linn.)是最常见的阔叶树种(15%),其次是橡树(10%)。同样,2002年至2012年期间树种比例的变化证实了近自然经营整体增加阔叶树种的目标。另一方面,挪威云杉和欧洲赤松的面积显著减少,值得注意的是欧洲银冷杉(*Abies alba* Mill.)和花旗松(*Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco)也有少量的增加,特别是花旗松被认为是未来气候变化下在具有较高干旱风险地区替代树种,且花旗松也具有较高生产力(图3左图)。

平均而言,除欧洲赤松外,针叶树种类每年每公顷蓄积增长量明显高于阔叶树种(图3,左)。因此,

从生产力的观点来看,栽培针叶树似乎比阔叶树有利。但考虑到木材质量和木材价格,以及生态效益和风险因素等,阔叶树种在近自然森林经营模式下更具竞争力,尽管其蓄积平均增长量较低。树种的蓄积收获量首先反映了相应的树种的生产力,同时暗示了针叶林向阔叶林类型转化(图3,右)。

2.2 树种蓄积的变化

树种每公顷的总蓄积量体现了其生产力并取决于现有的年龄结构(图4,左)。欧洲银冷杉蓄积量最高,其次是挪威云杉和欧洲山毛榉。总体上,所有针叶树种($380 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)比阔叶树种($290 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)有着更高的蓄积。值得注意的是,2002年至2012年期间蓄积的变化清楚地显示了经营林分倾向于选择阔叶树种(图4,右)。阔叶树种蓄积平均增长量约为 $15 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,针叶树种蓄积平均增长 $4 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,而挪威云杉是唯一蓄积下降的树种,下降了 $5 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

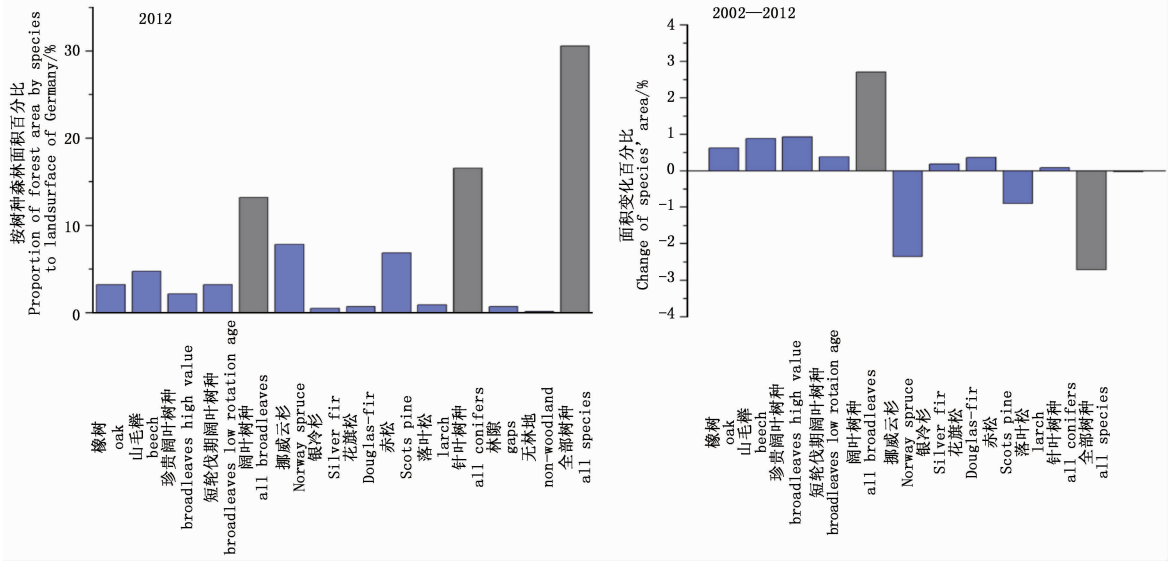


图2 2012年德国森林的树种比例(左)和2002—2012年期间树种比例的变化(右)^[32]

Fig.2 Tree species' proportions in Germany in 2012 (left) and changes of tree species' proportions in the period 2002 to 2012 (right) ^[32]

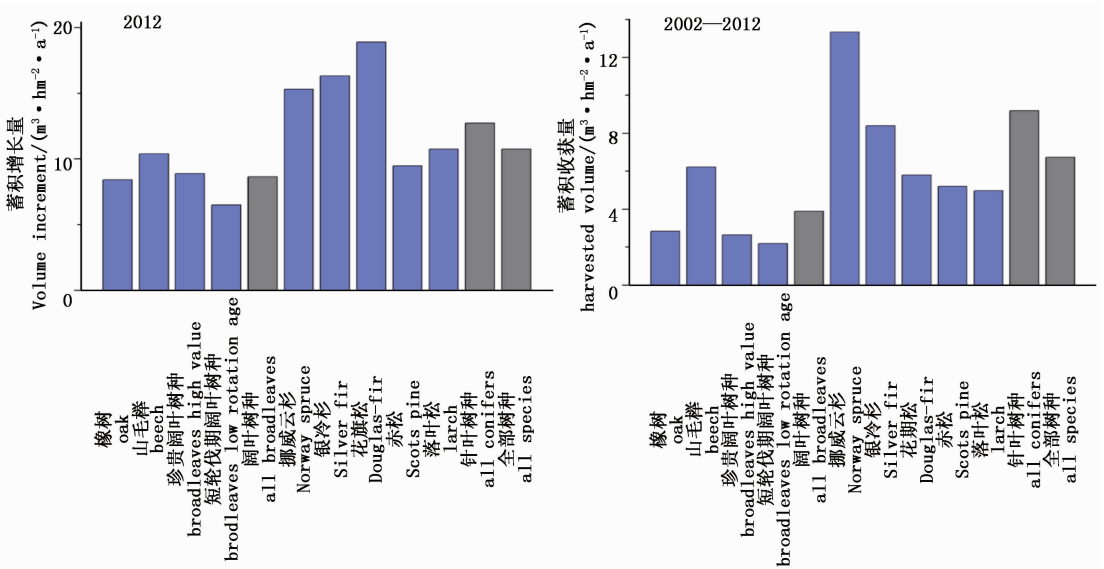


图3 2002年至2012年期间德国树种的蓄积增长量(左)和2002年至2012年期间树种的蓄积收获量(右)^[32]

Fig.3 Volume increment by tree species in Germany in the period 2002 to 2012 (left) and harvested volume by tree species in the period 2002 to 2012 (right) ^[32]

2.3 近自然度的变化

近自然森林经营的一个关键要素是发展更加自然的林分结构,即具有结合古树、枯木、稀有物种等特征,并调整物种和结构组成使其朝着潜在天然林生态系统方向发展。根据物种组成将森林分类为5个自然度范畴:原始森林的特征为包括90%以上的物种来自相应天然林生态系统;近自然林分的特征

为超过75%(小于90%的物种)来自相应的天然林生态系统,非乡土树种的比例必须小于25%;部分近自然森林的特征为超过50%的树种来自相应的天然林生态系统且允许非乡土树种的比例超过30%;当乡土树种少于50%时,该森林被认为受到显著影响;低于25%时为人工林。如图5所示(左),2012年,德国的大部分森林被归类为部分近

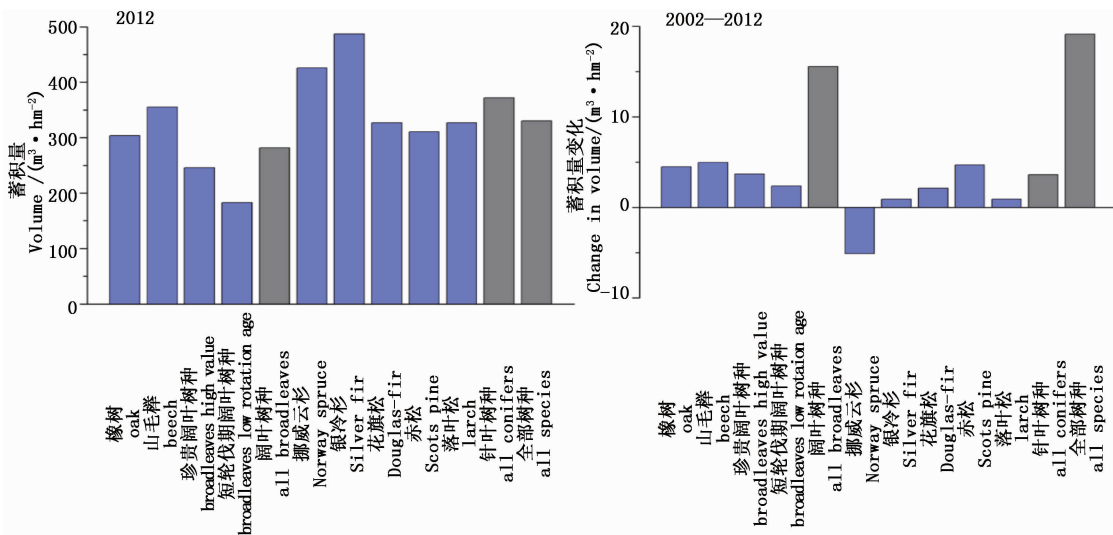


图4 2012年德国不同树种蓄积量(左)和2002—2012年期间不同树种蓄积量的变化(右)^[32]

Fig. 4 Volume by tree species in Germany in 2012 (left) and change in volume by tree species in the period 2002 to 2012 (right) ^[32]

自然森林(约40%),第二个常见的类型是近自然森林(约20%),其次是人工林(16%)和几乎没有受到干扰的天然林(15%),其余9%的森林面积被归类为受到显著影响。同样,2002年至2012年间自然度

等级的变化清楚地表明了近自然森林经营的目标(图5,右),最显著的是人工森林面积减少和近自然森林增加,甚至符合原始森林等级的森林增加。

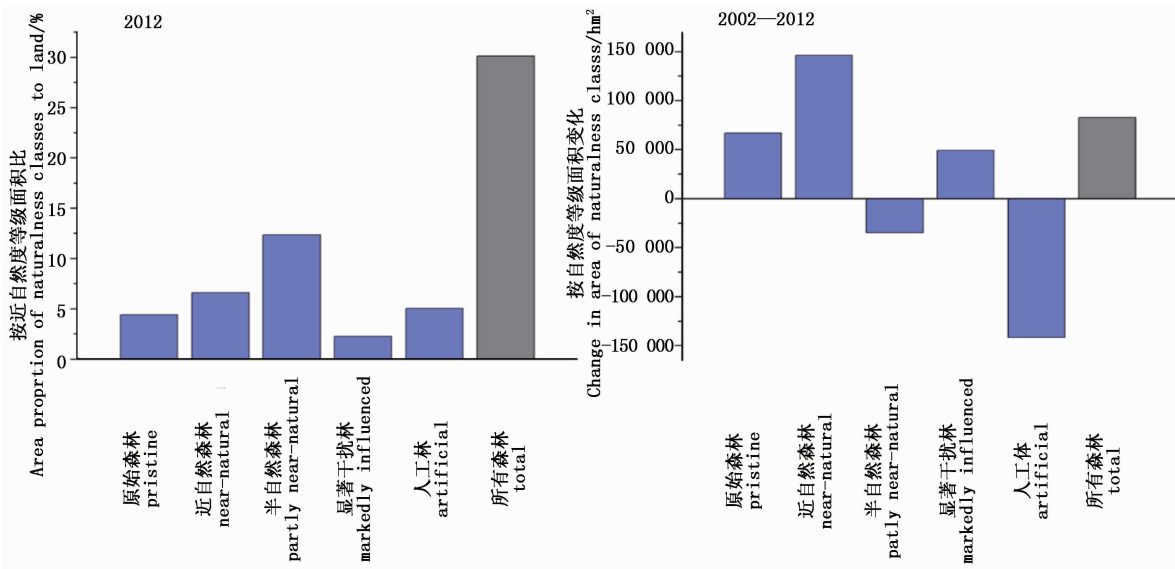


图5 2012年德国近自然度等级的分布(左)和2002—2012年期间近自然度等级的变化(右)^[32]

Fig. 5 Distribution of naturalness classes in Germany in 2012 (left) and change in naturalness classes in the period 2002 to 2012 (right) ^[32]

2.4 枯木蓄积的变化

在近自然森林生态系统中,枯木是许多植物和动物物种的重要栖息地。枯木的大小和腐烂程度是影响栖息地的重要因素,枯木总蓄积被认为是一个

很好的表征指标。因此,增加枯木蓄积对于近自然森林经营是必不可少的。在2012年,针叶树种平均贡献了约 $14 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 的枯木(图6,左)。除橡木外,其余阔叶树种贡献较少(约 $5.5 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$),橡

木枯木少于 $2 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。总体来说,枯木总蓄积平均超过 $20 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。对于德国的森林生态系统,建议平均枯木量超过 30 至 $40 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ [5]。因此,

目前的枯木状况未达到目标,但近自然森林经营的措施在 2002 年至 2012 年间一直增加枯木数量,增量超过 $2 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ (图 6,右)。

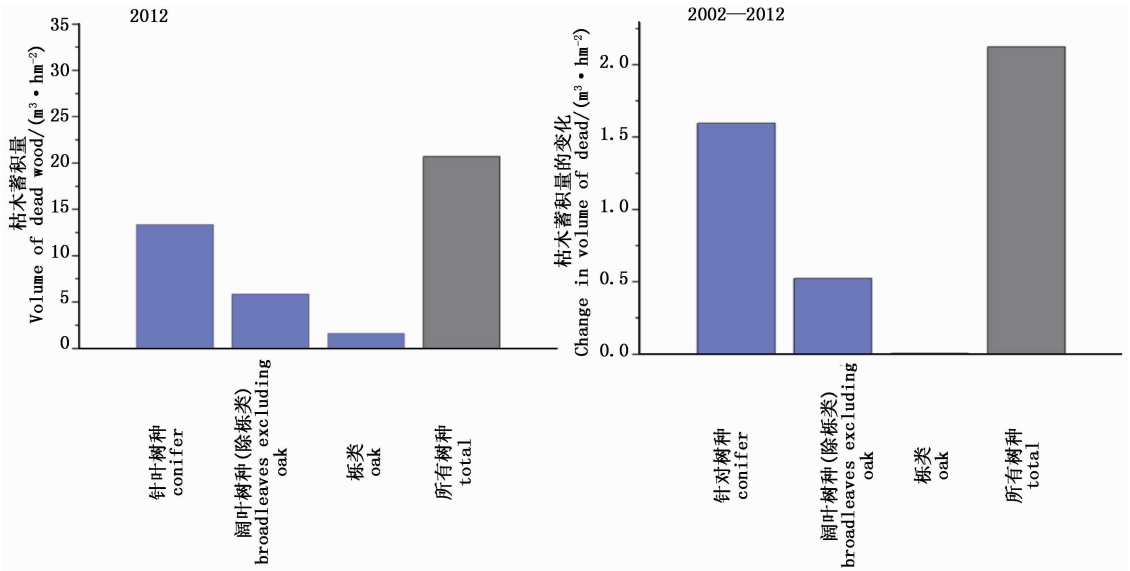


图 6 德国 2012 年不同树种枯木蓄积量(左)和 2002—2012 年期间枯木蓄积量的变化(右) [32]

Fig. 6 Volume of dead wood by species groups in Germany in 2012 (left) and change in volume of dead wood in the period 2002 to 2012 (right) [32]

3 讨论

德国国家森林资源清查 3 的结果表明,实现近自然森林经营的目标是一个长期的过程。历史上的管理决策,有些可追溯到几个世纪以前,仍然影响物种分布、年龄组成和森林结构。如今德国森林蓄积 $336 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 当然也不能全归功于 20 多年的近自然森林经营,蓄积的增加离不开联邦政府促进和保护森林的政策以及林场主所采用的先进的森林经营技术。

在德国,完全未受干扰的原始林比重小(2%以内),将近自然程度不高的森林、严重受到显著干扰的森林以及人工林,经营转化为近自然的森林生态系统是目前所面临的主要问题。

在经济效益方面,近自然或合乎自然的森林经营的自然生态过程(生物自发生长)并不代表是一种生产高质量木材的低成本、高效益的方法。无论森林所有者的经济效益有没有提高,近自然森林经营不能被视为提高产量的普遍做法。每种经营模式的成本效益必须在每个特定的情况下进行讨论 [33]。

在当今环境快速变化的背景下,必须考虑近自

然森林经营的原则。特别是气候变化将改变树种生产力,同时新出现的非生物和生物胁迫因子将会进一步增加森林生态系统所面临的风险。因此,选择营造不易出现风险的混交林分似乎更为合理,并且多树种带来的产品多样化也可以使经济上的风险最小化。

德国近自然森林经营的出发点在于,如何将自然程度低的人工林转化为符合自然生态系统的森林,其中的目标树经营主要发生在森林早期形成阶段,而不是所有阶段,尤其不是后期阶段;还有充分利用自然力进行森林更新的原则是有前提条件的,即有利于森林处于进展演替时促进,否则阻止。近自然林经营强调人工营造和经营森林必须遵循与立地相适应的自然选择下的森林结构,才能保证森林的健康与安全,森林才能得到可持续经营,其综合效益才能得到持续最大化的发挥。因此,不论是哪种类型的森林,包括天然次生林、人工林,其经营必须要遵照生态学的原理来恢复和管理 [34]。

参考文献:

- [1] 杨学民,姜志林. 森林生态系统管理及其与传统森林经营的关系 [J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2003,27(4):91-94.

- [2] 惠刚盈,胡艳波,徐海,等. 结构化森林经营[M]. 北京:中国林业出版社,2007.
- [3] Bieling C. Non-industrial private-forest owners: possibilities for increasing adoption of close-to-nature forest management[J]. *European Journal of Forest Research*, 2004, 123(4): 293-303.
- [4] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Bericht ueber die Lage und Entwicklung der Forst- und Holzwirtschaft[M/OL]: https://www.bmel.de/DE/Wald/Fischerei/Waldpolitik/_texte/Bundeswaldgesetz.html,2017.
- [5] Carlowitz, H C., *Sylvicultura Oeconomica* [M]. Braun Leipzig. 1713.
- [6] 黄清麟. 浅谈德国的“近自然森林经营”[J]. *世界林业研究*, 2005,18(3):73-77.
- [7] 陆元昌. 近自然森林经营的理论与实践[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [8] 李慧卿,江泽平,雷静品,等. 近自然森林经营探讨[J]. *世界林业研究*,2007,20(4):6-11.
- [9] 惠刚盈,赵中华,胡艳波. 结构化森林经营技术指南[M]. 北京:中国林业出版社,2010.
- [10] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forst, Bericht über die Lage und Entwicklung der Forst-und Holzwirtschaft[M]. Bonn,1997.
- [11] ANW. Arbeitsgemeinschaft naturgemäße Waldwirtschaft[M/OL]. [http://www.anw-deutschland.de/media/pdf/oekol.%20Grundsatzet%20naturgem.%20Waldwirtschaft%20\(05.06.2013\).pdf](http://www.anw-deutschland.de/media/pdf/oekol.%20Grundsatzet%20naturgem.%20Waldwirtschaft%20(05.06.2013).pdf). 2013.
- [12] 惠刚盈. 森林经营模式评价方法[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [13] Schmidt P A. Potential natural vegetation as an objective of close-to-natural forest management[J]. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 1998, 117(4): 193-205.
- [14] 宁金魁,陆元昌,赵浩彦,等. 北京西山地区油松人工林近自然化改造效果评价[J]. *东北林业大学学报*,2009,37(7):42-44.
- [15] 惠刚盈,Klaus von Gadow,赵中华,等. 结构化森林经营原理[M]. 北京:中国林业出版社,2016.
- [16] 陆元昌,张守攻,雷相东,等. 人工林近自然化改造的理论基础和实施技术[J]. *世界林业研究*,2009,22(1):20-27.
- [17] Miller G W, Stringer J W, Mercker D C. Technical guide to crop tree release in hardwood forests[R]. The University of Tennessee Agricultural Extension Service Publication Series PB1774. Knoxville: University of Tennessee, USA. 2007,12:1-24.
- [18] Schuler T M. Crop tree release improves competitiveness of northern red oak growing in association with black cherry[J]. *Northern Journal of Applied Forestry*, 2006, 23(2): 77-82.
- [19] 惠刚盈,胡艳波,赵中华. 结构化森林经营研究进展[J]. *林业科学研究*, 2018,31(1):85-93.
- [20] 陈科屹,张会儒,雷相东,等. 基于目标树经营的抚育采伐对云冷杉针阔混交林空间结构的影响[J]. *林业科学研究*, 2017,30(5):718-726.
- [21] Trimble G R. Early crop-tree release in even-aged stands of Appalachian hardwoods;Northeastern Forest Experiment Station research paper NE-203[R]. Radnor, PA;USDA Forest Service Northeastern Forest Experiment Station, 1971,1-12.
- [22] 张晓红,张会儒,卢军,等. 美国目标树经营体系及其经营效果研究进展[J]. *世界林业研究*,2016,29(2):91-96.
- [23] Ward J S. Intensity of precommercial crop tree release increases diameter growth and survival of upland oaks[J]. *Canadian Journal of Forest Research*, 2009, 39(1): 118-130.
- [24] 王懿祥,张守攻,陆元昌,等. 干扰树间伐对马尾松人工林目标树生长的初期效应[J]. *林业科学*,2014,50(10):67-73.
- [25] Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Unser Land, unser Wald. Wald und Forstwirtschaft in Niedersachsen[R]. Schriftenreihe Waldentwicklung in Niedersachsen, Heft 9. 2000.
- [26] 陆元昌,雷相东,洪玲霞,等. 近自然森林经理计划技术体系研究[J]. *西南林业大学学报:自然科学*,2010,30(1):1-5.
- [27] 贺志龙,张芸香,郭晋平. 我国近自然森林经营技术与效果评价研究进展[J]. *山西农业科学*,2017,45(9):1566-1570.
- [28] 曾伟生. 近自然森林经营是提高我国森林质量的可行途径[J]. *林业资源管理*,2009,(2):6-11.
- [29] 董伯骞,黄选瑞,夏明瑞. 退化华北落叶松林枯落物对近自然经营的短期响应[J]. *中国水土保持科学*,2011,9(3):52-58.
- [30] 丁磊,胡万良,丁国泉,等. 近自然森林经营在辽东山区次生林恢复中的应用效果评价[J]. *东北林业大学学报*,2013,41(3):30-34.
- [31] 周建云,李荣,何景峰,等. 近自然经营对辽东栎林优势乔木更新的影响[J]. *林业科学*,2013,49(8):15-20.
- [32] Thünen-Institut. Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank[M/OL]. <https://bwi.info>, 2014.
- [33] Röhrig E, Bartsch N, Lüpke B V. Waldbau auf ökologischer Grundlage[M]. Heidelberg:Springer Berlin Heidelberg, 2006.
- [34] 惠刚盈,赵中华,胡艳波,等. 我国西北主要天然林经营模式设计[J]. *林业科学研究*,2016,29(2):155-161.

Effect of Close-to-Nature Forest Management Practice in Germany

WANG Qiu-li¹, Matthias Albert²

(1. Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 2. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, 37079 Göttingen, Germany)

Abstract: [**Objective**] To analyze the effect of 20 years' practice of close-to-nature forest management, and summarize the experiences of implementing close-to-nature forest management in Germany. [**Method**] Based on the data of two forest inventories (interval of 10 years), this paper emphatically analyzes the effect of 20 years' close-to-nature forest management practice in Germany. [**Result**] The area of coniferous forests, such as *Picea abies* and *Pinus sylvestris*, has been significantly reducing in the past 20 years under close-to-nature forest management, while that of broadleaved forests and coniferous mixed forests continues to increase. All broadleaf species shows an volume increase of about $15 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ in average, and all conifer species combined also shows a positive change of additional $4 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$, whereas *Picea abies* is the only species with a decline in volume of $5 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$. Most strikingly is the decrease in area of artificial forests and the increase in the classes close-to-nature and even pristine. [**Conclusion**] Achieving the objective of close-to-nature forest management is a long-term process. Two major factors contributing to the high stock volume of $336 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ are federal policies which promote and conserve forests and advanced forest management measures adopted by private forest owners. Close-to-nature forest management practice has resulted in an increase of mixed forests; the major challenge faced by German forestry is to convert plantation forests with a lower close-to-nature management level to the close-to-nature forest ecosystem.

Keywords: close-to-nature forest management; management effect; Germany.

(责任编辑:彭南轩)