

《刹车盘用碳/陶复合材料技术要求》

团体标准编制说明（征求意见稿）

一、工作简况

1.1 工作任务来源

碳陶复合材料是一种具有极高耐磨性、优异的热稳定性和低密度特性的高科技材料，已被广泛应用于航空航天、赛车、豪华轿车等高端领域。尤其在刹车盘的制造中，碳陶复合材料的应用大幅提升了制动系统的性能，使车辆能够在更高的温度和压力下保持良好的制动力和稳定性。

传统的铸铁和钢制刹车盘由于其质量大、热稳定性差，无法满足高性能汽车、赛车以及航空器对高温稳定性和轻量化的需求。碳陶复合材料因其极轻的重量和出色的热管理能力，已经成为刹车盘材料的首选之一。这不仅提升了车辆的制动效率，也大幅降低了制动过程中产生的热衰退风险，从而保证了更高的行驶安全性。

碳陶复合材料刹车盘具有以下显著优势：首先，材料的高强度和耐高温特性使其能够承受长时间的高温工况而不变形或劣化，延长了刹车盘的使用寿命。其次，碳陶材料的轻质化特性有助于减轻车辆的整体重量，提高燃油经济性和加速性能。最后，碳陶材料的低热膨胀系数确保刹车盘在长时间高强度使用下仍然保持稳定的尺寸和形态，避免了制动失效的发生。

尽管碳陶复合材料的优势明显，但由于其制造工艺复杂且成本较高，应用范围目前主要集中在高端市场。随着制造技术的进步，碳陶复合材料的生产成本有望逐步降低，从而推动其在市场上的应用。在这一背景下，制定针对刹车盘用碳陶复合材料的技术要求标准，具有重要的现实意义。

经相关标准起草组及专家组深入调研论证，并依据《团体标准管理规定》，特立项《刹车盘用碳/陶复合材料技术要求》标准，项目计划编号为 T/CASME -XXX-2025。

1.2 主要工作过程

1.2.1 主要参加单位

本标准主要起草单位：西安源创航空科技有限公司、陕西有色碳陶复合材料研发有限公司、

江苏米格新材料股份有限公司、烟台鲁航炭材料科技有限公司、北京天宜上佳高新材料股份有限公司、深圳市佰斯倍新材料科技有限公司、上海骐杰新材料股份有限公司、湖南博云新材料股份有限公司、江苏观蓝新材料科技有限公司、杭州东江摩擦材料有限公司、晶源新材料（内蒙古）有限公司、华兴中科标准技术（北京）有限公司等。起草单位主要参与草案的修改，测试方法验证等标准工作。

1.2.2 工作分工

1.2.2.1 第一次工作会议

2024 年 10 月 18 日，线上开启《刹车盘用碳/陶复合材料技术要求》标准的立项论证会议。西安源创航空科技有限公司王岩 副高级工程师介绍了《刹车盘用碳/陶复合材料技术要求》立项论证方案 PPT 和标准草案，5 位专家一致通过立项论证。

1.2.2.2 第二次工作会议

2024 年 12 月 03 日，在北京万达嘉华酒店举行《刹车盘用碳/陶复合材料技术要求》标准第一次启动会议，与会代表首次对标准的工作组讨论稿进行讨论，商定了工作进度，形成如下会议成果：

（1）会上成立了标准工作小组。

成立《刹车盘用碳/陶复合材料技术要求》标准验证工作组，参与单位 30 家。

（2）会上针对标准草案及标准立项论证方案提出以下建议：

2.1）草案分发给工作组单位，由工作组单位逐一检查。

2.2）会上工作组单位完成试验数据、产品技术要求和参数的确定及修改，并统一征集意见交由标准工作小组确认。

1.2.3 工作进度安排

2024 年 9 月—10 月，项目市场调研。

2024 年 10 月，开启立项论证会议，项目申报立项。

2024 年 12 月，编写团体标准项目草案，召开标准启动会。

2025 年 3 月，公开征求意见。

2025 年 4 月，召开编制组内部讨论会议。

2025 年 5 月，召开标准审定会。

2025 年 6 月，报批，发布。

二、标准编制原则

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，结合我国目前复合材料领域的现状，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。

三、标准主要内容的确定及依据（标准的主要的技术内容以及这些内容确定的依据）

1. 适用范围

适用于以针刺碳纤维预制体为增强体，热解碳/树脂碳+碳化硅/硅为基体的刹车盘材料，涵盖飞机和汽车领域的设计、制造及鉴定检验。

2. 关键材料要求

基体材料：热解碳/树脂碳与碳化硅需按比例设计，**硅含量 $\leq 10\%$ **（附录 A 测试）。

碳纤维预制体：由短纤维胎网和无纬布针刺成型，碳纤维需满足拉伸强度（3500–5500 MPa）、含碳量（ $\geq 91\%$ ）等技术指标（附录 B）。

确定依据

1. 碳纤维拉伸强度的检测按 GB/T 3362 的规定进行。
2. 碳纤维含碳量的检测按 GB/T 26752 的规定进行。

3. 性能指标

1) 物理性能

项目	指标平均值
----	-------

	飞机	汽车
密度/ (g/cm ³)	≥1.85	≥2.1
显孔隙率 (%)	≤15	≤10
导热系数/ (W/m·K)	≥20	≥18
比热容/ (J/g·K)	≥0.61	≥0.61
热膨胀系数/ ((10 ⁻⁶ ×1/k))	1~4	1~4

确定依据

1. 密度的检测按 GB/T 25995 的规定进行
2. 显气孔率的检测按 GB/T 25995 的规定进行。
3. 导热系数的检测按 GB/T 22588 的规定进行。
4. 比热容的检测按照 GJB 330 的规定进行。
5. 热膨胀系数的检测按 GB/T 16535 的规定进行。

2) 力学性能

项目	毡层方向	指标			
		飞机		汽车	
		最小值	平均值	最小值	平均值
拉伸强度/ (MPa)	平行	40	≥50	70	≥80
压缩强度/ (MPa)	平行	70	≥80	130	≥150
	垂直	80	≥85	165	≥180
弯曲强度/ (MPa)	平行	40	≥55	100	≥120
	垂直	80	≥85	100	≥120
层间剪切强度/ (MPa)	/	10	≥12	10	≥12
面内剪切强度/ (MPa)	/	30	≥35	20	≥25
冲击韧性/ (kJ·m ⁻²)	/	10	≥11	18	≥20

确定依据

1. 拉伸强度的检测按照 GJB 8736 的规定进行；
2. 压缩强度的检测按照 GJB 8737 的规定进行；
3. 弯曲强度的检测按照 ASTM C1341 的规定进行；

4. 剪切强度的检测按照 ASTM C1292 的规定进行；

5. 冲击韧性的测定按照 GB/T 1451 的规定进行。

3) 摩擦性能

项目	飞机						汽车（名义）	
摩擦系数	压力 MPa	线速度 m/s					涂层盘	非涂层盘
		5	10	15	21	30	0.4~0.6	0.3~0.45
	0.5	0.40~0.70						
	0.6	0.40~0.65						
	0.7	0.35~0.65						
	0.8	0.35~0.65						
	1	0.30~0.60						
	1.3	0.30~0.60						
磨损率	≤3 μm/次·面						/	/

依据为

1. 摩擦磨损性能的检测按 HB 5434.7 的规定进行。

4) 内部质量

缺陷尺寸：>1 cm 的缺陷不允许；0.5~1 cm 缺陷 ≤ 5 个/件；<0.5 cm 缺陷 ≤ 10 个/件。

确定依据

内部质量的检测按照 GJB 5364 的规定对复合材料进行内部质量检测。

4. 质量控制与检验

检验分类：鉴定检验（工艺变更、停产恢复等场景）和质量一致性检验。

关键检验项目：

物理性能：密度、显孔隙率、导热系数等。

力学性能：拉伸、压缩、弯曲、剪切强度及冲击韧性。

摩擦性能：按飞机/汽车不同工况测试。

内部质量：通过射线实时成像检测缺陷。

抽样方案：显孔隙率抽 10%，力学性能每组批抽 5 个试样。

合格判据：外观/密度不合格即单件拒收；性能不合格需双倍复检。

确定依据

1. 抽样检验依据 GB/T 2828.1 的规定进行。

5. 交货与贮存

标识：每件附合格证，包装标明批次、有效期等。

封装：B 级防护包装（GJB 1182），防碰撞、防腐蚀。

贮存：干燥空气避光保存，温度-20~40℃，湿度 20%~80%，有效期长期。

确定依据

1. 包装和贮存的要求按照 GJB 5364 的规定进行。

6. 附录

附录 A：硅含量测试方法（氧化+酸蚀法）。

附录 B：碳纤维技术要求（强度、模量、含碳量等）。

附录 C：平行/垂直毡层方向试样示意图，指导力学测试方向。

确定依据

1. 硅含量测定的要求按照 GB/T16555 规定执行

2. 碳纤维拉伸强度的检测按 GB/T 3362 的规定进行。

3. 碳纤维含碳量的检测按 GB/T 26752 的规定进行。

四、与国际、国外同类标准水平的对比情况

目前，国际上针对刹车盘的材料标准主要集中在金属材料上，如铸铁、铝合金等材料的性

能标准。碳陶复合材料作为新兴材料，其在刹车盘领域的应用还处于起步阶段。国际上虽然有一些针对碳纤维和陶瓷材料的标准，但这些标准多为材料通用标准，缺乏针对刹车盘这一具体应用的详细技术要求。

五、与国内相关标准的关系

本标准的制定过程、设计基本要求、制造基本要求设置等符合现行法律法规和强制性国家标准的规定。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、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。

八、其他

本标准不涉及专利。由于本标准首次制定，没有特殊要求。

团体标准起草组

2025 年 3 月