

行业标准《宽幅钼及钼合金靶材》

编制说明（送审稿）

一、工作简况

（一）任务来源

根据 2026 年 06 月 27 日，国家标准委关于下达《2026 年第六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〔2026〕40 号）的要求，国家标准《宽幅钼及钼合金靶材》修订项目由全国有色金属标准化技术委员会归口，计划编号：20263645-T-610，项目周期为 15 个月，由金堆城钼业股份有限公司牵头修订，该标准计划完成年限 2027 年 09 月底。

本项目核心定位为国内外首个专门针对宽幅钼及钼合金靶材而制定的专用国家标准，聚焦宽度 $\geq 1400\text{mm}$ 大尺寸宽幅钼及钼合金靶材产品，由全国有色金属标准化技术委员会

（SAC/TC243）归口管理，金堆城钼业股份有限公司作为牵头起草单位，承担标准调研、草案编制、试验验证、意见征集、文本修订及报批全流程工作。项目周期严格按照国家标准制定程序执行，确定为 15 个月，符合非快速程序、非修订类国家标准项目周期要求。标准编制全程遵循 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》，围绕宽幅大尺寸核心特征设计技术框架、确定指标参数，确保文本结构、编写格式、技术表述符合国家标准统一规范。

（二）背景

钼及钼合金靶材是电子信息、新能源、高端装备制造等国家战略性新兴产业领域不可或缺的关键溅射功能材料，而宽幅钼及钼合金靶材凭借大尺寸规格、微观组织高均匀性、材料结构高致密度等核心性能优势，成为支撑高世代平面显示、半导体先进封装、高效薄膜太阳能电池、柔性电子、高端医疗器械等重点产业发展的核心基础材料，其产品质量、性能指标直接决定下游薄膜器件的导电效率、结构稳定性及终端产品成品率。当前，我国战略性新兴产业高质量发展进程持续加快，钼深加工产业技术迭代与产业升级步伐不断提速，但宽幅钼及钼合金靶材领域始终存在专项国家标准空白，导致产业规范化发展、市场化公平交易、产业链协同配套均面临诸多制约，制定本项国家标准，具备极强的现实必要性、战略紧迫性与产业可行性。

2.1 下游战略产业规模化发展，高端关键材料自主可控诉求愈发迫切

近年来，我国高世代 LCD/OLED 显示面板、半导体先进封装、N 型高效光伏电池、柔性电子等重点产业实现规模化、跨越式发展，产业规模、技术水平持续迈向国际前列，带动宽幅钼及钼合金靶材市场需求呈持续爆发式增长态势，同时下游产业迭代升级对产品尺寸精度、化学成分纯度、晶粒均匀性、表面光洁度、内部致密度及内部缺陷管控等核心技术指标提出了愈发严苛的要求。长期以来，全球高端宽幅钼及钼合金靶材市场被国外少数行业龙头企业垄断，国产高端产品供给能力不足，进口产品存在采购成本高昂、供货周期冗长、技术服务滞后、供应链抗风险能力弱等问题，已成为制约我国电子信息、新能源等关键产业链供应链自主可控、安全稳定运行的突出短板。打破国外技术与产品垄断，加快推进高端宽幅钼

靶材国产化替代与规模化应用，已成为全行业发展的核心诉求，亟需制定专项国家标准统一产品质量要求，为下游高端产业高质量发展提供坚实的材料标准支撑。

2.2 国产技术与产业化能力突破，具备标准制定坚实实践基础

历经多年技术攻关与产业积累，我国难熔金属深加工领域实现关键性技术突破，以金钼股份为代表的国内钼行业骨干企业，依托自主研发与技术创新，先后攻克高纯钼原料精准精炼、大单重钼合金板坯均质化烧结、超大宽幅板材精密温控轧制、成品残余应力消除热处理、高精度机械加工与表面改性处理、内部缺陷超声无损检测等一系列行业共性关键核心技术，成功破解宽幅钼靶材大尺寸成型、高纯无缺陷制备、性能均匀可控等技术难题。目前，国内已建成多条智能化、规模化、专业化的宽幅钼及钼合金靶材生产线，产品幅宽、化学成分、物理性能、内部质量等核心指标均达到国际先进水平，可满足下游产业批量稳定供货需求，完全具备替代进口产品的技术实力与产能保障能力，为本项国家标准的制定提供了成熟的产业实践、可靠的技术参数、充分的试验数据支撑。

2.3 专项国家标准存在空白，行业规范化发展亟需标准引领

截至目前，国内外尚无针对宽幅钼及钼合金靶材的专项国家标准，行业内缺乏统一的产品分类与分型、技术性能要求、试验检测方法、质量检验规则以及包装、运输、贮存、标志等全流程标准化规范。各生产企业仅依据自身企业标准开展研发、生产与质量管控工作，导致行业内产品规格界定不统一、技术指标设置参差不齐、检测方法标准不兼容，产品质量无统一评判标尺，市场准入、质量验收无权威依据。下游应用企业面临产品选型难、质量验收难、过程管控难等问题，产品批次稳定性无法保障，直接降低下游镀膜工序生产效率与终端产品良率；同时引发行业内低价无序竞争、低端产能盲目扩张、高端产品技术价值无法体现等乱象，严重阻碍我国宽幅钼靶材产业向高端化、规范化、规模化、集约化发展，填补该领域国家标准空白已成为产业链上下游的共同诉求。

2.4 契合国家产业政策导向，落实标准化战略具体举措

国家高度重视关键战略材料、高端新材料产业发展及产业链标准体系建设，先后出台《“十四五”原材料工业发展规划》《标准提升引领原材料工业优化升级行动方案（2025—2027年）》《新材料标准领航行动计划》等一系列国家级政策文件，明确提出要加快推进高纯难熔金属、电子专用靶材等关键战略材料标准制修订，完善高端新材料标准体系，推动原材料工业由初级原料加工向精细化、高端化、绿色化深加工转型。制定《宽幅钼及钼合金靶材》国家标准，是深入贯彻落实国家标准化发展战略、推进原材料工业优化升级的具体实践，是推动我国钼产业结构调整、实现从钼资源大国向钼产业强国转变的重要支撑，完全契合国家新材料产业高质量发展的总体部署与政策导向。

2.5 对标国际先进标准体系，提升我国产业全球竞争力

随着全球电子信息、新能源产业一体化、全球化发展，宽幅钼靶材国际贸易往来、技术交流合作日趋频繁，国际市场对产品质量指标、性能要求、检测方法的规范化、统一化程度要求不断提高，国际贸易技术壁垒日益严苛。我国作为全球钼资源储量、生产、消费及贸易大国，推动钼深加工产品参与国际竞争、提升全球产业话语权，是产业高质量发展的必然趋势。制定本项国家标准，可充分对标 ISO、ASTM 等国际先进标准技术要求，结合我国产业发展实际优化指标体系、规范检测方法，实现国内标准与国际规则高效接轨，有效破除国际贸易技术壁垒；同时将我国自主先进的工艺技术、质量管控经验转化为标准优势，提升我国

宽幅钼靶材产品国际市场竞争力，推动国产高端钼靶材拓展国际市场，增强我国在全球钼靶材领域的标准话语权。

2.6 完善钼全产业链标准体系，推动上下游协同升级

我国钼产业链现行国家标准、行业标准，多集中于钼精矿、焙烧钼精矿、普通钼板材、钼丝等初级加工产品领域，针对高端深加工、特种专用型钼制品的标准严重缺失，产业链上下游标准衔接不畅、配套性不足问题突出。宽幅钼及钼合金靶材处于钼产业链高端末端、电子信息产业前端，是连接上游钼基础原料与下游高端应用产业的核心中间制品，制定本项国家标准，能够有效填补钼产业链高端制品标准空白，打通上游钼原料标准、中游加工制造标准与下游应用端质量标准的衔接壁垒，构建覆盖“钼原料开采—初级加工—高端制品制造—终端应用”全链条、层级清晰、协调配套的钼产业标准体系，引领产业链上下游协同创新、提质增效，助力我国钼产业整体迈向全球价值链中高端。

因此，制定《宽幅钼及钼合金靶材》国家标准，是填补国内外宽幅钼合金靶材标准空白、规范宽幅靶材产业发展、保障宽幅战略材料供应链安全、提升宽幅产品国际竞争力的必然选择，具有显著的产业价值与社会意义。

（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

3.1.1 主起草单位：

金堆城钼业股份有限公司（简称“金钼股份”）是全球钼行业内具有较强影响力的钼专业供应商，为国际钼协会执行理事单位、中国有色金属工业协会钼业分会会长单位，被中国矿业联合会授予“中国钼业之都”称号。金钼股份由金堆城钼业集团有限公司作为主发起人，联合太钢集团、中色（宁夏）东方集团及宝钢集团三家单位于 2007 年共同发起设立，并于 2008 年 4 月在上海证交所上市（股票代码：601958），是 A 股首家钼产业上市公司。公司注册资本 32.27 亿元。公司总部位于西安市高新区，主要生产经营基地分布在陕西（西安、渭南、华州）、河南汝阳、山东淄博、香港等地。主要生产钼冶金炉料、化学化工、金属加工三大系列二十多种品质优良各类钼产品，广泛应用于钢铁冶炼、石油化工、航空航天、国防军工、电子照明、生物医药等领域。金钼股份是亚洲最大的钼工业生产和科研基地，其在钼金属、钼化工系列产品产销量和市场份额均在国内同行业中居于首位。拥有国内目前唯一一所专业从事钼及相关难熔金属研发的国家级企业技术中心，省级钼材料工程技术研究中心，国家人事部批准设立的博士后科研工作站。主办中国钼行业唯一科技期刊《中国钼业》。在钼金属深加工领域，特别是钼靶材领域，金钼股份凭借其强大的资源背景和钼加工基础，在高世代平面显示、半导体先进封装、高效薄膜太阳能电池、柔性电子、高端医疗器械等重点产业发展的核心基础材料领域具备深厚的研发和生产能力，并将其作为公司向钼产业链高端延伸、提升产品附加值的重要方向之一。

3.1.2 参与单位：

根据任务落实会，确定参与本标准修订的单位有：有色金属技术经济研究院有限责任公司、福建阿石创新材料股份有限公司、宁波江丰电子材料股份有限公司、安泰天龙钨钼科技有限公司、丰联科光电（洛阳）股份有限公司、河北星耀新材料科技有限公司、西安西电高压瓷有限责任公司等。

3.1.2.1 福建阿石创新材料股份有限公司：福建阿石创新材料股份有限公司（股票代码300706）成立于2002年，是专业从事PVD镀膜材料研发生产的国家高新技术企业，自主开发200多款新材料，产品解决了集成电路、新型显示产业等光电产业上游基础材料长期依赖进口的瓶颈问题，在“光、屏、芯、能”等四大行业应用领域树立了良好“阿石创”品牌形象。公司在海峡两岸布局建设了5个先进材料制造基地，具备铝、钼、铜、ITO、合金等各类高端溅射靶材

规模化生产能力,其中钼靶材全球市占率第一,具有显著的社会影响力,是国家制造业单项冠军企业、工信部专精特新“小巨人”企业、国家级绿色工厂。

3.1.2.2 宁波江丰电子材料股份有限公司: 宁波江丰电子材料股份有限公司成立于 2005 年,坐落于浙江宁波,是由海外归国专家团队创立的国家级高新技术企业,也是国内半导体超高纯金属材料领域的标杆企业。2017 年 6 月,公司在深圳证券交易所成功上市,股票代码 300666,凭借硬核技术实力,打破了国外长期的行业垄断,实现半导体关键材料的国产化突破。公司核心主营超大规模集成电路制造所需的超高纯金属材料及溅射靶材的研发、生产与销售,核心产品涵盖铝、钛、钽、铜、钨全系列溅射靶材,适配 5nm、3nm 等先进芯片制造工艺,广泛应用于集成电路、平板显示、光伏、半导体器件等多个高端领域。除此之外,公司拓展半导体精密零部件业务,涵盖静电吸盘、硅电极等四万余种产品,覆盖刻蚀、沉积核心设备,构筑企业第二增长曲线。深耕行业二十余年,江丰电子坚持自主创新,深耕半导体材料国产化赛道,多次承担国家重大科研专项,攻克多项超高纯金属提纯、精密加工核心技术,填补了国内相关领域的技术空白。公司拥有完善的研发体系与专业技术团队,手握多项核心专利,技术水平稳居国内领先、国际先进行列。目前,公司产品已成功进入全球高端供应链体系,是台积电、中芯国际等国内外顶尖半导体企业的核心供应商,靶材出货量位居全球前列。作为制造业单项冠军企业,江丰电子始终坚守产业报国初心,持续深耕半导体关键材料领域,稳步推进技术迭代与产能升级,全力助力我国半导体产业自主可控、高质量发展。

3.1.2.3 安泰天龙钨钼科技有限公司: 安泰天龙钨钼科技有限公司是央企“中国钢研科技集团”旗下主力上市公司“安泰科技股份有限公司”(股票代码 000969)的全资子公司,为全球高端客户提供先进金属材料、制品及解决方案,是中国钨钼材料精深加工领域的领军企业。安泰天龙研发、制造的钨、钼、钽、铌、铪等高性能难熔金属材料及制品广泛应用于医疗、半导体及泛半导体等各种领域,公司致力于发展为受人尊敬、世界一流的先进难熔材料和高纯制品制造商及解决方案提供者。

3.1.2.4 丰联科光电(洛阳)股份有限公司: 丰联科光电(洛阳)股份有限公司创立于 2001 年,为创业板上市公司隆华科技(股票代码:300263)旗下全资子公司,国家级高新技术企业。公司产品聚焦新型半导体显示、半导体集成电路、核工业、医疗 CT/RT、蓝宝石、红宝石以及金刚石等国家重点领域应用的新材料,积极拓展高端电子信息溅射靶材、高性能钨钼难熔合金材料等关键金属材料的应用开发和产业化。成功开发出高纯钼及钼合金靶材、钨合金靶材、高纯钨及钨合金靶材、钼铌合金、钨铌合金、高性能钨丝绳、高精度钨钼加工件等高科技产品。

公司钼靶材、钨合金靶材以及钼制品主要客户包括京东方、TCL 华星、天马微电子、维信诺、台湾群创、韩国 LGD、厦钨集团、隆基绿能、京运通等众多知名企业或上市公司。

3.1.2.5 河北星耀新材料科技有限公司: 河北星耀新材料科技有限公司成立于 2013 年 3 月 26 日,公司注册资本 1 亿元,实缴资本 10000 万元,主导产品钨、钼合金材料,主要为高端装备制造领域提供优质产品。公司深耕稀有稀土金属压延加工领域 13 年,凭借扎实的技术积累与规范的经营管理,先后荣获省绿色工厂、省技术创新中心、高新技术等多项荣誉称号。公司长期聚焦于钨、钼等高纯难熔金属及其复合材料的深度开发与工程化应用,持续突破“卡脖子”技术瓶颈,构建起覆盖材料制备、精密加工到终端部件集成的全链条自主可控能力,为半导体、新能源、航空航天、核能等战略性新兴产业提供不可或缺的关键基础材料。

3.2 主要工作成员所负责的工作情况

标准主编单位金堆城钼业股份有限公司作为国内宽幅钼金属加工龙头企业,拥有宽幅宽幅钼及钼合金靶材完整研发、生产、检测体系,承担本标准宽幅核心技术指标编制、宽幅工艺数据收集、宽幅产品试验验证、宽幅专属检测方法确定等核心工作。具体分工包括:国内外宽幅靶材产业与标准调研、宽幅大尺寸生产工艺与产品数据收集、标准草案宽幅章节起草、宽幅核心技术指标试验验证、征求意见发放与汇总、标准文本修订、报批材料编制等。

福建阿石创新材料股份有限公司、宁波江丰电子材料股份有限公司、安泰天龙钨钼科技有限公司、丰联科光电（洛阳）股份有限公司、河北星耀新材料科技有限公司等单位积极参与标准调研工作，配合主编单位开展大量的现场调研、各种试验工作，为本标准提供国内外客户意见反馈和真实有效的基础数据。

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

起草人	主要工作
刘宏亮、王郭亮、白智辉、白蒙、李婵婵、李想、刘延波	全程主导标准立项、调研、草案编制、试验验证全流程工作，积极组织行业调研、意见征集，提供高质量的试验数据和技术方案，是标准制定的核心推进主体。 全程指导标准立项、草案审查、意见征集、报批全流程工作，提供标准化专业指导，协助组织行业专家评审，保障标准制定的合规性和专业性。
林志河、姚力军、王广达、张雪凤、钟铭、叶开满、廖培君、王福明、郭雅俊、陈钦忠、王星伟	积极参与标准前期调研、草案编制、试验验证工作，配合提供企业生产数据和试验样品，积极反馈行业意见，提供技术建议和试验验证数据，保障标准技术指标的先进性和合理性。

（四）工作过程

4.1 主要工作过程

本标准编制严格遵循国家标准制定程序，围绕宽幅大尺寸核心特征，分为立项筹备、草案起草、宽幅试验验证、征求意见、技术审查、报批准备六个阶段，全程历时 18 个月。

4.2 立项阶段

开展宽幅靶材全产业链调研，梳理宽幅钼及钼合金靶材大尺寸生产工艺、宽幅产品规格、下游大尺寸应用需求、国内外宽幅钼合金标准现状，明确标准宽幅专属定位与核心技术框架；编制立项材料，依据调研结果，完成《国家标准项目建议书》《国家标准项目申报书》编制，重点突出宽幅靶材标准制定的目的、范围、宽幅核心技术内容、必要性与可行性，通过全国有色金属标准化技术委员会初审；立项批复，经国家标准化管理委员会审核，正式批准本宽幅靶材标准立项，确定项目周期与起草单位。

4.3 起草阶段

1) 组建起草工作组：由金堆城钼业股份有限公司宽幅钼合金技术研发、大尺寸生产工艺、宽幅产品质量检测、标准化专业人员组成工作组，明确宽幅指标分工与时间节点；

2) 确定标准框架：依据 GB/T1.1-2020 要求，确定标准包含宽幅范围、规范性引用文件、宽幅产品分类标记、宽幅专属技术要求、宽幅试验方法、宽幅产品检验规则、宽幅产品标志包装运输贮存、订货单内容等章节。

3) 起草标准草案：结合宽幅靶材生产实测数据、下游大尺寸用户需求、现行相关国标，完成标准草案初稿编制，重点确定宽幅尺寸偏差、宽幅全板面检测、大面积焊接质量等宽幅核心指标。

4) 起草单位依托宽幅钼及钼合金靶材生产线，对标准草案中宽幅尺寸偏差、宽幅全板面超声检测、大面积焊接质量、宽幅表面质量等宽幅专属核心指标开展多批次、全覆盖试验验证，累计验证宽幅样品 50 余批次，验证数据均满足标准宽幅指标要求，确保宽幅技术内容可实现、可检测、可验收。

5) 2026 年 4 月，编制组对相关资料进行了收集和总结，并对相关的技术资料进行了

对比分析，进一步完善标准草案，起草编制说明，形成讨论会议资料。

6) 第一次标准工作会：2026 年 5 月 19 日~22 日，由全国有色金属标准化技术委员会主持，在湖南省衡阳市召开了有色金属标准工作会议，来自金堆城钼业股份有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、西部鑫兴稀贵金属有限公司、洛阳栾川钼业集团股份有限公司、紫金矿业集团有限公司、矿冶集团有限公司等多家单位专家对本标准（讨论稿）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，形成《宽幅钼及钼合金靶材》（预审稿），编制组根据预审稿规定的性能要求及试验方法启动了验证工作。

4.4 征求意见阶段

1) 2026 年 6 月底，根据验证结果，由有色标委会稀有分会召开线上会议，参编单位专家对本标准（预审稿）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，形成《宽幅钼及钼合金靶材》（征求意见稿），并挂网进一步征求意见。

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。

2) 2026 年 7 月，本文件编制组依据会上对征求意见稿提出的意见和建议，对征求意见稿进行了修改和完善。征求意见阶段，共发送国际标准标准《宽幅钼及钼合金靶材》（征求意见稿）的单位 18 个，收到回函的单位 18 个，回函并有建议或意见的单位 14 个，回函无意见的单位 4 个，无回函的单位 0 个，详见征求意见稿意见汇总处理表。征求意见范围广泛且具代表性，编制组根据意见对征求意见稿进行修改完善，于 2026 年 7 月底旬形成了国际标准《宽幅钼及钼合金靶材》的送审稿。

4.5 审查阶段

4.5.1 标准技术专家审查会议

2026 年 8 月 12 日~15 日，全国有色金属标准化技术委员会在内蒙古自治区包头市组织召开了国家标准《宽幅钼及钼合金靶材》审定会议，来自中国有色金属工业标准计量质量研究所成都虹波实业股份有限公司、厦门虹鹭钨钼工业有限公司、安泰天龙钨钼科技有限公司、西安瑞福莱钨钼有限公司等 家单位的 专家对国家标准《宽幅钼及钼合金靶材》（送审稿）进行了认真讨论。与会专家对标准编制说明、送审稿、意见汇总处理表等进行了认真讨论，达成一致意见，通过了该标准的审查。

4.5.2 委员审查会议

4.6 报批阶段

二、标准编制原则

1. 合规性原则

严格执行 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》，标准结构、术语、符号、格式、表述方式完全符合国家标准统一要求，无违规编写内容。

2. 科学性原则

宽幅核心技术指标基于宽幅大尺寸生产工艺实测数据、下游大尺寸应用需求、材料性能理论分析确定，宽幅专属试验方法引用现行有效国家标准，检测流程科学严谨，数据结果权威可比。

3. 宽幅适配性原则

所有技术内容围绕宽幅 $\geq 1400\text{mm}$ 大尺寸特征设计,尺寸偏差、检测方法、焊接质量、表面质量均适配宽幅大尺寸成型、加工、使用特性,区别于常规小尺寸靶材标准。

4. 实用性原则

标准内容聚焦宽幅钼及钼合金靶材生产、检验、交货、验收全流程,宽幅专属条款可直接落地执行,兼顾宽幅生产企业工艺能力与使用方大尺寸质量要求,具备极强的可操作性。

5. 协调性原则

与 GB/T191、GB/T1031、GB/T3850、GB/T4325、GB/T3876 等现行钼及钼合金相关国家标准协调统一,无技术冲突、无指标矛盾,融入有色金属宽幅材料标准体系。

6. 引领性原则

宽幅指标设定对标国际高端宽幅钼及钼合金靶材产品水平,兼顾国内宽幅产业技术现状与升级方向,推动行业宽幅化、大型化技术创新,助力国产化替代与国际竞争。

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) 范围

1.适用产品:宽度不小于 1400mm 的机加工态 Mo1 纯钼、MoNb 钼铌合金、MoTi 钼钛合金宽幅溅射靶材;厚度区间 $5\text{mm}\sim 20\text{mm}$,幅宽 $1400\text{mm}\sim 1850\text{mm}$,长度分级 $<2000\text{mm}$ 、 $2000\sim 4000\text{mm}$ 、 $4000\sim 8000\text{mm}$ 、 $\geq 8000\text{mm}$ 规格供需协商。

2.适用场景:高世代平面显示板、TFT、触摸屏、航空航天结构件、植入式医疗器械薄膜沉积;

3.确定依据:国内宽幅轧制设备最大加工幅宽 1850mm ,下游高世代面板主流需求幅宽 $\geq 1400\text{mm}$;厚度 20mm 以上产品无法实现超长尺寸轧制,故限定厚度区间;仅三类合金实现宽幅量产,钼钨、钼钽等合金暂无规模化宽幅产品,暂不纳入。

(二) 规范性引用文件

本章节全部引用现行有效国家标准、有色金属行业标准,覆盖化学分析、尺寸测量、密度、粗糙度、平面度、金相、超声绑定检测、包装标识全流程,所有检测方法均直接采用成熟通用标准,避免自创检测方法造成行业检测分歧。引用清单:GB/T191、GB/T1031、GB/T1804、GB/T3850、GB/T3876、GB/T4325(所有部分)、GB/T11337、GB/T41080、YS/T837。

(二) 产品分类与标记确定依据

1.产品材料分类

本标准将宽幅钼及钼合金靶材分为钼靶、钼铌合金靶(MoNb)、钼钛合金靶(MoTi),三类产品为当前宽幅溅射靶材唯一成熟量产体系,其他钼基合金(如钼钽、钼钨)尚未实现宽幅化批量生产,暂不纳入标准;钼靶、钼铌靶、钼钛合金靶分别适配大尺寸电子显示、宽幅航空航天结构件核心领域,是宽幅靶材市场主流产品,验证数据证明三类材料宽幅轧制、绑定工艺稳定,成分均匀无明显偏析。

2.交货状态分类

标准规定宽幅靶材交货状态为宽幅成品状态,经大尺寸精密机加工后交货。

3.宽幅规格划分

标准以宽幅为核心,按厚度、宽度、长度分级划分规格,宽幅核心参数:宽度: $1400\sim 1850\text{mm}$;长度: $<2000\text{mm}$ 、 $2000\sim 8000\text{mm}$ 、 $\geq 8000\text{mm}$;厚度: $5\sim 10\text{mm}$ 、 $\geq 10\sim 20\text{mm}$ 。

宽幅设备能力：国内宽幅钼合金轧制设备最大幅宽 2000mm，大尺寸机加工设备最大加工幅宽 1850mm，规格匹配宽幅生产设备极限；下游大尺寸显示面板、宽幅航空结构件主流尺寸覆盖上述区间，规格贴合宽幅实际使用需求。

（三）确定标准主要内容的论据

本标准核心技术内容全部围绕宽幅大尺寸特征设计，包括宽幅化学成分、宽幅尺寸允许偏差、宽幅产品密度、宽幅表面粗糙度、宽幅产品力学性能、宽幅全板面超声检测、宽幅表面质量、宽幅大面积焊接质量八大宽幅专属指标，所有指标均基于宽幅工艺能力、大尺寸应用需求、宽幅试验验证确定。

1 化学成分

（1）对于宽幅钼及钼合金靶材的主合金成分指标，本标准规定纯钼 Mo1 中钼含量不低于 99.97%，MoNb 合金钼含量控制在 10%±1，MoTi 合金钛含量区间为 30%~40%，两类合金基体均以钼为余量组分。其中 Mo1、MoNb 靶采用轧制工艺制备，MoTi 靶采用热压烧结工艺制备；结合各自成型工艺特性设定的成分区间，经多批次宽幅产品验证，靶材整体成分均匀、无明显偏析，可稳定保障溅射镀膜均匀性，同时适配航空航天、医疗器械宽幅结构件的力学性能使用需求。

（2）关于杂质元素含量的确定，标准严格限定 C、O、N、Fe、Cr、Cu、Si、Mg、Al、Ca、Ni、K 等杂质上限，其中 Mo1 中 C≤0.0050%、O≤0.0050%、N≤0.0030%；MoNb 合金 C≤0.0100%、O≤0.0800%、N≤0.0050%；MoTi 合金 C≤0.0100%、O≤0.1500%、N≤0.0050%，其余杂质均设严格限值。

宽幅确定依据：宽幅大尺寸靶材溅射成膜面积大，杂质元素会导致宽幅成膜出现气孔、裂纹、导电率下降，需严格控制杂质，宽幅生产企业可实现杂质控制达标。

产品化学成分、杂质元素含量应符合表 2 的规定。

表 2 化学成分

%（质量分数）

化学成分		牌号		
		Mo1	MoNb	MoTi
Mo，不小于		99.97	余量	余量
合金元素含量（Nb、Ti）		—	10±1	30~40
杂质含量， 不大于	Fe	0.0050	0.0100	0.0100
	Cr	0.0020	0.0050	0.0100
	Cu	0.0020	0.0050	0.0050
	Si	0.0050	0.0050	0.0050
	Mg	0.0020	0.0020	0.0030
	Al	0.0020	0.0050	0.0050
	Ca	0.0020	0.0020	0.0020
	Ni	0.0020	0.0050	0.0100
	K	0.0030	0.0020	0.0020

	Zr	0.0003	0.0010	0.0010
	P	0.0005	0.0010	0.0010
	Mn	0.0020	0.0020	0.0020
	Zn	0.0020	0.0020	0.0020
	Co	0.0020	0.0020	0.0020
	C	0.0050	0.0100	0.0100
	O	0.0050	0.0800	0.1500
	N	0.0030	0.0050	0.0050
注 1：杂质元素含量不含 C、O、N 等气体元素。 注 2：Mo1 含量为 100%减去表中所列杂质总和的余量(C、O、N 等气体元素除外)。				

2 宽幅尺寸及其允许偏差

标准分宽幅轧制态、宽幅机加工态分别规定厚度、宽幅宽度、大长度允许偏差，宽幅机加工态偏差严于宽幅轧制态。宽幅轧制态为塑性成型，尺寸精度低于大尺寸精密机加工，偏差按宽幅轧制工艺能力确定；宽幅机加工态采用数控大尺寸加工，精度更高，偏差按宽幅机加工工艺极限确定；厚度越小，宽幅尺寸偏差控制越严格，符合宽幅金属板材加工规律；长度越长，宽幅尺寸偏差越大，按大尺寸板材加工特性确定；偏差值匹配下游大尺寸显示、宽幅航空航天企业装配精度要求，避免因宽幅尺寸超差导致无法使用。

产品的宽幅轧制态、宽幅机加态尺寸及允许偏差应符合表 3 规定。

表 3 厚度、宽度和长度允许偏差

mm

厚度规格及允许偏差		宽度规格及允许偏差	长度规格及允许偏差			
			1400~1850	<2000	2000~4000	4000~8000
5~10	±0.20	±0.2	±0.5	±1.0	±2.0	—
>10~20	±0.20	±0.5	±1.0	±1.5	±2.0	—
注 1：—表示由供需双方协商确定。						
注 2：未注公差尺寸应符合 GB/T1804-m 级的规定。如有特殊要求，以双方约定为准。						

如有特殊要求，以双方约定为准。

3 宽幅产品密度

密度是衡量宽幅热压烧结靶材致密度的核心指标,高密度宽幅靶材可避免宽幅溅射过程中掉粉、成膜不均匀，宽幅生产工艺可稳定实现上述密度指标。Mo1 宽幅产品密度≥10.15g/cm³；MoNb 宽幅产品密度≥9.6g/cm³；MoTi 宽幅产品密度≥6.8g/cm³。

4 宽幅产品表面粗糙度确定依据

靶材表面的粗糙度影响靶材溅射起弧的难易程度及靶材溅射后薄膜的均匀性；粗糙度过高，溅射靶面会产生“打火”现象，薄膜中微粒迅速增加，造成薄膜不均匀，附着力性能差，导致溅射薄膜失效。因此，钼及钼合金靶材表面粗糙度应符合图纸要求，图纸无要求时产品溅射面及背板表面粗糙度均不大于 Ra1.6μm。需方如有特殊要求时，由供需双方商定。

5 宽幅产品力学性能确定依据

标准规定宽幅产品力学性能为协商项目，客户要求并在合同注明时检测，包括室温拉伸性能、硬度、弯曲性能、杯突等。宽幅电子显示领域无需检测力学性能，宽幅航空航天、医疗器械领域需专项检测，按宽幅用户需求检测兼顾经济性与实用性。

6 宽幅绑定质量及靶坯内部缺陷确定依据

标准规定钼及钼合金靶材需与背板焊接为整体进行使用。钼及钼合金靶材与背板的焊接方法为金属钎焊，若采用其他钎焊/扩散焊接工艺，全部绑定指标、检测要求由供需双方在订货单中单独约定；靶材绑定面与背板结合面积占总有效面积比例 $\geq 95\%$ ；单个未焊接区域面积不超过总面积的 1%，且单个未焊接区域面积不超过 50cm²。需方如有特殊要求时，由供需双方商定，并在订货单中注明。

标准规定钼及钼合金靶坯内部不允许有直径超过 0.5mm 的缺陷。需方如有特殊要求时，由供需双方商定，并在订货单中注明。

7 宽幅产品表面质量确定依据

表面光滑，无可视黑皮、黑点、黑坑、辊印，无掉角，宽幅边部齐整无裂口、无镰刀弯、瓢曲。宽幅机加工态为成品宽幅表面，直接用于宽幅溅射/大面积绑定，表面缺陷会导致宽幅成膜失效、大面积焊接不良，需严格控制。

（四）宽幅产品试验方法确定依据

本标准所有宽幅产品试验方法均直接引用现行有效国家标准，适配宽幅检测需求；引用国标方法适配宽幅检测，权威、统一、可比，避免宽幅检测方法差异导致结果争议。

GB/T191 包装储运图示标志

GB/T1031 表面粗糙度参数及其数值

GB/T1804 一般公差未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T3850 致密烧结金属材料与硬质合金 密度测定方法

GB/T3876 钼及钼合金板材

GB/T4325 钼化学分析方法(所有部分)

GB/T11337 平面度误差检测

GB/T41080 钼及钼合金金相检验方法

YS/T837 溅射靶材-背板结合质量超声波检验方法

（五）宽幅产品检验规则确定依据

1 宽幅产品组批规则

每批由同一原料、宽幅规格、宽幅制造方法、状态、同一生产周期的产品组成，批量由供需协商。宽幅金属材料通用组批规则，保证批次宽幅产品质量均匀一致。

2 宽幅产品取样规则

取样位置、数量兼顾宽幅产品代表性与经济性，避免浪费宽幅原材料，检测结果可反映宽幅产品真实质量。化学成分，宽幅加工余料取样，留备样；密度，每张宽幅板材余料取样，重量 $\geq 10\text{g}$ ；晶粒尺寸，每张宽幅板材余料取样；尺寸、表面粗糙度、表面质量、平面度、绑定质量及超声检测，逐件宽幅检测；力学性能：协商取样。

3 宽幅产品判定与复检规则

符合宽幅工业产品检验通用规则，兼顾宽幅生产方与使用方权益。化学成分、密度、晶粒尺寸不合格，允许加倍取样复检，复检仍不合格判批不合格；尺寸、表面粗糙度、平面度、绑定质量及超声检测不合格，判宽幅单件不合格。

(六) 宽幅产品标志、包装、运输、贮存确定依据

1 宽幅产品标志

便于宽幅产品追溯、验收、管理。产品标记打印宽幅类别、状态、宽幅规格、批号；包装标志按 GB/T191 执行。

2 宽幅产品包装、运输、贮存

宽幅钼及钼合金靶材为大尺寸、易损伤、易氧化产品，包装运输贮存要求匹配宽幅产品特性。包装，宽幅单片装，采用珍珠棉、铝合金箱防护，双层真空包装；运输，宽幅产品防潮、防酸碱、防磕碰；贮存，宽幅产品贮存室内干燥、通风、无酸碱气氛。

(七) 宽幅产品试验验证分析

为确保标准宽幅技术指标科学、可行、可实现，起草单位依托金堆城钼业股份有限公司宽幅钼及钼合金靶材生产线，开展全宽幅项目、多宽幅批次、全覆盖试验验证，验证方案、过程、结果如下：

(1) 宽幅验证方案

验证样品：选取 Mo1、MoNb、MoTi 三类靶材，不同尺寸规格样品 50 批次，单重均 $\geq 200\text{kg}$ ，覆盖标准所有宽幅规格区间；

验证项目：宽幅化学成分、宽幅尺寸偏差、宽幅产品密度、宽幅产品晶粒尺寸、宽幅表面粗糙度、宽幅绑定质量 6 项宽幅核心指标；

验证设备：电感耦合等离子体发射光谱仪、密度测试仪、粗糙度仪、宽幅超声探伤仪、大尺寸数控尺寸测量仪等；

验证依据：标准草案及引用的国家标准方法；

验证判定：检测结果符合标准宽幅指标要求，即为验证合格。

(2) 宽幅验证结果

1、起草组联合各参编单位开展全系列宽幅靶材随机取样检测，同步对照国内外客户订单技术要求完成全项目验证。化学成分中不含 C、O、N 的金属杂质检测结果 100%满足本标准宽幅指标，完全契合国内外客户验收要求，对应杂质指标设定科学合理。验证过程中发现，有一家单位的 MoNb、MoTi 样品气体元素氮含量超出 $N \leq 0.0050\%$ 限值：氮超标易在材料内部形成 Mo-N、Nb-N 硬质氮化物颗粒，宽幅大面积溅射过程中会持续诱发靶面打火起弧，造成薄膜电阻波动、刻蚀均匀性下降，大幅降低显示、医疗器件成品良率。综合下游高端应用严苛需求与行业稳定量产数据，参考 YS/T 1729-2025 等行业标准， $N \leq 0.0050\%$ 的管控限值具备充分技术必要性，不建议放宽标准要求，相关企业可通过高纯原料筛选、优化烧结脱氮、均质热处理等工艺调整，稳定达到指标要求。由于 W 为 Mo 原生矿的伴生元素，且 W 和 Mo 为无限固溶同族元素，在湿法冶金工艺阶段和粉末冶金工艺阶段难以降低或去除，且在溅射过程和使用中无不良反应，所以本标准中 W 元素含量不计入钼杂质元素。

表 5 Mo1 靶的化学成分

%(质量分数)

元素		随机抽样数量									
		本文件	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组
Mo		99.7	99.99	99.99	99.99	99.7	99.7	99.7	99.7	99.95	99.95
杂质元素	C	0.0050	0.0012	0.002	<0.001	0.0014	0.0013	0.0012	0.0014	0.0019	0.0025
	O	0.0050	0.0018	0.0018	0.0011	0.0030	0.0030	0.0022	0.0026	0.0015	0.0020
	N	0.0030	0.0007	<0.0005	<0.0005	0.0007	0.0007	<0.0005	<0.0005	0.00120	0.00080
	Fe	0.0050	0.000271	0.001473	0.001002	0.0010	0.00087	0.0013	0.0010	0.00430	0.00360
	Cr	0.0020	0.000326	0.001599	0.00044	0.00032	0.00026	<0.0008	<0.0008	0.0009	0.0016
	Cu	0.0020	0.0000076	0.000036	0.0000076	0.000022	0.000011	<0.0005	<0.0005	0.00001	0.00003
	Si	0.0050	0.000136	0.000707	0.000526	0.000087	0.000098	<0.0010	<0.0010	0.00052	0.00142
	Mg	0.0020	0.000014	0.000098	<0.000001	0.000007	0.000008	<0.0002	<0.0002	0.00017	0.00008
	Al	0.0020	0.0000083	0.000029	0.000017	0.000091	0.000097	<0.0010	<0.0010	0.00005	0.0002
	Ca	0.0020	0.000011	0.000038	0.000013	0.000046	0.000048	<0.0004	<0.0004	0.0001	0.00066
	Ni	0.0020	0.000112	0.001079	0.000445	0.00051	0.00036	<0.0008	<0.0008	0.00139	0.00159
	K	0.0030	0.000246	0.000794	0.000507	0.0009	0.0009	0.0019	0.0016	0.00184	0.00223

表 6 MoNb 合金靶的化学成分

%(质量分数)

元素		随机抽样数量									
		本文件	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组
Mo		余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量
合金元素	Nb	10±1	/	/	9.89	9.91	9.96	9.93	9.74	9.70	9.72
杂质元素	C	0.0100	0.003	< 0.001	0.0093	0.0092	0.0092	0.0096	0.00385	0.00382	0.00417
	O	0.0800	0.070	0.065	0.0702	0.0723	0.0711	0.0695	0.0462	0.0547	0.0273
	N	0.0050	0.0060	0.0017	0.0042	0.0047	0.0050	0.0044	0.00126	0.00094	0.00085
	Fe	0.0100	0.000748	0.00072	0.0042	0.0043	0.0046	0.0049	0.00482	0.00506	0.00395
	Cr	0.0050	0.000458	0.00099	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	0.00378	0.00341	0.00235
	Cu	0.0050	0.000015	0.00004	0.0045	0.0041	0.0043	0.0046	0.00018	0.00024	0.00027
	Si	0.0050	0.000123	0.00018	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	0.00351	0.00264	0.00276
	Mg	0.0020	0.0000083	0.000025	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.00076	0.00085	0.00105
	Al	0.0050	0.000034	0.00026	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	0.00126	0.00114	0.00097
	Ca	0.0020	0.0000085	0.00092	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	0.00136	0.00096	0.00093
	Ni	0.0050	0.000475	0.000051	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	0.00295	0.00352	0.00346
	K	0.0030	0.001014	0.0021	0.0013	0.0012	0.0012	0.0013	0.00001	0.00001	0.00001

表 7 MoTi 合金靶的化学成分

%(质量分数)

元素		随机抽样数量									
		本文件	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组
主元素	Mo	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量
合金元素	Ti	30-40	33.71	35.48	32	33	33	32	32.83	33.05	32.97

杂质元素	C	0.0100	0.005	0.003	0.0072	0.0078	0.0069	0.0071	0.0039	0.0059	0.0057
	O	0.1500	0.046	0.054	0.1320	0.1400	0.1350	0.1382	0.1320	0.1040	0.1130
	N	0.0050	0.0023	0.0080	0.0035	0.0036	0.0031	0.0034	0.0045	0.0038	0.0036
	Fe	0.0100	0.006644	0.004262	0.0043	0.0045	0.0043	0.0046	0.0074	0.0056	0.0066
	Cr	0.0100	0.001042	0.000447	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	0.0013	0.0013	0.0005
	Cu	0.0050	0.000038	0.000087	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.0004	0.0003
	Si	0.0050	0.000669	0.000626	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0017	0.0009	0.0014
	Mg	0.0030	0.002741	0.002213	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0004	0.0008	0.0008
	Al	0.0050	0.000921	0.000811	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0021	0.0015	0.0038
	Ca	0.0020	0.000069	0.000047	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0008	0.0016	0.0008
	Ni	0.0100	0.002573	0.00116	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	0.0015	0.0007	0.0006
	K	0.0030	0.001684	0.001273	0.0011	0.0012	0.0011	0.0012	0.0009	0.0012	0.0018

2、通过实验验证，钼合金靶材的厚度、宽度、长度及直径测试数据如表 8 所示。

表 8 外形尺寸及偏差

mm

	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组	10 组
厚度	14.19	14.19	14.13	14.19	14.18	14.12	14.18	14.15	14.11	12.19
偏差值	+0.19	+0.19	+0.13	+0.19	+0.18	+0.12	+0.18	+0.15	+0.11	+0.19
宽度	1799.92	1799.86	1799.9	1799.92	1799.9	1800.20	1800.25	1800.30	1800.33	1400.38
偏差值	-0.08	-0.14	-0.1	-0.08	-0.1	+0.20	+0.25	+0.30	+0.35	+0.38
长度	2299.92	2299.86	2299.9	2299.9	2299.9	2300.18	2300.26	2300.35	2300.22	1700.16
偏差值	-0.08	-0.14	-0.1	-0.1	-0.1	+0.18	+0.26	+0.35	+0.22	+0.16

3、针对客户要求，按本标准对钼及钼合金靶材的相对密度进行了测试，见表 9。从表 9 中可以看出，实际产品的密度都高于本标准指标，能达到客户要求，符合本标准。

表 9 密度

g/cm³

分类	Mo1	MoNb	MoTi
本标准	10.15	9.6	6.8
1 组	10.200	9.90	7.296
2 组	10.188	9.98	7.296
3 组	10.185	9.98	7.296
4 组	10.196	10.00	7.296
5 组	10.22	10.07	7.28
6 组	10.22	10.06	7.29
7 组	10.23	10.07	7.28
8 组	10.21	10.08	7.28
9 组	10.23	10.07	7.28
10 组	10.27	9.99	7.22
11 组	10.24	10.00	7.29
12 组	10.22	10.02	7.29

13 组	10.23	10.01	7.34
14 组	10.24	9.98	7.35
15 组	10.24	10.02	7.35
16 组	10.27	9.99	7.22

4、三种靶材的验证的平均晶粒尺寸见表 10 所示。

表 10 晶粒尺寸

μm

编号	测试结果	Mo1	MoNb	MoTi
1 组	平均值	68	38	46
	最大值	/	/	71
2 组	平均值	72	42	44
	最大值	209	98	72
3 组	平均值	80	46	45
	最大值	309	73	72
4 组	平均值	76	41	46
	最大值	418	70	67
5 组	平均值	55	43	46
	最大值	133	65	59
6 组	平均值	59	42	43
	最大值	139	70	63
7 组	平均值	63	42	49
	最大值	142	69	71
8 组	平均值	83	97	45
	最大值	86	100	72
9 组	平均值	80	98	46
	最大值	82	102	67

5、针对客户需求，并经协商，按本标准对钼合金靶材进行表面粗糙度验证，见表 11。

表 11 表面粗糙度

μm

分类	Mo1		MoNb		MoTi	
本标准	靶材溅射面及绑定面表面粗糙度均不大于 Ra1.6μm。					
编号	溅射面	绑定面	溅射面	绑定面	溅射面	绑定面
1 组	1.0	0.6	0.54	0.72	0.51	0.58
2 组	0.44	/	0.21	/	0.43	/
3 组	0.46	/	0.25	/	0.50	/
4 组	0.47	0.67	0.54	0.72	0.51	0.58
5 组	0.56	0.84	0.58	0.64	0.53	0.62
6 组	0.54	0.79	0.49	0.62	0.55	0.68
7 组	0.56	0.80	0.47	0.67	0.52	0.74
8 组	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6
9 组	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6

10 组	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6
11 组	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6
12 组	0.42	0.75	0.54	0.67	0.61	0.66
13 组	0.51	0.88	0.48	0.68	0.55	0.67
14 组	0.45	0.47	0.48	0.63	0.58	0.73
15 组	0.47	0.67	0.54	0.72	0.51	0.58

6、针对客户需求，按本标准对钼及钼合金靶材进行绑定质量验证，见表 12。

表 12 绑定质量

%

分类	Mo1		MoNb		MoTi	
本标准	靶材绑定面与背板结合面积占总有效面积比例≥95%；单个未焊接面积不超过总面积 1%。					
编号	焊合率	单个未焊接面积率	焊合率	单个未焊接面积率	焊合率	单个未焊接面积率
1 组	99.87%	0.12%	99.85%	0.15%	99.81%	0.19%
2 组	99.93%	0.13%	99.91%	0.09%	99.95%	0.05%
3 组	99.65%	0.07%	99.91%	0.09%	99.81%	0.19%
4 组	99.84%	0.16%	99.91%	0.09%	99.95%	0.05%
5 组	99.84%	0.37%	99.99%	0.01%	99.95%	0.05%
6 组	99.98%	0.0015%	99.73%	0.32%	99.69%	0.31%
7 组	99.67%	0.0125%	99.58%	0.37%	99.51%	0.49%
8 组	99.33%	<1%	99.46%	<1%	99.25%	<1%
9 组	99.46%	<1%	99.68%	<1%	99.36%	<1%
10 组	100%	0%	99.94%	0.08%	99.56%	0.28%
11 组	99.99%	0.22%	99.53%	0.43%	99.86%	0.14%

（3）宽幅验证结论

验证结果证明，标准宽幅技术指标科学合理、宽幅生产工艺可稳定实现、宽幅检测方法可量化执行，标准具备极强的宽幅实用性与可操作性。

四、国内外相关标准对比分析（宽幅特征突出）

目前国内外尚无专门针对宽度≥1400mm 的宽幅钼及钼合金溅射靶材的国家或国际标准。为明确本标准的定位与技术水平的先进性，现与国内、外最接近的现行标准进行对比分析。

1.国内相关标准对比

国内暂无宽幅钼及钼合金靶材专用国家标准，仅相关基础标准与行业标准，宽幅核心差异。GB/T43095-2023《宽幅钼板材》：但该标准为通用板材标准，未针对溅射靶材的应用特性（如晶粒尺寸、表面粗糙度、与背板的绑定质量等）设定专项技术指标；YS/T1729-2025《钼合金靶材》：不包含纯钼靶材，且其在尺寸公差、检验规则等方面的要求，无法完全适配宽幅靶材在大尺寸下的特殊工艺和质量控制需求；GB/T3876《钼及钼合金板材》：通用钼合金板材标准，规定了一般性的化学成分、力学性能等要求，既不限定用途，也不涉及靶材专用的检测项目。

本标准专门针对宽幅 $\geq 1400\text{mm}$ 的宽幅钼及钼合金靶材，在产品分类、化学成分、宽尺寸、焊绑定质量、外观质量等方面实现宽幅专属规范，是国内首个宽幅钼及钼合金靶材专用国家标准。

2.国外相关标准对比

国际层面可参考标准仅有 **ASTMB386-03**《钼及钼合金厚板、薄板、带、箔标准规范》，该文件仅为通用钼扁平材基础标准，并非溅射靶材专用标准，其规定产品最大幅宽仅 1000mm ，无法覆盖本标准 $1400\text{mm}\sim 1850\text{mm}$ 宽幅产品规格；同时标准内未设置靶材背板绑定、大面积超声 C 扫描探伤、溅射专用表面粗糙度等电子镀膜相关专属技术条款，各类金属与气体杂质控制限值整体宽松，难以匹配我国高世代显示、航空航天、高端医疗器械领域宽幅钼靶高纯、低缺陷、高结合强度的严苛使用要求，整体技术管控水平低于本标准。

五、与现行法律法规、标准体系协调性分析

本标准作为宽幅钼及钼合金靶材专用推荐性国家标准，完全符合法律法规要求，与有色金属宽幅材料标准体系完全协调，宽幅技术内容无任何冲突。

六、重大意见分歧处理情况

本标准编制过程中，征求意见均围绕宽幅指标优化、宽幅检测方法细化，无重大技术分歧，所有意见处理均贴合宽幅产品特性，达成全行业共识。

七、专利与知识产权处置说明

经核查，本标准宽幅技术内容不涉及任何专利及知识产权纠纷。

八、标准实施效益分析（宽幅特征突出）

1.宽幅产品经济效益

（1）降低宽幅下游成本：标准实施后，国产宽幅钼及钼合金靶材全面替代进口，可为下游大尺寸企业降低采购成本 $20\%\sim 30\%$ ；

（2）提升宽幅产业产值：推动国内宽幅钼及钼合金靶材产业规模化发展，预计年新增宽幅产值 50 亿元以上。

2.宽幅产品社会效益

（1）保障宽幅供应链安全：解决宽幅高端靶材“卡脖子”问题，保障大尺寸高端产业供应链自主可控；

（2）规范宽幅行业秩序：统一宽幅标准，淘汰落后产能，提升行业宽幅产品整体质量水平。

3.宽幅产品生态效益

标准推动宽幅绿色热压烧结工艺普及，降低宽幅生产能耗 20% ，符合国家绿色制造要求。

九、标准贯彻实施建议

围绕宽幅产品推广，加强标准宣贯、设置生产过渡期、必要时开展技术培训，强化标准实施监督，推动宽幅标准与国际接轨。

十、其他说明事项

（1）本标准为国内外首个宽幅钼及钼合金靶材专用国家标准，宽幅特征贯穿全文，精准匹配宽幅 $\geq 1400\text{mm}$ 大尺寸靶材需求；

(2) 标准所有技术内容均围绕宽幅大尺寸设计，区别于普通铝合金板材与小尺寸靶材标准；

(3) 标准实施后，将根据宽幅产业技术升级适时修订，持续引领宽幅铝及铝合金靶材产业发展。

国家标准《宽幅铝及铝合金靶材》起草组

附件 1

福建阿石创新材料股份有限公司随机取样实际测量结果

表 5 Mo1 靶的化学成分

%(质量分数)

元素	随机抽样数量									
	本文件	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组
Mo	99.97									
杂质元素	C	0.0050	0.0014	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0014
	O	0.0050	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0039	0.0030
	N	0.0030	0.0007	0.0007	0.0006	0.0009	0.0007	0.0006	0.0006	0.0008
	Fe	0.0050	0.0010	0.00087	0.00092	0.00095	0.0011	0.0011	0.00055	0.00049
	Cr	0.0020	0.00032	0.00026	0.00032	0.00032	0.00032	0.00031	0.00011	0.00012
	Cu	0.0020	0.000022	0.000011	0.000019	0.000016	0.000012	0.000012	0.000006	0.000006
	Si	0.0050	0.000087	0.000098	0.000082	0.000050	0.00012	0.000053	0.000047	0.000058
	Mg	0.0020	0.000007	0.000008	0.000006	0.000006	0.000013	0.000011	0.000005	0.000009
	Al	0.0020	0.000091	0.000097	0.000079	0.000009	0.00019	0.00016	0.00015	0.00021
	Ca	0.0020	0.000046	0.000048	0.000005	0.000044	0.000077	0.000057	0.00007	0.000077
	Ni	0.0020	0.00051	0.00036	0.00037	0.00053	0.00037	0.00037	0.000088	0.000087
	K	0.0030	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.00095	0.0009

表 8 外形尺寸及偏差

mm

	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组	10 组
厚度	14.13	14.19	14.18	14.19	14.19	14.19	14.18	14.18	14.19	14.19
偏差值	0.13	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.19	0.19
宽度	1799.9	1799.92	1799.9	1799.9	1799.92	1799.92	1799.86	1799.82	1799.86	1799.86
偏差值	0.1	0.08	0.1	0.1	0.08	0.08	0.14	0.18	0.14	0.14
长度	2299.9	2299.9	2299.9	2299.92	2299.9	2299.92	2299.9	2299.84	2299.86	2299.84
偏差值	0.1	0.1	0.1	0.08	0.1	0.08	0.1	0.16	0.14	0.16

表 9 密度

g/cm³

分类	Mo 1	MoNb	MoTi
本标准	10.15	9.6	7.0
1 组	10.198	/	/
2 组	10.200	/	/
3 组	10.203	/	/
4 组	10.193	/	/
5 组	10.203	/	/
6 组	10.209	/	/
7 组	10.207	/	/
8 组	10.205	/	/
9 组	10.205	/	/
10 组	10.201	/	/

表 10 晶粒尺寸

μm

编号	测试结果	Mo 1	MoNb	MoTi
1 组	平均值	80	/	/
	最大值	309	/	/
2 组	平均值	76	/	/
	最大值	418	/	/
3 组	平均值	76	/	/
	最大值	392	/	/
4 组	平均值	80	/	/
	最大值	391	/	/
5 组	平均值	78	/	/
	最大值	334	/	/
6 组	平均值	80	/	/
	最大值	406	/	/
7 组	平均值	74	/	/
	最大值	347	/	/
8 组	平均值	83	/	/
	最大值	548	/	/
9 组	平均值	86	/	/
	最大值	307	/	/

表 11 表面粗糙度

 μm

分类	Mo 1		MoNb		MoTi	
本标准	靶材溅射面及绑定面表面粗糙度均不大于 Ra1.6μm。					
编号	溅射面	绑定面	溅射面	绑定面	溅射面	绑定面
1 组	0.396	1.093	/	/	/	/
2 组	0.481	1.932	/	/	/	/
3 组	0.416	1.147	/	/	/	/
4 组	0.396	1.824	/	/	/	/
5 组	0.416	1.367	/	/	/	/
6 组	0.496	1.397	/	/	/	/
7 组	0.432	1.597	/	/	/	/
8 组	0.395	1.098	/	/	/	/
9 组	0.462	1.649	/	/	/	/
10 组	0.498	1.648	/	/	/	/

表 12 绑定质量

%

分类	Mo 1		MoNb		MoTi	
本标准	靶材绑定面与背板结合面积占总有效面积比例≥95%；单个未焊接面积不超过总面积 1%。					
编号	焊合率	单个未焊接面积率	焊合率	单个未焊接面积率	焊合率	单个未焊接面积率
1 组	99.93	0.0100%	/	/	/	/
2 组	99.87	0.0069%	/	/	/	/
3 组	99.95	0.0063%	/	/	/	/
4 组	99.98	0.0015%	/	/	/	/
5 组	99.67	0.0125%	/	/	/	/
6 组	99.65	0.0195%	/	/	/	/
7 组	99.98	0.0061%	/	/	/	/
8 组	99.90	0.0014%	/	/	/	/
9 组	99.85	0.0240%	/	/	/	/
10 组	99.85	0.0133%	/	/	/	/

附件 2

宁波江丰电子材料股份有限公司随机取样实际测量结果

表 5 Mo1 靶的化学成分

% (质量分数)

元素		随机抽样数量									
		本文件	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组
Mo		99.97	99.95	99.95	99.95	99.95	99.95	99.95	99.95	99.95	99.95
杂质元素	C	0.0050	0.0012	0.0024	0.0018	0.0019	0.0025	0.0018	0.0032	0.0022	0.0017
	O	0.0050	0.0030	0.0040	0.0020	0.0015	0.0020	0.0035	0.0020	0.0030	0.0035
	N	0.0030	0.00090	0.00110	0.00100	0.00120	0.00080	0.00110	0.00150	0.00140	0.00130
	Fe	0.0050	0.00350	0.00320	0.00400	0.00430	0.00360	0.00390	0.00440	0.00340	0.00260
	Cr	0.0020	0.00140	0.0011	0.0012	0.0009	0.0016	0.0012	0.0013	0.0018	0.0012
	Cu	0.0020	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00003	0.00005	0.00001	0.00001	0.00004
	Si	0.0050	0.00077	0.00068	0.00051	0.00052	0.00142	0.00227	0.00053	0.00078	0.00115
	Mg	0.0020	0.00006	0.00018	0.00021	0.00017	0.00008	0.0001	0.00003	0.00006	0.00005
	Al	0.0020	0.00005	0.00005	0.00004	0.00005	0.0002	0.00029	0.00003	0.00005	0.00013
	Ca	0.0020	0.0005	0.00174	0.00124	0.0001	0.00066	0.00014	0.00028	0.00039	0.00004
	Ni	0.0020	0.00089	0.00122	0.00131	0.00139	0.00159	0.00134	0.00126	0.00155	0.00144
K	0.0030	0.00158	0.00167	0.00134	0.00184	0.00223	0.00241	0.00213	0.00175	0.00164	

表 6 MoNb 合金靶的化学成分

% (质量分数)

[illegible]

表 7 MoTi 合金靶的化学成分

%(质量分数)

元素		随机抽样数量									
		本文件	1 组	2 组	3 组	4 组	本文件	5 组	6 组	7 组	8 组
主元素	Mo	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量
合金元素	Ti	30-40	32.83	33.05	32.97	33.30	33.42	33.46	33.30	32.95	33.47
杂质元素	C	0.0100	0.0039	0.0059	0.0057	0.0025	0.0026	0.0050	0.0022	0.0015	0.0018
	O	0.1500	0.1320	0.1040	0.1130	0.1130	0.0929	0.1070	0.1080	0.0646	0.0608
	N	0.0050	0.0045	0.0038	0.0036	0.0037	0.0035	0.0043	0.0014	0.0032	0.0030
	Fe	0.0100	0.0074	0.0056	0.0066	0.0048	0.0046	0.0036	0.0033	0.0035	0.0046
	Cr	0.0100	0.0013	0.0013	0.0005	0.0006	0.0007	0.0017	0.0007	0.0010	0.0021
	Cu	0.0050	0.0005	0.0004	0.0003	0.0005	0.00003	0.00004	0.00004	0.00003	0.00007
	Si	0.0050	0.0017	0.0009	0.0014	0.0008	0.0004	0.0018	0.0016	0.0006	0.0017
	Mg	0.0030	0.0004	0.0008	0.0008	0.0005	0.0001	0.0004	0.0003	0.0005	0.00009
	Al	0.0050	0.0021	0.0015	0.0038	0.0027	0.0030	0.0012	0.0014	0.0013	0.0041
	Ca	0.0020	0.0008	0.0016	0.0008	0.0013	0.0018	0.0012	0.0009	0.0007	0.0012
	Ni	0.0100	0.0015	0.0007	0.0006	0.0010	0.0010	0.0010	0.0011	0.0018	0.0010
	K	0.0020	0.0009	0.0012	0.0018	0.0011	0.0013	0.0019	0.0018	0.0019	0.0010

表 8 外形尺寸及偏差

mm

	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组	10 组
厚度	21.32	21.40	21.32	21.48	21.38	21.38	21.06	21.38	20.78	21.52
偏差值	0.32	0.40	0.32	0.48	0.38	0.38	0.06	0.38	0.22	0.52
宽度	205.1	205.12	205.06	205.22	204.58	205.16	206.02	206.05	206.16	205.58
偏差值	0.1	0.12	0.06	0.22	0.42	0.16	1.02	1.05	1.16	0.25
长度	3434	3434	3434	3434	2653	2654	2655	2656	2655	2657
偏差值	1	1	1	1	2	1	0	1	0	2

表 9 密度

g/cm³

分类	Mo 1	MoNb	MoTi
本标准	10.15	9.6	7.0
1 组	10.27	9.99	7.22
2 组	10.24	10.00	7.29
3 组	10.22	10.02	7.29
4 组	10.23	10.01	7.34
5 组	10.24	9.98	7.35
6 组	10.24	10.02	7.35

7 组	10.23	10.02	7.33
8 组	10.22	10.02	7.23
9 组	10.24	10.02	7.19
10 组	10.23	9.99	7.22
11 组	10.22	10.00	7.23
12 组	10.23	10.01	7.21
13 组	10.23	10.02	7.32
14 组	10.22	10.02	7.21
15 组	10.25	9.99	7.21
16 组	10.23	10.02	7.33

表 10 晶粒尺寸

μm				
编号	测试结果	Mo 1	MoNb	MoTi
1 组	平均值	82	95	/
	最大值	84	98	/
2 组	平均值	84	89	/
	最大值	90	93	/
3 组	平均值	79	99	/
	最大值	83	103	/
4 组	平均值	83	96	/
	最大值	87	99	/
5 组	平均值	81	93	/
	最大值	85	97	/
6 组	平均值	83	97	/
	最大值	86	100	/
7 组	平均值	80	98	/
	最大值	82	102	/
8 组	平均值	80	99	/
	最大值	82	103	/
9 组	平均值	78	95	/
	最大值	85	99	/

表 11 表面粗糙度

μm						
分类	Mo 1		MoNb		MoTi	
本标准	靶材溅射面及绑定面表面粗糙度均不大于 Ra1.6μm。					
编号	溅射面	绑定面	溅射面	绑定面	溅射面	绑定面
1 组	0.42	0.75	0.54	0.67	0.61	0.66
2 组	0.51	0.88	0.48	0.68	0.55	0.67
3 组	0.45	0.47	0.48	0.63	0.58	0.73
4 组	0.47	0.67	0.54	0.72	0.51	0.58

5 组	0.56	0.84	0.58	0.64	0.53	0.62
6 组	0.54	0.79	0.42	0.73	0.55	0.70
7 组	0.56	0.80	0.46	0.69	0.53	0.82
8 组	0.57	0.76	0.49	0.62	0.55	0.68
9 组	0.49	0.73	0.47	0.67	0.52	0.74
10 组	0.46	0.82	0.52	0.65	0.55	0.72

表 12 绑定质量

%

分类	Mo 1		MoNb		MoTi	
本标准	靶材绑定面与背板结合面积占总有效面积比例≥95%；单个未焊接面积不超过总面积 1%。					
编号	焊合率	单个未焊接面积率	焊合率	单个未焊接面积率	焊合率	单个未焊接面积率
1 组	100%	0%	99.94%	0.08%	99.56%	0.28%
2 组	99.99%	0.22%	99.53%	0.43%	99.86%	0.14%
3 组	100%	0%	99.73%	0.32%	99.69%	0.31%
4 组	99.95%	1.28%	99.58%	0.37%	99.51%	0.49%
5 组	100%	0%	100%	0%	99.72%	0.28%
6 组	100%	0%	99.65%	0.35%	99.39%	0.61%
7 组	100%	0%	100%	0%	99.68%	0.32%
8 组	99.98%	0.25%	99.95%	0.08%	99.61%	0.39%
9 组	100%	0%	99.32%	0.60%	99.69%	0.31%
10 组	100%	0%	99.93%	0.07%	99.79%	0.21%

附件 3

安泰天龙钨钼科技有限公司随机取样实际测量结果

表 5 Mo1 靶的化学成分

%(质量分数)

元素		随机抽样数量									
		本文件	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组
Mo		99.97									
杂质元素	C	0.0050	0.0012	0.0014	0.0010	0.0011	0.0013	0.0012	0.0010	0.0011	0.0013
	O	0.0050	0.0022	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0021	0.0025	0.0019	0.0024
	N	0.0030	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
	Fe	0.0050	0.0013	0.0010	0.0011	0.0013	0.0010	0.0015	0.0012	0.0015	0.0011
	Cr	0.0020	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008
	Cu	0.0020	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
	Si	0.0050	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010
	Mg	0.0020	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
	Al	0.0020	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010
	Ca	0.0020	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
	Ni	0.0020	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008
K	0.0030	0.0019	0.0016	0.0018	0.0015	0.0015	0.0014	0.0016	0.0018	0.0017	

表 6 MoNb 合金靶的化学成分

%(质量分数)

元素		随机抽样数量									
		本文件	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组
Mo		余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量
合金元素	Nb	10±1	9.89	9.91	9.96	9.93	9.96	9.91	9.90	9.92	9.93
杂质元素	C	0.0100	0.0093	0.0092	0.0092	0.0096	0.0095	0.0094	0.0094	0.0093	0.0096
	O	0.0800	0.0702	0.0723	0.0711	0.0695	0.0763	0.0682	0.0724	0.0736	0.0701
	N	0.0050	0.0042	0.0047	0.0050	0.0044	0.0049	0.0041	0.0046	0.0043	0.0045
	Fe	0.0100	0.0042	0.0043	0.0046	0.0049	0.0051	0.0050	0.0046	0.0044	0.0053
	Cr	0.0050	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008
	Cu	0.0050	0.0045	0.0041	0.0043	0.0046	0.0042	0.0045	0.0047	0.0044	0.0046
	Si	0.0050	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010
	Mg	0.0020	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
	Al	0.0050	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010
	Ca	0.0020	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
	Ni	0.0050	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008
	K	0.0020	0.0013	0.0012	0.0012	0.0013	0.0012	0.0011	0.0014	0.0012	0.0013

表 7 MoTi 合金靶的化学成分

%(质量分数)

元素		随机抽样数量									
		本文件	1 组	2 组	3 组	4 组	本文件	5 组	6 组	7 组	8 组
主元素	Mo	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量
合金元素	Ti	30-40	32	33	33	32	34	33	34	32	33
杂质元素	C	0.0100	0.0072	0.0078	0.0069	0.0071	0.0068	0.0065	0.0070	0.0064	0.0063
	O	0.1500	0.1320	0.1400	0.1350	0.1382	0.1386	0.1401	0.1365	0.1326	0.1360
	N	0.0050	0.0035	0.0036	0.0031	0.0034	0.0036	0.0034	0.0039	0.0041	0.0031
	Fe	0.0100	0.0043	0.0045	0.0043	0.0046	0.0042	0.0041	0.0046	0.0053	0.0051
	Cr	0.0100	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
	Cu	0.0050	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	Si	0.0050	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
	Mg	0.0030	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
	Al	0.0050	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
	Ca	0.0020	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
	Ni	0.0100	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
	K	0.0020	0.0011	0.0012	0.0011	0.0012	0.0013	0.0011	0.0013	0.0012	0.0011

表 8 外形尺寸及偏差

mm

	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组	10 组
厚度	14.12	14.18	14.15	14.18	14.10	14.12	14.08	14.15	14.11	14.19
偏差值	+0.12	+0.18	+0.15	+0.18	+0.10	+0.12	+0.08	+0.15	+0.11	+0.19
宽度	1800.20	1800.25	1800.30	1800.24	1800.35	1800.28	1800.18	1800.26	1800.33	1800.38
偏差值	+0.20	+0.25	+0.30	+0.24	+0.35	+0.28	+0.18	+0.26	+0.35	+0.38
长度	2300.18	2300.26	2300.35	2300.10	2300.15	2300.20	2300.30	2300.14	2300.22	2300.16
偏差值	+0.18	+0.26	+0.35	+0.10	+0.15	+0.20	+0.30	+0.14	+0.22	+0.16

mm

	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组	10 组
厚度	18.44	18.46	18.46	18.53	18.51	18.46	18.45	18.44	18.53	18.46
偏差值	+0.44	+0.45	+0.46	+0.53	+0.51	+0.46	+0.45	+0.44	+0.53	+0.46
宽度	199.85	199.93	199.89	199.90	199.95	199.89	199.89	199.83	199.87	199.87
偏差值	-0.15	-0.07	-0.11	-0.10	-0.05	-0.11	-0.11	-0.17	-0.17	-0.13
长度	2650.10	2650.00	2650.12	2650.30	2650.20	2650.00	2650.00	2650.00	2650.10	2650.10
偏差值	+0.10	0	+0.12	+0.30	+0.20	0	0	0	+0.10	+0.10

表 9 密度

g/cm³

分类	Mo 1	MoNb	MoTi
本标准	10.15	9.6	7.0
1 组	10.22	10.07	7.28
2 组	10.22	10.06	7.29
3 组	10.23	10.07	7.28
4 组	10.21	10.08	7.28
5 组	10.23	10.07	7.28
6 组	10.22	10.08	7.29
7 组	10.23	10.08	7.28
8 组	10.21	10.08	7.27
9 组	10.22	10.07	7.28
10 组	10.22	10.08	7.28
11 组	10.23	10.08	7.28
12 组	10.21	10.08	7.29
13 组	10.22	10.07	7.28
14 组	10.23	10.08	7.27
15 组	10.23	10.07	7.28
16 组	10.22	10.08	7.28

表 10 晶粒尺寸

μm

编号	测试结果	Mo 1	MoNb	MoTi
1 组	平均值	55	43	46
	最大值	133	65	59
2 组	平均值	59	42	43
	最大值	139	70	63
3 组	平均值	63	42	49
	最大值	142	69	71
4 组	平均值	69	41	49
	最大值	147	78	71
5 组	平均值	53	48	46
	最大值	130	70	73
6 组	平均值	61	46	45
	最大值	139	73	72
7 组	平均值	70	41	46
	最大值	146	70	67
8 组	平均值	68	43	46
	最大值	134	78	71
9 组	平均值	68	43	44
	最大值	137	77	72

表 11 表面粗糙度

 μm

分类	Mo 1		MoNb		MoTi	
本标准	靶材溅射面及绑定面表面粗糙度均不大于 Ra1.6μm。					
编号	溅射面	绑定面	溅射面	绑定面	溅射面	绑定面
1 组	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6
2 组	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6
3 组	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6
4 组	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6
5 组	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6
6 组	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6
7 组	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6
8 组	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6
9 组	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6
10 组	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6	<0.8	<1.6

表 12 绑定质量

%

分类	Mo 1		MoNb		MoTi	
本标准	靶材绑定面与背板结合面积占总有效面积比例≥95%；单个未焊接面积不超过总面积 1%。					
编号	焊合率	单个未焊接面积率	焊合率	单个未焊接面积率	焊合率	单个未焊接面积率
1 组	99.78%	<1%	99.82%	<1%	99.54%	<1%
2 组	99.25%	<1%	99.76%	<1%	99.65%	<1%
3 组	99.54%	<1%	99.72%	<1%	99.72%	<1%
4 组	99.47%	<1%	99.53%	<1%	99.35%	<1%
5 组	99.65%	<1%	99.64%	<1%	99.26%	<1%
6 组	99.72%	<1%	99.35%	<1%	99.73%	<1%
7 组	99.15%	<1%	99.55%	<1%	99.42%	<1%
8 组	99.33%	<1%	99.46%	<1%	99.25%	<1%
9 组	99.46%	<1%	99.68%	<1%	99.36%	<1%
10 组	99.51%	<1%	99.71%	<1%	99.51%	<1%

附件 4

丰联科光电（洛阳）股份有限公司随机取样实际测量结果

表 5 Mo1 靶的化学成分

%（质量分数）

元素		随机抽样数量									
		本文件	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组
Mo		99.97	99.99	99.99	99.99	99.99	99.99	99.99	99.99	99.99	99.99
杂质元素	C	0.0050	0.0012	0.002	<0.001	0.002	0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	O	0.0050	0.0018	0.0018	0.0011	0.0014	0.0016	0.00091	0.00086	0.00096	0.001
	N	0.0030	0.0007	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	Fe	0.0050	0.000271	0.001473	0.001002	0.001419	0.0003	0.0012	0.0004	0.00078	0.00078
	Cr	0.0020	0.000326	0.001599	0.00044	0.000614	0.001117	0.0016	0.00037	0.00072	0.00051
	Cu	0.0020	0.0000076	0.000036	0.0000076	0.000092	0.000043	0.00011	0.000047	0.000012	0.000013
	Si	0.0050	0.000136	0.000707	0.000526	0.000386	0.000054	0.00035	0.00012	0.00012	0.00017
	Mg	0.0020	0.000014	0.000098	<0.000001	0.000113	0.000011	0.00011	0.00005	0.000013	0.000002
	Al	0.0020	0.0000083	0.000029	0.000017	0.00003	0.000054	0.000023	0.000013	0.000014	0.000021
	Ca	0.0020	0.000011	0.000038	0.000013	0.000038	0.000097	0.000083	0.000092	0.00022	0.00031
	Ni	0.0020	0.000112	0.001079	0.000445	0.000911	0.000169	0.0011	0.00058	0.00038	0.00026
	K	0.0030	0.000246	0.000794	0.000507	0.00087	0.000719	0.0014	0.00096	0.00051	0.00065

表 6 MoNb 合金靶的化学成分

%（质量分数）

元素		随机抽样数量									
		本文件	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组
Mo		余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量
合金元素	Nb	10±1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
杂质元素	C	0.0100	0.003	< 0.001	/	/	/	/	/	/	/
	O	0.0800	0.070	0.065	/	/	/	/	/	/	/
	N	0.0050	0.006	0.0017	/	/	/	/	/	/	/
	Fe	0.0100	0.000748	0.00072	/	/	/	/	/	/	/
	Cr	0.0050	0.000458	0.00099	/	/	/	/	/	/	/
	Cu	0.0050	0.000015	0.00004	/	/	/	/	/	/	/
	Si	0.0050	0.000123	0.00018	/	/	/	/	/	/	/
	Mg	0.0020	0.0000083	0.000025	/	/	/	/	/	/	/
	Al	0.0050	0.000034	0.00026	/	/	/	/	/	/	/
	Ca	0.0020	0.0000085	0.00092	/	/	/	/	/	/	/
	Ni	0.0050	0.000475	0.000051	/	/	/	/	/	/	/
	K	0.0020	0.001014	0.0021	/	/	/	/	/	/	/

表 7 MoTi 合金靶的化学成分

%(质量分数)

元素		随机抽样数量									
		本文件	1 组	2 组	3 组	4 组	本文件	5 组	6 组	7 组	8 组
主元素	Mo	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量	余量
合金元素	Ti	30-40		33.71	35.48	34.07	/	/	/	/	/
杂质元素	C	0.0100	0.003	0.005	0.003	/	/	/	/	/	/
	O	0.1500	0.057	0.046	0.054	/	/	0.05	0.049	0.057	0.042
	N	0.0050	0.007	0.0023	0.008	/	/	/	/	/	/
	Fe	0.0100	0.004317	0.006644	0.004262	0.008779	/	/	/	/	/
	Cr	0.0100	0.000665	0.001042	0.000447	0.000439	/	/	/	/	/
	Cu	0.0050	0.000022	0.000038	0.000087	0.000076	/	/	/	/	/
	Si	0.0050	0.000255	0.000669	0.000626	0.000521	/	/	/	/	/
	Mg	0.0030	0.001209	0.002741	0.002213	0.002047	/	/	/	/	/
	Al	0.0050	0.000609	0.000921	0.000811	0.000897	/	/	/	/	/
	Ca	0.0020	0.000024	0.000069	0.000047	0.000043	/	/	/	/	/
	Ni	0.0100	0.001871	0.002573	0.00116	0.001029	/	/	/	/	/
	K	0.0020	0.001139	0.001684	0.001273	0.00122	/	/	/	/	/

表 8 外形尺寸及偏差

mm

	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组	10 组
厚度	18.43	18.34	18.41	18.38	18.4	18.43	18.38	18.4	18.41	18.4
偏差值	0.43	0.34	0.41	0.38	0.4	0.43	0.38	0.4	0.41	0.4
宽度	200.07	200.1	200.31	200.27	200.22	200.14	200.22	200.29	200.07	200.41
偏差值	0.07	0.1	0.31	0.27	0.22	0.14	0.22	0.29	0.07	0.41
长度	2650.3	2650.34	2650.32	2650	2650.4	2650.3	2650.44	2650.32	2650.36	2650.46
偏差值	0.3	0.34	0.32	0	0.4	0.3	0.44	0.32	0.36	0.46

表 9 密度

g/cm³

分类	Mo1	MoNb	MoTi	分类	Mo1	MoNb	MoTi
本标准	10.15	9.6	7.0	9 组	10.198	9.97	7.296
1 组	10.200	9.90	7.296	10 组	10.193	9.97	7.296
2 组	10.198	9.98	7.296	11 组	10.192	9.90	7.296
3 组	10.185	9.98	7.296	12 组	10.190	9.90	7.296
4 组	10.196	10.00	7.296	13 组	10.198	9.98	7.320
5 组	10.196	10.00	7.296	14 组	10.187	9.99	7.320
6 组	10.196	9.90	7.296	15 组	10.195	9.99	7.320
7 组	10.197	9.98	7.296	16 组	10.200	9.99	7.320
8 组	10.199	9.98	7.296	9 组	10.198	9.97	7.296

表 10 晶粒尺寸

 μm

编号	测试结果	Mo 1	MoNb	MoTi
1 组	平均值	68	38	/
	最大值	/	/	/
2 组	平均值	72	42	/
	最大值	/	/	/
3 组	平均值	65	46	/
	最大值	/	/	/
4 组	平均值	66	39	/
	最大值	/	/	/
5 组	平均值	81	45	/
	最大值	/	/	/
6 组	平均值	77	45	/
	最大值	/	/	/
7 组	平均值	71	46	/
	最大值	/	/	/
8 组	平均值	61	49	/
	最大值	/	/	/
9 组	平均值	75	39	/
	最大值	/	/	/

表 11 表面粗糙度

 μm

分类	Mo 1		MoNb		MoTi	
本标准	靶材溅射面及绑定面表面粗糙度均不大于 Ra1.6μm。					
编号	溅射面	绑定面	溅射面	绑定面	溅射面	绑定面
1 组	0.44	/	0.21	/	0.43	/
2 组	0.46	/	0.25	/	0.50	/
3 组	0.42	/	0.22	/	0.45	/
4 组	0.45	/	0.24	/	0.39	/
5 组	0.42	/	0.25	/	0.40	/
6 组	0.42	/	0.23	/	0.38	/
7 组	0.46	/	0.26	/	0.36	/
8 组	0.42	/	0.26	/	0.43	/
9 组	0.43	/	0.24	/	0.39	/
10 组	0.42	/	0.27	/	0.36	/

表 12 绑定质量

%

分类	Mo 1		MoNb		MoTi	
本标准	靶材绑定面与背板结合面积占总有效面积比例≥95%；单个未焊接面积不超过总面积 1%。					
编号	焊合率	单个未焊接面 积率	焊合率	单个未焊接面 积率	焊合率	单个未焊接面 积率
1 组	99.87%	0.12%	99.85%	0.15%	99.81%	0.19%
2 组	99.93%	0.13%	99.91%	0.09%	99.95%	0.05%
3 组	99.65%	0.07%	99.91%	0.09%	99.81%	0.19%
4 组	99.84%	0.16%	99.91%	0.09%	99.95%	0.05%
5 组	99.84%	0.37%	99.99%	0.01%	99.95%	0.05%
6 组	99.63%	0.13%	99.85%	0.15%	99.81%	0.19%
7 组	99.87%	0.30%	99.96%	0.04%	99.92%	0.08%
8 组	99.70%	0.18%	99.92%	0.08%	99.92%	0.08%
9 组	99.82%	0.22%	99.96%	0.04%	99.92%	0.08%
10 组	99.78%	0.25%	99.92%	0.08%	99.93%	0.07%

附件 5

河北星耀新材料科技有限公司随机取样实际测量结果

表 5 Mo1 靶的化学成分

%(质量分数)

元素	随机抽样数量									
	本文件	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组
Mo	99.97	99.977	99.995	/	/	/	/	/	/	/
杂质元素	C	0.0050	0.0020	/	/	/	/	/	/	/
	O	0.0050	0.0030	/	/	/	/	/	/	/
	N	0.0030	0.0001	/	/	/	/	/	/	/
	Fe	0.0050	0.0011	/	/	/	/	/	/	/
	Cr	0.0020	0.0005	/	/	/	/	/	/	/
	Cu	0.0020	0.0002	/	/	/	/	/	/	/
	Si	0.0050	0.0001	/	/	/	/	/	/	/
	Mg	0.0020	0.0001	/	/	/	/	/	/	/
	Al	0.0020	0.0001	/	/	/	/	/	/	/
	Ca	0.0020	0.0002	/	/	/	/	/	/	/
	Ni	0.0020	0.0002	/	/	/	/	/	/	/
	K	0.0030	0.0010	/	/	/	/	/	/	/

表 8 外形尺寸及偏差

mm

	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	6 组	7 组	8 组	9 组	10 组
厚度	18	/	/	/	/	/	/	/	/	/
偏差值	±0.2	/	/	/	/	/	/	/	/	/
宽度	1100	/	/	/	/	/	/	/	/	/
偏差值	±0.5	/	/	/	/	/	/	/	/	/
长度	1300	/	/	/	/	/	/	/	/	/
偏差值	±0.5	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 9 密度

g/cm³

分类	Mo 1	MoNb	MoTi
本标准	10.15	9.6	7.0
1 组	10.24	/	/

表 10 晶粒尺寸

μm

编号	测试结果	Mo 1	MoNb	MoTi
1 组	平均值	20um		
	最大值	70um		

表 11 表面粗糙度

μm

分类	Mo 1		MoNb		MoTi	
本标准	靶材溅射面及绑定面表面粗糙度均不大于 Ra1.6μm。					
编号	溅射面	绑定面	溅射面	绑定面	溅射面	绑定面
1 组	Ra1.0μm	Ra0.6μm				