行业标准《热电偶用钼管》

编制说明（送审稿）

一、**工作简况**

**（一）任务来源**

# 根据2020年11月30日，工业和信息化部办公厅《关于印发2020年第三批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函[2020]263号）的要求，行业标准《热电偶用钼管》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：20201555T-YS，项目周期为24个月，完成年限为2022年11月，由金堆城钼业股份有限公司、西安金钼众创科技有限责任公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、国核宝钛锆业股份有限公司、洛阳科威钨钼有限公司等进行编制。

**（二）主要参加单位和工作组成员及其所作的工作**

2.1 主要参加单位情况

标准起草单位金堆城钼业股份有限公司在标准的编制过程中，积极主动收集相关资料，负责项目的总体实施，带领编制组成员单位认真细致修改标准文本，征求多家企业意见，编制实测数据统计表，带领编制组完成标准的编制工作。

西安金钼众创科技有限责任公司为本标准提供钼管生产过程中具体参数、客户意见反馈，为标准制定提供基础数据。

有色金属技术经济研究院有限责任公司为本标准提供理论研究基础，并为国内外热电偶用钼管标准研究工作提供有力支持。

国核宝钛锆业股份有限公司为本标准提供热电偶用钼管的具体要求、客户使用反馈等基础资料，为热电偶用钼管标准研究工作提供有力支持。积极配合编制组开展现场取样及试验验证工作，承担了标准中第三方的试验验证工作，主要完成了热电偶用钼管验证数据的对比，为标准技术要求部分提供有力保障。

洛阳科威钨钼有限公司积极参加标准调研工作，配合主编单位开展大量的现场调研、开展各种试验工作，为标准编写提供了真实有效的实测数据，针对标准的讨论稿和征求意见稿提出修改意见。

2.2 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。

1. 主要起草人及工作职责

|  |  |
| --- | --- |
| 起草人 | 工作职责 |
| XXX | 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 |
| XXX | 负责标准中相关技术要求内容的审验 |
| XXX | 负责提供企业的现场调研及配合标准编写开展现场试验验证及数据积累 |
| XXX | 提供理论支撑，并对国内外钼管材标准对比提供支持 |
| XXX | 标准编写材料的收集 |
| XXX | 提供第三方的检测服务，指导企业现场检验的规范化并编写标准试验验证数据的对比分析 |
| XXX | 提供技术指导 |

**（三）工作过程**

**1. 预研阶段**

2018年3月至2019年3月，由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对国内热电偶用无缝钼管的生产现状进行了现场调研，具体内容为：了解国内热电偶用无缝钼管的制备技术水平、检测及应用情况，与企业技术人员深入讨论技术标准的具体技术要求，参观企业现场生产情况，根据调研情况，整理并编制形成了《热电偶用钼管》标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料。

**2. 立项阶段**

2019年4月，金堆城钼业股份有限公司提交了《热电偶用钼管》的标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料，全体委员会议论证结论为同意行业标准立项。由秘书处组织委员网上投票，投票通过后转报工信部，并挂网向社会公开征求意见。

2020年11月30日，工信部下达了制定行业标准《热电偶用钼管》的任务，计划编号为计划编号：20201555T-YS，项目周期为24个月，完成年限为2022年11月，技术归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。

**3. 起草阶段**

本标准为新制定标准，在起草阶段进行了大量的数据收集，同时兼顾全国热电偶用钼管生产厂家的现状。

（1）2020年12月在接到标准制定任务后，初步制定了工作计划和进度安排，填写了“推荐性行业标准项目任务书”。收集、整理相关文献资料，形成了行业标准《热电偶用钼管》制定的整体思路等工作。

（2）2021年04月稀有金属分标委会在贵州省贵阳市召开了任务落实会，确定项目参与起草单位为金堆城钼业股份有限公司、西安金钼众创科技有限责任公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、国核宝钛锆业股份有限公司、洛阳科威钨钼有限公司等。成立编制组，确定了编制组各成员的工作任务与安排。

（3）2021年5月，编制小组进行收集、整理资料，完成试验样品的收集工作。通过技术查询、市场调查等方式对热电偶用钼管使用状况进行了相关资料的收集和总结，并对相关牌号的国外标准进行调研，对产品牌号、化学成分等一系列相关问题逐一进行了重新核实。在广泛沟通和深入讨论基础上，确定了标准编制原则。

（4）2021年5月底，由本标准的编制单位金堆城钼业股份有限公司与编制单位根据收集的资料、调研结果进行了建议汇总处理，对草案稿进行修改，形成了行业标准《热电偶用钼管》（草案）并撰写了编制说明。

（5）2021年6月在新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州伊宁市召开了标准工作会议，会上对行业标准《热电偶用钼管》（草案）进行了讨论，来自中国有色金属工业标准计量质量研究所、金堆城钼业股份有限公司、西北有色金属研究院、厦门虹鹭钨钼工业有限公司、自贡硬质合金有限公司、广东省工业分析中心、洛阳栾川钼业集团股份有限公司、中国科学院理化技术研究所、云南科威液态金属谷研发有限公司、云南省科学技术院、宝钛集团有限公司、宝鸡钛业股份有限公司、西部金属材料股份有限公司、西安庄信新材料科技有限公司、西部钛业有限责任公司等24家单位的40余名专家代表对本标准文本积极提出宝贵意见。

（6）伊宁会议结束之后，标准编制组根据讨论结果，对讨论稿进行修改完善，形成了行业标准《热电偶用钼管》（征求意见稿）。

**二、标准编制原则**

1.1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。

1.2适应性：

当前国内外热电偶用钼管的生产单位主要有金堆城钼业股份有限公司、洛阳科威钨钼有限公司、奥地利Plansee公司、德国HC Starck公司等。国内外厂家生产的热电偶用钼管的型号和尺寸依据市场的需求基本相似，基本上均采用锻造热处理后的钼棒进行深孔钻获得热电偶用钼保护管。目前国内不同厂家产品的区别在于深孔钻方式造成的产品内外表面精度和内部缺陷差异，以及由此导致的使用寿命长短不一。在对生产厂家和适用领域的充分调研的基础上，制定的本标准充分反映了当前国内钼行业各生产企业的技术水平，便于生产、贸易，宜以应用。

1.3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钼资源的充分利用起到积极作用。

1. **标准主要内容的确定依据及主要试验和验证情况分析**
2. **确定标准主要内容的论据**

经过广泛调研后根据热电偶用钼管的材质确定本标准的产品类型，对市场的要求和热电

偶用钼管的实际质量水平而制定本标准。

**1.化学成分**

（1）关于热电偶用钼管化学成分中钼含量的确定：关于最低钼含量的确定，根据YS/T 660《钼及钼合金加工产品牌号和化学成分》的实物质量水平，结合国内金属烧结和压力加工装备水平，经过广泛调研后最终确定热电偶钼管成分为纯钼,牌号Mo1，确定Mo≥99.95%。

（2）关于杂质元素含量的确定：考虑到热电偶保护管用于高温炉部件热电偶保护套、管状电极、玻璃行业导流管或高温炉内气体导流管，工作环境是高温、或有腐蚀性介质的应用领域，产品杂质含量的高低对钼管后续加工质量和钼管的使用寿命、甚至工作环境介质有着严重的制约作用，通过客户的不同需求和长期的生产实践，依据YS/T 660，确定产品的化学成分见表1的规定。

产品化学成分应符合表1的规定。

表1 热电偶用钼管化学成分 %（质量分数）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 主成分 | 杂质元素含量，≤ | | | | | | | | |
| Mo，≥ | Al | Ca | Fe | Mg | Ni | Si | C | N | O |
| Mo1 | 99.95 | 0.002 | 0.002 | 0.010 | 0.002 | 0.005 | 0.010 | 0.010 | 0.003 | 0.008 |
| 注：主含量按杂质减量法计算（气体元素除外），其它元素含量由供需双方协商确定 | | | | | | | | | | |

**2.产品规格**

依据国内目前深孔钻工装设备、钻头尺寸及过程控制技术，采用深孔钻加工热电偶钼管，钼管外径最小为6mm而实际应用中通常不超过20mm，钼管外圆的加工精度最高能达到±0.10mm；深孔钻的钼管壁厚通常在1.0mm～4mm，钼管壁厚低于1.0mm时深孔钻已不适用；钼管壁厚的加工精度可达到±0.15mm；长度是深孔钻的技术瓶颈，当前国内深孔钻最大长度不超过1500mm，长度允许的偏差不大于±10mm。因此本标准为提高产品规格的通用性，根据客户已有需求，明确产品推荐的公称尺寸；依据产品规格和实际生产控制水平，明确其允许偏差。产品规格应符合表2。

表2 热电偶用钼管尺寸规格

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 外径D  mm | | 壁厚H  mm | | 长度L  mm | |
| 尺寸 | 允许偏差 | 尺寸 | 允许偏差 | 尺寸 | 允许偏差 |
| 6-20 | ±0.10 | 1.0-4.0 | ±0.15 | 500-1500 | ±10 |
| 注：产品两端端面应与钼管轴线垂直，端面无毛刺 | | | | | |

**3.交货状态**

依据客户及钼管力学性能的要求，深孔钻钼管内部存在机械加工应力，如果未消除应力，在后续组装使用时钼管可能会开裂；同时，测试钼管力学性能时由于加工应力未消除，钼管的韧性变差而达不到室温断裂后伸长率18%的要求。将钼管在加热炉中进行去应力退火以消除机械加工应力，可避免后续使用时产品报废的现象。去应力退火温度过高超出纯钼的再结晶温度（950℃～1050℃）会导致钼管再结晶使产品强度和韧性下降；去应力退火温度过低（低于800℃）无法实现完全消除应力的作用，因此热电偶用钼管供货状态确定为去应力退火态（退火温度850℃～950℃，保温时间40min～60min，随炉降温处理）。

**4.力学性能**

依据热电偶用钼保护管的制备技术，深孔钻原料为锻造去应力状态的纯钼棒材。热电偶用钼管的力学性能参照GB/T228.1检测方法进行，产品的力学性能应符合表3的规定。

采用粉末冶金工艺制备的φ15～φ30mm的纯钼棒材经82.7%的变形比锻造的纯钼棒材，利用深孔钻制备钼管，然后经900℃保温60min处理，测试其室温拉伸试验，结果显示：钼管的抗拉强度Rm为580MPa～605MPa，非规定比例变形强度Rp0.2为470MPa～485 MPa，断后伸长率为15%～20%。因此，为了考虑市场上绝大多数生产厂家的生产能力及供货利益，热电偶用钼管的力学性能参照表3，其它力学性能由供需双方协商确定。

表3 热电偶用钼管力学性能

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 抗拉强度Rm  MPa | 非规定塑性延伸强度Rp0.2  MPa | 断后伸长率  % |
| ≥ | | |
| Mo1 | 590 | 475 | 18 |
| 注：其它力学性能由供需双方协商确定。 | | | |

**5.液压试验**

根据需方要求，并在合同中注明，钼管可逐根进行液压试验。

利用深孔钻工艺制备的热电偶用钼管，经过大量液压试验统计，当试验压力设定为20MPa～25MPa，保压时间为15s～20s时，钼管出现破裂（液压试验未通过）的比例达到35.4%，通过液压试验检测的钼管后续使用中出现质量问题的比例低于3%；当试验压力设定为15MPa～18MPa，保压时间为15s～20s时，钼管出现破裂（液压试验未通过）的比例约1.5%，通过液压试验检测的钼管后续使用中出现质量问题的比例高于42.3%。因此，为了考虑市场上绝大多数生产厂家的生产能力及供货利益，液压试验压力设定为20 MPa，保压时间设定为不少于10s，钼管不应出现泄漏现象。当需方有特殊需求时，由供需双方协商确定并在合同中约定。液压试验按照GB/T 241-2007《金属管 液压试验方法》进行。

**6.表面粗糙度**

深孔钻钼管的外表面须经精车或磨光处理，表面粗糙度可高于Ra1.25μm，但表面精度要求过高，会导致加工成本显著增加。钼管的内表面经深孔钻后表面粗糙度通常不大于Ra3.2μm，再经镗孔加工，表面粗糙度可提高至Ra2.5μm，如客户对钼管内表面质量有更高要求，可采用珩磨或其它加工方式，但这会导致产品加工成本显著增加。另外，在热电偶套管装配和使用中，未对钼管的内、外表面提出Ra小于1.25um的要求。因此产品外表面的表面粗糙度定为不大于Ra1.25μm；产品的内表面的表面粗糙度定为不大于Ra2.5μm；

当需方对钼管表面有粗糙度特殊要求时，应在合同中注明，并由供需双方协商。

**7.表面质量**

产品的外观质量直接决定着热电偶内传热丝的稳定性、材料利用率和产品的使用安全性。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要求如下：

产品的内外表面应光滑，无裂纹，清除局部凹坑、擦伤和细小划道等缺陷后钼管的实际壁厚应符合表2。

产品内、外表面不应有疏松氧化皮、油渍等脏物。

产品边缘应倒钝，不应有分层、崩边、毛刺。

产品的内外表面应洁净、无脏污，无裂纹、折叠、起皮等目视可见的缺陷。

1. **主要试验（或验证）情况分析**

1.针对热电偶钼管，按本标准规定的方法，对主要技术指标化学成分进行了验证，验证数据结果见表4。

表4 热电偶用钼管化学成分验证试验 质量分数/%

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 |  | 主成分 | 杂质含量，≤ | | | | | | | | |
| 批次 | Mo，≥ | Al | Ca | Fe | Mg | Ni | Si | C | N | O |
| Mo1 | 102-2019 | 99.98 | 0.0012 | 0.0008 | 0.0027 | 0.0005 | 0.0008 | 0.0035 | 0.0026 | 0.0008 | 0.0027 |
| 311-2019 | 99.97 | 0.0017 | 0.0009 | 0.0033 | 0.0007 | 0.0009 | 0.0022 | 0.0022 | 0.0012 | 0.0029 |
| 316-2019 | 99.98 | 0.0019 | 0.0012 | 0.0021 | 0.0008 | 0.0007 | 0.0018 | 0.0024 | 0.0017 | 0.0022 |
| 405-2018 | 99.97 | 0.0010 | 0.0013 | 0.0024 | 0.0009 | 0.0006 | 0.0031 | 0.0037 | 0.0014 | 0.0030 |
| 502-2020 | 99.98 | 0.0011 | 0.0007 | 0.0026 | 0.0006 | 0.0008 | 0.0024 | 0.0021 | 0.0009 | 0.0024 |
| 标准值 | | 99.97 | 0.002 | 0.002 | 0.005 | 0.001 | 0.002 | 0.010 | 0.006 | 0.003 | 0.005 |
| 检测标准 | | 差减法 | GB/T 4325 | | | | | | | | |

2.针对热电偶钼管，按本标准规定的方法，对主要技术指标力学性能进行了验证，验证数据结果见表5。

表5 热电偶用钼管力学性能

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 物料批次 | 抗拉强度Rm  MPa | 非规定比列变形强度Rp0.2 MPa | 断后伸长率% |
| Mo | M16-1-102-2019 | 595 | 483 | 19.5 |
| M12-2-311-2019 | 605 | 492 | 18.5 |
| M8-2-405-2018 | 594 | 481 | 18.7 |
| 标准值 （不小于） | | 590 | 475 | 18 |
| 检测标准 | | GB/T 228.1-2010 | GB/T 228.1-2010 | GB/T 228.1-2010 |

由表4、表5的数据分析，标准中规定的热电偶的化学成分、钼管的力学性能是科学合理的，保护了国内钼管供应厂家的基本权益，通过本标准的实施，也将促进钼行业的技术提高与发展，有利于新型高效新产品的发展。

1. 针对客户需求，并经协商，按本标准对钼管进行液压试验验证，验证数据见表6。

表6热电偶用钼管液压试验

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 物料批次 | 试验压力  MPa | 稳压时间  s | 是否泄漏 |
| Mo | M16-1-102-2019 | 25 | 10 | 否 |
| M12-2-311-2019 | 22 | 15 | 否 |
| M8-2-405-2018 | 20 | 15 | 否 |
| 标准值 （不小于） | | 20 | 10 | 否 |
| 检测标准 | | GB/T 241-2007 | GB/T 241-2007 | GB/T 241-2007 |

从表6的数据分析，标准中规定的热电偶用钼管液压试验是科学合理的。

1. 针对客户需求，并经协商，结合当前国内外深孔钻的技术水平，按本标准对钼管进行表面粗糙度验证。

表7热电偶用钼管表面粗糙度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 物料批次 | 钼管外表面Ra  μm | 钼管内表面Ra  μm |
| Mo | M16-1-102-2019 | 0.8 | 1.25 |
| M12-2-311-2019 | 0.8 | 1.25 |
| M8-2-405-2018 | 0.8 | 1.25 |
| 标准值 （不大于） | | 1.25 | 2.5 |
| 检测标准 | | GB/T 1031 | GB/T 1031 |

从表7的数据分析，标准中规定的热电偶表面粗糙度是科学合理的。

**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**

1. **项目的必要性简述**
2. 本标准制定符合《国家标准化体系建设发展规划（2016-2020年）》（国办发[2015]89号），三、重点领域，（一）加强经济建设标准化，支撑转型升级，专栏2、工业标准化重点，材料中完善钢铁、有色金属等原材料工业标准，加快标准制修订工作，充分发挥标准上下游协同作用的要求。

近年来，在热电偶用钼管的研制及推广应用中，国内供货的厂商不仅实现了深孔钻钼管的稳定生产和应用，还将产品的化学成分物理性能的关键指标得到提升，产品的技术要求达到了国内外先进技术水平。但热电偶钼管至今尚未纳入行业标准中，对热电偶钼管的订货、生产、验收造成了较大的困难，也不利于行业内对热电偶钼管的推广应用，因此急需制定本标准以便明确其化学成分、力学性能、液压试验、内外表面质量、粗糙度等指标参数，并统一产品性能。

1. **项目的可行性简介**
2. 随着我国钼及钼合金工业的快速发展，已成功研制出热电偶用钼管，其化学成分、力学性能、水密性、内外表面质量、粗糙度等指标参数可满足热电偶保护套、管状电极、玻璃行业导流管、高温炉内气体导流管等领域对深孔钻方法制备钼管日益增涨需求。
3. 近几年来，对热电偶用钼管进行了大量推广应用，已积累大量真实可靠的产品技术条件参数、性能测试数据和应用数据，现制定《热电偶用钼管》的行业标准技术条件已成熟，具备充实的制定条件和恰当的制定时机。
4. **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。**
5. （1）标准先进性、创新性分析
6. 本标准根据我国热电偶用钼管的生产情况首次制定，填补了国内钼金属加工行业的一项空白，其技术指标符合用户要求，先进合理。本标准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热电偶用钼管生产厂家的现状。
7. 通过文献检索，网上查询，国内没有关于热电偶用钼管相关标准。目前热电偶用钼管生产技术非常成熟，且国内及国外已得到大规模普及，因此迫切需要制定该产品行业标准，对热电偶用钼管供应作出规范。
8. 综上所述，本标准的主要技术指标均达到国外热电偶用钼管生产企业质量水平，综合水平达到国内先进水平。
9. （2）预期效益
10. 本标准的制定，可及时解决产品牌号表述不一致、最新研制产品无标准可依的现状。通过本标准的制定，可使我国热电偶用钼管的技术要求更加先进、合理，使我国热电偶用钼管的整体质量水平达到国际先进水平，对促进我国热电偶用钼管生产应用的有序化和规范化将产生积极作用，对推广我国热电偶用钼管的发展将产生重要影响，并将有力的推动我国钼行业产品快速健康的发展。

**六、采用国际标准和国外先进标准的情况**

1. 无

**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**

1. 本标准《热电偶用钼管》从技术上保证了产品使用的安全性和可靠性，条文精炼表述清楚，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 1.1-2020的有关要求。

**八、重大分歧意见的处理经过和依据**

1. 暂无重大分歧意见。

**九、标准性质的建议说明**

1. 鉴于本标准规定的热电偶钼管，不涉及人身及设备安全的内容，其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. 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. 2、本次修订的《热电偶用钼管》，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. 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. 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**

1. 无

**十二、其他应予说明的事项**

本标准是我国钼金属制品系列标准之一，不仅规范了国内热电偶用钼管的生产和使用，完善了钼金属制品标准体系，而且以我国新材料产业“十三五”发展规划中的“稀有金属材料”高技术含量深加工材料为基础，体现客户利益。标准制定时充分考虑了国内外相关生产企业实际质量水平，具有充分的先进性、科学性、普遍性、广泛性和适用性，其综合水平达到国际先进水平，完全满足国内外用户、市场及我国产品进出口的需求，更有利于提高我国钼管产品的国际竞争力。

通过推广采用该标准，对钼金属加工领域实施“中国制造”或“中国创造”的飞速发展，提升产品质量，促进产业发展，具有极大的政治意义、社会效益和经济效益。

1. 本标准发布实施后，将使我国热电偶用钼管的整体质量水平可以完全达到国际先进水平，在满足国内需求的同时提高了在国际市场上的竞争实力，对促进我国热电偶用钼管的发展将产生深远的影响。

编制组

2022年3月8日