

**雷尼绍FORTiS™封闭式光栅助力TGT提升磨削精度和性能**

经过测试和评估，TGT在新型刀具磨床系列上选用雷尼绍FORTiS™封闭式光栅。FORTiS光栅系统具有安装简便等领先特性，可帮助TGT提升机床性能。

**背景**

数控机床的加工精度受诸多因素的影响，包括机床机械结构、控制电子元器件、机床刚性、热稳定性，以及切削刀具的几何精度。

小型切削刀具需要精密磨削，以确保刀具的几何精度。精密刀具磨削是一种机床加工式生产工艺，  
它利用研磨材料进行磨削，以满足切削刀具的几何形状和尺寸公差要求。

随着印度制造行业的精密加工需求剧增，印度的机床市场现已成为全球增长最快的市场之一。为抓住  
机遇并满足日益增长的市场需求，印度的Tool Grinding Technologies Inc. (TGT) 公司开发了一系列精密刀具磨床，这些磨床配备直线电机和雷尼绍FORTiS封闭式绝对直线光栅，成功提高了加工精度和制程稳定性。

**挑战**

近年来，直线电机技术日趋成熟，在工业应用中承担着日益重要的作用。现代直线电机的设计在散热、推力和成本方面实现了显著改进。自动化系统以及精密磨床等数控机床越来越多地采用直线电机替代  
传统的滚珠丝杠。直线电机伺服系统的精密度和精确度很大程度上依赖于光栅的线性位置反馈的质量。电子细分误差（一个信号周期内的测量误差）是实现平稳的速度控制的关键技术参数；刀具磨床制造商都非常清楚，速度控制稳定性对于刀具的表面光洁度非常重要。同时，低位置抖动有助于优化伺服环  
增益。

数控机床轮廓磨削工艺利用刀具磨床各轴的微增量线性移动来产生插补轨迹；因此，精确的运动控制  
至关重要。

刀具磨床的工作环境非常恶劣，不仅在加工过程中会产生振动，而且充斥着冷却液和磨削切屑等污染物。在机床振动的同时，光栅有可能以固有频率共振。因此，如果光栅能够减缓共振，防止高振幅扰动进入位置控制回路，那么就可以提高定位精度。按照这个原理，采用调谐质量减振技术的光栅可显著提升  
数控机床的性能。

TGT的董事之一Ranganatha先生说道：“以前，TGT的磨床采用的是滚珠丝杠。为了进一步提高精度并长期保持高精度，我们决定在新型号中采用直线电机。这个设计涉及很多技术因素。我们需要解决的  
问题包括：直线电机的环境保护，光栅安装，抗冲击能力，以及维护和维修要求。”

**解决方案**

TGT新型刀具磨床的直线电机需要通过光栅获得线性位置反馈，因此必须采用适用于恶劣环境的封闭式直线光栅。作为雷尼绍的长期客户，TGT与雷尼绍工程师一起对FORTiS光栅进行了测试和评估。

FORTiS封闭式光栅基于业内成熟的RESOLUTE™绝对式光栅技术而设计，抵御液体和固体碎屑污染物侵袭的能力极强。这款光栅还采用专门设计的集成式调谐质量减振器，不仅具有业界领先的30 g抗振性，还可确保显著抵抗光栅以固有频率振动。因此，FORTiS光栅能够大幅降低伺服控制回路受干扰的风险。

“多年来，雷尼绍产品给我们带来了很好的使用体验，比如LP2测头系统和用于直驱转台的RESOLUTE绝对式光栅等，这些产品的性能都很出色，”Ranganatha先生说道。“当雷尼绍针对我们的新型磨床推荐FORTiS封闭式光栅时，我们毫不犹豫就立即开始进行必要的测试和评估工作。”

作为印度领先的刀具磨床制造商之一，TGT近年来率先推出采用直线电机的精密刀具磨床。

V2 ADVANCED Maxima

2021年，TGT推出V2 ADVANCED Maxima，这是一款五轴高精度刀具磨床，由三个线性轴（X、Y和Z）和两个旋转轴（A和C）组成。

这款机床的横向X轴和纵向Z轴均采用圆筒型直线电机，冲程分别为300 mm和680 mm。两个轴都配备了FORTiS-S™封闭式光栅系统，这是FORTiS系列光栅的标准型号。

垂直Y轴标配一个滚珠丝杠系统，但客户也可根据需要选用配备FORTiS-S光栅的直线电机。旋转A轴  
安装在旋转C轴上，两个轴都利用配备RESOLUTE绝对式圆光栅的直驱电机来控制工件的方向，以减小反向间隙。

RESOLUTE和FORTiS-S光栅均输出BISS-C串行通信，可与Beckhoff控制器直接通讯。在加工过程中，A轴旋转装夹在工件主轴上的工件，同时线性轴（X、Y和Z）控制砂轮的位置。

这款刀具磨床还配备雷尼绍LP2系列测头系统，用于在磨削之前执行工件找正。在产品开发的早期阶段，TGT对分辨率从10 nm到1 nm的一系列FORTiS-S封闭式绝对光栅进行了测试。为了实现理想的机床  
整体性能，TGT最终选用分辨率为1 nm的FORTiS-S光栅。

Microma Auto

Microma Auto是一款外圆磨床，用于制备普通钻头、立铣刀和型削刀具等切削刀具毛坯，它由四个线性轴（X、Y、Z和V）组成。

在加工之前，先将刀具毛坯装夹在工件主轴的夹头上，并利用LP2测头系统进行工件检测和找正。  
在加工过程中，V轴上安装的V型夹持器（V型块）旋转工件，同时纵向X轴（即进给轴）线性驱动工件。工件进入研磨站后，将被送入到两个砂轮（粗加工轮和精加工轮）之间，这两个砂轮分别沿Y轴和Z轴  
驱动，并且相互垂直。Microma Auto的一大优势是：一次完成整个制程。

该机床的运动学特性是，工件主轴（X轴）和V型块所在轴（V轴）在同一条直线电机导轨上，但由不同的直线伺服电机驱动。

X轴和V轴滑轨连接不同的FORTiS光栅读数头，但使用FORTiS双读数头系统的同一条封闭式绝对栅尺。两个读数头分别以10 nm的分辨率，将工件的X轴位置和V型块的V轴位置反馈给控制器。这样，FORTiS光栅就能够在150 mm行程的轴上实现3 µm的定位精度。

使用FORTiS双读数头封闭式光栅的一大优点在于，它可以简化机床的机械结构，从而节省空间并降低成本。Ranganatha先生说：“选择FORTiS双读数头直线光栅的一大原因是，它的安装和维护更快速、  
更简便。”

FORTiS封闭式光栅采用创新型非接触式机械设计，无需轴承、弹簧和导向滑架等组件。这种设计可  
减少磨耗，大大降低维护和维修过程中的破损风险，从而延长系统的使用寿命。

FORTiS光栅读数头配备雷尼绍的LED安装指示灯和精心设计的安装附件，可确保光栅安装直观明了、一次成功。相比于传统的光栅系统，FORTiS的安装用时大大缩短，即使在空间受限的应用场合也不  
例外。

安装人员可通过标准USB连接器将高级诊断工具ADTa-100连接至运行雷尼绍ADT View软件的计算机，从而实现更多功能。该软件具有用户友好型图形界面，可显示高级诊断信息，包括关键的光栅性能参数，例如沿整个轴的信号强度等。

在机床组装过程中，TGT的技术人员使用ADTa-100硬件将FORTiS光栅连接至ADT View软件。该软件可实时显示机床各轴上不同位置的信号强度，以便技术人员了解哪些位置需要微调，甚至可以在切断  
机床电源的情况下对FORTiS光栅进行校准。

**结果**

FORTiS光栅的安装过程简便快捷，帮助TGT节省了大量制造和维护时间。

Ranganatha先生表示：“FORTiS封闭式光栅的安装非常简便，大大提高了我们的生产效率。如果使用  
高级诊断工具ADTa-100，在接受雷尼绍的相关培训之后，我们的工程师在短短15分钟内便可完成单轴安装。如果只使用读数头LED指示灯，我相信速度会更快。通过LED指示灯，我们能够快速确定光栅的状态；当机床出现故障时，还有助于提高诊断准确性。”

“雷尼绍的专业团队经常和我们探讨我们的技术。FORTiS封闭式光栅可以根据轴长、位置分辨率和串行通信协议提供各种选项，因此我们在机床设计方面拥有更大的自由度，”Ranganatha先生说道。

“虽然我们是第一次使用FORTiS光栅，但是对它的设计充满信心。我们的新型磨床已经装配了FORTiS光栅，现在已经进入批量生产阶段。我们非常看好未来磨床的发展。近年来，印度国内的汽车和航空  
航天行业方兴未艾，切削刀具的市场需求也随之激增，我们从中受益良多。随着市场对磨床的需求日益增长，我们看到越来越多的竞争对手开始涌现。未来，TGT将着力于优化机床性能，”Ranganatha先生总结道。

详情请访问www.renishaw.com.cn/encoders

**-完-**

**关于雷尼绍**

雷尼绍是世界领先的工程科技公司之一，在精密测量和医疗保健领域拥有专业技术。公司向众多行业和领域提供产品和服务 — 从飞机引擎、风力涡轮发电机制造，到口腔和脑外科医疗设备等。此外，它  
还在全球增材制造（也称3D打印）领域居领导地位，是一家设计和制造工业用增材制造设备（通过金属粉末“打印”零件）的公司。

雷尼绍集团目前在37个国家/地区设有79个分支机构，员工逾5,000人，其中2,500余名员工在英国本土工作。公司的大部分研发和制造均在英国本土进行，在截至2021年6月的2021财年，雷尼绍实现销售  
收入5.656亿英镑，其中95%来自出口业务。公司最大的市场为中国、美国、日本和德国。

了解详细产品信息，请访问雷尼绍网站：www.renishaw.com.cn

关注雷尼绍官方微信（雷尼绍Renishaw），随时掌握相关前沿资讯：

