

理想的探针系统

选择正确的组件和结构以改善测量结果

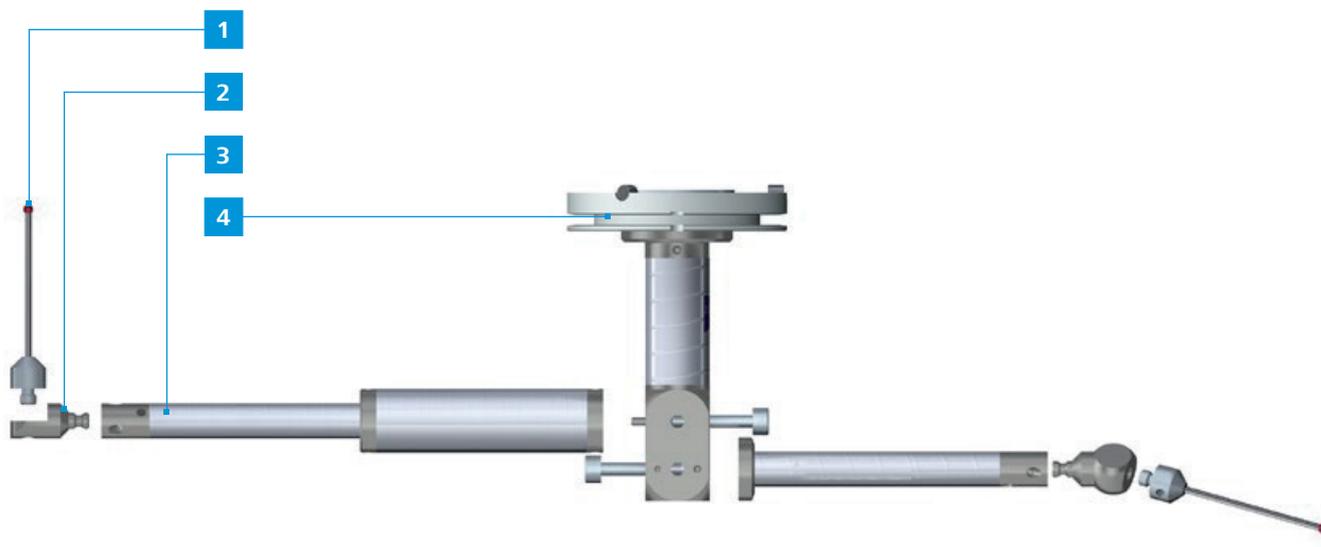


Seeing beyond

探针系统

追求完美

无论是高精度的打点测量还是特定材料的扫描测量，我们都可提供适合任何测量任务的探针系统。许多因素会影响不同组件的选择，这可以解释对于寻找完美探针系统的人们而言，并不存在标准解决方案的原因。本白皮书提供了选择正确组件的基础知识，以匹配每个测量任务和环境。



探针系统组件

1
测针
构成探针系统的核心，并建立到组件的链接。

3
加长杆
使您能探测到深而难以触及的测量点。

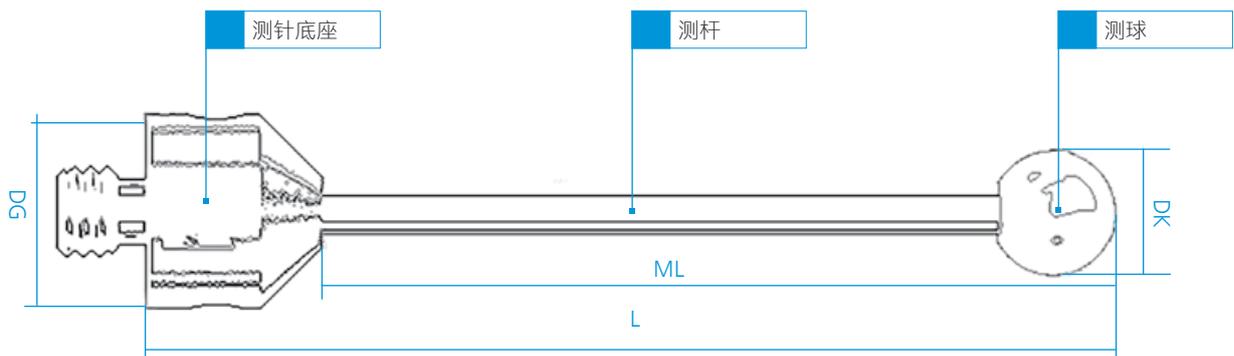
2
连接元件
用于构建复杂的探针系统。

4
吸盘
构成测针和测量机之间的接口。

1 测针

与工件接触的第一个点

测针是探针系统的“头端”，是接触工件的第一个点。甚至包括测针底座、测杆和测球的测针结构也会影响探针系统，从而影响测量结果。



探针组件

规格	缩写	尺寸 (mm)
测球	DK	球体直径
测杆和测球	ML	测量长度
测杆	DS	测杆直径
测针底座	DG	主体直径
测针底座、测杆和测球	L	测针总长度

测球

测球的选择必须考虑三个因素：测针参数、形状和材质。所有功能相互影响，这意味着某些测针形状并非适用于所有材料。

形状



球形测球具有最广泛的应用领域，因为它们在各个方向都表现出相同的探测行为。注意测球的大小：测球越大，机械过滤器就越大。这意味着工件的轮廓将变得平滑。这在形状测量期间通常是理想的。



盘型测针主要用于测量钻孔的内壁和外壁，测量退刀槽，以及定位深槽和大钻孔。然而，这通常会导致较强的表面粗糙度过滤。由于校准过程复杂且耗时，较少使用盘型测针。



圆柱型测针用于二维测量，尤其适合薄板材等窄工件。即使是狭窄的工件边缘，也可以使用圆柱型测针进行测量。确保圆柱轴在机械上与工件上的特征轴精确对齐至关重要。否则，您可能会获得不正确的测量结果。



球形圆柱测针的应用领域与圆柱形测针相似。球形头端有助于确定表面平整度。



半球测针非常适合测量凹槽。当测量任务需要大球体直径时，也可以使用半球测针。由于探针重量的限值，球体被切半，甚至在 XXT 区域被切割。



星型测针可以从任何方向探测工件，因此经常用于测量侧面。它们在四个维度上进行测量，特别适用于测量钻孔。

材质



红宝石

几乎可用于所有情况。优点是可用于制作直径为0.12 mm及以上的超小球体，但在扫描的耐用性方面不如某些其他材料。例如，对于由铝制成的极软材料，工件沉积物可能会聚集在红宝石表面。另外，扫描表面非常坚硬的材料会导致磨损。高精度的球体形状会发生变化，从而丧失精度。

钢

主要用于盘型测针。直径可达100 mm。



氮化硅

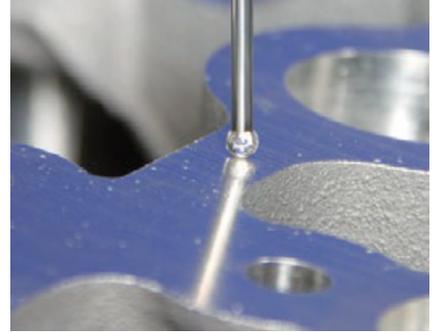
适用于相同的应用和红宝石球测针。扫描铝或其他软材料时，会产生最小的材料沉积。

陶瓷

极轻材料，主要用于大参考球体直径（最大 45 mm）和盘型测针以及扫描粗糙表面。为符合探针在重量方面的限值，半球体由陶瓷制成。

硬质金属

可用于制作特殊尺寸的测针。



金刚石

特别适用于硬质陶瓷表面或者软质铝合金表面的测量。球体不会磨损，且扫描过程中表面不会堆积软材料。

金刚石镀膜

带有金刚石镀膜的陶瓷球体的圆度误差低于150 nm，这使得它们更加精确。

氧化锆

与红宝石相比属于一种相当柔软的材料，用于手动操作测量机的测针。

测针参数

根据测量任务，测针可能有不同的参数要求。因此，在选择球体直径时，必须考虑机械过滤效应。与工件表面的精细结构相比，测针头端相对较大，因此难

以捕捉实际的表面粗糙度。测球直径越大，过滤器就越大。选择球体尺寸时应考虑这一点，如有必要，应选择较小的球体。

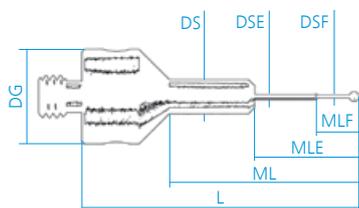
测杆及其设置

测针结构分为两类：阶梯式杆或直杆。

阶梯式杆

优点是测针头端的测杆直径减小，从而有助于实现更好的弯曲强度。

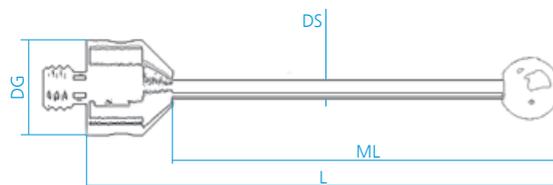
缺点是可用的测量范围小。



带直杆的测针

具有较大的测量长度，故测量范围较大。因此，有时有必要使用直杆测针来达到所有点。

测针来达到所有点。



测杆材质

选择测杆材质时，需要在刚性、重量和热线性膨胀之间实现完美平衡。测针的刚性受材料选择和测杆横截面的影响。由固体材料制成的测杆比由管制成的测杆刚性更好。

材料	重量	热膨胀	挠度	用途
硬质金属	■■■■	////	~~~~	小而细的阶梯式测杆
陶瓷	■■■■	////	~~~~	陶瓷测针的长测杆
ThermoFit	■■■■	////	~~~~	长而粗的测杆

2 连接元件

构建探针系统

有一系列不同的连接元件用于构建探针系统。它们可以是固定立方体、角度块或端角。

标准的连接元件是立方体，因为它允许在不同方向连接多个测针。但也有可自由调节的旋转关节，可以绕纵轴旋转，并支持探针系统的无间隙角度调整。这意味着可以设置任何角度。元件具有多种组合方式。请遵守下列各项：



- 测针系统的连接元件应尽可能少，因为每个接口都可能松动，尤其是在批量测量模式下。这可能会导致刚性下降。如果可能，最好将多个元件组合在单个元件中，例如加长杆和立方体。
- 关节接头等可移动元件可增加测针系统的灵活性。与设置角度块不同，任何角度都可以使用关节接头重复设置。集成的锥形连接器还可以实现空间角度的旋转设置。这确保了探针系统的灵活性。
- 连接元件在靠近测针时变得更薄，将其组合在一起会更坚固、更稳定。
- 对于批量测量模式，固定连接（如铣削角度块）更可取，因为角度在连续操作期间不会移动。

3 加长杆

一般特性

通常，所有加长杆都应该尽可能地具备刚性和轻便性。

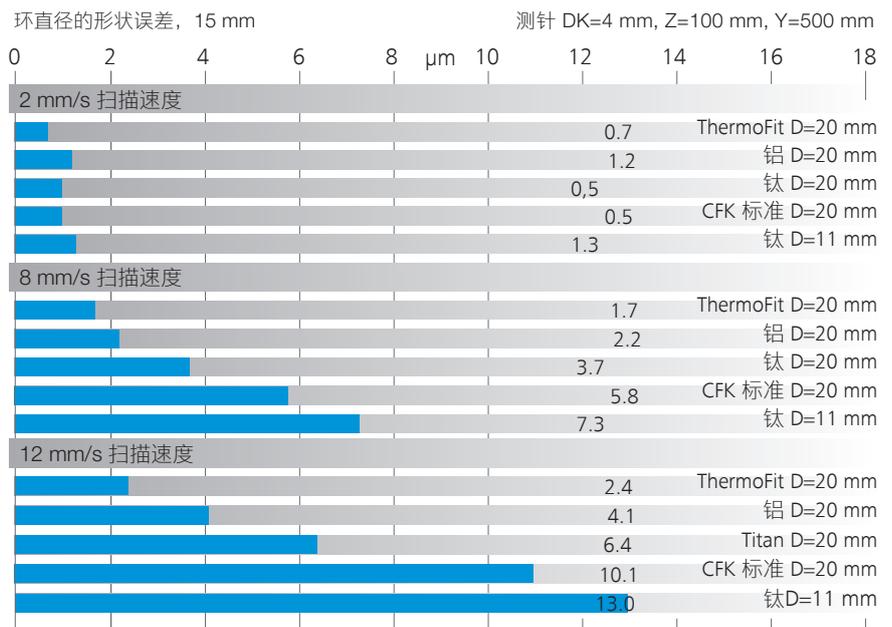
加长杆有助于建立复杂的测针系统。它们使长测针的设置能够测量工件上难以触及的特征。加长杆也可以直接连接到吸盘上，以在 z 方向构建探针系统。两种加长杆选项都支持构建复杂的系统配置，从而减少测针更换次数。

请牢记“从最粗到最细”的指导原则。这意味着吸盘应始终选择最具刚性的加长杆，即较粗的加长杆。仅当靠近工件的可达性变得重要时，才建议使用细加长杆。

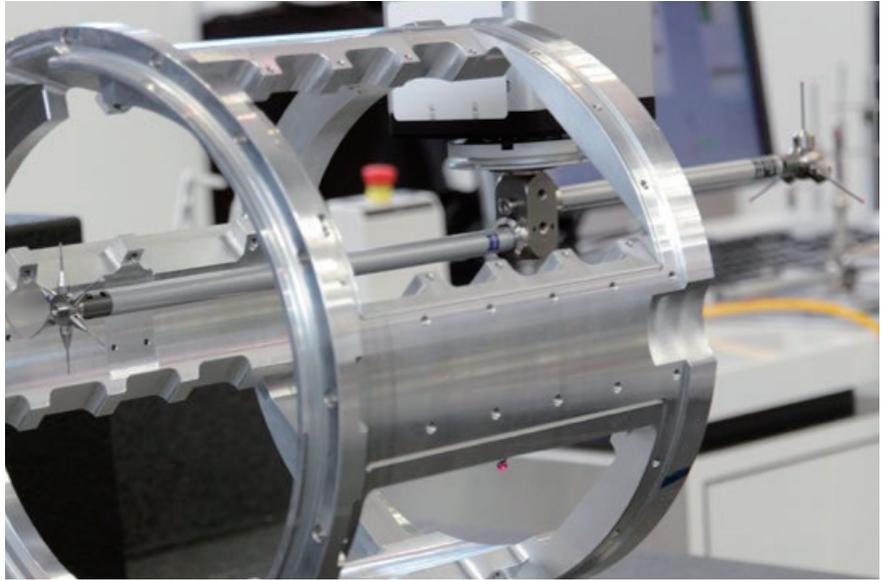


扫描速度

为获得尽可能高的扫描速度和低形状误差，请选择直径大、重量轻、刚性高的加长杆。



加长杆及其材质属性



铝

较轻。热膨胀系数为 $23.4 \mu\text{m}/^\circ\text{C}/\text{m}$ ，属热不稳定材料。此类加长杆仅应用于温控良好的测量实验室。

钛

非常轻。与铝相比，钛加长杆具有更高的刚性和更低的热膨胀系数。此类加长杆仅应用于温控良好的测量实验室。

不锈钢

重量较大，热膨胀系数高达 $16.0 \mu\text{m}/^\circ\text{C}/\text{m}$ 。此类加长杆仅应用于温控良好的测量实验室。

ZEISS ThermoFit

特别轻，因此特别适合对重量要求高的传感器。此外，该材料具有良好的热稳定性，不会在波动温度下膨胀。与传统的碳纤维加长杆不同，它们几乎不会发生热扭。因此，包裹的碳纤维加长杆也可用于生产环境。

材料	重量	热膨胀	挠度	用途
不锈钢	■■■■	////	~~~~	测针加长杆，精确的测量任务
铝	■■■■	////	~~~~	测针加长杆
ThermoFit	■■■■	////	~~~~	测杆，长测针加长杆
钛	■■■■	////	~~~~	测针加长杆底座

4 吸盘

探针的中央接口

吸盘是测针和测量机之间的中央接口。它们用于匹配特定测针。不同供应商的吸盘仅在功能和质量方面有所不同。

ZEISS 吸盘具有编程的 ID 芯片。软件选项“快速更换测针”和“飞扫”仅适用于此 ID 芯片。这些功能意味着您可以节省高达 70% 的测量时间。



结论

完美的探针系统始终取决于所进行的测量任务。

经验法则是：一个好的探针系统仅有少量连接点，具有尽可能高的刚性和耐温性和尽可能轻的重量。探针系统必须能够安全地记录所有探测点。许多传感器对探针系统的重量和长度也有严格的要求。其中一些仅能承载最重15 g的探针系统。在这种情况下，请确保使用尽可能轻的材料。此外，由于不得超过扭矩的限值，重量应尽可能均匀分布。

选择合适的探针系统是减少测量时间的捷径。构建复杂的探针系统可以减少所需测针和系统的数量。这意味着测针更换次数减少，从而节省大量时间和资金。

