第 8 卷◆第 3 期◆版本 1.0◆2025 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4740 /（中图刊号）：715GL012

基于循环经济理念的铁路危险废物资源化利用策略

吴雅茹
国能包神铁路有限责任公司
DOI:10.12238/eep.v8i3.2566

[摘　要] 铁路运输过程中产生的危险废物具有较高的环境风险和资源潜力。围绕减量化、再利用、再循环原则,系统分析铁路危废的产生特征与资源属性,揭示现行管理体系中的技术和制度制约,提出以闭环循环为核心的资源化路径,并结合区域试点评估其成效。研究表明,通过政策优化与多产业协同发展,铁路危险废物可实现高效转化与价值再生,助力铁路行业迈向绿色低碳发展新阶段。
[关键词] 循环经济；铁路危险废物；资源化利用；绿色物流
中图分类号：TE833　文献标识码：A

Resource utilization strategy of railway hazardous waste based on circular economy concept

Yaru Wu
Guoneng Baoshen Railway Co., LTD

[Abstract] Hazardous waste generated during railway transportation poses significant environmental risks and resource potential. Based on the principles of reduction, reuse, and recycling, this study systematically analyzes the characteristics of hazardous waste generation and its resource attributes in the railway sector. It reveals the technical and institutional constraints within the current management system and proposes a resource recovery pathway centered on closed-loop circulation. The study also evaluates the effectiveness of this approach through regional pilot projects. Research indicates that by optimizing policies and promoting coordinated development across multiple industries, hazardous waste from railways can be efficiently converted and regenerated, contributing to the green and low-carbon transformation of the railway industry.
[Key words] circular economy; railway hazardous waste; resource utilization; green logistics

引言

随着环境保护要求的不断提高,传统以末端处理为主的处置模式已难以适应绿色发展的需要。推动铁路危险废物的资源化利用,不仅是提升行业环境治理水平的关键举措,也是实现减污降碳协同增效的重要路径。循环经济理念为破解危废管理难题提供了新视角,通过资源闭环流动和产业协同联动,探索高效、可持续的转化机制,助力构建环境友好、资源集约的现代铁路物流体系。

1 铁路危险废物的来源与资源属性识别

铁路运输作为国家重要的基础设施体系,在长期运行过程中不可避免地产生多种类型的废弃物,其中部分具有腐蚀性、毒性、反应性或易燃性等特征,被归类为危险废物。这些危险废物主要来源于机车维修、车辆检修、轨道施工维护、通信信号设备更换以及运营过程中的油品泄漏等多个环节。内燃机车在日常维护中会更换出废矿物油、废铅酸蓄电池；电气化铁路接触网和牵引变电所设备老化后会产生含重金属的绝缘材料和报废电子元件；轨道打磨作业中产生的铁屑及涂料残渣也可能因含有有害物质而纳入危废名录管理。

从分类上看,铁路危险废物涵盖《国家危险废物名录》中多个类别,包括HW08废矿物油、HW31废铅蓄电池、HW49其他废物等。不同种类的危险废物具有不同的理化特性和环境风险,因此在资源属性识别上也存在显著差异。以废矿物油为例,其主要成分为基础油和添加剂残留,通过物理分离、精炼处理可重新用于润滑油产品生产,具备较高的再生利用价值。而含铅类电池则因其金属含量高但污染性强,需采用专门的冶金回收技术提取有价金属,实现资源闭环回用。

在资源属性方面,铁路危险废物普遍具有成分复杂、回收难度大等特点,但也蕴含一定比例的可再利用物质。如废旧金属部件可通过熔炼提纯再次投入制造领域,含贵金属的电子废料可经专业处理回收金、银等稀有元素。部分有机溶剂废液在经过蒸馏净化后仍可用于清洗、萃取等工业用途。识别这些潜在资源价值是推动后续高效分类、精准处置和资源转化的前提条件。值得注意的是,铁路危险废物的产生具有时空分布不均、批次小而种类多的特点,这对收集、运输和集中处理提出了更高的管理要求。

2 现有管理体系下的技术与制度瓶颈

当前铁路危险废物的管理主要依托于国家层面的废物法律法规体系，以及行业内部制定的环保管理制度。然而，在实际运行过程中，仍存在诸多制约资源化利用效率提升的技术障碍与制度性约束。这些瓶颈不仅影响了铁路系统内危险废物的分类收集、转运处理效率，也限制了再生资源的深度开发与再利用。在技术层面，铁路危险废物的处理手段相对传统，多数环节仍以末端治理为主，缺乏全过程控制理念。一方面，由于铁路运营区域分布广泛，不同站点及维修基地之间的技术装备水平参差不齐，导致危险废物在初步分类、预处理等环节难以实现标准化操作。另一方面，部分处理工艺落后，依赖物理填埋或高温焚烧等处置方式，未能充分考虑资源回收潜力，造成二次污染风险的也浪费了其中可再利用的物质成分。

与此危险废物的资源化技术水平尚未形成系统化支撑体系。尽管已有一定的再生利用技术储备，但在分离提纯、无害化处理和产品标准认定等方面仍缺乏统一规范。对废矿物油的再生加工虽已具备一定能力，但其成品质量稳定性难以满足工业使用要求；又如含重金属类废弃物的金属提取技术尚处于试验阶段，未实现规模化应用。技术成熟度不足直接限制了资源转化路径的拓展与产业化落地。在制度层面，管理体系尚存多头监管、权责不清的问题。铁路危险废物涉及生态环境、交通运输、应急管理等多个行政主管部门，政策执行中易出现衔接不畅、标准不一的情况。现行法规虽然明确了危险废物的全过程管理要求，但在跨区域协同、信息共享、运输许可等方面缺乏灵活高效的配套机制，致使部分危废在流转过程中面临合规难题。

激励机制缺失也是制约资源化利用的重要因素。目前针对危险废物再生利用企业的财税支持政策覆盖面有限，且铁路系统内部尚未建立有效的绿色绩效评估体系，导致相关单位在推进资源化方面缺乏积极性。危险废物资源化产品的市场准入机制不健全，缺乏权威认证标准与推广渠道，进一步削弱了再生资源的经济价值和流通空间。

3 基于循环经济的资源化模式设计路径

构建以循环经济为核心理念的铁路危险废物资源化利用模式，需从全生命周期管理视角出发，围绕源头减量、过程控制、终端转化与协同共享等关键环节，系统设计具有可操作性与可持续性的实施路径。该路径应体现技术集成、制度保障与产业联动的多维协同，推动铁路危险废物流通体系由“线性处理”向“闭环循环”转变。在源头减量化层面，通过优化铁路设备选型与工艺流程，降低危险物质的使用强度和排放规模。推广绿色维修技术和清洁生产方式，在机车维护、轨道养护及信号系统更新过程中优先采用环保材料与低毒替代品，减少有毒有害成分的产生。建立全过程监控机制，对各类作业环节中可能产生的危险废物进行动态识别与分类管控，为后续高效处置奠定基础。

在收集与转运体系构建方面，需强化铁路系统的网络化组织能力，依托既有运输基础设施布局建设区域性危险废物集中收集点与中转站。通过统一编码标识、智能追踪管理与合规运输调度，提升危险废物在铁路系统内的流转效率与安全性。推动与地方生态环境部门及相关再生利用企业的信息互通与业务对接，实现跨行业、跨区域的危废转移监管与处置协同。在资源转化环节，重点推动先进技术的研发应用与产业化集成。结合不同类别危险废物的理化特性，发展适配性强的分质处理技术体系，如针对含金属类废弃物的湿法冶金回收工艺、有机废液的催化裂解再生技术以及高热值危废的能量回收利用方式。鼓励企业开展危废再生产品的标准制定与质量认证体系建设，提升再生资源的附加值与市场接受度。

在制度保障机制方面，需完善铁路危险废物资源化利用的政策支持框架。健全相关法规标准体系，明确各环节责任主体的权利义务关系，推动形成覆盖收集、运输、处理、再利用的全流程管理制度。探索建立绿色绩效激励机制，将资源化利用成效纳入铁路运营单位环保考核指标，并通过财政补贴、税收优惠等方式引导社会资本参与危废再生产业发展。产业协同平台的搭建也是路径设计中的重要组成部分。

4 典型区域试点项目的实施效果评估

在推进铁路危险废物资源化利用的过程中，部分区域率先开展试点项目，依托循环经济理念，结合本地产业基础与铁路运营特点，探索具有可复制性的实施路径。这些试点项目围绕技术应用、管理模式、政策机制等方面展开实践，并通过系统监测与数据采集，对实际成效进行动态评估，为后续推广提供参考依据。在技术实施层面，试点区域普遍采用分类精细、流程优化的处理方式，提升危险废物的再生利用率。通过对废矿物油、报废电池、金属废料等重点类别危废进行分质处置，配套建设具备无害化预处理和资源回收功能的设施，逐步形成以高效分离、清洁再生为核心的工艺体系。运行数据显示，关键节点上的资源转化效率有所提高，部分再生产品的品质达到行业使用标准，初步实现闭环循环。

在管理运行方面，试点项目强化了铁路单位与地方政府、环保企业之间的协作机制，推动建立统一调度、集中收运、规范处置的管理体系。区域内配置智能化监控平台，实现危险废物从产生点到处理终端的全过程可追溯，有效提升了监管效能与风险防控能力。运输环节引入合规化转运方案，优化危废跨站转移流程，缩短流转周期，降低环境暴露风险。在制度创新方面，部分试点区域尝试构建符合本地实际的政策支持体系，如设立专项资金用于危废资源化技术研发与设施建设，制定区域性激励措施引导铁路企业和第三方机构积极参与资源化利用。还推动建立绿色绩效评价机制，将危废减量与资源转化成果纳入相关单位的环保考核内容，形成持续改进的内生动力。

在经济与环境效益方面，试点项目的推进带动了区域再生资源产业链的发展，促进了铁路系统内部绿色生产方式的转型。通过资源化利用，部分原材料的外购依赖度下降，运营成本有所控制。废弃物填埋和焚烧比例减少，污染物排放总量得到一定程度的削减，生态环境压力有所缓解。在社会协同效应方面，试点实践增强了各参与方在危险废物管理方面的合作意识，推动形

成政府引导、企业主导、公众参与的多元治理格局。信息共享机制的完善，提升了行业内外对于铁路危险废物资源化路径的认知水平，为后续更大范围的推广积累了经验。

5 面向未来的政策优化与产业协同机制

推动铁路危险废物资源化利用向纵深发展，需从制度设计和产业融合两个层面系统发力，构建具有前瞻性、可操作性的政策支持体系，并通过跨部门、跨行业的协同联动机制，形成高效顺畅的循环经济运行模式。这不仅有助于提升铁路系统的绿色治理能力，也为相关产业协同发展开辟新的增长空间。在政策优化方面，应加快完善针对铁路行业特点的危险废物管理制度框架。结合国家废物管理改革方向，细化铁路领域危险废物分类标准与处置规范，明确不同类别废弃物的资源化路径及其监管要求。强化全过程合规性管理，建立统一的危废编码识别系统与电子联单追踪机制，实现从产生、收集、运输到处理各环节的闭环监管。推动修订现行环保法规中不利于资源化利用的限制性条款，为再生产品进入市场提供法律依据和准入通道。

财政与金融支持政策的引导作用尤为重要。应加大对铁路危险废物资源化技术研发、设施建设和运营项目的资金扶持力度，设立专项绿色基金或提供低息贷款，降低企业进入门槛与投资风险。探索将危废资源化项目纳入碳交易体系，通过碳减排量核算与交易机制，提升其环境价值的经济转化能力。可研究制定税收减免、绿色采购、绿色信贷等激励措施，调动铁路运营主体及相关企业的积极性。在产业协同机制建设方面，需打破传统行业壁垒，推动铁路系统与环保、制造、能源等领域的深度融合。依托铁路站场、维修基地等基础设施布局，打造区域性危险废物集中处理中心，延伸产业链条，吸引社会资本参与投资与运营。鼓励铁路企业与专业环保机构建立长期合作关系，形成“产—学—研—用”一体化发展模式，提升技术成果转化效率与产业化水平。

信息共享平台建设是实现产业协同的关键支撑。应推动建立覆盖铁路系统内外的危险废物管理大数据平台，集成危险废物产生量、流向、处理方式及资源化去向等关键数据，实现多部门、多主体间的信息互通与业务协同。通过区块链、物联网等技术手段，提升危废流转过程的透明度与可追溯性，增强监管效能与信用体系建设。标准体系与认证机制的完善同样不可或缺。围绕铁路危险废物资源化产品的质量控制、应用范围与市场准入等方面，加快制定配套标准与技术规范，提升再生产品的认可度与流通能力。推动建立第三方认证体系，对符合循环经济要求的技术路线、处理工艺和再生产品进行权威评估，增强市场信心和社会接受度。

6 结语

铁路危险废物资源化利用是推动交通运输行业绿色转型的重要路径。通过识别危废来源与资源属性，突破现有技术与制度瓶颈，构建基于循环经济理念的资源化模式，并结合试点项目积累经验，为系统推进危废高效管理提供了可行方案。未来需进一步完善政策体系，强化产业协同，提升全过程治理能力，促进铁路行业与环保、制造等领域的深度融合，实现可持续发展目标。

[参考文献]

[1]刘志宏.铁路危险废物分类及其资源化潜力研究[J].环境科学与技术,2023,46(3):89-95.

[2]孙建民,陈晓琳.循环经济视角下交通运输废弃物管理策略分析[J].资源节约与环保,2022,17(4):56-61.

[3]黄伟明.危险废物资源化利用技术进展与展望[J].化工环保,2021,41(5):112-118.

[4]周立国.铁路运输过程中的环境保护与绿色转型路径探讨[J].铁道运输与经济,2023,45(2):45-50.

[5]杨光明.基于循环经济的城市工业固废资源化模式研究[J].中国人口·资源与环境,2020,30(10):78-85.

作者简介：

吴雅茹(1985--),女,汉族,内蒙古人,工程师,本科,货运铁路生态环境保护。