

船舶制造企业一般工业固体废物资源化管理实践

刘灿, 林骏

江南造船(集团)有限责任公司, 上海 201913

DOI: 10.61369/SSSD.2026060035

摘 要 : 以某船舶建造企业一般工业固体废物管理实践为例, 分析一般工业固体废物管理现状和问题, 通过构建“拓展品类—分类回收—现场评价”资源化管理体系, 制定改善措施, 有效提升了一般工业固体废物综合利用率, 同时可降低安全风险。

关 键 词 : 船舶建造企业; 一般工业固体废物; 资源化管理

Practices of Resource Management for General Industrial Solid Waste in Shipbuilding Enterprises

Liu Can, Lin Jun

Jiangnan Shipyard(Group) Co, Ltd., Shanghai 201913

Abstract : Taking the general industrial solid waste management practices of a certain shipbuilding enterprise as an example, this paper analyzes the current status and issues of general industrial solid waste management. By establishing a resource recovery management system encompassing "expanded categories, classified recycling, and on-site evaluation", improvement measures have been formulated, effectively enhancing the comprehensive utilization rate of general industrial solid waste while reducing safety and environmental risks.

Keywords : shipbuilding enterprise; general industrial solid waste; resource management

引言

船舶建造行业作为海洋装备制造业的重要支柱, 其生产流程涵盖钢材切割、焊接、涂装、舾装等多个复杂环节, 在创造巨大经济价值的同时, 也伴随着大量一般工业固体废物的产生。近年来, 随着我国“双碳”目标的深入推进、新固废法发布实施和无废工厂建设推进, 对企业固体废物污染防治的要求日益严格, 船舶建造企业面临的安全环保合规压力显著提升。在此背景下, 构建全流程的一般工业固体废物资源化管理体系, 不仅是船舶建造企业落实主体责任、合规运行的必然要求, 更是其优化资源配置、提升行业竞争力、实现经济效益与安全环境效益协同发展的关键路径^[1]。

一、一般工业固体废物管理现状

(一) 分类情况

船舶建造企业一般工业固体废物的产生贯穿钢材加工、船体焊接、涂装作业、舾装安装等全生产链条, 呈现“多点分散、品类混杂”的特点。企业按照可社会化销售利用与否分为固废资源与工业垃圾。

固废资源: 主要包含所有金属类一般工业固废和部分非金属工业固废(焊丝盘、废轮胎、尼龙缆绳、废木材、废纸类、废塑料、焊接废物、焊药皮)等;

工业垃圾: 主要以非金属工业固废为主, 主要包含: 粉尘、三防布、废砂轮片、布料废物等^[2]。

(二) 管理情况

企业一般工业固体废物管理主要分为4个环节。

现场投放: 生产部门根据生产现场需要设置一般工业固废

物临时周转点, 并配置黄色金属垃圾斗、绿色非金属垃圾斗等标识容器用于投放。

收集装运: 供应链管理部每日安排服务单位的装运车辆根据需求到各点位进行装车回收, 运送至本部门一般工业固体废物临时堆场。

现场分拣: 供应链管理部委托服务单位将一般工业固体废物临时堆场的金属废弃物进行分类分拣, 并将混入非金属废弃物的金属检出, 按委外处置的品类进行分类存放。

委托处置: 供应链管理部委托外部单位进行一般工业固体废物处置, 其中涉及直接收集和二次分拣的固废资源开展社会化销售利用, 经过分拣后工业垃圾委托处置单位进行填埋或焚烧处置。

以某企业为例, 2022年, 一般工业固体废物委托处置约5万吨, 工业垃圾处置费用和分拣服务费用合计约1400万元, 随着处置要求的日趋严格和企业的快速发展, 企业的一般工业固体废物

产生量、分拣服务费用和委托处理费用都将同步上升^[3]。

二、存在问题

（一）品类划分体系不完善，后续分拣缺乏可行性。

主要表现为一般工业固体废物从产生之初便处于“混收混存”状态。由于未明确细分品类，员工缺乏分类依据，加之缺乏规范的前置分拣流程，导致焊渣、打磨铁灰、废纸、废塑料等低值废弃物混杂于同一垃圾斗内。此类混合废物难以通过常规手段有效分离，分拣成本往往高于其资源化价值，形成“分拣不划算、不分需付费”的被动局面。最终不仅造成固废资源流失，还迫使企业承担额外的处置费用，同时增加了环保检查中因分类不规范而被追责的潜在风险。

（二）收集装运协同不畅，影响部门间响应支持。

主要表现在生产部门将金属、非金属废弃物分别投入黄、绿垃圾斗，统一转运到供应链管理部工业固废中转场进行二次分拣、整理，其中一般工业固体废物要分拣成多种品类销售。现场配置的2类垃圾斗对应近多种固废资源，现有金属/非金属分类投放方式难以减少二次分拣工作量。与此同时，生产现场需占用大量场地设置临时周转点，受收集转运不及时影响，常出现固废堆放过期、超容等问题，甚至挤占生产物资堆放区域，既违反安全环保管理要求，也干扰正常作业施工，导致生产部门与供应链管理部在分类标准衔接、转运节奏协调等方面缺乏有效协同^[4]。

（三）运行评价量化缺失，制约长期推进动力。

主要表现在一般工业固体废物资源化管理中三项关键场景缺乏明确、可落地的评价标准与数据支撑，一是生产部门现场分类投放环节，未建立量化指标，无法客观衡量一线员工分类执行成效；二是供应链管理部二次分拣环节，未对分拣效率、分拣纯度、资源化回收率等核心数据进行量化统计，分拣工作质量难以精准评估；三公司层面的整体改善效果评价，因缺乏前后数据对比及成本效益分析，管理优化的实际价值难以有效彰显。

受此影响，初期推进的重视程度难以持续维系，管理改进的内在驱动力逐渐弱化，不仅制约了一般工业固体废物资源化利用的实际成效，也阻碍了管理体系的长效运行与持续优化。

三、管理优化方案

（一）解决思路

围绕实现“降本增效、安环提升、清洁生产”的目标，按照公司场地网格化属地划分和建造工序，坚持“分区负责，分段落实，处置合法”的原则，开展一般工业固体废物资源化利用和无害化处置优化工作。即生产部门组织各作业区/班组，对施工中典型工序产生的批量固废，逐品类明确分类、整理、回收流程。供应链管理部在施工后一般工业固体废物现场投放、收集装运、二次分拣等环节，同时进行固废资源的收集、整理，进行社会化销售和处置。安环保卫部组织开展固废资源化运行工作依据相关

数据统计、现场检查情况，开展成效评价管理^[5]。

（二）解决措施

1. 拓展低值回收品类

组织各生产部门开展全流程产废情况摸排，从作业区域、作业阶段、作业内容三个方面，划分产废单元、明确产废类型，识别出具备批量收集条件的一般工业固废细分品类。针对识别出的品类，采用“销售利用价值+实际产生量”的评估方式：先通过调研测算各类固废的资源化利用价值，再结合生产部门预估其产生量。基于评估结果，逐项制定寻源策略，拓展多元化销售渠道，逐步扩大可回收利用固废的品类。自2022年起，已陆续开展废纸、废橡胶、废塑料、焊接废物、工业铁灰等回收工作。

2. 完善装运收集

开展施工中典型工序产生的批量一般工业固体废物分析，制定《一般工业固体废物分类及回收方式图册》，逐品类明确分类、整理、回收流程。典型分类回收流程包括三种：

部门回收：各部门结合“以旧换新”管控要求，在备品备件库、低值器材库、工具库、焊材库等物资发放库房同步开展固废资源回收，确保应收尽收，并分类整理后移交。

现场集中回收：批量产生同品类工业固废的工序，就近集中存放该品类工业固废，集中转运、移交。集中存放方式包括堆垛、装袋、绑扎、打包摆放等。

合规投放：其它零散作业产生的工业固废，应按照金属与否区分：金属类投入黄色垃圾斗，非金属类投入绿色垃圾斗。

3. 持续现场督导

建立三级检查机制，通过部门内部网格化自查评估，联合作业区域检查核算，供应链管理部垃圾斗分类检查与数据统计发布，以及安环保卫部持续安全5S与环保监督巡查，夯实一般工业固体废物全流程监督管理^[6]。具体如下：

部门内部检查。开展网格化责任区的一般工业固体废物分类整理和投放情况的每日检查、通报、宣贯。部门回收情况，应每周自查、评估、通报。

联合区域检查。搭载部、总装部等部门进行联合作业区域投放环节现场分类达标检查，按部门责任核算、发布现场分类达标评估数据。

分类达标检查。供应链管理部对现场垃圾斗分类达标情况进行检查，统计各部门分类移交固废资源量，定期发布各部门分类回收量、分类达标评估数据。

日常监督巡查。安环保卫部持续开展一般工业固体废物管理安全5S、环保监督检查。

4. 完善效果评价

固废资源化运行工作依据相关数据统计、现场检查情况，完善工业垃圾现场分类达标率评价的办法，设置评价指标，在公司综合利用方面，采用综合利用率进行表征，在现场分类投放方面，采用现场分类达标率进行表征，在部门收运协同方面，用二次分拣率进行表征。（见表1）：

表1：固废资源化运行指标描述

序号	指标名称	计算方式	数据来源
1	综合利用率	固废资源销售利用量 / (固废资源销售利用量 + 工业垃圾付费处置量) × 100%	固废资源销售利用量：以公司固废资源销售出厂磅秤数据为准。 工业垃圾付费处置量：以公司工业垃圾付费处置出厂磅秤数据为准。
2	现场分类达标率	(部门所属区域垃圾斗回收达标斗数 + 联合区域折算回收达标斗数 + 部门分类回收折算回收达标斗数) / (部门所属区域垃圾斗回收总斗数 + 联合区域折算总斗数 + 部门分类回收折算回收达标斗数) × 100%	部门所属区域垃圾斗总(回收达标)斗数：指在部门网格化责任区域分类投放情况，以服务单位现场收集装运评价数据为准。 联合区域折算总(回收达标)斗数：指在总组平台、船坞、码头等多部门联合作业区域，投放总(达标)垃圾斗数按固定比例分摊，按主体部门检查数据折算。 部门分类回收折算回收达标斗数：指生产部门开展源头集中、分类收集工作，以托盘、码垛等形式收集固废资源，按一定比例折算至现场分类达标斗数。
3	二次分拣率	临时堆场二次分拣后固废资源处置量 / (临时堆场二次分拣后固废资源处置量 + 临时堆场二次分拣后工业垃圾处置量) × 100%	临时堆场二次分拣后固废资源处置量：指在固废堆场分拣出二次分拣的出厂销售固废重量，以出厂磅秤数据为准。 临时堆场二次分拣后工业垃圾处置量：指在固废堆场分拣出二次分拣后剩下的工业垃圾的固废重量，以出厂磅秤数据为准。

(三) 实施方法

完善组织体系。生产部门在现有部门分管领导、科室责任制的基础上，完善基层员工责任体系，赋职、授权，做到各作业区 / 班组施工产生的工业固废分类、整理、回收，有宣贯、有监督、有评估^[7]。

生产部门组建以起重工、仓库保管员等密配人员为主体的“工业固废资源督导员”团队，对本部门 5 S 责任区的工业固废分类投放情况进行每日检查，在相应工作群内通报不按要求投放工业固废的部门或作业区，乃至班组；部门组织工业固废资源督导员到相应责任作业区进行持续宣贯，帮助其掌握工业固废分类投放要求，并逐步改善，安保部监督运行。

生产部门对照每日现场分类检查通报持续组织改善。各生产部门，结合实际逐一明确各类工业固废打包、回收流程，以及责任作业区、班组；指定现场中转场地和回收点并通知供应链管理

部，对接好分类回收转运流程。

供应链管理部逐步完善、扩大分类转运流程和范围、做好回收过程数据记录。在每日工业固废回收分类检查数据基础上，逐步完善现场资源 / 打包、以旧换新等工业固废资源回收的计量工作，全面掌握工业固废回收过程数据，并按要求进行工业固废现场分类达标评价，在数据中找问题、促改善，定期发布评价数据，安环保卫部开展数据抽查。

优化分拣服务单位的工业废弃物理料计费模式，借鉴公司劳务用工改革，服务商班组化管理，优化考核指标，开展分拣数量和分拣质量双考核机制，实施“固定费用 + 考核费用”计费方式，以考核驱动分拣数量和质量提升，实现双赢。

四、实施效果

经过近 4 年的实施，截止至 2025 年底，综合利用率逐年上升，由 62.7% 提升至 84.67% (表 2)。

表 2 近 4 年企业一般工业固废回收处置情况

年份	一般工业固废总量 (万吨)	固废资源销售量 (万吨)	工业垃圾量 (万吨)	综合利用率	二次分拣率	现场分类达标率
2022	4.96	3.11	1.85	62.7%	15.16%	29.84%
2023	9.54	6.74	2.8	70.65%	42.26%	41.79%
2024	11.05	8.5	2.55	76.92%	51.16%	55.55%
2025	12.65	10.71	1.94	84.67%	65.43%	60.13%

五、结论

通过构建“拓展品类 - 分类回收 - 现场评价”管理体系，在一般工业固废产量明显增加的情况下，有效提高了固废资源综合利用率，降低了工业垃圾分拣、回收处置成本费用。

通过生产部门与供应链管理部协同的分类回收处置、开展现场评价的方式，安环保卫部开展监督评方式，部门间互补作用明显，垃圾斗不够、临时中转点脏乱等 5S 矛盾大幅减少。降低了一般工业固体废物安全环保风险，有助于绿色可持续发展。

参考文献

[1] 田伟, 龙凤, 毕粉粉, 葛察忠, 李晓, 段显明. 我国一般工业固体废物综合利用现状与对策研究 [J]. 环境保护科学, 2025, 51(06): 22-29.
[2] 永亮. 绿色理念引领工业固体废物管理 [J]. 黑龙江环境通报, 2025, 38(02): 154-156.
[3] 马云鹏, 周金倩, 王岳. 一般工业固体废物管理存在的问题及对策 [J]. 再生资源与循环经济, 2023, 16(09): 20-23.
[4] 牟思宇, 谢宇斌, 杨箫滢. 我国固体废物利用处置现状与对策研究 [J]. 有色金属 (冶炼部分), 2023, (09): 1-10.
[5] 余丽. 工业固体废物管理和利用对推动绿色发展的影响研究 [J]. 清洗世界, 2021, 37(10): 75-76.
[6] 徐志杰, 赵云皓, 王志凯, 张箐, 卢静, 辛璐. 长三角区域固体废物管理一体化对策研究 [J]. 中国环保产业, 2021, (10): 22-26.
[7] 和丽芬, 刘艳冰. 工业固体废物管理和利用对推动绿色发展的影响 [J]. 环境与发展, 2020, 32(06): 216+218.