ICS 83.120
CCS Q 23

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T ××××—××××

废弃纤维复合材料回收技术规范

Technical specification for recycling waste fiber composites

（征求意见稿）

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言……Ⅱ
1 范围……1
2 规范性引用文件……1
3 术语和定义……1
4 企业要求……2
4.1 一般要求……2
4.2 收集与贮存要求……3
4.3 处理技术要求……3
4.4 人员要求……4
4.5 安全要求……4
4.6 污染控制要求……5
4.7 信息管理……5
5 运输……5
6 再生利用产品要求……6
附录A（规范性） 再生纤维回收率测试方法……7
附录B（规范性） 再生纤维力学性能保留率测试方法……8

前　言

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

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由建材工业综合标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中纤复材再生资源咨询服务（北京）有限公司、重庆重通成飞新材料有限公司、中车山东机车车辆有限公司、连云港中复连众复合材料集团有限公司、株洲时代新材料科技股份有限公司、江苏华纳环保科技有限公司、朗昇高新新材料（天津）有限公司、上海治实合金科技有限公司、东方电气集团科学技术研究院有限公司、万华化学集团股份有限公司、北京优利康达科技股份有限公司、河北建投新能源有限公司、胜利新大股份有限公司、胜利油田北方实业集团有限责任公司、青山绿水（河北）新能源发展有限公司、上纬新材料科技股份有限公司、北京华北包装有限公司、河南华唐新材料股份有限公司、上海交通大学、西安科技大学、安徽工程大学、河北工业大学、中国物资再生协会、中国玻璃纤维工业协会、中国合成树脂工业协会、中国环境科学研究院。

本文件主要起草人：

废弃纤维复合材料回收技术规范

1 范围

本文件规定了废弃纤维复合材料回收处理及再生利用的企业要求、运输以及再生利用产品要求。

本文件适用于废弃纤维增强热固性及热塑性复合材料的回收处理及再生利用过程。

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/T 2577 玻璃纤维增强塑料树脂含量试验方法

GB/T 2589 综合能耗计算通则

GB/T 7689.3 增强材料 机织物试验方法 第3部分 宽度和长度的测定

GB/T 7689.5 增强材料 机织物试验方法 第5部分 玻璃纤维拉伸断裂强力和断裂伸长的测定

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 14554 恶臭污染物排放标准

GB 15577 粉尘防爆安全规程

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

GB/T 20861 废弃产品回收利用术语

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

GB/T 31290—2014 碳纤维 单丝拉伸性能的测定

GB/T 33000 企业安全生产标准化基本规范

GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范

AQ 8001 安全评价通则

HJ2.1 建设项目环境影响评价技术导则 总纲

JC/T×××× 纤维复合材料固体废物分类管理指南

3 术语和定义

GB/T 20861 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

废弃纤维复合材料 waste fiber composites

失去原有的利用价值且无法修复的纤维增强塑料，以及在生产、运输、销售、使用过程中产生的不合格品、过期产品及边角废料等。

3.2

处理 treatment

废弃纤维复合材料经过物理、化学等方法获取可再利用的材料、产品或能量的过程。

3.3

再生利用 recycling

将废弃纤维复合材料进行处理，使之作为原材料重新利用的过程。

注：不包括能量回收和利用。

3.4

回收利用 recovery

对废弃纤维复合材料进行处理，使之能够满足原来的使用要求或用于其他用途的过程。

注：包括对能量的回收和利用。

3.5

机械法 mechanical method

将废弃纤维复合材料进行破碎、撕碎、粉碎成块状、纤维状或粉状的机械加工方法。

3.6

热解法 pyrolysis method

在一定温度及无氧或缺氧条件下，将废弃纤维复合材料中的有机物分解成热解油和/或热解气等产物的过程。

3.7

化学降解法 chemical degradation method

在特定的条件下通过降解介质的作用，将废弃纤维复合材料中的树脂基体材料分解，实现与纤维分离的过程。

3.8

拆解 disassembly

通过人工或机械方式将废弃产品进行拆卸、解体的过程。

3.9

再生粉末 recycled powder

从废弃纤维复合材料中加工获取的粉状物。

3.10

再生纤维 recycled fiber

从废弃纤维复合材料中获取的可利用的纤维或纤维束。

3.11

再生纤维回收率 recycled rate

获取的再生纤维与原废弃纤维复合材料中纤维质量之比。

3.12

能量回收 energy recovery

通过燃烧、热解等方式处理废弃纤维复合材料，获取能量的活动。

3.13

解离 dissociation

将废弃纤维复合材料回收处理后的纤维产物分离出纤维束或单丝纤维的过程。

3.14

热解油 pyrolysis oil

废弃纤维复合材料热解过程产生的常温液态产物。

3.15

力学性能保持率 retention of mechanical properties

再生纤维力学性能（强度、模量等）与相对应原材料中所用原丝纤维的力学性能的比值。

3.16

残留物 residue

再生纤维表面残留的有机物或其他物质。

4 企业要求

4.1 一般要求

4.1.1 企业应符合环境影响评价、安全生产评价和职业卫生健康评价的要求。

a) 环境影响评价应符合HJ 2.1的规定。

b) 对于热解法与化学降解法企业，应完成安全生产评价,并且应符合AQ 8001的规定。

c) 企业环境管理应符合GB/T 24001的规定。

d) 职业卫生健康应符合GB/T 45001的规定。

e) 国家关于一般工业固体废物相关规定及要求。

4.1.2 工厂（处理场所）要求如下。

a) 回收处理企业的工厂应由具备工程设计资质的单位设计；废弃纤维复合材料贮存场、再生物料存放区、处理设备车间、综合利用车间等应分区设计。

b) 热解、化学降解生产装置应分别设置在不同的车间，保持安全距离。

c) 建筑物及各功能场所、设备应符合GB15577、GB 50016、GB 50058的要求。

d) 工厂噪音排放应符合GB 12348的要求。

4.2 收集与贮存要求

4.2.1 收集废弃纤维复合材料时，应建设防风、防雨、防渗、防火的贮存场所，必要时应对固体废物进行压缩打包存放。

4.2.2 热解产生的热解油、热解气的存储应符合相关规定，并存放在避免阳光直晒、远离火源、远离民用建筑的容器中，容器出口应配置计量装置。

4.2.3 化学降解产物应根据性质存放在相应要求的容器中，容器出口应配置相应计量装置；贮存空间应通风、防火、防爆、防泄漏，并具有连续泄漏监测设施。

4.2.4 再生板材、再生纤维、再生粉末等应避免日晒、雨淋、风吹，打包分类存放。

4.2.5 产生与收集废弃纤维复合材料的单位应建立管理台账，并根据JC/T××××(《纤维复合材料固体废物分类管理指南》)的要求分类标识，记录入库、出库数量，保持“账物卡”一致。

4.3 处理技术要求

4.3.1 拆解与分割

对废弃纤维复合材料进行拆解与分割要求如下：

a) 应做好防尘、防风、防雨、防火等措施；

b) 拆解设备或工具应具有安全防护设施和措施，应符合相关规定；

c) 野外分割时，应收集粉尘；用水除尘时应对废水进行收集并达标排放。拆解完成后应收集所有废料；

d) 应将不同材质的部件或结构进行拆解、分类。

4.3.2 机械法与分筛

对废弃纤维复合材料进行机械法与分筛时的粉碎装置要求如下：

a) 粉碎装置应选用节能降耗的部件，综合能耗核算按照GB/T 2589进行；

b) 机械粉碎装置应采取防尘、除尘设施措施以及防爆措施；涉及含碳纤维产品，应采取防飞扬设

施措施；

c） 对含有不同材质复合、无法通过拆解分离的材料进行粉碎处理时，其粉碎装置应具有分选功能，分选所得材料应严格控制杂质含量；若采用水选方式时，应增加烘干环节，且废水应循环利用并符合排放达标；

d） 筛分装置应满足粉体与再生纤维的解离，应保证再生纤维回收率最大化。粉碎装置入料口前应有避免金属材料进入的磁选功能；

e） 粉碎装置应具备对再生产品进行分类计量功能。

f） 鼓励企业根据纤维尺寸对再生纤维进行分级处理筛选；

4.3.3 热解法

对废弃纤维复合材料进行热解法的要求如下：

a） 间歇式热解技术其热解的进/出料应具备机械进出料机构，热解腔体、热解腔门、热解气输送管道应密闭无泄漏；应选用节能降耗的部件，综合能耗核算按照 GB/T 2589 进行；

b） 连续式热解技术其热解腔体的连续进料、出料口应具备隔绝热解气外泄的装置，热解腔体、热解气输送管道应密闭无泄漏；

c） 热解腔内应有压力监测、调控装置以及应急泄压装置，热解设备在运行全过程中，腔体内的压力应控制在微负压状态；

d） 热解反应所产生的工业尾气，排放温度应不大于 200℃。工艺系统中应设置过程无组织排放废气及尾气收集装置，经废气处理装置（包括 VOCs 处理装置）处理达标后排放。应配备满足大气污染环境排放要求的设备设施；其他污染物应符合 GB 16297 中相关规定；

e） 工艺系统中应设计裂解气收集的途径及装置；

f） 废弃纤维复合材料中再生纤维回收率应不低于 95%；再生碳纤维力学性能保持率应大于 85%；再生玻璃纤维力学性能保留持应大于 80%；

g） 热解气应能资源化或能源化的利用；

h） 热解工艺系统内应设置可燃气体检测报警系统；

i）应对再生产品进行分类计量。

4.3.4 化学降解法

对废弃纤维复合材料进行化学降解法的要求如下：

a） 化学降解装备应应选用节能降耗的部件，综合能耗核算按照 GB/T 2589 进行；

b） 降解介质成分应避免选用易挥发、易燃、易爆、剧毒、腐蚀性、放射性等物质；

c） 降解介质应可重复使用，并易于回收或处置；

d） 降解介质不参与再生产物分子重构反应、或者无其他功能性贡献，则应对降解介质进行提取分离；

e） 生产流程中应采用密封设计，应避免降解过程和物料转移中有害物质挥发；同时应具备冷凝和尾气回收装置，降解产物不应含有难以处置和应用的有害废气、废水及危险固体废物等副产物；

f） 降解区域应通风、防火、防爆，具备连续泄露监测设施；

g） 设备应具备将降解介质、纤维及降解后产物分离的能力；

h） 再生纤维回收率不低于 95%；再生纤维力学性能保持率应大于 90%；

i） 降解所用原料及降解产物应该按国家规定相关化学品存放、使用、处置要求进行管理；

j） 应对再生产品进行分类计量。

4.4 人员要求

4.4.1 所有特殊岗位应根据工种、工序的要求持证上岗。

4.4.2 应配备专职安全员和安全管理人员。
4.4.3 根据不同的工艺技术，应做好操作人员安全防护措施。

4.5 安全要求

4.5.1 企业应根据 GB/T 33000 的规定，有健全的安全生产组织管理体系，有安全生产管理、监督的相关制度。
4.5.2 企业应制定生产设备安全操作规程。所有安全设施均应制订保养、监测、维护、维修管理制度。
4.5.3 企业生产车间及仓库应设有明显的安全标志，配备必要的防护器材。设备机械运动部件，高温、高压、易燃、易爆及带电等危险区域应设立明显的警示标志，必要时采取屏蔽、隔离等措施。
4.5.4 关键设备、危险区域应有视频监控装置；必要时采用在线检测装置。
4.5.5 企业生产厂房、仓库、储罐等场所的消防安全管理应符合国家相关法规的要求。
4.5.6 企业应按照 GB/T 45001 建立、实施并保持职业健康安全管理体系。应委托有资质认证的评价机构进行职业卫生评价。
4.5.7 企业应建立应急管理制度，关键场所应配备充足的、可及时取用的应急物资。
4.5.8 企业应识别原料贮存、生产过程、回收产物贮存、运输等过程中的危险源，并建立预防措施、应急预案等。

4.6 污染控制要求

4.6.1 企业应按照GB/T 24001建立、实施并保持环境管理体系。
4.6.2 企业应建立环境保护制度，根据相关规定对排放点进行监测并建立相关监测制度。
4.6.3 生产过程中产生的废水，应有配套的废水收集设施。废水宜在厂区内处理并循环利用。处理后的废水排放应符合GB 8978的规定，区域或者地方有相应标准的可按照地方标准要求执行。
4.6.4 生产过程中产生的废气应集中收集处理，废气排放应符合GB 16297的规定。区域或者地方有相应标准的可按照地方标准要求执行。
4.6.5 生产过程中产生的恶臭类污染物，应符合GB 14554的规定。区域或者地方有相应标准的可按照地方标准要求执行。
4.6.6 生产过程中应控制噪声污染，噪声排放应符合GB 12348的规定。区域或者地方有相应标准的可按照地方标准要求执行。
4.6.7 生产过程中应控制粉尘污染，配备集中收集处理系统，使预处理、投料、出料以及停机检修等过程中产生含尘废气得到有效治理。
4.6.8 企业收集、生产过程中产生的一般工业固体废物，贮存应符合GB 18599的要求；处理处置应符合相关的法律法规及标准的要求。
4.6.9 生产过程中产生的危险废物，应符合危险废物处理处置相关的法律法规及标准的要求。
4.6.10 所有环境污染控制设施均应制订维护保养、维修、监测管理制度；需要时应采用在线检测装置。
4.6.11 工作场所应积极采取有效的综合防护措施，防止有害因素对工作场所的污染。对于生产过程中尚不能完全消除的有害因素，应采取综合预防的治理措施，确保工作场所空气中有害物质低于最高容许浓度。

4.7 信息管理

4.7.1 产生、收集、贮存、运输、利用、处置固体废物的单位均应建立台账以及相应管理制度。
4.7.2 企业应建立健全收集废弃纤维复合材料的登记制度，明确原料来源及主要成分。
4.7.3 企业应在纤维复合材料固体废物的收集、运输、入库、出库、加工、包装、存放、出厂等各个环节都应建立台账及交接手续，并在运输、接收、处理、出厂环节应根据相关要求上报到相关平台并保存相关信息，接受相关部门的监督。

4.7.4 企业应建立再生纤维等再生产品利用的台账，包括但不限于形态、数量、再生利用产品及使用量等；应保存再生利用单位的相关信息，包括但不限于资质、管理体系、产能、再生利用产品、回收产物的使用量等。

5 运输

5.1 企业应核验、保存运输企业的主体资质、技术能力等信息。
5.2 废弃纤维复合材料跨区域运输，应符合途经区域相关法律法规的要求。
5.3 对每批运输的废弃纤维复合材料、回收产物都应逐车进行车牌照、资质的登记，填写并保存交接单。
5.4 运输车辆应按照 JC/T××××(《纤维复合材料固体废物分类管理指南》)的要求分类装载。
5.5 运输纤维复合材料固体废物的车辆应防扬尘、防遗撒。

6 再生利用产品要求

6.1 再生利用产品应符合下游产品的现行标准的要求；若无相应标准，应建立相关标准和规范。
6.2 再生利用产品应明确再生材料添加量，并如实记录添加工艺过程及添加量。

附录 A
（规范性）
再生纤维回收率测试方法

A.1 仪器与试剂

按照 GB/T 2577 的规定。

A.2 试样

A.2.1 初始样件

A.2.1.1 在同批块状弃纤维复合材料中取 5g～10g 样品，矩形试样短边尺寸不小于 12mm，面积不大于 400mm^2；试样数量不少于 3 个。
A.2.1.2 在同批纤维或柔性形态的废弃纤维复合材料中取 5g～10g 样品；样品数量不少于 3 个。

A.2.2 再生纤维样件

在再生纤维中取 5g～10g 样品；样品数量不少于 3 个。

A.3 试验步骤

废弃纤维复合材料、再生纤维的纤维质量含量按照 GB/T2577 的规定进行测试。

A.4 试验结果

再生纤维回收率按照公式（A.1）计算，结果保留 3 位有效数字：

$$p = \frac{M_1}{M_0} \times 100 \quad \text{（A.1）}$$

式中：
P ---再生纤维回收率，%；
M_1 ----再生纤维质量，由再生纤维产出量乘纤维质量含量得到，单位为克（g）；
M_0 ---废弃纤维复合材料纤维质量，由投入量乘纤维质量含量得到，单位为克（g）。

附录 B
（规范性）
再生纤维力学性能保留率测试方法

B.1 概述

本方法适用于长度不小于 50mm 再生单丝纤维、纤维束及织物。

B.2 试样

B.2.1 废弃连续纤维增强复合材料制品的样品以及再生纤维的长度和数量按照 GB/T7689.3 的规定执行；长度不小于 50mm 的单丝纤维测试样品可按照 GB/T31290-2014 的规定执行。
B.2.2 通过热解装备或试验装备获得的再生连续纤维或者织物纤维，其试验条件应与热解装备温度、时间等工艺条件一致。
B.2.3 通过化学降解装备或试验装备获得再生连续纤维或者织物，其试验条件应与化学降解装备工艺条件一致。

B.3 试验步骤

B.3.1 原丝纤维或者织物性能测试，按照 GB/T7689.3 或 GB/T7689.5 进行。
B.3.2 再生纤维或者织物性能测试，按照 GB/T7689.3 或 GB/T7689.5 进行。
B.3.3 对于单丝纤维，按照 GB/T31290-2014 的规定进行原生纤维以及再生纤维的性能测试。

B.4 试验结果

再生纤维力学性能保留率按照公式（B.1）计算，结果保留 3 位有效数字：

$$v = \frac{p_1}{p_0} \times 100 \quad \text{(B.1)}$$

式中：
v——再生纤维强度保留率，%；
P_1----再生纤维或织物强度，单位为兆帕（MPa）；
P_0---原生纤维或织物强度，单位为兆帕（MPa）。