《高导热镁合金型材》

讨论稿

国家标准编制说明

重庆市科学技术研究院

重庆大学

2017年7月31日

**一、工作简况**

**1、任务来源**

镁合金是最轻的金属结构材料，比强度和比刚度高、抗震力和抗电磁辐射能力强，因此，镁合金在航天航空、兵器领域及电子、汽车、能源工业上得到了广泛的应用，起到了明显的节能降耗的作用。

高导热镁合金可以应用与LED灯具和3C产品等产业，随着全球节能减排政策的推行，因其质量轻、节能、环保、长寿命的特点促使高导热镁合金型材在第4代绿色照明光源的LED和3C产业的大量使用。良好的铸造可以促使高导热镁合金型材的生产，可提高镁合金在笔记本电脑等CPU散热片生产中的应用。目前，高导热镁合金的成分、组织结构和导热性能之间关系已有较为深入研究，已获得具有高导热系数的镁合金成分、组织结构和力学性能平衡优化的镁合金材料。

我国的镁合金技术标准体系包括 “基础通用标准”、“方法标准”、“产品标准”，但都不够完整和完善。因此，很多尚未建立标准的技术，如加工，检测方法等多参照国内铝合金或钢件以及ISO、ASTM、EN、JIS等标准，造成各厂家参照的技术标准不统一，不利于建立规范的产品机制及合理的竞争机制，从而大大限制了镁合金材料和产品的进一步开发和大规模批量化应用。目前，高导热镁合金的成分、组织结构和导热性能之间关系已有较为深入研究，已获得具有高导热系数的镁合金成分、组织结构和力学性能平衡优化的镁合金材料，但尚无相应的标准。高导热镁合金型材标准的制定，对完善统一我国的镁合金技术标准体系，促进镁合金材料和产品的进一步开发和大规模批量化应用，尤其是对推动镁合金在绿色照明及3C产业的广泛应用有着至关重要的意义。

**2. 起草单位**

本标准由重庆市科学技术研究院和重庆大学国家镁合金材料工程技术研究中心等单位共同起草。

重庆市科学技术研究院是整合原属中央和地方的10个研究院所于2008年重组而建，是重庆市政府批准成立的正厅级事业单位。重庆科学院是集研究开发、技术转移、成果转化、人才培训和国际交流为一体的工业技术的综合研究机构，是重庆市组建的最大的科学研究和科技创新服务机构，是全国科学院联盟的重要成员，辖有9个转制所（中心）和10个事业性质的研究中心，共有人员2000多人。重庆市科学技术研究院立足服务重庆市经济社会发展，瞄准世界科技前沿和全市经济社会发展中的关键技术问题与产业发展中的技术瓶颈，坚持科研与产业化并重、创新与服务并重，突出以技术开发与成果转化为主导，重点开展科技创新、产业共性技术研发和相关应用技术基础研究，已成为“西部领先、全国一流、有重要国际影响”的省级科学院。重庆市科学技术研究院下属的新材料研究中心，重点研究方向之一为镁合金重视产业化研究，为多家镁合金生产企业提供技术开发和服务，并辅助成立重庆盛镁镁业有限责任公司、重庆轻强镁科技有限公司等多家镁合金相关企业。承担及参与国家级及省部级镁合金相关项目30余项，发表论文100余篇，拥有从研发到中试的能力，有多条镁合金中试生产线，如大型镁合金专用轧机、500吨镁合金挤压机及大中小镁合金铸造设备。

重庆大学是教育部直属的全国重点大学，是国家“211工程”和“985工程”重点建设的高水平研究型综合性大学。重庆大学材料科学与工程学院现已成为学科齐全、设备先进、师资雄厚的学院，是人才培养和科学研究的重要基地。在钢铁冶金、镁合金、材料加工及成型、核工业新材料、新型建材等方面形成了鲜明特色，部分研究领域的科技实力已进入国内领先、国际先进行列。先后获得国家级科技奖10项，部省级科技奖60余项。近五年(2012.6.1-2017.5.31)，实到科研经费 超过2.7亿元；在国内外刊物上发表学术论文2100多篇，其中SCI论文1300多篇；重庆大学材料科学领域ESI于2010年进入全球前1%，逐年向好发展，2017年年中已达到0.21%。国家镁合金材料工程技术研究中心于2007年经科技部批准组建。目前已经成为我国重要的镁合金材料研发基地，同时也是世界范围内最大最先进的镁合金研究团队之一，是镁合金研究的教育部创新团队、科技部创新团队。主要开展的研究包括高性能镁合金材料、先进镁合金加工技术、镁合金纯化净化技术等。在重庆市科学技术研究院和万盛工业园建立了大型镁合金中试和产业化示范基地，在青海盐湖、山西闻喜、贵州安顺、香港等地建立了镁合金研究分中心或产业化基地。中心在本部拥有镁合金熔炼、压铸、半连续铸造、薄带连铸、挤压、轧制和冲压等成套研发设备和世界一流的先进分析检测仪器。在中试及产业化核心基地拥有压铸、挤压、装备制造等工业设备，技术支持建立建有多条镁合金产业化生产线。

**3. 主要工作过程和内容**

接到标准制定任务后，在全国有色金属标准化技术委员会组织下成立了以重庆市科学技术研究院新材料中心和重庆大学国家镁合金材料工程技术研究中心为主的《高导热镁合金型材》标准制订工作小组，组织成立了起草小组，制定了工作计划，查阅、收集和整理了大量国内外的相关的资料。2017年1月在重庆召开了该标准征求意见稿的讨论会，制定起草计划及工作分配。2017年3月9日-10日受全国有色金属标准化技术委员会委托，由重庆市科学技术研究院在广东省东莞市主办召开了“镁及镁合金国内外标准研讨会”。会上重庆大学蒋斌教授汇报了标准制定进度和下一步工作计划，与会专家对高导热镁合金型材标准的材料牌号和性能规定进行了认真的讨论，提出了宝贵意见。2017年6月经过标准制定工作小组成员的认真调查、分析、研究，初步制定了高导热镁合金型材标准草稿。

在该标准的起草过程中，工作组认真调查、分析、研究高导热镁合金材料、型材成型工艺、现行相关标准规范，并对我国目前高导热镁合金型材的应用市场进行调研，采集具有代表性的产品样品，分别在重庆大学国家镁合金材料工程技术研究中心、重庆市科学技术研究院、重庆盛镁镁业有限责任公司等进行产品试制与试验。最后，在综合研究、分析、整理所有调查资料及试验数据的基础上，对技术要素、参数、性能指标、试验方法等进行确立，最终于2017念7月底完成了该标准的送审稿。

**二、标准制定的主要原则和依据**

1. 查阅相关标准和国内外新增高导热镁合金种类、镁合金型材制备工艺、镁合金产品对导热率现状及要求等；

2. 本标准中主要技术指标和试验方法参考[GB/T 5153-2016](http://www.zjsis.com/DataCenter/Standard/StdDetail.aspx?ca=ExPaaUqoqfc=) 《变形镁及镁合金牌号和化学成分》ASTM B107：2006《镁合金挤压制棒材、条材、型材、管材和线材》、[GB/T 5156-2013](http://www.zjsis.com/DataCenter/Standard/StdDetail.aspx?ca=KxmfQWYySB4=)《镁合金热挤压型材》等标准进行编制。并参照其技术指标做出相应规定，并制定相应的取样及试验方法，以确定高导热镁合金型材质量。

3. 本标准采用特征值来衡量产品质量性能指标值的大小。特征值不仅能考核产品自身质量水平，还能体现整批产品的质量稳定性。采用特征值来衡量产品质量性能，是一种依赖于概率论与数理统计并将其作为强有力的理论依据的科学计算方法。

4. 本标准着重考虑高导热镁合金型材的化学成分、热导率、力学性能及外观质量和产品合格标准。

5. 标准编制遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则，尽可能与国际国内标准接轨，注重标准的可操作性，本标准严格按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写规则》的规定进行编写和描述。

**三、标准主要内容分析**

1、 产品分类

1.1 合金牌号、状态

型材的合金牌号、状态应符合表 1的规定。如需其他合金牌号、状态时，由供需双方协商解决并在订货单（或合同）中注明。

表 1

|  |  |
| --- | --- |
| 合金牌号 | 状态 |
| M0, M1, M2, HK31, HM21, HM31, ME00, EM10, ME20, ZC71, ZK31, ZK60 | H112 |
| T2, Z2 | H112, T5 |
| ZM31,ZM51,ZM81 | H112, T5, T6 |

1.2 标记示例

型材的标记按照产品名称、标准编号、牌号、状态和规格的顺序表示。

2、化学成分

型材的化学成分应符合表 2 的规定，表 2 中没有规定的微量元素的成分应符合GB/T 5153 的规定。

表 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 合金组 | 牌号 | 成分/wt.% |
| Mg | Zn | Mn | Th | Sn | Zr | Cu | Ce |
| MgZn | Z2 | 余量 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| MgSn | T2 | 余量 | - | - | - | 2 | - | - | - |
| MgMn | M0 | 余量 | - | 0.5 | - | - | - | - | - |
| M1 | 余量 | - | 1.2 | - | - | - | - | - |
| M2 | 余量 | - | 1.3~2.5 | - | - | - | - | - |
| MgZnMn | ZM31 | 余量 | 3.0 | 1.0 | - | - | - | - | - |
| ZM51 | 余量 | 5.0 | 1.0 | - | - | - | - | - |
| ZM81 | 余量 | 5.0 | 1.0 | - | - | - | - | - |
| MgZnZr | ZK31 | 余量 | 3.0 | - | - | - | 0.6 | - | - |
| ZK60 | 余量 | 6.0 | - | - | - | 0.45 | - | - |
| MgZnCu | ZC71 | 余量 | 6.5 | 0.5 | - | - | - | 1.25 | - |
| MgThZr | HK31 | 余量 | - | - | 3.3 |  | 0.7 | - | - |
| MgThMn | HM21 | 余量 | - | 0.6 | 2.0 | - | - | - | - |
| HM31 | 余量 | - | 1.0 | 3.0 | - | - | - | - |
| MgMnRE | ME00A | 余量 | - | 0.5 | - | - | - | - | 0.15 |
| ME00B | 余量 | - | 0.5 | - | - | - | - | 0.3 |
| EM10 | 余量 | - | 0.5 | - | - | - | - | 0.6 |
| ME20 | 余量 | - | 1.3~2.5 | - | - | - | - | 0.15~0.35 |

3、尺寸允许偏差

型材的尺寸允许偏差应符合GB/T 5156 的规定。

4、 室温力学性能和热导率

型材的室温纵向力学性能和热导率应符合表 3和表 4的规定。

表 3 二元镁合金的热导率和力学性能

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 合金牌号 | 加工方式 | 供货状态 | 热导率/W·（m·K）-1 | 抗拉强度/MPa | 屈服强度/MPa | 断后延伸率/% | HV |
| Z2 | 挤压 | H112 | 130.7 | - | - | - | 58 |
| 挤压+5%轧制 | H112 | 128.4 | - | - | - | 69 |
| 挤压+10%轧制 | H112 | 127.3 | - | - | - | 78 |
| 挤压+18%轧制 | H112 | 125.8 | - | - | - | 82 |
| 挤压 | T5 | 131.1 | - | - | - | 68 |
| 挤压+5%轧制 | T5 | 134.1 | - | - | - | 70 |
| 挤压+10%轧制 | T5 | 134.5 | - | - | - | 70 |
| 挤压+18%轧制 | T5 | 134.9 | - | - | - | 70 |
| T2 | 挤压 | H112 | 130.7 | - | - | - | 58 |
| 挤压+5%轧制 | H112 | 128.4 | - | - | - | 69 |
| 挤压+10%轧制 | H112 | 127.3 | - | - | - | 78 |
| 挤压+18%轧制 | H112 | 125.8 | - | - | - | 82 |
| 挤压 | T5 | 131.1 | - | - | - | 68 |
| 挤压+5%轧制 | T5 | 134.1 | - | - | - | 70 |
| 挤压+10%轧制 | T5 | 134.5 | - | - | - | 70 |
| 挤压+18%轧制 | T5 | 134.9 | - | - | - | 70 |
| M0 | 挤压 | H112 | 138.4 | 225 | 151 | 13 | - |
| M1 | 挤压 | H112 | 138 | 255 | 180 | 12 | - |
| M2 | 挤压 | H112 | 126 | 254 | 176 | 5 | - |

表 4 三元镁合金的热导率和力学性能

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 合金牌号 | 加工方式 | 供货状态 | 热导率/W·（m·K）-1 | 抗拉强度/MPa | 屈服强度/MPa | 断后延伸率/% | HV |
| ZM31 | 挤压 | H112 | 113 | 263.5 | 168 | 17 | - |
| ZM51 | 挤压 | H112 | 106 | 290.5 | 177 | 19.25 | - |
| ZM81 | 挤压 | H112 | 102 | 302 | 182 | 14 | - |
| ZM31 | 挤压 | T5 | 125 | 283 | 211 | 16 | 56.4 |
| ZM51 | 挤压 | T5 | 122 | 321 | 268 | 14.75 | 67.3 |
| ZM81 | 挤压 | T5 | 120 | 333 | 288 | 15.25 | 75.7 |
| ZM31 | 挤压 | T6 | 120 | 275 | 199 | 15 | 54 |
| ZM51 | 挤压 | T6 | 117 | 347 | 310 | 12.5 | 75 |
| ZM81 | 挤压 | T6 | 115 | 383 | 354 | 12 | 88 |
| ZK31 | 挤压 | H112 | 126 | 275 | 255 | 7 | - |
| ZK60 | 挤压 | H112 | 117 | 340 | 260 | 11 | - |
| ZC71 | 挤压 | H112 | 122 | 240 | 158 | 7 | - |
| HK31 | 挤压 | H112 | 114 | 260 | 205 | 8 | - |
| HM21 | 挤压 | H112 | 134 | 235 | 170 | 8 | - |
| HM31 | 挤压 | H112 | 104 | 283 | 230 | 10 | - |
| ME00A | 挤压 | H112 | 137 | 304 | 294 | 7.6 | - |
| ME00B | 挤压 | H112 | 140 | 361 | 296 | 9.6 | - |
| EM10 | 挤压 | H112 | 127 | 257 | 221 | 16 | - |
| ME20 | 挤压 | H112 | 134 | 255 | 147 | 7 | - |

5、外观质量

5.1 型材表面应清洁，不允许有裂纹、腐蚀斑点和各种压人物。

5.2 型材表面允许有不超过负偏差的起皮、碰伤和压陷以及不超过负偏差之半的点状粗糙、划伤和个别擦伤。所有允许缺陷的总面积在1 m长度上不超过所在表面的4%。

5.3 型材表面允许有轻微挤压痕，其深度不超过 0.1 mm。

5.4 型材表面应进行氧化处理，其氧化层完好，不露集体金属，不脱落。经供需双方协商，可采取其他防腐保护措施。

6、低倍组织

6.1 型材的低倍组织上不允许有裂纹、裂口、气孔和缩尾等破坏金属连续性的缺陷。

6.2 型材制品低倍组织允许有深度不超过偏差余量（该点的实测厚度与允许的最小厚度的差值）之半的成层存在。

7、试验方法

7.1 化学成分检验方法

型材的化学成分仲裁分析按GB/T 13748规定的方法进行。

7.2 室温力学性能与热导率检验方法

7.2.1 室温力学性能

型材的室温力学性能检验按GB/T 16865 规定的方法进行。

7.2.2 热导率

测量热导率时，先测量合金的热扩散系数(α，单位为m2·s-1)、密度(ρ，单位为g·cm3)、定压比热容($C\_{P}$, 单位为J·(g·K)-1)。热导率k(单位为W·（m·K）-1)用公式1计算：

$k=α∙ρ∙C\_{P}$ (1)

密度按照GB/T1423即贵金属及合金密度的测试方法进行测量。

热扩散系数和定压比热容按照ASTM E146-01用激光热导测试仪在室温下进行测试。试样为圆片，要求两面光洁度高，且平行度<0.02 mm，每种状态准备两个试样。在测量前，合金表面用碳涂层涂黑以便提高光脉冲的吸收，试样用不锈钢夹头夹紧，温度从室温上升至待测的每个温度点后保温10分钟后，热扩散测量都在等温条件下进行，疝气闪光灯提供光脉冲，试样的背面温度由Insb IR探测器测量。

热扩散系数由公式2计算：

$α=1.37\frac{l^{2}}{π^{2}t\_{1/2}}$ (2)

其中l为试样厚度，t1/2为试样背面温度上升到最高温度一半时所需的时间。

定压比热容由公式3计算：

$$C\_{P}=\frac{Q}{ρlT\_{M}}$$

其中ρ为试样密度，为TM(K)背面的最高温度。Q为脉冲的福射能，通过已知兰宝石片的比热容计算而来，TM由蓝宝石测得。

7.2.3 维氏硬度

型材的维氏硬度检验按GB/T4043 规定的方法进行。

7.3 尺寸偏差检验方法

型材的直径用精度不低于0.02 mm 的量具测量，长度用米尺测量，其他尺寸偏差采用相应精度的量具进行测量或目视检查。

7.4 外观质量检查方法

型材的外观质量用肉眼检查，对不能确定深度的缺陷可以修磨，必须保证修磨后的型材尺寸不超出允许偏差。

7.5 低倍组织检验方法

型材的低倍组织检验按照GB/T 4297规定的方法进行。

8 检验规则

8.1 检查和验收

8.1.1型材应由供方技术监督部门进行检验，保证产品质量符合本标准及订货单（或合同）的规定，并填写质量证明书。

8.1.2 需方应对收到的产品按本标准的规定进行复验。复验结果与本标准及订货单（或合同）的规定不符时，应以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。属于外观质量及尺寸偏差的异议，应在收到产品之日起一个月内提出，属于其他性能的异议，应在收到产品之日三个月内提出。如需仲裁，供需双方应在需方共同进行仲裁取样。

8.2 组批

型材应成批提交验收，每批应由同一牌号、状态、规格组成，批重不限。

8.3 检验项目

每批型材出厂前应进行化学成分、力学性能、尺寸偏差、外观质量及低倍组织的检验。

8.4 取样

型材的取样应符合表 5的规定。

表 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 检验项目 | 取样位置 | 取样数量 | 要求的章条号 | 试验的方法规则的章条号 |
| 化学成分 | 参照GB/T 17432 | 参照GB/T17432 | 3.2 | 4.1 |
| 室温力学性能和热导率 | 参照GB/T 16865 | 没批按根数取10%，没根取1个试样，有规定非比例延伸强度要求的，仅测定试样数量的50%，单不少于2个 | 3.3 | 4.2 |
| 尺寸偏差 | 任意部位 | 逐根检验 | 3.4 | 4.3 |
| 外观质量 | 任意部位 | 逐根检验 | 3.5 | 4.4 |
| 低倍组织 | 挤压尾端 | 每批按根数取10%，不少于两根，每根取1个试样 | 3.6 | 4.5 |

8.5检验结果的判定

8.5.1 化学成分不合格时，判该批不合格。

8.5.2 力学性能不合格时，应从该批型材中另取双倍数量的试样（包括原来不合格型材）进行重复实验。复验结果不合格时，判该批不合格。也可由供方逐根检验，合格者交货。

8.5.3尺寸偏差不合格时，应从该批中取双倍数量的试样（包括原来不合格型材）进行重复实验。复验结果不合格时，判该批不合格。也可由供方逐根检验，合格者交货。

8.5.4 外观质量不合格时，判该跟不合格。

8.5.5 在低倍组织中因缩尾、粗晶环、成层不合格的型材，允许对不合格型材切去一定长度后重复实验，直至合格。其余型材或逐根检验，合格交货；或按复验至合格的型材最大切尾长度切尾后交货。当出现其他缺陷时，该批型材由供需双方协商处理。

9、标志

型材的包装箱标志参照ASTM B666 B666M的规定进行。在验收合格的产品前端应打上如下印记（或挂有如下印记的标牌）：供方技术监督部门的印记；合金牌号；供应状态；批号，注：平面部分的宽度小于40 mm的型材或形状不便打印的型材前端每批（或每箱）栓挂两个标牌。

10、包装、运输和贮存

10.1 型材进行表面氧化处理后涂油包装，如有特殊要求，由供需双方协商确定，并在订货单（或合同）中注明。

10.2 型材的包装、运输、贮存的其他要求参照ASTM B660的规定执行。

11、质量证明书

每批型材应附有复合本标准要求的质量证明书，其上注明：

1. 供方名称、地址、电话、传真；
2. 产品名称；
3. 合金牌号；
4. 状态；
5. 规格及精度等级；
6. 批号；
7. 净重及件数；
8. 各项分析检验结果和供方技术监督部门的检印；
9. 包装日期（或出厂日期）；
10. 本标准编号。

12、合同

订购本标准所列产品的合同中应包括以下内容：

1. 产品名称
2. 牌号、状态、尺寸规格及允许偏差
3. 重量
4. 特殊包装要求
5. 本标准要求的应在合同中注明事项
6. 本标准编号
7. 增加本标准以外内容的协商结果

**四、标准水平分析**

本标准的制定根据我国实际生产和使用情况，属于高导热性镁合金及镁合金型材的基础标准，本标准规定了导热镁合金型材的合金化学成分、产品的典型力学性能、导热性能及外观质量。本标准在起草过程中等同采用ASTM标准体系和ISO标准体系的命名原则，也规定了如需其他合金牌号、状态时，由供需双方协商解决并在订货单（或合同）中注明，有利于满足不同用户的需求。本标准整体水平与ASTM标准和ISO标准一致，达到了国际先进水平。

**五、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性**

本标准属于高导热性镁合金及镁合金型材的基础标准，国家、省市各部门没有现行的相关法律、法规、规章及相关标准，更没有本行业的强制标准。

**六、专利及涉及知识产权**

 本标准在起草过程中，对于新增的高强镁合金牌号进行了详细的论证，新增的国外牌号已经在国外的标准中出现；新增的国内牌号，已进行过牌号注册，并且经过了研发单位的许可，不涉及知识产权的问题。

**七、重在分歧意见的处理经过和依据**

无。

**八、标准作为强制性或推荐性国家（或行业）标准的建议**

 本标准为高导热性镁合金及镁合金型材的基础标准，包含了现行适用的高导热镁合金牌号，现行镁合金型材表面质量要求以及力学性能、导热性能范围。但随着高导热性镁合金应用的不断发展，新型高导热性镁合金品种的不断研发，新的牌号会层出不穷。因此，建议本标准作为推荐性国家标准发布实施。

**九、贯彻标准的要求和措施建议**

 本标准是高导热性镁合金及镁合金型材的基础标准，是所有高导热性镁合金生产企业必须使用的标准之一，起规范镁合金行业和与国际镁合金行业发展接轨的作用，本标准发布执行后，建议标准主管单位在相关企业进行推广，相关单位组织宣贯执行。

**十、废止现行有关标准的建议**

 无。

**十一、其它应予说明的事项**

无。

**十二、推广应用的预期效果**

随着镁合金行业的飞速发展，高导热性镁合金应用范围越来越广，是许3C产品应用领域不可缺少的重要结构材料，在国民经济发展中具有重要的战略地位。然而相关国家标准的缺乏，大大限制高导热性镁合金的广泛应用以及提高企业间竞争成本。通过本标准的制定，促进高导热性镁合金的广泛应用，将大大推进设备轻量化减少能源的消耗的同时，提高产品的使用寿命和观赏性，具有良好的应用前景。

。

《高导热性镁合金》编制组

2017年8月1日