《连续纤维增强树脂基复合丝材成形工艺规范》团体标准编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

1. 任务来源

《团体标准 连续纤维增强树脂基复合丝材成形工艺规范》是来源于 2017 年立项的国家重点研发计划增材制造与激光制造专项 “连续纤维增强复合材料增材制造工艺与装备”项目。根据《关于印发 2020 年度第一批团体标准立项的通知》（中国工艺协会标字[2020]第 9 号）文件要求，由中国机械制造工艺协会标准化委员会提出并归口，由中国机械制造工艺协会标准化工作委员会牵头组织制定，负责起草单位：北京机科国创轻量化科学研究院有限公司，内蒙动力机械研究所，西安航天动力技术研究所等，计划应完成时间 2020 年 6 月。

2. 主要参加起草单位和起草人及分工

本标准由北京机科国创轻量化科学研究院有限公司，内蒙动力机械研究所，西安航天动力技术研究所，北京卫星制造厂，上海宇航系统工程研究所共同起草。

主要成员：单忠德，战丽，邹爱玲，刘晓军，闫东东，梁美芹，赵俨梅，范聪泽，陈意伟，宋亚星，孙启利，王峰，王敏，修经纬，任全彬，陈怡，刘大利，刘浩。

所作的工作：单忠德担任起草工作组组长，全面协调标准起草工作。邹爱玲，刘晓军，闫东东、梁美芹负责标准资料的收集和标准草案书写工作，单忠德、战丽负责标准的总体校核和指导编写工作，赵俨梅，范聪泽，陈意伟，宋亚星负责收集、分析国内外相关技术文献和资料，结合实际应用经验，对标准内容进行归纳和总结。

3. 主要工作过程

（一）起草（草案、调研）阶段

（1）资料整理

2019 年 1 月-12 月，收集并分析现有连续纤维增强树脂基复合丝材成形的标准、技术等资料，以连续纤维增强树脂基复合丝材成形工艺发展现状为基础，按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写规则》要求，初步形成《团体标准 连续纤维增强树脂基复合丝材成形工艺规范》的标准内容框架。

（2）完成标准草案的编写

2020 年 1 月-3 月，以前期资料整理工作为基础，以《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写规则》（GB/T 1.1—2009）为编写规则，针对连续纤维增强树脂基复合丝材成形工艺，划分为八大流程：创建复合丝材制备记录单、连续纤维与树脂的备料、预热并清理制丝机、设定制丝工艺参数、引丝、启动设备运行、更换收卷盘和回收材料，分别研究确定技术要求，从而形成《团体标准 连续纤维增强树脂基复合丝材成形工艺规范》标准草案。

（3）2020 年 4 月团标草案征集意见

2020 年 4 月 13 日—20 日在团标立项审查中，同时对标准草案征集委员意见，在协会网站上广泛征集各会员单位意见，负责单位对反馈意见进行汇总和处理。

（4）召开标准研讨会

2020 年 4 月 29 日-30 日，召开网络研讨会，由北京机科国创轻量化科学研究院有限公司、内蒙动力机械研究所、西安航天动力技术研究所、北京卫星制造厂、上海宇航系统工程研究所共同参会，重点对标准草案进行讨论，并根据结

果对标内容进行完善。

二、标准编制原则

本标准的起草遵循面向市场、服务产业、自主制定、不断完善的原则。

规范性原则：本标准在起草过程中，主要按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写规则》的要求编写。

三、标准主要内容的确定

1. 标准主要技术要求的确定依据

标准给出了连续纤维增强树脂基复合丝材成形工艺流程和技术要求。

第三章工艺流程确定了完整的一套连续纤维增强树脂基复合丝材成形工艺流程，从创建复合丝材制备记录单，到连续纤维与树脂的备料、预热并清理制丝机，再到设定制丝工艺参数、引丝、启动设备运行，最后到更换收卷盘、回收材料。

第四章技术要求则对第三章工艺流程的八大工艺步骤进行详细描述，统一科学规范。第一节提供了连续纤维增强树脂基复合丝材成形记录单，对各工艺流程进行责任划分，对丝材成形过程中的质量进行多级把控，便于分析和解决遇到的问题，以逐步优化具体操作，提升完善连续纤维增强树脂基复合丝材成形工艺流程。

第二节规范了连续纤维类型和树脂类型选用依据。依据需方对成形复合丝材的直径、树脂或纤维含量等技术要求，预先选定内径大小合适的口模及与口模内径相适应的纤维规格，再依据需方对纤维体积含量要求，计算出牵引速率与树脂添加速率（或螺杆转速）的匹配关系。

纤维体积含量 V_f 由式（1）求得。

$$V_f = \frac{1}{\frac{4kF_d}{\pi N\left(k+F_p\right)d_f^{\ 2}}\cdot\frac{n}{v}+1} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

$$k = \frac{\pi D_n^{\ 4}}{128L_n} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

$$F_d = \frac{\pi^2 D^2 H \sin\varphi\cos\varphi}{2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

$$F_p = \frac{\pi D H^3 \sin^2\varphi}{12} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

式中：

N ——纤维束中单根纤维的数量；

k ——口模形状和尺寸系数，按式（2）求得；

F_d ——相关常量，按式（3）求得；

F_p ——相关常量，按式（4）求得；

d_f ——单根纤维直径，其中碳纤维的单根纤维直径 d_f 测量应按照 GB/T 29762 或 GB/T 3364 的规定；玻璃纤维单根纤维直径 d_f 测量应按照 GB/T 7690.5 规定。

D_n ——口模直径；

L_n ——口模流道长度。

D ——螺杆直径，由制丝机结构确定；

H ——螺槽深度，由制丝机结构确定；

φ ——螺纹升角，由制丝机结构确定。

第 3 节规范了预热和清理制丝机的操作步骤，对制丝机口模的核对和更换，添加树脂的核对以及清理时制丝机温度的设定进行规范化说明。

第 4 节规范化制丝工艺参数设定。机筒、机头模具及口模的三段加热温度，

应依据需方对复合丝材的技术要求和树脂类型来设定。螺杆转速和收卷速度的设定，应通过所需纤维含量计算的纤维牵引速率或树脂添加速率的匹配关系以及螺杆转速或树脂产量的匹配关系来确定。在满足复合丝材成形效率的基础上，应尽量减小纤维牵引速率，便于纤维与树脂充分浸润。

第 5~8 节规范化引丝、启动设备运行、更换收卷盘以及回收材料的操作步骤，其中成形的复合丝材的贮存应符合 GB/T 20739 规定。

2. 主要实验（或验证）的情况

本标准适用于碳纤维、芳纶纤维、玻璃纤维等与聚乳酸、聚乙烯、尼龙（6/66）、ABS、聚酰亚胺、聚醚醚酮、聚醚酮酮、聚苯硫醚、超高分子量聚乙烯、聚丙烯、聚碳酸酯等热塑性树脂复合的连续纤维增强树脂基复合丝材成形。

四、与国际、国外同类标准水平的对比情况

本标准将现有标准与我国国内的实际现状和用户的要求相结合，比较适合我国的行业情况。

五、与国内相关标准的关系

本标准与我国的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准制定过程中，尚无出现未采纳的重大分歧意见。

七、其他

1. 标准中涉及专利的情况

本标准未涉及专利。

2. 实施标准的要求和措施建议

制定连续纤维增强树脂基复合丝材成形工艺规范，是保障复合丝材成形性能稳定可控的重要措施。目前国内尚缺乏相关工艺规范，因此该标准颁布、贯彻实

施前应及时通过多种媒体渠道在行业内部进行宣传，积极组织相关人员参加行业协会活动，充分了解标准信息，这样利于企业和科研院所在实际生产中研究并贯彻实施标准，推动标准的发展和完善。

标准起草工作组

2020 年 5 月