



白皮书

[www.makingabigdifference.com](http://www.makingabigdifference.com)

## SPRINGLIDE™: 让您的汽车内饰同时享有低操作力和无异响

Alfred J. Lethbridge 博士  
2019 年 3 月

### 摘要

随着客户对汽车舒适性要求的不断提高，找到能够在各个舒适性方面都具有良好表现的内饰衬套可能并非易事。从传统上来看，要想实现始终如一的低调节力，需要在衬套和轴之间留出一定的间隙，但这需要以增加异响作为代价。

圣戈班全新推出的 SPRINGLIDE™ 解决方案经过广泛测试，结果表明，使用弹簧钢和 PTFE 的组合可在无间隙的情况下带来始终如一的低摩擦。最终，这可实现始终如一的平顺调整感受，没有顿滑，同时还能减少烦人的异响。

SPRINGLIDE™ 可以轻松补偿制造公差和不对中度，让您确信该解决方案能够一次又一次地带来出色表现。弹簧钢使 SPRINGLIDE™ 具有无限的设计可能性，可用于简化系统并节省空间、重量和成本。

2019 年 3 月

圣戈班 | [WWW.MAKINGABIGDIFFERENCE.COM](http://WWW.MAKINGABIGDIFFERENCE.COM)

## 工程师面临的难题

汽车内饰设计工程师经常会遇到调整机构中衬套配合的问题。制造公差会造成调整力的变化，因此通常需要使用间隙配合来避免这种情况。而间隙的引入意味着部件可能会相对于彼此移动，当受到来自发动机或道路的振动时，还可能会产生异响。

在尝试提供出色质感的同时，还应考虑其他性能标准。首先，顿滑摩擦应保持在最低限度，当机构首次动作时，顿滑摩擦可被视为阻力。其次，公差和不对中度补偿都可确保一致性。这意味着汽车内的所有座椅都具有相同的平顺感，而且不同的车辆之间也彼此保持一致。这种一致性非常重要，因为它代表着一个品牌的出色品质。

## 寻找解决方案

为了实现汽车内饰的出色质感，该解决方案应涵盖这些重要的性能标准：始终如一的低摩擦、低异响、公差和不对中度补偿。对于制造商而言，解决方案总体成本、尺寸、重量和组装方便性等标准也很重要。

作为滑动元件，该解决方案应具有低摩擦特性，例如 NORGLIDE® 衬套中的 PTFE 层。PTFE 层具有适应性且可以承受公差，但作为普通的圆柱形衬套，该功能会受到 PTFE 层厚度的限制。为了减少系统中的间隙和异响，可以使用 RENCOL® 公差环等部件，此类部件是径向弹簧元件，会配合圆柱形部件之间的间隙。然而，RENCOL® 公差环的作用是固定元件而不是滑动元件吸收公差。

要想解决工程师面临的难题，解决方案需要同时具备 RENCOL® 公差环和 NORGLIDE® 衬套的特性，因此圣戈班工程师决定将二者结合起来。图 1 所示的结果是包含 PTFE 涂层的各种弹簧钢形式。弹簧钢会吸收间隙，同时在整个配合部件公差范围内提供更一致的径向力。这使得 PTFE 滑动层具有更加一致和平顺的摩擦，而不会存在间隙风险。

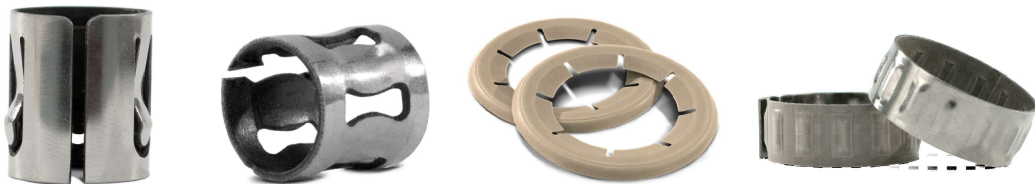


图 1: 目前可用的 SPRINGLIDE™ 样式。从左侧开始; 指状弹簧设计、肋形开槽、冲压和波纹式。这些只是当前的设计, 日后还会有更多方案。

圣戈班工程师必须使用各种测试方法来验证 SPRINGLIDE™ 解决方案背后的理论。他们测试的特性包括: 摩擦、顿滑、异响、公差和不对中度补偿。

## 减少摩擦和顿滑

SPRINGLIDE™ 肋形开槽设计解决方案针对注塑成型的转向架齿条滑动支撑衬套进行了测试，以了解摩擦和顿滑特性。这些测试分别在使用和不使用 ECL 429 润滑剂的情况下进行。

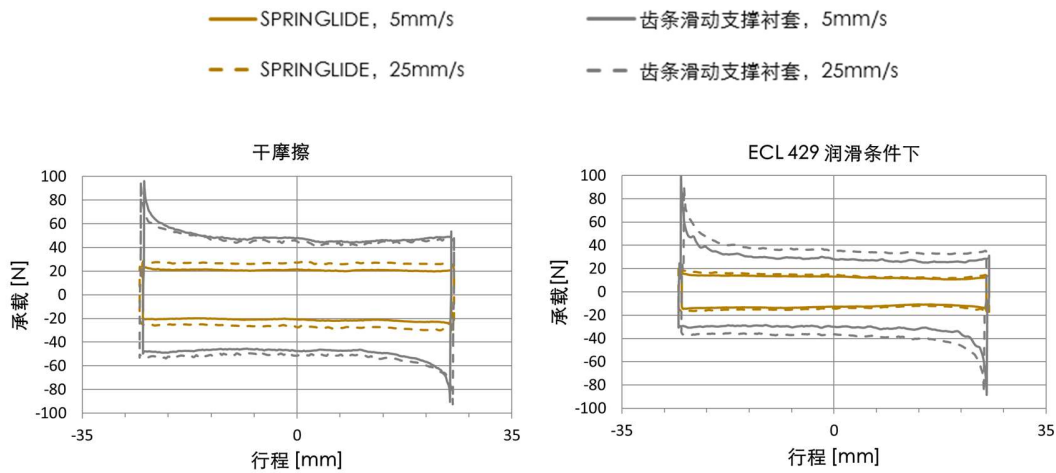


图 2: 两种转向齿条系统——当前解决方案和使用 SPRINGLIDE™ 的系统——在整个行程长度中的滑动力测量值。

SPRINGLIDE™ 肋形开槽设计解决方案的摩擦系数比注塑成型替代品低得多，并且在整个行程长度内的摩擦系数也更加一致。对于车辆动力学工程师来说，重要的是无论是否使用润滑剂，SPRINGLIDE™ 肋形开槽设计解决方案都几乎没有顿滑效应。对于最终用户而言，这种特性将在系统动作时有出色的滑动体验。

## 减少异响

对比采用 SPRINGLIDE™ 指状弹簧设计解决方案和注塑成型塑料部件的头枕滑动系统的异响。头枕系统以两种不同的方向刚性连接到激振器上，可以分别了解前后和左右振动方向的情况。

在低频范围 (10 – 70 Hz)、加速度值为  $10 \text{ m/s}^2$  的环境中和高频范围 (70 – 200 Hz)、加速度值为  $5 \text{ m/s}^2$  的环境中测试输入振动。异响被测量为总声压级，标准化到人类听觉的极限—— $20 \mu\text{Pa}$ 。图 3 显示的是异响测试的结果 (单位为 dB(A))。

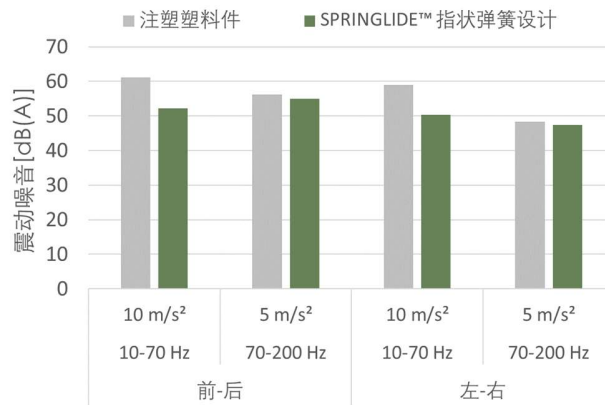


图 3: 两个头枕——一个配有当前的解决方案, 另一个装有 SPRINGLIDE™ 指状弹簧设计衬套——的异响测量值。这些单元分别受到前后和左右方向振动的刺激。

当头枕前后振动和左右振动时, 结果表明 SPRINGLIDE™ 指状弹簧设计解决方案在低频时的振动可减少约 8 dB(A), 而在高频带中减小的幅度较小。SPRINGLIDE™ 指状弹簧设计解决方案的异响在整体上大大降低, 这意味着汽车内饰更安静, 可减少日常通勤造成的压力。

## 增加公差和不对中度补偿

圣戈班工程师使用相同的头枕滑动系统确定了公差和不对中度补偿能力。通过在连接的轴上采用两个滑动衬套的解决方案, 可以很容易地创建测试两者之间的偏差角度。

在 3 种不同的座孔内对 SPRINGLIDE™ 指状弹簧设计解决方案和注塑部件进行测试, 这些座孔代表了该应用的典型公差范围。第一次测试是在 0° 偏心的情况下在轴之间进行的 (图 4 中的左图), 第二次测试是在 1° 偏心的情况下进行的 (图 4 中的右图)。

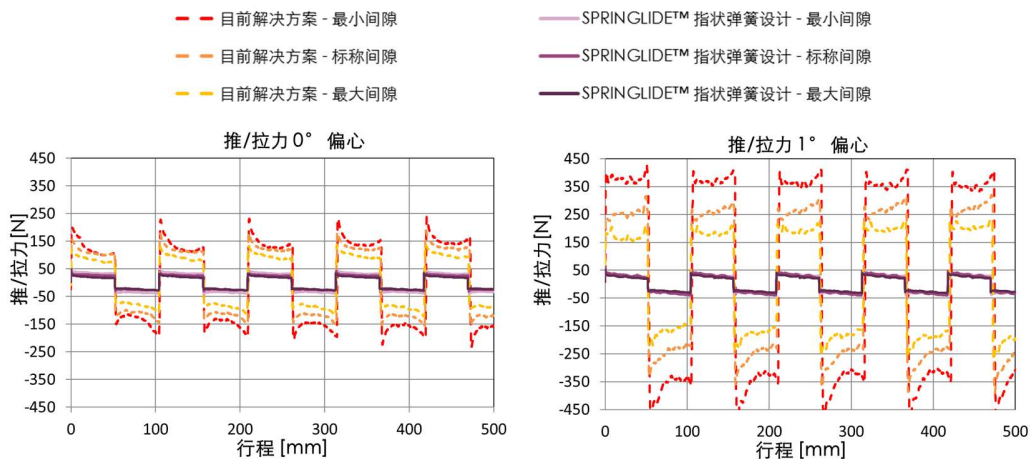


图 4: 在最小、标称和最大间隙条件下头枕上的推/拉力。测试是在 0° 和 1° 偏心情况下在两个头枕柱之间进行的。

对于完美对中的系统，注塑成型塑料在公差范围内会显示出较大的作用力变化，并且在所有情况下均表现出高水平的顿滑摩擦。SPRINGLIDETM 指状弹簧设计解决方案在相同的公差范围和低顿滑水平下几乎没有变化。

第二次测试表明，即使只有 1° 的偏差，也会使注塑成型塑料部件的滑动力急剧增加，并且仍然可以看到高水平的顿滑摩擦。SPRINGLIDETM 指状弹簧设计解决方案再次表现出保持一致的低作用力，而且几乎没有顿滑。

## 不同 SPRINGLIDETM 解决方案的公差补偿

为了正确选择合适的 SPRINGLIDETM 解决方案，了解不同样式的优点和局限性非常重要。每个蓄能衬套都设计有不同的刚度值，以适应各种潜在应用。对于设计为低强度滑动或旋转的应用，肋形开槽和指状弹簧设计解决方案分别适用于高负载和低负载应用。对于需要很大的作用力来将系统保持在适当位置的情况，我们采用更高刚度的波纹设计。图 5 说明了实现想要得到的性能所需的摩擦力。

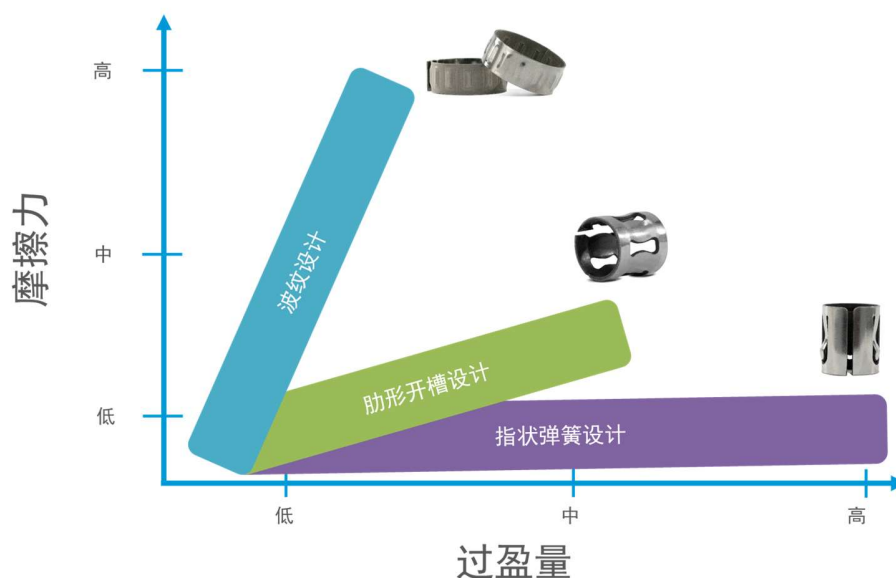


图 5: 顶部 - 显示为期望的摩擦力与过盈配合值的关系。

必须通过详细的测试技术来确认所需的作用力。根据内部衬套的两个基本标准对滑动力和扭矩进行了测试。通过一系列过盈条件对二者进行测试。测试结果可以在图 6 中看到，预期趋势在那里得到了证实。

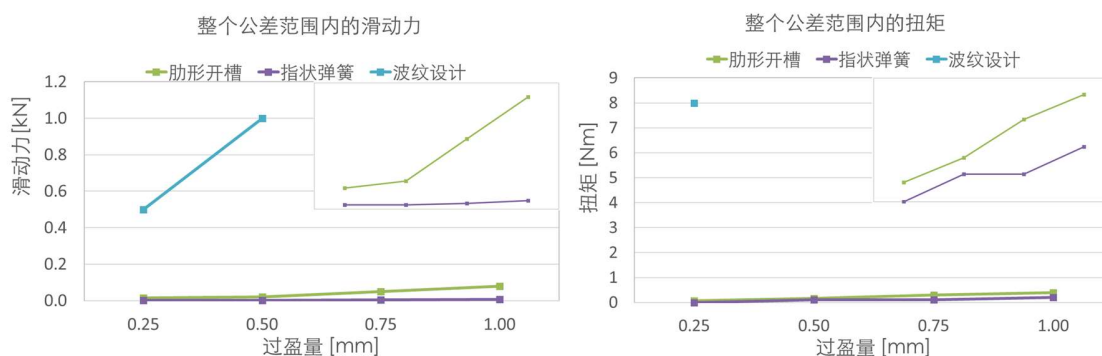


图 6: 左 - 测试的滑动力值。右 - 测试的扭矩值。左右插入 - 仅开槽衬套的放大视图。所有图表都显示了滑动力/扭矩对一系列过盈配合值的对应关系。

肋形开槽和指状弹簧设计解决方案都具有出色的公差补偿能力。这是因为这两种样式中的指状弹簧和桥勒形接件具有低刚度，因此可以弯曲以适合不同尺寸的座孔，同时保持恒定的径向力。放大视图中显示指状弹簧设计具有最大程度的公差补偿，肋形开槽可以承受更大的承载。

波纹设计的较高刚度使得蓄能衬套更适用于高作用力应用和提供悬停能力（也即能够移动系统且在释放后系统不会自行移动的能力）。在汽车内饰中，扶手箱是一个应用实例。

## 案例研究：节省成本而且简化设计

在目前将卡簧与滑动元件一起使用的汽车系统中，SPRINGLIDE™ 冲压解决方案可降低成本。例如，这种组合可以作为座椅横管固定件。SPRINGLIDE™ 冲压解决方案由弹簧钢制成，可以形成卡簧的形状，但只需在零件的一侧添加 PTFE，它也可以用作衬套。其结果是减少了整体部件数量，减少了适应该解决方案所需的空空间，同时还减轻了重量。

## 结论

为了更好的协助客户解决问题，圣戈班工程师开发了新的产品系列 SPRINGLIDE™。通过与客户合作测试，为客户工程师面临的难题提供了经过验证的解决方案。现在，在内饰中，您可以同时享有低操作力和无异响。弹簧钢和 PTFE 的组合再次带来带无间隙，易调整的平顺滑动系统。

滑动系统品质良好的标志是不会出现顿滑效应。SPRINGLIDE™ 给内饰系统带来这种品质出色的平顺感受，让驾驶员和乘客可以享受舒适愉悦的驾驶体验，优质的设计理念，让您在实现驾驶员和乘客所期望的舒适度的同时，帮助您减少部件数量，简化您的装配工作。



## 有关更多信息

请联系 [sales.pplcn@saint-gobain.com](mailto:sales.pplcn@saint-gobain.com)

版权信息: © 2019 圣戈班。保留所有权利。