

工业机械与重型装备行业

沃尔沃建工设备

建工设备提供商在 Simcenter 测试解决方案的辅助下
改善声学舒适性

产品

Simcenter

业务挑战

解决小型推土机驾驶室的
嘎吱声

为日益重要的噪声和振动
问题找到解决方案

提供性价比高、高产而舒
适的环境

成功的关键

根据 Siemens Digital
Industries Software
工程师的建议测量位移

增加大约 10 公斤的质量
来改变轴动力并改进性能

简单易用的 Simcenter Testlab
软件帮助节省时间

成效

在解决驾驶室嘎吱声方面
进步显著

发现必须提高齿轮质量，
才能减少振动

沃尔沃建工设备借助 Siemens
Digital Industries Software
工具和客户支持部门解决声振
粗糙度问题

声学问题重要性日益提高

沃尔沃建工设备 (VCE) 自创始以来，
就坚持不懈地努力突破客户期望。180
多年来，VCE 一直在设计和制造起重
机、推土机、挖掘机、公路开拓机器以
及其他施工车辆，只为了让操作员感到
安全、舒适、可控。Siemens Digital
Industries Software 工具和工程师通
过广泛协助工程过程，帮助 VCE 打造
源于设计的高质量产品。例如，近来声

振粗糙度 (NVH) 工程师在 Simcenter™
解决方案的协助之下，在解决小型推土
机齿轮吱嘎声问题方面进展显著。

VCE 的发源地——瑞典埃斯基尔斯蒂
纳有着由超过 900 名研发、测试和原
型制作工程师组成的大型开发和测试
中心，这正是公司决心打造高质量设
计的有力佐证。该中心依赖 Siemens
Digital Industries Software 公司的
Simcenter SCADAS™ 硬件（用于数据
采集）和 Simcenter Testlab™ 软件解
决最为多样化的工程问题。



成效（续）

提供重要客户支持

通过执行扭振分析获得更加深入的见解

“我们一直以耐久性为第一要务，不过如今声学问题在设计过程中的重要性越来越高，”推土机声振粗糙度测试团队主管雷扎·雷德斯泰特 (Reza Renderstedt) 说。“客户对于噪声和振动舒适度的要求越来越高。他们希望拥有性价比高、高产而舒适的建工设备。VCE 竭尽全力减少恼人的噪声，只为尽力改善声学舒适性。这项任务困难重重，历经数年不断日臻完善。VCE 有幸了解到，好的底盘是改善声学性能的起点。从这个起点开始着手，可以逐年不断解决一些小问题。

确定声源

VCE 一直着手解决的其中一个问题就是消除小型推土车驾驶室中令人烦躁的吱嘎声，这种声音只能在高转速（大于 2,400 rpm）以及传动轴（也

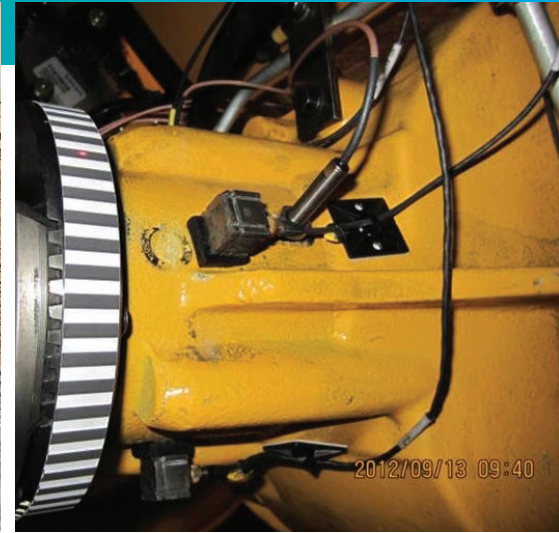
称为驱动轴）的第九节点位置察觉到。在这一点，噪声级别增长超过五分之贝 (dB)，而此增长预期为线性增长。

“因为吱嘎声只是偶尔听到，所有要精确定位和研究比较困难，”雷德斯泰特说。“我们唯一能够确定的就是，噪声与结构有关。毕竟，推土机这样的重型器械转矩大，车架存在少量结构阻尼，车轴也是牢固安装在车架上的。”

对噪声根本原因展开的前期研究一无所获。VCE 也曾尝试使用其他齿轮 / 冕状轮，测试不同驾驶室安装架，改进齿轮质量以及采用全新车轴，但车轴齿轮噪声问题还是未能得以解决。

“吱嘎声问题的解决正是 *Siemens Digital Industries Software* 公司 *Simcenter* 测试软件帮助 VCE 实现高质量追求的一个例证。”

沃尔沃建工设备
推土机声振粗糙度测试
团队主管
雷扎·雷德斯泰特



寻求解决方案

在努力解决问题的后续尝试中，该团队试验了 Simcenter Testlab 声学测试产品组合的两种解决方案。第一，对前轴执行工作振型 (ODS) 分析以评估运行条件下的振动模式。ODS 测量使用 60 个加速计位置分 10 轮执行，这是一种非常耗时的方法，重点关注驾驶室噪声达到峰值时 2,520 rpm 的振型。测试工程师察觉到，这一速度下的振动级别较高，就和内部噪声级别一样。但是，约 3,000 rpm 转速下的噪声峰值似乎与振动峰值无关。

“总体噪声级别随着振动级别的增加而增加，但高振动级别和驾驶室高噪声级别并没有直接关系，”雷德斯泰特说。“简而言之，测试并没有真正帮到我们。”

此外，推土机整车的模态分析并没有带来实质性成果。

“每次工作之后，我们都会测量撞击影响，以确定前轴的模态行为，而不管作用力如何，”雷德斯泰特说。“结果我们并未检测到临界频率。”

第三种方法与 Simcenter™ 工程服务产品密切合作，产生了富有建设性意义的结果。测试团队在前轴上放置了三个传感器：一个放在左侧驱动轴上，一个放在右侧驱动轴上，还有一个放在小齿轮轴上；他们测量了加速时套管中的位移。结果表明，在第九节传动轴位置，侧轴上的位移比小齿轮轴上的位移大很多。此外，小齿轮轴上的套管振动峰值明显与 210 和 375 赫兹 (Hz) 的位移峰值有关。这些观察与随后的发现明显指示，前轴导致产生了吱嘎声。

“Simcenter 工程人员测量位移的创意很棒，”雷德斯泰特说。“实际上，我们起初对此有些犹豫，因为测试会损坏轴，但这种尝试显然是有价值的。我们只用了几个简单的转换器，就取得了非常好的成效。”

“Simcenter 工程人员测量位移的创意很棒。实际上，我们起初对此有些犹豫，因为测试会损坏轴，但这种尝试显然是有价值的。我们只用了几个简单的转换器，就取得了非常好的成效。”

沃尔沃建工设备
推土机声振粗糙度测试
团队主管
雷扎·雷德斯泰特



解开重重谜团

在得出这个结果之后，工程师们决定通过扭振分析获得对此问题更加深刻的见解。两个激光传感器，一个靠近传动轴前轴后部，另一个靠近前轴的前凸缘，在动力传动系统展示出明显的 370 Hz 扭振峰值。在解开重重谜团之后，VCE 工程师得出结论，即扭振模式造成前轴 2,400 rpm 转速的高冲击水平。这样，他们就知道，必须改进齿轮质量，才能减少振动。

同时，他们还提出了解决问题的方法。根据后来的测试结果，团队决定增加大约 10 公斤的质量，从而改变轴动力并改善其性能。如果传动轴配置不够好，对质量阻尼器稍加调整，也可能有所帮助。

“我们的工作还未完成，但至少我们知道，我们的方向是正确的，”雷德斯泰特说。“西门子软件确实为取得这一成果做出了重大贡献。Simcenter Testlab 是简单易用测试解决方案平台，外观和体验卓越，帮助我们节省了时间。”

他补充道，“对于自身工作，Simcenter 工程服务团队总是能够随时效劳。不管我们何时遇到问题，只要致电客户支持，支持人员或是工程师总会在第一时间出手相助。嘎吱声问题的解决正是西门子 Simcenter 测试软件帮助 VCE 实现高质量追求的一个例证。”

“对于自身工作，Simcenter 工程服务团队总是能够随时效劳。不管我们何时遇到问题，只要致电客户支持，支持人员或是工程师总会在第一时间出手相助。”

沃尔沃建工设备
推土机声振粗糙度测试
团队主管
雷扎·雷德斯泰特

解决方案 / 服务

Simcenter Testlab
siemens.com/simcentertestlab
Simcenter SCADAS
siemens.com/simcenterscadas

“Simcenter Testlab 是简单易用测试解决方案平台，外观和体验卓越，帮助我们节省了时间。”

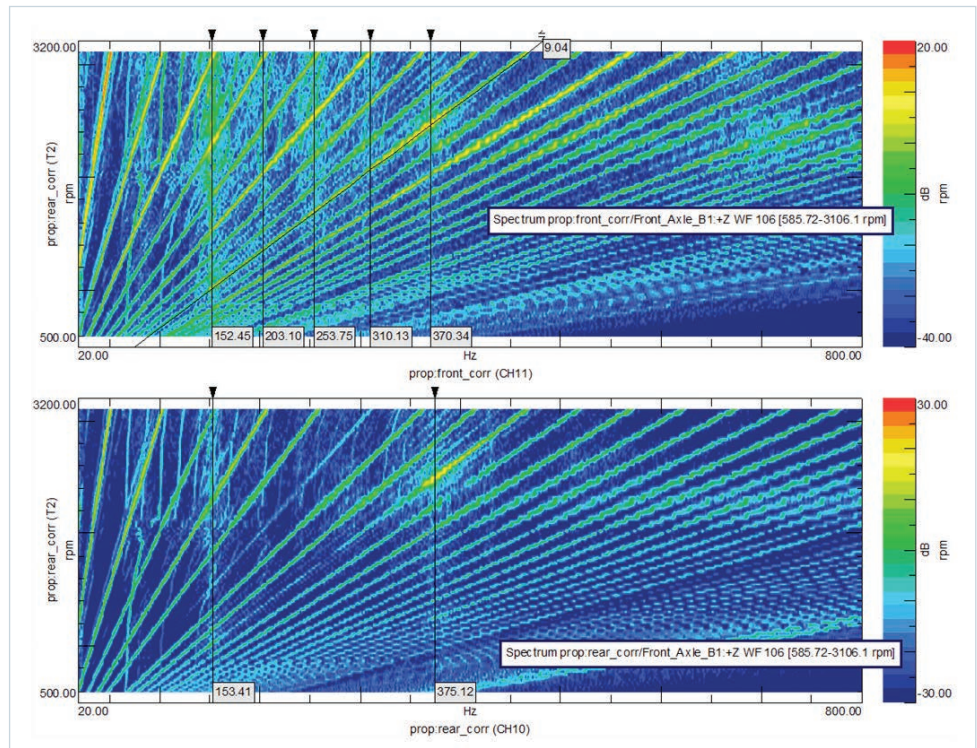
客户主营业务

沃尔沃建工设备产品和服务通过专营或独立经销商远销世界 125 个国家。沃尔沃机器设备客户广泛涉及矿石、集料、能源相关行业（例如石油和天然气）、重型器械、设施、道路施工、建筑、拆迁、资源回收、工业材料处理以及林业。
www.volvoce.com

沃尔沃建工设备
推土机声振粗糙度测试
团队主管
雷扎·雷德斯泰特

客户位置

瑞典
埃斯基尔斯蒂纳



这两幅图显示了靠近前轴凸缘的前传动轴扭振（上图）和靠近中心轴的扭振（下图）。第九阶次的振动达到峰值 370 Hz。

Siemens Digital Industries Software

美洲： +1 314 264 8499
欧洲： +44 (0) 1276 413200
亚太地区： +852 2230 3333

© 2018 Siemens. 可在[此处](#)查看相关西门子商标列表。其他商标属于其各自持有方。
40851-81375-C9-ZH 1/20 LOC

siemens.com/software