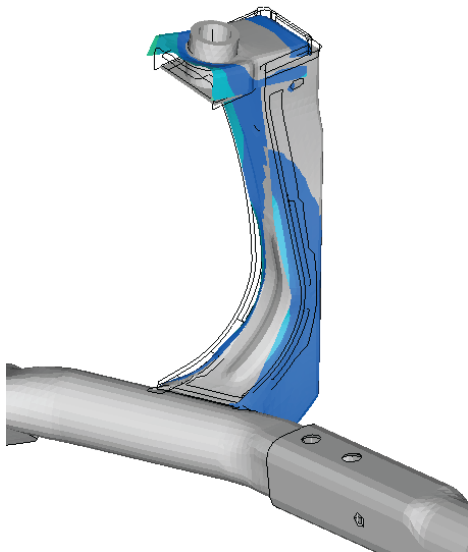


利用 HyperStudy 实现焊接变形率降低 93%



主要看点

行业

汽车

挑战

精确预测焊接变形，并优化焊点布局以减少变形程度。

Altair 解决方案

使用HyperStudy找到最有效的焊点布局，以最大程度减少焊接变形。

优点

节省大量时间和成本，同时保持高性能。



项目介绍

Gestamp Tallent Ltd 是世界级的汽车零部件设计商、开发商和制造商，为汽车行业提供尖端的底盘结构件与悬挂系统产品、白车身结构以及模块与系统。

Gestamp Tallent 集团主要致力于创新型产品的研发，旨在提高车辆安全性并实现车辆轻量化，从而减少能源消耗和对环境的影响。Gestamp 在全球拥有 30,000 多名员工，旗下 96 家制造厂遍及世界 20 个国家/地区，目前仍继续在增长型市场中扩张业务足迹。

Gestamp Tallent 当时利用了 BMW MINI 车的前副车架支撑塔来验证焊接变形优化方法。该支撑塔结构细长，因而特别容易发生焊接变形。此优化方案的目的就是将支撑塔的变形程度降至最低，而这个变形程度则按照焊接部分冷却时塔顶的移位来测量。

挑战

焊接变形是钢板产品制造领域面临的重要难题，在多种情况下会导致产品生产成本的增加。这种情况在汽车业尤为突出，该行业的公差标准非常严格，而且要求零部件兼具复杂性和高性能。

焊接冷却会导致钢板收缩，进而引起相当大的变形，这时需要采取额外的措施才能恢复此过程中失去的几何结构。

零件各个部位的焊接顺序在很大程度上会影响该零件的变形程度，因为刚度变化主要取决于哪些焊点已完成。

通过利用最新技术将焊接变形程度降至最低，从而节省不必要的流程，能够使企业获得独特的优势。



“借助 HyperStudy 可实现灵活的多平台优化管理，它的通用性使其无需任何变动即可应用于任何焊接变形项目。”

Adrian Chapple
分析主管
Gestamp Tallent Ltd

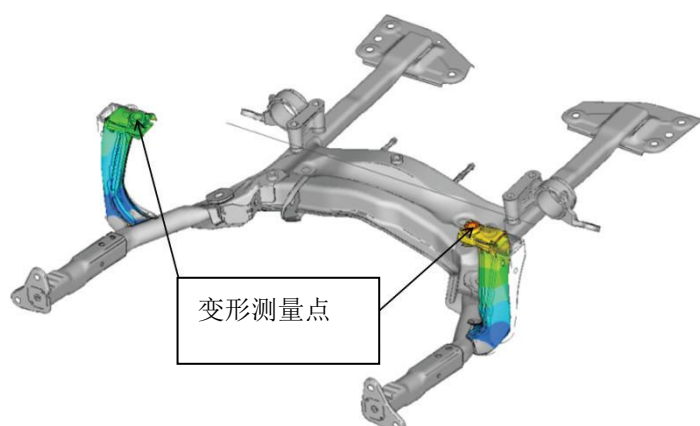
解决方案

几年前，Gestamp Tallent 就选择了 Altair HyperStudy CAE 平台为他们的优化项目提供支持。为了进一步研究焊点删除优化，他们再次选择了 Altair HyperStudy 产品。通过 HyperStudy，用户可以基于多个仿真代码对模型进行实验设计(DOE)、优化和随机研究。

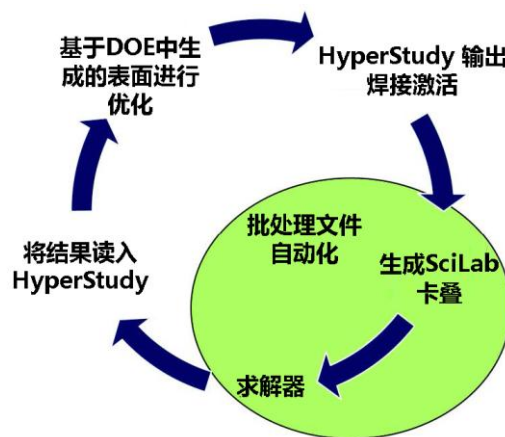
为避免优化算法从支撑塔删除过多的焊点和破坏结构完整性，HyperStudy 对负荷状态下的支撑塔刚度施加了一个约束条件。

最初使用的优化算法是由 HyperStudy 管理的 HyperStudy 自适应响应面法(ARSM)。

在 ARSM 算法提供了局部解决方案后，Gestamp Tallent 又尝试了一种通用算法，以研究它能否成为更有效的全局解决方案。这种通用算法能够充分利用一个集群中的多个 CPU，适用于离散型问题。但要找到全局最优方案需要多次迭代，这种方法后来被发现是非常耗费成本的。



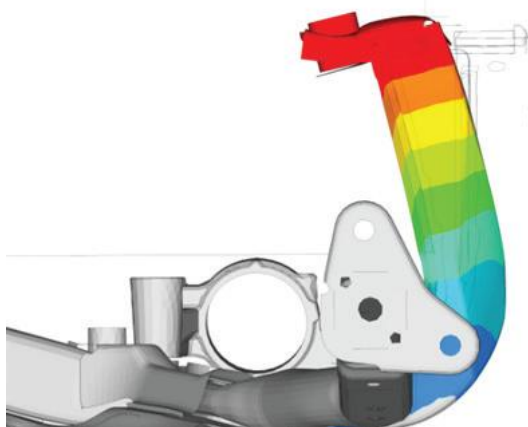
BMW MINI 副车架



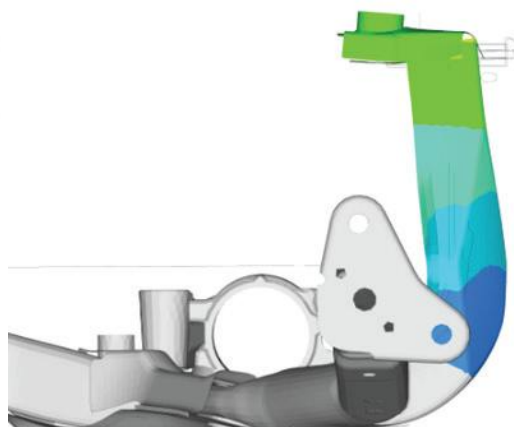
优化过程

随后，Gestamp Tallent 将混合多目标(HMMO)方法同时用于梯度搜索算法和全局搜索算法。HMMO 提供的解决方案与 ARSM 算法相同，这表明在给定的刚度约束下，ARSM 解决方案是全局最优方法。

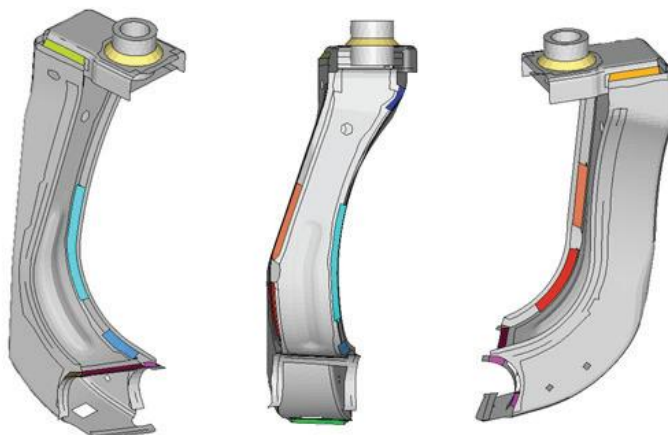
HyperStudy 还被用来优化焊接顺序，以最大程度降低支撑塔变形程度。由于使用的焊点在先前优化中已经被固定，不可进行删除，因此在此优化中可以不施加约束条件，这让支撑塔能够保持与前面分析中相同的刚度。



最初的焊接变形



优化后的焊接变形



最终焊接位置

显著减少焊接变形

最初分析发现，在所有焊点中，有 20% 的焊点对支撑塔刚度和强度产生关键影响，并且引起的变形可忽略不计。在后续分析中，这些焊接点被固定在原来位置，以便提高优化收敛性。

其余 80% 的焊点则进入优化循环进行焊点删除，以便减少变形程度。

负荷状态下的刚度与原始模型刚度相同，但变形程度大大降低。峰值应力分析表明，就 14 种不同载荷工况下支撑塔中产生的最大应力和这些工况的包络图而言，新的设计方案也要优于原来的方案。

在同等设计方案中，如果采取焊点删除优化，将会使塔顶部预测的变形率降低 56%。由于可以通过 ARSM 优化法快速收敛为全局最优方案，因此可以将此方法应用于范围更大的问题（例如，整个副车架），而无需在 DOE 中减少设计变量的数量。

优化焊接顺序后，焊接过程中的预测变形率降低了 93%。

HMMO 优化所产生的帕莱托前沿基于一系列给定的规范提供了对最佳设计的有用启示，这可以用于针对不断变化的设计目标快速调整设计方案。

此方法也非常适用于可以将各焊点均衡化的区域，以便某一焊点的变形影响可以被另一个焊点抵消或最小化。

结论

通过使用 HyperStudy, Gestamp Tallent 能够实现焊点均衡化并获得最有效的焊点布局，从而在不额外增加工艺成本或降低零件性能的前提下显著降低变形率。

如果使用 HyperStudy 减少焊接变形程度和制定最佳焊接程序，无需花费昂贵成本更换工具即可制造出高性能、易于加工的装配件。

此项目中应用的技术具有通用性，无需任何变动即可应用于所有焊接变形项目。



关于Altair公司

Altair公司是世界领先的工程设计技术的开发者之一，也是一家具有全球深厚工程技术底蕴的优秀CAE工程公司。Altair 公司拥有多元化的业务主线，其技术涵盖高端CAE仿真和优化技术、数据管理及流程自动化、高性能计算与网络计算技术，同时具备一流的产品设计、流程定制、二次开发等咨询服务能力。Altair目前为私人所有，总部设在美国底特律，在全球拥有2000多位员工，分支机构遍及美洲、欧洲及亚太地区。凭借其在产品设计、先进CAE工程软件开发和网格计算技术等方面拥有29年的经验，Altair不断为各个行业的客户创造竞争优势。

www.altair.com.cn



企业级CAE仿真平台

构建于设计优化、性能数据管理和流程自动化的基础理念之上，HyperWorks是一个企业级的仿真解决方案，用于加快企业设计开发和决策过程。作为业界最全面的开放构架的CAE解决方案，HyperWorks包括第一流的建模、分析、可视化和数据管理解决方案，适用于线性、非线性、结构优化、流固耦合和多刚体动力学等多个领域。

www.altairhyperworks.com.cn



产品创新咨询服务

Altair产品设计咨询团队(ProductDesign)是一个提供创新的、端对端解决方案的、全球性的多学科产品研发和工程咨询团队，向全球客户提供全面的工程咨询服务，其设计方案能够综合产品可用性、适用性、高性能、多需求、低成本等多个方面的因素。通过领先的研发流程和丰富的行业经验，帮助客户产品以更快的速度投向市场。

www.altairproductdesign.com



网格计算和资源管理平台

Altair PBS Works 帮助制造业、资源勘探、地球科学、天气预报、计算化学、制药、金融和娱乐行业的企业、学校和研究机构最大化其计算机软硬件资源的投资回报。PBS Works系统作为Altair HyperWorks家族中的成员，帮助制造业用户是实现大规模CAE仿真的同时按照需求有效地利用企业的计算资源，包括网格、集群和其他计算系统。

www.pbsworks.com.cn