

# GB/T 39330—2020《钛合金铸件表面处理技术规范》解读

倪嘉<sup>1</sup>, 刘时兵<sup>1</sup>, 冯新<sup>2</sup>, 赵军<sup>1</sup>

(1. 中国机械总院集团沈阳铸造研究所有限公司 高端装备铸造技术全国重点实验室, 辽宁沈阳 110022;

2. 中国航发北京航空材料研究院, 北京 100095)

**摘要:** 介绍了GB/T 39330—2020《钛合金铸件表面处理技术规范》国家标准的制定过程, 分别在标准范围、规范性引用文件、钛合金铸件的表面处理等方面详细论述了标准内容, 分析了标准的技术特点。根据标准的内容指出了与相应国外标准在技术水平上的差异, 并介绍了其应用范围。

**关键词:** 钛合金; 铸件; 表面处理; 国家标准

## 1 标准的概况

航天、航空用钛合金铸件, 其所经历的工况条件非常恶劣, 因此对铸件表面质量提出了非常苛刻的要求。由于高温钛合金熔体较为活泼, 因此不论采用砂型、石墨加工型、金属型或熔模精铸型生产的钛及钛合金铸件, 其表面不可避免的会与铸型发生反应, 形成氧化物污染层, 导致裂纹的形成。氧化物污染层会严重影响铸件的疲劳性能, 必须对其加以控制。喷砂酸洗是一种常见的改善铸件表面质量的方法, 先通过喷砂对钛合金铸件表面进行净化, 去除表面残留物, 然后经过酸性溶液的处理, 去除表面污染层及残留喷砂颗粒, 以此达到提高表面质量的目的。目前, 关于钛合金铸件喷砂酸洗的相关工艺国标和国军标都没有相关的标准, 只有HB/Z 344—2001《钛合金酸洗工艺及质量检验》一项标准, 而钛合金铸件的喷砂工艺没有相关标准, 且经过数十年的发展, 酸洗材料和工艺都在不断发展, 有必要以标准的形式对钛合金铸件喷砂和酸洗的技术要求和指标进行规范。

GB/T 39330—2020《钛合金铸件表面处理技术规范》于2020年11月19日由国家市场监督管理总局和国家标准化管理委员会联合发布, 2021年6月1日实施。

## 2 标准的主要内容

### 2.1 范围

本标准规定了钛及钛合金铸件表面的处理、质量检验、质量控制和技术安全。

### 2.2 规范性引用文件

本标准共列出了5个规范性引用文件的编号和名称, 均是国家标准, 使用者可据此查阅原文, 以加深理解和运用本标准。

### 2.3 钛合金铸件的表面处理

#### 2.3.1 喷砂

本部分内容在编写过程中选定欧洲EN2497为主要参照标准, 同时依据我国钛及钛合金铸件的发展, 对其进行了修改和补充。

作者简介:

倪嘉(1993-), 女, 硕士, 工程师, 铸造钛合金及精密成形技术。

通讯作者:

刘时兵, 男, 博士, 研究员。

E-mail: 13840143660@163.com。

中图分类号: TG178.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2023)

02-0210-03

基金项目:

国家重点研发计划(2020YFB2008300和2020YFB2008303)。

收稿日期:

2022-04-14 收到初稿,

2022-05-06 收到修订稿

### (1) 喷砂材料

本标准与欧洲EN2497标准相比,在喷砂材料选择方面,增加了SiO<sub>2</sub>作为喷砂材料。通常喷砂材料应比基材的硬度高,且需要有棱角状,能够有效地切削基体而不易破碎。因此本标准将具备上述特点且不与钛合金发生反应的SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>或其他供需双方认可的砂料作为喷砂材料,列为钛合金铸件的喷砂材料。且规定了SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>纯净度由原来的≥99.3%降为≥95%,其中FeO含量应≤0.3%,莫氏硬度≥7,以保证喷砂材料具有足够的硬度。

### (2) 喷砂参数

影响基体表面粗糙度的因素有很多,如喷砂压力、喷砂距离及喷砂角度等。本标准结合实际生产实践,将欧洲EN2497标准中规定的喷砂参数进行了定量优化,将原标准中具体的数值改为范围,提高了喷砂工艺在实际应用中的可操作性。操作者可根据铸件的结构及外形尺寸,进行合理选择。

### (3) 喷砂操作

在喷砂操作方面,相比欧洲EN2497标准,对喷砂前处理、喷砂地点、喷砂工装等提出了具体要求。本标准补充了喷砂前清理表面异物的操作。已渗透检查或加工后的铸件,应先碱洗或酸洗处理,然后再喷砂。清洁后,需在12 h内进行喷砂处理。同时,本标准规定,铸件喷砂时,干喷砂操作应在专门的喷砂房或空间内操作。水喷砂应采用专门的液体喷砂装置。为保证铸件大部分处于可喷砂范围,应将铸件放置于固定的喷砂台面上,用工装或铸件自重固定,无法用工装固定的小型铸件,水喷砂时,允许在佩戴专用手套的情况下手持。铸件局部喷砂时,为避免污染其他区域,应对其他区域进行保护处理。

## 2.3.2 酸洗

本部分内容在编写过程中主要参照HB/Z 344—2001标准,同时依据我国钛及钛合金铸件的发展,对其进行了修改和补充。

### (1) 酸洗液原材料及工装

与HB/Z 344—2001标准相比,在配置酸洗溶液的原料方面,本标准删去了原有的碱性溶液,只保留了浓硝酸和氢氟酸(质量分数为40%)。这是因为:在碱洗过程中,介质温度高达430~450℃,会造成α+β和β钛合金半成品的过早时效强化,给进一步加工带来困难;与酸洗相比,碱洗会造成更大的金属损失,引起工业浪费。此外,碱洗后,还要进行酸洗操作,若用硝酸+氢氟酸酸洗,由于氢氟酸加入量高达5%~7%,还会导致钛合金铸件表面的腐蚀和吸氢,还需进行光亮处理和除氢退火,操作繁琐。相比HB/Z 344—2001标准,本标准将酸洗槽由低碳钢改为不锈钢,以提高

其耐腐蚀能力,延长酸洗槽的使用寿命。

### (2) 酸洗液成分

本标准延续了HB/Z 344—2001标准中的酸洗液成分,如表1所示。氢氟酸为酸洗液的主要腐蚀成分,钛与氢氟酸的反应为:



在氢氟酸中加入HNO<sub>3</sub>、HCl、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>等无机酸,对钛及钛合金的酸洗速度及吸氢量的影响如图1所示,加入HCl后,钛的腐蚀度加大,但增加到一定量时,钛不再进一步发生腐蚀,同时吸氢量显著增加。加入H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>后,对钛的腐蚀度影响较小,同时吸氢量下降。加入HNO<sub>3</sub>,不但可以降低钛的酸洗速度,同时吸氢量也减少了,主要反应为:

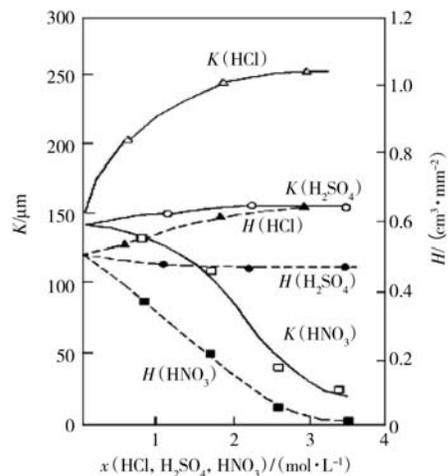


图1 不同酸对钛的腐蚀速率和渗氢量的影响

Fig. 1 The effects of different acid on corrosion speed and hydrogen penetration quantity of the titanium

对钛合金铸件,一般选用成分1的酸洗液,对某些耐腐蚀钛合金也可选用腐蚀率较高的成分2酸洗液。

### (3) 酸洗操作

根据相关研究表明,在其他条件不变的情况下,酸洗时间越长,相应的反应越充分,酸洗效果越好。但是由于钛具有亲氢性,时间过长会导致钛所吸附的氢含量逐渐上升。因此,本标准规定,酸洗开始时,1~5 min之内取出,用水冲洗后测量厚度,以便控制酸洗时间。也可按照标准中给出的公式(1)通过采用质量损失法测定腐蚀速率来确定酸洗时间。

在酸洗后的水洗流程中,除了按照HB/Z 344—2001标准规定的水温外,本标准还增加了清洗水电阻率、总可溶性固体含量、pH值等参数,上述参数测定方法按GB/T 5750.1执行。

### (4) 酸洗溶液的维护及净化

本标准调整了报废酸洗液的处理规则,报废酸洗

表1 酸洗液化学成分  
Table 1 Chemical compositions of the pickling solution

种类	硝酸 (HNO <sub>3</sub> )	氢氟酸 (HF)	水	溶液温度/℃	酸洗时间/min
成分1	65%~68%	40%	余量	18~45	2~15
	150~450 mL/L	20~100 mL/L			
成分2	65%~68%	40%	余量	18~45	1~15
	500~550 mL/L	20~100 mL/L			

注：以质量分数计。

液应装入密封容器内运至有资质的专业机构进行处理，不应自行处理排放。增加了酸气的净化规则，酸洗过程中产生的酸气，在排入大气前应净化处理，达到环境排放标准方可排放。

### 2.3.3 质量控制及技术安全

针对设备、仪器、车间环境、工艺过程规定了相应的控制标准。针对喷砂、酸洗规定了安全操作规程，确保了本标准的规范性和完整性。

## 3 标准的特点

(1) 本标准的制定坚持面向市场、服务产业的原则。结合我国的实际情况而制定，使标准应适应市场需求，满足行业发展，为企业的生产、质量检验、进出口贸易提供技术指导，同时有助于引导本行业企业采用本标准进行规范化生产，具有一定

的先进性。

(2) 本标准主要参照了欧洲EN2497、行标HB/Z 344—2001等相关内容，并借鉴了实际生产过程中的相关工艺指标并把相关要求纳入了本标准中，使标准内容及指标更加符合实际运用。本标准的编排、编写格式和内容表达方法等按GB/T 1.1—2009等系列标准的规定进行编写，使标准规范化。

## 4 标准的应用

本标准为你推荐性国家标准，适用于石墨加工型、砂型、金属型和熔模精铸型生产的钛及钛合金铸件的表面处理。本标准适应当前企业钛合金铸件表面处理的需求，作为技术方法和质量控制要求，为企业利用喷砂酸洗手段控制钛合金铸件表面质量提供了指导依据，满足我国航空航天技术发展急需，并填补国内空白。

### 参考文献：

[1] 雷霆，周林，李双寿，等. 精密异型钛材热处理工艺研究 [J]. 有色金属：冶炼部分，2006 (2) : 3.

## Interpretation of GB/T 39330-2020 “Technical Specifications for Surface Treatment of Titanium Alloy Castings”

NI Jia<sup>1</sup>, LIU Shi-bing<sup>1</sup>, FENG Xin<sup>2</sup>, ZHAO Jun<sup>1</sup>

(1. National Key Laboratory of Advanced Casting Technology, Shenyang Research Institute of Foundry Co. Ltd. CAM, Shenyang 110022, Liaoning, China; 2. AECC Beijing Institute of Aeronautical Materials, Beijing 100095, China)

### Abstract:

This paper introduced the formulation process of the national standard GB/T 39330-2020 “Technical Specification for Surface Treatment of Titanium Alloy Castings”, discussed the content of the standard in detail in terms of the scope of the standard, normative references, surface treatment of titanium alloy castings, etc., analyzed the technical characteristics of the standard, pointed out the differences in technical level with the corresponding foreign standards according to the content of the standard, and introduced the scope of the application.

### Key words:

titanium alloy; castings; surface treatment; national standard