

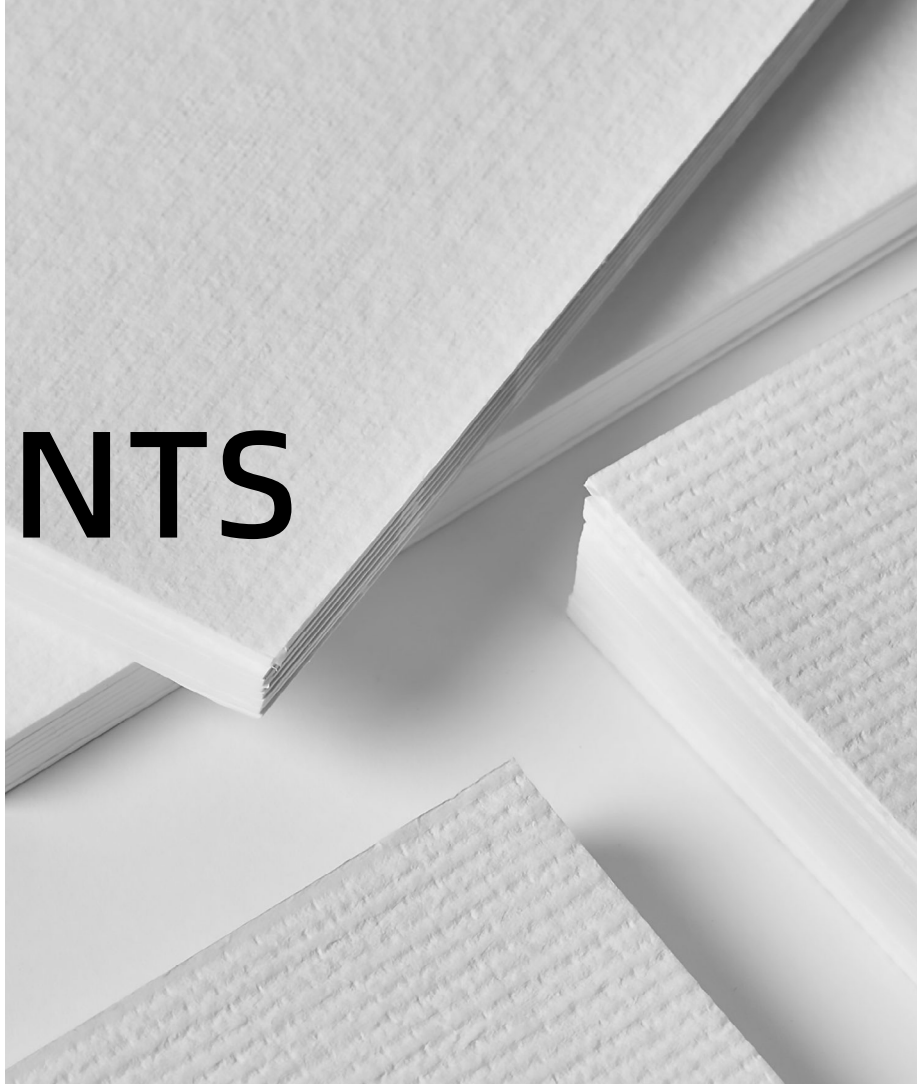


脱碳白皮书

加速中国林浆纸行业绿色转型

目录

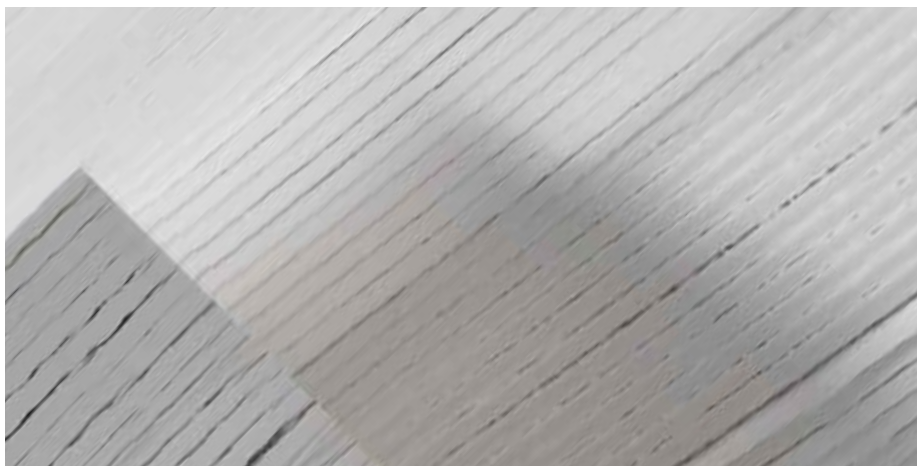
CONTENTS



01

引言

-
- 03 全球气候变化挑战与全球脱碳共识
 - 05 制浆造纸行业在全球碳减排中的重要性



02

双碳政策

对中国制浆造纸行业的影响

09	政策背景
10	行业现状
12	挑战与机遇

04

国际脱碳

优秀经验启示

27	全产业链先进技术案例
28	国际成功脱碳案例分享
30	发达国家最新脱碳政策

03

制浆造纸行业

脱碳实践路径

15	脱碳价值链战略
16	可持续森林管理
18	绿色产品设计
20	生产制造脱碳
22	可持续采购
23	产业链协作
24	循环经济

行业展望

34	即刻行动共创可持续发展
35	结束语
36	参考文献
37	术语表



引言

全球气候变化挑战与全球脱碳共识 03

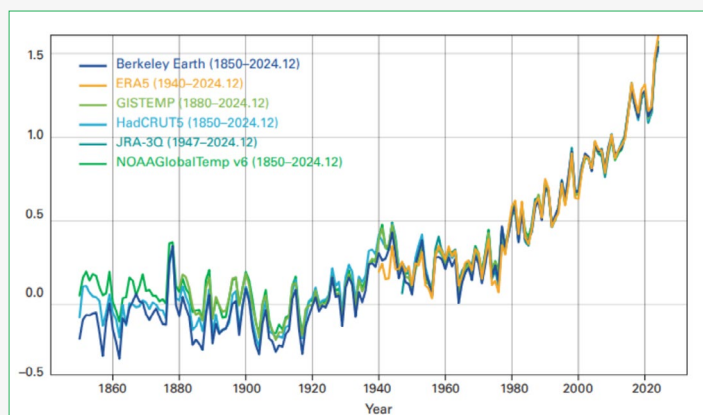
制浆造纸行业在全球碳减排中的重要性 05



全球气候变化挑战与全球脱碳共识

气候变化的全球影响正以前所未有的速度和规模显现。参照世界气象组织 (WMO) 发布的《2024 全球气候状况报告》¹，2024 年已成为有记录以来平均温度最高的一年。根据右图中来自伯克利地球组织、欧洲中期天气预报中心等六大数据集的汇总分析，全球平均气温较工业化前 (1850-1900) 提升达 1.55 ± 0.13 °C。全球变暖导致的极端天气事件频发、生态系统退化等问题也对全球经济运行产生重大的负面冲击。根据 2024 年的一项研究指出，全球变暖趋势将在未来 26 年对全球经济造成总计 19% 的收入损失，这预示着气候变化的连锁反应已演变为威胁人类生存的环境和经济的系统性危机²。

全球年平均气温异常值（相对于工业化前基准线，时间范围：1850—2024 年）



来源：世界气象组织

与此同时，全球气候行动的紧迫性日益凸显。联合国环境规划署 (UNEP) 颁布的《2024 年排放差距报告》指出，各国必须在下一轮国家气候行动计划，即“国家自主贡献” (NDC) 中共同承诺：到 2030 年，将年度温室气体排放量减少 42%；到 2035 年，进一步减少 57%。同时，各国需迅速采取行动来支持这一目标，否则《巴黎协定》的目标（将全球气温上升幅度控制在 1.5 °C 内）将无法实现³。此外，美国作为全球第一大经济体和第二大碳排放国，将于 2026 年退出《巴黎协定》，并拟取消所有碳排放限制，将对全球实现减排和控温目标带来更严峻的挑战⁴。

在《联合国气候变化框架公约》第二十九次缔约方大会（COP29）会议中，各国达成了包括全球碳市场机制的完善、气候融资目标的设定以及国家自主贡献的提升等一系列共识的《巴库气候团结公约》⁵，标志着全球碳市场机制取得重大进展。中国在此次会议中也发挥了重要作用，积极推动国际合作与知识共享，为全球气候治理提供了中国经验和方案。2025 年 COP30 大会将在巴西举行。届时，联合国将重点审议各国气候行动计划的更新与落实情况，并评估全球减排进展，以确保《巴黎协定》的气候目标得以实现。

在全球气候变化的共同挑战下，脱碳已成为世界各国的共识与追求，绝大多数国家均已明确公开发布实现净零排放的碳中和目标。

全球主要经济体的碳中和承诺

2050 年	
欧盟	欧盟《欧洲气候法案》立法
加拿大	加拿大增强版气候计划——《健康的环境，健康的经济》政策
澳大利亚	澳大利亚《气候变化法案》立法
日本	日本《绿色增长战略》政策
巴西	巴西“国家自主贡献”承诺
英国	英国《气候变化法案》立法

2060 年	
中国	中国“双碳”目标政策

2070 年	
印度	印度 COP26 气候承诺

来源：德勤研究，政府文件及公开资料

根据清华大学碳中和研究院发布的《2024 全球碳中和年度进展报告》，截止 2024 年，全球已有 151 个国家提出碳中和目标，其中 120 个国家通过法律或政策文件明确其法律地位，86 个国家制定了详细的实施路线图⁶。中国作为全球最大碳排放国，在 2020 年提出了“2030 年碳达峰、2060 年碳中和”的双碳目标，并已将其纳入国家战略框架稳步推进。

制浆造纸行业在全球碳减排中的重要性

行业全球需求持续上升

全球制浆造纸需求和消费量正在持续攀升，这主要由于全球化电商扩张下的物流包装耗材激增、全球人口结构变化与卫生意识提升持续拉动生活用纸消费、新兴经济体工业化进程加速释放印刷包装需求等多重因素的驱动。根据海外调研机构 Precedence Research 的报告显示，2023 年亚太地区占据了全球纸浆和造纸市场 39% 的收入份额，中国、印度等发展中国家的经济增长、工业化加速转型和城市化进程中的纸基产品需求日益增长，成为全球市场攀升的主要驱动力。该研究估计，2024 年全球纸浆和纸张市场规模将达到 3,795.8 亿美元，2025 年预计增长至 3,940 亿美元，而到 2034 年将达到约 5,511.5 亿美元，2024 年至 2034 年间的年复合增长率（CAGR）为 3.80%⁷。

全球纸浆和纸张市场规模



来源：Precedence Research

全球碳减排关键行业之一

制浆造纸行业是各个国家碳减排进程中备受关注的关键领域之一。据美国国家环境保护局统计，2023 年制浆造纸业碳排放总量大约 32Mt CO₂⁸；此外欧盟排放交易体系 (EU ETS) 记录的制浆造纸业设施 2023 年碳排放总量大约 18Mt CO₂⁹。作为资源与化工密集型产业，制浆造纸的生产过程需消耗木材、水、能源等大量自然资源，并依赖各类化学品及辅助材料。根据联合国粮食及农业组织 (FAO) 的年度调查显示，纸浆制造业长期稳定消耗约 15% 的全球工业木材总量；制浆造纸行业同时也是耗水大户，有调查研究表明每吨纸浆的水足迹可能在几百到上千吨，这意味着平均一张 A4 纸的生产耗水量可达 2-13 升；此外，制浆造纸目前仍大量依赖煤炭、石油等化石燃料，致使生产环节释放大量的温室气体，该部分碳排放占比通常在 80% 以上。随着未来纸张产量的预期增长和全球碳目标的不断临近，制浆造纸行业已然成为了实现全球碳中和的关键行业。

行业脱碳迫在眉睫

根据国际能源署 (IEA) 最新的《追踪清洁能源进展》¹⁰，制浆造纸行业的清洁能源转型进度远不及达成 2030 年碳目标的预期。为了达成全球碳中和目标，全球制浆造纸行业在排放强度上必须实现更大幅度的下降。

制浆造纸行业的运营模式，从森林管理、木材收获、运输到制浆造纸的庞大能源消耗与生产过程排放，对森林碳汇能力和整体碳排放产生了显著的双向影响。因此，制浆造纸行业的深度脱碳转型可谓迫在眉睫，不仅关乎行业自身可持续发展，更是守护森林这一关键气候资产、助力全球气候目标的迫切要求。此外，作为造纸、包装、印刷乃至日用品、电商零售等众多行业的关键原材料供应商，制浆造纸生产环节的碳足迹正受到前所未有的审

视。另外，制浆造纸行业的全球性贸易特征使其成为各国国际贸易及脱碳政策的重要考量行业之一，例如，欧盟碳边境调节机制（EU CBAM）将碳关税产品范围扩展至化工、塑料制品等行业，并计划在 2030 年前覆盖 EU ETS 行业，致使制浆造纸行业面临贸易合规和绿色壁垒的双重压力。相关企业若无法有效解决产品绿色壁垒难题，将直接面临失去核心订单的风险，市场份额和商业竞争力将遭受严重冲击。因此，响应行业脱碳浪潮，主动拥抱脱碳转型，已非企业的可选项，而是关乎生存与发展的紧迫战略任务。





双碳政策对中国 制浆造纸行业的影响

政策背景	09
行业现状	10
挑战与机遇	12

政策背景

2020 年，中国在第 75 届联合国大会上宣布二氧化碳排放力争于 2030 年前达峰，2060 年前实现碳中和。自此，中国在原有节能减排政策的基础上推出了一系列碳政策，对中国双碳目标的实现进行规划并提供支持。目前，中国已形成了以《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》为顶层设计，《2030 年前碳达峰行动方案》等为实施方案的 1+N 政策体系，为制浆造纸行业制定了明确的脱碳任务和工作方向。

作为碳排放八大重点行业之一，制浆造纸业在中国方面受到了较多关注。这些政策对制浆造纸业提出了系统性、多维度的要求，从能源结构、循环利用、科创升级、协同治理等多方面对制浆造纸业的减碳路径进行了规划。在内容上，制浆造纸业相关碳政策趋于细化，不仅聚焦制浆造纸业排放特质提出行业减碳重点任务，还制定明确目标量化评价制浆造纸业减排效果。

同时，随着针对制浆造纸业碳核查报告要求的提升、碳排放双控制度的实施和全国碳市场的扩围，可以预见制浆造纸行业的碳排放管理要求将逐步提高。一方面，随着碳排放监测、目标评价考核制度的建立，政府将肩负减控排责任并收紧区域内碳排放管理。另一方面，制浆造纸业被纳入全国碳市场的可能性极高，碳排放权将通过价格机制促使制浆造纸行业在节能减排和额外费用间进行权衡，从而推动制浆造纸业进行节能减排升级。

“1+N”
政策体系指引行业脱碳

“1+N” 政策体系指引行业脱碳

- 《2030 年前碳达峰行动方案》—国务院要求造纸等高能耗行业优化能源结构，发展生物质能源，推动循环经济。
- 《“十四五”工业绿色发展规划》—工信部要求造纸等行业提高资源利用效率、推广清洁技术，在 2025 年实现单位工业增加值能耗降低 13.5%。
- 《工业领域碳达峰实施方案》—工信部等要求造纸等行业优化原料结构、实施节能技术改造，在 2025 年前完成存量项目低碳升级。
- 《关于推动轻工业高质量发展的指导意见》要求造纸等行业制定低碳发展路线图，全面建设绿色制造体系，推广全生命周期绿色发展理念。
- 《关于做好 2023-2025 年部分重点行业企业温室气体排放报告与核查工作的通知》要求造纸等重点排放行业企业开展年度温室气体排放报告与核查工作。
- 《绿色低碳技术推广目录 (2023 年版)》—发改委纳入造纸行业多项绿色低碳技术，支持企业通过技术改造降低碳排放水平。
- 《碳排放权交易管理条例》完善碳市场机制，鼓励造纸等高排放行业参与。
- 《关于进一步强化碳达峰碳中和标准计量体系建设行动方案 (2024-2025 年)》—统筹规划碳计量能力发展，支持造纸等行业碳排放双控和碳定价体系建设。

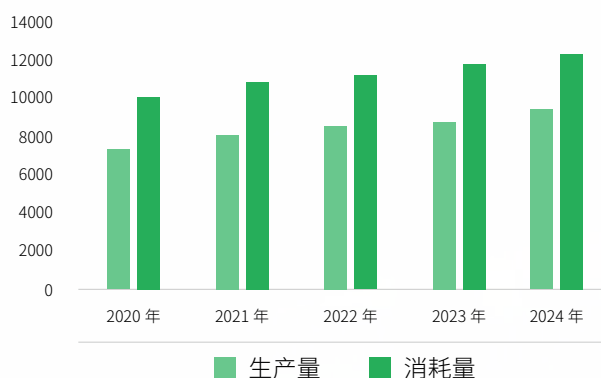
来源：德勤研究，政府文件及公开资料

行业现状

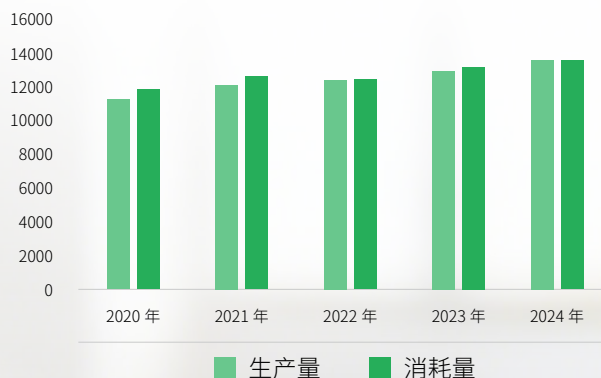
总体规模持续增长

中国制浆造纸行业产能占全球制浆造纸总产能的 29.2%，居世界首位，且行业产量和消费量均居世界第一位，是全球造纸行业生产、消费和贸易大国。据中国造纸协会调查资料，2024 年全国制浆造纸行业完成纸浆、纸及纸板总产量 23,079 万吨，总消费量 26,049 万吨；2020 至 2024 年，纸浆生产量年均增长率 6.44%，消费量年均增长率 5.05%；纸及纸板生产量年均增长率 4.90%，消费量年均增长率 3.68%¹¹。

2020-2024 年全国纸浆生产和消费情况（万吨）



2020-2024 年全国纸及纸板生产和消费情况（万吨）



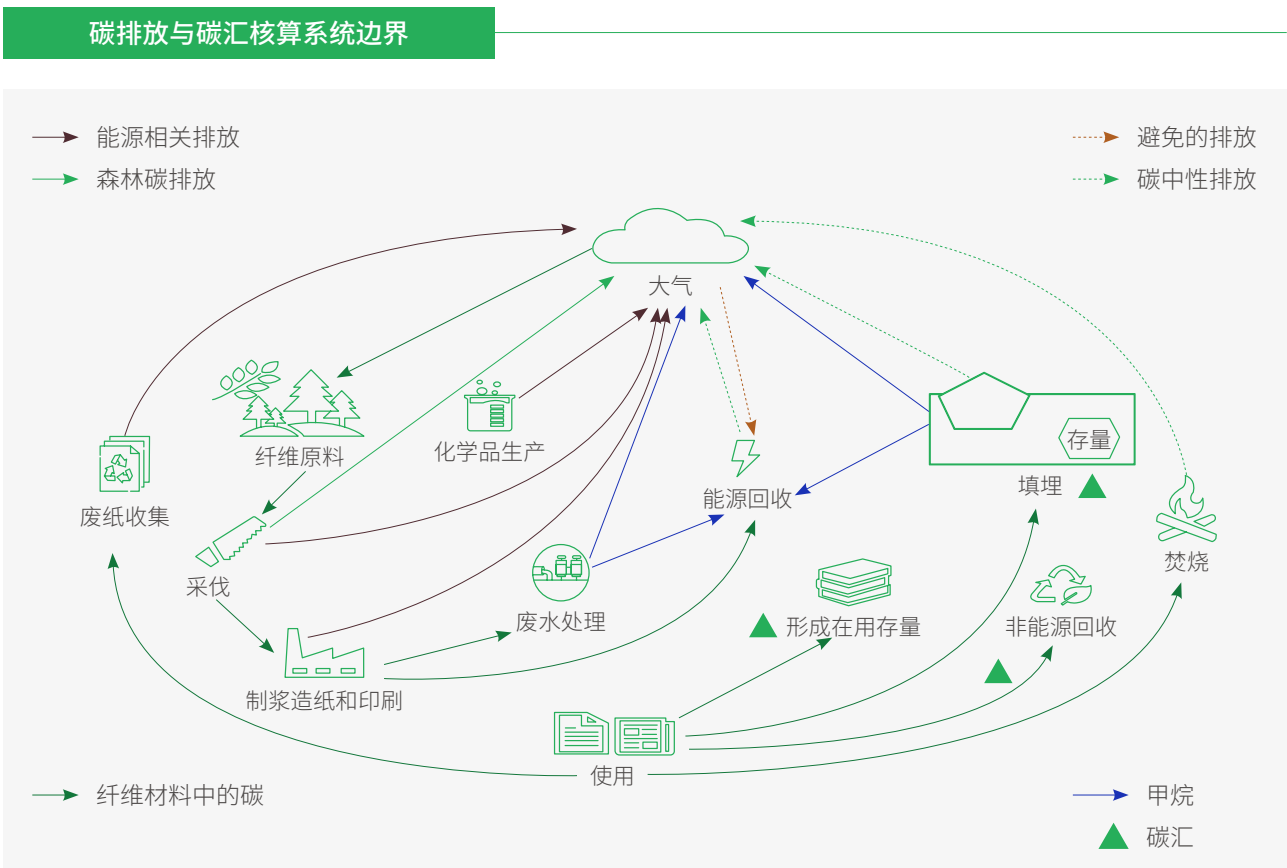
来源：中国造纸协会



随着新增产能释放、下游需求增长以及“林浆纸一体化”进程不断推进，我国木浆产量和需求量不断上升。2024 年，全国纸浆消耗总量 12,415 万吨，较上年增长 4.34%，纸浆产量 9,454 万吨，较上年增长 7.15%；此外，随着全球林木资源保护意识增强，中国已经形成了纸浆原料多样化发展路径，2024 年全国木浆、再生纸浆、非木浆的消耗总量在纸浆消耗总量中的占比分别为 41%、55%、4%。受限於我国林木资源约束和“禁废令”废纸进口的政策限制，我国木浆市场高度依赖进口来满足庞大的市场需求。据统计，我国 2024 年纸浆进口 3,441 万吨，其中木浆的进口量占比在纸浆消耗量中占比趋近 50%。

产业链碳排放结构具有行业独特性

据估算，在我国八大碳排放重点行业中，制浆造纸行业的碳排放总量约在 2-3 亿吨二氧化碳当量，其生产过程具有高能耗的特点，且产业链也呈现大规模、重资产、长链条、强关联的特点。考虑到制浆造纸行业生命周期碳排放的复杂性，基于物质流分析与模拟的清单和系统边界，制浆造纸产业链碳排放与碳汇核算系统边界¹²可定义如下：



来源：王玉涛、满奕、石磊等

根据上图的系统边界开展以木浆为原料的林浆纸全生命周期测算中，上游的碳排放来源主要包括木浆等原料获取过程中对林木收获的碳汇消耗、木材加工、能源消耗、物流运输环节的碳排放，和制浆过程中化学制浆、碱回收、制浆化学品、废水处理等生产环节的碳排放；中游的碳排放来源主要为造纸过程中依赖化石燃料产生的直接排放和工业设施的电力消耗产生的间接排放；下游主要包括了纸产品的分销、销售、使用、回收处置等环节，主要的碳排放来源有废弃物焚烧过程、废纸填埋降解的厌氧发酵或有氧发酵形成的温室气体效应等。制浆造纸行业的温室气体排放贯穿整个产业链，从上游的林业管理、原料采集，到中游的生产制造、能源消耗，再到下游的产品使用和废弃物处理，形成了一个相互关联的碳排放网络。

挑战与机遇

中国制浆造纸行业脱碳进程呈现“政策强驱动、技术深攻坚、市场快迭代”的显著特征，在“双碳”目标与国际贸易规则双重倒逼下，这场以绿色低碳为核心的全产业链系统变革，伴随着严峻的现实挑战，同时也蕴含着产业升级的巨大潜力。

挑战



技术改造成本挑战

- **能源结构调整的压力**：能源结构转型需要企业投入大量资金进行技术改造和更新。
- **技术创新的迫切需求**：在“双碳”政策驱动下，企业需在生产工艺、能源管理等方面进行技术创新和转型。
- **短期成本增加**：技术创新的大量研发投入和人才培养成本可能会导致企业运营成本在短期内激增。



可持续原料供应挑战

- **原料结构调整风险**：近年来，国内木浆产能持续扩张导致其供应过剩，需向符合绿色标准的可持续木浆转型。
- **资源短缺风险**：原材料供应的不确定性增加了企业的运营风险。例如，非木材纤维的开发和利用需要大量时间和技术投入。
- **供应链风险**：原材料供应受限可能导致企业对供应链的自主可控能力下降，企业需建立稳定的供应渠道。



市场竞争加剧挑战

- **产品同质化挑战**：行业目前存在产品同质化和供应过剩等问题，需要加快产品差异化发展，在产品、品牌等方面不断提升竞争力。
- **国际竞争压力**：国际市场绿色竞争日益激烈，中国造纸企业需要在国际市场上提升自身的低碳竞争力，以应对来自其他国家和地区的绿色壁垒。

机遇



技术创新浪潮机遇

- **节能减排技术的应用**：加大在节能减排技术方面的投入，不仅能降低企业的碳排放，还能提高生产效率和产品质量。
- **智能化与自动化生产**：技术进步推动了制浆造纸行业生产效率的提升，可以大幅提高产能利用率。
- **绿色技术研发投入**：国家政策支持绿色技术研发，制浆造纸企业可以从中受益，提升竞争力。



产业结构加速优化机遇

- **行业整合与集中度提升**：头部企业凭借技术优势和清洁能源布局，构筑成本与绿色双重优势，并进一步并购整合市场，提升行业集中度，改变竞争格局。
- **产业链延伸与资源优化**：政策支持造纸企业通过并购整合资源，优化配置，实现生产效益的提升。
- **淘汰落后产能**：双碳政策促使制浆造纸行业淘汰高能耗、高污染的落后产能，推动产业结构向绿色低碳方向升级。



市场空间拓展机遇

- **绿色产品需求增长**：通过技术创新和绿色转型，能够满足市场对环保产品的需求，从而扩大市场份额。
- **新兴产业需求带动**：随着电商、智能办公等新兴产业的发展，对包装用纸、特种纸等产品的需求持续增长。造纸企业可以通过产品结构调整，满足这些新兴产业的需求。



制浆造纸行业 脱碳实践路径

脱碳价值链战略	15
可持续森林管理	16
绿色产品设计	18
生产制造脱碳	20
可持续采购	22
产业链协作	23
循环经济	24

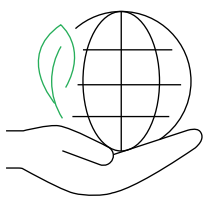
脱碳价值链战略

在全球气候治理加速重构与我国“双碳”战略推进的新格局下，作为兼具“碳排放源”与“碳封存汇”双重属性的特殊产业，制浆造纸行业的净零转型不仅关乎行业生存空间，更是重塑全球低碳产业链的关键支点。制浆造纸行业的脱碳转型已势在必行。同时，制浆造纸行业的范围三碳排放（价值链上下游的碳排放）占行业总排放的60%¹³，由此，制浆造纸行业亟需协同上下游，从全价值链入手，制定完善的脱碳战略计划和可行路径，通过可持续森林管理、实行绿色采购、优化产品设计、低碳生产制造、产业链协同合作、循环经济发展等减碳战略举措，实现净零目标，帮助制浆造纸产业链实现脱碳。



可持续森林管理

可持续森林管理的核心在于实现森林资源的可持续利用，同时保护和增强森林的生态功能，从而为人类和地球带来多重益处。在制浆造纸行业，可持续森林管理从源头确保浆纸原料的可再生和低碳属性，通过保护和增强森林碳汇和科学有效的林业可持续管理，可以直接抵消行业碳排放和降低产品碳足迹，是行业实现长期可持续发展的根基所在。



增强森林碳汇

森林作为最大的陆地碳汇，通过光合作用吸收并储存二氧化碳，抵消制浆造纸生产中的碳排放。通过可持续管理的森林储存的碳，包括种植在已退化或受人类活动影响土地上的林地，提供了重要的气候效益。这些林地不但增加了碳的移除量，扩大了森林碳储量，还避免了大量二氧化碳的释放，从而有效缓解气候变化。可持续森林管理通过科学的植树造林和森林保护措施，显著提升森林的碳汇能力，为实现全球碳中和目标提供了重要支撑。

可持续森林利用

通过实施科学的木材收获方案，有效减少因不可持续采伐行为造成的森林退化及相应碳排放，从而显著降低毁林导致的温室气体排放。通过建立重点保护区和高生态价值区域保护机制，能够避免不合理采伐活动对森林生态系统的破坏，切实维护森林生态系统的结构完整和功能稳定。同时，积极推进森林植被恢复与生态修复工程，在保障森林资源可持续利用的前提下，有效降低因森林破坏产生的碳排放。

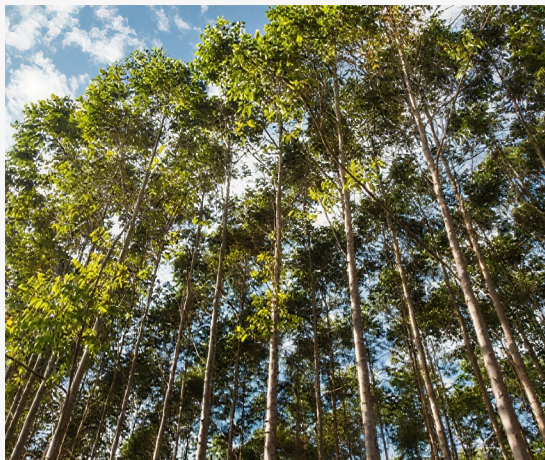
可持续森林认证

在可持续森林管理实践中，从业者往往参考森林管理委员会（Forest Stewardship Council, FSC®）、森林认证认可体系计划（Programme for the Endorsement of Forest Certification, PEFC）、中国森林认证体系等国内外认证标准，保证可持续森林管理的公正性和透明性，将企业对零毁林的承诺化为可信的产品溯源证明，彰显其守护森林生态的核心价值观。

suzano 书赞桉诺——可持续森林管理观¹⁴



作为全球商品浆巨头，书赞桉诺在 2020 年 7 月发布了《木材供应政策》，承诺公司严格遵循零毁林原则，确保所有木材来源仅限于可持续管理的人工林，禁止从未开垦地区获取木材。书赞桉诺的森林管理实践遵循《森林准则》、FSC®、PEFC、巴西森林认证计划（CERFLOR）等国际标准，通过大规模植树造林活动积极实践森林碳汇，使其桉树林地和保护的原生森林能够持续吸收和储存碳。同时，书赞桉诺致力于恢复自然林和生物多样性保护，承诺截至 2030 年，将亚马逊、大西洋沿岸森林和塞拉多生物群落的 50 万公顷生物群落重点保护区相连。



绿色产品设计

绿色产品设计不仅是技术革新的突破口，更是驱动全产业链迈向可持续发展的关键步骤。这一进程需通过多维创新与战略协同，实现从单一减排向价值共创的转型。这一转型不仅需要理念革新，更需要企业采取具体行动。因此，制浆造纸企业需持续加大研发投入，通过开发和推广更多创新低碳产品，产业链协同，构建战略合作生态，助力相关产业实现低碳绿色的转型升级，为全球范围内降低碳足迹提供新机遇。

可持续原料选择

可持续原材料的选择是制浆造纸企业实现绿色产品设计的关键策略之一。企业需要评估不同原材料在生产、运输、使用和废弃阶段的环境影响，从而选择环境友好型原料，比如来源于经过合理规划和管理森林资源的可持续木浆，或具备环境友好特性的竹浆和非木浆。企业还需与供应商合作，推动供应链的可持续管理，确保原材料的来源符合道德和社会责任标准。企业应积极参与国际合作和认证，以确保其原材料的选择和产品设计符合国际可持续发展标准。

绿色产品创新

制浆造纸企业需要深入分析市场需求，识别绿色技术的潜在应用场景，并结合自身资源和能力，制定产品绿色技术创新的战略方向。企业在产品设计中可以注重开发可持续性的生物基原料，结合使用生物技术、化学改性等工艺手段，开发具有低能耗低污染的绿色产品。此外，在市场对绿色产品的不断重视和消费者环保意识的不断增强下，“以纸代塑”逐渐成为造纸企业绿色产品战略中的关键布局，不断发展无塑涂层、纸浆模塑等技术创新，让纸产品兼顾环保、可循环和高性能，在不断拓展的应用场景中建立独特竞争力。



阔叶木浆纤维替代技术¹⁵



雨森集团与书赞桉诺在纤维替代领域进行深度合作，历经多轮生产测试与技术优化，成功验证了新型桉木浆生活用纸配方的可行性和优越性。该创新技术不仅降低了雨森对长纤的依赖，同时确保终端产品的高标准。基于这些成果，该技术已正式迈入工业化生产阶段，雨森计划将阔叶木浆纤维替代技术推广至所有适用机台。



冠豪高新“以纸代塑”的绿色产品理念与实践¹⁶

冠豪高新自主研发的无塑涂布食品卡纸采用水性丙烯酸聚合物涂层（如巴斯夫 JONCRYL 技术），彻底摒弃塑料成分，实现可回收、可降解、高性能的三大环保优势。

可回收性

涂层与纸纤维相容，纸杯可直接进入废纸回收系统，纤维可重复利用 6 次以上，显著提升资源循环率；

可降解性

材料在自然环境中可生物降解，避免 PE 淋膜焚烧产生的二噁英污染；

性能保障

通过 REP 水性阻隔涂层技术，确保耐热性、防渗漏等指标达食品包装标准，满足热饮需求。

生命周期评估（Life Cycle Assessment, LCA）

目前，通过温室气体清单方式（GHG Inventory）进行碳核查已成为普遍实践，其通过对碳排放这一指标在特定组织边界内的数据进行记录能较好的反应在不同范围一、二、三下的碳排放。LCA 提供了更加全面、系统的环境影响评估方法，可用于评估产品或服务从原材料获取到生产、使用、废弃或回收的各生命阶段对环境的影响。制浆造纸行业可利用生命周期评估方法，确保生物基产品在其整个生命周期内尽量减少对环境的影响，并制定针对性的减排措施。

suzano 全生命周期碳中和产品实践¹⁷



2025 年 6 月 5 日，书赞桉诺联合价值链伙伴在中国市场推出行业首款碳中和笔记本，经 SGS 核证获 ISO 14068-1 碳中和声明，成为中国制浆造纸业首个获此认证的产品。这一创新成果彰显了书赞桉诺在可持续发展和气候行动领域的领导地位，也为即将在巴西召开的 COP30 气候大会提供了价值链实践范例。



书赞桉诺为这款产品提供的原料为 100% 原生桉木浆，来自获得可持续森林管理认证的林地，实现了从原材料获取、生产制造到物流分销、消费后废弃处理，从“摇篮到坟墓”的全生命周期碳中和，每个环节都经过严格碳足迹测算与优化。过程中的碳排放通过书赞桉诺在巴西的 VERRA 认证碳汇实现抵消。大型纸企太阳纸业与中国文具第一品牌晨光作为该项目核心合作伙伴，共同参与了这一覆盖全价值链的可持续发展实践。中国生态环境部宣传教育中心对此价值链创新模式给予高度认可，认为其与中国“双碳”目标高度契合。

生产制造脱碳

作为高能耗的传统行业，在全球绿色低碳转型的大背景下，为实现生产制造环节的碳中和目标，制浆造纸行业需从能源管理、生产能效、工艺优化、数字化转型等多个维度制定协同的脱碳战略和路径。

能源管理脱碳

制浆造纸行业可以通过增加生物质能的使用比例，减少对化石燃料的依赖。生物质能的来源包括制浆过程中的黑液（主要成分是木质素衍生物和纤维素降解物）以及生产过程中的废渣。这些生物质可以通过热解气化或直接燃烧发电，回收热量用于生产流程，减少对外部能源的依赖。

此外，制浆造纸行业的许多环节（如蒸煮、漂白、压榨和干燥）需要大量的热能和电力。为了减少碳排放，可以逐步提高生产过程的电气化率。同时，制浆造纸企业可以通过采购绿电、与可再生能源企业合作等途径来进一步减少碳足迹。

制造工艺优化

制浆造纸工艺的优化可以有效降低能耗和提高效率，是减少碳排放的关键。例如，在制浆阶段，采用如新型置换（间歇）蒸煮系统（DDS）和快速置换加热（蒸煮）技术（RDH）等工艺，用于改善传统制浆工艺的蒸汽消耗和传统蒸煮技术热能损耗；在造纸环节，推广如热压榨和热风穿透干燥等工艺，可以提高压榨效率和干燥性能，节约蒸汽成本。

此外，在减少化学品使用和废水排放方面，在制浆阶段，通过纤维分级筛技术和中性脱墨技术的应用，可以降低化学品的用量，从而减少废水处理的压力；在造纸漂白过程中，通过优化漂白工艺，例如采用全无氯漂白（TCF）和无元素氯漂白（ECF），可以有效减少氯化物和有毒副产物的排放；在造纸废水处理方面，通过超声波白水处理技术的运用，可以有效减少化学污染物。

生产能效提升

蒸汽是造纸生产过程中最重要的能源之一。通过蒸汽梯级利用技术，可以将高温蒸汽用于纸机干燥部的蒸汽需求，将中温蒸汽用于其他环节（如洗涤），从而最大化蒸汽的利用率。此外，采用多效蒸发器和高效换热器等设备，可以减少能源浪费，进一步提升蒸汽的利用效率。

传统造纸设备的能耗较高，因此推广使用高效节能设备是实现能效提升的重要途径。例如，高速透平真空泵可以在纸机真空系统中替代传统设备，节能效果可达 30% 以上。类似地，磁悬浮技术的应用可以进一步降低设备的能耗和维护成本。

碳捕集、利用与储存（CCUS）

制浆造纸存在许多高碳排放环节，通过 CCUS 技术能够捕集和压缩工业过程中产生的二氧化碳并加以资源化利用，从而达到减碳的目标。在制浆的黑液燃烧、造纸干燥过程的化石燃料燃烧、造纸厂热电联产锅炉等主要工业过程中，可通过膜分离技术、胺吸收、煤气化等技术进行规模化捕集；捕集的二氧化碳可用于进一步资源化和材料化利用，将其沉淀转化为碳酸钙达到降碳效果或制成化学品原料用于进一步生产，也可作为反溶剂生产木质素纳米粒子，提升产品效能和提高资源利用效率；对于难以利用的二氧化碳，可以进行压缩、运输和地质封存。

数字化与智能化转型

企业可以通过大数据、人工智能和物联网技术，建立制浆造纸全流程的智能监控系统，可以实时监测生产参数（如温度、压力、流量等），并优化生产流程，减少资源浪费和碳排放。另外，数字孪生技术可以通过模拟不同生产条件下的工艺参数，找到最优的生产方案，从而减少能耗和污染物排放。



中顺洁柔 “低碳技术迭代 + 能源结构转型”¹⁸



中顺洁柔在生产制造环节实现深度脱碳的核心路径主要围绕设备升级、工艺优化与能源替代展开。其湖北、云浮等基地，通过纸机磁悬浮真空泵、纸机气罩等设备改造，降低设备电耗和改善热能回收系统。其四川基地引入了 DDS 间歇蒸煮和二氧化氯漂白工艺，相较传统硫酸盐法大幅降低蒸汽消耗，并通过臭气焚烧炉与碱回收炉协同处理实现废气近零排放。能源结构方面，其云浮、湖北基地布局分布式光伏系统，年发电量超 5,000 万千瓦时，覆盖 15% 生产用电需求。



特种纸产线升级¹⁹



五洲特种纸业投资 542 万对其现有的一特种纸产线进行升级改造。通过引进复卷机弧形辊、压力筛及筛鼓、水印辊智能超高压集束在线清洗系统等先进技术设备，解决了传统生产过程中需停机拆卸清洗的缺陷并提升了产品品质，提升了产线总体效率。在升级完成后，该厂年产能将由 3.5 万吨升至 4.5 万吨，以较小投资实现了产能和效率的显著提升。



华旺科技 HUAWON 节水创新技术打造“绿色造纸工厂”²⁰



华旺新材采用智能高压移动清洗技术大幅提升效率并显著节水；以可变速透平真空泵替代高能耗水环泵，节能超 30%；回收利用机械密封水等实现废水再利用；构建梯级用水模式最大化白水循环，减少新鲜水需求；并应用生物酶水处理提升冷却水浓缩倍率。这些技术综合作用，不仅实现了年节水数十万吨，更为关键的是通过降低水处理能耗、削减泵送电力消耗（特别是淘汰低效水环泵）以及减少水资源提取与处理过程的间接排放，有效降低了生产环节的碳足迹，是其获得“国家级绿色工厂”的重要实践。



来源：deloitte brand space

可持续采购

可持续采购是指企业在全球供应链管理中，将环境友好、社会责任和道德实践纳入供应商选择与合作的长期战略，其核心是通过与供应商建立可持续的伙伴关系，推动资源高效利用、减少环境足迹，并提升社会福祉。实施可持续采购战略能系统性减少供应链上游的隐含碳排放，通过长期合作推动供应商绿色转型，形成协同减排效应，增强企业气候韧性并创造低碳竞争优势。

可持续原料采购

企业可通过优先采购来自可持续管理森林的木材，进一步提升制浆造纸行业供应链的可持续性。例如，优先采购获得 FSC® 和 PEFC 认证的木材，这些认证确保了木材的来源符合严格的可持续标准。同时，企业还严格遵循零毁林政策，确保所有木材采自可持续管理的人工林，从而保护森林生态系统，减少碳排放。

林浆纸供应链溯源

为应对产品国际贸易法规（如欧盟零毁林法案、欧盟碳关税等）中的绿色壁垒挑战，制浆造纸行业的供应链溯源成为脱碳战略的核心环节。在制浆造纸企业供应链溯源战略中，可以通过数字化平台精确追踪从林木可持续收获、浆料生产、能源输入、物流运输到成品制造的全程碳足迹，并将可持续林业认证、低碳原料采购、供应商碳数据披露与绩效挂钩，协同上下游构建透明、可验证的低碳闭环供应链，最终实现全链条碳排的精准核算与深度减排。

可持续物流

企业可以通过优化物流网络、运输模式和推广绿色物流，降低原材料或产品采购阶段的碳排放。例如，通过优化物流网络，减少运输距离和能源消耗，利用物联网和大数据优化物流路径，减少空驶率，以显著降低物流过程中的碳排放。此外，企业可以聚焦临港布局和规模化运输，例如采用大型船舶替代陆路运输，降低单位货物运输的能源消耗和排放。企业还可通过使用可再生能源的绿色交通工具，进一步降低物流过程中的碳排放。



恒安集团® 恒安集团可持续采购战略²¹



2024 年，恒安集团采购的木浆可追溯到林地的比率大约 97%，同时采购的 FSC® 认证木浆比例接近五分之一；此外，集团采购的 PEFC 木浆占总采购木浆量的比率约 97%。在生产管理中，恒安对木浆原料进行严格分类管理，并积极推进全球范围内对 FSC® 认证产品的市场趋势和生产比例。集团致力于通过 FSC®-CoC 认证，确保集团生产产品的原材料均来自经过可持续管理的森林，有助于保护森林资源和促进森林可持续发展。



2024 年，恒安集团全面升级了物流运输管理系统（TMS 3.0），实现物流环节的数字化全链条闭环管理，减少物流运输产生的碳排放；同时，在全国范围内推广分销客户使用线上化运单签署功能，2024 年累计减少超过 13 万张纸质回单打印，相当于减少 1 吨二氧化碳排放。此外，集团推行区域中心仓直运项目（RDC），有效缩短供应链，减少产品在中转仓的储存环节，2024 年累计节约物流里程 256.7 万公里，相当于减少 1,533.88 吨二氧化碳排放。

产业链协作

制浆造纸行业企业应与合作伙伴、下游用户及上游供应商建立长期的战略合作伙伴关系，协作以助力供应链减碳。

企业可以通过环境和社会标准筛选供应商，优先选择那些在环境管理和社会责任方面表现良好的合作伙伴。技术创新与合作是实现供应链减碳的关键。行业标准与认证的应用也是供应链减碳的重要手段。企业可以在供应链管理中应用国家标准，并推动供应商获得相关的环境和社会认证，提升整体供应链的可持续性。企业可以与供应商共享先进的脱碳战略、减排技术和碳核算管理经验，帮助其建立切实可行的减碳目标和碳核算体系，持续优化减排措施，共同实现行业碳中和。制浆造纸企业和下游客户可以通过供应链协作减碳实现绿色低碳发展，在供应链管理中加强协作，同时倡导绿色办公和技术创新，进一步降低产品碳足迹。通过这些措施，制浆造纸企业能够为行业可持续发展做出贡献。

“天工计划”——生命周期数据平台²²



“天工计划”是由清华大学环境学院徐明教授牵头，联合国内外 30 所高校和科研机构发起的国际科学计划。该计划基于人工智能技术，致力于构建智能化、标准化、开放透明的生命周期评价体系，革新传统工具与方法。复旦大学王玉涛教授作为共同发起人，为制浆造纸行业数据提供了重要支持，助力相关企业精准核算碳足迹、识别减排潜力，指导低碳工艺改造与绿色供应链建设，推动产品生态设计。

“绿程计划”——制浆、造纸、包装产业可持续行动倡议²³



在中华全国工商业联合会纸业商会举办的第 15 届中国纸业发展大会中，联合全球制浆造纸行业龙头企业共同发起成立了纸业商会可持续发展委员会（SDC），与中国制浆造纸行业共同发起“绿程计划”——制浆、造纸、包装产业可持续行动倡议，以推动建立可持续发展的造纸产业链体系，共同承担应对气候变化的责任。



供应链协同减碳举措²⁴



太阳纸业积极推动供应链协同脱碳和绿色发展，以制造企业绿色供应链管理国家标准为指引，注重与 ESG 表现优异的供应商建立长期合作，执行绿色采购标准，推动供应链绿色低碳转型。此外，为探索用纸和文印设备在可持续发展领域的融合，太阳纸业携手理光中国举办“碳索新动力 - 北海共绘蓝图”ESG 主题活动，并签署了“绿色 OA 办公生态链发展联合倡议”，与行业上下游合作伙伴、利益相关方共同参与，加强绿色办公建设与发展，通过零碳纸张和碳中和文印设备组成的绿色办公循环体系，共同构建绿色办公生态链。



循环经济

制浆造纸行业的循环经济模式颠覆了传统的“获取 - 制造 - 废弃”线性模式，致力于在整个产品生命周期内最小化资源消耗和废弃物产生，最大化资源价值，从而显著降低碳足迹。

在制浆造纸生产过程中，资源化利用是废弃物管理的核心目标，企业应采用先进技术，将不可回收的有机废弃物转化为高品质的固体回收燃料或生物燃气，替代化石燃料，显著降低生产环节的直接碳排放。此外，企业可通过与地方政府、社区组织深度合作，提高废纸回收站点的覆盖密度和可及性。此外，利用物联网技术装备回收设施，实现数据实时采集，实现数字化高效赋能。

上下游企业的紧密合作也是推动循环经济发展的关键。价值链企业需打破壁垒，开展紧密战略合作，优化产品从“摇篮”到“坟墓”的回收和再利用路径。企业可布局或深化“林 - 浆 - 纸 - 回收 - 再利用”战略，形成闭环经济。在产业链协同创新方面，企业可联合产业链伙伴、科研院所，共同投资研发下一代循环技术，探索创新商业模式，推动共享平台建设，共同制定和推广行业统一的标准，提升循环效率。

仙鹤股份 Xianhe Corp. 循环经济新模式²⁵



仙鹤股份有限公司聚焦高性能纸基功能材料领域的研发、生产和销售，同时致力于布局林浆纸一体化产业链和循环经济新模式。近年来，仙鹤股份在广西和湖北建设运营的两大高性能纸基新材料项目，充分践行了企业“零废弃、低能耗、负责任”的循环经济理念，构建了集“林地培育 - 制浆造纸 - 资源再生”于一体的绿色产业闭环。

岳阳林纸 Yueyang Forest & Paper 废弃物资源化²⁶



岳阳林纸以“循环经济、绿色制造”为核心战略，构建了“源头减量 - 资源再生 - 高值利用”的全链条废弃物管理体系。公司通过创新性的分类处置方案，将生产废弃物转化为宝贵资源：针对树皮、木屑等生物质废弃物，采用热电联产锅炉掺烧技术，降低煤炭消耗；对于高含水率的浆渣等固废，通过产学研合作开发再生技术，成功转化为包装纸生产原料，实现高附加值的综合利用。





国际脱碳 优秀经验启示

全产业链先进技术案例	27
国际成功脱碳案例	28
发达国家最新脱碳政策	30

全产业链先进技术案例

产业链	标签	先进技术	案例企业	核心优势
从林业到原料	林地管理	树种优选	书赞梭诺	运用人工智能与大数据等技术,根据必要环境条件如温度、湿度、土壤、生物多样性等,因地制宜选择合适的树种以提高树木的生产力和对环境的适应能力,以增强木材质量和可持续性。
		生物防治	书赞梭诺	开发生物防治替代方案,确保林地合理使用杀虫剂,预防性地释放生物防治剂或害虫的天敌。
		智慧林业管理	芬欧汇川	在林学和生态学的基础上,采取数字化监测、模型分析、数字护照等数据科学措施,制定林业管理计划并持续优化。
从制浆到造纸	制浆工艺	新型置换(间歇)蒸煮系统	宜宾纸业	改善传统化学法制浆蒸汽消耗量大、余热回收困难、系统热量利用不充分等缺陷。
		快速置换加热(蒸煮)技术	鼎丰纸业	与传统蒸煮技术相比,该技术可节省蒸煮用汽60%~75%,可提高纸浆强度10%~20%。
	造纸工艺	高速透平真空泵	英格索兰	在纸机的真空系统中,较普通液环泵可节能30%以上、节约新鲜水85%以上,基本不存在腐蚀、结垢等问题。
		超效浅层气浮技术	宝地纸业	有效解决在白水回收工段中传统一级物处理的污染物排放问题,且极大提高效率和降低能耗。
能源结构与工业设施	能源转型	光伏能源利用	太阳纸业	利用太阳能发电减少统一电网和化石能源使用比例。
		生物质能	芬欧汇川	利用生物质颗粒燃料和生物精炼产品替代化石基燃料。
	设施减排	热电联产升级	LUCART S.p.A	采用低氮氧化物燃烧技术优化蒸汽发电厂的燃烧效率和能源利用率,改造提升设备末端处理水平。
		规模碳捕集系统	斯万特科技(Svante)	利用低品位余热进行碳捕集的能力可以显著降低能耗和碳捕集成本,并有利于与纸浆厂无缝集成。
废弃物管理	废水处理	生物膜反应器处理技术	宏远纸业	污染物通过尺寸排阻和静电相互作用被吸附到膜表面,形成生物膜层,然后进行生物降解。
	废气处理	焚烧炉废气治理技术	中顺洁柔	处理污染物主要包括烟尘、二氧化硫、氮氧化物等。
	废固处理	制浆废渣燃烧	太阳纸业	在与煤炭混合前与石灰混合处理以吸收废渣中的氯化物,可以减少大气污染物的产生。
可持续物流	仓储运输	绿色运输	恒安集团	使用电动、氢燃料重卡用于短距离运输;电动、液化天然气动力船舶应用于内河及沿海运输,降低航运碳排放。
循环经济	绿色包装	生物基可降解技术	芬林芬宝	以纸浆为基材,通过纸浆模塑、纳米涂层、环保印刷等方式,开发兼顾性能和绿色特性的可降解纸包装材料

来源:德勤研究,公开资料

国际成功 脱碳案例

书赞梭诺脱碳实践²⁷



书赞梭诺计划截至 2030 年，将每吨产量的范围一和范围二温室气体排放强度降低 15%。为实现该脱碳目标，书赞梭诺基于对整个价值链（范围一、二和三）的排放以及向低碳经济转型相关风险和机遇的详细评估，制定了四大途径的减碳计划——工业、物流、价值链和林业。



可持续林业脱碳实践

这一途径的排放既包括直接排放（范围一），例如在林业作业和木材运输中使用化石燃料，以及使用肥料，也包括间接排放（范围三），与化肥的生产、从市场购买木材和运输有关。

- **生物制剂技术：**可用于农业的生物制品，可提升土壤肥力、防治病虫害并促进作物健康生长。所有工厂均设有生物制剂实验室，通过高效生物防治减少化学农药使用及施药能耗。
- **生物燃料运用：**研究采用生物柴油、生物甲烷等可再生替代燃料，重点替代木材运输和农场管理中的化石燃料使用。

价值链脱碳实践

书赞梭诺在价值链方面采取了全面措施，旨在减少范围三的间接排放，推动低碳实践在整个生产链中的应用。

- **可再生投入：**通过以可再生原料替代传统石油基材料，降低价值链碳足迹。
- **价值链减碳：**加强与供应商和客户合作，共同开发可持续解决方案；参与 CDP 供应链计划，推动供应商排放管理能力提升。

工业脱碳实践

旨在通过技术创新和成熟解决方案，减少工业过程中化石燃料的使用，从而降低直接排放（范围一）和电力使用（范围二）的排放。

- **生物质气化技术研发：**生物质气化是一种热化学过程，通过热解将生物质转化为合成气，具有减少排放和支持行业可持续转型的潜力。
- **能源效率提升：**用蒸汽动力模型取代天然气动力涡轮发电机，改进化学品回收。

实践案例：

巴西帕尔杜河畔里巴斯工厂：以生物质气化为动力，与消耗化石燃料的工厂相比，石灰窑的排放量减少了 97%。

物流脱碳实践

在物流领域，书赞梭诺专注于减少海运和陆路运输产品产生的间接排放。

- **电气化转型：**通过以电动、混动或自动驾驶设备替代化石燃料车辆及装备，从而减少温室气体排放。此外，积极与海事行业合作，研究绿色生物甲醇作为跨洋船舶燃料的潜力。
- **路线与负载优化：**通过提高单次运输量、减少空车行驶、整合运输周期、监控运输流程等举措，进一步降低了物流过程的环境影响。



芬欧汇川 (UPM) 集团脱碳实践²⁸



芬欧汇川计划在 2030 年达成二氧化碳排放比 2015 年减少 65% 的减碳目标，并在 2040 年前实现组织碳中和。为此，UPM 通过可持续的森林经营、供应链减排管理以及创新产品等多种举措打造低碳环保的价值链。

芬欧汇川具有丰富的可持续森林管理经验并建立了完备的森林管理体系，实现了由林至纸的全过程管理。目前 UPM 所有的森林均通过了 FSC® 或 PEFC 的森林认证，全球所有的浆厂和纸厂也均通过了 FSC® 或 PEFC 产销监管链认证。为实现脱碳承诺和森林的永续生长，芬欧汇川每年在全球种植 5500 万棵树并采取多树种混种、树龄多样化、森林结构多样化、朽木留置等多种林业管理措施以提升森林生态能力，实现森林碳汇潜力。



芬欧汇川纸张具有良好全生命周期碳排放表现。2023 年，芬欧汇川其纸张生产中使用的所有纤维中有 31% 是再生纤维，且纸张生产中使用的纤维有 88% 来自经 FSC® 或 PEFC 认证的来源，其余部分也来自受控木材。同时其多种纸类产品均符合行业内纸张回收标准，易于回收利用。同时，UPM 还同时依托制浆造纸产业特质开发了多种低碳创新产品，例如由 100% 可再生原料制成的生物质塑料产品，可以替代化石基塑料产品，显著降低其制成品的碳足迹。

芬欧汇川“-30 by 30”计划着力于将碳因素融入价值链管理，力图在 2030 年前使价值链排放较 2018 年水准减少 30%。芬欧汇川在其供应链减碳管理平台上开发了产品碳足迹计算指南，向上下游获取价值链总体碳排放数据。芬欧汇川的供应链合作伙伴也可以通过该平台获取有关材料和物流的减碳指南，从而开始制定适用于其自身的减碳计划。芬欧汇川与供应链合作提升能源获取，运营效率和技术提升，并在选取供应商和开发产品时将碳排放作为考核标准之一，以推动产品研发和供应链减碳。

发达国家最新脱碳政策

国家	政策	生效时间	概述
欧盟	欧盟工业排放指令 (IED)	2024 年 8 月 4 日	明确各工业领域的最佳可用技术，涵盖能源消耗、环境影响（空气 / 水 / 土壤）及资源利用效率。
	包装和包装废弃物法规 (PPWR)	2025 年 2 月 11 日	提升包装可回收性，确保 2030 年欧盟市场所有包装可回收，增加再生材料使用，至 2050 年实现行业气候中和。
	欧盟零毁林法案 (EUDR)	2025 年 12 月 30 日	要求产品不对森林造成危害并由企业对供应链进行尽职调查，否则将面临巨额罚款和贸易禁令。
	欧盟碳边境调节机制 (EU CBAM)	2023 年 5 月 10 日	欧盟要求部分碳排放较高的产品，在其进口到欧盟时，由进口商申报该进口产品隐含的碳排放量，后续依据隐含碳排放量以及欧盟碳交易市场的均价进行征税。
加拿大	温室气体污染物定价法案 (GGPPA)	2019 年 1 月 1 日	建立全国碳税制度，对工业温室气体排放活动征税，碳税收入用于绿色投资，预计 2030 年可助力加拿大实现 20% 至 48% 的减排目标。
	CCUS - 能源创新项目 (EIP, CCUS - EIP)	2021 年 4 月 19 日	作为加拿大 2021 年联邦预算法案的一部分，该项目聚该项目聚焦 CCUS 技术，2021 年起计划 7 年投入 3.19 亿加元，目前已开展 20 余项 CCUS 项目，培育 10 家国际认可的碳管理企业，有效增强绿色产业竞争力。
澳大利亚	科技投资路径图 (TIR)	2020 年 5 月 21 日	聚焦低碳技术发展，将关键技术划分为三类：优先发展技术包括清洁氢生产、低成本光能及储能等，设定明确的经济项目和落地时间表。
	工业转型计划 (ITS)	2023 年 11 月 13 日	由澳大利亚可持续能源署为低碳技术和可再生能源提供财政支持，对工业过程脱碳的研究、示范、部署行动提供资助。
日本	GX2040 愿景	2025 年 1 月 18 日	发布《能源基本计划》，通过制定节能标准、开发节能技术、发展可再生能源和核能，优化能源利用效率。此外，通过 200 亿日元的 GX 转型基金吸引超过 1500 亿日元的社会投资，并计划于 2026 年建立碳交易体系。

来源：德勤研究，政府文件及公开资料



An aerial photograph showing a dense green forest bordering a body of water. The water is dark blue and contains several clusters of yellow lily pads. The forest is composed of various types of trees, creating a textured green canopy.

行业展望



中国制浆造纸 产业绿色发展 趋势

21 世纪以来，节能减排已得到中国政府的高度重视。立法方面，中国政府把推行清洁生产纳入有关的法律和规划。“十一五”以来，中国大力推行节能减排理念并取得了非常显著的成效。

制浆造纸行业作为中国国家高能耗行业之一，也作为国民经济和社会发展紧密相关的重要原材料产业，为工业、农业、科技、国防等提供功能性基础原材料，是社会经济链条上的重要一环。现代造纸行业已基本形成有完整节能减排、资源循环利用、可实现自然界碳循环的绿色工业体系和具有循环经济特征绿色产业。此外，中国纸浆供应链已经呈现原料结构多元化、认证国际化和区域协同化的趋势，正加速向低碳、可追溯、跨境协同的绿色供应链转型。同时，现代造纸行业属于技术密集型产业，具有技术含量高、自动化程度高、制造精度和材料要求高的特点，并正在向信息化、数据化、智能化方向发展。

中国“一带一路” 构建国际纸浆生 态圈

中国的造纸行业已经进入相对成熟的阶段，纸和纸板表观消费量位居全球第一，但人均纸和纸板表观消费量还不及发达国家的一半。随着居民生活水平的提高和电子商务的进一步发展，纸和纸板表观消费量将会进一步增加。近年来，中国制浆造纸行业面临阶段性能过剩和行业竞争激烈等挑战，亟需调整产品结构及开辟新市场消化产能。截至 2021 年 10 月底，中国已经与 140 个国家和 32 个国际组织签署了 206 份共建“一带一路”合作文件，建立了 90 多个双边合作机制。

“一带一路”部分共建国家的经济发展与造纸行业相对落后，制浆造纸行业产能不足，人均纸和纸板表观消费量较低，制浆造纸行业有较大的发展空间，纸和纸板表观消费量有显著的增长空间，这些国家需要结合实际情况积极调整产品结构、合理扩大产能以顺应时代发展趋势。当前，“一带一路”倡议为中国制浆造纸业提供了新的机遇和广阔的市场空间，不仅有利于消化过剩产能，而且能激发“一带一路”共建国家制浆造纸行业发展潜力和纸制品消费潜力。

制浆造纸行业 “绿色”+“出海” 加速海外布局

面对国内森林资源的短缺约束、“双碳”目标的稳步进行及全球化脱碳趋势，中国制浆造纸行业以绿色发展为牵引，加速向海外拓展产业链布局，开启从“产品出口”到“产业扎根”的全球化新篇章。而在全球产业链重构的浪潮中，制浆造纸行业的“出海”不仅是产能的迁移，更是绿色创新能力的全球化跃升。企业积极与东南亚、南美、北欧等林木资源富集国家的伙伴深化沟通与协作，通过共同投资建设林浆纸一体化基地、并购整合、共建循环经济产业园、构建跨国供应链网络等模式，在破解原料瓶颈、规避贸易壁垒的同时，促进中国在节能减排、资源高效利用等领域的先进技术经验与国际实践的融合共享，共同提升产业可持续发展竞争力。

即刻行动共创可持续发展

在全球气候危机日益严峻的背景下，制浆造纸行业作为连接林业、制造业与消费市场的重要枢纽，既承载着可持续发展的使命，也面临着深度脱碳的迫切挑战。实现碳中和目标绝非单个企业、单一环节或局部地区所能完成，唯有全产业链紧密协同、国际社会通力合作，方能以系统性变革推动行业绿色转型。



产业链协同：从上游到下游的绿色闭环

制浆造纸行业的脱碳进程始于森林资源的可持续管理。上游林业需践行负责任的种植与采伐，通过技术创新提高固碳效率，同时保护生物多样性；中游生产企业应加速清洁能源替代、工艺优化与循环技术应用，降低生产环节碳排放；下游流通与消费端需推动绿色包装设计、废纸回收体系完善，减少资源浪费。只有打破产业壁垒，建立贯穿“林木培育 - 低碳生产 - 绿色消费 - 循环再生”的全链条协作机制，才能将脱碳行动转化为可量化的现实成果。



国际合作：跨越国界的责任共同体

气候变化无国界，制浆造纸行业的全球性特征决定了国际合作的关键性。发达国家应加大对发展中国家的绿色技术转移与资金支持，共促行业碳中和；国际组织需推动建立统一的碳核算标准与认证体系，避免碳泄漏与不公平竞争；跨国企业更应发挥纽带作用，在供应链管理中嵌入低碳要求，带动全球合作伙伴共同转型。通过搭建跨国技术共享平台、成立区域性脱碳联盟，将凝聚起超越地理边界的行业合力。



创新驱动：行业内外共建可持续未来

脱碳目标的实现需要突破性技术创新与跨界思维碰撞。产学研机构应联合攻关生物质能源、碳捕集等关键技术；金融机构可通过绿色信贷、碳交易机制引导资本流向低碳项目；政策制定者则需提供长期稳定的减排政策框架。通过政府、企业、科研机构与社会组织等相关方的协同共进，为行业碳中和转型注入持久动力。

结束语

面对气候挑战，全球和中国制浆造纸行业均站在脱碳路径的关键期。我们呼吁，行业从业者应以开放姿态推进知识共享、资源互通与责任共担。通过构建更具韧性的产业生态，我们不仅能实现碳中和目标，更将重新定义资源型行业的未来——让每一张纸都承载绿色承诺，让每一片森林都滋养人类命运共同体。行动始于此刻，碳中和就在你我手中。



参考文献

1. World Meteorological Organization, 2024, State of the Global Climate 2024
2. Maximilian Kotz et al., 2024, The economic commitment of climate change
3. 联合国环境规划署, 2024, 《2024 年排放差距报告》
4. 联合国, 2025, 美国退出《巴黎协定》将在 2026 年 1 月正式生效 | 联合国日内瓦
5. 联合国气候变化大会巴库, 2024, UN Climate Change Conference Baku
6. 清华大学碳中和研究院, 2024, 《2024 全球碳中和年度进展报告》
7. Precedence Research, 2024, Pulp and Paper Market Size, Share, and Trends 2024 to 2034
8. U.S. Environmental Protection Agency, 2024, GHGRP Pulp and Paper
9. European Environment Agency, 2025, EU Emissions Trading System (ETS) data viewer
10. IEA, 2023, Tracking Clean Energy Process 2023
11. 中国造纸协会, 2025, 《中国造纸工业 2024 年度报告》
12. 王玉涛、满奕、石磊等, 2024, 《“一带一路”造纸行业清洁生产与碳中和发展战略研究》
13. CDP Corporate Questionnaire, 2024, CDP-technical-note-scope-3-relevance-by-sector
14. 书赞按诺, 2025, 《书赞按诺 2024 可持续发展报告》
15. 雨森集团, 2025, 《雨森集团深化与书赞按诺合作, 开启生活用纸绿色转型新篇章》
16. 冠豪高新, 2024, 《塑造新一代环保包装与标签, 冠豪高新在做些什么?》
17. 书赞按诺, 2025, 书赞按诺携手合作伙伴在世界环境日发布碳中和笔记本 以 ISO 14068-1 树立可持续发展新标杆
18. 中顺洁柔纸业股份有限公司, 2025, 《2024 环境、社会和公司治理 ESG 报告》
19. 财富纸业传媒, 2025, 《542 万撬动万吨纸! 五洲特纸技改“小手术”做活大产能》
20. 浙江省经济和信息化厅, 2024, 《浙江省制造业绿色低碳典型案例成果汇编》
21. 恒安集团, 2025, 《2024 环境、社会及管治报告》
22. 天工数据库, 天工生命周期数据平台
23. 书赞按诺, 2022, 书赞按诺助力中国制浆造纸行业共推可持续发展
24. 理光中国, 2024, “碳”索新动力 | 理光中国与太阳纸业联合践行 ESG, 赋能绿色办公领域
25. 仙鹤股份有限公司, 2024, 《2023 年度可持续发展报告》
26. 岳阳林纸股份有限公司, 2025, 《2024 环境、社会、和公司治理报告》
27. 书赞按诺, 2024, 《Climate Transition Action Plan》
28. UPM, 2024, Sustainability | A material solutions company

术语表

术语	定义
碳中和	国家、企业、团体、产品、活动或个人测算在一定时间内直接或间接产生的温室气体排放总量，并通过造树造林、节能减排等形式，抵消自身产生的二氧化碳排放量，实现二氧化碳“零排放”
脱碳	减少社会经济系统中碳的使用和排放，向低碳甚至无碳的社会经济模式转变
国家自主贡献	国家自主贡献是《巴黎协定》框架下各国根据自身情况和能力，自主提出的应对气候变化行动目标和措施，包括温室气体减排、适应气候变化等方面的内容
欧盟碳边境调节机制	欧盟实施的一项政策，旨在对进口到欧盟的高碳产品征收额外费用，使其碳成本与欧盟内部的碳排放交易体系下的产品相当，防止碳泄漏，确保欧盟企业的竞争力
欧盟碳排放交易体系	欧盟建立的温室气体排放配额交易市场，欧盟向企业分配一定数量的碳排放配额，企业若排放量超出配额需购买，低于配额可出售，通过总量控制和市场机制激励企业减排
禁废令	中华人民共和国生态环境部令（第 21 号）《关于废止固体废物进口相关规章和规范性文件的决定》
范围一排放	指企业拥有或控制的资源所产生的直接温室气体排放，如企业自备电厂的燃烧排放、车辆燃油产生的排放等
范围二排放	指企业使用外购电力、热力等产生的间接温室气体排放，与企业自身的能源消耗活动相关
范围三排放	指企业直接和间接活动之外，与企业价值链相关的上下游排放，包括原材料采购、产品运输、员工通勤等
可持续森林管理	以创新驱动可持续发展，在生产过程中实现森林运营效益和环境保护的平衡
林浆纸一体化	整合林、浆、纸三大环节，形成以纸养林、以林促纸的产业格局，促进制浆造纸企业永续经营和可持续发展
生命周期评估	汇总和评估一个产品（或服务）体系生命周期中的所有投入及产出对环境造成的和潜在的影响的方法
温室气体清单	以政府、企业等单位，系统核算其社会生产活动中直接或间接排放温室气体总量的工具
碳捕集利用与封存	将二氧化碳从工业过程、能源利用或大气中分离出来，直接加以利用或注入地层以实现减排的过程
循环经济	在生产、流通和消费等过程中进行的减量化、再利用、资源化活动的总称

术语	定义
碳足迹	国家、企业、团体、产品、活动或个人在系统中产生的温室气体排放量与温室气体清除量之和
木浆	以木材纤维为原料制成的纸浆
非木浆	除木材以外的纤维原料所制得的纸浆
再生纸浆	通过回收废纸、纸板并经过分拣、碎浆、筛选等工序制成的纸浆
制浆	通过机械、化学或化学机械方法将植物纤维原料分离为纸浆的过程
黑液	原料经碱法蒸煮以后从纸浆中分离出来的残液
碱回收	碱法蒸煮废液治理和综合利用的工艺环节
蒸煮	在蒸煮设备内使蒸煮液与植物纤维原料充分混合，在一定的温度、压力下进行化学反应，脱除原料中木质素并获取纸浆的工艺环节
漂白	通过化学或生物手段脱除纸浆中有色成分的工艺环节
压榨	通过压辊对湿纸幅进行机械挤压实现脱水与紧度提升的工艺环节
干燥	让湿纸经过内通热蒸汽的圆筒表面使纸干燥的工艺环节
洗涤	通过水或溶剂将蒸煮后纸浆与废液分离的工艺环节
全无氯漂白	用二氧化氯取代氯气漂白以大大降低漂白废水中的氯化有机化合物含量的技术
无元素氯漂白	指漂白所用试剂完全不含氯的技术
蒸汽梯级利用技术	分析蒸汽在不同压力和温度下的能级差异，合理利用不同能级的蒸汽，以充分发挥其效能的技术
热压榨技术	通过使湿纸页在受热状态下受压，减少脱水时的阻力，提高出纸干度及脱水效率的压榨技术
热风穿透干燥技术	利用一系列导辊，使高温热风在相对封闭区域中能直接冲击纸幅，以热对流和热传导相结合的干燥技术
纤维分级筛技术	将废纸浆中的长、短纤维分开进行处理的技术
中性脱墨技术	不加入氢氧化钠等碱性物质，只加入表面活性剂进行废纸造纸脱墨处理的脱墨技术



致谢

本报告由德勤（中国）与书赞校诺联合编写

特别鸣谢复旦大学王玉涛教授及其团队对本报告的支持

2025 年 7 月

关于德勤

德勤中国是一家立足本土、连接全球的综合性专业服务机构，由德勤中国的合伙人共同拥有，始终服务于中国改革开放和经济建设的前沿。我们的办公室遍布中国 31 个城市，现有超过 2 万名专业人才，向客户提供审计、税务、咨询等全球领先的一站式专业服务。

我们诚信为本，坚守质量，勇于创新，以卓越的专业能力、丰富的行业洞察和智慧的技术解决方案，助力各行各业的客户与合作伙伴把握机遇，应对挑战，实现世界一流的高质量发展目标。

德勤品牌始于 1845 年，其中文名称“德勤”于 1978 年起用，寓意“敬德修业，业精于勤”。德勤全球专业网络的成员机构遍布 150 多个国家或地区，以“因我不同，成就不凡”为宗旨，为资本市场增强公众信任，为客户转型升级赋能，为人才激活迎接未来的能力，为更繁荣的经济、更公平的社会和可持续的世界开拓前行。

Deloitte（“德勤”）泛指一家或多家德勤有限公司，以及其全球成员所网络和它们的关联机构（统称为“德勤组织”）。德勤有限公司（又称“德勤全球”）及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体，相互之间不因第三方而承担任何责任或约束对方。德勤有限公司及其每一家成员所和它们的关联机构仅对自身行为承担责任，而对相互的行为不承担任何法律责任。德勤有限公司并不向客户提供服务。请参阅 www.deloitte.com/cn/about 了解更多信息。

德勤亚太有限公司（一家担保责任有限公司，是境外设立有限责任公司的其中一种形式，成员以其所担保的金额为限对公司承担责任）是德勤有限公司的成员所。德勤亚太有限公司的每一家成员及其关联机构均为具有独立法律地位的法律实体，在亚太地区超过 100 个城市提供专业服务，包括奥克兰、曼谷、北京、班加罗尔、河内、香港、雅加达、吉隆坡、马尼拉、墨尔本、孟买、新德里、大阪、首尔、上海、新加坡、悉尼、台北和东京。

本通讯中所含内容乃一般性信息，任何德勤有限公司、其全球成员所网络或它们的关联机构并不因此构成提供任何专业建议或服务。在作出任何可能影响您的财务或业务的决策或采取任何相关行动前，您应咨询合格的专业顾问。

我们并未对本通讯所含信息的准确性或完整性作出任何（明示或暗示）陈述、保证或承诺。任何德勤有限公司、其成员所、关联机构、员工或代理方均不对任何方因使用本通讯而直接或间接导致的任何损失或损害承担责任。

© 2025。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

关于书赞校诺

书赞校诺是全球大型商品浆生产商，也是美洲主要的纸张和包装制造商，同时位列巴西最大雇主之一。秉持对可持续发展和创新的坚定承诺，书赞校诺以负责任的方式种植原材料，产品出口至全球 100 多个国家和地区，满足全球对生物基解决方案的需求。其产品广泛应用于日常用品，惠及 20 多亿人，涵盖卫生纸、纸巾、包装、印刷书写纸、个人卫生用品及纺织品等领域。书赞校诺于 100 多年前成立于巴西，如今业务遍布拉丁美洲、北美、欧洲和亚洲，并在圣保罗 B3（SUZB3）和纽约证券交易所（SUZ）上市。

书赞校诺于上世纪 80 年代起在中国开展木浆销售业务。过去十年里，得益于中国造纸行业的蓬勃发展，中国已成为书赞校诺木浆出口量最大的目的市场。

书赞校诺于 2007 年在上海设立了代表处，并于 2020 年变更为全资子公司，主要经营亚洲地区木浆销售。公司拥有专业的物流团队、经验丰富的技术支持团队以及以客户为中心的销售团队。

为了践行在中国的长期承诺，书赞校诺于 2022 年再次拓展中国团队，以响应中国社会低碳转型战略号召，更好地满足本地客户对产业升级的相应需求。新设立的团队致力于进一步为本地市场提供解决方案，从利用可再生资源开发创新性产品，到引入、共同研究并推动创新以追求可持续发展的解决方案，进而助力支持中国实现远大的环境和社会目标。更多信息，请访问：www.suzanoasia.com.cn。