

团 体 标 准

T/TMAC ×××—2026

新能源汽车一体化压铸车身结构件用铝硅合金 材料规范

Specification for aluminum-silicon alloy materials for integrated die-casting body structural parts of new energy vehicles

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国技术市场协会 发布

中国技术市场协会（TMAC）是科技领域内国家一级社团，以宣传和促进科技创新，推动科技成果转移转化，规范交易行为，维护技术市场运行秩序为使命。为满足市场需要，做大做强科技服务业，依据《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》，中国技术市场协会有序开展标准化工作。本团体成员和相关领域组织及个人，均可提出修订 TMAC 标准的建议并参与有关工作。TMAC 标准按《中国技术市场协会团体标准管理办法》《中国技术市场协会团体标准工作程序》制定和管理。TMAC 标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议多数专家、成员的同意，方可予以发布。

在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料反馈至中国技术市场协会，以便修订时参考。

本作品著作权归中国技术市场协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国技术市场协会正式授权或许可外，不许以任何形式复制本文件。第三方机构依据本文件开展认证、评价业务，须向中国技术市场协会提出申请并取得授权。

中国技术市场协会地址：北京市海淀区复兴路甲 23 号城乡华懋大厦 12 层 1217。

邮政编码：100036 电话：010-68270447 传真：010-68270453

网址：www.ctm.org.cn 电子信箱：136162004@qq.com

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类与牌号 2

 4.1 分类 2

 4.2 牌号表示方法 2

5 工作要求 2

 5.1 设备与工装要求 2

 5.2 原材料要求 2

 5.3 工艺过程控制要求 2

6 技术要求 3

 6.1 化学成分 3

 6.2 力学性能 3

 6.3 铸造性能 3

 6.4 内部质量 4

 6.5 表面质量 4

 6.6 尺寸公差 4

 6.7 合金纯净度 4

7 试验方法 4

 7.1 化学成分试验 4

 7.2 力学性能试验 5

 7.3 铸造性能试验 5

 7.4 内部质量试验 5

 7.5 表面质量试验 5

 7.6 尺寸公差试验 6

 7.7 合金纯净度试验 6

 7.8 数值修约 6

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。

本文件由中国技术市场协会提出并归口。

本文件起草单位：内蒙古汇能硅铝新材料科技有限公司、北京中研博采技术服务有限公司。

本文件主要起草人：郭建军、马林、魏存弟、韩东、乐志斌、夏卫彬。

新能源汽车一体化压铸车身结构件用铝硅合金材料规范

1 范围

本文件规定了新能源汽车一体化压铸车身结构件用铝硅合金材料的分类与牌号、工作要求、技术要求和试验方法。

本文件适用于采用高压压铸工艺生产的新能源汽车一体化压铸车身结构件所使用的铝硅合金材料。其他采用铝合金材料的新能源汽车一体压铸零部件可参照执行。

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 1031 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值
GB/T 1958 产品几何技术规范（GPS） 几何公差 检测与验证
GB/T 3177 产品几何技术规范（GPS） 光滑工件尺寸的检验
GB/T 7999 铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法
GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
GB/T 9438 铝合金铸件
GB/T 11346 铝合金铸件射线照相检测 缺陷分级
GB/T 15115 压铸铝合金
GB/T 20975 铝及铝合金化学分析方法（所有部分）
GB/T 32186 铝及铝合金铸锭纯净度检验方法
GB/T 32496 金属基复合材料增强体体积含量试验方法 图像分析法
JB/T 7946.1 铸造铝合金金相 第1部分：铸造铝硅合金变质
JB/T 7946.3 铸造铝合金金相 第3部分：铸造铝合金针孔
YB/T 178.3 硅铝合金和硅钡铝合金 铝含量的测定 EDTA滴定法
YS/T 600 铝及铝合金液态测氢方法 闭路循环法

3 术语和定义

GB/T 9438、GB/T 15115界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 一体化压铸 integrated die casting

将多个原本通过冲压、焊接、铆接等方式连接的零部件，通过大型高压压铸工艺集成为一个整体铸件的先进制造技术。

3.2

本体试样 specimen taken from casting

从压铸件本体特定部位切取的代表性试样。

3.3

单铸试样 separately cast specimen

采用与铸件相同的压铸工艺参数、在相同条件下单独铸造的专用试样。

4 分类与牌号

4.1 分类

按合金基础成分，本文件规定的铝硅合金材料为铝-硅系（Al-Si系）材料，以硅为主要合金元素，按硅含量进一步分为：

- a) 低硅型（Si含量 $\leq 9.5\%$ ），具有良好的延伸率和韧性；
- b) 高硅型（Si含量 $> 9.5\%$ ），具有更好的铸造流动性和耐磨性。

4.2 牌号表示方法

合金牌号按“YZAlSiX X X”表示，其中：YZ：表示压铸用铝合金；AlSi：表示铝-硅系合金（Al-Mg系标注为AlMg）；X X X：表示主要合金元素的标称含量（质量分数，%）及区别代号。

示例：

YZAlSi10MnMg——硅含量约10%，添加锰和镁元素的压铸铝硅合金；

YZAlSi9Cu4——硅含量约9%、铜含量约4%的压铸铝硅合金。

5 工作要求

5.1 设备与工装要求

5.1.1 熔炼设备应配备温度实时监控和记录系统，控温精度不低于 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.2 压铸设备

压铸设备应满足以下要求：

- a) 锁模力 $\geq 6000\text{ kN}$ （适用于一体化大型压铸件）；
- b) 压射速度控制精度 $\leq \pm 0.5\text{ m/s}$ ；
- c) 铸造压力控制精度 $\leq \pm 2\text{ MPa}$ ；
- d) 模具温度控制精度 $\leq \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.3 应配备真空压铸系统，真空度应 $\leq 50\text{ mbar}$ ，确保充填过程中型腔气体含量控制在最低水平。

5.2 原材料要求

5.2.1 铝锭、中间合金、回炉料等原材料应分类存放，标识清晰，防止混料。

5.2.2 回炉料的使用比例应由供需双方协商确定，宜控制在总炉料质量的30%以内，并应在质量证明书中注明回炉料使用情况。

5.2.3 细化剂和变质剂应按照供应商推荐的添加量和工艺参数进行添加，并记录添加量和添加时间。

5.3 工艺过程控制要求

5.3.1 熔炼过程

熔炼过程控制应符合下列要求：

- a) 熔炼温度： $730\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 保温温度： $680\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 720\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 精炼处理：应采用旋转喷吹或气体精炼法，精炼时间 $\geq 15\text{ min}$ ，精炼后静置时间 $\geq 20\text{ min}$ ；
- d) 化学成分检测：每炉次至少取2个样品进行炉前分析，化学成分合格后方可转入压铸工序。

5.3.2 压铸工艺

压铸工艺控制应符合下列要求：

- a) 铝液浇注温度： $660\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 690\text{ }^{\circ}\text{C}$ （根据具体合金牌号和铸件结构确定）；
- b) 模具温度： $180\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

- c) 低速压射速度：0.2 m/s~0.5 m/s；
- d) 高速压射速度：2 m/s~5 m/s；
- e) 增压压力：80 MPa~120 MPa；
- f) 留模时间：根据铸件壁厚确定，宜为15 s~40 s；
- g) 真空度：≤50 mbar。

5.3.3 后处理控制

后处理控制压铸工艺应符合下列要求：

- a) 去浇口和飞边应在铸件冷却至室温后进行；
- b) 对于需热处理强化的合金，热处理工艺参数应由供需双方协商确定，并在技术协议中明确；
- c) 对于免热处理合金，应控制铸件自然冷却至室温，不宜采用强制冷却，避免产生铸造应力和组织不均匀。

6 技术要求

6.1 化学成分

铝硅合金材料的化学成分应符合表1的规定。各牌号化学成分的允许偏差按GB/T 15115的规定执行。

表1 化学成分（质量分数，%）

牌号	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Sr	其他杂质单个	其他杂质总和	Al
YZAlSi7MgMn	6.5~7.5	≤0.15	≤0.05	0.40~0.70	0.25~0.45	≤0.07	0.05~0.15	0.010~0.025	≤0.05	≤0.15	余量
YZAlSi9MnMg	8.5~9.5	≤0.15	≤0.05	0.45~0.75	0.20~0.40	≤0.07	0.05~0.15	0.010~0.025	≤0.05	≤0.15	余量
YZAlSi10MnMg	9.5~11.0	≤0.15	≤0.05	0.50~0.80	0.20~0.50	≤0.07	0.05~0.15	0.010~0.030	≤0.05	≤0.15	余量
YZAlSi11Cu3	10.0~12.0	≤1.00	2.5~4.0	≤0.50	≤0.30	≤1.00	—	—	≤0.10	≤0.30	余量
YZAlSi12Fe	11.0~13.0	≤0.80	≤0.10	≤0.35	≤0.10	≤0.15	—	—	≤0.05	≤0.15	余量
YZAlMg5Si2	≤0.50	≤0.20	≤0.05	0.20~0.50	4.5~5.5	≤0.10	0.05~0.15	—	≤0.05	≤0.15	余量

注：各牌号的化学成分允许偏差按GB/T 15115的规定执行。

6.2 力学性能

铝硅合金材料的力学性能应符合表2的规定。

表2 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) ≥	布氏硬度HBW ≥
YZAlSi7MgMn	F	250	120	75
YZAlSi7MgMn	T5	290	200	95
YZAlSi9MnMg	F	260	130	80
YZAlSi9MnMg	T5	300	210	100
YZAlSi10MnMg	F	250	130	80
YZAlSi10MnMg	T5	300	220	105
YZAlSi11Cu3	F	230	140	85
YZAlSi12Fe	F	220	—	70
YZAlMg5Si2	F	270	140	85

注：F状态为铸态，T5状态为人工时效。

6.3 铸造性能

铝硅合金材料的铸造性能应符合表3的规定。

表3 铸造性能要求

项目	要求
流动性（螺旋试样长度）	≥800 mm（在680 °C浇注温度下）
热裂倾向	无肉眼可见热裂纹
粘模倾向	连续压铸100模次后无显著粘模
充填能力（最小可充填壁厚）	≤1.5 mm

6.4 内部质量

铸件内部质量应符合表4的规定。

表4 内部质量要求

项目	要求
气孔、缩松（X射线检测）	气孔直径≤1.5 mm，无密集气孔区域，无贯穿性缩松
裂纹	无裂纹
夹杂物	无明显氧化夹杂物或外来夹杂物，单视场内夹杂物面积≤0.5%
针孔度	针孔等级≤2级

6.5 表面质量

铸件表面质量应符合表5的规定。

表5 表面质量要求

基本尺寸/mm	公差等级
≤50	CT5~CT6
>50~120	CT6
>120~250	CT6~CT7
>250~500	CT7
>500~1000	CT7~CT8
>1000	CT8

6.6 尺寸公差

铸件的尺寸公差应符合表6的规定。

表6 尺寸公差

基本尺寸/mm	公差等级	公差值/mm
≤50	CT5~CT6	±0.15~±0.25
>50~120	CT6	±0.25~±0.35
>120~250	CT6~CT7	±0.35~±0.50
>250~500	CT7	±0.50~±0.70
>500~1000	CT7~CT8	±0.70~±1.00
>1000	CT8	±1.00~±1.50

6.7 合金纯净度

铝硅合金材料的纯净度应符合表7的规定。

表7 合金纯净度要求

项目	要求
氢含量（熔体中）	≤0.15 mL/100g Al（即≤0.15 ppm）
渣含量（K-模法）	≤0.05 mm ² /kg Al

7 试验方法

7.1 化学成分试验

化学成分试验应符合表8的规定。

表8 化学成分试验

项目	试验方法	执行标准
Si、Fe、Cu、Mn、Mg、Zn、Ti、Sr含量	光电直读发射光谱法（OES）	GB/T 7999
各元素含量（仲裁分析）	湿法化学分析法	GB/T 20975（所有部分）
Al含量（余量）	EDTA滴定法	YB/T 178.3
其他杂质单个及总和	光电直读发射光谱法	GB/T 7999

7.2 力学性能试验

力学性能试验应符合表9的规定。

表9 力学性能试验

项目	试验方法	执行标准	试样类型
抗拉强度	室温拉伸试验（规定应变速率：弹性段1~3 mm/min，屈服后5~10 mm/min）	GB/T 228.1	单铸试样（按GB/T 32496制备）或本体试样
屈服强度 $R_{p0.2}$	室温拉伸试验（规定塑性延伸强度法，取塑性延伸率为0.2%时的应力）	GB/T 228.1	单铸试样（按GB/T 32496制备）或本体试样
布氏硬度HBW	布氏硬度试验（试验力187.5 kgf，压头直径2.5 mm或5 mm，保持时间10 s~15 s）	GB/T 231.1	铸件本体或专用试块

7.3 铸造性能试验

铸造性能试验应符合表10的规定。

表10 铸造性能试验

项目	试验方法	执行标准
流动性	螺旋试样法：模具温度 $200^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ ，浇注温度 $680^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，测量螺旋试样长度	GB/T 15115
热裂倾向	热裂环法（直径200 mm，壁厚3 mm）或应力框法（外框300 mm×300 mm，内框200 mm×200 mm，壁厚差5 mm）	JB/T 7946.1
粘模倾向	生产验证：在推荐压铸工艺参数下连续压铸100模次，目视检查顶出后铸件表面是否有铝粘附	—
充填能力	薄壁平板试验：制作厚度阶梯板（0.8 mm、1.0 mm、1.2 mm、1.5 mm、2.0 mm），在标准工艺下充填，测量完全充填的最小壁厚	—

7.4 内部质量试验

内部质量试验应符合表11的规定。

表11 内部质量试验

项目	试验方法	执行标准	验收等级/判定
气孔、缩松	X射线照相检测	GB/T 11346	不低于2级（气孔直径 ≤ 1.5 mm，无贯穿缩松）
裂纹	X射线照相检测+超声波探伤（频率2 MHz~5 MHz）	GB/T 11346；GB/T 9438	无裂纹
夹杂物	金相显微镜观察（腐蚀剂：0.5% HF水溶液或Keller试剂，放大倍数 $100\times\sim 500\times$ ）	JB/T 7946.1	单视场内夹杂物面积 $\leq 0.5\%$
针孔度	金相显微镜观察（未腐蚀试样，放大倍数 $100\times$ ，参照标准评级图）	JB/T 7946.3	针孔等级 ≤ 2 级

7.5 表面质量试验

表面质量试验应符合表12的规定。

表12 表面质量试验

项目	试验方法	执行标准
冷隔、流痕、裂纹、起泡	目视检查：正常照明条件下，距离铸件表面500 mm处观察	GB/T 9438

表面粗糙度 Ra	触针式粗糙度仪测量（取样长度0.8 mm，评定长度4.0 mm）	GB/T 1031
飞边（毛刺）高度及宽度	采用游标卡尺（精度0.02 mm）测量	GB/T 3177

7.6 尺寸公差试验

尺寸公差试验应符合表13的规定。

表13 尺寸公差试验

项目	试验方法	执行标准
线性尺寸（≤50 mm，±0.15~±0.25）	游标卡尺、千分尺直接测量	GB/T 3177
线性尺寸（>50~120 mm，±0.25~±0.35）	游标卡尺、高度尺测量	GB/T 3177
线性尺寸（>120~250 mm，±0.35~±0.50）	游标卡尺、三坐标测量机（CMM，精度≤±0.01 mm）	GB/T 3177；GB/T 1958
线性尺寸（>250~500 mm，±0.50~±0.70）	三坐标测量机（CMM）	GB/T 1958
线性尺寸（>500~1000 mm，±0.70~±1.00）	三坐标测量机（CMM）或激光跟踪仪	GB/T 1958
线性尺寸（>1000 mm，±1.00~±1.50）	激光跟踪仪或大型三坐标测量机	GB/T 1958

7.7 合金纯净度试验

合金纯净度试验应符合表14的规定。

表14 合金纯净度试验

项目	试验方法	执行标准
氢含量	Telegas法（循环气体载气法）或ALSCAN法	YS/T 600；GB/T 32186
渣含量	K-模法（减压凝固试验后定量金相分析）	GB/T 32186

7.8 数值修约

检验数据的数值修约和极限数值的判定按GB/T 8170的规定执行。