



FORD MOTOR COMPANY

细节会对质量产生巨大影响

合作伙伴案例研究



2009 Ford Flex



挑战:

不受控制的尺寸变化会导致代价高昂的报废、重新设计和品牌损害。

解决方案:

Sigmund 软件帮助 Ford 在设计阶段分析公差和装配体构建。

虽然多样性是生活的调剂,但对于制造公司却是令人头痛的问题。设计人员和工程师必须考虑到从生产线出来的产品不可避免存在的变化(无论是微小变化还是其他变化)。一些公司(例如 Ford)从产品开发周期开始就为变化做好了准备。其他公司则自求多福,他们开始制造,然后在以后清理出现的混乱。

要了解变化可能带来的问题,必须记住,制造的任何东西都不是完美的。计算机辅助设计(CAD)数据展示了理论上的标称设计意图,即理想情况,而不是发货给客户的产品的实际质量或性能。CAD不会制造任何东西;这是实际制造和装配流程的工作。设计在CAD中看起来合适,并不意味着它在工厂中生产时也能合适。

简单产品(比如一英寸直径的圆柱)在现实中的直径绝不会正好为1英寸。它在出厂时可能会出现稍厚、稍薄或圆度不够的情况。根据产品设计人员的指定公差(以及工厂的能力),变化可能会非常显著,因此,当与其他可变零件结合时,生产的产品将会出现故障。

每种设计都有风险。一些人认为,多达一半的报废和返工是由于公差和变化管理不当造成的。公司花费大量资金来弥补质量欠佳造成的代价,包括重新设计、工程变更单、召回、保修、法律责任、发布延迟、长期制造问题和品牌声誉受损。10个六西格玛“关键质量问题”中,估计有8个可总结为控制尺寸变化。

Varatech公司创建了名为Sigmund®的公差和装配体构建分析软件以解决该问题。“有时候,我们可以计算设计风险,但却对此无能为力,”Varatech的CEO Bob Gardner解释道,“有时候,则是您在发布产品时对于出现的问题毫无准备,因为您缺乏对可变零件之间各种关键关系的洞察。如果没有预先定义质量构建目标,以及只在设计周期结束时随意设置公差数据(如有),就会发生这种情况。这种情况的代价可能非常高昂。”

“Sigmund 的真正作用在于协调产品开发。”
“意见往往决定了产品方针,但客观数据比意见更加重要。在客观数据面前,一切都毫无争议。”

— Glenn Reed, 机械技术专家,
Ford Motor Company

使设计和产品构建质量可被预测

根据 Gardner 的说法,提前定义质量构建目标至关重要,他将这些目标定义为影响适配度、加工度和功能的重要装配关系。问自己:您的产品的哪些重要特征能够转化为质量?对于豪华汽车的车身,质量的一个指标可能是:滚珠轴承每次都能沿接缝平稳滚动。这将是一个质量构建目标。质量构建目标会影响产品的性能以及它在生产中的顺利构建程度。

领先的工程团队从竞争评估、基准算例、营销要求、质量功能部署(QFD)分析结果、用户要求、故障分析和手册(比如用于机械装置关系的“机械手册”)等来源得出质量构建目标。

一旦确定和量化质量构建目标以产生可衡量的目标,这些目标将推动设计。例如,Ford Motor Company 使用 Varatech 的 Sigmund 执行岔路算例,以确定其中哪些设计概念在变化、几何灵敏度和满足预定义的质量构建目标方面是最有效或最稳健的。质量构建目标决定了需要哪些由 Sigmund 支持的算例 - 最坏情况、修改的 RSS 和 Monte Carlo 公差。这些算例传统上是通过手工或电子表格执行的,与设计中使用的 CAD 软件没有任何关联,使得开发、更新和维护所有公差/变化信息变得非常困难。相比之下,Sigmund 则使设计人员能够在设计/工具发布之前,轻松演示客观的 CAD 驱动数据,证明设计能够满足所有质量构建目标。从一开始,团队就可以避免与质量不佳相关的所有延迟和显著成本,并提供一个可在必要时返回的参考基础。

FORD: 高质量的设计是头号目标

Ford 使用 Sigmund 和 SOLIDWORKS® 3D CAD 软件以确保卓越的质量。位于密歇根州迪尔伯恩的 Ford 机械技术专家 Glenn Reed 是一名高级用户。他使用 SigmundWorks、Sigmund ABA 和 SOLIDWORKS 软件检查信息娱乐系统 (包括 DVD、CD 和收音机) 的全球供应商和工程师员工提供的新设计。在工具发布之前, 他确保他们满足功能目标和构建目标。

Reed 将 IGES、STEP 或 Parasolid 文件导入 SOLIDWORKS 软件, 从而开始处理设计。“SOLIDWORKS 软件是一种强大的工具, 用于导入设计 (无论何种来源)、对其进行清理并使用 FeatureWorks® 将其参数化,” 他说道。

然后, 他转为使用 SigmundWorks, 这是适用于 SOLIDWORKS 软件的 Varatech 分析产品。作为认证的金牌产品, SigmundWorks 已与 SOLIDWORKS 软件完全集成, 并在其界面中运行。为了评估质量, Reed 一次可以运行数千种假设场景, 并随时调整尺寸、公差和变化。

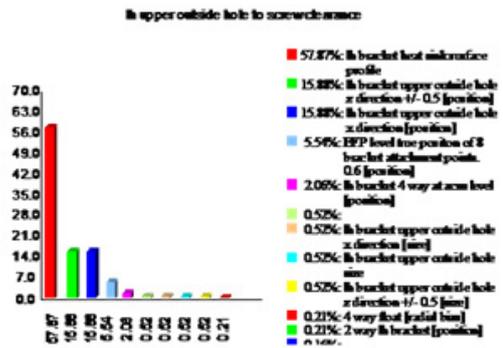
“SigmundWorks 帮助我们从一开始就定义和理解我们的构建要求,” Reed 说道, “我们了解设计中的每个特征、尺寸和公差对成本、制造复杂性和装配造成的下游影响。”

FORD 的 SIGMUND 使用案例

例如, Reed 使用 SigmundWorks, 对 2009 Ford Flex 中的电子元件饰板 (EFP) 与中心饰板 (CFP) 之间的接口执行孔阵列到螺钉凸台阵列算例。这些算例旨在确保零件成功装配在一起, 并在按钮周围保持均匀的间距。

EFP 通过一个双向定位器和一个四向定位器安装在 CFP 上, 并用 17 个紧固件固定。最初的 SigmundWorks 孔阵列匹配分析显示, 在 EFP 中使用原始直径 3 毫米的螺钉孔时, 有 5% 的装配体出现问题。使用阵列匹配分析, 孔逐渐增加至 3.8 毫米, 直至达到 100% 的预计构建。“这种类型的孔到销匹配分析几乎不可能手工完成,” Reed 说道, “借助 Sigmund, 我们只需从尺寸和位置公差的角度得出所需的结果, 即可确保正确装配。这很简单, 而且很快。”

在另一个案例中, Ford 能够验证 CD 播放器总成是否按预期工作, 但装入过度翘曲的光碟时除外。尽管使光盘暴露在热源或阳光下在技术上属于客户的过错, 但 Ford 仍使用 SigmundWorks 和 SOLIDWORKS 软件来改变光盘导轨的尺寸, 以使系统更加坚固, 从而确保使用稍微翘曲的光盘也能正确地装载和弹出光盘。因此, Ford 甚至避免了用户对设计缺陷的感知。



正如此 Sigmund Sensitivity-Pareto 图表所示, 大多数变化都来自于少数几个公差。右侧所示甚至未显示的公差可能正是**节省成本**的机会所在!!!

目的是了解需要哪些地方需要高精度, 哪些地方不需要。

在另一个案例中, Ford 发现一款即将上市的新型汽车上的收音机旋钮稍有晃动。这是一个对功能绝对没有影响的小问题, 但对感知质量有很大影响。Ford 使用了 Sigmund ABA 装配体构建分析软件, 在两个配合零件之间的微小间隙中精确查明了隐藏的“几何灵敏度”, 这正是问题的根源。换言之, 小间隙产生了较大的晃动, 因为装配体关系放大了它的影响 (思考手腕的轻微倾斜如何使剑尖移动几英尺)。Ford 能够识别并轻松关闭另一个特征接口, 以减少晃动。Sigmund 分析提供的客观数据让用户可以自信地修改生产级注塑成型工具。

Ford 通常对装配体设计运行至少 5,000 个 Sigmund 支持的虚拟仿真构建。这个过程就像工厂构建 5,000 个原型一样，根据允许的公差内所有可能的变化组合，所有这些原型都略有不同。然后，Sigmund 绘制构建的直方图。如果在早期设计中，20% 的构建失败，直方图的边缘将用红色显示超出规格的构建。蓝色表示在规格范围内。Sigmund 能够提前确定标称设计错误和装配过程均值漂移。

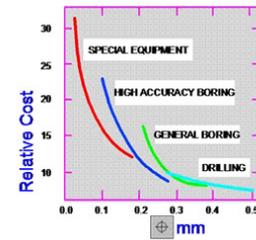
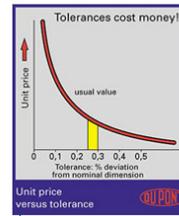
观看 Sigmund 通过动画演示装配体设计是一个很有意思的过程。这个强大的软件可循环运行数千个虚拟构建，生动地展示可能会影响成品零部件的所有可能变化，包括微小变化以及不那么微小的变化。这很好地展示了完美的设计如何转化为出色的产品。

更多示例

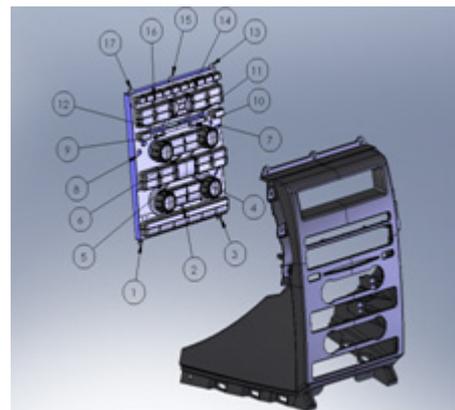
Ford 还使用 Sigmund 补充其他类型的分析，包括有限元分析 (FEA)。FEA 几何体通常基于永远不会存在的标称模型。将实际零部件和装配体变化添加到 FEA 几何体中，可最大程度地减少仿真结果和测试之间的典型差异。Sigmund 考虑实际零部件和装配体的变化，并真实展示出现偏差的实际制造几何体。因此，Sigmund 使开发团队能够分析实际生产的产品，以便更准确地展示产品离厂时的性能。

左侧的钣金收音机机箱示例显示了原始公差如何导致出现非方形箱体，这可能会产生机械问题。收音机机箱外壳的标称几何体的 FEA 分析 (使用 NEiWorks) 显示了一个结果。Sigmund 真实偏差外壳几何体导致 FEA 结果极为不同。制造后，装配体上的变化和载荷产生的复合效应可能会使这些机箱中的很大一部分不能维持方形，并成为废品。Ford 能够通过快速调整设计来解决该问题。

“在 Ford，Sigmund 推动了概念评估、设计、材料选择、质量计划、供应商和流程选择，”Reed 说道，“事实上，Ford 已经制定了一条影响所有供应商的新规则。在工具发布之前，供应商必须使用仿真软件执行‘最坏情况’、‘修改的 RSS’和‘Monte Carlo 公差’算例，以证明符合构建目标。毫无疑问，我喜欢这个想法。”



精确图形的成本 — 精密公差大大提高了成本



达到均匀间距。100% 预计构建。

关注 Ford Motor Company

总部: Customer Relationship Center
P.O. Box 6248
Dearborn, MI 48126
电话: 1 800-392-3673

有关更多信息, 请访问
www.ford.com

尽管在项目开始时需要花费一些时间和精力来执行公差和装配体构建分析, 但与报废、返工、保修索赔和召回的成本和工作量相比, 这些付出微不足道。

“Sigmund 的作用是协调产品开发,” Reed 说道, “意见往往决定了产品方针, 但客观数据比意见更加重要。现在我们可以说: ‘这是设计 A、B 和 C, 还有附带的 Sigmund 算例。如您所见, 设计 B 无法实现目标, 因此您必须放宽质量标准或在 A 或 C 之间进行选择。’ 在客观数据面前, 一切都毫无争议。”

SigmundWorks 是一个获得认证的金牌产品, Sigmund ABA for SOLIDWORKS 软件和 Sigmund ABA Kinematics for SOLIDWORKS 软件是解决方案合作伙伴产品。Ford 依靠 Varatech 和授权的 SOLIDWORKS 软件经销商 DASI Solutions 进行持续的软件培训、支持和实施。

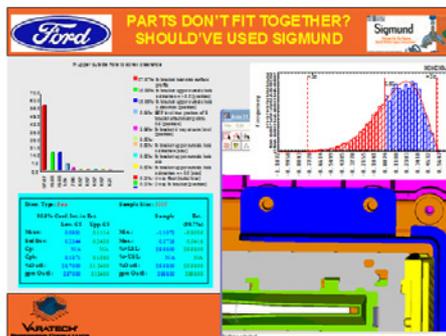
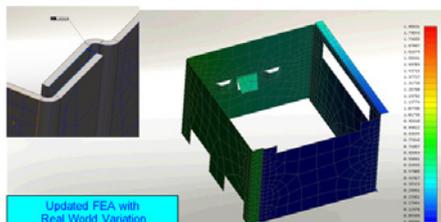
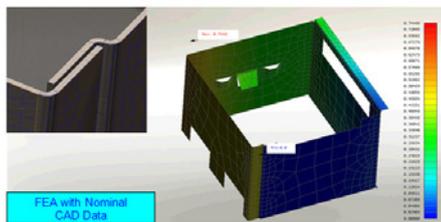
有关更多信息, 请访问:

dasisolutions.com

www.ford.com

www.solidworks.com/zh-hans

www.varatech.com



上图显示了典型的 Sigmund 报告:

- 1) 记录的构建目标视图, 也可以是显示装配体动画可变性的已插入 AVI。
- 2) 提供顶层信息的统计报告, 例如超出规格百分比、六西格玛的 Cpk 和 PPM (“百万分率”), 以及高级统计数据。
- 3) 构建目标敏感度研究, 提供所有零部件公差和装配体变化的排名顺序 (按对目标的贡献百分比)。
- 4) 图形直方图, 指示模拟值相对于其特定构建目标规格限制的出现位置。直方图还显示了分布类型, 并指示是否存在平均位移, 这通常是由装配过程引起的。

我们的 3DEXPERIENCE® 平台为我们服务于 11 个行业领域的品牌应用程序提供了技术驱动, 同时提供了一系列丰富的行业解决方案经验。

3DEXPERIENCE® 公司达索系统为企业和用户提供了可持续构想创新产品的虚拟空间。本公司全球领先的解决方案转变了产品的设计、生产和支持方式。达索系统协作解决方案促进社会创新, 实现了更多通过虚拟世界改善现实世界的可能性。本集团为 140 多个国家/地区、各行各业、不同规模的 250000 多家客户带来价值。更多信息, 请访问 www.3ds.com/zh。

