

增材制造鉴定及其标准化

栗晓飞 标准化数据部部长

华质卓越生产力促进(北京)有限公司 中国航空综合技术研究所



什么是增材制造?

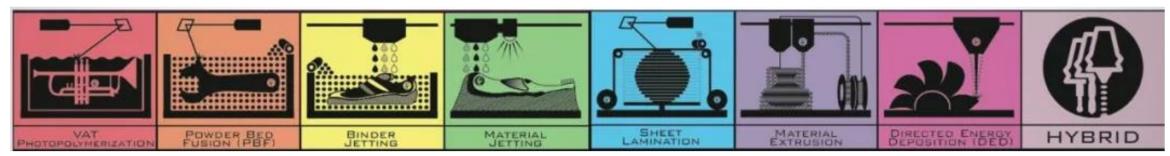
✓ Joining (添加、连接)

增材制造:以三维模型数据为基础,通过材料<mark>堆积</mark>的方式制造零件或实物的工艺。

3D打印: 利用打印头、喷嘴或其他打印技术,通过材料堆积的方式来制造零件或实物的工艺。

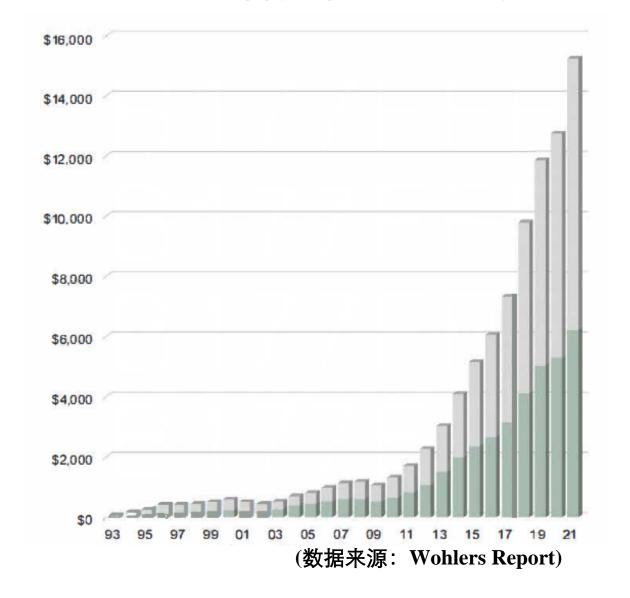
(通常作为增材制造的同义词)

—— 国标GB/T 35351



立体光固化 粉末床熔融 粘接剂喷射 材料喷射 薄材叠层 材料挤出 定向能量沉积 混合增材制造

全球增材制造产业规模飞速扩展

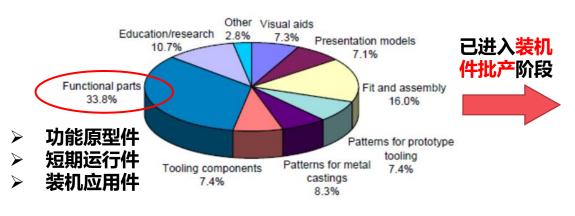




2016年	60亿美金
2020年	128亿美金
2021年	152亿美金

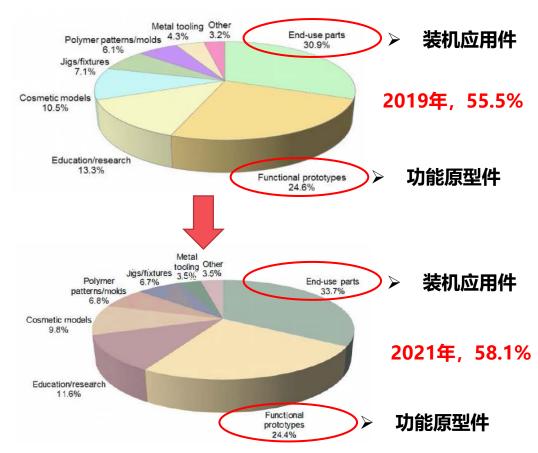


增材制造应用成熟度快速提升



2016年, 33.8%

(数据来源: Wohlers Report)





增材制造应用场景不断增多——直接制造

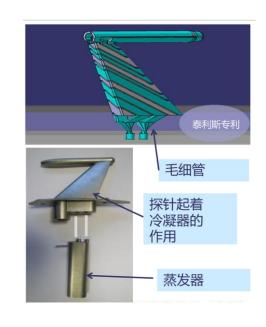




压气机密封垫







法马通公司(Framatome) 的沸水反应堆燃料组件3D打印 通道紧固件栅

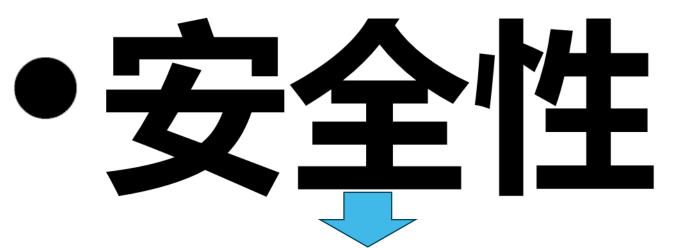




ORNL "转型挑战反应堆" TCR 3D打印燃料组件



在航空航天、核工业等领域应用时



证明可靠性、稳定性与可重复性

"鉴定"



统一规范的流程、方法与要求

"标准"





增材制造鉴定

注: 在增材制造领域, 鉴定对象通常包括: 制件产品、材料、设备、人员以及工艺过程等。

-ISO/ASTM 52900-2021

质量管理



什么是标准及标准化?

批产能力 建设

目标提出

标准化:为了在既定范围内获得最佳秩序,促进共同效益,对现实问题

或潜在问题确立共同使用和重复使用的条款以及编制、发布和应用文件

的活动。

标准:通过标准化活动,按照规定的程序经 **协商一致**制定,为各种**活动或其结果**提供**规则**、 **指南或特性**,供**共同使用和重复使用**的文件。



This sper Fusion 0 operation 1.2 An These parent into 2. APP. The issue extent for sperified published 2.1 GA Assistant and Care AMS220 AMS277 AMS250 AMS700 AMS700 AMS700 AMS700 AMS700

标准是"依据"

"体系化的标准"是标准化的结果与实施依据 是开展增材制造鉴定的依据

航空领域的增材制造鉴定



FAA和美国空军联合研讨会

FAA和EASA联合研讨会



按传统理念考虑增材制造的鉴定

- > 关键工艺参数可变范围
- > 关键失效模式及材料变异性
- ▶ 工业界数据库/许用值
- ➤ 无损评估 (NDI) 方法
- > 编制标准规范

结合数字化技术的特点,基于数据驱动的鉴定

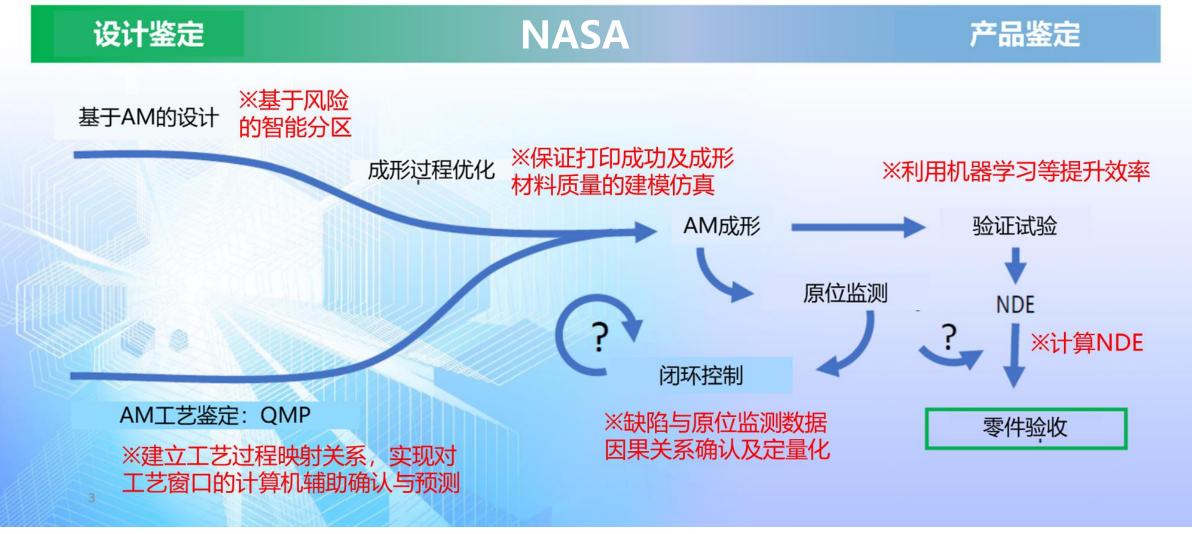
- ▶ 在线监测→在线监控→在线质量保证
- ▶ 单件鉴定→群类鉴定→过程鉴定
- ▶ 集成材料计算→计算机辅助鉴定
- > 数字主线+数字孪生
- ▶ 数据驱动涉及的标准规范



航天领域的增材制造鉴定

设计鉴定 **NASA** 产品鉴定 基于AM的设计 成形过程优化 AM成形 验证试验 合格冶金 工艺 (QMP) 合格零件 工艺 (QPP) 合格AM零件 鉴定依据 原位监测 NDE 闭环控制 AM工艺鉴定: QMP 零件验收

航天领域的增材制造鉴定



核工业领域的增材制造鉴定



Roadmap for Regulatory Acceptance of Advanced Manufacturing Methods in the Nuclear Energy Industry

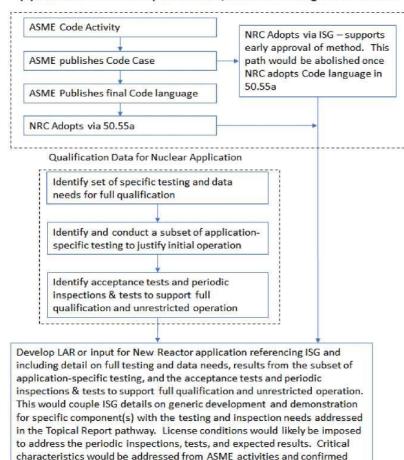
Prepared by the Nuclear Energy Institute May 13, 2019

© NEI 2019. All rights reserved.

nei.org

美国核能研究所(NEI)发布 《核能工业先进制造方法验收监管路线图》

(a) AMM Process Development and Qualification Using ASME Process



采用ASME流程进行AM过程研发和鉴定

through acceptance tests.

inspections, tests, and expected results. Critical characteristics would be confirmed through acceptance tests.

Develop LAR or input for New Reactor application referencing

operation would have been approved for Topical. License

conditions would likely be imposed to address the periodic

approved Topical. Tests to justify initial operation and tests and

periodic inspections to support full qualification and unrestricted

(b) AMM Specific Development and Qualification Process

Develop method and basic performance data

Demonstrate method for specific component(s)

Qualification Data for Nuclear Application

Identify set of specific testing and data

Identify Critical Characteristics that are consistent with a high quality component

needs for full qualification

initial operation

Develop Topical

Report and gain

NRC approval

Identify and conduct a subset of

application-specific testing to justify

Identify acceptance tests and periodic

inspections & tests to support full qualification and unrestricted operation

专用AM的研发和鉴定流程

过程控制→材料特性→质量管理

核工业领域的增材制造鉴定

MOTICE: This document contains information of a preliminary nature and is not intended for release. It is subject to revision ORNUTM-2020/1736 or correction and therefore does not represent a final report. **Quality Procedures for TCR Metal Core** Structure Advanced Manufacturing **Processes Report** Michael Russell Ryan Dehoff September 2020 M2TC-20 OR04020110 OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY MANAGED BY UT MATTELLE FOR THE US DEPARTMENT OF EMERGY

质量程序中主要包括标准文件:

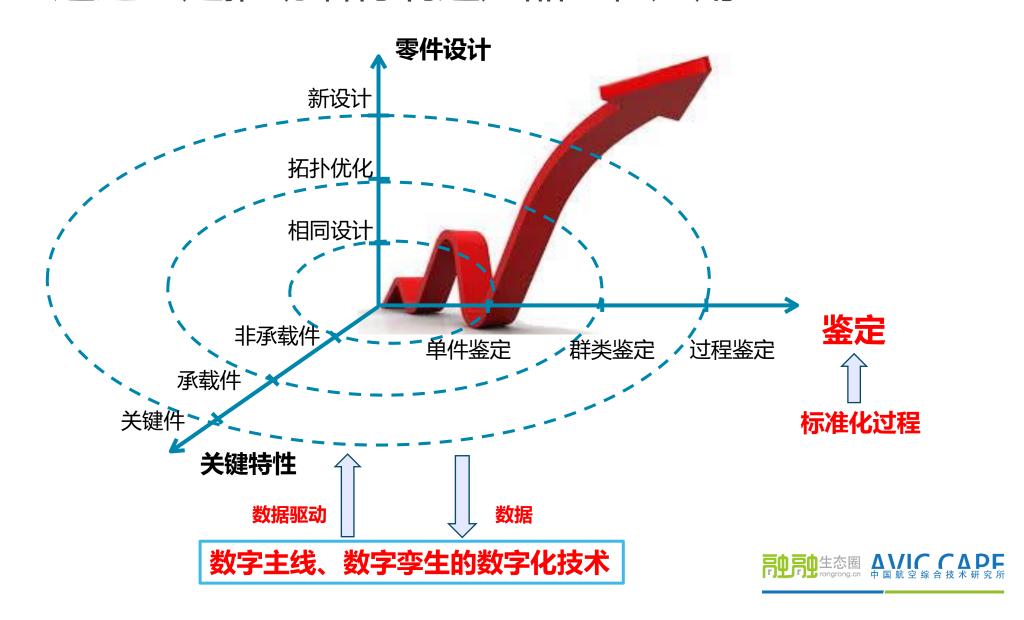
- ➤ TCR AM 作业控制流程
- ➤ TCR AM 作业履历表
- > TCR AM 粉末采样及再利用
- > TCR AM 材料及零件表征
- > TCR AM 金相试样制备
- ➤ TCR AM 人员资格鉴定及培训要求
- ▶ 典型零件制造及测试大纲
- **>**

过程控制→材料特性→质量管理

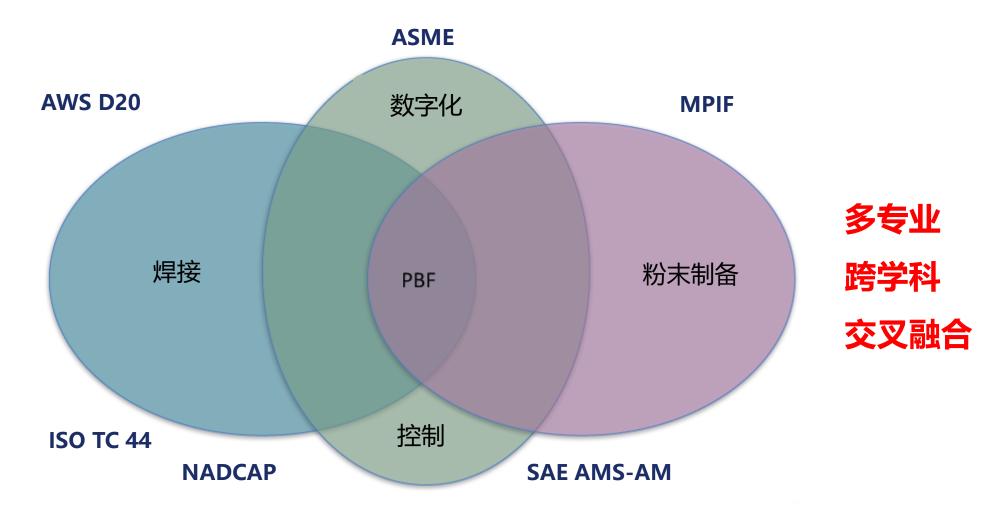
核工业领域的增材制造鉴定



通过鉴定推动增材制造产品工程应用



国外增材制造标准现状



ASTM ISO TC 261



国外增材制造标准现状

国际标准化组织



联合ASTM F42制定联合标准——TC261/184/156

国防





零件鉴定与认证、维修保障

美国制造



America Makes



标准化路线图

FAA、EASA



增材制造适航审定









国外先进标准化组织



















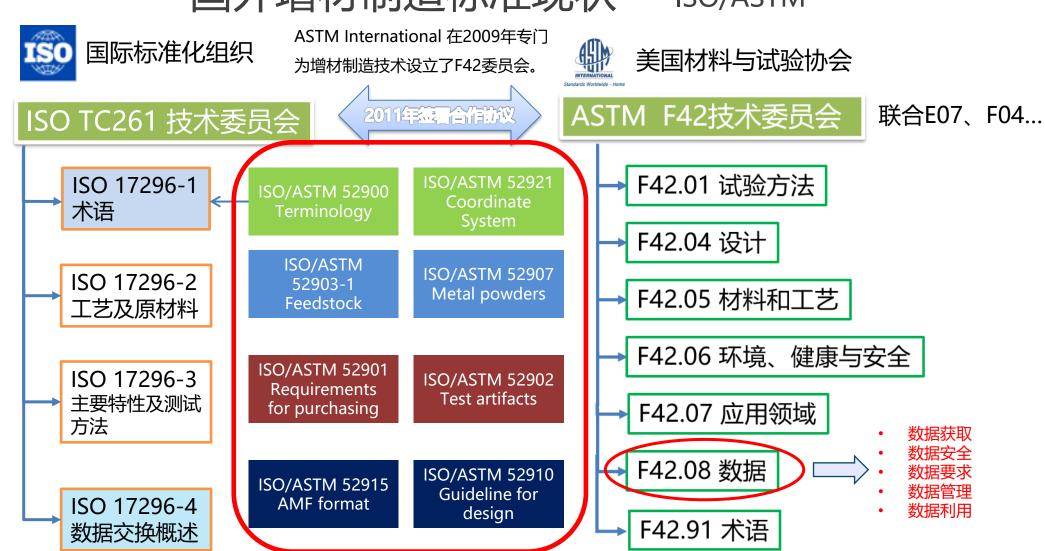








国外增材制造标准现状——ISO/ASTM



截止目前:现行有效标准49项,在研及在制定标准91项。

「中国航空線合技术研究所

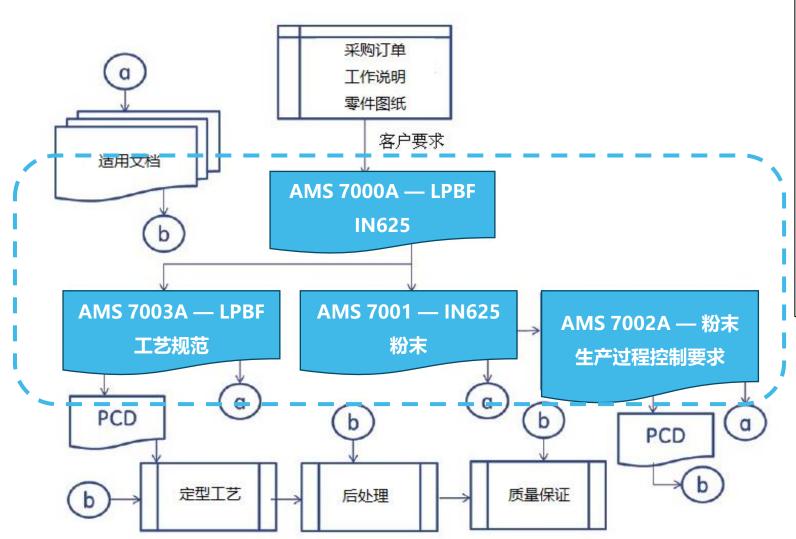
国外增材制造标准现状——SAE

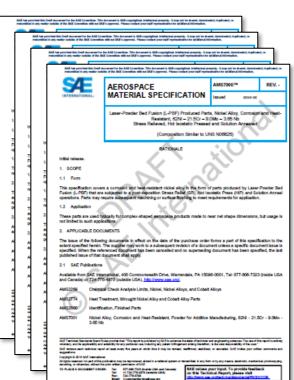
2015年,SAE成立了AMS-AM技术委员会,积极开展增材制造技术标准的制定工作,截止目前,已 发布**38项**AMS标准,**43项**标准正在制定过程中。





国外增材制造标准现状——SAE









国外增材制造标准现状——ASME

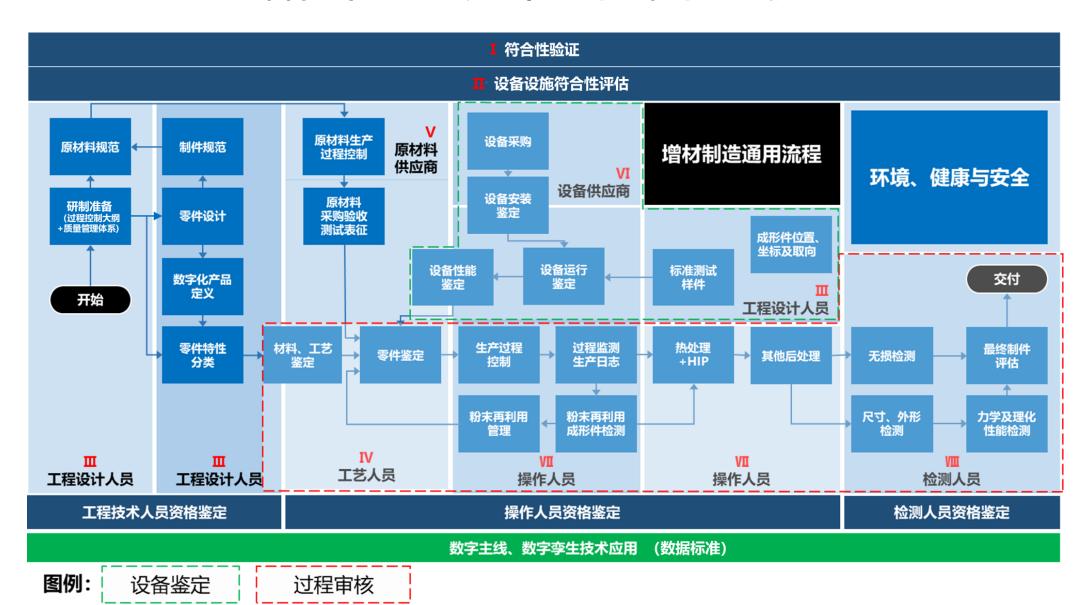


由压力容器技术委员会和核技术委员会共同编制

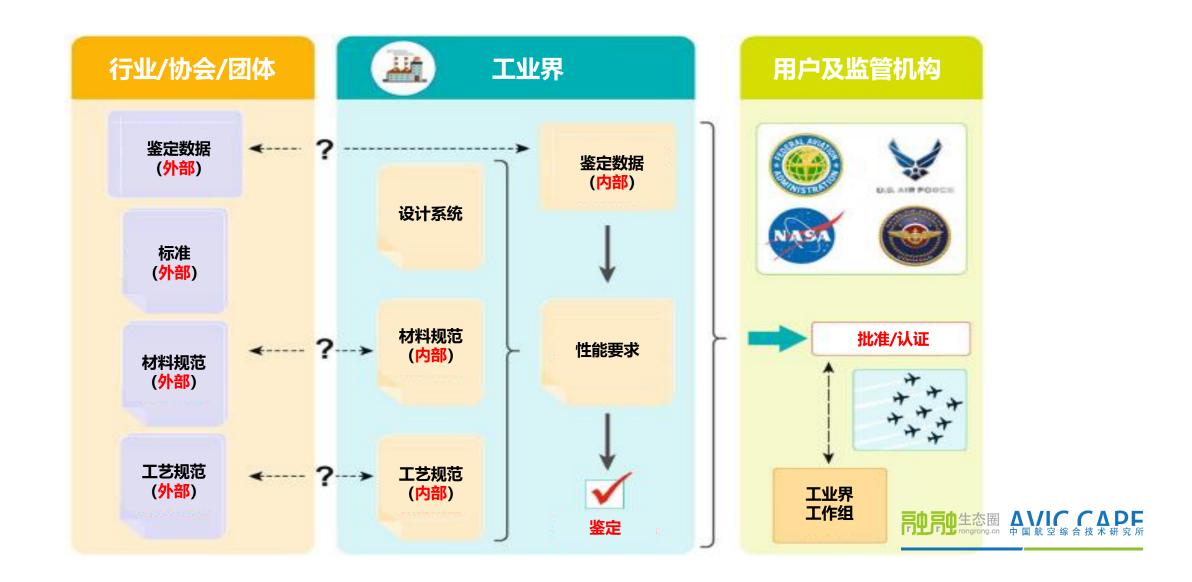
指导增材制造产品鉴定的开展:

- ◆ 增材制造过程控制
 - ✓ 粉末要求
 - ✓ 成形过程
 - ✓ 热处理
- ◆ 增材制造鉴定试验
 - ✓ 化学成分
 - ✓ 力学性能
 - ✓ 金相组织
- ◆ 质量保证程序

增材制造鉴定中的标准化示例



标准化目标——实现鉴定,促进行业认证



我们正在做什么?



打造增材制造"

生态圏







谢您的聆听



