《环保型电子级硅酸酯生产技术要求》

（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本项目根据中国欧洲经济技术合作协会2026年团体标准制定计划，项目名称为《环保型电子级硅酸酯生产技术要求》项目计划号T/CEATEC-2026-274的任务而进行制订。

（二）起草单位及主要起草人

本文件起草单位：中化学华陆新材料有限公司、四川森凝新材料有限公司、宁夏胜蓝化工环保科技有限公司、陕西德信祥特材科技有限公司。

本文件主要起草人：熊超、王晓曦、沈俊、袁大龙。

（三）标准制定目的和意义

从产业角度分析，制定《环保型电子级硅酸酯生产技术要求》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面：

1.目的

为顺应半导体、先进封装、光伏等产业对高纯硅酸酯前驱材料自主可控的发展需求，针对当前行业缺少兼顾超高纯品质与全过程环保管控的统一生产技术规范、企业工艺路线差异大、VOCs排放、废液废渣管控水平不一、上下游质量判定口径不统一等痛点，制定本团体标准。标准旨在统一环保型电子级硅酸酯原料管控、合成提纯、杂质控制、三废治理、安全与清洁生产等关键技术指标与管控要求，规范生产过程质量、环保控制行为，引导企业采用低污染、低能耗、高回收率的绿色工艺路线，在保障产品金属杂质、水分、颗粒、卤素等电子级关键指标满足CVD/ALD薄膜沉积等下游严苛使用要求的同时，降低生产环节污染物排放；为供需双方提供统一的技术判定依据，减少贸

易分歧，支撑国产电子级硅酸酯产品验证与批量导入，加快高端电子化学品国产替代；引导行业技术迭代、淘汰粗放落后工艺，推动电子硅基化学品产业绿色、高质量发展，完善产业链标准供给，助力半导体材料供应链安全稳定。

2.意义

制定《环保型电子级硅酸酯生产技术要求》团体标准，能够填补行业内兼顾电子级高纯质量与全过程环保管控的标准空白，统一生产、质控、污染物治理相关技术共识，规范市场秩序，减少上下游供需对接中的质量争议。标准的实施有利于推动低排放、低能耗绿色工艺在电子级硅酸酯生产中的推广应用，提升行业清洁生产水平，降低生产过程环境风险，助力“双碳”目标落地。同时可为国产电子级硅酸酯的产品认证、下游验证提供技术支撑，加速高端硅基电子化学品国产化进程，保障半导体、先进封装、薄膜材料等产业链供应链自主可控，促进行业由规模扩张向高质量、绿色化转型，提升我国电子前驱体材料产业整体竞争力。

（四）主要工作过程

1.前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，广泛搜集相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。

2026 年 8 月 5 日本团体标准由中国欧洲经济技术合作协会正式立项，立项名称为：《环保型电子级硅酸酯生产技术要求》。

2.标准起草过程

2026 年 8 月，团体标准立项通知公示后，标准编制小组首先组织了标准制定工作会议，各编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会和专家咨询会，经过多次修改，于 2026 年 9 月初完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

二、标准编制原则和依据

（一）编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，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》的规定及相关要求编制。

（二）标准主要内容与确定依据

1.标准主要内容

1.1 范围

本文件规定了环保型电子级硅酸酯生产过程中的原料要求、工艺技术要求、质量控制、安全与环保要求、生产记录与追溯、检验与验收以及标志、包装、运输和储存等要求。

本文件适用于环保型电子级硅酸酯的生产过程。

1.2 规范性引用文件

GB 190　危险货物包装标志

GB/T 191　包装储运图示标志

GB/T 2881—2014　工业硅

GB/T 5099（所有部分）　钢质无缝气瓶

GB/T 7144　气瓶颜色标志

GB/T 14193　液化气体气瓶充装规定

GB 15258　化学品安全标签编写规定

GB/T 16804　气瓶警示标签

GB/T 33145　大容积钢质无缝气瓶

GB/T 43965—2024　电子级正硅酸乙酯

AQ/T 3034　化工过程安全管理导则

YS/T 1109—2016　有机硅用硅粉

TSG 23　气瓶安全技术规程

1.4 原料要求

对生产所用的硅粉、甲醇、乙醇等主要原料分别规定了质量要求。硅粉的牌号及化学成分应符合 GB/T 2881—2014 的规定,按表 1 规定了 Si1101~Si6210 等牌号的硅含量及铁、铝、钙、钛、镍、铅等主要杂质元素的限量,粒度应符合 YS/T 1109—2016 的规定,水分含量不应大于 0.050%,外观应为呈金属光泽的灰色粉末;甲醇应为无色 透明液体、无异臭味、无可见杂质,并对其色度、密度、沸程、高锰酸钾试验、水混溶性、水分、酸或碱、羰基化合物、蒸发残渣、乙醇等指标作出规定;乙醇按 99.5%乙醇的优等品、一等品分别对乙醇含量、水分、酸含量、醛含量及甲醇、异丙醇等杂质含量作出规定,以确保进入工艺环节的原料纯净度满足电子级产品生产要求。。

1.5 工艺技术要求

规定了采用“硅粉+醇类一步催化法合成”的工艺路线,即硅粉+醇类→ 一步催化法合成→ 硅酸酯粗品→ 一次粗提纯→ 二次精提纯→ 除水塔→ 金属元素吸附塔→ 三次提纯→ 超滤膜过滤→ 成品包装→ 入库。对主要工艺单元操作提出要求:原料预处理环节,硅粉经密闭式振动筛分机去除粒径大于 355 μm 的大颗粒杂质并配备脉冲袋式除尘器收集粉尘,筛分后硅粉在氮气保护下干燥至水分含量不大于 0.050%,甲醇、乙醇经静置过滤后采用 3A 分子筛吸附脱水,催化剂使用前进行活化;合成反应单元对硅粉与醇类的摩尔比、进料顺序、反应温度、压力、搅拌转速、反应时间及反应终点判定作出规定;提纯单元对一次粗提纯、二次精提纯、除水、除金属、三次提纯与超滤膜 过滤的操作参数及应达到的产品纯度作出规定。同时规定工艺控制与自动化要求,明 确检测层的成分分析、物理参数、安全监测配置,采用集散控制系统(DCS)作为核心控制平台,并按 AQ/T 3034 设置独立的安全仪表系统(SIS),实现“超限即停”的硬联锁。

1.6 质量控制

对电子级正硅酸甲酯的纯度、氯离子含量、色度、密度、水分、各单一金属离子含量、金属离子总含量及以金属离子计的纯度等指标作出规定,其中正硅酸甲酯纯度应不低于 99.90%,氯离子含量不大于 500 μg/kg,水分含量不大于 100 mg/kg,各单一金属离子含量均不大于 50 μg/kg,金属离子总含量不大于 1000 μg/kg,以金属离子计。纯度达到 99.9999%;电子级正硅酸乙酯应符合 GB/T 43965—2024 中电子级硅酸乙酯技 要求的规

定，按 6N（光伏用）、8N（平板显示用）、9N（集成电路用）分别规定纯 度、阳离子含量、氯离子含量、色度、水分及颗粒数量等指标。同时规定质量不合格 品的处理原则，即根据不合格品杂质含量及是否被污染判断有无回收利用价值，无法 回收的可充当工业级销售或进入危废处理程序。

1.7 安全与环保要求

对生产过程的安全、环保及职业健康提出系统性要求。生产安全方面，强调本质安全设计，优先选用反应条件温和、副反应少的工艺路线，采用连续化生产、物料减量或替代、设备可靠性及高完整性密封等措施；并从防火防爆、防泄漏与中毒、泄压与排放安全、工艺控制与联锁、运行管理等方面作出风险控制与防护规定。环境保护方面，要求通过优化工艺实现源头减量、减少副产物和废物生成量，实施泄漏检测与修复计划；对废水按高盐、高浓度有机、低浓度分类收集与预处理并深度处理达标排放，废气优先收集处理并采用焚烧、碱洗、活性炭吸附或催化氧化等技术处理，固废按危险废物鉴别并委托有资质单位合规处置、探索资源化利用；同时要求做好防渗、防漏、围堰、事故应急池等环境风险防控。职业健康方面，对有毒有害物质的危害识别与控制、工作场所暴露监测、岗前在岗离岗体检及个体防护装备配置等作出规定。

1.8 生产记录与追溯

对生产记录与可追溯性提出要求。生产记录方面，规定记录原料与辅料的供应商及批次信息、入厂检验记录、储存与领用记录、生产过程关键参数记录、设备与仪表记录、异常与偏差记录以及人员与环境记录等内容。可追溯性方面，要求记录采用标 准化格式、明确必填项，坚持实时填写、禁止事后补填或涂改，纸质记录按“年份-月份-批次”分类归档且保存期限至少 5 年，电子记录加密存储并定期备份，以确保记录 的有效性和可追溯性。

1.9 检验与验收

对检验与验收作出规定。检验规则方面，规定以同一条产品生产线、同一工艺连续稳定生产并装入同一成品罐的产品构成一个检验批，每个检验批应对电子级正硅酸酯表中的各个指标进行检测。验收规则方面，规定当检测结果有任何一项不符合本文件第 6 章

要求时,应对该批产品重新加倍取样检测,若仍有任何一项指标不符合要求则判定该批产品不合格;同时规定了同一批次接收罐连续分装钢瓶首、尾钢瓶及全部分装钢瓶的取样检测与验收程序。

1.10 标志、包装、运输和储存

对产品的标志、包装、运输和储存提出要求。标志方面,规定出厂产品应附质量 合格证并明确其内容项目,包装标志应符合 GB 190 和 GB/T 191 的规定,颜色标志符合 GB/T 7144 的规定,标签符合 GB 15258、GB/T 16804 的规定。包装方面,规定包装气瓶应符合 GB/T 5099(所有部分)、GB/T 33145 的规定,充装及贮运应符合 GB/T 14193 和 TSG 23 的规定,并规定了钢瓶内表面处理、充装前清洗润洗、接口连接方式、充装 压力与充装量及保护气等要求。运输方面,规定轻提轻放、严禁日光暴晒与猛烈撞击、严禁与氧化剂及有毒有害物质混运。储存方面,规定产品应存放于阴凉、干燥、通风的库房,明确存储温度范围、与氧化剂酸类碱类分开存放及采用防爆设施等要求。

2.确定标准主要内容的依据

本标准主要内容的确定主要依据以下方面:一是以现行国家、行业标准为基础。原料要求中,硅粉的牌号及化学成分引用 GB/T 2881—2014《工业硅》、粒度引用 YS/T 1109—2016《有机硅用硅粉》,甲醇、乙醇分别参照 GB 338—2011《工业用甲醇》、GB/T 6820—2016《工业用乙醇》的相关技术要求;质量控制中,电子级正硅酸乙酯直接引用 GB/T 43965—2024《电子级正硅酸乙酯》的技术规定,确保指标口径与国家、行业标准协调一致;标志、包装、运输环节分别引用 GB 190、GB/T 191、GB/T 5099、GB/T 7144、GB/T 14193、GB 15258、GB/T 16804、GB/T 33145 及 TSG 23 等现行标准。二是结合行业生产实践和下游应用需求。针对半导体、显示、光伏等高端电子制造领域对硅酸酯前驱体超高纯度的要求,综合国内主要生产企业成熟工艺路线,确定了一步催化法合成及“粗提纯—精提纯—除水—除金属—三次提纯—超滤”的提纯工艺,并对金属杂质、水分、颗粒、氯离子等关键指标作出限定,保证产品满足 CVD/ALD 薄 膜沉积等下游应用要求。

三、主要试验[或验证]情况分析、技术经济论证、预期经济效果

本标准各项技术要求依托起草单位电子级硅酸酯中试及工业化生产装置开展试验验证，围绕原料准入条件、一步催化合成、多级精馏提纯、除水除金属吸附、超滤过滤、自动化联锁控制以及三废处理等关键工序开展多批次试验，验证了标准规定的工艺参数、产品纯度、金属杂质、水分、颗粒控制指标以及安全环保管控措施具备工程可实现性；经技术经济论证，标准所确定的一步催化法绿色工艺路线产品收率较高，通过 DCS、SIS 自动化系统优化过程控制，在适度增加前端提纯、密闭收集与污染治理设备投入的前提下，可降低末端危废处置成本，整体技术方案经济可行；标准实施后，有利于规范行业生产行为，推动国产环保型电子级硅酸酯规模化推广应用，降低下游半导体、光伏、显示领域关键硅源材料采购成本，提升国产产品市场占有率，同时减少生产环节污染物排放，促进行业绿色低碳转型，保障国内电子化学品产业链供应链安全，产生良好的产业经济效益、环境效益与社会效益。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及对现行标准的废止。

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、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

九、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

本标准首次制定，没有特殊要求。

十、其他应予说明的事项

无。

《环保型电子级硅酸酯生产技术要求》团体标准编制组

2026 年 11 月