

# 对现阶段主流建筑垃圾资源化利用项目预处理工艺工程应用环节所反馈问题的几点思考

文 / 刘 涛 上海跃昕环保科技有限公司

**摘要：**本文以实际工程为案例，对某建筑垃圾资源化利用项目预处理工艺生产线在实际应用中所反馈的皮带机适用性、设备设计裕量、中物质出料再优化、粉尘控制方案等几点问题进行了初步分析和总结。希望通过本文能够为行业内同类型项目在工程设计、技术改造及运维等方面提供一定的借鉴和帮助，也为后续针对个别问题所开展的专项分析研究先行做个铺垫。

**关键词：**建筑垃圾资源化利用项目；皮带机选型；设备设计裕量；中物质出料优化；粉尘控制

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.18.094

## 引言

针对建筑装饰垃圾所开展的资源化利用项目在碳达峰、碳中和的环境综合治理总要求下，是建筑装饰垃圾处理行业的未来发展方向。加快建筑装饰垃圾资源化利用项目示范性工程建设及工程相应标准化、规范化工作的推进迫在眉睫，但在各项示范性工程实际应用中所反馈出的一些问题还需要我们静下心来认真分析、思考和总结。

### 一、选型皮带机设备在建筑垃圾预处理产线的应用情况

受亚热带季风性气候影响，每年的6月至8月期间，

长江中下游地区尤其沿海的上海地区雨水量较大，使得受外部存放条件限制的装饰装修垃圾含水率较高。相对雨季，旱季时的物料则极易产生二次扬尘。

皮带机作为输送设备在装饰装修垃圾资源化利用项目预处理线上应用占比较高。目前主流项目预处理工艺设计选型采用的皮带机主要有槽式箱体结构和矿山皮带机两种型式（详见图1所示）。采用槽式箱体结构主要是基于结构密闭考虑，以期能够降低粉尘影响、改善车间作业环境和强化落料点吸尘效果；采用矿山皮带机则主要是基于其可靠性。

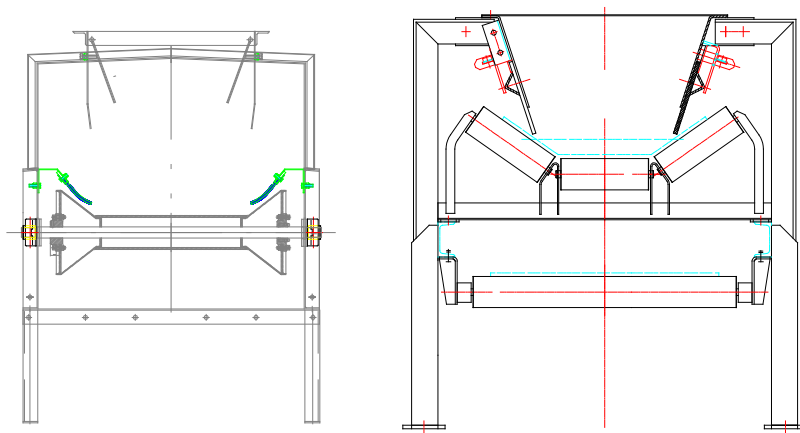


图1 槽式箱体平托辊皮带机（左）和矿山皮带机（右）中段横截面结构示意图

通过对某主流建筑装饰垃圾资源化利用项目预处理生产线上上述两种皮带机设备使用情况反馈，可以进一步了解设备之间的相对优缺点，为最终建筑装饰垃圾资源化利用领域皮带机设备选型定型工作提供一定的实践参考：

(1) 槽式箱体结构皮带机回转皮带无下托辊支撑，皮带与底部壳体较近，这使得二者之间极易产生直接和间接接触磨损。据2023年度和2024年度维修数据统计，槽式箱体结构皮带机皮带损耗严重，年度更换率达到40%以上（按长度计量）；底板磨损严重；底部托辊年度更换率近15%。

(2) 槽式箱体结构皮带机积料返料频繁，不同季节间其底部积料返料的清理工作需要反复拆卸设备底部壳体，作业强度较大。

(3) 槽式箱体结构皮带机全密封结构对预处理车间环境控制效果明显。

(4) 矿山皮带机，设备可靠性高，设备维修率低。

(5) 矿山皮带机除首尾两端为封闭结构（落料点吸尘设计），中间段均为开式结构，粉尘情况相对较明显。

通过上述对比分析，如中和两种皮带机的优点，即采用矿山皮带机结构，顶部采用全段密封，侧边托辊位

密封结构为可拆卸，底部加装落料溜槽等既保证设备使用便利、高可靠性，又便于维修保障和实现对环境的总体保障要求，这样的皮带机设计应是建筑装修垃圾资源化利用项目预处理生产线的最佳选择。

## 二、对系统中后端主工艺设备设计裕量的考虑

现主流建筑垃圾资源化利用项目预处理工艺所处理的物料基本都是只针对建筑装修垃圾的，其物料组成中含有较大的轻物质和粉尘料，约占总物料的40%左右。预处理工艺设计基本是在这样的物料成分条件下分别对前端和中后端设备进行工艺参数分配的。而随着我国建筑业发展，从80、90年代开始建设的一大批房屋建筑需要不断地拆除和新建，产生的大量拆除垃圾也需要并入建筑垃圾资源化利用项目预处理工艺中进行处理。拆除垃圾中进入预处理工艺的主要为混凝土料，轻物质和粉尘量相对较低，物料成分的变化对原预处理工艺确定的中后端设备设计参数及设计裕量是一个严重考验。

以某主流建筑垃圾资源化利用项目预处理生产线的实际运行为例，生产线在并入拆除垃圾后，中后端两相风选机、反击破及单筛设备间存在频繁积料堵料情况，系统每小时约需停止进料15分钟左右以等待该段积料的处置完成。

生产线中后端相关主工艺设备技术参数如下：

名称	型号规格	单线设计处理能力 (t/h)	单线数量 (台)	电机功率 (KW)
两相风选	Airstar1000	70	2	44
反击破	PF-1010IV	50-80	1	55
单筛	WFPS-1530	50	1	2*4

统计2024年度下半年拆除垃圾物料产销数据，经前端进口筛分离出的0-10mm粉料约占物料总量的30%，两相风选机分离出的中物质料约占总量的3%-5%，余65%-67%物料进入两相风选机后端系统筛实际处理的物料量见下表：

名称	型号规格	单线实际处理量 (t/h)	备注
两相风选	Airstar1000	45.5-52.5	
反击破	PF-1010IV	53-61.1	按3%中物质出料取值；按反击破粒度特性曲线(31.5&40)考虑20%循环量
单筛	WFPS-1530	53-61.1	

通过上述表格中单线设计处理能力和实际处理量的对比分析如下：

(1) 两相风选设备在现有处理产能的基础上仍有约40%的裕量，但其实际运行中为保证现阶段中物质料(含不同物料产线合并的中物质料)的焚烧品质和成品骨料纯净度要求，拆除垃圾产线也是设定在50%-70%风压条件下运行，这导致进入到后端系统设备的物料量相对较大，是对两相风选机、反击破及单筛设备间频繁积料堵料的一项重要影响因素；

(2) 反击破的实际处理量与设计能力相匹配，但55KW电机应对异常硬物料(如混入的钢筋等)和物性变化的安全裕度略有不足，存在卡料堵料等引起电机过载的安全隐患；

(3) 单筛的实际处理量超出了其原设计能力的6%-22.2%(由于实际运行过程中，拆除垃圾是与其他建筑垃圾混装入料，单筛筛网的通过率会受到一定影响，因此其实际处理能力还要偏低一些)。

由上述分析可见，某主流建筑垃圾资源化利用项目预处理生产线两相风选机、反击破及单筛设备间频繁积料堵料问题，关键影响因素在单筛设备的设计产能应对拆除垃圾物性变化的设计裕量不足；其次两相风选风压设置较低使得较多粉尘料进入到系统中后端设备，增大了中后端设备运行负荷；同时55KW电机应对异常硬物料(如混入的钢筋等)和物性变化的安全裕度略有不足，存在卡料堵料等引起电机过载的安全隐患。因此，为适应拆除垃圾生产运行常态化要求，原预处理生产线需要针对反击破和单筛设备进行产能提升或设备配置升级，同时调整两相风选设备的运行状态，使预处理系统各设备工艺参数实现最优化配置。

## 三、两相风选中物质出料再优化问题

现阶段主流建筑垃圾资源化利用项目预处理生产线两相风选分离出的中物质料一般直接焚烧处理，中物质料中气块砖、混凝土块、陶瓷碎片等非可燃物含量较高，即不利焚烧设备使用又增大供料方焚烧成本支出。现结合某建筑垃圾资源化利用项目预处理生产线上中物质出料的实际情况进行详细分析说明。

如图1中数据所示，在不同风压条件下两相风选分离出的中物质料气块砖、混凝土块、陶瓷碎片的含量均达到94.6%以上，且随风压增加出料量明显增加(详见图2)。中物质料再回收处理空间较大，有必要实施进一步的工艺优化处理，尽可能分离出其中的气块砖成分，减少外送焚烧成本支出。同时，随着焚烧企业对焚烧物料品质要求的不断提高，对中物质料再优化处理也是各建筑垃圾资源化利用项目预处理工艺必然要解决的问题。

中物质料中气块砖含量较高，因其密度较小与轻物质料难以从前端的破碎筛分环节分离出来。中物质出料再优化处理技术途径拟采取进一步强化破碎筛分后回入系统方式实施，即中物质料中气块砖、混凝土块、陶瓷碎片等经再破碎筛分后作为筛下物回入系统，可作为粉料从进口筛0-10mm筛网层分离出去；轻物质部分则重新进入系统风选、光选进行细分作业。

中物质出料再优化处理关键技术环节在于针对气块砖的破碎，需要类似于碾压或辊压的处理效果，使其达到5mm以下规格。通过各类破碎设备对比和对中物质料筛分试验测试，推荐采用板锤破(即锤破的锤头改为平板式结构)+滚筒筛(0-5mm菱形防堵料筛网)方式对中物质出料进行再优化处理。中物质出料再优化处理的实施可以进一步提高建筑垃圾资源化利用率约3%。

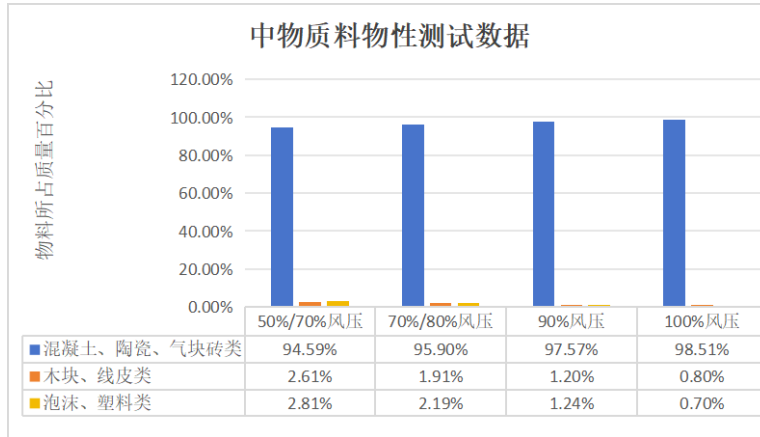


图1 中物质料物性检测数据

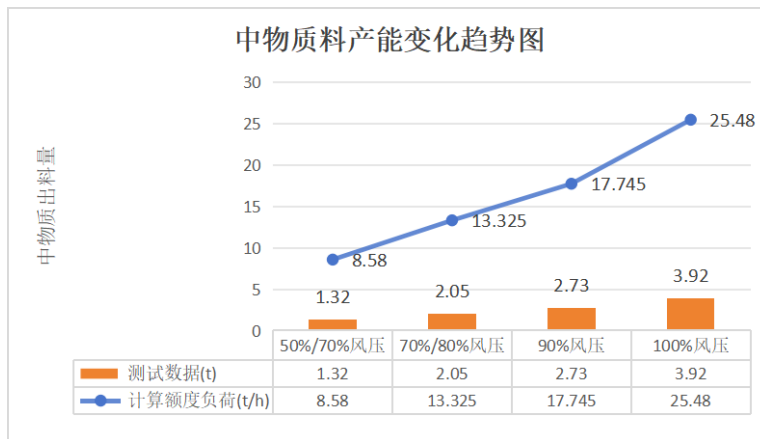


图2 两相风选风压对中物质料出料产能影响

#### 四、有关物料湿度控制的思考

如前所述，建筑装修垃圾受源头存放（一般为露天堆放）条件所限，有雨季和旱季特征之分。雨季物料湿度较大，没有有效措施应对，影响周期约2个月，系统设备一般采取开式运行方式，以保证及时进行积料返料等事项的处理。旱季持续时间较长，系统设备一般采取封闭式方式运行，粉尘控制是各建筑垃圾资源化利用项目面对的首要环境整治问题。

各主流建筑垃圾资源化利用项目一般是根据物料存放和输送环节所产生的粉尘特性不同采取不同的针对性措施，如堆放车间一般加装有抑尘系统、喷淋加湿设施，预处理车间一般使用除尘器在落料点附近加装吸尘口、除尘器及折板风选等设备卸灰口加装防尘罩、皮带机壳体采用全封闭设计等。但即使采取了这些措施，各建筑垃圾资源化利用项目的粉尘控制问题仍然比较突出。

通过对堆放车间不同物料湿度处理状态观察，我们注意到当物料达到一定湿度后，预处理生产线各生产环节基本不存在较突出的粉尘问题，这也就说明物料湿度是控制解决生产环节粉尘问题的最简便途径。而目前虽然各项目点在堆放车间有加装加湿喷淋设施，但加湿手段比较粗放，没有实现有效控制。经与湿度测量和图像识别等领域专家沟通，在无法准确测量料堆总体湿度的条件下，通过对堆料总量、堆料基本湿度值和理论设定

值（经反复试验确认的不起灰不沾料状态下的物料湿度值）进行自动识别或半人工测定输入，可以实现对物料湿度的总体把控。技术难点在于对复杂堆料物基本湿度测定环节。解决途径是复杂堆料物基本湿度算法以及与后端物料测试数据样本间的反复修正形成有效经验数据。

#### 结语

本文所归纳的针对现阶段主流建筑垃圾资源化利用项目预处理工艺工程应用中所反馈的这几点问题，有的已通过前期学习实践中的对比分析有了明确结论；有的正开展方案设计，准备组织实施验证。希望通过对这些实际问题的提出、分析和总结，能够给业内相关单位提供有益参考，加快对这些问题的统一规范，为进一步推进行业内相关工程设计方面的标准化、规范化工作贡献一分力量。

#### 参考文献

- [1] 胡兆鑫. 建筑垃圾资源化利用的三方演化博弈及仿真研究 [D]. 西华大学, 2023.
- [2] 蒋燕. 市政建筑垃圾资源化利用发展的挑战和机遇 [J]. 交通科技与管理, 2023, 4 (08): 183-185.
- [3] 张小康. 建筑垃圾资源化社会效益评价研究 [D]. 华东交通大学, 2022.
- [4] 韩晓桐. 基于环境价值评估的建筑垃圾资源化费用效益分析 [D]. 内蒙古科技大学, 2021.