

钛铜复合棒

(GB/T 12769-202×)

编制说明

(征求意见稿)

《钛铜复合棒》

编制说明(征求意见稿)

一、工作简况

(一)任务来源

根据国家标准化管理委员会《关于下达 2024 年第一批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》(国标委发的〔2024〕16号)要求,国家标准《钛铜复合棒》制定项目由全国有色金属标准化技术委员会归口,项目计划编号 20240535-T-610,项目周期为 16 个月,计划完成年限为 2025 年,标准项目由宝钛集团有限公司、宝鸡特钢钛业股份有限公司、宝鸡钛业股份有限公司、西部超导材料科技股份有限公司、中国有色金属工业标准计量质量研究所、西安建筑科技大学等单位负责起草。

(二)项目背景

1. 行业发展背景

在全球范围内,随着新能源、新材料、电子信息等产业的蓬勃发展,对高性能复合材料的需求日益增长。钛铜复合棒凭借其优异的导电性、耐腐蚀性等特性,在众多领域展现出广阔的应用前景,成为复合材料领域的重要研究和发展方向之一。

我国作为制造业大国,近年来在新材料领域不断加大投入和研发力度,钛铜复合棒作为具有自主知识产权的高性能复合材料,其研发和生产水平已位居世界前列。国内相关产业的快速发展,为钛铜复合棒的应用提供了广阔的市场空间和需求基础。

2. 技术进步背景

传统的热挤压复合、爆炸复合等生产工艺存在生产效率低、复合质量不稳定等弊端。近年来,随着材料科学和工艺技术的不断进步,热轧制复合工艺逐渐成熟并得到广泛应用。该工艺不仅提高了生产效率,还显著提升了复合棒的质量和性能,使得钛铜复合棒的生产更加稳定可靠。

通过对钛、铜等基材的改性研究和优化,以及对复合工艺的精细化控制,钛铜复合棒的导电性、耐腐蚀性、机械强度等性能得到了进一步提升。这使得其在高要求的应用场景中更具竞争力,能够满足更加严苛的使用条件和性能要求。

3. 市场需求背景

除了传统的电化学工业、电解、电镀、线路板等领域外,钛铜复合棒的应用领域正在不断拓展。例如,在新能源领域,随着电动汽车、储能系统等产业的快速发展,对高性能导电材料的需求不断增加,钛铜复合棒凭借其优异的导电性和耐腐蚀性,有望在电池连接件、储能设备导电部件等方面得到广泛应

用。在航空航天领域，钛铜复合棒的高强度、轻质化特性使其成为制造航空航天器导电部件的理想材料，为我国航空航天事业的发展提供了有力支持。

随着国民经济的持续发展和工业水平的不断提高，各行业对钛铜复合棒的需求呈现出快速增长的趋势。据调研，全国使用钛铜及多层复合棒的市场容量已达到约 4000 吨，且市场需求还在不断扩大。特别是在一些新兴应用领域，如 5G 通信设备、智能电网等，对钛铜复合棒的需求更是呈现出爆发式增长，为钛铜复合棒产业的发展带来了新的机遇和挑战。

4. 政策支持背景

国家高度重视新材料产业的发展，出台了一系列扶持政策和措施，为钛铜复合棒产业的发展提供了有力支持。例如，在《中国制造 2025》战略中，将新材料产业作为重点领域之一，明确提出要加快高性能复合材料的研发和产业化进程。此外，国家还通过设立新材料产业发展基金、实施新材料首批次应用保险补偿机制等措施，鼓励企业加大研发投入，推动钛铜复合棒等新材料的创新和应用。

随着钛铜复合棒产业的快速发展，标准化建设的重要性日益凸显。积极推动钛铜复合棒相关标准的制定和修订工作，通过建立和完善标准体系，规范产品的技术要求、质量控制、检验方法等，为钛铜复合棒产业的健康发展提供了有力保障。此次《钛铜复合棒》国家标准的修订，正是在国家政策的引导和支持下，对现有标准进行优化和扩充，以更好地适应产业发展需求和市场变化。

5. 产业竞争背景

在全球新材料产业竞争日益激烈的背景下，钛铜复合棒产业也面临着来自国际市场的竞争压力。一些发达国家在复合材料领域拥有先进的技术和丰富的经验，其产品在性能、质量等方面具有一定的优势。我国钛铜复合棒产业要想在国际市场上占据一席之地，就必须不断提升自身的技术水平和产品质量，加强品牌建设和市场开拓，提高国际竞争力。

国内钛铜复合棒生产企业众多，市场竞争较为激烈。各企业为了在竞争中脱颖而出，纷纷加大技术创新和产品研发力度，努力提高产品的性能和附加值。同时，企业之间的合作与竞争也日益频繁，通过技术交流、联合研发、产业联盟等方式，共同推动钛铜复合棒产业的技术进步和产业升级，形成了良好的产业生态和发展氛围。

经过调研全国使用钛铜及多层复合棒全年市场约 4000 吨，使用单位主要包括金川集团、青山控股集团、华友控股集团、江西铜业集团、紫荆矿业、云南铜业、格林美股份有限公司等企业。国内生产单位约有 7 家，按照市场份额划分，宝鸡特钢钛业股份有限公司占比 50%、宝鸡亚钛新金属占比 22%、宝鸡盛科新金属占比 15%、其余 13%。本次调研产品覆盖量超过 70%。

随着生产技术及工艺的进步，钛铜复合棒的生产方法已发生了根本性的转变。原有的以热挤压复合、爆炸复合为工艺基础的生产方法，逐渐被生产效率更高、复合质量更稳定、易控的热轧制复合工艺所替代。目前以热轧制复合工艺为基础的方法生产的钛铜复合棒产品已占到总量的 90%以上。使用冷拉拔热

轧复合法生产钛铜复合棒工艺路线简单，双金属配置更灵活，并且使三金属甚至多金属复合成为可能。目前，钛铜钢三层金属复合棒产品已成熟应用，有逐渐替代部分钛铜双金属复合棒的趋势，其在传统“钛铜复合棒”基材铜棒内增加钢芯（Q235等），可以提高复合棒强度，降低成本。2021至2023年此类产品已占到总量5%以上，发展至今此类产品占比20%，因此拟在标准中增加“钛铜钢复合棒”产品的相关内容。

修订后的标准可使我国钛铜复合棒的技术要求更加全面、合理，对促进我国钛铜复合棒生产应用的有序化和规范化产生积极作用，对推广我国钛铜复合棒的发展将产生重要影响，并将有力的推动我国钛铜复合棒快速健康的发展。

(三) 主要参加单位和工作组成员及其所作的工作

1. 主要参加单位情况

标准主编单位宝钛集团有限公司在标准的编制过程中，积极主动收集国内外相关标准，负责项目的总体实施和策划，带领编制组成员单位认真细致修改标准文本，征求多家企业的修改意见，编制实测数据统计表，最终带领编制组完成标准的编制工作。

宝鸡特钢钛业股份有限公司、宝鸡钛业股份有限公司、中国有色金属工业标准计量质量研究所、西部超导材料科技股份有限公司、西安建筑科技大学等单位积极参加标准调研工作，针对标准的讨论稿和征求意见稿提出修改意见，主要负责标准中文本的编写和把关。

2. 主要工作成员所负责的工作情况

本标准主要起草人及工作职责见表1。

表1 主要起草人及工作职责

主要起草人	工作职责
XXX、胡志杰、冯军宁	负责方案制定、产品调研、指标确定以及标准条款编写等工作
马忠贤、李新中、刘钢	负责具体指标的确认核对
孙大亮、任路泽、郝学博	负责标准材料的收集和使用情况的调研
史小云、解晨	负责标准文本核对以及校正
李长江	提供理论支撑
白智辉、何书林	提供技术指导

(四) 主要工作过程

宝钛集团有限公司在接到该标准的制定任务后，成立了标准编写组，召开了标准项目编制启动会议，对标准编写工作进行了部署和分工，主要工作过程经过了以下几个阶段。

1. 起草阶段

本标准依据我国钛铜复合棒市场情况修订，在起草阶段进行了大量的数据收集和测试研制，同时兼

顾全国生产厂家的生产现状。

1) 2024年4月成立标准编制组，并明确了工作的职能和任务。

2) 2024年5月对钛铜复合棒使用情况进行了相关资料的收集和总结，并对相关的技术资料进行了对比分析。

3) 2024年5月~2024年11月根据对钛铜复合棒的相关资料进行分析和总结，并对钛铜钢复合棒相关资料进行分析总结，对产品规格、性能等一系列相关问题进行了重新核实，经修改，形成了《钛铜复合棒》的讨论稿。

4) 2024年11月17日，由全国有色金属标准化技术委员会在哈尔滨召开了《钛铜钢复合棒》国家标准讨论稿工作会议。根据会议讨论结果及对相关资料进行分析和总结，形成了征求意见稿。

2. 征求意见阶段

本标准以召开专题会议、发送标准邮件、标委会网站上公开挂网等多种形式和办法进行了广泛的征求意见。

2025年3月5日，由全国有色金属标准化技术委员会主持，在合肥市召开了有色金属材料标准工作会，对宝钛集团有限公司编制的《钛铜钢复合棒》进行讨论。

二、标准编制原则和确定标准主要内容的论据

(一) 技术背景

钛铜复合棒是一种重要的金属复合材料，具有优异的耐腐蚀性、高导电性，钛铜钢复合棒与其相比还具有高强度性能等，因而被广泛应用于电化学工业、电解、电镀、线路板等领域。

典型钛铜复合棒/钛铜钢复合棒所用基材、复材、芯材的牌号见表2。

表2 钛铜复合棒/钛铜钢复合棒所用基材、复材、棒芯的性能及牌号

产品	复材（工业纯钛）	基材（铜棒）	芯材（钢棒）
钛铜复合棒	ZTA1、ZTA2、TA1G、TA2G、TA3G	T1、T2	-
钛铜钢复合棒			Q235

发展需求主要为以下几个方面，复合棒成型件及部分产品见图1。

1) 电化学工业需求

在电化学工业中，钛铜复合棒作为电极材料具有显著的优势。由于电化学过程往往伴随着恶劣的腐蚀环境，传统的电极材料往往难以承受长时间的腐蚀作用。而使用钛铜复合棒则能够有效利用钛的耐腐蚀性，同时保持铜的导电性能，确保电化学过程的稳定进行。

2) 电解领域需求

电解过程中，电极材料需要承受高电流密度和强腐蚀环境的双重考验。钛铜复合棒以其卓越的耐腐蚀性和导电性，成为电解槽中不可或缺的电极材料。特别是在氯碱工业、湿法冶金等领域，钛铜复合棒的应用能够有效提高电解效率，降低生产成本，同时减少环境污染。在氯碱生产中，钛铜复合棒可作为电解槽的阳极材料。在湿法冶金过程中，如铜、锌、镍等金属的提取和精炼，需要在强腐蚀性的电解液中进行电解或电积操作。钛铜复合棒能够承受这种恶劣的工作环境，作为电极材料可以提高生产效率和金属的回收率。

3) 电镀领域的需求

电镀过程中，镀层的质量和均匀性对产品的性能有着至关重要的影响。钛铜复合棒作为电镀阳极，能够确保镀层在复杂形状和深孔等难以触及的部位也能获得均匀的覆盖。电镀过程中需要使用导电性能良好且耐腐蚀的电极材料。钛铜复合棒的基材铜层提供了优良的导电性，复材钛层则保护铜体不被电镀液腐蚀，可用于制作电镀槽的阳极棒、导电横梁等部件，降低电镀液的污染，延长设备的使用寿命。

4) 线路板领域的需求

钛铜复合棒在线路板领域的直接应用相对较少，但其导电性能和耐腐蚀性能仍然为线路板制造过程中的一些特殊需求提供了可能。例如，在需要高导电性和耐腐蚀性的线路板连接件或插座中，钛铜复合棒可以作为一种优质的备选材料。此外，随着电子技术的不断发展，对线路板材料性能的要求也在不断提高，钛铜复合棒有望在未来线路板领域获得更广泛的应用。

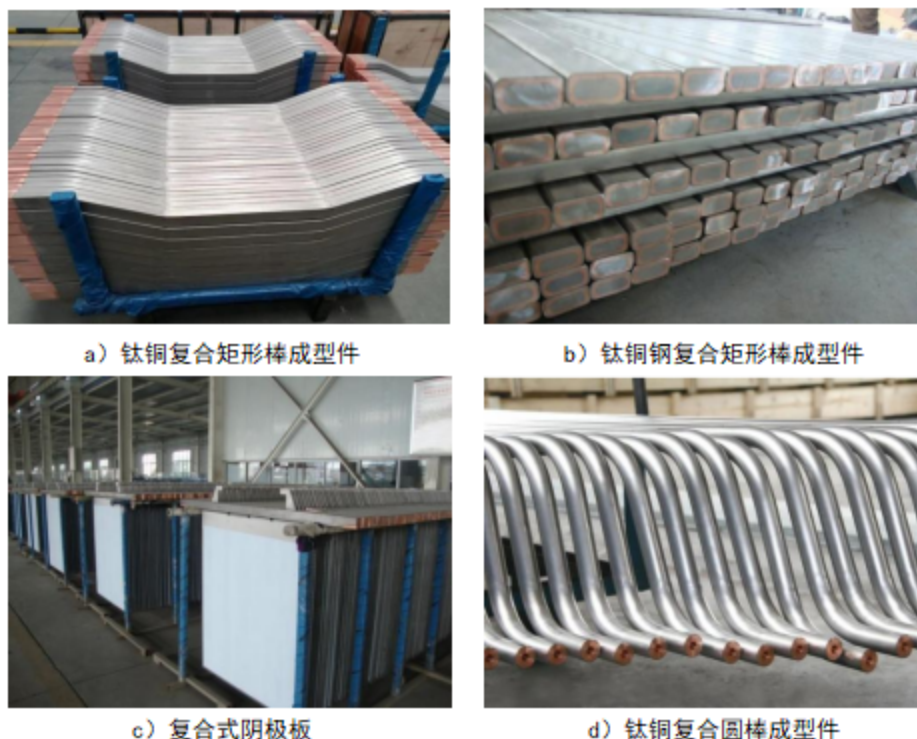


图 1 复合棒成型件及部分产品图

(二) 标准编制原则

本标准在编制时，主要参考了相关企业标准及协议标准，结合市场调研，完成了标准文本。同时，项目组确定出以下主要原则：

a) 一致性原则。与现行相关法律、法规、国家标准、政策协调一致；同时标准应严格按照 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》的规定格式进行编写。

b) 适用性原则。结合国内钛铜复合棒生产现状及企业使用具体情况，力求做到标准的合理性与实用性。

c) 合理性原则。产品的技术指标应均得到相应印证，确保合理性。

（三） 确定标准主要内容的论据

本标准为 GB/T 12769-2015《钛铜复合棒》的修订版本。本标准与 GB/T 12769-2015 相比，主要有以下变动：①增加了冷拉拔热轧复合的制造方法；②增加了钛铜钢复合棒产品及相关要求；③更改了钛铜复合棒矩形断面尺寸的规格要求；④更改了复合棒弯曲度的要求。

1. 删除复合棒限定的制造方法

目前钛铜复合棒以热轧制复合工艺为基础的方法生产的钛铜复合棒产品已占到总量的 90%以上，在考虑复合棒生产效率及复合质量的情况下，目前工业生产增加了冷拉拔热轧复合制造方法。使用冷拉拔热轧复合法生产钛铜复合棒工艺路线简单，双金属配置更灵活，并且使三金属甚至多金属复合成为可能。

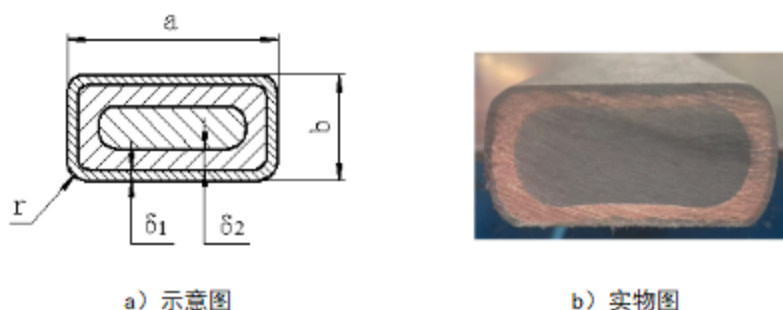
随着生产工艺的进步，复合棒制造方法会进一步提升，为适应市场变化，本次修订删除复合棒特定制造方法，不在限定产品制造方法，产品以满足技术指标和使用要求为准。

2. 增加了钛铜钢复合棒产品及相关要求

鉴于产品的制造方法进行了扩充，相应制备复合金属的能力得到提升，增加了钛铜钢三层金属复合棒产品。目前，钛铜钢三层金属复合棒产品已成熟应用，有逐渐替代部分钛铜双金属复合棒的趋势，其在传统“钛铜复合棒”基材铜棒内增加钢芯（Q235 等），在提高复合棒强度、保证复合棒高导电性的基础上，节约了铜材的使用情况。随着发展，此类型产品的需求逐渐增大，拟在标准中增加“钛铜钢复合棒”产品的相关内容。鉴于产品复合金属种类进行了扩充，相应更改了规范性引用文件，引入 GB/T 700 碳素结构钢的规范性文件，使得钛铜钢复合棒材料在规范范围内使用。

断面表示方式规格为复合棒成形结果的重要判定依据。断面方式规格严格要求了各复合棒的宽度、厚度、圆弧半径、直径及复合棒基材、复材的厚度。对于新增的钛铜钢复合棒，结合现有生产现状及订货需求，按规定宽度、厚度或直径范围增加了钛铜钢复合棒的断面表示方式规格，详见标准正文中表 1 的规定。

对于新增的钛铜钢复合棒，结合现有的研究结果及生产现状，按规定宽度、厚度增加了钛铜钢复合棒矩形断面形状，复合棒的矩形断面形状见图 2。



- 标引符号说明：
- a—复合棒的边长或宽度；
 - b—复合棒的厚度；
 - r—复合棒圆弧半径；
 - δ_1 —复合棒复材厚度；
 - δ_2 —复合棒铜基材厚度。

图 2 钛铜钢复合棒矩形断面形状

3. 更改了钛铜复合棒矩形断面尺寸的规格要求

经调研，以复合棒最大生产厂家宝鸡特钢钛业股份有限公司为例，在复合棒生产单位订单中超原标准规格产品占比 10%。因此依据现有装备及订货水平，将钛铜复合棒矩形断面的规格范围 $(35 \sim 40) \text{ mm} \times (20 \sim 25) \text{ mm} \times (1.0 \sim 1.5) \text{ mm} - (2.0 \sim 3.0) \text{ mm}$ 更改为 $(20 \sim 40) \text{ mm} \times (15 \sim 25) \text{ mm} \times (1.0 \sim 1.5) \text{ mm} - (2.0 \sim 3.0) \text{ mm}$ ；将钛铜复合棒矩形断面的规格增加 $(>100 \sim 140) \times (30 \sim 40) \times (2.0 \sim 2.5) - (3.0 \sim 8.0)$ 相应系列，更改后的钛铜复合棒矩形断面尺寸规格见表 3。

表 3 钛铜复合棒矩形断面尺寸规格

断面形状	表示方式	规格 mm
矩形	$a \times b \times \delta - r$	$(20 \sim 40) \times (15 \sim 25) \times (1.0 \sim 1.5) - (2.0 \sim 3.0)$
		$(>40 \sim 50) \times (10 \sim 15) \times (1.0 \sim 1.5) - (2.0 \sim 3.0)$
		$(>40 \sim 50) \times (>15 \sim 40) \times (1.5 \sim 2.0) - (3.0 \sim 5.0)$
		$(>50 \sim 80) \times (12 \sim 35) \times (1.5 \sim 2.0) - (3.0 \sim 5.0)$
		$(>50 \sim 80) \times (>35 \sim 40) \times (2.0 \sim 2.5) - (3.0 \sim 5.0)$
		$(>80 \sim 100) \times (15 \sim 30) \times (1.5 \sim 2.0) - (3.0 \sim 8.0)$
		$(>100 \sim 140) \times (30 \sim 40) \times (2.0 \sim 2.5) - (3.0 \sim 8.0)$

4. 更改了复合棒弯曲度的要求

复合棒的弯曲度是反映其在受到外力作用时抵抗弯曲变形能力的关键参数。复合棒的弯曲度直接影响其在实际应用中的可靠性和耐用性。弯曲度过大的复合棒在受力时容易变形甚至被破坏，从而影响整

体结构的稳定性和安全性。因此，对复合棒的弯曲度进行严格检测和控制，是确保其在各个领域发挥最佳性能的重要前提。

通过试验验证的结果发现，复合棒的弯曲度不大于 1.0mm 占比 95%，复合棒的弯曲度不大于 1.2mm 占比 99%。依据现有生产水平，为规范生产产品规格并提高复合棒在下游产业应用中的性能指标，现将复合棒弯曲度每米应不大于 1.3mm 更改为每米不大于 1.2mm 的规定。

三、主要试验（或验证）情况分析

1. 针对钛铜复合棒产品，按本标准规定的方法，对钛铜复合棒及钛铜钢复合棒的主要技术指标进行了验证，验证数据结果见表 4。

表 4 产品技术验证

产品	规格 mm	弯曲度 mm/m	扭拧 度 mm/m	复合质量				
				端头 100mm 内		其余		
				单个未复 合区长度 mm	一个平面未 复合区的累 计长度 mm	单个未 复合区 长度 mm	一个平面未复 合区的累计长 度 mm	
钛铜复合棒	方形	30×30×2.0-8.0	0.9	0.5	5	15	30	60
	矩形	30×15×1.0-2.5	1.0	0.5	2	8	10	30
		45×13×1.0-2.5	0.8	0.5	3	6	20	40
		45×25×2.0-3.0	0.9	0.6	4	12	30	60
		60×20×2.0-3.5	1.0	0.6	3	9	25	50
		60×37×2.5-3.5	1.0	0.7	3	12	22	44
		90×20×2.0-4.0	0.9	0.7	2	8	15	30
		120×35×2.5-5.0	1.0	0.8	4	16	23	46
	扁形	40×15×1.0-12	1.0	0.5	3	9	27	54
		60×20×1.0-21	1.0	0.7	4	12	36	72
	鼓形	Φ29×14×1.5	1.1	0.8	6	18	43	86
	圆形	Φ25×1.0	0.9	0.5	2	6	13	26
		Φ40×1.5	0.9	0.5	2	8	28	56
Φ60×2.0		0.9	0.5	4	12	34	68	
Φ70×2.5		0.9	0.6	5	15	36	62	
钛铜钢复合棒	矩形	30×15×1.0×2.0-2.5	0.9	0.5	2	8	10	30
		45×13×1.0×3.0-2.5	1.0	0.5	3	6	20	40
		45×25×2.0×3.0-3.0	0.9	0.6	4	12	30	60
		60×20×2.0×4.0-3.5	0.8	0.6	3	9	25	50
		60×37×2.5×4.0-3.5	1.0	0.7	3	12	22	44
		90×20×2.0×5.0-4.0	1.0	0.7	2	8	15	30
		120×35×2.5×6.0-5.0	1.0	0.8	4	16	23	46

2. 同时对相应钛铜复合棒、钛铜钢复合棒所规定的尺寸和外形、外观质量等检查，产品均符合本标准要求，产品实物图见图 3。

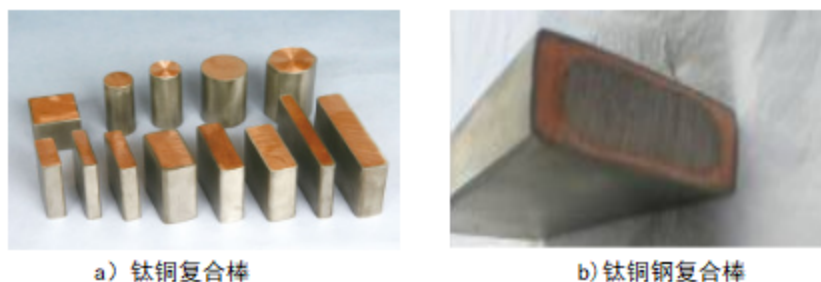


图 3 钛铜复合棒产品实物图

3. 由表 4 及已供货产品表明，标准中规定的产品规格、弯曲度、扭拧度和复合质量等规定是科学合理的，同时便于生产厂家组织生产。通过本标准的实施，将促进行业的技术提高与发展，有利于新型高效的新产品的发展。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及相关专利。

五、预期达到的社会效益等情况

本标准是修订标准，具有普遍性、广泛性和适用性。本标准的实施，可使我国钛铜复合棒的生产技术要求更加先进、合理，使我国钛铜复合棒的整体质量水平大幅度提升。钛铜钢复合棒的规范应用对促进我国电解、电镀等应用领域的降本增效、有序化和规范化产生积极作用，对推广我国钛铜复合棒的发展将产生重要影响，并将有力的推动我国钛铜复合棒快速健康的发展。

本标准规定的产品适用于电化学工业、电解、电镀、线路板等多个领域，使用范围广泛。在标准的制定过程中，大量调研了钛铜复合棒领域的研究和生产，同时进一步规范了产品的性能要求及制备方法，保证了产品质量，技术指标先进，具有先进性、科学性、普遍性、广泛性和适用性，其综合水平完全能满足用户、市场的需求，有利于提高我国钛铜复合棒的生产、应用能力。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

经查询，现国外无相关标准。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准属于有色金属标准体系“稀有金属产品”类。

本标准在制定时，在标准的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等方面与国

内相关标准协调一致；同时标准从技术上保证了产品的使用安全和可靠性，条文精炼表达清楚，技术要求全面、准确、科学、合理；标准的格式和表达方式等方面完全执行了现行的国家标准和有关法规，符合 GB/T 1.1 的有关要求。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

本标准为国家标准 GB/T 12769-2015《钛铜复合棒》的修订版，鉴于本标准规定的产品，虽然有涉及人身及设备安全的内容，但其属产品标准，不是通用性的安全规范或标准，不属于安全性标准。依据标准化法和有关规定，建议本标准的性质为推荐性国家标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

1、 首先应在实施前保证标准文本的充足供应，使每个制造厂、设计单位以及检测机构等都能及时获取本标准文本，这是保证新标准贯彻实施的基础。

2、 本项目制定的《钛铜复合棒》，不仅与生产企业有关，而且与设计单位、检测机构等相关。对于标准使用过程中容易出现的疑问，起草单位有义务进行必要的解释。

3、 可以针对标准使用的不同对象，如制造厂、质量监管等相关部门，有侧重点地进行标准的培训和宣贯，以保证标准的贯彻实施。

4、 建议本标准批准发布 6 个月后实施。

十一、废止现行有关标准的建议

本标准发布实施之日起，代替 GB/T 12769-2015《钛铜复合棒》。

十二、其他应予说明的事项

无。

《钛铜复合棒》标准编制组

2025 年 2 月