

将自然灵感注入商用车的开发过程



主要看点

行业
汽车

挑战

为汽车行业，尤其是商用车行业，设计、优化和制造安全可靠的轻量化部件

Altair 解决方案

基于 OptiStruct 的拓扑优化和增材制造技术

优点

- 产品更轻
- 制造流程更简单
- 交付周期更短



项目介绍

作为世界汽车行业在德国的最大的独立工程合作伙伴，EDAG 不懈地追求着新的技术以及创新的流程，以期简化汽车的研发。该公司在汽车、生产设备、衍生产品及模块的生产方面和综合开发方面有着广博的专业知识。尤其是在轻量化设计领域，乘用车及商用车仍存在着巨大的需求。EDAG 正利用其深厚的工程知识，将最先进的计算机辅助工程工具与包含增材制造技术在内的最新生产技术相结合，力求在更短的时间内研制出重量更轻、功能更完善且经得起严格验证的组件。在当前的一个项目中，EDAG 采用了最佳实践的优化工具 OptiStruct 来开发卡车驾驶室和底盘的轻量化仿生结构，随后再利用增材制造技术来制造组件。拓扑优化与增材制造技术的巧妙结合使增材制造技术的设计自由性及优势得到了充分的发挥。此外，工程师们进行了多重物理优化，结合考虑了汽车的强度与抗撞性方面的需求，从而为最终设计找到了最优解决方案。为了完成其中所涉及的开发任务，EDAG 设计师们采用了 HyperWorks 和 OptiStruct，并尤其应用了后者。

挑战

从乘用车到商用车，整个汽车行业都面临着重大的挑战：他们一方面必须提高燃油效率，达到法律对排放的要求。与此同时，他们还必须确保汽车可达到甚至超过安全需求，并保持具有竞争力的价格。为了制造出重量更轻的产品，汽车行业一直在不断寻求新型材料以及具有创新性的生产方法，而这必然离不开轻量化设计以及仿真驱动设计流程，因此这些方法在行业中也倍受重视。

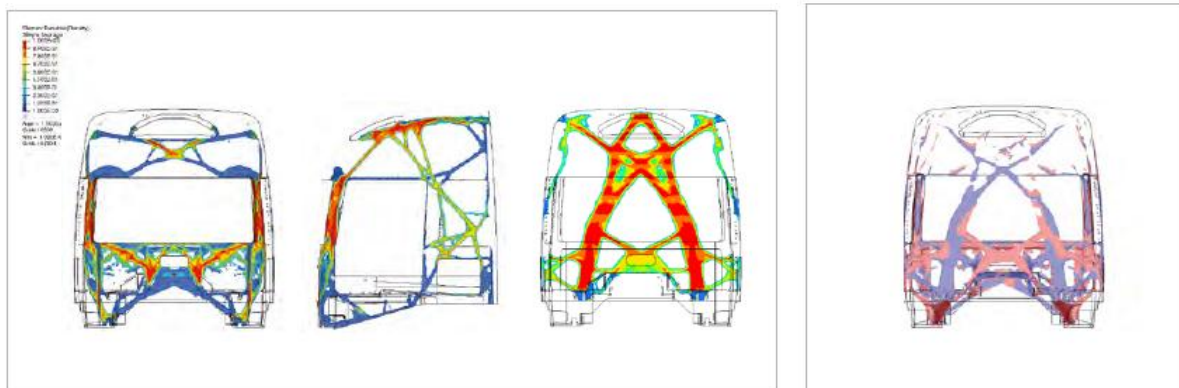
EDAG 由 Horst Eckard 于 1969 年 2 月 1 日在德国达姆施塔特附近的 Groß-Zimmern 创立。公司当时的名称为“Konstruktionsbüro Horst Eckard”。凭借世界范围内 7900 余名员工和 2013 年 6.32 亿欧元的总营业额，EDAG 如今已是世界最大的面向国际汽车行业的独立工程合作伙伴。EDAG 为汽车行业中从原始设备制造商到供应商的各个机构提供服务。公司与世界上一些最知名的汽车品牌存在合作。

“在卡车驾驶室和底盘项目的初期，我们使用了 OptiStruct 并利用骨架结构作为设计的基础。借此，OptiStruct 帮助我们做出了既轻量化又稳固的驾驶室设计，其中也包括相配的底盘。此优化的框架结构将多种功能集于一体，与按照传统构造方法制造出的非优化结构相比，有着显著的重量优势。”

Andreas Pfeiffer

EDAG 公司 CAE 工程师兼优化与 NVH 课题专家

在最近的一个项目中，为了使未来商用车的结构既价格实惠又重量轻盈，EDAG 的工程师们在寻求一种新的开发和制造方法。整个过程中必须结合新的灵活的定制式制造措施，以便在无需对生产设施进行大规模改动的前提下满足各个具体客户的要求。为此，所建立的整个过程不仅应提供最佳的设计方法，还应结合所选制造方法的要求。



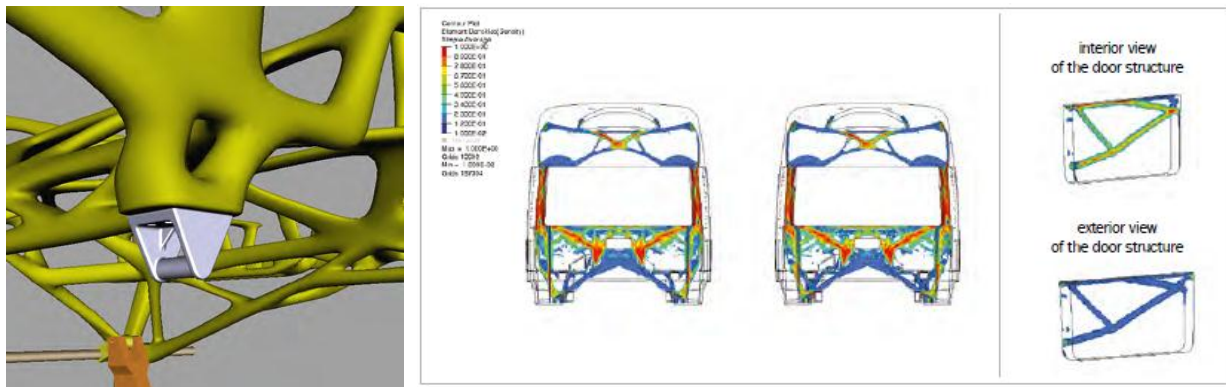
轻量化卡车驾驶室的拓扑优化效果，前视图、侧视图及后视图

张应力（红）及抗压应力（蓝）可视化

解决方案

注入自然灵感的结构往往具有最佳的结构效率。对于 Altair OptiStruct 等优化工具，它们会根据实际作用力和负载路径进行结构创建，与自然进化的演进过程非常相似。只在负载条件需要的位置上布置材料，无负载需求之处的材料会被移除。因此，优化不仅能够在理想结构外形上提供灵感，而且还为工程师带来了一个明确的结构方案。在此方案中，只有在需要的位置上才会使用材料，而且材料会以最佳方式进行分配，整个结构极为高效。

若使用传统的制造方法，则必须根据制造上的限制对此设计提案进行调整。虽然传统的制造方法也可以做出更好、更轻的设计，但是却无法做到完美，不能像优化设计一样可以将轻量化的潜力完全挖掘出来。借助增材制造（也称“3D 打印”）等新生产技术，整个过程几乎可不受任何限制，因此组件的最终设计也更加接近于优化的理想结果。通过这一方式，优化和增材制造构成了完美的结合，同时也实现了开发与制造流程的融合，使得这种新生产方法所具备的潜力得到充分体现。



在设置优化流程时，添加支撑位置作为边界条件。

左侧：带和不带转向管柱设计空间的驾驶室结构对比

右侧：门结构的元密度

首先，EDAG 的工程师们用 OptiStruct 开始了卡车驾驶室和底盘的设计和研究工作，在骨架结构的设计基础上设计出一个轻质牢固的驾驶室（包括相配的底盘）。就这样，EDAG 工程师们设计出了一个优化的框架结构，该结构将

多种功能集于一体，较传统构造方法制造的非优化结构有着显著的重量优势。此外，工程师们还专门在驾驶室内设计和测试了安全框架，用于降低车内人员在车辆碰撞事故中受伤的风险。专家们对该结构进行了验证，然后又利用 OptiStruct 拓扑技术对其进行了优化。为了同时达到安全性要求，工程师们还进行了包括刚度和碰撞要求在内的多重物理优化，并取得成效。驾驶室不仅达到了高刚度及高扭转刚度，还完全符合将在 2017 年生效的 ECE R29-3 标准（欧盟对车辆驾驶室内乘客安全的规定）。此外，凭借增材制造技术所带来的设计自由度，底盘与驾驶室之间的连接也得到了优化。

结论

增材制造与优化的结合为商用车行业的革新带来了机遇。由于制造方法能够达到充分的灵活，不仅可以在设计时从自然中汲取灵感，而且设计过程也变得更加直接，可以根据使用案例的个体要求进行定制，与此同时，材料使用也能够达到最佳化。增材制造技术在提高制造自由度以及设计轻量化方面蕴含着巨大的潜力，在与拓扑优化技术相结合时更是如此。工程师们已意识到，即使是复杂的拓扑设计几何结构，也可通过关联的多组数据进行制造，而且还具有诸多优势，例如可支持各种模型、不受任何限制、无需使用任何工具，且能够一次完成。在此方法的基础上，便能够根据各种操作需求制造定制性卡车，而且还能同时满足技术上和经济上的要求。尽管增材制造流程在工业上的应用仍处于起步阶段，但其以开发自由度高、无工具生产及轻量化设计的优势已成为未来的一项关键主题。

OptiStruct 和广义上的优化在进一步扩展开发能力上发挥着重要的作用，而且借此也可在设计流程的开始阶段就考虑制造要求。此外，借助了考虑目标刚度和抗撞性等方面问题的多重物理优化，工程师们能够满足多方面的开发要求并找到最佳的解决方案。



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30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，帮助制造业用户在实现大规模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