



应用说明： 使用FORTiS™光栅减少净化空气 用量

节能高达91%

在直线光栅中使用净化空气有助于提升其可靠性，但为机床在其整个生命周期内持续提供所需的干燥、洁净压缩空气则会消耗大量能源；这不仅增加了光栅的总拥有成本，也显著影响其全生命周期的碳足迹。

为何要在直线光栅中使用净化空气?

使用净化空气有助于提升直线光栅的密封性能。当污染物开始渗透密封条时，净化空气在栅尺壳体内形成的正压可将其有效排出，从而防止液体或颗粒类污染物侵入。

此外，净化空气还能防止因机床关闭后栅尺壳体冷却而产生的“吸入效应”，避免污浊空气进入光栅并抑制冷凝现象。这一防护机制在机床整个生命周期内都具有重要意义，尤其是在密封条因磨损、割裂或冷却液中强腐蚀性化学物质引致硬化而受损时，依然能保持良好的防护效果。

如果污染物已进入栅尺壳体，净化空气同样可以帮助将其排出。如图1所示，一台被人为注满油液的FORTiS光栅接入了压力为1 bar (0.1 MPa) 的净化空气系统。随后油液被持续排出，直至信号强度恢复，光栅重新正常运行。

对于遭受水基污染物侵入的光栅，使用干燥净化空气进行吹扫也能达到类似效果。净化空气带来的这些优势，有助于确保机床在各种严苛工况下依然能够长期稳定运行。

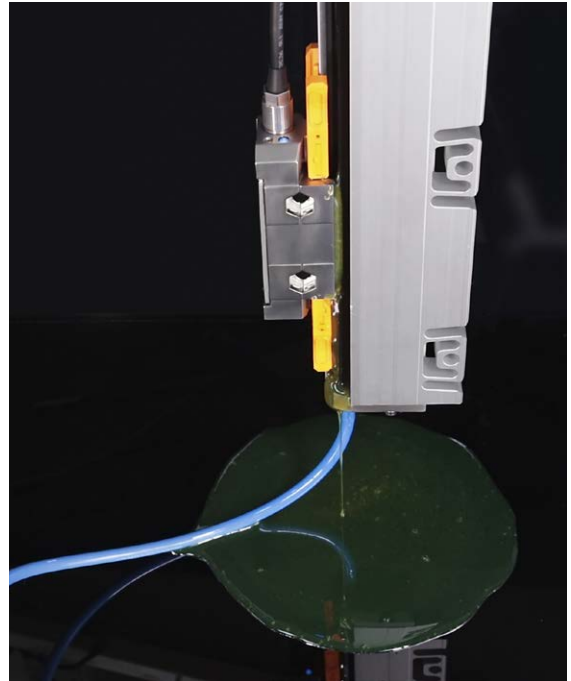


图1. 净化空气系统将油液从预先注油的FORTiS光栅中排出。

使用净化空气有哪些选择?

使用净化空气并非只有“开启”或“关闭”这两个简单选项，更理想的做法是根据机床各轴的具体情况，优化净化空气的使用策略。

FORTiS光栅采用了独特的DuraSeal™密封材料，能更紧密地包覆读数头刀柄；相比同类产品，该设计可在实现有效密封的同时，显著降低对净化空气流量和压力的要求。

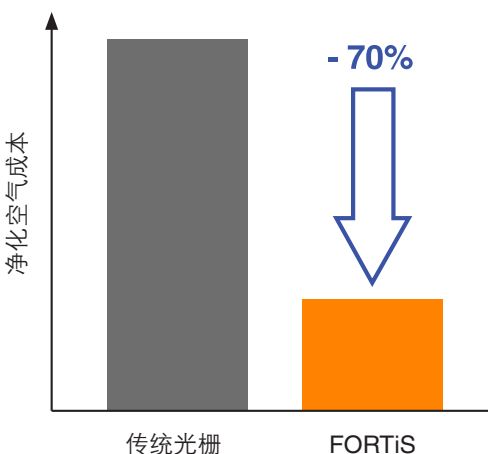


图3. 与其他封闭式光栅相比，FORTiS光栅的气体消耗更少。

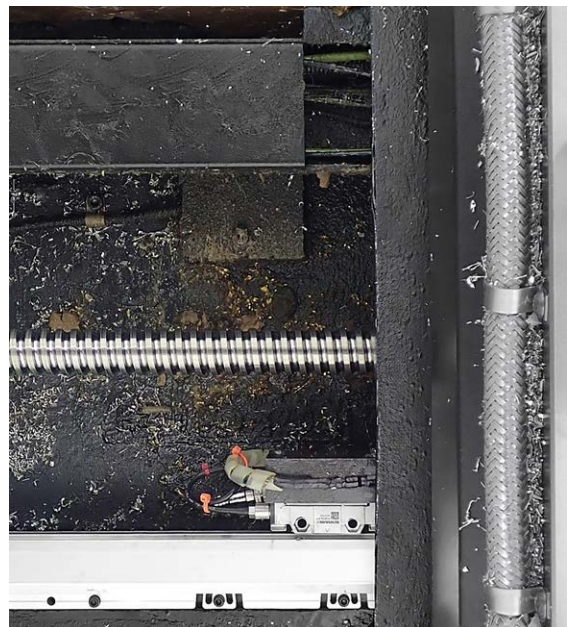


图2. 即使配有防护盖，直线光栅仍可能暴露在颗粒物、油脂和冷却液等污染物中。

对于污染风险较高的轴向, 尤其是在加工高磨损性材料的机床上, 建议使用1 bar (0.1 MPa) 的净化空气压力, 以确保密封效果。

而在许多机床中, 光栅安装位置较高, 或离加工区域相对较远, 其整个使用周期中受污染的风险将明显降低。在这种情况下, 可以采用低流量净化空气策略, 从而节省空气使用量。实施低流量净化空气的方法非常简单: 首先, 确定哪些光栅适合在较低空气压力下运行; 然后, 只需调低空气过滤器调节阀处的压力, 并检查光栅处的实际压力即可。



图4. 即使在极端工况下, 为光栅提供净化空气也能有效防止污染物进入栅尺壳体。

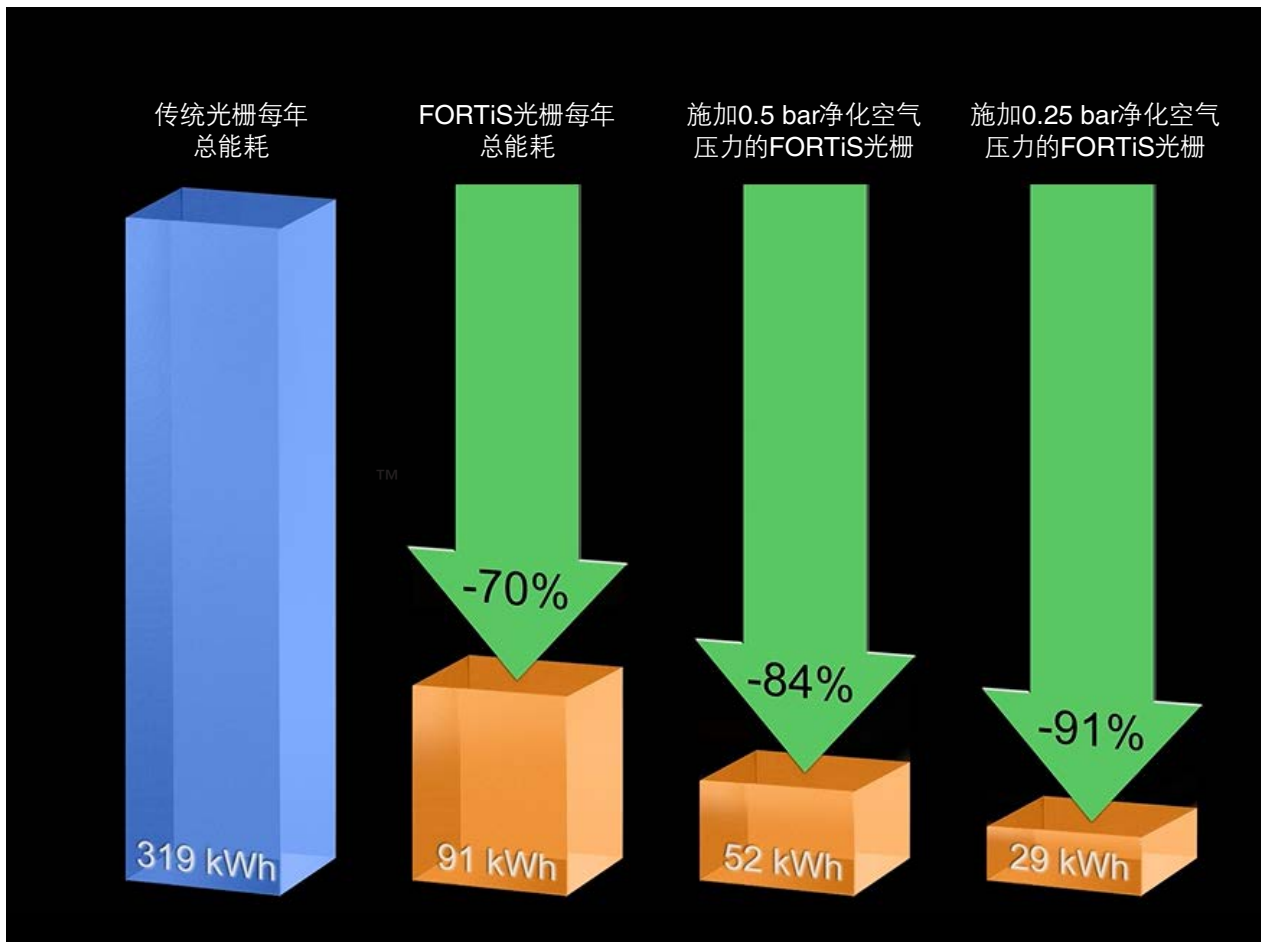


图5. DuraSeal™密封条可使净化空气消耗量减少70%。采用“低流量”净化空气策略, 有助于进一步降低成本。

可以实现哪些节能效果？

FORTiS光栅采用更紧密的密封设计，所需的净化空气流量可从7-10升/分钟降至2升/分钟。因此，仅通过将同类光栅产品更换为FORTiS光栅，即可节省70%至79%的能耗（及二氧化碳当量）。

此外，若进一步采用“低流量”净化空气策略，还可获得额外节能效果。当净化空气压力设定为0.5 bar (0.05 MPa)时，节能幅度可提升至84%至89%；若将压力进一步降低至0.25 bar (0.025 MPa)，节能幅度最高可达91%至94%。

	同类产品A	同类产品B	FORTiS, 采用 1.0 bar净化空气 压力	FORTiS, 采用 0.5 bar净化空气 压力	FORTiS, 采用 0.25 bar净化空气 压力
光栅能耗 (kWh)	7.7	6.16	7	7	7
净化空气系统能耗 (kWh)	446.7	312.7	89.3	44.7	22.3
总能耗 (kWh)	454.4	318.8	96.3	51.7	29.3
相较品牌A的能耗 降低 (%)		30%	79%	89%	94%
相较品牌B的能耗 降低 (%)			70%	84%	91%

备注：

- 上述例子展示的是年能耗情况。假设机床上的光栅每天运行两个班次，每班8小时，每年运行350天；净化空气则全年365天、每天24小时持续开启。
- 机床每天运行两个班次，每班8小时，每年共运行350天。
- 光栅的能耗基于制造商规格手册中发布的5 V电源电压下的功耗参数，并按备注1和备注2中的年使用时间计算得出。
- 净化空气的流量 (7-10升/分钟) 依据制造商规格手册中关于净化空气使用量的参数。
- 净化空气的能耗基于年用气量计算，该用气量依据制造商规格手册中标注的气体流量参数。净化空气全年365天、每天24小时以1 bar (0.1 MPa) 的压力持续开启。

对于FORTiS光栅，净化空气流量为2升/分钟，年用气量为： $0.002 \text{ m}^3/\text{分钟} \times 60 \times 24 \times 365 = 1051 \text{ m}^3/\text{年}$ 。根据制造商规格手册，品牌A光栅的净化空气流量为10升/分钟，因此年用气量为：

$0.01 \text{ m}^3/\text{分钟} \times 60 \times 24 \times 365 = 5256 \text{ m}^3/\text{年}$ 。根据制造商规格手册，品牌B光栅的净化空气流量为7升/分钟，因此年用气量为： $0.007 \text{ m}^3/\text{分钟} \times 60 \times 24 \times 365 = 3679 \text{ m}^3/\text{年}$ 。

6. 为计算上述年用气量所需的能耗，采用了代表性数值0.085 kWh/Nm³，该数值为压缩机在15°C环境下，依据ISO 2533标准，将空气压缩至1.0 bar (0.1 MPa) 绝对压力时，提供1标准立方米压缩空气所需的典型能耗。

什么时候可以使用“低流量”净化空气？

是否可以使用“低流量”净化空气，应根据光栅在机床中所面临的污染风险进行评估。评估时应考虑以下因素：

1. 光栅在机床中的安装位置
2. 机床加工区域与光栅之间的防护或密封程度
3. 机床所加工的材料类型
4. 特定制程所需的冷却液用量

光栅的位置对其所受污染程度有显著影响。通常来说，机床体积越大，光栅越远离加工区域，受到的污染也越少。针对不同类型的机床，优化净化空气流量与压力的方法也有所不同，具体优化方案请见下文：

立式加工中心

在传统的紧凑型立式加工中心 (VMC) 中，光栅通常安装在可伸缩的不锈钢防护罩后方，位置非常接近加工区域。防护罩能够有效阻挡喷溅的冷却液或飞散的切削碎片/碎屑直接接触光栅。然而，经过一段时间的操作后，污染物（尤其是颗粒类）仍可能逐渐越过防护罩，进入光栅周围区域。

在此类应用中，颗粒污染难以完全隔绝，因此光栅必须具备在污染环境下稳定运行的能力。在这种情况下，建议使用0.5至1 bar (0.05至0.1 MPa) 的净化空气压力；若需要加工如铸铁、陶瓷、玻璃或复合材料等高磨损性材料，则应使用1 bar的净化空气压力。

对于大型立式加工中心，X轴和Y轴方向的光栅通常安装在机床较高的位置，远离加工区域。因此，对于这些光栅可以使用0.25至0.5 bar (0.025至0.05 MPa) 的净化空气压力。



卧式加工中心

在卧式加工中心中，净化空气的压力应依据机床的结构配置进行合理设定。特别是对于Z轴来说，光栅可能安装在工作台下方，此位置不仅使光栅更换困难，也使其更容易受到污染；也可能安装在机床内部较高的位置，此时光栅更易于更换，且暴露于污染物的风险显著降低。

X轴和Y轴方向的光栅通常处于防护良好的位置，污染风险较低，但在某些机型中，X轴直线光栅也可能安装在工作台下方。

当Z轴或X轴直线光栅位于工作台下方时，建议使用0.5至1 bar (0.05至0.1 MPa) 的净化空气压力；而当其安装在机床内较高的位置时，净化空气压力可适当降低至0.25至0.5 bar (0.025至0.05 MPa)。



数控刀具磨床

在数控刀具磨削应用中, 机床的整体布局大致类似于紧凑型立式加工中心 (VMC)。此类应用通常使用大量冷却液, 且磨削过程中会产生极其坚硬且具有高磨损性的颗粒污染物。因此, 在大多数情况下, 建议使用1 bar (0.1 MPa) 的净化空气压力。

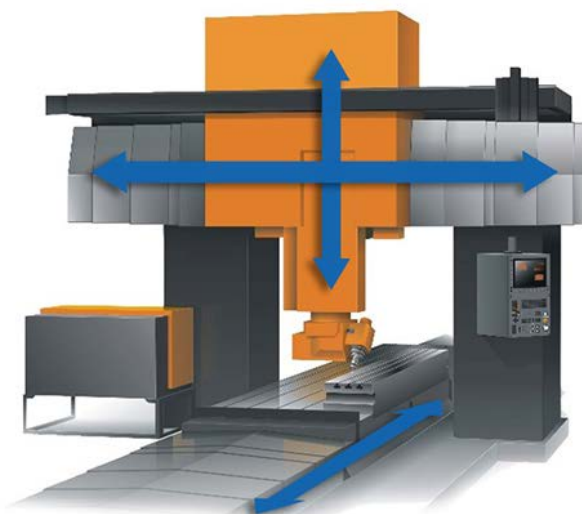


车床与外圆磨床

在车床与外圆磨床等应用中, 直线光栅通常安装在靠近加工区域的位置, 因此更容易受到污染。对于大多数此类应用, 建议使用0.5至1 bar (0.05至0.1 MPa) 的净化空气压力。在选择合适的压力时, 应综合考虑光栅的安装与维护便利性、冷却液的使用量以及被加工材料的磨损性。

大型机床

在龙门机床和立式车床 (VTL) 等大型机床中, 由于直线光栅通常安装在远离加工区域的位置, 因此其受到污染的风险相对较低。在此类应用中, 可使用0.25至0.5 bar (0.025至0.05 MPa) 的净化空气压力。



挖掘更多节能潜力

许多机床并非全天候运行（每周7天、每天24小时）。在停机期间，净化空气系统通常仍保持开启，以维持栅尺壳体内部的正压状态，从而防止冷凝水积聚，并避免机床冷却时产生的“吸入效应”。

对于配备FORTiS光栅的机床，可在夜间、周末或工厂停产期间将净化空气压力调低至0.25 bar (0.025 MPa)，以有效防止上述问题，同时节能。

在某些机床中，大多数直线光栅轴已具备良好的防护性能，但某些轴仍可能处于污染风险较高的区域。此时，可在空气过滤器组件上加装一个额外的调节阀，使高风险光栅轴维持1 bar (0.1 MPa) 的净化空气压力，而其他低风险轴则可使用较低的压力，从而实现更高效的气源管理与节能。



结语

FORTiS封闭式直线光栅具备卓越的密封性能, 为机床应用提供优化的净化空气防护。

这种“低流量”供气方式不仅显著降低了压缩空气的消耗, 从而有效减少相关能源成本, 同时也保持了净化空气系统在长期运行中的可靠优势。

直线光栅广泛应用于各类数控机床, 而每种机床类型又存在多种配置形式。欢迎联系雷尼绍专家, 探讨适用于您具体应用场景的解决方案。



www.renishaw.com.cn/fortis-sustainability

#雷尼绍

© 2023 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。



扫码关注雷尼绍官方微信

文档编号: PD-6517-0005-01-A
发布: 2025.09

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