



技术课题

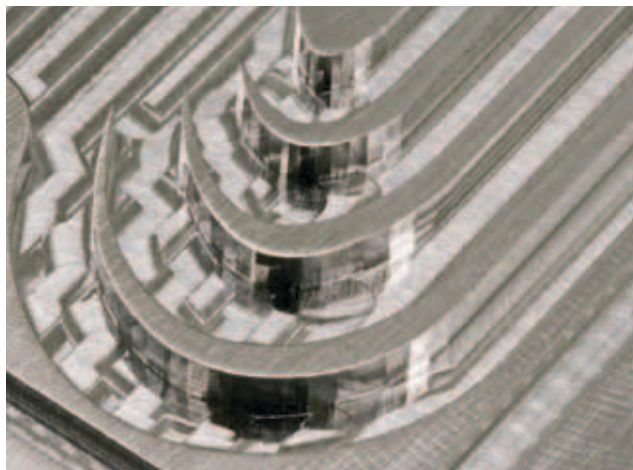
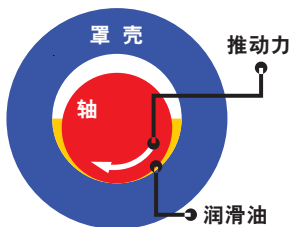
粘-滑！机床导轨和小提琴的区别在哪里？

概述

减少摩擦是润滑油的主要功能之一，但是有些润滑油并不能很好地满足机床导轨的润滑要求。导轨需要顺畅又精确的运作，因此需要额外关注导轨润滑油的抗摩擦属性。摩擦控制不良有可能导致机械加工精度下降，并最终导致机床生产效率的丧失。

关于摩擦的基础知识

两个相互接触的表面在发生相对运动时，会产生阻碍相对运动的力，这种现象便是摩擦。下图显示的是经过润滑的滑动轴承表面的摩擦现象。当轴承系统不工作时，轴承表面直接相互接触。让轴承转动起来的作用力必须首先克服两个表面间的相互作用力。这就是所谓的静摩擦或滑动摩擦。轴承转动起来后的摩擦即为动摩擦。随着轴承的转动，润滑油会被“拖拽”进轴承表面接触区域，起到减少表面间相互作用的效果，减少摩擦。随着转动速度加快，接触区域的润滑油薄膜面积也会增大，使得摩擦进一步减少。当两个接触表面因为润滑油的作用而完全分离时，摩擦也就减少到最低。如果转动速度继续增加，摩擦又会重新加大，因为那时润滑油所形成的薄膜继续增多，会产生粘性阻力。

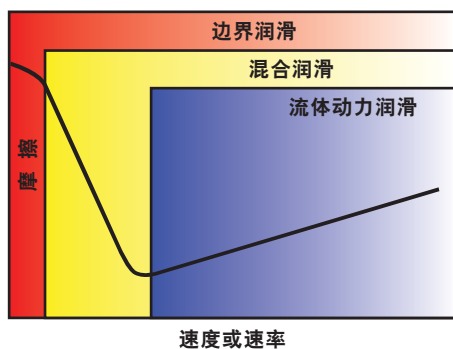


不只是提高生产力™

选择正确的导轨油，能有效减少爬行，增强设备稳定性；延长油品使用周期，降低油品浪费，达到环保的要求；良好的摩擦性能，帮助确保机床运作精准顺畅，提高机械加工的精度和工件质量，提升生产效率。

经过润滑的接触面上速度和摩擦的关系可以用以下的斯特里贝克曲线图来表示。一共有三种润滑状态：

- 边界润滑：摩擦取决于接触表面的性质
- 混合润滑：摩擦取决于润滑油和接触表面属性以及作用力的速度
- 流体动力润滑：摩擦取决于润滑油的粘度



导轨润滑

导轨又称直线轴承，上述润滑原理同样适用于导轨，只是两个接触表面变成了平面，而且运动情况变成了直线运动而非转动。滑动轴承是在流体动力状态下运作的，从理论上说，它可以一直保持这样的运动状态，而导轨则在移动到轨道终点时需要停止移动，然后再反方向开始移动。因为导轨总是处于渐进式运动状态，因此混合润滑对它来说更为重要。

尤其值得注意的是，由于导轨始终处于混合润滑状态，它极其容易受到一种名为粘-滑(通常称为“爬行”)的现象影响。

粘滑影响

粘滑是由于静摩擦和动摩擦的不断交替出现而引起的。当静摩擦超过动摩擦,且整个系统中存在着一定程度的弹性时,粘滑现象就会发生,如下图所示。

在推动力的作用下,高度的静摩擦将阻止导轨上的物体立即移动,并让弹簧开始承受更大荷载。导轨上物体所承受的驱动力也逐渐



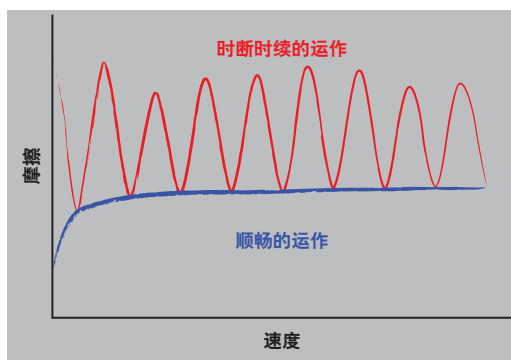
增大。当弹簧所受荷载力超出静摩擦力,导轨上的物体开始移动。由于此时静摩擦变成了动摩擦,

弹簧力让导轨上物体的移动加速,弹簧本身的荷载又迅速减去。最后,弹簧的荷载力全部卸去,开始对导轨上物体的运动产生反作用力。物体的运动速度放缓,而混合润滑作用下符合斯特里贝克曲线的摩擦开始迅速加大,直到最终物体完全停止。这样的整个运动周期随之重新开始。这一忽停忽动的运动状态即称为“粘滑”。

在我们的日常生活中,粘滑现象非常普遍。虽然你的肉眼可能未曾注意到它,但粘滑现象其实带给了我们不少听觉上的体验。比如,悦耳的小提琴音乐就是粘滑现象的体现,不那么悦耳的粘滑现象则有老师的粉笔在黑板上滑过的声音或者火车到达月台时刹车的声音。汽车雨刷的忽停忽动,或者松松的驱动皮带所发出的尖锐声音,也都是粘滑现象的表现。司机如果突然改变速度或者方向,汽车轮胎会发出尖叫声,这也是发生了粘滑的结果。往大的方面说,地壳运动活跃的断层所发生的粘滑现象被视为引起地震的根源之一。



上述这些小小的例子可能已经让你对粘滑有了点直观感受。在大多数情况下,粘滑现象并不受人欢迎。对于机床上的导轨来说,也不例外。粘滑有可能使得导轨上物体以及所附带的工件或工具不均匀和稳定地移动,造成机械加工的精度下降、工件质量受损、生产效率低下。如果要让机械加工变得更为稳定顺畅,可以在



润滑油中添加特别的摩擦改进剂,以便对摩擦状况进行更好的控制。现在的导轨润滑油通常含有摩擦改进剂的混合物,能确保机床运作精准顺畅。

现代导轨润滑油

现代机床及其导轨设计对润滑油皆提出了更高的要求。机床速度及荷载的提升以及对机械加工精度的更高要求使得导轨润滑油也变得更加先进全面。此外,材料品种越来越多,不同材料间(如金属与塑料间)的摩擦状况不同,也意味着对于润滑的需求不同。

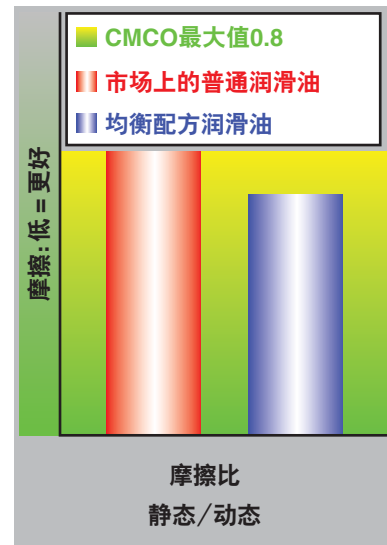
现代导轨润滑油必须应对上述各种挑战,同时又必须实现基础油和添加剂之间的良好平衡组合,只有这样才能实现:

- 静摩擦力降低,使启动变得容易
- 顺畅地从停止状态转换到运动状态
- 即便在重负载的情况下依然保持运动顺畅

对于导轨润滑油的摩擦特性测试,可以通过一系列摩擦试验来进行。这些试验能对润滑油的静摩擦和动摩擦特征以及润滑油在不同的导轨材料上所产生的效果进行评估。

辛辛那提Lamb摩擦试验

在该试验中,静摩擦与动摩擦的比率预先设定。要避免粘滑现象发生,该比率值不得超过1。比率越小,就意味着启动更容易,从停止状态转换到运动状态的过程也更顺畅。辛辛那提机械公司将该试验中的静动摩擦比最高设在0.8。

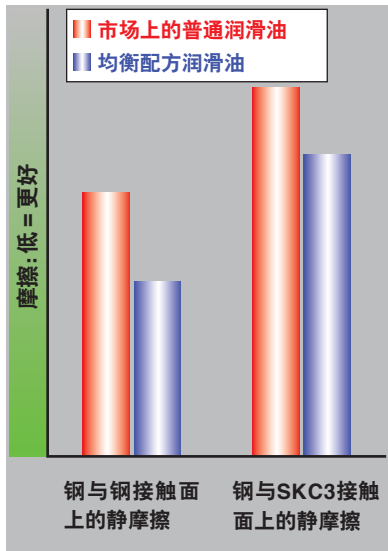


BBDO

Job No: S14IL-027		Job Description: 12-Technical Topic-Friction-2			Date: 2014.11.26		Revision Date: 2014.12.2	
Size: 285(w)x210(h)mm			Screen line:175			Dpi:300dpi		
Artist:Jerry	SM:	CSM:	Traffic:	AD:	Copywrite:	CD:	A/S:	Client:
<input type="checkbox"/> 1st Proof Date	<input type="checkbox"/> 2nd Proof Date		<input type="checkbox"/> 3th Proof Date			<input type="checkbox"/> 4th Proof Date		

SKC摩擦计

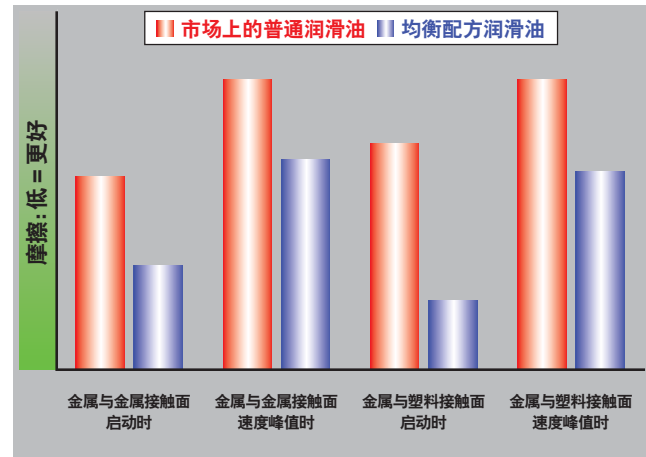
SKC摩擦计测试能确定钢与钢接触以及钢与SKC3材料(一种特别的塑料)接触时的静摩擦情况。摩擦计测得的数值越小,意味着启动更容易,粘滑的可能性越低。



达姆施塔特钻机测试

德国达姆施塔特大学采用了一套完整规模的机床系统来模拟真实生活中的机床操作。该系统能测试在不同速度和荷载情况下,润滑油在各种导轨材料及结构上的应用效果,从而辨别出不同润滑油

配方的品质优劣。下图反映的就是一款润滑油在钢与钢的接触面上能呈现出良好的性能,但在钢和塑料接触面上的效果就不尽人意。理想的润滑油应该在不同材质、不同的机床速度下都能呈现良好的效果,减少摩擦以及粘滑现象的发生。



如果要回答本文标题中的问题:“导轨和小提琴的区别在哪里?”答案就是:取决于摩擦改进剂如何应用。导轨润滑油含有摩擦改进剂,能够减少静摩擦,从而防止粘滑;而小提琴手则正好需要相反的效果:他需要增加琴弓和琴弦之间的静摩擦,以生成粘滑,这样小提琴才能发出声音。