

ICS 13.030.40

Z 01

团 体 标 准

T/ACEF XXX—2021

废弃电器电子产品（小家电）模块化回收 线技术和运行实施指南

Technical and operational guidelines for modularized recycling processes of waste
electrical and electronic equipment (small household appliances)

（征求意见稿）

2021 - xx - xx 发布

2021 -xx - xx 实施

中华环保联合会发布

目 录

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 总则	
4.1 拆解回收模块.....	7
4.2 分选模块.....	3
5 技术要求	
5.1 一般要求.....	4
5.2 工艺技术要求.....	4
5.2.1 拆解回收工艺技术要求.....	4
5.2.2 分选工艺技术要求.....	4
5.2.3 塑料深加工工艺技术要求.....	4
6 安全要求.....	5
7 环保要求.....	5
8 职业健康要求.....	6
9 节约能源资源要求.....	6
10 运行与维护.....	6
附录 A（资料性）拆解回收模块工艺控制流程图.....	7
附录 B（资料性）分选模块工艺控制流程图.....	8
附录 C（资料性）塑料深加工模块工艺控制流程图.....	9
附录 D（资料性）厂区内重点控制污染物排放监控指标.....	10
参考文献.....	11

前 言

本文件按照《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则（GB/T 1.1-2020）》的规定起草。

本文件由中华环保联合会提出并归口。

本文件主要编写单位：生态环境部固体废物与化学品管理技术中心，中华环保联合会绿色技术发展委员会，广东隽诺环保科技股份有限公司，广东华星塑料机械有限公司，江苏金发环保科技有限公司，安徽超越环保科技股份有限公司。

本文件参编单位：山东省固体废物与危险化学品污染防治中心，伟翔环保科技发展（上海）有限公司，江门市俐通环保科技有限公司，福建省宏源环境资源有限责任公司，华新绿源环保股份有限公司，大冶有色博源环保股份有限公司，唐山中再生资源开发有限公司，启迪环境科技发展股份有限公司，江西格林循环产业股份有限公司，浙江盛唐环保科技有限公司，重庆市中天电子废弃物处理有限公司，烟台中祈环保科技有限公司，鑫广绿环再生资源股份有限公司。

本文件主要起草人：

废气电器电子产品（小家电）模块化回收线技术 和运行实施指南

1 范围

本文件提出了废弃电器电子产品（小家电）模块化回收线技术和运行总则、技术要求、环境保护和职业健康安全节能要求。

本文件适用于废弃电器电子产品（小家电）拆解回收¹、分选、塑料深加工（以下简称“处理企业”²）回收线技术和运行及污染控制。

注1：本文件所指的回收，仅指破碎拆解工艺过程中产物的收集、贮存和利用，不包含进入处理企业前对废弃电器电子产品进行收集和贮存的活动。

注2：本文件所指的处理企业，仅指从事废弃电器电子产品（小家电）破碎拆解、分选、塑料深加工的组织和企业。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件，不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 8978	污水综合排放标准
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB 18597	危险废物贮存污染控制标准
GB 18599	一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
GB 31572	合成树脂工业污染物排放标准
GB 37822	挥发性有机物无组织排放控制标准
GB 17167	用能单位能源计量器具配备和管理通则
GB/T 2035	塑料术语及其定义
GB/T 20861	废弃产品回收利用术语
GB/T 31962	污水排入城镇下水道水质标准
GB/T32357	废电子电器产品回收处理污染控制导则
GB/T 37821	废塑料再生利用技术规范
HJ/T 364	废塑料回收与再生利用污染控制技术规范
HJ 527	废弃电器电子产品处理污染控制技术规范
HJ 942	排污许可证申请与核发技术规范 总则

3 术语和定义

GB/T 2035, GB/T 20861界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

小家电 smaller household appliance

指除了大功率输出的电器以外的家电，一般这些小家电都占用比较小的电力资源，或者机身体积也比较小，包括厨房小家电产品、家居小家电产品、个人生活小家电产品和个人使用数码产品。

3.2

废电器电子产品 waste electrical and electronic equipment

不再具有原始使用价值且不能再继续使用的电器电子产品。

3.3

模块化 modularization

是指解决一个复杂问题时自顶向下逐层把系统划分成若干个模块的过程，有多种属性，分别反映其内部特性。

3.4

拆解 disassembly

通过人工或机械方式将废弃电器电子产品进行拆卸、解体，以便于处理的活动。

3.5

破碎 shredding

利用机械设备通过冲击、切割、撕裂等物理手段，把小家电类电子电器废弃物分割成一定尺寸碎料的生产行为。

3.6

分选 sorting

利用密度、磁性、电性、大小、颜色等物理化学性质的差异将目标塑料、铁、铜、铝等有价值组分从混合碎（杂）料中分离出来的生产行为。

3.7

熔融 melting

是指温度升高时，分子的热运动的动能增大，导致晶体破坏，废熟料由晶相变为液相的过程，发生熔融的温度叫熔点或是熔融温度。

3.8

改性 modification

通过填充、共混、增强等手段，提高塑料强度、韧性、阻燃性、抗冲击性等一种或多种性能的生产行为。

3.9

造粒 pelleting

将分拣除杂后的废塑料经过熔融、挤出、切粒等过程加工成颗粒的生产行为。

4 总则

4.1 拆解回收模块

废弃电器电子产品（小家电）经过进厂验收后，形成待拆解物料，进入拆解回收模块。该模块包括人工拆解、自动破碎、粗选 3 个工序。

4.1.1 待拆解物料由输送设备，输送入人工拆解工序。人工拆解线路板、硒鼓、电池等有害废物。有害物质的贮存严格按危险废物标准 GB 18597-2001 执行，并委托相应危废处置单位处置。

4.1.2 拆解完成有害物质后的待拆解物料，由输送设备输送至自动破碎工序。拆解破碎宜采用立式破碎机，其选型要满足破碎物料产品质量控制要求。

4.1.3 破碎后物料由输送设备输送至粗选工序。经磁选设备，分选出铁及其合金材料；经沃电流分选机，完成铜铝等有色金属分选；最终尾料为混合塑料。具体流程参见资料性附录A。

4.2 分选模块

混合塑料进一步细碎后，宜采用盐水浮选技术，梯级进入密度由高到低的浮选盐水池，依次从沉水料和浮水料中分选出不同密度塑料产品的过程，该模块含三级浮选工序。

4.2.1 混合塑料由输送设备输送至细碎设备。进一步破碎加工以满足物料粒径要求。宜采用单轴撕碎机或双轴撕碎机。可根据下游物料质量控制要求选择细碎设备型号。

4.2.2 细碎后的混合塑料使用自动输送机、提升机、脱水机等依次梯度进入25度，13度盐水池分选，分别从沉水料中依次完成金属、沉底塑料；合金、pc材料、阻燃材料分选；最后混合塑料进入7度盐水池分选，通过浮水料得到PP和PE分选产品。沉水料进一步经过静电分选系统得到ABS和PS分选产品；具体工艺流程参见资料性附录B。

4.3 塑料深加工模块

4.3.1 待加工塑料经提料机添加到混料罐中，根据加工产品性质需求，选择不同种类、型号的填加助剂，严格控制工作温度和工作压力，实现塑料的熔融改性。

4.3.2根据产品质量控制要求选择造粒机，挤出造粒，产出产品；冷却包装，贮存、销售。造粒机滤网，按有害物质严格按危险废物标准GB 18597-2001执行，并委托相应危废处置单位处置。具体工艺流程可参见资料性附录C。

5 技术要求

5.1 一般要求

a) 废弃电器电子产品（小家电）的处理企业应当依法成立；新建、改建、扩建拆解、利用、处置电子废弃物的项目，应当符合国家相关行政主管部门有关要求，履行相关手续。

b) 处理企业要满足规范回收、存储、运输、环保作业、安全操作（含危险物质收集存储、运输）职业危害，节约能源资源等相应要求。

5.2 工艺技术要求

5.2.1 拆解回收工艺技术要求

a) 拆解工艺宜分为三级：粗碎、细碎，二级细碎。该工艺阶段关键是破碎设备选型。首先以满足下游产品质量控制技术要求的为原则，产生物料尺寸达标率应在90%以上。设备主机、关键零部件的周期性维护、维修、更换应满足产品质量控制要求。

b) 粗选工序宜采用磁选、静电、涡电流等分选技术，根据技术参数及时调整运行参数，调整运行设备保持良好运行状态，以便实现对铁以及合金、铜、铝等金属材料进行精准分选。

5.2.2 分选工艺要求

浮选工艺宜采用盐水浮选技术，首先确保浮选盐水池池体大小与产能相匹配，确保满足连续运行要求。严格控制梯级浮选盐水池密度波动范围，确保浮选质量纯净度；严格控制盐水池悬浮物指标，及时清理物料洗涤杂物，确保浮选物料的洁净度。

5.2.3 塑料深加工工艺要求

改性和造粒工艺首先是根据生产控制技术规范，在一定的工作温度、工作压力下，向混料罐中定量添加改性剂、增塑剂、阻燃剂、相容剂等助剂产品，确保反应温度、压力、搅拌速度、时间等反应条件充足。产品质量满足相应标准要求。工作温度要控制在170-240℃为宜。

6 安全要求

6.1 废弃电器电子产品（小家电）模块化回收线项目应根据功能区划建设有生产区、非生产区、辅助生产区等。各功能区应满足长周期生产运行需求。辅助生产区应满足半年内原料贮存、生产产品贮存、产生固废（含危废）贮存要求。

6.2 各功能区划标识应清晰；原料标识、产品标识、危险化学品标识、固体废物（含危废）安全标识准确、醒目、清晰。

6.3 各功能区根据其功能作用按标准要求建设封闭或半封闭设施，采取防风、防雨防渗、防火等措施。

6.4 各功能区建设或配备足够的消防设施和器材，满足突发应急事件需求，应急疏散通道标识清晰并保持时刻畅通。

6.5 所有高速运转部件安装防护罩，人员易碰伤部件用物理隔离，并有安全色、警示标识等。

6.6 高温高压设备应设有警示标识，并应建有自动报警装置。

6.7 处理企业应建有突发性事件或事故预案，及时更新识别危险源，并视现场情况组织应急预案或演习。

7 环保要求

7.1 废弃电器电子产品（小家电）模块化回收线项目生产运行过程的环境污染控制要符合 HJ 527。重点控制污染物指标可参见资料性附录 D

7.2 各功能区内要满足雨污分流要求；生产废水（清洗废水、浮选废水等）和生活废水要配套建设废水收集设施。

a) 生产废水要根据水质不同和污染物含量及组分差异，实行循环用水、中水回用和梯级利用，无利用价值的生产废水选择在厂区内集中处治或外排污水处理厂处治，达标排放。

b) 生活废水要集中收集并入城镇污水管网集中处置，符合 GB/T 31962-2015 要求；

7.3 生产运行过程中产生的废气，要配套建设废气收集装置、配套建设废气治理装置。废气中挥发性有机物排放执行 GB37822-2019，并满足当地环保排放要求。

7.4 生产过程要从源头防尘、抑尘、收尘；在破碎拆解、分选、混料等工序要建立除尘系统，废气中颗粒物排放要满足 GB 16297-1996,并满足环保排放要求。

7.5 生产过程产生的固态混合物料要进行副产物、一般固废和危险废物的鉴别。副产物要满足国家或行业相关质量标准要求，一般工业固体废物应执行 GB 18599-2020，危险废物应执行 GB 18597-并委托具有相应危废处置资质单位处置。

7.6 危险废物贮存符合 GB 18597-2001 相关规定，要建造专用的危险废物贮存设施，也可利用原有构筑物改建成危险废物贮存设施，并做好基础防渗，不得将不相容的废物混合或合并存放。

7.7 处理企业涉及排放污染物时，要按照 HJ 942-2018 要求申领排污许可证，持证排污，生产运行期间满足排污许可证排放要求。

8 职业健康要求

8.1 破碎、撕碎、输送、脱水、搅拌、运输、分选、造粒等生产过程中常伴有机械噪声的，要按其噪声污染水平进行降噪处理，宜采用静音减速机及低噪音电机直联驱动，厂界噪声排放要符合 GB 12348-2008 标准要求。

8.2 要制定高噪声设备维护保养制度，定期巡检维护，减少运行过程高噪声排放。

8.3 存在职业危害（接触高噪声、粉尘、毒性）的场所，每年至少进行 1 次职业危害因素检测，每 3 年进行一次职业危害现状评价。

9 节约能源资源要求

9.1 处理企业在新、改、扩建项目时，所有设备选型，要考虑技术先进且低能耗、低碳设备和工艺，严禁使用国家明令禁止或淘汰的落后工艺和高能耗落后机电设备。

9.2 处理企业要加强节能管理，提高能源利用效率，加强能源计量配备管理，满足 GB 17167-2006 要求。

10 运行与维护

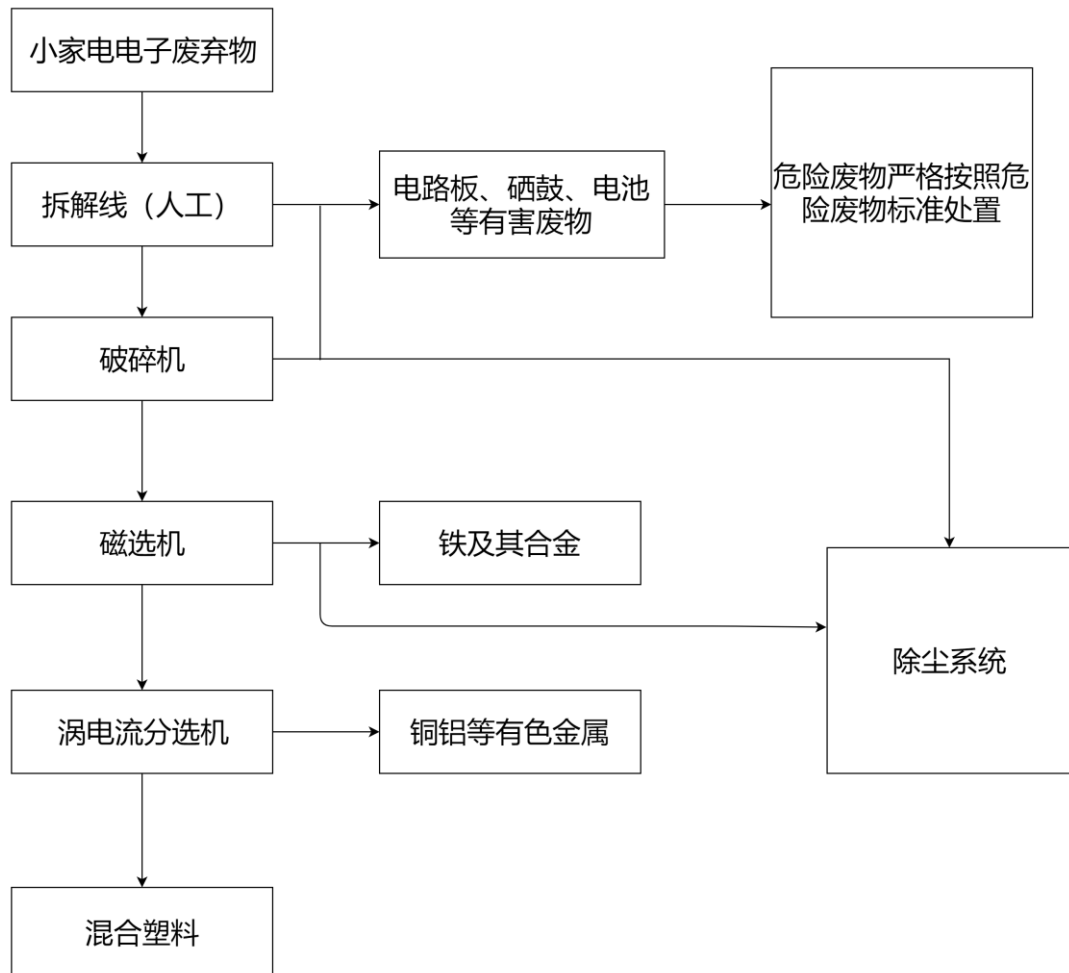
10.1 处理企业应针对作业过程，识别关键工序。针对关键工序编制操作规程，实施重点控制，例如破碎工序、分选工序、熔融工序等。明确关键工序的各项控制参数，重点关注关键设备以及备品备件、易损件等。

10.2 处理企业应根据不同工序培训操作人员。所有作业人员应满足企业内部持证上岗需求，熟练掌握设备操作流程，并满足企业安全生产需求。

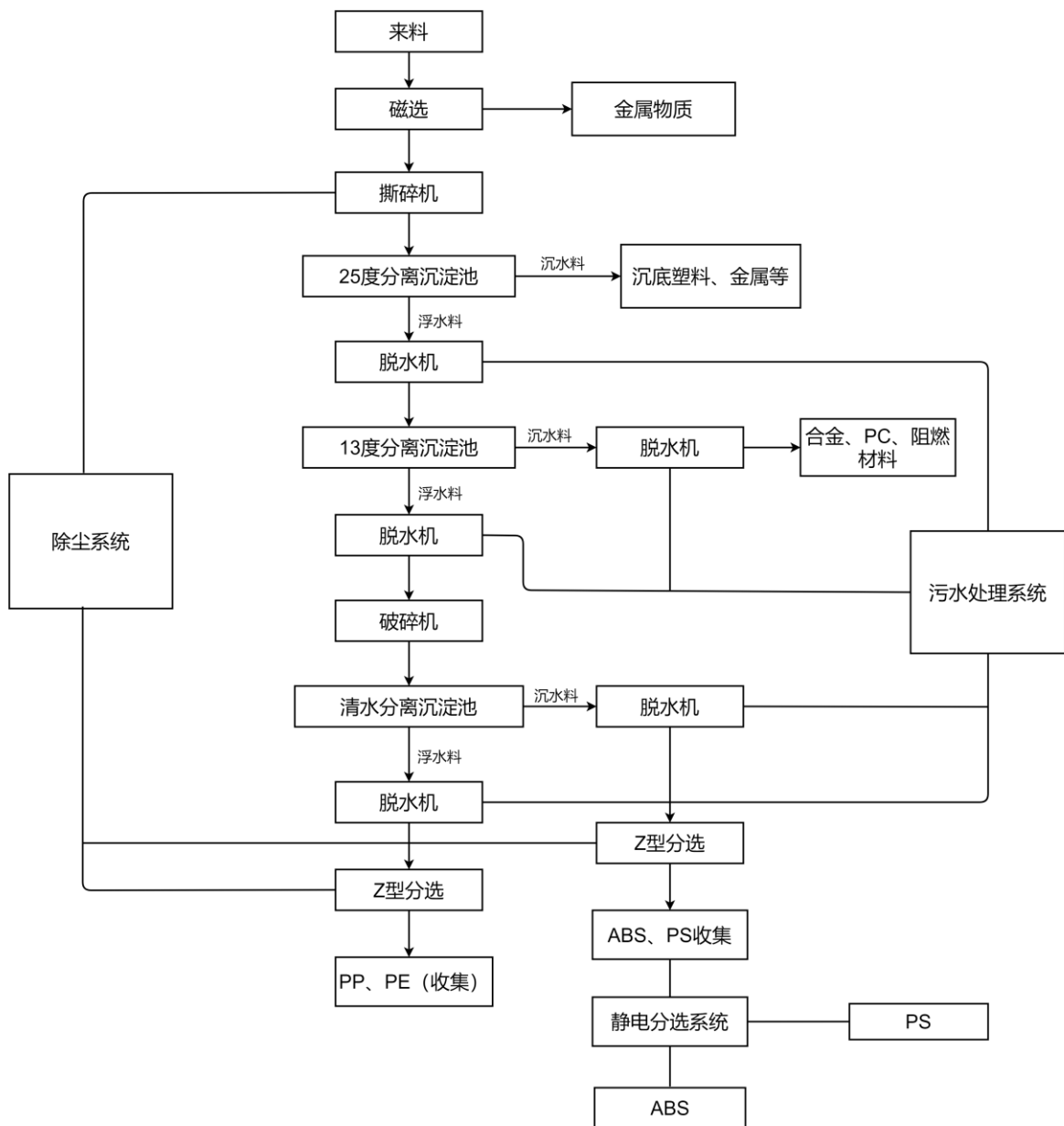
10.3 处理企业应建立设备巡检制度，制定日常巡检计划，主要设备按计划进行巡检。定期检查设备系统密封状态完好情况，做好检查记录。

10.4 处理企业应根据设备耗损情况，包括密封件、固定件、接插件等，制定维护保养制度，并定期进行维护保养，实现设备的长周期运行。

附录 A
(资料性)
破碎拆解模块工艺控制流程图



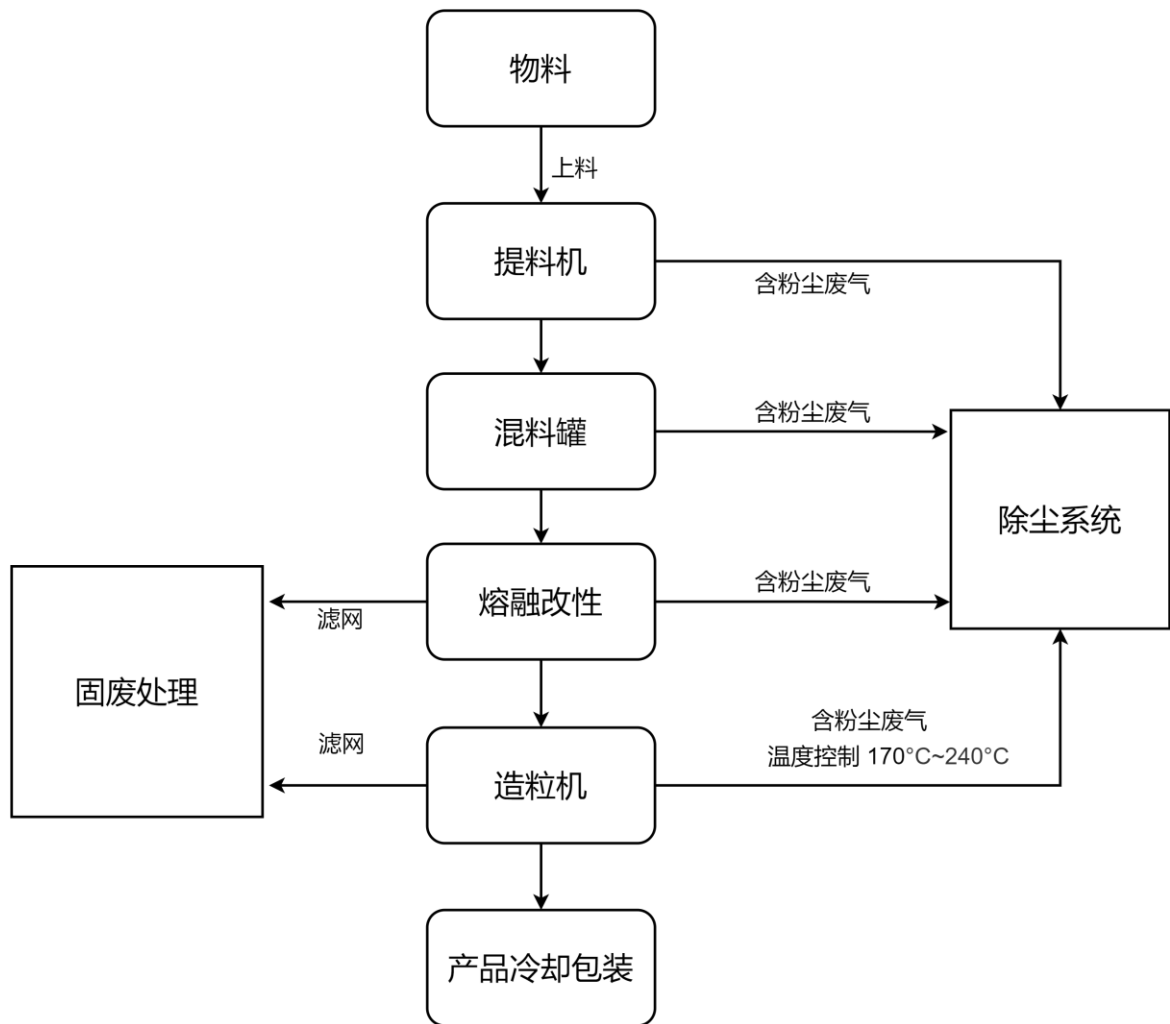
附录 B
(资料性)
分选模块工艺



附录 C

(资料性)

塑料深加工模块工艺



附录 D

(资料性)

厂区内重点控制污染物排放监控

分类	主要污染物项目	监控位置
废水 ¹	pH	厂区污水排放口
	色度 (稀释倍数)	
	化学需氧量 (COD _{Cr})	
	五日生化需氧量 (BOD ₅)	
	悬浮物 (SS)	
	氨氮 (NH ₃ -N)	
	总磷 (以P计)	
	总铜	
	总氮	
	石油类	
废气 ²	挥发性有机物 (VOCs)	有组织排放在排气筒取样口； 无组织在厂房外设置监控点
	颗粒物	
	氟化物	
	苯	
	甲苯	
	光气	
	恶臭	
一般固体废物 ³	废网片 (熔融挤塑过滤产生)	集中收集，定点存放
	废水沉淀池残渣	
	废包装材料	
	生活垃圾	
危险废物 ⁴	废电路板	存放危废暂存间，委托有相应危废资质单位 处置
	废润滑油	
	废活性炭 (废气处理采用 活性炭吸附的情况)	
<p>注1：排放要求引自：a)排入城市下水道要符合GB/T 31962-2015《污水排入城镇下水道水质标准》；b)直排的要符合GB 8978-1996《污水综合排放标准》、c) GB 31572-2015《合成树脂工业污染物排放标准》以及所在地区地方排放标准相关要求。</p> <p>注2：VOCs排放要求引自：a) GB37822-2019《挥发性有机物无组织排放控制标准》；b) GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》c) GB 31572-2015《合成树脂工业污染物排放标准》以及所在地区地方排放标准。</p> <p>注3：引自《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》GB18599-2020。</p> <p>注4：引自《危险废物贮存污染控制标准》GB18597-2001。</p>		

参考文献

- [1] 固体废物鉴别标准 通则 GB 34330
- [2] 危险废物鉴别标准 通则 GB 5085.7
- [3] 废弃电气电子产品处理工程设计规范 GB 50678-2011
- [4] 塑料 再生塑料 第1部分：通则 GB/T 40006-2021
- [5] 废电器电子产品回收利用通用技术要求 GB/T23685
- [6] 质量管理体系 要求 GB/T 19001
- [7] 环境管理体系 要求及使用指南 GB/T 24001
- [8] 职业健康安全管理体系 要求及使用指南 GB/T 45001
- [9] 再生资源回收体系建设中长期规划（2015—2020），商流通发[2015]21号
- [10] 中国资源综合利用技术政策大纲（国家发展改革委，2010年第14号）
- [11] 废塑料回收与再生利用污染控制技术规范（试行）（HJ/T364-2007）
- [12] 废气电器电子规范拆解处理作业及生产管理指南（2015年版）
- [13] 废弃电器电子产品回收处理管理条例（国务院令第551号）
- [14] 废弃电器电子产品处理目录（2014年版）