



中华人民共和国国家标准

GB/T 24635.1—2020

产品几何技术规范(GPS) 坐标测量机(CMM) 确定测量不确定度的技术 第1部分:概要和计量特性

Geometrical product specifications (GPS)—Coordinate measuring machines (CMM): Technique for determining the uncertainty of measurement—Part 1: Overview and metrological characteristics

(ISO/TS 15530-1:2013, MOD)

2020-12-14 发布

2021-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 计量特性	2
4.1 概述	2
4.2 贸易中	2
4.3 机构内部的使用	2
4.4 计量特性的识别、定义和选择	2
4.5 计量特性的校准	3
5 特定任务的不确定度	3
5.1 概述	3
5.2 测量设备因素	3
5.3 测量规划因素	3
5.4 外在因素	3
6 确定特定任务测量不确定度分量的技术	4
6.1 总则	4
6.2 灵敏度分析	4
6.3 应用已校准工件或标准件(GB/T 24635.3)	4
6.4 采用计算机仿真(GB/T 24635.4)	4
附录 A (资料性附录) GB/T 16857 和 GB/T 24635 中坐标测量机计量特性之间的关系	5
附录 B (资料性附录) 使用坐标测量机时的误差源和测量不确定度来源	6
附录 C (资料性附录) 与 GPS 矩阵模型的关系	10
参考文献	11

前 言

GB/T 24635《产品几何技术规范(GPS) 坐标测量机(CMM) 确定测量不确定度的技术》分为五个部分:

- 第 1 部分:概要和计量特性;
- 第 2 部分:应用多次测量策略;
- 第 3 部分:应用已校准的工件或标准件;
- 第 4 部分:应用仿真技术评估特定任务的测量不确定度;
- 第 5 部分:应用专家的判定。

本部分为 GB/T 24635 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用 ISO/TS 15530-1:2013《产品几何技术规范(GPS) 坐标测量机(CMM) 确定测量不确定度的技术 第 1 部分:概要和计量特性》。

本部分与 ISO/TS 15530-1:2013 的技术性差异及其原因如下:

——关于规范性引用文件,本部分做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下:

- 用等效采用国际标准的 GB/T 16857.1 代替 ISO 10360-1(见第 3 章);
- 用等效采用国际标准的 GB/T 18779.1 代替 ISO 14253-1(见第 3 章);
- 用等同采用国际标准的 GB/T 18779.2 代替 ISO 14253-2(见第 3 章);
- 用等同采用国际标准的 GB/T 24634 代替 ISO 14978(见第 3 章);
- 用 JJF 1001—2011 代替 ISO/IEC 指南 99:2007(见第 3 章);
- 用 JJF 1059.1—2012 代替 ISO/IEC 指南 98-3:2008(见第 3 章,6.1)。

本部分做了下列编辑性修改:

——按照 GB/T 1.1—2009 要求,在“范围”一章,增加了“本部分适用于使用坐标测量机时评估特定任务的测量不确定度”。

本部分由全国产品几何技术规范标准化技术委员会(SAC/TC 240)提出并归口。

本部分起草单位:中国计量科学研究院、重庆市计量质量检测研究院、山东理工大学、中机生产力促进中心、上海市计量测试技术研究院、陕西省计量科学研究院、卡尔蔡司(上海)管理有限公司。

本部分主要起草人:王为农、位恒政、陈龙、徐健、李东兴、毛斌、张波、费丽娜、朱悦。

引 言

GB/T 24635 的本部分是一项通用 GPS 标准,在 GPS 通用标准矩阵中,本部分影响标准链的链环 G 中尺寸、距离、形状、方向、位置和跳动。

本部分是 GB/T 20308 体系的一部分。除非另有说明,GB/T 4249 给出的 GPS 基本规则适用于本部分,GB/T 18779.1 给出的缺省规则适用于按照本部分制定的规范。

本系列标准旨在为使用坐标测量机时对特定任务的测量不确定度评估提供专业的术语、技术和指南。这些技术允许评估影响特定任务的不确定度来源,包括坐标测量系统、采样策略、环境效应、操作者因素和其他的影响实际测量结果的因素。

坐标测量机是一个复杂的 GPS 测量设备,评估坐标测量机的不确定度有时需要应用到比 GB/T 18779.2 中提到的更先进的技术。GB/T 24635 系列提到的技术与 GB/T 18779.2、JJF 1059.2 中提到的技术一致。该技术专为坐标测量机开发,但也可以应用到其他 GPS 测量设备上。

坐标测量机按照 GB/T 16857 系列的规定进行验收测试,主要包括测量长度(例如使用量块或步距规的空间测试)或形状(例如使用标准球的探测测试)的能力。但应意识到,这些测试虽然能确定一些特定的长度或形状测量的不确定度。不进行进一步的分析和测试,这些测量结果不足以确定大多数特定测量任务的测量不确定度。

确定测量不确定度的目的可以通过多种方式实现。然而,所有的方式都需要与 GUM 保持一致,得到合成标准不确定度。扩展不确定度通过包含因子与合成标准不确定相关联,包含因子的大小取决于置信区间的大小。包含因子的默认值 $k=2$,意味着若不确定度服从高斯分布,其置信区间大约为 95%。本部分标准内容旨在为确定坐标测量机的不确定度提供公认的技术指南。

产品几何技术规范(GPS) 坐标测量机(CMM) 确定测量不确定度的技术 第1部分:概要和计量特性

1 范围

GB/T 24635 的本部分是 GB/T 24635 系列的综述,规定了坐标测量机(CMM)的计量特性、特定任务的不确定度来源,给出了 GB/T 16857 系列标准和 GB/T 24635 系列标准之间的关系(参见附录 A)。

本部分适用于使用坐标测量机时评估特定任务的测量不确定度。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

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 16857.1—2002,eqv ISO 10360-1:2000)

GB/T 18779.1 产品几何量技术规范(GPS) 工件与测量设备的测量检验 第1部分:按规范检验合格或不合格的判定规则(GB/T 18779.1—2002,eqv ISO 14253-1:1998)

GB/T 18779.2—2004 产品几何量技术规范(GPS) 工件与测量设备的测量检验 第2部分:测量设备校准和产品检验中 GPS 测量的不确定度评定指南(ISO/TS 14253-2:1999,IDT)

GB/T 24634 产品几何技术规范(GPS) GPS 测量设备通用概念和要求(GB/T 24634—2009,ISO 14978:2006,IDT)

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

3 术语和定义

GB/T 16857.1、GB/T 18779.1、GB/T 18779.2、GB/T 24634、JJF 1059.1、JJF 1001 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

特定任务的测量不确定度 **task-specific measurement uncertainty**

依据 JJF 1059.1 评定得到的特定测量结果的扩展不确定度(包含因子 $k=2$)。

注1:特定任务的测量不确定度包含了与测量过程细节相关的所有不确定度来源,包括坐标测量机、探测系统、采样策略、工件位置和方向、夹具、污染物以及环境温度。

注2:一般而言,特征的不同参数有不同的不确定度,例如:一个圆的圆心,其 X 坐标和 Y 坐标的不确定度可能不同。

注3:改变影响量,例如改变工件在坐标测量机测量区域内的位置,都有可能引起特定任务测量不确定度的变化。

3.2

采样策略 **sampling strategy**

测量几何特征的探测点的数量和空间分布。

4 计量特性

4.1 概述

坐标测量机计量特性的确定,是为了控制坐标测量机的误差,或使用坐标测量机进行测量时评估来自坐标测量机的不确定度影响因素。各计量特性对测量不确定度的影响取决于测量过程。掌握坐标测量机的计量特性及其值的大小是设计测量程序的基础,也是选择坐标测量机的依据。

4.2 贸易中

所有计量特性及其最大允许误差(MPE)或最大允许极限(MPL)的数值适用于特定 CMM 的规定操作条件,例如:探测系统的标定、行进速度等。通常坐标测量机的操作条件可以在制造商的操作手册或说明书上找到,标准不做规定。除非特定标准或者制造商做了限制,否则所有计量特性及其 MPE 或 MPL 适用于坐标测量机测量空间的所有方向。

验收测试中计量特性的 MPE、MPL 值或公式由制造商或供应商提供。制造商可能会为计量特性及其 MPE 或 MPL 值提供额外的信息。

4.3 机构内部的使用

用户应通过不确定度报告来识别和了解主要的计量特性,示例见 GB/T 18779.2。不确定度的评定程序中需要应用专业经验知识。校准程序也可以基于不确定度报告和专业经验知识来进行选择。

内部校准和复检检测中计量特性的 MPE 或 MPL 的值或公式由用户提供。

4.4 计量特性的识别、定义和选择

4.4.1 计量特性的选择

坐标测量机计量特性的选择和定义有多种方法。应优先选择和定义有技术要求(MPE 和 MPL)的计量特性,并考虑以下因素:

- 坐标测量机的一般预期用途;
- 其他计量特性的独立性;
- 用于控制坐标测量机相关的不确定度影响因素;
- 与坐标测量机固有的物理原理相关的因素;
- 与维护保养和误差识别相关的因素;
- 与坐标测量机中特定的部件和功能相关的因素;
- 测量原理;
- 影响比较大的相关计量特性。

根据使用需要和预期用途定义选择和定义计量特性,比直接采用本标准提到的这些计量特性对坐标测量机用户更有益。

4.4.2 GB/T 16857 计量特性

选择坐标测量机计量特性时,可考虑 GB/T 16857 各部分定义的计量特性及其 MPE 或 MPL 值。

4.4.3 坐标测量机的几何运动误差和残余误差

与坐标测量机部件运动相关的几何误差,例如直线度误差、垂直度误差、摇摆、俯仰和偏摆,可通过测量获得。通常采用软件补偿这些几何运动误差。然而,还会存在不能完全补偿的残余误差,坐标测量机计量特性的选择应考虑这些误差。

4.4.4 机构的特定需求

机构可能有特定的或独特的测量需求,应根据需要选择特定的计量特性来满足这些需求。

4.4.5 其他计量特性

附录 B 给出了坐标测量机可能的计量特性。

4.5 计量特性的校准

应选择坐标测量机预期使用相关的计量特性,通过校准或复检检测进行验证。应给出计量特性校准值的测量不确定度,并在适当的情况下,应证明计量特征的校准值与 MPE 相匹配。

注:在测量仪器的正常使用中,仅控制有限数量的 MPE 和有限的资源,通常也可以证明测量仪器满足设定的性能要求(MPLs 和 MPEs)。

5 特定任务的不确定度

5.1 概述

现代坐标测量系统,特别是涉及多轴坐标测量机时,往往受到诸多不确定度来源的影响。因此,完整地评估不确定度来源以及确认其对特定测量结果的影响是非常困难的。针对本部分的目的,将坐标测量机和整个测量过程相关的不确定度划分为三类。在附录 B 中列出了潜在不确定度来源。

5.2 测量设备因素

测量设备因素包含所有会导致坐标测量机对空间测量点测量的误差。这有可能是由于机械结构的几何误差,包括由坐标测量机本身固有制造误差,以及那些由运动、工作载荷、振动和温度环境条件等影响所造成的误差。也可能是由探测系统误差以及其他传感器系统(温度传感器、压力传感器等)误差所造成。另外,制造商提供的用于数据处理的数学公式和执行相关特征拟合算法的误差也包括在此类别中。这些因素的控制是制造商的责任,通常制造商会设置限制条件进行控制,例如限制温度范围,坐标测量机应在限制条件下工作。在坐标测量机的验收检测或复检检测中应充分考虑这部分误差来源的影响。

5.3 测量规划因素

测量规划因素取决于用户如何利用坐标测量机进行测量,这包含了安装工件的位置和方向、测量所选用的探头和测针,特别是测量的采样策略。另外,被测量应具有明确的定义。例如测量圆柱直径时,用户选择算法,采用最小二乘法、最小外接圆法、最大内切圆法或最小区域法。有些测量规划因素也可能影响其他不确定度分量的灵敏度系数,例如探针偏置量会放大坐标测量机的几何误差。

5.4 外在因素

外在因素对于坐标测量机制造商和用户而言,通常是不可控的。但是它们会影响到特定任务的测量不确定度。外在因素包括工件的几何特征不理想(例如表面粗糙度、形状误差、刚度不足以及热变形)、不洁净、装夹不理想以及操作者之间的差异。

6 确定特定任务测量不确定度分量的技术

6.1 总则

为了评定特定任务的测量不确定度,应对测量设备、测量规划和外在不确定度来源进行评估,并按照 JJF 1059.1 规定进行合成。通常,需要采用多种不同的评估技术来分析所有的不确定度来源。然后,利用不确定度传播律将各个不确定来源进行合成,得到合成标准不确定度。再将合成不确定度乘以扩展因子得到扩展不确定度。不确定度报告包括不确定度来源列表,合成计算,以及扩展不确定度表达式。

6.2 灵敏度分析

该技术在 JJF 1059.1 中进行了描述。GB/T 18779.2 是对该技术的简化和迭代应用。鉴于坐标测量机是复杂的测量设备,因此只能在有限数量的测量任务中直接使用该技术。该技术包含以下四个必要步骤:

- a) 列出灵敏度分析中的每个不确定度来源。

注:分离不确定度来源有很多不同方法,因此两份等效的不确定度报告可能具有不同数量的来源。

- b) 将列出的每个不确定度来源量化为一个标准偏差,称为该不确定度来源的标准不确定度。
- c) 对于每个不确定度来源,确定其灵敏系数和与其他不确定度来源的相关性,即确定其对被测量的影响。
- d) 考虑灵敏系数和相关性,利用不确定度传播律,将所有标准不确定度合成到一起。

6.3 应用已校准工件或标准件(GB/T 24635.3)

为了获得不确定度来源及其相互作用,应用已校准工件或标准器是非常有效的方法。该技术应用已校准工件评估测量仪器、测量规划以及各种外部不确定度来源。通过在已校准工件上进行重复性测量,可以评估大部分不确定度来源。但是校准工件费用昂贵,并且限制了坐标测量机的用途。该方法需要对部分不确定度来源进行独立分析,特别是部分外部因素。在这种情况下,该方法与其他方法一起使用,构成完整的测量不确定度报告。该方法更适合在一些简单的几何特征上应用,特别是已经具有经过校准的相似标准器,并且外部因素的影响尽量小。

6.4 采用计算机仿真(GB/T 24635.4)

计算机仿真可以看作是一种虚拟替代技术。就像灵敏度分析一样,仿真方法将每一个不确定度来源量化,并以统计特性表示(例如标准偏差)。灵敏度分析局限于利用灵敏系数和相关因子来描述不确定度之间相互关系,而仿真技术能通过引入测量模型捕捉到不确定来源之间的复杂关系。这类似于替代技术,计算机仿真的优势体现在不同测量场景的重复性仿真,其中每个测量场景都涉及一组特定的测量误差(区别于不确定度)。相较于尝试计算灵敏系数,采用特定测量误差并结合数学模型,通常能更完整地描述不确定度来源之间的相互关系,即相关性(在某些情况下,由于测量过程不能进行解析描述,所以灵敏系数也不能进行解析计算)。进行仿真时,鉴于测量误差还未知,需进行大量的仿真循环以确定不确定度来源。收集整理仿真测量结果(每个仿真循环得到一个结果)并量化为标准偏差,通过标准偏差进一步转化为合成标准不确定度。

当测量过程可以用数学描述时,就可以使用仿真技术。特别是当每个独立的不确定度来源都非常清楚,但其相互作用又非常复杂时,仿真技术就很实用。仿真研究的结果只对数学描述的测量过程有效。仿真技术通常用于对具有复杂相互关系的一组不确定度来源进行建模,从而将其简化为测量不确定度报告中的一个不确定度来源。

参见 JJF 1059.2。

附录 A
(资料性附录)

GB/T 16857 和 GB/T 24635 中坐标测量机计量特性之间的关系

根据坐标测量机的预期用途及特定任务不确定度评定方法的选定,决定了计量特性的选择。图 A.1 给出了坐标测量机计量特性和测量不确定度之间的关系。

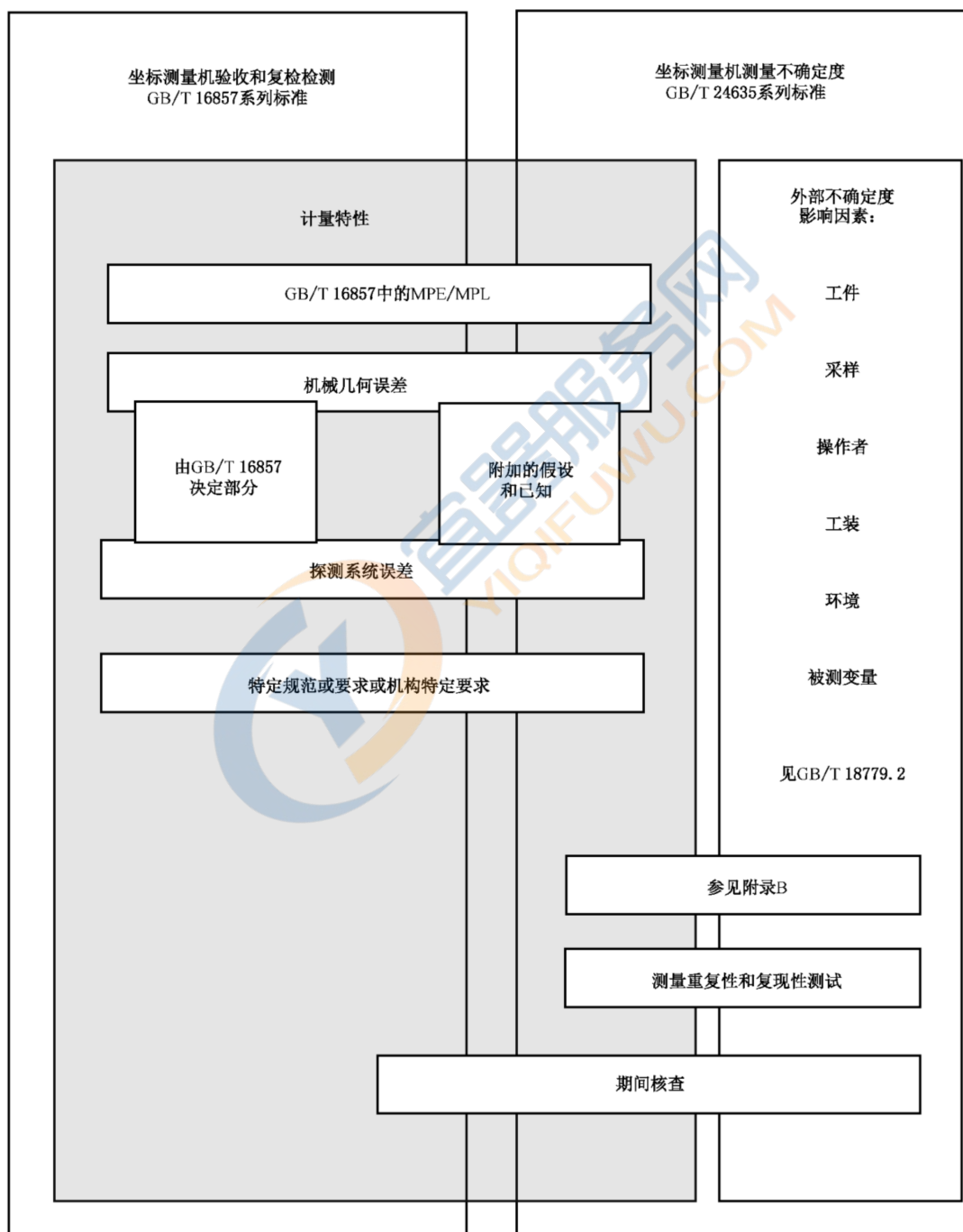


图 A.1 坐标测量机计量特性和测量不确定度之间的关系

附录 B

(资料性附录)

使用坐标测量机时的误差源和测量不确定度来源

B.1 概述

本附录目的是提供指导,为用户在使用坐标测量机进行测量时了解潜在的测量不确定度来源(见图 B.1)。GB/T 18779.2—2004 第 7 章中的概念适用于 CMM 的测量。本附录也展示了 GB/T 16857 中定义的计量特性在不确定度分析中的应用。



图 B.1 测量不确定度影响因素

B.2 测量环境

温度是环境的主要不确定度影响因素。坐标测量机应在性能测试规范中注明规范适用的温度条件限制。如果在温度控制限外进行测量,可能会引入额外的误差。坐标测量机的性能规范也应注明测试标准器的特定材料。当坐标测量机测量其他材料时,特别是与测试标准器具有不同的热膨胀系数时,可能会引入额外的误差。

与环境相关的其他不确定度影响因素包括:

- 温度的变化和梯度;
- 温度的长期变化情况;
- 温度测量的不确定度;
- 热响应;
- 温度补偿系统;
- 相关部件空间和时间梯度;
- 热源(例如操作者的体温);

- 振动；
- 电磁影响；
- 污染物；
- 喷射冷却液；
- 湿度；
- 噪声；
- 压缩空气(例如空气轴承)。

B.3 测量设备的参考元件

坐标测量机的参考元件,如探测系统,会影响性能测试规范。

如表 B.1 中所示,GB/T 16857 系列标准中定义的计量特性可反映与测量设备参考元件相关的测量不确定度。GB/T 16857 后续的改版或变更可能影响表 B.1 中的内容。

表 B.1 GB/T 16857 系列标准与参考元件的关系

标准	MPE/MPL	不确定度影响因素
GB/T 16857.2	E_L	坐标测量机及测头标尺,包括材料、热膨胀系数、分辨率、线性误差、插值和滞后
GB/T 16857.3	FR, FT, FA	旋转工作台的标尺(如果配备)
GB/T 16857.4	T_{ij}	扫描测头的标尺(如果配备)
GB/T 16857.5	$P_{FTE}, P_{STE}, P_{LTE}$ 或 $P_{FTI}, P_{STI}, P_{LTI}$	万向测头系统的标尺(如果配备)

其他不确定度影响因素可能包括:

- 校准的不确定度；
- 上次校准之后的变化(稳定性)。

B.4 测量设备

由于坐标测量机的复杂性,它是一个多特性的测量设备,因此往往具有两种或两种以上的计量特性。

如表 B.2 所示,GB/T 16857 系列标准中定义的计量特性可反映与测量设备相关的测量不确定度。GB/T 16857 后续的改版或变更可能影响表 B.2 中的内容。

表 B.2 测量设备与 GB/T 16857 系列之间关系

标准	MPE/MPL	不确定度影响因素
GB/T 16857.2	E_L	残余刚体几何误差
GB/T 16857.2	E_L	静态非刚体误差
GB/T 16857.2	E_L	动态机械几何误差
GB/T 16857.2	E_L	在极限温度范围内的温度影响
GB/T 16857.2	E_L	参考球的直径和形状

表 B.2 (续)

标准	MPE/MPL	不确定度影响因素
GB/T 16857.2	E_L	测针尺寸的标定
GB/T 16857.2	R_0, E_L	系统重复性
GB/T 16857.2	E_L	系统滞后
GB/T 16857.2	E_L	对工件载荷敏感度
GB/T 16857.3	FR, FT, FA	旋转轴误差
GB/T 16857.4	T_{ij}	连续接触扫描误差
GB/T 16857.5	P_{FTU}	在探测系统极限范围内的单探针探测误差(不包括尺寸误差,包括重复性和系统误差)
GB/T 16857.5	$P_{FTE}, P_{STE}, P_{LTE}$ 或 $P_{FTI}, P_{STI}, P_{LTI}$	探测系统——万向系统误差
GB/T 16857.5	$P_{FTM}, P_{STM}, P_{LTM}$	探测系统——固定多测针误差
GB/T 16857.5	$P_{FTN}, P_{STN}, P_{LTN}$	探测系统——固定多探头误差

B.5 测量设置(不包括工件的定位和夹持)

坐标测量机需要进行测量设置。不确定度影响因素可能包括:

- 坐标测量机的预热;
- 探测系统组装的稳定性(包括热稳定性);
- 探测系统标定技术;
- 参考球定位稳定性;
- 参考球直径的不确定度;
- 参考球的形状误差;
- 超出探测系统标定极限(见 GB/T 16857.5)的单探针和多探针探测误差;
- 清洁程序。

B.6 软件和计算

大多数坐标测量机使用的软件能提供多种测量工件选项。与软件和计算相关的不确定度影响因素可能有以下几点:

- 可用算法的实现;
- 算法的正确性;
- 数据滤波;
- 异常值处理;

B.7 测量人员

测量人员也能引入额外的不确定度。不确定度影响因素可能由于:

- 培训和训练；
- 经验；
- 知识；
- 诚信和奉献精神。

测量人员有责任控制坐标测量机的操作条件。在不同操作条件下可能会产生额外的不确定度。

B.8 测量对象、工件或测量仪器的特性

工件本身也会引入额外的不确定度。不确定度影响因素可能包括：

- 热膨胀系数(CTE)的影响；
- 工件几何形状；
- 工件的密度、表面粗糙度和表面形状；
- 污染物；
- 工件刚度；
- 由热传导、内应力和刚度决定的工件稳定性。

B.9 GPS 特征、工件或测量仪器特性的定义

坐标测量机能够进行多种测量,包括由其他 GPS 标准为工件和测量仪器定义的测量。测量不完整或不明确会导致额外的不确定性。示例包括：

- 基准定义不完善；
- 过度约束的特征。

B.10 测量过程

测量过程会引起额外的测量不确定度。考虑以下不确定度影响因素：

- 探测系统标定的稳定性；
- 由测力引起的弯曲和变形；
- 点测量技术；
- 由工装或夹持引起的工件变形；
- 在机器坐标系中的工件位置和方向；
- 采点策略,包括数量和位置；
- 探测方向；
- 由探针刚度、路径控制精度、速度、采点率、润滑、滤波和摩擦引起的动态扫描误差；
- 测量次数；
- 测量顺序和持续时间；
- 数据分析方法,包括相关要素的选择；
- 文档和程序设置的质量；
- 编码文档的质量。

B.11 物理常数和换算因子

对于配备温度补偿系统的坐标测量机,工件热膨胀系数不准确会引入不确定度。该不确定度来源与坐标测量机本身的性能规范无关。

附录 C
(资料性附录)
与 GPS 矩阵模型的关系

C.1 概述

关于 GPS 矩阵模型的完整细则,参见 GB/T 20308。

GB/T 20308 中的 GPS 矩阵模型对 GPS 体系进行了综述,本部分是该体系的一部分。除非另有说明,GB/T 4249 给出的 GPS 基本规则适用于本部分,GB/T 18779.1 给出的缺省规则适用于按照本部分制定的规范。

C.2 关于标准及其使用的信息

本部分给出了 GB/T 24635 系列标准的概述、术语和关键概念。给出了坐标测量机的计量特性、不确定度来源,以及 GB/T 16857 和 GB/T 24635 系列标准之间的关系。

C.3 在 GPS 矩阵模型中的位置

本部分是一项 GPS 通用标准。本部分给出的规则和原则适用于 GPS 矩阵中所有标有实心点(•)的部分。见表 C.1。

表 C.1 GPS 标准矩阵模型

	链环						
	A	B	C	D	E	F	G
	符号和标注	要素要求	要素特征	符合与不符合	测量	测量设备	校准
尺寸							•
距离							•
形状							•
方向							•
位置							•
跳动							•
轮廓表面结构							
区域表面结构							
表面缺陷							

C.4 相关的标准

表 C.1 所示标准链涉及的标准为相关的标准。

参 考 文 献

- [1] GB/T 4249 产品几何技术规范(GPS) 基础 概念、原则和规则
- [2] GB/T 16857.2 产品几何技术规范(GPS) 坐标测量机的验收检测和复检检测 第2部分：用于测量线性尺寸的坐标测量机
- [3] GB/T 16857.3 产品几何技术规范(GPS) 坐标测量机的验收检测和复检检测 第3部分：配置转台的轴线为第四轴的坐标测量机
- [4] GB/T 16857.4 产品几何技术规范(GPS) 坐标测量机的验收检测和复检检测 第4部分：在扫描模式下使用的坐标测量机
- [5] GB/T 16857.5 产品几何技术规范(GPS) 坐标测量机的验收检测和复检检测 第5部分：使用单探针或多探针接触式探测系统的坐标测量机
- [6] GB/T 19600 产品几何量技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 接触(触针)式仪器的校准
- [7] GB/T 20308 产品几何技术规范(GPS) 矩阵模型
- [8] GB/T 24635.3 产品几何技术规范(GPS) 坐标测量机(CMM) 确定测量不确定度的技术 第3部分：应用已校准的工件或标准件
- [9] GB/T 24635.4 产品几何技术规范(GPS) 坐标测量机(CMM) 确定测量不确定度的技术 第4部分：应用仿真技术评定特定任务的测量不确定度
- [10] JJF 1059.2—2012 用蒙特卡洛法评定测量不确定度技术规范
-





中华人民共和国
国家标准
产品几何技术规范(GPS)
坐标测量机(CMM)
确定测量不确定度的技术
第1部分:概要和计量特性
GB/T 24635.1—2020

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址:www.spc.org.cn

服务热线:400-168-0010

2020年12月第一版

*

书号:155066·1-66708

版权专有 侵权必究



GB/T 24635.1-2020