

应用说明： FORTiS™封闭式光栅为机床设计 提供更多选择

就机床设计而言，直接反馈可提供出色的动态位置控制性能

半闭环系统在各种机床设计中很常见，此类系统中，滚珠丝杠螺距尺寸实际上构成了测量误差的一部分。众所周知，滚珠丝杠和其他组件的热效应会造成定位误差，但利用各种温度控制措施可在很大程度上减小该误差。在位置精度和重复性方面，若半闭环系统的机床具有这些特性，其性能将明显优于不具有这些特性的机床。

然而，相比半闭环定位系统，一个普遍认可的事实是，在闭环定位系统中，由于直线光栅提供机床线性轴的直接反馈，因此该系统通常在动态位置测量中具有更高的性能。换句话说，对于闭环系统，提升制造精度便可使一台好机床的性能更出众。

由于用户对公差的要求日益严格，机床规格随之也在不断提升；机床设计选择半闭环反馈还是全闭环反馈，无疑成了一个关键的考虑因素。



无论是作为制程控制框架的基础，还是仅仅为获得更高的加工精度，越来越多的用户都倾向于选择采用闭环定位系统的机床。雷尼绍推出的FORTiS™封闭式直线光栅系列可帮助更全面地分析这一命题——它可成为机床制造商标准产品配置的组成部分，也可作为客户可选的高性能选配方案。

为什么选择雷尼绍的封闭式直线光栅？

数十年来，雷尼绍品牌的校准、测头测量、对刀、比对测量和坐标测量产品一直受到机床制造商和工业用户的青睐。

雷尼绍还依托现代光学技术，开发了数量庞大的开放式光栅产品。这些光栅屡经行业检验，成功用于各类行业和领域的精密测量和运动控制应用。

雷尼绍运用多年来在机床应用、测量、位置测量及运动控制领域的丰富经验，开发出一款创新型封闭式直线光栅，与目前的传统封闭式光栅相比，具有明显的优势。

封闭式直线光栅已经问世多年，此类光栅适用于恶劣环境，遵循一套共同的设计原则，比如安装孔布局、栅尺壳体尺寸，以及为读数头提供运动导向的内部机构。FORTiS光栅系列采用传统外形和螺栓孔布局，但又具备了创新型非接触式机械设计的优点。

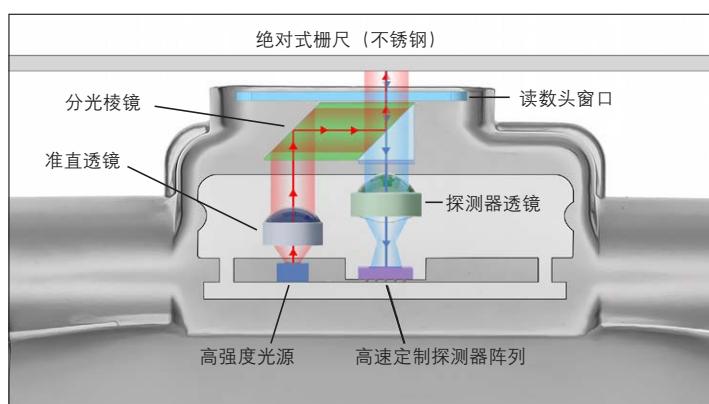


图1. 密封式读数头内部放置一个微型超高速数字摄像机，读取单码道、精细栅距($30\mu m$)栅尺，抗污性能更出色

FORTiS光栅有何不同？

FORTiS光栅的结构和外形兼容封闭式光栅的其他传统设计。测量长度也与现有机床设计相匹配，FORTiS-S™（标准型）测量范围为140 mm至4,240 mm，FORTiS-N™（细窄型）测量范围为70 mm至2,040 mm。这些光栅提供最常用的控制器通信协议，分辨率选项从50 nm到0.5 nm。雷尼绍还推出了多读数头光栅系统和功能安全型号。

然而，FORTiS光栅系统的内部结构包括一系列不同于传统封闭式光栅设计的创新特性。

栅尺并非玻璃材质，而是由坚固耐用的不锈钢制成，其热膨胀系数 (CTE) 为 $10.1 \pm 0.2 \mu\text{m}/\text{m}^{\circ}\text{C}$ ，与大多数机床所用基体材料的热膨胀系数相近。热膨胀系数值接近有助于降低由热效应导致的误差，提高测量的确定性。低于10 nm RMS的低位置噪声（抖动）和仅 ± 40 nm的低电子细分误差 (SDE, 即一个栅尺刻划周期内的误差)，使得光栅反馈具有优异的保真度，可确保更稳定的速度控制和超强的位置稳定性。

密封式读数头内部放置一个微型超高速数字摄像机，读取单码道、精细栅距 (30 μm) 栅尺，抗污性能更出色，如图1所示。读数头移动时，与栅尺没有任何接触，这与传统的光栅设计（包含带有精密滚子轴承和弹簧的接触式导向机构）相比，具有明显优势。

无内部运动或滑动部件，消除了磨损，极大地降低了栅尺破损风险，提高了可靠性，从而延长系统的使用寿命。

此外，与机械接触式系统设计相关的滞后和反向间隙误差（如图2所示）得以降低，从而提升工件形状精度和表面精细程度。

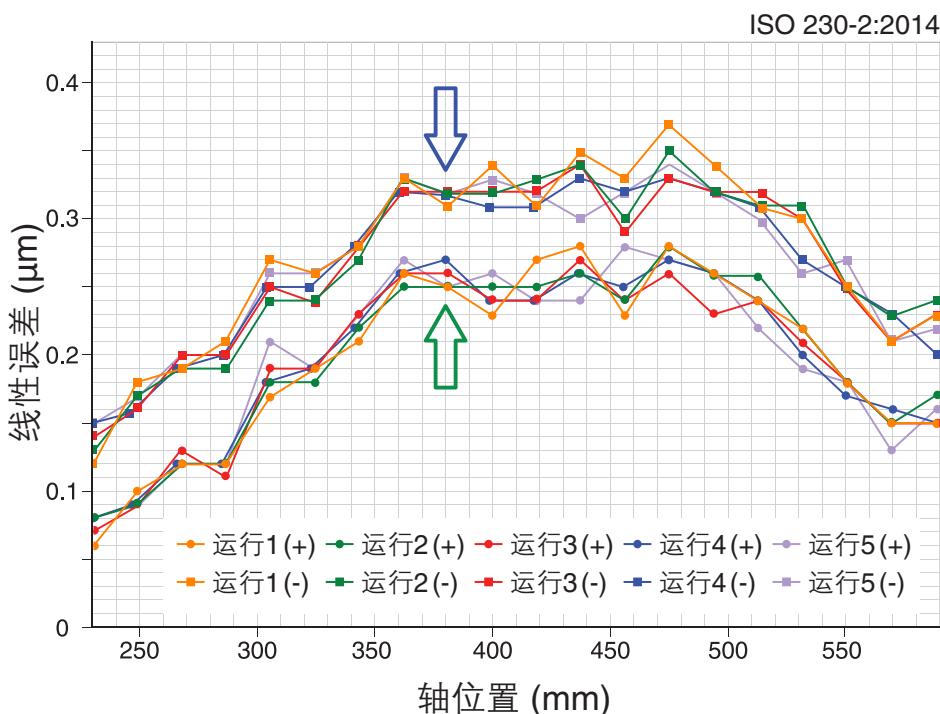


图2. 五次运行试验中的FORTiS光栅的正向（前进）和负向（后退）滞后误差

突破性的读数头设计

雷尼绍工程师关注的焦点是振动对封闭式直线光栅的影响。在某些条件下，例如加工特别坚硬的材料、执行间歇切削，以及机床逐渐磨损后，传统的接触式光栅很容易受到振动的影响。**FORTiS-S**和**FORTiS-N**型号的非接触式读数头采用了调谐质量减振技术，具有一流的抗振性。在超过30 g的环境下执行长时间测试后发现，即使达到光栅的共振频率，**FORTiS**光栅的两个型号仍均可保持可靠的测量性能，能够在相同的恶劣条件下稳定工作。如图3所示，遇到栅尺壳体被液体浸没的罕见情形时，密封的读数头本体还可防止液体浸入其内部，从而方便现场清洁，更快地从机床停机的情况下恢复。

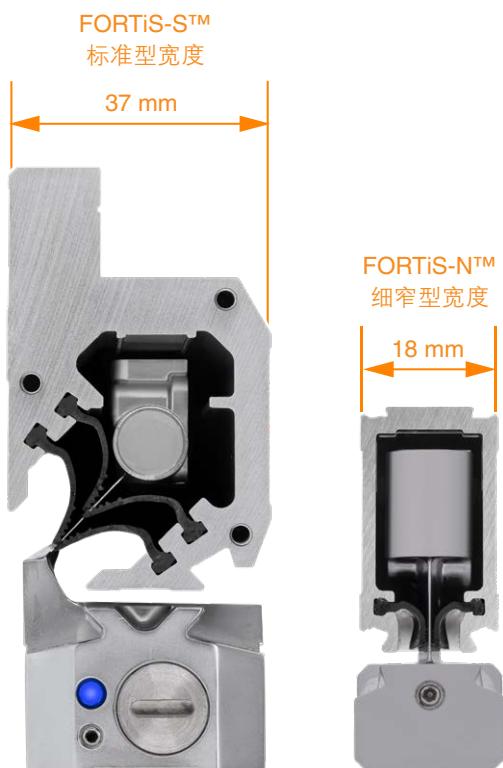


图3. FORTiS-S和FORTiS-N栅尺壳体的纵断面，显示了非接触式读数头的方向



图4a. FORTiS-N光栅的侧视图



图4b. FORTiS-S光栅的侧视图

安装更加方便快捷

尽量减少在机床中安装光栅所需的时间和工作量至关重要。FORTiS光栅的安装方式与传统封闭式光栅不同，并不依赖于千分表和外围诊断设备。借助LED安装指示灯和雷尼绍精心设计的安装附件，安装过程直观明了，可确保一次成功。相比于其他典型的接触式光栅系统，FORTiS的安装用时可缩短90%，即使在空间受限的应用场合也不例外。FORTiS设计的一大优势是LED安装指示灯可指示信号强度，蓝色LED指示灯表明信号最强，从而可确认轴移动时栅尺壳体与读数头已正确对齐。

FORTiS直线光栅的安装方法非常简单，装配人员即可完成，工厂生产流程因此更为顺畅，而高水平的技术人员也可解放出来从事其他任务。

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。还可以永久保存安装数据的记录，令机床制造商和最终用户更加放心。



图5. 安装附件示例 (FORTiS-S特写)

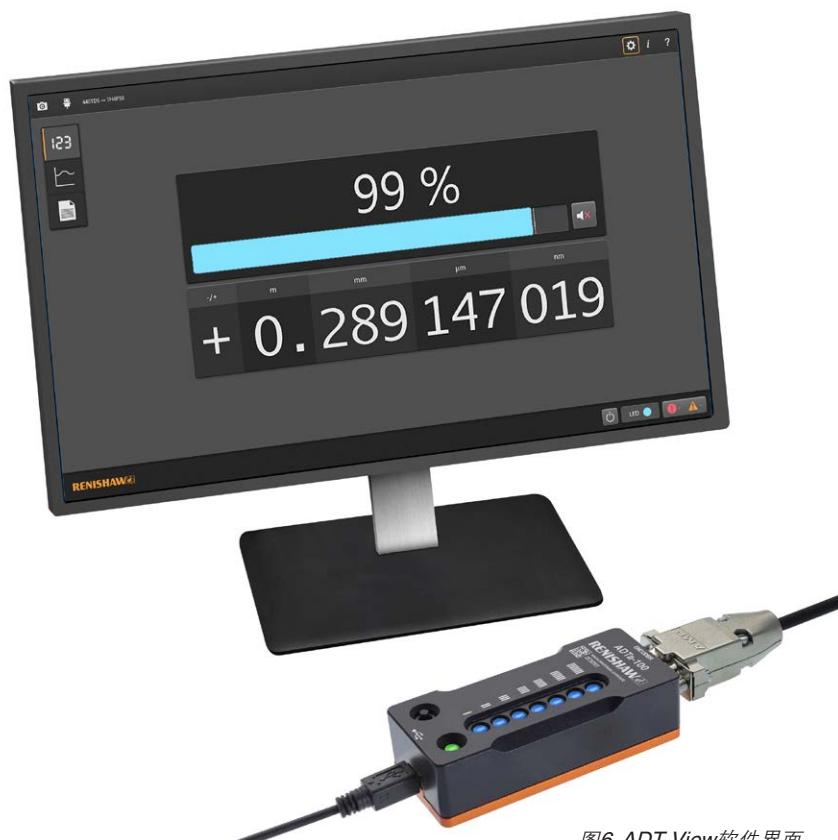


图6. ADT View软件界面

节省能源、降低运营成本

加速寿命试验模拟了产品在极端严苛环境下五年的使用情况，基于试验结果，雷尼绍开发出先进的DuraSeal™密封条并且完善了性能。这种密封条可实现出色的耐磨性、抗机床润滑剂腐蚀性及密封性，而且当结合净化空气使用时，防护等级可达到IP64。除了可延长机床正常运行时间外，这种密封条设计还可使净化空气系统的气体泄漏率降低70%，从而降低运营成本、减少碳足迹，并且延长滤芯使用寿命。

我们对DuraSeal密封条进行了工作寿命磨损测试，并特意在接触面上添加了铸铁碎屑和碳化合金砂，尽量增加磨损作用。即使经过1,400万次测试循环，密封条也仅出现轻微磨损，而且功能完全正常。由此证明，即使在光栅会接触到大量极具腐蚀性磨料的磨削加工环境中，FORTiS仍可保持经久耐用。

FORTiS封闭式直线光栅系列凭借这些创新设计，在性能和操作方面为机床制造商和最终用户带来了关键的技术和商业优势。

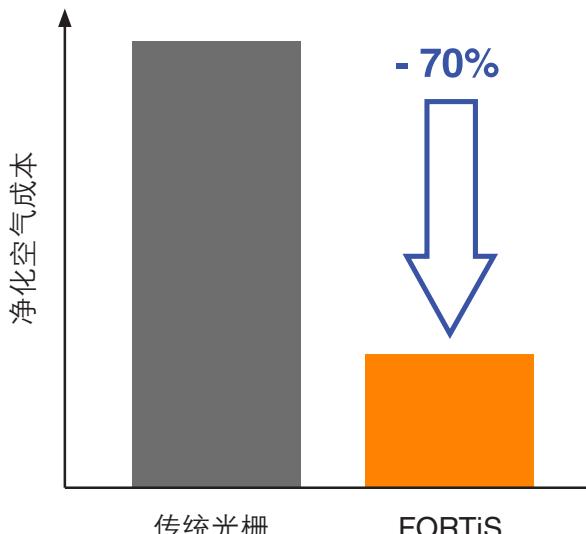


图7. FORTiS光栅与传统封闭式光栅的净化空气成本对比



www.renishaw.com.cn/fortis

雷尼绍

© 2024 Renishaw plc。版权所有。RENISHAW®和测头图案是Renishaw plc的注册商标。
Renishaw产品名、型号和“apply innovation”标识为Renishaw plc或其子公司的商标。

其他品牌名、产品名或公司名为其各自所有者的商标。

Renishaw plc。在英格兰和威尔士注册。公司编号：1106260。注册办公地：New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK。
在出版本文时，我们为核实本文的准确性作出了巨大努力，但在法律允许的范围内，无论因何产生的所有担保、条件、声明和责任均被排除在外。

上海 T +86 21 6180 6416 E shanghai@renishaw.com
北京 T +86 10 8420 0202 E beijing@renishaw.com
广州 T +86 20 8550 9485 E guangzhou@renishaw.com
深圳 T +86 755 3369 2648 E shenzhen@renishaw.com
武汉 T +86 27 6552 7075 E wuhan@renishaw.com

天津 T +86 22 8485 7632 E tianjin@renishaw.com
成都 T +86 28 8652 8671 E chengdu@renishaw.com
重庆 T +86 23 6865 6997 E chongqing@renishaw.com
苏州 T +86 512 8686 5539 E suzhou@renishaw.com
沈阳 T +86 24 2334 1900 E shenyang@renishaw.com

青岛 T +86 532 8503 0208 E qingdao@renishaw.com
西安 T +86 29 8833 7292 E xian@renishaw.com
宁波 T +86 574 8791 3785 E ningbo@renishaw.com
郑州 T +86 371 6658 2150 E zhengzhou@renishaw.com



扫描关注雷尼绍官方微信

文档编号：PD-6517-9067-01-A
发布：2024.02