

《钛及钛合金表面涂覆技术规范》

(征求意见稿)

编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

本项目根据中国欧洲经济技术合作协会 2026 年团体标准制定计划,项目名称为《钛及钛合金表面涂覆技术规范》的任务而进行制订。

(二) 起草单位及主要起草人

本文件起草单位: 。

本文件主要起草人: 。

(三) 标准制定目的和意义

从产业角度分析,制定《钛及钛合金表面涂覆技术规范》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面:

1. 目的

制定本标准旨在规范涂覆前处理、工艺参数控制、涂层性能要求及检验方法,建立科学的技术评价体系,解决行业技术碎片化、质量管控无据可依的困境。随着钛及钛合金在航空航天、医疗器械、海洋工程及高端化工领域的广泛应用,其表面性能提升需求日益迫切。钛合金固有硬度低、耐磨性差、高温抗氧化能力不足等缺陷限制了其在极端工况下的可靠性,表面涂覆技术已成为改善其摩擦学性能、耐腐蚀性及生物相容性的关键手段。当前,国内钛合金表面涂覆工艺繁多,包括微弧氧化、等离子喷涂、物理气相沉积等技术路线,但缺乏统一的技术规范,导致涂层结合强度不稳定、工艺重现性差、质量评价方法不一,严重影响高端零部件的使用性能与安全性。

2. 意义

本标准的制定将推动我国钛合金高端制造产业高质量发展具有重要战略意义。一方面,通过统一技术要求与试验方法,可引导企业优化涂覆工艺流程,提升涂层结合强度、致密性及功能性指标,降低因涂层失效导致的零部件故障风险,增强钛合金制品在航空发动机叶片、人工关节植入物等关键领域的应用可靠性与服役寿命。另一方

面，标准的建立将完善钛合金表面处理技术标准体系，促进先进涂覆技术的规范化应用与产业化推广，提升我国高端钛合金制品的核心竞争力，对保障重大装备关键零部件自主可控、推动制造业向高端化精密化转型具有深远影响。

综上，制定《钛及钛合金表面涂覆技术规范》团体标准对于提升涂层结合强度及功能性，保障航空航天、医疗器械等高端装备关键件可靠性，推动产业标准化、高质量发展等方面都具有重要意义。

（四）主要工作过程

1. 前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，广泛搜集相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。

2026年1月15日团体标准由中国欧洲经济技术合作协会正式立项，立项名称为：《钛及钛合金表面涂覆技术规范》。

2. 标准起草过程

2026年1月，团体标准立项通知公示后，标准编制小组首先组织了标准制定工作会议，各编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会和专家咨询会，经过多次修改，于2026年1月完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

二、标准编制原则和依据

（一）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。

（二）标准主要内容与确定依据

1. 标准主要内容

1.1 范围

本文件适用于采用熔覆工艺和涂层工艺制备的钛及钛合金表面覆盖层。

1.2 规范性引用文件

GB/T 3620.1 钛及钛合金牌号和化学成分

GB/T 18681 热喷涂 低压等离子喷涂 镍-钴-铬-铝-钇-钽合金涂层

GB/T 44757 钛及钛合金阳极氧化膜

YS/T 1031 化学气相沉积炉

YS/T 1262 海绵钛、钛及钛合金化学分析方法 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

1.3 术语和定义

GB/T 18681、GB/T 44757、YS/T 1031 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

1.4 分类

对分类进行规定。

1.5 工艺流程

对工艺流程进行规定。

1.6 工艺参数

对工艺参数进行规定。

1.7 人员要求

对人员要求进行规定。

1.8 设备要求

对设备要求进行规定。

1.9 数据要求

对数据要求进行规定

2. 确定标准主要内容的依据

依据相关法规和标准要求，如以 YS/T 1262《海绵钛、钛及钛合金化学分析方法 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》、GB/T 44757《钛及钛合金阳极氧化膜》等国家标准为基础依据，确保标准的科学性。技术参数的设定综合参考了国内外主流钛合金表面处理企业的成熟工艺数据，通过大量涂覆试验验证与现场工艺评审，确保工艺窗口既符合现有微弧氧化、等离子喷涂等装备能力，又能稳定产出满足航空航天、医疗器械等极端工况表面性能要求的产品。质量指标直接对应结合强度、涂层厚度、孔隙率等涂层性能要求，并细化表面粗糙度、涂层成分均匀性、界面冶金结合状态等过程控制指标，形成“基体材料—表面预处理—涂覆工艺—涂层成品”的

闭环质量控制逻辑。安全环保全面覆盖酸碱处理作业、电解液管理、重金属废水排放等关键环节，体现绿色制造理念。整体内容体现强制性标准的技术底线、行业先进水平的工艺引领、以及团体标准快速响应市场需求的灵活性特点。

三、主要试验[或验证]情况分析、技术经济论证、预期经济效果

本标准在制定过程中，编制组系统开展了钛及钛合金表面涂覆的全流程试验验证。针对不同涂覆工艺路线，分别完成了微弧氧化、等离子喷涂及物理气相沉积等典型工艺的参数窗口优化试验，建立了电压、电流、温度及沉积时间等关键工艺参数与涂层性能的对应关系；涂层性能验证涵盖结合强度、显微硬度、孔隙率、涂层厚度均匀性及耐蚀性等核心指标，通过划痕试验、显微硬度测试、电化学工作站检测等手段系统评价了涂层质量；同时完成了基体表面预处理、涂层微观结构表征及长期服役性能评价等验证工作，确保不同批次产品的工艺重现性与性能稳定性。所有试验方法均经过实验室间比对确认，技术路线成熟可靠，数据充分支撑标准技术指标的合理性与先进性。

本标准确立将显著优化产业技术经济效能。当前钛合金表面涂覆领域存在工艺参数各异、质量评价方法不统一等问题，导致下游装备制造企业在零部件表面处理环节需要进行多轮次的工艺验证与性能测试，增加了技术开发成本与制造周期。本标准通过规范涂覆前处理要求、统一工艺参数控制范围及明确涂层性能评价方法，可有效减少供需双方的技术沟通成本，缩短新材料导入验证周期，降低重复性试验投入。同时，标准对工艺过程控制指标的细化将引导企业优化工艺窗口，提升涂层产品的一致性与稳定性，减少因涂层缺陷导致的废品损失，推动行业从经验式生产向标准化、精益化制造模式转型。

本标准发布实施后，将有力支撑我国高端装备制造产业的高质量发展。随着我国航空航天、医疗器械及海洋工程等战略性新兴产业的快速发展，对高性能钛合金表面涂覆制品的需求持续增长。本标准的实施将提升国产钛合金零部件的表面性能与可靠性，增强其在高端装备领域的应用竞争力，促进钛合金制品向高附加值方向转型升级。同时，通过规范技术基准，将降低下游装备制造企业的质量管控成本与供应链风险，带动表面处理材料、专用设备及检测仪器等配套产业的发展，形成良性产业生态，提升我国钛合金精深加工产业的整体技术水平与国际市场话语权，为制造强国建设提供重要技术支撑。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及对现行标准的废止。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、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。

九、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）

本标准首次制定，没有特殊要求。

十、其他应予说明的事项

无。

《钛及钛合金表面涂覆技术规范》团体标准编制组

2026年1月