

团 体 标 准

T/CMES XXXX—XXXX

舰船推进系统关重件增材再制造工艺规范

Process specification for additive remanufacturing of key
component in marine propulsion system

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国机械工程学会 发布

中国机械工程学会标准征求意见稿

中国机械工程学会（英文简称 CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制定中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准按《中国机械工程学会标准化管理办法》进行制定和管理。

中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考。

中国机械工程学会标准征求意见稿

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不许以任何形式复制、传播该标准或用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 4 座 11 层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：www.cmes.org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

目 次

前 言.....	iii
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
3.1 增材再制造.....	1
4 一般要求.....	1
4.1 材料选择.....	1
4.2 工艺选择.....	1
5 工艺过程.....	2
5.1 通则.....	2
5.2 材料准备.....	2
5.3 设备准备.....	2
5.4 增材再制造.....	2
6 质量检测.....	3
7 劳动安全.....	3

中国机械工程学会标准征求意见稿

前 言

本文件按照 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。中国机械工程学会不承担识别专利的责任。

本文件起草单位：XXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXXXXXX。

本文件起草人：XXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXXXXXX。

中国机械工程学会标准征求意见稿

中国机械工程学会标准征求意见稿

舰船推进系统关重件增材再制造工艺规范

1 范围

本标准规定了应用增材技术进行舰船推进系统关重件再制造的一般要求、工艺过程、劳动安全等内容。

本标准适用于基于增材再制造技术的维修、科研等，其它相关工作也可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 28618 机械产品再制造 通用技术要求
- GB/T 28619 再制造 术语
- GB/T 29796 激光修复通用技术规范
- GB/T 35978 再制造 机械产品检验技术导则
- GB/T 39253 增材制造 金属材料定向能沉积工艺规范

3 术语和定义

3.1 增材再制造

以损伤零部件为基础，反求测量获取缺损模型，通过离散分层、路径规划、离线编程，在激光、电弧、等离子弧等热源作用下，将合金粉末或丝材与工件基体表面迅速加热并熔化、混合、扩散、反应、凝固，在工件损伤表面逐层累积叠加，使损伤零部件恢复初始几何形状等质量特性。

4 一般要求

4.1 材料选择

根据损伤零部件基体材料、缺陷类型与损伤程度以及工艺流程设计选择增材再制造原材料，其成分与性能应能在损伤类型方向与母材成分一致或采用高匹配材料。

材料可选低合金钢、高强钢、不锈钢、镍基合金、钴基合金以及其余适宜材料。

4.2 工艺选择

根据零部件结构特点及增材再制造原材料的性能特点，结合具体的工艺实施条件，选择适用的激光/电弧/等离子增材再制造工艺和设备。增材再制造工艺实施前，对设备的各个系统进行联调和运行状况检查，主要包括：

- 1) 确保水冷循环系统正常运行；

- 2) 热源发生装置连接电源;
- 3) 送粉系统气流量调节采用质量流量计或转子流量计, 送丝系统速率调节采用送丝机;
- 4) 保护气流量调节采用质量流量计或转子流量计。
- 5) 运动执行机构正常运行。
- 6) 实施再制造前应按再制造工艺试成形以确认系统工作良好。

5 工艺过程

5.1 通则

- 1) 在实施增材再制造前, 应合理设置主要工艺参数, 按规定控制扫描轨迹、填充模式、搭接方式以及轮廓等特殊部位的处理程序, 监测和控制加工头的工作位置, 采用专用工装和专用方式施加约束, 以有效控制增材再制造的内部质量及增材再制造过程中产生的热应力, 保证符合设计要求。
- 2) 在增材再制造过程中, 应控制增材再制造零部件的变形和翘曲, 避免开裂。
- 3) 在增材再制造过程结束后, 宜在保护性气氛下冷却。

5.2 材料准备

在增材再制造前, 材料状态应满足以下要求:

- 1) 粉末应保持干燥, 并进行必要的筛分处理, 以保证粉末粒度要求; 丝材表面光洁, 无划伤等缺陷, 丝材直径要满足送丝机要求, 非标填充材料应针对每批次进行验证确认其性能、操作性符合工艺要求。
- 2) 损伤零部件应依据工艺要求, 进行必要的表面处理, 去除表面油污、切屑等污染物以及氧化皮, 呈现出金属本色。

5.3 设备准备

在增材再制造前, 设备应满足以下要求:

- 1) 设备应处于正常工作状态, 并已输入成形模型, 使加工头位于工作位置;
- 2) 若需要气氛保护, 设备保护腔内气氛应符合要求, 并应保证气氛中氧含量值在整个增材再制造过程中不超过 100ppm。

5.4 增材再制造

5.4.1 工艺参数控制

增材再制造工艺参数、操作流程按特定要求进行评定, 工艺评定试验件应进行一系列性能测试, 性能指标符合再制造需求。工艺规范经评定与工艺评审后方能应用于再制造生产, 在再制造过程中一般不应调整。关键工艺参数可参照 GB/T 29796 和 GB/T 39253。

5.4.2 工艺过程控制

增材再制造过程中, 工艺实施应满足以下要求:

- 1) 应确保设备工作状态、保护腔内气氛、材料输送等处于正常状态, 主要工艺参数值位于正常参数范围;
- 2) 再制造用粉末、丝材应再次确认, 避免混用。针对送粉的工艺方法, 应在应用前彻底置换送粉系统内残余存粉;
- 3) 操作人员应知悉并理解待再制造工件;

4) 在增材再制造初始阶段（如开始沉积的第一层），应确保沉积层与基材之间完全冶金熔合，可按规定采取适当提高热源功率、减小材料输送速率等措施；并根据基材材料特性适当增加/降低预热温度；

5) 应控制增材轨迹与填充模式，防止产生层间未熔合及局部熔合不良等内部缺陷；

6) 应控制熔池周围气流状态，防止产生卷入性微细气孔等内部缺陷；

7) 再制造过程中巡检设备，各功能模块应运转正常；

8) 应按照工艺要求控制增材再制造过程中产生的热应力，防止产生内部裂纹和宏观开裂，可按规定在增材再制造过程中进行中间去应力退火处理；

9) 增材制造应为后续处理提供充足的修整余量，应注意考虑增材再制造工件的表面不平整。

6 质量检测

增材再制造后，根据要求可选择进行下列工艺检验项目：

1) 表面质量：目视检查；

2) 无损检测：按 GB/T 5616 选择合适的无损检测方法进行；

3) 金相组织：按 GB/T 226 进行；

4) 硬度：按 JB/T 6050 进行；

5) 耐腐蚀性能：按 GB/T 19291 选择合适的方法进行；

6) 摩擦磨损性能：按 GB/T 12444 进行。

7 劳动安全

1) 主要防护烫伤、触电以及受限作业空间内人员的窒息风险。

2) 应考虑光辐射、粉尘、金属蒸汽等对人身及零部件的影响并采取相应的安全措施。

3) 作业人员应佩戴眼镜、手套、防护服等防护用品。

参考文献

- [1] GB EEEE XXXXXXXXXX XX XXX
XXXX XXXXXXXXXXXX。
- [2] GB FFFF—2014 XXXXXXXXXX XX
XXXXXXXXXXXX。

ICS 号 25.220.01

中国标准文献分类号 J04

关键词：增材再制造、工艺
