

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/ZGCIT

中关村智能科技发展促进会团体标准

T/ZGCIT XXXX—2026

再生钛锭电子束冷床熔炼技术规程

Code of practice for electron beam cold hearth melting of recycled titanium ingots

(征求意见稿)

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

中关村智能科技发展促进会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
4.1 合规性原则	2
4.2 核心原则	2
4.3 基本前提	2
4.4 责任主体	2
5 熔炼技术程序构成	2
5.1 总体程序	2
5.2 核心程序	3
6 操作程序指示	4
6.1 原料预处理操作指示	4
6.2 熔炼设备操作指示	4
6.3 质量监控操作指示	5
7 追溯与证实方法	5
7.1 追溯体系构建	5
7.2 证实方法	6
7.3 记录要求	6
8 安全与环保	7
8.1 安全要求	7
8.2 环保要求	7
附 录 A （资料性） 必备记录表单.....	8
A.1 再生钛原料接收与检验记录	8
A.2 原料预处理操作记录	8
A.3 电子束冷床熔炼工艺参数记录	8
A.4 熔炼设备运行与维护记录	8
A.5 再生钛锭检测记录	8
A.6 成品质量证明书	9

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。

本文件由中关村智能科技发展促进会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

再生钛锭电子束冷床熔炼技术规程

1 范围

本文件确立了再生钛锭电子束冷床熔炼技术的总体程序和核心程序，规定了原料预处理、熔炼设备操作等核心操作指示，描述了对应的追溯与证实方法。

本文件适用于以再生钛锭为主要原料，采用电子束冷床熔炼技术生产钛锭的工艺流程。

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 3620.1 钛及钛合金牌号和化学成分
- GB/T 3620.2 钛及钛合金加工产品化学成分及偏差
- GB/T 4698.2 海绵钛、钛及钛合金化学分析方法 铁量的测定
- GB/T 4698.7 海绵钛、钛及钛合金化学分析方法 氧量、氮量的测定
- GB/T 4698.15 海绵钛、钛及钛合金化学分析方法 氢量的测定
- GB/T 6402 钢锻件超声检测方法
- GB/T 6611—2025 钛及钛合金术语和图谱
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB/T 20927 钛及钛合金废料
- GB/T 31981 钛及钛合金化学成分分析取制样方法
- GB/T 45057—2024 再生钛锭

3 术语和定义

GB/T 6611—2025界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

再生钛锭 recycled titanium ingots

完全或部分采用回收钛原料，经净化处理并熔炼生产的钛及钛合金铸锭。

[来源：GB/T 45057—2024, 3.2]

3.2

电子束熔炼 electron beam melting; EBM

也称作电子束冷床炉熔炼，是指利用电子枪将钛及钛合金在水冷铜床中熔化，经流动净化后流入真空或惰性气体环境的模具中的熔炼方法。

[来源：GB/T 6611—2025,3.5.2, 有修改]

3.3

冷床精炼区 cold hearth refining zone

电子束冷床炉中用于熔融金属液精炼、沉淀夹杂的区域。

3.4

再生原料预处理 pretreatment of recycled raw materials

为去除再生钛原料表面油污、氧化皮、杂质而进行的分拣、清洗、烘干、破碎、配料等系列处理过程。

3.5

高密度夹杂 high density inclusion; HDI

比基体密度高的夹杂物。

注：通常指钨或铌等元素集中的区域，通过X射线很容易发现，而且比基体亮度高。

[来源：GB/T 6611—2025，3.8.54]

3.6

低密度夹杂 low density inclusion(LDI)

熔炼过程中未能完全去除的低密度杂质，如氧化物、氮化物等非金属夹杂物。

4 总则

4.1 合规性原则

再生钛铌电子束冷床熔炼技术规程的实施应严格遵守GB/T 3620.1、GB/T 45057、GB/T 20927等相关国家标准的规定。所有生产活动应遵守安全、环保、质量相关法律法规，确保再生钛铌电子束冷床熔炼生产全流程合法合规。

4.2 核心原则

4.2.1 质量优先原则：以成品再生钛铌的纯净度、化学成分均匀性、尺寸精度为核心目标，贯穿原料处理、熔炼、检测全环节。

4.2.2 全程可控原则：建立从原料接收、工艺实施到成品交付的全过程管控体系，关键参数可监测、可追溯。

4.2.3 安全环保原则：将高压防护、真空安全、高温防护等安全要求，及废水、废气、废渣合规处置要求融入生产各环节，优先保障人员安全与环境友好。

4.2.4 适配性原则：生产流程与设备配置需适配再生原料类型及 R1-R9 再生类型要求，满足铌材规格的生产需求。

4.3 基本前提

4.3.1 原料应符合再生钛回收利用的基础条件，无有毒有害杂质，来源清晰且具备可追溯性；放射性应满足 GB/T 20927 中放射性污染检验合格的相关规定。

4.3.2 生产设备需经校准合格并保持良好运行状态，满足工艺实施的基础能力。

4.3.3 生产环境应具备清洁、干燥、无粉尘污染的基础条件，惰性气体供应、废水处理等配套设施完备。

4.4 责任主体

4.4.1 生产单位应明确各岗位职责，配备具备相应资质的操作人员、检测人员及设备维护人员。

4.4.2 建立质量责任追溯制度，明确原料接收、工艺操作、检测判定、成品交付等各环节的责任主体，确保问题可查、责任可追。

5 熔炼技术程序构成

5.1 总体程序

再生钛铌电子束冷床熔炼的总体技术流程应覆盖从原料入场到成品交付的全链条关键环节，根据各环节核心目标与衔接逻辑，技术流程按“原料管控→预处理→熔炼准备→核心熔炼→成品处理→质量验证→交付追溯”的闭环执行，总体技术流程见图1。

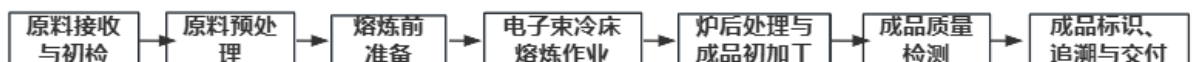


图1 总体技术流程

各环节目标说明如下：

- a) 确保入厂再生钛原料符合基础要求，来源可追溯、质量可管控；
- b) 去除原料杂质与吸附气体，保证原料均匀性，满足熔炼工艺对原料状态的要求；

- c) 确保设备状态、真空环境、工装配置符合熔炼工艺要求，消除安全隐患；
- d) 通过高能电子束熔炼与冷床精炼，实现原料熔融、杂质去除，获得定向凝固的高质量再生钛锭；
- e) 安全完成停炉操作，初步处理铸锭外观与尺寸，为质量检测做准备；
- f) 全面验证再生钛锭的化学成分、内部质量、外观与尺寸，确保符合标准要求；
- g) 实现成品全生命周期可追溯，规范交付流程，确保信息完整。

5.2 核心程序

5.2.1 再生原料预处理程序

5.2.1.1 程序目的

去除原料杂质及气体，保证原料均匀性，满足熔炼工艺要求。

5.2.1.2 程序流程

按下列流程进行再生原料预处理：

- a) 分拣分级，人工或机械分拣，去除铁块、非金属夹杂物，按形态和类型分级；
- b) 清洗处理，采用抛丸酸洗等方式处理块料表面氧化皮，采用超声波清洗+酸碱洗等方式处理屑料；
- c) 烘干，在 90 °C~150 °C 下真空烘干；
- d) 破碎处理，块状原料破碎至 ≤ 300 mm，屑状原料无需破碎，破碎过程在氩气保护下进行；
- e) 配料程序，按产品牌号要求配料，再生原料添加比例应符合 GB/T 45057—2024 中表 2 关于 R1-R9 类型的规定，配料误差 $\leq \pm 1\%$ ；
- f) 压块处理：混合原料压块处理，密度 ≥ 4.0 g/cm³，避免松散进料。

5.2.2 电子束冷床熔炼程序

5.2.2.1 程序目的

通过高能电子束熔炼与冷床精炼，获得化学成分均匀、纯净度高的再生钛锭。

5.2.2.2 程序流程

按下列流程进行电子束冷床熔炼。

- a) 炉前准备程序：
 - 1) 设备检查：检查电子枪、真空系统、冷却系统、拉锭机构运行状态，确认无故障；
 - 2) 冷床清理：清除冷床内残留金属和杂物，检查凝壳完整性；
 - 3) 结晶器准备：安装引锭杆，调整结晶器与冷床溢流口对齐，间隙 ≤ 5 mm。
- b) 真空抽气程序：
 - 1) 启动机械泵，抽至真空度 ≤ 10 Pa，持续 30 min；
 - 2) 启动扩散泵，继续抽气至 $\leq 5 \times 10^{-2}$ Pa，稳定 60 min，质谱仪监测气氛达标。
- c) 原料进料程序：
 - 1) 整料进料：通过旋转定位机构送入，转速 0.5 rpm~5 rpm，红外探测定位；
 - 2) 屑料进料：料槽倾角 15°~20°，按粒度调整进料速度；
 - 3) 压块进料：水平推杆输送，进料频率与熔化速率匹配。
- d) 熔炼作业程序：
 - 1) 电子枪启动：1#~4#枪（熔化枪）初始功率 150 kW~200 kW，5#枪（精炼枪）初始功率 100 kW~150kW；
 - 2) 熔化阶段：功率分阶段提升，提升速率 ≤ 50 kW/h，熔化温度 ≥ 1668 °C，熔炼速度 300~1500 kg/h；
 - 3) 精炼阶段：控制精炼区温度为 1700 °C~1800 °C，金属液滞留时间按再生钛原料类型，应符合 GB/T 45057—2024 中 R1-R9 的分级调控；通过重力沉降、选择性蒸发及真空脱气去除 Mg、Cl 等高蒸汽压杂质和 O₂、H₂、N₂ 等气体，精炼效果应满足 GB/T 45057—2024 对再生钛锭纯净度的规定。

- 4) 功率调节：根据原料熔化状态实时调整，多枪协同控制，避免冷隔、溢流。
- e) 铸锭成型程序：
 - 1) 引锭启动：拉锭速度 300 mm/h~500 mm/h，与熔体流量匹配；
 - 2) 凝壳控制：结晶器冷却水温 20 °C~30 °C，保证凝壳厚度均匀；
 - 3) 补缩处理：铸锭后期采用功率梯度控制，逐步降低功率 5~10%，避免缩孔。
- f) 炉后处理程序：
 - 1) 停炉：铸锭完成后，逐步降低电子枪功率，降温至 800 °C 以下关闭电子枪；
 - 2) 破空：真空室自然冷却至室温后，充入氩气至常压，打开炉门；
 - 3) 取锭：吊出钛锭，去除冒口和底部引锭头。

5.2.3 成品处理程序

5.2.3.1 程序目的

保证再生钛锭外观质量和尺寸精度，满足后续加工要求。

5.2.3.2 程序流程

按下列流程进行成品处理：

- a) 表面清理：采用刨铣或打磨去除表面氧化皮、气孔、裂纹，清理部位深宽比 $\leq 1:10$ ，深度 ≤ 10 mm；
- b) 尺寸检测：测量锭材直径/宽度、长度，偏差应符合 GB/T 45057—2024 中表 3 的规定；
- c) 表面粗糙度检测：侧表面 $Ra \leq 12.5 \mu\text{m}$ ，采用对比试块或粗糙度仪测量；
- d) 缩孔标识：超声检测确定缩孔位置，采用无破坏方式醒目标识，需切除时按订货要求处理。

6 操作程序指示

6.1 原料预处理操作指示

6.1.1 分拣操作

- 6.1.1.1 操作顺序：接收原料→外观检查→分类分拣→去除杂质→标识记录。
- 6.1.1.2 关键控制点：禁止不同类型原料混合，杂质去除率 $\geq 99\%$ 。
- 6.1.1.3 操作方法：人工分拣结合磁选去除铁杂质，非金属杂质采用目视+机械筛选方法。
- 6.1.1.4 记录要求：记录原料批次号、分拣日期、分拣人员、杂质去除情况。

6.1.2 酸洗操作

- 6.1.2.1 操作顺序：配酸→原料装篮→酸洗→水洗→中和→漂洗。
- 6.1.2.2 关键控制点：酸液浓度、酸洗时间（10 min~30 min）、水洗 pH 值。
- 6.1.2.3 操作方法：酸液温度控制在 20 °C~30 °C，原料完全浸没，期间定期翻动。
- 6.1.2.4 安全要求：操作人员穿戴耐酸防护服、护目镜，通风橱内作业，防止酸雾泄漏。

6.1.3 真空烘干操作

- 6.1.3.1 操作顺序：原料装盘→放入炉内→密封炉门→抽真空→升温→保温→冷却→出料。
- 6.1.3.2 关键控制点：真空度 ≤ 20 Pa，温度 90 °C~150 °C，保温时间 2 h~4 h。
- 6.1.3.3 操作方法：升温速率 ≤ 50 °C/h，避免局部过热，冷却至室温后再破空。
- 6.1.3.4 验证要求：烘干后原料含水率 $\leq 0.1\%$ ，无明显氧化变色。

6.2 熔炼设备操作指示

6.2.1 真空系统操作

- 6.2.1.1 操作顺序：检查系统→启动机械泵→抽低真空→启动扩散泵→抽高真空→稳定监测。
- 6.2.1.2 关键控制点：机械泵抽至 ≤ 10 Pa 后再启动扩散泵，高真空稳定时间 ≥ 60 min。
- 6.2.1.3 操作方法：真空计实时监测，若真空度下降速率 >0.5 Pa/h，停机检查泄漏点。

6.2.1.4 应急处理：突然停电时，启动备用电源维持真空，避免空气进入炉内。

6.2.2 电子枪操作

6.2.2.1 操作顺序：施加高压→调整束斑→定位轰击点→功率调节。

6.2.2.2 关键控制点：阴极预热温度 ≥ 2000 °C，加速电压 30 kV~40 kV，束斑直径约 10 mm。

6.2.2.3 操作方法：电子枪按工艺功能分区调控，分别聚焦原料熔化区、冷床精炼区及结晶器熔池区，多枪协同完成原料熔化、精炼净化与熔池稳定控制作业。

6.2.2.4 调节指示：根据熔化状态，功率提升速率 ≤ 50 kW/h，避免功率突变导致喷溅。

6.2.3 拉锭操作

6.2.3.1 操作顺序：安装引锭杆→调整位置→启动拉锭机构→匹配熔体流量→稳定拉锭→停锭。

6.2.3.2 关键控制点：拉锭速度应与熔体流量相匹配，速度波动 $\leq \pm 0.1$ mm/min。

6.2.3.3 操作方法：通过观察窗监测熔池液位，液位波动 $\leq \pm 3$ mm，实时调整拉锭速度。

6.2.3.4 补缩指示：铸锭长度达到设定值后，拉锭速度逐步降低 10~15%，维持 30 min。

6.3 质量监控操作指示

6.3.1 化学成分检测操作

6.3.1.1 操作顺序：取样→制样→检测→记录→判定。

6.3.1.2 取样要求：按 GB/T 31981 规定，在锭头、锭尾距端面 200 mm~300 mm 处取样，去除表面 5 mm~7 mm。

6.3.1.3 检测方法：按 GB/T 4698.2、GB/T 4698.7、GB/T 4698.15 规定的方法，检测 O、N、H、Fe 等关键元素。

6.3.1.4 判定指示：化学成分符合 GB/T 3620.1，偏差符合 GB/T 3620.2，不合格项加倍取样复检。

6.3.2 尺寸检测操作

6.3.2.1 操作顺序：表面清理→量具校准→尺寸测量→数据记录→偏差判定→标识记录。

6.3.2.2 关键控制点：测量部位覆盖锭头、锭身中段、锭尾，直径 / 宽度、长度测量偏差 $\leq \pm 0.5$ mm，结果应符合 GB/T 45057—2024 表 3 的规定。

6.3.2.3 操作方法：采用数显游标卡尺、激光测径仪或钢卷尺（精度符合计量要求）测量，锭材直径 / 宽度每处至少测量 2 个垂直方向，长度测量两端端面基准点。

6.3.2.4 验证要求：测量数据实时记录，超差部位需重新测量确认，测量结果纳入成品检测记录，作为 7.2.3.2 尺寸证实的核心依据。

6.3.3 超声检测操作

6.3.3.1 操作顺序：表面清理→涂抹耦合剂→探头扫描→信号分析→评级→标识。

6.3.3.2 检测要求：按 GB/T 6402 的规定，检测区域覆盖整个锭身，重点检测缩孔、夹杂物。

6.3.3.3 操作方法：探头频率 2 MHz~5 MHz，扫描速度 ≤ 50 mm/s，耦合剂采用甘油或专用耦合剂。

6.3.3.4 标识要求：缩孔位置采用红色标记液标识，标识清晰牢固，无破坏。

6.3.4 外观质量检查操作

6.3.4.1 操作顺序：目视检查→量具测量→记录→处理。

6.3.4.2 检查要求：侧表面无冷隔、夹层、疏松，气孔深度和直径 ≤ 5 mm；端面平整，无开放性缩孔。

6.3.4.3 操作方法：采用目视结合放大镜（5~10 倍）检查，表面粗糙度用对比试块或粗糙度仪测量。

6.3.4.4 处理指示：缺陷超标时采用刨铣或打磨处理，处理后需重新检测。

7 追溯与证实方法

7.1 追溯体系构建

7.1.1 追溯要素

- 7.1.1.1 原料追溯：建立原料批次号与锭号的关联，记录原料来源、类型（R1-R9）、添加比例、化学成分、质量证明书编号。
- 7.1.1.2 设备追溯：记录熔炼炉号、电子枪编号、真空系统编号、检测设备编号及校准证书。
- 7.1.1.3 工艺追溯：记录熔炼日期、操作人员、真空度曲线、电子束功率曲线、拉锭速度曲线、冷却参数。
- 7.1.1.4 检测追溯：记录检测批次、取样位置、检测方法、检测人员、检测设备、原始数据。
- 7.1.1.5 成品追溯：记录锭号、牌号、规格、重量、外观质量、超声检测结果、合格状态。

7.1.2 追溯流程

- 7.1.2.1 数据采集：原料接收时录入系统，熔炼过程实时采集设备参数，检测数据同步上传。
- 7.1.2.2 关联管理：通过信息化系统实现原料-工艺-检测-成品的全程关联，编码唯一可查。
- 7.1.2.3 保存期限：追溯数据保存期限 ≥ 5 年，电子版与纸质版同步留存。

7.2 证实方法

7.2.1 原料预处理证实

- 7.2.1.1 分拣证实：提供分拣记录、杂质去除清单，证实杂质去除率 $\geq 99\%$ 。
- 7.2.1.2 清洗证实：检测水洗后 pH 值（6-7）、烘干后含水率（ $\leq 0.1\%$ ），留存检测报告。
- 7.2.1.3 配料证实：提供配料单、原料质量证明书，证实配料比例符合 R1-R9 类型要求。

7.2.2 熔炼过程证实

- 7.2.2.1 真空度证实：留存真空度监测曲线，证实熔炼过程稳定真空度 $\leq 5 \times 10^{-2}$ Pa，允许因进料、熔体挥发等工艺工况导致的短时真空冒尖，冒尖峰值不超过 1×10^{-1} Pa。
- 7.2.2.2 功率证实：留存电子枪功率记录曲线，证实熔化枪、精炼枪等各电子枪功率及调节速率均应符合 5.2.2 条款规定的熔炼、精炼阶段功率参数要求。

7.2.3 成品质量证实

- 7.2.3.1 化学成分证实：按 GB/T 4698（所有部分）的规定提供检测报告，证实成分应符合 GB/T 3620.1 的规定。
- 7.2.3.2 尺寸证实：提供尺寸测量记录，证实直径/宽度、长度允许偏差应符合 GB/T 45057—2024 的规定。
- 7.2.3.3 无损检测证实：按 GB/T 6402 的规定提供超声检测报告，证实无超标缺陷，缩孔位置标识清晰。
- 7.2.3.4 外观证实：提供外观检查记录、表面粗糙度测量报告。

7.2.4 异常情况证实

- 7.2.4.1 成分不合格：加倍取样复检，提供复检报告，分析不合格原因（原料、工艺、设备）。
- 7.2.4.2 工艺偏离：记录偏离参数、原因、处理措施，证实处理后产品质量达标。
- 7.2.4.3 设备故障：提供设备维修记录、校准证书，证实故障未影响产品质量。

7.3 记录要求

7.3.1 必备记录表单

必备记录表单是固化再生钛锭生产全流程关键信息的核心载体，为工艺追溯、质量证实及合规性验证提供不可缺失的依据，必备记录表单参考下列内容，表单式样见附录A：

- a) 再生钛原料接收与检验记录；
- b) 原料预处理操作记录；
- c) 电子束冷床熔炼工艺参数记录；
- d) 熔炼设备运行与维护记录；
- e) 再生钛锭检测记录；
- f) 成品质量证明书；

7.3.2 记录填写要求

- 7.3.2.1 记录应及时、准确、完整，不宜涂改，涂改需加盖修改人印章。
- 7.3.2.2 记录内容包括操作时间、操作人员、参数数据、检测结果、判定结论。
- 7.3.2.3 纸质记录应装订成册，电子版记录应备份存档，便于查询。

8 安全与环保

8.1 安全要求

- 8.1.1 高压安全：电子枪加速电压 30 kV~40 kV，设备应接地良好，绝缘电阻 $\geq 1\text{ M}\Omega$ ，作业时设置安全警示标识。
- 8.1.2 真空安全：真空室操作时佩戴防护眼镜，防止破空时气流冲击；定期检查真空密封件，避免泄漏。
- 8.1.3 高温安全：熔炼区温度 $\geq 1668^\circ\text{C}$ ，操作人员穿戴耐高温防护服，避免直接接触高温部件。
- 8.1.4 气体安全：氩气储存区通风良好，配备泄漏检测仪，防止窒息；酸洗作业时通风橱开启，防止酸雾中毒。
- 8.1.5 应急处理：制定设备故障、火灾、气体泄漏应急预案，定期演练；配备应急救援器材（灭火器、洗眼器、急救箱）。

8.2 环保要求

- 8.2.1 废水处理：酸洗废水经中和池处理（pH 值 6-9）后达标排放，禁止直接排放。
- 8.2.2 废气处理：酸洗产生的酸雾经吸收塔处理后排放，排放浓度应符合 GB 16297 的要求。
- 8.2.3 废渣处理：熔炼废渣、原料杂质等分类收集，交由专业机构处置，符合危险废物管理要求。
- 8.2.4 节能要求：设备运行时优化功率控制，避免能源浪费；余热回收利用，降低能耗。

附录 A
(资料性)
必备记录表单

A.1 再生钛原料接收与检验记录

再生钛原料接收与检验记录见表A.1。

表A.1 再生钛原料接收与检验记录

原料批次号	原料类型	再生类型 (R1-R9)	重量 (kg)	外观检查结果	化学成分检测结果	接收日期	接收人员	检验人员	备注

A.2 原料预处理操作记录

原料预处理操作记录见表A.2。

表A.2 原料预处理操作记录

原料批次号	分拣日期	酸洗参数 (酸液比例/时间)	水洗 pH 值	烘干参数 (温度/时间/真空度)	破碎后 粒度	配料比例	操作人员	验证人员	备注

A.3 电子束冷床熔炼工艺参数记录

电子束冷床熔炼工艺参数记录见表A.3。

表A.3 电子束冷床熔炼工艺参数记录

炉次	锭号	熔炼日期	电子枪率 (kW)	真空度 (Pa)	熔炼温度 (°C)	熔炼速度 (kg/h)	拉锭速度 (mm/h)	冷却参数	操作人员	记录人员	备注

A.4 熔炼设备运行与维护记录

熔炼设备运行与维护记录见表A.4。

表A.4 熔炼设备运行与维护记录

设备名称	设备编号	运行日期	运行时间 (h)	运行状态	维护内容	校准情况	维护人员	记录人员	备注

A.5 再生钛锭检测记录

再生钛锭检测记录见表A.5。

表A.5 再生钛锭检测记录

锭号	检测项目	检测方法	检测结果	标准要求	判定结论	检测日期	检测人员	审核人员	备注
	化学成分								
	尺寸偏差								
	超声检测								
	表面粗糙度								

A.6 成品质量证明书

成品质量证明书见表A.6。

表A.6 再生钛锭质量证明书

项目类别	具体内容
产品基本信息	产品名称：再生钛锭 牌号： 再生类型（R1-R9）： 规格（直径/宽度×长度）：mm 锭号： 重量：kg 生产日期： 熔炼方法：电子束冷床熔炼（EBCHM）/EB+VAR双联
原料关键信息	原料批次号：
主要化学成分 (质量分数%)	元素：O检测结果：标准要求：≤0.20 元素：N检测结果：标准要求：≤0.05 元素：H检测结果：标准要求：≤0.015 元素：Fe检测结果：标准要求：符合GB/T 3620.1的规定 其他关键元素（Al/V等）：检测结果：标准要求：符合GB/T 3620.1的规定
关键质量检测	尺寸偏差：符合GB/T 45057—2024的规定 表面粗糙度（Ra）：≤12.5 μm 超声检测：符合GB/T 6402的分级要求 外观质量：无超标缺陷（冷隔、裂纹、缩孔等）
检验结论	本产品经检验，符合《再生钛锭电子束冷床熔炼技术规程》的要求及GB/T 45057—2024的要求，准予出厂。
供方信息	名称： 地址： 联系方式： 检验部门（盖章）： 检验员： 检验日期：