|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 点击此处添加ICS号 |
| CCS | |  | | --- | |  |   点击此处添加CCS号 |

团体标准

T/CSNAME 108—XXXX

海洋装备用耐蚀镁合金型材

Corrosion-resistant magnesium alloy profiles for marine equipment

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国造船工程学会  发布

1. 前言

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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国造船工程学会标准化学术委员会提出。

本文件由中国造船工程学会归口。

本文件起草单位：上海交通大学、洛阳船舶材料研究所、上海昆悟新材料科技有限公司、凤阳爱尔思轻合金精密成型有限公司。

本文件主要起草人：曾小勤、应韬、杨耀、王静雅、范国栋、屈雪莲、肖刚。

海洋装备用耐蚀镁合金型材

* 1. 范围

本文件规定了海洋装备用耐蚀镁合金型材（以下简称型材）的分类、技术要求、试验方法、检测规则及标志、包装、运输、贮存要求。

本文件适用于海洋装备用耐蚀镁合金型材的制备、检验与运输。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 228.1-2021 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法

GB/T 5154 镁及镁合金板、带材

GB/T 5156-2022 镁及镁合金热挤压型材

GB/T 6384 船舶及海洋工程用金属材料在天然环境中的海水腐蚀试验方法

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 13748(所有部分) 镁及镁合金化学分析方法

GB/T 16545-2015 金属和合金的腐蚀 腐蚀试样上腐蚀产物的清除

GB/T 32792-2016 镁合金加工产品包装、标志、运输、贮存

ASTM B117-2019 盐雾试验装置的标准操作规程（Standard practice for operating salt spray（fog） apparatus）

ASTM G31 金属的实验室浸泡腐蚀标准（Standard Practice for Laboratory lmmersion Corrosion Testing of Metals）

* 1. 术语和定义

GB/T 5154和GB/T 5156-2022中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

耐蚀镁合金 Corrosion-resistant magnesium alloy

以耐海水腐蚀为主要特性的镁合金。

* 1. 型材分类

型材分类见表1。

1. 型材的分类

| 牌号 | 状态 | 尺寸规格（mm） | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 厚度 | 宽度 | 长度 |
| BXM3 | T6 | 10～50 | 200～350 | ≤1000 |
| BXM4 | T6 | 10～50 | 200～350 | ≤1000 |

* 1. 技术要求
     1. 材料

型材使用的材料为BXM3和BXM4合金。BXM3为Mg-Al-Y体系合金，BXM4合金为Mg-Gd-Y-Zn-Zr体系合金。合金状态一般为固溶处理加完全人工时效处理（T6）。型材用耐蚀镁合金还应符合5.1.2～5.1.4的要求。

* + - 1. 化学成分

型材用耐蚀镁合金化学成分应符合表2要求。

1. 型材用耐蚀镁合金化学成分

| 合金牌号 | Mg | 化学成分（质量分数）  ％ | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Al | Gd | Y | Zn | Zr | Fe | Ni | Cu | Si | 其他 |
| BXM3 | 余量 | 7.5～8.5 | - | 0.1～0.5 | - | - | ≤0.01 | ≤0.01 | ≤0.01 | ≤0.04 | 0.30 |
| BXM4 | 余量 | - | 8～11 | 2～4 | 0.5～1.5 | 0.5～1.5 | ≤0.01 | ≤0.01 | ≤0.01 | ≤0.05 |  |

* + - 1. 力学性能

型材用耐蚀镁合金的室温力学性能应符合表3的要求。

1. 型材用耐蚀镁合金力学性能

| 牌号 | 热处理状态 | 抗拉强度*R*m  MPa | 屈服强度*R*p0.2  MPa | 伸长率*A*  % |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| BXM3 | T6 | ≥330 | ≥220 | ≥10 |
| BXM4 | T6 | ≥415 | ≥300 | ≥6 |

* + - 1. 耐腐蚀性能

按照6.1.3进行耐腐蚀性试验，试验结果后进行腐蚀形貌观察，试样表面应为均匀腐蚀形态，无明显的点蚀，腐蚀速率应符合表4中的要求。若试样发生肉眼可见的局部点蚀，应满足局部最大腐蚀深度要求。局部腐蚀深度通过激光共聚焦显微镜对去除腐蚀产物后表面形貌进行测量。

1. 型材用不锈镁合金耐腐蚀性能

| 牌号 | 热处理状态 | 中性盐雾腐蚀速率mg/cm2/day | 酸性盐雾腐蚀速率  mg/cm2/day | 海水浸泡腐蚀速率  mg/cm2/day | 局部最大腐蚀深度（μm） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| BXM3 | T6 | ≤0.06 | ≤0.10 | ≤0.10 | ≤100 |
| BXM4 | T6 | ≤0.4 | ≤0.5 | ≤0.20 | ≤100 |

* + 1. 尺寸偏差

型材的几何形状、尺寸、尺寸公差应符合图样和技术协议的要求。如无规定，型材的尺寸公差应符合GB/T 5156-2022中6.2.2的要求。

* + 1. 外观质量

型材表面应清洁,不应有裂纹、腐蚀斑点和各种压入物。

型材表面可存在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凹坑、划伤和个别擦伤。所有允许缺陷的总面积不应超过每米型材外表面积(不含端面)的4%。

型材表面可存在轻微挤压痕,其深度不应超过0.1mm。

型材表面宜进行氧化处理,其氧化层应完好,不露基体金属。如不进行氧化处理,型材的其他防腐保护措施应由供需双方协商确定,并在订货单(或合同)中明确。

* + 1. 力学性能

如供需双方无特殊要求，型材的室温拉伸力学性能应符合表6的规定。

1. 型材室温力学性能

| 牌号 | 热处理状态 | 抗拉强度*R*m  MPa | 屈服强度*R*p0.2  MPa | 伸长率*A*  % |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| BXM3 | T6 | ≥300 | ≥220 | ≥9 |
| BXM4 | T6 | ≥400 | ≥260 | ≥6 |

* 1. 试验方法
     1. 材料
        1. 化学成分

型材用耐蚀镁合金的化学成分按GB/T 13748的规定的方法进行试验，结果应符合5.1.2的要求。

* + - 1. 力学性能

型材用耐蚀镁合金的室温拉伸试验按GB/T 228.1的规定执行，结果应符合5.1.3的要求。

* + - 1. 耐腐蚀性能

型材用耐蚀镁合金腐蚀应按照表6中的要求进行耐腐蚀性试验，试验持续时间应符合表6要求。试验完成后根据GB/T 16545-2015要求进行重量损失测定和腐蚀产物的清除，计算腐蚀速率，结果应符合5.1.4中表4的要求。剥落腐蚀试验后，试件应没有明显剥蚀且点蚀为PB级或者更好。

1. 耐腐蚀性能试验方法

| 试验类型 | 中性盐雾试验 | 酸性盐雾试验 | 海水浸泡试验 | 测试持续时间（h） |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验方法 | ASTM B117 | GB/T 10125 | GB/T 6384或ASTM G31 | ≥168 |

* + 1. 尺寸偏差

型材变动的尺寸、必检尺寸检验由供需双方商定，测量方法应符合GB/T 5156-2022中7.2的要求，测量结果应符合5.2.1的要求。

* + 1. 外观质量

外观质量用目视检查。对缺陷深度不能确定时，可采用打磨法测量。

* + 1. 力学性能

型材室温拉伸试验按GB/T 228.1的规定执行，拉伸测试方向为型材的纵向，即平行于变形方向。

* 1. 检验规则
     1. 检验项目

型材的检验项目可分为材料检验和型材检验，对于相同成分按其类别进行检验，各型材的检验项目见表7。

1. 检验项目

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 型材类别 | 材料 | | | 尺寸偏差 | 外观质量 | 力学性能 |
| 化学成分 | 力学性能 | 耐腐蚀性能 |
| I | ● | ○ | ▲ | ● | ● | ● |
| II | ● | ○ | ▲ | ● | ● | ○ |
| III | ● | ○ | ▲ | ● | ● | - |
| 注：●必检项目；○协商检验项目；-不检项目；▲同一厂商、牌号、热处理状态的合金仅做首次检验。 | | | | | | |

* + 1. 取样方法
       1. 材料

同一熔炼炉次合金，在浇注铸锭前浇注单铸试样，用以进行化学成分测试。对于同一批次型材，随机选取三块板材，每个板材至少取三个样品进行力学性能和腐蚀性能测试。

* + - 1. 尺寸偏差

逐根型材检验。

* + - 1. 外观质量

逐根型材检验。

* + - 1. 力学性能

按GB/T 16865的规定，挤压前端，每批（或热处理炉）按根数取10％，不少于２根，每根取１个试样。

* + - 1. 耐蚀性能

对于同一批次型材，随机选取三块板材，每个板材至少取三个样品进行腐蚀性能测试。

* + 1. 判定及复检
       1. 材料
          1. 化学成分

试样成分第一次送检分析不合格时,允许重新取样分析不合格元素。若第二次分析仍不合格，则判定该熔炼炉次的型材用耐蚀镁合金化学成分不合格。

* + - * 1. 力学性能

任一试样的力学性能不合格时，应从该批（或热处理炉）镁合金中另取双倍数量的试样（包括原来不合格型材）进行重复试验。若重复试验结果中仍有试样性能不合格时，判该批镁合金力学性能不合格。经供需双方协商可由供方逐根检验，逐根判定。

* + - * 1. 耐腐蚀性能

耐腐蚀性能测试第一次检验有不合格项时，可重复热处理后取样进行检验，同时检测力学性能。若还不合格，允许进行第三次热处理，若试验结果仍不合格，则判定该牌号和热处理状态下的合金耐腐蚀性能不合格。。

* + - 1. 尺寸偏差

每根型材的尺寸偏差不合格时，则该根型材不合格。

* + - 1. 外观质量

每根型材的外观质量不合格时，则该根型材不合格。

* + - 1. 力学性能

任一试样的力学性能不合格时，应从该批（或热处理炉）型材中另取双倍数量的试样（包括原来不合格型材）进行重复试验。若重复试验结果中仍有试样性能不合格时，判该批型材不合格。经供需双方协商可由供方逐根检验，逐根判定。

* 1. 标志、包装、质量说明文件
     1. 标志

检验合格的型材上，应至少在一个位置清晰地标出下列标记：

1. 制造厂商的名称或商标；
2. 不锈镁合金牌号和状态号；
3. 尺寸规格；
4. 批次号或可以追溯型材制造过程的标记；
5. 船检检验标记（如有）。

钢印应用油漆框出，以求明显易认。

* + 1. 包装

铸件包装应满足GB/T 32792-2016中关于包装的要求，每个包装箱的两端应有标志，其上应注明：

1. 制造商名称或商标；
2. 不锈镁合金牌号和状态号；
3. 尺寸规格；
4. 件数和净重；
5. 批次号或可以追溯型材制造过程的标记。
   * 1. 运输

产品的运输物应清洁、干燥、无污染物；在运输时应进行雨雪防护，保证包装箱不被浸蚀；不应与化学活性物质、潮湿性材料及易燃物品同装一车运输；在搬运时应采取合适的装卸方式防止将包装箱（物）损坏。

* + 1. 贮存

产品应保管在：清洁、干燥、无腐蚀性气氛，无雨雪侵入，无化学活性物质、潮湿性材料及易燃物品的库房内，库房具体要求可参考GB/T 32792-2016中7.2的要求。对长期存放的板材应定期进行防腐处理。

