

# 制造业技术动态

2022 年第 22 期（总第 60 期）

## 目录

【研究趋势】 .....	2
增材制造——面向航空航天制造的变革性技术 .....	2
基于粉末成形的激光增材制造陶瓷技术研究进展 .....	8
【行业资讯】 .....	13
CFRTP上面级推进剂罐的设计与制造 .....	13
智能塑料材料有望用于下一代软机器人、电子产品 .....	18
Helicoid Industries发布了三个技术应用案例 .....	19
多金属氧酸盐软质复合材料的应用 .....	22
CFRP管可实现轻型高级燃料传感仪表 .....	24
新型复合材料旨在解决自我修复材料的挑战 .....	26

## 【研究趋势】

### 增材制造——面向航空航天制造的变革性技术

【关键词】增材制造;航空航天;涡轮叶片;复合材料;吸波结构;太空 3D 打印

【摘要】增材制造技术在航空航天应用方面具有单件小批量的复杂结构快速制造优势,未来将向着设计、材料和成形一体化方向发展。分析了增材制造在航空航天领域应用发展的 3 个层面,以航空发动机涡轮叶片增材制造、高性能聚醚醚酮(PEEK)及其复合材料、连续纤维增强树脂复合材料及太空 3D 打印为主题,介绍了增材制造技术国内外以及西安交通大学的研究状况。涡轮叶片应用增材制造工艺可以有效提高效率降低成本,未来向高性能的高温合金和陶瓷基复合材料增材制造技术发展。高性能轻质聚合物 PEEK 及其复合材料增材制造在高力学性能结构件、吸波功能件的成形中得到应用,将改变现有的设计与材料,推动结构与功能一体化发展。连续纤维复合材料增材制造将带动无模具纤维复合材料成形的新发展,在太空 3D 打印将改变未来航空航天制造模式。增材制造技术将给航空航天制造技术带来变革性发展。

增材制造技术在航空航天领域的应用,主要体现在 3 个层面。第 1 个层面传统设计方法和材料体系采用增材制造技术进行构件制造;第 2 个层面是面向新的结构设计采用增材制造技术;第 3 个层面是采用新的功能材料与结构一体化增材制造实现更多新的功能。航空结构件是航空航天的主体结构,其未来向着轻质高性能发展,高性能聚合物、纤维复合材料、吸波隐身复合材料是需要探索的方向。

#### 1 航空发动机涡轮叶片成形技术

现阶段,国内外主要采用熔模铸造技术制造航空发动机空心涡轮叶片。该技术通过金属模具压制型芯、型芯装配、压制蜡型、挂浆制壳、精密铸造等 10 个主要环节,获得金属涡轮叶片。

##### 1.1 型芯 / 型壳一体化铸造技术

目前空心涡轮叶片陶瓷铸型直接成形的 AM 技术主要有选区激光烧结(SLS)和陶瓷光固化成形(CSL)。

西安交通大学提出型芯 / 型壳一体化涡轮叶片快速制造技术,采用型芯 / 型壳一体化凝胶注模代替传统型壳的挂浆制备和型芯的压制成形,实现型芯 / 型壳