



中华人民共和国国家标准

GB/T 46164—2025/ISO 22910:2020

金属和合金的腐蚀 增材制造 钛合金电化学临界局部腐蚀温度 (E-CLCT)的测量

Corrosion of metals and alloys—Measurement of the electrochemical
critical localized corrosion temperature (E-CLCT) for Ti alloys fabricated
via the additive manufacturing method

(ISO 22910:2020, IDT)

2025-08-29 发布

2026-03-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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 现有标准的主要内容及局限性 1

 4.1 ISO 17864 的适用范围 1

 4.2 ISO 17864 的局限性 1

 4.3 ISO 18089 的适用范围 1

 4.4 ISO 18089 的局限性 2

5 原则 2

6 装置 5

 6.1 恒电位仪 5

 6.2 带温度控制器的循环加热浴槽 5

 6.3 试样支架和连接 5

 6.4 试验容器 5

 6.5 辅助电极和参比电极 5

7 试验溶液 6

8 试样 6

9 步骤 6

 9.1 参比电极的准备 6

 9.2 钛合金试样的制备 6

 9.3 溶液的准备 7

 9.4 开始 E-CLCT 测试 7

 9.5 试验结束 7

10 试验结果的评价 7

11 试验报告 7

附录 A（资料性） 增材制造钛合金的外加电位与局部腐蚀随温度的变化关系 9

参考文献 10

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。

本文件等同采用 ISO 22910:2020《金属和合金的腐蚀 增材制造钛合金电化学临界局部腐蚀温度 (E-CLCT) 的测量》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

——将第 5 章的“ISO 18098”更正为“ISO 18089”。

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。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：上海材料研究所有限公司、冶金工业信息标准研究院、江苏宜海新能源材料科技有限公司。

本文件主要起草人：李光福、纪开强、田子健、侯捷、吕战鹏、孙梦寒、张锬、李倩。

引言

钛合金(如 Ti-6Al-4V)被认为是最具应用前景的工程材料。它独特地兼具了高的强度密度比、优秀的机械和耐腐蚀性能,因此在航空航天、汽车、海洋和生物医学等工业领域得到日益广泛的应用。

钛合金通常是通过锻造或铸造工艺生产的,这些均为减材制造(SM)方法。最近出现了一种新的、被称为“3D 打印”的增材制造(AM)方法,作为一种能够降低成本、提高效率的小批量生产方法受到了全世界的关注。

增材制造钛合金在航空航天和医疗应用方面受到广泛研究。增材制造的原料利用率约为传统制造的 15 倍。从机械角度看,增材制造基于激光或电子技术,具有独特的显微组织,所制备的 Ti-6Al-4V 等钛合金具有与传统制造方法制备的合金相媲美或更优的强度和延展性。然而,增材制造合金的特性高度依赖于几何和工艺条件(超过 130 个参数),比如层的形成方式(粉末床熔融或喷射成型)、粉末或丝材的大小与质量、构件尺寸、输入能量、层取向和表面条件,以及将数据转换成添加层来构建部件的 CAD 过程的兼容性。在逐层制备过程中,层位取向和熔池交叉处产生的孔隙率方面的差异可导致增材制造材料力学和电化学性能的差异。热处理可调控由于快速熔化和淬火而产生的孔隙率或显微组织,但不能消除中间层,这导致增材制造材料局部腐蚀机理会有差异。即使增材制造的钛合金与传统制造的钛合金的腐蚀抗力相似,但腐蚀机理也有差别。由于传统的测试方法在评价这些性能方面的局限性,因此开发了新的测试方法测量电化学临界局部腐蚀温度(E-CLCT),以评价增材制造合金的点蚀和缝隙腐蚀。E-CLCT 被定义为在给定的测试条件下,增材制造试样表面萌生点蚀和缝隙腐蚀的最低温度。

本文件规定了一种通过测试增材制造合金的 E-CLCT 来评价其局部腐蚀抗力的方法,提供了一种有效的方法来定性评价或比较不同工艺参数的增材制造材料之间的腐蚀性能。该测试方法验证增材制造材料的热处理的质量、层间结合完整性和参数的有效控制,为长期应用提供了一种定性的工具。此外,本文件可以从增材制造钛合金扩展应用到其他增材制造合金,比如通过修改试验溶液的浓度或外加电位以应用于 Ni 合金。本文件还为评价其他类型的局部腐蚀提供了重要的依据,如腐蚀开裂和磨蚀。可以基于本试验的结果开发相关文件并跟进完善。

金属和合金的腐蚀 增材制造 钛合金电化学临界局部腐蚀温度 (E-CLCT)的测量

1 范围

本文件描述了测试增材制造(AM)方法制备的钛合金的局部腐蚀抗力的方法。

本文件适用于增材制造钛合金材料的电化学临界局部腐蚀温度(E-CLCT)测量,用以局部腐蚀抗力的相对评价。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电化学临界局部腐蚀温度 **electrochemical critical localized corrosion temperature; E-CLCT**

在规定的测试条件下,增材制造钛合金试样表面发生稳定的局部腐蚀(包括点蚀和缝隙腐蚀)的最低温度。

3.2

升温速率 **temperature ramp rate**

试验过程中试样表面温度升高的速率。

4 现有标准的主要内容及局限性

4.1 ISO 17864 的适用范围

ISO 17864 试验方法是通过恒电位控制下进行温度扫描来确定临界点蚀温度(CPT)。在温度扫描过程中监测电流,CPT 被定义为电流迅速增加时的温度。考虑到实际操作因素,CPT 被进一步定义为电流密度连续 60 s 超过 $100 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 时对应的温度。试验后,目视确认试样上的点蚀。

4.2 ISO 17864 的局限性

ISO 17864 用于测量不锈钢和相关合金的点蚀抗力。这种方法适用于锻造或铸造产品。但不能用于经增材和减材制造制备的钛合金,因为其点蚀抗力优于不锈钢。因此,需要更高的电位和更强的腐蚀环境进行试验。

4.3 ISO 18089 的适用范围

ISO 18089 试验方法是通过恒电位控制下进行温度扫描来确定临界缝隙温度(CCT)。在温度扫描