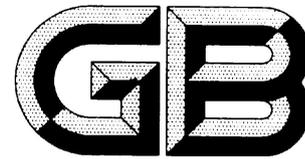


ICS 77.160;25.030

CCS H 72



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXX-2025

## 增材制造 粉末床熔融铝合金

Additive manufacturing—aluminum alloy by powder bed fusion

(征求意见稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

# 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。

本文件由中国有色金属工业协会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）和全国增材制造标准化技术委员会（SAC/TC 562）共同归口。

本文件起草单位：中车工业研究院有限公司、xx

本文件主要起草人：

# 增材制造 粉末床熔融铝合金

## 1 范围

本文件规定了 AlSi7Mg、AlSi10Mg 及 AlMgSiMnScZr 为主的粉末床熔融铝合金的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存、随行文件和订货单内容。

本文件适用于激光粉末床熔融工艺制造的铝合金产品。

## 2 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 金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分：试验方法

GB/T 3246 变形铝及铝合金制品组织检测方法

GB/T 3850 致密烧结金属材料与硬质合金 密度测定方法

GB/T 4161 金属材料 平面应变断裂韧度  $K_{Ic}$  试验方法

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第 1 部分：试验方法

GB/T 4698.7 海绵钛、钛及钛合金化学分析方法 氧量、氮量的测定

GB/T 6061.1 表面粗糙度比较样块

GB/T 6398 金属材料 疲劳试验 疲劳裂纹扩展方法

GB/T 6414 铸件 尺寸公差、几何公差与机械加工余量

GB/T 18851.1 无损检测 渗透检测 第 1 部分：总则

GB/T 19943 无损检测 金属材料 X 和伽马射线照相检测 基本规则

GB/T 20975 （所有部分）铝及铝合金化学分析方法

GB/T 22315 金属材料 弹性模量和泊松比试验方法

GB/T 29070 无损检测 工业计算机层析成像（CT）检测 通用要求

GB/T 35022 增材制造 主要特性和测试方法 零件和粉末原材料

GB/T 35351 增材制造 术语

GB/T 39247-6.6.3 增材制造 金属制件热处理工艺规范

GB/T 39251 增材制造 金属粉末性能表征方法

GB/T 39254 增材制造 金属制件机械性能评价通则

GB/T 42914 铝合金产品断裂韧度试验方法

GB/T 44239 增材制造用铝合金粉

HB 5287 金属材料轴向加载疲劳试验方法

### 3 术语和定义

GB/T 35351 界定的术语和定义适用于本文件。

### 4 产品等级

产品等级按 GB/T 35022 要求分为三个等级：H—工程用重要零件（安全优先）；M—非安全优先的功能零件；L—设计或原型阶段零件。

### 5 技术要求

#### 5.1 原材料

产品的原材料为增材制造用 AlSi7Mg、AlSi10Mg 及 AlMgSiMnScZr 铝合金粉，原材料的技术要求应符合 GB/T 44239-2024 的规定，质量由供方保证。

#### 5.2 化学成分

产品的化学成分应符合表 1 的规定。

#### 5.3 真实密度

产品实体结构部分的真实密度应符合表 2 的规定。

表 2 真实密度

| 产品等级 | 真实密度 $\rho / (\text{g/cm}^3)$ |          |              |
|------|-------------------------------|----------|--------------|
|      | AlSi7Mg                       | AlSi10Mg | AlMgSiMnScZr |
| H    | 2.60                          | 2.60     | 2.65         |
| M    | 2.50                          | 2.50     | 2.60         |
| L    | -                             | -        | -            |

#### 5.4 尺寸及允许偏差

产品的尺寸采用精度的量具测量，检验位置及方法由供需双方协商确定。

#### 5.5 显微组织

产品的显微组织应符合表 3 的规定。

#### 5.6 力学性能

##### 5.6.1 硬度

产品的维氏硬度或布氏硬度应按表 4 的规定进行。

表 4 硬度

| 产品等级     |                                    |    | 维氏硬度 HV |     |   | 布氏硬度 HB |    |   |
|----------|------------------------------------|----|---------|-----|---|---------|----|---|
|          |                                    |    | H       | M   | L | H       | M  | L |
| AlSi7Mg  | (150-200) °C ± 5°C, 保温 3-8h, 空气冷却。 | XY | -       | 120 | - | -       | -  | - |
|          |                                    | Z  | -       | 120 | - | -       | -  | - |
|          | (280~300) °C ± 5°C, 保温 2h, 空气冷却。   | XY | 80      | 80  | - | 75      | 75 | - |
|          |                                    | Z  | 80      | 80  | - | 75      | 75 | - |
| AlSi10Mg | 180°C ± 5°C, 保温 2h, 空              | XY | -       | -   | - | -       | -  |   |

|   |   |                                      |     |     |     |    |    |    |
|---|---|--------------------------------------|-----|-----|-----|----|----|----|
|   | 气冷却。  | Z                                    | -   | -   | -   | -  | -  | -  |
|   | (260~280)°C±5°C, 保温<br>2h, 炉冷                     | XY                                   | 75  | 75  | -   | 75 | 75 | -  |
|   |   | Z                                    | 75  | 75  | -   | 75 | 75 | -  |
|   | (250~320)°C±5°C, 保温<br>1~4h, 空气冷却。                | XY                                   | -   | 75  | -   | -  | 75 | -  |
|   |   | Z                                    | -   | 75  | -   | -  | 75 | -  |
|   | 固溶: 540°C, 保温 0.5h;<br>时效: 180°C, 保温 9h,<br>空气冷却。 | XY                                   | -   | -   | -   | -  | -  | -  |
|   |   | Z                                    | -   | -   | -   | -  | -  | -  |
|   | AlMgSiMnScZr                                      | (300~350)±5°C, 保温<br>(1~10) h, 空气冷却。 | XY  | 130 | 130 | -  | 90 | 90 |
| Z |   |                                      | 130 | 130 | -   | 90 | 90 | -  |

### 5.6.2 拉伸

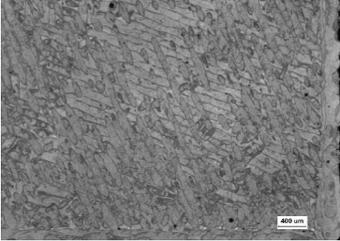
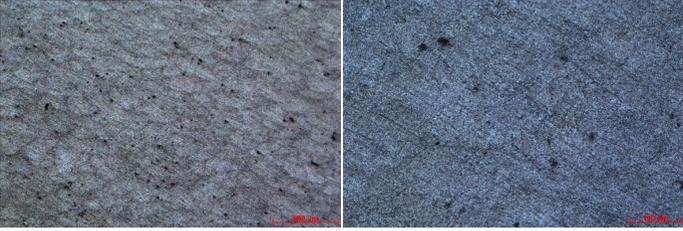
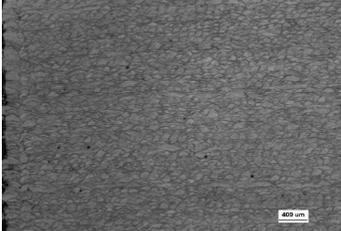
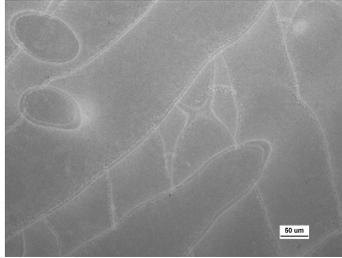
经热处理后, 产品的拉伸应符合表 5 的规定。

表 1 化学成分

| 牌号           | 化学成分（质量分数）% |           |           |         |         |         |          |      |      |      |      |      |       |      |      |       |      |       |
|--------------|-------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|----------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|
|              | 主元素         |           |           |         |         |         | 杂质元素，不大于 |      |      |      |      |      |       |      |      |       |      |       |
|              | Al          | Mg        | Si        | Sc      | Zr      | Mn      | Mn       | Fe   | Ti   | Ni   | Cu   | Pb   | Zn    | Sn   | Be   | O     | N    | H     |
| AlSi7Mg      | 余量          | 0.45~0.75 | 6.50~7.50 | -       | -       | -       | 0.30     | 0.20 | 0.25 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.012 | 0.05 | 0.01 | 0.065 | 0.05 | 0.005 |
| AlSi10Mg     | 余量          | 0.17~0.50 | 9.0~11.0  | -       | -       | -       | 0.10     | 0.20 | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.10  | 0.05 | -    | 0.10  | 0.10 | 0.050 |
| AlMgSiMnScZr | 余量          | 4.0~9.0   | 0.02~1.0  | 0.4~1.0 | 0.2~0.8 | 0.2~0.8 | -        | 0.55 | 0.10 | 0.10 | 0.05 | 0.05 | 0.10  | -    | -    | 0.10  | 0.01 | 0.008 |

注：如需方对产品的化学成分有特殊要求，可由供需双方协商确定。

表 3 显微组织

| 产品等级 |    | 显微组织 (50x、500x)  |   |  |   |
|------|----|--|---|--|---|
|      |    | AlSi7Mg  | AlSi10Mg  |  | AlMgSiMnScZr  |
| H    | XY |   |   |  |  |
|      | Z  | 缺少   |   |  |  |
| M    | XY |  |  |  | -   |

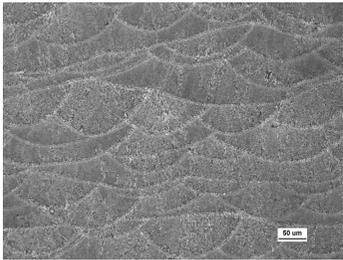
|  |    |   |  |   |
|--|----|---|--|---|
|  | Z  |  |  | - |
| L  | XY | -   | -  | - |
|  | Z  | -   | -  | - |
| <p>注 1: AlSi7Mg: H 级- (280~300) °C±5°C, 保温 2h, 空气冷却; M 级- (150-200) °C±5°C, 保温 3-8h, 空气冷却;</p> <p>注 2: AlSi0Mg: H 级- (250~320) °C±5°C, 保温 1~4h, 空气冷却;</p> <p>注 3: (300~350) ±5°C, 保温 (1~10) h, 空气冷却。</p> |    |   |  |   |

表 5 拉伸

| 性能<br>材料<br>产品等级 | 试验<br>温度<br>/°C | 取样<br>方向 | 抗拉强度 $R_m$ /MPa |          |                  | 规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ /Mpa |          |                  | 断后伸长率 A/% |          |                  | 断面收缩率 Z/% |          |                  |
|------------------|-----------------|----------|-----------------|----------|------------------|--------------------------|----------|------------------|-----------|----------|------------------|-----------|----------|------------------|
|                  |                 |          | AlSi7Mg         | AlSi10Mg | AlMgSiMnSc<br>Zr | AlSi7Mg                  | AlSi10Mg | AlMgSiMnSc<br>Zr | AlSi7Mg   | AlSi10Mg | AlMgSiMnSc<br>Zr | AlSi7Mg   | AlSi10Mg | AlMgSiMnSc<br>Zr |
| H                | RT              | XY       | ≥260            | ≥280     | ≥520             | ≥180                     | ≥180     | ≥490             | ≥8        | ≥8       | ≥7               | ≥10       | ≥10      | ≥10              |
|                  |                 | Z        | ≥240            | ≥280     | ≥520             | ≥170                     | ≥180     | ≥490             | ≥8        | ≥8       | ≥7               | ≥10       | ≥10      | ≥10              |
| M                |                 | XY       | ≥260            | ≥280     | ≥510             | ≥180                     | ≥180     | ≥480             | ≥6        | ≥8       | ≥7               | ≥8        | ≥10      | ≥10              |
|                  |                 | Z        | ≥240            | ≥280     | ≥510             | ≥170                     | ≥180     | ≥480             | ≥6        | ≥8       | ≥7               | ≥8        | ≥10      | ≥10              |
| L                |                 | XY       | -               | ≥220     | -                | -                        | ≥140     | -                | -         | ≥8       | -                | -         | -        | -                |
|                  |                 | Z        | -               | ≥200     | -                | -                        | ≥130     | -                | -         | ≥8       | -                | -         | -        | -                |

注：AlSi7Mg 热处理工艺：(280~300) °C ±5°C，保温 2h，空气冷却；AlSi10Mg 热处理工艺：① (260~280) °C ±5°C，保温 2h，炉冷；② (250~320) °C ±5°C，保温 1~4h，空气冷却。  
AlMgSiMnScZr 热处理工艺：(300~350) ±5°C，保温 (1~10) h，空气冷却。  
如需方对拉伸性能有特殊要求，可由供需双方协商确定。

性能试样的取向定义如图 1 所示。

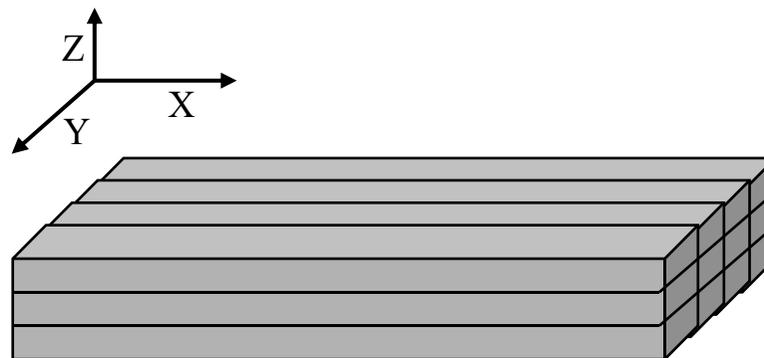


图 1 性能试样取向定义示意图

### 5.6.3 冲击

产品的冲击应按表 6 的规定进行。

表 6 冲击

| 产品等级 | 试验温度<br>/°C | 取样方向 | A/J     |          |              |
|------|-------------|------|---------|----------|--------------|
|      |             |      | AlSi7Mg | AlSi10Mg | AlMgSiMnScZr |
| H    | RT          | XY   | -       | 16       | 3            |
|      |             | XZ   | -       | 13       | 3            |
| M    |             | XY   | -       | 3        | -            |
|      |             | XZ   | -       | 3        | -            |
| L    |             | XY   | -       | -        | -            |
|      |             | XZ   | -       | -        | -            |

### 5.6.4 高周疲劳

产品的高周疲劳强度应按表 7 的规定进行。

表 7 高周疲劳

| 产品等级 | 试验温度<br>/°C | 取样方向 | K <sub>t</sub> =1 |          |              |
|------|-------------|------|-------------------|----------|--------------|
|      |             |      | 疲劳强度/MPa          |          |              |
|      |             |      | AlSi7Mg           | AlSi10Mg | AlMgSiMnScZr |
| H    | RT          | XY   | -                 | 170      | 200          |
|      |             | XZ   | -                 | 150      | 180          |
| M    |             | XY   | -                 | -        | -            |
|      |             | XZ   | -                 | -        | -            |
| L    |             | XY   | -                 | -        | -            |
|      |             | XZ   | -                 | -        | -            |

### 5.6.5 断裂韧性

产品的断裂韧性应按表 8 的规定进行。

表 8 断裂韧性

| 产品等级 | 试验温度<br>/°C | 取样方向 | K <sub>IC</sub> /MPa · m <sup>1/2</sup> |          |              |
|------|-------------|------|---|----------|--------------|
|      |             |      | AlSi7Mg                                 | AlSi10Mg | AlMgSiMnScZr |
| H    | RT          | L-T  | -                                       | 35       | 17           |
|      |             | T-L  | -                                       | 30       | 17           |
| M    |             | L-T  | -                                       | -        | -            |
|      |             | T-L  | -                                       | -        | -            |
| L    |             | L-T  | -                                       | -        | -            |
|      |             | T-L  | -                                       | -        | -            |

### 5.6.6 弹性模量和泊松比

产品的弹性模量和泊松比应按表 9 的规定进行。

表 9 弹性模量和泊松比

| 产品等级 | 试验温度<br>/°C | 取样方向 | 弹性模量 E/GPa |          |              | 泊松比 ν   |          |              |
|------|-------------|------|------------|----------|--------------|---------|----------|--------------|
|      |             |      | AlSi7Mg    | AlSi10Mg | AlMgSiMnScZr | AlSi7Mg | AlSi10Mg | AlMgSiMnScZr |

|  |    |    |   |    |    |   |     |   |
|--|----|----|---|----|----|---|-----|---|
| H  | RT | XY | - | 67 | 67 | - | 0.3 | - |
|  |    | XZ | - | 63 | 67 | - | 0.3 | - |
| XY   |    | -  | - | -  | -  | - | -   |   |
| XZ   |    | -  | - | -  | -  | - | -   |   |
| XY   |    | -  | - | -  | -  | - | -   |   |
| XZ   |    | -  | - | -  | -  | - | -   |   |
| 注: AlSi7Mg 热处理工艺: (280~300)°C±5°C, 保温 2h, 空气冷却; AlSi10Mg 热处理工艺: ① (260~280)°C±5°C, 保温 2h, 炉冷; ② (250~320)°C±5°C, 保温 1~4h, 空气冷却。AlMgSiMnScZr 热处理工艺: (300~350)±5°C, 保温 (1~10) h, 空气冷却。<br>如需方对拉伸性能有特殊要求, 可由供需双方协商确定。 |    |    |   |    |    |   |     |   |

## 5.7 表面质量

5.7.1 产品的外观呈金属色, 表面应平整一致, 无目视可见的污染、粉末粘连、毛刺、飞边、缺损及掉块等。产品的表面粗糙度 Ra 值应≤6.3。

5.7.2 产品的表面不允许有裂纹缺陷。加工余量表面上允许存在不超过机械加工余量范围的除裂纹以外的如气孔、夹杂等其他缺陷。H 级产品的表面(螺纹表面除外)上允许存在的缺陷应不超过表 10 的规定。有特殊情况时, 供需双方协商确定。

表 10 表面质量

| 检验面积尺寸   | 单个缺陷 <sup>1</sup> |                                  |                   | 成组缺陷 <sup>3</sup> |                                  |      | 缺陷边缘距圆角、轮廓边缘、孔边缘的距离             | 两缺陷间距             |
|--|-------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|------|---------------------------------|-------------------|
|  | 最大尺寸              | 最大深度                             | 最大数量 <sup>2</sup> | 最大尺寸              | 最大深度                             | 最多数量 |                                 |                   |
|  | mm                |                                  | 个                 | mm                |                                  | 组    | mm                              | mm                |
| 10x10  | 0.5               | 0.5(或 $\delta \cdot 1/3$ , 取最小值) | 3                 | 2.5               | 0.5(或 $\delta \cdot 1/3$ , 取最小值) | 2    | 端面, 转角处不允许存在缺陷; 其余表面 $\geq 0.5$ | $\geq$ 较小缺陷的 10 倍 |
| 注 1: 缺陷的反面不允许有缺陷;<br>注 2: 单个缺陷之间最小距离小于 2 倍最小缺陷尺寸的按一个缺陷计算;<br>注 3: 成组缺陷为三个或三个以上的缺陷, 其中任意两个缺陷的最小距离大于一个但不大于这些缺陷的最大尺寸为成组缺陷。应按成组缺陷中相互间隔最远的缺陷边界来测定长度;<br>注 4: $\delta$ 为产品最终或机械加工后的壁厚。 |                   |                                  |                   |                   |                                  |      |                                 |                   |

## 5.8 内部质量

5.8.1 产品内部不允许存在裂纹、未熔合等线性缺陷或穿透性缺陷。

5.8.2 不允许存在链状气孔、密集状气孔、带尖角的气孔和缩孔。不允许存在 X 射线检查可见的金属及非金属夹杂物。H 级产品内部允许的缺陷级别应符合表 11 的规定。

5.8.3 因结构盲区或检验设备限制产生的无法检验部位, 与供应商协商确定。

表 11 内部允许的缺陷级别

| 缺陷          | 气孔                             | 未熔合 ( $\delta \leq 13\text{mm}$ ) |
|-------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 单个缺陷最大尺寸/mm | 0.5, 或 $\leq \delta \cdot 1/3$ | $\leq \delta \cdot 1/3$           |

|  |           |           |
|--|-----------|-----------|
| 成组缺陷最大数量/个                                       | 4         | -         |
| 缺陷之间最小距离 mm                                      | $\geq 4D$ | $\geq 4D$ |
| 注 1: D 为最大缺陷尺寸;<br>注 2: $\delta$ 为产品最终或机械加工后的壁厚。 |           |           |

## 6 试验方法

### 6.1 原材料

产品的原材料按照 GB/T 44239 的规定进行。

### 6.2 化学成分

产品的 O 元素的测定按 GB/T 4698.7 的规定进行, 其他元素化学成分的测定按 GB/T 20975 (所有部分) 的规定进行。

### 6.3 相对密度

产品的实测密度测定按照 GB/T 3850 的规定进行, 由实测密度与理论密度的比值计算相对密度。

### 6.4 尺寸及允许偏差

测试方法依据 GB/T 6414 的规定进行。允许偏差及检验位置方法由供需双方协商确定。

### 6.5 显微组织

产品的显微组织检测按 GB/T 3246 的规定进行。

### 6.6 力学性能

#### 6.6.1 硬度

产品的维氏硬度按 GB/T 4340.1 的规定进行, 布氏硬度按 GB/T 231.1 的规定进行。

#### 6.6.2 拉伸

产品的室温拉伸性能按 GB/T 228.1 的规定进行。

#### 6.6.3 冲击

产品的室温冲击性能按 GB/T 229 的规定进行。

#### 6.6.4 高周疲劳

产品的室温高周疲劳性能按 HB 5287 的规定进行。

#### 6.6.5 断裂韧性

产品的室温断裂韧性性能按 GB/T 42914 的规定进行。

#### 6.6.6 疲劳裂纹扩展速率

产品的室温疲劳裂纹扩展速率性能按 GB/T 6398 的规定进行。

#### 6.6.7 弹性模量和泊松比

产品的室温弹性模量和泊松比按 GB/T 22315 的规定进行。

## 6.7 表面质量

6.7.1 产品的表面外观和颜色采用目视检测，表面粗糙度按 GB/T 6061.1 的规定进行。

6.7.2 产品的表面质量按 GB/T 18851.1 的规定进行。

## 6.8 内部质量

产品的内部质量射线检测按 GB/T 19943 的规定进行，层析成像（CT）按 GB/T 29070 的规定进行。如需仲裁，采用层析成像（CT）法进行。

## 7 检验规则

### 7.1 检查和验收

7.1.1 产品应由供方和第三方进行检验，保证产品质量符合本文件及订货单的规定，并填写随行文件。

7.1.2 需方可对收到的产品按本文件及订货单的规定进行检验。如检验结果与本文件及订货单的规定不符时，应在收到产品之日起 45 天内以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。如需仲裁，仲裁取样在需方，由供需双方共同进行。

### 7.2 组批

产品应成批提交验收。每批应由同一材料牌号、同一生产工艺、同一型号设备、同一供应状态的产品组成。

### 7.3 检验项目及取样

产品的取样分随炉试样和本体样品两类。随炉试样和本体样品的取样位置和方向按 GB/T 39254 的规定进行。产品的检验项目及取样应符合表 12 的规定。

表 12 检验项目及取样

| 检验项目     | 取样规定                                  | 技术要求对应的章条号 | 试验方法对应的章条号 |
|----------|---------------------------------------|------------|------------|
| 原材料      | 按 GB/T 44239 的规定进行                    | 5.1        | 6.1        |
| 化学成分     | 随炉试样或本体样品，每批 1 件                      | 5.2        | 6.2        |
| 相对密度     | 随炉试样或本体样品，每批 1 件                      | 5.3        | 6.3        |
| 尺寸及允许偏差  | 逐件                                    | 5.4        | 6.4        |
| 显微组织     | 随炉试样或本体样品，每批 2 件，XY、XZ 方向各 1 件。       | 5.5        | 6.5        |
| 硬度       | 随炉试样或本体样品，每批 2 件，XY、XZ 方向各 1 件。       | 5.6.1      | 6.6.1      |
| 拉伸       | 随炉试样或本体样品，每批至少 6 件，XY、XZ 方向各至少 3 件。   | 5.6.2      | 6.6.2      |
| 冲击       | 随炉试样或本体样品，每批至少 6 件，XY、XZ 方向各至少 3 件。   | 5.6.3      | 6.6.3      |
| 高周疲劳     | 随炉试样或本体样品，每批至少 40 件，XY、XZ 方向各至少 20 件。 | 5.6.4      | 6.6.4      |
| 断裂韧度     | 随炉试样或本体样品，每批至少 6 件，XY、XZ 方向各至少 3 件。   | 5.6.5      | 6.6.5      |
| 疲劳裂纹扩展速率 | 随炉试样或本体样品，每批至少 6 件，                   | 5.6.6      | 6.6.6      |

|          |                                     |       |       |
|----------|-------------------------------------|-------|-------|
|          | XY、XZ 方向各至少 3 件。                    |       |       |
| 弹性模量和泊松比 | 随炉试样或本体样品，每批至少 6 件，XY、XZ 方向各至少 3 件。 | 5.6.7 | 6.6.7 |
| 表面质量     | 逐件                                  | 5.7   | 6.7   |
| 内部质量     | 逐件                                  | 5.8   | 6.8   |

#### 7.4 检验结果的判定

7.4.1 原材料不合格时，允许按 GB/T XXX 的检验要求重复检验。若重复检验仍不合格，判定该批次原材料不合格。

7.4.2 产品的化学成分、相对密度、显微组织、力学性能检验结果有一项不合格时，允许另取双倍数量的试样对不合格项进行一次重复检验。若重复检验仍有任一结果不合格时，判定该批产品不合格。

7.4.3 产品的表面质量、内部质量、尺寸及允许偏差检验结果有一项不合格时，判该件产品不合格。

### 8 标志、包装、运输、贮存、随性文件和订货单内容

#### 8.1 标志

产品的包装上应有如下标志：

- a) 供方质量部门印记；
- b) 产品名称、牌号；
- c) 供应状态；
- d) 产品净重、数量；
- e) 产品批号。

#### 8.2 包装

产品采用塑料、纸质、木质及其他回收环保材质的袋/盒/箱等包装方式进行包装，具体由供需双方协商确定。包装容器应保证其在运输过程中的完整性，不易破损、受潮，禁止接触外来污染物。

#### 8.3 运输

产品应在有遮盖物的条件下进行运输，运输过程应防止雨淋受潮，不应剧烈碰撞和机械挤压，搬运过程应轻装轻卸。

#### 8.4 贮存

产品应贮存在干燥、阴凉、无腐蚀性物质侵蚀的室内，不应与氧化剂、酸类、碱类一起存放。

#### 8.5 随行文件

每批产品应附有随行文件，其中除应包括供方信息、产品信息、本文件编号、出厂日期或包装日期外，还宜包括：

- a) 产品质量保证书，内容如下：

- 产品的主要性能及技术参数；
  - 产品特点（包括制造工艺及原材料特点）；
  - 产品各项分析检验结果。
- b) 产品质量控制过程中的检验报告及成品检验报告；
- c) 产品使用说明：搬运、贮存方法等；
- d) 其他。

## 9 订货单内容

订购本文件所列产品的订货单至少应包括下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品牌号；
- c) 产品数量；
- d) 性能要求；
- e) 技术图样；
- f) 本文件编号；
- g) 其他。

## 附录 A

(资料性附录)

### 产品的热处理工艺和供应状态

#### 1、热处理

为降低增材制造过程中的热应力、通过调控组织改变产品的性能，产品需进行热处理。产品的热处理工艺制度应符合附表 1 的规定。产品的热处理参照 GB/T 39247 的规定进行。

附表 1 热处理工艺制度

| 材料牌号         | 工艺制度  |
|--------------|---|
| AlSi7Mg      | (150-200) °C ± 5°C, 保温 3-8h, 空气冷却。                        |
|              | (280~300) °C ± 5°C, 保温 2h, 空气冷却。                          |
| AlSi10Mg     | 180°C ± 5°C, 保温 2h, 空气冷却。                                 |
|              | (260~280) °C ± 5°C, 保温 2h, 炉冷                             |
|              | (250~320) °C ± 5°C, 保温 1~4h, 空气冷却。                        |
|              | 固溶: 540°C, 保温 0.5h; 时效: 180°C, 保温 9h, 空气冷却。               |
|              | 其它可参考 GB/T 39247 中 6.6.3 的规定进行。                           |
| AlMgSiMnScZr | (300~350) ± 5°C, 保温 (1~10) h, 空气冷却。                       |
|              | (250~350) ± 5°C, 150~180MPa, 保温 (1~4) h, 炉冷到 100°C, 空气冷却。 |

#### 2、供应状态

产品供应前需经过粉末清理、基材分离、支撑去除、热处理和表面处理。供应状态可为沉积态、去应力退火态或热等静压态。需方对最终成形零件供应状态有特殊要求时，应由供需双方协商确定，并在订单中注明。