

《表面结构标准样板校准规范》编制说明

一、任务来源及必要性

表面结构标准样板是微纳结构测量量值传递的关键载体，在精密制造、半导体先进封装与光学工程等领域具有基础性支撑作用。当前我国相关测量设备快速发展，但在三维表面结构参数尤其是量值溯源链、校准方法和结果一致性方面仍缺乏统一规范。依托区域法表面与亚表面结构几何参数基准装置，制定科学、统一的校准规范已成为保障量值准确可靠、提升仪器可比性与产业测量能力的迫切需求。为了保证表面结构标准样板的科学性和量值传递的准确性，亟需制定表面结构标准样板校准规范为我国精密制造、半导体等相关产业的发展提供保障。

中国计量科学研究院提出制定表面结构标准样板校准规范的建议，经全国几何量长度计量技术委员会审议并报送国家市场监督管理总局，2025年得到批复：根据国家市场监督管理总局市监计量发【2025】45号《市场监管总局办公厅关于印发2025年国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划的通知》，下达了制订任务。

二、制定规范主要参考的文件和依据

本规范为首次制定，JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本校准规范制定工作的基础性系列文件。

主要技术内容和计量特性参考了以下文件：《GB/T 33523.2-2017 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 区域法 第 2 部分：术语》、《GB/T 33523.3-2017 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 区域法 第 3 部分：规范操作集》和《GB/T 33523.70-2017 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 区域法 第 70 部分：实物测量标准》。

三、规范的主要内容及主要技术关键

规范的主要内容：

本规范围绕表面结构标准样板的量值溯源需求，对样板在微纳尺度表面结构测量中的关键计量特性、校准流程与数据处理要求进行了系统化规定。规范起草组结合区域法表面与亚表面结构几何参数基准装置的技术能力，对核心参数的计量特性作出统一、合理且符合工程实际的技术规定，明确了样板的校准项目、校准位置选取、三维形貌数据获取及校准数据处理等内容。同时，对校准条件、环

境要求、校准过程及校准证书格式进行了统一要求。规范中的技术指标和校准方法均经过实验验证，并对校准结果的测量不确定度进行了系统分析，进一步证明所采用的校准流程科学、可行，可有效保证表面结构标准样板量值传递的准确性与可溯源性。

规范的主要技术关键：

1) 校准用设备的选择

表面结构标准样板的校准采用区域法表面与亚表面结构几何参数基准装置，装置具备满足 S_a (0.03 – 16) μm 测量范围及相应不确定度水平的计量性能，确保能够获得样板微纳结构的真实三维形貌数据。

2) 校准前准备

样板和校准装置应在规定的环境条件下进行预处理，需在恒温环境中放置不少于 4 小时，校准装置预热不少于 1 小时，以保证系统处于稳定工作状态，从而确保测量的准确性和重复性。

3) 测量标准样板校准值

将样板置于区域法表面与亚表面结构几何参数基准装置的载物台上，调整载物台高度，使样板表面结构在显微视场内清晰成像；随后调节样板姿态，使其加工纹理方向与显微视场边界保持垂直或平行，并在该姿态下进行层析扫描以获取测量位置的三维结构数据，并记录每个位置的三维形貌评定参数 S_a 。

4) 校准数据处理

依照校准要求在样板表面均匀选取不少于 6 个测量位置，分别获取对应的 S_a 值，并计算其算术平均值作为该样板的 S_a 校准值，同时记录全部测量结果并填写原始记录表格。

四、专题研讨会中讨论的主要争议及解决方法

本规范制定过程中举行了专题研讨会，主要针对 3 方面问题进行讨论：（1）校准用标准样板的溯源性和技术参数；（2）部分技术文字的表述是否精简准确；（3）部分图示的表示是否清晰准确。

针对标准样板的溯源及指标问题，中国计量科学研究院已建立区域法表面与亚表面结构几何参数基准装置，可将标准样板直接溯源至米定义 SI 单位。针对一些有歧义的技术文字的表述，采用更精简更准确的叙述方式。针对部分图示存在的问题，重新修改绘制了相关图示，保证图示清晰、明确、直观。

五、总结

在本规范的制定过程中，我们以国内外资料及相关标准、大量实验数据为技术依据，本着科学合理、易于操作的原则，并结合全国几何量长度计量技术委员会专家的意见和建议，制定了表面结构标准样板校准规范。