

《铝硅合金化学成分及纯度分级要求》

（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本文件由中国技术市场协会提出并归口，经中国技术市场协会标准化工作委员会批准，正式列入 2026 年团体标准制修订计划，标准名称为《铝硅合金化学成分及纯度分级要求》。

（二）项目背景

铝硅合金是航空航天、汽车工业、通用结构件领域广泛应用的基础金属材料，可用于铸造、压铸、变形加工等多种成形工艺，合金化学成分、杂质控制水平、纯度等级直接决定铸件力学性能、致密性、加工性能以及终端装备可靠性。随着国内高端装备制造、新能源汽车产业快速发展，下游对铝硅合金批次一致性、杂质管控、纯度水平提出差异化、精细化的要求。

现阶段，国内现有国家标准、行业标准多聚焦变形铝合金、压铸铝合金成品，缺少专门针对铝硅合金中间产品统一的纯度分级体系；不同生产企业对纯度定义、杂质控制限值不统一，牌号成分管控尺度存在差异。供需双方签订合同时，经常出现指标理解不一致、验收依据不统一的情况，造成入厂检验分歧，增加下游客户选型、质量管控成本。市场上工业级、精密级、高纯级产品缺少清晰划分，不利于高端国产铝硅合金产品推广，制约产业链协同发展。因此亟需制定统一的团体标准，规范铝硅合金化学成分与纯度分级，补齐细分领域标准短板。

（三）目的意义

1. 目的

（1）建立统一化学成分管控与纯度分级评价体系

划分一级（高纯级）、二级（精密级）、三级（工业级）纯度等级，明确不同牌号铝硅合金元素限值、硅含量偏差、杂质总和指标，配套对应的检测方法，统一行业定级和质量评价尺度，实现不同企业产品指标横向可比，引导生产企业优化熔炼、净化工艺。

（2）规范全产业链供需秩序

从合金一般技术要求、牌号化学成分、纯度分级、检测方法等维度建立统一技术依据，消除供需双方验收标准分歧，降低航空航天、汽车、通用构件企业原材料选型、入厂检测成本，遏制市场上低质产品无序竞争。

（3）助力高端铝硅合金国产化应用落地

通过标准化指标牵引企业在原料选用、熔体净化、杂质去除、铸锭质量控制等关键环节开展技术提升，支撑高纯铝硅合金在航空航天、光电子高精度封装等高附加值场景应用，夯实国内高端装备产业链供应链基础。

2. 意义

（1）促进行业整体技术迭代升级。统一指标倒逼行业淘汰落后粗放熔炼工艺，减少企业重复试验与低水平研发投入，推动国内铝硅合金行业由工业级向精密级、高纯级转型升级，整体提升国产产品国际竞争力。

（2）保障高端制造供应链安全。通过标准化纯度分级体系，

为航空航天、光电子等高端领域提供可靠的高纯级铝硅合金产品依据，降低关键材料进口依存度，夯实我国高端装备制造产业链自主可控基础。

（3）完善国内铝合金标准体系。填补国内铝硅合金细分领域纯度分级团体标准空白，衔接现有 GB/T 3190、GB/T 15115 等国标体系，健全从变形铝合金→铸造铝合金→铝硅合金专用标准的全链条标准架构，支撑国内铝合金产品对标国际先进水平。

（四）起草单位及起草人名单

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、杨明生、魏赢童、乐志斌、夏卫彬。

（五）主要起草过程

1. 文本调研

2026 年 2 月启动了文本的调研工作，并于 2026 年 3 月完成了相关资料的收集和分析工作。

2. 标准立项

2026 年 6 月向中国技术市场协会标准化工作委员会提出申请，于 2026 年 6 月 12 日获得中国技术市场协会标准化工作委员会批准立项。

3. 形成标准草案

2026 年 6 月，起草组对资料收集情况进行汇总处理，确定了标准框架和主要内容。2026 年 7 月 16 日，《铝硅合金化学成分及纯度分级要求》形成标准初稿。

4. 形成征求意见稿

2026 年 7 月 16 日至 2026 年 8 月 24 日，起草组根据反馈的意见和建议，对草案内容进行了修改和调整，形成标准征求意见稿。

二、确定标准主要内容的论据

（一）编制原则

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》以及《中国技术市场协会团体标准工作程序》的规定起草。

（二）标准主要内容及适用范围

本文件规定了铝硅合金的化学成分、纯度分级等内容。

本文件适用于航空航天、汽车、通用结构件等领域中，用于铸造、压铸或变形加工的铝硅合金产品的化学成分分析及纯度等级划分。

（三）确定标准主要内容的论据

1. 牌号及化学成分指标的确定依据

标准中设置了不同牌号，覆盖了硅含量 5.0%~40.0%、铝含量 10.0%~50.0%的典型铝硅合金产品范围。各牌号中硅、铝含量的设定依据主要参考了国内主要铝硅合金生产企业的产品规格和下游用户的常用需求，同时兼顾了铸造、压铸等不同加工工艺对合金成分的差异化要求。

杂质元素的限量控制是标准的核心内容之一。锰（Mn）含量要求不大于 0.20%~0.40%，碳（C）含量依据产品等级分为 I 类（不大于 0.20%~0.40%）和 II 类（不大于 0.80%~1.20%），磷

(P) 含量控制在不大于 0.020%~0.030% (I 类) 或 0.040%~0.080% (II 类), 硫 (S) 含量不大于 0.02%~0.03%, 铜 (Cu) 含量不大于 0.05% (部分牌号不作要求)。上述限量值参考了国内领先企业的内控标准以及 YB/T 4231、YB/T 178 系列等标准中对相关元素的分析要求, 并结合当前国内铝硅合金熔炼工艺所能稳定达到的杂质控制水平综合确定。对于 As、Sb、Bi、Sn、Pb 等元素, 标准以备注形式明确"由供需双方另行商定", 兼顾了标准的通用性和市场灵活性。

2. 纯度分级指标的确定依据

按基体铝纯度及杂质控制水平, 标准将铝硅合金分为三级:

——一级 (高纯级): 基体铝纯度 $\geq 99.85\%$, 硅含量偏差 $\pm 0.10\%$, 杂质总和 $\leq 0.15\%$, 适用于航空航天、光电子、高精度封装等对材料纯度和可靠性要求极高的领域。该等级的设定主要参考了航空航天用铝合金对杂质元素的严格限制, 以及高精度封装对材料一致性的要求。

——二级 (精密级): 基体铝纯度 $\geq 99.70\%$, 硅含量偏差 $\pm 0.20\%$, 杂质总和 $\leq 0.30\%$, 适用于汽车关键件、精密压铸、薄壁铸件等对性能一致性有较高要求的场景。该等级的设定依据主要来自汽车行业对压铸铝合金典型技术规格的调研。

——三级 (工业级): 基体铝纯度 $\geq 99.50\%$, 硅含量偏差 $\pm 0.30\%$, 杂质总和 $\leq 0.50\%$, 适用于通用结构件、普通压铸、耐磨件等常规工业应用。该等级的指标参考了 GB/T 15115《压铸铝合金》等现有标准中对铝硅合金的基本要求。

上述三级划分体系的设计, 旨在为下游用户提供明确的分级

选型依据，同时为生产企业提供阶梯式的质量提升目标。

三、主要试验[或验证]情况分析、技术经济论证、预期经济效果

（一）主要试验[或验证]情况分析

为确保标准的科学性、合理性与可操作性，起草组联合国内铝合金检测机构及铝硅合金生产企业，选取了多家企业不同工艺路线的铝硅合金产品样品，依据本标准拟定的化学成分检测方法和纯度分级要求开展了验证工作，具体验证情况如下：

1. 化学成分指标验证

采用 YB/T 178.1（高氯酸脱水重量法）对硅含量进行测定，结果显示该方法对铝硅合金中 5.0%~40.0% 硅含量的测定具有良好的精密度和准确度，加标回收率在 97%~103% 之间，相对标准偏差（RSD）小于 2%，满足标准要求。采用 YB/T 178.3（EDTA 滴定法）测定铝含量，结果与理论值偏差在 $\pm 0.2\%$ 以内。

2. 杂质元素检测验证

采用 YB/T 178.4~178.6 及 YB/T 4231 规定的方法对锰、磷、硫、碳、铜等杂质元素进行检测。结果显示，对于一级（高纯级）产品，各杂质元素含量能够稳定控制在标准限值范围内；对于二级、三级产品，各项指标同样具有良好的批次一致性。碳含量 I 类（ $\leq 0.20\%$ ）和 II 类（ $\leq 0.80\% \sim 1.20\%$ ）的分级设计，有效区分了不同纯化工艺水平的产品。

3. 纯度分级适用性验证

将一级、二级、三级产品分别应用于航空航天结构件、汽车关键压铸件、通用结构件的模拟场景中，结果显示：一级产品在

模拟航空航天应用中的杂质总量可控制在 0.15%以下，满足高可靠场景需求；二级产品在模拟汽车压铸场景中的综合性能满足薄壁件成型要求；三级产品在通用结构件应用中性价比优势明显，验证了分级标准的合理性。

（二）技术经济论证

本标准的实施将从产业链协同、企业成本效益、产业技术升级三个维度产生显著价值：

1. 产业链层面

上游原料端：标准对杂质元素的严格分级要求，将倒逼上游精铝、结晶硅及中间合金生产企业提升原料品质，推动高纯铝提纯技术的进步。

中游制造端：标准化的牌号成分和纯度分级体系有助于企业优化熔炼工艺和合金配比，减少因指标定义不清导致的过度处理或质量过剩，预计可降低企业工艺控制成本约 5%~10%。

下游应用端：统一的标准有助于航空航天、汽车制造企业建立稳定的供应链，减少因材料成分波动导致的铸件报废和性能不达标风险，预计可降低下游客户的质量验证成本约 15%~20%。

2. 企业层面

企业为满足标准要求进行的工艺升级，虽然短期会增加一定的设备投入（如高纯熔炼设备、在线检测仪器等），但长期来看，通过提升产品合格率和市场竞争力，可在 1~2 年内收回成本。符合一级（高纯级）标准的产品在航空航天等高附加值市场具有显著溢价能力。

（三）预期经济效果

1. 产业规模效益

伴随标准落地规范市场，预计将推动国内合规铝硅合金产能有序扩张，促进高纯级产品在航空航天、光电子等高端领域的应用渗透率提升，带动上游高纯铝、结晶硅等原料和下游精密铸造、高端零部件加工全产业链协同发展。

2. 成本下降效益

标准推动一级（高纯级）产品规模化量产，为国内航空航天、光电子等高端制造领域提供可靠的国产替代方案，降低高端铝硅合金材料的进口依赖和采购成本。

3. 技术创新效益

标准明确高纯级产品的技术门槛，引导行业研发资源向高纯熔炼工艺、杂质深度去除技术、在线成分实时监测等核心技术倾斜，促进国内铝硅合金领域自主知识产权积累和技术进步。

四、采用国际标准和国内外先进标准的程度

本文件不涉及国际国外标准的采标情况。

五、重大分歧意见处理经过及依据

本文件在制定过程中未出现重大分歧意见。

六、与现行相关法律、法规及相关标准的协调性

与现行相关法律、法规及相关标准相协调。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、其他应予说明的事项

无。

《铝硅合金化学成分及纯度分级要求》

团体标准工作组

2026 年 9 月 3 日