废风电叶片回收与再生利用污染控制技术规范

（报批稿）

编制说明

二零二六年十月

目录

1 目的意义 1
1.1 目的 1
1.2 意义 1
2 任务来源 5
3 编制过程 6
4 调研情况 8
4.1 产生与再生利用 8
4.1.1 产生概况 8
4.1.2 风电叶片结构 9
4.1.3 再生利用概况 11
4.1.4 再生利用企业 12
4.2 再生利用工艺概述 13
4.2.1 物理方法 13
4.2.2 化学方法（热解法） 14
4.2.3 化学方法（溶解法） 16
5 主要内容及技术指标确定的依据 18
5.1 范围 18
5.2 规范性引用文件 18
5.3 术语和定义 18
5.4 总体要求 19
5.5 收集、运输、贮存 21
5.6 预处理 22
5.7 再生利用过程污染控制 23
5.8 再生利用产物 25
5.9 管理要求 27

6 重大分歧意见的处理过程和依据.....29
7 与相关法律法规和标准的关系.....30
8 推广实施建议.....34
9 起草单位和起草人员信息及分工.....35

1 目的意义

1.1 目的

近年来，我国多部门印发了相关政策指导文件，多次强调将推进风机叶片等新型固体废物的回收利用。

2021 年 3 月，国家发改委联合九部门印发《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》，提出针对退役光伏组件、风电机组叶片等新兴产业固废，探索规范回收以及可循环、高值化的再生利用途径。2022 年 1 月，工信部、国家发改委等八部门联合印发《关于加快推动工业资源综合利用的实施方案》，提出推动废旧光伏组件、风电叶片等新兴固废综合利用技术研发及产业化应用。2023 年 7 月，国家发改委、国家能源局等 6 部门联合印发《关于促进退役风电、光伏设备循环利用的指导意见》，要求：到 2030 年，风电、光伏设备全流程循环利用技术体系基本成熟，资源循环利用模式更加健全，资源循环利用能力与退役规模有效匹配，标准规范更加完善，风电、光伏产业资源循环利用水平显著提升，形成一批退役风电、光伏设备循环利用产业集聚区。2024 年 2 月，国务院印发《国务院办公厅关于加快构建废弃物循环利用体系的意见》，提出探索新型废弃物循环利用路径。促进退役风电、光伏设备循环利用，建立健全风电和光伏发电企业退役设备处理责任机制。

我国现行政策法规主要是从整体上对叶片退役后的处置作出原则性规定，在实践中缺乏可操作性。因此本文件通过明确风电叶片回收、再生利用过程中的工艺技术、污染防治、日常监管等方面的规范和要求来弥补全国在废风电叶片的回收与再生利用污染防治技术控制规范方面的空白，进一步提升省内工业固体废物综合利用与处置行业环境管理水平。

1.2 意义

我国风电行业经过三十余年的迅猛发展，目前已成为全球最大的风力

发电设备生产国和全球最大的风力发电应用国。根据国家能源局最新数据，截至2024年底，全国风电装机容量约5.2亿千瓦，同比增长18.0%。“双碳”目标下，我国风电市场获得了史无前例的巨大发展，与之相呼应的，包含风电运维、技改升级、以大代小的风电后市场服务也将迎来新一轮增长。风力发电机组设计寿命通常为20年，实际情况是国内生产的叶片多在15年后开始退役报废。按装机量测算，到2025年，退役的风电叶片将达10万吨；2025年之后，退役叶片总量更是将迅猛增长，2030年总量将达100万吨。

自2003年，江苏如东10万千瓦作为国家特许权示范项目以来，江苏风电装机规模不断增加。《江苏省“十四五”可再生能源发展专项规划》要求：到2025年，全省风电装机要达到2800万千瓦以上。“十四五”时期，我省早期安装的风电机组将迎来集中退役，同时按照国家能源局的规定，超过5000MW机组将面临淘汰，我省将产生大量废风电叶片，还有多家风电叶片制造企业产生的废料，废风电叶片的批量化利用处置问题日益突出。若这部分固体废物得不到及时、恰当的处理，将给我省风电产业的长远健康发展带来不利影响。

风电叶片的主要材质是玻璃纤维/碳纤维树脂复合材料，其具有耐腐蚀、质量轻、强度高等优点。复合材料中的树脂一般选用热固性树脂（聚酯树脂、乙烯基树脂以及环氧树脂），热固性树脂中存在网状高分子交联链结构，不能被再熔化或重塑，导致其难以再循环利用。传统的处置手段是露天堆放、焚烧。然而，这些简单的处理方法给环境带来巨大压力，同时限制了风电叶片的合理再利用，造成了巨大的资源浪费。

国家高度重视新兴固体废物综合利用行业的健康发展，《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》提出针对退役风电机组叶片等新兴产业固废，探索规范回收以及可循环、高值化的再生利用途径；《加快推动工业资源综合利用实施方案》要求探索新兴固废综合利用路径。推动废旧光伏组件、风电叶片等新兴固废综合利用技术研发及产业化应用，

加大综合利用成套技术设备研发推广力度，探索新兴固废综合利用技术路线。《工业领域碳达峰实施方案》再次提到加强再生资源循环利用，研究退役光伏组件、废风电叶片等资源化利用的技术路线和实施路径。

目前初步形成的再生利用技术主要有物理再生法和化学再生法等，由于市场规模小、运行成本高，影响到企业的投资积极性，导致此类技术尚未实现产业化。除此之外，现行政策法规主要是从整体上对叶片退役后的处置作出原则性规定，在实践中缺乏可操作性。特别是缺少相关制度、标准规范对废风电叶片回收、再生利用过程中的工艺技术、污染防治、日常监管等方面的规范和要求，导致现有的多数项目技术工艺落后、污染防治措施不到位，行业内存在劣币驱逐良币的逆淘汰现象。

废风电叶片的回收与再生利用，不仅能解决废风电叶片环境污染的现实问题，而且具有资源再利用的经济效应，既满足环保需求，又符合资源节约的战略总方向，是推动我省“无废城市”建设和实现碳减排、碳达峰的重要抓手。

我省制定废风电叶片的回收与再生利用污染防治技术控制规范，不仅可以更好的贯彻《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》《加快推动工业资源综合利用实施方案》《工业领域碳达峰实施方案》等文件要求，以标准支撑我国环境保护法律法规的落实；而且有利于提高我省废风电叶片回收与再生利用生产工艺及污染防治水平，减少废风电叶片从产生到最终处置全生命周期过程中的二次污染，将对规范废风电叶片再生利用行业起到积极作用，实现经济、环境和社会效益的最大化。总体而言，本文件制定具有以下重要意义：

（1）废风电叶片属于一般工业固体废物，通过梳理我国现行有关一般工业固体废物的环保法律法规和国家标准规范，同时结合江苏省已出台的管理政策文件要求，提出适用于废风电叶片回收与再生利用的全过程污染控制技术规范，实施后能够推动行业绿色环保发展。

（2）我省制定废风电叶片的回收与再生利用污染防治技术控制规范

将填补此领域空白，避免不规范利用处置带来的土地占用和环境风险。

（3）有效应对区域环境污染，促进环境质量改善的要求。梳理废风电叶片回收与再生利用污染控制要求、再生利用产物控制技术要求，能够为江苏省控制区域性大气、水环境污染提供有效的依据和手段，有利于环境质量的改善，保障公众健康和环境安全，推进美丽江苏建设。

2 任务来源

为贯彻落实《国家标准化发展纲要》，深入实施标准化战略，进一步健全江苏省高质量发展标准体系，江苏省市场监管局组织开展了2023年度省地方标准申报立项工作。根据《地方标准管理办法》和《江苏省标准监督管理办法》要求，经项目征集、材料初审、征求意见、论证评估和公示，江苏省市场监督管理局与2023年8月印发《省市场监管局关于下达2023年度江苏省地方标准项目计划的通知》（苏市监标〔2023〕173号），下达了327项地方标准制定项目、16项修订项目计划。《废风电叶片回收与再生利用污染控制技术规范》列为地方标准项目第52条，对口行政主管部门（标准化技术委员会）为江苏省生态环境厅，起草单位为江苏省固体废物监督管理中心、南京大学环境规划设计研究院集团股份公司等。

3 编制过程

本文件编制过程按照《国家生态环境标准制修订工作规则》（国环规法规〔2020〕4号）、《江苏省生态环境厅标准制修订工作管理办法》（苏环办〔2019〕242号）、《省市场监管局关于印发江苏省地方标准管理规定的通知》（苏市监规〔2023〕7号）等相关要求开展。

（1）成立编制组

2023年初，江苏省固体废物监督管理中心与南京大学环境规划设计研究院集团股份公司等单位成立了编制组，开展《废风电叶片回收与再生利用污染控制技术规范》的课题研究工作。

（2）国内外资料调研及梳理

2023年1月至2月，编制组通过资料搜集、文献调研等方式，积极获取国内外废风电叶片再生利用的技术、管理制度及政策等材料，经过梳理总结编制《废风电叶片回收与再生利用污染控制技术规范》标准草案及立项报告。

（3）申报立项

根据调研结果，编制组以《废风电叶片回收与再生利用污染控制技术规范》进行了立项申报；2023年8月，省市场监管局下达了2023年度江苏省地方标准项目计划，《废风电叶片回收与再生利用污染控制技术规范》列入其中。

（4）标准草案、开题

2023年12月，江苏省生态环境厅组织召开开题技术审查会，对标准开题报告及草案进行审查，专家建议进一步完善标准条款。

（5）典型企业补充调研

2024年3月至4月，编制组赴南通、盐城等地开展实地调研，重点关注企业收集、贮存管理、再生利用工艺、产品去向、污染控制等情况。

（6）征求意见稿编制

2024年5月至6月，编制组根据调研情况进一步完善《废风电叶片回

收与再生利用污染控制技术规范》（征求意见稿）。

（7）征求意见稿技术审查

2024 年 6 月 18 日，江苏省生态环境厅组织召开征求意见稿技术审查会，对标准及编制说明进行审查。技术审查会审查结论为通过，专家建议按照 GB/T 1.1-2020 进一步规范标准，并按照苏市监规〔2023〕7 号文进一步完善编制说明。

（8）征求意见

2024 年 7 月 5 日~2024 年 8 月 5 日在江苏省生态环境厅外网公开征求意见，同时征求 39 家单位的意见，截止到 2024 年 8 月 23 日，共收到 5 家单位的意见，34 家单位经书面/电话反馈确认无意见/未回意见。江苏省生态环境厅外网收到 1 条意见建议。

（9）送审稿编制

根据征求意见反馈问题，对标准文本进行修改，29 条反馈意见中，采纳 23 条，部分采纳 4 条，不采纳 2 条，最终形成送审稿。

（10）送审稿技术审查

2025 年 3 月 28 日，江苏省生态环境厅组织召开送审稿技术审查会，对标准及编制说明进行进一步审查。技术审查会审查结论为通过，专家建议进一步梳理再生利用产物的后续管理要求，并按 GB/T 1.1-2020 的规定完善标准文本。

（11）报送省市场监管局

2025 年 4-11 月，修改完善形成审议稿，经省生态环境厅务会研究后报送省市场监管局。

4 调研情况

4.1 产生与再生利用

4.1.1 产生概况

1、退役风电叶片产生概况

结合国家能源局、国家能源局江苏监管办公室以及省工信厅各年度公布的电力建设情况，2010 年、2015 年、2020 年江苏省风电累计并网容量分别为 146.775 万千瓦、412 万千瓦、1547 万千瓦。

表 4.1-1 江苏省主要风电运营商信息统计表

序号	运营商	装机容量（万千瓦）
1	龙源	133.85
2	国华	93.47
3	国电投	103.57
4	华电	52.04
5	华能	54.09
6	大唐	14.75
7	中广核	44.45
8	国信	98.67
9	其他开发商	508.11
合计		1103

根据江苏省能源局的风电项目上大压小的政策，2023 年江苏省首个上大压小的项目是盐城东台市国华项目开始实施，装机容量 20 万千瓦，134 台 1.5MW 机组，退役叶片 402 支，共计产生 3000 吨退役风电叶片。

截止 2025 年 8 月，江苏省有 5 个上大压小项目，分别是东台国华项目 20 万千瓦，南通启东龙源项目 10 万千瓦，南通如东龙源项目 40 万千瓦，盐城大丰中电国际项目 20 万千瓦，盐城响水三峡项目 20 万千瓦，共计 110 万千瓦，这批项目将在 2023-2025 年陆续实施完成，共计产生 1.57 万吨退役风电叶片。

按照风电叶片设计寿命 20 年进行估算：2030 年、2035 年、2040 年江苏省废弃风电量预计分别为 147 万千瓦、265 万千瓦、1135 万千瓦。1.5MW 每个风电叶片重量 6-8 吨，取中间值 7 吨计算并对最终结果进行取整，2030 年（2010 年投入使用）、2035 年（2015 年投入使用）、2040 年

（2020年投入使用）江苏省退役风电叶片重量将达到2万吨、4万吨、16万吨。

2、风电叶片边角料产生概况

目前，全省主要共有12家生产风电叶片的企业，具体见下表。

表4.1-2 江苏省主要风电叶片生产企业信息统计表

序号	企业名称	地理位置	生产能力（套）
1	江苏双瑞风电叶片有限公司	盐城市大丰区经济开发区	340
2	连云港双菱风电设备科技有限公司	连云港市连云经济开发区	320
3	中复连众风电科技有限公司	连云港经济技术开发区	92（276支）
4	江苏九鼎风电复合材料有限公司	南通市如东县小洋口	1000
5	重通成飞风电设备江苏有限公司	如东经济开发区	6000
6	远景能源（扬州）有限公司	扬州经济技术开发区	1200支
7	迪皮埃风电叶片(扬州)有限公司	扬州经济技术开发区	1200支
8	中材科技（阜宁）风电叶片有限公司	盐城市阜宁经济开发区	800
9	苏州天顺风电叶片技术有限公司	常熟梅李镇通港工业园	1000
10	美泽风电设备制造(江苏)有限公司	通州湾江海联动开发区	300
11	射阳中车风电叶片工程有限公司	射阳县射阳港经济开发区	300
12	南通艾郎风电科技发展有限公司	南通市海门港新区	2000

南通艾郎风电科技发展有限公司2024年实际年产量以1000套计算，2024年废风电叶片边角料产生量约5000吨。以艾郎产废量为基准进行计算，目前江苏省内风电叶片制造企业产能约13000套/年，则江苏省风电叶片生产企业产生的废风电叶片边角料预估量为6.5万吨，后续持续增加，到2030年产能基本保持稳定。

综上，预计2025年江苏省废风电叶片产生量将达到8.6万吨。

表4.1-3 江苏省废风电叶片产生统计表 单位：万吨

序号	年份	退役风电叶片产生量	风电叶片边角料等产生量	总产生量
1	2023年	0.3	6.5	6.8
2	2025年	1.6	7	8.6
3	2030年	2	7.5	9.5
4	2035年	4	7.5	11.5
5	2040年	16	7.5	23.5

4.1.2 风电叶片结构

风电叶片原材料主要由增强纤维、树脂、芯材和结构胶等组成，典型结构如下图所示。

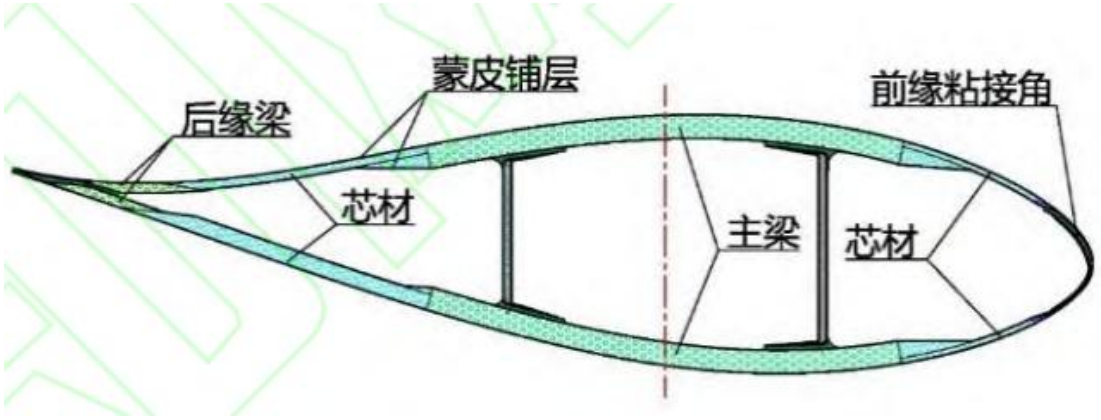


图 4.1-1 典型风电叶片截面结构型式

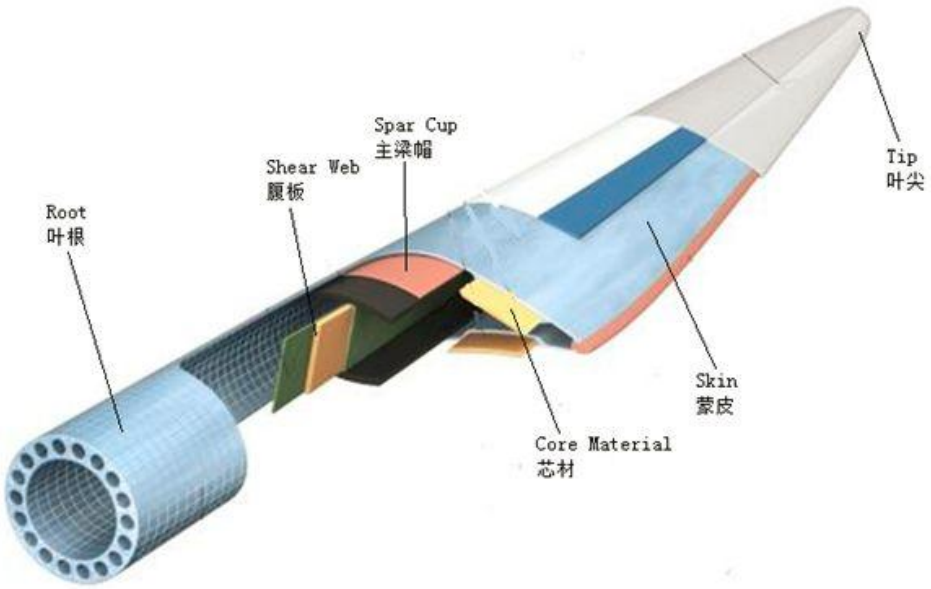


图 4.1-2 典型风电叶片实体示意图

（1）增强纤维

目前风电叶片主要应用的增强纤维是玻璃纤维和碳纤维。

①玻璃纤维

玻璃纤维是公认的优质风电叶片原材料，根据中国玻纤协会的统计数据，风电用玻璃纤维占玻璃纤维总产能的 20%-25%左右。

②碳纤维

与玻璃纤维相比，碳纤维的比模量和比强度均大幅增加，其模量比玻纤高 3~8 倍、比重约小 30%。随着叶片尺寸的增加，其重量也越来越大，全玻纤叶片无法满足机组大型化和轻量化的要求，碳纤维将成为实现超大

型叶片轻质高强要求的理想选择材料。

（2）夹芯材料

夹芯材料（简称芯材）是叶片的关键增强材料，通常应用在叶片的蒙皮与腹板上，作为夹层结构来提升结构刚度，防止局部失稳、提高整个叶片的抗载能力，叶片用芯材主要是 Balsawood（俗称轻木或巴沙木）和硬质泡沫，硬质泡沫主要有 PVC（聚氯乙烯）、PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）和 HPE（高性能聚氨酯）等发泡材料。

（3）基体树脂

树脂基体材料在复合材料中起着粘结、支持、保护增强材料和传递载荷的作用。风电用树脂主要是不饱和聚酯与环氧类的热固性树脂，国内叶片公司基本上都是批量使用环氧树脂。与热固性复合材料相比，热塑性复合材料具有可循环使用、废料可回收、产品可熔融再加工、可焊接等优点，也顺应绿色环保的发展要求，是未来风电叶片应用的重要方向。

（4）结构胶

结构胶作为叶片主材之一，作用是将叶片蒙皮与腹板粘接在一起形成主承力结构。结构胶在粘接固化时与树脂一样属于不可逆反应，如果出现缺胶或胶层厚度偏差大等缺陷，其粘接可靠性会直接影响到叶片的运行稳定性，因此结构胶也成为整个材料体系中风险最高的原材料之一。结构胶类型主要有环氧型、聚氨酯型、乙烯基型及丙烯酸酯型等，目前在叶片合模用的结构胶主要是环氧型结构胶。

4.1.3 再生利用概况

截止目前，我省国华（东台）风电有限公司于 2022 年 9 月开始对原有的 134 台 1.5MW 老旧机组进行拆除重建大机组，产生退役废风电叶片 200 多只（约 3000 吨），由丰诺（江苏）环保科技公司进行再生利用。2025 年 2 月，国能联合动力技术（连云港）有限公司 214 支共 2148 吨废弃风力发电机组叶片退役，交连云港蓝雨资源循环利用有限公司处理。其他运营单位暂未产生退役风电叶片。

风电叶片生产企业产生的废风电叶片边角料等一般由第三方收集企业收集后委托综合利用，或直接委托给废风电叶片再生利用企业，如南通艾郎风电科技发展有限公司产生的5000吨废风电叶片边角料均由江苏德之道环保科技有限公司再生利用。

4.1.4 再生利用企业

据调研，江苏省现有6家废风电叶片回收利用企业，总设计能力为23.5万吨/年，根据目前废风电叶片的产生情况（2025年预计产生量8.6万吨），全省总处理能力过剩。具体信息见表4.1-4所示。

表4.1-4 主要风电叶片再生利用企业信息统计表

序号	单位名称	项目名称	建设地点	工艺流程	再生利用产品	设计能力（万吨/年）
1	连云港蓝雨资源循环利用有限公司	报废风电叶片及边角料循环再利用项目	连云港灌云县四队镇工业集中区	**报废叶片：**分拣-切割-拼装 **废边角料：**分拣-破碎-热熔-液压-冷却	托盘、井盖、托板、拼装板房	9（报废叶片7，废边角料2）
2	江苏德之道环保科技有限公司	玻璃钢边料循环利用加工项目	如皋市白蒲镇	破碎-撕碎-粉碎-投料搅拌-模压	托盘	5
3	丰诺（江苏）环保科技有限公司	热固性复合材料回收和综合利用项目（一期）	盐城市大丰区经济开发区	**废叶片**经切割、组装形成托盘；剩余材料经切割-粉碎-模压形成板材。	循环包装箱、托盘	0.5
4	盐城广明环保建材有限公司	年产10000万块水泥砖、20万立方米水泥预制构件项目	盐城市纺织染整产业园	**废边角料：**破碎、粉碎、筛分、配料、搅拌、压制成型	水泥砖、水泥预制件	6
5	兆源环境工程滨海有限公司	废风电叶片回收利用项目	盐城市滨海县八滩镇民营创业园	切割-破碎-水洗-包装	木材（巴沙木）	2
6	志福环保产业（江苏）有限公司	碳纤维复合材料资源化项目	扬州市邗江区杨庙环保产业园	**退役风电叶片：**切割、破碎、粉碎、气流分选、模压	玻璃钢制品	1
合计						**23.5**

按地区划分，再生利用企业主要集中在连云港、盐城和南通等沿海地区，其中连云港9万吨，占比38.2%，南通5万吨，占比21.3%，盐城8.5万吨，占比36.2%。

按工艺划分，6家再生利用企业中，全部采用机械法，总规模23.5万吨/年。

表4.1-5江苏省废风电叶片再生利用企业工艺汇总（按工艺）

序号	处置工艺类别	数量	处置规模（吨/年）	规模占比（%）
1	机械法	6	23.5	100
2	热解法	0	0	0
3	化学法	0	0	0
合计			23.5	100

4.2 再生利用工艺概述

废风电叶片再生利用工艺主要包括物理法（机械法）和化学法（包括热解法和溶解法）。其中，物理法（机械法）是江苏省废风电叶片再生利用最普遍采用的方法，全省6家再生利用企业目前均采用机械法（物理法）工艺。

4.2.1 物理方法

机械法是将废弃物粉碎后作为原材料二次使用的方法。该方法简单且经济可行，是我省废风电叶片再生利用最普遍的方法。机械法回收风电叶片的首要程序是将复合材料进行碎化处理。根据应用场合，碎化的叶片材料大小不尽相同。

（1）直接回收法：回收利用废风电叶片制成具有相同或不同功能用途的新产品或新材料。例如重复使用叶片用于托盘、游乐场或街道长椅、自行车停放处、包装箱、花坛围栏、建筑再利用等。如丰诺（江苏）环保科技有限公司，将废风电叶片切割后变成板材，经精细加工后变成包装材料重复利用，其他剩余物经多级破碎后制成板材产品。

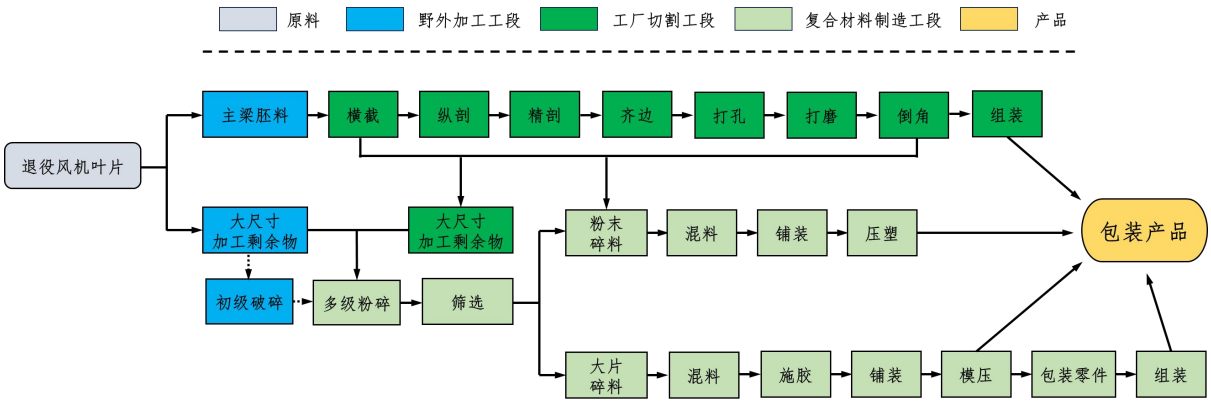


图 4.2-1 丰诺环保切割加工再利用法工艺流程图

（2）物理回收法：将废风电叶片切碎或研磨成不同尺寸的块状颗粒、短纤维和其他材料，可用作新复合材料中的填料或增强材料。如江苏德之道环保科技有限公司，将废风电叶片破碎后与其他物料整体放入产品模具中，模压成托盘等多种产品。

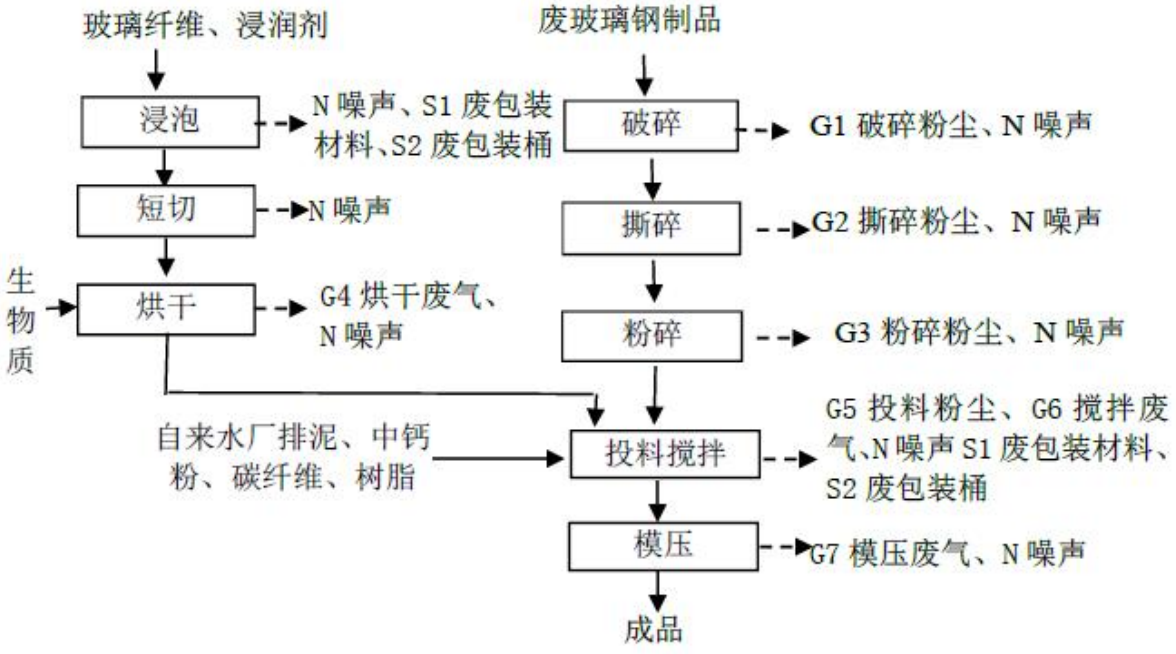


图 4.2-2 德之道机械粉碎法工艺流程图

4.2.2 化学方法（热解法）

化学法（热解法）是将嵌入的纤维通过热处理从交联的聚合物基体中释放出来，从而将复合材料分解为基体和增强成分，并将其转化为有用产

品，如用于新型复合材料的基本化学产品和聚合物。主要方法是热解法、流化床法和微波热解法。这些技术的操作温度条件介于 450~700℃，能够从复合材料中回收玻璃纤维和碳纤维，目前已有部分工业应用。

（1）热解法：热解法近年来已发展到工业水平。废风电叶片热解回收工艺如图 4.2-3 所示。一般而言，热解过程是在惰性气氛中（通常在大气压下），在受控温度下聚合物基质的分解。通过这种方式，可以将基质分解成固体（纤维和填料）、油（例如苯、甲苯、乙苯和苯酚）、气体（例如 H_2、CH_4、CO 和 CO_2）和聚芳烃炭的混合物；而纤维仍保持惰性，随后可以将其回收。同时，热解所产生的高热值液体和气体可以被收集并用作不同制造步骤的燃料或二次资源。为消除聚合物热解后纤维表面形成的热解炭层，还需要对热解后的产物进行氧化。回收纤维机械性能的优劣在很大程度上取决于关键工艺参数，如热解和氧化温度、停留时间及反应气氛。通过优化工艺参数，可以实现机械性能损失最小化。

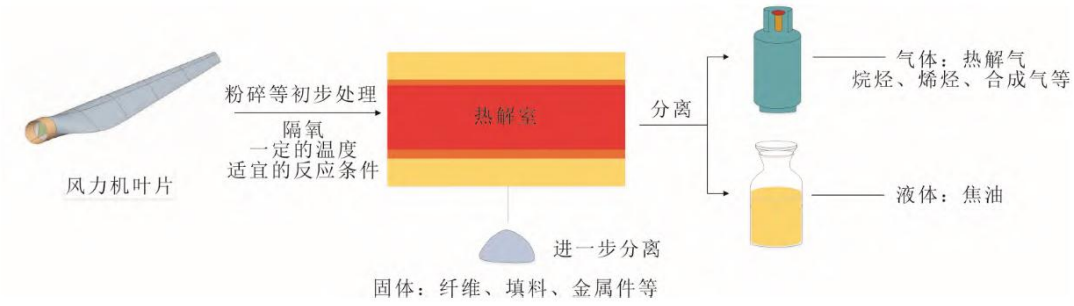


图 4.2-3 热解法典型工艺流程图

（2）流化床法：流化床热处理是在硅砂存在情况下，使用热空气流将聚合物基体与嵌入的纤维分离的技术。该方法将废料或废弃材料复合物的尺寸减小到 25mm，并首先将其送入流化床或硅砂床中；在 450~550℃的温度下，以 0.4~1.0m/s 的速度，用空气或氮气的热气流进行流化；复合材料中的聚合物基质挥发，从而释放出纤维和填料，并将其作为悬浮在气流中的单个颗粒带出流化床。纤维和填料最终通过旋风分离器从气流中分离出来，然后进入在高温（即 1000℃）下工作的二次燃烧室，在该燃烧室中聚合物被完全氧化并回收热量。采用流化床方法可以回收清洁的纤维，

但难以获得连续纤维，再生纤维的机械性能相对较低。

（3）微波热解法：微波热解法是指通过微波辐射分解复合材料中的树脂基质。树脂通过吸收来自碳纤维的微波能量进行内部加热，可以更快地分解树脂。与其他热分解技术相比，该方法所需设备更少，时间更短。作为一种新兴技术，微波热解具有清洁环保的优点，是一种易于控制、高效的碳纤维回收技术。到目前为止，这种回收技术只对碳纤维经济可行。然而，由于叶片中碳纤维增强复合材料的用量还很少，目前尚未大规模实施。

4.2.3 化学方法（溶解法）

化学法（溶解法）是指聚合物通过化学反应转化为可溶性低分子量产物的过程。主要有溶剂分解法和超/亚临界流体法 2 种。通过化学法回收可以获得干净的纤维而不会显著降低其机械性能。但是化学法的回收过程成本高昂，要求特定类型反应器和设施既能够在高温和高压下运行，也能在腐蚀性介质中运行，而且大部分溶剂都很昂贵，废液的化学成分非常复杂，其处理也是一个很大的挑战；另外，化学法反应时间长，流程复杂，很难工业化应用。因此，化学法的整体工业准备度低于热解法和机械法，目前还处于实验阶段。

（1）超临界流体法：指流体的温度和压力超过其固有临界温度和临界压力的特殊状态。超临界流体的优异溶解性和传质特性可用于分解或降解聚合物废物，并获得气体、液体和固体产物。超临界流体法主要使用水或醇作为分解介质。该方法是一种新型的回收方法，具有回收工艺清洁无污染，再生纤维表面清洁、性能优良等优点。但超临界条件要求更加严格，大多数超临界流体要求高温高压，对反应设备要求高、成本高、安全系数低。综上所述，超临界流体技术回收热固性树脂复合材料仍处于实验室阶段。

（2）溶剂溶解法：指采用溶剂（水、醇、酸）在特定温度和压力下破坏树脂大分子键，从而达到分离和回收树脂玻璃纤维的目的。回收的纤

维性能较好，表面比较干净。该方法易于放大，但投资和运行成本很高，并且技术成熟度相对较低。

5 主要内容及技术指标确定的依据

5.1 范围

本文件规定了废风电叶片收集、运输、贮存、预处理、再生利用及再生利用产物的污染控制要求以及管理要求。

本文件适用于废风电叶片回收与再生利用全过程的污染控制，可作为废风电叶片回收与再生利用相关建设项目环境影响评价、工程建设、运行管理、排污许可管理等的技术参考依据。风力发电叶片生产企业产生的废弃玻璃纤维边角料和切边废料可参照本文件执行。

5.2 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文本条件必不可少的条款。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。

上述规范性引用文件中，《风能发电系统 风力发电机组废弃纤维复合材料回收方法》（GB/T 45195）是本文件再生利用方法的重要引用标准。GB/T 45195-2024 于 2024 年 12 月 31 日发布实施，规定了风力发电机组废弃纤维复合材料收集、处理和处置方法，本文件明确要求采用物理方法和化学方法（包括热解法和溶解法）再生利用废弃纤维复合材料应符合 GB/T 45195 的要求，二者在回收利用方法层面保持衔接一致。

5.3 术语和定义

本部分给出了 4 个术语和定义。其中，再生利用参照《废弃产品回收利用术语》（GB/T 20861）、物理方法、化学方法参照《风能发电系统 风力发电机组废弃纤维复合材料回收方法》（GB/T 45195-2024）相关术语给出定义；结合实际对废风电叶片、再生利用进行了定义。

标准条款：3.1 废风电叶片 waste wind turbine blade

失去维修价值、升级替换或达到使用年限而停止使用，以及虽仍有利用价值但被抛弃或放弃的风电叶片。

说明：本文件所指的废风电叶片指因失去维修价值、升级替换或达到使用年限而停止使用，以及虽仍有利用价值但被抛弃或放弃的风电叶片。

标准条款：3.2 再生利用 recycling

从废风电叶片中获取或使其转化为可利用物质的活动，一般包括物理再生和化学再生，不包括对能量的回收和利用。

说明：源自《废弃产品回收利用术语》（GB/T 20861-2007），2.10，有修改。与综合利用定义的区别在于，再生利用不包括对能量的回收和利用，主要产物包括型材、短纤维、复合材料粉末（物理方法），再生玻璃纤维、再生碳纤维、热解油、热解气、炭黑（热解法），树脂解聚物、纤维、芯材（溶解法）等。本文件按回收利用方式的不同，将再生利用划分为物理再生和化学再生。

标准条款：3.3 物理方法 physical method

通过人工或机械装置对废风电叶片进行粉碎或分离的回收方法。

3.4 化学方法 chemical method

通过热能或者化学溶剂对废风电叶片进行利用,使聚合物分解和纤维分离的回收方法。

说明：源自《风能发电系统 风力发电机组废弃纤维复合材料回收方法》（GB/T 45195-2024），3.5 和 3.8，有修改。

5.4 总体要求

标准条款：4.1　应加强风电叶片易拆解、易回收利用的绿色设计，采用环境友好材料，以便于重复使用和再生利用。

说明：为从源头上促进风电叶片回收利用，依据《关于促进退役风电、光伏设备循环利用的指导意见》（发改环资〔2023〕1030 号）关于推进风电、光伏设备绿色设计、提高易拆解易回收性的要求，明确废风电叶片应

从设计源头采用易拆解、易回收利用的结构和材料，便于后续重复使用和再生利用。

标准条款：4.2　废风电叶片应最大限度实现资源化利用，促进减污降碳协同增效。不应以填埋、丢弃等方式处置废风电叶片。

说明：依据《中华人民共和国生态环境法典》关于工业固体废物综合利用以及禁止随意倾倒、抛撒、堆放或者焚烧的规定，结合《关于促进退役风电、光伏设备循环利用的指导意见》（发改环资〔2023〕1030号）关于提高退役风电设备资源化利用水平、避免资源浪费的要求，明确废风电叶片应最大限度实现资源化利用，促进减污降碳协同增效，不应以填埋、丢弃等方式处置。

标准条款：4.3　优先采用能耗低、资源回收率高、污染物排放量少的工艺和设备，不应使用国家明令禁止的淘汰工艺和设备。应按照设计规模、工艺类型配置再生利用生产线，并具备与生产规模相匹配的环境保护设施。

说明：此条为企业工艺及设备选择与设计的总体要求，企业应提高工艺设备的匹配性及先进性。依据《中华人民共和国生态环境法典》《江苏省固体废物污染环境防治条例》中关于工业固体废物综合利用工艺设备及配套环境保护设施建设的要求，提出相应要求。

标准条款：4.4　应遵守HJ 942、HJ 1200、HJ 1301等标准的规定取得排污许可证，产生的废气、废水、噪声等排放应符合国家、省的污染物排放标准与排污许可要求，含重金属或难以生化降解废水，不得排入市政污水收集处理设施。产生的固体废物应按照国家、省有关环境保护规定和标准要求妥善贮存、利用和处置。

说明：响应排污许可管理基本要求，明确污染物的达标排放要求。根据住房和城乡建设部、生态环境部、国家发展改革委、水利部《关于印发深入打好城市黑臭水体治理攻坚战实施方案的通知》，新建冶金、电镀、化工、印染、原料药制造等工业企业排放的含重金属或难以生化降解废水

以及有关工业企业排放的高盐废水，不得排入市政污水收集处理设施。废风电叶片回收和再生利用过程中可能会产生含重金属或难以生化降解废水，因此对这两类废水提出相关要求。

5.5 收集、运输、贮存

标准条款：5.1　拆卸后的废风电叶片应与其他废弃风力发电设备和零部件分类收集。

说明：针对废风电叶片分类收集进行说明，要求废风电叶片与其他废弃风力发电设备及零部件分开收集，避免相互混杂影响后续再生利用。

标准条款：5.2　现场切割应使用高效切割设备，合理采取防扬散、防流失、防渗漏等环境保护措施，初期雨水应收集处理后循环使用或送至集中污水处理设施处理后达标排放，切割屑应收集后委外处置。切割段应分类收集并做好标识，其分类与代码、标识应按照 JC/T 2736 的要求执行。

说明：为便于运输，通常会采取现场切割后再进行运输的方式。此条针对废风电叶片的现场切割提出要求，要求使用高效切割设备，提高切割效率；现场切割过程应合理采取防扬散、防流失、防渗漏等环境保护措施，防止粉尘等对周边环境造成影响；切割过程产生的初期雨水应收集处理后循环使用或送至集中污水处理设施处理后达标排放，减少对周边环境及土壤、地下水的影响；切割屑应收集后委托有能力的单位处置。切割段应分类收集并做好标识，其分类与代码、标识按照 JC/T 2736《纤维复合材料固体废物分类管理指南》的要求执行，为后续分类再生利用提供支撑。

标准条款：5.3　废风电叶片及切割段应及时转运，并采取覆盖和固定措施。运输途中不得对废风电叶片采取任何形式的二次拆解、处理。

说明：此条为针对废风电叶片及切割段运输过程的安全和防护措施提出的要求。废风电叶片作为一般工业固体废物，体积较大，运输不方便，存在坍塌等风险，因此要求及时转运并采取覆盖和固定措施；同时废风电叶片的拆解和处理过程会产生二次污染，因此严禁在运输过程中对其进行

二次拆解、处理。

标准条款：5.4 废风电叶片及切割段应根据后续再生利用工艺分类分区贮存，贮存设施应满足防渗漏、防流失、防扬散要求，张贴符合 GB 15562.2 规定的环境保护图形标志，并注明废物种类等信息。

说明：根据现场调研情况，目前废风电叶片大多露天贮存，不符合一般工业固体废物贮存要求，因此在标准中明确要求废风电叶片及切割段应根据后续再生利用工艺分类分区贮存，贮存设施应满足防渗漏、防流失、防扬散等环境保护要求，并在贮存设施张贴符合 GB 15562.2 规定的环境保护图形标志，注明废物种类等信息，便于日常监督管理。

5.6 预处理

标准条款：6.1 再生利用企业应使用精密切割设备对废风电叶片进行预处理，根据叶片型号、材料和回收利用方式制定叶片切割工艺，叶片宜沿叶展方向分割以得到叶根、壳体和叶尖，实现叶片不同材料的分离。

说明：废风电叶片由玻璃纤维/碳纤维增强的环氧树脂等热固性复合材料以及芯材、螺栓等金属部件构成，不同部位材料构成差异较大，直接破碎会影响再生利用产物的质量。为便于后续再生利用，要求再生利用企业使用精密切割设备对废风电叶片进行预处理，根据叶片型号、材料和回收利用方式制定叶片切割工艺，叶片宜沿叶展方向分割以得到叶根、壳体和叶尖，实现叶片不同材料的分离，提高再生利用产物的质量。

标准条款：6.2 预处理过程应采取相应污染防治措施，废气排放应符合 DB 32/ 4041 的要求，噪声应符合 GB 12348 的要求，产生的固体废物应委托具有主体资格和技术能力的单位利用处置。

说明：预处理（厂内切割）过程会产生粉尘、噪声等污染物，要求采取相应的污染防治措施，废气排放应符合 DB 32/4041《大气污染物综合排放标准》的要求，噪声应符合 GB 12348《工业企业厂界环境噪声排放标准》的要求；预处理过程产生的切割边角料等固体废物，应委托具有主体资格

和技术能力的单位利用处置。

5.7 再生利用过程污染控制

标准条款：7.1 采用物理方法和化学方法（包括热解法和溶解法）再生利用废弃纤维复合材料应符合 GB/T 45195 的要求。

说明：GB/T 45195《风能发电系统 风力发电机组废弃纤维复合材料回收方法》是我国 2024 年 12 月 31 日发布实施的国家推荐性标准，由中国机械工业联合会提出、全国风力发电标准化技术委员会（SAC/TC 50）归口，规定了风力发电机组废弃纤维复合材料收集、处理和处置方法。本文件将 GB/T 45195 列为规范性引用文件，明确采用物理方法和化学方法（包括热解法和溶解法）再生利用废弃纤维复合材料应符合 GB/T 45195 的要求，确保本文件确定的再生利用方法与国家标准衔接一致。

标准条款：7.2 物理方法应包括传输、粉碎、分选、收集等功能单元。粉碎工序应具备自动上料功能，宜采用干法破碎，并根据进料性质差异选用多级破碎装置。分选工序宜采用气流、近红外、X 射线荧光等精细化分选工艺，提升资源化利用率。在物料入口、出口应设置负压集气罩，并配备高效集尘系统。废气排放应符合 DB 32/ 4041 的要求，噪声应符合 GB 12348 的要求。

说明：参照《国家工业资源综合利用先进适用工艺技术设备目录（2021 年版）》“（三）废旧风电叶片拆解处理技术采用绳锯切割机将废旧风电叶片切割成 1 米大小的矩形块，经过多级撕碎、振动分选及旋风分离，实现高效破碎和分离，通过控制对撞力度、频率等，将直径小于 1cm 的材料磨制成 200~2000 目数的粉剂，混合物经过筛分、分选，输出满足再利用的不同产物。”以及《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ 1091）“5.4.4 废塑料、废橡胶等固体废物的破碎宜采用干法破碎”等要求，对物理方法传输、粉碎、分选、收集等功能单元及污染防治措施提出具体要求，物料入口、出口应设置负压集气罩并配备高效集尘系统，废气排放应符合

DB 32/ 4041 的要求，厂界噪声应符合 GB 12348 的要求。

标准条款：7.3 化学方法（热解法）应使用温度、压力等自动控制装置，热解设备应具备良好的密封性。应选择合适的加热速率、停留时间、热解温度等工艺参数，控制热解油、炭黑、热解气产生比例。热解气优先循环利用。废气中颗粒物、一氧化碳、氯化氢、苯、甲苯、二甲苯、苯系物、非甲烷总烃、二噁英等污染物排放限值应符合 DB 32/ 3728 和 DB 32/ 4041 的要求，挥发性有机物排放限值应符合 DB 32/ 4041 和 GB 37822 的要求，恶臭污染物排放限值应符合 GB 14554 的要求。

说明：参照《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ 1091）“5.11.4 热解设备应配备温度自动控制装置，应具备良好的密封性，操作过程应防止裂解气体外泄，热解设备和烟气管道应采取绝热措施。”等要求，提出此条文。废风电叶片主要由玻璃纤维/碳纤维增强的环氧树脂、聚氨酯等热固性复合材料构成，热解过程中树脂基体及粘合剂高温分解会产生苯、甲苯、二甲苯、甲醛等挥发性有机物，胺类等含氮化物，氯化氢等酸性气体及二噁英等，企业应根据生产特点在相应区域配套建设废气收集处理装置，颗粒物、一氧化碳、氯化氢、苯、甲苯、二甲苯、苯系物、非甲烷总烃、二噁英等污染物排放限值应符合 DB 32/ 3728 工业炉窑大气污染物排放标准和 DB 32/ 4041 大气污染物综合排放标准要求，挥发性有机物应符合 DB 32/ 4041 和 GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准要求，恶臭污染物应符合 GB 14554 恶臭污染物排放标准要求。

标准条款：7.4 化学方法（溶解法）应使用连续生产设备（包含连续进料系统、连续再生系统和连续出料系统），根据工艺控制要求安装工艺参数在线监控设备。优先选用水、醇类等减少或避免对环境和人体健康造成污染或危害的化学药剂，并加强药剂的回收及重复利用。分离得到的再生纤维等应清洗、烘干。废水中污染物排放限值应符合 GB 31572、DB 32/939 等标准相关要求。废气中颗粒物、非甲烷总烃等污染物排放限值应符合 DB 32/ 4041 的要求，挥发性有机物排放限值应符合 DB 32/ 4041 和

GB 37822 的要求。对于工艺过程排放的含 VOCs 废水的集输系统以及废水储存、处理设施，应执行 GB 37822 的废水液面特别控制要求。

说明：要求使用连续生产设备（包含连续进料系统、连续再生系统和连续出料系统），并安装工艺参数在线监控设备，旨在提高企业工艺水平，便于对相关参数进行优化和掌握。溶解法中不同复合材料需要特定的溶剂，大部分溶剂昂贵且存在较大化学毒性，会导致最终废液化学成分复杂，处理难度大，因此应优先选用水、醇类等环保型化学药剂，在满足需要的前提下加强药剂回收及重复利用，减少废气和废液产生量；分离得到的再生纤维等应清洗、烘干，确保不沾染化学药剂。企业应配备废水处理设施，化学方法（溶解法）产生的工艺废水主要为清洗废水，污染物主要为悬浮物、COD、总氮、氨氮、总磷等常规因子，排放应符合 GB 31572、DB 32/939 等标准相关要求；废气中颗粒物、非甲烷总烃等应符合 DB 32/ 4041 要求，挥发性有机物应符合 DB 32/ 4041 和 GB 37822 要求，含 VOCs 废水的集输系统以及废水储存、处理设施应执行 GB 37822 的废水液面特别控制要求。

5.8 再生利用产物

标准条款：8.1　物理方法再生利用产物主要包括型材、短纤维、复合材料粉末等。

标准条款：8.1.1　型材用于生产建筑及园林景观工程用材的，性能指标应参照 JG/T 537 执行；用于生产运输仓储平托盘的，性能及尺寸等指标应参照 GB/T 2934 和 GB/T 4995 执行。

标准条款：8.1.2　短纤维用于生产热固性、热塑性树脂增强材料的，应符合 JC/T 556 的规定；用于生产增强热塑性、热固性塑料的短束状玻璃纤维制品的，应符合 JC/T 896 的规定。

标准条款：8.1.3　复合材料粉末用于生产公路用玻璃纤维增强塑料制品的，应符合 GB/T 24721 的规定。

标准条款：8.1.4 再生利用产物按照产品管理的，其有害物质含量要求应参照 GB/T 44157 中废树脂粉资源化利用的限值执行。

标准条款：8.2 化学方法（热解法）再生利用产物主要包括再生玻璃纤维、再生碳纤维、热解油、热解气、炭黑等。

标准条款：8.2.1 再生玻璃纤维可按 8.1.2 和 8.1.4 的要求综合利用。

标准条款：8.2.2 再生碳纤维用于水泥混凝土的，应符合 GB/T 45470 的规定，其有害物质含量要求应参照 GB/T 30760 执行。

标准条款：8.2.3 热解油、热解气、炭黑应按 GB 34330 的规定进行固体废物属性鉴别。

标准条款：8.3 化学方法（溶解法）再生利用产物主要包括树脂解聚物、纤维、芯材等，应按 GB 34330 的规定进行固体废物属性鉴别。

说明：按照再生利用方法的不同，本文件将再生利用产物分为物理方法再生利用产物和化学方法再生利用产物，分别提出综合利用及固体废物属性鉴别要求。物理方法再生利用产物主要包括型材、短纤维、复合材料粉末等，其中：型材用于生产建筑及园林景观工程用材的，性能指标参照 JG/T 537 执行；用于生产运输仓储平托盘的，性能及尺寸等指标参照 GB/T 2934 和 GB/T 4995 执行。短纤维用于生产热固性、热塑性树脂增强材料的，应符合 JC/T 556 的规定；用于生产增强热塑性、热固性塑料的短束状玻璃纤维制品的，应符合 JC/T 896 的规定。复合材料粉末用于生产公路用玻璃纤维增强塑料制品的，应符合 GB/T 24721 的规定。上述再生利用产物按照产品管理的，其有害物质含量要求参照 GB/T 44157 中废树脂粉资源化利用的限值执行。化学方法（热解法）再生利用产物主要包括再生玻璃纤维、再生碳纤维、热解油、热解气、炭黑等，其中：再生玻璃纤维可按 8.1.2 和 8.1.4 的要求综合利用；再生碳纤维用于水泥混凝土的，应符合 GB/T 45470 的规定，其有害物质含量要求参照 GB/T 30760 执行；热解油、热解气、炭黑应按 GB 34330 的规定进行固体废物属性鉴别。化学方法（溶解法）再生利用产物主要包括树脂解聚物、纤维、芯材等，应按 GB 34330

的规定进行固体废物属性鉴别，确保不能作为产品利用的再生利用产物纳入固体废物规范管理。

5.9 管理要求

9.1 通则

标准条款：9.1.1 应具有完备的保障废风电叶片回收与再生利用的规章制度和劳动保护措施，建立并执行规范的管理和技术人员培训制度。

说明：为完善再生利用企业管理体系及培养合格的运营人员，提升企业运行管理水平，提出此条文。

标准条款：9.1.2 应建立健全废风电叶片回收与再生利用全过程的污染环境防治责任制度，明确责任部门和责任人员。

说明：依据《中华人民共和国生态环境法典》《江苏省固体废物污染环境防治条例》等的要求，提出此条文。

标准条款：9.1.3 参与废风电叶片回收与再生利用的单位应如实记录废物种类、数量、流向、贮存、利用、处置等信息，并保存记录不少于5年。

说明：依据《中华人民共和国生态环境法典》《一般工业固体废物管理台账制定指南（试行）》《江苏省固体废物污染环境防治条例》等关于工业固体废物管理台账和记录保存的要求，提出此条文。

标准条款：9.1.4 应编制应急预案，针对树脂燃烧、液态物质泄漏等场景在应急预案中制定专项预案或专章，并定期开展应急演练，每年不少于1次。

说明：根据《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》《企业事业单位突发环境事件应急预案评审工作指南》《江苏省突发环境事件应急预案管理办法（苏环发〔2023〕7号）》要求，企业事业单位应当按照国家有关规定制定突发环境事件应急预案，报环境保护主管部门和有关部门备案。提出此条文。

标准条款：9.1.5　企业开展例行监测应符合 HJ 819、HJ 1250 要求。

说明：为有效管控环境风险、促进企业规范化管理，企业应依据《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819）、《排污单位自行监测技术指南 工业固体废物和危险废物治理》（HJ 1250）相关要求，开展例行监测，编制自行监测方案，对废气、废水、噪声等污染物排放及厂界周边的土壤、地表水、地下水和大气等环境质量开展监测，以判断废风电叶片再生利用过程是否对大气、土壤、地表水和地下水造成二次污染。提出此条文。

9.2　信息公开

标准条款：9.2.1　应在官方网站或其他便于公众查阅的媒体上，定期公开再生利用产物相关信息，包括执行的产品质量标准及污染控制标准、产物流向和用途等。

标准条款：9.2.2　应定期在厂区企业信息栏或官方网站公开监测结果等相关信息。

标准条款：9.2.3　应每年定期向社会发布企业年度环境报告，依法公开污染环境防治信息。

说明：企业应根据排污许可证要求，履行相应的社会责任，将再生利用产物相关信息、监测结果、年度环境报告等定期向社会公示，接受社会监督。

6 重大分歧意见的处理过程和依据

无。

7 与相关法律法规和标准的关系

废风电叶片主要来源于风电运营企业产生的退役风电叶片，属于一般工业固体废物。梳理我国现行有关固体废物管理的法律法规和国家标准体系，主要包括《中华人民共和国生态环境法典》、《固体废物鉴别标准 通则》（GB 34330）、《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ 1091）、《风能发电系统 风力发电机组废弃纤维复合材料回收方法》（GB/T 45195）等。本文件编制过程中严格依据上述法律法规和标准的相关条款，提出适用于废风电叶片回收与再生利用全过程污染控制的技术要求，与现行法律法规及强制性标准无冲突。

一、与 GB/T 45195《风能发电系统 风力发电机组废弃纤维复合材料回收方法》的关系

GB/T 45195-2024《风能发电系统 风力发电机组废弃纤维复合材料回收方法》是我国 2024 年 12 月 31 日发布实施的国家推荐性标准，由中国机械工业联合会提出、全国风力发电标准化技术委员会（SAC/TC 50）归口，规定了风力发电机组废弃纤维复合材料的收集、处理和处置方法，适用于生产、测试、运输、使用和退役过程中废弃的风力发电机组叶片、机舱罩、整流罩等纤维复合材料制品的回收。本文件将其列入规范性引用文件，并在再生利用工艺中明确采用物理方法和化学方法（包括热解法和溶解法）再生利用废弃纤维复合材料应符合 GB/T 45195 的要求，二者既紧密衔接又各有侧重，具体异同点如下：

（一）相同点

（1）规范对象高度重合。两者均以风力发电机组废弃纤维复合材料为规范对象，GB/T 45195 适用于叶片、机舱罩、整流罩等纤维复合材料制品的回收，本文件以废风电叶片（含叶片生产企业废弃玻璃纤维边角料、切边废料）为核心，规范对象相互交叉、紧密衔接。

（2）均覆盖回收全过程主要环节。两者均对废弃纤维复合材料的收集、运输（转运）、处理（拆解、切割、破碎、分离）等环节提出要求，

回收流程衔接一致。

（3）回收利用方法体系一致。GB/T 45195 将废弃纤维复合材料回收方法分为物理方法、化学方法等；本文件第 8 章明确规定“采用物理方法和化学方法（包括热解法和溶解法）再生利用废弃纤维复合材料应符合 GB/T 45195 的要求”，将 GB/T 45195 作为再生利用工艺的规范性依据。

（4）均坚持减量化、资源化、无害化原则。两者均倡导废风电叶片等废弃纤维复合材料优先资源化利用，避免填埋、丢弃等简单处置方式，均依据《废弃产品回收利用术语》（GB/T 20861）等基础标准界定相关术语。

（5）均对污染控制提出要求。两者均要求回收利用过程产生的废气、废水、噪声等污染物达标排放，均引用 GB 12348、HJ 1091 等标准作为污染控制的技术依据。

（二）不同点

（1）标准性质与层级不同。GB/T 45195 是国家推荐性标准（GB/T 45195-2024），由中国机械工业联合会提出、全国风力发电标准化技术委员会归口，属于风电装备行业的技术方法类标准；本文件是江苏省地方标准（DB 32/），由江苏省生态环境厅提出、归口并组织实施，属于生态环境领域的污染控制类技术规范。

（2）定位与核心内容不同。GB/T 45195 侧重于描述废弃纤维复合材料的收集、处理和处置“方法”，对回收基本规定、收集、处理、处置及回收利用率计算作出规定，属于技术方法类标准；本文件侧重于废风电叶片回收与再生利用全过程的“污染控制”，围绕收集、运输、贮存、预处理（厂内切割）、再生利用、再生利用产物及管理要求，系统规定污染防治措施和污染控制要求，属于污染控制类标准。

（3）规范范围不同。GB/T 45195 适用于叶片、机舱罩、整流罩等各类风力发电机组纤维复合材料制品；本文件仅针对废风电叶片（含叶片生产企业边角料），不涉及机舱罩、整流罩等其他制品，规范对象更具针对

性。

（4）污染控制要求的深度不同。GB/T 45195 对污染控制主要提出原则性要求，引用 GB 8978、GB 12348、GB 16297、GB 18599、HJ 1091 等通用标准；本文件结合江苏省实际，对预处理（厂内切割）、物理法、化学法（热解法、溶解法）各环节的粉尘、挥发性有机物、热解废气、废水、噪声等污染控制措施作出具体规定，并明确污染物排放限值执行 DB 32/ 3728、DB 32/ 4041、GB 37822、GB 14554、GB 12348 等标准，可操作性更强。

（5）环境管理要求不同。GB/T 45195 主要从回收技术角度提出要求，未系统规定排污许可、自行监测、台账管理、信息公开等环境管理制度；本文件明确要求执行 HJ 942、HJ 1200、HJ 1301 等排污许可管理要求，HJ 819、HJ 1250 自行监测要求，如实记录并保存固体废物台账不少于 5 年，编制应急预案并定期演练，以及信息公开等管理要求，可直接服务于环境影响评价、排污许可、日常监管等环境管理工作。

（6）再生利用产物管控不同。GB/T 45195 通过附录 A 给出回收利用率计算方法，侧重以回收利用率评价回收效果；本文件按再生利用方法对再生利用产物进行分类管控，物理方法产物（型材、短纤维、复合材料粉末等）分别明确执行 JG/T 537、GB/T 2934、GB/T 4995、JC/T 556、JC/T 896、GB/T 24721 等产品标准，并按产品管理的要求明确有害物质含量限值要求；热解法产物（再生玻璃纤维、再生碳纤维、热解油、热解气、炭黑等）分别明确综合利用、产品标准（GB/T 45470 等）及固体废物属性鉴别要求；溶解法产物（树脂解聚物、纤维、芯材等）按 GB 34330 进行固体废物属性鉴别，实现再生利用产物的分类管理。

（7）对能量回收的态度不同。GB/T 45195 将焚烧、水泥窑协同处置等能量回收方式纳入回收方法范畴并作出相应规定；本文件界定“再生利用”时明确“不包括对能量的回收和利用”，热解油、热解气、炭黑等按 GB 34330 进行固体废物属性鉴别后规范利用，凸显资源化导向。

（三）衔接关系

本文件与GB/T 45195是相互衔接、各有侧重、互为补充的关系。GB/T 45195从国家层面为废弃纤维复合材料回收利用提供统一的技术方法依据，本文件在再生利用工艺上直接引用并执行GB/T 45195的规定，保证回收方法层面的一致；本文件在此基础上，结合江苏省废风电叶片产生和再生利用行业发展实际，细化了收集、运输、贮存、预处理、再生利用及再生利用产物全过程的污染控制要求和环境管理要求，弥补了GB/T 45195在污染控制可操作性方面的不足。二者共同构成废风电叶片回收利用的技术标准支撑体系。

8 推广实施建议

标准文本和编制说明在通过召开送审稿技术审查会后，形成报批稿，报省市场监督管理局批准同意后发布。

本标准调研、分析和借鉴了国内废风电叶片管理现状。本标准应与国家、地方及行业各废风电叶片再生利用管理要求配合使用。

关于标准培训工作的要求和建议：废风电叶片产生单位、再生利用单位、运营人员、管理部门等进行相关理论和实践培训，保证各环节操作的正确性和规范性，保障回收与再生利用全过程的污染防治。

9 起草单位和起草人员信息及分工

本文件起草单位包括：江苏省固体废物监督管理中心、南京大学环境规划设计研究院集团股份公司、江苏中信世纪新材料有限公司。

本文件起草人员信息及分工具体见下表。

表 9-1 本文件起草人员信息及分工统计表

序号	姓名	单位	职务	分工
1	钱亚洲	江苏省固体废物监督管理中心	主任	全面主持工作、标准撰写、材料审核
2	黄文平	江苏省固体废物监督管理中心	二级调研员	标准撰写、材料审核
3	沈莉萍	南京大学环境规划设计研究院集团股份公司	高级工程师	文献查询、标准撰写、材料审核
4	余辉	江苏省固体废物监督管理中心	科长	企业调研、材料审核
5	江明月	南京大学环境规划设计研究院集团股份公司	高级工程师	文献查询、企业调研、标准和编制说明撰写
6	朱晓慧	江苏省固体废物监督管理中心	工程师	标准撰写
7	姚琪	南京大学环境规划设计研究院集团股份公司	正高级工程师	企业调研、材料审核
8	王树宾	南京大学环境规划设计研究院集团股份公司	正高级工程师	企业调研、标准撰写
9	徐蓓	江苏省固体废物监督管理中心	副科长	材料审核
10	张权	江苏省固体废物监督管理中心	二级主任科员	企业调研、征求意见工作
11	陈璇	江苏省固体废物监督管理中心	二级主任科员	材料审核
12	江洪龙	南京大学环境规划设计研究院集团股份公司	高级工程师	企业调研、编制说明撰写
13	李强	南京大学环境规划设计研究院集团股份公司	副教授	企业调研、标准撰写

序号	姓名	单位	职务	分工
14	朱曙光	南京大学环境规划设计研究院集团股份公司	副教授	企业调研、标准撰写
15	赵寿德	江苏中信世纪新材料有限公司	总经理	企业调研、征求意见工作
16	赵寻	江苏中信世纪新材料有限公司	工程师	企业调研、征求意见工作