

《区域法表面与亚表面结构几何参数计量器具》编制说明

一、任务来源及必要性

区域法表面与亚表面结构几何参数计量器具是指量值可以直接或间接溯源至米定义 SI 单位的微米、纳米尺度几何量值的计量装置、量具量仪等，包括计量基准，计量标准和工作计量器具。区域法表面与亚表面结构几何参数计量基准器具用以复现和保存区域法表面与亚表面结构量值，具有最高准确度，作为统一全国区域法表面与亚表面结构量值最高依据的计量器具。全国的各级区域法表面与亚表面结构计量标准和工作计量器具，都必须能直接或间接的溯源到区域法表面与亚表面结构计量基准。

中国计量科学研究院提出制定区域法表面与亚表面结构几何参数计量器具检定系统表的建议，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、制定本检定系统表主要参考的文件和依据

本检定系统表为首次制定。本检定系统表主要依据 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1104-2003《国家计量检定系统表编写规则》、JJF 1002-2010《国家计量检定规程编写规则》、JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》中的要求编写。

主要技术内容和计量特性参考了 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、GB/T 33523.70-2020 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、本检定系统表的主要内容及关键技术指标

1.本检定系统表的关键内容：

本检定系统表为了实现全国各级区域法表面与亚表面结构计量标准和工作计量器具的溯源与量值传递，规范起草小组对区域法表面与亚表面结构计量器具、计量标准器具和工作计量器具之间的量值传递关系、量值传递方法和量值传递时的计量能力，校准方法与不确定度做了深入研究。计量基准技术指标包括表面结构参数、亚表面结构参数，计量标准技术指标包括表面结构标准样板、亚表面结构标准样板，同时对各指标的测量

范围与不确定度做了统一的规定。规范中的技术指标和测量模式均进行了实验验证，并对各级计量标准或工作计量器具的不确定度进行分析。

2. 本检定系统表的主要技术关键：

1) 计量基准组成

区域法表面与亚表面结构基准装置量值直接溯源至米定义 SI 单位，测量原理可基于激光共聚焦、白光干涉、结构光投影等可实现区域法表面或亚表面结构测量表征的方法。

2) 计量基准技术指标

规定表面结构测量表面结构算术平均高度（ S_a ）范围为 $(0.03\sim 16)\mu\text{m}$ ，将此范围划分为 $S_a: 30\text{nm}\sim 1\mu\text{m}$ 与 $S_a: 1\mu\text{m}\sim 16\mu\text{m}$ ，对应不确定度为 $U=4.5\text{nm}+1.77\times 10^{-2}S_a$ ， $k=2$ 与 $U=11.4\text{nm}+1.08\times 10^{-2}S_a$ ， $k=2$ 。亚表面结构测量亚表面结构深度（ $SSIM_{dx}$ ）范围为 $(-130\sim 0)\mu\text{m}$ ，对应不确定度为 $U=4.8\text{nm}-1.17\times 10^{-2}SSIM_{dx}$ ， $k=2$ 。

3) 计量标准组成

表面结构标准样板与亚表面结构标准样板。

4) 计量标准技术指标

直接测量表面结构标准样板与亚表面结构标准样板。表面结构测量 S_a 范围为 $(0.03\sim 16)\mu\text{m}$ ，将此范围划分为 $S_a: 30\text{nm}\sim 1\mu\text{m}$ 与 $S_a: 1\mu\text{m}\sim 16\mu\text{m}$ ，对应不确定度为 $U=5\text{nm}+1.8\times 10^{-2}S_a$ ， $k=2$ ($S_a: 30\text{nm}\sim 1\mu\text{m}$) 与 $U=12\text{nm}+1.1\times 10^{-2}S_a$ ， $k=2$ ($S_a: 1\mu\text{m}\sim 16\mu\text{m}$)。亚表面结构测量 $SSIM_{dx}$ 范围为 $(-130\sim 0)\mu\text{m}$ ，对应不确定度为 $U=5\text{nm}-1.2\times 10^{-2}SSIM_{dx}$ ， $k=2$ 。

5) 工作计量器具

区域法表面与亚表面结构工作计量器具的测量范围和不确定度一般应基于上一级计量标准或工作计量器具的计量能力确定，最大允许误差可参照仪器说明书规定。对于未列入系统表的区域法表面与亚表面结构工作计量器具，必要时可依据其工作原理、测量范围和不确定度等参数。

四、专题研讨会中讨论的主要争议及解决方法

本检定系统表制定过程中举行了多次专题研讨会，主要针对以下方面问题进行讨论：

（1）量传用标准器的溯源性及指标；（2）部分术语、专业名词的定义；（3）部分文字的表述是否精简准确；（4）部分图示的表示是否清晰准确。

针对标准器的溯源及指标问题，可通过区域法表面与亚表面结构基准装置量值直接溯源至米定义 SI 单位。针对部分术语、专业名词的定义，查阅相关资料进行修订，保证术语、专业名词的准确性。针对一些冗余、有歧义的文字的表述，采用更精简更准确的叙述方式。针对部分图示存在的问题，重新修改或增加相关图示，保证图示清晰、明确、直观。

五、总结

在本检定系统表的制定过程中，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，制定了区域法表面与亚表面结构计量器具检定系统表。