

国家标准《钨合金切割丝》编制说明

(预审稿)

一、工作简况

(一) 任务来源

1.1 任务来源

根据 2025 年 10 月 5 日, 国家标准化管理委员会《关于下达 2025 年第九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〔2025〕52 号) 的要求, 国家标准《钨合金切割丝》编制项目由全国有色金属标准化技术委员会归口, 计划编号: 20255006-T-610, 项目周期为 18 个月, 完成时间为 2027 年 4 月, 由厦门虹鹭钨钼工业有限公司、赣州虹飞钨钼材料有限公司、杨凌美畅新材料股份有限公司、江苏聚成金刚石科技有限公司负责起草。

1.2 项目编制组单位变化情况

讨论会前, 为保证标准的全面性及准确性, 加入了青岛高测科技股份有限公司、张家口原轼新型材料股份有限公司、长沙岱勒新材料科技股份有限公司等用户企业, 为标准研制提供了用户需求、产品检验要求及产品适用性评价要求; 加入了成都长城钨钼新材料有限责任公司、赣州海盛钨业股份有限公司、崇义章源钨业股份有限公司等生产企业, 为标准研制提供各自企业产品生产情况。另外, 江苏聚成金刚石科技有限公司因公司改制, 公司名称变更为江苏聚成金刚石科技股份有限公司。

调整后的编制组由以下单位构成: 厦门虹鹭钨钼工业有限公司、赣州虹飞钨钼材料有限公司、杨凌美畅新材料股份有限公司、江苏聚成金刚石科技股份有限公司、青岛高测科技股份有限公司、张家口原轼新型材料股份有限公司、长沙岱勒新材料科技股份有限公司、成都长城钨钼新材料有限责任公司、赣州海盛钨业股份有限公司、崇义章源钨业股份有限公司。

(二) 项目背景

金刚石线锯(简称金刚线)是将金刚石磨粒固定在金属母线上制造而成的一种具有金刚石微型锯齿的切割工具, 主要应用于光伏晶硅、磁性材料、半导体材料、陶瓷材料等硬面材料的切割。传统金刚线母线主要是高碳钢丝, 但制备高碳钢丝的原材料被国外垄断, 是一种依赖进口的“卡脖子”材料。另外受碳钢自身材质特性的限制, 高碳钢丝不能满足光伏晶硅切割对金刚线母线日益提高的性能要求, 关键难点在于: (1) 母线强度难以进一步提升: 为保证硅片的切割厚度和表面质量, 对金刚线的强度要求也随之提高。同时为提高切割的效率, 对金刚线的强度也有迫切提升的需求, 而金刚线碳钢母线受其材质特性和强化机理的局限, 抗拉强度一直未能突破 5300 MPa 的技术瓶颈。(2) 产品直径难以进一步细线化: 光伏晶硅切割行业为了降低切割损耗, 产出更多的硅片, “细线化”是永恒的主题。但因为高碳钢自身的杂质含量高, 目前碳钢金刚线母线已接近极限直径, 进一步细线化加工的过程中断丝严重, 使其

线径长时间停滞在 36 至 38mm，无法进一步细线化。（3）难以实现高效切割的稳定化：因为碳钢母线的强度不足，切割张力无法进一步提升，造成切割效率难以继续提升。同时高碳钢母线的杂质多，母线强度的均匀性不够，造成切割过程断丝率高，与高效高稳定化的切割的需求存在较大的差距。

随着光伏行业的快速发展，光伏行业切割用金刚线正朝着“五化”方向发展，“五化”即“细线化、快切化、省钱化、片厚均匀化、切割高稳定化”，光伏行业迫切希望找到一种新型金刚线母线材料来提升切割效率和提升硅片出片率。研究与实践表明：钨合金丝以其优越的性能很好地满足光伏行业硅片切割的发展要求，高强度钨丝正大量替代碳钢丝用作金刚线母线材料。与传统金刚线母线碳钢丝相比，高强度钨丝具有以下显著优势：（1）钨丝线径更细：钨丝直径可达 30 μ m 以下，且仍具备细线化空间，更细的线径可提升硅片出片率，同时可切出更薄的硅片，符合光伏行业硅片薄片化的发展趋势。（2）钨丝强度更高，38mm 以下钨丝抗拉强度超过 5800MPa，抗拉强度越高，切割速度更快，生产效率提升，切割出产品的良率更高。（3）钨丝的耐腐蚀性能优于碳钢，能降低金刚线的损耗。钨丝是替代碳钢丝用作金刚线母线的理想材料，将大大助力于我国光伏行业的快速发展和有效节约保护硅资源的合理利用。据测算，金刚线母线线径每减小 1mm，单刀切割节省 0.5%，预计能多切出约 25 片硅片，单片价格按 1.0 元测算，行业按每年可节省近 10 亿元。金刚线钨丝母线自 2021 年推向市场后，逐步替代碳钢丝母线，到 2024 年底钨丝母线的渗透率达到 40%，进入 2025 年钨丝母线加速替代碳钢母线，到 2025 年底，钨丝母线的渗透率达到 90%以上。

据市场调查仅光伏行业用金刚线母线 2021 年产量 9000 万公里。2023 年，光伏行业切割用金刚线母线年需求超过 1.2 亿公里。预计 2028 年，光伏行业切割用金刚线母线年需求达 3.0 亿公里左右，金刚线年产值将突破 100 亿元。

政策层面，国家多项政策部署为先进基础材料产业发展与标准体系建设提供了明确指引。2021 年 12 月，工业和信息化部、科学技术部、自然资源部联合发布《“十四五”原材料工业发展规划》，明确提出“重点发展高性能有色金属材料，完善先进基础材料标准体系，提升关键材料质量稳定性与供给能力”；2022 年 6 月，国家发展改革委、能源局发布《“十四五”可再生能源发展规划》，强调“推动光伏产业技术创新，提升硅片制备等关键环节工艺水平，降低生产成本”；2023 年 10 月，工业和信息化部发布《关于加快推进高端制造业标准化体系建设的指导意见》，要求“聚焦先进基础材料、高端零部件等领域，补齐标准短板，强化标准引领作用”；2024 年 3 月，国务院办公厅发布《关于推动新材料产业高质量发展的若干意见》，提出“完善新材料产品标准和测试评价体系，加强重点领域标准研制，提升产业规范化水平”。为实现 2030 年“碳达峰”和 2060 年“碳中和”，国家七部委（工信部、生态环境部、国家能源局、财政部、科技部等）都发文鼓励大力发展光伏太阳能发电、风力发电等清洁能源。基于我国是全球光伏产业第一大国，同时拥有丰富的钨资源，具备发展光伏用钨丝得天独厚的优势。但与市场快

速发展态势不相匹配的是，当前国内尚无针对光伏晶硅等材料切割的钨合金切割丝的国家标准，行业发展缺乏有效规范指引与标准化监督。市面上流通的钨合金切割丝产品在化学成分、力学性能、尺寸精度、表面质量等关键指标上缺乏统一要求，导致产品品质良莠不齐，不仅影响下游切割产品及终端产品的质量稳定性，还制约了我国光伏产业的高端化发展与国际综合竞争力提升。

综上，《钨合金切割丝》国家标准的建立显得尤为迫切。通过构建和完善先进基础材料标准体系，明确产品关键技术指标与质量要求，可为该类产品的研发、生产、检验与应用提供科学依据，有效规范市场秩序，提升产品质量稳定性，增强我国在全球光伏产业与先进材料领域的核心竞争力，最终支持钨产业、光伏产业及高端制造业健康可持续发展。

（三）主要参加单位和工作组成员及其所作的工作

3.1 起草单位情况

厦门虹鹭钨钼工业有限公司主要从事钨、钼等难熔金属的棒材、杆材、丝材、深加工制品等的研发与生产，产品广泛应用于电光源及电真空、半导体及电子技术、航空航天及汽车工业、工业窑炉、机械制造及焊接、3C 及医疗等多个领域。拥有年生产能力：粗钨丝 4000 吨，细钨丝 2000 亿米，粗钼丝 1500 吨，细钼丝 25 亿米，钨钼制品 1500 吨。作为标准起草的负责单位，在工作前期，对钨合金切割丝产品系列和现阶段国内外产品现状进行了充分的调研和梳理，制定了系统的研究方案。在标准制定过程中，负责项目的总体实施和策划，积极组织各参编单位收集并认真研究国内外相关技术标准资料，结合生产实际，充分调研和了解现场实际情况，收集实测数据，编制实测数据统计表，认真细致地修改标准文本。

在标准编制过程中，赣州虹飞钨钼材料有限公司、杨凌美畅新材料股份有限公司、江苏聚成金刚石科技股份有限公司、青岛高测科技股份有限公司、张家口原轼新型材料股份有限公司、长沙岱勒新材料科技股份有限公司、成都长城钨钼新材料有限责任公司、赣州海盛钨业股份有限公司、崇义章源钨业股份有限公司等参编单位积极响应，配合主编单位开展了现场调研与各类试验验证工作，为标准的科学制定提供了坚实的数据基础。

3.2 主要工作成员所负责的工作情况

本文件主要起草人：郭东红、魏宗兴、肖华军、叶铭海、吕晟、叶旋旋、方毅金、汤闵枫、谭华、汤瑾、蒋香草、刘文婷、柴朝晖等。

本文件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

| 起草人 | 工作职责 |
|------------|---------------------|
| 郭东红 | 负责标准中相关技术要求内容的编写 |
| 魏宗兴、刘文婷 | 负责标准中相关技术要求内容的审验及把关 |
| 郭东红、叶铭海，吕晟 | 负责试验方案确定，标准编写材料的收集 |

(续)

| 起草人 | 工作职责 |
|-----------------|--------------------------------------|
| 谭华、肖华军 | 负责标准的工作指导、标准的编写、试验方案确定及组织协调 |
| 方毅金、汤闵枫、叶旋旋、蒋香草 | 提供理论支撑，并对国内外钨合金切割丝相关标准对比提供支持 |
| 汤瑾、柴朝晖 | 提供第三方的检测服务，整理实验验证数据的积累和对比分析验证数据的对比分析 |

(四) 工作过程

4.1 预研阶段

2022年5月，厦门虹鹭钨钼工业有限公司成立行业标准编制小组，对国内钨合金切割丝的生产现状进行调研，了解国内钨合金切割丝的制备技术水平、检测及市场应用情况，开展现场试验验证，与企业技术人员、客户深入讨论标准的技术要求。根据调研情况，整理并编制形成了《钨合金切割丝》国家标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料。

4.2 立项阶段

1) 2022年11月，厦门虹鹭钨钼工业有限公司向全国有色金属标准化委员会提交《钨合金切割丝》的标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料，经全体委员会会议讨论同意《钨合金切割丝》国家标准立项，由有色金属标准委员会转报上级单位。

2) 2025年10月，国家标准委下达制订《钨合金切割丝》国家标准的任务，计划编号：20255006-T-610，项目周期为18个月，完成时间为2027年4月，技术归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。

4.3 起草阶段

本标准编制标准，在起草阶段进行了大量的数据收集，同时兼顾全国钨合金切割丝生产厂家的现状。

1) 2025年10月成立标准编制组，并明确了工作的职能和任务。

2) 2025年10月~2025年12月对钨合金切割丝使用状况进行了资料的收集和总结，并对相关的技术资料进行了对比分析。根据对钨合金切割丝的相关资料进行分析和总结，对产品化学成分、抗拉强度、线径等一系列相关问题逐一进行了重新核实，经修改，形成了《钨合金切割丝》的讨论稿。

3) 2026年1月20日由全国有色金属标准化技术委员会主持，在广东省珠海市召开了有色金属标准工作会议，来自赣州虹飞钨钼材料有限公司、青岛高测科技股份有限公司、张家口原轹新型材料股份有限公司、长沙岱勒新材料科技股份有限公司、成都长城钨钼新材料有限责任公司、赣州海盛钨业股份

有限公司、崇义章源钨业股份有限公司等多家单位专家对本标准进行了认真、细致的讨论，提出了修改意见及建议。标准编制组及时对讨论稿进行了修改，同时，编制组根据标准规定的性能要求及试验方法启动了验证工作。

二、标准编制原则

2.1 原则性

本着与时俱进、切合实际、合理利用资源、促进科技进步、促进产业升级与产品结构调整、满足市场需要和供需双方公平受益、获取最大社会综合效益的基本原则。标准的制定格式严格按照 GB/T 1.1《标准化工作导则第一部分：标准的结构与编写规则》的规定进行。

本标准在制定时主要遵守四大原则：

- (1) 积极对标国外先进标准；
- (2) 有利于促进技术进步，提高产品质量；
- (3) 有利于合理利用资源；
- (4) 符合用户要求,保护消费者利益,促进对外贸易。

2.2 合理性

当前国内外钨合金切割丝的生产单位有厦门虹鹭钨钼工业有限公司、赣州虹飞钨钼材料有限公司、杨凌美畅新材料股份有限公司、成都长城钨钼新材料有限责任公司、赣州海盛钨业股份有限公司等。市场上的钨合金切割丝主要由厦门虹鹭钨钼工业有限公司供应，国内各钨丝相关企业也有生产钨合金切割丝，但是国内各企业的产品标准和质量不一致，品质良莠不齐。制定《钨合金切割丝》国家标准，构建和完善先进基础材料、关键战略材料和先进有色金属材料等新材料标准体系，以支持钨产业、光伏产业及高端制造业良性健康发展。

2.3 先进性

通过本标准的制定，促使国内生产企业和相关行业的技术进步以及钨资源的充分利用起到积极作用。

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

本文件是新制定的国家标准。主要在对市场需求和国内钨合金切割丝的实际生产水平充分调研的基础上，对产品的分类、技术要求等内容进行了规定。

（二）标准内容确定的依据

1.分类

钨合金切割丝主要用于光伏晶硅、半导体材料、磁性材料、陶瓷材料等切割用。产品按表面状态分为黑钨丝（D）、白钨丝（E）和黄钨丝（Y）。

2.技术要求

2.1 化学成分

钨合金切割丝在使用过程中需要比较高的抗拉强度，添加稀土 La 元素的化合物可以细化钨晶粒、净化晶界，进行细晶强化，同时在钨合金切割丝的加工过程辅助进行第二相强化及形变强化，从而获得具有超高抗拉强度的钨丝。若稀土 La 元素的化合物添加量过少，无法有效细化钨晶粒及第二相增强，达不到大幅提升钨丝抗拉强度的需求。若稀土 La 元素的化合物添加量过多，深加工细线化的加工难度大幅增加，加工过程中容易造成劈裂断丝。结合各生产单位的实际经验，氧化镧的添加量控制在（0.5~1.1）wt%为佳。

化学成分是钨合金切割丝的关键技术指标，依据产品最终性能及客户应用需求场景，结合生产商、客户和分析检测单位等相关方的需求，确定化学成分标准。钨合金切割丝的化学成分应符合表 2 规定。

表2 化学成分

| 牌号 | | WLa0.7 | WLa1.0 | |
|----------------|--------|---|----------|--|
| 化学成分 (质量分数) | 主要成分 | W 含量 ^a | 余量 | |
| | | La ₂ O ₃ ^b | 0.5~0.85 | |
| | 杂质，不大于 | Fe | 0.0030 | |
| | | Al | 0.0030 | |
| | | Mo | 0.0050 | |
| | | Si | 0.0020 | |
| | | As | 0.0010 | |
| | | Ca | 0.0010 | |
| | | Cr | 0.0010 | |
| | | Mg | 0.0010 | |
| | | Mn | 0.0010 | |
| | | Ti | 0.0010 | |
| | | Co | 0.0010 | |
| | | V | 0.0010 | |
| | | Sb | 0.0005 | |
| Bi | 0.0005 | | | |

%

| 牌号 | | WLa0.7 | WLa1.0 |
|---|----|--------|--------|
| | Cd | 0.0005 | |
| | Pb | 0.0005 | |
| | Sn | 0.0005 | |
| 注： ^a W 的“余量”采用差减法计算所得。 ^b La ₂ O ₃ 的含量根据 La 元素的含量计算所得。 | | | |

2.2 尺寸

2.2.1 尺寸及其允许偏差

目前钨合金切割丝的主流规格有 120 μ m、100 μ m、60 μ m、30 μ m、26 μ m 等，结合实际的生产和使用情况，确定钨合金切割丝的产品尺寸及其允许偏差符合表 3 规定：

表3 尺寸及其允许偏差

| 直径 μ m | 直径偏差 μ m |
|-------------------|-----------------|
| $80 \leq d < 120$ | ± 1.0 |
| $60 \leq d < 80$ | ± 0.8 |
| $50 \leq d < 60$ | ± 0.6 |
| $15 \leq d < 50$ | ± 0.5 |

2.2.2 长度

产品的长度是切割稳定性和切割效率的重要指标，在 30 至 50 μ m 规格区间，本标准产品的最短长度是 120km 以上，而国内常规钨丝国标 GBT23272 的最短长度是 1km，国外常规钨丝 JIS H4461 的最短长度是 0.7km。根据长期的生产实践和客户的不同需求，确定主要线径最短长度要求如表 4 规定。

表4 最短长度

| 钨线直径 μ m | 最短长度 km |
|--|------------|
| $50 \leq d < 80$ | 50 |
| $30 \leq d < 50$ | 120 |
| $15 \leq d < 30$ | 180 |
| 注：产品长度在最短长度的基础上，以 5km 递增定尺。大于 80 μ m 或小于 15 μ m 最短长度由供需双方商议确定。 | |

2.3 抗拉强度

匹配实际切割应用的场景，抗拉强度是钨合金切割丝的关键性能指标。本产品在同一直径下的抗拉强度相比于常规钨丝大幅提升，以典型规格 35 μ m 为例，常规钨丝的抗拉强度在 3800MPa 左右，本标准所述产品的抗拉强度达到 6000MPa，是常规钨丝抗拉强度的 1.57 倍。

为了保障钨合金切割丝在应用时不发生断裂或变形等情况，需要保证钨合金切割丝的抗拉强度。根据长期的生产实践，产品的抗拉强度应符合表 5 规定：

表5 抗拉强度

| 直径 μm | 抗拉强度 MPa | 拉断力 N |
|-----------|-------------|----------|
| 100≤d≤120 | ≥4100 | ≥32.2 |
| 80≤d<100 | ≥4300 | ≥21.61 |
| 60≤d<80 | ≥4500 | ≥12.72 |
| 50≤d<60 | ≥5000 | ≥9.82 |
| 48≤d<50 | ≥5100 | ≥9.23 |
| 46≤d<48 | ≥5200 | ≥8.64 |
| 43≤d<46 | ≥5300 | ≥7.70 |
| 40≤d<43 | ≥5400 | ≥6.79 |
| 37≤d<40 | ≥5600 | ≥6.02 |
| 35≤d<37 | ≥5800 | ≥5.58 |
| 33≤d<35 | ≥5900 | ≥5.04 |
| 31≤d<33 | ≥6000 | ≥4.53 |
| 29≤d<31 | ≥6100 | ≥4.03 |
| 27≤d<29 | ≥6200 | ≥3.55 |
| 25≤d<27 | ≥6300 | ≥3.09 |
| 23≤d<25 | ≥6500 | ≥2.70 |
| 21≤d<23 | ≥6800 | ≥2.35 |
| 19≤d<21 | ≥6900 | ≥1.96 |
| 17≤d<19 | ≥7000 | ≥1.59 |
| 15≤d<17 | ≥7100 | ≥1.25 |

注：大于 120μm 或小于 15μm 最小抗拉强度由供需双方商议确定。

2.4 直线性

产品的直线性直接决定后续产品使用过程中的易用性，根据长期的生产实践和客户的不同需求，确定产品的直线性要求如下：取 500±10mm 钨丝，固定一端自然下垂，钨丝自然下垂的高度不少于 300mm。

2.5 自由圈经

产品的自由圈经影响后续产品使用过程中的易用性，根据长期的生产实践和客户的不同需求，确定产品的自由圈经要求如下：取 700±10mm 钨丝，手拿一端自然下垂，尾部与测试平面距离 200mm 高；松手自由落于平面，钢尺测量闭合圈径的最小直径。

2.5.1“D”或“E”型产品的自由圈径最小直径应不低于 45mm。

2.5.2“Y”型产品的自由圈径最小直径应不低于 40mm。

2.6 排线

钨合金切割丝的排线直接影响使用过程的放线效率，也会影响载荷过程的张力，严重的会引发断线。产品的排线应满足每盘钨丝复绕不宜太满；复绕排线紧密、整齐，不得压丝、堆丝、乱丝。

2.7 外观质量

钨合金切割丝的表面质量直接影响后续电镀金刚石后的镀层结合力，影响切割性能。根据长期的生产实践和客户的不同需求，确定产品的外观质量如下：

黑钨丝表面应光滑，呈均匀的黑色，不应有划痕、毛刺、沟槽、凹坑等不良缺陷。

白钨丝表面应光滑、干净，呈均匀的银灰色，具有金属光泽，不应有划痕、毛刺、沟槽、凹坑等不良缺陷。

黄钨丝表面应光滑、干净，呈均匀的黄铜色，具有金属光泽，不应有划痕、毛刺、鼓包、凹坑等不良缺陷。

（三）主要试验（或验证）情况分析

本文件经过了大量实物供应及数据验证，针对钨合金切割丝产品，按本标准规定的方法对主要技术指标进行验证。

1、化学成分

针对钨合金切割丝，按照本标准规定的方法：对表面进行处理，黑钨丝用 10%氢氧化钠碱煮清洗干净，无石墨残留；黄钨丝用 1:1 王水处理干净，无镀层残留；白钨丝无需处理。处理后钨合金切割丝中镧元素的化学成分分析方法参考附录 A 方法进行，其它杂质元素的化学成分分析方法按照 YS/T 559 的规定进行检验，对技术指标化学成分进行了验证，验证数据见表 6、表 7。

表6 WLa0.7 牌号钨合金切割丝化学成分验证表

| 检测项目 | 化学成分（质量分数） | | | |
|--------------------------------|------------|--------|--------|--------|
| | 技术标准 | 样品 1 | 样品 2 | 样品 3 |
| W 含量(差减法) | 余量 | 余量 | 余量 | 余量 |
| La ₂ O ₃ | 0.5~0.85 | 0.693 | 0.714 | 0.826 |
| Fe | ≤0.0030 | 0.0012 | 0.0015 | 0.0011 |
| Al | ≤0.0030 | 0.0008 | 0.0009 | 0.0007 |
| Mo | ≤0.0050 | 0.0021 | 0.0020 | 0.0020 |
| Si | ≤0.0020 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| As | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| Ca | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |

(续)

| 检测项目 | 化学成分（质量分数） | | | |
|------|------------|--------|--------|--------|
| | 技术标准 | 样品 1 | 样品 2 | 样品 3 |
| Cr | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| Mg | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| Mn | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| Ti | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| Co | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| V | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| Sb | ≤0.0005 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 |
| Bi | ≤0.0005 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Cd | ≤0.0005 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Pb | ≤0.0005 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Sn | ≤0.0005 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |

表7 WL1.0 牌号钨合金切割丝化学成分验证表

%

| 检测项目 | 化学成分（质量分数） | | | |
|--------------------------------|------------|--------|--------|--------|
| | 技术标准 | 技术标准 | 技术标准 | 技术标准 |
| W 含量(差减法) | 余量 | 余量 | 余量 | 余量 |
| La ₂ O ₃ | 0.85~1.1 | 0.891 | 0.883 | 0.882 |
| Fe | ≤0.0030 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0012 |
| Al | ≤0.0030 | 0.0007 | 0.0008 | 0.0009 |
| Mo | ≤0.0050 | 0.0020 | 0.0020 | 0.0021 |
| Si | ≤0.0020 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| As | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| Ca | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| Cr | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| Mg | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| Mn | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| Ti | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| Co | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| V | ≤0.0010 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| Sb | ≤0.0005 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 |
| Bi | ≤0.0005 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Cd | ≤0.0005 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Pb | ≤0.0005 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Sn | ≤0.0005 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |

按照标准草案中规定的方法进行检测，两种牌号对应的表 6 和表 7 内各元素的检测结果均符合标准草案的技术要求。

2 尺寸

2.1 尺寸及允许偏差

按照本文件规定的方法，对产品尺寸及偏差进行了验证，验证结果见表 8。

表8 尺寸和其允许偏差验证表

单位为微米

| 牌号 | 直径 | 直径公差 | |
|--------|-----|------|-------|
| | | 技术标准 | 实测值 |
| WLa0.7 | 100 | ±1.0 | -0.42 |
| WLa0.7 | 60 | ±0.8 | -0.37 |
| WLa0.7 | 30 | ±0.5 | -0.25 |
| WLa1.0 | 60 | ±0.8 | -0.45 |
| WLa1.0 | 28 | ±0.5 | +0.18 |
| WLa1.0 | 27 | ±0.5 | +0.32 |

按照标准草案中规定的方法进行检测，表 9 中各样品的直径及直径偏差结果均符合标准草案的技术要求。

2.2 长度

按照本文件规定的方法，对产品长度进行了验证，验证结果见表 9。

表9 产品长度验证表

| 牌号 | 直径 μm | 长度 Km | |
|--------|----------|----------|-----|
| | | 技术标准 | 实际值 |
| WLa0.7 | 70 | ≥50 | 65 |
| WLa0.7 | 60 | ≥50 | 70 |
| WLa0.7 | 30 | ≥120 | 185 |
| WLa1.0 | 60 | ≥50 | 95 |
| WLa1.0 | 28 | ≥180 | 395 |
| WLa1.0 | 27 | ≥180 | 395 |

按照标准草案中规定的，表 9 各样品的长度符合标准草案的技术要求。

3 抗拉强度

针对钨合金切割丝，按照本标准规定的方法，对产品抗拉强度和拉断力进行了验证，验证结果见表 10。

表10 钨合金切割丝拉伸性能验证表

| 牌号 | 规格 μm | 抗拉强度 MPa | | 拉断力 N | |
|--------|----------|-------------|------|----------|-------|
| | | 技术标准 | 检测值 | 技术标准 | 检测值 |
| WLa0.7 | 60 | ≥4500 | 4800 | ≥12.72 | 13.57 |
| WLa0.7 | 40 | ≥5400 | 5720 | ≥6.79 | 7.19 |
| WLa0.7 | 35 | ≥5800 | 6030 | ≥5.58 | 5.80 |
| WLa0.7 | 30 | ≥6100 | 6290 | ≥4.03 | 4.45 |
| WLa0.7 | 28 | ≥6200 | 6350 | ≥3.55 | 3.91 |
| WLa0.7 | 24 | ≥6500 | 6730 | ≥2.7 | 3.04 |
| WLa1.0 | 60 | ≥4500 | 4950 | ≥12.72 | 13.99 |
| WLa1.0 | 40 | ≥5400 | 5850 | ≥6.79 | 7.35 |
| WLa1.0 | 35 | ≥5800 | 6210 | ≥5.58 | 5.97 |
| WLa1.0 | 30 | ≥6100 | 6430 | ≥4.03 | 4.55 |
| WLa1.0 | 28 | ≥6200 | 6610 | ≥3.55 | 4.07 |
| WLa1.0 | 24 | ≥6500 | 6960 | ≥2.7 | 3.15 |

按照标准草案中规定的方法进行检测，表 10 中各样品的抗拉强度和拉断力检测结果均符合标准草案的技术要求。

4 直线性

按照本文件规定的方法，对产品的直线性进行了验证，验证结果见表 11。

表11 直线性验证表

| 牌号 | 产品 类型 | 产品规格 μm | 直线性 mm | |
|--------|----------|------------|-----------|-----|
| | | | 技术标准 | 检测值 |
| WLa0.7 | E | 100 | ≥300 | 490 |
| WLa0.7 | E | 60 | ≥300 | 480 |
| WLa0.7 | Y | 30 | ≥300 | 400 |
| WLa1.0 | E | 60 | ≥300 | 460 |
| WLa1.0 | Y | 28 | ≥300 | 475 |
| WLa1.0 | Y | 24 | ≥300 | 380 |

按照标准草案中规定的方法进行检测，表 11 中各样品的直线性检测结果均符合标准草案的技术要求。

5 自由圈径

按照本文件规定的方法，对产品自由圈径进行了验证，验证结果见表 12。

表12 自由圈径验证表

| 牌号 | 产品类型 | 规格 μm | 自由圈径 mm | |
|--------|------|----------|------------|-----|
| | | | 技术标准 | 检测值 |
| WLa0.7 | E | 100 | ≥45 | 90 |
| WLa0.7 | E | 60 | ≥45 | 80 |
| WLa0.7 | Y | 30 | ≥40 | 48 |
| WLa1.0 | E | 60 | ≥45 | 75 |
| WLa1.0 | Y | 28 | ≥40 | 65 |
| WLa1.0 | Y | 24 | ≥40 | 45 |

按照标准草案中规定的方法进行检测，表 12 中各样品的自由圈径检测结果均符合标准草案的技术要求。

6 验证分析结论

由表 6~表 12 测试结果的信息显示：产品的化学成分、尺寸及允许偏差、长度、抗拉强度、拉断力、直线性及自由圈径等检测结果稳定，满足本文件要求。本文件对产品主要技术参数的规定是合理可行的，同时产品主要技术参数的实测验证数据稳定，并有一定富余度及可提升空间，规定的产品技术要求科学合理，同时便于生产厂家调整。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益等情况

（一）项目的可行性简介

近几年来，随着钨钼行业加工水平的发展，以及生产厂家技术水平升级，钨合金切割丝已积累大量的产品技术条件参数、性能测试数据和应用数据，现制订《钨合金切割丝》的国家标准技术条件已成熟，具备充分的制订条件和恰当的制订时机。

（二）标准的先进性、创新性、标准实施后预期产生的经济效益和社会效益。

本文件根据我国情况首次制定，填补了国内钨加工行业的一项空白，其技术指标符合用户要求，先进合理。本文件在编制过程中进行了大量的数据收集和试验测试工作，同时兼顾了国内大部分钨合金切割丝生产厂家的现状。

通过文献检索，网上查询，国内外没有关于钨合金切割丝的相关国家标准。因此迫切需要制定该产品国家标准，对钨合金切割丝的生产供应作出规范。

（三）预期效益

本文件的制定，可及时解决钨合金切割丝产品无标准可依的现状。通过本文件的制定，可使我国钨合金切割丝的技术要求更加先进、合理。同时随着光伏及半导体等行业的快速发展，切割用金刚线正朝着“五化”方向发展，“五化”即“细线化、快切化、省线化、片厚均匀化、切割高稳定化”，金刚线切割行业获得一种新型金刚线母线材料来提升切割效率和提升切割片出片率。同时也逐步推动我国钨合金切割丝高质量发展，对促进我国钨合金切割丝生产应用的有序化和规范化将产生积极作用，构建和完善先进基础材料、关键战略材料和先进有色金属材料等新材料标准体系，以支持钨产业、光伏产业及高端制造业良性健康发展。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

经查，未发现相同类型的国际标准和国外先进标准。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性国家标准的协调配套情况

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准和强制性国家标准无冲突。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

暂无重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

鉴于本文件规定的钨合金切割丝，不涉及人身及设备安全的内容，其属产品标准，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、本次制订的《钨合金切割丝》国家标准，不仅与生产企业有关，而且与检测机构等相关。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

无。

十二、其他应予说明的事项

无

编制组

2026年5月8日