

《再生无机非金属纤维》

编制说明

(征求意见稿)

标准编制组

2025 年 9 月

目录

一、 工作简况	3
二、 标准制定原则和主要内容	6
三、 主要试验（或验证）情况分析	13
四、 标准中涉及专利及知识产权情况说明	15
五、 预期达到的效益，对产业发展的作用情况	15
六、 采用国际标准和国外先进标准情况	18
七、 在标准体系中的位置。与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性	18
八、 重大分歧意见的处理经过和依据	18
九、 标准性质的建议说明	18
十、 贯彻标准的要求和措施建议	18
十一、 废止现行相关标准的建议	18
十二、 其他应予说明的事项	18

一、工作简况

(一)任务来源

根据《工业和信息化部办公厅关于印发 2024 年第四批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科函〔2024〕503 号）文件要求，《再生无机非金属纤维》标准立项，计划号：2024-1905T-JC。本项目属于节能与综合利用项目。项目主管部门是工信部节能与综合利用司；归口单位是建材工业综合标准化技术委员会。标准主要起草单位为大唐环境产业集团股份有限公司、中纤复材再生资源咨询服务（北京）有限公司、中国物资再生协会。

(二)编制背景及目的

2022 年 10 月 9 日，国家能源局印发《能源碳达峰碳中和标准化提升行动计划》，提出到 2025 年初步建立较为完善的能源标准体系，支撑能源绿色低碳转型，推动能源标准从数量规模型向质量效益型转变，完善标准组织体系，促进能源标准与技术创新、产业发展良性互动，有效推进能源绿色低碳转型、节能降碳、技术创新及产业链碳减排。到 2030 年，建立结构优化、先进合理的能源标准体系，实现能源标准与技术创新、产业转型紧密协同，以能源标准化有力支撑和保障能源领域碳达峰、碳中和目标的实现。

2022 年 1 月 17 日发布的《国家发展改革委等部门关于加快废旧物资循环利用体系建设的指导意见》（发改环资〔2022〕109 号）明确要求，加快完善废旧物资回收网络，提升再生资源分拣加工利用水平，全面提高全社会资源利用效率，助力实现碳达峰、碳中和目标；到 2025 年，进一步完善废旧物资循环利用政策体系，提升资源循环利用水平。

我国纤维复合材料产业规模巨大，2021 年热固性复合材料年产量达 816 万吨，累计产量超过 9000 万吨。其中，风电叶片、PCB 板、汽车复合材料等领域累计用量庞大（如风电叶片截至 2023 年底累计用量达 620 万吨）。随着新《固废法》的实施和“双碳”目标的推进，每年产生的 200 万-300 万吨热固性复合材料固体废物（含有大量玻璃纤维、碳纤维）的处理问题亟待解决。传统的填埋、焚烧等处理方式不仅造成资源浪费，还会引发土壤、地下水污染等环境风险。虽然机械粉碎、热解等回收技术已得到应用，但缺乏统一的再生纤维质量标准，导致再生纤维性能参差不齐，严重制约了下游应用的稳定性和产业化发展。

国家高度重视废旧物资循环利用，《国务院办公厅关于加快构建废弃物循环利用体系的意见》（国办发〔2024〕7 号）《关于促进退役风电、光伏设备循环利用的指导意见》等政策明确要求建立健全再生资源标准规范体系。再生无机非金属纤维作为风电叶片等复合材料固废的核心回收产物，其高值化利用是实现碳减排的重要途径。例如，年回收 30 万吨玻璃

纤维可创造 9 亿-15 亿元的直接价值，减少 36 万吨碳排放。但目前缺乏针对再生纤维的分类、技术要求、检测方法等关键标准，难以满足政策对资源循环利用和低碳发展的要求。

国内企业如吉林重通成飞、龙源国能环保等已通过机械粉碎、热解等技术实现了再生纤维的生产，并将其应用于建筑防火板、抗裂砂浆、复合材料等领域。然而，再生纤维的形态（长纤、短纤、织物）、性能（强度保留率、树脂残留量）等指标缺乏统一规范，导致不同企业的产品质量差异显著，下游应用面临性能风险。同时，国际上仅有机械粉碎等少数处理技术的应用案例（如美国 GSF 公司），但尚无再生纤维标准，国内行业发展亟需自主标准来引导技术升级和产业规范化。

(三)编制过程

1. 项目立项阶段

2024 年 12 月 31 日，工信部印发《工业和信息化部办公厅关于印发 2024 年第四批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科函〔2024〕503 号），根据文件要求，计划编号为 2024-1905-JC，计划名称为《再生无机非金属纤维》任务下达。标准计划任务下达后，立刻展开标准制定的相关工作，负责起草单位组织了本领域产品生产企业、科研院等单位，组成了标准编制组，同时初步开展了行业调研，搜集并分析了行业情况、相关标准及数据等，作为标准评价指标提出的科学参考依据，编制形成标准草案提交标准工作组。编制组初步工作安排见表 1。

表 1 编制组初步工作安排

序号	工作内容	时间周期	相关单位及人员
1	标准起草工作策划	2024 年	张荣琪
2	标准申报	2024 年 12 月	张荣琪
3	标准立项评审	2024 年月 12 月 17 日	工信部、建材工业综合标准化技术委员会
4	标准立项公示	2025 年 1 月 24 日	工信部
5	标准起草启动会及第一次会议	2025 年 6 月 24 日	建材联合会标准处领导；组内专家；标准工作组
6	资料调研	2025 年 1 月-2025 年 8 月	标准工作组
7	企业及市场调研	2025 年 1 月-2025 年 8 月	标准工作组
8	标准草案完成，第二次工作讨论会	2025 年 9 月	全体参编企业及组内专家
9	征求意见稿及编制说明完成；工作组会议；并报建材联合会申请社会公开征求意见	2025 年 9-10 月	建材联合会、建材综合标委会、标准工作组

	见		
10	意见汇总完成	2025 年 10 月	标准工作组
11	送审稿、编制说明、验证报告组内会议	2025 年 11 月	全体参编企业及相关人员
12	标准送审稿定稿会	2025 年 11 月	建材联合会、建材综合标委会、全体参编企业及相关人员
13	修改完善形成标准送审稿并报建材联合会申请标准审查	2025 年 12 月	建材联合会、建材综合标委会、标准工作组
14	标准审查会	2025 年 12 月	建材联合会、建材综合标委会、全体参编企业及相关人员
15	完成标准报批材料并报至建材联合会	2025 年 12 月	建材联合会、建材综合标委会、标准工作组
16	标准宣贯	待标准报批发布后	标准工作组

2. 标准起草阶段

由中国建筑材料联合会组织的《再生无机非金属纤维》行业标准启动会于 2025 年 6 月 24 日通过线下与线上相结合的会议形式召开。专家组认真听取了标准起草组对标准编制过程和内容的详细汇报后，对标准的内容和格式进行了认真审查，经讨论达成如下意见：

一）建议编制组按会议中专家和代表提出的修改意见，尽快完成标准修改工作，形成征求意见稿，向相关单位征求意见、建议。

二）建议编制组合理分配编制工作并组织开展标准内容验证工作，完善标准各项技术指标。

三）各项工作完成后适时组织行业专家对标准进行审查。

工作组按照会议中专家和代表提出的修改意见，于 7 月底完成标准修改工作，形成征求意见稿。工作组任务分配见表 2。

表 2 工作组任务分配表

工作	具体职责	负责单位	人员
标准编写	资料查询	中纤复材再生资源咨询服务（北京）有限公司、中国物资再生协会	张荣琪
	标准内容、编制说明	中纤复材再生资源咨	张荣琪、周硕

	及附件材料的编制	询服务（北京）有限公司	
	标准研讨及评审组织	中纤复材再生资源咨询 服务（北京）有限公司	张荣琪、周硕
调研	产废形态及产废企业 调研	中纤复材再生资源咨询 服务（北京）有限公司、 中车山东风电有限公司	张荣琪、董国庆
	纤维回收、综合利用 企业调研、技术调研、 实验验证	大唐环境产业集团股份 有限公司、河北远拓嘉 诚新能源科技有限公司	张国柱、郭泽玮、 强琳辉
技术评审及用户需 要提供	专家评审及意见建议 提出	国检集团南京国材检 测公司	方允伟、师卓

(四)主要起草单位

中纤复材再生资源咨询服务（北京）有限公司、大唐环境产业集团股份有限公司、中车山东风电有限公司、中材科技风电叶片股份有限公司、国能龙源环保有限公司、河北远拓嘉诚新能源科技有限公司、中国电能成套设备有限公司。

二、标准制定原则和主要内容

(一)标准制定原则

1. 规范性原则。

本标准严格按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分标准的结构和编写》的要求和规定编写，保证标准形式和内容的规范性。

2. 科学性原则。

本标准在编制过程中将以国家相关政策为基础，结合行业经验，经过充分的研讨和论证、征求意见，形成标准文本，有效保证编制技术内容的科学性。

3. 协调性原则。

保证本标准与国家标准体系协调一致，与国内现行相关标准协调一致，与国内现行国家标准、行业标准协调一致。

4. 实用性原则。

本标准力求做到实用可操作，使得相关企业在实际生产中可以依照标准操作，规则清晰。

(二)标准主要技术内容

1. 范围

本文件将规定适用范围、术语和定义、分类和代码、技术要求、测试方法等。

本文件适用于风电叶片等玻璃纤维增强材料制品、碳纤维增强材料制品固体废物等回收产生的再生玻璃纤维、再生碳纤维。其他无机非金属再生纤维可参考执行。

2. 规范性引用文件

本标准规范性引用 GB/T 9914.1 增强制品试验方法 第 1 部分 含水率的测定、GB/T 9914.2 增强制品试验方法 第 2 部分 玻璃纤维可燃物含量的测定、GB/T 18374 增强材料术语、GB/T 31290 碳纤维 单丝拉伸性能的测定等 10 个标准。

3. 术语和定义

为了便于理解和实施本标准，标准中规定了相关术语和定义，引用 GB/T 18374 和 GB/T 40724 相关术语和定义，并给出了再生纤维术语解释。

4. 分类和代码

围绕再生无机非金属纤维分类展开，按纤维种类可分为玻璃纤维、碳纤维、玄武岩纤维、石英纤维等。处理加工工艺可以分为机械破碎法、热裂解法、溶剂降解法。在标识代码方面，依据种类与处理工艺进行标识，明确了纤维种类、回收工艺对应的代码，如玻璃纤维为 G、碳纤维为 C、玄武岩纤维为 B、石英纤维为 Q，并给出如“RGF-M-2mm-JC/T XXXX-XXXX”表示公称长度 2mm、经过机械破碎获得的再生玻璃纤维，“RCF-P-80mm-JC/T XXXX-XXXX”表示公称长度 80mm 经过热裂解获得的再生碳纤维等示例。

5. 技术要求

这部分内容是关于再生纤维的技术要求，从不同角度对再生纤维的质量和性能指标进行了规范：

5.1 一般要求，产品不应对人体、生物和环境造成危害，符合相关法律法规、标准和规范。

此处的一般要求主要参考了国内外相关环保、安全法规以及行业通行的规范准则。在环保法规方面，借鉴了如《中华人民共和国环境保护法》《固体废物污染环境防治法》等法律

中对产品从生产到废弃全生命周期环境影响控制的要求，确保再生无机非金属纤维在生产、使用及最终处置阶段，不会向环境中释放有毒有害物质，避免对生态系统和生物多样性造成破坏。在安全法规层面，参考了《中华人民共和国安全生产法》以及职业健康相关法规，旨在保障生产、使用过程中人员的身体健康与安全。

5.2 外观要求，产品应色泽均匀，表面无污染、无杂质。这一外观要求是基于大量行业调研以及对产品实际应用需求的分析得出。通过对众多再生无机非金属纤维生产企业的实地考察，发现色泽均匀、表面清洁的产品在下游应用中更易被接受，并且能够更好地保证产品质量的稳定性，保证纤维与树脂结合的界面稳定，保障制品的强度和耐久性。在复合材料行业，色泽不均匀、表面有杂质的纤维可能会导致复合材料在外观上出现瑕疵，影响产品的外观度和市场竞争力。同时，参考了一些无机纤维产品的国家标准和行业标准，如 GB/T 38143-2019《水泥混凝土和砂浆用耐碱玻璃纤维》、GB/T 23265-2023《水泥混凝土和砂浆用短切玄武岩纤维》中对纤维外观均匀性的要求，综合确定了本产品的外观标准。

5.3 长度要求，偏差不大于公称长度的 $\pm 20\%$ （供需双方另有商定除外）。长度偏差要求主要通过行业调研、试验研究以及参考相关标准确定。偏差不大于公称长度的 $\pm 20\%$ ，既考虑了机械破碎法得到的再生纤维（长度大约在 1mm-10mm，甚至更小），也同时兼顾了热裂解法和溶剂降解法得到的再生纤维（10mm-200mm，甚至更长），20%是一个科学可执行的偏差范围，既能保证再生纤维在下游应用时的品质保证，又可以在现有机械设备的技术能力范围内。对再生无机非金属纤维在不同应用场景下的使用情况调研发现，纤维长度的稳定性对产品性能有显著影响。例如在增强塑料领域，当纤维长度偏差过大时，可能导致塑料内部纤维分布不均，从而使塑料制品的力学性能如拉伸强度、弯曲强度等出现较大波动。为确定合理的长度偏差范围，进行了大量试验。结果表明，当长度偏差控制在公称长度的 $\pm 20\%$ 以内时，复合材料性能的稳定性能够得到较好保障。同时，参考了部分现有纤维产品标准中对纤维长度偏差的相关规定，并结合再生无机非金属纤维自身特点，确定了本标准中的长度要求，同时考虑到供需双方在某些特殊应用场景下可能有不同需求，允许另有商定。

5.4 性能要求。

机械破碎法再生的玻璃纤维、玄武岩纤维、石英纤维等类似纤维，规定了含水率和有机物残余量两项性能指标。碳纤维一般不采用机械破碎法回收，故此处无碳纤维性能指标。

热裂解法再生纤维和溶剂降解法再生纤维规定了含水率、有机物残余量、单丝拉伸强力性能指标要求，碳纤维增加了含碳量和体积电阻率两项指标。

含水率 $<0.15\%$ 是对所有的再生纤维的性能要求。对含水率控制一是可减少水分对纤维

本体结构的破坏，保障其力学强度与化学稳定性；二是能避免水分在纤维与树脂复合时产生界面缺陷，确保树脂浸润、固化效果及复合材料力学性能符合标准要求；三是适配生产工艺（如常规车间湿度、烘干工艺）与储存运输条件，兼顾可行性与稳定性。0.15%是覆盖多数通用场景的合理阈值，同时参考相关国家标准 GB/T 18369-2022《玻璃纤维无捻粗纱》确定此限值。

再生纤维的核心用途是重新作为增强体，与新基体（树脂）复合制备再生复合材料，而复合材料的强度、模量等关键性能，完全依赖于纤维与基体的界面结合力（即纤维表面能与基体的浸润性、化学结合力）。若表面残留有机物，会在纤维与新基体间形成物理阻隔层，新树脂无法充分浸润纤维表面，界面处易产生空隙、气泡导致界面脱粘，受力时应力无法从基体有效传递到纤维，再生复合材料会出现分层开裂，强度可能仅为原生纤维复合材料的50%以下。

机械破碎法再生纤维要求有机物残余量 $<5\%$ ；热裂解法要求再生纤维有机物残余量 $<1\%$ ；溶剂降解法要求再生玻璃纤维、玄武岩纤维、石英纤维等类似纤维有机物残余量 $<1\%$ ，再生碳纤维有机物残余量 $<5\%$ 。该指标主要依据试验研究以及行业对产品纯度的要求确定。机械破碎过程中，主要是物理破碎，纤维表面可能残留少量有机物。热裂解法通过高温裂解去除纤维中的有机物，纤维表面有可能残余热解产物和未去除完全的树脂等有机物。溶剂降解法是通过酸、碱或其他溶剂去除纤维中的有机物，降解的效率和效果视不同工艺情况而有差别，再生纤维表面会有未完全去除的残余有机物，故需要设定有机物残余量的指标要求。

通过对不同来源的机械破碎法再生纤维进行成分分析试验，研究有机物残余量对纤维性能的影响。结果表明，当有机物残余量超过5%时，会显著降低纤维的耐高温性能、化学稳定性等，例如在高温环境下，过多的有机物可能发生分解、燃烧，影响纤维的使用安全。同时，考虑到下游应用行业如建筑、工业隔热等领域对纤维纯度的要求，参考类似产品标准，确定有机物残余量需小于5%。

通过对热裂解工艺的深入研究以及对大量产品的成分检测，发现当有机物残余量超过1%时，会对纤维的电学性能、力学性能产生不利影响。例如在电子绝缘材料应用中，过多有机物会降低纤维的绝缘性能。对于碳纤维，当有机物残余量超过1%时，会显著降低碳纤维的含碳量，进而影响其强度、模量等关键性能。参考国内外相关纤维产品标准对有机物残余量的严格要求，结合热裂解法产品特点，确定有机物残余量需小于1%。

通过对溶剂降解工艺的优化研究以及对大量再生纤维产品的成分检测，发现当有机物残余量超过1%时，会对纤维的耐化学腐蚀性、力学性能等产生负面影响。例如在化工防腐领

域应用时，过多有机物会降低纤维的耐化学腐蚀能力。参考国内外相关纤维产品标准对有机物残余量的要求，结合溶剂降解法产品特点，确定溶剂降解法得到的玻璃纤维、玄武岩纤维、石英纤维等类似纤维有机物残余量需小于 1%。溶剂降解法再生碳纤维过程中，有机物残余量对碳纤维性能有重要影响。通过对大量产品的成分检测以及性能测试，研究发现当有机物残余量超过 5% 时，会对碳纤维的电学性能、力学性能产生一定程度的劣化。考虑到溶剂降解法工艺特点以及下游应用对碳纤维性能的可接受范围，参考相关标准，确定有机物残余量需小于 5%。

要求热裂解法、溶剂降解法玻璃纤维、玄武岩纤维、石英纤维等类似纤维单丝拉伸强力 $>1500\text{MPa}$ ，再生碳纤维单丝拉伸强力 $>3000\text{MPa}$ 。该指标主要基于再生纤维在不同应用场景下力学性能需求的研究以及大量力学性能测试试验确定。在航空航天、高端工业制造等领域，再生玻璃纤维等常作为增强材料使用，对其单丝拉伸强力有较高要求。通过对不同批次再生纤维进行单丝拉伸强力测试，并统计分析数据与产品实际应用效果的关系，发现当单丝拉伸强力大于 1500MPa 时，能够满足大多数高端应用场景对玻璃纤维力学性能的要求。在高端工业、航空航天等领域，对再生碳纤维的单丝拉伸强力要求极高。通过大量的力学性能测试试验，统计分析不同工艺参数下再生碳纤维的单丝拉伸强力与产品应用效果的关系，发现当单丝拉伸强力大于 3000MPa 时，能够满足这些高端领域对碳纤维力学性能的严格要求，进而确定此指标。

要求再生碳纤维含碳量 $>90\%$ ，含碳量是衡量碳纤维性能的关键指标之一。含碳量 90% 是“碳纤维”与“普通碳纤维”的本质分界。通过对热裂解法再生碳纤维工艺的研究以及对大量产品的元素分析检测，发现当含碳量大于 90% 时，碳纤维能够具备良好的力学性能、电学性能和化学稳定性。而含碳量低于 90% 时，纤维中会残留大量非碳杂质（如氧、氢、氮、硼等）和无定形碳，这些成分会破坏石墨晶体的有序性，非碳杂质会在晶体中形成缺陷位点，成为应力集中的薄弱环节，受力时易从这些位点断裂，导致抗拉强度骤降，无定形碳的原子排列混乱，无法形成定向的共价键骨架，直接拉低弹性模量，无法满足结构支撑需求。在高端应用领域如航空航天、体育用品等，对碳纤维含碳量有严格要求，参考相关行业标准 and 实际应用经验，确定含碳量需大于 90%。

碳纤维的体积电阻率并非固定数值，而是会随其含碳量、石墨化程度及纤维取向的不同呈现显著差异，在常温环境下，不同类型碳纤维的体积电阻率各有其典型范围：其中，通用级 PAN 基碳纤维（如 T300）的石墨化程度处于中低水平，含碳量为 90%-95%，体积电阻率

典型范围在 $1.5 \times 10^{-3} \sim 3 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 之间，特点是兼顾强度与一定导电性，常用于结构增强与防静电结合的场景；高模量 PAN 基碳纤维（如 T800、M60J）的石墨化程度为中高等级，含碳量提升至 95%-98%，体积电阻率相应降低，典型范围为 $8 \times 10^{-4} \sim 1.5 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ ，因石墨晶体更有序，导电性也更优；高石墨化沥青基碳纤维的石墨化程度极高，含碳量在 99% 以上，体积电阻率极低，仅为 $1 \times 10^{-4} \sim 5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ ，具有类石墨结构，导电性接近金属，适用于电磁屏蔽、发热元件等场景；而低性能碳纤维因含碳量低于 90%，石墨化程度低，体积电阻率较高，通常大于 $10 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ ，无实用价值。要求再生碳纤维体积电阻率 $< 5 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ ，主要考虑到碳纤维在一些电学应用场景下的需求，如电磁屏蔽材料等。通过对不同含碳量、不同有机物残余量的再生碳纤维的体积电阻率测试，并结合实际应用对材料电学性能的要求，发现当体积电阻率小于 $5 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 时，能够满足大多数电磁屏蔽等电学应用场景的需求，从而确定此指标。

6. 试验方法

本部分详细规定了再生无机非金属纤维各项性能指标的检测方法，通过引用国家标准和规范操作流程，确保测试结果的准确性和一致性，为再生纤维的质量控制提供科学依据。具体测试方法如下：

（一）外观测试

目的：检查再生纤维的外观质量，确保其色泽均匀、无杂质和污染，符合应用要求。

测试方法：正常光照度下，距离 0.5m 采用目测法检查。

应用场景：适用于所有再生无机非金属纤维，确保其表面状态满足后续加工和使用需求。

（二）长度测试

目的：测定再生纤维的长度及偏差，保证纤维长度符合公称长度要求，以适应不同的应用场景。

测试方法：随机抽取 100 根再生纤维，预估长度 $\leq 100\text{mm}$ 时，用游标卡尺测量（精度 0.1mm）；预估长度 $> 100\text{mm}$ 时，用钢直尺测量（精度 1mm）。

要求：除非另有商定，长度偏差不应大于公称长度的 $\pm 20\%$ ，适用于各类工艺生产的再生纤维。

（三）含水率测试

目的：检测再生无机非金属纤维的水分含量，避免水分对纤维性能及后续应用产生不良

影响。

测试方法：依据 GB/T 9914.1《增强制品试验方法 第 1 部分：含水率的测定》。

原理：通过规定方法测定试样湿态质量和干态质量的差值，计算含水率（湿态与干态质量差值和湿态质量的百分比）。

应用场景：适用于所有再生纤维，不同工艺生产的纤维均要求含水率 $<0.15\%$ 。

（四）有机物残余量测试

目的：检测再生纤维表面残留的有机物含量，评估回收工艺对纤维表面清洁度的处理效果。

1.再生玻璃纤维：依据 GB/T 9914.2《增强制品试验方法 第 2 部分：玻璃纤维可燃物含量的测定》进行测试。

原理：通过高温灼烧去除纤维表面有机物，称量灼烧前后的质量差，计算可燃物（有机物）含量。

应用场景：适用于机械粉碎、热裂解、溶剂降解等工艺回收的玻璃纤维，确保其表面有机物残余量符合技术要求（如机械破碎法要求有机物残余量 $<5\%$ ，热裂解法和溶剂降解法要求 $<1\%$ ）。

2.再生碳纤维：参照 GB/T 3855《碳纤维增强塑料树脂含量试验方法》执行。

原理：应用特定方法（消化法或者煅烧法）测定碳纤维表面残留有机物的质量占比。

应用场景：适用于热裂解法生产的再生碳纤维要求有机物残余量 $<1\%$ ，溶剂降解法生产的要求 $<5\%$ 。

（五）含碳含量测试

目的：测定再生碳纤维中碳元素的含量，反映碳纤维的纯度及生产工艺的有效性。

测试方法：参照 GB/T 31292《碳纤维 碳含量的测定 燃烧吸收法》。

原理：碳在氧气中燃烧生成二氧化碳,用吸收剂吸收所产生的二氧化碳,由吸收剂的增量计算碳的质量分数。（要求 $<1\%$ ）。

应用场景：适用于热裂解法和溶剂降解法生产的再生碳纤维，要求含碳量 $>90\%$ 。

（六）体积电阻率测试

目的：测定再生碳纤维的体积电阻率，评估其导电性能，以满足相关应用对导电性能的要求。

测试方法：依据 GB/T 32993《碳纤维体积电阻率的测定》。

应用场景：适用于热裂解法和溶剂降解法生产的再生碳纤维，要求体积电阻率 $<5\times 10^{-3}\Omega$

• cm。

（七）单丝拉伸强度测试

目的：测定再生纤维的单丝拉伸强度，评估回收工艺对纤维力学性能的影响，确保其满足应用中的力学要求。

测试方法：依据 GB/T 31290《碳纤维 单丝拉伸性能的测定》。

应用：应用场景：热裂解法生产的再生玻璃纤维等要求单丝拉伸强力>1500MPa，再生碳纤维要求>3000MPa；溶剂降解法生产的再生玻璃纤维等要求拉伸强度>1500MPa，再生碳纤维要求>3000MPa。

三、主要试验（或验证）情况分析

为全面验证《再生无机非金属纤维》的科学性与可操作性，多家企业分别从不同角度展开试验与实践，涵盖多种再生纤维的多项性能，为标准的科学性和可操作性提供了有力支撑。

（一）中国科学院山西煤炭化学研究所对碳纤维回收处理后测试数据结果：

表 3 碳纤维 1 处理前后单丝拉伸测试数据

处理前			处理后		
直径 um	最大载荷 cN	拉伸强度 GPa	直径 um	最大载荷 cN	拉伸强度 GPa
7	13.31	3.4603	7	14.41	3.7463
7	10.83	2.8155	7	13.44	3.4941
7	13.57	3.5279	7	11.29	2.9351
7	11.54	3.0001	7	12.21	3.1743
7	11.55	3.0027	7	14.58	3.7905
7	12.31	3.2003	7	13.65	3.5487
7	10.73	2.7895	7	12.83	3.3355
7	10.98	2.8545	7	13.7	3.5617
7	13.88	3.6085	7	10.02	2.6050
7	12.75	3.3147	7	11.11	2.8883
7	13.57	3.5279	7	12.35	3.2107
7	13.66	3.5513	7	10.88	2.8285
7	12.87	3.3459	7	10.87	2.8259

平均值	12.43	3.2307	平均值	12.41	3.2265
-----	-------	--------	-----	-------	--------

注：单根纤维不同位置性能有所不同，单根纤维测试数据没有实际参考价值，因此，测试多组数据，看平均值。

计算拉伸强度保留率为：99.87%

（二）河北远拓对玻璃纤维回收处理后测试数据结果：

测试的再生玻璃纤维含水率是 0.08%；抗拉强度 2240MPa，弹性模量 70.6GPa，机械性能保持率约为 98%。

表 4 再生纤维力学强度测试结果

	E _{mod}	E _{max}	σ _M	d ₀
编号	GPa	cN	GPa	um
1	68.5	55.8	2.10	18.41
2	72.6	63.3	2.38	18.41
平均值	70.6	59.6	2.24	18.41

河北远拓新材料科技有限公司

分析检测报告

报告编号：2025060101

测试项目	再生玻璃纤维含水率		
样品名称	再生玻璃纤维	材料状态	短切纤维
测试标准	GB/T 9914.1-2013	样品数量	1
检测日期	2025.6.3	报告日期	2025.6.13
测试结果	本实验室收到再生玻璃纤维样品 1 个，样品形态为再生玻璃纤维短切纤维束状样品，按 GB/T 9914.1-2013 标准进行测试。测试结果为：再生玻璃纤维样品含水率为：0.008%。		
编写	李丹	审核	李东

河北远拓新材料科技有限公司研发中心

检测数据仅对本次送检样品负责，无重复无效，涂改无效，未经本公司盖章不可复制数据内容。

河北远拓新材料科技有限公司

分析检测报告

报告编号：2025060102

测试项目	再生纤维力学性能保留率		
样品名称	玻璃纤维	材料状态	纤维束
测试标准	GB/T 7689.5-2013	样品数量	2
检测日期	2025.6.3	报告日期	2025.6.13
测试结果	本实验室收到玻璃纤维样品 1 个，再生玻璃纤维样品 1 个，样品形态均为纤维束状。按 GB/T 7689.5-2013 标准测试样品的抗拉强度，测试结果分别为： 玻璃纤维抗拉强度：P0=1575 MPa。 再生玻璃纤维抗拉强度：P1=1558 MPa。 计算再生纤维强度保留率如下式（A.1）： $v = P1 / P0 \times 100 (\%) \quad (A.1)$ 其中：v (%) ——再生纤维强度保留率； P0 (MPa) ——原生纤维或织物强度； P1 (MPa) ——再生纤维或织物强度。 即得：v=98.9%。		
编写	李丹	审核	李东

河北远拓新材料科技有限公司研发中心

检测数据仅对本次送检样品负责，无重复无效，涂改无效，未经本公司盖章不可复制数据内容。

（三）大唐环境产业集团股份有限公司对再生纤维测试数据结果：

亿元人民币。随着我国每年产生的废弃热固性复合材料达到 200 万吨-300 万吨，再生纤维产业规模将不断扩大，带来巨大的经济收益。

2.推动产业链延伸，培育新经济增长点

促进回收处理产业发展：标准的实施将规范再生纤维的生产、检测及应用，引导更多企业投入到纤维复合材料固体废物的回收处理领域，推动机械粉碎、热降解、化学降解等回收技术的产业化应用，形成从回收、处理到再生利用的完整产业链，培育新的经济增长点。

带动相关产业升级：再生纤维在建筑、新能源、汽车、电子等领域的广泛应用，将促进这些产业的材料升级和技术创新，提高产品性能和质量，推动相关产业的可持续发展。例如，再生碳纤维应用于汽车部件，可实现汽车轻量化，提高燃油效率；再生玻璃纤维应用于建筑防火板、抗裂砂浆等，可提升建筑材料的性能和环保水平。

（二）预期环境效益

1.减少固体废物排放，缓解环境压力

解决固废处理难题：我国纤维复合材料产销量位居全球第一，每年产生大量的难以降解的纤维复合材料固体废物，如风电叶片、PCB 板、汽车用复合材料等。这些固体废物若得不到有效处理，将对环境造成严重污染。标准的实施将推动再生纤维的资源化利用，减少固体废物的填埋和焚烧，缓解环境压力。

降低碳排放量：再生纤维的生产和利用可减少对原生矿物资源的开采和加工，降低能源消耗和碳排放。以年回收并综合利用 30 万吨玻纤为例，可实现碳减排 36 万吨左右（不含采矿及研磨碳排放量），碳交易额达到 2160 万元左右。随着再生纤维产业的发展，将为我国“双碳”目标的实现做出重要贡献。

2.促进循环经济发展，建设生态文明

推动资源循环利用：再生纤维的生产是循环经济的重要组成部分，通过对纤维复合材料固体废物的回收再利用，实现了资源的循环利用，减少了资源浪费，符合建设生态文明的要求。

提高企业环保意识：标准的实施将促使企业更加重视纤维复合材料固体废物的回收处理和资源化利用，提高企业的环保意识和社会责任意识，推动企业向绿色生产、循环经济转型。

（三）预期社会效益

1.保障产品质量，规范市场秩序

统一质量标准：目前，我国再生纤维产业缺乏统一的质量标准，产品质量参差不齐，影响了再生纤维的推广应用。标准的实施将明确再生纤维的技术要求、测试方法、抽样方案等，

统一质量标准，保障产品质量，提高再生纤维的市场认可度和竞争力。

规范市场行为：标准的实施将规范再生纤维的生产、销售和使用行为，打击不合格产品和不正当竞争，维护市场秩序，促进再生纤维产业的健康发展。

2.增加就业机会，促进社会稳定

带动就业增长：再生纤维产业的发展将涉及回收、处理、生产、销售等多个环节，需要大量的劳动力，从而增加就业机会，促进社会稳定。例如，回收处理企业需要大量的操作人员和技术人员，再生纤维生产企业需要生产工人和管理人员，销售环节需要销售人员和售后服务人员等。

提升行业技术水平：标准的实施将推动再生纤维产业的技术创新和升级，提高行业的技术水平和竞争力。企业为了满足标准要求，将加大研发投入，引进先进技术和设备，培养专业技术人才，从而提升整个行业的技术水平和创新能力。

（四）对产业发展的作用

1.填补标准空白，完善标准体系

填补国内空白：目前，国际上没有相应的再生纤维标准，我国也缺乏专门针对再生无机非金属纤维的行业标准。该标准的制定将填补国内空白，为再生纤维的生产、检测和应用提供技术依据，完善我国纤维复合材料领域的标准体系。

与国际标准接轨：标准在制定过程中，参考了国内外相关标准和技术规范，如 GB/T 18369《玻璃纤维无捻粗纱》、GB/T 37881-2019《塑料 汽车用长玻璃纤维增强聚丙烯（PP）专用料》等，同时结合了我国再生纤维产业的实际情况，具有科学性、合理性和可操作性。标准的实施将有助于我国再生纤维产业与国际标准接轨，提高我国在该领域的国际话语权和竞争力。

2.引导产业升级，推动技术创新

引导产业规范化发展：标准明确了再生纤维的分类、技术要求、测试方法等，引导企业按照标准进行生产和管理，提高产业的规范化水平。同时，标准对再生纤维的强度保留率、树脂残留率、杂质含量等指标提出了具体要求，促使企业加强技术研发和工艺改进，提高产品质量和性能，推动产业升级。

促进技术创新和应用：标准的实施将鼓励企业开展再生纤维的技术创新和应用研究，开发新型再生纤维产品和应用领域。例如，研究再生纤维在新能源领域的应用，如太阳能电池板、储能设备等；探索再生纤维在生物医学领域的应用，如生物可降解复合材料等。通过技术创新和应用拓展，进一步提升再生纤维产业的附加值和发展空间。

3.加强产业协同，促进合作交流

加强产业链协同合作：再生纤维产业涉及纤维复合材料生产企业、回收处理企业、应用企业等多个环节，需要产业链上下游企业的协同合作。标准的实施将为产业链上下游企业提供共同的技术标准和交流平台，促进企业之间的信息共享、技术合作和产业协同，形成产业合力，推动再生纤维产业的整体发展。

促进行业交流与合作：标准的制定和实施过程中，将吸引相关行业协会、科研机构、企业等参与其中，促进行业之间的交流与合作。通过举办行业研讨会、技术培训班、展览会等活动，加强行业内的技术交流和经验分享，推动再生纤维产业的健康发展。

六、采用国际标准和国外先进标准情况

不涉及。

七、在标准体系中的位置。与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准符合我国现行的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《中华人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国生态环境保护法》等，相关环境保护的标准要求以及“中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标”规划政策要求、《2030 年前碳达峰行动方案》有关要求。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议按照标准报批计划确定实施日期。

十一、废止现行相关标准的建议

本标准为首次发布。

十二、其他应予说明的事项

无。