

高性能五轴测量



超高速扫描与
离散点测量



消除测量瓶颈



无与伦比的灵活性



五轴测量技术

30多年来，雷尼绍在工业测量领域实现了许多具有里程碑意义的创新，从独创的触发式测头和机动重复定位测座，到可重复的测针交换和模块扫描系统，不一而足。雷尼绍的五轴测量技术代表我们推出的测量功能最具革命性的进步，也是我们开展的最大规模研发项目的硕果之一。

什么是五轴测量？

雷尼绍的五轴测量技术基于先进的测座、传感器和控制技术，测量速度和灵活性无与伦比，同时避免了传统技术自身速度和精确性不可兼得的内在缺点。它不仅提高测量效率，最大程度上缩短生产前置时间，还可以让制造商更全面地评估自己产品的质量。

与基于可重复定位测座或固定测头的系统不同，五轴运动技术可以使测针沿着环绕复杂工件的连续路径测量，无需离开测量表面以更换测针组件或者定位测座。同步坐标测量机和测座运动的控制器算法还可生成最佳测尖运动路径，最大程度上减少坐标测量机的动态误差。



提高测量效率

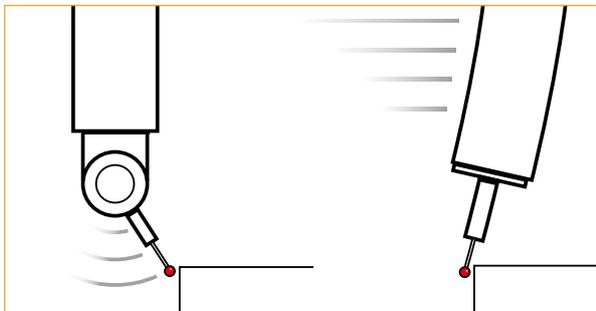
坐标测量机的最佳扫描速度因受机器动态变化限制，一般在80到150 mm/秒之间。但是，在远未达到这一范围前，测量精度就会下降——有效的最大测量速度因此通常停留在10到25 mm/秒之间。

雷尼绍如何做到这一点呢？

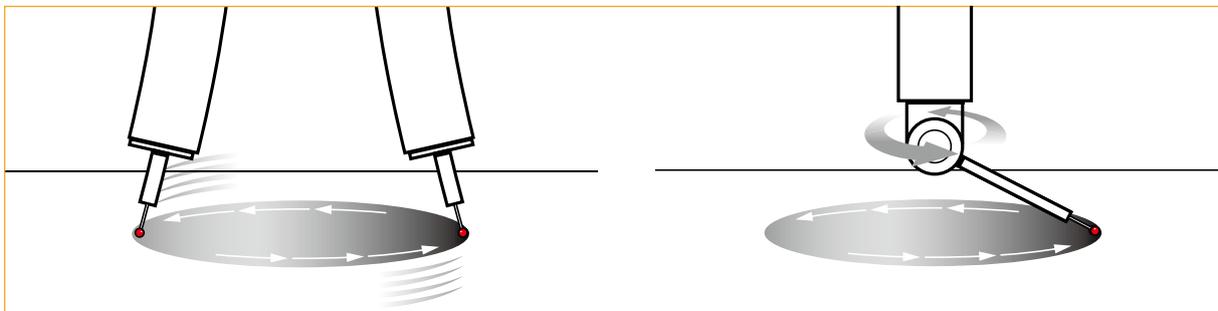
笛卡尔坐标测量机上的非线性运动引起的加速与减速现象会造成机器结构扭曲和偏转，而这些动态偏移导致测量误差随着测量速度和加速度增大而变大。

为避免动态偏移，雷尼绍五轴测量技术最大限度减少机器加速度，同时在工件表面非常快速地移动测针。

坐标测量机动态触发效应



坐标测量机动态扫描效应

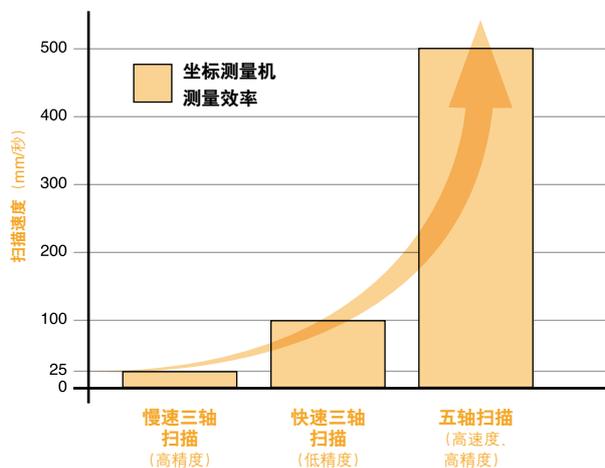


雷尼绍五轴测量技术的优点

雷尼绍五轴测量技术通过尽量减少加速度来降低机器结构的惯性载荷，从而彻底解决动态性能变化问题。雷尼绍动态测座执行绝大部分测量工作，可显著提高效率而不降低精度。

缩短测量周期时间而不降低精度

- 消除测量瓶颈
- 快速过程反馈
- 高速测座和传感器标定
- 定位时间缩短，更多时间用来有效测量
- 避免更换测针组件



雷尼绍独特的五轴测量功能

雷尼绍的五轴测量技术允许您继续沿用当前的测量方法 — 但速度更快并获得新的扫描技巧。内孔可利用触发点、圆周扫描或螺旋扫描进行测量，而曲面和边缘的测量数据可通过测座的快速运动来采集。

雷尼绍五轴测量技术不仅创新了扫描方式，同时还能让您沿用目前已有的测量方法，但速度较以前更快，测量更准确。



五轴扫描

- 五轴同步运动控制
- 测座移动过程中“飞快”采集数据
- 动态二轴测座完成大部分测针运动
- 独特的端部感应测头技术
- 通过五轴同步运动进行扫描，实现非凡的测量灵活性

五轴触发

- “测座碰触”快速获取测量点，精度和可重复性都有所提高
- 五轴运动可省去重复定位测座的时间
- 无级定位功能确保实现最佳特征测量，最大限度地减少测针更换次数
- 五轴同步运动可最大限度减少围绕工件旋转测座所需的空空间，实现在坐标测量机上测量更大的工件

五轴测量控制器技术

运动控制器是控制坐标测量机性能的一个关键因素。雷尼绍的UCC控制器为五轴测量系统提供了强大的平台，给坐标测量机用户带来了前所未有的灵活性和生产效率。

UCC能够以高达500 mm/秒的速度实现五轴扫描，每秒可处理4000个数据点，同时还可使坐标测量机和测座轴无障碍同步运动，因此可确保坐标测量机结构尽可能减少动态偏移，获得最佳测量性能。



雷尼绍的UCC控制器系列支持I++DME命令协议，该协议也为大多数坐标测量机测量软件产品所支持。这个系统基于客户端（应用软件）/服务器（控制器软件）架构运行，而测量性能取决于服务器。

雷尼绍开发出的UCCserver应用程序可全方位管理坐标测量机测量和测头标定。

UCC在以下方面的作用……

……快速无级测座定位

- 同步坐标测量机和测座运动
 - 轨迹规划和控制，最大限度减少非测量移动
 - 独特的五轴运动结合坐标测量机移动

……测量

• 测座碰触

雷尼绍的测座电机控制系统提供独特的测座碰触功能，可在机器不移动的情况下快速采集测量数据。

• 扫描

UCC独有的软件功能可确保在扫描过程中保持测尖在接触扫描表面时正确位移，这正是高速五轴扫描的关键。

- 测座扫描算法：柱形/内孔扫描过程中尽可能增加测座运动，从而减少坐标测量机运动。
- 三轴扫描：通过测座的无级定向和定位功能增强。
- 曲线扫描：扫描过程中通过速度控制和移动测量点结合提高效率 and 精度。
- 快速扫描：通过抛物线表面的宽度和高度近似值定义，利用扫描算法计算不同的形状和表面。

典型改造组件



GMEC — 几何机器误差补偿

UCCSuite包括一整套用于确定和保持坐标测量机的几何测量质量的工具。

几何补偿模型（误差修正）不仅包含18个熟知的补偿功能和3个垂直度误差，还提供对水平测量臂机器和大型双驱动机器的进一步补偿。

数据采集

误差修正数据采集软件可应用于一整套综合设备，比如雷尼绍XL-80激光干涉仪、电子水平仪、雷尼绍坐标测量机空间精度检测规 (MCG)、直尺和长度量棒。它的一个独特功能在于，坐标测量机上难以测量的Z轴滚摆可通过XL-80及其垂直方向直线度光学镜组测得；这在大型坐标测量机进行误差修正时是一大优势。

数据分析

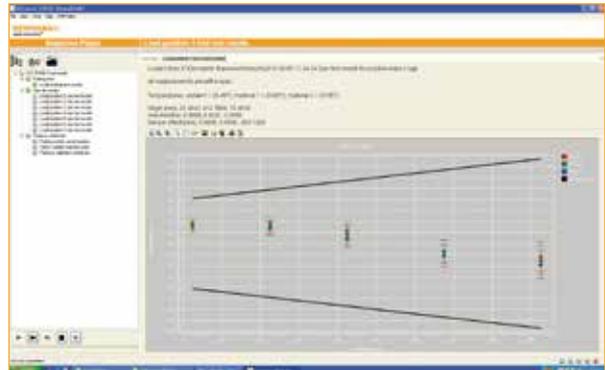
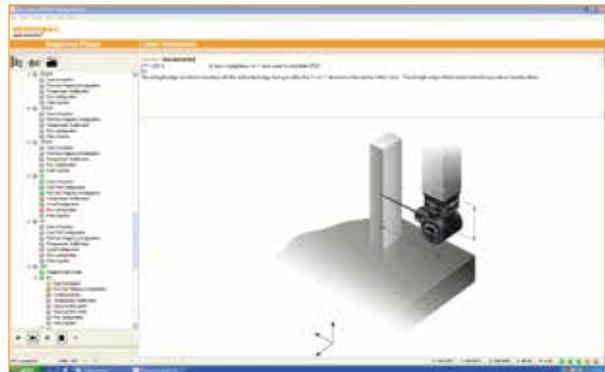
GMEC计算器是一种功能强大的分析工具，可以分析不同设备采集的机器上任何位置或方向的数据：工程师可根据机器配置和可用设备来确定最佳误差修正方法。

如果坐标测量机轴超出设备（例如直尺）长度范围，整轴误差可通过合并整个轴长的数据集来确定。计算器还可以分析冗余数据，在误差修正过程中及早发现错误数据或不一致的机器行为，节约宝贵的时间。

另外，由于每个设备都存在不确定性，因此会在分析中对采集到的数据应用与设备不确定性成正比的加权计算，由此获得补偿参数及其相关的不确定性。

性能维护

利用GMEC计算器内集成的MCG和ISO10360长度量棒测试，机器误差修正维护过程被大大简化。采集的数据经过分析后，将用于更新现有的机器误差补偿，实现最佳测量性能。



改造服务

雷尼绍的五轴测量技术可为您现有的坐标测量机注入新的活力

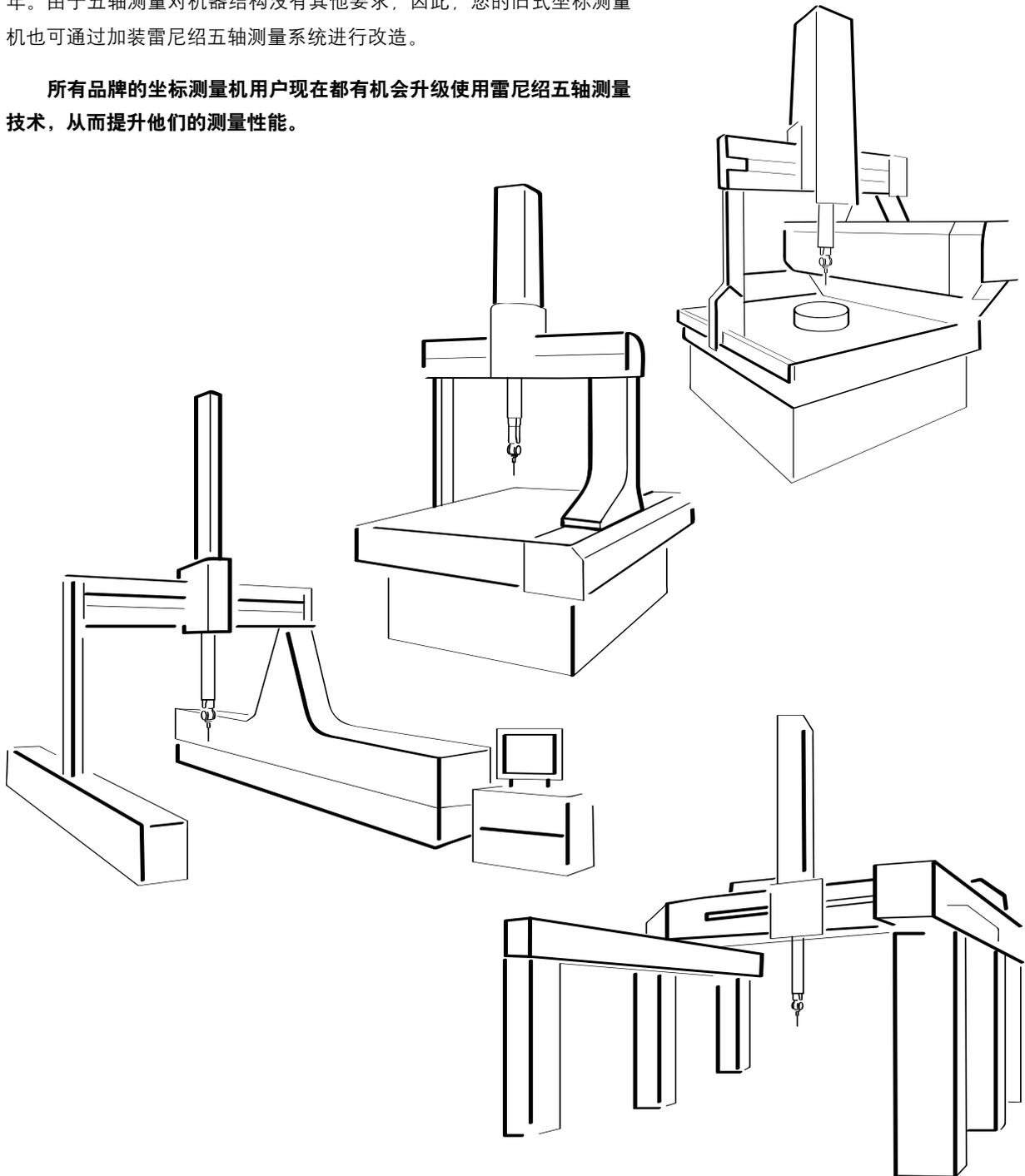
对于任何制造型企业来说，测量都是必不可少的环节，它为制造过程控制和产品检验提供重要信息。但是，如果旧式的坐标测量机不能与日益变化的测量需求同步，则可能导致生产出现瓶颈。在这种情况下，升级无疑会带来良好的经济和环境效益。

大多数坐标测量机结构都不会严重磨损，因此完全可以继续使用多年。由于五轴测量对机器结构没有其他要求，因此，您的旧式坐标测量机也可通过加装雷尼绍五轴测量系统进行改造。

所有品牌的坐标测量机用户现在都有机会升级使用雷尼绍五轴测量技术，从而提升他们的测量性能。

操作优点

- 测量效率显著提高
- 软件功能更强大，更具实用性
- 自动化操作，成本更低
- 富有前瞻性的投资



PH20 — 动动你的测头！

雷尼绍屡获殊荣的REVO®率先采用的五轴技术现在可用于触发应用，这将对所有尺寸的坐标测量机的检测时间、成本、功能和灵活性产生重大影响。

测量效率显著提高

PH20独特的“测座碰触”可以仅通过移动测座、而不是坐标测量机结构来采集测量点。

仅使用测座的快速旋转运动，可更快地采集测量点，并且提高了精度和可重复性。

此外，五轴运动可省去旋转测座的时间。

综合上述因素，这些速度的显著提高使得新系统的测量效率比传统系统提高了两倍。

在任意角度均易于测触特征

PH20的无级定位功能可保证最佳的工件测量，最大限度地减少测针的更换次数。

五轴同步运动最大限度减少测座围绕工件旋转所需的空间，实现在坐标测量机上测量更大的工件。

PH20使用工件坐标系自动对齐，可避免测针碰撞，而且无需精密夹具。



内置行业标准TP20测头

PH20测座的用户可以直接配用一系列成熟的TP20测头模块，提供各种测力、方向感应选项和加长杆，以满足应用需求*。磁力式模块可提供碰撞保护，并可以利用MCRNI交换架实现自动交换。

*不包括高测力模块



触发测量性能显著提高

- 可重复性
 - 使用“测座碰触”方法时获得提高
- 精度
 - 通过使用基于特征方向的标定和“测座碰触”而获得提高
- 预行程变化
 - 自动补偿
- 模块更换
 - 端部偏置自动修正

TP20测头系统

TP20为触发式测头，可允许用户手动或自动更改测针配置，无需重新标定。

模块系列

目前提供一系列适合不同应用的测针模块：



- 低触发力模块 (LF) 采用高精度的短测针，可用于测量易碎材料。



- 中等触发力模块 (MF) 适合在使用较长测针时抗振动。



- 标准触发力模块 (SF) 适合大多数应用。



- 六向模块 (6W) 用于测量刀槽和凹槽。



- 两个标准触发力加长模块 (EM1和EM2) 延长了测量距离，并且测量性能高于同等长度的测针。



快速标定

为PH20开发的独特“推论标定”技术可一次确定测座方向和测头位置，从而实现以任意测座角度完成后续测量。

标定过程将定期重复进行，以便符合质量管理程序或修正测头碰撞问题，因此日积月累，可以节省大量的时间。

在新购坐标测量机上使用或用作对现有设备的改造

- 设计紧凑 — 适合各种使用刀柄或轴套安装的坐标测量机
- 雷尼绍坐标测量机控制器 — 与I++DME通信协议兼容，适用多种测量软件
- 可重复定位测座兼容性 — 在多数情况下，无需修改现有程序
- 内置TP20测头 — 可实现现有设备的重复使用
- 机械轴承 — 无需气源

测量效率分析



阀组 — PH20与传统机动可重复定位测座测量对比

测量效率提高了300%

我们用传统机动可重复定位测座测量阀组。我们在同一坐标测量机上安装了PH20，测量相同的功能，在同一工件设定相同数量的测量点。坐标测量机速度和加速设定保持不变。

测量结果

- 测量8个内孔

使用前

- 三轴机动可重复定位测座，测量时间 = 1分52秒

使用后

- 采用PH20五轴触发测头，测量时间 = 37秒

测量过程的测量效率提高了300%

标定

- 使用前：1个测尖，8个位置，4分钟
- 使用后：1个测尖，所有位置的推论标定，2分30秒

标定过程的测量效率提高了37.5%

REVO® – 五轴多类型传感器扫描系统

REVO®是雷尼绍公司推出的具有革命性创新意义的测座和测头系统。REVO®系统的每个过程和功能都能帮助用户达到之前无法达到的检测效率：

- 复杂轮廓的五轴扫描：REVO®以超高扫描速度收集大量高精度检测数据的功能具有无比价值。
- 利用伺服测座无级变化二轴运动高速收集触发点。
- 获得专利的创新端部感应测头技术允许感应测头十分贴近测量表面，提高测量精度。
- 新颖标定方法，雷尼绍五轴测量端部感应测头只需一次测尖标定即可在所有旋转角度准确测量，设定步骤一般会节省几个小时。
- 无级定位和五轴同步运动，便于测量各种特征尺寸。

REVO® 动态扫描测座

REVO®测座的两轴采用了球形空气轴承技术，通过与高分辨率编码器相连的无刷电机驱动，实现快速的超高精度定位。



测量更快速

- 表面测量速度比三轴扫描快50倍

测量更多点

- 每秒采集率达到4000点

测量精度更高

- 采用REVO®端部感应测头

测量更多特征

- 无级定位的灵活性无与伦比

不影响测量性能

- 100%检测实现最佳工件验证和过程控制

测量表面粗糙度

- 无电源式C轴旋转实现最佳特征测量
- 自动完成更多测量任务

REVO®测头

RSP2

RSP2是一种专门用于REVO®系统的精巧的轻型端部感应测头，能够进行二维扫描(x, y)和三维触发测量。

RSP2有一个通用测头体，多种不同长度的测针架均可安装在上面，最大工作长度可达500 mm。RSP2工作时使用带遮光罩的激光，激光直接射到测针端部的反射镜上。测针接触工件发生弯曲，反射镜产生位移。接着，偏离的激光返回路径被感应，并且由于反射镜与测球紧密相连，因此可测出测针端部的准确位置。扫描过程中的测力极小，使测针磨损降到最低程度。



RSP3

RSP3为REVO®系统提供三维扫描(x,y,z)功能，并可安装曲柄测针进行测量。

RSP3用于三轴扫描，例如在测量过程中，使用固定的REVO®测座角度。该测头系列可以使用不同长度的测针，同时保持优异的测量性能。

RSP3带有基于SP25M技术的旋转运动系统，带两个膜片弹簧，一个RSP3弹簧允许在所有方向运动，另一个（枢轴）弹簧在（测头）X和Y方向不能运动，而在Z方向可以运动。

与SP25M不同，RSP3测头和模块元件为一体式设计。目前，我们提供各种RSP3测头，可与不同长度的测针配用。



REVO®表面粗糙度检测测头 (SFP1)

表面粗糙度测量通常需要使用手持式传感器，或需要将工件搬到专用测量机上。

但是REVO®SFP1测头将表面粗糙度检测功能整合到坐标测量机测量中，您可以在扫描和表面粗糙度测量之间自动切换。

测头作为REVO®系统的一部分，具备多种优点：

- SFP1测头能够充分利用REVO®测座的无级定位。
- 无电源式C轴实现了工件周围任一所需方向上的测量。
- 表面粗糙度标定块 (SFA) 安装在MRS交换架上。
- 通过标准MRS交换架和RCP端口自动更换（测头和测针架），实现了表面粗糙度测量与标准坐标测量机检测程序的完全整合。

测头特性：

SFP1为滑动式测头，钻石测尖半径为2 μm，对表面形成的常力大约为1 mN。

直测针架和曲柄式测针架便于测量各种特征尺寸。配有直测针架的测头尺寸可实现直径10 mm、深100 mm的内孔的测量。

表面测量能力：6.3至0.05 Ra。

输出：可利用I++协议将Ra和RMS测量值从UCCServer传输至应用软件客户端。



REVO®测头对照表

	测头类型		
	RSP2	RSP3	SFP1
端部感应	是	否	是
曲柄式测针	否	50 mm	是 (SFS-2)
感应轴	XY扫描 XYZ触发	XYZ扫描 XYZ触发	不适用
测头更换	是	是	是
测针交换	是	是	是



REVO®测头标定

对传统的坐标测量机进行标定需要花费大量的时间，而这些时间本可用于测量工件。REVO®标定方法采用安装在工作台上的测球，简单且实用，可测定测座和测头的实际几何尺寸，允许在单个操作中挑选任意位置进行测量。

REVO®测头交换架系统

REVO®测头交换架系统允许自动更换REVO®测头和测针架，通过一系列测针配置提高灵活性。

RCP7C是专为更换RSP2、RSP3和SFP1测头所设计的热控端口。

RCP7C的主要特征如下：

- 不用时将测头保存在工作温度下，以实现最佳测量性能。
- 可更换RSP2、RSP3和SFP1测头。
- 与MRS兼容。

RCP2的配置用于更换RSP2和SFP1测针架，而FCR25用于更换RSP3测针架。

测量性能

雷尼绍的五轴测量采用REVO®系统，测量性能优异，而且扫描速度空前加快。

REVO®即使利用长测针（测针架）进行测量，也比采用标准测座和传感器要精确。

凭借雷尼绍五轴测量系统，您将获得一如既往的测量精度，而且测针更长，速度更快。

REVO® 测量效率研究

REVO® 五轴高速、高精度测量具有诸多优势，显著提高了测量效率。

我们选择了两种当前的应用，对比现有三轴测量方法和REVO® 系统测量的实际周期时间。

测量效率分析



汽缸头测量效率提高了690%

阀门座和阀导测量是汽车汽缸体中最棘手的测量任务之一。REVO® 测座采用螺旋扫描，采集了数以千计的数据点，根据这些数据点可以确定高度、直径、阀门座宽度和形状。

测量结果

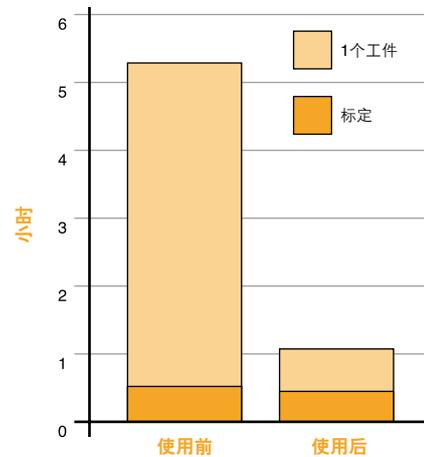
- 12个阀门座
- 12个阀导

使用前

- 三轴扫描速度为15 mm/秒
测量时间 = 29分13秒

使用后

- REVO® 扫描速度为400 mm/秒和50 mm/秒
测量时间 = 3分42秒
测量效率提高了690%



测量效率分析



航空发动机叶盘测量效率提高了922%

叶片盘（又称“叶盘”）存在极端的测量挑战，通常需要多次测座定位。

雷尼绍五轴测量通过连续扫描叶片断面、叶片表面以及根部轮廓，大大缩短了测量周期。

测量结果

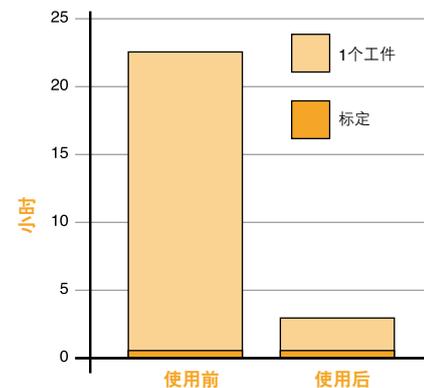
- 对每个叶片进行9次断面扫描、8次纵向扫描和2次根部轮廓扫描
- 1次内齿轮断面扫描

使用前

- 三轴扫描速度10 mm/秒，
测量时间：1个叶片 = 46分，
全部29个叶片 = 22小时11分

使用后

- REVO® 扫描速度200 mm/秒，
测量时间：1个叶片 = 4分30秒，
全部29个叶片 = 2小时10.5分
测量效率提高了922%



关于雷尼绍

雷尼绍是世界工程技术领域公认的领导者，在产品开发 and 制造技术的创新方面享有盛誉。自1973年成立以来，雷尼绍便致力于为全球不同规模的企业提供创新产品，旨在帮助企业提高生产力、改善产品质量并提供性价比优异的自动化解决方案。

遍布世界各地的子公司及经销商为用户提供优质服务和技术支持。

产品包括：

- 用于设计、原型制作及产品制造的增材制造和真空铸造技术
- 口腔CAD/CAM扫描系统和口腔产品
- 用于高精度线性、角度和旋转位置反馈的编码器系统
- 坐标测量机 (CMM) 与比对仪专用夹具系统
- 用于加工作件比对测量的比对仪
- 用于恶劣环境的高速激光扫描系统
- 用于机器性能测量和校准的激光干涉仪与球杆仪
- 用于神经外科的医疗设备
- 用于数控机床工件找正、对刀及检测的测头系统和软件
- 用于材料无损分析的拉曼光谱仪
- 坐标测量机专用传感器系统和软件
- 坐标测量机和机床测头专用测针



扫描关注雷尼绍官方微信

如需查询全球联系方式，请访问 www.renishaw.com.cn/contact



RENISHAW已尽力确保发布之日此文档的内容准确无误，但对其内容不做任何担保或陈述。RENISHAW不承担任何由本文档中的不准确之处以及无论什么原因所引发的问题的相关责任。

