

循环经济下铝行业绿色供应链管理体系构建

王雨靖

广西财经学院

DOI:10.32629/ej.v9i5.3497

[摘要] 在“双碳”战略与循环经济政策背景下,铝行业作为高耗能、高排放的基础产业,其产业链长、固废产量大、资源消耗突出,传统供应链模式已无法适应绿色发展需求。本文依托循环经济与绿色供应链相关理论,梳理行业在绿色采购、清洁生产、绿色物流、资源循环及产业链协同方面的突出问题,从五个维度构建铝行业绿色供应链管理体系并提出实施路径,为有色金属行业绿色高质量发展提供思路。

[关键词] 循环经济; 绿色供应链管理; 体系构建; 指导策略

中图分类号: D912.29 **文献标识码:** A

Construction of a Green Supply Chain Management System for the Aluminum Industry in the Circular Economy

Yujing Wang

Guangxi University of Finance and Economics

[Abstract] Under the backdrop of the "dual carbon" strategy and circular economy policies, the aluminum industry—a high-energy-consuming and high-emission foundational sector—characterizes itself by a long industrial chain, substantial solid waste generation, and significant resource consumption. The traditional supply chain model can no longer meet the demands of green development. Drawing on theories of circular economy and green supply chains, this paper identifies key challenges in the industry regarding green procurement, clean production, green logistics, resource recycling, and industrial chain synergy. It establishes a green supply chain management framework for the aluminum industry across five dimensions and proposes implementation pathways, offering insights for the green and high-quality development of the non-ferrous metals sector.

[Key words] Circular Economy; Green Supply Chain Management; System Construction; Guiding Strategies

1 引言

随着我国生态文明建设持续推进,“双碳”目标已成为各行各业绿色转型的核心导向。《“十四五”循环经济发展规划》明确提出,要推动有色金属等重点行业构建资源循环型产业体系,完善绿色供应链建设,提升全链条资源利用效率。铝行业作为国民经济重要的基础原材料产业,具有产业链长、能耗高、固废排放量大的典型特征,其供应链覆盖铝土矿开采、氧化铝炼制、电解铝生产、铝材加工及废弃物处理等关键环节,全流程环境负荷与资源消耗问题突出。

传统铝行业供应链以线性生产模式为主,重生产、轻循环,重效益、轻环保,不仅造成铝土矿资源过度消耗、赤泥与铝灰等危废处置压力激增,还导致供应链上下游绿色标准不统一、协同效率低下。在此背景下,将循环经济理念融入供应链管理,构建一体化绿色供应链体系,成为铝行业破解资源约束、降低环境负荷、提升核心竞争力的关键路径。本文立足循环经济视角,结合铝行业产业特性,系统探究绿色供应链管理体系的构建逻辑与

实施路径,为行业高质量发展提供支撑。

2 核心概念与理论基础

2.1 绿色供应链管理

绿色供应链管理是把环保理念融入到供应链所有环节中的现代化管理方式,涵盖绿色采购、绿色生产、绿色物流、绿色回收等内容,通过上下游企业协同管控,实现供应链经济效益、环境效益与社会效益的统一。相较于传统供应链,绿色供应链更注重全生命周期环境管理与资源高效利用,是循环经济理念在产业运营中的具体落地形式。

2.2 循环经济理论

循环经济是以“减量化、再利用、资源化”为核心原则的经济发展模式,旨在替代“资源—产品—废弃物”的线性模式,构建“资源—产品—再生资源”的闭环流动体系。该理论雏形源于20世纪60年代鲍尔丁的“宇宙飞船理论”,通过提升资源利用率、减少废弃物排放、保护生态系统,实现经济增长与环境负荷脱钩的可持续发展目标。循环经济理论弥补了传统经济“重

生产、轻循环”的缺陷,为高耗能行业破解资源约束、平衡经济发展与生态保护提供了底层逻辑框架。

3 铝行业供应链管理现状与突出问题

当前我国铝行业供应链已经形成了相对完整的产业布局,不过在往绿色化、循环化转型的过程中,还是会遇到不少的实际问题,在全链条的绿色管理水平和行业高质量发展的要求之间,存在着比较明显的差距,具体问题如下:

3.1 绿色采购机制不完善,供应商绿色管理缺失

铝行业上游供应商涉及的领域有很多,包括铝土矿开采、碳素材料生产、化工原料供应等,这些企业不仅数量多、分布十分分散,规模大小也相差悬殊,整个行业到现在还没有形成统一的绿色采购标准体系。大部分铝企在做采购决策的时候,还是会把原料的价格、供货的稳定性当成最核心的考量因素,对于供应商的能耗水平、污染物排放、资源利用效率、生态修复责任这些绿色指标,没有做到量化的考核,也没有设置严格的准入约束,一些高耗能、高排放的小型供应商,依然市场中占有一定的份额。另外,企业和供应商之间,大多只是简单的买卖合作关系,没有搭建起绿色协同发展的机制,上游原料开采环节出现的生态破坏、资源浪费等问题,也没办法通过供应链的联动治理得到有效解决,源头的绿色管控存在着明显的缺位问题。

3.2 生产环节能耗偏高,清洁生产水平不足

电解铝、氧化铝生产是铝行业能耗与碳排放的核心环节,会受到生产工艺、能源结构的双重限制,行业整体的清洁生产水平还有很大的提升空间。一方面能源结构还是以化石能源为主,水电、光伏等清洁能源的使用比例偏低,这也让电解铝环节的碳排放量一直处在高位,成了行业降碳工作的主要瓶颈;另一方面部分中小企业的生产设备过于老旧,节能工艺的普及程度也不高,生产过程中会产生赤泥、铝灰、电解槽大修渣等大量工业固废,无害化处置与资源化利用率还不到30%,大量固废被堆存起来,不仅会占用大量的土地资源,还会带来污染土壤、污染水源的环境风险。除此之外,多数企业没有搭建全流程的清洁生产管理体系,能耗管控、污染物治理、资源回收等环节都缺少标准化的操作流程,生产环节的资源浪费和环境负荷问题,表现得尤为突出。

3.3 绿色物流应用不足,运输与包装非绿色化问题突出

铝行业的原料和产品都有体积大、重量大、运输频次高的特点,物流环节也成了供应链能耗与碳排放的重要来源。目前铝行业的物流运输结构存在明显的不合理之处,公路运输的占比超过了70%,铁路、水路等低碳、大运量的运输方式占比却很低,运输环节的燃油消耗和碳排放总量居高不降。同时,产品包装大多会用到塑料、木质等不可降解或者一次性的材料,过度包装、包装冗余的现象十分普遍,包装废弃物的回收复用率还不到20%,造成了大量的资源浪费和环境污染。另外,物流的信息化管理水平整体偏低,运输路线的规划还在依赖传统的经验,迂回运输、空载运输、重复运输等问题频繁出现,这不仅会把物流的运营成本推高,还会进一步加重物流环节的资源消耗和环境影响。

3.4 资源循环利用水平低,逆向回收体系不健全

资源循环利用是循环经济的核心内容,但目前铝行业的资源闭环回收体系还没有搭建完善。再生铝的回收渠道比较分散,分拣的标准化程度低,再生加工的技术也相对落后,再生铝产量占原铝产量的比例,和发达国家相比有着很大的差距,大量的废铝不能被高效地回收再利用。赤泥、铝灰等大宗工业固废的资源化利用技术,还处在研发示范的阶段,没能实现规模化、产业化的应用,多数固废只能做简单的堆存处理,资源的循环利用价值没有被充分挖掘出来。与此同时,逆向物流环节存在严重的缺失,废铝、工业固废、包装废弃物的回收、运输、再加工,都没有被纳入供应链的统一管理中,“资源—产品—废弃物—再生资源”的闭环链条无法被有效打通,循环经济的发展也缺少了必要的基础支撑。

3.5 全链条绿色协同机制缺失

铝行业供应链的上下游企业大多是各自为战的状态,缺少统一的绿色发展标准,也没有搭建信息共享的平台,绿色技术、环保数据、资源循环信息、碳排放数据等内容,无法在供应链内部实现高效的流通。行业内龙头企业的链主带动效应没有被充分发挥出来,很难引导上游供应商、下游加工企业一起开展绿色转型、减污降碳的工作,绿色供应链管理还只是停留在单个企业的内部,无法实现全链条的绿色升级。除此之外,企业之间的绿色合作缺少利益联结的机制,绿色转型的成本分摊、效益共享的模式都还未建立起来,中小企业的绿色转型动力明显不足,这也让整个供应链的绿色发展水平变得参差不齐。

4 基于循环经济的铝行业绿色供应链管理体系构建策略

4.1 构建绿色采购与供应商管理体系

绿色采购是供应链绿色化的源头环节,企业要结合铝行业特性,制定量化可落地的绿色采购规范,将能源消耗、碳排放、固废产生率、生态修复水平等指标,全部纳入供应商准入门槛,建立“资质审核—现场核查—绩效评价—动态淘汰”的全周期供应商管理机制。

定期对供应商开展绿色绩效评级,对评级优秀的供应商给予长期合作、订单倾斜的激励,对环保不达标、整改不力的供应商及时清退。同时,与核心供应商搭建绿色战略合作关系,联合开展绿色原料研发、生态开采、清洁生产等技术攻关,推动上游企业开展清洁开采、绿色生产,从原料端降低供应链环境负荷,筑牢绿色供应链的源头防线。

4.2 打造绿色生产与低碳制造体系

绿色生产是降碳减耗的核心环节,要加快铝行业生产端绿色技术改造,全面推广水电、光伏、风电等清洁能源替代,优化能源结构,降低化石能源依赖。聚焦电解铝、氧化铝核心环节,普及节能电解槽、短流程加工等先进工艺,提升能源利用效率。

加大赤泥、铝灰资源化利用技术研发与产业化投入,实现工业固废无害化处置与资源化利用。企业需建立标准化清洁生产管理体系,完善能耗监测、污染物排放管控、资源回收利用流程,

将绿色生产指标纳入生产部门绩效考核。同时推行产品绿色设计,提升产品可回收性与循环利用价值,建立生产全过程能耗监测、固废分类处置、余热循环利用机制,让生产环节实现“低耗、低排、高效”。

4.3 优化绿色物流与绿色包装模式

绿色物流与绿色包装是供应链低碳高效运营的关键环节,直接决定供应链非生产环节的能耗与排放水平。要全面优化铝行业物流运输结构,大幅提升铁路、水路、多式联运等低碳大运量运输方式占比,逐步降低对公路运输的过度依赖。依托大数据、物联网技术搭建智慧物流管理平台,精准规划运输路线、优化车辆调度,减少迂回运输与空载运输。

大力推广可降解、可重复使用的环保包装材料,健全包装废弃物回收再利用机制,严格管控一次性包装与过度包装行为,从源头削减包装废弃物。构建绿色运输、绿色仓储、绿色包装的一体化物流体系,完善物流环节能耗与碳排放管控流程,将绿色物流指标纳入供应链绩效考核,推动物流环节实现低碳集约、高效环保的稳定运行。

4.4 健全资源循环与逆向回收体系

资源循环与逆向回收是循环经济落地的核心支撑,也是铝行业破解资源约束的关键抓手。要加快搭建区域性再生铝集中回收、分拣、加工平台,规范废铝回收渠道,持续提升再生铝加工技术与产品质量,提高再生铝在行业原料供给中的占比。大力推进赤泥、铝灰、大修渣等大宗工业固废资源化利用技术的研发与产业化应用,深挖各类固废的循环利用价值。

将逆向物流全面纳入供应链全流程管理,建立企业、回收机构、加工企业三方协同联动的回收机制,完善废铝、工业固废、包装废弃物闭环回收与再利用流程。健全资源循环利用管控与评价体系,将再生资源利用率等指标纳入企业环保绩效考核,真正打通资源到产品、废弃物到再生资源的完整循环链条,为铝行业循环发展筑牢基础。

4.5 完善全链条协同与实施保障机制

全链条协同是绿色供应链高效运转的核心,要搭建铝行业绿色供应链信息共享平台,统一绿色标准、碳排放核算、资源循环数据口径,实现供应链上下游的信息互通、数据共享。还要发挥行业龙头企业链主引领作用,牵头组建绿色供应链产业联盟,从而带动中小企业协同开展绿色转型,分摊转型成本、共享发展效益。

同时,构建全方位实施保障体系,加强行业绿色人才培养,

开展绿色供应链、循环经济、清洁生产等专题培训,提升从业人员绿色管理能力。强化企业环保主体责任意识,营造“绿色发展、循环利用”的行业氛围。从政策、技术、资金层面给予支撑,推动绿色技术研发与应用,保障绿色供应链管理常态化、长效化推进,最终实现铝行业全链条绿色升级。

5 结语

把循环经济理念融入绿色供应链管理,是铝行业实现低碳转型、提升可持续发展能力的必不可少的选择。当前铝行业的供应链,依旧存在绿色采购管控不到位、生产能耗偏高、物流环节非绿色化、资源循环利用不足、协同机制不完善等问题,迫切需要搭建起系统化、闭环式的绿色管理体系。在此基础上,本文从绿色采购管理、低碳生产制造、绿色物流包装、资源逆向回收、全链条协同保障五个层面,搭建起一套适配铝行业发展的绿色供应链完整体系,并提出了具体可落地的实施策略。

在未来的发展中,绿色技术会持续创新、政策体系会不断完善、数字化技术也会深度赋能各行各业,铝行业还需要进一步深化循环经济和绿色供应链的融合应用,持续提升资源的循环效率、降低全链条的碳排放量,为我国有色金属行业的高质量发展和“双碳”目标的顺利实现提供有力支撑。

【参考文献】

- [1]连捷.基于供应链管理的绿色物流发展路径探析[J].商业经济研究,2021(9):94-96.
- [2]朱玉芬.绿色物流背景下的供应链管理体系构建[J].全国流通经济,2023(11):77-80.
- [3]王法军.风电企业绿色供应链管理体系构建研究[J].物流工程与管理,2023,45(09):96-98.
- [4]王婧,赵梦楠,任春华,等.“双碳”背景下绿色供应链管理对企业可持续发展绩效的影响[J].科技和产业,2026,26(04):274-284.
- [5]马涛,张瑞雪,武美辰,等.绿色供应链、碳绩效与企业价值创造——基于供应链协同减排效应[J].会计之友,2026,(04):21-28.
- [6]朱洪滨.“双碳”目标下能源企业绿色供应链管理优化研究[J].物流科技,2024,47(12):150-153.

作者简介:

王雨靖(2002--),女,壮族,广西象州人,硕士研究生在读,研究方向:企业财务与会计(CFO)。