

中国-欧盟林业生物经济： 评估与展望



Maarit Kallio、陈晓倩、Ragnar Jonsson、Janni Kunttu、
张奕婧、Anne Toppinen、张建平、陈建成、Nike Krajnc、
Ben Cashore、于波、陈勇、Davide Pettenella

作者

Marrit Kallio 挪威生命科学大学

陈晓倩 北京林业大学/欧洲森林研究所

Ragnar Jonsson 欧盟委员会联合研究中心

Janni Kuntuu 欧洲森林研究所

张奕婧 中国华南农业大学

Anne Toppinen 芬兰赫尔辛基大学

张建平 中国国家发展改革委员会国际经济研究所

陈建成 中国北京林业大学

Nike Krajnc 斯洛文尼亚林业研究院

Ben Cashore 新加坡国立大学

于波 中国科学院微生物所

陈勇 中国林业科学研究院林业科技信息研究所

Davide Pettenella 意大利帕多瓦大学

致谢

本报告得到赫尔辛基大学Elias Hurmekoski及中国林业科学研究院宿海颖等外部评审专家的有益指导。在此，对他们提供的宝贵意见和建议表示衷心的感谢。两位专家的意见提升了报告的质量，我们在此特别声明：报告中存在的疏漏和错误与两位专家无关。

本研究与报告得到欧洲森林研究所多方捐助信托基金（Multi-Donor Trust Fund）的政策支持资金资助，该项资金由奥地利、捷克共和国、芬兰、德国、爱尔兰、意大利、立陶宛、挪威、西班牙和瑞典等国政府提供。在此一并表示感谢。

ISSN 2343-1229（印刷版）

ISSN 2343-1237（网络版）

ISBN 978-952-7426-14-2（印刷版）

ISBN 978-952-7426-15-9（网络版）

主编：Lauri Hetemäki

执行编辑：Rach Colling

版面设计：Grano Oy、Jouni Halonen

印刷设计：Grano Oy

免责声明：本报告仅代表作者个人观点，不代表欧洲森林研究所或资助方观点。

建议引用时标注作者姓名及报告来源：Kallio, M.、Chen, X.、Jonsson, R.、Kuntuu, J.、Zhang, Y.、Toppinen, A.、Zhang J.、Chen, J.、Krajnc, N.、Cashore, B.、Yu, B.、Yong, C.、Pettenella, D. 2020 中欧林业生物经济：评估与展望. 科学到政策 11. 欧洲森林研究所. <http://doi.org/10.36333/fs11>



目录

综 述.....	5
1. 背景和目的.....	7
2. 欧盟和中国的生物经济现状.....	8
2.1 生物经济概念.....	8
2.2 林业生物经济的主要战略目标和政策支持.....	10
2.3 林业生物经济成为中国及欧盟经济发展的组成部分.....	12
2.4 森林资源.....	16
2.5 中国-欧盟生物经济合作的发展.....	18
3. 生物经济相关的气候与可持续发展政策.....	20
3.1 中国的气候与可持续发展政策.....	20
3.2 欧盟气候与可持续发展政策.....	20
4. 2030 中国-欧盟林业生物经济发展前景.....	22
4.1 影响林业生物经济发展的主要因素.....	22
4.2 中国-欧盟生物经济发展2030展望.....	25
5. 结论.....	31
6. 政策影响.....	33
7. 参考文献.....	34



综述

欧盟和中国是世界三大经济体和贸易集团中的两大成员，两者的经济和贸易关系盘根错节、密切相关。中国作为欧盟林产品的出口目的国、林业投资资金的来源国或目的国、欧洲缓解气候变化的主要合作伙伴，在过去10年中，发挥着越来越重要的作用。

欧洲已经认识到可持续循环生物经济的重要性，并开始了相关探讨，例如欧洲委员会在2018年颁布了欧盟生物经济战略。而在中国，生物经济仍旧是一个较新的概念。

中国目前仍是全球混凝土、钢铁、煤炭、纸和石油产品（如聚酯纤维和塑料）最大的生产国和消费国。要在未来40年间（到2060年）实现碳中和经济，中国需要将石化能源经济过渡成为更加绿色、更可循环、更低碳密集型的经济模式。经济前沿领域需要相应的技术、产品和政策支持，才能实现上述目标。

2020年，在“欧盟-中国全面战略合作伙伴关系”迎来70周年之际，欧盟和中国在该框架下进一步深化了绿色发展领域的对话和合作。2018年，中国和欧盟委员会签署了《循环经济合作谅解备忘录》。双方在生物经济领域的合作将有助于中国的可持续发展，同时也会为欧盟生物经济部门未来带来巨大的市场机遇。

为评估上述机遇，我们需要全面回顾两方林业生物经济的发展，即分析供应链的相互影响，预测政策和市场变化产生的影响。本研究是首次针对欧盟-中国林业生物经济发展中所面临的潜在挑战、未来机遇和政策影响进行的全面系统评估。

结论

发展可持续可循环林业生物经济符合欧盟和中国双方促进社会经济繁荣、保护自然资源的共同利益。森林资源的稀缺性需要我们进行社会和技术创新，实现更加高效、更可循环的生物物质资源利用。同时还要推动废弃物管理、循环利用、材料开发、层级生产的发展、拓展生物精炼和产业生态系统设计等领域的商业机会。在中国新晋的

城镇化地区，在推行废弃物管理和绿色城市理念方面比已经成型城市地区更加方便简单。在纺织品、纸和木质材料循环利用等领域推行欧盟废弃物法规实施获得的经验教训将成为欧盟与中国研发合作中非常有前景的领域之一。

我们需要制定能够影响消费者和行业行为转变的政策以促进生物经济发展。中国和欧盟近期实施的减少若干应用领域塑料使用的法规就是其中一个例证。中国日益增长的建筑市场规模在全球排名第一，其政策支持使用绿色建筑材料，也为欧盟工程木制品和针叶锯材生产商带来了市场机会。

当前，中国国内木材供应不足，但对木材制品的需求持续增长。这推动了中国企业境外投资森林和林业经营的意愿。此外，中国积极投资于培育本国森林资源，也加大了对欧盟基础资源投资的比重。为充分利用持续增长的国内森林资源，中国有兴趣与欧盟合作伙伴开展研发合作。欧盟在中国生物经济林业的投资会受到中国外商投资限制性政策和准入壁垒的影响。如果上述壁垒能够消除将会带来更好的合作机会。例如，创建生物材料回收和再利用基础设施和企业、生产创新性木质包装和包装材料、采用工程木制品发展绿色建筑等。

林业生物经济的相关创新、新实践和新技术需要大量研发投入，也需要承担巨大的风险。欧盟会将跨学科研究置于优先位置，增加研发和试点应用经费投入，以促进研究成果的商业转化。中国对研发和资源投资快速增长，欧盟也不会只考虑投资风险，减缓对生物经济的投资。同时，欧盟还会建立绿色资金平台，如使用绿色债券等。中国绿色债券领域也已经走在世界的前沿，中国和欧盟在上述领域的研发合作能为双方创造机遇。

中国和欧盟之间的政治互信对双方的合作和贸易繁荣至关重要。近年来，双方在相互信任上面临一些挑战。未来，在林业生物经济合作中需要进行政策交流、联合研究、知识共享和企业对话，双方应做出切实的努力建立更加积极的信任关系。

政策影响

- 木质生物质原料的稀缺性需要我们扩大森林资源基础、纳入生物经济理念、更加科学地利用现有森林资源。中国和欧盟将会受益于林业生物经济领域的合作，同时可以进一步推动如下领域合作：
 - 研究、跟踪和知识交流，促进森林在经济、社会和环境生态系统服务领域联合生产的最佳实践。
 - 开发、识别并复制新实践或最佳实践，包括森林采伐与再利用；用更少的森林资源制造功能相同或功能改良的产品；延长产品使用寿命；推动消费者采取更可持续的消费习惯。
 - 中国将在木质包装、纺织品和建材市场领域形成巨大商机。为了让欧盟相关产业能够受益于上述商机，欧盟政策制定者需要提供信息、支持研发、促进风险融资，同时确保政策环境的稳定，保障森林生物质原料的可靠供应。
- 为确保林业生物经济可持续发展，就必须进行引导、保证发展的可持续性（包括生物多样性），保证发展得到有效监督。必要时可以通过颁布新法规确保可持续性。
 - 监督和评估林业生物经济发展、评估相关市场机会需要林业部门和其他相关部门提供统一、可靠的统计数据，需要努力完善统计系统。
 - 为加强生物经济发展，中国和欧盟需要最终达成双边投资协议（谈判始于2013年），保证欧盟和中国投资者拥有平等权利、义务和相应市场的准入。同时需要中国和欧洲实施统一的“绿色”投资标准，促进外商投资和可持续发展技术。



1. 背景和目的

欧盟和中国是世界三大经济体的两大成员，也是全球领先的贸易国家和地区，两者的经济和贸易关系盘根错节、密切相关。中国的森林面积（2.2亿公顷）超过欧盟27国的森林总面积（1.8亿公顷），但欧盟的木材和林产品出口总值（2019年880亿欧元）超过中国的林产品出口总值（120亿欧元）（粮农统计数据库，2020¹）高达7倍。中国作为欧盟林产品出口的目的国、林业发展资金潜在的来源国或目的国及欧盟缓解气候变化的主要合作伙伴，在过去10年中，发挥着越来越重要的作用。

气候变化、生物多样性退化、环境污染和自然资源的有限性要求我们改革经济体系，从而可持续满足日益增长的中产阶级的消费需求。我们已经考虑将石化能源型经济转型为循环生物经济，进一步建立更可持续的生产和消费体系。与此同时，各经济部门也需要进行创新、实现产业发展和结构更新。欧盟确定生物经济概念涵盖所有依靠生物资源可持续利用或再利用的部门和体系。因此，生物经济包括所有利用和生产生物资源与服务（农业、林业、渔业和水产养殖业）的初级生产部门，以及所有加工或回收上述资源、进而生产食品、饲料、生物基产品、能源和服务的经济和工业部门。可持续性和循环性是生物经济的两个重要要求（欧洲委员会，2018a）。全球约有50个国家已经制定了生物经济战略，或已将生物经济纳入国家发展战略（德国生物经济委员会，2018）。过去10年中，全球生物经济市场发展迅速，新产品和新技术得到全面发展。

森林是最大的陆地可再生生物资源，对生物经济贡献的潜力巨大（Hetemaki等，2017）。欧盟生物经济战略（欧盟委员会，2018a）指出，林业部门可为建筑、包装、纺织品、家具和化工行业提供生物基材料和产品，用以替代不可持续的材料和产品。同时可以从森林生态系统服务中衍生出新的商业模式、更多价值增值机会和社会福利。战略指出我们也需要更好了解生物经济的生态边界。

欧盟已经认识到可持续循环生物经济作为实现联合国可持续发展目标（SDGs）途径的重要性，并开始了相关探讨。在中国，生物经济仍旧是一个较新的概念。目前中国是全球混凝土、钢铁、煤炭、纸和石油产品（如聚酯纤维和塑料）最大的生产国和消费国。中国需要将石化能源经济过渡成为更加绿色、更可循环、更低碳密集型的经济模式，支持经济改革、履行气候变化承诺，并

在全国范围内实现SDG目标。中国已经制定了单位GDP的CO₂减排目标和能源消费中非化石能源份额增长的目标。未来40年，中国要实现碳中和和经济。经济发展前沿领域需要有相应的技术、产品和政策支持，才能实现上述目标。

2020年，在“欧盟-中国全面战略合作伙伴关系”迎来70周年之际，欧盟和中国在该框架下，探讨了双方进一步深化绿色发展的对话和合作。双方在生物经济领域的合作将有助于中国的可持续发展，同时也会为欧盟生物经济部门在未来几十年创造巨大市场机遇。为评估上述机遇，我们需要全面回顾两方林业生物经济的发展，即分析供应链的相互影响，预测政策和市场变化产生的影响。迄今尚没有对欧盟-中国林业生物经济发展潜在挑战、未来机遇和政策影响的全面系统评估。本研究旨在对现状和截止2030年前的发展前景进行评估。

首先，本研究旨在实现以下目标：

- 回顾过去20年中国-欧盟的生物经济政策的发展。
- 总结过去20年中国和欧盟的林业生物经济市场和贸易的发展。
- 分析中国和欧盟的气候变化和可持续发展政策，及其对双方生物经济和贸易的影响。
- 预测到2030年中国-欧盟的林业生物经济贸易和市场发展前景。
- 此外，基于上述梳理和评估，进一步分析以下议题：
- 中国作为欧盟林业生物经济产品的出口目的地。
- 中国作为欧盟林业生物经济企业的投资目的地。
- 中国企业作为欧盟林业生物经济的投资者。

尽管上下文经常出现“欧洲”一词，本研究仅探讨欧盟²和中国生物经济领域的相互关系。做出上述决定基于欧洲各地区生物经济发展的性质不同，以及欧洲各地与中国的政策目的不同。同时，欧盟的林业生物经济和发展数据较欧洲其他地区更为系统可用。此外，由于森林的诸多重要社会和环境效益数据可用性所限，本报告主要探讨林业生物经济提供的可销售的产品和服务。

1 FAO统计数据不包括木制家具和部分其他制成品。

2 “欧盟28国（EU-28）”缩写指包括英国在内的欧盟数据，“欧盟27国（EU-27）”指不包括英国的欧盟数据。文中出现“欧盟（EU）”一词，如没有进一步明确范围，说明以上区分在此处并不重要，但可以理解为“欧盟27国”。

2. 欧盟和中国的生物经济现状

2.1 生物经济概念

根据Palahi等人（2020）和Hetemaki等人（2017）的定义，循环生物经济包括生态系统服务，生物资源（植物、动物和有机废物）可持续经营，以及生态系统边界内食品、饲料、能源和生物材料的循环转化（图1）。通过提供上述要素，可实现循环生物经济。循环性不仅包含连续生产的理念，还包括用最少的投入和最少的系统废物产出，生产产品和服务的活动。

林业生物经济包括所有与森林和森林生态系统服务相关的经济活动。环境和社会可持续性林业生物经济重要的内容：用木材作为原材料的生物经济部门必须保持森林其他社会功能和生态功能的平衡。未来林业生物经济的发展需要一个涵盖多部门和多行动者的沟通网络，包括民间组织（如消费者、森林所有者）、私营部门（包括行业部门）、学术机构和政策制定者。

Bugge等人（2016）认为，生物经济概念可以用3个愿景来解释：1）生物技术愿景：强调生物

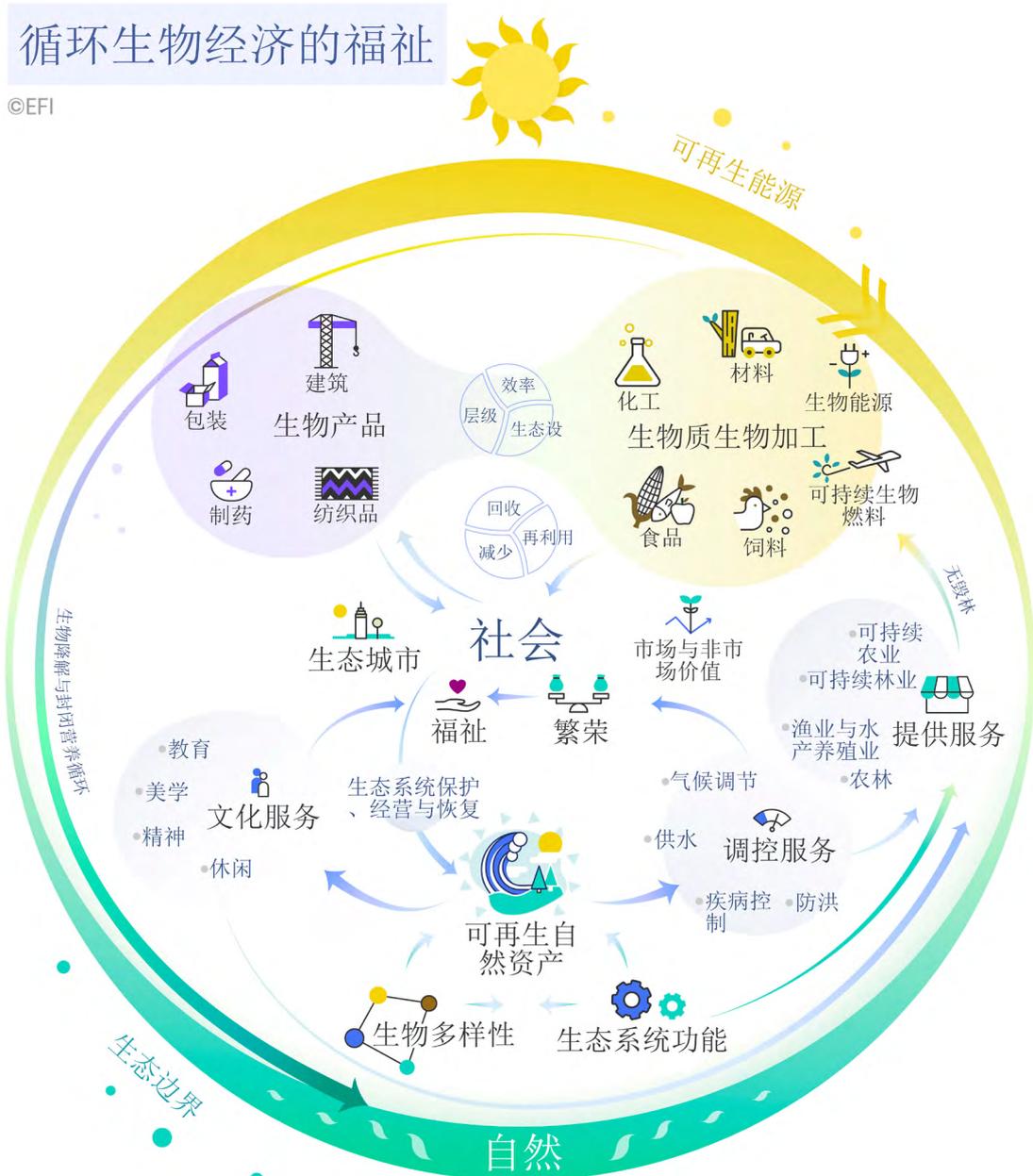


图1 循环生物经济流程图
来源：Palahi等人（2020）

技术研发和商业化应用的重要性；2) 生物资源愿景：强调生物原材料的加工和升级，以及新的供应链和价值链；3) 生物生态愿景：强调可持续性的作用。

欧盟的生物经济概念最初着眼于生物基材料和能源，并未特别强调材料的循环性。《欧盟循环经济行动计划》（欧洲委员会，2015）呼吁在技术“闭环”系统中尽可能长时间的保留材料、产品和资源的价值，借此实现资源效率。《欧盟生物经济战略》（欧洲委员会，2012，2018a）则将生物制造行业的更新与应对全球可持续性挑战结合起来，同时融入上述3个生物经济愿景。

中国生物经济的探讨伴随着平衡经济发展与环境保护的相关讨论。自2007年起，从石化能源经济转型成为更具环境可持续性的经济模式就已经纳入了中国的国家战略。讨论过程中，绿色经济、循环经济、低碳经济和生物经济全部作为平衡经济发展、环境保护和社会福祉的可行途径，但这些概念各自都有不同的侧重点（图2）。林业生物经济在中国是一个仍在发展的新概念，在国家或行业政策和战略或在研究中并不经常看到。通常情况下，生物经济是指以可再生生物资源为基础的经济活动，包括生产、加工和消费生物产品和材料，以期实现绿色增长和可持续发展（Deng，2018）。此外，在中国，生物经济的概念和生物技术产业密切相关。2007年，中国科技

部发布战略，提出要加速生物技术产业的发展。该产业的发展已被列入“十二五（2011-2015）”和“十三五（2016-2020）”计划（国家五年计划）（FYP）的优先位置。“十三五”计划中，生物技术创新计划明确指出到2020年，生物医药、生物化工、生物资源、生物能源、农业、环境保护和生物安全作为生物技术发展的重中之重（科技部，2017）。在2017年的中央经济工作会议文件中，首次将生物经济视为一个新的经济模式（Deng等人，2020）。这标志着中国中央政府支持生物经济发展的政治决心。

本报告虽然主要聚焦于欧盟与中国林业生物经济发展现状，以及截至2030年未来跨度内林业生物经济发展的趋势，但我们希望强调生物经济本身并不是终极目标，它只是相较于“传统”经济发展模式更具环境和社会可持续性的发展模式。我们并不寄希望于生物经济能够解决所有全球重大挑战，如资源过度消费、污染和环境退化等。我们仍需要其他社会和技术前沿领域取得同步实质性进步才能实现这一目标。技术创新会发挥长期决定性作用，并彻底改变我们生活的世界。与此同时，扩大可再生自然资源的基础，科学利用可再生和不可再生自然资源，毫无疑问也在可预期的未来提升人类福祉。最后，生物经济并不能自动实现经济、环境或社会可持续目标，和其他行业部门一样，其可持续性也需要监督和研究。

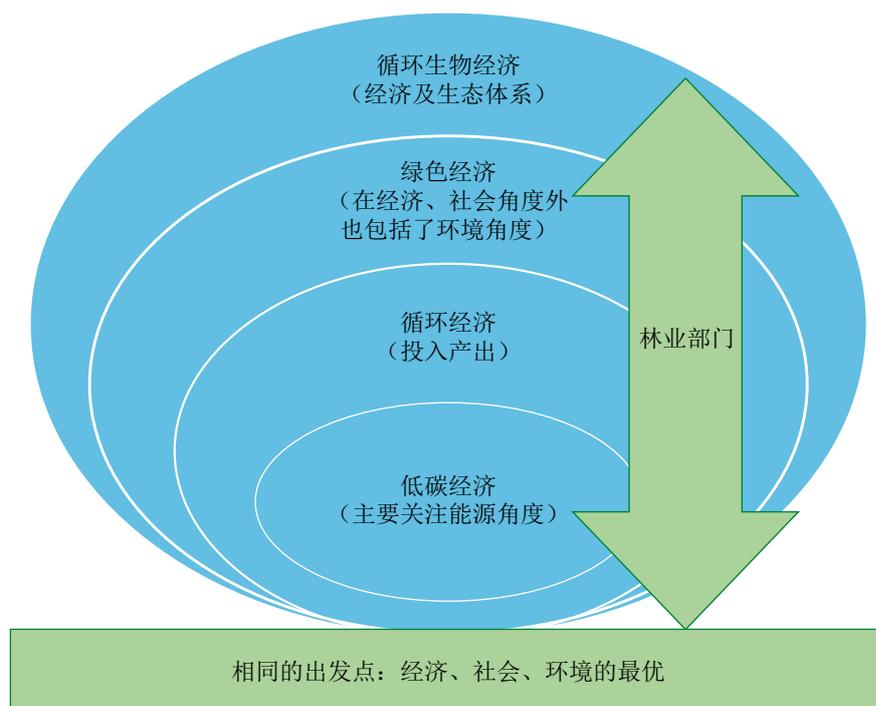


图2. 中国生物经济相关概念。来源：作者编辑

2.2 林业生物经济的主要战略目标和支持政策

2.2.1 欧盟的主要目标和政策

欧盟的生物经济战略（欧洲委员会 2012，2018a）是迫于转变资源生产、消费、加工、存储、回收和处理的需要制定的，以应对全球人口日益增长、资源消耗、与日俱增的环境压力和气候变化等问题。

在第一阶段（欧洲委员会，2012），该战略将生物经济视为欧盟可持续、智慧和绿色经济增长的一个关键要素。主要目的是为了应对以下社会挑战：

- (1) 保证粮食和营养安全。
- (2) 可持续经营自然资源。
- (3) 减少对国产或进口不可再生、不可持续资源的依赖。
- (4) 缓解并适应气候变化。
- (5) 增强欧洲的竞争力并创造就业岗位。

更新后的战略（欧洲委员会，2018a）进一步强调了生物经济的循环性，以及在生态边界以内，加速生物经济部署对于实现《巴黎协议》、联合国《2030可持续发展议程》和可持续发展目标的必要性。战略也给与生物经济相关服务和无塑料海洋目标重点关注。

2012年欧盟生物经济战略列出的挑战当中，第2至第5项挑战与林业生物经济的关系最为直接。例如，可持续经营自然资源（第2项）包括智能、可持续生产森林生物质，减少森林环境和生物多样性退化，以生态系统为基础的森林经营，可持续、高效利用森林资源等。减少对国产或进口不可再生、不可持续资源的依赖（第3项），也涉及资源节约型产业、不同形式的生物基产品和生物能源（如生物塑料和纺织品）、新兴产业、加工工艺和价值链等。上述产业有助于实现绿色增长和竞争力等核心政策目标（第5项）。缓解和适应气候变化（第5项）是指以可持续森林生物质产品替代碳密集型产品，减少温室气体排放，增加采伐木材产品中的碳储存，增加森林资源，进而增加碳汇。

欧盟没有通用的林业政策（欧盟术语中称为“林业政策能力”），也没有促进林业生物经济的直接针对性政策。只有不同种类、目标并不一定完全一致的生物经济战略的主要目标和支持政策。

例如，欧盟对于废弃物的法律框架（欧盟委员会，2018b）规定的目标包括到2035年回收65%包括纸、纺织品和木材材料在内的市政垃圾，到2030年回收70%包装废弃物等目标。同时也规定

了纸和纸板85%及木材30%的具体回收目标。

2021-2030年欧盟土地利用、土地用途改变和林业（LULUCF）条例（欧盟议会和欧盟理事会，2018a）制定了森林和其他土地碳计量的新规定，推出了更新的森林碳汇参考标准及新指南供计量使用。

更新后的欧盟可再生能源指令（欧洲议会和欧洲理事会，2018b）要求到2030年，公路和铁路的最终能源使用中可再生能源占比要达到14%。到2030年，改良生物燃料的份额不得少于3.5%。改良生物燃料可采用替代性木质纤维素原料生产，例如木材。

欧盟减少塑料制品环境影响指令（欧盟议会和欧盟理事会，2019a）规定到2021年禁止使用各种一次性塑料制品，例如一次性餐具、盘子、吸管、杯子或发泡聚苯乙烯餐盒等。上述塑料制品可用纸板产品进行替代。

还有其他一些林业生物经济支持政策，包括“自然2000”、“欧盟森林战略”（欧盟委员会，2013）³和“生物经济监测平台”等。

除具有约束力的法规以外，欧盟还推出了创新性产业倡议（如欧盟议会和欧盟理事会，2013）和“地平线2020”项目，促进可再生能源生产和分配、保护恢复生物多样性和土壤、促进生态系统服务、加强适应气候变化、通过生态系统方法预防和管理风险。

2019年12月，欧盟委员会提交了目标宏大的“欧洲绿色协议（EGD）”计划，确立了到2050年实现欧洲碳中和的远景目标（欧盟委员会，2019a-c）。“欧洲绿色协议（EGD）”指出，到2030年至少要减少50%温室气体排放，不再使用当前的40%减排目标。同时还提出要重新审阅欧盟法律法规，使其与新的气候目标匹配（欧盟委员会，2019a）。

2.2.2 中国的主要目标和政策

中国尚没有全面的循环生物经济政策或战略（图2）。但自2010年起，中国开始实施绿色可持续发展模式，颁布并修改了一些政策以支持与生物经济相关的概念：循环经济、绿色经济和低碳经济。上述政策可根据法律效力和适用范围分成以下几类（图3）：

- 国家立法：全国范围适用，具有法律约束力，有明确惩罚措施，通常有实施细则。
- 国家战略：属自愿性质，在国家层面为某个地区提供某一时间段内的发展路线图、纲要或指南。

³ 新的欧盟森林战略正在制定过程中，有望于2021年颁布。

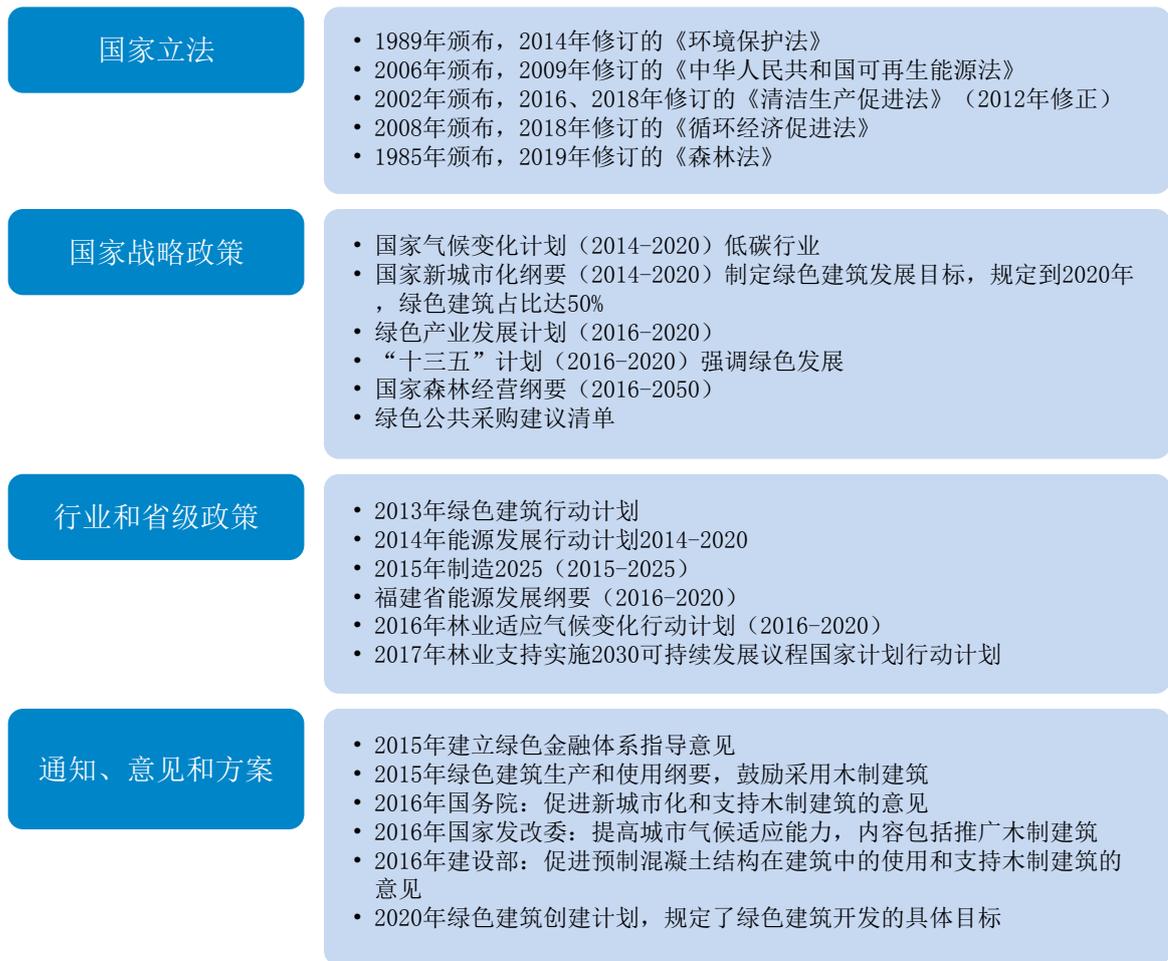


图3 中国生物经济相关政策和战略及颁布与修订年份 来源：作者编辑。

- 行业 and 当地政策：属自愿性质，针对某个行业或地理区域，如省或市，通常依据相关国家战略或计划制定。
- 通知、意见和方案：规定某些目标的微观层面操作指南，自愿性质。

图3中的政策和其他几项政策均从不同侧面支持中国林业生物经济的发展。我们在此不对政策一一梳理，仅讨论以下几个案例。

中国颁布的《绿色建筑行动计划》（2013）旨在减少建筑行业的温室气体排放。该计划倡导使用绿色材料，特别是具有能源效率且满足其他环保要求的材料。《促进绿色建材生产和利用》（2015）和最近的《绿色建筑创建计划》（2020）鼓励使用木质建筑材料，两个政策都制定了绿色建筑发展的具体目标。自2014年以来，中国政府也推出了一系列政策推进现代木结构建筑。2015年，工信部发布通知促进在不同地区开

发差异化木结构建筑。在农村旅游景点和农村地区，大力推广木结构建筑。在经济发达的农村地区，建议推广木结构自建房屋和新建民居。在城市地区，鼓励公立学校、幼儿园、养老院、花园和其他低层公共建筑采用木结构房屋。2016年，国务院再次呼吁加速预制建筑产业化进程，特别是在京津冀、长三角和珠三角等人口稠密的大型城市区域。政策目标是到2026年，预制建筑达到30%左右的新建建筑面积。

中国颁布的《清洁生产促进法》促进资源高效、低废、低污染技术的使用，倡导在经济和技术可行的情况下回收和再利用废弃物，优先选择环保、可回收产品。《循环经济促进法》采纳了国际通用的减少使用、促进再利用和回收的原则，要求高效、循环利用资源，包括废弃物、能源、土地和水。这部法律中也包括鼓励产业园组织园内企业履行循环经济准则的条款。

中国近期出台的塑料污染防治路线图旨在实现到2025年限制塑料产品使用和全面禁止某些塑料产品使用的目标（国家发改委，2020）。该措施规定，未来要在全国或某些地区禁止销售或使用薄塑料袋、禁止在零售环节使用不可降解塑料袋，禁止餐馆堂食和外卖使用不可降解餐具和塑料吸管，禁止酒店使用一次性塑料制品。该政策建议用纸和其他环保产品替代不可降解塑料制品。

中国新修订的《森林法》延续了中国林业发展生态优先的原则，强调森林保护。同时还明确了森林所有权并强化了物权（自然资源部，2019）。赋予森林经营单位更多权利，如有权决定商品林的采伐量等。改革有助于更加高效地实施“国家储备林工程”（国家林草局 2019a，第2.4.2章节），国家储备林工程的目标是到2035年增加中国国产木材供应，减少对进口原木的高度依赖。以往的人工商品林建设项目成效并不显著，带来了林区蓄积量低、生产力薄弱等问题。专家指出未来木材销售收入预期不足以产生足够的经济动力，国家和其他主管部门自上而下的指挥，都是造成上述问题的原因（Hou等人，2019）。2020年《森林法》做了一项重要修订：禁止（知情）购买、运输和加工非法来源木材，企业要对原材料和产品承担责任。如法律文本所述，《森林法》对经营者声明不清楚其使用原木来源的情况并未做出明确规定。然而，该修订已向木材经营者释放了信号，要求企业为推动木材来源的合法性做出更多努力。该法律的有效实施，将有助于遏制非法来源原木的使用。

中国颁布的《绿色金融体系建立指导方针》（2015）制定了切实的行动计划，开启了绿色金融助力绿色发展的道路。中国的绿色金融可分为绿色信贷、绿色产业和绿色债券（Ma等人，2020）。目前，约有1/4债券在中国被认为是绿色债券，但国际投资者并不完全认可。尽管如此，中国仍是全球绿色债券市场规模最大的国家（Meng和Filkova，2019）。

中国2015年推出的“中国制造2025”战略旨在推进中国产能现代化，生产高科技产品，推动先进制造业（参见ISDP，2018）。如该倡议取得成功，中国将从价值链低端的低成本制造国升级为具有更强竞争力的全球制造国，完成跻身发达经济体的过渡。战略10个优先发展的产业当中，“新材料”与生物经济的关联度最高。

2.3 林业生物经济成为中国及欧盟经济发展的组成部分

2.3.1 生物经济的体量与相关市场

欧盟的林业生物经济与相关市场

生物经济带来的经济增值和就业贡献很难估算，因为生物产业和非生物产业很大程度上彼此交融。欧盟委员会联合研究中心近期采用了改良分类方法，能够基于投入和产出的份额核算生物经济对各个产业的贡献（Kuosmanen等人，2020）。新方法计算也包括服务行业⁴。使用该方法，估计2015年欧盟28国的生物经济增值总额为1.46万亿欧元，占GDP的11%（Kuosmanen等人，2020）。此外，2015年估计有3400万人在生物经济领域就业。该报告没有单独提供林业生物经济的数据。使用以前方法计算出的生物经济体量较小，Piotrowski等人（2019）估计2016年，欧盟28国的林业和林业相关产业贡献了生物经济18%的营业收入和15%的就业。

在欧盟，林业部门作为不可再生材料、产品和能源的可再生替代品的提供者，发挥着至关重要的作用。2018年，欧盟成为全球最大的原木生产和消费地区，以及锯材的最大生产地区和第二大消费地区。此外，欧盟也是造纸用纸浆、木制人造板、纸和纸板的第二大生产和消费地区（粮农组织数据库，2020）。

随着传统木制品消费增长越来越多依赖中国、巴西和印度等迅速成长的大型经济体，欧盟国家上述产业的生长也开始依赖出口市场上这些业务的增长。在欧盟这样的成熟市场上，获得市场机会需要赢得其他材料市场，例如替代纺织材料的木制品，或替代建筑混凝土和钢材的木质产品。此外，生物化工、生物燃料、包装和生物塑料也为木制品提供了颇有前景的新兴市场（Hurmekoski等人，2018）。但以林业残余物生产的高级生物燃料需求则主要依靠政策驱动。

中国的林业生物经济和相关市场

目前尚没有能直观反映中国生物经济体量的统计数据。到2020年，绿色低碳产业（包括环保节能产业、生态产业和新能源产业）的产值有望达到1.25万亿欧元（国务院，2016）。2018年，林业产值已达9290亿欧元（国家林草局，2019b）。

从2007年到2017年，中国的木材产品消费增长了60%，按原木消费计算，2017年已达5.685亿立方米。建筑行业 and 浆纸行业是木材的两大消费领域，约占中国木材总消费量的60%（图4）。中国的木制家具行业体量全球最大，2017年，占到

⁴ 和其他方法一样，因缺乏系统数据，该方法没有考虑森林生态系统服务的价值。

中国木材总消费量的12%（国家林草局，2019b）。近年来，由于劳动力成本提高，国际社会越来越关注木材原料的可持续性，中国在进一步增加其在全球林业价值链份额的过程中面临挑战（Hou等人，2016；Su等人，2020）。

中国有建造传统榫卯结构木建筑的悠久历史。自1998年起，为了保护天然林，中国开始实施了天然林禁伐的政策，木材作为建材的使用被边缘化。在蓬勃发展的城镇地区，建筑业迎来了最为迅猛的增长。城市化和经济发展促使中国成为全球最大的建筑市场，但这个市场的主流建材却是钢材、混凝土、砖和玻璃等。现代木结构建筑仅占中国建筑存量的0.35%（He等人，2019）。但当前，木结构建筑市场正在经历快速的增长。截至2017年，木结构建筑累计面积估计在1200-1500万平米左右（He等人，2019）。近10年间，已经颁布了超过15个现代木结构建筑准则，内容涵盖设计、建造、验收标准、防火、防腐蚀标准规范和技术工具等（Luo和Ren，2015）。交错层压木（CLT）作为新一代低碳建材，适用于预制安装建筑，目前正在中国得到大力推广（Li等人，2019），但仍然没有普遍使用。相比木材、混凝土和钢材，CLT的成本优势非常明显。鉴于木材稀缺，混合使用竹材和木材生产CLT是一个可选方法（Li等人，2019）。

中国是全球最大的纺织品生产国、消费国和出口国。2017年，用于纺织品生产的人造化学纤维产

量高达4900万吨，占全球总产量的70%以上。2017年，中国生产了287亿件成衣制品，相当于为地球上每人生产了7件成衣（纺织品网，2018）。但中国的竹木材料莱赛尔和天丝纤维产能（45,000吨/年）却非常有限，预测中国的需求量在未来几年将会增长到100万吨（纺织品网，2018）。

中国也是全球最大的塑料生产国和消费国。塑料生产基本能够满足国内消费，同时还有部分产品出口。全国每年使用2000亿个塑料瓶，其中仅有25%回收利用。由此可见，中国的塑料回收尚有巨大潜力。与此同时，整治塑料污染的路线图（国家发改委，2020）规定了明确的激励政策，鼓励以其他可降解材料替代塑料，包括纸制品和纸板制品。

中国是全球第三大液体生物燃料生产国。目前大部分生物乙醇采用粮食作物生产，包括玉米和小麦（Qin等人，2018）。中国的粮食安全问题始终是妨碍生物乙醇产量增长的瓶颈。近年来，中国企业在欧盟和匈牙利新建了玉米乙醇工厂（Renewables now，2015）。但中国使用农业废弃物和包括杨木、柳木在内的其他非粮食作物作为原料扩大生物燃料产能的潜力巨大（Qin等人，2018）。据Bioenergy Europe（2020）消息，中国的木颗粒产量也在迅速增长，使其成为全球最大的木颗粒生产国。同时，中国也出口木颗粒，但由于其市场供应来自无数小规模生产厂家，所以产量统计数据并不可靠。

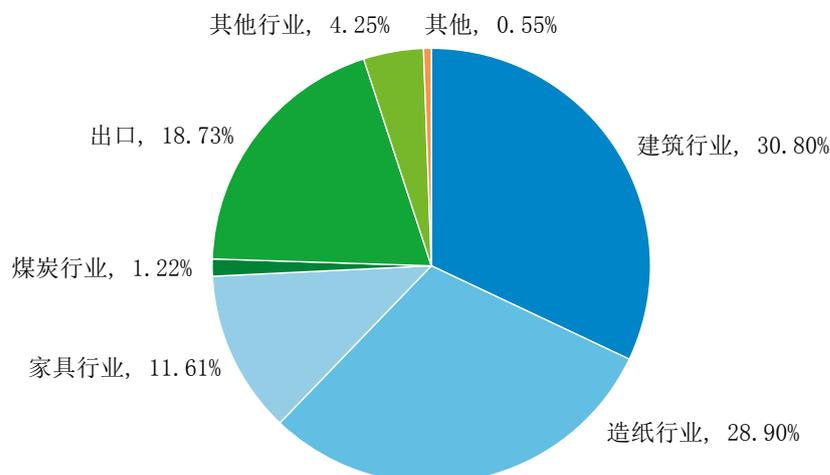


图4 2017年木材消费结构
来源：国家林草局

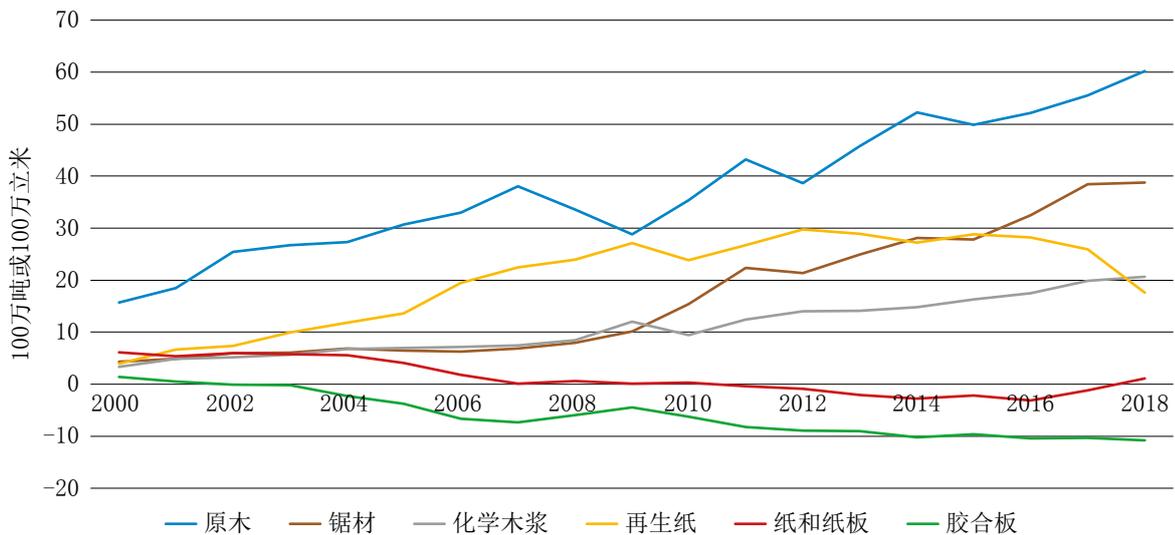


图5 中国从世界其他地区进口的部分林产品净进口量（进口-出口）。再生纸、纸浆、纸和纸板的单位为100万吨，其他产品的单位为100万立方米。净进口量为负值表示中国该产品的出口量超过进口量。来源：粮农统计数据（2020）

2.3.2 欧盟和中国的林产品进口和贸易

自2000年起，中国的原木、锯材和纸浆进口增长迅猛（图5）。从2000年到2019年，中国的国内原木产量仅增长了7%，而原木进口量却增长了2倍。2019年，中国原木进口量高达6100万立方米，占全球总进口量的42%（粮农统计数据库，2020）。进口增长的同时，伴随着中国森林面积的高速增长，增长之快超过地球上其他任何国家和地区。中国将天然森林的生态和社会功能置于首位，通过扩大人工林面积、蓄积满足木材生产需要。但其人工林主要以速生单一栽培树种为主，木材生产只能满足浆纸业发展，所以中国非常依赖进口木材原材料，支持其建筑、家具和木地板行业的发展。

2018年，中国曾是全球最大的纸浆、单板和再生纸进口国（粮农统计数据库，2020）。但自2012年起，由于实施了提高进口废纸质量的限制性法规，再生纸进口量持续下降（Shang等人，2020）。特别是最近的废弃物进口限制政策（国务院办公厅，2017）更是造成了2017年以来回收纸进口急剧下滑（图5）。

中国已经成为胶合板的净出口国。2017年，出口到欧盟27国的胶合板（约150万立方米）约占欧盟胶合板进口量或消费量的23%，以及中国胶合板总出口量的13%（粮农统计数据库，2020）。

2018年，中国林产品出口总额约为127亿欧元，进口总额约为480亿欧元（粮农统计数据

库，2020）。以上统计数字不包括木制家具和部分其他木制成品的贸易数据。

2000年，纸和纸板制品仍占欧盟出口到中国的60%林产品总额；到2017年，该份额下降到21%。同期，木浆的份额却从4%增长到48%（粮农统计数据库，2020）。欧盟出口到中国的原木也在增长（图6）。上述变化说明，欧盟出口到中国的高附加值产品持续减少，而低附加值产品持续增长。

2017年，欧盟出口到中国的针叶锯材总量约为200万立方米。尽管出口量增长可观，但仍旧不到中国2017年针叶锯材进口总量的8%（粮农统计数据库，2020）。

欧洲是中国木地板和木家具等高附加值林产品的净进口地区。中国出口欧盟的木家具增长一度迅猛，在2008年达到出口额峰值之后，开始呈现滞涨趋势。这一趋势可能反映了中国企业需要采取措施，保证其产品满足《欧盟木材法案》的要求（森林趋势，2017），此外，也反映出中国国内消费量增长的大趋势。

欧洲是纺织品木纤维重要原材料—溶解浆的净出口地区。出口到全球最大消费国—中国的总量也在增长。2018年，欧盟溶解浆产量约有1/3出口到了中国。

以上变化反映了中国的林业总体发展模式：增加初级或批量木材原材料进口，发展国内原材料和木材制成品加工业。中国林业出口附加值在过

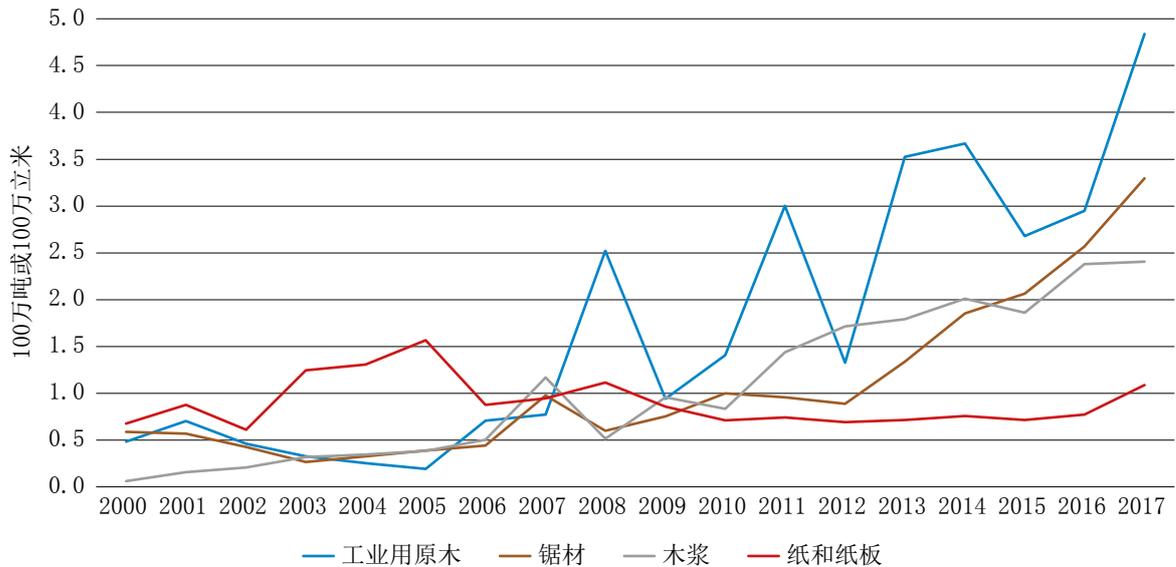


图6 欧盟27国出口到中国的部分林产品总量。再生纸、纸浆、纸和纸板的单位为100万吨，其他林产品的单位为100万立方米。来源：粮农统计数据库（2020）

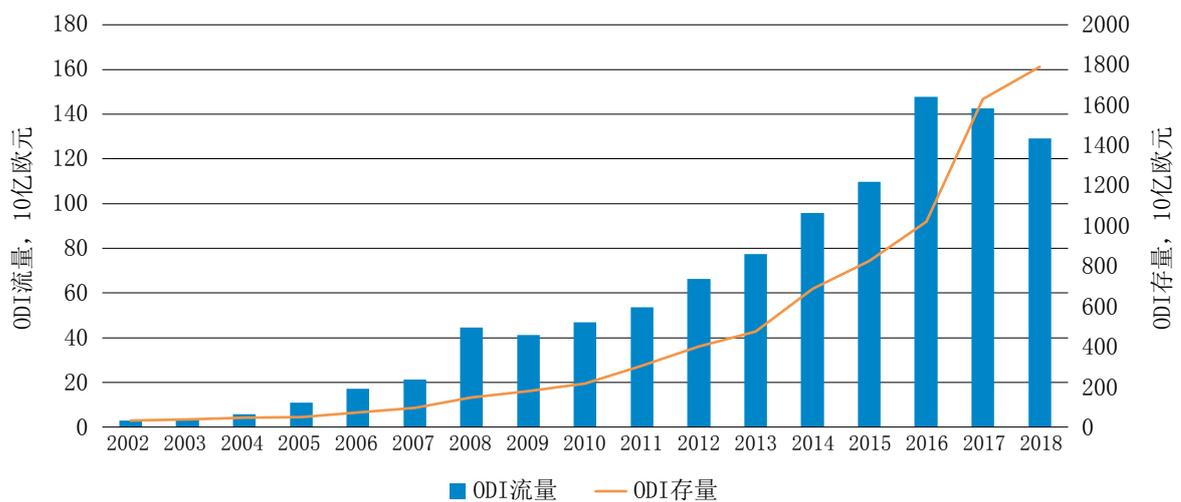


图7 2002-2018年中国ODI流量与存量（10亿欧元）
来源：2018年中国对外直接投资统计数据表

去10年中一直保持增长，但与国际水平比较仍处于较低水平（Su等人，2020）。

2.3.3 生物经济背景下的中国和欧盟对外投资

自2000年起，在中国政府促进海外投资的“走出去”战略引领下，中国对外直接投资（ODI）快速增长（图7）。截至2018年，包括对香港投资在内的中国ODI存量已达1.8万亿欧元左右，占全球ODI存量的6.4%（商务部，2018）。

中国对欧盟投资的波动较大（图8）。计入投

资的业务收购因收购标的规模和地点不同造成了不同年份之间投资额的巨大差异。业务收购帮助中国实现了掌握技术、收购品牌和国际产权的目标，这些技术、品牌和产权为中国进一步发展技术奠定了基础。投资同时也促进了欧洲企业的技术升级（Drahokoupil，2017）。截至2018年，欧盟27国中有3个国家（荷兰、卢森堡、德国）保有100亿美元中国FDI存量（商务部，2018）。

中国在欧盟的林业生物经济投资较少（Seaman等人，2017）。近年来（主要指2015年以后），已有几个中国企业提出了对欧盟的林业生物经济项目

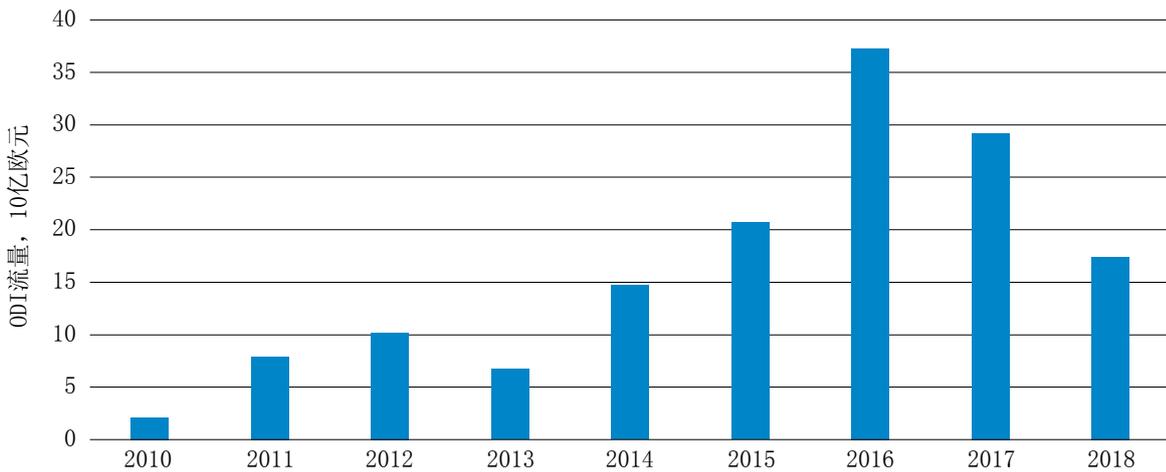


图8 2010-2019年中国进入欧盟28国的ODI流量与存量（10亿欧元）
数据来源：Kratz等人依据荣鼎集团编写的数据库报告（2020，第9页）

的投资提案，如投资芬兰的林业生物经济项目。有的项目已到规划阶段，也聘用了咨询机构，但迄今还没有一个重大项目推进到建设阶段。欧盟的大多数森林生物精炼项目投资都来自欧洲企业，大部分产能也属于欧洲企业。此外，截至2017年，在传统林业部门，非欧盟所有的1300家欧盟境内木材和木制品生产企业中，仅14家为中国企业所有（欧盟统计局，2020a）；其中9家位于罗马尼亚。仅有5家造纸和纸制品生产厂由中国企业经营，其中3家位于瑞典（欧盟统计局，2020a）。在附加值方面，造纸企业的附加值比木材和木制品生产企业的附加值高4倍（欧盟统计局，2020a）。在中国的部分大型欧洲林业企业的市场表现证明：欧洲企业对华产能和经营投资远远超过中国对欧投资，例如斯道拉恩索和欧芬汇川。鉴于过去20年中国的市场规模一直在扩大，欧盟的市场也日益成熟，因此这种情况也不足为怪。

2016年对外投资达到峰值后（图7），中国的全球投资开始减少，对欧盟也不例外（图8）。欧盟实施的外国直接投资筛选规定（欧洲议会和欧洲理事会，2019b）可能会放缓中国在欧盟收购的步伐，与此同时，中国和欧洲实体的研发合作近年来却持续增加。这种合作通常聚焦创造新技术和知识，可为参与各方带来实质性利益（Kratz等人，2020）。

欧盟对华投资同样面临困境（Haneman和Huotari，2018）。在OECD（2020）列出的严格限制外国投资的国家中，中国排名全球第六。欧盟中国商会的一项调查（2019）表明，市场准入壁垒、监管压力和执法不公会妨碍外商对华投资。尽管存在上述挑战，仍有62%的调查对象将中国视为排名前三的当前和未来投资目的

地。2018年底，中国为了促进外国投资，颁布了《中华人民共和国外商投资法》。

2.4 森林资源

2.4.1 欧盟的森林

2015年，欧盟27国45%的土地面积均为森林和其他类型林地所覆盖，其中73%可出产木材（欧盟统计局，2018）。报告称，瑞典森林面积最大（2800万公顷），芬兰（2240万公顷）和西班牙（1860万公顷）紧随其后（粮农组织，2020）。若将其他类型林地面积计算在内，则排名为瑞典（3030万公顷）第一、西班牙（2800万公顷）和芬兰（2320万公顷）次之。自1990年至2020年，欧盟森林和其他林地面积共增长6%（图9）。但城市化限制了林地面积继续增长的潜力。

2020年，欧盟27国的森林和其他林地立木蓄积超过270亿立方米（FAO，2020，图9）。立木蓄积（森林和其他有林地）排名前五的国家分别是瑞典（36.75亿立方米）、德国（36.63亿立方米）、法国（30.56亿立方米）、波兰（27.3亿立方米）和芬兰（24.56亿立方米）。2010年，欧盟27国的年度林木蓄积净增量估计达到7.2亿立方米（现有的最近参照年份数据）（欧盟统计局，2018），年度净增量指年初活立木蓄积平均增长量减去平均自然死亡率之后得到的数值。过去10年中，年采伐量远低于净增长量。当前，欧盟年采伐量约为年净增长量的72%（欧盟统计局，2018）。2019年，采伐量估算接近5亿立方米（图10，粮农组织数据库，2020）。

按照采伐量占年度总增长量的份额计算，森林资源的利用强度在欧盟大多数国家已经相对稳

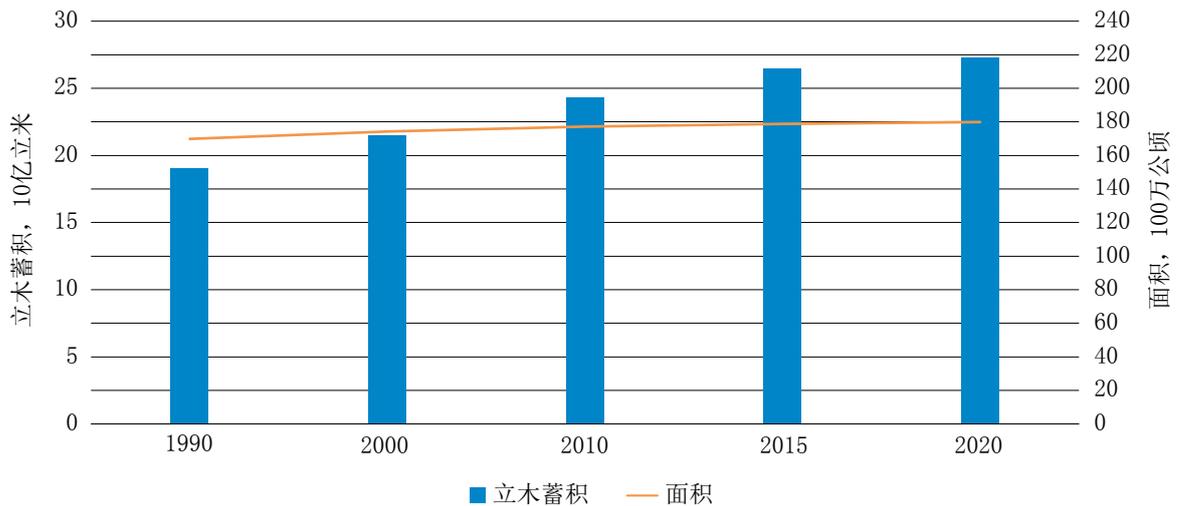


图9 森林和其他林地的立木蓄积（10亿立方米带皮材积）及欧盟27国（因数据缺失，不包括比利时、马耳他、摩纳哥和葡萄牙）的林地面积（100万公顷）
来源：联合国粮农组织（2020）

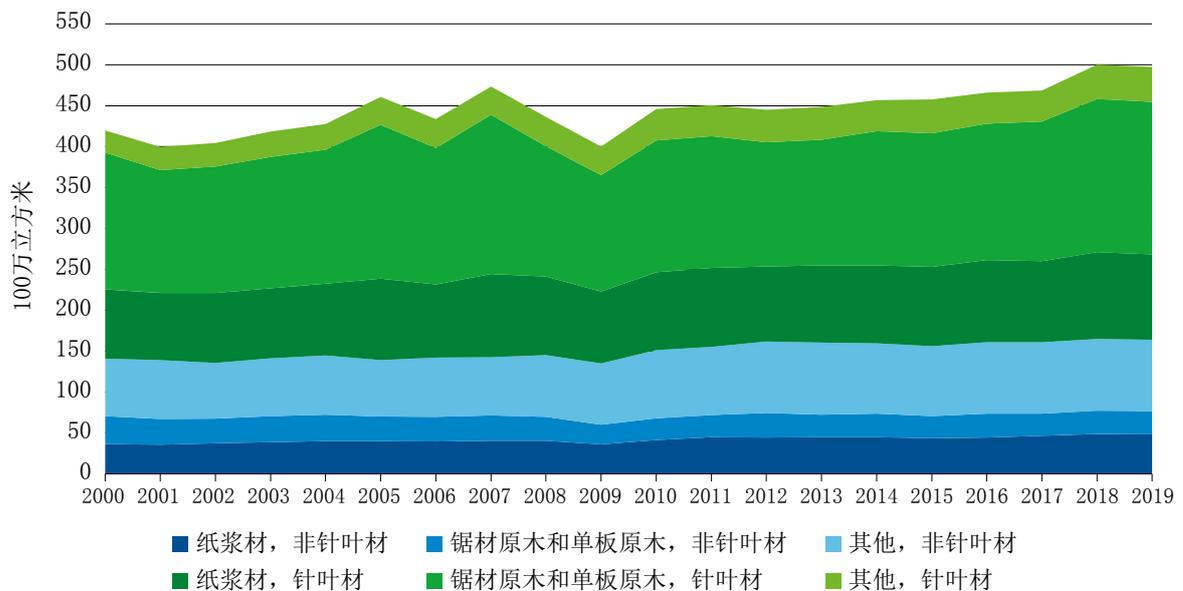


图10 欧盟27国原木年产量（去皮100万立方米）
NC=非针叶材，C=针叶材，“其他”主要为薪材，也包括“其他工业用原木”
来源：粮农组织数据库（2020）

定，基本保持在80%以下的水平。由此，过去几十年中立木蓄积得以持续增长。近年来，中国和欧洲都出现过这种情况：偶尔发生的自然灾害，如暴风雨和甲虫灾害等，会造成森林资源利用强度增大。欧洲生物质利用和流量分析（Camia等人，2018）表明，某些欧盟国家上报的数据低估了木材采伐量。特别是薪材采伐量的不确定性较大。立木蓄积变化数据通常是基于国内森林调查，没有考虑采伐统计数据。

2.4.2 中国的森林

中国森林覆盖率迅速增长，造林成绩领先于其他国家。依据2014-2018年的第九次全国森林资源清查（NFI），中国森林面积已达2.2亿公顷，覆盖23%国土面积，立木蓄积176亿立方米（国家林草局，2019c）。与2009-2013年第八次全国森林资源清查（NFI）相比，森林面积增长1270万公顷，立木蓄积（图11）增长22.7亿立方米。中国的人工林面积全球排名第一，2018年达8000万公顷。

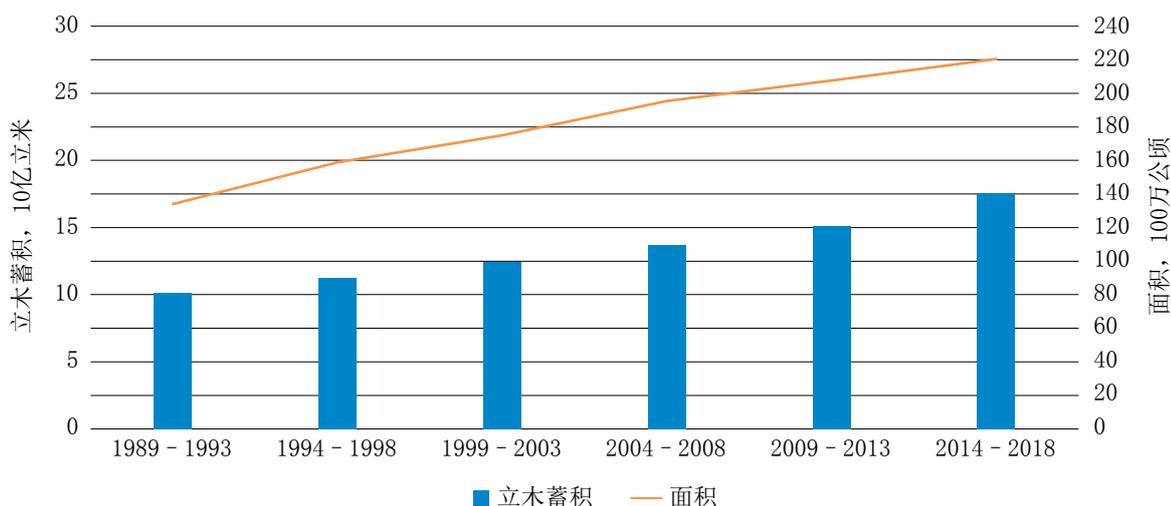


图11 中国的森林立木蓄积（10亿立方米）和森林面积（100万公顷）
来源：国家林业和草原局（2019c）

但中国的森林质量仍有待提高。中幼龄森林占森林总面积的64%，立木蓄积平均每公顷95立方米（国家林草局，2019c），低于世界平均水平。

自2000年开始，中国实施了一系列天然林保护项目。最初，发起项目是因为中国已经意识到森林退化和自然灾害等问题，特别是1998年的长江特大洪水。早期，中国保留了6500万公顷天然林，禁止商业采伐，面积约占全国天然林的50%。但保留下来的天然林仍然存在质量差、生态系统脆弱和土壤侵蚀严重等问题，因此，自2017年起，中国政府全面禁止了天然林商业采伐，旨在提高森林的生态功能，增强未来森林的木材供应能力。第九次森林资源清查显示，1.39亿公顷天然林的立木蓄积量达137亿立方米（国家林草局，2019c）。自此，采伐禁令保护了中国约78%的立木蓄积。

目前，中国绝大多数原木采伐均来自人工林。不仅保证天然林免受采伐，还减缓了土地退化、空气污染和气候变化。目前，中国大多数人工林都出产速生材种，且只供应小径级原木。未来一段时间内，中国的大径级原木仍要依赖进口。

中国已经意识到进一步提高国内木材生产能力的重要性，制定了到2035年森林覆盖率达到26%、立木蓄积达到210亿立方米的目标。国家储备林项目（2018-2035）旨在建设2000万公顷多个树种（包括珍稀树种）、不同林龄、多种功能的储备林（国家林草局，2019a）。非常重要的一点是，该项目对大径级阔叶材人工林也有规划（30年或30年以上林龄）。到2035年，该项目的年平均森林蓄积净增量要达到2亿立方米（国家林草

局，2019a），同时要增加大径级原木的供应量。为实现以上目标，到2020年计划种植完成700万公顷森林，其中包括225万公顷集约化人工林。该项目将为中国发展林业生物经济提供重要的资源基础。

2.5 中国-欧盟生物经济合作的发展

自上世纪90年代以来，中国和欧盟都在努力建立长期稳定的合作伙伴关系，应对全球挑战。在1998年召开的第一届中国-欧盟峰会上，强化双边贸易和经济关系成为发展中国-欧盟关系中的重要任务。进入21世纪，中国和欧盟强化了科技、信息、教育和人权等领域的合作。

自2003年发展全面战略合作伙伴关系以来，欧盟和中国在环保和生物多样性保护领域开展了高层对话和实践工作。2005年，中国和欧盟发布了《气候变化联合声明》。之后在2006年，又发布另一项声明，指出可持续发展将作为欧盟-中国合作的重要内容之一。2005至2020年间，中国和欧盟发布了多项关于循环经济和低碳合作的联合声明和联合宣言。表1汇总了本世纪欧盟-中国合作关系的发展情况。

除了与欧盟的合作外，2012年，中国还和16个中东欧国家（CEEC）建立了林业合作。2019年希腊加入“16+1”协调机制后，该机制已经包含12个欧盟成员国合作伙伴。在该机制框架下，林业合作隶属于一个范围更广的合作倡议。

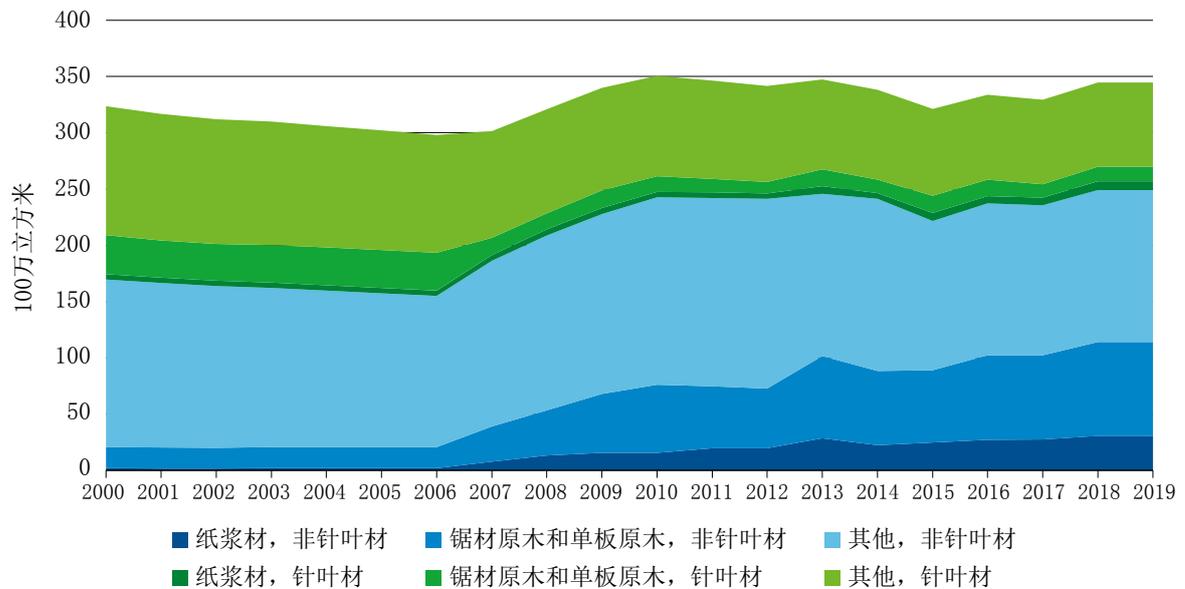


图12 中国原木年产量（去皮100万立方米）

NC=非针叶材，C=针叶材，“其他”主要为薪材，也包括“其他工业用原木”

来源：粮农组织数据库（2020）

表1 中国-欧盟生物经济合作发展：大事记

年份	合作领域	主要行动
2001	环保和能源领域合作	• 首次开启环保和能源讨论与合作
2005	气候变化联合声明	• 建立中国-欧盟气候变化合作伙伴关系 • 欧盟同意与中国进行低碳技术开发和转让合作
2006	可持续发展作为主要合作领域	• 欧盟首次将循环经济概念引入中国
2009	促进低碳经济	• 共同努力提高能源效率并促进绿色低碳发展 • 鼓励研究机构和中小企业开展研发和创新合作
2012	过渡到低碳绿色经济	• 加速排放交易体系建设的实践合作 • 强调应对气候变化国际协调和合作的重要性
2015	气候变化联合宣言	• 开启低碳发展 • 合作发展高成本效益的低碳经济
2018	过渡进入循环经济作为重点	• 签订《循环经济合作谅解备忘录》 • 实施“气候变化与清洁能源领导人宣言”

尽管中国和欧盟建立战略合作伙伴关系已达20年之久，仍有许多挑战需要克服。这些挑战不仅局限于为欧盟企业找到更加便捷的对中国投资的方法。欧洲委员会报告（2019d）指出，对欧盟来说，中国不仅是在全球范围内推进共同利益的合作伙伴，同时还是战略对手和经济竞争对手。此外，欧盟将中国参与“16+1”合作机制视为一个积极的信号，但同时也将此举视为是在分裂欧盟。为避免成员国之间的摩擦，始终如一地促进欧盟利益，欧盟更加倾向于以团结统一的欧盟身份和

中国磋商合作伙伴关系。最后，新冠肺炎疫情也引发了欧盟对于自身过度依赖中国战略物资的担忧。加强欧盟-中国合作的互惠互利需要双方做出更多努力。2020年的欧盟和中国峰会强调合作伙伴需要达成共识，才能本着互任、透明和互利的原则，进一步在气候变化、贸易和投资、绿色数字经济领域内加强关系和多边合作。双方计划在2020年签订全面投资协议，在平等、互利和互相尊重的基础上，开放双向投资市场。

3. 生物经济相关的气候与可持续发展政策

3.1 中国的气候与可持续发展政策

3.1.1 气候变化政策

从1992年的里约峰会，到东京会议，再到2015年的巴黎协议，全球气候政策谈判对于中国来说绝不是一段轻松的历程。作为全球第二大经济体和全球最大的温室气体排放国，中国因其目前占全球将近30%的排放量而处于风口浪尖之上，在参与和实施国际气候变化公约的过程中面临巨大的压力。2005年，中国的温室气体排放（不包括土地利用造成的排放）高达8 Gt二氧化碳当量，到2014年，排放达到12.3 Gt二氧化碳当量（UNFCCC, 2020）。但以上数据也存在很大不确定性（Shen等人，2018）。目前，排放量仍在增长，预计到2030年可达到峰值。

在中国的气候政策中，改变能源结构、减少单位GDP的能源和碳强度属于优先任务。在2016-2020年的规划中，中国制定了降低经济发展碳强度的目标，即到2020年，降低单位GDP二氧化碳排放至2005年50%的水平。除了实现这一目标（生态环境部，2019）外，中国还希望在2020年，实现其主要能源消费中非石化能源占比达到15%的目标。在《巴黎协议》第一份国家承诺（气候变化部，2016）中，中国宣布到2030年达到CO₂排放峰值，降低单位GDP碳强度至2005年60-65%水平，增加主要能源消费中非石化燃料的占比至20%，实现2030年森林立木蓄积比2005年增长40-50亿立方米。2020年9月，中国国家主席习近平在联合国全体大会第75次会议上发表讲话，称中国将做出努力，在2060年实现碳中和目标。

发展清洁能源缓解气候变化、防治空气污染成为中国重要的科技创新领域。因此，水电、风电、太阳能和核电在中国作为非石化能源发挥着日益重要的作用。2016年，可再生能源在中国最终能源消费中的占比接近13%（国际可再生能源署IRENA, 2018）；2019年，中国的太阳能发电、风电和水电装机容量和发电量排名世界第一（IRENE, 2020）。此外，中国在《巴黎协议》第一份国家自主承诺中宣布要采取若干项循环经济行动。例如，提高农业和林业废弃物的再利用，回收建筑废弃物，改善废弃物分拣回收体系，推广绿色建筑，增加森林立木蓄积，强化森林基础设施和碳汇等。植树造林计划和天然林采伐禁令大大促进了中国碳汇的增长。植树造林计划为强化可持续森林资源基础、发展林业生物经济创造了巨大的潜力。

中国现有7个地区性碳交易市场，目前正在准备上线一个全国范围的排放交易系统（ETS），该系统年排放交易量可达6 Gt（Ma等人，2020），是迄今为止全球最大的排放交易系统（ETS）。火电厂将成为首批进入系统的电力生产商。与此同时，中国也制定了生物燃料产量目标。2020年，全国燃料乙醇的产量目标为300万吨（Qin等人，2018）。

3.1.2 可持续发展

3.1.3 政策

过去几年中，中国采取了一系列行动，通过降低过剩产能、促进新兴战略行业发展、传统产业升级等方式，改革经济结构和发展模式。根据可持续发展战略需要，中国颁布、实施、修订了一系列法律法规。2012年，中国发布了第一份国家可持续发展报告，报告记录了自2001年以来完成的工作和取得的成绩（中国筹备委员会，2012）。能够看到，中国在减贫、自然生态环境边界、资源约束、经济和社会结构等方面，已经推进了可持续发展目标。

截至2015年底，中国采取行动保证环境可持续性，并加大力度保证到2020年减少生物多样性损失。2015年，中国认可通过了《改变我们的世界：2030可持续发展议程》，并将其纳入“十三五”计划和其他一些中长期发展战略。主要政策目标包括实施可持续消费与生产模式（SDG目标12），可持续经营森林，保护、恢复和促进生态土地系统的可持续利用，防治荒漠化，防止土地退化和生物多样性丧失（SDG目标15）等。2019年，中国发布了议程实施进展报告（外交部，2019）。

3.2 欧盟气候与可持续发展政策

2018年，不包括土地利用造成的欧盟27国温室气体排放占21%，低于1990年水平（欧盟统计局，2020b）。因此，要实现到2030年减排40%的《巴黎协议》承诺，更进一步实现减排50%的《欧洲绿色协议》（EGD）目标，欧盟仍有大量工作要做。2030年的气候和能源框架囊括了2021-2030年的欧盟目标和政策目标，包括对欧盟有约束力的可再生能源目标：到2030年可再生能源至少占最终能源消费的32%。目标条款中，还包括一项到2023年上调欧盟目标的评审要求。此外还有LULUCF条例，致力于维护并增强成员国的森林碳汇。



《欧洲绿色协议》（EGD）规定要对《可再生能源指令》、《能源效率指令》和LULUCF条例进行评审，保持上述文件与新气候目标相一致。但目前尚无法确定评审结果。例如，是否会修改目前认可的、用于先进生物燃料的原材料？目前，修订的欧盟可再生能源指令旨在促进第一代生物燃料过渡到不与粮食和饲料作物直接冲突的先进生物燃料（欧盟议会和欧盟理事会，2018b）。EGD预测未来公共和私人建筑的改造率会在当前水平上翻一番（欧盟委员会，2019b），同时建议发展以可再生能源为基础的电力行业（欧盟委员会，2019c）。

《欧盟木材法案》（EUTR）规定了经营者将木材和木材产品投放欧盟市场时必须履行的义

务，以此打击欧盟市场的非法采伐木材和木材产品贸易（欧盟议会和欧盟理事会，2010）。这就会在未来更大程度影响中国到欧洲的木制品出口贸易。中国日益增长的林产业使用进口原木越来越多，如家具业，产品使用非法原木的风险势必也会随之增加（联合国环境规划署-世界保育监测中心UNEP-WCMC，2018）。迄今为止，探讨EUTR对中国木材进口的影响有待进一步深化。但要满足EUTR要求，中国必须要增加来源合法的原木进口。在中欧双边协调机制（BCM）框架下，中国和欧盟已经开展合作推动减少非法采伐，促进合法来源木材和木材产品贸易（欧盟森林执法、施政与贸易EUFLEGT，2019）。

4. 2030 中国-欧盟林业生物经济发展前景

4.1 影响林业生物经济发展的主要因素

经济发展、人口结构、技术进步、政策和消费偏好都是市场变化的重要驱动因素（Jonsson, 2003）。此外，地缘政治发展、森林资源变化（参见第2.4.1和2.4.2节内容）和气候变化也会影响中国和欧盟的林业生物经济发展。生物经济要求我们更加理性地循环利用生物资源，通常在新的业务领域中，转型期间社会和技术创新至关重要。这些因素与政策干预能够共同发挥作用，助力企业摆脱寻常的经济发展之路。图13汇总了未来影响中国和欧盟林业生物经济发展和交流的主要因素。

4.1.1 经济增长

随着时间推移，GDP增长的物质资源强度会大幅下降，但经济增长仍是推动大多数林产品和森林服务需求的重要因素（Palahi等人，2020）。2000-2018年间，中国经济年平均增长9%，人均GDP增长3倍。同期欧盟的GDP增长约为2%（世行，2020）。2014年以来，中国的GDP增长略

微放缓，年增长保持在7%（世行，2020），预测当前10年增速会保持在7%以下。2019年，新冠疫情爆发，由此产生的巨大社会和经济影响增加了未来全球GDP增长的不确定性。2020年6月，国际货币基金组织（2020）预测2020年全球产出将减少4.9%。如颁布扶持性政策且疫情影响降低，到2021年可望恢复5.4%的增长。预计中国2020年实际GDP增长为1%，2021年可能达到8.2%。预计疫情在2030年之前会持续影响经济发展。

4.1.2 人口结构

人口增长会直接增加林产品需求（消费者更多），间接促进经济增长。人口年龄结构的变化、城市化和中等收入群体比例增大都会影响到产品与服务需求。老龄人口抚养比增长往往会带来住宅建设总量的减少（Lindh和Malmberg, 2008）。中国64岁以上人口和15-64岁人口的比例预计将从2018年的15%增长至2030年的25%（联合国，2019）。而欧盟的上述比例2018年为30%（世行，2020），预计到2030年增至40%（欧盟统计局，2020）。与此同时，城市化进程也增加了总体住房需求。农村住宅建设增长放缓，城市新

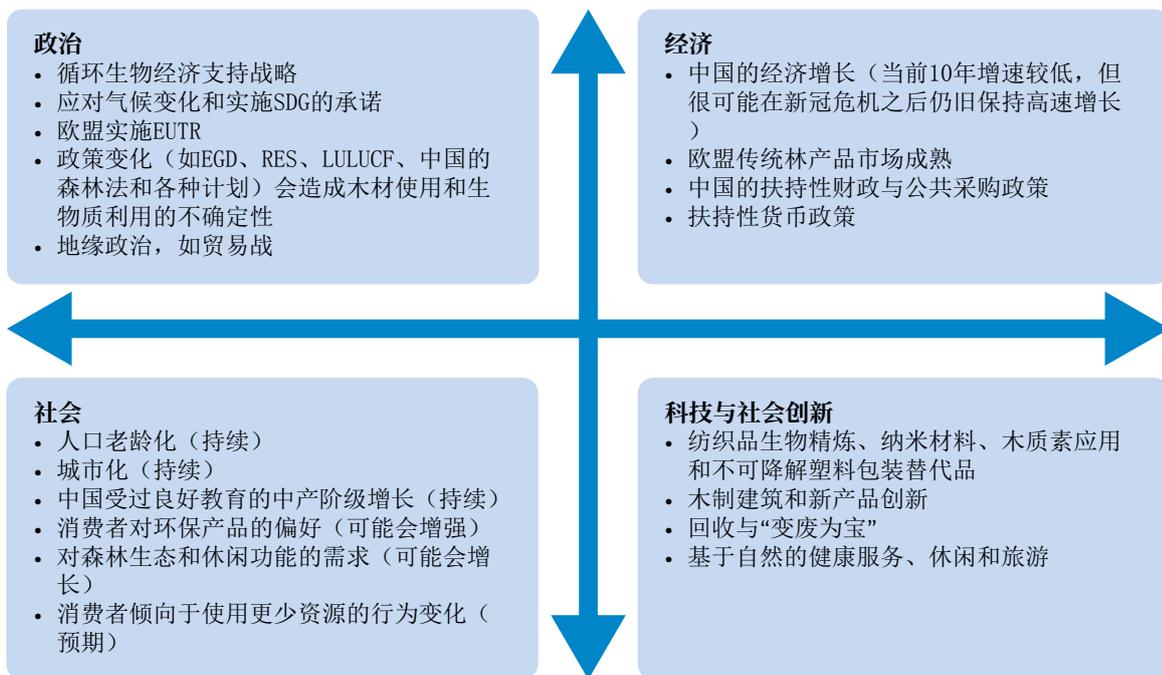


图13 欧盟和中国林业生物经济发展PEST影响因子图
来源：作者编辑

建住房需求旺盛。预计中国城市人口的比例将由2018年的60%增长到2030年的70%，大致呼应之前城市化的节奏。

4.1.3 技术与新产品

本报告认为，短期来看，生物技术、制造和材料循环利用进步会对林业生物经济产生最为重大的影响。

过去10年，我们已经看到了改良木制建材的发展和突破，这些材料相比传统的木制品，重量更轻、更加耐用、对环境的危害也更小（Herajavi等人，2019）。改良建材包括可以替代中空混凝土板的交错层压木材（CLT）和单板层级材（LVL），替代石头或玻璃纤维的再生纸或木屑绝缘材料，家具和户外建筑适用的各种热改性木材产品，还有可用于汽车、自行车和建筑等各个消费领域的木质纳米材料。其他领域的开发也在进行，如现有包装价值链中塑料的可生物降解木质替代材料（Paptic，2020；UPM，2020；Sulapac，2020）。纺织品生产和回收利用也在经历创新，包括无需化学处理、机械旋转纤维素纤维制作的纺织纱线（Spinnova，2020），各种材料制作的纺织品，包括利用可回收加工溶剂制作的纺织品和纸张（Ioncell，2020），从回收纺织品中分离棉线与木材纤维素结合生产的新溶解纸浆（Sodra，2020）等。

使用其他林业产品的副产品，或淘汰木材和木质生物质材料生产的新型木制品，包括造价较高的化学品（Hurmekoski等人，2018，2020；Routa等人，2017）。上述产品为林业产业提供了从生产侧获得价值的机会，同时也实现了资源的循环利用。

4.1.4 欧盟和中国的政策

政策会支持或妨碍向生物经济的转型。一些政策在报告前半部分已经讨论过，我们这里按照政策影响范围做了进一步梳理，具体参见图14。

促进材料高效利用的政策

欧盟的废弃物法律框架要求到2030年增加城市废弃物的回收利用，包括纸、纺织品、木材材料和包装废弃物。据估算，目前每年约有6亿吨可以回收或再利用的废弃材料被当作垃圾丢弃掉（欧盟委员会，2018b）。

影响森林资源利用的政策

中国实施了天然林采伐禁令和大规模植树造林计划。“速生丰产林”项目（2000-2010）提高了小径级原木的供应量。“国家储备林”项目（2018-2035）的目标之一是增加大径级原木供应，特别是阔叶材供应。鉴于锯材原木供应的增

长可能需要10年时间才能显现，项目应进一步增加当前10年的纸浆材供应。

在欧盟，欧盟成员国提交欧盟的森林参考水平中都会留出提高木材供应的空间。《欧洲绿色协议》可能会收紧LULUCF条例，也会增加新的条款限制林地使用，以保护森林的生物多样性。这就有可能在未来10年抑制国内的原生木材纤维供应，导致需要从欧盟以外的国家和地区进口更多木材原料（Kallio等人，2018）。上述政策虽然增强了林业生物经济的可持续性，但也削弱了一些方面。欧盟的废弃物框架有望延长使用中材料的生命周期，降低原生木纤维的需求。

影响森林生物质和林产品消费的政策

欧盟的《欧洲绿色协议》（EGD）预测改造项目会增加一倍，木质材料在欧盟市场潜力巨大。同时，《欧洲绿色协议》（EGD）提出发展以可再生能源为主的电力行业（欧洲委员会，2019c），同时建议监管原木当作能源使用。多个欧盟成员国到2030年都会停止使用煤炭，届时混烧颗粒的需求会随之减少。即使替代能源用于生物质直燃热能装置，通常也是使用木材和形式更为多样的其他生物质，不会选择颗粒。

中国的气候和可持续发展目标，以及若干促进绿色低碳循环经济发展和技术创新的政策已经给绿色产品和清洁技术提供了市场。鉴于目前几部法律、法规和指南都是近期刚刚颁布，或者仍在等待实施，所以林业生物经济的产品和服务市场未来会有大幅度的增长。市场增长需要绿色投资，同时能为欧盟清洁技术、服务和生物基产品创造市场机会。尽管中国清洁能源的利用持续增长，但在2030年之前，仍旧需要大量依赖石化能源。因此，木制品替代碳密集产品带来的温室气体替代效益会非常可观，比如建筑行业。中国还制定了有利于木制建筑发展的政策。此外，近期推出的整治塑料污染路线图也会刺激多个塑料应用领域中木质替代品的需求。最终，为进一步增加能源结构中非石化燃料的比重，中国会工业化使用木颗粒。

影响中国和欧盟林产品贸易的政策

中国和各大贸易合作伙伴之间的贸易关系发展会对欧盟-中国贸易产生重大影响，如美国、加拿大、澳大利亚、俄罗斯等国（参见第4.1.7节）。此外，《欧盟木材法案》和其他国家遏制非法森林采伐的法律都会从紧实施，包括中国新修订的森林法。中国企业（不仅止于中国境内企业）的成本必然会相应增加，因为企业会争抢合法来源原木，同时还要提供木材来源文件证明，由此推高成本，有可能造成原木价格上涨（Moiseyev等人，2010）。

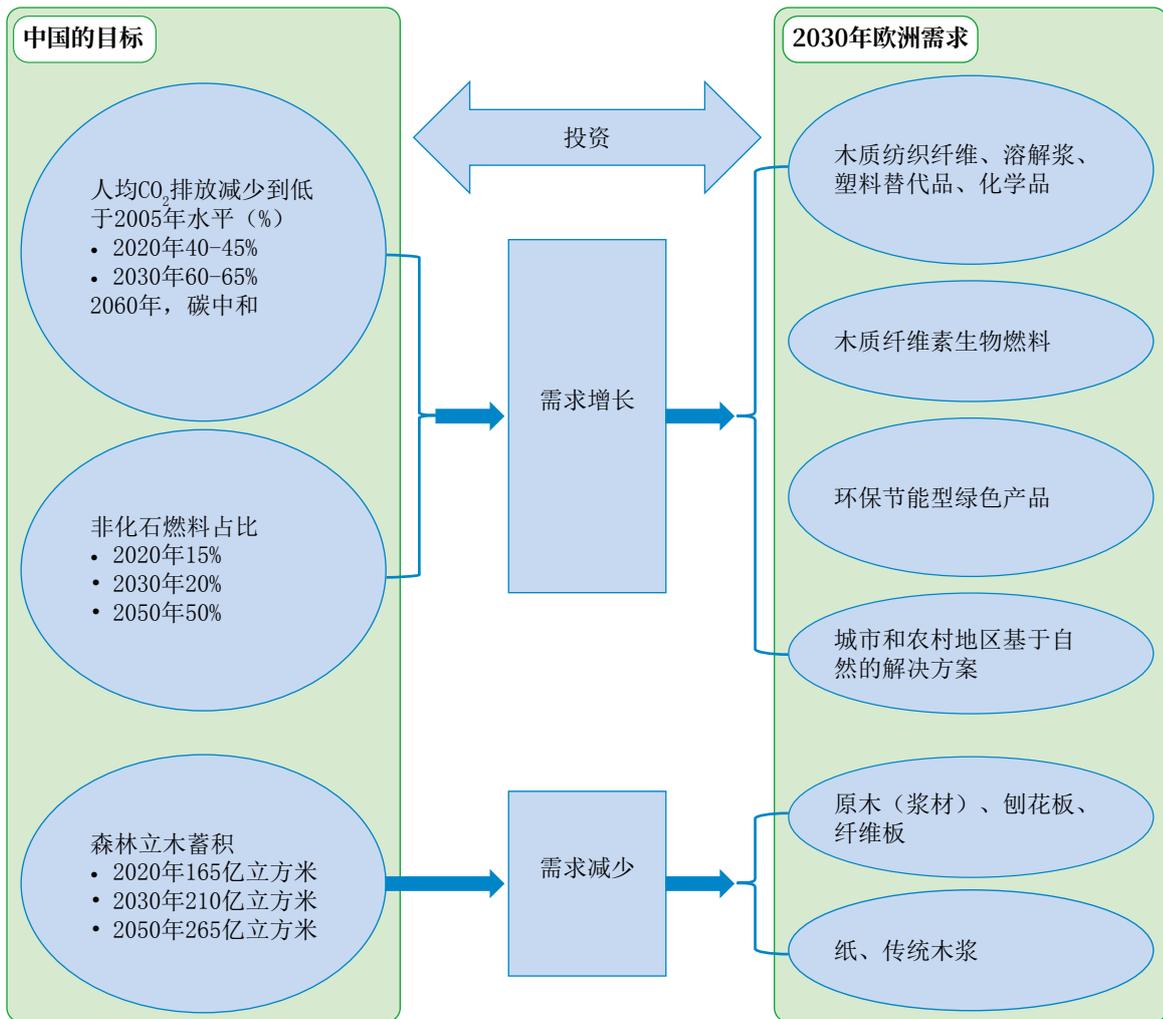


图14 2030年气候变化和中国可持续发展政策对欧洲林业生物经济产业的影响与没有政策的“寻常”商业模式影响比较。2030年后的中国目标作为补充信息。来源：作者编辑。

影响投资的政策

中国利用绿色金融实现气候政策目标，如绿色债券和绿色信贷等。绿色债券以政策监管指导，具体包括中国人民银行（PBoC）的《关于构建绿色金融体系的指导意见》（2016），国家发改委（NDRC）的《绿色债券发行指引》（2015）和中国证监会的《关于支持绿色债券发展的指导意见》（2017）。2017年，商业银行和政府银行及企业发行的债券总额高达370亿美元，为太阳能发电、风电、低碳运输、水利工程，以及更清洁高效的电厂替代小型煤电厂等项目提供了资金（Sandalow, 2018）。国际主流的绿色金融标准不允许投资煤炭能源，因此限制了国际绿色投资者参与这个市场。近期，中国决策者开始考虑从绿色债券标准中删除煤电厂项目，以增加国际投资者的参与。

4.1.5 消费者偏好

中国的经济发展已经引发了人们对环境和健康的担忧，同时推动了“绿色消费主义”。中国消费者对绿色产品的认识已经提高，对可见的不利环境变化以及随之而来的健康安全风险也表示忧虑（Zhu和Sarkis, 2016; Wan和Toppinen, 2016）。

欧洲消费者似乎不那么看重材料是否可再生，但会更加关注材料是否“可回收”、“可降解”（Herbes等人, 2018）。随着欧盟废弃物法律对消费者的影响加剧，这种趋势会越来越明显。中国的绿色消费者关注最多的是能源、水和成本节约，或者绿色产品中有机绿色化学品的使用（Zhu和Sarkis, 2016）。

消费者对于木制建筑的担忧主要集中在木材防火方面（Gold和Rubik, 2008）。此外，建筑行业长期形成的技术和材料路径依赖，会阻



碍木制建筑在中国的发展，比如习惯使用混凝土。Toppinen等人的研究指出在欧洲也发现过同样的情况（2019）。

环保消费行为有塑造全球服装市场的潜力。据艾伦麦克阿瑟基金会消息（2018），从2012年至2017年，全球衣物的平均破损（穿破）次数下降了36%。中国更是高达70%。服装行业的材料利用和再利用也是需要可持续、循环生物经济解决方案的领域之一。

4.1.6 森林干扰

气候变化加大了虫害、入侵物种、野火和风暴造成的森林干扰频率和强度（Seidl等人，2017）。上述干扰很难预测，但会对市场造成强烈快速的影响。近期中部欧洲地区的树皮甲虫传染加上变化的气候条件就是一个典型的案例。这场虫害造成2017至2019年间2.7亿立方米立木被毁（Taylor，2020），直接造成了欧洲大规模采伐云杉原木，并在短时间内出口中国的原木数量激增。中国的森林也不能幸免于难，尤其是单一栽培树种人工林，特别容易遭受虫害和病害侵袭（Liu等人，2018）。

4.1.7 地缘政治

地缘政治会对所有经济部门产生直接影响。作为一张“通配符”，地缘政治能够改变当下的流行趋势。在生物经济发展过程中，贸易战就是一个改变现有发展趋势的案例。例如，中美贸易战在2018年升级，导致中国从美国进口的锯材量减少，然后又通过贸易转移对其他地区木材产生影响。

全球政策领域中中国、俄罗斯和北美相关的贸易发展政策对欧洲林业的影响尤其深远（Wolfslehner等人，2020）。2020年9月，俄罗斯宣布自2022年起，禁止出口未经加工或简单加工的针叶原木和珍贵的非针叶原木。2017年，俄罗斯80%以上的针叶原木都出口到了中国（粮农统计数据库，2020）。中国一直受困于国内针叶原木材种供应不足的问题，因此该政策必然会影响到中国的木材贸易。

欧盟一直在讨论针对高污染行业生产的进口产品征收碳税的可能性，比如混凝土或钢铁行业产品，并将碳税纳入欧盟的《欧洲绿色协议》。碳税一旦实施，就会增加欧盟与其贸易合作伙伴产生贸易争端的风险。最后，新冠危机可能导致地方主义盛行，全球化衰落。

4.2 中国-欧盟生物经济发展2030展望

4.2.1 参考场景：当前趋势的简单线性延续

为了给未来双方的互动奠定基础，我们设置了一个欧盟-中国林业生物经济发展的参考场景。参考场景基于过去10年一直持续的趋势，采用传统林业部门的统计数据计算。必须要强调的一点是，我们并不认为该场景是一个预测或者说是最有可能的一个结果。对参考场景分析的目的是提供一个基准和参照，依据该基准和参照，能够：

- （i）反映和量化需要做出什么改变，以及需要给市场什么样的压力才能一直延续过去的趋势；
- （ii）基于第4.1节讨论的因素，评估还需要什么有现实意义的变革。

参考场景只考虑了传统的木制品和产业。因为缺乏可用的历史数据，没有计算新型或新兴产品和服务的趋势。

总体趋势

趋势预测显示中国的原木、锯材、人造板、纸浆和纸需求会持续增长。欧盟市场已经相当成熟，林业增长潜力大多来自出口市场和替代其他产品的木制品市场。

中国的绝大多数木制半成品或成品供应都实现了更大程度的自给自足（图15）。而原木及锯材是自2000年以来越来越多依靠进口才能满足消费的林产品。这一趋势预示中国仍在延续现行发展模式，成为初级木材或纤维产品或半成品净进口国，和深加工产品净出口国。欧盟和中国的贸易趋势也反映了这一发展模式。

欧盟的趋势发展

欧盟27国如延续当前趋势，可能会在2019至2030年经历以下变化：

- 欧盟27国的原木采伐增长速度几乎会与全球采伐增长同步。工业原木的年采伐量从2019年3.74亿立方米增长到2030年4.25亿立方米，这一趋势大多来自针叶材采伐的贡献，其中2019年针叶材约占工业木材采伐量的80%左右。趋势预测显示到2030年，薪材采伐将超过2019年水平达到800万立方米。如延续过去10年的趋势，到2030年，欧盟27国的木材总采伐量将增至5.56亿立方米。
- 针叶锯材产量将持续增长（增加1500万立方米），但欧盟27国产量在全球市场所占的份额会减少。预测部分原因可能是欧盟的消费增长会低于全球平均增长速度。到2030年，欧盟锯材的年净出口预测将比2019年增长700万立方米。出口增长可能会全部或部分进入中国，满

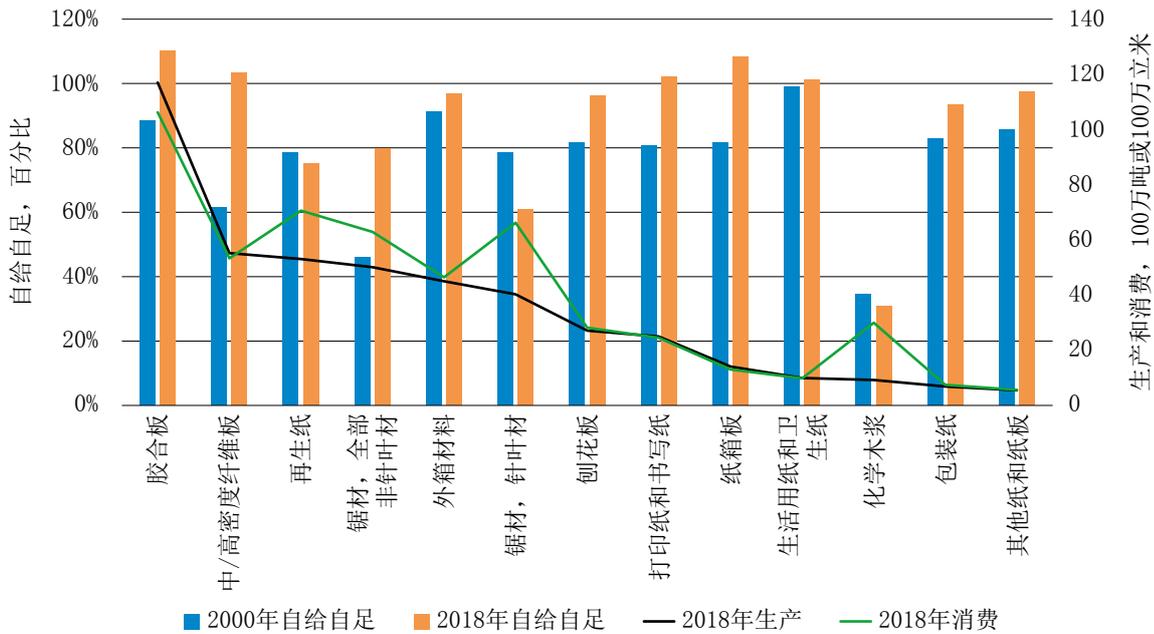


图15 2000年和2018年自给自足（生产/表面消费）及2018年中国林业产品的生产与表面消费（按国内产量降序排列）。数据：粮农组织统计数据（2020）。包括所有产量超过500万吨或500万立方米的产品类别。

- 足中国迅速增长的锯材需求。胶合板产量将增长60万立方米，仍旧不能满足需求，如这种情况持续，将推动进口增长。
- 打印纸和书写纸产量将随着欧洲和出口目的国的需求减少而持续下滑。由此导致2030年欧洲纸和纸板总生产和消费相应减少，但预计其他类型纸和纸板的年产量将增长1100万吨。上述其他类型纸和纸板包括生活用纸和卫生纸、包装纸和纸板。包装纸和纸板中，预计外箱材料产量增长最多。预计到2030年，纸箱板的年净出口量会比目前增加300万吨。如果出现其他情况，净出口量会减少或停滞不前。
 - 如延续以往的趋势，到2030年，欧洲溶解浆产量将比2019年增长约200万吨。增长的200万吨中约有一半会出口到其他国家。硫酸盐浆产量也会增长200万吨左右，部分为用于纸板生产的本色浆。

中国的趋势发展

中国如延续当前趋势⁵，可能会在2019至2030年经历以下变化：

5 粮农统计数据库上报的林业产品生产数据与中国上报的原木采伐和进口数据存在较大差异（Kaילו和Solberg, 2018）。特别是过去10年中，中国的单板和胶合板产量可能存在多报，原木采伐和进口可能存在少报。统计数据出现误差在所难免，误差会进一步反映在计算的趋势中。中国单板和胶合板的生产和表面消费增长可能存在较为严重的高估。

- 浆材和非针叶原木的采伐量会增加。薪材采伐会减少，与此同时针材原木的采伐量会维持在2019年的水平不变。
- 到2030年，非针叶原木的年产量趋势增长3400万立方米远不能满足国产木材支撑的胶合板（增长9000万立方米）和阔叶锯材（3600万立方米）年产量趋势增长所需。因此，产量的趋势增长也就意味着中国非针叶原木进口将大幅增长，否则中国的实木产品产量增长会远低于以往统计数据记录的水平。照此趋势，400万立方米胶合板增长产量将会全部出口。
- 预测针叶锯材年产量和消费量都会增长（从2019到2030年，分别增长3600万立方米和5600万立方米）。由于天然林采伐禁令和现有针叶人工林经营和利用不够充分，针叶锯材原木的采伐量不会有太多增长，预计生产和消费将会推动锯材原木（至少增长5400万立方米以满足国内生产增长所需）和锯材（增长2000万立方米）进口的增长。要实现趋势发展，中国的针叶原木进口到2030年需要增长一倍以上，似乎不太现实。2017年，中90%以上的针叶原木进口（包括浆材）全部来自5个国家：新西兰、俄罗斯、美国、加拿大和澳大利亚（粮农统计数据库，2020）。
- 目前，中国的溶解木浆生产要依赖进口（Chen等人，2019），趋势显示到2030年，溶解浆产

量会有适度增长。全球溶解浆消费的趋势增量中，58%（260万吨）来自中国。这一数据大致相当于2019年中国占全球溶解浆消费量的份额。

- 国内浆材年采伐量的趋势增长（2030年比2019年增长2100万立方米）能够满足化学浆预计500万吨的增长需求。假定实木产业继续延续以往的生产趋势，依赖进口锯材原木（这种情况不大可能出现），那么2019至2030年，刨花板、中密度板和其他板材的4700万立方米年产量趋势增长可使用实木产业日益增长的剩余物作为原材料。考虑到中国的人工林项目发展，浆材供应的趋势增长会保持在适度规模。
- 中国增加其包装纸、生活用纸和卫生纸的产量（到2030年增长2200万吨）主要是为了满足国内消费。保持产量趋势增长需要国产和进口纤维支撑。

4.2.2 2030 市场展望

以上趋势预测给我们提供了一个反映未来的基准，该基准可以用于其他假设（“如果……”类型的分析）。参考案例是在假设条件下的诠释。政策、科技发展、森林资源的可用性以及第4.1节讨论的其他因素都可能会造成实际情况的改变。参考场景趋势自身也会有不一致的情况。但不可忽视的是在4.1节中也提到的，部分变化驱动因素正在出现（如城市化、人口老龄化、人造化学纤维替代棉花、IT替代打印纸和书写纸），参考场景已经在某种程度上考虑了这些因素，但并未在所有案例中充分考虑上述因素。

传统林产品

由于新冠肺炎疫情造成的经济下滑，全球市场增长将会暂停滞，停滞持续的时间目前还无法预测。如果疫情危机促使人们更多使用数字媒介，打印纸和书写纸的需求将会进一步降低。危机还会造成国际局势日益紧张。这样的发展趋势很可能在相当长一段时间内影响中国和欧盟的传统林产品贸易。即使没有疫情，中国的经济发展预计也会减缓，市场恢复时，大多数传统林产品需求的增长速度也会低于以上趋势预测的速度。

趋势显示中国的胶合板和锯材产量增长强劲。为了实现增长目标，中国需要相应增加大径级原木进口。因为对进口原木的依赖，即使没有新冠肺炎疫情，中国的产量增长也不大可能赶上趋势预测的水平。欧盟成员国和美国、加拿大、澳大利亚和新西兰，这些比中国其他贸易伙伴更能提供可靠木材采伐合法来源记录的国家，都不可能大幅度增加对中国的原木出口。与此同时，中国的新《森林法》禁止采购已知非法来源

的木材。不仅是欧盟实施了《欧盟木材法案》，中国其他的重要出口国如美国和澳大利亚也都制定了相应的法规，禁止进口使用非法采伐木材或木材产品。因此，如果中国的产量不能满足日益增长的国内需求，并因为国际打击非法采伐法律造成出口中国木材产品的成本上涨，中国木材产品用于国内市场消费的份额就会增加，而不会再出口到国外。出口到欧洲的胶合板减少对欧盟市场的影响可能会比对中国的影响更大。2017年，中国仅出口其胶合板产量的1%到欧盟27国（粮农统计数据库，2020）。在家具行业，欧盟市场对中国更为重要。然而在胶合板和家具市场上，日益紧张的供应会造成全球市场价格上涨，甚至会使消费者转向其他材料制成的产品，提高这些产品的消费量。

关于纸浆材和浆材制成品，中国的纸浆材年产量会比预测趋势有更大幅度的增长。到2030年2100万立方米的年产量趋势增长可以通过在南方种植100万公顷桉树人工林来实现，桉树的平均年增长量为20立方米/年（Zhang等人，2019）。中国纸浆材产量增长最终还是取决于新的人工林项目是否成功，提高现有人工林的生产力有无进展，以及列为生态林的种植区是否允许部分采伐（采伐不会妨碍生态目标的实现）。为森林所有者提供更加有力的经济激励，必将大幅增长产量（Hou等人，2019）。中国的新《森林法》，也促进更加高效人工林利用和经营改革。因此，我们认为中国的纸浆材产量将比趋势预测的增速更快，也能够支持中国的林业生物经济发展。然而，要把资源投入利用需要让投资者相信长期木材供应稳定有保障。这就需要纸浆生产投资和人工林进行法律和地理维度和匹配，投资和资源的匹配，才能实现有效利用。根据Hou等人（2019）的研究，目前这种匹配非常缺乏，阻碍了林业资源的利用。

林业生物质资源稀缺或供应没有保障，难以满足中国产量增长所需。这一问题促使中国企业通过土地和企业收购、了解海外木材市场和操作的方式，获得可靠的木材资源供给。欧盟东部的成员国林业产业尚未完全成型，这些国家出口木材，但产业增值和土地价格都相对较低。因为欧盟森林利用政策正在收紧，造成资源争夺日益激烈，所以在同一个地区投资符合欧盟生产国的利益。另一方面，如果投资流入工业生产，而不是生物质出口，很难使得欧洲国家从中获益。

中国纸和纸板产量的趋势增长部分依赖回收纸利用。为实现增长，中国需要做出积极努力增加纸回收率，如果可能，适度宽松进口回收纸相关法律法规。

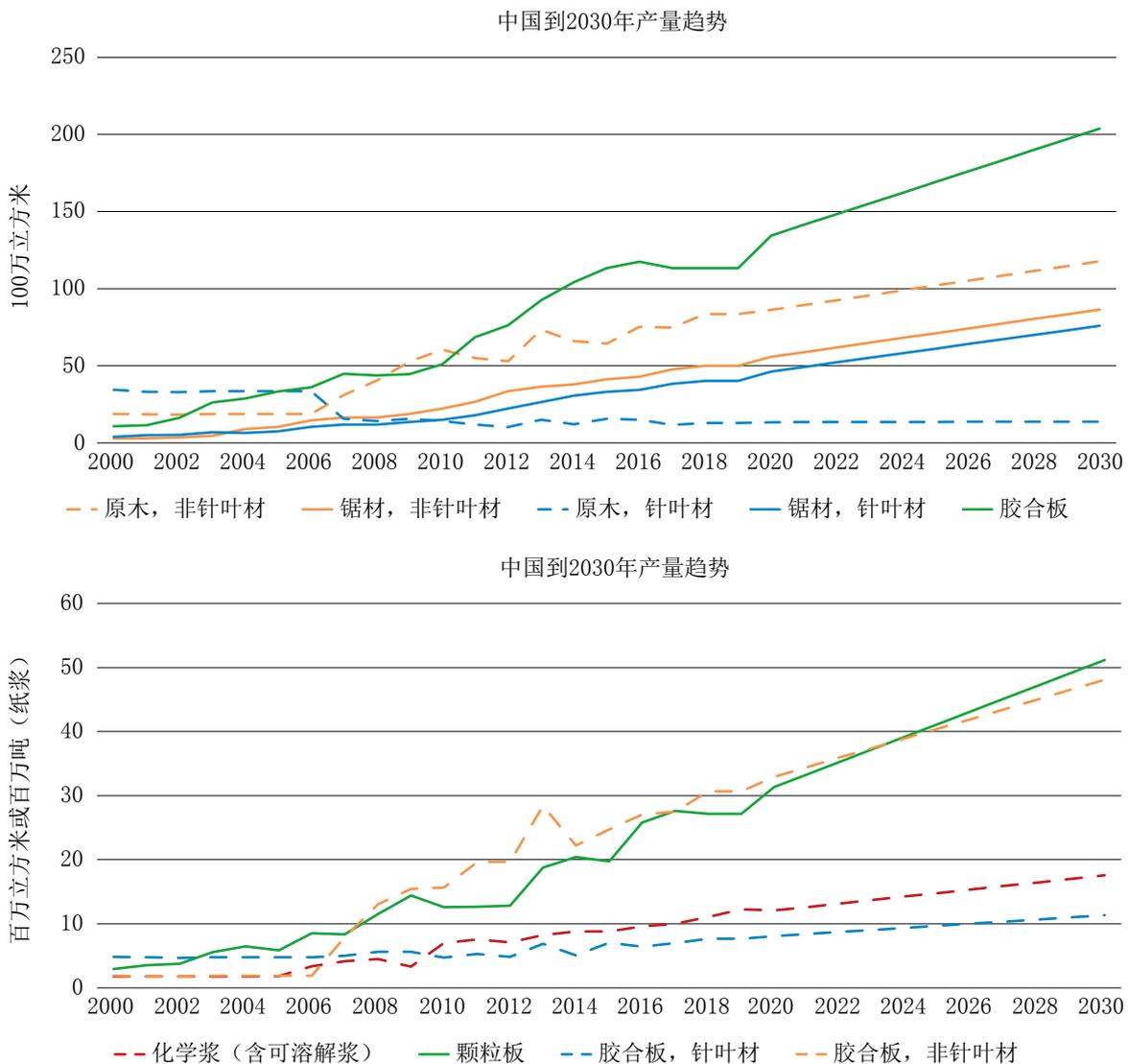


图16a和16b 2000–2019年产量与2020–2030年中国部分林产品产量线性趋势。趋势基于2010–2019年统计数字，但并非产量预测。纸浆单位为吨，其他为立方米。N-C=非针叶材，C=针叶材。来源：联合国粮农组织及作者。a) 给出的是锯材以及其他一些木制品；b) 给出的是木浆，及木浆产品，木片及木颗粒。计数据库（2020）和作者。图a为锯材原木和部分实木产品，图b为胶合板和浆材、木屑或刨花制成品。

木质纺织纤维

2000-2019年间，全球溶解浆消费增长（年增长约6%）超过石油纺织品纤维消费增长（年增长约5.1%），同时远超棉花消费增长（年增长1.3%）（OECD/FAO 2019a和b；FAO，2020；Kallio，2020）。参考场景中的趋势预测反映了这样一个现实：木质纺织材料正在取代棉质材料的市场份额。但相比过去20年的市场增长率，2030年木质材料的市场增长（年增长5%）和全球消费增长会双双放缓。考虑到趋势增长的潜在驱动因素尚未消失，未来可能因为科技进一步发展，需求会延续参考场景中5%的速率继续

增长。但纺织品市场受新冠疫情影响可能增长乏力，几年之内不会改变。同时，本着循环生物经济原则，还会采取措施降低原生纺织纤维需求，比如增加回收纤维的份额，影响消费者适应更可持续的需求模式。

尽管全球生产必须与消费相匹配，但在木质纺织纤维供应侧，发展变化会更加复杂，难以评估。以往产能增强的一个重要原因是纸浆厂转型生产溶解浆，实现了在生产过程中灵活切换生产各等级纸浆。转型带来的产能增长目前仍在持续。有时，工厂生产转型是因为需要实现新的生产能力，特别是那些以往只生产打印纸和书写纸纸浆的工厂。已



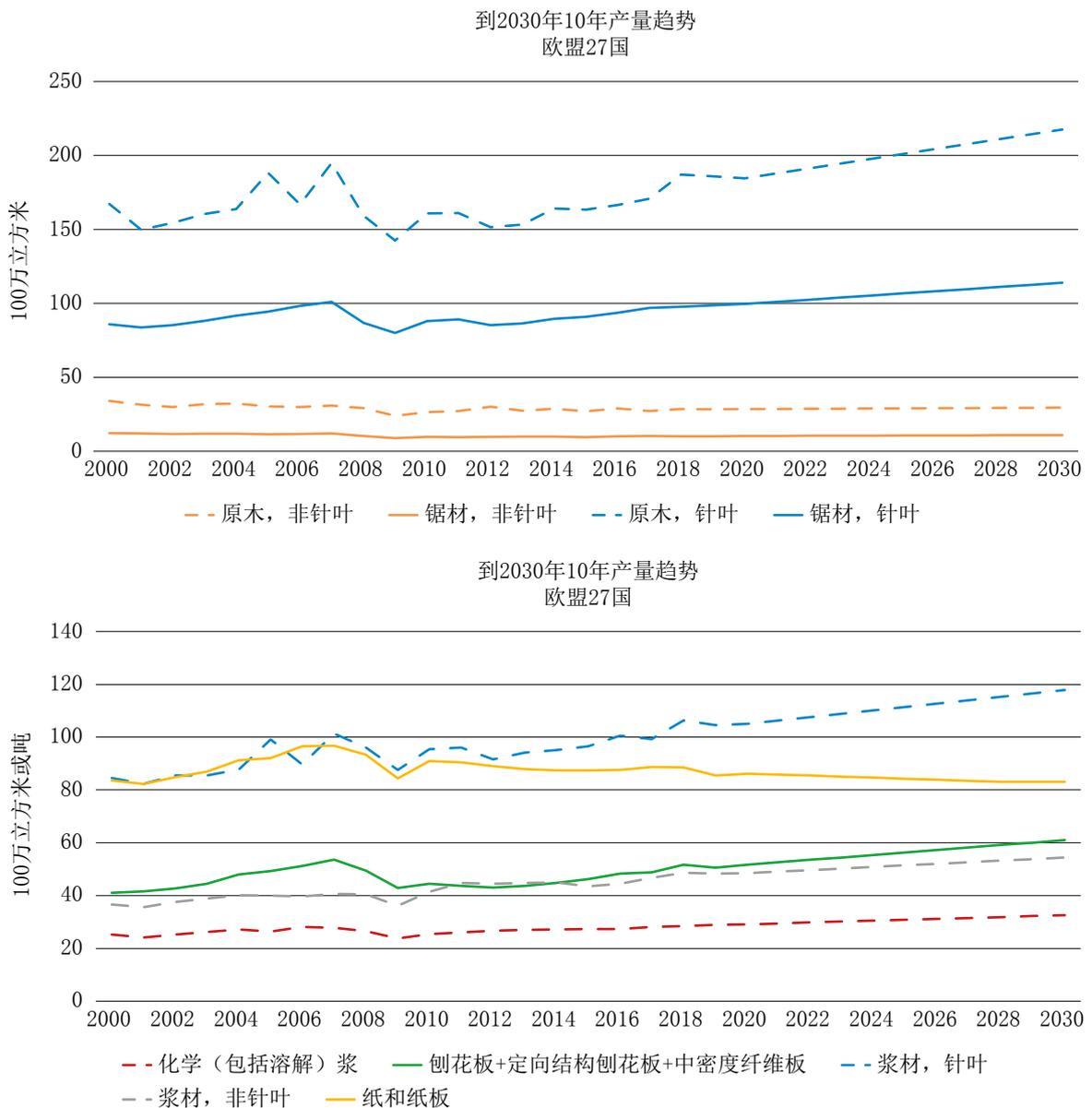


图17a 和17b 2000-2019年产量与2020-2030年欧盟部分林产品产量线性趋势。趋势基于2010-2019年统计数字，但并非产量预测。纸浆单位为吨，其他为立方米。N-C=非针叶材，C=针叶材。来源：粮农统计数据库（2020）和作者。图a为锯材原木和部分实木产品，图b为胶合板和浆材、木屑或刨花制成品。

经转型的工厂可以迅速增加溶解浆在其生产中的占比。那些更加综合或者比较单一的纸浆生产厂会逐渐发现转型生产溶解浆有利可图。增加溶解浆产能并不需要投入太多成本，也不会像从头开始的创业工厂那样承担很多风险。

虽然中国是最重要的溶解浆市场（粮农统计数据库，2020），但这并不意味着中国能够消费相应份额的纺织品和其他纺织产品。纺织品和服装生产的产业定位会跟随低成本劳动力供应而变化。随着中国的劳动成本增速超过很多东南亚国家（纺织品网，2018），未来10年，中国纺织纤维消费增长会低于趋势预期增速。但纺织浆料进

口仍旧会持续增长，当前10年，中国仍然是欧洲木质纺织纤维生产商不断增长的重要出口市场。

中国消费的大部分溶解浆和用于生产溶解浆的木材都需要进口（Chen等人，2019）。因此，中国投资者会寻找机会在其他更容易获得木材原材料的国家建立木质纺织纤维生产厂，而不会在中国投资。近期一家中国企业老挝投产溶解浆生产（Valmet，2018）。中国企业也热衷于在芬兰等欧盟国家投资采用新技术生产的纺织浆料。这种状况到2030年可能出现变化，届时中国的人工林已经能够出产更多木质纤维。如上所述，这些中国产业的发展要与人工林发展关联，才能充分利用机遇。

木质建材

迫于2030年的碳减排压力，中国会持续在城乡地区推广环保建筑和气候友好型建材。尽管预测GDP增长放缓，相关政策会将木质建材需求推上强劲增长的轨道。假设木制建筑扶持政策触发每平方米木材用量提高10%（目前约为0.0171立方米），那么考虑可以预见的城市化进程，和随之而来的新建建筑从当前的每年100亿平方米增长到2030年的115亿平方米，建筑行业的木材使用就会从当前的1.71亿立方米/年增长到2.16亿立方米/年。目前，锯材占中国建筑行业木材用量的40%，其中95%为针叶材（Zhang等人，2019）。

中国国产大径级针叶锯材原木长期短缺，意味着中国必须增加原木和针叶锯材进口，以满足其强劲的增长需求。这样就会给欧盟生产商带来市场机会。相对而言，欧盟工程木制品的出口增长前景比锯材出口还要乐观，因为交错层压木材和单板层级材等工程木制品更适用于高层木建筑（Li等人，2019）。和欧洲市场一样，预制建材会提高木材在中国大型建筑项目中的竞争力。但为了进入中国市场，欧盟产品应适应中国建筑方法，保证价格具有竞争力，不仅在材料方面，还要保证和正在寻求扩大中国市场份额的北美洲、大洋洲生产商能够匹敌。

混凝土行业的发展给建筑市场带来了某种不确定性。（Wei等人，2018）估算到2030年，如果能够实现CO₂捕捉、利用和储存（CCUS），使用替代原材料和燃料，实现科技创新，中国水泥生产造成的排放系数会比2005年水平下降59-69%。如此一来，从环保表现而言，混凝土的市场地位就会得到稳固。然而，上述变化需要随时间推移才能成为主流，同时混凝土的生产成本也会提高。

生物能源

运输行业生物燃料替代石油燃料的发展引发了木材行业对木质生物质的抢夺。从木材消费角度来说，欧盟实现到2030年先进生物燃料在交通燃料中占比至少达到3.5%的目标就意味着木材原料总消费量将从1600万吨（氢催化生产）增加到6400万吨（无氢催化生产）（Koponen和Hannula，2017）。除木材以外的大多数原料和能源目前仍在使用，包括可再生电力，总消费量表明即使只替代交通燃料需求的一小部分，也需要数量巨大的生物质。因此，欧盟生产商不大可能会用如此数量的森林生物质生产生物燃料，这样他们才能留出向其他国家出口生物质的空间。此外，中国可以利用农业残留物和生物质作物增加生物乙醇产量。然而，近期中国在匈牙利的玉米

乙醇和短期轮作能源木材作物项目证实，中国企业也在国外市场寻找能源作物。但欧盟和中国的生物燃料贸易显著增长似乎并不可能。

修改可再生能源指令作为《欧洲绿色协议》（EDG）的一部分存在不确定性，这就会降低投资者在未来投资欧盟木质燃料生产的意愿。另一个不确定因素来自合成燃料生产的进步，合成燃料可与生物燃料媲美，也是能改变市场格局的一种燃料。同时，石化燃料生产路径相比生物燃料，仍然有其竞争优势，生产技术先进，生产成本低廉（Hegemann等人，2016；Giurca和Spath，2017）。目前，市场上的木质生物燃料数量有限，包括采用纸浆行业副产品妥尔油生产的生物柴油和锯末生产的生物乙醇。锯末也可用于生产木颗粒。上述原材料不做能源载体，用于生产其他工业产品的价值也不容小觑，所以在上述需求同时争抢这些原材料的情况下，它们是否和循环生物经济概念兼容需要质疑。

尽管同时使用颗粒和煤炭并不能减少电厂造成的空气污染，但热电厂引入排放交易系统还是会增加中国的木颗粒消费。中国政府有意愿支持工业颗粒生产（Bioenergy Europe，2020），但如果需求增长超过中国的供应增长，也会造成欧盟颗粒市场的供应紧张。大量颗粒会从美国和加拿大进口到欧盟这个全球最大的木颗粒消费国，2018年，欧盟的木颗粒消费接近1700万吨（Bioenergy Europe，2020）。2030年前，部分欧盟成员国和英国会淘汰煤炭，因此会降低用于和煤炭混烧的颗粒需求，缓解欧盟市场的供应紧张局面。

生物塑料和其他木质塑料替代品

中国和欧盟一样，都在努力减少使用塑料，鼓励可再生包装。此举必将促进中国包装行业塑料替代品——木质纤维的消费增长，为欧盟相关产业打开市场。尽管进入市场不可能一帆风顺，但仍然给林业产品带来了巨大的商机，例如液体包装纸板，纸袋，纸箱板或快餐用成型纤维产品和杯子等。

过去10年中，有几个因素阻碍了木质塑料的增长前景。中国塑料生产能够满足国内需求，塑料回收在中国很容易就能实现增长。木质纤维素生物精炼生产的生物化学品相比第一代原材料，成本依然不占优势（Hurmekoski等人，2018）。此外，木质塑料（不包括生物降解产品）和常规塑料存在同样的环境问题。因此，生物塑料不太可能给林产业带来重大的商业机遇。但林产业的确能够为市场带来塑料替代产品，如塑料仿制品，如木塑复合材料（WPC）和软包装用类塑纸薄膜（Ibid）。

5. 结论

发展可持续循环林业生物经济符合欧盟和中国增进社会经济福祉的共同利益，同时也能保护自然资源。在未来10年，中国可持续来源木质纤维的稀缺会持续制约林业生物经济的发展。此外，欧盟也在逐渐接近原木采伐的极限，如果欧盟新森林政策将森林经营的重点从林产品供应和生态系统服务转向自然保护，原木采伐的增长就更面临制约。生物多样和健康森林生态系统是发展可持续生物经济的前提基础，成功转型为基于森林的生物经济需要一系列政策来最大化木材生产和其他森林生态系统服务的协同效应，最小化两者之间的冲突与矛盾。欧盟和中国的传统思维模式会认为木材生产和其他生态系统服务相互冲突，应该改变这种看法，让双方认识到两者在很多方面是互相促进的。欧盟和中国的森林生物质保持可持续和可靠产量对于生物经济的发展至关重要，同时也有助于避免采伐转向对永久性毁林或森林生态系统退化特别敏感和脆弱的地区。

我们需要开展研究并采取行动，避免生物经济沦为持续开发使用大量可再生材料和不可再生材料的直线型经济增长的绿色标签。森林资源的稀缺需要社会和技术创新，实现更加高效的生物质资源循环利用，这一目标也是可持续循环生物经济概念的核心内容，同时还能在废弃物管理、回收、材料开发、连锁生产、生物炼制和工业生态系统设计等各个环节中创造商业机会。欧盟废弃物法规应与促进材料收集、分类与再利用创新，以及优化技术和实践的研发项目结合起来实施。在中国的新晋城市地区，废弃物管理和绿色城市的理念实施起来会比已经成型的城市地区更加简便。欧盟在实施纺织品、纸和木质材料回收的废弃物法规中得到的经验教训，对于现有的城市来说也同样具有价值。这些问题成为欧盟和中国林业生物经济研发合作颇有前景的领域，也符合《循环经济合作谅解备忘录》原则（欧盟委员会和中国国家发改委，2018）。特别值得注意的是，林业生物经济发展领域也超过了传统林产业边界，需要多方行动者参与，比如化工行业、生物技术和信息技术行业、影响城市发展的公共机构等。

加速生物经济发展需要能够影响消费者和行业行为的政策。《欧洲绿色协议》考虑的产品和服务石化碳税不失为一种可能。碳税能够以经济刺激的方式，让消费者和产业选择木质产品，放弃功能相同但碳足迹更高的其他产品⁶。回收材料制成的产品的环境足迹通常低于原生材料产品。在

不久的将来，创新会显著降低不可再生材料的环保压力，我们也能找到环保型替代材料，比如在建筑行业（木材替代钢铁或水泥）、服装行业（木质纤维替代聚酯或棉质材料），森林生物质可生物降解材料替代塑料制品。针对塑料制品，中国和欧盟近期颁布的法规旨在减少若干应用领域中塑料的使用，这就是环境政策促进生物经济发展的一个例证。

中国日益增长的建筑市场在全球体量最大，中国政策也支持使用绿色建材。目前中国国内的锯材原木供应不足为欧盟工程木产品提供了市场机会。但木材相对于其他建材，需要具有成本竞争力才能大幅度增加市场份额。此外，欧盟建材行业中有很多小型企业没有资源研究中国市场，因此无法获益于中国的市场机会。如果这些产业能够得到欧盟层面的援助和支持，他们才能真正受益，这些援助和支持可以是分析市场，解读中国政策和法规，也可以是市场宣传推广。

当前，中国国内木材供应不足，木制品和林产品需求持续增长。两相结合就会激发中国企业境外投资森林和林产工业经营的意愿。与此同时，中国也在大量投资本国的森林资源建设。目前对上述投资有望带来多大量级的木材上市尚且没有系统估算，但中国的国内木材供应形势到2030年可望好转。因此，中国投资欧盟的焦点可能会转向基础资源，而非投资周期较长的创始行业产能。为科学利用日益增长的国内森林资源，中国有兴趣与欧盟合作伙伴开展林业生物经济领域的研发合作。

欧盟投资者在中国投资生物经济会因为中国限制性外商投资政策和准入壁垒而显得比较复杂。如果上述壁垒能够消除，就会产生非同寻常的机会。例如，森林经营咨询，现有林业产业转化成为材料效率更高、创新使用林副产品的生物精炼，创建生物材料回收和再利用基础设施与企业，生产创新木质包装和包装材料，采用工程木制品建设绿色建筑等。

尽管有些林业领军企业的总部设在欧盟，但林业生物经济创新、新实践和新技术也并非唾手可得，它们都需要大量的研发投资，也需要承担巨大的风险。如果欧盟重视生物经济战略，就应该把跨学科研究置于优先位置，增加研发和试点应用经费投入，以促进研究成果的商业转化。欧盟不会重点考虑风险，因其对研发和资源的投资已经低于中国，例如生物技术和材料科学领域。同时，欧盟还会建立绿色资金平台，比如绿色债券。中国在此类资金安排方面已经走在前沿，中国和欧盟在上述领域的研发合作将为双方带来机遇。

⁶ 注意：缓解气候变化的潜力不仅关注产品是否环保，还要考虑产品是否满足其他标准。

中国和欧盟之间的政治互信对于双方的协作和贸易繁荣至关重要。近年来，双方的相互信任面临一些挑战，欧盟在对华关系上的观点更加强硬，也更具批判性。未来，双方应做出切实的努力建立更加积极的信任关系。例如可通过履行和遵守林产品可持续、合法和公平贸易政策倡议等

方法，以推进林业生物经济发展合作。培育和促进中国和欧盟的林业生物经济合作，需要双方进行政策交流、联合研究、知识共享和企业对话。在此背景下，本研究是有史以来首次由中国和欧洲科学家共同完成的中欧林业生物经济回顾、展望研究。



6. 政策影响

- 木质生物质的稀缺需要我们扩大森林资源基础，更加科学地利用现有的森林资源，这也是林业生物经济理念中固有的内容。中国和欧盟将受益于上述领域的合作，同时，可以在以下领域开展合作：
 - 研究、监督和知识交流，以及促进森林在经济、社会和环境生态系统服务联合生产中的最佳实践。
 - 开发、识别并复制新实践或最佳实践，包括：新材料收集与再利用；用更少的木质材料制造相同功能或功能改良产品；延长产品使用寿命；更要影响消费者采纳更可持续的消费习惯。
- 中国的木质包装、纺织品和建材市场将带来巨大的商机。为了让欧盟境内的产业能够受益于上述商机，欧盟政策制定者需要提供信息、研发支持和风险融资，同时确保政策环境的稳定，保障林业生物质原料的可靠供应。
- 为监督和评估林业生物经济发展、评估相关市场机会，需要森林、林业部门和其他相关部门提供统一、可靠的统计数据，努力改善统计系统。
- 为加强林业生物经济发展，中国和欧盟需要最终达成双边投资协议（谈判始于2013年），保证欧盟和中国投资者拥有平等的权利、义务和相应市场的准入。此外，还需要中国和欧洲采用统一的“绿色”投资标准，以促进外商投资和可持续技术的发展，特别是中国的外商投资和可持续技术发展。

7. 参考文献

- Bioenergy Europe. 2020. Pellet. Statistical report 2019. <https://bioenergyeurope.org/article.html/211>.
- Bugge, M., Hansen, T., Klitkou, A. 2016. What is the bioeconomy? A review of the literature. *Sustainability* 8(7): 691. <https://doi.org/10.3390/su8070691>
- Camia, A., Robert, N., Jonsson, R., Pilli, R., García-Condado, S., López-Lozano, R., van der Velde, M., Ronzon, T., Gurría, P., M' Barek, R., Tamosiunas, S., Fiore, G., Araujo, R., Hoepffner, N., Marelli, L., Giuntoli, J. 2018. Biomass production, supply, uses and flows in the European Union. First results from an integrated assessment. EUR 28993 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-77237-5, <https://doi.org/10.2760/539520>, JRC109869
- Chen, Z., Zhang H., He, Z., Zhang, L. 2019. Current and future markets of dissolving pulp in China and other countries. *BioResources* 14(4), 7627 - 7629.
- China Preparatory Committee. 2012. The People's Republic of China national report on sustainable development. Delivered at the United Nations Conference on Sustainable Development. Held in Rio de Janeiro, Brazil, June 20 - 22, 2012.
- Deng, X. 2018, Bioeconomy development: opportunities and challenges, *China Technology Business*, 10: 48 - 51.
- Deng, X. Wan, S., Zhu, Y. 2020. The situation and trends of international bioeconomy strategic policy and corresponding countermeasures of China. *Economic Review Journal*, 2020(08):77 - 85. <https://doi.org/10.16528/j.cnki.22-1054/f.202008077>
- Department of Climate Change. 2016. Enhanced actions of climate change: China's intended nationally determined contributions. People's Republic of China. <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/China%20First/China's%20First%20NDC%20Submission.pdf>
- Drahokoupil, J. (ed.). 2017. Chinese investments in Europe: corporate strategies and labour relations. ETUI, Brussels, ISBN: 978-2-87452-454-7.
- Ellen MacArthur Foundation. 2018. A new textiles economy: Redesigning fashion's future. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>.
- EU Chamber of Commerce. 2019. China: Business Confidence survey 2019. <https://www.european-chamber.com.cn/en/publications-archive/663>
- EUFLEGT. 2019. Bilateral Coordination Mechanism (BCM) Work Plan. <https://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/BCM%20Work%20Plan%202019.pdf>
- European Commission. 2012. Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. {SWD(2012) 11 final} Brussels, 13.2.2012 COM(2012) 60 final. https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/official-strategy_en.pdf
- European Commission. 2013. A new EU Forest Strategy: for forests and the forest-based sector. COM(2013) 659 final. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:21b27c38-21fb-11e3-8d1c-01aa75ed71a1.0022.01/DOC_1&format=PDF
- European Commission. 2015. Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614>
- European Commission. 2018a. A sustainable Bioeconomy for Europe: Strengthening the connection between economy, society and the environment {SWD(2018) 431 final} <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0673&from=EN>
- European Commission. 2018b. Factsheet: CIRCULAR ECONOMY. Closing the loop. Clear targets and tools for better waste management. https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/circular-economy-factsheet-waste-management_en.pdf
- European Commission. 2019a. Annex to the Communication on the European Green Deal - Roadmap and key actions. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication-annex-roadmap_en.pdf



- European Commission. 2019b. Factsheet: Building and renovating - The European Green Deal. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_19_6725
- European Commission. 2019c. Factsheet: Clean energy - The European Green Deal. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_19_6723
- European Commission. 2019d, EU-China: A strategic outlook <https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/communication-eu-china-a-strategic-outlook.pdf>)
- European Commission & The National Development and Reform Commission of the People's Republic of China (NDRC). 2018. Memorandum of Understanding on circular economy development. https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/circular_economy_MoU_EN.pdf
- European Parliament and the Council. 2010. Regulation (EU) No 95/2010 of the European Parliament and of the Council of 20.10.2010 laying down the obligations of operators who place timber and timber products on the market. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32010R0995>
- European Parliament and the Council. 2013. On the Cohesion Fund and repealing Council Regulation (EC) No 1084/2006. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1300&from=EN>
- European Parliament and the Council. 2018a. REGULATION (EU) 2018/841 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 30 May 2018 on the inclusion of greenhouse gas emissions and removals from land use, land use change and forestry in the 2030 climate and energy framework, and amending Regulation (EU) No 525/2013 and Decision No 529/2013/EU. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/841/oj>
- European Parliament and the Council. 2018b. DIRECTIVE (EU) 2018/2001 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>
- European Parliament and the Council. 2019a. Directive (EU) 2019/904 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment. <http://data.europa.eu/eli/dir/2019/904/oj>
- European Parliament and the Council. 2019b. Regulation (EU) 2019/452 of the European Parliament and of the Council of 19 March 2019. Establishing a framework the screening of foreign direct investments into the Union, Official Journal of the European Union, O J L 79 I, 21 March 2019. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/452/oj>
- Eurostat. 2018, Forests, forestry and logging. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Forests,_forestry_and_logging#Forests_and_other_wooded_land
- Eurostat. 2019. 43% of the EU is covered with forests. 21.3.2019. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/EDN-20190321-1>
- Eurostat. 2020a. Foreign control of enterprises by economic activity and a selection of controlling countries. Data base information. Based on update of 02-03-202
- Eurostat. 2020b. Statistics explained. Greenhouse gas emission statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Greenhouse_gas_emission_statistics_-_emission_inventories
- FAO. 2020. Forest resource assessment. <https://fradata.fao.org/EU/assessment/fra2020/extentOf-Forest/>
- FAOSTAT. 2020. FAOSTAT Forestry database. <http://www.fao.org/forestry/statistics/84922/en/>
- Forest Trends. 2017. China's Forest Product Imports and Exports 2006-2016: Trade Charts and Brief Analysis. Forest Trends, Washington, DC. https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2017/08/doc_5627.pdf
- German Bioeconomy Council. 2018. Bioeconomy Policy (Part III) Update Report of National Strategies around the World. https://bioekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/berichte/GBS_2018_Bioeconomy-Strategies-around-the-World-Part-III.pdf

- General Office of the State Council of the People's Republic of China, 2017. The Implementation Plan for Prohibiting the Entry of Foreign Trash and Pushing Forward the Reform of the Administrative System of Solid Waste Imports. (in Chinese) http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/27/content_5213738.htm
- Giurca A., Späth F., 2017. A Forest-based Bioeconomy for Germany? Strengths, Weaknesses and Policy Options for Lignocellulosic Biorefineries. *Journal of Cleaner Production* 153, 51 - 62. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.156>
- Gold, S., Rubik, F. 2008 Consumer attitudes towards timber as a construction material and towards timber frame houses - selected findings of a representative survey among the German population. *Journal of Cleaner Production*, 1 - 7. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.07.001>
- Hagemann, N., Gawel, E., Purkus, A., Pannicke, N., Hauck, J. 2016. Possible futures towards a wood-based bioeconomy: A scenario analysis for Germany. *Sustainability (Switzerland)* 8(1), 1 - 24. <https://doi.org/10.3390/su8010098>
- Haneman, T., Huotari, M. 2018. EU-China FDI: Working towards reciprocity in investment relations. *Meric Papers on China*. No 3. Update. May 2018. <https://meric.org/en/report/eu-china-fdi-working-towards-more-reciprocity-investment-relations>
- He, M., He, G., Liang, F., Li, Z. 2019. Development of timber structures in China during recent twenty years. *Building Structure* 49 (19). <https://doi.org/10.19701/j.jzjg.2019.19.010>
- Herbes, C., Beuthner, C., Ramme, I. 2018. Consumer attitudes towards biobased packaging - A cross-cultural comparative study. *Journal of Cleaner Production*, 194, 203 - 218. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.106>
- Heräjärvi, H., Kunttu, J., Hurmekoski, E., Hujala, T. 2019. Outlook for modified wood use and regulations in circular economy. *Holzforschung*, 0(0). <https://doi.org/10.1515/hf-2019-0053>
- Hetemäki, H., Hanewinkel, M., Muys, B., Ollikainen, M., Palahí, M., Trasobares, A. 2017. Leading the way to a European circular bioeconomy strategy. *From Science to Policy* 5. European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/fs05>
- Hou, F.M., Yao, M.Y., Peng, P. 2016. An overview of trade in value-added export from China to the United States under the perspective of global value chain: a case study of forest products trade. *For. Econ.* 38 (12), 55 - 58 + 86 (in Chinese).
- Hou, J., Yin, R., Wu, W. 2019. Intensifying forest management in China: What does it mean, why, and how? *Forest Policy and Economics* 98, 82 - 89. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.10.014>
- Hurmekoski, E., Jonsson, R., Korhonen, J., Jänis, J., Mäkinen, M., Leskinen, P., Hetemäki, L. 2018. Diversification of the forest industries: Role of new wood-based products. *Canadian Journal of Forest Research*. 48(12), 1417 - 1432, <https://doi.org/10.1139/cjfr-2018-0116>
- Hurmekoski, E., Myllyviita, T., Seppälä, J., Heinonen, T., Kilpeläinen, A., Pukkala, T., Mattila, T., Hetemäki, L., Asikainen, A., Peltola, H. 2020. Impact of structural changes in wood-using industries on net carbon emissions in Finland. *Journal of Industrial Ecology*. <https://doi.org/10.1111/jiec.12981>
- International Monetary Fund. 2020, World Economic Outlook Update, A Crisis Like No Other, An Uncertain Recovery. June 2020. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/06/24/WEOUpdateJune2020>
- Ioncell. 2020. <https://ioncell.fi/>
- IRENA (International Renewable Energy Agency). 2018. Statistical profile, China. <https://www.irena.org/Statistics/Statistical-Profiles>
- IRENA (International Renewable Energy Agency). 2020. Country rankings. <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>
- ISDP (Institute for Security and Development Policy). 2018. Made in China 2025. <https://isdp.e/publication/made-china-2025/>
- Jonsson, R. 2013. How to cope with changing demand conditions — The Swedish forest sector as a case study: an analysis of major drivers of change in the use of wood resources. *Canadian Journal of Forest Research*, 43(999): 405-418. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2012-0139>



- Kallio, A.M.I. 2021. Wood-based textile fibre market as part of the global forest-based bioeconomy. Forthcoming in *Forest Policy and Economics*.
- Kallio, A.M.I., Solberg, B. 2018. On the reliability of international forest sector statistics: Problems and needs for improvements. *Forests* 9(7), 407. <https://doi.org/10.3390/f9070407>
- Kallio, A.M.I., Solberg, B., Käär, L., Päivinen, R. 2018. Economic impacts of setting reference levels for the forest carbon sinks in the EU on the European forest sector. *Forest Policy and Economics* 92, 193 - 201. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.04.010>
- Koponen, K., Hannula, I. 2017. GHG emission balances and prospects of hydrogen enhanced synthetic biofuels from solid biomass in the European context, *Applied Energy* 200, 106 - 118. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.05.014>
- Kratz, A., Huotari, M., Hanemann, T., Arcesati, R. 2020. Chinese FDI in Europe: 2019 Update. Special Topic: Research Collaborations. A report by Rhodium Group (RHG) and the Mercator Institute for China Studies (MERICS). *Merics papers on China*. <https://merics.org/en/report/chinese-fdi-europe-2019-update>
- Kuosmanen, T., Kuosmanen, N., El-Meligi, A., Ronzon, T., Gurria, P., Iost, S., & M' Berek, R. 2020. How big is the bioeconomy? JRJ Technical Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.1038/nbt.2966>
- Li, H., Wang, B.J., Wei, P., Wang, L. 2019. Cross-laminated Timber (CLT) in China: A State-of-the-Art. *Journal of Bioresources and Bioproducts*. 2019, 4(1): 22-30. <https://doi.org/10.21967/jbb.v4i1.190>
- Lindh, T., Malmberg, B. 2008. Demography and housing demand—What can we learn from residential construction data? *Journal of Population Economics* 21, 521 - 539. <https://doi.org/10.1007/s00148-006-0064-0>
- Liu, C.L., Kuchma, O., Krutovsky, K.V. 2018 Review Paper. Mixed-species versus monocultures in plantation forestry: Development, benefits, ecosystem services and perspectives for the future. *Global Ecology and Conservation* 15, e00419. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00419>
- Luo, W., Ren, H., 2015. Characteristics and Prospects of Wood Structure Buildings in China, *China Wood Industry* (29)5.
- Ma, J., Chen, L., Chen, Y., Wu, Y. 2020. China's Pioneering Green Finance, 2020, Research report, Tsinghua University National Institute of Financial Research. <http://www.pbcfs.tsinghua.edu.cn/upload/default/20200321/154d214ec2b61acb33518e01819e1b5b.pdf>
- Meng, A.X., Filkova, M. 2019. China Green Bond Market 2018, <https://www.sustainablefinance.hsbc.com/mobilising-finance/cbi-china-green-bond-market-2018>.
- Ministry of Biology and Environment (MBE). 2019. China's policies and actions to address Climate Change 2019. <http://upload.xinhua08.com/2019/1127/1574825702532.pdf>
- Ministry of Commerce (MOFCOM). 2018. Report on Development of China's outward investment. 2018. <http://images.mofcom.gov.cn/fec/201901/20190128155348158.pdf>
- Ministry of Foreign Affairs of the People's Republic of China. 2019. China's Progress Report on Implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development. <http://www.news.cn/world/zglstycjzbg.pdf>
- Ministry of Natural Resources (MNR). 2019. Forest Law of the People's Republic of China (In Chinese) http://www.mnr.gov.cn/dt/ywbb/201912/t20191230_2492402.html
- Ministry of Science and Technology (MOST) of the People's Republic of China. 2017. Five-year plan for biotechnology innovation (In Chinese). <http://www.most.gov.cn/tztg/201705/W020170510451953592712.pdf>
- Mittal, N., Ansari, F., Gowda, K.V., Brouzet, C., Chen, P., Larsson, P.T., Roth, S.V., Lundell, F., Wågberg, L., Kotov, N.A., Söderberg, L.D. 2018. Multiscale Control of Nanocellulose Assembly: Transferring Remarkable Nanoscale Fibril Mechanics to Macroscale Fibers. *ACS Nano* 2018, 12, 7, 6378 - 6388. <https://doi.org/10.1021/acsnano.8b01084>

- Moiseyev, A., Solberg, B., Michie, B., Kallio, A.M.I. 2010. Modeling the impacts of policy measures to prevent illegal wood and wood products. *Forest Policy and Economics* 12(1), 24 - 30. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2009.09.015>
- NDRC (National Development and Reform Committee). 2020. On additional measures for controlling plastic waste. (In Chinese) https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202001/t20200119_1219275.html
- NFGA (National Forestry and Grassland Administration). 2019a. National reserve forest program (in Chinese). <http://www.forestry.gov.cn/main/72/20190314/115642102567608.html>
- NFGA (National Forestry and Grassland Administration). 2019b. China forestry and grassland development report 2018 (In Chinese) <http://www.forestry.gov.cn/main/62/20200427/150949147968678.html>
- NFGA (National Forestry and Grassland Administration). 2019c. Forest Resources in China. The 9th National Forest Inventory. 29 p.
- OECD. 2020. FDI restrictiveness. OECD data. <https://data.oecd.org/fdi/fdi-restrictiveness.htm#indicator-chart>
- OECD/FAO. 2019a. Database for OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028. 236 p. https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH_AGLINK_2019#
- OECD/FAO (2019b), OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028, OECD Publishing, Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2019-en
- Palahí, M., Pansar, M., Constanza, R., Kubiszewski, I., Potocnik, J., et al. 2020. Investing in nature as the true engine of our economy: A 10-point action plan for a circular bioeconomy of wellbeing. Knowledge to Action 02, European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/k2a02>
- Paptic. 2020, <https://paptic.com/>
- Piotrowski, S., Carus, M., Carrez, D. 2019. European bioeconomy in figures 2008 - 2016. Nova Institute. https://biconsortium.eu/sites/biconsortium.eu/files/publications/European%20Bioeconomy%20in%20Figures%202008%20-%202016_0_0.pdf
- Qin, Z., Zhuang, Q., Cai, X., He, Y., Huang, Y., Jiang, D., Lin, E., Liu, Y., Tang, Y., Wang, M.Q. 2018. Biomass and biofuels in China: Toward bioenergy resource potentials and their impacts on the environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 32(3), 2387 - 2400. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.073>
- Renewables Now (web page). 2015. CNE to start work in 2015 on ethanol plants in Hungary, Thailand, Nigeria. <https://renewablesnow.com/news/cne-to-start-work-in-2015-on-ethanol-plants-in-hungary-thailand-nigeria-470837/>
- Routa, J., Anttila, P., Asikainen, A. 2017. Wood extractives of Finnish pine, spruce and birch - availability and optimal sources of compounds. *Natural Resources and Bioeconomy Studies* No. 73. Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-495-3>
- Sandalow, D. 2018. Guide to Chinese climate policy 2018. Center of Global Energy Policy. New York, USA. <https://energypolicy.columbia.edu/>
- Seaman, J., Huotari, M., Otero-Iglesias, M. (eds.). 2017. Chinese investments in Europe. A country-level approach. ETNC Report. December 2017. 170 p. <https://meric.org/en/report/chinese-investment-europe-country-level-approach>
- Seidl, R., Thom, D., Kautz, M. et al. Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change* 7, 395 - 402 (2017). <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>
- Shan, Y., Guan, D., Zheng, H., Qu, J., Li, Y., Meng, J., Mi, Z., Liu, Z., Zhang, Q. 2018. China CO₂ emission accounts 1997 - 2015. *Scientific Data* 5, 170201. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.201>
- Shang, D., Diao, G., Zhao, X. 2020. Have China's regulations on imported waste paper improved its quality. *Forestry Policy and Economics* 119. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102287>



- Spinnova, 2020. <https://spinnova.com/our-method/technology/>
- State Council of China. 2016. Outline of strategical new emerging industry 2016-2020, http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/19/content_5150090.htm
- Sulapac 2020, www.sulapac.com.
- Su, H., Hou, F., Yang, Y., Han, Z., Liu, C., 2020. An assessment of the international competitiveness of China's forest products industry. *Forest Policy and Economics* 119, <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102256>
- Södra. 2020. The OnceMore™ pulp - wood and textiles in pure harmony. <https://www.sodra.com/en/global/pulp/oncemorebysodra/the-once-more-pulp/>
- Taylor, R., 2020. Spruce bark beetle and its impact on wood markets. *International Forest Industries*. 9.6.2020. <https://internationalforestindustries.com/2020/06/09/spruce-bark-beetle-impact-wood-markets/>
- Textile net. 2018. China takes a leading position in the global textile industries (in Chinese). <http://info.texnet.com.cn/detail-721297.html>
- Toppinen, A., Sauru, M., Pätäri, S., Lähtinen, K., Tuppur, A. 2019. Internal and external factors of competitiveness shaping the future of wooden multistory construction. *Construction Management and Economics* 37(4): 201 - 216.
- UNEP-WCMC, 2018. People's Republic of China. Country overview to aid implementation of the EUTR. https://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/Country_overview_China__03_10_2018.pdf
- UNFCCC (United Nations Framework Condition for Climate Change). 2020. Greenhouse gas inventory data. https://di.unfccc.int/detailed_data_by_party
- United Nations, 2019. World Population Prospects 2019. <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/CSV/>
- UPM. 2020, <https://www.upm.com/about-us/for-media/releases/2020/01/upm-invests-in-next-generation-biochemicals-to-drive-a-switch-from-fossil-raw-materials-to-sustainable-solutions/>
- Valmet. 2018. Smooth startup for dissolving pulp line. <https://www.valmet.com/media/articles/pulping-and-fiber/smooth-startup-for-dissolving-pulp-line/>
- Wan, M., Toppinen, A. 2016. Effect of perceived product quality and lifestyle of health and sustainability on consumer choice of price range for children's furniture in China. *Journal of Forest Economics* 22(1): 52 - 67. <https://doi.org/10.1016/j.jfe.2015.12.004>
- Wei, J., Cen, K., Geng, Y. 2018. Evaluation and mitigation of cement CO₂ emissions: projection of emission scenarios toward 2030 in China and proposal of the roadmap to a low-carbon world by 2050. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 1 - 28. <https://doi.org/10.1007/s11027-018-9813-0>
- Wolfslehner, B., Pülzl, H., Kleinschmit, D., Aggestam, F., Winkel, G., Candel, J., Eckerberg, K., Feindt, P., McDermott, C., Secco, L., Sotirov, M., Lackner, M., Roux, J.-L. 2020. European forest governance post-2020. From Science to Policy 10. European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/fs10>
- World Bank. 2020. World Bank Database, <https://data.worldbank.org/indicator>
- Zhang, P., He, Y., Feng, Y., De La Torre, R., Jia, H., Tang, J. Cabbage, F. 2019. An analysis of potential investment returns of planted forests in South China. *New Forests* 50, 943 - 968 <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09708-x>
- Zhu, Q., Sarkis, J. 2016. Green marketing and consumerism as social change in China: Analyzing the literature. *International Journal of Production Economics* 181, 289 - 302. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.06.006>

我们正处于一个迅速变化、面临前所未有全球挑战的时代：能源安全，自然资源稀缺，生物多样性丧失，石化资源依赖和气候变化。这些挑战需要我们提出全新的解决方案，同时也为我们带来了新的机会。森林和林业部门相互交叉、高度整合，为解决错综复杂的社会挑战奠定了坚实的基础，同时也有力支持了欧洲循环生物经济的发展。

作为一个公正的、以科学为基础的国际组织，欧洲森林研究所提供高质量的林业科学知识和信息，助力科学为基础的政策制定。欧洲森林研究所为决策者，政策制定者和机构提供支持，汇集跨界科学知识和专业知识，加强科学-政策对话。

本研究和报告 由欧洲森林研究所（EFI）多边信托基金 提供政策支持资金，该项资金 由奥地利、捷克共和国、芬兰、德国、爱尔兰、意大利、立陶宛、挪威、西班牙和瑞典等国家提供。



EUROPEAN FOREST
INSTITUTE

www.efi.int