

《可回收火箭用陶瓷基复合材料》

(征求意见稿)

编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

本项目根据中国欧洲经济技术合作协会 2026 年团体标准制定计划，项目名称为《可回收火箭用陶瓷基复合材料》，项目计划号 T/CEATEC-2026-155 的任务而进行制订。

(二) 起草单位及主要起草人

本文件起草单位：福建立亚新材料有限公司、中钢洛耐科技股份有限公司、上海瑞华晟新材料有限公司、山东鲁阳节能材料股份有限公司。

本文件主要起草人：黄祥贤、张安东、张利新、张贵秋、李阳。

(三) 标准制定目的和意义

从产业角度分析，制定《可回收火箭用陶瓷基复合材料》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面：

1. 目的

可回收火箭作为降低航天发射成本、提升发射频次的核心工程方向，对热端部件材料的轻质、耐高温、抗热震、长时间耐烧蚀等综合性能提出了远高于一次性运载火箭的严苛要求。陶瓷基复合材料（CMC）因其低密度、耐高温、抗热震、抗烧蚀、抗冲刷的特性，已成为可回收火箭发动机燃烧室、喷管、头锥等关键热端部件的优选材料。然而，目前国内针对可回收火箭工况的陶瓷基复合材料尚无统一的专项规范，不同材料供应商、火箭总体单位、第三方检测机构依据各自企业标准或参考航标、国标开展工作，导致技术要求分散、试验条件差异大、可重复使用工况下的可靠性评定依据不足，难以支撑商业航天多次复用、高频发射的产业化发展。制定本标准的首要目的，是建立

面向可回收火箭用陶瓷基复合材料的术语和定义、分类与命名、技术要求、试验方法、检验规则、标志包装运输贮存的完整规范体系，为材料供应商、火箭总体单位、第三方检测机构提供统一的评价依据。其次，本标准通过统一材料体系、关键性能指标、可重复使用工况下的试验方法与判定规则，引导材料企业优化纤维预制体结构、界面层设计、致密化工艺与基体组成，提升产品的耐高温、抗热震、抗烧蚀与多次复用可靠性。第三，本标准有助于规范行业秩序，遏制低水平重复建设与低价竞争，推动陶瓷基复合材料产业向高性能、高可靠、可重复使用方向高质量发展，加速商业航天关键基础材料的国产化替代进程。总之，制定本标准的根本目的在于提高可回收火箭用陶瓷基复合材料的产品质量与可靠性水平，保障可回收火箭多次复用任务安全，推动商业航天关键材料产业的技术进步与市场竞争力提升。

2.意义

首先，从技术角度来看，本标准可为可回收火箭用陶瓷基复合材料的组分设计、制备工艺、性能试验、检验规则与质量评定提供了明确的技术依据，有助于火箭总体单位在材料选型、构件设计、可靠性验证等环节减少试错成本，引导材料企业加快纤维体系、界面层、致密化与基体改性等关键工艺攻关，缩短材料迭代周期，提升可重复使用工况下的服役可靠性。其次，从行业角度而言，本标准的发布与实施将促进可回收火箭用陶瓷基复合材料行业的规范化发展，扭转当前标准分散、指标参差、可重复使用评价不一致的局面，推动整个行业的有序竞争与高质量发展。统一的技术要求与试验方法可使不同厂商的材料在同一基准下进行公平比较，提升市场透明度，加速行业洗牌与优质企业崛起。再次，本标准对提升我国可回收火箭用陶瓷基复合材料的国际竞争力具有重要意义。通过与国际先进航天材料标准体系接轨，我国陶瓷基复合材料企业的设计能力、工艺水平、质量控制水平将得到国际市场认可，有助于产品出口与商业航天国际市场拓展，进一步巩固我国在全球商业航天供应链中的地位。最后，从设备使用者即火箭总体单位与商业航天运营商角度而言，本标准的实施将直接影响其型号研制、供应链管理与发射运营。通过统一的可靠性试验与寿命评定，火箭总体单位可选用耐高温、抗热震、抗烧蚀、长寿命性能更优的陶瓷基复合材料，降低因材料失效导致的发射失

利、回收失败与重大维修风险；商业航天运营商则可获得更可靠的多次复用依据，提升发射频次、降低单位发射成本、提升项目收益。这不仅保护了火箭总体单位与商业航天运营商的权益，也推动了我国商业航天向着更高频次、更低成本、更可靠的方向发展。因此，制定本标准具有深远的行业和社会意义，将推动整个商业航天热端材料产业链向更高质量、更高可靠性的方向跃升。

综上，制定《可回收火箭用陶瓷基复合材料》团体标准对于促进商业航天关键材料产业健康发展、推动行业技术创新、加速国产陶瓷基复合材料在可回收火箭领域的工程化应用、提升可回收火箭多次复用可靠性等方面都具有重要意义。

（四）主要工作过程

1. 前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，广泛搜集相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。

2026 年 7 月 29 日本团体标准由中国欧洲经济技术合作协会正式立项，立项名称为：《可回收火箭用陶瓷基复合材料》。

2. 标准起草过程

2026 年 7 月，团体标准立项通知公示后，标准编制小组首先组织了标准制定工作会议，各编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会和专家咨询会，经过多次修改，于 2026 年 8 月初完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

二、标准编制原则和依据

（一）编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，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》的规定及相关要求编制。

（二）标准主要内容与确定依据

1. 标准主要内容

1.1 范围

本文件规定了可回收火箭用陶瓷基复合材料的分类与标记、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存以及质量证明文件。

本文件适用于可回收火箭发动机燃烧室、喷管、热防护系统等热端部件用 2D/3D 编织结构连续纤维增强陶瓷基复合材料的生产、检验和验收。其他航天飞行器可重复使用热结构部件用陶瓷基复合材料可参照执行。

1.2 规范性引用文件

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 1450.1 纤维增强塑料层间剪切强度试验方法

GB/T 1800.2 产品几何技术规范（GPS） 线性尺寸公差 ISO 代号体系 第 2 部分：标准公差带代号和孔、轴的极限偏差表

GB/T 3003 耐火纤维及制品

GB/T 6569 精细陶瓷弯曲强度试验方法

GB/T 8489 精细陶瓷压缩强度试验方法

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 14390 精细陶瓷高温弯曲强度试验方法

GB/T 16535 精细陶瓷线热膨胀系数试验方法 顶杆法

GB/T 18851.1 无损检测 渗透检测 第 1 部分：总则

GB/T 22588 闪光法测量热扩散系数或导热系数

GB/T 23805 精细陶瓷室温拉伸强度试验方法

GB/T 25995 精细陶瓷密度和显气孔率试验方法

GB/T 30707 精细陶瓷涂层结合力试验方法 划痕法

GB/T 34559 碳/碳复合材料压缩性能试验方法

GB/T 36264 超高温氧化环境下纤维复合材料拉伸强度试验方法

GB/T 37246 精细陶瓷抗热震性能试验方法

1.3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

1.4 分类

按照基体等进行分类。

1.5 技术要求

对原材料、外观等进行规定。

1.6 试验方法

对试验方法进行规定。

1.7 检验规则

对产品生命周期评价进行规定。

1.8 标志、包装、运输和贮存

对标志、包装、运输和贮存进行规定

2. 确定标准主要内容的依据

依据相关法规和标准要求，如 GB/T 6569《精细陶瓷 弯曲强度试验方法》等标准为本文件的材料分类、技术要求、试验方法与检验规则设定提供了基础框架和参考依据。其次，结合行业经验和实际需求，充分考虑可回收火箭用陶瓷基复合材料在高温、高压、强热震、强烧蚀、多次复用等实际工况下的服役要求，包括耐高温、抗热震、抗烧蚀、断裂韧性、高温抗氧化等，确保标准的实用性。基于技术研究和试验验证，对材料的组分体系、纤维预制体结构、界面层设计、致密化工艺与基体改性等关键要素进行深入研究，为试验原理、试验条件和试验步骤的制定提供科学支持。同时，参考国际先进航天材料标准与商业航天总体单位技术规范，结合国内可回收火箭研制与商业航天运营的实际需求，确保本标准的科学性和先进性。最后，依据质量管理体系的要求，制定严格的质量控制和数据处理原则，确保试验结果的准确性和可靠性。

三、主要试验[或验证]情况分析、技术经济论证、预期经济效果

试验情况的分析包括对可回收火箭用陶瓷基复合材料在高温、强热震、强烧蚀、多次复用等典型服役条件下的力学性能、热学性能、抗烧蚀性能与热震稳定性的试验验证。测试同时涉及模拟可回收火箭发动机燃烧室、喷管、头锥等关键热端部件实际工况下的高温力学试验、热震循环试验、长时烧蚀试验及多次复用寿命试验，以综合评价材料的室温及高温弯曲强度、弹性模量、断裂韧性、烧蚀率、热震稳定性等核心指标，确

保在标准化测试中能够准确反映材料在实际可回收火箭热端部件服役环境下的性能表现。

从技术经济角度出发，制定《可回收火箭用陶瓷基复合材料》团体标准具有重要意义。一方面，通过统一技术要求与试验方法，可显著提升国产可回收火箭用陶瓷基复合材料的耐高温、抗热震、抗烧蚀与多次复用可靠性。这些提升不仅改善了产品质量，也降低了型号研制过程中的材料选型迭代、地面试验验证与飞行试验失败成本。另一方面，标准的制定能够规范市场秩序，减少因材料技术要求不统一、可靠性水平参差不齐造成的型号研制风险与重大失效隐患，降低商业航天总体单位的供应链管理与发射运营成本。此外，通过标准化的试验方法与检验规则，企业能够系统评估纤维体系、界面层、致密化工艺与基体改性的优化效果，从而推动陶瓷基复合材料产业的技术进步与升级。

预期经济效果主要体现在提升产品质量、降低综合成本和增强市场竞争力上。首先，标准化的技术要求与可靠性验证方法能够确保可回收火箭用陶瓷基复合材料在设计与制备阶段的质量一致性，减少因材料早期失效导致的发射失利、回收失败与高额研制成本。其次，通过优化纤维体系、界面层、致密化工艺与基体组成，企业能够降低材料的烧蚀率、延长热端部件的复用次数、提高可回收火箭的发射频次与运营收益。此外，高性能、高可靠性的可回收火箭用陶瓷基复合材料能够满足商业航天多次复用、高频发射的严苛需求，提升型号竞争力与商业航天国际市场地位，推动国产陶瓷基复合材料进入全球商业航天高端供应链。最终，这些改进将为企业带来显著的经济效益，并推动整个商业航天热端材料产业链的高质量、可持续发展。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及对现行标准的废止。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

九、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

本标准首次制定，没有特殊要求。

十、其他应予说明的事项

无。

《可回收火箭用陶瓷基复合材料》团体标准编制组

2026 年 9 月