

《四氯化钛》

讨论稿编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

根据《工业和信息化部办公厅关于印发 2025 年第五批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》(工信厅科函〔2025〕528 号)、《关于下达 2025 年第四批协会标准制修订计划的通知》(中色协科字〔2025〕162 号),《四氯化钛》(YS/T 655-2016)行业标准修订项目正式立项,计划编号为 2025-1372T-YS,项目完成年限为 1 年,由全国有色金属标准化技术委员会(SACTC 243)提出并归口,攀钢集团研究院有限公司牵头,联合行业生产、应用企业共同完成标准修订工作。

(二) 目的、意义

钛金属是航空航天、国防军工、海洋工程、高端化工等领域不可或缺的关键战略材料,海绵钛是制备钛及钛合金的核心基础原料,而四氯化钛适用于生产海绵钛及相关化工产品,其质量水平直接决定了终端产品的性能与品级。

现行《四氯化钛》行业标准 YS/T 655-2016 自发布实施以来,对规范我国四氯化钛生产、检验和贸易秩序,推动行业技术进步发挥了重要作用。但随着我国四氯化钛生产技术和航空航天等高端领域对高品质海绵钛的需求持续升级,对海绵钛中碳、氧等杂质含量的控制要求愈发严苛,而四氯化钛中的杂质元素(尤其是 C 和 O)会富集进入海绵钛成品,严重影响海绵钛的质量,但现行标准中未对四氯化钛中总碳、总氧含量做出限定和检测要求,已无法适应高端钛材制备对原料的质量管控需求。

同时,随着氯化、精制工艺技术持续迭代,当前大部分企业已具备对四氯化钛中碳、氧杂质的良好控制和检测能力,俄罗斯、乌克兰等国家的标准中已对四氯化钛中的总碳和部分氧杂质做出明确要求。为推动我国四氯化钛产品质量升级,提升高端海绵钛原料保障能力,支撑我国钛产业高质量发展,亟待对 YS/T 655-2016《四氯化钛》进行修订。

本项目符合工信部《“十四五”推动高质量发展的国家标准体系建设规划》中有色金属材料标准升级换代的政策要求,契合国家新材料产业发展战略,对保障我国有色金属领域关键材料具有重要意义。

（三）主要参加单位及工作分工

本标准起草单位包括：攀钢集团研究院有限公司、攀钢集团（攀枝花）钛金属材料有限公司、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、等。各单位具体分工如下：

攀钢集团研究院有限公司：为本标准牵头单位，负责项目总体策划与组织实施，收集、分析国内外相关标准与技术资料，撰写标准文本及编制说明，组织行业相关单位意见征集与技术研讨，推动标准编制工作。

XXX、XXX、XXX、XXX、XXX等单位：负责开展现场调研、产品数据收集，提供四氯化钛中杂质元素（尤其是总碳和总氧）检测数据，对项目技术指标、检测方法的合理性与可操作性进行验证，参与标准文本和编制说明的修改。

本项目主要起草人及核心工作职责见表 1。

表 1 主要起草人及工作职责

起草人	工作职责
李开华	负责标准编制工作的总体指导、技术方向把关与组织协调
	负责标准核心技术内容、指标体系的设计编写与技术把关
	负责企业现场调研、工艺试验开展，提供生产实测数据与现场验证支撑
	负责检测方法的设计与验证，组织第三方检测比对，完成试验数据的对比分析
	负责国内外标准资料收集、标准文本格式规范、编制说明材料整理与编写
	参与标准技术研讨、指标验证、文本修改与行业意见征集工作

（四）主要工作过程

4.1 预研阶段（2024 年 1 月-2024 年 12 月）

标准编制牵头单位联合行业内骨干企业，对国内主要四氯化钛、海绵钛生产企业，开展了全面的现场调研。通过与企业技术负责人、生产及质检人员深入交流，掌握了国内四氯化钛生产工艺、质量控制水平、产品应用现状，以及需求端的海绵钛生产企业对四氯化钛中碳、氧杂质需求；系统收集了国内外四氯化钛相关技术资料，对比分析了现行标准技术指标与行业发展需求的矛盾，明确了标准修订的核心方向，形成了 YS/T 655-2016《四氯化钛》标准修订草案。

4.2 立项阶段（2025 年 1 月-2025 年 12 月）

2025 年 2 月，牵头单位向全国有色金属标准化技术委员会全体委员会议提交了标准立项全套材料，经全体委员会议论证，一致同意本标准立项申请；随后经标委会组织委员网上投票通过后，在官方网站挂网向社会公开征求意见。2025 年 12 月，工信部、全国有色金属标准化技术委员会正式下达《四氯化钛》行业标准修订任务（计划编号：2025-1372T-YS），明确了项目

计划编号、完成年限与技术归口单位。

4.3 起草阶段（2026 年 1 月-2026 年 3 月）

4.4 后续工作计划

二、标准编制原则

本标准修订严格遵循以下原则，确保标准的科学性、先进性、适用性与规范性：

合规性原则：标准文本严格按照 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》的规定进行编写，格式规范、表述严谨、逻辑清晰。

产业适配性原则：标准技术内容覆盖我国四氯化钛主要生产工艺与产品应用场景，充分结合国内行业生产实际与技术发展水平，兼顾大中小企业的生产现状，确保标准可落地、可执行。

先进性原则：对标俄罗斯、乌克兰等国家技术文件，结合我国高端钛材发展需求，新增总碳、总氧核心管控指标，完善配套检测方法，推动行业技术升级与产品质量提升。

三、标准主要内容的确定依据及主要试验和验证情况分析

（一）确定标准主要内容的论据

本文件代替 YS/T 655-2016《四氯化钛》，与旧版相比，核心修订内容及依据如下：

1) 新增产品化学成分中总碳、总氧杂质元素的限量要求

本次修订在原有 TiCl₄-01、TiCl₄-02、TiCl₄-03、TiCl₄-04 四个牌号的化学成分中，新增了总碳、总氧两项核心指标，分级限量见表 2。

表 2 新增总碳、总氧指标分级限量表（质量分数）

牌号	总 C 不大于 /%	总 O 不大于 /%	确定依据
TiCl ₄ -01	0.0020	0.0050	对标航空航天用低碳、低氧海绵钛对原料的管控要求，参考乌克兰 ZTMC 标准中总碳 0.001%~0.003%的指标，结合国内企业工艺优化后的稳定控制水平制定。
TiCl ₄ -02	0.0040	0.010	适配高端海绵钛生产需求，覆盖 1 级及以上海绵钛的稳定制备。
TiCl ₄ -03	0.0060	0.015	适配中端海绵钛生产需求，覆盖常规海绵钛的稳定制备。
TiCl ₄ -04	0.0080	0.020	适配一般及特殊海绵钛生产需求，确保指标的普适性

该修订的核心依据：一是四氯化钛中碳、氧杂质会富集进入海绵钛，是影响海绵钛布氏硬度、

加工性能的关键因素，高端航空航天用钛材对海绵钛中碳、氧含量有严苛要求，必须从原料端进行源头管控；二是国内主要企业已通过工艺优化，实现了对四氯化钛中碳、氧杂质的稳定控制，具备指标落地的产业基础；三是对标俄罗斯、乌克兰等先进标准，填补了我国标准在该类指标上的空白，提升了标准的国际对标性。

2) 新增四氯化钛中总碳、总氧含量的红外光谱测定方法

本次修订在规范性附录 A 中新增 A.2 章节，明确了四氯化钛中总 C、总 O 含量的红外光谱测定方法，包括方法原理、试剂与仪器、分析步骤、结果计算与允许差等全流程内容。该方法基于国内主要企业已成熟应用的红外检测技术，经过多家单位的方法验证，具有检测精度高、重复性好、操作便捷的特点，可实现对四氯化钛中 C-H、TiOCl₂、1,2,3-氯乙酰氯等含碳、含氧杂质的精准定量，为新增的总碳、总氧指标提供了检验依据，确保指标可检测、可验证。

3) 明确主含量计算方法

修订了四氯化钛的含量，以 100% 减去所有实测杂质元素（不包含总 C 和总 O）含量的总和得到的余量来表示。

4) 规范性编辑与文本优化

按照 GB/T 1.1-2020 的规范要求，对标准文本的格式、术语、表述进行了统一优化；修正了旧版标准中部分化学式的书写不规范问题；对检验规则、标志包装、附录等内容中与新增指标相关的条款进行了同步适配调整，确保标准文本前后逻辑一致。

除上述核心修订内容外，产品牌号划分、原有杂质指标限值、外观质量要求、检验规则、包装运输贮存等内容，均延续了 YS/T 655-2016 中行业普遍认可、运行成熟的条款，未做调整，确保标准的延续性。

（二）主要试验与验证情况分析

1) 产品产出情况调研

项目组成员对国内主要四氯化钛及海绵钛企业的产品性能调研。目前行业主要海绵钛企业，能够批量稳定生产出 TiCl₄-01 牌号的四氯化钛产品，镁热还原生产出 C、O 分别低于 0.010% 和 0.035% 的航空航天用海绵钛产品。

2) 指标符合性验证

总 C、总 O 等关键杂质满足牌号要求的复合性验证。收集了国内主要四氯化钛及海绵钛企业的杂质元素含量情况。分析了各牌号产品杂质含量设置的适用性及科学性。

表 3 国内某企业四氯化钛总碳、总氧及对应海绵钛中碳、氧杂质检测结果

批次号	四氯化钛/%							海绵钛/%	
	SiCl ₄	FeCl ₃	VOCl ₃	AlCl ₃	总碳	总氧	色度	C	O
240421-3-0256-1-CG	0.0034	0.0001	0.0001	0.0001	0.0033	0.0143	5 mgK ₂ Cr ₂ O ₇ /L	0.022	0.046
240420-3-0251-2-CG	0.0022	0.0001	0.0001	0.0001	0.0033	0.0129	5 mgK ₂ Cr ₂ O ₇ /L	0.021	0.042

240422-2-0173-2-CG	0.0017	0.0001	0.0001	0.0001	0.0030	0.0113	5 mgK ₂ Cr ₂ O ₇ /L	0.019	0.039
250226-3-0176-2-CG	0.0035	0.0001	0.0001	0.0001	0.0028	0.0096	5 mgK ₂ Cr ₂ O ₇ /L	0.014	0.038
250527-3-0536-2-CG	0.0028	0.0001	0.0001	0.0001	0.0025	0.01	5 mgK ₂ Cr ₂ O ₇ /L	0.012	0.038
260104-2-1792-2-CG	0.0021	0.0001	0.0001	0.0001	0.0019	0.0085	5 mgK ₂ Cr ₂ O ₇ /L	0.007	0.029
260227-3-0143-2-CG	0.0018	0.0001	0.0001	0.0001	0.0009	0.0049	5 mgK ₂ Cr ₂ O ₇ /L	0.006	0.022

四、标准中涉及专利的情况

本标准所有技术内容均不涉及专利及知识产权问题。

五、预期达到的社会效益、经济效益及先进性分析

（一）项目的必要性简述

当前我国已成为全球最大的钛生产国和消费国，但高端航空航天用钛材仍存在一定的进口依赖，核心瓶颈之一就是高品质海绵钛的原料质量管控能力不足。现行 YS/T 655-2016 标准未对四氯化钛中碳、氧杂质进行管控，导致高端海绵钛生产企业只能自行制定企业内控标准，行业内原料质量管控要求不统一，制约了高端钛材产业的规模化发展。

本次标准修订，从源头完善了四氯化钛的质量管控体系，填补了碳、氧核心指标的标准空白，能够有效引导行业提升原料精制工艺水平，统一高端产品质量评价标准，解决高端海绵钛生产的原料“卡脖子”问题，是支撑我国钛产业高质量发展的必然要求。

（二）项目实施的可行性

本次修订的核心技术内容，均基于国内行业成熟的生产工艺与检测技术。目前国内主要企业已实现四氯化钛中碳、氧杂质的工业化稳定控制，红外光谱检测方法已在多家企业实现常态化应用，检测设备与试剂均实现国产化，具备全行业推广的条件。同时，本次修订充分兼顾了行业不同规模企业的生产现状，指标设置分级合理，既设置了高端指标引导产业升级，也保留了适配工业级应用的基础指标，确保标准发布后可全面落地实施。

（三）先进性与创新性

本次标准修订的核心创新点，在于首次在我国四氯化钛行业标准中建立了总碳、总氧的分级管控体系与配套检测方法，实现了与国际先进标准的对标，填补了国内标准空白。修订后的标准，在核心杂质管控维度上达到了国际先进水平，能够全面适配我国航空航天、国防军工等高端领域对钛材原料的质量要求。

同时，标准修订充分吸纳了我国钛行业近年来的技术创新成果，将主要企业成熟的工艺控制技术、检测技术转化为行业标准，能够推动全行业技术升级，提升我国四氯化钛产品的国际市场竞争力，助力我国从钛产业大国向钛产业强国转型。

（四）预期经济效益与社会效益

经济效益：标准实施后，将有效提升我国四氯化钛产品整体质量，提高高端海绵钛的成品率与品级率，降低高端钛材的生产成本，提升国产钛材在国际市场的议价能力；同时，统一的质量标准将规范行业贸易秩序，减少供需双方的质量纠纷，降低行业交易成本，预计将为全行业带来显著的经济效益。

社会效益：标准实施后，将为我国航空航天、国防军工、海洋工程等关键领域提供稳定、可控的高品质原料保障，提升我国战略关键材料的自主可控能力，保障国家产业链供应链安全；同时，将推动行业绿色低碳、精细化发展，引导企业优化精制工艺，减少能源消耗与污染物排放，助力行业实现“双碳”目标。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

编制组对国际范围内四氯化钛相关先进标准进行了全面检索与对比分析，重点对比了乌克兰 UTMC、日本东邦企业标准与我国现行标准的差异，具体对比情况见表 4。

表 4 国内外四氯化钛核心指标对比表

指标类别	中国 YS/T 655-2016	本次修订草案	乌克兰 ZTMC 标准	日本东邦标准
TiCl ₄ 主含量	99.94%~99.99%	99.94%~99.99%	≥99.9%	≥99.9%
常规金属杂质	Si、Fe、V、Al、Sn	Si、Fe、V、Al、Sn	Si、V	Si、Fe、V、Sn、色度
总碳/ΣC	无要求	0.003%~0.020%	0.001%~0.003%	无要求
总氧/ΣO	无要求	0.005%~0.020%	O (TiOCl ₂ 计) : 0.0001~0.0005%；COCl ₂ +酰氯总和：≤0.0002%~0.003%	无要求
有机杂质	无要求	对相关含碳、含氧杂质进行定量检测	对 TiOCl ₂ 、COCl ₂ 、1,2,3-氯乙酰氯、CS ₂ 进行管控	无要求

经对比分析，本次修订草案在保留我国现行标准成熟体系的基础上，重点吸纳了乌克兰先进标准中对碳、氧杂质的管控思路，结合我国行业实际情况，建立了适配我国产业发展的总碳、总氧分级管控体系，核心指标达到了国际先进水平。

本次标准修订为未直接等同或修改采用某一国标准，而是在充分对标国外先进技术要求的基础上，结合我国钛产业发展实际制定，既保证了标准的国际先进性，也确保了标准与国内产业的适配性。目前国际标准化组织（ISO）尚未发布四氯化钛相关国际标准。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调配套情况

本标准的修订严格遵循《中华人民共和国标准化法》《危险化学品安全管理条例》等国家现行法律、法规和规章的要求，相关技术内容与现行国家、行业标准完全协调配套，无冲突、无矛盾。

本标准中产品的包装、运输、贮存、安全警示等内容，与 GB 12463《危险货物运输包装通

用技术条件》GB 15603《常用化学危险品贮存通则》GB 13392《道路运输危险货物车辆标志》GB 18564.1《道路运输液体危险货物罐式车辆 第1部分：金属常压罐体技术要求》JT 617《汽车运输危险货物规则》JT 618《汽车运输、装卸危险货物作业规程》等强制性/推荐性国家标准、行业标准完全一致，确保危险化学品管理全流程合规。

本标准中采样、数据修约、包装容器等内容，与GB/T 6680《液体化工产品采样通则》GB/T 8170《数据修约规则与极限数值的表示和判定》GB/T 325.1《包装容器 钢桶第1部分：通用技术要求》等基础通用标准完全协调。

本标准作为海绵钛生产的核心原料标准，与GB/T 2524《海绵钛》等下游产品标准形成了完善的质量管控链条，新增的碳、氧指标与海绵钛标准中的杂质限值形成精准对应，实现了从原料到成品的全流程质量管控配套。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准编制过程中，编制组通过多次行业技术研讨会、定向征求意见等形式，广泛听取了生产企业、应用单位、检测机构、行业专家的意见和建议。针对标准文本的各项技术内容，所有参与单位均达成了统一共识，未出现重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

四氯化钛是钛金属及钛化工全链条的核心中间品，其产品质量直接影响下游海绵钛、钛白粉等产品的生产，同时属于危险化学品，需严格遵守国家相关安全管理规定。结合行业生产、贸易、应用的实际情况，建议本标准为推荐性行业标准。

标准发布实施后，可由生产企业、应用单位根据产品用途与质量需求自主采用，同时可作为行业产品质量检验、贸易结算、技术研发的统一技术依据，引导行业规范、高质量发展。

十、贯彻标准的要求和措施建议

标准文本保障：在标准批准发布前，提前完成标准文本的最终审定与校对，确保发布后文本供应充足，保障生产企业、检测机构、应用单位等相关方可及时获取标准文本，为标准实施奠定基础。

标准宣贯培训：标准发布后，由全国有色金属标准化技术委员会牵头，编制组配合，分层次、分对象开展标准宣贯培训工作。针对生产企业，重点培训指标管控要求与检测方法；针对应用单位，重点培训指标与下游产品质量的对应关系；针对检测机构，重点开展检测方法实操培训，确保标准各项内容准确落地。

技术指导与答疑：标准实施初期，编制组针对企业在标准执行过程中遇到的技术问题，提供专业的技术指导与答疑服务，及时解决标准落地过程中的难点问题。

实施效果跟踪：建立标准实施反馈机制，持续跟踪行业标准执行情况，收集企业在实施过

程中的意见和建议，为标准后续的维护、修订积累数据和经验。

实施时间建议：建议本标准自批准发布之日起6个月后正式实施，为企业预留充足的生产工艺调整、检测设备配置、人员培训的准备时间，确保标准平稳落地。

十一、废止现行有关标准的建议

本标准为 YS/T 655-2016《四氯化钛》的修订版本，建议自本标准实施之日起，废止 YS/T 655-2016《四氯化钛》。

十二、其他应予说明的事项

本标准的修订充分结合了我国四氯化钛行业的生产实际与下游高端领域的发展需求，技术指标科学合理，检测方法成熟可靠，与现行法律法规、相关标准协调配套。标准发布实施后，将全面规范我国四氯化钛的生产、检验与贸易，有效推动行业产品质量升级，提升我国钛产业的国际竞争力，为我国高端钛材领域的自主可控发展提供坚实的标准支撑。

本标准无其他需要特别说明的事项。

《四氯化钛》标准编制组

2026年3月



Pure Titanium Tetrachloride

Components	Mass fractions, in % for grades:	
	OTT-0	OTT-1
Titanium Tetrachloride, not less	99,9	99,9
Vanadium, not more	0,0002	0,0006
Oxygen as titanium oxychloride, not more	0,0001	0,0005
Silicon, not more	0,0002	0,0010
Sum of phosgene and chloracetylchlorines, not more	0,0002	0,0003
Carbon bisulphide, not more	0,00004	0,00006

Note.

1. When tanks and containers are filled and pure titanium tetrachloride is transported, oxygen content in titanium oxychloride is not determined.
2. Carbon mass fraction of not more than 0.003% in OTT-0 grade and of not more than 0.001% in OTT-1 grade is guaranteed by the Producer. Inspection is carried out once per 24 hour.
3. Sulphur mass fraction is determined as agreed with the Customer and is not a reject criterion.
4. On Customer's demand we produce pure titanium tetrachloride of premium quality with lowered content of impurities at negotiated price.

Titanium tetrachloride is delivered in the tank containers and galvanized drums with the net weight of 250 kg.

To meet Customer's demands product parameters may be varied.

Pure titanium tetrachloride is utilized in titanium sponge production, pigment titanium dioxide production, and chemical industry.



Contacts:

Assistant director:

+38 (061) 289-82-89



Address:

ZTMC Ltd.,
Teplichnaya
Str.18,
Zaporozhye,
69600, Ukraine

Select

language:

 [Українська](#)

 [English](#)

