

《无人机用碳陶刹车盘设计要求》

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

碳陶刹车盘作为一种先进的高性能材料，在耐高温、轻量化、抗磨损等方面表现出色。其出色的热传导性和极佳的耐磨性能，能够大幅提升无人机的刹车系统的耐用性和稳定性，特别适用于高频次飞行任务和长时间操作环境。碳陶材料具有的轻质特性，也能够有效降低飞行器的自重，提高续航能力，降低能耗，这对于无人机这样的轻量化设备而言尤为重要。

随着无人机的应用范围不断扩展，其面临的工作环境和负载压力也逐步增大，特别是在应急制动和复杂操作场景下，刹车系统的反应时间和制动力成为了决定无人机操作安全的关键因素。当前，国内外尚无专门针对无人机刹车系统，特别是碳陶刹车盘设计和制造的标准。各制造商主要依赖各自的经验进行设计与生产，这种缺乏标准化的局面不仅限制了产品性能的提升，还增加了产品的生产成本和市场准入难度。

为了提升产品的市场竞争力，增强无人机在不同场景中的可靠性和安全性，经标准起草组及专家组多次调研论证，根据《团体标准管理规定》有关规定，特立项本系列标准。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：北京优材百慕航空器材有限公司、陕西有色碳陶复合材料研发有限公司、国投陶瓷基复合材料研究院(西安)有限公司、湖南湘投轻材料科技股份有限公司、北京天仁道和新材料有限公司、江苏天鸟高新技术股份有限公司、烟台美丰机械集团有限公司、江苏观蓝新材料科技有限公司、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《无人机用碳陶刹车盘设计要求》标准的立项论证会议。北京优材百慕航空器材有限公司总经理助理、质量部部长、高级工程师王振波介绍了《无人机用碳陶刹车盘设计要求》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

2025 年 1 月 17 日，线上开启《无人机用碳陶刹车盘设计要求》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《无人机用碳陶刹车盘设计要求》标准验证工作组，参与单位 20 余家。

(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。

1.2.2.3 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。

2025 年 1 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，结合我国目前碳陶刹车盘的现状，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. 标准框架

该标准规定了无人机用碳陶刹车盘的术语和定义、分类、性能、设计、结构、材料、工艺和试验等要求。

2. 标准范围

该标准适用于无人机用碳陶刹车盘的研制，其他如低空有人航空器用碳陶刹车盘可参照执行。

3. 主要技术内容：

3.1 术语和定义：

对无人机、碳陶、整体式和分体式碳陶刹车盘、通风式和实心式碳陶刹车盘、盘体、盘毂、摩擦面等术语进行了定义。

3.2 分类：

按结构形式分为多盘式和单盘式，单盘式又分整体式和分体式；按有无通风道分为通风式和实心式；按碳纤维分为短切纤维和长纤维碳陶刹车盘。

3.3 性能：

包括动能容量（设计着陆停止动能、最大停止动能及计算方法）、刹车力矩（动刹车力矩、静刹车力矩、峰值刹车力矩）、结构扭矩、防滑系统兼容性、上级组件兼容性、使用寿命要求。

3.4 结构：

外观、接口尺寸及重量符合商定要求；结构设计考虑材料温度、摩擦系数、摩擦功率、面积重叠系数等限制，并要求标记相关信息。

3.5 材料：材料选择基于经验或试验，符合相关标准，对碳陶材料提出了多项性能要求；材料防护包括防止性能降低、选择合适配套金属材料、对非摩擦表面抗氧化处理等。

3.6 工艺：制定固化工艺规范，新制造方法需试验证实；对铸件、锻件、螺栓螺柱、钢和铝合金零件、碳陶件有相应质量和检测要求。

3.7 试验：

包括最低性能标准试验（设计着陆停止、加速 - 停止、结构扭矩试验）、静刹车力矩、

峰值刹车力矩、刹车压力-力矩特性、易熔塞不熔化试验、止动试验、湿态刹车试验、连续刹车试验、振动试验、刹车寿命试验等。

4. 该标准主要技术内容的确定依据：

4.1 性能要求：

动能容量、刹车力矩等性能要求是基于确保刹车盘在不同工况下（如着陆、最大动能停止等）能有效制动航空器，通过对刹车机动的预期事件分析或直接计算确定，同时考虑了航空器的重量、速度、摩擦系数等因素，保证航空器安全制动。

4.2 结构设计：

考虑碳陶材料的特性，如温度限制、摩擦系数稳定性、极限摩擦功率等，以确保刹车盘在使用过程中的性能和安全性，避免因结构设计不合理导致材料损坏或制动失效。

4.3 材料选择和防护：

材料选择基于其在预期服役环境下的性能表现，符合相关标准以保证材料质量；材料防护措施是为了防止因环境因素（气候、腐蚀、磨损等）导致材料性能下降或结构损坏，确保刹车盘的使用寿命和可靠性。

4.4 工艺要求：

制定工艺规范和对不同零件的质量要求，是为了保证刹车盘的制造质量，使其性能满足技术要求，新制造方法需试验证实是为了确保其可靠性和安全性。

4.5 试验项目：

试验项目的设置是为了全面验证刹车盘的各项性能，包括制动性能、兼容性、寿命等，确保刹车盘在实际使用中的安全性和可靠性，其中最低性能标准试验依据 SAE ARP 5381 规定，保证了标准的一致性和科学性。

四、与国际、国外同类标准水平的对比情况

经查，目前，国际上针对无人机刹车系统的标准还处于初步阶段，主要集中在无人机的整体设计与操作规范上。现有的航空标准（如 FAA 和 EASA）虽然对大型商用航空器的刹车系统提出了明确要求，但这些标准并不完全适用于无人机，特别是碳陶材料的应用还未有完整的技术规范。

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