

# 减排的幻影： 全球油气行业使用 林业碳汇风险及案例研究



## 作者

李嘉童 陈姝璇 贾天夏 严怡如 李晔丹

## 编辑

李嘉童 王赫 蔡思怡 唐铭徽

## 感谢以下人员对本报告的帮助 (按姓氏首字母排序)

Gyorgy Dallos Kaisa Kosonen Charlie Kronic An Lambrechts  
刘琦麟 潘文婧 August Rick Claudio Rojas 宋筱 雍容 袁瑛

---

## 著作权及免责声明

除标明引用的内容以外，本报告期内所有内容（包括文字、数据、图表）的著作权及其他知识产权归绿色和平所有。如需引用本报告中的数据及图表，请注明出处。标明由绿色和平拍摄的照片必须取得绿色和平授权后方可使用。

本报告有中文、英文两个版本，如有内容差异，以中文报告为准。

本报告为基于有限时间内公开可得信息研究产出的成果。如本报告中相关环境信息存在与真实信息不符的情况，欢迎与我们联系：[greenpeace.cn@greenpeace.org](mailto:greenpeace.cn@greenpeace.org)。由于信息获取渠道的局限性，绿色和平不对报告中所含涉信息的及时性、准确性和完整性作任何担保。

本报告资料收集时间为 2023 年 8 月 1 日至 2023 年 10 月 31 日，研究期间之外，各信息平台上公开的环境信息如有被更改或增加，不被包括在此研究结果分析中。本报告仅用于政策参考、信息共享和环保公益目的，不作为公众及任何第三方的投资或决策的参考。本报告中所提及企业案例仅涉及环境保护维度的评价和论证，绿色和平亦不承担因此而引发的相关责任。

**发布时间：2023 年 11 月 27 日**

**封面图 © Ruben Neugebauer / Greenpeace**

# 目录

---

执行摘要	02
<b>第一章 油气行业与气候变化</b>	<b>04</b>
油气行业的碳排放与气候行动	04
被过度依赖的林业碳汇	06
持续售卖由林业碳汇中和的“碳中和”产品	07
<b>第二章 油气排放巨头采购林业碳汇的争议案例分析</b>	<b>12</b>
方法学的漏洞与争议	12
生态系统的不稳定性	16
土地权益	19
<b>第三章 飞速发展的中国林业碳汇市场</b>	<b>21</b>
中国林业碳汇市场与企业参与	22
中国林业碳汇项目风险分析	25
<b>第四章 总结与建议</b>	<b>28</b>
<b>附录 1</b>	<b>29</b>

---

## 图表目录

图 1 净零排放情境中的油气运营总排放，2022-2030	04
图 2 壳牌、英国石油公司、道达尔能源化石能源支出与低碳领域支出百分比	06
图 3 全球前 15 个造林、再造林及植被恢复（ARR）市场项目及碳信用数量	21
图 4 15 个中国境内碳汇林使用树种的易燃性风险占比	27
表 1 全球收入前十油气企业的 2050 年净零排放目标及 2025-2050 年短中长期减排目标	05
表 2 全球碳中和液化天然气交易记录	07
表 3 部分油气企业参与的中国林业碳汇项目情况	23

## 执行摘要

当今，全球正面临前所未有的气候危机，极端天气事件频发，对人类的生存发展带来巨大挑战。为应对这一威胁，诸多政府和企业已经做出了碳中和的承诺，力求减少温室气体排放。

作为温室气体排放的主要来源之一，油气行业在全球气候行动中扮演着至关重要的角色。然而，油气行业的减排力度与《巴黎协定》所设定的 1.5°C 全球升温限制目标之间存在着巨大的差距。壳牌、英国石油公司、道达尔能源等全球收入前十的油气公司均未设置符合 1.5°C 目标的短期至中期减排目标与路径，同样位列前十的中国石油与中国石化，自中国 2020 年提出双碳目标以来，也尚未设置明确的短中长期减排目标与路径。

与缺少明确减排承诺形成鲜明对比的是，近年来，油气公司陆续推出“碳中和液化天然气”、“碳中和驾驶”等概念，使用以林业碳汇为主的碳抵消方式中和其排放，以包装其应对气候变化的努力。自 2019 年壳牌开始供应第一批碳中和液化天然气以来，全球超过 85% 的碳中和液化天然气运往亚太地区，东京燃气、GS 能源、中国海洋石油集团、中国石油、台湾中油等均参与过相关交易。

林业碳汇从交易方法学和生态系统的永久性角度都存在着局限性，并不能作为油气行业应对气候变化的根本解决方案。仅依赖碳抵消，忽略能源转型和减少化石燃烧排放，将无法如期实现全球气候目标。

在方法学层面，林业碳汇项目额外性的论证和基线的设定尤为重要。项目需保证环境保护成果是通过该项目的特定干预措施而达成的；项目签发的减排量只能被计入减缓气候变化的承诺一次，不能重复计算；潜在碳泄露风险会导致企业购买的碳信用失去原本评估的成效。

- 壳牌、中国石油、中国海洋石油集团购买的秘鲁蓝色山脉项目和印度尼西亚卡廷根泥炭地恢复和保护项目均在额外性方面遭到质疑，项目部分范围与该地区保护地重合，并未因为项目的成立而产生额外的环境效益。
- 壳牌在苏格兰投资的格伦加里再造林项目，面临了与苏格兰政府重复使用碳信用的问题。

森林碳汇功能的实现取决于森林生态系统的状态，火灾和病虫害都有可能影响森林的固碳效应，甚至可能带来碳汇变成碳源的风险。

- 英国石油公司购买的美国华盛顿州科尔维尔印第安保留地改善森林管理项目地区遭遇严重火灾，而项目已经向英国石油公司销售超过 90% 的碳信用额度，使得缓冲池不足以应对火灾造成的损失。
- 壳牌在加拿大投资的特尼勒科丁造林项目受到山松甲虫疫情影响，成片的健康松树死亡，损害了森林的碳汇功能。

除此之外，一些项目在实施过程中导致原住





民土地被征用或变更用途，影响了他们的生计选择和文化传统延续。

- 道达尔能源在刚果共和国购买的巴特克高原碳抵消项目使原住民失去耕地，原住民在未获得充分补偿的情况下，面临经济和生活困境。

作为拥有丰富林业资源的国家，中国是油气企业购买林业碳汇的重要目标市场之一。在全球最大的碳信用签发机构 Verra 核证的超过 2000 个项目中，近四分之一是来自中国的林业碳汇项目，但这些项目仍存在与国际项目类似的局限性。本报告整理了壳牌、中国石油、中国海洋石油集团等公司在中国涉及 8 个省份、已核销过碳信用的 15 个林业碳汇项目。

随着国家温室气体自愿减排（CCER）交易市场的重启，过去几年许多公司都在储备林业项目，等待 CCER 重启后参与交易。无序圈地和抢占资源的现象频发，给林业碳汇行业以及森林资源保护带来了诸多风险。在此背景下，企业应该更加

谨慎地对待林业碳汇项目的投资，将减排和能源转型视为长期战略，采取积极行动，优先解决自身排放问题，而非依赖碳抵消等外部手段。这是确保气候目标实现的关键，也是推动全球向可持续未来迈进的关键一步。

### 绿色和平建议油气企业：

1. 设立有雄心的油气减产目标，加快发展可再生资源业务。
2. 企业的净零路径应优先考虑其运营和全价值链的深度减排，购买高质量的碳信用仅应被视为深度减排基础上的补充手段。
3. 其购买的碳信用额不应计入公司为实现脱碳目标而承诺的内部减排量；应避免使用“碳中和”、“零碳”等误导性词汇对企业的气候行动或相关产品进行宣传。

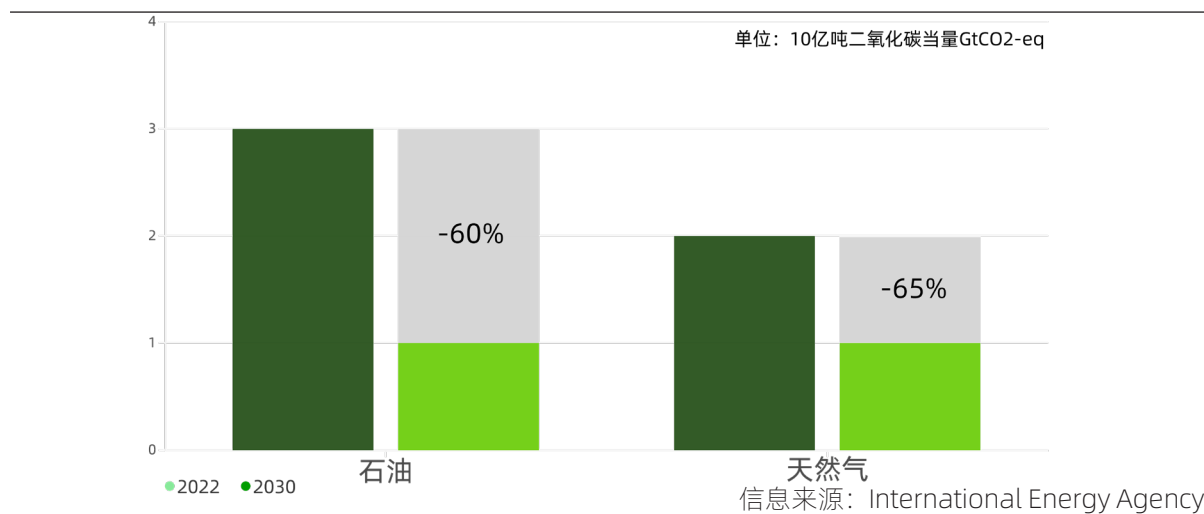
# 第一章 油气行业与气候变化

## 油气行业的碳排放与气候行动

油气行业是全球温室气体排放的主要来源之一。这个行业涵盖了石油和天然气的勘探、开采、生产、加工、运输和消费等各个环节，其中包括了二氧化碳（CO<sub>2</sub>）和甲烷（CH<sub>4</sub>）等温室气体的排放。由于其庞大的规模，油气行业对全球温室气体排放产生了显著影响。根据国际能源署（IEA）今年5月份发布的报告，全球能源相关排放中，

石油和天然气生产活动约占总排放的15%，相当于51亿吨温室气体排放。在国际能源署的2050年零排放场景中，这些活动的排放强度需在2030年前下降50%。结合该场景中的石油和天然气消费减少，到2030年石油和天然气生产活动的排放需减少60%<sup>1</sup>。

净零排放情境中的油气运营总排放，2022-2030 | 图1



国际能源署在《净零路线图：实现1.5摄氏度目标的全球途径》中指出，到2035年石油供应量将比2022年水平下降42%，天然气下降47%。全球能源行业实现到2050年二氧化碳零排放的路径将需要采用广泛的清洁能源技术，并在2050年前将化石燃料需求减少超过80%<sup>2</sup>。这是石油和天然气公司需要调整其业务组合以适应的未来。

到2030年，全球要将石油和天然气生产活动的排放强度减半，需要前期投资总额达到6000亿美元<sup>3</sup>。这只是石油和天然气生产商在2022年获得的创纪录超额收入的一小部分，然而从《巴黎协定》签署至今，各大油气巨头并未做出与控制全球气温升高低于1.5°C目标相符的气候承诺。截至目前，根据气候行动100+统计，在全球收入前10的石油公司内，仅有3家公司，壳

牌 (Shell)、英国石油公司 (BP) 和道达尔能源 (TotalEnergies)，制定了在 2050 年前实现净零的目标。但这三家公司又在近期宣布减低承诺的减排比例，同时继续扩大油气开采目标和销售<sup>4</sup>。

壳牌此前承诺，在 2030 年前每年减产 1%-2%，直至今年 6 月的投资者活动中，壳牌表示生产将保持稳定直至 2030 年，并将在 2023 年至 2035 年之间投资 400 亿美元用于石油和天然气生产<sup>5</sup>。壳牌曾计划每年投资 1 亿美元建立碳信用额度，如今这项计划已被搁置，同时被搁置的还有

壳牌的气候承诺，壳牌首席执行官表示将加倍重视石油和天然气等利润驱动的主营业务<sup>6</sup>。与此同时，英国石油公司和道达尔先后宣布降低气候目标，将 2030 年前上游石油和天然气生产中的目标减排量从 35% 到 40% 缩减为 20% 到 30%<sup>7,8</sup>。

在全球收入前 10 的石油公司中，尽管部分公司设置了短期至长期的减排目标，但值得一提的是，没有一家公司的短期至中期减排目标是与控制全球气温升高低于 1.5°C 的目标相一致的<sup>9</sup>。

全球收入前十油气企业的 2050 年净零排放目标及 2025-2050 年短中长期减排目标 | 表 1

企业	2050 年净零目标	短期 (至 2026 年) 减排目标	中期 (2027-2035 年) 减排目标	长期 (2036-2050 年) 减排目标
沙特阿拉伯国家石油公司	N	N	P	P
中国石油化工股份有限公司 (中国石化)	N	P	N	N
中国石油天然气集团有限公司 (中国石油)	N	N	N	N
埃克森美孚	P	P	N	P
荷兰皇家壳牌石油公司	Y	P	P	P
道达尔能源	Y	P	P	P
雪佛龙股份有限公司	N	P	P	P
英国石油公司	Y	P	P	Y
马拉松石油公司	N	N	P	N
瓦莱罗能源	N	P	P	N

Y- 符合全部气候行动 100+ 标准

P- 符合部分气候行动 100+ 标准 \*

N- 不符合任何气候行动 100+ 标准

\* 已设置减排目标但目标并未包括范围 3 减排或不与 1.5°C 目标相符

信息来源: Climate Action 100+, 绿色和平

除了主要经营化石能源的商业公司，全球最大的化石能源生产国之一阿联酋也在探索通过碳抵消应对气候变化的路径。阿拉伯联合酋长国碳联盟 (The United Arab Emirates Carbon

Alliance) 承诺在 2030 年前从非洲碳市场倡议 (African Carbon Markets Initiative, ACMI) 购买价值 4.5 亿美元的碳信用额度<sup>10</sup>。由迪拜皇室成员创立的一家名为蓝碳 (Blue Carbon) 的公司，

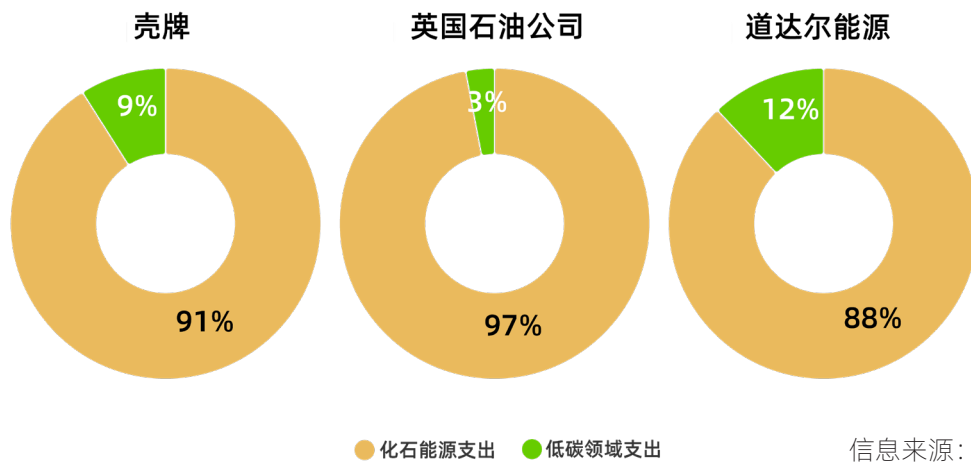


也已与非洲国家签署协议，将森林管理产生的碳信用额度出售给寻求将碳抵消作为其应对气候目标的解决方案的国家<sup>11</sup>。目前，该公司已经与利比里亚、坦桑尼亚、赞比亚以及津巴布韦的政府签署了合作备忘录，以管理约6000万英亩的森林（相当于英国面积），并出售从中产生的碳信用额度<sup>12</sup>。

据彭博新能源财经（BloombergNEF）统计的数据计算，截至2023年6月，全球已核销的

造林及避免森林砍伐项目碳信用约9180万吨二氧化碳当量，其中20%为油气公司使用，包括壳牌、英国石油公司、道达尔、中国石油、中国海洋石油公司等，其投资的项目遍布秘鲁、印尼、中国等地<sup>13</sup>。其中，壳牌公司核销了超过1000万吨二氧化碳当量来自避免森林砍伐项目的碳信用，使用量在全球范围排名第三，而其真正在低碳领域中的投资，包括光伏与风电、地热能发电、与氢能，仅占了资本支出的9%<sup>14</sup>。

壳牌、英国石油公司、道达尔能源化石能源支出与低碳领域支出百分比 | 图2



信息来源：绿色和平

## 被过度依赖的林业碳汇

碳抵消提供了一种相对便捷的方式让企业达到其碳中和或减排目标，其中林业碳汇占据了碳信用市场的主要份额，在2015年至2022年期间供应市场总量高达45%<sup>15</sup>。但一种错误的趋势正在逐渐形成，当企业发现可以通过投资碳抵消来“低成本”达成环保承诺时，他们会更倾向于选择这种快捷方式，而非花费更多时间和资源进行长期的、彻底的清洁可持续技术变革。企业对碳抵消策略的依赖最终将阻碍真正的气候行动和技术进步。

2021年全球碳市场观察（Carbon Market Watch）针对全球十家能源公司，包括壳牌（Shell）、

英国石油公司（BP）、道达尔能源（TotalEnergies）、俄气（Gazprom）、埃尼（Eni）、马石油（Petronas）、中石油（PetroChina）、中海油（CNOOC）、切尼尔能源（Cheniere）和西方石油（Occidenta），在2020年至2021年9月间的18个“碳中和”声明进行了详尽的调查分析<sup>16</sup>，发现没有任何公司达到可以将其产品——特别是化石燃料产品——称为“碳中和”的最基础要求。这些公司都忽视了必须采取的减排措施，转而投资碳信用来抵消自身的排放。此类碳抵消因为忽略了持久性问题，在逻辑上存在严重缺陷。长期储存在地下的化石燃料燃烧后将释放影响大气数百年的温室气体，这是不可能通过暂时储存在生态系统或



购买不提供额外温室气体减排的信用来抵消的。

当我们谈论碳抵消和碳中和时，必须强调化石燃料的碳排放和生物碳（如树木）的抵消在本质上存在不匹配的问题。化石燃料中的碳已被安全地储存在地下数百万年，而生物碳的存储相对短暂和不稳定。燃烧化石燃料释放的碳意味着将长时间安全储存在地下的碳释放大气中，这些气体能在大气中留存 300 到 1000 年，其间会持续捕获来自太阳的热量，加剧温室效应使地球温度升高。这样看来，用短暂的生物碳抵消长期储存的化石碳显然是不可维持的策略。更为令人担忧的是，随着气候危机的加剧，依赖生态系统尤其是树木作为抵消手段变得更加有风险和不可靠<sup>17</sup>。

## 持续售卖由林业碳汇中和的“碳中和”产品

面对全球极端天气和企业净零转型的压力，全球油气巨头经常在宣传中声称某些产品在其生产和使用过程中进行了碳中和，但这通常只是用林业或其他碳汇项目抵消了特定环节的碳排放，这并不解决整个石油和天然气供应链中产生的温室气体排放问题，尤其是燃烧所产生的范围 3 排放<sup>18</sup>。

## “碳中和”液化天然气

“碳中和”液化天然气（Liquefied natural gas, LNG）指液化天然气在上游开采、处理、液化、运输、再气化以及最终使用中排放的二氧化碳，被以多种方式（以林业碳汇为主，可再生能源发电、碳捕捉等方式为辅）抵消，从而实现液化天然气价值链的零排放。作为全球最早供应碳中和液化天然气的企业，壳牌的货物主要使用防止森林砍伐和造林项目的碳信用额度。自 2019 年全球首批“碳中和”液化天然气贸易起，截至 2021 年 6 月，全球累计完成 21 船交易，规模约为 147 万吨。尽管目前全球碳中和液化天然气交易不足总交易量的 1%，标普全球（S&P Global）预计在未来 10 年内，至少一半的液化天然气交易将会是碳中和液化天然气<sup>19</sup>。

“碳中和”液化天然气本身并不降低排放，能源制造商只有将抵消措施与深度减排相结合，才能在不损害全球、国家和企业减缓气候变化目标的情况下满足不断增长的能源需求<sup>20</sup>。到目前为止，“碳中和”液化天然气的买家主要来自亚洲地区，占比全球“碳中和”液化天然气交易的 85%<sup>21</sup>，由于处在发展初期，优先考虑经济增长、能源需求巨大、经济结构等现实因素，这是一个碳政策和投资者压力相对较弱的地区。壳牌公司的燃气与能源营销与交易执行副总裁曾表示，在中国和日本，壳牌的客户都能向其消费者提供“净零”产品<sup>22</sup>。

全球碳中和液化天然气交易记录 | 表 2

日期	数量 (Cargo)	买家	卖家	市场	是否使用林业碳汇
2019 年 6 月	1	东京燃气	壳牌	日本	是
2019 年 6 月	1	GS 能源	壳牌	韩国	是
2019 年 6 月	1	-	中部电力	印度	否
2020 年 3 月	1	台湾中油	壳牌	台湾	是

日期	数量 (Cargo)	买家	卖家	市场	是否使用林业碳汇
2020年6月	2	中海油	壳牌	中国大陆	是
2020年10月	1	中海油	道达尔	中国大陆	是
2020年11月	1	台湾中油	壳牌	台湾	是
2021年2月	1	北海道燃气	三井集团	日本	是
2021年3月	1	壳牌	俄气	英国	是
2021年3月	1	浦项制铁	莱茵集团	澳洲	-
2021年4月	1	东邦瓦斯	三菱集团	日本	-
2021年4月	1	壳牌	切尼尔	意大利	是
2021年4月	1	兰亭能源	-	新加坡	是
2021年6月	1	壳牌	阿曼液化天然气	中东	是
2021年7月	1	大阪瓦斯	壳牌	日本	是
2021年7月	1	国际石油开发帝石控股	依序思液化天然气	日本	是
2021年7月	1 (5年长期供应)	中国石油	壳牌	中国大陆	是
2021年7月	1	桑普拉能源	英国石油	墨西哥	是
2021年8月	1	台湾中油	埃尼	台湾	是
2021年8月	1	四国电力	马石油	日本	否
2021年9月	1	静冈燃气	国际石油开发帝石控股	日本	是
2021年9月	1	台湾中油	英国石油	台湾	是
2021年9月	1	东邦瓦斯	国际石油开发帝石控股	日本	是
2021年9月	1	西班牙天然气公司	-	西班牙	-
2021年9月	1	东邦瓦斯	萨哈林能源	日本	-
2021年9月	3	申能集团	马石油	中国大陆	-
2021年10月	1	日本石油勘探公司	三菱集团	日本	-
2021年12月	1	中海油	英国石油	中国大陆	是
2022年1月	1	广岛瓦斯	马石油	日本	是
2022年9月	1	台湾中油	雪佛龙	台湾	是
2023年1月	1	台湾中油	壳牌	台湾	是



- 2019年6月，壳牌与东京燃气和韩国GS能源达成全球首批“碳中和”液化天然气贸易<sup>23</sup>。
- 2020年6月，壳牌与中海油签署2船次碳中和LNG，使用青海和新疆等全球多个基于自然项目的碳信用<sup>24</sup>，同年道达尔向中海油交付首船“碳中和”液化天然气<sup>25</sup>。
- 2021年1月-6月完成13船交易，占全球同期“碳中和”液化天然气现货交易的2%。截至2021年6月，全球累计完成21船“碳中和”液化天然气交易，交易规模约为147万吨（以每船7万吨计算），均为现货<sup>26</sup>。
- 2021年3月第一批“碳中和”液化天然气运输到欧洲<sup>27</sup>。
- 2021年4月，中国石油与壳牌签署全球首份“碳中和”液化天然气长期贸易协议<sup>28</sup>。
- 壳牌是最早供应“碳中和”液化天然气的公司，占目前全球交易量的40%<sup>29</sup>。
- 2021年6月，阿曼液化天然气公司与壳牌签署了一项协议，将交付中东第一批碳中和液化天然气<sup>30</sup>。
- 2023年2月，壳牌公司向台湾中油交付了大约7万吨液化天然气，这是根据国际液化天然气进口商集团（International Group of Liquefied Natural Gas Importers, GIIGNL）制定的新标准认证的第一批“温室气体中性”货物<sup>31</sup>。壳牌公司的最新货物主要使用了一个防止森林砍伐的项目的信用额度。联合国支持的“基于科学的目标”倡议和其他地方的气候科学家说，这些类型的抵消对从空气中提取额外的碳没有什么作用，不应该有助于实现净零排放的要求<sup>32</sup>。

## “碳中和”油田

与碳中和液化天然气相似，“碳中和”油田通过减少能源消耗、提升能源效率、碳抵消、碳捕集与碳储存等一系列措施来减少石油生产和开采过程中的碳排放，以实现净零碳排放或最小化碳足迹的目标，其生产的产品最终将被贴上“碳中和”的标签。

2021年4月，瑞典油气公司伦丁能源（Lundin Energy）宣布向西班牙炼油商萨拉斯石油（Saras）出售了石油行业首批经认证的“碳中和”原油订单。该公司已设定了目标，计划到2025年实现整个生产基地的碳中和。该目标只包括范围1和范围2的排放，但不包括范围3排放（即间接排放，包括但不限于产品燃烧释放的二氧化碳），然而，在化石能源的产业链中，仅有20%的碳排放是在生产过程中产生的，约80%的排放都是在产品使用燃烧中产生。

伦丁能源计划投资3500万美元，利用植树造林来抵消其在爱德华·格里格（Edvard Grieg）油田生产的预估每日产量约为98,000桶的石油当量。该油田得到了认证机构英特泰克集团（Intertek Group plc）的碳排放零净标准认证（CarbonClear），成为了全球第一个碳中和的油田。

2021年6月，该公司宣布，在离岸油田约翰斯弗德鲁普（Johan Sverdrup）生产的所有原油将获得碳排放零净标准的碳中和生产认证。该油田已经获得独立认证，每桶油排放0.4千克二氧化碳当量，比世界平均水平低约40倍。2021年6月，该油田向韩国能源与化学公司GS Caltex出售了第一批“碳中和”生产的石油<sup>33</sup>。

---

## “碳中和” 驾驶

“碳中和” 驾驶指通过购买碳信用以抵消汽车燃油，润滑油等产品在生产、运输、使用等过程中产生的碳排放。

壳牌通过购买造林以及森林保护项目所产生的碳信用额，抵消其产品所产生的碳排放。据壳牌官网介绍<sup>34</sup>，2019年4月，壳牌首次在荷兰推出“碳中和” 驾驶，并在英国成为首家为顾客提供“碳中和” 驾驶选择的零售商<sup>35</sup>。2020年10月，该计划扩展到德国、奥地利、瑞士和加拿大。

壳牌的“碳中和驾驶” 项目分别面向个人客户和商业客户。

● 在面向个人客户的计划中，消费者需要首先加入壳牌 GO+ 会员计划，并在购买燃油时选择加入其碳中和计划，为所购买的每升燃油支付一笔费用，用于壳牌购买碳信用以“中和” 燃油在使用过程中产生的碳排放，而壳牌则会支付燃油在提取、精炼和运输过程中产生的碳排放<sup>36</sup>。

● 对于商业客户，在用户申请为车队抵消碳排放后，壳牌会计算车队购买的燃油所产生的碳排放量，并购买相应额度的碳信用。其中，用于抵消燃油在燃烧过程中产生的碳排放的费用由客户支付，收费标准由当时的碳信用价格决定<sup>37</sup>，燃油在提取、精炼和运输过程中产生的碳排放量则由壳牌支付<sup>38</sup>。

### 壳牌在德国面向个人客户的“碳中和驾驶” 项目

在德国，个人客户需要为所购买的每升燃油支付 0.03 欧元用以“中和” 燃油使用过程中产生的碳排放，如果一次性购买超过 40 升燃油，则需要额外支付 1.2 欧元。壳牌宣称将通过购买秘鲁的蓝色山脉项目（Cordillera Azul REDD+ Project）、印度尼西亚的卡廷根泥炭地恢复和保护项目（Katingan Peatland Restoration and Conservation Project）等核证碳标准（Verified Carbon Standard, VCS）造林以及森林保护项目所产生的碳信用抵消该项目产生的碳排放<sup>39 40</sup>。

自 2020 年 10 月 7 日推出至 2023 年 7 月 31 日期间，德国已有超 2.23 亿吨燃油参与了壳牌“碳中和驾驶” 项目，并抵消了 67 万余吨的碳排放<sup>41</sup>。

### 壳牌在奥地利面向个人客户的“碳中和驾驶” 项目

同样在奥地利，个人客户会被收取每升燃油 0.03 欧元的费用用以“中和” 燃油使用过程中产生的碳排放。自 2020 年 10 月 7 日推出至 2023 年 7 月 31 日期间，奥地利已有超 4 千万吨燃油参与了壳牌“碳中和驾驶” 项目，并抵消了约 12.6 万吨的碳排放<sup>42</sup>。

此外，自 2021 年起，壳牌在欧洲、亚太地区、中东和北美的主要市场推出了“碳中和” 润滑油，并将其称之为“当今润滑油行业最大、最重要的碳中和计划之一”。该项目计划通过投资印度尼

西亚的 Katingan Mentaya 项目或中国的青海造林项目等基于自然的碳信用，预期每年抵消超过 2 亿升润滑剂的排放，相当于约 70 万吨二氧化碳当量（CO<sub>2</sub>e）<sup>43 44</sup>。





## 第二章 油气排放巨头采购林业碳汇的争议案例分析

在化石燃料碳排放和生物碳抵消本质不匹配的基础上，林业碳汇项目还面临着一系列不可忽视的风险，其中包括：在林业碳汇开发过程中存在的诸多方法学漏洞与争议，如项目夸大减排效果，将已经存在的碳储存标榜为额外减排；以及自然灾害及人类活动对森林造成破坏导致森林储碳能力下降等。

### 方法学的漏洞与争议

#### 基线与额外性

碳交易中的“基线”是预估的在没有采取特定的温室气体减排措施情况下，某一时期内的温室气体排放量。它为项目的碳减排提供了一个参照标准。通过比较实际的碳排放量和基线，可以计算出因为某个项目或措施所带来的温室气体排放减少量。这些减少的排放量可以转化为碳交易市场上的可交易单位，如碳减排额度或碳信用。然而问题在于，基线的计算具有大量人为操纵的空间，从而产生了潜在的超额计算和重复计算的风险<sup>45</sup>。

在碳交易中的“额外性”是评估环境项目效果的核心概念，指减排项目或措施必须产生超过基线排放水平的减排效益，且这种减排效益在没有碳市场激励的情况下不会发生。其主要关注项目是否带来了超越常态或基本预期的正面效益，也就是在缺乏森林保护或减少毁林和森林退化所

致排放（REDD+）项目的情况下无法实现，唯有借助这些项目才能实现的这部分效益。

当一个项目被认为具有“额外性”时，它所实现的环境保护成果应是通过该项目的特定干预措施而达成的。例如：

- 如果某个地区的森林因为自然原因或现有政策每年已经在增长，而一个新的森林保护项目仅仅是保持了这种增长速度，那么它并没有产生“额外”的效益。
- 如果这个项目使得森林增长的速度比原先预期的还要快，那么这部分快速增长就可以归因于项目的“额外”效益。

虚报基线和额外性不仅浪费资源，还会对当地生态和社区带来不利影响，案例 1 即体现了这些问题。

#### 案例 1: 秘鲁蓝色山脉项目<sup>46</sup>

该项目的目标是保护秘鲁蓝色山脉地区 135 万公顷的森林和高保护价值物种。项目买家宣称，如果没有他们的投资，该区域将会面临严重的环境威胁。而实际上这片区域在 REDD+ 项目开始的七年前就已经被秘鲁政府列为保护区，并在项目开始两年前杜绝了非法开采活动，导致了项目基线和额外性被虚报<sup>47,48</sup>。

在虚报基线问题被揭露的同时，蓝色山脉项



目在开发和管理过程中的不当操作导致当地土著克丘亚（Kichwa）居民的生存环境更加恶劣等事件被逐渐曝光<sup>49</sup>，引发了媒体、非政府组织和当地原住民的广泛关注和不满，并最终升级至法律

诉讼。由于事件的影响范围扩大，联合国也对此表示关切，并敦促秘鲁政府进行整改。然而关于整改的最终成果，至今尚无确切消息<sup>50</sup>。

<b>项目名称</b>	秘鲁蓝色山脉项目（Cordillera Azul REDD+ Project）
<b>开发商</b>	秘鲁自然区域保护研究和管理中心（Centro de Conservación, Investigación y Manejo de Areas Naturales, CIMA）
<b>认证</b>	VCS, CCB
<b>地点</b>	秘鲁米拉弗洛雷斯蓝色山脉（Cordillera Azul, Miraflores, Peru）
<b>项目类别</b>	减少毁林和森林退化所致排放 REDD+
<b>项目介绍</b>	该国家公园为秘鲁政府所有，项目避免了秘鲁中部四个省份的低地和山地森林的砍伐，项目区域包括从低地（海拔 150 米）到山顶（海拔 2400 米）的原始森林。该项目通过加强公园保护、与当地社区和其他利益相关者合作进行与保护兼容的土地利用管理，以及改善公园周边居民的生活质量来实现避免砍伐目标。到目前为止，已在公园内发现超过 35 个新的物种，森林中栖息着大量稀有和濒危物种。
<b>开发日期 计入期</b>	2008 / 20 年
<b>事件</b>	虚报基线和额外性 - 壳牌于 2008 年开始投资蓝色山脉项目并计入其产生的碳信用，公司称，如果没有他们的投资介入，蓝色山脉区域将不断受到新移民和伐木者的侵害，而正是他们的投资保护了这个区域不受开采活动的影响 <sup>51</sup> 。但事实上蓝色山脉地区从 2001 年开始就被秘鲁政府设立为国家公园和自然保护区，并严禁各种开采活动，在政府的管控下，该区域从 2006 年开始未再发现过非法开采活动 <sup>52</sup> 。通过描述和夸大并不存在的侵害，保护项目的基线被刻意调低了，而投资带来的额外保护效应也被刻意夸大了。
<b>影响</b>	虚报基线或存在额外性问题会导致声称的碳减排效益被夸大，削弱投资者和市场的信任度，并对全球应对气候变化的策略产生负面影响。这不仅可能浪费资源，还可能对当地生态和社区带来不利影响。
<b>主要买家</b>	壳牌，中国石油，中国海洋石油

与秘鲁案例面临类似问题的，还有壳牌、中海油与中石油购买的印尼卡廷根泥炭地恢复和保护项目（Katingan Peatland Restoration and Conservation Project）。该项目旨在保护一片可能被木材种植园和棕榈油产业破坏的泥炭地森林。根据项目的基线情景，若没有这一项目，大部分项目区域都将被转化为相思树种植园<sup>53</sup>。然而在 2015 年火灾肆虐印尼之后，森林和泥炭地保护成为重要议题<sup>54</sup>。为此，印尼政府在 2019 年实施了新法律<sup>55</sup>，将部分泥炭地森林列为保护区，而卡廷根项目的大部分区域现在都位于保护区内。新法规的出台和保护区的建立完全改变了卡廷根项目的基线，也大大减少了项目的额外性。

近年来，多项研究表明，林业碳汇中基线与额外性的问题并非个例。

2020 年，一项对巴西亚马孙 12 个 VCS 认证的 REDD+ 项目的研究发现，这些项目在估算避免的碳排放时都存在一定程度的夸大。具体而言，这些项目预先设置的碳排放基线比实际的森林砍伐率高得多。虚设过高的基线可以使项目产生更多的碳信用，为项目开发方吸引更多投资，而虚高的碳减排效果也可以使投资这些项目的企业看起来更加“环保”<sup>56</sup>。

2023 年，一项针对 6 个国家中 26 个 REDD+

项目的研究表明，根据对其中 18 个已披露基线砍伐率的项目的测算，这些项目所发行的碳抵消量接近实际产生抵消量的近三倍之多<sup>57</sup>。

## 重复计算

碳交易中的“重复计算”是指一个减排量（例如碳信用或减排证书）被多次记账或多次声称抵消活动的成果。碳汇重复计算问题也构成了国际气候谈判中的重要挑战之一。主要有以下四种表现形式<sup>58</sup>：

- **重复发行**：同一个项目被不同的碳信用发行商同时发行和售卖。
- **重复申报**：同一个项目向多个监管机构或碳市场提交申报。
- **重复抵消**：当碳抵消单位被多次使用来抵消排放时，就会发生重复抵消。对应的应用场景很多，包括但不限于：
  - 一个发行单位被用于多次达成减排承诺：这意味着同一个碳信用或减排证书被用于满足多次不同的减排承诺。这可能是相同的公司多次使用，或者多个不同的公司分别使用。
  - 一个减排单位被卖出（或转移）多次。
  - 由于技术故障或欺诈行为，同一个碳信用在某个注册系统中被复制。这样，这个“复制”的碳信用就可能被另一个公司使用，尽管原始的碳信用已经

被使用过了。

- 一个公司在不同的年份使用同一个减排单位。
- **多重目的**：一个碳抵消单位不仅用于实现《联合国气候变化框架公约》下的减缓承诺，同时计入了相关的财政或技术承诺（例如气候融资）。虽然这种重复计算不会对温室气体排放产生直接影响，但可能会重复计算发达国家对于发展中国家的资金和技术支持。

## 案例 2: 苏格兰格伦加里再造林项目

这一项目计划五年内在苏格兰高地的格伦加里森林种植一百万棵树。该项目由苏格兰林业部门开发，将产生的碳信用售卖给壳牌，再通过壳牌出售给其消费者，用于抵消排放。但问题在于，这些碳信用被壳牌和英国政府重复计算<sup>59</sup>：

- 壳牌为其客户提供这些信用来抵消他们的排放；
- 英国政府也将这些信用计入其国家气候承诺<sup>60</sup>。

这意味着，消费者从壳牌购买的碳信用已经被用于英国国家气候承诺，并未产生更多的环境效益，消费者的排放也并未真正得到抵消。格伦加里项目出现的重复计算问题不仅加深了民众对壳牌公司及英国政府环境承诺上的疑虑，同时削弱了公众的信任感和信心。

项目名称	格伦加里再造林项目（Glengarry Reforestation Project）
开发商	苏格兰林业部门（Scottish Forestry）
认证	Forestry Scotland's Woodland Carbon Code (WCC)
地点	格伦加里林区周边（Glengarry Forest）
项目类别	造林，再造林和植被恢复 Afforestation, Reforestation and Revegetation (ARR)
项目介绍	该项目意在通过种植一百万棵树，将格伦加里林区面积在原有基础上扩大 1.8 万公顷。

项目名称	格伦加里再造林项目（Glengarry Reforestation Project）
开发日期	2020
事件	重复计算 - 壳牌资助了格伦加里森林扩充项目，并在广告中声称该项目将用于帮助消费者抵消排放。与此同时苏格兰政府也计划将此项目用于其国家范围内的碳抵消，最终算在英国国家自主减排贡献要求内。
影响	对碳信用的重复计算导致了对温室气体减排总体进展的过高估计，壳牌错误地认为他们抵消了更多的碳排放，这影响了气候行动的透明度和真实性。重复计算降低了碳市场的可信任度，导致不符合真实情况的减排报告，进而妨碍全球实现气候目标的努力。
买家	壳牌（直接投资 <sup>61</sup> ）

2021 年的一项研究发现，曾有碳交易项目在墨西哥和美国加州的碳交易平台上同时发行出售，而由于两地碳交易系统的互不关联，此类项目一旦被分别售出就会面临项目产生的碳信用被重复计算的问题<sup>62</sup>。

全球各国和地区的碳交易平台存在不共通的现状，平台之间在覆盖范围、价格设定、排放额度分配、偏移机制和法律监管框架等方面都存在差异。这些不一致可能导致碳价格的波动，为跨境企业带来合规风险。更为重要的是，由于监管和报告标准的不一致，易出现重复计算的风险，从而对碳交易的整体信誉造成损害并减弱其对抗气候变化的有效性<sup>63</sup>。

## 泄露

碳泄露（carbon leakage）是指因一个地区对碳排放的限制和干预措施，导致一些会增加碳排放的行为转移到其他排放限制更宽松的地区，进而导致其他地区的碳排放增加<sup>64</sup>。具体到林业碳汇的碳泄露风险，泄露问题在减少毁林和森林退化所致温室气体排放（REDD）和造林、再造林和植被恢复（ARR）类型的林业碳汇项目中均有存在。在 REDD 类型项目中，当某个区域为了减少毁林和温室气体排放而开始实施更为严格的行为管控，许多毁林活动并不会因此停止，而仅仅是转移到临近的非管控地区；在 ARR 项目中，如果造林活动与经济补贴联系在一起，可能导致新

造林大量扩张，占用土地资源，造林对耕地或其他土地的占用可能导致开发压力转向其他地方，甚至带来对现有天然林的破坏。

碳泄露是大型工业企业在国家甚至全球范围内运营产生的结构性问题，难以避免。例如，巴西亚马孙地区的大豆禁砍伐协议（Soy Moratorium），导致了附近塞拉多地区大豆产量增加了 31%，而砍伐面积也增加了 13%<sup>65</sup>。企业需实施综合的碳足迹评估，认真考虑并采取措施防范碳泄露风险。



## 生态系统的稳定性

森林生态系统所固定的二氧化碳并不具备永久性的特点，而是随着森林自身生长状况的不断变化而波动。这种波动受到多重因素的影响，包括生态系统内在的因素（如火灾、病虫害）以及全球气候变化所带来的不确定性。这些因素将对森林固碳的实际效果产生限制，甚至有可能导致逆转，从原本的碳汇转变为碳源。

## 火灾

火灾是造成森林碳储量消耗的主要风险之一。尤其是近年来，在气候变化带来的高温与干旱的双重作用下，极端火灾也将更加频繁。联合国环境署的报告指出，与历史平均水平相比，全球极端野火的数量到本世纪末将增加近 50%<sup>66</sup>，据欧盟哥白尼大气监测服务中心的统计，2021 年森林大火造成了 17.6 亿吨碳排放，相当于德国每年二氧化碳排放量的两倍之多<sup>67</sup>。

更值得注意的是，植树造林是林业碳汇项目中的主流类型之一。常绿单一树种人工林在许多情况下都是大规模造林的优先选择<sup>68</sup>，其面积在全球范围内不断增加<sup>69</sup>。由于树种的易燃性，以

及由于管理不善导致的树木密度高、物种同质性高等问题，单一树种人工林更容易发生火灾，影响碳汇效益<sup>70</sup>。

### 案例 3: 美国华盛顿州科尔维尔印第安保留地大火

2021 年 7 月，美国华盛顿州科尔维尔（Colville）印第安保留地发生了一场由雷电引发的大火，迫使许多当地居民疏散，其中的碳汇项目也遭到大火侵袭。这个项目自 2016 年起已经产生了超过 1400 万的碳信用额度，其中大约 500 万已被买家核销。

作为该项目的主要买家，英国石油公司购买了约 1300 万的碳信用额度，交易金额超过 1 亿美元，占比超过项目 90% 的碳信用额度。通常，林业碳汇项目会保留 10-20% 的储备额度，这些额度不会用于出售，而是作为项目内设“缓冲池”，以应对项目中的风险或不确定性所造成的损失。然而考虑到现实中不断增加的干旱和火灾风险，这些缓冲池极有可能过小，不足以补偿灾害造成的损失。

项目名称	美国华盛顿州科尔维尔印第安保留地项目（Colville Improved Forestry Management Project）
开发商	Finite Carbon
认证	California Air Resources Board (CARB)
地点	美国华盛顿州科尔维尔（Colville）印第安保留地（Colville Indian Reservation in Washington, US）
项目类别	改善森林管理 Improved Forest Management
项目介绍	作为美国履约项目历史上第二大的碳补偿项目，科尔维尔的碳抵消项目宣称与部落先进的森林经营相结合，并使他们的土地管理收入多样化。
开发日期	2016
事件	2021 年多场野火

<b>项目名称</b>	<b>美国华盛顿州科尔维尔印第安保留地项目 (Colville Improved Forestry Management Project)</b>
<b>影响</b>	<p>这次火灾影响涵盖了生态、经济、文化等多个方面，对当地社区造成了长期和短期的重大损害。大火严重影响了华盛顿州中北部的科尔维尔 (Colville)、内斯佩兰 (Nespelem)、凯勒 (Keller) 和因切利厄姆 (Inchelium) 等城镇和地区。烧毁了许多房屋，包括居民住宅、公共建筑等。这些地区的居民被疏散，火灾导致野马和牲畜死亡，电力持续中断，原住民失去了许多他们采集、捕猎和钓鱼得来的食物储备和传统文化。</p> <p>与传统的部落火势不同，这次火灾在树冠间蔓延，以极端的强度燃烧，不仅摧毁了植被，还破坏了土壤中有益的微生物和有机物质。高强度的大火能够摧毁所过之处的一切植被，包括森林恢复所需的种子，在这之后通常只有一些入侵性杂草能够存活<sup>71</sup>。</p>
<b>买家</b>	英国石油公司

与之类似的是，2018年，美国北加利福尼亚州艾迪牧场 (Eddie Ranch) 的一个碳抵消项目 (包括大量的草地、灌木以及黑松、冷杉和橡树) 发生火灾。该项目宣称自己能够提供约 28 万吨碳信用额，而这次大火烧毁了其中的 99%<sup>72</sup>。荒谬的是，艾迪牧场并没有因为这场大火而停止销售，反而是在火灾后不久便将被烧毁的大部分信用额度卖给了美国石油冶炼公司 PBF 能源<sup>73 74</sup>。

## 病虫害

绝大部分的碳汇林属于造林 / 再造林的人工林地，或者是施加了一定经营管理措施的人工林。以固碳为主要考量的造林和森林经营，在密度和树种选择上存在人工林的一些普遍问题，其中就包括易受病虫害侵害的风险因子：

- **森林密度：**当森林密度过高时，不同的树木之间会形成资源竞争，而竞争中资源相对短缺的树木由于生长受阻，更容易受到病虫害的侵袭。高密度的森林同时会导致更高的湿度和更低的光照，也就为某些病虫害 (比如许多真菌) 创造了更有利的生存条件。在高密度森林中，病虫害的传播速度也会相对更快<sup>75</sup>。
- **种植外来树种：**被移植的外来树种可能携带有它们原生地区的害虫，如果这些害虫到了新环境后没有天敌制衡，便会迅速繁衍扩大。同时外来树种对本地害虫

有不同的抗性，可能更易受其影响。而盲目引进外来树种亦有可能使其与当地物种竞争资源，导致一些当地物种的数量减少。而当某些对害虫起到控制作用的当地物种 (比如害虫天敌的栖息树种) 数量减少时，病虫害就会开始大肆传播。

- **种植单一树种：**单一树种的大面积种植等行为使得生物多样性大大降低，病虫害的天敌数量下降甚至消失，病虫害更易传播，从而危害碳汇林的健康<sup>76</sup>。
- **周边地区开发：**对碳汇林周边地区的过度开发利用也可能导致这些地区和碳汇林共同的水源短缺，生物多样性降低，使得环境压力增加，树木健康状况下降，更容易受到病虫害的攻击。

除此之外，全球气候变暖也可能导致某些病虫害的活动区域扩大或发生频率增加，进而使碳汇林受到病虫害侵袭的风险增加。其它因子如碳汇林的地理位置与地形、土壤健康和养分等也会影响树木对病虫害的易感性。

### 案例 4：北美山松甲虫疫情

自九十年代后期以来，加拿大不列颠哥伦比亚省和美国落基山脉地区遭遇了多轮一种名为山松甲虫 (Mountain Pine Beetle, 学名: *Dendroctonus ponderosae*) 的爆发性侵袭。这种甲虫体积很小，却对当地的松树林产生了毁灭

性的影响，大量甲虫的大规模侵袭导致成片的健康松树死亡。在传统情况下，寒冷的北美冬季会限制山松甲虫的数量。然而，随着气候变化，更温暖的冬季为山松甲虫提供了绝佳的生存、繁殖和扩散条件。据估计，不列颠哥伦比亚省有 1800 万公顷的森林受到了这种甲虫不同程度的侵袭<sup>77</sup>，造成了大量松树的死亡，不仅损害了这些地区的碳汇功能，还导致了巨大的经济损失。同时，大量死亡的松树也增加了火灾的风险。

尽管当地的森林管理部门尝试了包括切除和焚烧受感染的树木、使用化学杀虫剂、以及生物防治等多种手段以应对这一问题，但仍难以彻底控制山松甲虫的爆发<sup>78</sup>。随着气候变化的影响日益显现，可能为山松甲虫爆发提供更有利的条件，也为控制山松甲虫带来更多挑战。

<b>项目名称</b>	<b>特尼勒科丁造林项目 (Tsilhqot'in Reforestation Project)</b>
<b>开发商</b>	Central Chilcotin Rehabilitation
<b>认证</b>	-
<b>地点</b>	加拿大不列颠哥伦比亚省奇尔科廷高原特尼勒科丁传统领地 (Tsilhqot'in Nation Aboriginal Title Lands, Chilcotin Plateau, British Columbia, Canada)
<b>项目类别</b>	造林，再造林和植被恢复 Afforestation, Reforestation and Revegetation (ARR)
<b>项目介绍</b>	此项目计划在火灾受损且自然恢复缓慢的区域种植约 840,000 棵本地树种，致力于恢复被野火破坏的土地，还可能为当地和土著社区提供就业机会，改善当地生态系统，并在未来创造碳信用的经济机会。
<b>开发日期</b>	2020
<b>事件</b>	山松甲虫疫情
<b>影响</b>	<p>自 20 世纪 90 年代后期以来，加拿大不列颠哥伦比亚省受到了前所未有的山松甲虫疫情侵袭，该疫情已经影响了超过 1800 万公顷的松树林，尽管采取了各种控制措施，但其蔓延速度和影响程度仍难以完全根除。特尼勒科丁土著社区，像不列颠哥伦比亚省的许多其他土著社区一样，深受山松甲虫的困扰。山松甲虫疫情导致了大量的松木死亡，直接影响了该地区的木材产业。对于依赖林木资源的土著社区，这意味着潜在的就业和收入减少。</p> <p>森林对许多土著社区都有特殊的文化和精神意义。死亡的树木可能会影响到与森林相关的传统活动，如狩猎、采药和仪式。</p> <p>大量的松木死亡还会改变森林的生态结构，影响野生动植物的栖息地。对于依赖森林资源的土著社区，这可能会影响到他们的生计和食物来源。</p> <p>死亡的树木可能增加森林火灾的风险，对于土著社区和其周边的地区都是潜在的威胁。</p>
<b>买家</b>	壳牌（直接投资）



## 土地权益

碳汇项目旨在通过植树或其他方式吸收并储存大量的二氧化碳，从而对抗气候变化。然而，这类项目在实施过程中可能会导致原住民土地被征用或变更用途。尽管这些项目声称是为了全球和环境的长远利益，但原住民可能会因此失去其传统领地，从而影响他们的生计选择和文化传统延续。在某些情况下，原住民因失去领地得到的补偿可能远远低于土地的实际价值，导致他们的生活陷入更为困难的处境。

### 案例 5：刚果共和国巴特克高原植树项目

2021 年，在刚果共和国的巴特克高原（Batéké Plateaux），主要是勒菲尼保护区（Lefini reserve）内，道达尔能源与 Forest Neutral Congo（FNC）合作启动了一个碳抵消项目。该项目计划在 4 万公顷的土地上种植相思树（Acacia），预计在未来 20 年内将吸收超过 1 千万吨的二氧化碳<sup>79</sup>。FNC 是专门在中非地区推广可持续伐木实践的法国咨询公司 Forêt Ressources Management（FRM）的子公司，FNC 向刚果政府租赁了该项目用地，种植工作于 2021 年底开始实施<sup>80</sup>。

巴特克高原上有多个家族，他们世代生活在

这片土地上，该项目的实施对他们的生活造成了诸多影响。在植树项目启动后，一些原住民表示他们不再被允许在原有的土地上种植或照看作物。有些农民在项目开始前并未得到咨询或任何补偿，便突然被告知他们不能再进入自己的田地。当他们试图进入田地时会被驱离。当地的一名土著首领表示，他的家族从未被纳入咨询过程中，而现在他们失去了所有生计。

直到 2021 年，政府才与巴特克高原的原住民进行了真正的“谈判”，在此之后，部分家族才得到了每公顷约等于一美元的象征性补偿，是该地区土地历史租赁价格的 1/16，而代价是放弃其世代居住耕种的土地的所有权。多数原住民对自己签署的文件一知半解，也并未得到合同的副本。2022 年 1 月，这项交易被正式写入法律，由总统签署，声明道达尔将为该项目提供全额融资<sup>81</sup>。

巴特克高原碳抵消项目对原住民的不公平对待收到了国际媒体和国际组织的广泛批评<sup>82</sup>，而法国公司道达尔能源作为该项目的资方也招致了强烈的批评<sup>83</sup>。

项目名称	刚果共和国巴特克高原碳抵消项目（Batéké Carbon Sink）
开发商	道达尔，Forest Neutral Congo（FNC）
认证	VCS
地点	刚果共和国的巴特克高原（Batéké plateaux），主要是勒菲尼保护区（Lefini reserve）
项目类别	造林，再造林和植被恢复 Afforestation, Reforestation and Revegetation（ARR）
项目介绍	计划在 40,000 公顷的土地上种植相思树，预计在未来 20 年内将吸收超过 1 千万吨的二氧化碳。FNC 从刚果政府那里租赁了这块土地进行此项目。
开发日期计入期	2021 / 20 年

<b>项目名称</b>	<b>刚果共和国巴特克高原碳抵消项目（Batéké Carbon Sink）</b>
<b>事件</b>	巴特克高原的原住民在植树项目开始后，得到的补偿微乎其微或完全不存在。有的家族被认定为土地的合法所有者，但却未获得任何补偿。有的原住民家族的土地在政府地图上已被标为新保护区的组成部分，但因无法出席土地转让签约仪式，也未获得任何补偿。  据调查，在刚果政府与当地社区的协商结束前，政府便已经为道达尔的植树项目征用了土地。2020年6月至7月，政府曾与“潜在土地所有者”进行过会谈，为道达尔的项目进行宣传。这些会谈后不久，2020年9月18日，政府便通过了一项法令 <sup>64</sup> ，将超过70,089公顷的勒菲尼保护区定为国家的“私有财产”。仅六周后，政府与FNC签署了一份为期六十年的租赁合同，承诺为其驱逐土地上的原住民。
<b>影响</b>	土地转移给FNC后，原住民失去维持生计的耕地，多数原住民未获得充分补偿或未获得任何补偿，面临经济和生活困境。
<b>买家</b>	道达尔能源（直接投资）

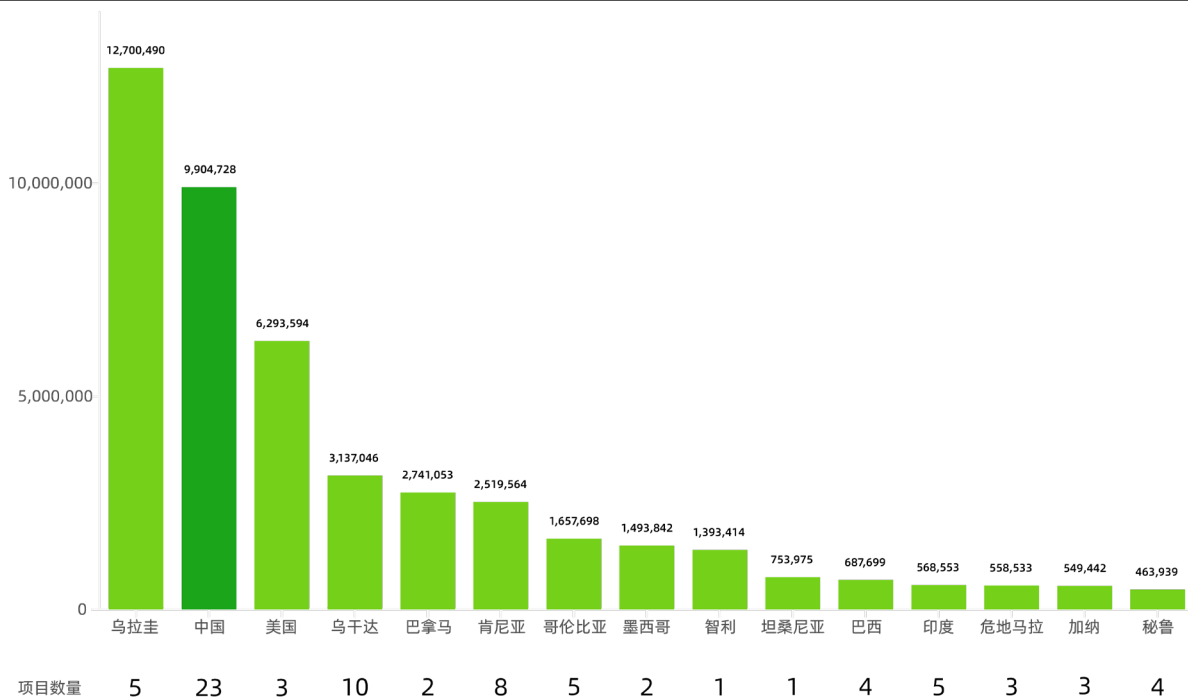


## 第三章 飞速发展的中国林业碳汇市场

中国作为拥有丰富林业资源的国家，正迅速崛起为林业碳汇市场的关键参与者。作为仅次于南美地区的全球第二大造林、再造林和植被恢复（ARR）项目市场，东亚地区的 23 个 ARR 项目全部来自于中国，共签发了 990 万个碳信用额度（图 5），其中 96% 为核证碳标准（VCS）注册项目，4%

为黄金标准（Gold Standard, GS）注册项目<sup>85</sup>。在全球最大的碳信用签发机构 Verra 核证的超过 2000 个 VCS 项目中，近四分之一是来自中国的林业碳汇项目<sup>86</sup>，随着全国温室气体自愿减排交易系统重启，林业碳汇项目的市场需求将进一步扩大。

全球前 15 个造林、再造林及植被恢复（ARR）市场项目及碳信用数量 | 图 3



信息来源：Slyvera



---

## 中国林业碳汇市场与企业参与

全国碳排放权交易市场（以下简称“全国碳市场”）是中国推动“双碳”目标实现的核心政策工具之一。全国碳市场分为碳配额（CEA）和国家核证自愿减排量（CCER）交易，配额不足的控排企业可通过投资 CCER 抵消一定比例的碳配额清缴。

据中国自愿减排交易信息平台数据显示，从 2014 年首个 CCER 项目注册，至 2017 年暂停新项目受理，CCER 公示项目共有 2871 个，完成签发量 4980 万吨。目前全国碳市场及各地方试点碳市场抵消使用的 CCER 均为这些减排量的多次转手。截至 2022 年 6 月 17 日，CCER 累计成交量约 4.54 亿吨二氧化碳当量，成交额约 59.73 亿元<sup>87</sup>。随着碳市场扩容及免费碳配额逐步收紧，市场对 CCER 的需求量将进一步提升。2022 年，有研究报告预计<sup>88</sup>，在“十四五”期间会逐步完成除发电行业外的其他七个重点能耗行业（石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸、航空）的纳入，全国碳市场的配额总量可能会从目前的 45 亿吨扩容到 70 亿吨，覆盖全国二氧化碳排放总量的 60% 左右。以 5% 的抵消比例计算，届时 CCER 需求将达到每年 3.5 亿—4 亿吨。目前，相关部门正在积极筹备重新启动 CCER 项目的备案和减排量的签发。

林业碳汇被明确纳入 CCER 的主要类型，因碳汇量大、成本低、生态附加值高而广受政策和市场关注。根据方法学不同，林业碳汇又可分为森林经营性碳汇和造林碳汇两个方向。据前瞻产业研究院预测，2022-2027 年中国林业碳汇行业市场的需求年复合增长率（CAGR）为 36%，到 2027 年中国林业碳汇行业市场的需求将达到 348 亿元<sup>89</sup>。林业碳汇项目的市场潜在价值将在十四五期间达到近 2000 亿元<sup>90</sup>。

作为全球森林资源增长最为迅速和数量最多的国家之一，截至目前，中国的森林面积已达到

34.65 亿亩。其中，人工林保存面积达到 13.14 亿亩，位居世界首位<sup>91</sup>。根据中国国土绿化状况公报数据整理，2016 年至 2021 年期间，中国年均造林 695 万公顷。根据 Ecosystem Marketplace 统计，2019-2021 年期间，亚洲、拉丁美洲及加勒比地区的 ARR 项目出现了巨大增长，这一增长与中国造林项目的快速发展密不可分。

绿色和平整理了部分油气企业参与的中国造林碳汇项目情况（图表 6），在过去三年中，壳牌、中国石油、中国海洋石油公司均核销过中国林业碳汇项目中的碳信用额度。以壳牌为例，其官网公示信息显示<sup>92</sup>，该跨国石油公司参与了新疆、青海、河北、贵州省等地多个造林碳汇项目的建设，并宣称其客户可以通过这些林业碳汇项目实现碳抵消。随着碳中和目标的迫近，越来越多的油气公司正陆续涉足林业碳汇领域，在通过碳汇交易获得收益和一定社会声誉的同时，油气公司也需要认识到林业碳汇的进一步发展仍然面临诸多挑战，企业需要承担多方面的投资风险。

部分油气企业参与的中国林业碳汇项目情况 | 表 3

项目名称	地点	投资方	项目面积（公顷）	计入期（年）
张家口蔚县造林项目	河北	壳牌中国	11800	40
西宁市造林项目	青海	壳牌中国	12874	100
		壳牌		
		东京燃气		
青海省海东市造林项目	青海	中海油	12849	100
		壳牌中国		
贵州省普定、镇宁造林项目	贵州	壳牌	26551	30
		壳牌中国		
贵州省西关造林项目	贵州	壳牌中国	25449	30
		壳牌		
		中国石油国际事业有限公司（“PCI”）		
		东京燃气		
新疆麦盖提造林项目	新疆	壳牌中国	6697	40
		壳牌		
吉林临江造林项目	吉林	中海油	25085	60
		壳牌中国		

项目名称	地点	投资方	项目面积 (公顷)	计入期 (年)
张家口崇礼造林项目	河北	壳牌中国	18920	20
湖南北部和西北部造林项目	湖南	壳牌中国	41317	20
河北塞罕坝林场项目	河北	壳牌	3640	30
青海省植树造林项目	青海	壳牌中国	13862	100
		壳牌		
		东京燃气		
江西丰林碳汇造林项目*	江西	壳牌	14700	—
贵南造林项目	贵州	中国石油国际事业有限公司 (“PCI”)	46000	30
		壳牌		
安徽省合肥、滁州造林项目	安徽	壳牌	30057	20
		中石油		
贵州黔西南造林项目	贵州	壳牌	32047	20
		中国石油国际事业有限公司 (“PCI”)		
		中国石油国际事业有限公司 (“PCI”)		

信息来源：项目开发文件，Reforestum, 彭博新能源财经，企业官网，绿色和平

\* 项目信息出自壳牌官方网站，未在 VCS 数据库中获得相关信息。

## 中国林业碳汇项目风险分析

### 林业碳汇开发面临的挑战

目前，中国的林业碳汇项目以 VCS 和 2017 年之前开发的 CCER 项目为主流。由于早年 CCER 项目的开发也大多借鉴了国际主流的林业碳汇方法学，因此这些项目在基线、额外性、重复计算等问题方面也面临与诸多国际项目类似的风险与质疑。除此之外，由于起步较晚和碎片化发展，中国在林业碳汇方面的有关政策和机制还有待完善；再加上双碳目标提出之后，不同的利益相关方纷纷入局，使国内林业碳汇市场面临着更多的挑战与不确定性。

#### 1. 国家与地方层面的林业碳汇政策连贯性和协同性欠缺，林业碳汇标准碎片化。

虽然中国从国家层面提出了发展林业碳汇的目标，但目前还处于局部性的探索试点中，相关政策与法规有待健全。2023 年 10 月 19 日，《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》公布施行，为项目的方法学与审定制定了相应法规。在此之前，特别是在 2017 年至今 CCER 暂停期间，一些潜在的林业碳汇项目转而寻求在地方性或其他机制下进行开发，除了国际层面的 VCS、CCB、GS，一些地方政府也基于区域性的市场制定了各自林业碳汇标准，比如广东的碳普惠<sup>93</sup>、福建三明的碳票<sup>94</sup>、贵州的单株碳汇<sup>95</sup>等。此外，林业碳汇项目本身较为复杂，且种类繁多，需要根据不同的树种、项目类型等分别设置方法学，导致林业碳汇标准碎片化问题较为普遍。

不同的林业碳汇项目执行的技术标准不统一，也会导致项目质量良莠不齐。特别是在地方层面开发的一些林业碳汇项目，存在一些不符合基线、额外性原则的问题。例如一些地区推行的“林业碳票”项目，不限林种、林龄和经营主体，且针对森林自然生长条件下每年的净固碳量，这种做法是与国际规则相违背的。

#### 2. 林业碳汇相关数据积累不足、缺乏科学统一的计量标准。

林业碳汇的计量监测评估需依托于数据积累和模型研发。例如，不同树种的碳汇能力有明显不同，即使同一树种，生长在不同地区，碳汇能力也有显著差异。当前各地普遍缺乏相关数据积累，在碳汇计量模型开发和参数测定等方面仍处于起步阶段，导致在项目开发时很难找到适合当地的碳汇量预测模型，引用其他地区或相关树种的模型代替可能会导致较大的计算误差<sup>96</sup>。

#### 3. 林业碳汇权属问题突出。

林业碳汇项目开发过程中会涉及众多利益相关者。林地林木所有者、土地租赁者、营造林资金投入者和相关的管护者，以及当地林农、社区、企业、林业主管部门等均有可能参与其中，林业碳汇权属结构复杂。目前，《森林法》《物权法》均没有对林业碳汇的占有权、使用权、处置权（包括转让权）和收益权进行明确界定，这可能会导致项目所得收益分配难以达成统一意见和预期效果，甚至带来法律纠纷，影响林业碳汇项目最终实施效果。

#### 4. 从业人员专业性不足。

中国林业碳汇项目虽经过多年发展，但是覆盖范围和涉及人员仍然有限。

一方面，林业碳汇项目开发和运营专业人员不足。林业碳汇项目方法学复杂、开发难度大，而目前中国林业碳汇项目还没有进行行业技术管理，对相关从业人员的能力及技术资格没有设置准入门槛，很多项目由没有林学专业知识的人员进行开发和管理，甚至出现项目设计文件“相互抄袭”的乱象，这会直接影响林业碳汇项目的质量。

另一方面，地方政府也缺少熟悉林业碳汇标准、规则的管理人员和相关经验，因此在面对林



---

业碳汇工作时，存在管理能力欠缺的情况，这也会导致林业碳汇项目的合格性、真实性等方面受到一定的质疑。

### 5. 社会各界对于林业碳汇的认识不足。

“双碳”目标提出后，森林资源的重要性被反复提及，社会各界对林业碳汇量产生了大量需求，纷纷开始“跑马圈地”。但是，由于大众对于林业碳汇的概念、标准、开发规则、交易流程、收益分配等都缺乏正确的认识，这样的盲目圈地，极有可能导致各方参与者的利益受损。

例如一些咨询机构尽管缺乏技术与资金，却利用一些地方对于碳汇项目的热情，签订涉及大面积林地且长期的开发协议，低成本占据林草碳汇资源，再将这些资源推销给拥有技术和资金的咨询和投资机构。这实际上是一场空手套白狼的资本游戏，会导致地方政府和林农失去对森林资源的长期控制权，给森林未来的经营和发展带来不确定因素。

有的咨询机构则利用信息不对等，过分夸大碳汇项目开发难度及其自身开发能力，虚报开发成本，并以夸大的项目开发成本参与项目收益分成，导致地方政府和林农无法从项目中获得公平的收益，还有可能造成国有资产收益流失的风险<sup>97</sup>。

此外，随着 CCER 项目重启在即，生态环境部、市场监管总局联合发布的《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》明确了 CCER 方法学将完全更新，并规定了申请登记项目应于 2012 年 11 月 8 日之后开工建设，申请登记的减排量应当产生于 2020 年 9 月 22 日之后，并且在减排量产生的 5 年以内完成项目登记<sup>98</sup>。这意味着在过去两年中许多企业、中介公司、碳资产管理公司为了 CCER 重启而圈定的林业项目，并不一定能开发成符合新方法学的碳信用。在 2023 年初至今签约的 35 个项目中，不乏有农业碳汇、茶园碳汇等项目目前并未公布方法学的项目。为了应对 CCER 重启，

油气企业也在积极参与前期的项目布局，其中，中国石油与广西森工集团签署林业碳汇合作框架协议，将首批预购 500 万吨 CCER 机制下的林业碳汇项目减排量<sup>99</sup>。中国石油国际事业公司分别与中国龙江森林工业集团和内蒙古森林工业集团达成林业碳汇发展合作意向<sup>100</sup>，这些项目能否在新的方法学框架下获得预期的减排量和对应的收益，还有待观察。因此，企业需要谨慎将林业碳汇作为投资产品，防范项目的投资风险。

## 生态系统风险

当我们仅以“固碳”为单一目标开发林业碳汇项目时，可能会忽视甚至影响森林实现其他综合效益。大规模的造林会对水资源和湿地资源产生影响；以中国西北地区大规模植树造林为例，尽管小规模或者短期的造林活动在该地区取得了成功，但在较长时期尺度来看，西北地区大部分的气候并不适合大规模植树造林，造成营建的森林大量死亡或退化<sup>101</sup>，甚至导致土壤生态系统的恶化和植被覆盖的减少，并加剧了水资源短缺。另外，植树造林对水资源的消耗将不可避免地减少输送到湿地的水资源，因此可能造成同样具有重要生态价值的天然湿地资源的受损。

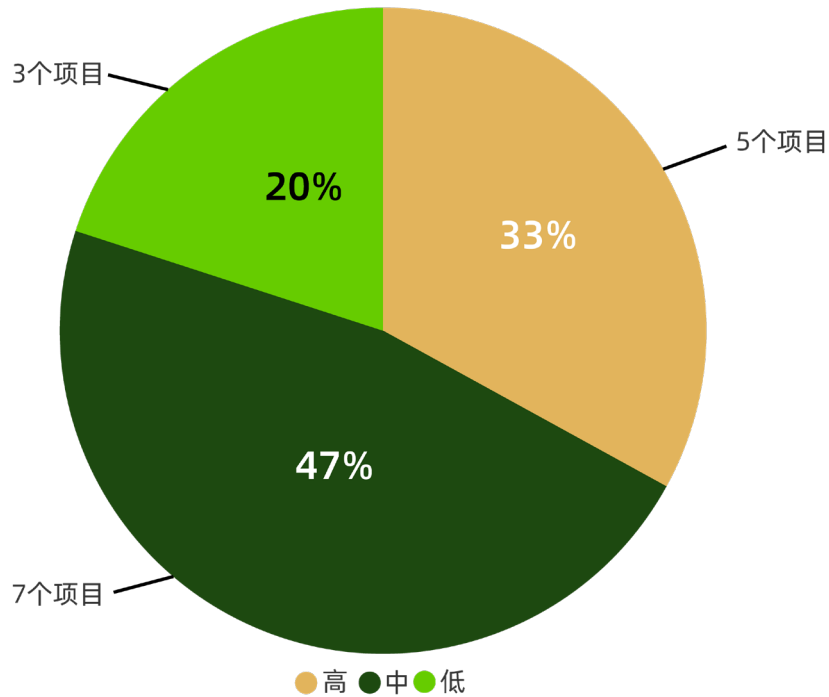
此外，与经过长时间演替所形成的天然林相比，树种较为单一的人工林生态系统在面对火灾和病虫害时会更加脆弱。

松树、杉树等树种因其生长速度快、适应性强、经济效益高，有助于快速吸收大气中的二氧化碳，能够使碳汇效益最大化等特点，在中国境内的造林项目中被广泛种植。然而，这些树种的叶片和松针富含树脂，容易干燥，所以相较于其他树种，存在相对较高的火灾隐患。

绿色和平根据碳汇项目设计文件所披露的种植树种，对已知有油气企业所购买的 15 个位于中国境内的碳汇林项目中使用的树种和树种易燃性

进行了分析，其中超过 80% 都具有中高易燃性，仅有 20% 为低易燃性<sup>102</sup>。

15 个中国境内碳汇林使用树种的易燃性风险占比 | 图 4



信息来源：Slyvera

与此同时，与天然林相比，种植树种较为单一的人工林的抗逆性较差，抗病虫害能力较弱，更容易导致病虫害集中爆发<sup>103</sup>。其中，又以马尾松毛虫、松材线虫等危害松树的问题尤为突出。这些病虫害轻则造成松树生长和固碳能力的损失，重则导致树木大面积死亡。而马尾松、红松、油松、云南松等正是中国碳汇林项目的常见造林树种。

气候变化影响下的气温上升和极端气候事件等因素可能进一步加剧火灾风险以及病虫害的入侵、爆发和扩散，对森林生态系统，特别是相对较弱的人工林造成范围更广、破坏性更大的危害。这些都有可能增加碳汇林项目的管理和维护成本，以及出现超预期损失的几率。

## 第四章 总结与建议

在全球气候危机中，油气行业尽早依据《巴黎协定》中 1.5°C 全球升温限制目标进行减排尤为重要。与此同时，我们也需要减少对于石油的依赖，从国际到国家层面支持和推广零碳燃料的供应。虽然林业碳汇项目旨在通过森林生态系统吸收和储存二氧化碳，但在项目实施和交易过程中尚存在诸多漏洞与挑战。因此，企业应更加谨慎地对待林业碳汇等碳抵消手段，将减排和能源转型纳入长期战略，采取积极行动，优先解决自身的排放问题。

企业气候行动是全球应对气候变化中重要的一环，其中例如直接减少包括化石能源在内的主要排放源，在减排技术和可再生能源领域进行研究和创新，在产业低碳转型中进行透明及高可见性的气候友好措施，影响全球供应链纳入气候友好实践等。本报告建议油气行业：

- 设立有雄心的油气减产目标，加快发展可再生能源业务；
- 净零路径应优先考虑其运营和全价值链的深度减排，在此基础之上，购买高质量的碳信用可以视为企业为实现其气候目标以及推动全球减排的补充手段；
- 企业购买的碳信用额不应计入公司为实现脱碳目标而承诺的内部减排量；
- 企业应对其购买的碳信用进行尽职调查，以确保其减排量真实有效，并且能为项目所在地生态系统及社区带来正面收

- 企业应该单独披露其购买、交易或注销的碳信用类型、数量及相关项目的详细信息；
- 企业应该及时通过企业年报、ESG 报告等形式对外披露其碳信用交易的相关财务信息，确保交易中获得的资金回流到减排项目本身及当地社区；
- 企业应避免在产品、会议、及企业活动中使用“碳中和”、“零碳”等误导性词汇。

## 附录一

### 15 个中国境内碳汇林使用树种的易燃性

项目	种植树种	易燃性（仅从树种分析）
张家口蔚县造林项目	落叶松 ( <i>Larix</i> spp.), 油松 ( <i>Pinus tabulaeformis</i> )	高
西宁市造林项目	青海云杉 ( <i>Picea crassifolia</i> ), 祁连圆柏 ( <i>Juniperus przewalskii</i> ), 油松 ( <i>Pinus tabuliformis</i> ), 杨树 ( <i>Populus</i> spp.), 桦树 ( <i>Betula</i> spp.), 榆树 ( <i>Ulmus</i> spp.)	中
青海省海东市造林项目	青海云杉 ( <i>Picea crassifolia</i> ), 祁连圆柏 ( <i>Juniperus przewalskii</i> ), 油松 ( <i>Pinus tabuliformis</i> ), 杨树 ( <i>Populus</i> spp.), 桦树 ( <i>Betula</i> spp.), 榆树 ( <i>Ulmus</i> spp.)	中
贵州省普定, 镇宁和安顺造林项目	柏树 ( <i>Cupressus</i> spp.)	低
贵州省西关造林项目	柏树 ( <i>Cupressus</i> spp.), 杉木 ( <i>Cunninghamia</i> spp.)	中
新疆麦盖提造林项目	银白杨 ( <i>Populus alba</i> ), 梭梭 ( <i>Haloxylon ammodendron</i> ), 文冠果 ( <i>Xanthoceras sorbifolium</i> ), 沙枣 ( <i>Elaeagnus angustifolia</i> ), 黑果枸杞 ( <i>Lycium ruthenicum</i> )	低
吉林临江造林项目	红松 ( <i>Pinus koraiensis</i> ), 水曲柳 ( <i>Fraxinus mandshurica</i> ), 云杉 ( <i>Picea</i> spp.), 胡桃楸 ( <i>Juglans mandshurica</i> ), 桦木 ( <i>Betula</i> spp.), 油松 ( <i>Pinus tabulaeformis</i> ), 落叶松 ( <i>Larix</i> spp.), 黄檗 ( <i>Phellodendron amurense</i> )	中
张家口崇礼造林项目	落叶松 ( <i>Larix</i> spp.), 欧洲赤松 ( <i>Pinus sylvestris</i> ) 和云杉 ( <i>Picea</i> spp.)	高
湖南北部和西北部造林项目	杉木 ( <i>Cunninghamia</i> spp.), 马尾松 ( <i>Pinus massoniana</i> ), 杨树 ( <i>Populus</i> spp.)	高
河北塞罕坝造林项目	青海云杉 ( <i>Picea crassifolia</i> ), 祁连圆柏 ( <i>Juniperus przewalskii</i> ), 油松 ( <i>Pinus tabuliformis</i> ), 杨树 ( <i>Populus</i> spp.), 桦树 ( <i>Betula</i> spp.), 榆树 ( <i>Ulmus</i> spp.)	中
青海省植树造林项目	青海云杉 ( <i>Picea crassifolia</i> ), 祁连圆柏 ( <i>Juniperus przewalskii</i> ), 油松 ( <i>Pinus tabuliformis</i> ), 杨树 ( <i>Populus</i> spp.), 桦树 ( <i>Betula</i> spp.), 榆树 ( <i>Ulmus</i> spp.)	中
江西丰林碳汇造林项目	湿地松 ( <i>Pinus elliottii</i> )	高
贵南造林项目	杉木 ( <i>Cunninghamia</i> spp.), 马尾松 ( <i>Pinus massoniana</i> ), 云南松 ( <i>Pinus yunnanensis</i> )	高
安徽省合肥和滁州造林项目	栎 ( <i>koelreuteria paniculata</i> ), 夏栎 ( <i>Quercus robur</i> ), 朴树 ( <i>Celtis sinensis</i> ), 大叶榉树 ( <i>Zelkova schneideriana</i> )	低
贵州黔西南造林项目	杉木 ( <i>Cunninghamia</i> spp.), 柏树 ( <i>Cupressus</i> spp.)	中



## 不同树种的易燃性风险例举

(风险评估准则参考文献: Tree species flammability based on plant traits: A synthesis<sup>104</sup>) :

树种	学名	易燃性	易燃部件
油松	<i>Pinus tabulaeformis</i>	易燃	树皮、树干、树叶、脱落物
樟子松	<i>Pinus sylvestris var. mongolica</i>	易燃	树叶、树皮、树枝、树干、脱落物
白桦	<i>Betula platyphylla</i>	易燃	树皮、树叶、脱落物
毛白杨	<i>Populus tomentosa</i>	易燃	树叶、脱落物
柏树	<i>Cupressus spp.</i>	易燃	树叶
红松	<i>Pinus koraiensis</i>	易燃	树叶、树皮、树枝、树干、脱落物
云杉	<i>Picea asperata</i>	易燃	树叶、树皮、树枝、树干、脱落物
水松	<i>Glyptostrobus pensilis</i>	不易燃	
吊皮锥	<i>Castanopsis kawakamii</i>	易燃	树叶、树皮、树枝、树干、脱落物
落叶松	<i>Larix gmelinii</i>	不易燃	
枫香树	<i>Liquidambar formosana</i>	易燃	脱落物
青杨	<i>Populus cathayana</i>	易燃	树叶、脱落物
川杨	<i>Populus szechuanica</i>	易燃	树叶、脱落物
马尾松	<i>Pinus massoniana</i>	易燃	树叶、树皮、树枝、树干、脱落物
黄连木	<i>Pistacia chinensis</i>	不易燃	
黑果枸杞	<i>Lycium ruthenicum</i>	不易燃	
朴树	<i>Celtis sinensis</i>	不易燃	
梧桐	<i>Firmiana simplex</i>	不易燃	
沼生栎	<i>Quercus palustris</i>	易燃	树叶、树皮、树枝、树干、脱落物

树种	学名	易燃性	易燃部件
罗汉松	<i>Podocarpus macrophyllus</i>	易燃	树叶、树皮、树枝、树干、脱落物
胡杨	<i>Populus euphratica</i>	易燃	树叶、脱落物
华山松	<i>Pinus armandii</i>	易燃	树叶、树皮、树枝、树干、脱落物
桤木	<i>Alnus cremastogyne</i>	不易燃	
祁连圆柏	<i>Juniperus przewalskii</i>	易燃	树皮、树叶、脱落物
柳杉	<i>Cryptomeria japonica var. Sinensis</i>	不易燃	
胡桃木楸	<i>Juglans mandshurica</i>	易燃	树叶
冷杉	<i>Abies fabri</i>	易燃	树皮、树叶、脱落物
黄柏	<i>Phellodendron amurense</i>	易燃	树叶
杉木	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	易燃	树叶、脱落物
沙枣	<i>Elaeagnus angustifolia Linn</i>	不易燃	
云南松	<i>Pinus yunnanensis</i>	易燃	树叶、树皮、树枝、树干、脱落物
杨树	<i>Populus spp.</i>	易燃	树叶、脱落物
榆树	<i>Ulmus spp.</i>	易燃	树叶、脱落物
桦木	<i>Betula spp.</i>	易燃	树皮、树叶、脱落物
大叶榉树	<i>Zelkova schneideriana</i>	不易燃	

---

## 尾注

01. International Energy Agency. [2023.05]. Emissions from Oil and Gas Operations in Net Zero Transitions. 取读于 <https://www.iea.org/reports/emissions-from-oil-and-gas-operations-in-net-zero-transitions>
02. International Energy Agency. [2023.09]. Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach. 取读于 [https://iea.blob.core.windows.net/assets/9a698da4-4002-4e53-8ef3-631d8971bf84/NetZeroRoadmap\\_AGlobalPathwaytoKeepthe1.5CGoalinReach-2023Update.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/9a698da4-4002-4e53-8ef3-631d8971bf84/NetZeroRoadmap_AGlobalPathwaytoKeepthe1.5CGoalinReach-2023Update.pdf)
03. International Energy Agency. [2023.06]. Emissions from Oil and Gas Operations in Net Zero Transitions. 取读于 <https://iea.blob.core.windows.net/assets/2f65984e-73ee-40ba-a4d5-bb2e2c94cecb/EmissionsfromOilandGasOperationinNetZeroTransitions.pdf>
04. Euronews. [2023.06.15]. The oil and gas giant claims it has already hit its 2030 target, because it sold its interest in a Texan oilfield in 2021. 取读于 <https://www.euronews.com/green/2023/06/15/shell-joins-bp-and-total-in-u-turning-on-climate-pledges-to-reward-shareholders#:~:text=Back%20in%20February%2C%20British%20Petroleum,gas%20to%20meet%20current%20demands>
05. The Guardian. [2023.06.14]. Shell drops target to cut oil production as CEO aims for higher profits. 取读于 <https://www.theguardian.com/business/2023/jun/14/shell-drops-target-to-cut-oil-production-as-ceo-guns-for-higher-profits>
06. Bloomberg. [2023.08.31]. Europe's Biggest Oil Company Quietly Shelves a Radical Plan to Shrink Its Carbon Footprint. 取读于 <https://www.bloomberg.com/news/features/2023-08-31/shell-silently-abandoned-its-100-million-a-year-plan-to-offset-co2-emissions>
07. BP. [2023]. Getting to net zero. 取读于 <https://www.bp.com/en/global/corporate/sustainability/getting-to-net-zero.html>
08. Verdantix. [2023.04.24]. TotalEnergies Scales Back 2030 Net Zero Target. 取读于 <https://www.verdantix.com/insights/blogs/totalenergies-scales-back-2030-net-zero-target>
09. 绿色和平整理自气候行动 100+
10. Carbon credits. [2023.09.05]. UAE to Power Up African Carbon Credit Market with \$450M Pledge. 取读于 <https://carboncredits.com/uae-invests-450m-in-african-carbon-credits/>
11. Reuters. [2023.10.02]. Africa hopes for starring role if carbon offsets market can overcome credibility crisis. 取读于 <https://www.reuters.com/sustainability/land-use-biodiversity/africa-hopes-starring-role-if-carbon-offsets-market-can-overcome-credibility-2023-10-02/>
12. Yale Environment 360. [2023.08.29]. In New Scramble for Africa, an Arab Sheikh Is Taking the Lead. 取读于 <https://e360.yale.edu/features/al-maktoum-uae-dubai-africa-carbon-credits>
13. BloombergNEF. [2023.06.19]. Voluntary Carbon Offset Data Viewer Buyer Profiles (1.4)
14. Energy Comment. [2023.06]. The Dirty Dozen - The Climate Greenwashing of 12 European Oil Companies. 取读于 <https://energycomment.de/wp-content/>

- uploads/2023/08/Dirty-Dozen-Report.pdf
15. BloombergNEF. [2023.06.29]. Long Term Carbon Offsets Outlook 2023
  16. Carbon Market Watch. [2021.10]. Net-zero pipe dreams: WHY FOSSIL FUELS CANNOT BE CARBON NEUTRAL. 取读于 [https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2021/10/CMW\\_Net-zeroPipeDreams.pdf](https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2021/10/CMW_Net-zeroPipeDreams.pdf)
  17. Carbon Market Watch. [2021.10]. Net-zero pipe dreams: WHY FOSSIL FUELS CANNOT BE CARBON NEUTRAL. 取读于 [https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2021/10/CMW\\_Net-zeroPipeDreams.pdf](https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2021/10/CMW_Net-zeroPipeDreams.pdf)
  18. 根据 GHG Protocol, 范围 1 排放是指公司拥有或运营控制资产的直接 GHG 排放。范围 2 排放包含公司消耗已购买或获取的电力、蒸汽、加热或冷却而产生的间接排放。范围 3 排放是在公司价值链中出现的所有间接排放(范围 2 未包含), 其中包括上游和下游排放。范围 3 排放共有 15 个类别。Greenhouse Gas Protocol. [2004.03]. Corporate Standard. 取读于 <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>
  19. Gibson dunn. [2022.03.16]. Carbon-Neutral LNG. 取读于 <https://www.gibsondunn.com/wp-content/uploads/2022/03/Carbon-Neutral-LNG-March-2022.pdf>
  20. S&P Global. [2021.07.08]. Transparency will be key to growth of carbon-neutral LNG market, study finds. 取读于 <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/transparency-will-be-key-to-growth-of-carbon-neutral-lng-market-study-finds-65375469>
  21. BloombergNEF. [2022.10.03]. Carbon neutral LNG cargoes database
  22. S&P Global. [2020.09.10]. Carbon-neutral LNG to increase costs of natural gas production, consumption. 取读于 <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/natural-gas/091020-carbon-neutral-lng-to-increase-costs-of-natural-gas-production-consumption>
  23. Shell. [2019.06.18]. Tokyo Gas And GS Energy to receive world's first Carbon neutral LNG cargoes from Shell. 取读于 <https://www.shell.com/business-customers/trading-and-supply/trading/news-and-media-releases/tokyo-gas-and-gs-energy-to-receive-worlds-first-carbon-neutral-lng-cargoes-from-shell.html>
  24. CCNews. [2020.06.21]. 取读于 中海石油气电集团与壳牌达成中国大陆首船碳中和 LNG 交易 <http://ccnews.people.com.cn/n1/2020/0621/c141677-31754268.html>
  25. 中国石油新闻中心 . [2021.07.08]. 碳中和液化天然气风头正劲 . 取读于 <http://news.cnpc.com.cn/system/2021/07/08/030037832.shtml>
  26. 上海石油天然气交易中心 . 全球碳中和 LNG 贸易特点及展望 . 取读于 <https://finance.sina.cn/futuremarket/qsxz/2021-09-11/detail-iktzqtyt5390968.d.html>
  27. Shell. [2021.03.08]. First carbon neutral LNG cargo delivered in Europe. 取读于 <https://www.shell.com/business-customers/trading-and-supply/trading/news-and-media-releases/first-carbon-neutral-lng-cargo-delivered-in-europe.html>
  28. 中国石油新闻中心 . [2021.07.13]. 全球首份长贸 LNG 碳中和协议完成首船交付 . 取读于 <http://news.cnpc.com.cn/>



- 
- system/2021/07/13/030038328.shtml
29. 上海石油天然气交易中心 . 全球碳中和 LNG 贸易特点及展望 . 取读于 <https://finance.sina.cn/futuremarket/qsxz/2021-09-11/detail-iktzqytyt5390968.d.html>
30. Shell. [2021.06.09]. Oman LNG's First Carbon-Neutral LNG Supply. 取读于 <https://www.shell.com.om/media/2021-media-releases/oman-lngs-first-carbon-neutral-lng-supply.html>
31. 通向碳中和 . [2023.02.03]. 壳牌公司又开始销售“碳中和”化石燃料了,但这一次底气比较足 . 取读于 [http://www.isenlin.cn/sf\\_8B15EA377693447D8FBEE55B48375278\\_209\\_8C0B6735583.html](http://www.isenlin.cn/sf_8B15EA377693447D8FBEE55B48375278_209_8C0B6735583.html)
32. BNEF. [2023.02.01]. Shell revives its effort to market 'carbon neutral' fossil fuel.
33. Lundin Energy. [2022]. Lundin Energy Annual Report 2021. 取读于 [https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReports/PDF/OTC\\_LNDNF\\_2021.pdf](https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReports/PDF/OTC_LNDNF_2021.pdf)
34. Shell. [2023]. Welcome-to-shell-environmental-products. 取读于 <https://www.shell.com/shellenergy/othersolutions/welcome-to-shell-environmental-products.html>
35. Shell. [2019.10.10]. Drivers set to go carbon neutral with Shell. 取读于 <https://www.shell.co.uk/about-us/news-and-publications/media-releases/2019-media-releases/drivers-set-to-go-carbon-neutral-with-shell.html>
36. Shell. [2023.10.18]. How can Shell customers opt-in to the CO2 Offset Programme. 取读于 <https://support.shell.com/hc/en-gb/articles/360014967457-How-can-Shell-customers-opt-in-to-the-CO2-Offset-Programme->
37. Shell. [2023]. CO<sub>2</sub> kompensieren mit der Shell Card: auf dem Weg zu Netto-Null Emissionen. 取读于 <https://www.shell.de/geschaeftskunden/mobilitaet/shell-card/nachhaltigkeit/co2-kompensation.html>
38. Shell. [2023]. Shell fleet solution carbon compensation brochure. 取读于 [https://www.shell.com/business-customers/shell-fleet-solutions/fleet-management/sustainability/carbon-compensation/\\_jcr\\_content/root/main/section/simple/call\\_to\\_action\\_1910325891/links/item1.stream/1649139603512/0063549aa6f765ea04610c25270e34af84d51c67/shell-fleet-solution-carbon-compensation-brochure.pdf](https://www.shell.com/business-customers/shell-fleet-solutions/fleet-management/sustainability/carbon-compensation/_jcr_content/root/main/section/simple/call_to_action_1910325891/links/item1.stream/1649139603512/0063549aa6f765ea04610c25270e34af84d51c67/shell-fleet-solution-carbon-compensation-brochure.pdf)
39. Shell. [2019.10]. Klimaschutzprojekte, die wir unterstützen. 取读于 <https://www.shell.de/ueber-uns/initiativen/klimaschutzprojekte.html>
40. Shell. [2023.10.17]. Wie vertrauenswürdig sind die von Shell ausgewählten Projekte. 取读于 <https://support.shell.de/hc/de/articles/360013353618-Wie-vertrauensw%C3%BCrdig-sind-die-von-Shell-ausgew%C3%A4hlten-Projekte->
41. Shell. [2023]. Kleiner Beitrag, große Wirkung: Jetzt gemeinsam CO<sub>2</sub> ausgleichen. 取读于 <https://www.shell.de/mobilitaet/tanken/shell-co2-ausgleich.html>
42. Shell. [2023]. Kleiner Beitrag, große Wirkung: Jetzt gemeinsam CO<sub>2</sub> ausgleichen. 取读于 <https://www.shell.at/autofahrer/shell-treibstoffe/co2-ausgleich.html>
43. Shell. [2023]. Delivering Carbon Neutral<sup>1</sup> Solutions to Our Customers. 取读于 <https://www.shell.com/business->
-

- customers/lubricants-for-business/delivering-carbon-neutral-solutions-to-our-customers.html
44. Shell. [2021.02.23]. Shell introduces a global portfolio of carbon neutral lubricants. 取读于 <https://www.shell.com/business-customers/lubricants-for-business/news-and-media-releases/2021/shell-introduces-a-global-portfolio-of-carbon-neutral-lubricant.html>
45. Taylor and Francis Online. [2015.04.13]. Baseline choice and performance implications for REDD. 取读于 <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/21606544.2015.1028465>
46. Verra. [2020.04.06]. CORDILLERA AZUL NATIONAL PARK REDD PROJECT. 取读于 <https://registry.verra.org/app/projectDetail/VCS/985>
47. Digital platform of the Peruvian State. [2019.01.01]. Cordillera Azul National Park. 取读于 <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1948130-parque-nacional-cordillera-azul>
48. Sernanp. [2017]. Master Plan of the Cordillera Azul National Park for the period 2017-2021. 取读于 <https://sis.sernanp.gob.pe/biblioteca/?publicacion=1505>
49. Environmental Justice Atlas. [2023.03.17]. Parque Nacional Cordillera Azul (PNCAZ) REDD+ Project, Peru. 取读于 <https://ejatlas.org/conflict/cordillera-azul-national-park-canp-peru>
50. HomeForest Peoples. Programme [2023.05.04]. UN Questions Peruvian State Over Violations of Indigenous Rights in Cordillera Azul National Park and REDD+ Project. 取读于 <https://www.forestpeoples.org/en/news/2023/Peru-un-cerd-questions-state-indigenous-rights-pncaz-REDD>
51. Unearthed. [2021.10.25]. Doubts over Shell's 'drive carbon neutral' claim. 取读于 <https://unearthed.greenpeace.org/2021/10/25/shell-oil-carbon-neutral-offsetting/>
52. Unearthed. [2021.05.04]. Top airlines' promises to offset flights rely on 'phantom credits'. 取读于 <https://unearthed.greenpeace.org/2021/05/04/carbon-offsetting-british-airways-easyjet-verra/>
53. CIFOR. Katingan Peatland Restoration and Conservation Project, Central Kalimantan, Indonesia. 取读于 <https://www2.cifor.org/redd-case-book/case-reports/indonesia/katingan-peatland-restoration-conservation-project-central-kalimantan-indonesia/>
54. Wetlands International. [2015.11.23]. Indonesia announces to protect and renew its peatlands. 取读于 <https://www.wetlands.org/indonesia-announces-to-protect-and-rewet-its-peatlands/>
55. Ministry of Environment and Forestry Republic of Indonesia. [2022.01]. Corrective action on peatland protection and management in Indonesia. 取读于 [http://pkgppkl.menlhk.go.id/v0/wp-content/uploads/2022/01/CORRECTIVE-ACTION-ON-PEATLAND-PROTECTION-AND-MANAGEMENT-IN-INDONESIA-06des\\_.pdf](http://pkgppkl.menlhk.go.id/v0/wp-content/uploads/2022/01/CORRECTIVE-ACTION-ON-PEATLAND-PROTECTION-AND-MANAGEMENT-IN-INDONESIA-06des_.pdf)
56. PNAS. [2020.09.14]. Overstated carbon emission reductions from voluntary

- 
- REDD+ projects in the Brazilian Amazon. 取读于 <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.2004334117>
57. Salon. [2023.08.24]. Why planting trees to offset carbon emissions doesn't really work, according to experts. 取读于 <https://www.salon.com/2023/08/24/why-planting-trees-to-offset-carbon-emissions-doesnt-really-work-according-to-experts/>
58. Stockholm Environment Institute. [2014.02]. Addressing the risk of double counting emission reductions under the UNFCCC. 取读于 <https://mediamanager.sei.org/documents/Publications/Climate/SEI-WP-2014-02-Double-counting-risks-UNFCCC.pdf>
59. Unearthed. [2021.10.25]. Doubts over Shell's 'drive carbon neutral' claim. 取读于 <https://unearthed.greenpeace.org/2021/10/25/shell-oil-carbon-neutral-offsetting/>
60. Scottish Forestry. [2021.03.02]. On track to meet tree planting targets. 取读于 <https://forestry.gov.scot/news-releases/on-track-to-meet-tree-planting-targets>
61. 直接投资指企业直接对于项目开发、管理进行投资。
62. SpringerLink. [2021.12.17]. Non-additionality, Overestimation of Supply, and Double Counting in Offset Programs: Insight for the Mexican Carbon Market. 取读于 [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-82759-5\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-82759-5_10)
63. SpringerLink. [2021.12.17]. Non-additionality, Overestimation of Supply, and Double Counting in Offset Programs: Insight for the Mexican Carbon Market. 取读于 [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-82759-5\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-82759-5_10)
64. 绿色和平, [2023.01]. 林业碳汇风险难避, 使用碳抵消应谨慎. 取读于 <https://www.greenpeace.org.cn/2023/03/07/forest-carbon-sink-risk/>
65. Ecosystem marketplace. [2020.10.28]. Shades of REDD+ We Have to Talk About Leakage. 取读于 <https://www.ecosystemmarketplace.com/articles/shades-of-reddwe-have-to-talk-about-leakage/>
66. United Nations Environment Programme (2022). Spreading like Wildfire – The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires. A UNEP Rapid ResponseAssessment. Nairobi. 取读于 <https://www.unep.org/resources/report/spreading-wildfire-rising-threat-extraordinary-landscape-fires>
67. World Economic Forum. [2021.12.10]. This is how much carbon wildfires have emitted this year. 取读于 <https://www.weforum.org/agenda/2021/12/siberia-america-wildfires-emissions-records-2021/>
68. Science. [2022.09.29]. Monoculture plantations fuel fires amid heat waves. 取读于 <https://www.science.org/doi/10.1126/science.ade5923>
69. Springer. [2019.01.21]. Whither the forest transition? Climate change, policy responses, and redistributed forests in the twenty-first century. 取读于 . <https://doi.org/10.1007/s13280-018-01143-0>
70. 同注释 66
71. Washington State Magazine. [2022]. A burning issue. 取读于 <https://magazine.wsu.edu/2022/04/24/a-burning-issue/>
72. Phys. [2021.09.17]. Burned trees and
-

- billions in cash: How a California climate program lets companies keep polluting. 取读于 <https://phys.org/news/2021-09-trees-billions-cash-california-climate.html>
73. Grist. [2021.10.27]. California is banking on forests to reduce emissions. What happens when they go up in smoke?. 取读于 <https://grist.org/wildfires/california-forests-carbon-offsets-reduce-emissions/>
74. Los Angeles Times. [2021.09.08]. Burned trees and billions in cash: How a California climate program lets companies keep polluting. 取读于 <https://www.latimes.com/politics/story/2021-09-08/what-is-the-california-climate-credit-does-it-cut-pollution>
75. Nature. [2023.03.04]. Denser forests across the USA experience more damage from insects and pathogens. 取读于 <https://www.nature.com/articles/s41598-023-30675-z>
76. 知网 . [2021]. 森林病虫害成灾的原因及防治措施研究 [J]. 取读于 DOI:10.19345/j.cnki.1674-7909.2021.20.040
77. Government of Canada. [2021.04.28]. Mountain pine beetle (factsheet). 取读于 <https://natural-resources.canada.ca/forests/fire-insects-disturbances/top-insects/13397>
78. Government of Canada. [2022.01.14]. Mountain pine beetle. 取读于 <https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/forests/wildland-fires-insects-disturbances/top-forest-insects-and-diseases-canada/mountain-pine-beetle/13381>
79. Total Energies. [2021.03.16]. Total and Forêt Resources Management to Plant a 40,000-Hectare Forest in the Republic of the Congo 取读于 <https://totalenergies.com/media/news/press-releases/total-and-frm-to-plant-forest-in-congo>
80. Total Energies. [2021.11.08]. République du Congo : début de la plantation de plus d'un million d'arbres sur les plateaux Batéké. 取读于 <https://totalenergies.com/fr/medias/actualite/communiqués-presse/republique-du-congo-debut-plantation-plus-dun-million-darbres>
81. Unearthed. [2022.12.12]. How are we going to live?' Families dispossessed of their land to make way for Total's Congo offsetting project. 取读于 <https://uneearthed.greenpeace.org/2022/12/12/total-congo-offsetting-land-dispossessed/>
82. Unearthed. [2022.12.12]. How are we going to live?' Families dispossessed of their land to make way for Total's Congo offsetting project. 取读于 <https://uneearthed.greenpeace.org/2022/12/12/total-congo-offsetting-land-dispossessed/>; [source-material.org/total-oil-congo-carbon-offsetting-project-indigenous-land-forest/](https://www.source-material.org/total-oil-congo-carbon-offsetting-project-indigenous-land-forest/); Mongabay. [2022.03.01]. Revealed: Timber giant quietly converts Congo logging sites to carbon schemes. 取读于 <https://news.mongabay.com/2022/03/revealed-timber-giant-quietly-converts-congo-logging-sites-to-carbon-schemes/>
83. Sky News. [2022.12.12]. Congolese farmers barred from own land for tree
-



- 
- planting project by French oil giant Total Energies. 取读于 <https://news.sky.com/story/congolese-farmers-barred-from-own-land-for-tree-planting-project-by-french-oil-giant-total-energies-12766904>; SG Voice. [2022.12.12]. TotalEnergies' offsetting project linked to abuse of local community. 取读于 <https://www.sgvoice.net/policy/governance/20578/> 道达尔 -offsetting-project-abuse-local-community/
84. Secrétariat général du Gouvernement (Rep. du Congo) Journal Officiel. [2020.10.01]. JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE DU CONGO. 取读于 <https://www.sgg.cg/JO/2020/congo-jo-2020-39.pdf>
85. Sylvera. [2022]. The state of carbon credits 2022. 取读于 <https://www.sylvera.com/blog/redd-carbon-credits-2022>
86. Verra Registry. [2023] Verified Carbon Standard. 取读于 <https://registry.verra.org/app/search/VCS/All%20Projects>
87. 21 世纪经济报道 . [2023.01.05]. 全国碳市场累计成交破百亿 2023 年碳市场扩容、CCER 重启受关注 . 取读于 <https://m.21jingji.com/article/20230105/4e569af849ade2b2ba612c3f0e46ba9e.html>
88. 北京理工大学能源与环境政策研究中心 . [2022.01.09]. 中国碳市场回顾与展望 (2022). 取读于 <https://ceep.bit.edu.cn/docs/2022-01/eb3a1bf65b6e499281122c9d55ef2f7d.pdf>
89. 前瞻产业研究院 . [2022.10]. 2022-2027 年中国林业碳汇产业市场前瞻与投资战略规划分析报告
90. 西南证券 . [2022.07.13]. 碳市场建设稳步推进, 林业碳汇成新热点 . 取读于 [https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3\\_AP202207141576128071\\_1.pdf](https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202207141576128071_1.pdf)
91. 央视网 . [2023.03.21]. 我国成为全球森林资源增长最快最多的国家 . 取读于 [https://www.gov.cn/xinwen/2023-03/21/content\\_5747707.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2023-03/21/content_5747707.htm)
92. Shell. [2023]. Projects generating carbon credits for customers. 取读于 <https://fourleafdigital.shell.com/webapps/EPTB-NBS-Globe/>
93. 广东省生态环境厅 . [2022.04.06]. 《广东省碳普惠交易管理办法》 . 取读于 [https://www.gd.gov.cn/zwgk/gongbao/2022/11/content/post\\_3919087.html](https://www.gd.gov.cn/zwgk/gongbao/2022/11/content/post_3919087.html)
94. 三明市林业局 . [2021.05.17]. 关于《三明市林业碳票管理办法(试行)》政策解读 . 取读于 [https://www.sm.gov.cn/zcjd/bmzcjd/202105/t20210517\\_1664418.htm](https://www.sm.gov.cn/zcjd/bmzcjd/202105/t20210517_1664418.htm)
95. 新华社 . [2018.07.09]. 贵州启动单株碳汇精准扶贫试点 . 取读于 [https://www.guizhou.gov.cn/home/gzyw/202109/t20210913\\_70112771.html](https://www.guizhou.gov.cn/home/gzyw/202109/t20210913_70112771.html)
96. 四川林业科技 . [2017.08]. CCER 林业碳汇项目开发现状及建议 . 取读于 <http://www.sjfscl.com/fileSCLYKJ/journal/article/sclykj/2017/4/PDF/20170424.pdf>
97. 南方周末 . [2022.07.01]. 【林业碳汇开发乱象陷阱揭秘】“空气也能卖钱”: 过热的林业碳汇 . 取读于 <http://www.tanpaifang.com/tanhui/2022/0701/88096.html>
98. 中华人民共和国生态环境部 . [2023.10.19]. 温室气体自愿减排交易管理办法(试行) . 取读于 [https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk02/202310/t20231020\\_1043694.html](https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk02/202310/t20231020_1043694.html)
99. 广西壮族自治区林业局 . [2022.08.26]. 广西森工与中国石油国际事业公司签署林业碳汇合作协议 . 取读于 <http://lj.gxzf.gov.cn/xwzx/xxkb/t12995985.shtml>
100. 中国石油国际事业 . [2022.08.29]. 中国石油瞄准碳汇连签三大森工集团! 广西首批预购 500 万吨 CCER! 取读于 <https://m.bjx.com>
-

cn/mnews/20220829/1251326.shtml

101. National Center for Biotechnology Information. [2010.06]. Damage caused to the environment by reforestation policies in arid and semi-arid areas of china. 取读于 [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3357704/#:~:text=Increased%20Desertification,exacerbate%20desertification%20\(Cao%202008\)](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3357704/#:~:text=Increased%20Desertification,exacerbate%20desertification%20(Cao%202008)).
102. 评估标准：根据附录 1 中树种易燃性风险，假设项目中每个树种的种植数量相等，若超过  $\frac{2}{3}$  树种为易燃，则项目火灾风险为“高”；若超过或等于  $\frac{1}{3}$ ，但少于或等于  $\frac{2}{3}$  的树种为易燃，则项目火灾风险为“中”；若超过  $\frac{2}{3}$  树种为不易燃，则项目火灾风险为“低”。
103. Research Gate. [2019.01]. 林业病虫害防治技术与方法 . 取读于 [https://www.researchgate.net/publication/331736827\\_linyebingchonghaifangzhijishuyufangfa](https://www.researchgate.net/publication/331736827_linyebingchonghaifangzhijishuyufangfa)
104. Science Direct. [2021.12.15]. Tree species flammability based on plant traits: A synthesis. 取读于 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721047008>

## 关于绿色和平

绿色和平是一家国际环保机构，致力于以实际行动推进积极改变，保护地球环境和推进可持续发展。绿色和平成立于 1971 年，在全球 55 个国家和地区设立了 26 家分支机构。2002 年，绿色和平在北京设立办公室，二十多年来始终坚持基于丰富国际经验下的本土化实践，将可持续发展和环境保护领域的专业知识和先进理念，都投入到推动中国本土环境改善的工作中。从参与国际气候谈判到推动可再生能源发展，从保护青山绿水到建立更可持续的渔业管理体系，从减少工业污染到推广生态农业，从参与蓝天保卫战到推动绿色消费生活理念，绿色和平都深度参与并且积极提供解决方案。



地址：北京东城区东四十条 94 号亮点文创园 A 座 201 室

邮编：100007

电话：86 (10) -65546931

传真：86 (10) -64087851

[www.greenpeace.org.cn](http://www.greenpeace.org.cn)

**GREENPEACE 绿色和平**