



中华人民共和国国家标准

GB/T 19600—2004/ISO 12179:2000

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

Geometrical Product Specifications(GPS)—
Surface texture—Profile method—
Calibration of contact (stylus) instruments

(ISO 12179:2000, IDT)

2004-11-11 发布

2005-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 12179:2000《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》(英文版)。

本标准主要规定了符合 GB/T 6062 定义的接触(触针)式仪器的校准原则,提供了用测量标准对仪器进行校准的校准方法和程序。

本标准适用于采用轮廓法测量表面结构的触针式测量仪器的校准。

本标准的附录 A 和附录 B 均为规范性附录;附录 C 和附录 D 为资料性附录。

本标准由全国产品尺寸和几何技术规范标准化技术委员会提出并归口

本标准起草单位:机械科学研究院、哈尔滨量具刃具厂、时代集团公司、中国计量科学研究院、成都工具研究所、北京市计量科学研究所、哈尔滨理工大学。

本标准主要起草人:王欣玲、郎岩梅、王忠滨、高思田、邓宁、吴迅、陈捷。

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

1 范围

本标准规定了轮廓法测量工件表面结构的接触(触针)式仪器的计量特性校准的术语、原则、方法。

本标准适用于 GB/T 6062—2002 中阐述的轮廓法测量表面结构的接触(触针)式仪器计量特性的校准。该校准是借助于测量标准完成的。

附录 A 给出了测量图形法参数仪器的校准。

附录 B 适用于简化运算的接触(触针)式仪器的校准,此类仪器不符合 GB/T 6062—2002 的定义。

2 规范性引用文件

下列标准中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注明日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)修改版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 3505—2000 产品几何量技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 表面结构的术语、定义及参数(eqv ISO 4287:1997)

GB/T 6062—2002 产品几何量技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 接触(触针)式仪器的标称特性(eqv ISO 3274:1996)

GB/T 18618—2002 产品几何量技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 图形参数(eqv ISO 12085:1996)

GB/T 18779.1—2002 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(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:测量设备的校准和产品检验中 GPS 测量的不确定度评定指南(ISO/TS 14253-2:1999, IDT)

GB/T 19022.1—1994 测量设备的质量保证要求 第1部分:测量设备的计量确认体系(idt ISO 10012-1:1992)

GB/T 19067.1—2003 产品几何量技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 测量标准 第1部分:实物测量标准(ISO 5436-1:2000, IDT)

JJF 1001—1998 通用计量术语及定义(VIM 第二版,1993)

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示。(GUM 第一版,1995)

3 术语和定义

由 GB/T 3505、GB/T 6062、GB/T 18779.1、JJF 1001 和 JJF 1059 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

校准 calibration

在规定条件下,为确定测量仪器或测量系统所指示的量值,或实物量具或参考物质所代表的量值,与对应的由标准所复现的量值之间关系的一组操作。

3.2

任务相关的校准 task related calibration

在规定条件下,为确定测量仪器所指示的量值,与对应构成测量仪器测量能力子集的一组被严格限定的被测参数的已知量值之间关系的一组操作。

3.3

(测量仪器的)调整 adjustment (of a measuring instrument)

使测量仪器性能进入适于使用状态的操作。

3.4

(测量)标准 (measurement) standard

标准具 etalon

为了定义、实现、保存或复现量的单位或一个或多个量值,用作参考的实物量具、测量仪器、参考物质或测量系统。

3.5

测量不确定度 uncertainty of measurement

表征合理地赋予被测量之值的分散性,与测量结果相联系的参数。

3.6

溯源性 traceability

通过一条具有规定不确定度的不间断的比较链,使测量结果或测量标准的值能够与规定的参考标准,通常是与国家测量标准或国际测量标准联系起来的特性。

4 应用条件

4.1 接触(触针)式仪器的组成和配置

接触(触针)式仪器一般由主机、驱动器、测头和轮廓记录器组成(见 GB/T 6062)。

如果主机配备了几个驱动器和测头,则仪器的每一种配置都应分别校准。

4.2 各种配置的校准

当接触(触针)式仪器的基本部件发生变化,而有意或无意地影响了测得的轮廓或测量结果时,仪器应进行校准。仪器的每一种配置都应分别进行校准。

例:接触(触针)式仪器更换测头后,则应重新校准。

4.3 校准地点

考虑到外界环境因素的影响,接触(触针)式仪器的校准应在与使用环境条件相似的地点进行。

例:噪声、温度、振动、空气流动等。

5 测量标准

以下的测量标准可用于第 6 章中所规定的校准:

——光学平晶;

——深度测量标准(图 1),GB/T 19067.1 中定义的 A 类;

——间距测量标准(图 2),GB/T 19067.1 中定义的 C 类;

——倾斜的光学平晶(图 3);

——轮廓坐标测量标准(由一个球体或棱柱体组成):GB/T 19067.1 中定义的 E 类;

——粗糙度测量标准(图 4),GB/T 19067.1 中定义的 D 类;

注:建议在选用轮廓坐标测量标准校准接触(触针)式仪器时,在行程长度内触针转动不超过为 ± 1.5 度。

6 接触(触针)式仪器的计量特性

在接触(触针)式仪器的计量特性中,只对与测量任务相关的特性进行校准。例如,测量间距参数时,不必校准垂直轮廓分量。

6.1 残余轮廓校准

用表面无划伤的光学平晶复现残余轮廓。任务相关校准时应选用合适的轮廓和参数(例如:粗糙度轮廓选 Ra 、 Rq 或 Rt ; 波纹度轮廓选 Wq 或 Wt)。

注:用这种校准方法可以评价外部导轨的直线度、外部环境和仪器噪声对测量的影响。

单位为毫米

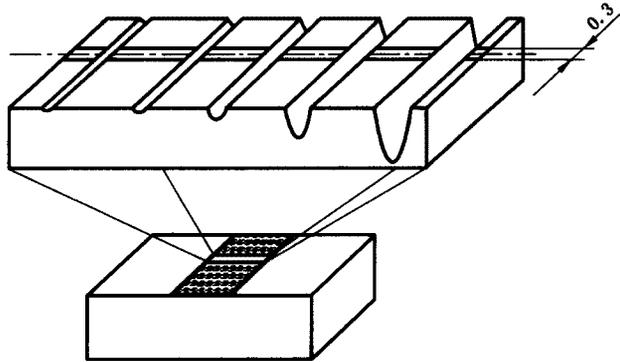


图 1 深度测量标准(A2型)示例

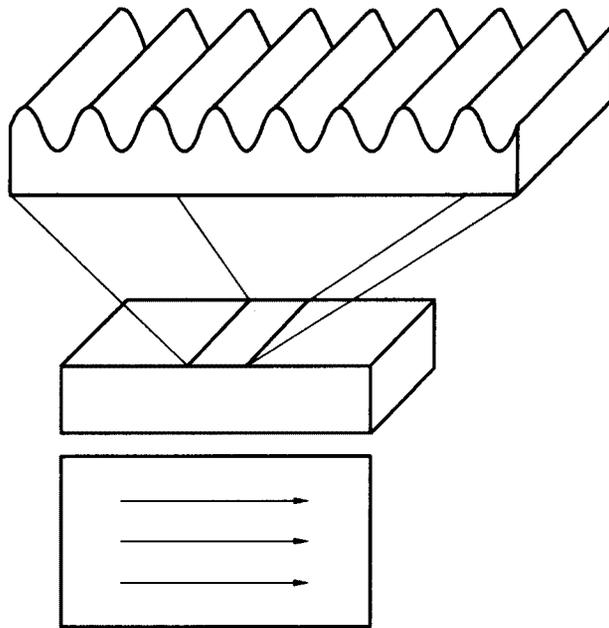


图 2 间距测量标准(C类)示例

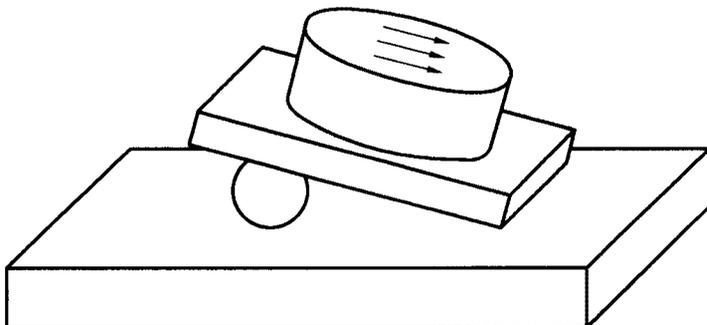


图 3 倾斜的光学平晶和测量方案示例

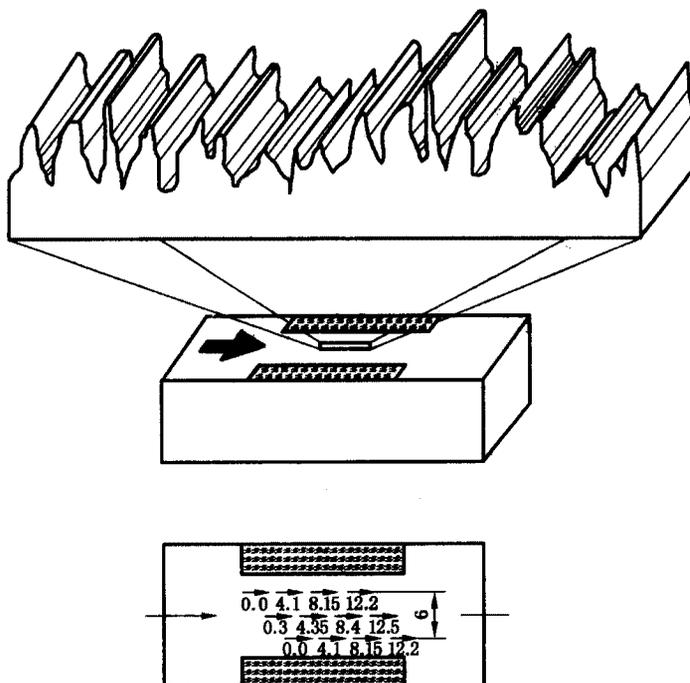


图 4 粗糙度测量标准(D型)和测量方案示例

6.2 轮廓垂直分量校准

以深度测量标准复现轮廓深度,用于评定仪器在测量轮廓垂直分量时的示值误差。

注:如果没有深度测量标准,可以采用量块代替。在使用量块时,要考虑量块高度差的不确定度影响。

6.3 轮廓水平分量校准

以间距测量标准复现轮廓单元的平均宽度 PSm ,用于评定仪器在测量水平轮廓分量时的示值误差。

6.4 轮廓坐标测量系统校准

倾斜的光学平晶复现:

——最小二乘最佳拟合角度的角度值;

——去掉最小二乘最佳拟合直线后的原始轮廓总高度 P_t ;

从而确定了与水平和垂直坐标分量相关的仪器误差(例如:滑行速度的变化,测量的非线性等)。

在去掉最小二乘最佳拟合标称形状后,轮廓坐标测量标准复现了原始轮廓的总高度 P_t ,从而建立了坐标系统。

6.5 接触(触针)式仪器综合校准

粗糙度测量标准复现:

——算术平均偏差 R_a ;

——轮廓的最大高度 R_z ;

从而实现了对接触(触针)式仪器整机性能的综合检查。

7 校准

7.1 校准准备

在校准开始前,应先根据厂家操作说明书检查接触(触针)式仪器,以确定仪器是否工作正常,再根据厂家说明书检查触针针尖的状态。

对接触(触针)式仪器的校准,应做以下准备工作:

- 评定残余轮廓。
- 深度测量标准的工作面应尽可能与基准面调水平。所有的测量标准都应正确地调平,例如,在整个评定长度内,粗糙度测量标准的工作面应调平到设定的测量范围的10%以内且不大于 $10\ \mu\text{m}$ 。
- 在任务相关校准中,应使用与被测表面粗糙度相适应的粗糙度测量标准。
- 每次测量都应在测头垂直测量范围的中间部分进行。
- 为了达到规定的测量不确定度(见第8章),对每个测量标准都要进行足够多次测量。由于测量标准的不均匀性、测量过程的变化、以及接触(触针)式仪器的重复性等因素的影响,通常应进行多次重复测量。
- 使用测量标准的测量条件应与校准测量标准时所用条件相一致。
- 应当使用校准测量标准时所用的最佳拟合程序(如最小二乘,最小区域等)。

7.2 残余轮廓评定

测量光学平晶。确定残余轮廓并计算表面结构参数 P_t 和 P_q 。在任务相关校准中,应在与实际测量相一致的测量条件下进行校准。例如,在测量一个粗糙度测量标准时,要设定取样长度 $\lambda_c=0.8\ \text{mm}$,切除长度率为 $300:1$,评定长度为 $4\ \text{mm}$ 。 R_a 和 R_z 测得值应在仪器的校准证书上给出并简要说明。

7.3 轮廓垂直分量校准

7.3.1 校准目的

测量深度测量标准的沟槽部分,从原始轮廓曲线计算参数值,求出它们与测量标准的校准证书给出的对应参数值之间的差值。

7.3.2 校准过程

测量深度测量标准的校准区域内轮廓截面的沟槽(见图1)。使触针在每次测量时滑过沟槽,根据深度测量标准校准证书上提供的方法求出沟槽深度值。给出测量(平均)值(由几次测量值计算的结果)与测量标准的校准证书给出的数值之间的差值。

如果没有深度测量标准,可以将两块量块平行放置在光学平晶上,两块量块要紧密接触,不能有距离。触针移过两个量块且从全轮廓曲线上求得两量块的高度差。由两块量块的校准证书上给出的量块高度值求出量块高度差,计算实际测量的高度差与量块高度差之间的差值。

7.4 轮廓水平分量校准

7.4.1 校准目的

测量间距测量标准,计算测得的间距参数与测量标准的校准证书给出的对应值之间的差值。

7.4.2 校准过程

在间距测量标准的全测量范围内分点测量,图2中给出一个测量方案的实例。求出原始轮廓参数 P_{Sm} ,计算几次测量值的算术平均值与测量标准的校准证书给出值之间的差值。

7.5 轮廓坐标系统的校准

7.5.1 校准目的

测量倾斜的光学平晶、球体或棱体,从去掉样板的最小二乘最佳拟合形状后的轮廓曲线计算 P_t 值。

7.5.2 校准过程

测量每个倾斜的测量标准,所用的行程长度与测量标准倾斜的标称角度应符合测量标准校准证书的规定。测量要尽可能地分散在整个测量区域内,如图3给出的测量方案。求出去掉最小二乘最佳拟合轮廓线后的轮廓深度和角度的最小二乘最佳拟合值的算术平均值,记录测得的最大轮廓深度和倾斜角度的平均值。

测量轮廓坐标测量标准,计算去掉最小二乘最佳拟合标称形状后的 P_t 值。

测量每个轮廓坐标测量标准时,所用的行程长度应符合测量标准校准证书的规定,测量应分散在整个测量区域内。计算去掉最小二乘最佳拟合标称形状后的轮廓深度,记录最大轮廓深度。

注:轮廓坐标测量标准通常采用球体和棱体。

7.6 接触(触针)式仪器综合校准

7.6.1 校准目的

测量粗糙度测量标准,计算由粗糙度轮廓求得的粗糙度参数值与测量标准校准证书给出的对应参数值之间的差值。

7.6.2 校准过程

测量每个粗糙度测量标准,测量应尽可能地分散在整个测量区域内。图4中给出一个测量方案的实例。计算每个粗糙度参数的算术平均值。记录测量的粗糙度参数值与测量标准校准证书给出值之间的差值。

8 测量不确定度

8.1 测量标准校准证书内容

以下是测量标准校准证书中给出的信息:

- 计量特性的完整说明(包括相应的测量方案、滤波器取样长度 λ_c 和 λ_s 、滤波器类型、取样长度的说明等);
- 不确定度 U_{cl} , 计量特性给出的数值,所用的包含因子(见 GB/T 18779.2);
- 标准不确定度估计 u_i , 在校准所用的范围(测量窗口)内,计量特性的变化;
- 关于标准不确定度估计 u_i 如何用于不确定度 U_{cl} 计算的描述。

8.2 用测量标准校准测量仪器时测量结果的不确定度

校准期间测量结果的不确定度应按 GB/T 18779.2 中给出的方法评估。

一个被校准的计量特性的不确定度 Q 包括两个分量 $u(q)$ 和 u_s :

- $u(q)$ 是已知量的样本标准不确定度估计;
 - u_s 是按 GB/T 18779.2 中给出的方法对不确定度估计的调整(计量特性中系统误差的修正)。
- 扩展不确定度 U 按下式计算:

$$U = k \times \sqrt{u(q)^2 + u_s^2}$$

其中 k 为包含因子。

在计算不确定度时,要注意测量标准的表面或台阶高度并不是完全一致的,因此测量结果有分散性。在不确定度的随机分量中,这个结果是通过标准不确定度估计计算出来的。由测量标准引起的这个随机分量包含在测量标准的扩展不确定度 U 中。因此,这个随机分量不能加入到不确定度分量 $u(q)$ 中。为了说明这一点,附录 C 中给出了一个完整的方差分析法(ANOVA)的说明性实例。

允许根据 JJF 1059 或根据方差分析法(ANOVA)由经验估计不确定度 $u(q)$ 。

GB/T 18779.2 中给出了校准结果的不确定度计算指南。

9 接触(触针)式仪器的校准证书

校准证书应该包括 GB/T 19022.1 中所需信息和以下内容:

- 接触(触针)式仪器的所有信息(生产商、型号、出厂编号);
- 使用的测量标准(标识编号);
- 校准方法的依据;
- 所涉及的一系列测量条件(即,测量范围,滑行速度,行程长度,测量传输带宽,触针针尖半径等);

- 用光学平晶测量残余轮廓的测量结果；
- 测量深度测量标准和间距测量标准的测量结果，及其与测量标准对应计量特性值的差值；
- 测量倾斜的光学平晶得到的轮廓，去掉最小二乘最佳拟合形状后的 P_t 值；
- 如果需要，测量轮廓坐标测量标准的测量结果，及去掉最小二乘最佳拟合标称形状后的 P_t 值；
- 测量地点及影响校准的环境条件，此类信息的来源包括仪器生产厂家的说明和测量标准的提供者；
- 测量的扩展不确定度和根据 GB/T 18779.2 编制的 uncertainty 评定文件。

附录 A
(规范性附录)

测量图形法参数仪器的校准

本附录描述了测量图形法参数的仪器校准程序。图形参数的定义见 GB/T 18618。

A.1 测量标准

A.1.1 概述

测量图形法参数 R 、 AR 、 W 、 AW 的仪器是用 GB/T 19067.1 定义的 C4 型测量标准校准的(见图 A.1)。

单位为毫米

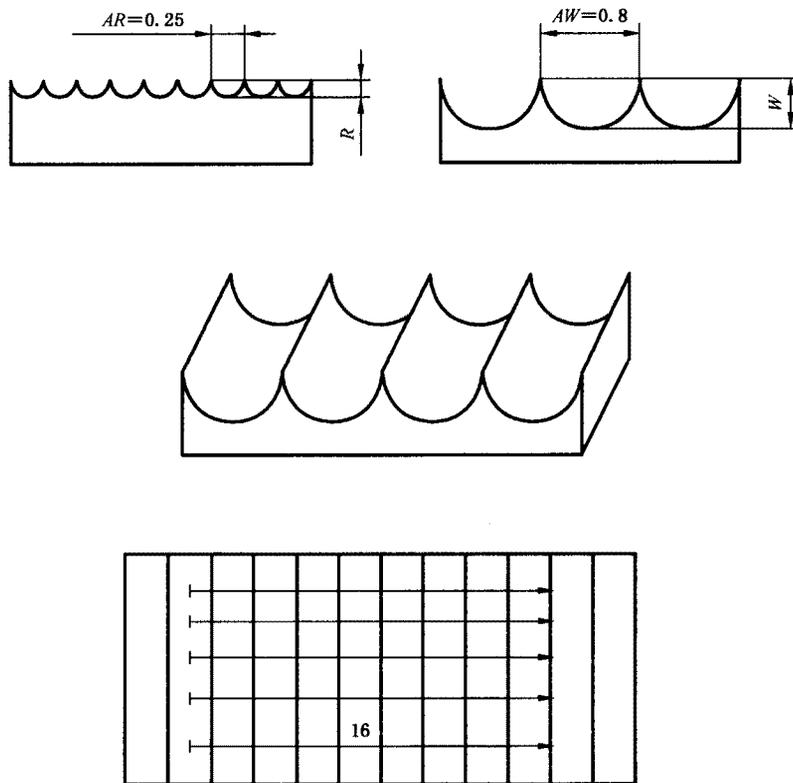


图 A.1 粗糙度和波纹度测量标准(C4型)和测量方案

A.1.2 表面参数

用 C4 型测量标准复现:

- 具有 0.25 mm 的间距、粗糙度图形的平均深度 R 和粗糙度图形的平均间距 AR 的测量标准;
- 具有 0.8 mm 的间距、波纹度图形的平均深度 W 和波纹度图形的平均间距 AW 的测量标准。

A.2 校准

- a) 选择针尖半径为 $2\ \mu\text{m}$ 的触针,触针针尖半径用电子显微镜检查。
- b) 将图形的常用界限值 A 、 B 设定为缺省值: $A=0.5\ \text{mm}$, $B=2.5\ \text{mm}$ 。
- c) 使测量方向尽可能平行于被测量表面,并平行于测量标准的长边。
- d) 选择尽可能小的测量范围。
- e) 将测量范围选在测量标准的中间部分。

- f) 设定测量长度为 16 mm,以保证测量起止于轮廓谷。
- g) 在每一个用于校准的测量标准上平行测量 5 次,5 次测量随意分布在测量标准的宽度范围内(如果经常在测量标准的一个位置测量,会造成测量标准的磨损)。
- h) 求出 R 、 AR 、 W 、 AW 参数 5 次测量结果的平均值和标准偏差。 R 和 W 的平均值用于校准垂直放大率。 AR 和 AW 的平均值用于校准水平放大率。这些参数值的标准偏差受仪器重复性和被校准标准均匀性的影响,应成为计算测量不确定度的一部分。
- i) 如果不能将软件测量标准加入到仪器的测量链中,用上述同样方法,使用 GB/T 19067.1 定义的 D 类测量标准也可以验证图形法的算法。

附 录 B

(规范性附录)

用于表面特征测量的简化运算仪器的校准

用于表面特征测量的简化运算仪器是指没有按 GB/T 6062 规定建立标准化运算的仪器。

注: GB/T 6062 只规定了有独立的导向基准的接触(触针)式仪器,而简化运算的仪器还包括另外重要的一类——带导头的接触(触针)式仪器。

简化运算的仪器一个主要特性是被测量表面不完善程度是仪器不确定度的来源之一。因此,在用简化运算仪器测量表面特征前,必须先用标准化运算(的仪器)进行修正测量,以估价被测量表面缺陷对测量不确定度的影响,有以下两种方法:

- a) 事先了解被测量表面缺陷的性质,以估价它对测量不确定度的影响。
- b) 用与简化运算测量设备有相同缺陷程度的特定表面或特定被校准表面完成的目标校准。这里,特定表面或特定被校准表面已经针对特定的任务在一个用于表面结构测量的优化后的标准化运算上进行了校准。

注: ISO/TC 213 正在讨论与运算相关的术语,这些术语有待于在将来的标准中加以修改。

附 录 C
(资料性附录)

粗糙度测量标准参数 R_a 实例

测量一个粗糙度测量标准的 R_a 值,根据图 2 中测量方案,在给定的 12 个位置各测量 5 次。表 C.1 给出了 R_a 的测量值。

注:这些值是为了说明统计技术而给出的模拟值。

表 C.1 根据(图 2 中)测量方案测量一个粗糙度测量标准(D 类)得到的分别测出的 R_a 值

R_a 测量值/ μm	次 数					平均值
	1	2	3	4	5	
数值 1	0.524 7	0.526 1	0.522 9	0.525 2	0.528 7	0.525 52
数值 2	0.524 0	0.528 3	0.526 6	0.532 3	0.526 0	0.527 44
数值 3	0.533 0	0.533 2	0.528 6	0.531 9	0.530 9	0.531 52
数值 4	0.531 1	0.534 2	0.530 6	0.533 4	0.531 3	0.532 12
数值 5	0.521 6	0.520 4	0.522 1	0.526 2	0.520 0	0.522 06
数值 6	0.527 2	0.528 5	0.529 1	0.525 4	0.526 6	0.527 36
数值 7	0.525 6	0.534 0	0.529 5	0.533 2	0.529 1	0.530 28
数值 8	0.534 6	0.530 4	0.533 8	0.536 2	0.532 7	0.533 54
数值 9	0.519 1	0.520 7	0.523 2	0.526 2	0.526 2	0.523 08
数值 10	0.524 7	0.530 3	0.531 5	0.529 5	0.524 6	0.528 12
数值 11	0.532 8	0.530 7	0.530 1	0.531 0	0.527 9	0.530 50
数值 12	0.534 7	0.533 9	0.528 6	0.538 4	0.531 7	0.533 46
平均值	0.527 76	0.529 22	0.528 05	0.530 74	0.527 98	0.528 75

影响观测到的测量变动性的随机影响如下:

- a) 粗糙度测量标准上 R_a 值的变化;
- b) 每次测量中 R_a 测量值的变化;
- c) 接触(触针)式仪器的重复性。

假定以上每一项随机效应都有未知的方差,对应地用符号 σ_R^2 、 σ_E^2 和 σ_M^2 表示,其中,下标 R 表示粗糙度测量标准(粗糙度测量标准上参数值的变化);下标 E 表示测量评定(每次测量评定结果的差异);下标 M 表示接触(触针)式仪器[接触(触针)式仪器的重复性]。

假定方差法(ANOVA)是合适的分析方法,在 ISO 指南 35 中对这个问题进行了彻底的讨论。方差法(ANOVA)提供了以上方差的估计方法。

令 X_{ij} 表示第 j 次测量评定的第 i 个值。由以下各式可计算算术平均值 \bar{X}_i 、 \bar{X}_j 和 \bar{X} :

$$\bar{X}_i = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} X_{ij}$$

$$\bar{X}_j = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 X_{ij}$$

$$\bar{X} = \frac{1}{60} \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^{12} X_{ij}$$

由以下各式可计算与这些均值相关的平方和 S_1 、 S_2 、 S_3 和 S_4 :

$$S_1 = 60 \bar{X}^2$$

$$S_2 = 5 \sum_{i=1}^{12} (\bar{X}_i - \bar{X})^2$$

$$S_3 = 12 \sum_{j=1}^5 (\bar{X}_j - \bar{X})^2$$

$$S_4 = \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^5 (X_{ij} - \bar{X}_i - \bar{X}_j - \bar{X})^2$$

表 C.2 给出了 ANOVA 方法的概述。

表 C.2 ANOVA 方法概述

变动性来源	平方和 S_i	自由度 ν_i	平方均值 $M_i = \frac{S_i}{\nu_i}$	由平方均值 估计的方差
平均值	$S_1 = 16.774\ 593\ 75$	1	$M_1 = 16.774\ 593\ 75$	—
测量标准间的变化	$S_2 = 0.000\ 804\ 725$	11	$M_2 = 7.315\ 681\ 8e-5$	$\sigma_M^2 + 5\sigma_R^2$
测量评定间的变化	$S_3 = 0.000\ 075\ 196$	4	$M_3 = 1.879\ 900\ 0e-5$	$\sigma_M^2 + 12\sigma_E^2$
仪器重复性	$S_4 = 0.000\ 252\ 648$	44	$M_4 = 0.574\ 200\ 0e-5$	σ_M^2

用 s_R^2 、 s_E^2 和 s_M^2 对应表示 σ_R^2 、 σ_E^2 和 σ_M^2 的估计,这些是从表 C.2 的最后一列得到的:

$$s_R^2 = \frac{(M_2 - M_4)^2}{5}, s_R = 3.67\ \text{nm}$$

$$s_E^2 = \frac{(M_3 - M_4)^2}{12}, s_E = 1.04\ \text{nm}$$

$$s_M^2 = M_4, s_M = 2.40\ \text{nm}$$

s_M^2 的自由度与 M_4 的自由度相同,是 44。 s_R^2 和 s_E^2 的自由度分别是 $M_2 - M_4$ 和 $(M_3 - M_4)^2$ 的有效自由度,可以由韦尔奇-萨特思韦特式计算出来(见 JJF 1059)。

$$\nu_{\text{eff}}(s_R^2) = \frac{(M_2 - M_4)^2}{\frac{M_2^2}{11} + \frac{M_4^2}{44}} = 9.3$$

$$\nu_{\text{eff}}(s_E^2) = \frac{(M_3 - M_4)^2}{\frac{M_3^2}{4} + \frac{M_4^2}{44}} = 1.9$$

校准证书给出了标称值 $Ra = 0.529\ 4\ \mu\text{m}$, 不确定度为 4%。假定 4% 是有正负的数值,且测量结果服从矩形分布,并得出一个标准不确定度估计:

$$u_{\text{cal}} = \frac{0.529\ 4\ \mu\text{m} \times 4\%}{\sqrt{3}} = 12.2\ \text{nm}$$

校准证书说明,这个不确定度已经包含了测量标准的校准范围内参数值的变化,因此,在合成标准不确定度中不再包括这一因素。

合成标准不确定度如下:

$$u_c = \sqrt{s_E^2 + s_M^2 + u_{\text{cal}}^2} = 12.5\ \text{nm}$$

扩展不确定度 U 为 $0.025\ \mu\text{m}$, $k=2$ 。

注:本例完全是指导性的,计算出的不确定度不能作为实际测量中的典型值。

附录 D

(资料性附录)

在产品几何技术规范体系中的关系

D.1 本标准的信息及其应用

本标准适用于用 GB/T 6062 中规定的轮廓法测量表面结构的接触(触针)式仪器的校准。标准中规定的校准要用 GB/T 19067.1 中定义的测量标准完成。

D.2 本标准在 GPS 矩阵模式中的位置

本标准是产品几何技术规范的基础标准,它影响标准链中的第 6 环节,即在总的产品几何技术规范体系中的粗糙度、波纹度和原始轮廓部分,如图 D.1 所示。

基础的 GPS 标准	综合的 GPS 标准						
	通用的 GPS 标准						
	链环号	1	2	3	4	5	6
	尺寸						
	距离						
	半径						
	角度						
	与基准无关的线形状						
	与基准相关的线形状						
	与基准无关的面形状						
	与基准相关的面形状						
	方向						
	位置						
	圆跳动						
	全跳动						
	基准						
	粗糙度轮廓						
	波纹度轮廓						
	原始轮廓						
	表面缺陷						
棱边							

图 D.1

D.3 相关的标准

相关的标准为图 D.1 所示标准链涉及的标准。