钒铝、钼铝中间合金化学分析方法

第14部分：痕量杂质元素含量的测定

电感耦合等离子体质谱法

编

制

说

明

（征求意见稿）

《钒铝、钼铝中间合金化学分析方法》编制组

2022年8月

钒铝、钼铝中间合金化学分析方法

第14部分：痕量杂质元素含量的测定

电感耦合等离子体质谱法

编制说明

一、 工作简况

1.1 任务来源

根据《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】，由西安汉唐分析检测有限公司负责起草《钒铝、钼铝中间合金化学分析方法 第14部分：痕量杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体质谱法》行业标准。项目计划编号为2020-1557T-YS，项目周期为24个月，计划完成年限为2022年，归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。

1.2 主要参加单位和工作成员及其所做的工作

本文件起草单位：西安汉唐分析检测有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、广东省科学院工业分析检测中心、西部超导材料科技股份有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、金堆城钼业股份有限公司、昆明冶金研究院、广西分析测试研究中心、立中四通轻合金集团股份有限公司、国合通用（青岛）测试评价有限公司。

西安汉唐分析检测有限公司作为标准起草负责单位，在工作前期，对钒铝、钼铝中间合金的检测需求和现阶段国内外检测方法现状进行了充分的调研和梳理，并制定了系统的研究方案。在标准制定过程中，完成了试验样品的搜集和分发；完成了分析方法的研究工作；撰写了标准文件、研究报告和编制说明；完成了数据分析统计工作；广泛征求了国内同行试验室及相关企业的意见。国标（北京）检验认证有限公司为第一验证单位，在标准制定过程中对标准文件和研究报告中的各项试验参数进行了验证，同时提供了试验样品的精密度数据，对标准文件、研究报告和编制说明提出了相应的修改建议。广东省科学院工业分析检测中心、西部超导材料科技股份有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、金堆城钼业股份有限公司、昆明冶金研究院、广西分析测试研究中心、立中四通轻合金集团股份有限公司、国合通用（青岛）测试评价有限公司为第二验证单位，在标准制定过程中对试验样品进行了测试，提供了精密度数据，并对标准文件提出了修改建议。

本文件主要起草人：马晓敏、禄妮、王小静、墨淑敏、庄艾春、赵燕茹、孙晓飞、谢明明、黄殿贵、娄月、薛婷婷。

马晓敏、禄妮、王小静负责标准工作整体协调和推进；标准起草前期调研、样品搜集；试验方案的确定；标准文件、研究报告和编制说明编写。重复性验证试验；修改标准文件、研究报告和编制说明。墨淑敏对研究报告中各项参数条件、试验步骤以及试剂材料等进行全面验证；对试验样品进行测定；对标准文件、研究报告和编制说明提出修改建议。庄艾春、赵燕茹、孙晓飞、谢明明、黄殿贵、娄月、薛婷婷对试验样品进行测试，提供比对试验数据；对标准文件、研究报告和编制说明提出修改建议。

1.3 主要工作过程

西安汉唐分析检测有限公司在接到标准制订任务后，成立了标准编制组，并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，主要工作过程经历了以下几个阶段。

1.3.1 起草阶段

（1）2021年4月，接到【工信厅科函〔2020〕263号】文件通知。

（2）2021年4月，在贵阳有色金属标准工作会议上，形成《钒铝、钼铝中间合金化学分析方法 第14部分：痕量杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体质谱法》标准任务落实会会议纪要，确定了由国标（北京）检验认证有限公司为第一验证单位，广东省科学院工业分析检测中心、西部超导材料科技股份有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、金堆城钼业股份有限公司、昆明冶金研究院、广西分析测试研究中心、立中四通轻合金集团股份有限公司、国合通用（青岛）测试评价有限公司为第二验证单位。

（3）2021年5月，组建《钒铝、钼铝中间合金化学分析方法 第14部分：痕量杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体质谱法》起草小组：撰写开题报告，落实课题组长及课题成员的任务，确定标准编审原则。

（4）2022年1月，完成相应分析方法样品的收集和相关研究工作，形成讨论稿、研究报告、征求意见表等，交国标（北京）检验认证有限公司、广东省科学院工业分析检测中心、西部超导材料科技股份有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、金堆城钼业股份有限公司、昆明冶金研究院、广西分析测试研究中心、立中四通轻合金集团股份有限公司、国合通用（青岛）测试评价有限公司，并连同验证样品一起分别寄往各验证单位。

（5）2022年3月，陆续收到各验证单位的研究报告及反馈意见，对参与验证单位的意见和建议进行汇总处理，对讨论稿进行修改，完善试验报告，撰写编制说明。

（6）2022年3月31日，参加全国稀有金属标准化技术委员会召开的网络标准讨论会。会上新疆有色金属研究所、西北稀有金属材料研究院宁夏有限公司、昆明理工大学、云南锡业集团（控股）有限责任公司等单位的三十余位专家代表对本标准（讨论稿）提出了修改意见。

（7）会议结束之后，标准编制组根据讨论结果，对讨论稿进行进一步的修改完善，形成了《钒铝、钼铝中间合金化学分析方法 第14部分：痕量杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体质谱法》征求意见稿。

1.3.2 征求意见阶段

（1）编制组通过发函、中国有色金属标准质量信息网上公开和会议等形式对《钒铝、钼铝中间合金化学分析方法 第14部分：痕量杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体质谱法》征求意见稿征询意见。

二、 标准化文件编制原则

2.1 符合性：本文件按照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》、GB/T 20001.4—2015《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》、GB/T 6379.2—2004《测量方法与结果的准确度》的要求进行了编写。

2.2 合理性：反映当前国内各生产企业的技术水平，宜于应用，经济上合理，兼顾现有资源的合理配置。

2.3 先进性：本文件涉及的内容，技术水平不低于当前国内先进水平。

三、 标准主要内容的确定依据

本文件为首次制定，是在充分调研了生产实际水平后完成的。起草单位和第一验证单位就溶样方法、测定同位素、内标元素、检出限和定量限进行了研究。

3.1 方法检测范围

根据实际产品中的元素种类和含量检测需求，并结合电感耦合等离子体质谱仪的检测能力范围，确定出本文件中钒铝中间合金中砷、硼、镉、铬、铜、汞、镁、锰、钼、铌、镍、磷、铅、锡、钽、钨、钇和锆含量的测定范围为0.0001%～0.010%。钼铝中间合金中砷、硼、铬、铜、汞、镁、锰、铌、镍、磷、铅、锡、钽、钨、钇和锆含量的测定范围为0.0001%～0.010%。

3.2 溶样方法选择

钒铝、钼铝中间合金可用硝酸-氢氟酸混酸或硝酸-盐酸混酸进行溶解。在硝酸-氢氟酸混酸溶样体系中，考虑到氢氟酸介质可能影响稀土元素钇的测定，试验对三种不同酸介质的50 ng/mL钇标准溶液进行检测，实验结果见表1。由表中数据可见，氢氟酸介质并不会影响低含量稀土元素钇的测定。但用硝酸-氢氟酸混酸溶解钼铝中间合金样品时，容易出现棕褐色的粉末状沉淀，常需要长时间加热，溶液才能完全清亮。在硝酸-盐酸溶样体系中，氯元素会对待测砷元素的测定产生质谱干扰，需要应用碰撞模式予以消除，但会降低砷元素检测的灵敏度。

综合考虑，试验优先选择硝酸-盐酸溶解样品。

表1 氢氟酸对钇元素测定影响

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 酸介质 | 2% HNO3 | 2% HNO3+1% HF | 2% HNO3+2% HF |
| 测定浓度 ng/mL | 50.79 | 50.78 | 50.81 |

经过一验单位试验验证，得到的结论与起草单位一致。

3.3 测定同位素选择

按照被测元素同位素丰度高和无干扰的原则进行待测元素同位素选择，各元素推荐测定同位素如表2所示。

表2 待测元素同位素

| 元素 | 同位素  amu | 天然丰度  % | 检测模式 |
| --- | --- | --- | --- |
| As | 75 | 100.00 | 碰撞模式 |
| B | 11 | 80.10 | 标准模式 |
| Cd | 111 | 12.80 | 标准模式 |
| Cr | 52 | 83.79 | 标准模式 |
| Cu | 63 | 69.17 | 标准模式 |
| Hg | 202 | 29.86 | 标准模式 |
| Mg | 24 | 78.99 | 标准模式 |
| Mn | 55 | 100.00 | 标准模式 |
| Mo | 98 | 24.13 | 标准模式 |
| Nb | 93 | 100.00 | 标准模式 |
| Ni | 60 | 26.22 | 标准模式 |
| P | 31 | 100.00 | 标准模式 |
| Pb | 208 | 100.00 | 标准模式 |
| Sc | 45 | / | 标准模式/碰撞模式 |
| Sn | 118 | 24.20 | 标准模式 |
| Ta | 181 | 99.98 | 标准模式 |
| Tm | 169 | / | 标准模式 |
| W | 184 | 30.64 | 标准模式 |
| Y | 89 | 100.00 | 标准模式 |
| Zr | 90 | 51.45 | 标准模式 |

经过一验单位试验验证，得到的结论与起草单位一致。

3.4 内标元素选择

质谱法中的基体效应是指在对样品进行测定过程中，因为基体浓度大而形成了非谱线干扰，会促使待测元素信号强度增强或降低。目前应用最多的解决方法是在实验过程中，使用一种或多种内标来修正基体影响，从而保证实验结果的准确性和稳定性。因为钒铝、钼铝中间合金待测元素的质量数跨度比较大，从11到208，故本实验选择了质量数有明显差异的两种内标：45Sc和169Tm，并根据“质量数相近”原则来选择内标元素，具体内标元素选择见表3。

表3 内标元素

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内标元素 | 45Sc | 169Tm |
| 待测元素 | As，B，Cr，Cu，Mg，Mn，Mo，Nb，Ni，P，Y，Zr | Cd，Hg，Pb，Sn，Ta，W |

经过一验单位试验验证，得到的结论与起草单位一致。

3.5 检出限和定量限

实验对11份全流程空白溶液进行测定，并计算标准偏差，以3倍标准偏差作为检出限，10倍标准偏差作为定量限，各元素检出限和定量限统计结果见表4。由表中数据可见，各元素的检出限和定量限均可满足方法测定范围的要求。

表4 检出限和定量限

| 元素 | 空白测定平均值  ng/mL | 标准偏差  ng/mL | 检出限  ng/mL | 定量限  ng/mL |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| As | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.1 |
| B | 0.06 | 0.03 | 0.09 | 0.3 |
| Cd | 0.06 | 0.06 | 0.18 | 0.6 |
| Cr | 0.12 | 0.04 | 0.12 | 0.4 |
| Cu | 0.04 | 0.01 | 0.03 | 0.1 |
| Hg | 0.12 | 0.03 | 0.09 | 0.3 |
| Mg | 0.10 | 0.05 | 0.15 | 0.5 |
| Mn | 0.10 | 0.05 | 0.15 | 0.5 |
| Mo | 0.01 | 0.05 | 0.15 | 0.5 |
| Nb | 0.02 | 0.07 | 0.21 | 0.7 |
| Ni | 0.10 | 0.01 | 0.03 | 0.1 |
| P | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.1 |
| Pb | 0.05 | 0.04 | 0.12 | 0.4 |
| Sn | 0.10 | 0.05 | 0.15 | 0.5 |
| Ta | 0.11 | 0.01 | 0.03 | 0.1 |
| W | 0.10 | 0.05 | 0.15 | 0.5 |
| Y | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.1 |
| Zr | 0.04 | 0.01 | 0.03 | 0.1 |

经过一验单位试验验证，得到的结论与起草单位一致。

3.6 精密度和准确度试验

3.6.1 精密度

按照实验方法，对收集到的钒铝中间合金水平1样品、钼铝中间合金水平1样品进行精密度实验，连续测定7次各杂质元素含量，结果见表5和表6（/表示未检出）。

由于所收集到的钒铝、钼铝中间合金样品中杂质元素含量较低，不能很好覆盖整个测定范围，故试验通过加标合成样品，即称完样品后直接在相应烧杯中加入1 μg、5 μg和7 μg混合标液，合成样品2#、3#和4#。按相同的检测方法对合成样品进行精密度实验。测定结果见表7和表8。需要特殊说明的是，钒铝中间合金3#、4#合成样品中镉元素和钼元素含量素超过0.010%；对于超过检测范围的元素不进行检测，并用-标示。

表5 钒铝中间合金水平1精密度实验

| 元素 | 测定值  % | 平均值  % | SD  % | RSD  % |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| As | 0.00032，0.00030，0.00032，0.00032，0.00031，0.00032，0.00031 | 0.00031 | 7.87E-06 | 2.50 |
| B | 0.0020，0.0019，0.0019，0.0019，0.0021，0.0020，0.0019 | 0.0020 | 7.87E-05 | 4.02 |
| Cd | / | / | / | / |
| Cr | 0.0049，0.0050，0.0049，0.0050，0.0049，0.0050，0.0049 | 0.0049 | 5.34E-05 | 1.08 |
| Cu | 0.00018，0.00017，0.00018，0.00019，0.00018，0.00018，0.00018 | 0.00018 | 5.77E-06 | 3.21 |
| Hg | / | / | / | / |
| Mg | / | / | / | / |
| Mn | 0.0014，0.0015，0.0015，0.0014，0.0014，0.0016，0.0014 | 0.0015 | 7.86E-05 | 5.40 |
| Mo | 0.0080，0.0078，0.0078，0.0079，0.0078，0.0078，0.0079 | 0.0079 | 7.86E-05 | 1.00 |
| Nb | 0.00013，0.00012，0.00013，0.00012，0.00013，0.00013，0.00012 | 0.00013 | 5.34E-06 | 4.25 |
| Ni | 0.0023，0.0023，0.0023，0.0024，0.0024，0.0025，0.0024 | 0.0024 | 7.55E-05 | 3.19 |
| P | 0.0011，0.0011，0.0012，0.0012，0.0011，0.0013，0.0012 | 0.0012 | 7.55E-05 | 6.45 |
| Pb | / | / | / | / |
| Sn | 0.00012，0.0001，0.00011，0.0001，0.0001，0.0001，0.00012 | 0.00011 | 9.51E-06 | 8.88 |
| Ta | 0.00014，0.00013，0.00013，0.00014，0.00014，0.00015，0.00013 | 0.00014 | 7.55E-06 | 5.51 |
| W | 0.0012，0.0013，0.0013，0.0013，0.0012，0.0012，0.0013 | 0.0013 | 5.16E-05 | 4.08 |
| Y | / | / | / | / |
| Zr | / | / | / | / |

表6 钼铝中间合金水平1精密度实验

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 元素 | 测定值  % | 平均值  % | SD  % | RSD  % |
| As | / | / | / | / |
| B | 0.00038，0.00037，0.00038，0.00038，0.00039，0.00038，0.00037 | 0.00038 | 6.90E-06 | 1.82 |
| Cr | 0.0013，0.0011，0.0012，0.0012，0.0011，0.0011，0.0011 | 0.0012 | 7.86E-05 | 6.80 |
| Cu | 0.00023，0.00024，0.00024，0.00023，0.00023，0.00024，0.00023 | 0.00023 | 5.34E-06 | 2.28 |
| Hg | / | / | / | / |
| Mg | 0.0017，0.0018，0.0017，0.0017，0.0018，0.0016，0.0018 | 0.0017 | 7.55E-05 | 4.37 |
| Mn | 0.0027，0.0027，0.0028，0.0027，0.0028，0.0027，0.0027 | 0.0027 | 4.87E-05 | 1.79 |
| Nb | 0.00027，0.00028，0.00027，0.00027，0.00028，0.00027，0.00027 | 0.00027 | 4.87E-06 | 1.79 |
| Ni | 0.0028，0.0027，0.0028，0.0028，0.0028，0.0028，0.0028 | 0.0028 | 3.77E-05 | 1.36 |
| P | / | / | / | / |
| Pb | / | / | / | / |
| Sn | 0.0003，0.00029，0.00029，0.00028，0.00029，0.00029，0.0003 | 0.00029 | 6.90E-06 | 2.37 |
| Ta | 0.00011，0.00011，0.00012，0.00012，0.00012，0.00011，0.00011 | 0.00011 | 5.34E-06 | 4.68 |
| W | 0.0013，0.0013，0.0012，0.0012，0.0013，0.0012，0.0013 | 0.0013 | 5.34E-05 | 4.25 |
| Y | / | / | / | / |
| Zr | / | / | / | / |

表7 钒铝合成样品精密度实验

| 样品 | 元素 | 测定值  % | 平均值  % | SD  % | RSD  % |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2# | As | 0.0012，0.0013，0.0013，0.0014，0.0013，0.0013，0.0013 | 0.0013 | 5.77E-05 | 4.44 |
| B | 0.0032，0.0031，0.0032，0.0031，0.0029，0.0028，0.0028 | 0.0030 | 0.000177 | 5.88 |
| Cd | 0.0010，0.0011，0.0011，0.0010，0.0011，0.0010，0.0010 | 0.0010 | 5.35E-05 | 5.13 |
| Cr | 0.0059，0.0059，0.0057，0.0060，0.0059，0.0058，0.0059 | 0.0059 | 9.51E-05 | 1.62 |
| Cu | 0.0011，0.0011，0.0013，0.0012，0.0011，0.0013，0.0011 | 0.0012 | 9.51E-05 | 8.12 |
| Hg | 0.0010，0.0011，0.0010，0.0009，0.0010，0.0009，0.0010 | 0.0009 | 6.90E-05 | 7.00 |
| Mg | 0.0010，0.0010，0.0011，0.0010，0.0009，0.0010，0.0010 | 0.0010 | 5.77E-05 | 5.77 |
| Mn | 0.0026，0.0025，0.0024，0.0026，0.0024，0.0023，0.0024 | 0.0025 | 0.000113 | 4.61 |
| Mo | 0.0089，0.0090，0.0090，0.0089，0.0091，0.0090，0.0090 | 0.0090 | 6.90E-05 | 0.77 |
| Nb | 0.0010，0.0011，0.0009，0.0010，0.0009，0.0011，0.0010 | 0.0011 | 8.16E-05 | 8.16 |
| Ni | 0.0036，0.0034，0.0036，0.0034，0.0035，0.0034，0.0034 | 0.0035 | 9.51E-05 | 2.74 |
| P | 0.0021，0.0023，0.0023，0.0020，0.0021，0.0022，0.0021 | 0.0022 | 0.000113 | 5.26 |
| Pb | 0.0011，0.0009，0.0010，0.0010，0.0011，0.0010，0.0010 | 0.0010 | 6.90E-05 | 6.80 |
| Sn | 0.0012，0.0011，0.0010，0.0010，0.0012，0.0010，0.0010 | 0.0011 | 9.51E-05 | 8.88 |
| Ta | 0.0010，0.0012，0.0010，0.0011，0.0011，0.0010，0.0010 | 0.0011 | 7.87E-05 | 7.44 |
| W | 0.0022，0.0023，0.0024，0.0022，0.0023，0.0022，0.0022 | 0.0023 | 7.87E-05 | 3.49 |
| Y | 0.0011，0.0010，0.0011，0.0009，0.0010，0.0010，0.0009 | 0.0010 | 8.16E-05 | 8.16 |
| Zr | 0.0011，0.0009，0.0010，0.0011，0.0010，0.0011，0.0011 | 0.0010 | 7.87E-05 | 7.54 |
| 3# | As | 0.0053，0.0051，0.0053，0.0054，0.0051，0.0053，0.0053 | 0.0053 | 0.000113 | 2.16 |
| B | 0.0070，0.0071，0.0073，0.0072，0.0069，0.0070，0.0071 | 0.0070 | 0.000135 | 1.91 |
| Cd | 0.0054，0.0052，0.0051，0.0052，0.0053，0.0052，0.0052 | 0.0052 | 9.51E-05 | 1.82 |
| Cr | 0.0099，0.0097，0.0098，0.0099，0.010，0.0099，0.0099 | 0.0099 | 9.51E-05 | 0.97 |
| Cu | 0.0051，0.0053，0.0051，0.0052，0.0051，0.0048，0.0051 | 0.0051 | 0.000153 | 3.00 |
| Hg | 0.0051，0.0052，0.0051，0.0051，0.0049，0.0051，0.0051 | 0.0051 | 9E-05 | 1.77 |
| Mg | 0.0051，0.0051，0.0051，0.0051，0.0047，0.0052，0.0049 | 0.0050 | 0.000170 | 3.40 |
| Mn | 0.0065，0.0063，0.0066，0.0065，0.0065，0.0067，0.0065 | 0.0065 | 0.000121 | 1.87 |
| Mo | - | - | - | - |
| Nb | 0.0052，0.0051，0.0052，0.0053，0.0052，0.0051，0.0051 | 0.0052 | 7.56E-05 | 1.46 |
| Ni | 0.0073，0.0073，0.0077，0.0078，0.0075，0.0074，0.0073 | 0.0075 | 0.000206 | 2.76 |
| P | 0.0061，0.0066，0.0062，0.0064，0.0062，0.006，0.0062 | 0.0062 | 0.000199 | 3.18 |
| Pb | 0.0052，0.0047，0.0049，0.0052，0.0049，0.0049，0.0050 | 0.0049 | 0.000180 | 3.62 |
| Sn | 0.0051，0.0054，0.0052，0.0051，0.0048，0.0051，0.0051 | 0.0051 | 0.000177 | 3.48 |
| Ta | 0.0054，0.0052，0.0051，0.0051，0.0053，0.0051，0.0048 | 0.0051 | 0.000190 | 3.70 |
| W | 0.0066，0.0065，0.0065，0.0064，0.0062，0.0061，0.0067 | 0.0064 | 0.000214 | 3.33 |
| Y | 0.0047，0.0051，0.0051，0.0046，0.0051，0.0051，0.0047 | 0.0049 | 0.000234 | 4.76 |
| Zr | 0.0051，0.0052，0.0047，0.0048，0.0051，0.0051，0.0050 | 0.0050 | 0.000183 | 3.65 |
| 4# | As | 0.0068，0.0077，0.0078，0.0077，0.0079，0.0084，0.0079 | 0.0077 | 0.000479 | 6.19 |
| B | 0.0092，0.0092，0.0091，0.009，0.0092，0.0091，0.0091 | 0.0091 | 0.0000756 | 0.83 |
| Cd | 0.0069，0.0078，0.0074，0.0072，0.0075，0.007，0.0075 | 0.0073 | 0.000315 | 4.30 |
| Cr | - | - | - | - |
| Cu | 0.0075，0.0073，0.0073，0.0077，0.0078，0.0075，0.0074 | 0.0075 | 0.000191 | 2.56 |
| Hg | 0.0069，0.0068，0.0067，0.0068，0.0067，0.0079，0.0064 | 0.0069 | 0.000474 | 6.89 |
| Mg | 0.0077，0.0074，0.0077，0.0074，0.0078，0.0071，0.0068 | 0.00749 | 0.000363 | 4.89 |
| Mn | 0.0087，0.0082，0.0084，0.0097，0.0083，0.0087，0.0087 | 0.0087 | 0.000499 | 5.76 |
| Mo | - | - | - | - |
| Nb | 0.0074，0.0077，0.0074，0.0077，0.0077，0.0077，0.0067 | 0.0075 | 0.000368 | 4.93 |
| Ni | 0.0094，0.0093，0.0093，0.0093，0.0091，0.0095，0.0093 | 0.0093 | 0.000121 | 1.30 |
| P | 0.0082，0.0084，0.0082，0.0083，0.0081，0.0085，0.0083 | 0.0083 | 0.000135 | 1.62 |
| Pb | 0.0073，0.0072，0.0075，0.007，0.0073，0.0075，0.0072 | 0.0073 | 0.000177 | 2.43 |
| Sn | 0.0076，0.0074，0.0077，0.008，0.0077，0.0073，0.0069 | 0.0075 | 0.000353 | 4.70 |
| Ta | 0.0069，0.0062，0.0067，0.0068，0.0077，0.0069，0.0073 | 0.0069 | 0.000472 | 6.81 |
| W | 0.0083，0.0084，0.0087，0.0087，0.0088，0.0085，0.0085 | 0.0086 | 0.000181 | 2.12 |
| Y | 0.0077，0.0068，0.0077，0.0069，0.0074，0.0077，0.0074 | 0.0074 | 0.000382 | 5.18 |
| Zr | 0.0077，0.0078，0.0075，0.0074，0.0068，0.0072，0.0075 | 0.0074 | 0.000334 | 4.50 |

表8 钼铝合成样品精密度实验

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样品 | 元素 | 测定值  % | 平均值  % | SD  % | RSD  % |
| 2# | As | 0.0010，0.0011，0.0010，0.0009，0.0010，0.0010，0.0010 | 0.0010 | 5.77E-05 | 5.77 |
| B | 0.0014，0.0014，0.0016，0.0013，0.0014，0.0014，0.0014 | 0.0014 | 9.00E-05 | 6.36 |
| Cr | 0.0023，0.0026，0.0023，0.0021，0.0022，0.0023，0.0023 | 0.0023 | 0.000153 | 6.64 |
| Cu | 0.0012，0.0011，0.0012，0.0014，0.0012，0.0012，0.0012 | 0.0012 | 9E-05 | 7.41 |
| Hg | 0.0009，0.0010，0.0009，0.0011，0.0012，0.0010，0.0011 | 0.0010 | 9.84E-05 | 9.47 |
| Mg | 0.0027，0.0025，0.0027，0.0028，0.0029，0.0027，0.0027 | 0.0027 | 0.000121 | 4.48 |
| Mn | 0.0037，0.0039，0.0037，0.0035，0.0036，0.0037，0.0037 | 0.0037 | 0.000121 | 3.30 |
| Nb | 0.0013，0.0015，0.0013，0.0011，0.0013，0.0012，0.0013 | 0.0013 | 0.000121 | 9.45 |
| Ni | 0.0038，0.004，0.0038，0.0036，0.0037，0.0038，0.0038 | 0.0038 | 0.000121 | 3.20 |
| P | 0.0010，0.0011，0.0010，0.0011，0.0011，0.0012，0.0011 | 0.0011 | 6.90E-05 | 6.36 |
| Pb | 0.0010，0.0012，0.0011，0.0010，0.0011，0.0010，0.0010 | 0.0010 | 7.87E-05 | 7.44 |
| Sn | 0.0013，0.0012，0.0014，0.0012，0.0012，0.0012，0.0014 | 0.0013 | 9.51E-05 | 7.48 |
| Ta | 0.0012，0.0010，0.0011，0.0011，0.0010，0.0011，0.0010 | 0.0011 | 7.56E-05 | 7.06 |
| W | 0.0023，0.0021，0.0022，0.0023，0.0023，0.0026，0.0023 | 0.0023 | 0.000153 | 6.64 |
| Y | 0.0011，0.0011，0.0010，0.0010，0.0010，0.0011，0.0010 | 0.0010 | 5.35E-05 | 5.13 |
| Zr | 0.0010，0.0010，0.0011，0.0010，0.0011，0.0010，0.0011 | 0.0010 | 5.35E-05 | 5.13 |
| 3# | As | 0.0049，0.0050，0.0047，0.0049，0.0052，0.0049，0.0049 | 0.0049 | 0.00015 | 3.04 |
| B | 0.0053，0.0055，0.0053，0.0052，0.0053，0.0053，0.0053 | 0.0053 | 9.00E-05 | 1.69 |
| Cr | 0.0062，0.0060，0.0063，0.0062，0.0064，0.0062，0.0062 | 0.0062 | 0.000121 | 1.96 |
| Cu | 0.0052，0.0051，0.0051，0.0053，0.0052，0.0052，0.0050 | 0.0052 | 9.76E-05 | 1.89 |
| Hg | 0.0051，0.0053，0.0052，0.0052，0.0052，0.0053，0.0052 | 0.0052 | 6.90E-05 | 1.32 |
| Mg | 0.0068，0.0065，0.0069，0.0068，0.0068，0.0068，0.0067 | 0.0068 | 0.000127 | 1.88 |
| Mn | 0.0077，0.0074，0.0077，0.0078，0.0077，0.0077，0.0077 | 0.0077 | 0.000125 | 1.63 |
| Nb | 0.0056，0.0052，0.0053，0.0054，0.0053，0.0053，0.0053 | 0.0053 | 0.000127 | 2.38 |
| Ni | 0.0078，0.0077，0.0078，0.0077，0.0079，0.0084，0.0079 | 0.0079 | 0.000241 | 3.06 |
| P | 0.0052，0.0052，0.0051，0.0053，0.0055，0.0053，0.0052 | 0.0053 | 0.000127 | 2.42 |
| Pb | 0.0047，0.0049，0.0051，0.0049，0.0053，0.0047，0.0050 | 0.0049 | 0.000215 | 4.34 |
| Sn | 0.0053，0.0052，0.0055，0.0050，0.0053，0.0055，0.0052 | 0.0053 | 0.000177 | 3.35 |
| Ta | 0.0051，0.0050，0.0052，0.0050，0.0052，0.0053，0.0051 | 0.0051 | 0.000111 | 2.17 |
| W | 0.0062，0.0064，0.0062，0.0065，0.0060，0.0062，0.0062 | 0.0062 | 0.000162 | 2.59 |
| Y | 0.0052，0.0053，0.0050，0.0053，0.0051，0.0051，0.0050 | 0.0051 | 0.000127 | 2.47 |
| Zr | 0.0047，0.0049，0.0052，0.0049，0.0049，0.0053，0.0053 | 0.0050 | 0.000236 | 4.69 |
| 4# | As | 0.0072，0.0075，0.0073，0.0077，0.0067，0.0078，0.0069 | 0.0073 | 0.000404 | 5.54 |
| B | 0.0075，0.0073，0.0073，0.0077，0.0078，0.0075，0.0074 | 0.0075 | 0.000191 | 2.55 |
| Cr | 0.0083，0.0082，0.0085，0.0080，0.0085，0.0083，0.0083 | 0.0083 | 0.000173 | 2.09 |
| Cu | 0.0071，0.0072，0.0073，0.0080，0.0073，0.0071，0.0074 | 0.0073 | 0.000310 | 4.22 |
| Hg | 0.0077，0.0068，0.0075，0.0074，0.0074，0.0077，0.0074 | 0.0074 | 0.000302 | 4.08 |
| Mg | 0.0087，0.0084，0.0084，0.0087，0.0088，0.0085，0.0085 | 0.0086 | 0.00016 | 1.87 |
| Mn | 0.0094，0.0099，0.0093，0.0098，0.0097，0.0095，0.0095 | 0.0096 | 0.000219 | 2.29 |
| Nb | 0.0074，0.0068，0.0072，0.0075，0.0073，0.0072，0.0075 | 0.0073 | 0.000243 | 3.34 |
| Ni | 0.0096，0.0095，0.0093，0.0098，0.0099，0.0095，0.0097 | 0.0096 | 0.000204 | 2.12 |
| P | 0.0072，0.0075，0.0070，0.0073，0.0077，0.0077，0.0068 | 0.0073 | 0.000344 | 4.70 |
| Pb | 0.0062，0.0067，0.0068，0.0077，0.0069，0.0062，0.0069 | 0.0068 | 0.000509 | 7.52 |
| Sn | 0.0073，0.0080，0.0073，0.0071，0.0077，0.0068，0.0064 | 0.0072 | 0.000535 | 7.39 |
| Ta | 0.0082，0.0074，0.0077，0.0073，0.0077，0.0075，0.0073 | 0.0076 | 0.000318 | 4.20 |
| W | 0.0077，0.0084，0.0084，0.0077，0.0080，0.0085，0.0079 | 0.0081 | 0.000344 | 4.25 |
| Y | 0.0075，0.0070，0.0073，0.0077，0.0074，0.0077，0.0074 | 0.0074 | 0.000243 | 3.27 |
| Zr | 0.0072，0.0075，0.0070，0.0075，0.0072，0.0075，0.0073 | 0.0073 | 0.000195 | 2.67 |

3.6.2 准确度分析

通过合成样品实验，同时可计算出加标回收率，结果见表9和表10。从表中数据可看出，各元素的加标回收率均在92.7%~109.2%之间，说明方法准确。

表9 钒铝中间合金加标回收率（%）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 元素 | 样品中各元素含量  μg | 2#样品（加1 μg） | | 3#样品（加5 μg） | | 4#样品（加7 μg） | |
| 测得值  μg | 回收率  % | 测得值  μg | 回收率  % | 测得值  μg | 回收率  % |
| As | 0.31 | 1.30 | 98.8 | 5.30 | 99.7 | 7.74 | 106.1 |
| B | 2.00 | 3.00 | 100.2 | 7.01 | 100.2 | 9.13 | 101.4 |
| Cd | 0.00 | 1.02 | 102.1 | 5.21 | 104.1 | 7.33 | 104.7 |
| Cr | 4.92 | 5.92 | 100.1 | 9.92 | 100.0 | - | - |
| Cu | 0.18 | 1.18 | 99.6 | 5.12 | 98.8 | 7.50 | 104.5 |
| Hg | 0.00 | 0.93 | 92.7 | 5.10 | 101.9 | 6.89 | 98.4 |
| Mg | 0.00 | 0.99 | 98.6 | 4.99 | 99.8 | 7.41 | 105.9 |
| Mn | 1.52 | 2.54 | 101.8 | 6.51 | 99.8 | 8.67 | 102.0 |
| Mo | 7.94 | 9.01 | 100.8 | - | - | - | - |
| Nb | 0.13 | 1.13 | 99.5 | 5.19 | 101.1 | 7.47 | 104.8 |
| Ni | 2.42 | 3.49 | 106.9 | 7.51 | 101.8 | 9.31 | 98.9 |
| P | 1.21 | 2.22 | 101.0 | 6.23 | 100.4 | 8.29 | 101.0 |
| Pb | 0.00 | 0.98 | 97.7 | 4.87 | 97.3 | 7.29 | 104.1 |
| Sn | 0.11 | 1.12 | 101.3 | 5.12 | 100.2 | 7.51 | 105.7 |
| Ta | 0.14 | 1.14 | 100.6 | 5.14 | 100.0 | 6.93 | 97.0 |
| W | 1.31 | 2.32 | 101.4 | 6.43 | 102.4 | 8.56 | 103.1 |
| Y | 0.00 | 0.97 | 96.5 | 4.88 | 97.6 | 7.37 | 105.3 |
| Zr | 0.00 | 1.02 | 102.0 | 4.96 | 99.1 | 7.41 | 105.9 |

表10 钼铝中间合金加标回收率（%）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 元素 | 样品中各元素含量  μg | 2#样品（加入1 μg） | | 3#样品（加入5 μg） | | 4#样品（加入7 μg） | |
| 测得值  μg | 回收率  % | 测得值  μg | 回收率  % | 测得值  μg | 回收率  % |
| As | 0.00 | 1.05 | 104.8 | 4.88 | 97.5 | 7.30 | 104.3 |
| B | 0.38 | 1.39 | 100.9 | 5.27 | 97.7 | 7.50 | 101.6 |
| Cr | 1.20 | 2.27 | 106.1 | 6.17 | 99.2 | 8.30 | 101.2 |
| Cu | 0.23 | 1.22 | 99.6 | 5.20 | 99.5 | 7.34 | 101.6 |
| Hg | 0.00 | 1.04 | 103.9 | 5.23 | 104.6 | 7.41 | 105.9 |
| Mg | 1.67 | 2.69 | 102.3 | 6.75 | 101.7 | 8.57 | 96.6 |
| Mn | 2.71 | 3.72 | 101.1 | 7.69 | 99.6 | 9.59 | 98.9 |
| Nb | 0.27 | 1.26 | 99.4 | 5.32 | 101.0 | 7.27 | 100.0 |
| Ni | 2.83 | 3.82 | 99.0 | 7.86 | 100.7 | 9.61 | 98.1 |
| P | 0.00 | 1.09 | 109.2 | 5.32 | 106.4 | 7.31 | 104.5 |
| Pb | 0.00 | 1.02 | 102.2 | 4.89 | 99.8 | 6.77 | 96.7 |
| Sn | 0.29 | 1.26 | 96.2 | 5.28 | 99.8 | 7.23 | 99.2 |
| Ta | 0.11 | 1.10 | 98.8 | 5.10 | 99.8 | 7.59 | 106.7 |
| W | 1.31 | 2.34 | 103.1 | 6.23 | 98.4 | 8.09 | 97.4 |
| Y | 0.00 | 1.02 | 101.6 | 5.11 | 102.2 | 7.43 | 106.1 |
| Zr | 0.00 | 1.04 | 103.7 | 4.99 | 99.7 | 7.31 | 104.5 |

3.7 主要试验（或验证）的分析、综述报告

3.7.1 实验室间数据比对结果汇总

在完成相关条件试验后，各参编单位按照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》中关于精密度的要求，对8个钒铝、钼铝中间合金中的杂质元素含量进行了平行测定，实验结果见附录。在汇总数据后，西安汉唐分析检测有限公司按照GB/T 6379.2—2004《测量方法与结果的准确度》，对各家参编单位的试验验证数据进行统计计算，在对原始测定数据进行柯克伦检验及格拉布斯检验，剔除离群值后，进行精密度数据计算，从而确定重复性限和再现性限。各杂质元素统计分析后结果可接受的实验室个数、可接受的数据个数、平均值、重复性限、再现性限见表11~表18。

表11 钒铝中间合金水平1统计结果表

| 元素 | 结果可接受的实验室 | 可接受的数据个数 | 平均值*w*/% | 重复性限*r*/% | 再现性限*R*/% |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| As | 5 | 35 | 0.0003 | 0.0001 | 0.0002 |
| B | 6 | 42 | 0.0019 | 0.0003 | 0.0006 |
| Cd | 7 | 49 | ＜0.0001 | / | / |
| C*r* | 7 | 49 | 0.0049 | 0.0004 | 0.0005 |
| Cu | 8 | 56 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0001 |
| Hg | 7 | 49 | ＜0.0001 | / | / |
| Mg | 7 | 49 | ＜0.0001 | / | / |
| Mn | 8 | 56 | 0.0013 | 0.0002 | 0.0004 |
| Mo | 7 | 49 | 0.0076 | 0.0004 | 0.0010 |
| Nb | 6 | 42 | 0.0014 | 0.0002 | 0.0004 |
| Ni | 6 | 42 | 0.0025 | 0.0003 | 0.0004 |
| P | 4 | 28 | 0.0012 | 0.0002 | 0.0002 |
| Pb | 7 | 49 | ＜0.0001 | / | / |
| Sn | 7 | 49 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Ta | 7 | 49 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| W | 7 | 49 | 0.0012 | 0.0002 | 0.0005 |
| Y | 7 | 49 | ＜0.0001 | / | / |
| Zr | 8 | 56 | ＜0.0001 | / | / |

表12 钒铝中间合金水平2统计结果表

| 元素 | 结果可接受的实验室 | 可接受的数据个数 | 平均值*w*/% | 重复性限*r*/% | 再现性限*R*/% |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| As | 6 | 42 | 0.0013 | 0.0002 | 0.0003 |
| B | 6 | 42 | 0.0029 | 0.0005 | 0.0006 |
| Cd | 8 | 56 | 0.0010 | 0.0002 | 0.0002 |
| C*r* | 8 | 56 | 0.0059 | 0.0003 | 0.0007 |
| Cu | 8 | 56 | 0.0011 | 0.0002 | 0.0004 |
| Hg | 7 | 49 | 0.0010 | 0.0002 | 0.0003 |
| Mg | 7 | 49 | 0.0010 | 0.0002 | 0.0002 |
| Mn | 7 | 49 | 0.0023 | 0.0003 | 0.0006 |
| Mo | 7 | 49 | 0.0086 | 0.0005 | 0.0010 |
| Nb | 6 | 42 | 0.0023 | 0.0003 | 0.0007 |
| Ni | 7 | 49 | 0.0035 | 0.0003 | 0.0004 |
| P | 4 | 28 | 0.0022 | 0.0003 | 0.0003 |
| Pb | 7 | 49 | 0.0010 | 0.0002 | 0.0002 |
| Sn | 7 | 49 | 0.0012 | 0.0002 | 0.0004 |
| Ta | 7 | 49 | 0.0011 | 0.0002 | 0.0003 |
| W | 7 | 49 | 0.0022 | 0.0002 | 0.0005 |
| Y | 7 | 49 | 0.0010 | 0.0002 | 0.0002 |
| Zr | 7 | 49 | 0.0010 | 0.0002 | 0.0002 |

表13 钒铝中间合金水平3统计结果表

| 元素 | 结果可接受的实验室 | 可接受的数据个数 | 平均值*w*/% | 重复性限*r*/% | 再现性限*R*/% |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| As | 7 | 49 | 0.0052 | 0.0003 | 0.0008 |
| B | 6 | 42 | 0.0069 | 0.0005 | 0.0008 |
| Cd | 8 | 56 | 0.0051 | 0.0003 | 0.0006 |
| Cr | 8 | 56 | 0.0098 | 0.0004 | 0.0005 |
| Cu | 7 | 49 | 0.0052 | 0.0003 | 0.0003 |
| Hg | 7 | 49 | 0.0050 | 0.0003 | 0.0004 |
| Mg | 7 | 49 | 0.0050 | 0.0004 | 0.0004 |
| Mn | 7 | 49 | 0.0064 | 0.0003 | 0.0005 |
| Mo | - | - | - | - | - |
| Nb | 6 | 42 | 0.0063 | 0.0003 | 0.0008 |
| Ni | 7 | 49 | 0.0076 | 0.0004 | 0.0007 |
| P | 4 | 28 | 0.0062 | 0.0004 | 0.0004 |
| Pb | 7 | 49 | 0.0050 | 0.0004 | 0.0005 |
| Sn | 7 | 49 | 0.0051 | 0.0003 | 0.0003 |
| Ta | 7 | 49 | 0.0051 | 0.0004 | 0.0004 |
| W | 7 | 49 | 0.0063 | 0.0004 | 0.0006 |
| Y | 7 | 49 | 0.0050 | 0.0004 | 0.0005 |
| Zr | 7 | 49 | 0.0050 | 0.0004 | 0.0004 |

表14 钒铝中间合金水平4统计结果表

| 元素 | 结果可接受的实验室 | 可接受的数据个数 | 平均值*w*/% | 重复性限*r*/% | 再现性限*R*/% |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| As | 7 | 49 | 0.0073 | 0.0007 | 0.0011 |
| B | 5 | 35 | 0.0089 | 0.0003 | 0.0013 |
| Cd | 8 | 56 | 0.0072 | 0.0006 | 0.0011 |
| Cr | - | - | - | - | - |
| Cu | 7 | 49 | 0.0073 | 0.0004 | 0.0005 |
| Hg | 6 | 42 | 0.0071 | 0.0007 | 0.0009 |
| Mg | 7 | 49 | 0.0073 | 0.0007 | 0.0009 |
| Mn | 7 | 49 | 0.0082 | 0.0007 | 0.0013 |
| Mo | - | - | - | - | - |
| Nb | 6 | 42 | 0.0082 | 0.0007 | 0.0013 |
| Ni | 5 | 35 | 0.0094 | 0.0004 | 0.0005 |
| P | 4 | 28 | 0.0082 | 0.0004 | 0.0008 |
| Pb | 7 | 49 | 0.0071 | 0.0005 | 0.0007 |
| Sn | 7 | 49 | 0.0073 | 0.0006 | 0.0007 |
| Ta | 5 | 42 | 0.0070 | 0.0007 | 0.0009 |
| W | 5 | 35 | 0.0082 | 0.0004 | 0.0008 |
| Y | 7 | 49 | 0.0073 | 0.0007 | 0.0008 |
| Zr | 7 | 49 | 0.0072 | 0.0006 | 0.0008 |

表15 钼铝中间合金水平1统计结果表

| 元素 | 结果可接受的实验室 | 可接受的数据个数 | 平均值*w*/% | 重复性限*r*/% | 再现性限*R*/% |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| As | 8 | 56 | ＜0.0001 | / | / |
| B | 6 | 42 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0002 |
| C*r* | 7 | 49 | 0.0011 | 0.0002 | 0.0004 |
| Cu | 6 | 42 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0001 |
| Hg | 7 | 49 | ＜0.0001 | / | / |
| Mg | 4 | 28 | 0.0017 | 0.0002 | 0.0002 |
| Mn | 7 | 49 | 0.0026 | 0.0003 | 0.0007 |
| Nb | 4 | 28 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0001 |
| Ni | 7 | 49 | 0.0027 | 0.0002 | 0.0004 |
| P | 5 | 35 | ＜0.0001 | / | / |
| Pb | 8 | 56 | ＜0.0001 | / | / |
| Sn | 7 | 49 | 0.0003 | 0.0001 | 0.0001 |
| Ta | 7 | 49 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| W | 7 | 49 | 0.0013 | 0.0002 | 0.0003 |
| Y | 7 | 49 | ＜0.0001 | / | / |
| Zr | 6 | 42 | ＜0.0001 | / | / |

表16 钼铝中间合金水平2统计结果表

| 元素 | 结果可接受的实验室 | 可接受的数据个数 | 平均值*w*/% | 重复性限*r*/% | 再现性限*R*/% |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| As | 6 | 42 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0002 |
| B | 6 | 42 | 0.0014 | 0.0003 | 0.0004 |
| Cr | 6 | 42 | 0.0022 | 0.0004 | 0.0004 |
| Cu | 7 | 49 | 0.0012 | 0.0002 | 0.0002 |
| Hg | 7 | 49 | 0.0010 | 0.0002 | 0.0003 |
| Mg | 5 | 35 | 0.0026 | 0.0003 | 0.0007 |
| Mn | 6 | 42 | 0.0036 | 0.0004 | 0.0006 |
| Nb | 6 | 42 | 0.0012 | 0.0003 | 0.0004 |
| Ni | 7 | 49 | 0.0038 | 0.0003 | 0.0006 |
| P | 5 | 35 | 0.0011 | 0.0002 | 0.0002 |
| Pb | 7 | 49 | 0.0010 | 0.0002 | 0.0002 |
| Sn | 7 | 49 | 0.0013 | 0.0002 | 0.0004 |
| Ta | 8 | 56 | 0.0011 | 0.0002 | 0.0002 |
| W | 7 | 49 | 0.0023 | 0.0003 | 0.0005 |
| Y | 7 | 49 | 0.0010 | 0.0002 | 0.0002 |
| Zr | 7 | 49 | 0.0011 | 0.0002 | 0.0003 |

表17 钼铝中间合金水平3统计结果表

| 元素 | 结果可接受的实验室个 | 可接受的数据个数 | 平均值*w*/% | 重复性限*r*/% | 再现性限*R*/% |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| As | 6 | 42 | 0.0051 | 0.0004 | 0.0005 |
| B | 6 | 42 | 0.0052 | 0.0004 | 0.0008 |
| C*r* | 7 | 49 | 0.0061 | 0.0004 | 0.0005 |
| Cu | 7 | 49 | 0.0052 | 0.0002 | 0.0004 |
| Hg | 7 | 49 | 0.0051 | 0.0002 | 0.0004 |
| Mg | 4 | 28 | 0.0067 | 0.0008 | 0.0008 |
| Mn | 6 | 42 | 0.0075 | 0.0004 | 0.0008 |
| Nb | 7 | 49 | 0.0053 | 0.0003 | 0.0005 |
| Ni | 7 | 49 | 0.0077 | 0.0004 | 0.0007 |
| P | 5 | 35 | 0.0052 | 0.0004 | 0.0004 |
| Pb | 7 | 49 | 0.0050 | 0.0004 | 0.0007 |
| Sn | 7 | 49 | 0.0052 | 0.0004 | 0.0005 |
| Ta | 7 | 49 | 0.0052 | 0.0004 | 0.0004 |
| W | 7 | 49 | 0.0062 | 0.0004 | 0.0007 |
| Y | 7 | 49 | 0.0051 | 0.0005 | 0.0005 |
| Zr | 7 | 49 | 0.0051 | 0.0005 | 0.0006 |

表18 钼铝中间合金水平4统计结果表

| 元素 | 结果可接受的实验室 | 可接受的数据个数 | 平均值*w*/% | 重复性限*r*/% | 再现性限*R*/% |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| As | 6 | 42 | 0.0073 | 0.0006 | 0.0007 |
| B | 6 | 42 | 0.0073 | 0.0007 | 0.0009 |
| Cr | 6 | 42 | 0.0082 | 0.0004 | 0.0006 |
| Cu | 7 | 49 | 0.0073 | 0.0005 | 0.0006 |
| Hg | 7 | 49 | 0.0072 | 0.0006 | 0.0008 |
| Mg | 5 | 35 | 0.0086 | 0.0009 | 0.0009 |
| Mn | 5 | 35 | 0.0095 | 0.0005 | 0.0007 |
| Nb | 6 | 42 | 0.0073 | 0.0004 | 0.0006 |
| Ni | 5 | 35 | 0.0096 | 0.0004 | 0.0007 |
| P | 6 | 42 | 0.0072 | 0.0006 | 0.0008 |
| Pb | 7 | 49 | 0.0069 | 0.0007 | 0.0010 |
| Sn | 6 | 42 | 0.0073 | 0.0007 | 0.0008 |
| Ta | 7 | 49 | 0.0073 | 0.0005 | 0.0001 |
| W | 8 | 56 | 0.0080 | 0.0005 | 0.0012 |
| Y | 7 | 49 | 0.0072 | 0.0005 | 0.0007 |
| Zr | 7 | 49 | 0.0072 | 0.0005 | 0.0006 |

3.7.2 重复性

在重复性条件下获得的两次独立测试结果的测定值，在表19给出的平均值范围内，这两个测试结果的绝对差值不超过重复性限（*r*），超过重复性限（*r*）的情况不超过5%，重复性限（*r*）按表19数据采用线性内插法或外延法求得。

表19 重复性限

|  |  |
| --- | --- |
| 元素质量分数*w*/% | 重复性限*r*/% |
| 0.0002 | 0.0001 |
| 0.0010 | 0.0003 |
| 0.0050 | 0.0005 |
| 0.0070 | 0.0008 |

3.7.3 再现性

在再现性条件下获得的两次独立测试结果的测定值，在表3给出的平均值范围内，这两个测试结果的绝对差值不超过再现性限（*R*），超过再现性限（*R*）的情况不超过5%，再现性限（*R*）按表3数据采用线性内插法或外延法求得。

表20 再现性限

|  |  |
| --- | --- |
| 元素质量分数*w*/% | 再现性限*R*/% |
| 0.0002 | 0.0001 |
| 0.0010 | 0.0004 |
| 0.0050 | 0.0008 |
| 0.0070 | 0.0010 |

四、 标准中涉及专利的情况

本文件不涉及专利问题。

五、 预期达到的社会效益等情况

5.1 标准的必要性

钒铝、钼铝中间合金是生产高性能钛合金的重要中间合金，其作用包括改善合金化条件、提高合金成分均匀度、克服偏析和不熔（难熔）金属夹杂以及减少金属烧损率。

钒铝、钼铝中间合金中的微量杂质元素是影响产品质量的重要控制指标，随着航空航天用等高端钛合金的发展，对钒铝、钼铝中间合金杂质元素含量提出了更为严苛的要求。因此，制订钒铝、钼铝中间合金中杂质元素含量的测定方法标准，是保证钒铝、钼铝中间合金产品质量的关键，对推动钛合金生产规模化、简单化起到非常关键的作用。

5.2 标准的预期作用

标准充分考虑了我国钒铝、钼铝中间合金生产企业和使用加工企业的生产工艺技术水平。根据实际需求进行了大量相关实验，最终形成了本标准文件。本标准操作简便、快速，分析结果准确、可靠，代表了我国在钒铝、钼铝中间合金检测领域的最高水平。本标准颁布执行后，有利于生产采用统一的分析方法开展产品质量检验工作，有利于市场公平交易环境的形成，具有较大的社会效益。

六、 采用国际标准和国外先进标准的情况

6.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，国外无相同类型的国际标准。

6.2 国际、国外同类标准水平的对比分析

经查，国外无相同类型的国际标准。

6.3 与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

无。

6.4 标准水平分析

本标准的建立提升了检测效率，有利于生产单位生产效率的提高，标准总体达到了国内先进水平。

七、 与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本文件与有关的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。

本文件与现行标准及制定中的标准无重复交叉情况。

八、 重大分歧意见的处理经过和依据

编制组严格按既定编制原则进行编写，本文件起草过程中未发生重大的分歧意见。

九、 标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准为行业标准，供相关组织参考采用。

十、 贯彻标准的要求和措施建议

本文件规范了钒铝、钼铝中间合金中杂质元素的测定，有利用整个行业分析水平的提升，为钛合金大规模生产中使用中间合金提供了质量保证。本文件发布执行后，建议标准主管单位积极向生产厂家及国内外用户推广。

十一、废止现行有关标准的建议

本文件为新制定文件，无废止其它标准的建议。

十二、其他应予说明的事项

无。

《钒铝、钼铝中间合金化学分析方法》编写组

2022年8月

附录：精密度原始数据

附表1 钒铝中间合金精密度数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水平数 | 实验室 | As 的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.00032 | 0.00030 | 0.00032 | 0.00032 | 0.00031 | 0.00032 | 0.00031 |
| 国合青岛 | 0.00033 | 0.00032 | 0.00031 | 0.00033 | 0.0003 | 0.00032 | 0.00031 |
| 四中 | 0.00034 | 0.00033 | 0.00036 | 0.00033 | 0.00034 | 0.00035 | 0.00034 |
| 金钼 | 0.00033 | 0.00034 | 0.00032 | 0.00033 | 0.00036 | 0.00032 | 0.00032 |
| 山东冶金 | 0.00030 | 0.00030 | 0.00029 | 0.00029 | 0.00029 | 0.00031 | 0.00032 |
| 2 | 汉唐 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0013 |
| 国合青岛 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0013 |
| 四中 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0013 |
| 广东院 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0013 |
| 金钼 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0013 |
| 山东冶金 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0013 |
| 3 | 汉唐 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0054 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0053 |
| 国合青岛 | 0.0053 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0051 |
| 西部超导 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0043 | 0.0046 | 0.0046 | 0.0046 | 0.0046 |
| 四中 | 0.0054 | 0.0053 | 0.0055 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0053 |
| 广东院 | 0.0051 | 0.0052 | 0.005 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 |
| 金钼 | 0.0053 | 0.0055 | 0.00533 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0054 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0053 |
| 4 | 汉唐 | 0.0068 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0077 | 0.0079 | 0.0084 | 0.0079 |
| 国合青岛 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0077 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0072 |
| 西部超导 | 0.0068 | 0.0067 | 0.0067 | 0.0068 | 0.0067 | 0.0068 | 0.0068 |
| 四中 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0074 | 0.0073 |
| 广东院 | 0.0066 | 0.0072 | 0.0070 | 0.0068 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0074 |
| 金钼 | 0.0078 | 0.0077 | 0.0079 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0072 |
| 山东冶金 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0073 |
| 水平数 | 实验室 | B的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.0020 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0021 | 0.0020 | 0.0019 |
| 国合青岛 | 0.0021 | 0.0020 | 0.0019 | 0.0021 | 0.0020 | 0.0019 | 0.0020 |
| 四中 | 0.0017 | 0.0016 | 0.0015 | 0.0016 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0016 |
| 广东院 | 0.0017 | 0.0020 | 0.0016 | 0.0020 | 0.0018 | 0.0021 | 0.0019 |
| 金钼 | 0.0021 | 0.0020 | 0.0022 | 0.0020 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0020 |
| 山东冶金 | 0.0019 | 0.0016 | 0.0018 | 0.0019 | 0.0020 | 0.0019 | 0.0020 |
| 2 | 汉唐 | 0.0032 | 0.0031 | 0.0032 | 0.0031 | 0.0029 | 0.0028 | 0.0028 |
| 国合青岛 | 0.0031 | 0.0032 | 0.0032 | 0.0029 | 0.0030 | 0.0031 | 0.0030 |
| 四中 | 0.0027 | 0.0026 | 0.0025 | 0.0026 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0028 |
| 广东院 | 0.0033 | 0.0030 | 0.0026 | 0.0028 | 0.0028 | 0.0031 | 0.0029 |
| 金钼 | 0.0031 | 0.0029 | 0.0028 | 0.0028 | 0.0031 | 0.0032 | 0.0032 |
| 山东冶金 | 0.0031 | 0.0029 | 0.0028 | 0.0029 | 0.0030 | 0.0029 | 0.0026 |
| 3 | 汉唐 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0069 | 0.0070 | 0.0071 |
| 国合青岛 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0072 |
| 四中 | 0.0067 | 0.0064 | 0.0065 | 0.0064 | 0.0065 | 0.0065 | 0.0066 |
| 广东院 | 0.0067 | 0.0070 | 0.0066 | 0.0070 | 0.0068 | 0.0069 | 0.0069 |
| 金钼 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0069 | 0.0065 | 0.0064 | 0.0065 | 0.0065 |
| 山东冶金 | 0.0068 | 0.0069 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0068 | 0.0070 | 0.0068 |
| 4 | 汉唐 | 0.0092 | 0.0092 | 0.0091 | 0.0090 | 0.0092 | 0.0091 | 0.0091 |
| 北京院 | 0.0082 | 0.0083 | 0.0084 | 0.0082 | 0.0083 | 0.0082 | 0.0083 |
| 国合青岛 | 0.0091 | 0.0092 | 0.0095 | 0.0095 | 0.0092 | 0.0092 | 0.0093 |
| 四中 | 0.0088 | 0.0086 | 0.0085 | 0.0086 | 0.0085 | 0.0085 | 0.0086 |
| 金钼 | 0.0092 | 0.0091 | 0.0090 | 0.0092 | 0.0091 | 0.0092 | 0.0093 |
| 水平数 | 实验室 | Cd的质量分数%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 北京院 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 国合青岛 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 西部超导 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 四中 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 广东院 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 金钼 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 山东冶金 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 2 | 汉唐 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 北京院 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 |
| 国合青岛 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 |
| 西部超导 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 |
| 四中 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 广东院 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 金钼 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 |
| 3 | 汉唐 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0052 |
| 北京院 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0051 |
| 国合青岛 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0053 |
| 西部超导 | 0.0056 | 0.0055 | 0.0055 | 0.0054 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0055 |
| 四中 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0048 | 0.0049 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0049 |
| 广东院 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0050 |
| 金钼 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0049 | 0.0048 | 0.0048 | 0.0048 | 0.0049 | 0.0048 | 0.0048 |
| 4 | 汉唐 | 0.0069 | 0.0078 | 0.0074 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0070 | 0.0075 |
| 北京院 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0071 |
| 国合青岛 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0069 | 0.0072 | 0.0068 | 0.0074 | 0.0071 |
| 西部超导 | 0.0077 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0077 | 0.0080 | 0.0080 | 0.0080 |
| 四中 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0071 |
| 广东院 | 0.0067 | 0.0068 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0069 | 0.0070 | 0.0075 |
| 金钼 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0078 | 0.0074 |
| 山东冶金 | 0.0068 | 0.0069 | 0.0067 | 0.0066 | 0.0068 | 0.0068 | 0.0066 |
| 水平数 | 实验室 | Cr的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0049 |
| 北京院 | 0.0047 | 0.0048 | 0.0047 | 0.0048 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0048 |
| 国合青岛 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0051 |
| 四中 | 0.0044 | 0.0047 | 0.0046 | 0.0045 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0051 |
| 广东院 | 0.0047 | 0.0046 | 0.0049 | 0.0046 | 0.0047 | 0.0048 | 0.0046 |
| 金钼 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0048 | 0.0047 | 0.0048 |
| 山东冶金 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0049 |
| 2 | 汉唐 | 0.0059 | 0.0059 | 0.0057 | 0.0060 | 0.0059 | 0.0058 | 0.0059 |
| 北京院 | 0.0057 | 0.0058 | 0.0057 | 0.0058 | 0.0057 | 0.0057 | 0.0058 |
| 国合青岛 | 0.0059 | 0.0060 | 0.0061 | 0.0058 | 0.0059 | 0.0060 | 0.0059 |
| 西部超导 | 0.0062 | 0.0063 | 0.0065 | 0.0064 | 0.0063 | 0.0061 | 0.0062 |
| 四中 | 0.0054 | 0.0057 | 0.0056 | 0.0055 | 0.0057 | 0.0054 | 0.0056 |
| 广东院 | 0.0057 | 0.0056 | 0.0057 | 0.0058 | 0.0058 | 0.0058 | 0.0057 |
| 金钼 | 0.0057 | 0.0060 | 0.0059 | 0.0058 | 0.0059 | 0.0060 | 0.0061 |
| 山东冶金 | 0.0061 | 0.0061 | 0.0059 | 0.0058 | 0.0059 | 0.0058 | 0.0061 |
| 3 | 汉唐 | 0.0099 | 0.0097 | 0.0098 | 0.0099 | 0.0100 | 0.0099 | 0.0099 |
| 北京院 | 0.0097 | 0.0098 | 0.0097 | 0.0098 | 0.0097 | 0.0097 | 0.0098 |
| 国合青岛 | 0.0100 | 0.0099 | 0.0100 | 0.0099 | 0.0098 | 0.0099 | 0.0097 |
| 西部超导 | 0.0101 | 0.0101 | 0.0099 | 0.0101 | 0.0097 | 0.0098 | 0.0101 |
| 四中 | 0.0094 | 0.0097 | 0.0096 | 0.0095 | 0.0097 | 0.0094 | 0.0096 |
| 广东院 | 0.0097 | 0.0096 | 0.0095 | 0.0099 | 0.0098 | 0.0095 | 0.0099 |
| 金钼 | 0.0098 | 0.0099 | 0.0100 | 0.0099 | 0.0097 | 0.0098 | 0.0097 |
| 山东冶金 | 0.0098 | 0.0099 | 0.0098 | 0.0100 | 0.0099 | 0.0100 | 0.0100 |
| 水平数 | 实验室 | Cu的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 |
| 北京院 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 |
| 国合青岛 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 |
| 西部超导 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 |
| 四中 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 |
| 广东院 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 |
| 金钼 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 |
| 山东冶金 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 |
| 2 | 汉唐 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0011 |
| 北京院 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 |
| 国合青岛 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 |
| 西部超导 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0007 | 0.0008 |
| 四中 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 |
| 广东院 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0011 |
| 金钼 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 |
| 山东冶金 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 |
| 3 | 汉唐 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0051 |
| 北京院 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 |
| 国合青岛 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0052 |
| 四中 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0052 |
| 广东院 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0053 |
| 金钼 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0053 |
| 山东冶金 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0053 | 0.0052 |
| 4 | 汉唐 | 0.0075 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0074 |
| 北京院 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 |
| 国合青岛 | 0.0073 | 0.0074 | 0.0074 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0071 |
| 四中 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0076 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0072 |
| 广东院 | 0.0071 | 0.0073 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0070 | 0.0073 | 0.0074 |
| 金钼 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0074 | 0.0073 | 0.0075 |
| 山东冶金 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0072 | 0.0071 | 0.0070 |
| 水平数 | 实验室 | Hg的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 北京院 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 国合青岛 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 西部超导 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 四中 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 广东院 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 金钼 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 山东冶金 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 2 | 汉唐 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0010 |
| 北京院 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 |
| 国合青岛 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 |
| 四中 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 |
| 广东院 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 |
| 金钼 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0012 | 0.0012 |
| 山东冶金 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 |
| 3 | 汉唐 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0051 | 0.0051 |
| 北京院 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 |
| 国合青岛 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0051 |
| 四中 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0049 | 0.0051 | 0.0050 |
| 广东院 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0048 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0049 | 0.0051 |
| 金钼 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0052 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0049 | 0.0048 | 0.0048 | 0.0048 | 0.0049 | 0.0049 | 0.0049 |
| 4 | 汉唐 | 0.0077 | 0.0074 | 0.0077 | 0.0074 | 0.0078 | 0.0071 | 0.0068 |
| 北京院 | 0.0069 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0070 |
| 国合青岛 | 0.0071 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0073 |
| 四中 | 0.0065 | 0.0068 | 0.0069 | 0.0067 | 0.0068 | 0.0073 | 0.0069 |
| 广东院 | 0.0076 | 0.0068 | 0.0069 | 0.0070 | 0.0068 | 0.0076 | 0.0064 |
| 金钼 | 0.0072 | 0.0077 | 0.0074 | 0.0074 | 0.0071 | 0.0073 | 0.0075 |
| 山东冶金 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0068 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0069 | 0.0066 |
| 水平数 | 实验室 | Mg的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 北京院 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 国合青岛 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 西部超导 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0008 | 0.0007 | 0.0006 |
| 四中 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 广东院 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 金钼 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 山东冶金 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 2 | 汉唐 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 |
| 北京院 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 |
| 国合青岛 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0011 |
| 四中 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0011 |
| 广东院 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0009 |
| 金钼 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0012 | 0.0012 |
| 山东冶金 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 3 | 汉唐 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0047 | 0.0052 | 0.0049 |
| 北京院 | 0.0050 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0050 |
| 国合青岛 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 |
| 四中 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0052 |
| 广东院 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0052 | 0.0049 |
| 金钼 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0048 | 0.0047 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0048 |
| 4 | 汉唐 | 0.0077 | 0.0074 | 0.0077 | 0.0074 | 0.0078 | 0.0071 | 0.0068 |
| 北京院 | 0.0070 | 0.0072 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0070 |
| 国合青岛 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0074 | 0.0070 | 0.0069 | 0.0070 |
| 四中 | 0.0072 | 0.0078 | 0.0076 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0078 |
| 广东院 | 0.0067 | 0.0069 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0068 | 0.0071 | 0.0073 |
| 金钼 | 0.0072 | 0.0077 | 0.0074 | 0.0078 | 0.0076 | 0.0072 | 0.0074 |
| 山东冶金 | 0.0080 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0071 |
| 水平数 | 实验室 | Mn的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.0014 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0016 | 0.0014 |
| 北京院 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 |
| 国合青岛 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0015 | 0.0016 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0015 |
| 西部超导 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 |
| 四中 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0014 |
| 广东院 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0012 | 0.0014 | 0.0012 |
| 金钼 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0015 |
| 山东冶金 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0014 | 0.0013 |
| 2 | 汉唐 | 0.0026 | 0.0025 | 0.0024 | 0.0026 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0024 |
| 北京院 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0021 |
| 国合青岛 | 0.0025 | 0.0026 | 0.0025 | 0.0026 | 0.0024 | 0.0025 | 0.0024 |
| 四中 | 0.0023 | 0.0024 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0024 |
| 广东院 | 0.0022 | 0.0024 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0025 |
| 金钼 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0021 |
| 山东冶金 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0025 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0025 | 0.0026 |
| 3 | 汉唐 | 0.0065 | 0.0063 | 0.0066 | 0.0065 | 0.0065 | 0.0067 | 0.0065 |
| 北京院 | 0.0061 | 0.0062 | 0.0061 | 0.0062 | 0.0061 | 0.0061 | 0.0061 |
| 国合青岛 | 0.0064 | 0.0065 | 0.0064 | 0.0063 | 0.0066 | 0.0064 | 0.0066 |
| 四中 | 0.0065 | 0.0064 | 0.0064 | 0.0063 | 0.0064 | 0.0063 | 0.0064 |
| 广东院 | 0.0063 | 0.0062 | 0.0064 | 0.0061 | 0.0062 | 0.0064 | 0.0061 |
| 金钼 | 0.0065 | 0.0064 | 0.0063 | 0.0066 | 0.0065 | 0.0063 | 0.0066 |
| 山东冶金 | 0.0066 | 0.0066 | 0.0064 | 0.0065 | 0.0066 | 0.0063 | 0.0066 |
| 4 | 汉唐 | 0.0087 | 0.0082 | 0.0084 | 0.0097 | 0.0083 | 0.0087 | 0.0087 |
| 北京院 | 0.0081 | 0.0082 | 0.0081 | 0.0082 | 0.0081 | 0.0081 | 0.0081 |
| 国合青岛 | 0.0085 | 0.0086 | 0.0083 | 0.0084 | 0.0086 | 0.0082 | 0.0083 |
| 四中 | 0.0083 | 0.0086 | 0.0084 | 0.0083 | 0.0084 | 0.0083 | 0.0084 |
| 广东院 | 0.0079 | 0.0082 | 0.0084 | 0.0087 | 0.0083 | 0.0085 | 0.0087 |
| 金钼 | 0.0082 | 0.0081 | 0.0081 | 0.0081 | 0.0083 | 0.0084 | 0.0083 |
| 山东冶金 | 0.0080 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0071 |
| 水平数 | 实验室 | Mo的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.0080 | 0.0078 | 0.0078 | 0.0079 | 0.0078 | 0.0078 | 0.0079 |
| 北京院 | 0.0076 | 0.0077 | 0.0076 | 0.0077 | 0.0077 | 0.0076 | 0.0077 |
| 国合青岛 | 0.0081 | 0.0079 | 0.0081 | 0.0079 | 0.0080 | 0.0079 | 0.0079 |
| 四中 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0074 |
| 广东院 | 0.0070 | 0.0068 | 0.0073 | 0.0075 | 0.0073 | 0.0068 | 0.0070 |
| 金钼 | 0.0081 | 0.0079 | 0.0080 | 0.0079 | 0.0079 | 0.0078 | 0.0078 |
| 山东冶金 | 0.0073 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0080 | 0.0074 | 0.0076 | 0.0078 |
| 2 | 汉唐 | 0.0089 | 0.0090 | 0.0090 | 0.0089 | 0.0091 | 0.0090 | 0.0090 |
| 北京院 | 0.0086 | 0.0087 | 0.0086 | 0.0087 | 0.0087 | 0.0086 | 0.0087 |
| 国合青岛 | 0.0090 | 0.0089 | 0.0090 | 0.0091 | 0.0089 | 0.0090 | 0.0090 |
| 四中 | 0.0082 | 0.0084 | 0.0083 | 0.0083 | 0.0082 | 0.0084 | 0.0084 |
| 广东院 | 0.0080 | 0.0085 | 0.0083 | 0.0080 | 0.0081 | 0.0083 | 0.0090 |
| 金钼 | 0.0086 | 0.0087 | 0.0087 | 0.0086 | 0.0083 | 0.0083 | 0.0082 |
| 山东冶金 | 0.0086 | 0.0086 | 0.0085 | 0.0090 | 0.0092 | 0.0086 | 0.0088 |
| 水平数 | 实验室 | Nb的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.0014 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0016 | 0.0014 |
| 北京院 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 |
| 国合青岛 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0015 | 0.0016 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0015 |
| 西部超导 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 |
| 四中 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0014 |
| 金钼 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0015 |
| 2 | 汉唐 | 0.0026 | 0.0025 | 0.0024 | 0.0026 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0024 |
| 北京院 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0021 |
| 国合青岛 | 0.0025 | 0.0026 | 0.0025 | 0.0026 | 0.0024 | 0.0025 | 0.0024 |
| 西部超导 | 0.0018 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0022 | 0.0023 |
| 四中 | 0.0023 | 0.0024 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0024 |
| 金钼 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0021 |
| 3 | 汉唐 | 0.0065 | 0.0063 | 0.0066 | 0.0065 | 0.0065 | 0.0067 | 0.0065 |
| 北京院 | 0.0061 | 0.0062 | 0.0061 | 0.0062 | 0.0061 | 0.0061 | 0.0061 |
| 国合青岛 | 0.0064 | 0.0065 | 0.0064 | 0.0063 | 0.0066 | 0.0064 | 0.0066 |
| 西部超导 | 0.0057 | 0.0057 | 0.0056 | 0.0059 | 0.0057 | 0.0058 | 0.0061 |
| 四中 | 0.0065 | 0.0064 | 0.0064 | 0.0063 | 0.0064 | 0.0063 | 0.0064 |
| 金钼 | 0.0065 | 0.0064 | 0.0063 | 0.0066 | 0.0065 | 0.0063 | 0.0066 |
| 4 | 汉唐 | 0.0087 | 0.0082 | 0.0084 | 0.0097 | 0.0083 | 0.0087 | 0.0087 |
| 北京院 | 0.0081 | 0.0082 | 0.0081 | 0.0082 | 0.0081 | 0.0081 | 0.0081 |
| 国合青岛 | 0.0085 | 0.0086 | 0.0083 | 0.0084 | 0.0086 | 0.0082 | 0.0083 |
| 四中 | 0.0083 | 0.0086 | 0.0084 | 0.0083 | 0.0084 | 0.0083 | 0.0084 |
| 广东院 | 0.0075 | 0.0076 | 0.0074 | 0.0077 | 0.0069 | 0.0077 | 0.0077 |
| 金钼 | 0.0082 | 0.0081 | 0.0081 | 0.0081 | 0.0083 | 0.0084 | 0.0083 |
| 水平数 | 实验室 | Ni的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0024 | 0.0024 | 0.0025 | 0.0024 |
| 国合青岛 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0025 | 0.0024 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0023 |
| 四中 | 0.0025 | 0.0024 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0025 |
| 广东院 | 0.0025 | 0.0026 | 0.0027 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0025 | 0.0028 |
| 金钼 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0024 |
| 山东冶金 | 0.0023 | 0.0024 | 0.0026 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0025 | 0.0025 |
| 2 | 汉唐 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0034 |
| 国合青岛 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0034 |
| 西部超导 | 0.0032 | 0.0033 | 0.0033 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0031 | 0.0032 |
| 四中 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0033 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0035 |
| 广东院 | 0.0038 | 0.0036 | 0.0035 | 0.0038 | 0.0035 | 0.0037 | 0.0034 |
| 金钼 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0033 |
| 山东冶金 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0036 | 0.0035 | 0.0035 | 0.0035 | 0.0036 |
| 3 | 汉唐 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0073 |
| 北京院 | 0.0080 | 0.0081 | 0.0081 | 0.0080 | 0.0081 | 0.0080 | 0.0081 |
| 国合青岛 | 0.0074 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0077 | 0.0075 | 0.0076 | 0.0074 |
| 四中 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0075 | 0.0075 | 0.0075 | 0.0075 |
| 广东院 | 0.0075 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0077 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0077 |
| 金钼 | 0.0073 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0075 | 0.0075 | 0.0075 |
| 山东冶金 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0074 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0075 | 0.0076 |
| 4 | 汉唐 | 0.0094 | 0.0093 | 0.0093 | 0.0093 | 0.0091 | 0.0095 | 0.0093 |
| 国合青岛 | 0.0094 | 0.0095 | 0.0096 | 0.0093 | 0.0097 | 0.0095 | 0.0095 |
| 四中 | 0.0096 | 0.0093 | 0.0095 | 0.0092 | 0.0094 | 0.0091 | 0.0095 |
| 金钼 | 0.0093 | 0.0093 | 0.0093 | 0.0091 | 0.0095 | 0.0092 | 0.0094 |
| 山东冶金 | 0.0092 | 0.0092 | 0.0094 | 0.0096 | 0.0092 | 0.0092 | 0.0091 |
| 水平数 | 实验室 | P的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0012 |
| 广东院 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0012 |
| 金钼 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 |
| 山东冶金 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 |
| 2 | 汉唐 | 0.0021 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0020 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0021 |
| 广东院 | 0.0020 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0021 |
| 金钼 | 0.0023 | 0.0020 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0020 |
| 山东冶金 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0023 |
| 3 | 汉唐 | 0.0061 | 0.0066 | 0.0062 | 0.0064 | 0.0062 | 0.0060 | 0.0062 |
| 广东院 | 0.0061 | 0.0063 | 0.0062 | 0.0060 | 0.0062 | 0.0060 | 0.0062 |
| 金钼 | 0.0061 | 0.0063 | 0.0062 | 0.0061 | 0.0061 | 0.0063 | 0.0062 |
| 山东冶金 | 0.0065 | 0.0062 | 0.0061 | 0.0062 | 0.0062 | 0.0063 | 0.0061 |
| 4 | 汉唐 | 0.0082 | 0.0084 | 0.0082 | 0.0083 | 0.0081 | 0.0085 | 0.0083 |
| 四中 | 0.0078 | 0.0079 | 0.0076 | 0.0078 | 0.0076 | 0.0079 | 0.0078 |
| 金钼 | 0.0084 | 0.0082 | 0.0083 | 0.0081 | 0.0085 | 0.0081 | 0.0085 |
| 山东冶金 | 0.0083 | 0.0084 | 0.0085 | 0.0082 | 0.0082 | 0.0083 | 0.0083 |
| 水平数 | 实验室 | Pb的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 北京院 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 国合青岛 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 西部超导 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 四中 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 广东院 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 金钼 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 山东冶金 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 2 | 汉唐 | 0.0011 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 北京院 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 国合青岛 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0012 |
| 四中 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0012 |
| 广东院 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 |
| 金钼 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 |
| 3 | 汉唐 | 0.0052 | 0.0047 | 0.0049 | 0.0052 | 0.0049 | 0.0049 | 0.0050 |
| 北京院 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0050 |
| 国合青岛 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0054 |
| 四中 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0050 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0051 |
| 广东院 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0047 | 0.0052 | 0.0049 | 0.0048 | 0.0050 |
| 金钼 | 0.0049 | 0.0052 | 0.0049 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0048 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0048 | 0.0049 |
| 4 | 汉唐 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0070 | 0.0073 | 0.0075 | 0.0072 |
| 北京院 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0070 |
| 国合青岛 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0070 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0074 |
| 四中 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0074 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0074 |
| 广东院 | 0.0068 | 0.0067 | 0.0073 | 0.0070 | 0.0073 | 0.0067 | 0.0072 |
| 金钼 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0072 | 0.0073 |
| 山东冶金 | 0.0068 | 0.0067 | 0.0066 | 0.0067 | 0.0067 | 0.0068 | 0.0069 |
| 水平数 | 实验室 | Sn的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.00012 | 0.00010 | 0.00011 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00012 |
| 北京院 | 0.00011 | 0.00010 | 0.00011 | 0.00010 | 0.00011 | 0.00011 | 0.00010 |
| 国合青岛 | 0.00012 | 0.00011 | 0.00011 | 0.00010 | 0.00011 | 0.00011 | 0.00010 |
| 四中 | 0.00010 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 |
| 广东院 | 0.00013 | 0.00018 | 0.00012 | 0.00014 | 0.00013 | 0.00014 | 0.00013 |
| 金钼 | 0.00011 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00012 | 0.00011 | 0.00011 |
| 山东冶金 | 0.00011 | 0.00012 | 0.00012 | 0.00012 | 0.00014 | 0.00012 | 0.00013 |
| 2 | 汉唐 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0010 |
| 北京院 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 |
| 西部超导 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0013 |
| 四中 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 |
| 广东院 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0010 |
| 金钼 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0013 |
| 3 | 汉唐 | 0.0051 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0051 | 0.0051 |
| 北京院 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 |
| 国合青岛 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0053 |
| 四中 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0049 |
| 广东院 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0051 |
| 金钼 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0053 |
| 4 | 汉唐 | 0.0076 | 0.0074 | 0.0077 | 0.0080 | 0.0077 | 0.0073 | 0.0069 |
| 北京院 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 |
| 国合青岛 | 0.0074 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0071 |
| 四中 | 0.0072 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0072 | 0.0071 |
| 广东院 | 0.0075 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0076 | 0.0077 | 0.0073 | 0.0074 |
| 金钼 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0073 |
| 山东冶金 | 0.0073 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0071 | 0.0073 |
| 水平数 | 实验室 | Ta的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.00014 | 0.00013 | 0.00013 | 0.00014 | 0.00014 | 0.00015 | 0.00013 |
| 北京院 | 0.00011 | 0.00010 | 0.00011 | 0.00010 | 0.00011 | 0.00011 | 0.00010 |
| 国合青岛 | 0.00014 | 0.00013 | 0.00013 | 0.00015 | 0.00014 | 0.00014 | 0.00013 |
| 西部超导 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 |
| 四中 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.0001 |
| 金钼 | 0.00013 | 0.00014 | 0.00014 | 0.00015 | 0.00012 | 0.00014 | 0.00014 |
| 山东冶金 | 0.00013 | 0.00011 | 0.00010 | 0.00013 | 0.00012 | 0.00013 | 0.00014 |
| 2 | 汉唐 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 北京院 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 |
| 国合青岛 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 |
| 四中 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0011 |
| 广东院 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0013 |
| 金钼 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0012 |
| 山东冶金 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 |
| 3 | 汉唐 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0048 |
| 北京院 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0050 |
| 国合青岛 | 0.0054 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0052 |
| 四中 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0050 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 |
| 广东院 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0049 |
| 金钼 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0050 | 0.0053 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0053 | 0.0050 | 0.0054 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0052 |
| 4 | 汉唐 | 0.0069 | 0.0062 | 0.0067 | 0.0068 | 0.0077 | 0.0069 | 0.0073 |
| 北京院 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0070 |
| 四中 | 0.0074 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0071 | 0.0071 |
| 金钼 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0071 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0073 |
| 山东冶金 | 0.0069 | 0.0065 | 0.0065 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0065 | 0.0070 |
| 水平数 | 实验室 | W的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0013 |
| 国合青岛 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 |
| 西部超导 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0016 |
| 四中 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 |
| 广东院 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0013 |
| 金钼 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0013 |
| 山东冶金 | 0.0010 | 0.0010 | 0.00098 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 |
| 2 | 汉唐 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0024 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0022 |
| 北京院 | 0.0018 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0019 |
| 国合青岛 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0024 | 0.0022 | 0.0022 | 0.0022 | 0.0023 |
| 四中 | 0.0023 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0022 |
| 广东院 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0023 | 0.0021 | 0.0020 | 0.0022 | 0.0022 |
| 金钼 | 0.0023 | 0.0024 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0021 | 0.0022 |
| 山东冶金 | 0.0020 | 0.0021 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0020 | 0.0021 | 0.0021 |
| 3 | 汉唐 | 0.0066 | 0.0065 | 0.0065 | 0.0064 | 0.0062 | 0.0061 | 0.0067 |
| 北京院 | 0.0058 | 0.0059 | 0.0059 | 0.0059 | 0.0059 | 0.0059 | 0.0059 |
| 国合青岛 | 0.0064 | 0.0065 | 0.0063 | 0.0064 | 0.0062 | 0.0064 | 0.0062 |
| 四中 | 0.0063 | 0.0061 | 0.0062 | 0.0062 | 0.0061 | 0.0062 | 0.0062 |
| 广东院 | 0.0064 | 0.0063 | 0.0062 | 0.0060 | 0.0062 | 0.0061 | 0.0065 |
| 金钼 | 0.0065 | 0.0065 | 0.0064 | 0.0062 | 0.0062 | 0.0062 | 0.0061 |
| 山东冶金 | 0.0062 | 0.0065 | 0.0064 | 0.0064 | 0.0066 | 0.0065 | 0.0065 |
| 4 | 汉唐 | 0.0083 | 0.0084 | 0.0087 | 0.0087 | 0.0088 | 0.0085 | 0.0085 |
| 北京院 | 0.0078 | 0.0079 | 0.0079 | 0.0079 | 0.0079 | 0.0079 | 0.0079 |
| 国合青岛 | 0.0083 | 0.0084 | 0.0082 | 0.0081 | 0.0082 | 0.0084 | 0.0084 |
| 四中 | 0.0083 | 0.0084 | 0.0082 | 0.0082 | 0.0081 | 0.0082 | 0.0082 |
| 金钼 | 0.0084 | 0.0087 | 0.0087 | 0.0088 | 0.0083 | 0.0084 | 0.0082 |
| 山东冶金 | 0.0080 | 0.0079 | 0.0079 | 0.0079 | 0.0080 | 0.0081 | 0.0081 |
| 水平数 | 实验室 | Y的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 北京院 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 国合青岛 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 四中 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 广东院 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 金钼 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 山东冶金 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 2 | 汉唐 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0009 |
| 北京院 | 0.0011 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 国合青岛 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 四中 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0012 |
| 广东院 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0009 |
| 金钼 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 |
| 3 | 汉唐 | 0.0047 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0046 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0047 |
| 北京院 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0050 |
| 国合青岛 | 0.0049 | 0.0048 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0051 |
| 四中 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0050 |
| 广东院 | 0.0048 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0047 |
| 金钼 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0046 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0052 |
| 山东冶金 | 0.0048 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0049 | 0.0049 |
| 4 | 汉唐 | 0.0077 | 0.0068 | 0.0077 | 0.0069 | 0.0074 | 0.0077 | 0.0074 |
| 北京院 | 0.0071 | 0.0069 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0070 |
| 国合青岛 | 0.0076 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0071 |
| 四中 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0076 | 0.0072 | 0.0070 | 0.0075 |
| 广东院 | 0.0073 | 0.0075 | 0.0077 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0077 | 0.0070 |
| 金钼 | 0.0068 | 0.0077 | 0.0069 | 0.0074 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0076 |
| 山东冶金 | 0.0074 | 0.0074 | 0.0071 | 0.0069 | 0.0074 | 0.0070 | 0.0068 |
| 水平数 | 实验室 | Zr的质量分数-%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 北京院 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 国合青岛 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 西部超导 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 四中 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 广东院 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 金钼 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 山东冶金 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| 2 | 汉唐 | 0.0011 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 |
| 北京院 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 国合青岛 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 |
| 四中 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0009 | 0.0010 |
| 广东院 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 |
| 金钼 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 |
| 3 | 汉唐 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0047 | 0.0048 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0050 |
| 北京院 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0050 |
| 国合青岛 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0048 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0053 |
| 四中 | 0.0049 | 0.0048 | 0.0050 | 0.0048 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0048 |
| 广东院 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0049 | 0.0048 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0052 |
| 金钼 | 0.0047 | 0.0048 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0052 |
| 山东冶金 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0047 | 0.0048 | 0.0047 |
| 4 | 汉唐 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0068 | 0.0072 | 0.0075 |
| 北京院 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0070 |
| 国合青岛 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0071 | 0.0072 |
| 四中 | 0.0069 | 0.0072 | 0.0071 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0072 | 0.0071 |
| 广东院 | 0.0073 | 0.0068 | 0.0065 | 0.0074 | 0.0068 | 0.0072 | 0.0065 |
| 金钼 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0074 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0074 |
| 山东冶金 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0069 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0072 |

附表2 钼铝中间合金精密度数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水平数 | 实验室 | As的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 北京院 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 国合青岛 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 西部超导 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 四中 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 广东院 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 金钼 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 山东冶金 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 2 | 汉唐 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 |
| 国合青岛 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 |
| 四中 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0008 | 0.0010 | 0.0012 |
| 广东院 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0009 |
| 金钼 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 |
| 3 | 汉唐 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0047 | 0.0049 | 0.0052 | 0.0049 | 0.0049 |
| 国合青岛 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0048 | 0.0053 | 0.0049 | 0.0052 | 0.0051 |
| 四中 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0055 | 0.0051 | 0.0052 |
| 广东院 | 0.0052 | 0.0050 | 0.0052 | 0.0049 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0048 |
| 金钼 | 0.0048 | 0.0053 | 0.0049 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0052 |
| 4 | 汉唐 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0073 | 0.0077 | 0.0067 | 0.0078 | 0.0069 |
| 国合青岛 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0073 | 0.0075 | 0.0072 |
| 四中 | 0.0069 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0069 | 0.0072 | 0.0071 | 0.0073 |
| 广东院 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0069 | 0.0074 | 0.0070 |
| 金钼 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0073 |
| 山东冶金 | 0.0077 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0076 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0074 |
| 水平数 | 实验室 | B的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.00038 | 0.00037 | 0.00038 | 0.00038 | 0.00039 | 0.00038 | 0.00037 |
| 国合青岛 | 0.00036 | 0.00040 | 0.00038 | 0.00037 | 0.00040 | 0.00038 | 0.00037 |
| 四中 | 0.00032 | 0.00030 | 0.00032 | 0.00031 | 0.00032 | 0.00033 | 0.00030 |
| 广东院 | 0.00026 | 0.00030 | 0.00028 | 0.00028 | 0.00029 | 0.00030 | 0.00031 |
| 金钼 | 0.00037 | 0.00038 | 0.00038 | 0.00037 | 0.00038 | 0.00038 | 0.00038 |
| 山东冶金 | 0.00058 | 0.00045 | 0.00059 | 0.00042 | 0.00060 | 0.00040 | 0.00041 |
| 2 | 汉唐 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0016 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0014 |
| 国合青岛 | 0.0014 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0015 |
| 四中 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0015 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0013 |
| 广东院 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0011 |
| 金钼 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0015 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0015 | 0.0016 |
| 3 | 汉唐 | 0.0053 | 0.0055 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0053 |
| 国合青岛 | 0.0056 | 0.0054 | 0.0055 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0055 |
| 四中 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0053 |
| 广东院 | 0.0046 | 0.0045 | 0.0050 | 0.0045 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0046 |
| 金钼 | 0.0054 | 0.0055 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0054 | 0.0055 | 0.0052 | 0.0054 | 0.0051 |
| 4 | 汉唐 | 0.0075 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0074 |
| 国合青岛 | 0.0076 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0074 |
| 四中 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0073 |
| 广东院 | 0.0070 | 0.0066 | 0.0073 | 0.0067 | 0.0068 | 0.0065 | 0.0074 |
| 金钼 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0071 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0073 |
| 山东冶金 | 0.0075 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0078 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0080 |
| 水平数 | 实验室 | Cr的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 |
| 北京院 | 0.00081 | 0.00080 | 0.00081 | 0.00082 | 0.00081 | 0.00080 | 0.00082 |
| 国合青岛 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0011 |
| 四中 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0010 |
| 广东院 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 |
| 金钼 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 |
| 2 | 汉唐 | 0.0023 | 0.0026 | 0.0023 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0023 |
| 国合青岛 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0021 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0025 |
| 四中 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0020 | 0.0020 |
| 广东院 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0020 | 0.0023 |
| 金钼 | 0.0023 | 0.0021 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0026 | 0.0023 | 0.0021 |
| 山东冶金 | 0.0023 | 0.0024 | 0.0024 | 0.0024 | 0.0020 | 0.0022 | 0.0023 |
| 3 | 汉唐 | 0.0062 | 0.0060 | 0.0063 | 0.0062 | 0.0064 | 0.0062 | 0.0062 |
| 国合青岛 | 0.0062 | 0.0063 | 0.0061 | 0.0062 | 0.0062 | 0.0061 | 0.0063 |
| 四中 | 0.0060 | 0.0062 | 0.0062 | 0.0061 | 0.0062 | 0.0060 | 0.0060 |
| 广东院 | 0.0055 | 0.0060 | 0.0063 | 0.0062 | 0.0058 | 0.0062 | 0.0062 |
| 金钼 | 0.0063 | 0.0061 | 0.0062 | 0.0062 | 0.0061 | 0.0065 | 0.0063 |
| 山东冶金 | 0.0059 | 0.0059 | 0.0058 | 0.0060 | 0.0061 | 0.0061 | 0.0062 |
| 4 | 汉唐 | 0.0083 | 0.0082 | 0.0085 | 0.0080 | 0.0085 | 0.0083 | 0.0083 |
| 国合青岛 | 0.0082 | 0.0083 | 0.0081 | 0.0085 | 0.0084 | 0.0080 | 0.0082 |
| 四中 | 0.0080 | 0.0082 | 0.0082 | 0.0081 | 0.0082 | 0.0080 | 0.0080 |
| 广东院 | 0.0081 | 0.0084 | 0.0085 | 0.0080 | 0.0082 | 0.0083 | 0.0084 |
| 金钼 | 0.0082 | 0.0085 | 0.0080 | 0.0085 | 0.0083 | 0.0082 | 0.0082 |
| 山东冶金 | 0.0081 | 0.0082 | 0.0083 | 0.0081 | 0.0084 | 0.0084 | 0.0083 |
| 水平数 | 实验室 | Cu的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.00023 | 0.00024 | 0.00024 | 0.00023 | 0.00023 | 0.00024 | 0.00023 |
| 北京院 | 0.00021 | 0.00022 | 0.00022 | 0.00022 | 0.00023 | 0.00023 | 0.00023 |
| 国合青岛 | 0.00024 | 0.00025 | 0.00023 | 0.00024 | 0.00025 | 0.00023 | 0.00023 |
| 四中 | 0.00020 | 0.00019 | 0.00018 | 0.00019 | 0.00020 | 0.00020 | 0.00020 |
| 广东院 | 0.00023 | 0.00021 | 0.00024 | 0.0002 | 0.00023 | 0.00022 | 0.00023 |
| 金钼 | 0.00022 | 0.00022 | 0.00023 | 0.00023 | 0.00023 | 0.00024 | 0.00024 |
| 山东冶金 | 0.00024 | 0.00026 | 0.00020 | 0.00025 | 0.00024 | 0.00026 | 0.00027 |
| 2 | 汉唐 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0014 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 |
| 北京院 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 |
| 国合青岛 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0013 |
| 四中 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 |
| 广东院 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0014 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 |
| 金钼 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 |
| 3 | 汉唐 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0050 |
| 北京院 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 |
| 国合青岛 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0054 | 0.0055 | 0.0053 | 0.0052 |
| 四中 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 |
| 广东院 | 0.0052 | 0.0048 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0052 | 0.0050 |
| 金钼 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0050 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0052 |
| 4 | 汉唐 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0080 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0074 |
| 北京院 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 |
| 国合青岛 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0073 | 0.0073 |
| 四中 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 |
| 广东院 | 0.0074 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0076 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0070 |
| 金钼 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0076 | 0.0070 | 0.0076 | 0.0077 |
| 山东冶金 | 0.0071 | 0.0069 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0069 | 0.0071 | 0.0070 |
| 水平数 | 实验室 | Hg的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 北京院 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 国合青岛 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 西部超导 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 四中 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 广东院 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 金钼 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 山东冶金 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 2 | 汉唐 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0011 |
| 北京院 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 |
| 国合青岛 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 |
| 四中 | 0.0008 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0008 | 0.0009 | 0.0007 | 0.0010 |
| 广东院 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0011 |
| 金钼 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 |
| 3 | 汉唐 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0052 |
| 北京院 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 |
| 国合青岛 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0051 |
| 四中 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0052 |
| 广东院 | 0.0050 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0050 | 0.0052 |
| 金钼 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0049 | 0.0048 | 0.0048 | 0.0048 | 0.0049 | 0.0049 | 0.0049 |
| 4 | 汉唐 | 0.0077 | 0.0068 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0074 | 0.0077 | 0.0074 |
| 北京院 | 0.0069 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0070 |
| 国合青岛 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0071 |
| 四中 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0068 | 0.0072 | 0.0071 | 0.0076 | 0.0069 |
| 广东院 | 0.0077 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0077 | 0.0071 |
| 金钼 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0073 |
| 山东冶金 | 0.0069 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0069 | 0.0068 |
| 水平数 | 实验室 | Mg的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.0017 | 0.0018 | 0.0017 | 0.0017 | 0.0018 | 0.0016 | 0.0018 |
| 国合青岛 | 0.0018 | 0.0018 | 0.0017 | 0.0018 | 0.0017 | 0.0018 | 0.0017 |
| 金钼 | 0.0018 | 0.0017 | 0.0018 | 0.0017 | 0.0018 | 0.0017 | 0.0017 |
| 山东冶金 | 0.0017 | 0.0016 | 0.0015 | 0.0017 | 0.0017 | 0.0017 | 0.0016 |
| 2 | 汉唐 | 0.0027 | 0.0025 | 0.0027 | 0.0028 | 0.0029 | 0.0027 | 0.0027 |
| 国合青岛 | 0.0028 | 0.0029 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0027 | 0.0028 | 0.0029 |
| 四中 | 0.0022 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0021 | 0.0023 | 0.0024 | 0.0020 |
| 金钼 | 0.0029 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0027 | 0.0028 | 0.0028 | 0.0029 |
| 山东冶金 | 0.0027 | 0.0028 | 0.0026 | 0.0027 | 0.0025 | 0.0028 | 0.0025 |
| 3 | 汉唐 | 0.0068 | 0.0065 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0068 | 0.0068 | 0.0067 |
| 国合青岛 | 0.0066 | 0.0069 | 0.0064 | 0.0068 | 0.0068 | 0.0068 | 0.0069 |
| 金钼 | 0.0064 | 0.0068 | 0.0068 | 0.0068 | 0.0069 | 0.0064 | 0.0068 |
| 山东冶金 | 0.0068 | 0.0067 | 0.0072 | 0.0061 | 0.0060 | 0.0059 | 0.0068 |
| 4 | 汉唐 | 0.0087 | 0.0084 | 0.0084 | 0.0087 | 0.0088 | 0.0085 | 0.0085 |
| 国合青岛 | 0.0088 | 0.0089 | 0.0087 | 0.0086 | 0.0088 | 0.0087 | 0.0089 |
| 西部超导 | 0.0094 | 0.0091 | 0.0087 | 0.0085 | 0.0084 | 0.0081 | 0.0078 |
| 金钼 | 0.0087 | 0.0085 | 0.0082 | 0.0083 | 0.0088 | 0.0089 | 0.0087 |
| 山东冶金 | 0.0088 | 0.0085 | 0.0084 | 0.0090 | 0.0085 | 0.0085 | 0.0091 |
| 水平数 | 实验室 | Mn的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.0027 | 0.0027 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0027 |
| 北京院 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0021 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0023 |
| 国合青岛 | 0.0027 | 0.0026 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0029 | 0.0027 | 0.0027 |
| 四中 | 0.0025 | 0.0026 | 0.0023 | 0.0021 | 0.0024 | 0.0021 | 0.0022 |
| 广东院 | 0.0024 | 0.0026 | 0.0024 | 0.0027 | 0.0025 | 0.0027 | 0.0025 |
| 金钼 | 0.0027 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0026 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0029 |
| 山东冶金 | 0.0026 | 0.0026 | 0.0026 | 0.0026 | 0.0027 | 0.0028 | 0.0027 |
| 2 | 汉唐 | 0.0037 | 0.0039 | 0.0037 | 0.0035 | 0.0036 | 0.0037 | 0.0037 |
| 国合青岛 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0038 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0039 | 0.0039 |
| 四中 | 0.0035 | 0.0036 | 0.0033 | 0.0031 | 0.0034 | 0.0031 | 0.0032 |
| 广东院 | 0.0037 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0035 | 0.0036 | 0.0037 | 0.0038 |
| 金钼 | 0.0038 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0038 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0039 |
| 山东冶金 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0036 | 0.0036 | 0.0036 |
| 3 | 汉唐 | 0.0077 | 0.0074 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0077 | 0.0077 | 0.0077 |
| 国合青岛 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0079 | 0.0077 | 0.0076 | 0.0074 | 0.0079 |
| 四中 | 0.0075 | 0.0076 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0071 | 0.0072 |
| 广东院 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0075 |
| 金钼 | 0.0078 | 0.0079 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0079 | 0.0077 | 0.0076 |
| 山东冶金 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0074 | 0.0074 | 0.0072 | 0.0075 |
| 4 | 汉唐 | 0.0094 | 0.0099 | 0.0093 | 0.0098 | 0.0097 | 0.0095 | 0.0095 |
| 国合青岛 | 0.0097 | 0.0096 | 0.0098 | 0.0099 | 0.0097 | 0.0098 | 0.0098 |
| 四中 | 0.0095 | 0.0096 | 0.0093 | 0.0091 | 0.0094 | 0.0091 | 0.0092 |
| 金钼 | 0.0093 | 0.0098 | 0.0097 | 0.0095 | 0.0096 | 0.0093 | 0.0091 |
| 山东冶金 | 0.0096 | 0.0092 | 0.0095 | 0.0096 | 0.0095 | 0.0095 | 0.0097 |
| 水平数 | 实验室 | Nb的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.00027 | 0.00028 | 0.00027 | 0.00027 | 0.00028 | 0.00027 | 0.00027 |
| 国合青岛 | 0.00027 | 0.00028 | 0.00028 | 0.00027 | 0.00027 | 0.00027 | 0.00026 |
| 四中 | 0.00020 | 0.00022 | 0.00021 | 0.00022 | 0.00023 | 0.00022 | 0.00021 |
| 金钼 | 0.00020 | 0.00030 | 0.00020 | 0.00020 | 0.00022 | 0.00021 | 0.00022 |
| 2 | 汉唐 | 0.0013 | 0.0015 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0013 |
| 北京院 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 |
| 国合青岛 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0013 |
| 四中 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 |
| 广东院 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0013 |
| 金钼 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0010 | 0.0011 |
| 3 | 汉唐 | 0.0056 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0054 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0053 |
| 北京院 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0050 |
| 国合青岛 | 0.0055 | 0.0054 | 0.0053 | 0.0054 | 0.0056 | 0.0055 | 0.0052 |
| 四中 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0052 |
| 广东院 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0053 |
| 金钼 | 0.0054 | 0.0053 | 0.0054 | 0.0056 | 0.0055 | 0.0054 | 0.0053 |
| 山东冶金 | 0.0055 | 0.0054 | 0.0056 | 0.0052 | 0.0055 | 0.0056 | 0.0053 |
| 4 | 汉唐 | 0.0074 | 0.0068 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0075 |
| 北京院 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0070 |
| 国合青岛 | 0.0075 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0073 | 0.0075 | 0.0073 | 0.0074 |
| 四中 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0072 |
| 广东院 | 0.0076 | 0.0074 | 0.0072 | 0.0077 | 0.0073 | 0.0075 | 0.0075 |
| 金钼 | 0.0075 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0073 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0073 |
| 山东冶金 | 0.0076 | 0.0074 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0076 | 0.0076 | 0.0074 |
| 水平数 | 实验室 | Ni的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0028 | 0.0028 | 0.0028 | 0.0028 | 0.0028 |
| 北京院 | 0.0026 | 0.0027 | 0.0026 | 0.0027 | 0.0026 | 0.0028 | 0.0027 |
| 国合青岛 | 0.0029 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0027 | 0.0028 | 0.0028 | 0.0028 |
| 四中 | 0.0024 | 0.0025 | 0.0026 | 0.0024 | 0.0025 | 0.0024 | 0.0024 |
| 广东院 | 0.0030 | 0.0029 | 0.0028 | 0.0029 | 0.0028 | 0.0030 | 0.0028 |
| 金钼 | 0.0027 | 0.0026 | 0.0027 | 0.0026 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0028 |
| 山东冶金 | 0.0026 | 0.0026 | 0.0027 | 0.0028 | 0.0028 | 0.0025 | 0.0025 |
| 2 | 汉唐 | 0.0038 | 0.0040 | 0.0038 | 0.0036 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0038 |
| 北京院 | 0.0040 | 0.0041 | 0.0041 | 0.0040 | 0.0041 | 0.0040 | 0.0041 |
| 国合青岛 | 0.0039 | 0.0040 | 0.0038 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0038 | 0.0038 |
| 四中 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0034 |
| 广东院 | 0.0038 | 0.0039 | 0.0040 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0038 | 0.0040 |
| 金钼 | 0.0039 | 0.0040 | 0.0038 | 0.0039 | 0.0040 | 0.0038 | 0.0037 |
| 山东冶金 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0035 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0037 | 0.0036 |
| 3 | 汉唐 | 0.0078 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0077 | 0.0079 | 0.0084 | 0.0079 |
| 北京院 | 0.0080 | 0.0081 | 0.0081 | 0.0080 | 0.0081 | 0.0080 | 0.0081 |
| 国合青岛 | 0.0079 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0076 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0078 |
| 四中 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0076 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0074 |
| 广东院 | 0.0078 | 0.0079 | 0.0076 | 0.0077 | 0.0079 | 0.0077 | 0.0079 |
| 金钼 | 0.0078 | 0.0076 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0076 |
| 山东冶金 | 0.0077 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0074 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0074 |
| 4 | 汉唐 | 0.0096 | 0.0095 | 0.0093 | 0.0098 | 0.0099 | 0.0095 | 0.0097 |
| 国合青岛 | 0.0099 | 0.0098 | 0.0097 | 0.0099 | 0.0098 | 0.0097 | 0.0096 |
| 四中 | 0.0094 | 0.0095 | 0.0096 | 0.0094 | 0.0095 | 0.0094 | 0.0094 |
| 金钼 | 0.0099 | 0.0098 | 0.0097 | 0.0099 | 0.0098 | 0.0097 | 0.0099 |
| 山东冶金 | 0.0090 | 0.0094 | 0.0090 | 0.0095 | 0.0096 | 0.0094 | 0.0092 |
| 水平数 | 实验室 | P的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 四中 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 广东院 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 金钼 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 山东冶金 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 2 | 汉唐 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 |
| 四中 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0009 |
| 广东院 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0009 | 0.0011 |
| 金钼 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 |
| 3 | 汉唐 | 0.0051 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0051 | 0.0051 |
| 四中 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0053 |
| 广东院 | 0.0052 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0052 |
| 金钼 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0050 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0055 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0050 |
| 4 | 汉唐 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0070 | 0.0073 | 0.0077 | 0.0077 | 0.0068 |
| 国合青岛 | 0.0074 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0071 |
| 四中 | 0.0075 | 0.0076 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0074 | 0.0072 |
| 广东院 | 0.0073 | 0.0068 | 0.0070 | 0.0073 | 0.0069 | 0.0067 | 0.0068 |
| 金钼 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0073 |
| 山东冶金 | 0.0068 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0069 | 0.0073 |
| 水平数 | 实验室 | Pb的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 北京院 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 国合青岛 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 西部超导 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 四中 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 广东院 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 金钼 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 山东冶金 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 2 | 汉唐 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 北京院 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 国合青岛 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 四中 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0013 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0012 |
| 广东院 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 |
| 金钼 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 |
| 3 | 汉唐 | 0.0047 | 0.0049 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0053 | 0.0047 | 0.0050 |
| 北京院 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0050 |
| 国合青岛 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0055 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0048 |
| 四中 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0053 |
| 广东院 | 0.0047 | 0.0046 | 0.0045 | 0.0047 | 0.0048 | 0.0047 | 0.0043 |
| 金钼 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0055 | 0.0051 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0046 | 0.0049 | 0.0047 | 0.0048 | 0.0047 | 0.0048 | 0.0049 |
| 4 | 汉唐 | 0.0062 | 0.0067 | 0.0068 | 0.0077 | 0.0069 | 0.0062 | 0.0069 |
| 北京院 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0070 |
| 国合青岛 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0069 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0068 |
| 四中 | 0.0072 | 0.0069 | 0.0070 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0074 | 0.0069 |
| 广东院 | 0.0062 | 0.0067 | 0.0068 | 0.0067 | 0.0066 | 0.0062 | 0.0063 |
| 金钼 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0073 | 0.0069 | 0.0074 | 0.0072 | 0.0073 |
| 山东冶金 | 0.0068 | 0.0069 | 0.0066 | 0.0066 | 0.0067 | 0.0069 | 0.0069 |
| 水平数 | 实验室 | Sn的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.00030 | 0.00029 | 0.00029 | 0.00028 | 0.00029 | 0.00029 | 0.00030 |
| 北京院 | 0.00021 | 0.00022 | 0.00021 | 0.00022 | 0.00023 | 0.00021 | 0.00022 |
| 国合青岛 | 0.00030 | 0.00029 | 0.00029 | 0.00028 | 0.00029 | 0.00028 | 0.00028 |
| 四中 | 0.00029 | 0.00028 | 0.00029 | 0.00028 | 0.00029 | 0.00028 | 0.00029 |
| 广东院 | 0.00035 | 0.00032 | 0.00030 | 0.00032 | 0.00033 | 0.00032 | 0.00031 |
| 金钼 | 0.00029 | 0.00028 | 0.00029 | 0.00029 | 0.00028 | 0.00029 | 0.00028 |
| 山东冶金 | 0.00030 | 0.00029 | 0.00028 | 0.00028 | 0.00030 | 0.00028 | 0.00029 |
| 2 | 汉唐 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0014 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0014 |
| 北京院 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 |
| 国合青岛 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0012 | 0.0014 | 0.0013 |
| 四中 | 0.0014 | 0.0015 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0015 | 0.0013 |
| 广东院 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0014 |
| 金钼 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0012 |
| 山东冶金 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0015 | 0.0014 |
| 3 | 汉唐 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0055 | 0.0050 | 0.0053 | 0.0055 | 0.0052 |
| 北京院 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 |
| 国合青岛 | 0.0053 | 0.0055 | 0.0054 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0054 |
| 四中 | 0.0052 | 0.0055 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0054 | 0.0052 |
| 广东院 | 0.0050 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0050 | 0.0052 | 0.0055 | 0.0052 |
| 金钼 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0055 | 0.0054 | 0.0053 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0058 | 0.0051 | 0.0054 | 0.0053 |
| 4 | 汉唐 | 0.0073 | 0.0080 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0077 | 0.0068 | 0.0064 |
| 北京院 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 |
| 国合青岛 | 0.0073 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0076 |
| 四中 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0073 |
| 广东院 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0073 | 0.0070 | 0.0077 | 0.0068 | 0.0069 |
| 金钼 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0072 | 0.0073 |
| 山东冶金 | 0.0075 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0075 |
| 水平数 | 实验室 | Ta的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.00011 | 0.00011 | 0.00012 | 0.00012 | 0.00012 | 0.00011 | 0.00011 |
| 国合青岛 | 0.00010 | 0.00011 | 0.00012 | 0.00011 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00011 |
| 西部超导 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 |
| 四中 | 0.00008 | 0.00007 | 0.00009 | 0.00008 | 0.00008 | 0.00007 | 0.00008 |
| 广东院 | 0.00014 | 0.00011 | 0.00013 | 0.00012 | 0.00013 | 0.00014 | 0.00011 |
| 金钼 | 0.00011 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00012 | 0.00011 | 0.00011 |
| 山东冶金 | 0.00013 | 0.00013 | 0.00012 | 0.00014 | 0.00012 | 0.00011 | 0.00012 |
| 2 | 汉唐 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 |
| 北京院 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 |
| 国合青岛 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 |
| 西部超导 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0009 |
| 四中 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 |
| 广东院 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 |
| 金钼 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0012 |
| 3 | 汉唐 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0052 | 0.0050 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0051 |
| 北京院 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0050 |
| 国合青岛 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0054 |
| 四中 | 0.0054 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0052 |
| 广东院 | 0.0053 | 0.0058 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0050 |
| 金钼 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0054 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0052 |
| 4 | 汉唐 | 0.0082 | 0.0074 | 0.0077 | 0.0073 | 0.0077 | 0.0075 | 0.0073 |
| 北京院 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0070 |
| 国合青岛 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0072 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0075 |
| 四中 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 | 0.0071 |
| 广东院 | 0.0077 | 0.0080 | 0.0076 | 0.0078 | 0.0077 | 0.0075 | 0.0073 |
| 金钼 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0077 | 0.0073 | 0.0077 | 0.0072 | 0.0073 |
| 山东冶金 | 0.0067 | 0.0069 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0068 |
| 水平数 | 实验室 | W的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0013 |
| 北京院 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0014 |
| 国合青岛 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 |
| 西部超导 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 |
| 四中 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0015 |
| 广东院 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0012 |
| 金钼 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 |
| 山东冶金 | 0.0014 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0012 |
| 2 | 汉唐 | 0.0023 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0026 | 0.0023 |
| 国合青岛 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0022 | 0.0022 |
| 西部超导 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0021 |
| 四中 | 0.0027 | 0.0024 | 0.0026 | 0.0024 | 0.0025 | 0.0024 | 0.0025 |
| 广东院 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0020 | 0.0021 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0026 |
| 金钼 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0022 | 0.0023 | 0.0023 |
| 山东冶金 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0023 | 0.0021 | 0.0022 |
| 3 | 汉唐 | 0.0062 | 0.0064 | 0.0062 | 0.0065 | 0.0060 | 0.0062 | 0.0062 |
| 北京院 | 0.0058 | 0.0059 | 0.0059 | 0.0059 | 0.0059 | 0.0059 | 0.0059 |
| 国合青岛 | 0.0064 | 0.0062 | 0.0062 | 0.0064 | 0.0065 | 0.0062 | 0.0060 |
| 四中 | 0.0065 | 0.0064 | 0.0064 | 0.0064 | 0.0064 | 0.0064 | 0.0065 |
| 广东院 | 0.0057 | 0.0060 | 0.0062 | 0.0059 | 0.0060 | 0.0058 | 0.0062 |
| 金钼 | 0.0062 | 0.0062 | 0.0064 | 0.0062 | 0.0062 | 0.0064 | 0.0065 |
| 山东冶金 | 0.0065 | 0.0064 | 0.0058 | 0.0062 | 0.0062 | 0.0059 | 0.0062 |
| 4 | 汉唐 | 0.0077 | 0.0084 | 0.0084 | 0.0077 | 0.0080 | 0.0085 | 0.0079 |
| 北京院 | 0.0078 | 0.0079 | 0.0079 | 0.0079 | 0.0079 | 0.0079 | 0.0079 |
| 国合青岛 | 0.0083 | 0.0082 | 0.0082 | 0.0082 | 0.0081 | 0.0081 | 0.0084 |
| 西部超导 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0073 |
| 四中 | 0.0085 | 0.0084 | 0.0084 | 0.0084 | 0.0084 | 0.0084 | 0.0085 |
| 广东院 | 0.0087 | 0.0084 | 0.0088 | 0.0082 | 0.0080 | 0.0085 | 0.0089 |
| 金钼 | 0.0083 | 0.0082 | 0.0082 | 0.0083 | 0.0082 | 0.0082 | 0.0082 |
| 山东冶金 | 0.0078 | 0.0079 | 0.0079 | 0.0079 | 0.0077 | 0.0078 | 0.0078 |
| 水平数 | 实验室 | Y的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 北京院 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 国合青岛 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 西部超导 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 |
| 四中 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 广东院 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 金钼 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 山东冶金 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 2 | 汉唐 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 |
| 北京院 | 0.0011 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 国合青岛 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 |
| 四中 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0010 | 0.0011 |
| 广东院 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 |
| 金钼 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 |
| 3 | 汉唐 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0050 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0050 |
| 北京院 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0050 |
| 国合青岛 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0049 | 0.0052 |
| 四中 | 0.0049 | 0.0051 | 0.0052 | 0.0048 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0052 |
| 广东院 | 0.0056 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0050 |
| 金钼 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0051 | 0.0053 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0050 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0049 |
| 4 | 汉唐 | 0.0075 | 0.0070 | 0.0073 | 0.0077 | 0.0074 | 0.0077 | 0.0074 |
| 北京院 | 0.0071 | 0.0069 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0070 |
| 国合青岛 | 0.0072 | 0.0074 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0068 | 0.0070 | 0.0069 |
| 四中 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0069 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0073 |
| 广东院 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0073 | 0.0075 | 0.0071 | 0.0073 | 0.0070 |
| 金钼 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0075 | 0.0076 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0073 |
| 山东冶金 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0069 | 0.0068 |
| 水平数 | 实验室 | Zr的质量分数/%，（n=7） | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 汉唐 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 国合青岛 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 四中 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 广东院 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 金钼 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 山东冶金 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 | ＜0.0001 |
| 2 | 汉唐 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 |
| 北京院 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 国合青岛 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0010 |
| 四中 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 |
| 广东院 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0012 | 0.0011 |
| 金钼 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 |
| 山东冶金 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0012 |
| 3 | 汉唐 | 0.0047 | 0.0049 | 0.0052 | 0.0049 | 0.0049 | 0.0053 | 0.0053 |
| 北京院 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0050 | 0.0050 |
| 国合青岛 | 0.0052 | 0.0048 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0050 | 0.0049 |
| 四中 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0049 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0050 | 0.0051 |
| 广东院 | 0.0052 | 0.0058 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0050 | 0.0053 | 0.0053 |
| 金钼 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0048 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0050 | 0.0051 |
| 山东冶金 | 0.0049 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0048 | 0.0049 | 0.0051 | 0.0048 |
| 4 | 汉唐 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0070 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0073 |
| 北京院 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0070 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0070 |
| 国合青岛 | 0.0070 | 0.0075 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0069 | 0.0071 | 0.0071 |
| 四中 | 0.0069 | 0.0070 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0069 |
| 广东院 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0071 | 0.0075 | 0.0072 | 0.0075 | 0.0074 |
| 金钼 | 0.0071 | 0.0074 | 0.0070 | 0.0075 | 0.0071 | 0.0070 | 0.0073 |
| 山东冶金 | 0.0072 | 0.0073 | 0.0072 | 0.0069 | 0.0071 | 0.0072 | 0.0073 |