

镁及镁合金化学分析方法
第 24 部分：痕量杂质元素的测定
辉光放电质谱法

编制说明

（送审稿）

国合通用测试评价认证股份公司
国标（北京）检验认证有限公司

2023 年 11 月

一、工作简况

1. 任务来源及目的意义

国家标准化管理委员会 2022 年 7 月 19 日印发《国家标准化管理委员会关于下达 2022 年第二批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发[2022]22 号）文件，《镁及镁合金化学分析方法 第 24 部分：痕量杂质元素的测定 辉光放电质谱法》由国合通用测试评价认证股份公司、国标（北京）检验认证有限公司负责起草，有色金属技术经济研究院有限责任公司、昆明冶金研究院、河南宇航金属材料有限公司、金川集团股份有限公司、广东先导稀材股份有限公司等单位共同完成，项目计划编号为：20220727-T-610，项目周期 22 个月，计划完成年限 2024 年 5 月。

随着镁及镁合金材料的不断发展，ISO8287：2021 和 2021-2023 年 GB/T 3499《原生镁锭》相继修订，GB/T 3499 产品新增了 Mg99995、Mg99995C 的牌号，进一步拉动了镁及镁合金下游产业发展。伴随着国内信息技术和半导体技术的高速发展，MO 源（高纯金属有机源）的国产化取得进一步突破，也使得镁作为配体材料，也直接影响着后端产品的品质。已发布的 GB/T 13748-2013《镁及镁合金化学分析方法》系列标准中这些元素的检测方法多为分光光度法和原子吸收光谱法，检测效率低，且缺少高灵敏度、低检出限、多元素同时测定的方法，不能满足镁及镁合金中痕量元素的分析检测需求。辉光放电质谱（GDMS）是利用辉光放电源作为离子源与质谱仪器联接进行质谱测定的一种分析方法，广泛应用于高纯材料杂质成分分析，是痕量元素含量强有力的分析手段。因此，研究和建立快速准确测定高纯镁中痕量元素含量的分析方法，对于镁合金材料质量控制具有十分重要的意义。

2. 主要参加单位和工作组成员及其工作

本文件起草单位有：国合通用测试评价认证股份公司、国标（北京）检验认证有限公司负责起草，有色金属技术经济研究院有限责任公司、昆明冶金研究院、河南宇航金属材料有限公司、金川集团股份有限公司、广东先导稀材股份有限公司等单位共同完成。在本标准起草过程中，河南宇航金属材料有限公司负责试验样品的制备，国合通用测试评价认证股份公司、国标（北京）检验认证有限公司主要负责制定试验方案，收集和分发试验样品，研究分析方法，收集试验结果，撰写编制说明、研究报告报告及标准文本等工作；昆明冶金研究院、金川集团股份有限公司、广东先导稀材股份有限公司，主要负责对试验方案中的条件实验进行验证，提供精密度和准确度测试数据，并对标准文本提出修改意见和建议，保证了该项目计划的顺利完成。各起草单位在本标准编制过程中的工作职责见表 1。

表 1 各起草单位及其工作职责

| 序号 | 起草单位 | 工作职责 |
|----|--|--|
| 1 | 国合通用测试评价认证股份有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、河南宇航金属材料有限公司 | 试验样品成分设计、选材、制备。 试验方案制定、试验样品收集和分发，分析方法研究，试验结果处理，标准文本、试验报告和编制说明撰写等。 |
| 2 | 有色金属技术经济研究院有限责任公司、金川集团股份有限公司、昆明冶金研究院有限公司、广东先导稀材股份有限公司 | 试验方案验证；提供精密度和准确度测试数据；对标准文本提出修改意见和建议。 |

3. 主要工作过程

国标（北京）检验认证有限公司组织骨干技术人员成立项目编制组，制定研究技术路线和实施方案，并组织开展该项目的试验研究与验证工作。主要工作过程经历如下阶段：

3.1 立项阶段

2019年11月，国标（北京）检验认证有限公司向全国有色金属标准化技术委员会粉末冶金分标委会提交了《GB/T 镁及镁合金化学分析方法 第 24 部分：痕量杂质元素的测定 辉光放电质谱法》起草的项目建议书、立项报告及标准草案，经过各位与会专家和全体委员热烈讨论后，同意修订的建议。随后由秘书处组织全体委员网络投票，投票通过后转报给国家标准化管理委员会，并挂网向社会公开征求意见。

2022年7月19日印发的《国家标准化管理委员会关于下达2022年第二批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发[2022]22号），《镁及镁合金化学分析方法 第 24 部分：痕量杂质元素的测定 辉光放电质谱法》由国合通用测试评价认证股份公司、国标（北京）检验认证有限公司负责起草，有色金属技术经济研究院有限责任公司、昆明冶金研究院、河南宇航金属材料有限公司、金川集团股份有限公司、广东先导稀材股份有限公司等单位共同完成，项目计划编号为：20220727-T-610，项目周期22个月，计划完成年限2024年5月。

3.2 起草阶段

2022年9月21日~23日全国有色金属标准化技术委员会于在安徽省池州市召开了《镁及镁合金化学分析方法 第 24 部分：痕量杂质元素的测定 辉光放电质谱法》标准的任务落实会，来自国合通用测试评价认证股份公司、国标（北京）检验认证有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、昆明冶金研究院、河南宇航金属材料有限公司、金川集团股份有限公司、广东先导稀材股份有限公司等多家单位的代表参加了会议。会上确定了验证单位，

以及工作时间进度安排，同时确定了样品制备单位等事项，各单位联系人见表 2。

表 2 各参与单位联系人及联系方式

| 序号 | 姓名 | 工作单位 | 单位简称 | 电话 | 邮箱 |
|----|-----|--------------------|------|-------------|---------------------------|
| 1 | 王长华 | 国合通用测试评价 认证股份公司 | 国合通测 | 13681100562 | wangchanghua@gbtgroup.com |
| 2 | 胡芳菲 | 国标（北京）检验认 证有限公司 | 国标检验 | 18810641617 | hufangfei@gbtgroup.com |
| 3 | 李琦 | 河南宇航金属材料 有限公司 | 河南宇航 | 13839082000 | 13839082000@163.com |
| 4 | 刘英波 | 昆明冶金研究院有 限公司 | 昆明冶研 | 13888924198 | 993655805@qq.com |
| 5 | 秦芳林 | 金川集团股份有限 公司 | 金川集团 | 15002599799 | qinfl03@163.com |
| 6 | 朱赞芳 | 广东先导稀材股份 有限公司 | 广东先导 | 13927634646 | zanfang.zhu@vitalchem.com |

2023 年 10 月~2023 年 2 月编制组充分调研了高纯镁锭生产和应用情况，委托河南宇航金属材料有限公司所根据开展试验样品的选材和制备，为本标准制备统一的试验样品。与此同时编制组开展大量试验工作，完成了仪器工作条件的选择，包括放电电流、放电电压、放电气体流速；仪器稳定性考察，预溅射时间，分析同位素的选择和干扰消除等条件的研究，完成了方法研究报告的条件实验、标准文本和编制说明的讨论稿。起草单位按照会议要求部署，将标准文本、编制说明及统一样品发给验证单位，进行方法验证。

2023 年 3 月 8 日~11 日在苏州市召开《镁及镁合金化学分析方法 第 24 部分：痕量杂质元素的测定 辉光放电质谱法》等 21 项轻金属标准工作会议。根据此次会议讨论情况，标准编制组会后及时修改和完善了标准文本和编制说明，形成了征求意见稿。通过发函，在中国有色金属标准质量信息网上公开和会议讨论等形式对《镁及镁合金化学分析方法 第 24 部分：痕量杂质元素的测定 辉光放电质谱法》标准征求意见稿进行了广泛的意见征询。

3.3 征求意见阶段

编制组验证试验完成后，起草单位将编制说明、标准文本完善后形成了征求意见稿。通过发函，在中国有色金属标准质量信息网上公开和会议讨论等形式对《镁及镁合金化学分析方法 第 24 部分：痕量杂质元素的测定 辉光放电质谱法》标准征求意见稿进行了广泛的意见征询。

2023 年 6 月 25 日~6 月 28 日在辽宁省沈阳市召开了《镁及镁合金化学分析方法 第 24 部分：痕量杂质元素的测定 辉光放电质谱法》标准预审会。会上中铝郑州有色金属研究院有限公司、西南铝业（集团）有限责任公司、广东省科学院工业分析检测中心、中国空空导

弹研究院、郑州轻研合金科技有限公司、上海交通大学山西银光华盛镁业股份有限公司、国家镁及镁合金产品质量监督检验中心、重庆大学、郑州轻研合金科技有限公司、郑州大学、洛阳特种材料研究院、淄博德源金属材料有限公司等单位的三十余位专家代表对本标准进行审阅和讨论，并提出宝贵修改意见。在征求意见阶段，起草单位将征求意见稿发送至 29 家单位。其中收到征求意见稿后，回函的单位数为 29 个，回函并有建议或意见的单位数为 10 个，没有回函的单位数为 0 个。本编制组将汇总的意见逐一讨论落实，并根据回函和会议上代表提出的意见和建议对标准征求意见稿进行了修改，形成了送审稿。

3.4 审查阶段

2023 年 12 月，在珠海召开了标准《镁及镁合金化学分析方法 第 24 部分：痕量杂质元素的测定 辉光放电质谱法》的审定会。

3.5 报批阶段

二、标准编制原则

1. 规范性原则

标准格式严格按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》、GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第 4 部分：试验方法标准》等文件的要求编写，并参考 GB/T 6379.2-2004《测量方法与结果的准确度（正确度与精密度）第 2 部分：确定标准测试方法重复性与再现性的基本方法》的要求进行试验数据的统计及计算。

2. 先进性原则

本文件是首次制定。在充分调研国内外高纯镁相关产品标准及行业内的分析检测需求的基础上，对高纯镁中 Na、Al、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Mo、Nb、Zr、Sn、W、Pb、Na、Si、Ta 等杂质元素全扫，且具有很低的检出限；标准能够反映当前国内生产高纯镁企业的技术水平，宜于应用，能够满足企业需求。同时又体现了化学成分分析的技术水平，具有先进性、前瞻性和引领性。

3. 适用性原则

本文件在制定过程，充分调研了高纯镁相关产品及行业内高纯铌分析检测实际需求，能对生产企业的生产、研发、技术进步产生积极的促进作用，进一步健全和完善我国现行的高

纯镁产品的评价，适用范围更广，具有可操作性和广泛的适用性。

4. 合规性原则

本文件在修订过程中，充分考虑了国家法律、安全、卫生、环保法规的要求，符合相关规定。

三、标准主要内容的确定依据

1. 方法原理

辉光放电质谱法采用固体样品直接进样，样品作为阴极，阴极与阳极间充入惰性气体（一般是氦气），在两极间加上千伏特电压，氦气电离产生的氦阳离子在电场的作用下加速移向阴极（即样品表面）撞击样品表面使之发生溅射，溅射使样品原子化，原子化的样品扩散至等离子体中进一步离子化。由于原子化与离子化是分离的，分别在靠近样品表面的阴极暗区和靠近阳极的负辉区，使基体效应大大降低，在没有标样的情况下也能给出较准确的元素分析结果。

2. 分析条件的选择

2.1 仪器工作的选择

2.1.1 放电电压

GDMS 分析中，放电电压设定的是最大放电电压，实际测试中的电压低于设定电压。设定放电电压为 1200 V。

2.1.2 放电电流

在相同放电条件下，放电信号强度主要取决于样品的导电性。金属镁导电性较好，灵敏度高，信号较为稳定。设定放电电压为 1200 V，放电电流 25 mA~35 mA 范围调节，考察了放电电流对基体元素 Mg 信号强度的影响。当放电电流达到 30 mA 时，镁的信号强度大于 1×10^9 cps，分辨率大于 3500，能够满足检测需求，因而选择放电电流为 30 mA。

2.1.3 放电气体流速

对于高纯镁放电电流和气体流量对基体信号强度影响最大。高的放电电流和低的气体流量容易将样品强烈激发，易发生短路现象。设定放电电流为 30mA，氦气流量从 250mL/min 逐渐增加到 350mL/min，基体元素 Mg 的信号强度先增强后减弱，氦气流量 300mL/min 时，Mg 信号强度最强，为 1.4×10^9 cps，此时为最佳气流量。

2.2 仪器稳定性考察

表 3 中除放电电流和气体流量外，其余参数基本选择仪器默认指标。仪器状态在一段时间内或者更换氩气后会有微小的变化。因此测试之前需对参数进行微调，以保证镁信号强度和分辨率达到要求。连续采集 10 次 K、Na、Ca、B 对 Mg 的信号比值进行统计，RSD<3%，仪器稳定性较好。在相同放电条件下，放电信号强度主要取决于样品的导电性。金属镁导电性较好，灵敏度高，信号较为稳定。

表 3 辉光放电质谱仪的工作参数

| 参数 | 数值 | 参数 | 数值 |
|---------------|---------|------------|---------|
| 放电电压/V | 1200 | 聚焦电压/V | -1088.0 |
| 提取电压/V | -2000.0 | 透镜电压/V | 3.85 |
| 放电电流/mA | 30.0 | X 方向聚焦电压/V | -6.00 |
| 氩气流量/(mL/min) | 300 | Y 方向聚焦电压/V | -7.50 |

2.3 预溅射时间

样品在测定之前需用稀硝酸和酒精对样品表面进行清洗，此过程虽然会清洗掉大部分在样品加工过程中残留在样品表面的 Fe、C、Si、Ca、Na 等元素，因此，在分析前要进行预溅射。预溅射时间太短，达不到消除样品表面污染物的目的；激发时间过长容易使被离子化的样品堆积在锥孔附近，使得进入磁场的离子越来越少，相应的电信号逐渐减弱，同时离子也容易堆积在阳极帽，造成短路，对分析结果造成影响。

高纯镁样品经过几秒至几十秒的溅射，Mg 的信号强度即达到稳定状态。另选择 Na、Si 元素为考察对象，放电进行 5min 后含量基本稳定，如图 1 所示。说明通过溅射残留污渍已去除彻底，这段时间设定为预溅射时间。所以，预溅射时间设为 5min。

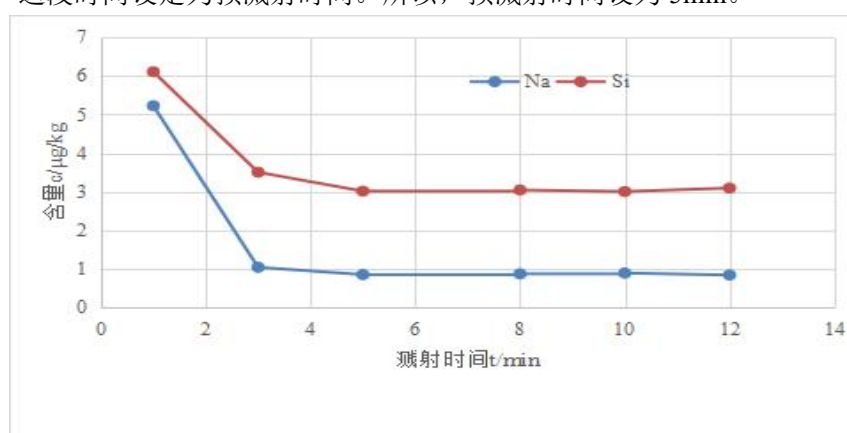


图 1 高纯镁样品 Na、Fe、Ca 含量与溅射的关系

2.4 分析同位素的选择和干扰消除

分析同位素一般以丰度大、干扰小为原则进行选择，以达到灵敏度较高的要求。辉光质谱中常见的干扰主要有氩气和其中掺杂的少数 N、O、H，以及基体元素产生的离子、二价

离子、离子团带来的质谱干扰。大部分质谱干扰可在中分辨模式下消除，如 $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ 、 $^{14}\text{N}^{14}\text{N}$ 对 ^{28}Si 的干扰、ArO对 ^{56}Fe 的干扰，在分辨率大于3500时待测元素与干扰峰可完全分开。某些重叠的质谱峰可选择高分辨模式下进行消除，以降低干扰对分析的影响。选择原则：在没有干扰的情况下，选择丰度更高的同位素；有潜在干扰时优选干扰较小的同位素或调整测定的分辨率。例： ^{27}Al 、 ^{28}Si 、 ^{52}Cr 、 ^{55}Mn 、 ^{56}Fe 、 ^{63}Cu 、 ^{208}Pb 、 ^{209}Bi 等丰度最高，在中分辨下分析即可得到较好的结果。对于比较特殊的，Ca元素丰度最大的同位素为 ^{40}Ca ，但是由于受到 ^{40}Ar 的质谱峰重叠，且干扰特别严重，即使在高分辨模式下也不能完全分开，而 ^{44}Ca 虽然丰度只有2.08%，但在中分辨模式下则能与干扰 $^{28}\text{Si}^{16}\text{O}$ 、 $^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$ 和 $^{14}\text{N}^{14}\text{N}^{16}\text{O}$ 很好地分开，因此选择 ^{44}Ca 为分析同位素，中分辨模式进行分析。Se均存在ArArH干扰， ^{82}Se 分辨率要求23608；还存在 ^{82}Kr 潜在干扰，分辨率要求12226，因此选择 ^{77}Se 影响最小的。按照上述分析同位素的选择方法，表4所示为高纯镁在辉光质谱法测试时同位素及分辨率模式的选择情况。

表4 测定同位素和分辨率选择

| 元 素 | 同位素 质量数 | 分辨率 | 元 素 | 同位素 质量数 | 分辨率 | 元 素 | 同位素 质量数 | 分辨率 |
|-----|------------|-----|-----|------------|-----|-----|------------|-----|
| Li | 7 | 中分辨 | Se | 77 | 高分辨 | Eu | 153 | 中分辨 |
| Be | 9 | 中分辨 | Br | 79 | 中分辨 | Gd | 157 | 中分辨 |
| B | 11 | 中分辨 | Rb | 85 | 中分辨 | Tb | 159 | 中分辨 |
| F | 19 | 中分辨 | Sr | 88 | 中分辨 | Dy | 163 | 中分辨 |
| Na | 23 | 中分辨 | Y | 89 | 中分辨 | Ho | 165 | 中分辨 |
| Al | 27 | 中分辨 | Zr | 90 | 中分辨 | Er | 166 | 中分辨 |
| Si | 28 | 中分辨 | Nb | 93 | 中分辨 | Tm | 169 | 中分辨 |
| P | 31 | 中分辨 | Mo | 95 | 中分辨 | Yb | 172 | 中分辨 |
| S | 32 | 中分辨 | Ru | 101 | 中分辨 | Lu | 175 | 中分辨 |
| Cl | 35 | 中分辨 | Rh | 103 | 中分辨 | Hf | 178 | 中分辨 |
| K | 39 | 高分辨 | Pd | 105 | 中分辨 | Ta | 181 | 中分辨 |
| Ca | 44 | 中分辨 | Ag | 109 | 中分辨 | W | 182 | 中分辨 |
| Sc | 45 | 中分辨 | Cd | 111 | 中分辨 | Re | 185 | 中分辨 |
| Ti | 48 | 中分辨 | In | 115 | 中分辨 | Os | 189 | 中分辨 |
| V | 51 | 中分辨 | Sn | 118 | 中分辨 | Ir | 193 | 中分辨 |
| Cr | 52 | 中分辨 | Sb | 121 | 中分辨 | Pt | 195 | 中分辨 |
| Mn | 55 | 中分辨 | Te | 128 | 中分辨 | Au | 197 | 中分辨 |
| Fe | 56 | 中分辨 | I | 127 | 中分辨 | Hg | 202 | 中分辨 |
| Co | 59 | 中分辨 | Cs | 133 | 中分辨 | Tl | 205 | 中分辨 |
| Ni | 60 | 中分辨 | Ba | 138 | 中分辨 | Pb | 208 | 中分辨 |
| Cu | 63 | 中分辨 | La | 139 | 中分辨 | Bi | 209 | 中分辨 |

| 元 素 | 同位素 质量数 | 分辨率 | 元 素 | 同位素 质量数 | 分辨率 | 元 素 | 同位素 质量数 | 分辨率 |
|-----|------------|-----|-----|------------|-----|-----|------------|-----|
| Zn | 66 | 中分辨 | Ce | 140 | 中分辨 | Th | 232 | 中分辨 |
| Ga | 69 | 中分辨 | Pr | 141 | 中分辨 | U | 238 | 中分辨 |
| Ge | 72 | 高分辨 | Nd | 146 | 中分辨 | - | - | - |
| As | 75 | 中分辨 | Sm | 147 | 中分辨 | - | - | - |

3. 精密度试验

依据以上实验条件，对 1#、2#高纯镁锭（其中 2 号为多家定值的标准样品）进行 5min 的预溅射，平行测定 7 次所得结果如下表 5、6 所示，测定范围：氟、硫、氯、溴为 0.05mg/kg~50mg/kg，其他元素为 0.01mg/kg~50mg/kg。注意：当样品外表的表面不规则（例如：粗糙度或尖锐边缘）增加时，测量的准确度和精密度可能降低。通过制备合适的试样表面和试样形状（例如，通过化学机械抛光、电化学抛光或酸蚀处理）可控制或避免。若仪器的分辨率达不到要求，方法不正确或者仪器状态不正常都可能导致测试结果的偏差。

表5 1#试样测定结果(单位：mg/kg)

| 元素 | 测定结果 | 元素 | 测定结果 | 元素 | 测定结果 | 元素 | 测定结果 | 元素 | 测定结果 |
|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|
| Li | <0.01 | Cr | 0.130 | Zr | <0.01 | La | <0.01 | Ta | 0.166 |
| Be | <0.01 | Mn | 6.51 | Nb | <0.01 | Ce | <0.01 | W | <0.01 |
| B | <0.01 | Fe | 13.07 | Mo | <0.01 | Pr | <0.01 | Re | 0.035 |
| F | <0.05 | Co | 0.013 | Ru | <0.01 | Nd | <0.01 | Os | <0.01 |
| Na | 1.17 | Ni | 1.51 | Rh | <0.01 | Sm | <0.01 | Ir | <0.01 |
| Al | 0.93 | Cu | 0.188 | Pd | <0.01 | Eu | <0.01 | Pt | <0.01 |
| Si | 3.46 | Zn | 16.78 | Ag | <0.01 | Gd | <0.01 | Au | <0.01 |
| P | 0.62 | Ga | <0.01 | Cd | <0.01 | Tb | <0.01 | Hg | <0.01 |
| S | 3.45 | Ge | <0.01 | In | <0.01 | Dy | <0.01 | Tl | <0.01 |
| Cl | 3.51 | As | <0.01 | Sn | <0.01 | Ho | <0.01 | Pb | 2.212 |
| K | 0.018 | Se | <0.01 | Sb | <0.01 | Er | <0.01 | Bi | <0.01 |
| Ca | 0.079 | Br | <0.05 | Te | <0.01 | Tm | <0.01 | Th | <0.01 |
| Sc | <0.01 | Rb | <0.01 | I | <0.01 | Yb | <0.01 | U | <0.01 |
| Ti | <0.01 | Sr | <0.01 | Cs | <0.01 | Lu | <0.01 | - | - |
| V | <0.01 | Y | <0.01 | Ba | <0.01 | Hf | <0.01 | - | - |

表6 2#试样测定结果(单位：mg/kg)

| 元素 | 测定结果 | 元素 | 测定结果 | 元素 | 测定结果 | 元素 | 测定结果 | 元素 | 测定结果 |
|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|
| Li | 0.018 | Cr | 0.235 | Zr | <0.01 | La | <0.01 | Ta | 1.260 |
| Be | <0.01 | Mn | 0.253 | Nb | <0.01 | Ce | <0.01 | W | <0.01 |
| B | <0.01 | Fe | 3.611 | Mo | 0.043 | Pr | <0.01 | Re | <0.01 |
| F | <0.05 | Co | <0.01 | Ru | <0.01 | Nd | <0.01 | Os | <0.01 |

| | | | | | | | | | |
|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|
| 元素 | 测定结果 | 元素 | 测定结果 | 元素 | 测定结果 | 元素 | 测定结果 | 元素 | 测定结果 |
| Na | 0.049 | Ni | 0.41 | Rh | <0.01 | Sm | <0.01 | Ir | <0.01 |
| Al | 1.14 | Cu | 0.461 | Pd | 0.430 | Eu | <0.01 | Pt | <0.01 |
| Si | 6.74 | Zn | 44.53 | Ag | 0.231 | Gd | <0.01 | Au | <0.01 |
| P | 0.096 | Ga | 0.019 | Cd | 0.290 | Tb | <0.01 | Hg | 0.272 |
| S | 3.43 | Ge | 0.405 | In | 0.040 | Dy | <0.01 | Tl | <0.01 |
| Cl | 0.734 | As | 0.038 | Sn | 0.160 | Ho | <0.01 | Pb | 0.591 |
| K | 0.46 | Se | 0.030 | Sb | 0.280 | Er | <0.01 | Bi | 0.043 |
| Ca | 2.15 | Br | <0.05 | Te | 0.024 | Tm | <0.01 | Th | <0.01 |
| Sc | <0.01 | Rb | <0.01 | I | <0.01 | Yb | <0.01 | U | <0.01 |
| Ti | <0.01 | Sr | <0.01 | Cs | 0.018 | Lu | <0.01 | - | - |
| V | <0.01 | Y | <0.01 | Ba | <0.01 | Hf | <0.01 | - | - |

四、主要试验和验证情况分析

据以上实验条件，各起草单位对 1#、2#高纯镁锭进行测定，各实验室测定结果如下表 7 所示。条件实验和验证结果均与起草单位结果吻合。

表7 1#、2#高纯镁锭的测定结果(单位: mg/kg)

| 测定元素 | 样品水平 | 各实验室均值 | | | | |
|------|------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | 国标(北京) | 国合通测 | 金川集团 | 昆明冶金 | 广东先导 |
| Li | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | 0.018 | 0.021 | 0.017 | 0.017 | <0.01 |
| Be | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| B | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.001 | <0.01 |
| F | 1# | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| | 2# | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Na | 1# | 1.17 | 1.12 | 0.81 | 1.16 | 0.89 |
| | 2# | 0.049 | 0.058 | 0.055 | 0.036 | 0.058 |
| Al | 1# | 0.93 | 1.10 | 0.83 | 1.034 | 1.73 |
| | 2# | 1.14 | 1.35 | 0.95 | 0.92 | 1.01 |
| Si | 1# | 3.46 | 3.59 | 3.39 | 3.15 | 3.84 |
| | 2# | 6.74 | 6.39 | 4.58 | 6.32 | 5.18 |
| P | 1# | 0.62 | 0.69 | 0.57 | 0.753 | 0.81 |
| | 2# | 0.096 | 0.12 | 0.14 | 0.093 | 0.11 |
| S | 1# | 3.45 | 3.89 | 4.67 | 3.90 | 5.90 |
| | 2# | 3.43 | 3.78 | 4.14 | 3.74 | 5.24 |
| Cl | 1# | 3.51 | 5.15 | 2.88 | 4.00 | 3.46 |
| | 2# | 0.734 | 0.714 | 0.888 | 0.584 | 0.666 |
| K | 1# | 0.018 | 0.022 | 0.032 | 0.031 | 0.040 |

| 测定元素 | 样品水平 | 各实验室均值 | | | | |
|------|------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | 国标（北京） | 国合通测 | 金川集团 | 昆明冶金 | 广东先导 |
| | 2# | 0.46 | 0.55 | 0.27 | 0.63 | 0.63 |
| Ca | 1# | 0.079 | 0.079 | 0.104 | 0.085 | 0.061 |
| | 2# | 2.15 | 2.00 | 2.31 | 3.127 | 1.56 |
| Sc | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | 0.017 | <0.01 | <0.01 |
| Ti | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | 0.067 | <0.01 | 0.015 |
| V | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | 0.022 | <0.01 | <0.01 |
| Cr | 1# | 0.130 | 0.093 | 0.075 | 0.114 | 0.144 |
| | 2# | 0.235 | 0.215 | 0.126 | 0.187 | 0.260 |
| Mn | 1# | 5.51 | 4.81 | 5.05 | 5.08 | 5.21 |
| | 2# | 0.253 | 0.265 | 0.198 | 0.241 | 0.180 |
| Fe | 1# | 13.07 | 11.26 | 15.87 | 14.07 | 13.36 |
| | 2# | 3.611 | 3.495 | 3.120 | 3.831 | 2.729 |
| Co | 1# | 0.013 | 0.025 | 0.017 | 0.016 | 0.018 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | 0.027 | <0.01 | <0.01 |
| Ni | 1# | 1.51 | 1.37 | 1.22 | 1.702 | 0.945 |
| | 2# | 0.41 | 0.42 | 0.633 | 0.514 | 0.257 |
| Cu | 1# | 0.188 | 0.192 | 0.189 | 0.272 | 0.349 |
| | 2# | 0.461 | 0.679 | 0.267 | 0.545 | 0.433 |
| Zn | 1# | 16.78 | 19.75 | 15.13 | 19.31 | 15.85 |
| | 2# | 44.53 | 40.28 | 37.54 | 41.79 | 34.12 |
| Ga | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | 0.011 | 0.013 | 0.014 | 0.011 | <0.01 |
| Ge | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.012 | <0.01 |
| | 2# | 0.405 | 0.443 | 0.540 | 0.472 | 0.604 |
| As | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | 0.038 | 0.026 | 0.025 | 0.013 | 0.024 |
| Se | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.037 |
| | 2# | 0.030 | 0.035 | 0.027 | 0.019 | 0.034 |
| Br | 1# | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| | 2# | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Rb | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Sr | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Y | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Zr | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.014 | <0.01 |

| 测定元素 | 样品水平 | 各实验室均值 | | | | |
|------|------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | 国标（北京） | 国合通测 | 金川集团 | 昆明冶金 | 广东先导 |
| Nb | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Mo | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | 0.043 | 0.036 | 0.030 | 0.016 | <0.01 |
| Ru | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Rh | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Pd | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.035 |
| | 2# | 0.430 | 0.435 | 0.433 | 0.370 | 0.440 |
| Ag | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | 0.231 | 0.196 | 0.250 | 0.320 | 0.212 |
| Cd | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | 0.290 | 0.358 | 0.313 | 0.402 | 0.404 |
| In | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.028 |
| | 2# | 0.040 | 0.038 | 0.050 | 0.030 | 0.036 |
| Sn | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.016 | <0.01 |
| | 2# | 0.160 | 0.143 | 0.141 | 0.186 | 0.116 |
| Sb | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | 0.280 | 0.298 | 0.448 | 0.329 | 0.248 |
| Te | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.017 |
| | 2# | 0.024 | 0.021 | 0.015 | 0.020 | 0.012 |
| I | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Cs | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | 0.018 | 0.025 | 0.014 | 0.024 | <0.01 |
| Ba | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| La | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Ce | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Pr | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Nd | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.012 |
| Sm | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Eu | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Gd | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |

| 测定元素 | 样品水平 | 各实验室均值 | | | | |
|------|------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | 国标（北京） | 国合通测 | 金川集团 | 昆明冶金 | 广东先导 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Tb | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Dy | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Ho | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Er | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Tm | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Yb | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.010 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Lu | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Hf | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Ta | 1# | 0.166 | 0.189 | 0.169 | 0.130 | 0.153 |
| | 2# | 1.260 | 1.308 | 1.105 | 1.317 | 2.00 |
| W | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.011 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.011 |
| Re | 1# | 0.035 | 0.045 | 0.052 | 0.037 | 0.026 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Os | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Ir | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Pt | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.017 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Au | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Hg | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | 0.272 | 0.224 | 0.383 | 0.289 | 0.241 |
| Tl | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Pb | 1# | 2.212 | 2.066 | 1.988 | 2.068 | 2.305 |
| | 2# | 0.591 | 0.671 | 0.536 | 0.507 | 0.409 |
| Bi | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | 0.043 | 0.032 | 0.039 | 0.030 | 0.026 |
| Th | 1# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| | 2# | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |

| 测定元素 | 样品水平 | 各实验室均值 | | | | |
|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 国标（北京） | 国合通测 | 金川集团 | 昆明冶金 | 广东先导 |
| U | 1# | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |
| | 2# | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

由于本标准为多杂质元素且杂质元素含量极低，因此选取了不同含量范围段的6个元素进行了数据分析。见表8~表19。

表 8 1#样品 Na 测定数据

| 实验室 | 测定元素 | 各试验室数据平均值 X_i mg/kg | 均值的平均值 X mg/kg | $(X_{max}-X_{min})/X$ % |
|--------|------|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| 国标（北京） | Na | 1.17 | 1.03 | 35 |
| 国合通测 | | 1.12 | | |
| 金川集团 | | 0.81 | | |
| 昆明冶金 | | 1.16 | | |
| 广东先导 | | 0.89 | | |

表 9 2#样品 Na 测定数据

| 实验室 | 测定元素 | 各试验室数据平均值 X_i mg/kg | 均值的平均值 X mg/kg | $(X_{max}-X_{min})/X$ % |
|--------|------|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| 国标（北京） | Na | 0.049 | 0.0512 | 43 |
| 国合通测 | | 0.058 | | |
| 金川集团 | | 0.055 | | |
| 昆明冶金 | | 0.036 | | |
| 广东先导 | | 0.058 | | |

表 10 1#样品 Al 测定数据

| 实验室 | 测定元素 | 各试验室数据平均值 X_i mg/kg | 均值的平均值 X mg/kg | $(X_{max}-X_{min})/X$ % |
|--------|------|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| 国标（北京） | Al | 0.93 | 1.124 | 80 |
| 国合通测 | | 1.10 | | |
| 金川集团 | | 0.83 | | |
| 昆明冶金 | | 1.03 | | |
| 广东先导 | | 1.73 | | |

表 11 2#样品 Al 测定数据

| 实验室 | 测定元素 | 各试验室数据平均值 X_i mg/kg | 均值的平均值 X mg/kg | $(X_{max}-X_{min})/X$ % |
|--------|------|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| 国标（北京） | Al | 1.14 | 1.074 | 40 |
| 国合通测 | | 1.35 | | |
| 金川集团 | | 0.95 | | |
| 昆明冶金 | | 0.92 | | |
| 广东先导 | | 1.01 | | |

表 12 1#样品 Cr 测定数据

| 实验室 | 测定元素 | 各试验室数据平均值 X_i mg/kg | 均值的平均值 X mg/kg | $(X_{max}-X_{min})/X$ % |
|--------|------|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| 国标（北京） | Cr | 0.130 | 0.111 | 62 |
| 国合通测 | | 0.093 | | |
| 金川集团 | | 0.075 | | |
| 昆明冶金 | | 0.114 | | |
| 广东先导 | | 0.144 | | |

表 13 2#样品 Cr 测定数据

| 实验室 | 测定元素 | 各试验室数据平均值 X_i mg/kg | 均值的平均值 X mg/kg | $(X_{max}-X_{min})/X$ % |
|--------|------|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| 国标（北京） | Cr | 0.235 | 0.224 | 38 |
| 国合通测 | | 0.265 | | |
| 金川集团 | | 0.198 | | |
| 昆明冶金 | | 0.241 | | |
| 广东先导 | | 0.180 | | |

表 14 1#样品 Mn 测定数据

| 实验室 | 测定元素 | 各试验室数据平均值 X_i mg/kg | 均值的平均值 X mg/kg | $(X_{max}-X_{min})/X$ % |
|--------|------|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| 国标（北京） | Mn | 5.51 | 5.13 | 14 |
| 国合通测 | | 4.81 | | |
| 金川集团 | | 5.05 | | |
| 昆明冶金 | | 5.08 | | |
| 广东先导 | | 5.21 | | |

表 15 1#样品 Fe 测定数据

| 实验室 | 测定元素 | 各试验室数据平均值 X_i mg/kg | 均值的平均值 X mg/kg | $(X_{max}-X_{min})/X$ % |
|--------|------|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| 国标（北京） | Fe | 13.07 | 13.53 | 34 |
| 国合通测 | | 11.26 | | |
| 金川集团 | | 15.87 | | |
| 昆明冶金 | | 14.07 | | |
| 广东先导 | | 13.36 | | |

表 16 2#样品 Fe 测定数据

| 实验室 | 测定元素 | 各试验室数据平均值 X_i mg/kg | 均值的平均值 X mg/kg | $(X_{max}-X_{min})/X$ % |
|--------|------|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| 国标（北京） | Fe | 3.611 | 3.36 | 33 |
| 国合通测 | | 3.495 | | |
| 金川集团 | | 3.120 | | |
| 昆明冶金 | | 3.831 | | |
| 广东先导 | | 2.729 | | |

表 17 1#样品 Zn 测定数据

| 实验室 | 测定元素 | 各试验室数据平均值 X_i mg/kg | 均值的平均值 X mg/kg | $(X_{max}-X_{min})/X$ % |
|--------|------|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| 国标（北京） | Zn | 16.78 | 16.76 | 45 |
| 国合通测 | | 19.75 | | |
| 金川集团 | | 12.13 | | |
| 昆明冶金 | | 19.31 | | |
| 广东先导 | | 15.85 | | |

表 17 2#样品 Zn 测定数据

| 实验室 | 测定元素 | 各试验室数据平均值 X_i mg/kg | 均值的平均值 X mg/kg | $(X_{max}-X_{min})/X$ % |
|--------|------|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| 国标（北京） | Zn | 44.53 | 39.65 | 26 |
| 国合通测 | | 40.28 | | |
| 金川集团 | | 37.54 | | |
| 昆明冶金 | | 41.79 | | |
| 广东先导 | | 34.12 | | |

表 16 2#样品 Pb 测定数据

| 实验室 | 测定元素 | 各试验室数据平均值 X_i mg/kg | 均值的平均值 X mg/kg | $(X_{max}-X_{min})/X$ % |
|--------|------|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| 国标（北京） | Pb | 0.591 | 0.543 | 48 |
| 国合通测 | | 0.671 | | |
| 金川集团 | | 0.536 | | |
| 昆明冶金 | | 0.507 | | |
| 广东先导 | | 0.409 | | |

在以上数据分析的基础上，给出实验室和实验室之间分析结果再现性的相对偏差，见表 18~表19。

表 18 重复性条件下的允许差

| 分析含量范围 mg/kg | 相对允许偏差 % |
|-----------------|-------------|
| 0.01~0.050 | 150 |
| >0.050~1.0 | 100 |
| >1.0 ~50.0 | 50 |

表 19 再现性条件下的允许差

| 分析含量范围 mg/kg | 相对允许偏差 % |
|-----------------|-------------|
| 0.01~0.050 | 200 |
| >0.050~1.0 | 150 |
| >1.0 ~50.0 | 100 |

五、标准中涉及的专利情况

本标准不涉及专利问题。

六、标准预期达到的社会经济效益等情况

高纯镁具有比重低、耐高温、耐磨等特点，在特种合金、军事、化工、航天、试验室等领域有重要应用。高纯的镁锭产品主要分为：特纯镁锭(99.99%)、高纯镁(99.98%)、特级镁锭(99.96%)及一级镁锭(99.95)以及特殊要求单项的镁锭，其产品主要应用于核电所需的高纯材料的还原、航空航天用镁合金铸造、高性能高清洁度镁合金的配制等。

高纯金属中元素的成分和含量直接影响材料的性能。元素对材料力学性能的影响大致分为三类：（1）可同时提高合金强度与塑性的元素，以提高强度为主的作用顺序：Al、Zn、Ca、Ag、Ce、Ga、Ni、Cu等；以提高塑性为主的作用排序：Ga、Zn、Ag、Ce、Ca、Al、Ni、Cu。（2）主要提高塑性而强度影响很小的元素有Cd、Tl、Li等。（3）提高强度而降低塑性的元素有Sn、Pb、Bi、Sb等。因此，需要研究和建立快速准确测定高纯镁中痕量元素含量的分析方法及标准，对于研究高纯镁材料理化性能、控制产品质量等具有十分重要的意义。

标准是首次制定。辉光放电质谱法(GDMS)是目前对固体材料直接进行痕量和超痕量分析最有效的手段之一，近20年来得到了快速的发展。GDMS具有优越的检测限和宽动态线性范围的优点，而且样品制备简单、元素间灵敏度差异小、基体效应低，GDMS在高纯金属和半导体材料分析中越来越显示出它的优越性。在充分调研国内外高纯镁相关产品标准及行业内的分析检测需求的基础上，对高纯镁中Na、Al、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Mo、Nb、Zr、Sn、W、Pb、Na、Si、Ta等杂质元素全扫，该方法具有多元素同时测定、测定范围广、检出限低等特点，能够满足高纯镁产品标准的要求，符合我国现阶段的实际情况。标准能够反映当前国内生产高纯镁企业的技术水平，更好地配合高纯镁产品的研究开发，有利于材料的质量提升及性能改进。对材料的研制、生产以及应用过程中的质量控制具有重要意义能够进一步健全和完善我国现行的高纯镁产品的评价。

七、采用国际标准和国外先进标准的情况

经查询，本文件为我国首次制定。与国内外现行标准及制定中的标准无重复交叉情况。

八、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

本标准的技术内容与现行相关法律、法规和强制性国家标准没有冲突。在标准制订过程

中充分考虑到了高纯镁相关产品标准的技术内容，能够与国内外现行的产品标准配套使用。本标准内容全面、条款详细、格式规范，符合 GB/T 1.1-2020 的相关要求。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

本文件与现行法律、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。

十、标准性质的建议说明

根据标准化法和有关文件规定，建议该文件为推荐性国家标准，供相关组织参考采用。

十一、贯彻标准的要求和措施建议

1. 在标准实施前应保证标准文本在镁相关生产和应用单位及检测机构中有充足的供应，这是保证新标准贯彻实施的基础。

2. 针对标准使用的不同对象，有侧重地开展标准的宣贯培训，建议生产和使用单位积极组织本文件的学习与宣贯，向企业、公司和科研院校（所）推荐本标准。以保证标准的贯彻实施。

3. 对于标准使用过程中出现的疑问，起草单位有义务进行必要的解释。

4. 建议本标准批准发布尽快实施。

十二、废止现行有关标准的建议

本文件为新制定文件，不涉及其它文件的废止。

十三、其他应予说明的事项

无。

项目编制组
2023年11月