



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 45169—2025

## 增材制造 金属制件残余应力 声束控制法

Additive manufacturing—Residual stress of metal parts—  
Method of sound beam control

2025-01-24 发布

2025-01-24 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

# 目 次

前言 ..... III

引言 ..... IV

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 原理 ..... 2

5 操作人员 ..... 2

6 声束控制系统 ..... 2

7 工作过程 ..... 4

8 检验方法 ..... 6

9 工艺记录文件 ..... 6

附录 A (资料性) 典型结构金属制件残余应力声束调控的激励器布置 ..... 7

## 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。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国增材制造标准化技术委员会(SAC/TC 562)归口。

本文件起草单位：北京理工大学、中机生产力促进中心有限公司、内蒙古第一机械集团股份有限公司、中国兵器科学研究院宁波分院、中国航空制造技术研究院、太行国家实验室、西安增材制造国家研究院有限公司、华质卓越生产力促进(北京)有限公司、中机研标准技术研究院(北京)有限公司、广东汉邦激光科技有限公司、西安交通大学、航天增材科技(北京)有限公司、西北工业大学、无锡市检验检测认证研究院、华南理工大学、北京鑫精合增材制造技术有限公司、北京科技大学、华中科技大学。

本文件主要起草人：徐春广、薛莲、张文君、李培禄、明珠、张杰、雷力明、侯颖、李建强、胡凡、牛留辉、郭文华、张玮、于君、冒浴沂、王迪、李广生、周香林、刘鑫旺、李涔诚、尹鹏。

## 引 言

金属增材制造过程中的复杂热循环等因素导致增材构件内部产生了不均匀分布的残余应力,严重影响构件性能和制造精度,增材的同时控制残余应力的生成过程将有效提高金属制件的品质。

增材工艺引入残余应力声束控制,不仅可抑制残余应力的生成和增长,使增材制件可以设计得更薄、更小、更复杂,而且可以在晶粒形核阶段细化晶粒,满足各种增材工艺成形制件内部热应力控制、变形开裂预防、构件内部质量和力学性能控制的需要。该方法可用于替代消减残余应力的传统方法。

# 增材制造 金属制件残余应力 声束控制法

## 1 范围

本文件规定了增材制造金属制件生产过程中残余应力声束控制法的原理、操作人员、声束控制系统、工作过程、检验方法和工艺记录文件。

本文件适用于采用声束控制法对电弧增材制造铝合金、钛合金和硬质合金金属制件生产过程中产生的残余应力消减和均化。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测
- GB/T 32073 无损检测 残余应力超声临界折射纵波检测方法
- GB/T 35351 增材制造 术语
- GB/T 38811 金属材料 残余应力 声束控制法
- GB/T 38952 无损检测 残余应力超声体波检测方法
- GB/T 40121 技术产品文件 产品残余应力符号表示法

## 3 术语和定义

GB/T 12604.1 和 GB/T 35351 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **声束控制 sound beam control**

将具有一定能量的声波或弹性波沿某一方向在一定范围内注入到材料内部,使材料内部的残余应力进行消减和均化到一定程度的过程。

### 3.2

#### **时序控制 timing control**

按不同热源形成的位置和速度对不同空间位置的声能进行控制的过程。

### 3.3

#### **激励器 excitor**

能够产生一定能量,且其能量中频率和幅度为可控弹性波的一种装置。

注:激励器通常采用压电陶瓷等原理制备。

[来源:GB/T 38811—2020,5.4,有修改]

### 3.4

#### **变幅杆 ultrasonic horn**

安装在激励器端部,与基材工作面背侧紧密耦合的用于隔热和声波传导与变换的部件。