

# 国家标准《钛及钛合金阳极氧化膜》

## 编制说明（征求意见稿）

### 一、工作简况

#### 1.1 任务来源

根据国标委《国家标准化管理委员会关于下达2022年第二批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》(国标委发[2022]22号)文件的要求,由西北有色金属研究院、西安赛隆增材技术股份有限公司、宝钛集团有限公司、西安庄信新材料科技有限公司负责制定推荐性国家标准《钛及钛合金阳极氧化膜》,项目计划编号为:20220730-T-610。按计划要求,本标准应在2024年完成。

#### 1.2 产品概况

当今膜材料的绿色、低碳制备技术及新型膜材料的开发已成为国内外研究及关注的热点及重点,成为我国战略新兴产业之一。《中国制造2025》和《面向2030年的中国制造业》将新材料产业作为重点发展的十大领域之一,认为是21世纪最具发展潜力并对未来发展有着巨大影响的高技术产业。为积极响应碳达峰、碳中和的国家战略布局,有效解决能源短缺及环境污染的严峻问题,推动生态文明建设可持续发展,大力发展新型膜材料成为解决上述问题的有效举措。围绕新型膜材料与技术创新,推动产业可持续发展,对实现碳达峰、碳中和的目标也具有重要的作用,同时也对实现我国制造强国的战略具有深远意义。四部委印发的《新材料产业发展指南的通知》,加快发展新材料,对支撑产业升级、建设制造强国具有重要战略意义。九部委联合印发的《新材料标准领航行动计划》中,明确要求建立新材料等领域标准,加快构建新材料产业标准体系,提升新材料的产品附加值和产业竞争力。加快推进新型膜材料产业研究成为大势所趋,有着广阔的应用前景及市场需求。因此,对钛及钛合金表面处理进行制造升级,促进绿色处理技术的发展成为一个必然。本标准以提升钛产品工业发展质量和效益为核心,致力于提高钛及钛合金阳极氧化膜产品质量的可靠性、稳定性、一致性水平,增加高性能、功能化、差别化产品的有效供给,带动原材料工业质量品牌整体提升,为制造业高质量发展提供保障。

钛及钛合金碱性阳极氧化膜在国外已形成系列产品,美国以美国膜层与复合材料为代表的公司,每年约有1亿美金的产值,形成了系列化的产品标准及相应的检验规范,如AMS 2488标准。国内西北有色金属研究院、北京航空航天大学、昆明冶金研究院、兰州理工大学、洪

都航空等单位均已开展了钛及钛合金碱性阳极氧化研究，西安赛隆在西北有色金属研究院的技术支持下，已实现了钛及钛合金碱性阳极氧化膜产品的批量化生产。

北京航空航天大学于2006年开发出基于酒石酸铵体系的钛合金碱性阳极氧化工艺，2009年开发出基于草酸钠体系的钛合金碱性阳极氧化方法。上述两种碱性阳极氧化方法可在较低的能耗、不发生火花放电状态的情况下，在钛及钛合金表面快速生成一层光滑、均匀、致密且较厚的阳极氧化膜，且在无氟碱性草酸钠体系中进行阳极氧化，具有环保绿色的特点。哈尔滨工业大学于2010年利用微弧氧化的方法，在碱性溶液中开发出具有良好生物相容性的氧化钛膜。昆明冶金研究院于2013年报导了采用脉冲恒压的控制方式，利用TiO<sub>2</sub>膜层在碱性电解液中溶解和生长的平衡作用获得不同厚度和粗糙度，在10~120V电压下氧化10~60分钟，获得色泽光亮、均匀的阳极氧化膜。该方法所用的阳极氧化电解液属碱性且成分简单，对环境污染少；可根据需要采用不同电压和PH值调整膜层厚度和粗糙度，获得深灰色、紫红色、蓝紫色、墨绿色等颜色的样品，色泽光亮，同时能显著提高钛及钛合金碱性表面硬度和耐磨性能。

兰州理工大学2011年开发出一种将钛及钛合金置于碱性电解液中进行等离子体电解氧化处理的方法，最终在钛及钛合金工件表面获得硬度高、耐蚀、抗磨、减磨的综合性能优异的复合膜层。

西北有色金属研究院是金属多孔材料国家重点实验室依托单位，是国内最早进行氧化钛致密/多孔膜材料研究的单位之一。从上世纪80年代开始致力于航空航天以及民用领域钛合金碱性阳极氧化处理的研究和生产，目前已经初步建成了钛合金碱性阳极氧化产品的研发、中试生产线，取得了多项技术创新，开发了多项新产品，尤其在耐磨、致密均匀氧化钛膜层制备研究方面的水平达到了国际先进水平，取得了具有自主知识产权的制备技术，获得国家授权发明专利8项，形成了一支专业从事钛合金碱性阳极氧化生产的研发团队，已建成包括钛及钛合金性能、氧化钛膜层性能和耐磨性能测试的全套钛及钛合金碱性阳极氧化钛膜性能检测平台。

钛及钛合金碱性阳极氧化钛膜发展迅速，品种多，生产工艺、性能要求及检测方法与AMS 2488不同；而HB/Z 347-2002、QJ2854-1996等标准近年没有进一步修订，且无法覆盖功能膜层复杂的产品分类与技术规定。本项目涉及的大多数制品均已研制多年，大多数已突破了技术瓶颈，特别是在石油行业应用，已经打破国际技术控制，实现了进口替代，参与国际竞争，随着标准和产业化的协同发展，将对技术和市场起到有效地规范和引领作用。

考虑到国内外钛及钛合金碱性阳极氧化膜材料的发展现状及前瞻性，本标准将通过建立科学规范的条款要求，来促进和引导钛及钛合金碱性阳极氧化膜领域提高质量及科学规范化

发展。通过本标准的研究，将有效提高钛及钛合金碱性阳极氧化膜材料质量均一性，增强我国钛及钛合金碱性阳极氧化膜产品的有效供给能力。

同时本标准的制定能够有效的对钛及钛合金碱性阳极氧化膜的生产、检验、包装等活动进行规范，有利于提高钛及钛合金碱性阳极氧化膜的产品质量，推进钛及钛合金碱性阳极氧化膜的市场应用。针对不同领域对钛及钛合金阳极氧化膜的应用要求，对钛及钛合金碱性阳极氧化膜的厚度及物理等性能进行了规定，以解决当前钛及钛合金碱性阳极氧化膜无标准可依的问题。

### 1.3 起草单位及主要起草人工作情况

#### 1.3.1 起草单位情况

本标准主持起草单位西北有色金属研究院（以下简称西北院）成立于1965年，是上世纪60年代国家在三线重点投资建设的稀有金属材料研究基地和行业开发中心，国家重点投资建设的国家级重点科研单位。1999年作为国家首批转制的242家科研院所之一，2000年划归陕西省管理。2015年，西北院被省委省政府作为“一院一所”模式在全省乃至全国范围内示范推广，2016年被列为西安市“全面改革创新试验区”深化改革试点单位。2020年被陕西省委省政府定位为“新型科研机构”。

经过50多年的发展，西北院已发展成为一个具有多项科技创新政策叠加的新型科研机构，包括14个研究所和中心、多个国家级、省级的中试创新平台，并陆续孵化成立了39个高新技术产业公司（包括4家上市公司）。研究领域覆盖钛合金材料、超导材料、粉末冶金材料、难熔金属材料、生物医用材料、贵金属材料等多个种类近万种规格。西北院本部现有正式职工510人，其中专职研发人员228人、高级职称165人、博士64人、硕士180人；拥有中国工程院院士2人，获得国家“万人计划”领军人才、全国创新争优奖状获得者、新世纪百千万人才工程国家级人选、国务院特殊津贴专家等国家级荣誉称号的高层次人才等国家、省级荣誉的20余人次。拥有钛合金材料、超导材料、特种难熔金属材料等3个国家级创新团队，形成了年龄结构合理、研究领域广的人才梯队。

西北院围绕提高稀有金属的抗高温氧化、耐腐蚀、耐磨擦等性能开展工作。拥有一支理论水平高、技术能力强、结构合理的研究队伍，为我国的相关工业做出了贡献。在钕合金火箭喷管防护涂层、钛、钽等稀有金属热加工保护涂层、钛合金的耐蚀、耐磨以及抗氧化涂层、钼钨合金的抗高温氧化涂层、钼合金表面的定向钨涂层、稀有金属表面微弧氧化涂层、C/C复合材料和石墨表面的金属化层等方面的研究均取得了重要成果。在钛的表面加工方面开展了镜面加工和氧化工艺的研究。在产业方面研制的钛阳极，已形成了阴极保护用阳极、氯碱

用阳极、淡水除垢用阳极、电解硫酸用阳极等系列产品。

西北院拥有 PVD、CVD、特种电镀和表面加工等四个实验室，装备有国内外先进的设备和仪器。40 多年来，研究了 100 多项课题，获奖 40 多项，其中全国科学大会奖 2 项，陕西省科学大会奖 4 项，冶金部工业学大庆科研成果奖 2 项，省、部级科技进步二等奖 8 项，三等奖 4 项，四等奖 3 项，市级、西安有色公司科技进步一等奖 1 项，二等奖 6 项，三等奖 4 项，国家专利奖 6 项，金龙奖 2 项，省优秀新产品奖 2 项，省科技之春优秀奖 1 项，发表论文 150 篇，申请和授权专利 27 项。

西北院从上世纪 80 年代开始致力于航空航天以及民用领域钛及钛合金碱性阳极氧化处理的研究和生产，近年来相继获得国家自然科学基金“钛钌合金碱性表面具有微纳级次结构暴露高能晶面 TiO<sub>2</sub> 薄膜的制备及其生物活性(51374174)”、“钛合金碱性阳极氧化制备 TiO<sub>2</sub> 纳米管有序阵列的掺杂研究(50902115)”以及“新型有序多孔纳米 NiO 薄膜电极的可控制备、改性及其超级电容性能(51104121)”等项目的资助，目前已经初步建成了钛及钛合金碱性阳极氧化膜的研发、中试生产线，取得了多项技术创新，开发了多项新产品，尤其在耐磨、致密均匀氧化钛膜层制备研究方面的水平达到了国际先进水平，取得了具有自主知识产权的制备技术，获得国家授权发明专利 8 项，形成了一支专业从事钛及钛合金碱性阳极氧化膜生产的研发团队。已建成包括钛及钛合金性能、氧化钛膜层性能和耐磨性能测试的全套钛及钛合金碱性阳极氧化钛膜性能检测平台。同时西北有色金属研究院在钛及钛合金产品以及性能检测标准的制定方面做出了突出的贡献，牵头起草和参与起草的国家标准、行业标准及国军标多达 20 项，具备为了丰富的标准制定经验，为本标准的开展提供了有力的技术支持和保障。

西安赛隆增材技术股份有限公司具有全套的钛及钛合金碱性阳极氧化膜的生产设备，且人员配置齐全，检测设备完善。目前已完成 3000 多件钛及钛合金碱性阳极氧化膜产品的生产，并获得用户的好评。

### 1.3.2 起草单位及主要起草人工作情况

在本标准起草的过程中，各参编单位给予了大力的支持和帮助！

西安赛隆增材技术股份有限公司，宝钛集团有限公司，西安庄信新材料科技有限公司积极参与本标准的调研工作；西安赛隆增材技术股份有限公司提供了本单位相应产品的技术参数报告，为标准的编制提供了大量的钛及钛合金阳极氧化膜产品数据；宝钛集团有限公司，西安庄信新材料科技有限公司为本标准提供了技术支持以及部分产品的检测数据、验证等工作。同时标准参与单位针对标准的讨论稿、征求意见稿、预审稿等提出修改意见，确保产品

的指标能够满足生产以及实际使用要求。

参编单位及分工见表 1。

表 1 参编单位及分工

序号	参编单位	分工
1	西北有色金属研究院	编写标准文本及编制说明, 提供钛及钛合金碱性阳极氧化膜验证样品以及协调氧化膜验证、收集数据以及资料审核
2	西安赛隆增材技术股份有限公司	提供钛及钛合金碱性阳极氧化膜性能数据及验证数据
3	宝钛集团有限公司	文本标准化审核等
4	西安庄信新材料科技有限公司	提供钛及钛合金碱性阳极氧化膜性能数据和测试数据

标准主要起草人以及分工见表 2。

表 2 标准主要起草人及分工

序号	姓名	工作单位	分工
1			负责全过程的标准编制、起草及组织协调
2			负责标准关键指标的把控、预审、审定报批工作
3			负责全过程的标准审查、协调工作
4			负责标准关键指标的把控; 提供样品
5			
6			
7			参与资料收集、调研, 提供部分产品数据以及产品验证数据

## 1.4 主要工作过程

### 1.4.1 起草阶段

2022 年 11 月 2 日~4 日, 全国有色金属标准化技术委员会在厦门组织召开会议, 西北有色金属研究院、西安赛隆增材技术股份有限公司, 宝钛集团有限公司, 西安庄信新材料科技

有限公司等单位参加了会议，会议对本项目进行了任务落实。

西北有色金属研究院在接到项目下达的任务后立即与参编单位成立标准编制工作组，对目标任务进行了分解，明确成员的任务要求，制定工作计划和进度安排。由于该标准为首次制定，项目运行以来，工作组成员查阅了大量的国内外相关文献资料，收集、整理、对比分析了相关企业的技术资料，同时也对本单位内部生产的钛及钛合金阳极氧化膜相关产品检测报告、用户使用状况等进行了相关资料的收集整理；对国内从事钛及钛合金碱性阳极氧化膜制造、研发以及生产单位进行了调研，了解其工艺、产能、规格及质量控制水平等基本情况，并对相应结果进行汇总、分析。结合调研情况和近年来在钛及钛合金碱性阳极氧化膜的生产制造经验，以现有相关质量文件为基础，于 2023 年 1 月底完成标准讨论稿。本标准讨论稿完成后，在标准编制工作组内部进行了多次交流，广泛征求意见，对本标准讨论稿进行了认真的修改和完善，于 2023 年 2 月形成了该标准的征求意见稿。

#### 1.4.2 征求意见阶段

2023 年 03 月 13 日-15 日，全国有色金属标准化技术委员会组织在海南省海口市召开本标准的讨论会。来自 XXX、XXX 等 XX 家单位 XX 位专家代表参加了会议。与会代表对本标准的征求意见稿和编制说明进行了认真、细致的讨论，并提出修改意见及建议。

同时全国有色金属标准化技术委员会将征求意见资料在国家标准化管理委员会的“公共信息服务平台”上挂网，向社会公开征求意见。并且通过工作群、邮件向委员单位征求意见，并将征求意见资料在 [www.cnsmq.com](http://www.cnsmq.com) 网站上挂网。征求意见的单位主要包括生产、经销、使用、科研、检验等单位以及科研院所，征求意见单位广泛且具有代表性，征求意见时间大于 2 个月。

2023 年 XX 月标准制定工作组对收集到的意见进行整理，共收到了 17 条意见，形成了标准征求意见稿意见汇总处理表。同时对标准征求意见稿进行修改，于 2023 年 XX 月完成标准的预审稿和编制说明。

#### 1.4.3 审查阶段

2024 年 XX 月 XX 日-XX 日，由全国有色金属标准化技术委员会组织在 XX 省 XX 市召开了本标准的预审会。来自全国有色金属标准化技术委员会、西北有色金属研究院、XXX、XXX 以及 XXX、XXX 等 XX 家单位 XX 位专家代表参加了会议。与会代表对本标准预审稿进行了认真、细致的讨论，并提出修改意见，标准编制组采纳了相关意见，并对标准进行修改完善，形成标准送审稿及编制说明，并提交标委会对标准进行审查。