

《大型铝合金环形件检测方法》征求意见稿

团体标准编制说明

一、任务来源

大型铝合金环形件作为航天运载贮箱过渡环、海上风电主轴法兰、深海平台承压连接环、轨道交通车体承力环、氢能高压容器端部环等高端装备的核心承力结构件，承担着载荷均匀传递、极端工况承压密封、结构形变协同、低温防腐耐久等关键核心功能，对尺寸形位精度、内部冶金缺陷控制、残余应力均匀性、力学性能一致性、低温疲劳稳定性及海洋盐雾环境适配性提出了极致严苛的要求。传统中小尺寸铝合金环形件及初代大型环件在无损检测适配性、全域尺寸测量、残余应力定量表征、表层微裂纹识别、多工况力学抽样核验及异构截面缺陷溯源等方面存在显著技术局限，难以适配大直径薄壁异形截面、超低温交变载荷、高湿盐雾腐蚀、长周期疲劳服役等复杂工况运行需求，极易出现环轧分层、局部晶粒粗大、加工后应力回弹形变、表层隐匿微裂纹等质量隐患，制约了大型铝合金环形件的服役安全性与全生命周期可靠性，成为限制我国大尺寸轻量化铝合金承力构件向超大尺度、高强耐蚀、长寿命、一体化成型方向突破升级的关键瓶颈。

当前，大型铝合金环形件的坯料制备、环轧成型、热处

理精加工与工程批量装机应用仍存在突出行业痛点，行业缺乏统一的全流程通用检测技术规范体系，关键质量性能指标界定不清晰、内部缺陷分层/夹杂/气孔的差异化检测方法不规范、大跨度圆度同轴度全域测量基准不统一，残余应力、断裂韧性、低温疲劳、晶间腐蚀等核心性能的评测标准不健全，设备检测工装校准周期、检测环境温湿度控制、试样取样位置与加工要求未形成统一范式。同时，产品与航天深空、海上离岸、内陆风电、深海承压、轨道交通等差异化应用场景的分级检测评价体系不完善，不同检测机构采用的超声、相控阵、涡流、激光扫描检测设备参数不互通，检测结果通用性、横向可比性不足，部分隐匿缺陷存在漏检、误检风险，严重制约了我国高端大型铝合金环形件装备产业的标准化、规范化、高质量规模化发展，难以支撑深空探测、新型海上能源、深海装备等新型高端制造领域的产业化落地需求。

通过《大型铝合金环形件检测方法》团体标准的制定与实施，能够有效规范行业坯料入厂、成型过程、成品出厂全链条检测秩序、统一各类缺陷、尺寸、力学、耐腐蚀性能的检测基准与结果判定依据，补齐超大尺寸薄壁环件非标检测技术短板，加速高端大型铝合金环形件的国产化替代、批量产业化普及进程，推动铝合金熔炼、环轧成型、热处理、精密检测、整机装配产业链上下游的协同规范化、高质量发展。

综上所述，《大型铝合金环形件检测方法》团体标准的编制是高端轻量化金属构件行业内的一项重要工作，对于规范行业检测市场秩序、消除检测结果壁垒、统一产品质量底线、推动构件成型工艺迭代创新和引领高端轻量化结构件行业高质量发展具有重要意义。根据《团体标准管理规定》、《中国西部开发促进会团体标准管理办法》有关规定，特立项本标准。本标准项目计划编号为 2026-274-CWDPA。

二、起草单位

本标准由中国西部开发促进会提出，由中国西部开发促进会归口。本标准由中南大学、湖南中创空天新材料股份有限公司、首都航天机械有限公司、北京宇航系统工程研究所、山西太钢不锈钢股份有限公司、上海交通大学共同起草。

三、标准的编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的铝合金环形件行业现状，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》的规定及相关要求编制。

四、标准编制过程

1、项目调研阶段

2026年3月，开展全面系统的技术调研与专业咨询工作，广泛收集国内外大型铝合金环形件尺寸精度、内部缺陷、残余应力、力学性能、耐腐蚀性能等检测指标、关键检测工艺原理与大尺寸构件现场检测适配数据，以及航天运载、海上风电、深海装备、轨道交通、氢能储运等下游领域的实际装配服役需求与现场缺陷反馈资料。结合我国高端轻量化金属构件国产化升级进程与双碳战略、深空海洋装备建设下的行业技术发展趋势，以行业内环形件轧制精加工龙头企业的量产检测实践经验、材料类科研院所无损检测与力学表征研究成果及国内外相关现有构件检测标准为核心参考依据，完成前期调研数据的分类整理、深度分析与逻辑梳理工作，为标准编制奠定坚实技术基础。

2、项目立项阶段

2026年4月30日，中国西部开发促进会正式立项《超大铝合金异形环锻件检测方法》团体标准，明确标准立项获批，正式启动该团体标准的规范化编制流程。

3、标准起草阶段

立项后，成立标准编制工作起草小组，全面统筹标准编制组织工作，同步开展标准起草单位的筹备与征集，经严格征集、评审与筛选，确定标准起草工作组核心成员单位。工作组基于前期调研成果，于2026年5月完成《超大铝合金异形

环锻件检测方法》团体标准草案稿编写；并于5月6日召开标准专题会议，针对草案稿内容研讨优化，完善标准框架与核心条款，并将标准名称修改为《大型铝合金环形件检测方法》

4、意见征集阶段

2026年6月，中国西部开发促进会发布通知，面向行业公开征集《大型铝合金环形件检测方法》团体标准修改意见，广泛吸纳各方专业建议，对标准内容进行全面优化完善。

后续，标准起草工作组将结合意见征集阶段收集的反馈建议，对标准草案稿进行修订完善，并按流程进行送审及报批等工作。

五、标准主要内容

1、范围

本文件规定了大型铝合金环形件的术语和定义、一般要求、尺寸与几何精度检测、化学成分与低倍组织检测、物理性能与高倍组织检测、无损检测、检验规则、检测报告等内容。

本文件适用于外径大于3500 mm（3500 mm~15000 mm）的铝合金环形件的质量检测，其他规格的铝合金环形件可参照执行。

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 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 3246.1 变形铝及铝合金制品组织检验方法 第1部分：显微组织检验方法

GB/T 3246.2 变形铝及铝合金制品组织检验方法 第2部分：低倍组织检验方法

GB/T 6519 变形铝、镁合金产品超声波检验方法

GB/T 8545 铝合金锻件

GB/T 12966 铝及铝合金电导率涡流测试方法

GB/T 18851.1 无损检测 渗透检测 第1部分：总则

GB/T 32073.1 无损检测 测量残余应力的超声检测方法 第1部分：临界折射纵波法

GB/T 32249 铝及铝合金模锻件、自由锻件和轧制环形锻件通用技术条件

GJB 1580A 变形金属超声检验方法

3、术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

大型铝合金环形件 large-size Al alloy ring-shaped component

公称外径大于3500mm (3500 mm~15000 mm) 的铝合金环形件。

3.2

环形件取样余量环 Sample ring

在大型铝合金环形件锻造或粗加工过程中，于环形件端部或指定部位预留的环形件多余环形段余量。余量，作为本体的一部分，随同主环形件一同经过相同的锻造环轧、成形并经历相同的热处理及其他加工过程。

3.3

检测时机 testing timing

针对特定检测目的，规定的环形件状态（如热处理前/后、机加工前/后）和检测时间节点。

3.4

电导率-硬度联合检测法 conductivity-hardness combined detection method

同时测量材料电导率和硬度，通过二者的组合特征判断热处理状态、评估性能一致性的检测方法。

4、缩略语

下列缩略语适用于本文件

UT：超声波检测（Ultrasonic Testing）

5、一般要求

规定大型铝合金环形件检测的一般要求。

6、尺寸与几何精度检测

规定大型铝合金环形件的尺寸与几何精度检测方法。

7、化学成分与低倍组织检测

规定大型铝合金环形件的化学成分与低倍组织检测要求。

8、物理性能与高倍组织检测

规定大型铝合金环形件的物理性能与高倍组织检测等要求。

9、无损检测

规定大型铝合金环形件的无损检测等要求。

9、检测报告

规定大型铝合金环形件的检测报告等要求。

六、标准水平分析

6.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，国内外无相同类型的标准，故没有相应的国内外标准可采用。

6.2 与国际标准及国外标准水平对比

本标准达到国内先进水平。

6.3 与现有标准及制定中的标准协调配套情况

本标准的制定与现有的标准及制定中的标准协调配套，无重复交叉现象。

6.4 设计国内外专利及处置情况

经查，本标准没有涉及国内外专利。

七、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的制定过程、技术指标的选定、检验项目的设置符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本标准首次制定，没有特殊要求。

十一、废止现有有关标准的建议

无。

《大型铝合金环形件检测方法》

团体标准起草组

2026年6月