

国家计量技术规范

编制说明

名 称：《基于量值特性分析的坐标测量机测量不确定度评定》

编制单位： 中国计量大学

二〇二六年七月

一、任务来源及计划要求

1. 任务来源

《基于量值特性分析的坐标测量机测量不确定度评定》任务来源于国家市场监督管理总局办公厅文件，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项目制定、修订及宣贯计划的通知”，归口全国测量不确定度计量技术委员会，由中国计量大学、中国计量科学研究院、合肥工业大学、中原工学院、浙江省质量科学研究院共同起草制定。

2. 计划要求

根据全国测量不确定度计量技术委员会管理要求，本规范于2026年7月31日前提交征求意见稿。

二、制订本规范的目的和意义

坐标测量机（CMM）具有多参数、多任务和高柔性的特点，广泛应用于机械制造、航空航天、汽车零部件、精密模具、仪器仪表等领域的尺寸与几何量测量。随着制造业对零部件几何精度、产品一致性和过程能力评价要求不断提高，面向具体测量任务给出可信、可比、可复现的测量不确定度，已成为坐标测量机测量结果有效使用和质量判定的重要基础。

坐标测量机测量任务通常同时涉及被测工件特征、装夹方式、坐标系建立、测点数量和分布、评价算法、探测系统、环境条件以及操作者等多方面因素。传统基于测量模型和误差溯源的评定方法，往往需要对测量方法、测量原理和误差传递关系进行详细分解。在复杂几何特征或多参数测量任务中，部分误差源难以准确识别，部分不确定度分量难以量化，导致不确定度评定实施难度较大、工程可操作性不足。

量值特性指标源于测量系统分析，能够从测量数据统计特性角度反映测量系统质量。将偏倚、线性、稳定性、分辨力、测量重复性、测量复现性等量值特性指标用于坐标测量机面向任务的不确定度评定，可在不展开复杂内部测量模型的情况下，对测量系统及测量过程对结果分散性的贡献进行量化。该方法符合复杂测量系统“黑箱”建模的工程思路，有利于降低评定难度，提高评定工作的可实施性。

制订本规范的目的，是在现行测量不确定度评定基础规范框架下，建立基于量值特性分析的坐标测量机面向任务测量不确定度评定方法，统一评定流程、量值特性指标选取、标准不确定度分量评定、合成标准不确定度计算、扩展不确定度确定和报告要求。规范实施后，可为坐标测量机开展尺寸与几何量测量任务时的不确定度评定提供统一技术依据，提升不同单位、不同测量任务和不同应用场景下评定结果的一致性和可比性。

本规范还可为坐标测量机测量方案设计、测量系统能力评价、测量结果合格判定、测量过程优化和实验室能力建设提供支撑。对于其他多任务、误差源不易确定或不确定度分量不易量化的测量仪器或测量系统，本规范提出的原则和方法也具有一定推广参考价值。

三、 编写过程

1. 编制原则

本规范编制全过程严格遵循以下四项核心原则：

（1）合规性原则

规范编制严格遵循国家计量技术规范编写要求，术语、符号、测量模型、不确定度评定与表示方法与 JJF 1071、JJF 1001、JJF 1059.1、JJF 1059.2 等基础性计量技术规范保持一致，并结合坐标测量机校准、几何量测量设备不确定度评定和测量仪器特性评定等相关文件要求进行表述。

（2）实用性原则

规范以测量不确定度传播和测量系统分析思想为基础，将坐标测量机面向任务的不确定度评定转化为对量值特性指标所反映不确定度贡献的识别、量化和合成；在模型建立中采用黑箱建模思想，既保持理论依据清晰，又避免对复杂测量系统内部误差链条进行过度拆解。

（3）统一性原则

规范统一量值特性指标、评定流程、标准不确定度分量、合成方法、扩展不确定度确定和测量不确定度报告要求，使不同单位在开展同类坐标测量机测量任务评定时具备

统一依据，增强评定结果的横向可比性。

（4）实用性原则

规范立足接触式坐标测量机尺寸与几何量测量实际，强调记录被测工件、几何特征、坐标系建立、测量策略、环境条件和设备状态等任务条件，通过试验数据或历史数据获取量值特性指标，便于实验室和工业现场操作实施。

（5）可扩展性原则

规范在明确适用于接触式坐标测量机尺寸与几何量测量任务的基础上，保留方法原则向其他类似复杂测量系统推广的空间，兼顾规范的专用性和技术方法的适应性。

2. 各阶段工作

中国计量大学作为本规范的主要起草单位，2025 年召集参加起草单位起草人组成编写组。编写组由程银宝、胡泊、李红莉、劳嫦娟、位恒政、王汉斌、沙跃兵 7 名同志组成。

程银宝同志作为该规范的第一起草人，主要承担规范编制的总协调与核心框架设计工作，明确各阶段工作节点及成员分工；重点负责规范编写的组织实施与参考资料搜集，并牵头提出规范的整体结构与核心内容方向。

胡泊、李红莉、劳嫦娟、位恒政、王汉斌、沙跃兵同志作为核心编写成员，承担规范正文的具体编制与技术细节落地，完成规范正文内容撰写、编制说明起草等核心编写任务。同时，结合实际坐标测量机测量的实际情况及实验数据，对规范正文进行优化调整，为确保规范的科学性、实用性与可操作性提供核心技术支持。主要工作分为以下几个阶段：

阶段一：筹备调研与资料收集阶段（项目立项—2025 年 10 月）

由中国计量大学牵头，联合中国计量科学研究院、合肥工业大学、中原工学院、浙江省质量科学研究院，确定 7 名核心编写人员，明确总协调、正文编写、业务校核、试验验证分工。第一起草人程银宝统筹整体框架、进度节点、内外协调；李红莉、王汉

斌、胡泊负责正文撰写；劳嫦娟、位恒政、沙跃兵负责校核与试验数据支撑。

编写组首先系统梳理国内外坐标测量机产品及验收、复检等相关标准，随后组织成员深度参与坐标测量数据不确定度评定相关的国际会议及文件的编写，围绕不确定度评定模型、误差来源、分量计算等核心议题开展专题研讨，同步吸收国际先进技术与实践经验。

与此同时，编写组在充分参考国际标准基础上，结合国家产品标准，进一步明确规范核心章节框架，整合前期调研结论与实际实验数据，最终完成规范初稿的撰写工作。

阶段二：初稿编制与内部研讨阶段（2025 年 11 月—2026 年 3 月）

按照编制大纲分工开展条文撰写，完成规范正文、初稿版编制说明；组织多次内部专题研讨会，针对术语与定义、不确定度评定过程、最终报告开展技术论证；同时，选取孔径测量、圆度测量作为典型实验对象，完成两项完整评定实例，形成附录示例初稿。

阶段三：内部征求意见与修改阶段（2026 年 3 月—2026 年 6 月）

面向全国计量院所、坐标测量机厂商，通过线上线下会议形式，小范围征求意见，逐条梳理意见，2026 年 6 月编写组针对合理意见逐条修改规范条文，对存在争议的技术点组织专题研讨解决。

所征求意见共 5 条，全部采纳。具体如下：

序号	意见内容	所在章节	是否采纳
1	测量系统分析的定义来自：ISO13053-2	3.5	采纳
2	偏倚还是偏移，两种都可以，但整篇材料要统一。	3.10	采纳，统一采用“偏倚”
3	MPE 就是最大允许误差的英文首字母缩写，删去了“示值”，示值通过下标体现。	4	采纳

4	参照 JJF1059.1, 改标准不确定度“计算”为“评定”。	全文	采纳
5	附录 A 图片须修改。箭头重合表示中心要素, 错开才表示组成要素。之前的图箭头重合错了, 需要错开。	附录 A	采纳

2026 年 6 月底完成规范初稿、编制说明初稿、实验材料等相关材料。

阶段四：局部征求意见（2026 年 6 月—2026 年 7 月）

基于 6 月完成的初稿，征求不确定度委员会相关专家意见，比针对意见进行修改，于 2026 年 7 月形成规范征求意见稿，预计 8 月面向全国范围公开征求意见；后续根据各单位反馈的意见，对规范内容进一步修改完善。

所征求意见与采纳情况具体如下：

序号	意见内容	所在章节	是否采纳
1	前言仅罗列编制依据，未说明规范编制背景、解决行业痛点、主要创新点；建议补充一段说明：“本规范首次提出基于测量系统量值特性的黑箱法面向任务不确定度评定，解决传统透明箱模型误差源分解繁琐、复杂几何测量落地难的行业问题”。	前言	采纳
2	由于前言部分以及提及，所以在引用文件部分建议删除“JJF 1001 通用计量术语及定义”、“JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示”“、“JJF 1059.2 用蒙特卡洛法评定测量不确定度”。	2 规范性引用文件	采纳
3	“下列文件对于本规范的应用是必不可少的。”改为“本规范引用了下列文件：”	2 规范性引用文件	采纳
4	将“凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。”另起一段至于该部分最后。	2 规范性引用文件	采纳

5	$h(Y, X_1, \dots, X_n)=0$ 、 f 、 $X_1, \dots, X_n$ 、 $y=f(X_1, \dots, X_n)$ 等，其中变量符号应该采用斜体。建议改为 $h(Y, X_1, \dots, X_n)=0$ 、 f 、 $X_1, \dots, X_n$ 、 $y=f(X_1, \dots, X_n)$	3.13、3.14	采纳
6	出现两组英文“quantity-value characteristic indicators”“quantitative characteristic indicators”，正文标题英文仅保留 Quantitative Characteristic Indicators，全文统一删除“quantity-value”译法，避免术语英文不统一	3.4 术语	采纳
7	JJF1001 定义复现性包含“不同地点、不同操作者、不同测量系统”，但本规范场景为同一台 CMM 下多人、多装夹、多时段复现，建议增加专属注：“本规范面向单台 CMM 任务评定时，复现性仅考虑操作人员、工件装夹、测头配置、测量时段变化，不更换测量设备”。	3.7 测量复现性	采纳
8	有时是正体 MPE_E ，有时候是斜体 MPE_E ，请统一。	A.1 和 A.5	采纳，统一为 MPE_E

阶段 5：广泛征求意见和审查阶段（2026 年 7 月—2026 年 12 月）

根据 7 月完成的征求意见稿，有委员会秘书处进行公开征求意见，同时在计量行业内，广泛征求意见。

3 征求意见情况

（1）征求意见范围

征求意见范围包括：各省、市计量科学研究院、计量检定机构；全国测量不确定度计量技术委员会委员单位、计量相关高校；国内主流仪器生产企业研发与计量部门。

（2）意见收集与统计

征求意见周期共计 XX 天，累计回收有效反馈意见 XX 条，其中：

建议采纳类意见 XX 条，XXXXXXXXXX；

部分采纳、调整完善类意见 XX 条，主要为 XXXXXXXX；

不予采纳意见 XX 条，为 XXXXXX

四、编写依据

本规范编写格式遵从 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》的要求；通用计量术语、测量不确定度评定与表示、蒙特卡洛法评定测量不确定度等内容遵循 JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1059.2—2012《用蒙特卡洛法评定测量不确定度》等基础规范。

本规范结合坐标测量机及几何量测量领域的技术特点，参考 JJF 1064—2024《坐标测量机校准规范》、JJF 1094—2002《测量仪器特性评定》、JJF 1130—2005《几何量测量设备校准中的不确定度评定指南》、GB/T 16857.1《产品几何量技术规范（GPS）坐标测量机的验收检测和复检检测 第 1 部分：词汇》、GB/T 40681.7—2026《生产过程能力和性能监测统计方法 第 7 部分：测量过程能力》等文件。

五、主要内容的说明

本规范名称为《基于量值特性分析的坐标测量机测量不确定度评定》，主要对接触式坐标测量机实施尺寸与几何量测量任务时，基于量值特性指标开展测量不确定度评定与报告的方法提出技术要求。规范内容包括前言、引言、范围、规范性引用文件、术语和定义、符号、测量不确定度评定过程、测量不确定度报告以及两个资料性附录。该规范的名称是依据国家市场监督管理总局办公厅文件，市监计量发〔2025〕45 号。

1 引言

前言说明本规范依据 JJF 1071、JJF 1001、JJF 1059.1、JJF 1059.2 等基础性计量技术规范起草，并明确本规范为首次制定。引言阐述坐标测量机多参数、多任务和高柔性的特点，说明传统基于测量模型和误差溯源的方法在复杂任务中实施困难，提出将偏倚、线性、稳定性、分辨力、测量重复性、测量复现性等量值特性指标应用于坐标测量机面向任务不确定度评定的必要性。

2 规范第1条 范围

本章规定规范的主题和适用对象，明确本规范规定了基于量值特性分析的坐标测量机面向任务的测量不确定度评定方法，适用于接触式坐标测量机实施尺寸与几何量测量任务时，基于量值特性指标对测量结果进行测量不确定度评定与报告；同时说明本规范原则可推广至其他类似多任务、误差源不易确定或不确定度分量不易量化的测量仪器或测量系统。

3 规范第2条 引用文件

引用了 JJF1001-2011 通用计量术语及定义、JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示、JJF 1059.2-2012 用蒙特卡洛法评定测量不确定度、JJF 1064—2024 坐标测量机校准规范、JJF 1094—2002 测量仪器特性评定、JJF 1130—2005 几何量测量设备校准中的不确定度评定指南、GB/T16857.1 产品几何量技术规范（GPS）坐标测量机的验收检测和复检检测 第1部分：词汇、以及 GB/T 40681.7—2026 生产过程能力和性能监测统计方法第7部分：测量过程能力等文件。

4 规范第3条 术语与定义

本章在引用 JJF 1001、JJF 1059.1、GB/T 16857.1、GB/T 40681.7 等文件相关术语的基础上，规定了坐标测量机、测量不确定度、面向任务的测量不确定度、量值特性指标、测量系统分析、测量重复性、测量复现性、稳定性、分辨力、偏倚、线性、示值误差、测量模型、测量函数、不确定度评定的黑箱模型和透明箱模型等术语，为规范正文理解和实施提供统一概念基础。

5 规范第4条 符号

本章列出测量模型输入量、输出量、测得值、测量函数以及重复性、复现性、分辨力、稳定性、示值误差、温度变化等误差随机变量的符号说明，统一正文及附录中公式、计算过程和结果报告的符号表述。

6 规范第5条 测量不确定度评定过程

本章是规范核心内容。5.1 给出评定总则与流程，明确基于黑箱思想，用实际测量

条件下的量值特性指标量化和合成各不确定度贡献，流程包括明确测量任务、建立测量模型、获取量值特性指标、转化为标准不确定度、基于 GUM 或 MCM 合成标准不确定度、确定扩展不确定度和输出报告。5.2 要求详细记录被测工件、被测几何特征、坐标系建立与测量策略、环境条件、操作人员、测量机状态和测量周期等信息。5.3 将偏倚、线性、稳定性、分辨力、测量重复性、测量复现性等量值特性指标作为测量模型输入量，采用黑箱模型建立面向任务的测量模型，必要时纳入温度变化影响因素。5.4 规定重复性、分辨力、复现性、稳定性、示值误差和温度变化等标准不确定度分量的评定方法。5.5 规定合成标准不确定度的计算原则。5.6 规定依据 JJF 1059.1 或 JJF 1059.2 确定扩展不确定度和包含区间的方法。。

7 规范第 6 条 测量不确定度报告

本章规定完整测量结果应报告测得值、测量不确定度及相关信息。报告至少应包含被测对象与任务描述、测量设备、测量策略及环境条件、各项量值特性指标及其来源、各标准不确定度分量及其评定方法、合成标准不确定度、包含因子与扩展不确定度以及评定依据等内容。

8 规范 附录

附录 A：给出坐标测量机孔径测量的量值特性法不确定度评定示例，结合车载空调压缩机后缸体零件孔径测量任务，对不确定度来源、分量评定、合成标准不确定度和扩展不确定度进行完整演示。

附录 B：给出坐标测量机圆度测量的量值特性法不确定度评定示例，用于展示该方法在形状误差测量任务中的应用，增强规范的实操性和可复制性。

六、验证实验的情况和结果

为验证本规范规定的基于量值特性分析的坐标测量机测量不确定度评定流程、测量模型、标准不确定度分量评定方法、合成标准不确定度计算和扩展不确定度确定方法的科学性、可行性与工程适用性，编写组结合典型坐标测量机测量任务开展了算例验证和

应用校核。

验证工作建议按照代表性、完整性和可复核性原则开展：一是选择尺寸测量和几何量测量两类典型任务；二是覆盖测量任务定义、测量条件记录、量值特性指标获取、不确定度来源识别、A 类和 B 类评定、合成与扩展不确定度计算、结果报告等完整环节；三是完整保存测量原始数据、量值特性指标数据、计算表格和测量结果报告，确保验证过程可追溯、可复算、可比较。

从规范附录算例看，孔径测量示例已对示值误差、重复性、复现性、温度补偿等分量进行评定，并说明分辨力和稳定性在该示例条件下可忽略；圆度测量示例进一步展示了该方法在形状误差测量任务中的应用。上述算例表明，本规范提出的量值特性法能够将坐标测量机测量过程中的关键质量特性转化为可计算的不确定度分量，评定流程清晰，报告内容完整，具备较好的工程可操作性。

后续正式报送材料中，建议补充实际验证实验情况，包括试验单位、坐标测量机型号及技术指标、被测工件或标准件信息、测量环境、测量策略、重复性和复现性试验方案、示值误差或校准证书信息、温度补偿参数、各分量计算结果以及与传统评定方法或历史评定结果的比较分析。

综合现有规范条款和附录算例，本规范技术路线明确、计算过程可执行、结果表达规范，能够满足坐标测量机面向具体尺寸与几何量测量任务开展测量不确定度评定和报告的需要。待补充实际验证试验材料并完成征求意见后，可进一步支撑规范在计量校准、检测实验室和工业现场测量中的推广应用。

七、参考资料

JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JJF 1059.2 用蒙特卡洛法评定测量不确定度

JJF 1064—2024 坐标测量机校准规范

JJF 1094—2002 测量仪器特性评定

JJF 1130—2005 几何量测量设备校准中的不确定度评定指南

GB/T16857.1 产品几何量技术规范（GPS） 坐标测量机的验收检测和复检检测 第

1 部分:词汇

GB/T 40681.7—2026 生产过程能力和性能监测统计方法 第 7 部分：测量过程能力

《基于量值特性分析的坐标测量机测量不确定度评定》规范编写组

2026 年 7 月 31 日