

团 体 标 准

T/BYXT 157-2025

高强韧耐腐蚀稀土铝合金材料

High strength, toughness, and corrosion resistance rare earth aluminum alloy material

(征求意见稿)

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

包头市白云鄂博矿区市场监督管理局
包头市白云鄂博矿区工信和科技局 发布
包头市白云鄂博矿区稀土产业标准化协会

目 次

前 言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

 3.1 1

 3.2 1

4 分类与牌号 1

 4.1 分类 1

 4.2 牌号表示方法 2

5 技术要求 2

 5.1 化学成分 2

 5.2 力学性能 2

 5.3 耐腐蚀性能 2

 5.4 微观组织 2

6 试验方法 2

 6.1 化学成分 2

 6.2 力学性能 3

 6.3 耐腐蚀性能 3

 6.4 微观组织 3

7 检验规则 3

 7.1 组批 3

 7.2 取样 3

 7.3 判定规则 3

8 包装、标志、运输和贮存 3

 8.1 包装 3

 8.2 标志 3

 8.3 运输与贮存 3

附录 A（规范性附录） 4

稀土元素协同效应验证方法 4

附录 B（资料性附录） 5

典型应用案例 5

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。

本文件由包头市稀谷科技有限公司提出。

本文件由包头市白云鄂博矿区稀土产业标准化协会归口。

本文件起草单位：……。

本文件主要起草人为：……。

本文件为首次发布。

高强韧耐腐蚀稀土铝合金材料

1 范围

本标准规定了高强韧耐腐蚀稀土铝合金材料的分类与牌号、技术要求、试验方法、检验规则及包装、标志、运输和贮存要求。

本标准适用于航空航天、海洋工程、轨道交通等领域用稀土改性铝合金锭材的生产与验收，其他形态产品可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法

GB/T 3190 变形铝及铝合金化学成分

GB/T 7998 铝合金晶间腐蚀敏感性试验方法

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 10561 金属材料 显微组织检验方法

3 术语和定义

下列术语和定义中的内容适用于本文件。

3.1

多稀土协同强化 Multi rare earth synergistic strengthening

通过铈（Er）、钇（Y）、铈（Ce）、镧（La）等两种及以上稀土元素的复合添加，实现晶粒细化、析出相调控与耐蚀性提升的合金化方法。

3.2

梯度时效 Gradient time effect

采用多阶段温度-时间控制的热处理工艺，实现纳米析出相的尺寸与分布梯度优化。

4 分类与牌号

4.1 分类

按抗拉强度与耐蚀性等级分为以下牌号：

牌号	抗拉强度（MPa）	盐雾寿命（h）	典型应用领域
QREA-800	≥800	≥5000	船舶结构、汽车底盘
QREA-850	≥850	≥5000	航空航天承力件
QREA-900	≥900	≥4800	深海装备高压部件

4.2 牌号表示方法

示例：QREA-850

Q：轻量化（Qing）；RE：稀土（Rare Earth）；A：铝合金（Aluminum）；850：最低抗拉强度（MPa）。

5 技术要求

5.1 化学成分

应符合表 1 规定，杂质元素总量不超过 0.30%。

表 1 化学成分（质量分数，%）

元素	Zn	Mg	Er	Y	Ce	La	Zr	Al
范围	6.0-8.0	2.0-3.0	0.3-0.6	0.15-0.25	0.1-0.3	0.05-0.15	0.1-0.3	余量

5.2 力学性能

应符合表 2 规定。

表 2 力学性能

牌号	抗拉强度（MPa）	规定非比例延伸强度（MPa）	断后伸长率（%）
QREA-800	≥800	≥700	≥12
QREA-850	≥850	≥750	≥12
QREA-900	≥900	≥800	≥10

5.3 耐腐蚀性能

中性盐雾试验（GB/T 10125）5000 小时后：

质量损失 ≤0.30 mg/cm²；

最大点蚀深度 ≤20 μm；

晶间腐蚀敏感性评级为 0 级（GB/T 7998）。

5.4 微观组织

晶粒尺寸 ≤5 μm（GB/T 10561）；

η' 强化相尺寸 ≤20 nm（透射电镜检测）；

稀土元素偏聚带宽度 ≤1 μm。

6 试验方法

6.1 化学成分

按 GB/T 3190 规定进行电感耦合等离子体发射光谱（ICP-OES）分析。

6.2 力学性能

按 GB/T 228.1 规定制备试样并测试。

6.3 耐腐蚀性能

盐雾试验：按 GB/T 10125 执行，试验周期 5000 小时；

晶间腐蚀：按 GB/T 7998 执行。

6.4 微观组织

晶粒度：按 GB/T 10561 金相法测定；

析出相：透射电镜（TEM）观察并统计尺寸分布。

7 检验规则

7.1 组批

同一熔炼炉次、同一热处理批次的产品为一批，每批重量不超过 10 吨。

7.2 取样

化学成分：每批取 3 个试样；

力学性能：每批取 2 个拉伸试样；

耐蚀性：每批取 1 个盐雾试样。

7.3 判定规则

任一试样不合格时，加倍取样复验；若复验仍不合格，则判定该批产品不合格。

8 包装、标志、运输和贮存

8.1 包装

铝锭表面涂覆防锈油，采用防潮膜+木箱封装；

每箱重量不超过 500 kg。

8.2 标志

每箱标明：牌号、批号、净重、生产日期、执行标准及“防潮”“轻放”标识。

8.3 运输与贮存

运输中避免雨淋、撞击；

贮存于干燥通风库房，相对湿度 $\leq 60\%$ 。

附录 A（规范性附录）

稀土元素协同效应验证方法

- A. 1 通过 EDS 面扫描分析 Er/Y/Ce/La 元素分布均匀性；
- A. 2 采用电化学阻抗谱（EIS）评估钝化膜稳定性，阻抗模值 $\geq 1 \times 10^7 \ \Omega \cdot \text{cm}^2$

附录 B（资料性附录）

典型应用案例

- B.1 航空翼肋连接件（QREA-850）：减重 40%，服役寿命提升 3 倍；
- B.2 深海探测器外壳（QREA-900）：4500 米水深环境下无腐蚀失效。