

制浆造纸行业碳中和路径及清洁生产技术研究

宋佃凤

(山东仁丰特种材料股份有限公司 山东淄博 256400)

摘要: 本文系统研究了制浆造纸行业实现碳中和的技术路径与清洁生产策略。通过分析行业碳排放特征,提出了涵盖能源结构调整、工艺优化、碳捕集利用和林业碳汇的全链条减排路径。研究表明,生物质能源替代、黑液气化、高效热泵等清洁生产技术可显著降低生产过程碳排放;碳捕集与封存技术为难以避免的排放提供了解决方案;可持续林业管理则增强了碳吸收能力。

关键词: 制浆造纸;碳中和;清洁生产;碳减排;生物质能源

引言

在全球气候变化加剧的背景下,实现碳中和已成为各行业的共同目标。制浆造纸行业作为重要的基础原材料产业,既是能源消耗大户,也具备独特的生物质碳循环优势。根据国际能源署数据,全球制浆造纸行业碳排放约占工业总排放的6%,减排潜力巨大。同时,该行业通过原料获取、能源利用等环节,在碳减排和碳固定方面具有天然优势。

一、制浆造纸行业碳排放现状分析

1. 生产过程中的碳排放

制浆造纸行业在其生产过程中,不可避免地会产生大量的温室气体排放,这些排放物主要包括由于燃烧化石燃料而产生的二氧化碳、在工艺过程中释放的甲烷以及氧化亚氮等多种有害气体。这些温室气体的排放主要源自于生产过程中的多个关键环节,如能源供应环节中化石燃料的燃烧、制浆环节中化学药品的使用、造纸环节中机械设备的运转,以及废水处理环节中有机物的分解等。随着制浆造纸行业生产规模的不断扩大和技术的持续进步,尽管部分环节的能效有所提升,但整体碳排放量仍在逐年增长,这种现象对全球气候变暖和生态环境恶化产生了显著的负面影响,给环境保护带来了巨大的压力和挑战。

2. 能源结构与碳排放强度

制浆造纸行业的能源结构在很大程度上主要依赖于传统的化石燃料,具体而言,主要包括煤炭、石油以及天然气等常见的能源形式。这些化石燃料在燃烧过程中,不仅会释放出大量的二氧化碳等温室气体,导致碳排放量急剧增加,还对环境造成了极为严重的负面影响。尤其是,这种燃烧方式显著加剧了空气污染和温室效应的问题,使得环境状况进一步恶化。此外,由于制浆造纸行业在生产工艺和设备方面存在一定的局限性,导致其碳排放强度相对较高。这意味着在单位产量下,该行业所产生的碳排放量显著高于其他行业,进一步加剧了环境的负担,使得环境保护面临更大的挑战。

3. 碳中和战略的挑战与机遇

面对全球范围内日益紧迫的碳中和目标所带来的严峻挑战,制浆造纸行业作为传统的高耗能、高排放行业,必须以更加积极的态度和坚定的决心,主动寻求行业内部的转型与升级路径。一方面,行业内部应大力推广和应用清洁生产技术,通过引入先进的节能减排设备,优化生产流程,显著提高能源利用效率,同时调整和优化原料结构,优先选用低碳环保的原料,从而有效降低生产过程中的碳排放量。另一方面,充分利用生物质能源所蕴含的巨大潜力,积极探索和实施生物质气化、发酵等创新技术手段,将生产过程中产生的废弃物高效转化为可再生的能源和有价值的化学品,这不仅有助于实现资源的循环利用,还能有效促进碳的固定,减少大气中的二氧化碳浓度。此外,制浆造纸行业还应积极加强与国际同行之间的合作交流,共享先进的碳中和技术和经验,同时加大技术创新力度,研发

更多符合碳中和要求的绿色技术和产品,从而有力推动碳中和战略在各环节的实施和落地,为全球应对气候变化贡献行业力量。

二、国内外碳中和政策与标准对比

1. 国际碳中和政策动态

近年来,随着全球范围内对气候变化问题的关注度不断提升,各国政府纷纷将应对气候变化作为重要议题,并相继出台了一系列与碳中和相关的政策和法规。例如,欧盟委员会提出了雄心勃勃的“欧洲绿色协议”,该协议明确设定了到2050年实现碳中和的宏伟目标,旨在通过一系列政策措施推动经济和社会的绿色转型。与此同时,中国作为全球重要的经济体和碳排放大国,也积极响应气候变化挑战,明确提出了“双碳”战略目标,即力争在2030年前实现碳排放达峰,并在2060年前全面实现碳中和。这些具有前瞻性和战略性的政策举措,不仅为全球应对气候变化贡献了重要力量,也为制浆造纸行业在内的众多传统产业的碳中和转型提供了明确的政策指引和强有力的支持,有力地推动了相关行业向低碳、绿色、可持续发展方向迈进。

2. 国内碳中和标准体系

为了积极推动碳中和目标的顺利实现,中国正在稳步且系统地建立并不断完善与碳中和相关的全方位标准体系。这一标准体系不仅全面涵盖了碳排放的精确核算方法、碳足迹的科学评价标准,还包括了碳中和的权威认证机制等多个重要方面。这些细致入微的标准为制浆造纸行业提供了具体且量化的评估方法和坚实可靠的依据,确保了行业在碳中和进程中的每一步都有章可循、有据可依。与此同时,政府还大力鼓励相关企业积极投身于碳中和标准的制定和具体实施过程中,通过企业的广泛参与和深度合作,进一步提升整个制浆造纸行业在碳排放管理方面的整体水平和综合能力,从而有力地推动行业向绿色低碳方向持续健康发展。

3. 国内外政策与标准的差异与协同

尽管国内外在碳中和政策的具体制定和实施细节上存在一定的差异和不同,但无论是国内还是国外,双方都怀有共同的愿景和目标,那就是坚定不移地致力于推动全球碳中和目标的顺利实现。为了达到这一宏伟目标,通过不断加强国际间的合作与交流,可以有效促进国内外碳中和政策之间的协同效应和互补作用,从而形成合力,共同推动制浆造纸行业朝着碳中和的方向进行顺利转型。与此同时,积极借鉴和吸收国际上先进的碳中和技术和成功经验,也能够为国内的相关企业提供更为丰富多样的转型路径和选择方案,助力企业在碳中和的道路上走得更加稳健和高效。

三、清洁生产技术在制浆造纸中的应用

1. 节能降耗技术

通过全面深入地优化和持续改进生产工艺流程,积极引进

并广泛应用高效节能的先进设备,以及全方位实施科学化、精细化的能源管理系统,能够显著且有效地降低制浆造纸过程中的能源消耗水平。具体而言,例如,采用新型高效的蒸煮技术和更为环保、低污染的漂白工艺,不仅能够大幅减少化学药品的使用量,有效降低对环境的潜在污染风险,还能显著减少废水的排放量,从而有力地推动绿色生产模式的实现。与此同时,这些先进技术的应用不仅能显著提升纸浆的质量和产量,确保产品的高标准和高效率,还能为企业带来经济效益和环境效益的双重提升,实现可持续发展目标,进一步巩固和提升企业在市场中的竞争力和品牌形象。

2. 废水处理技术

在制浆造纸的生产过程中,不可避免地会产生大量的废水,这些废水中富含了众多有机物质以及悬浮颗粒,它们的存在对周围的自然环境构成了极为严重的污染威胁。这些有机物和悬浮物如果不经过妥善处理,直接排放到水体中,将会导致水质恶化,影响水生生态系统的平衡,甚至对人类健康造成潜在风险。为了有效应对这一问题,业界不断探索并应用了一系列先进的废水处理技术。其中,生物处理技术通过微生物的代谢作用,能够分解废水中的有机污染物;膜分离技术则利用膜的筛选功能,将废水中的悬浮物和溶解性物质进行有效分离;而高级氧化技术则通过产生强氧化性的自由基,破坏有机污染物的结构,使其转化为无害物质。通过这些技术的综合运用,不仅能够高效去除废水中的各类污染物,确保废水在排放前达到国家或地方的环保标准,还可以实现废水的资源化利用,变废为宝,循环应用于生产过程,从而在保护环境的同时,也为企业节约了宝贵的水资源。

3. 资源回收利用技术

在制浆造纸的生产过程中,由于工艺本身的复杂性和多样性,不可避免地会产生一系列的废弃物。这些废弃物种类繁多,包括但不限于废渣、废液以及废纸等。尽管在传统观念中,它们通常被视为无用的副产品,被简单地丢弃或处理,但实际上,这些废弃物都蕴含着一定的资源价值,具有潜在的再利用可能性。为了充分挖掘和利用这些废弃物的内在价值,可以通过实施一系列先进的资源回收利用技术来实现。例如,对废纸进行脱墨处理,去除油墨和其他杂质,使其恢复到可再次用于造纸的状态,从而实现废纸的再生利用;或者从废液中提取出有用的化学物质,如木质素、纤维素等,这些物质在化工、建材等领域有着广泛的应用前景。这样一来,不仅能够有效减少废弃物对环境的排放压力,降低对土壤、水源等自然资源的污染和消耗,同时还能为企业带来额外的经济效益,提升资源利用效率,实现资源的高效循环利用。这种做法不仅符合绿色环保的理念,还能促进造纸行业的可持续发展,推动行业向更加环保、高效的方向迈进。

四、制浆造纸行业碳中和路径探索

1. 绿色供应链管理

建立一套全面而完善的绿色供应链体系,其核心目标在于从最初的原料采购阶段开始,贯穿整个生产加工环节,再到后续的物流运输流程,直至最终产品的销售环节,这一完整链条的每一个环节都坚定不移地推行绿色、低碳、环保的先进理念,并将其付诸具体的实践行动。在这一过程中,我们积极鼓励并引导供应链中的各个环节供应商,优先考虑和选择使用那些对环境友好的环保型材料,同时采纳和实施能够有效节能减排的生产工艺和技术手段。通过这些具体的措施,我们旨在有效减少供应链中各个环节所产生的碳排放量,力求实现整个供应链

系统的全面绿色化,并确保其能够实现可持续发展。通过这一系列系统化的措施实施,不仅能够显著提升产品的环保性能,满足市场和消费者对绿色产品的需求,更为重要的是,它为企业的长远发展奠定了坚实而稳固的绿色基础,使企业在激烈的市场竞争中占据有利地位,实现经济效益与环境效益的双赢。

2. 能源结构转型

逐步减少对化石能源的依赖性使用,积极推动能源结构向更加绿色、可持续的方向进行深度转型,不断增加可再生能源在整体能源消费中所占的比例,以构建一个更加环保和高效的能源体系。具体措施包括大力推广太阳能、风能等清洁能源的广泛应用,通过政策引导、技术支持和市场推广等多方面手段,全方位促进这些清洁能源在工业、交通、建筑等各个领域的广泛渗透和普及。与此同时,通过科学规划和有序建设分布式能源系统,合理布局各类能源设施,优化能源配置,提升能源利用的综合效率,确保能源供应的稳定性和安全性。这不仅有助于提高能源系统的灵活性和可靠性,还能有效降低单位产值的碳排放强度,减少对环境的负面影响,促进生态环境的持续改善。通过这些综合措施的实施,旨在为实现绿色低碳发展奠定坚实的基础,推动经济社会可持续发展,最终实现人与自然的和谐共生。

3. 碳汇与碳补偿机制

我们应当秉持积极向上的态度和付诸实际行动,毫无保留地全身心投入到植树造林、森林管理以及其他各类碳汇项目的具体实施过程中,充分且有效地利用大自然所赋予的宝贵生态调节功能,通过科学的方法和手段,有效地吸收和储存大气中的二氧化碳,从而在源头上有效减缓温室效应所带来的负面环境影响,为保护地球生态环境做出积极贡献。与此同时,我们还应当积极探索并逐步建立健全的碳补偿机制,通过采取包括但不限于购买碳信用额度在内的多元化手段,对企业生产经营过程中难以完全避免的碳排放进行科学合理且有效的抵消,力求在每一个环节上都做到精益求精,最终实现碳中和的宏伟目标。这不仅是对环境责任的担当,更是为构建绿色低碳、可持续发展的社会模式贡献出我们应有的力量,为子孙后代留下一个更加美好和宜居的地球家园。

结论

综上,制浆造纸行业在实现碳中和目标的过程中面临着诸多挑战与机遇。通过深入分析碳排放现状、借鉴国内外先进经验、推广清洁生产技术以及探索适合我国国情的碳中和路径,我们有理由相信,在政府、企业和社会各界的共同努力下,制浆造纸行业将为实现全球碳中和目标作出积极贡献。

参考文献:

- [1] 闫洪成,张艳. 清洁生产视角下人工湿地与造纸废水处理工艺的融合研究 [J]. 造纸科学与技术, 2024, 43 (04): 38-41+48. DOI:10.19696/j.issn1671-4571.2024.4.009.
- [2] 徐衍鹏. 芦竹生物制浆清洁生产工艺研究 [D]. 齐鲁工业大学, 2024. DOI:10.27278/d.cnki.gsdqc.2024.000035.
- [3] 杨雨桐. 基于造纸工艺数据分析的环保税税基核定方法及应用研究 [D]. 中国石油大学(华东), 2022. DOI:10.27644/d.cnki.gsydu.2022.000533.
- [4] 徐峻,李军,曾劲松. 制浆造纸行业水污染全过程控制技术 [M]. 化学工业出版社: 202106. 336.

作者简介: 宋佃凤, 1966.09, 汉族, 山东淄博人, 山东千部函授大学, 经济管理, 山东仁丰特种材料股份有限公司创始人兼董事长。