ICS 17.040.20
J 04

中华人民共和国国家标准

GB/T 6062—2002
eqv ISO 3274:1996

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

Geometrical product specifications(GPS)—
Surface texture—Profile method—
Nominal characteristics of contact(stylus)instruments

2002-01-10 发布　　2002-07-01 实施

中华人民共和国
国家质量监督检验检疫总局　发布

前　言

本标准是根据国际标准 ISO 3274:1996《产品几何量技术规范　表面结构　轮廓法　接触(触针)式仪器的标称特性》对 GB/T 6062—1985《轮廓法触针式仪器　表面粗糙度测量仪　轮廓记录仪及中线制轮廓计》进行修订的,在技术内容上与 ISO 3274 等效,编写规则上与之等同。该标准的修订与 ISO/TC 213 产品几何技术(GPS)标准总体规划协调一致,适用于表面结构实际轮廓的评定,并针对新一代触针式仪器,扩大了使用面,满足了国内生产和进口仪器的验收,适应国际贸易、技术和经济交流以及采用国际标准飞速发展的需要。

本标准主要规定了与仪器标准有关的定义:如轮廓、触针式仪器、触针式仪器的结构、仪器的计量特性等有关定义。规定了有关仪器特性的标称值:如针尖半径及角度、静态测量力、轮廓滤波器截止波长 λ、触针半径及粗糙度截止波长率等重要技术内容。

本标准增加了三个附录,附录 A《符合 GB/T 6062—1985 的仪器》、附录 B《本标准改进的背景》和附录 C《在产品几何技术规范体系中的关系》。这对正确理解和贯彻使用以及新旧标准的过渡起着重要的作用。

本标准与 GB/T 6062—1985 的重要不同是在传输特性和导头的使用这两个方面作了重大变化,并与国际上取得了一致。

本标准与 ISO 3274:1996 的区别是标准中只引用了相关的标准,但并不影响标准的使用。

本标准规定了轮廓及用于测量表面粗糙度和波度的接触(触针)式仪器的定义,本标准适用于实际轮廓的评定。本标准特别说明了影响轮廓评定的仪器特性,并提出了接触式仪器(轮廓计和轮廓记录仪)的基本技术规范。

本标准自实施之日起,代替 GB/T 6062—1985。

本标准的附录 A、附录 B 和附录 C 是提示的附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

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归口。

本标准起草单位:机械科学研究院、时代集团公司、中国计量科学研究院、哈尔滨理工大学。

本标准主要起草人:王欣玲、王忠滨、高思田、赵有祥、陈捷。

ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是一个世界范围的国家标准化组织(ISO 成员)的联合会,国际标准的制定工作通常由 ISO 各技术委员会进行。每个成员组织,对某一主题的技术委员会感兴趣,就有权参加该委员会工作,其他与 ISO 协作的政府间或非政府间的国际组织也可以参加工作。ISO 与 IEC(国际电工委员会)在所有有关电工技术标准化的内容上进行密切合作。

由技术委员会提出的国际标准草案,散发给各成员组织,由各成员组织投票表决,至少需要 75%的赞成票才能作为国际标准公布。

国际标准 ISO 3274 是由 ISO/TC 57《表面特征及其计量学》及其分委员会 SC 1《几何参数——表面粗糙度和波度的测量仪器和方法》,ISO/TC 3《极限和配合》和 ISO/TC 10《技术制图、产品定义和相关文件》及其分委员会 SC 5《尺寸和公差》技术委员会共同制定的。

ISO 3274 的这个第二版取消和替代了第一版(ISO 3274:1975)及已被修订过的 ISO 1880:1979。它特别考虑了接触(触针)式仪器的标称特性及其技术发展。现代仪器使用符合 ISO 11562 规定的相位修正滤波器。

本标准附录 A、B 和 C 是提示性附录。

中华人民共和国国家标准

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

GB/T 6062—2002
eqv ISO 3274:1996

代替 GB/T 6062—1985

Geometrical product specifications(GPS)—
Surface texture—Profile method—
Nominal characteristics of contact(stylus)instruments

1　范围

本标准规定了轮廓的定义及用于测量表面粗糙度和波纹度的接触(触针)式仪器的一般结构。

本标准还规定了影响轮廓评定的仪器特性,并提供了接触(触针)式仪器(轮廓计和轮廓记录仪)的基本技术规范。

本标准适用于对实际轮廓评定的触针仪器,使现行的国家标准能够用于实际轮廓的评定。

注

1　由仪器制造商提供的关于接触(触针)式仪器特性的技术数据正在制定中,并将在今后标定方法的标准中被引用。

2　关于波纹度截止长度 λ_f、针尖半径和波纹度截止长度率之间的关系正在制定中,将作为一个修正加进本标准。

2　引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 3505—2000　产品几何技术规范　表面结构　轮廓法　表面结构的术语、定义和参数(eqv ISO 4287:1997)

GB/T 10610—1998　产品几何技术规范　表面结构　轮廓法　评定表面结构的规则和方法(eqv ISO 4288:1997)

3　定义

本标准采用以下定义。

3.1　轮廓　profiles

3.1.1　轨迹轮廓　traced profile

测量表面时,触针在被测表面的横切面内针尖中心点的轨迹,这个触针具有理想的几何形状(带有球形尖端的圆锥体)、标称尺寸和标称测力。

注:本标准中所有其他轮廓都从该轮廓导出。

3.1.2　基准轮廓　reference profile

测头沿着导向基准在横切面内移动的轨迹。

注:基准轮廓的形状是一个理论准确轮廓的实际表现。它的标称偏差取决于导向基准的偏差以及外部和内部的

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 2002-01-10 批准　　2002-07-01 实施

干扰。

3.1.3 总轮廓 total profile

轨迹轮廓相对于基准轮廓的数字表示形式，它具有相互对应的垂直和水平坐标值。

注：总轮廓是由一一对应的垂直和水平数字坐标表示的。

3.1.4 原始轮廓 primary profile

通过短波滤波器 λ_s 后的总轮廓。

注

1 原始轮廓是按照GB/T 3505标准进行轮廓滤波和参数计算的数字轮廓的基础。它是用一一对应的垂直和水平数字表示的，这些数据可以不同于总轮廓数据。

2 GB/T 3505标准中指出的最佳拟合的最小二乘法形式不是原始轮廓的一部分，应该在滤波器使用之前消除。对于一个圆，半径也应该包含在最小二乘优化中，不保持固定的标称值。

3 这个标称形式在原始轮廓获得之前被去除。

3.1.5 残余轮廓(虚假轮廓) residual profile

通过测量一个理想的光滑表面(平晶)而获得的原始轮廓。

注：虚假轮廓是由导向基准的偏差、外部和内部的干扰、以及轮廓传输中的偏差组成的。没有专用设备和适合的环境，一般不能确定这些偏差的原因。

3.2 触针式仪器 stylus instrument

用触针探测表面并获得表面轮廓、计算参数，还可以记录轮廓的测量仪器(见图1)。

注：所示框图仅表示在一个理论准确的测量系统中所需要的基本功能单元。各功能单元之间特有的内部关系可以通过设计考虑确定。因此，图1不是理论上准确配置的唯一形式。

3.2.1 感应位移数字存储触针式仪器 displacement sensitive，digitally storing stylus instrument

轮廓中包含有长波成分和调整偏差的触针式仪器。

注：轮廓以数字形式存储。如果滤波，则为相位修正滤波。参数是以数字形式计算，轮廓通过一个消除变形的图形系统来记录。

3.3 触针式仪器的部件 stylus instrument components

3.3.1 测量环 measurement loop

一个封闭链，包括连接被测工件和触针针尖的全部机械单元，例如：定位工具、紧固夹具、测量底座、驱动器、测头(传感器)。(见图2)。

注：测量环会受到外部和内部的干扰并将它们传递给基准轮廓。这些干扰的影响取决于每个单独的测量调整、测量环境和使用者的技能。干扰对残余轮廓值的影响很大。

3.3.2 导向基准 reference guide

产生一个横切面，并在这个横切面内的一个理论准确的几何轨迹(基准轮廓)上引导测头，这个轨迹通常是一条直线。

注：导向基准是驱动器的基本部件，有一部分可在测头中。导头的使用见附录A。

3.3.3 驱动器 drive unit

测头沿着基准导轨移动，且以轮廓的水平坐标值传递触针针尖的水平位置的装置。

注：用能够选择的最大的行程长度表示驱动器的特性。

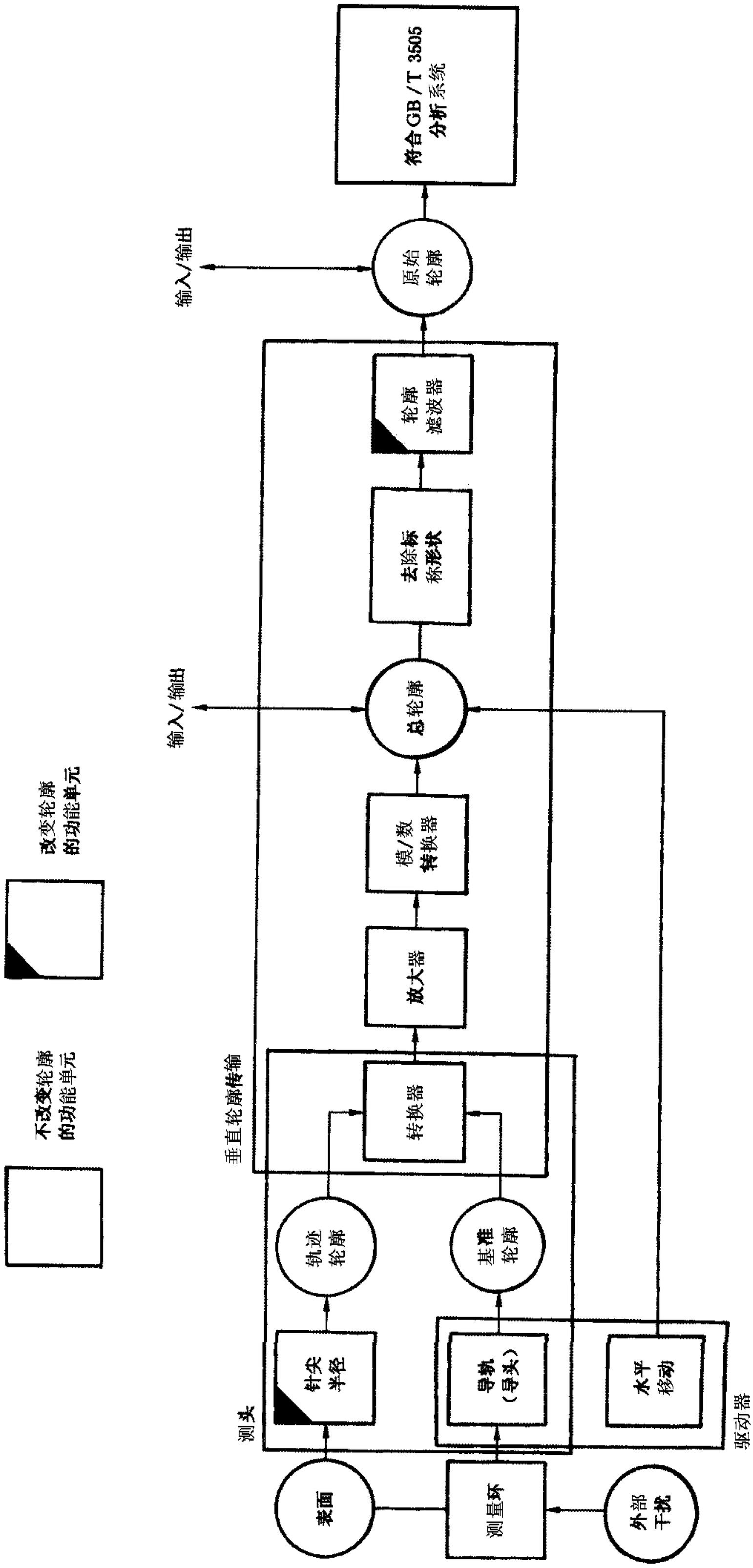

图 1 触针式仪器的典型框图

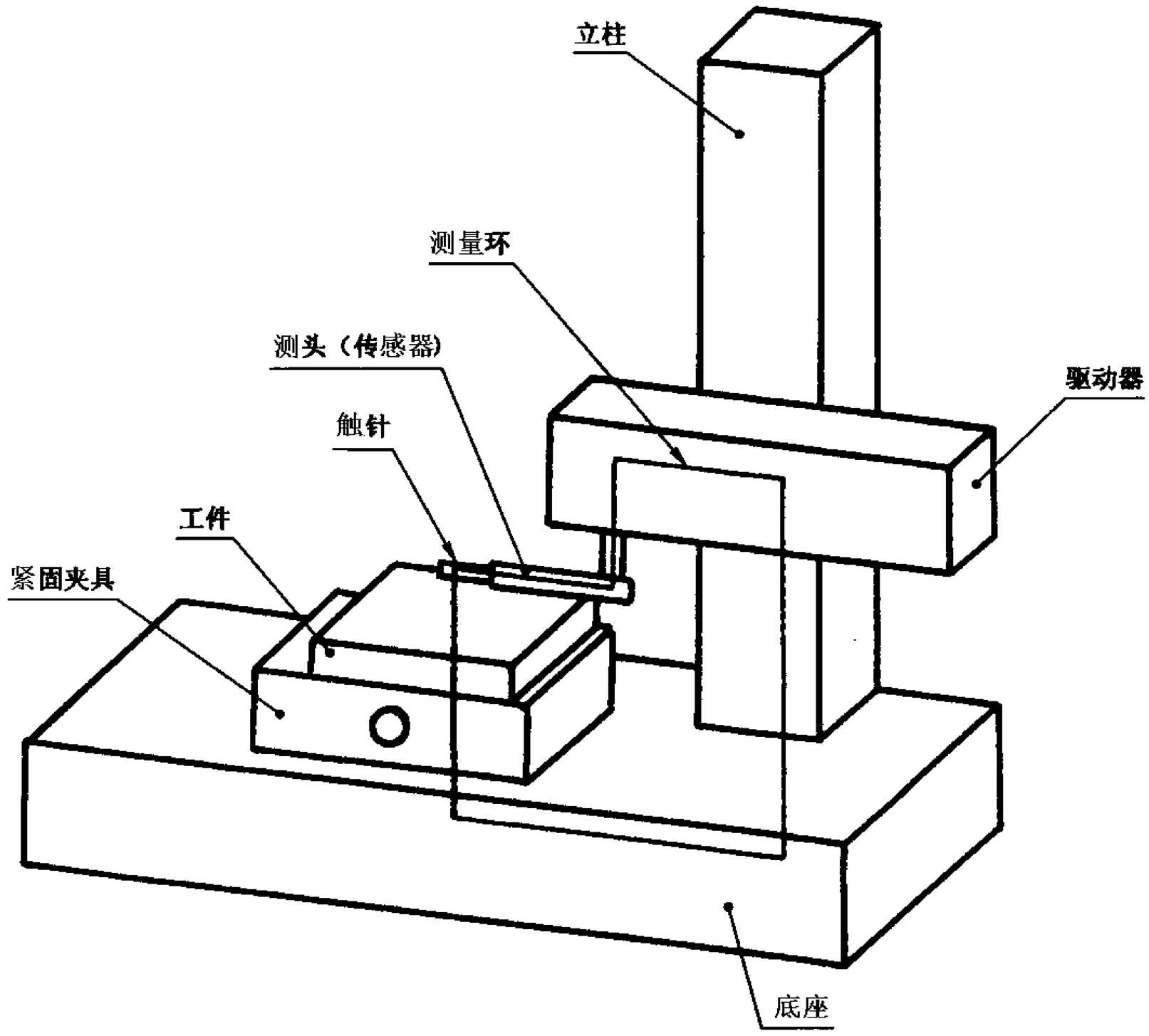

图 2　触针式仪器测量环的示例

3.3.4　测头(传感器)　probe(pick-up)

包含带有触针针尖的拾取单元和转换器。

3.3.5　拾取单元　tracing element

将触针针尖位移传递给转换器。

3.3.6　针尖　stylus tip

是一个确定圆锥角的标称正圆锥，和具有确定半径的标称球形尖。

注：使用触针式仪器采集轮廓时，它是个非常重要的元件。

3.3.7　转换器　transducer

参照基准轮廓将轨迹轮廓的垂直坐标转换成仪器中使用的信号形式。

注：转换器不改变轮廓的形状。

3.3.8　放大器　amplifier

在仪器中实现信号的单元，不改变轮廓的形状。

3.3.9　模/数转换器(ADC)　analog-to-digital converter(ADC)

将仪器中模拟量转换为数字的单元。

注：与水平坐标一一对应形成总轮廓。ADC 不产生任何轮廓形状的改变。

3.3.10　数据输入　data input

仪器可以具有的允许一种或多种轮廓信号从外部计算机输入的数字接口。

3.3.11　数据输出　data output

仪器可以具有的允许一种或多种轮廓输出到外部计算机的数据接口。

3.3.12　轮廓滤波和评定　profile filtering and evaluation

根据 GB/T 3505 的参数和特性函数，对原始轮廓、粗糙度轮廓和波纹度轮廓执行的操作。

注：取样长度的标称值等于截止波长 λ_c。

3.3.13 轮廓记录器 profile recorder

仪器可以具有的允许一种或多种轮廓和/或参数值输出的记录器。

3.4 仪器的计量特性 metrological characteristics of the instrument

3.4.1 静态测力 static measuring force

当针尖静止在表面上且处于量程的中间位置时，针尖施加在表面的力。

3.4.2 静测力的变化 change of static measuring force

针尖上下垂直移动时，测量力的变化。

注：通常这个变化与位移成比例。

3.4.3 动态测量力 dynamic measuring force

连续测量表面时，由针尖加速度导致的力。

注：动态测量力叠加在静态测量力上。

3.4.4 滞后 hysteresis

针尖上下移动时，针尖指示位移与其实际位移之间的差。

3.4.5 正弦波传输特性 transmission function for sine waves

对应于一个给定的滑行速度，本特性取决于被测轮廓的波长和幅度。

注

1 为了表示传输特性，对应于不同的滑行速度和一个给定的幅度，可以给出在规定容许误差极限内可以被传输的最小正弦波长(沟槽的间隔)。

2 测头的传输特性取决于测头所采用的结构。对于给定的仪器，如果测头的结构发生变化，则测头的传输功能也将发生变化。

3.4.6 测头的测量范围 measuring range of probe

触针针尖和转换器能拾取位移的垂直范围，该位移在确定的允许误差范围内，且能够转换为适合于数字化的信号。

3.4.7 仪器的测量范围 measuring range of instrument

仪器能测得位移的垂直范围，该位移在确定的允许误差范围内，且能由仪器转换为适用于数字化的信号，并将其数字化。

3.4.8 模/数转换器(ADC)量化步距 quantization step of the ADC

对应于模/数转换器(ADC)读数中最小有效变化的位移。

3.4.9 仪器分辨力 instrument resolution

仪器能够有效分辨在原始轮廓中相邻点坐标值能力的定量表示。

3.4.10 量程分辨力比 range-to-resolution ratio

仪器测量范围与分辨力之比。

注：对于有几个测量范围的仪器，量程分辨力比是按每个单独的测量范围计算。因此，量程分辨力比不是最大测量范围与仪器最小测量范围的分辨力之比。

3.4.11 测头线性偏差 probe linearity deviation

在测头的测量范围内，实际特性曲线与直线(标称特性曲线)的偏差。

3.4.12 短波传输界限 short-wave transmission limitation

由短波长滤波器 λ_s 所形成的界限，它能分离出总轮廓中按定义不属于原始轮廓、粗糙度轮廓或波度轮廓的短波信号成分。

注：在 GB/T 3505 中已有定义。λ_s 滤波器可以设计成数字滤波器。

3.4.13 轮廓垂直成分传输 vertical profile component transmission

该传输特性表明在原始轮廓中正弦轮廓幅度作为波长的函数在转换器中所衰减的量。

注：该波长传输特性具有符合低通滤波器的标称形式。它通过传感器、放大器、带宽限制器和模/数转换器来实现。在波长的带通段，它们不改变轮廓。垂直轮廓的传输可以包含修正原始轮廓的其他成分。例如：直线对准校正、

导向基准系统偏差修正、特性曲线的线性补偿等等。

3.4.14 轮廓水平位置传输 horizontal profile position transmission

总轮廓上任意位置的水平坐标之间的差值与其对应的针尖水平坐标之间的差值之比。

3.4.15 水平位置传输偏差 deviations of horizontal position transmission

实际轮廓水平位置传输和标称轮廓水平位置传输之差。

3.4.16 原始轮廓传输偏差 deviations of the profile transmission of the primary profile

仪器的实际轮廓传输特性和理论准确地符合 λ_s 滤波器的轮廓传输之间的偏差。

注

1 在带通段，轮廓传输等同于静态触针位移的传输。

2 这个偏差包括仪器模拟部分的频率特性(通常包括仪器机械零件放大器和模/数转换器的频响范围组成)。因为这些频率特性与频率相关，当仪器在使用不同的测量速度时，它们将会不同，在高速测量时最敏感。

3.4.17 零点漂移 zero point drift

当环境温度恒定和触针位置不变时，仪器指示零点的变化。

注：零点漂移的缓慢不定向变化在轮廓获取时可忽略不计，在滤波后的粗糙度轮廓中完全没有。周期性漂移对于滤波后的粗糙度的评定可以接受，但是这个漂移可能影响原始轮廓滤波后的波纹度轮廓。

3.4.18 垂直线性偏差 vertical linearity deviation

垂直方向的实际垂直传输特性曲线与线性回归直线的综合线性偏差(包括从触针到原始轮廓的各功能单元)。

3.4.19 轮廓滤波器偏差 profile filter deviation

所用滤波系统各波长的传输偏差。

3.4.20 轮廓评定偏差 profile evaluation deviation

使用实际算法获得的值与轮廓的真值之间的差。例如：仪器的测量值和一个已标定的样板的真值之差。

注：参数的真值是使用这个参数的理想算法在同一个粗糙度标准轮廓上所获得的值。

3.4.21 触针式仪器的总偏差 total deviation of the stylus instrument

对于一个已定义的参数，用给定仪器评定一个表面所得出的值与真值之差。

注：这个真值是使用按照本标准定义的理想仪器所获得的值。

3.4.22 轮廓记录偏差 deviation of the profile recording

粗糙度或波纹度的数字原始轮廓与在图形打印机、绘图仪和显示器上的对应输出之间的偏差。

注：轮廓记录是将数字轮廓的水平和垂直坐标直接绘成对应于 V_h 和 V_v 的像素坐标。这两个坐标的偏差应该小于输出装置的像素间距。不应出现如线性度、滞后、幅度和相位误差或溢出等额外偏差。记录的传输偏差实际是指原始轮廓、粗糙度轮廓和波度轮廓的记录偏差。

4 仪器特性的标称值

4.1 触针几何结构

理想的触针形状是一个具有球形针尖的圆锥形。

标称尺寸如下：

——针尖半径：$r_{tip}=2\ \mu m, 5\ \mu m, 10\ \mu m$；

——圆锥角：60°，90°。

对于“理想”仪器，如果没有其他指定，圆锥角为 60°。

4.2 静态测量力

当触针在中间位置时，静态测量力的标称值是 0.000 75 N。

测量力的标称变化率是 0 N/m。

4.3 轮廓滤波器截止波长

轮廓滤波器截止波长的标称值从下面系列值中获得：

…mm；0.08 mm，0.25 mm，0.8 mm，2.5 mm，8.0 mm；…mm

4.4 粗糙度截止波长 λ_c、针尖半径和粗糙度截止率 λ_c/λ_s 之间的关系

如果没有其他指定，针尖半径的标准值和对应于截止波长标准值的粗糙度截止率之间的关系按照表 1 使用。

表 1

λ_c mm	λ_s μm	λ_c/λ_s	针尖半径最大值 r_{tip} max μm	最大采样间距 μm
0.08	2.5	30	2	0.5
0.25	2.5	100	2	0.5
0.8	2.5	300	2*)	0.5
2.5	8	300	5**)	1.5
8	25	300	10**)	5

*）对于 $Ra>0.5$ μm 或 $Rz>3$ μm 的表面，通常可以使用 r_{tip}（针尖半径）$=5$ μm，在测量结果中没有明显差别。

**）当截止波长 λ_s 为 8 μm 和 25 μm 时，因具有推荐针尖半径的触针机械滤波所致的衰减特性将位于定义的传输带之外几乎是必然的。既然如此，在触针半径或在形状上的微小变化对在测量轮廓上计算的参数值的影响将是可以忽略的。

如果认为其他截止率是满足应用所必须的，则必须指定这个截止率。

附 录 A
（提示的附录）
符合 GB/T 6062—1985 的仪器

A1 前言

本标准相对于 GB/T 6062—1985 在以下两方面作了重大变化。

——传输特性；

——导头的使用不再是本标准的一部分。

A2 使用 2RC 滤波器的模拟仪器

当用 2RC 滤波器的仪器与在本标准正文中定义的理想仪器（理论准确）测量 *Ra*、*Rz* 等参数时，使用在 GB/T 10610 中指定的滤波器截止波长，所得参数值之间的差别通常是可以忽略的。从工业生产加工中一次加工表面上测得的差值不大于表面上各测量值的自然分散度。

A3 使用导头的仪器

使用导头的仪器只能用于测量粗糙度参数。

A3.1 导头半径

如果使用导头，则它在测量方向上的半径应该不小于所用标称截止波长的 50 倍。如果使用两个同时工作的导头，它们的半径应该不小于标称截止波长的 8 倍。

A3.2 导头压力

通过导头施加到被测表面上的力应该不大于 0.5 N。

附 录 B
（提示的附录）
本标准改进的背景

B1 介绍

以前，人们知道仪器有一个意义明确的基于模拟 2RC 滤波器或具有相同特性数字处理的滤波特性。然而，通常人们并不理解所有的使用仪器在测量短波的能力方面都是有限的。这些极限是由于以下部分或全部因素所致：

a）针尖半径（例如：2 μm、5 μm 等）限制了针尖能进入谷底的程度，因此倒置了一定程度的滤波；

b）触针的形状（例如：四棱锥形、圆锥形、球形）明显降低短波部分表面的还原度（例如：峰的变形）；

c）采样间隔将限制表面上的微细结构的程度（例如：0.25 μm、0.5 μm 等）；

d）采样方法（例如：按时间和水平位移、线性和非线性）可以影响传输特性。

这些因素可以使仪器在还原短波能力方面受到限制。这些限制很难确定，然而确实存在。

它们的影响在某些情况下可以确定（例如：采样间隔），而那些由触针引起的则不能确定（见图 B1）。此外，这些因素中每一个的影响对于不同的表面和滤波器截止波长可能是不同的。这意味着这些因素的综合影响是个不确定的，因此产生一个不确定区域。

既然不能清楚地确定这些限制，本标准提供可确定的下限，或短波截止波长 λ_s 的一套方法，使得不确定区域在测量区域之外。

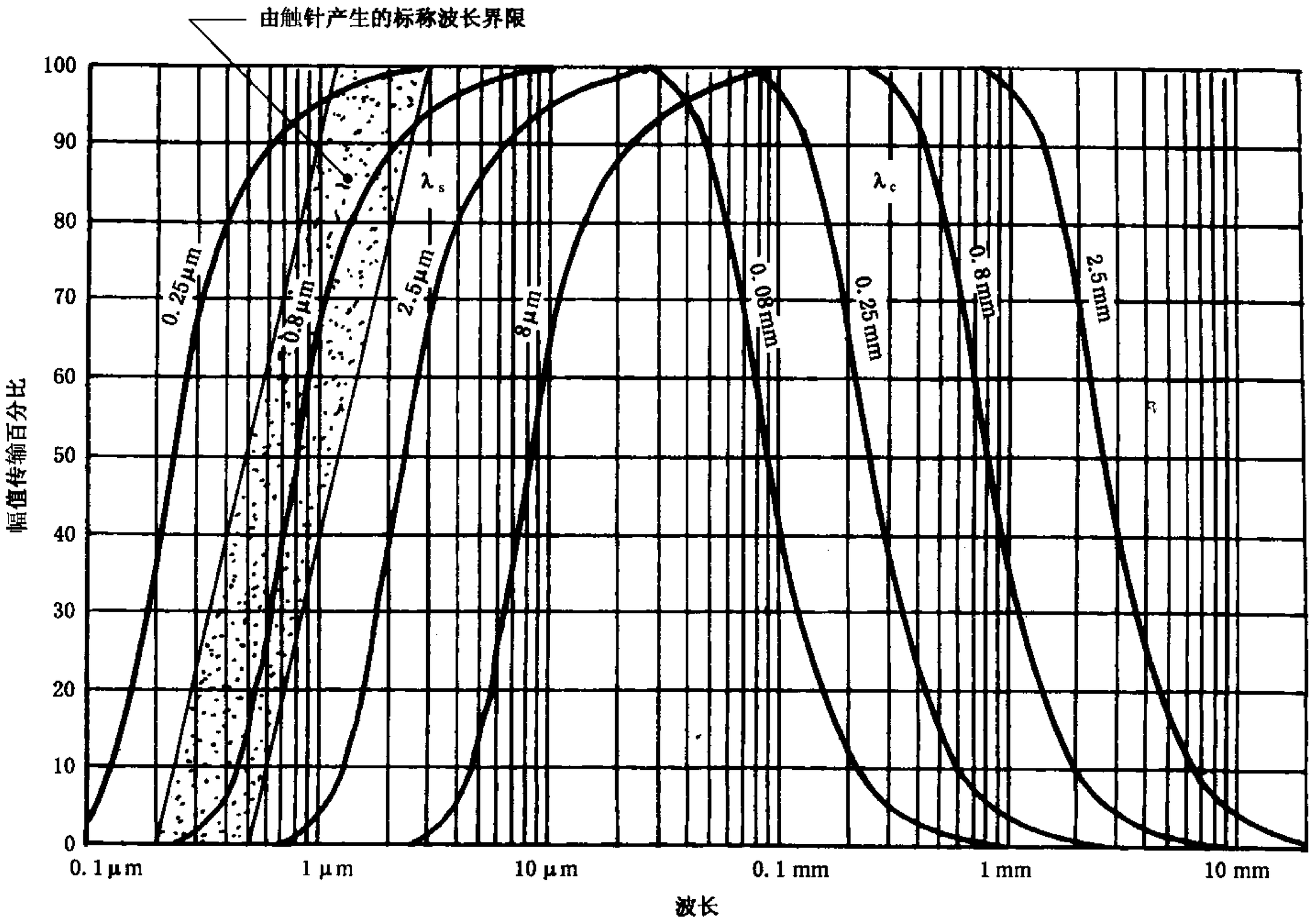

图 B1　高斯滤波器传输特性和 2 μm 触针的不确定标称传输特性

B2　介绍传输带的主要目的

通过使用在本标准的其余部分给出的原则，可以达到下列目的。

a）能够进行“表面对表面”以及“仪器对仪器”之间的测量结果的比对。

本标准的主要目的是能够比较相似的表面（表面对表面）或比较不同仪器的测量结果（仪器对仪器）。为此要求充分地详细说明确定测量结果所涉及的方法和变量。

通过指定一个短的截止波长（λ_s）并注意推荐的触针尺寸，就可能克服引起仪器之间或表面之间缺乏测量可比性的主要因素。

b）提供一个定义“仪器工作范围”的手段

准确定义仪器的工作范围，将使用户能够根据被测零件所要求的功能选择仪器。这些建议在信号处理设备（例如：高保真系统，示波器等等）中是典型的。采用这些建议使得在仪器的技术指标中和所做测量结果中（必需使用正确的触针）能够有一个正确的无歧义的说明。

B3　结论

本标准正文中给出的这些规则，通过应用意义明确的数学方法（即使用高斯形的相位修正滤波器）提供了能够使表面特性更加标准化的合适手段，进而通过寻求对仪器传输特性上下限的控制，能够在仪器间和表面间进行更加准确的测量比较。

附 录 C
（提示的附录）
在产品几何技术规范体系中的关系

C1 关于本标准及其应用的信息

本标准定义了使用轮廓法的基准表面结构的测量仪器。因此，它促进了用于实际轮廓评定的有关表面结构的系列标准中其他标准的应用。本标准规定了影响轮廓评定的基准仪器的性能，提供了接触（触针式）仪器（轮廓计和轮廓记录仪）技术规范的基本原则。

C2 在产品几何技术规范体系中的位置

本标准是一项基础产品几何技术规范标准，它影响标准链中第 5 个环节，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，图示说明在表 C1。

C3 有关的国家标准

相关的国际标准是表 C1 中指出的那些链。

表 C1 产品几何技术规范模式

链环号		1	2	3	4	5	6
要素的几何特性		产品文件表—代码	公差定义—理论定义和参数值	实际要素的定义—特性或参数	工件偏差的评定—与公差极限比较	测量器具要求	校准要求—测量标准器
1	尺寸						
2	距离						
3	半径						
4	角度（以度为单位）						
5	与基准无关的线的形状						
6	与基准有关的线的形状						
7	与基准无关的面的形状						
8	与基准有关的面的形状						
9	方向						
10	位置						
11	圆跳动						
12	全跳动						
13	基准轮廓						
14	粗糙度轮廓					√	
15	波纹度轮廓					√	
16	原始轮廓					√	
17	表面缺陷						
18	棱边						