



重新设计 汽车制造

制造商如何利用先进技术克服行业中的严峻挑战



简介

为何现在亟需先进制造

汽车制造商正在经历全行业的巨大变革。消费者的偏好快速变化，全球监管环境日益收紧，产品开发周期不断缩短，设计和制造中涉及的几乎所有技术都在不断创新。

作为回应，许多制造商正在采取措施，努力打造更先进的制造环境，其特点是互联性、数据驱动以及新的工作模式。但是先进制造本身是一个新兴的概念，涵盖快速迁移以及复杂的设计和生产技术。而且，并没有某一种完美的方法能用于将先进制造变为现实。

在本电子书中，我们将深入探讨形成先进制造需求的行业趋势，了解汽车制造商可以在未来工厂中采用的新技术，并展示具有前瞻性的制造商如何从当今的一些技术中获益。



行业驱动因素

正在改变汽车行业的六大趋势

由于多种趋势同时出现，汽车制造业的变革步伐正在加快。而这其中的每一种趋势都足以重塑整个行业。它们共同促成了前所未有的转型时刻，一个优秀的制造商必须做好足够的准备。





01. 电气化

紧迫的环境问题让电气化的重要性不断提高，其中包括努力开发混合动力和全电动汽车。电气化具有广泛的环境效益，包括减少排放和提高整体能源效率。随着全球环保目标转化为可执行的监管框架，电气化将为汽车制造商提供一种行之有效的合规方式。

日益严格的温室气体排放要求只是其中一个例子。欧洲目前的法规允许 130g/km 的 CO₂ 排放量，但到 2020¹ 年将急剧下降到 95g/km，长期目标将更加激进。美国的减排目标也在继续收紧。专注于改善空气污染的中国最近出台了一项针对重型汽车的排放标准，超过了欧洲同行。此外，全球有九个国家/地区承诺禁止使用内燃机。

所有这些都意味着电动汽车将在全球汽车生产中占据越来越大的比例。根据 2017 年的一份报告，纯电动汽车 (BEV) 将占欧洲上路汽车的 15%，插电式混合动力汽车 (PHEV) 将占 9%，柴油和汽油汽车将分别下降 13% 和 11%¹。到 2025 年，电动汽车预计将占美国汽车总销量的 35%，在中国则占到 22%¹。



1. “自动化和电气化彻底改变全球汽车行业”，Consultancy.uk, 2017 年。
<https://www.consultancy.uk/news/13269/automation-and-electrification-to-overhaul-global-automotive-industry>



02. 可持续性

除了迫在眉睫的环境问题外，该行业还力求使其所有流程更具可持续性，成为未来低碳或脱碳的方法。可持续性是一个复杂并且在多方面需要倾注心血的发展历程，几乎影响到汽车行业的每个环节。

在生产方面，可持续性目标包括平衡经济增长与法规遵从性、投资于生产线数字化、消减成本，以及发展更高效、更具活力的供应链。汽车制造商还在努力解决就业实践的可持续性问题，包括增加培训和教育、缩小性别薪酬差距以及应对劳动力老龄化问题。

汽车使用是可持续性的另一个支柱，制造商开始开发必要的技术，包括替代燃料汽车以及互联的自动驾驶汽车，以重塑汽车行业，使其成为全球交通结构中更清洁的一部分。

最后，制造商正在研究报废原则，要求在这一阶段可以回收每辆车越来越多的零部件，增加再生塑料的使用，并设法进一步增加其他再生成分，同时符合安全和质量标准。

03. 批量定制

批量定制涉及大规模为特定客户提供个性化服务，这是一个长期且棘手的行业挑战。传统的批量定制仅限于制造流程，而新方法融合了先进的设计和制造技术，以便对车辆中最具价值的方面加以个性化支持。

未来可能会为客户提供虚拟的按订单生产体验，而车辆设计本身允许更大规模的上游重新配置，制造系统的设计也更具灵活性。找到批量定制“切入点”的制造商将获得显著的竞争优势。



04. 轻量化

汽车轻量化为汽车制造商提供了一种行之有效的方法来提高燃油经济性，那就是使用各种轻质材料（包括铝、镁、高强度钢、塑料和碳纤维）替代现有零部件。将汽车的重量降低 10% 通常会使整体燃油经济性提高 6 - 7%²。考虑到燃料经济性和排放标准正在迅速提高，这是一个重要的考虑因素。

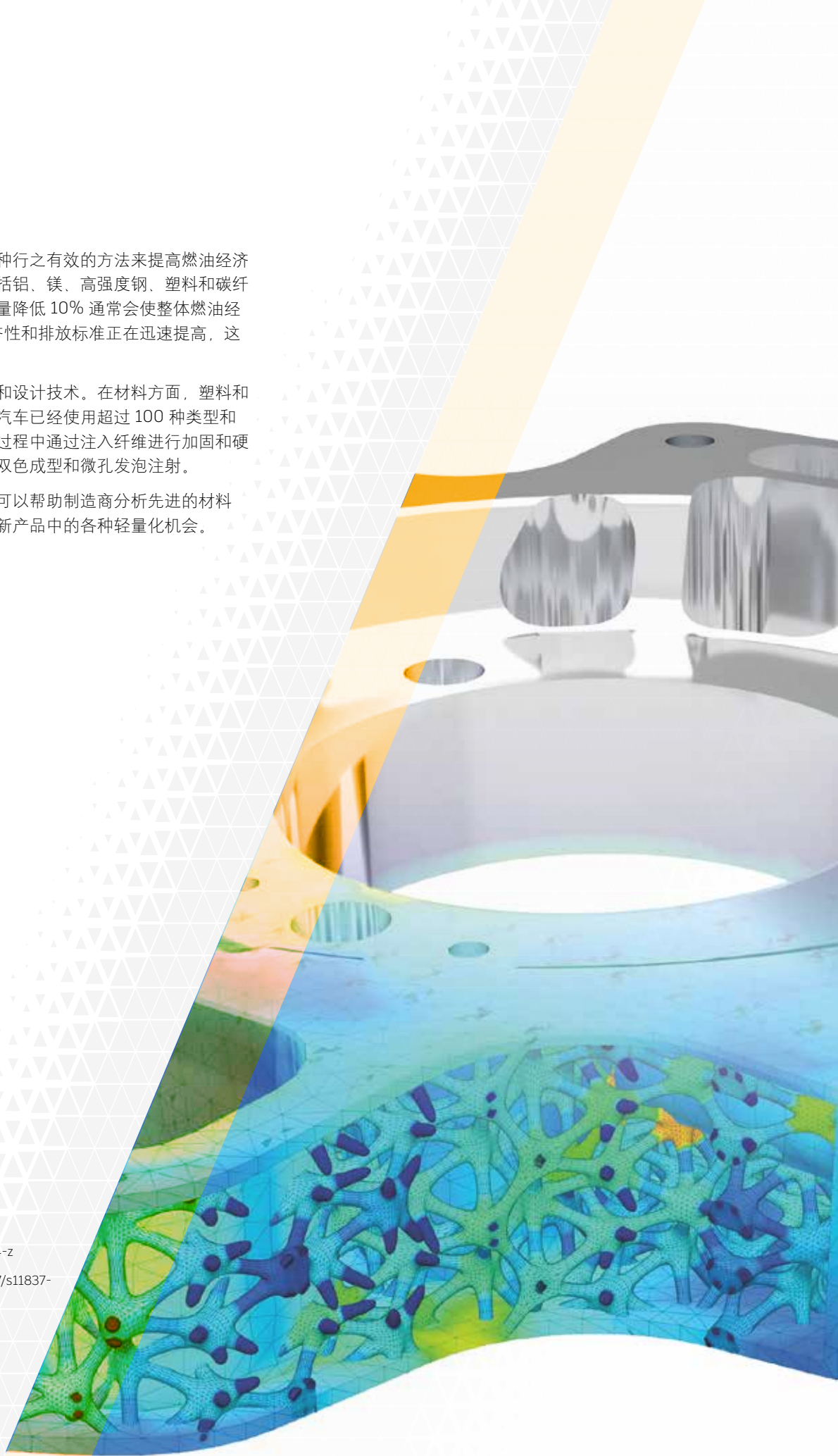
轻量化涉及到新的制造材料、工艺和设计技术。在材料方面，塑料和复合材料具有更好的前景。典型的汽车已经使用超过 100 种类型和等级的塑料，这些塑料可以在制造过程中通过注入纤维进行加固和硬化。新的制造技术包括压缩成型、双色成型和微孔发泡注射。

最后，在设计阶段使用的仿真工具可以帮助制造商分析先进的材料（与传统材料反应不同），并探索新产品中的各种轻量化机会。

2. Joost, W.J. JOM (2012) 64: 1032.

<https://doi.org/10.1007/s11837-012-0424-z>

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11837-012-0424-z>



05. 技能差距

技能差距指的是汽车制造业需要填补的职位与现有的技术人才之间的差距。对全球所有制造商来说，招聘技术人才都是一个严峻的问题，在美国尤其如此。Deloitte 的一项研究表明，这是因为长期的经济扩张创造了更多的就业机会，其中包括到 2028 年新增高达近 200 万个制造业岗位³。与此同时，预计近 300 万人将在未来 10 年从制造业退休。

对于汽车制造商来说，这些退休人员具备大量的实践知识，而这些知识并没有传授给接替他们的工人。此外，正如汽车制造商需要采用比以往更先进的技术一样，这些职位正变得更难以填补。

06. 工业 4.0

工业 4.0 中的“4.0”指的是继蒸汽动力机械化、电力驱动的大规模生产发展以及计算机和自动化运用之后的第四次制造业革命。第四次革命是信息革命，将由各种互联、自主和数据驱动的系统以及机器学习和人工智能 (AI) 驱动。它也被称为物联网 (IoT) 和智能工厂中的系统互联网的结合。

所有这些概念还在不断涌现。但可能的应用包括能够感知或预测何时需要维护的生产线、能够根据需求甚至天气变化自动调整的供应链，以及自主的工厂设备。

3. Deloitte Insights. “工作在这里，但人在哪里？”
(The jobs are here, but where are the people?)
2018 年 11 月。

<https://www2.deloitte.com/insights/us/en/industry/manufacturing/manufacturing-skills-gap-study.html>





先进制造

探索重新定义汽车设计和制造的技术

互联性是当前汽车行业正在经历的所有趋势中的一个突出的主题。为了解决大而复杂的问题，制造企业将需要摆脱传统的部门竖井，开始建立一个更加无缝互联的企业，以便能够更快地自我协调，并更高效地调整以适应变化。

这一点在设计和制造的融合上表现得更为明显。在过去，两者之间的交接被生动地称为“各管一摊”方法。在未来，高度互联和自动化的制造流程将要求工作室和车间更紧密地合作，以减少迭代，尽量减少错误，并更快地制造更具创新性的产品。

制造商应该设想的是这样一种环境，在这种环境中，产品设计师利用技术定义可行性范围，而不是记录预先确定的结果，并根据功能参数而不是几何形体来缩小范围。工程师将花费更少的时间定义每个零件的形状，而将更多的时间用在分析性能、成本和材料之间的权衡。AI将增强这些体验，从每次迭代中学习，最终消除工程师重复执行常见任务的工作。

随着设计进入生产，制造系统本身将提供有关特定工艺调整影响的建议，或识别可能发生故障的环节。从生产中收集的数据将用于加强对工作流程上游零部件和系统的仿真，从而缩短开发周期和上市时间。



什么是先进制造？

为了充分发挥先进制造的潜力，让流程中的每一步都环环相扣，汽车制造商将需要整合各种新技术和新工艺。每个制造商的具体组合各不相同。但总体而言，先进制造的应用将使汽车制造商能够在竞争激烈、监管严格的市场上满足日益苛刻的客户需求。

让我们来看看先进制造在汽车行业中可能涉及的一些解决方案。

衍生式设计

衍生式设计工具使工程师能够超越传统设计思维的模式和局限性。通过基于性能、材料或制造特性的输入（而不是对零件外观和行为的先入为主的设想）合成形状，衍生式设计可以提供的设计方案比任何团队自己能想到的方案都更多且更独特。

工程师们告诉衍生式设计工具：零件应该有多结实、应该有多重、必须承受多大的力以及应该由什么材料组成，而不是基于先前版本的类似零件来创建汽车零部件。衍生式设计利用 AI 快速创建许多变体，并从每次迭代中“学习”。

这样做可能带来的好处是非常明显的。工程师可以从更多的设计方案中进行选择，包括新颖的方法。另外，由于零件的参数从一开始就确定了，因此衍生式设计可以更轻松地解决相互冲突的设计需求，让工程师可以选择一个方向，并更高效地遵循它。

机器人

机器人本质上是各种硬件和软件系统。软件告诉硬件该做什么。然而，对于机床来说，所面临的挑战是如何对它们进行编程，使它们以一种高效的方式执行独特的任务。机器人在汽车制造中很常见，如果一个机器人可以连续多年重复焊接同一个焊缝，那么编程时间可以看作是很好的投资。但在先进制造环境中，机器人可能需要做更复杂更独特的工作。这就是为什么机器人技术的重点是人与机器的协作，两者协作实现一个共同的目标，而这个目标是任何一方都无法独立完成的。

机器人技术的一个潜在应用是工业打磨，这是制造的基石，它涉及用砂带或激光在各种零件上手动创建哑光、光泽、闪亮、平坦或有效果的表面。要对表面进行打磨，机器人需要穿过许多运动点，适应各种方法、接近角度和每个零件的力。这对人类来说很容易，但是对于需要数值来了解表面是否“闪亮”的机床来说就不那么简单了。

将这一应用投入使用，可能涉及由机器学习、表面计量和传感器系统驱动的算法编程。最终，机器人可以完成所有表面处理工作中多达 80% 的工作，并在人工监督下完成其余工作。其好处包括可以提高质量，以及操纵人力无法提起的太大或太重的零件和工具。



工模具

传统汽车有数千个零件，其中许多零件都是通过模具制成的。由于强调通过衍生式设计实现轻量化和零件整合，未来的汽车可能会包括更多的塑料零件和更复杂的模具。这就是为什么精密模具制造很可能成为先进制造的重要组成部分。

新的 CAM 软件使创建刀具路径变得更简单，从而最大限度地提高 CNC 机床的功能，使汽车制造商能够高效地生产复杂的模具，并达到所需的质量水平。这些应用程序允许 CNC 机床每天 24 小时“远程控制”（无人值守）运行，确保模具能按时用于生产。它们通常包括用于电极和模具表面分型的建模和准备工具，模拟刀具路径以最小化碰撞风险并生成优化的刀具路径，结合在机检测以确认模具质量，同时避免代价高昂的错误。





仿真

仿真为汽车制造商提供了缩短新产品上市时间的关键途径。仿真工具使工程师能够通过精确的分析预测、验证和优化零部件，从而在开发过程的早期促进自信的决策，消除迭代，减少可能会波及整个子系统或车辆平台进而放弃整个进度表的最新错误。

仿真工具的例子包括有限元分析 (FEA) 软件，它可以使用线性分析、非线性分析、热分析和动力学分析来预测零件性能，并在制造之前优化设计和验证零件行为。计算流体动力学包括热管理和气流分析。注塑成型软件有助于优化零件设计、模具设计和制造工艺，从而最大限度地提高质量并避免缺陷。仿真软件还可以帮助工程师设计层压板，并减轻复合材料的重量。

CNC 自动化

自动化 CAM 软件将许多相同的原理应用于铣削过程，使汽车制造商能够加载 CAD 模型，让 CAM 软件确定最佳的铣削方法，同时自动对 CNC 机床进行编程。这一过程目前只适用于某些类型的零件，但在未来的先进制造环境中可迅速扩展到更多的零件。

其核心功能被称为自动特征识别，它使用实体模型来了解零件的形状，无需用户花费数小时定义零件几何形体、创建边界和指定切割操作。使用这种方法，对典型的二维零件进行编程只需要几分钟，而不是一小时或更长时间。定义特征后，可以对特征进行排序以提高加工效率，并根据每个特征的特性采用相应的策略进行加工。例如，开口槽的加工策略可能与闭合槽不同，或者浅凸台的铣削方式可能与深凸台不同。



增材制造

3D 打印汽车听起来可能有些牵强，但有趣的案例研究已经完成。2015 年，Local Motors 推出了 Strati 跑车，这是一款电动双座跑车，制造用时仅 44 小时，3D 打印零件占 75%。2016 年，Divergent 3D 创造了 Blade，这是一辆 700 马力的“超级跑车”，车身和底盘都是 3D 打印的。2017 年，意大利初创公司 XEV 开始生产小型电动汽车 LSEV，该公司声称这是世界上第一款量产的 3D 打印汽车。

3D 打印也称为增材制造，通过根据数字模型逐一将材料分层来创建实物。该术语涵盖了各种各样的工艺，每一种工艺都有不同的硬件、材料要求和应用，包括光固化、粘合剂喷射、材料喷射、材料挤压、粉末床熔融、薄膜层积和定向能量沉积。

增材制造帮助汽车制造商应对多种趋势。根据车辆的不同，3D 打印可用于生产轻量级零部件、用于批量定制的个性化零部件，以及用于衍生式设计零件的按需原型。

混合制造

金属增材制造通常需要减材 CNC 精加工。在先进制造环境中，成功的“混合”流程需要在设计过程中仔细规划，并在 3D 打印过程中进行调整。这种方法可以变得相当复杂，结合 5 轴增材和 5 轴减材加工。但是，最终，混合制造使汽车制造商能够生产出传统方法无法制造的零件。



检验

智能工厂中的零件检验创造了提高生产率和生成重要数据的机会，这些数据将反馈给设计和开发流程。新的软件应用程序可以通过导入预定义的测量点、在复制几何形体或形状时创建和使用探测到的特征的副本、重用测量数据以避免重复性工作，以及使用基准报告部件的特征，来减少检验编程时间。

数字副本

在数据驱动的制造环境中，整个产品生命周期都使用企业的数​​据来构建更快、经济高效、高质量的产品。真实世界和数字世界的一个重要接口被称为数字副本，它将虚拟世界和物理世界配对，使汽车制造商能够分析数据、监控系统，并在问题发生之前将其检测出来。

数字副本将物联网、三维仿真工具和预测分析融合在一起，创造了改善汽车开发和制造的机会。

在车辆概念中，数字副本可以集成前几代车辆平台的所有数据和当前概念，从而更好地促进之间的沟通。它可以提高模型和仿真的可重复性和准确性，以便更早地发现潜在的问题。

在制造业中，数字副本为柔性单元制造奠定了基础，从而可以为机床、刀具和自动导引车 (AGV) 连接数据集。利用增强现实技术，数字副本可以为装配产品和操作机械提供视觉指导。通过实时传感器数据，数字副本可以预测机床故障并优化维护计划。它甚至可以监控员工和设备的移动，以帮助预防工伤。

案例研究

汽车制造商追求先进制造的真实示例

尽管全面的先进制造仍是一个长期目标，但是许多汽车制造商已经将这些技术付诸实践。下面提供了三个示例。

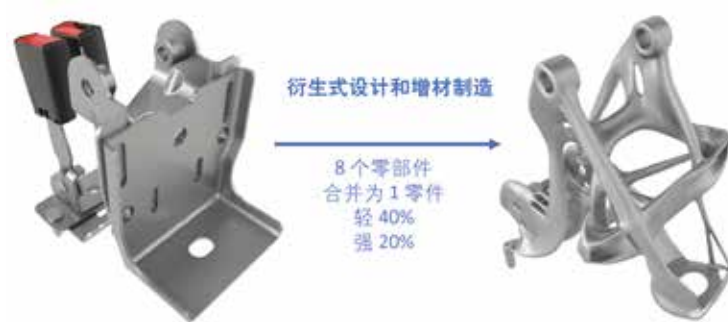


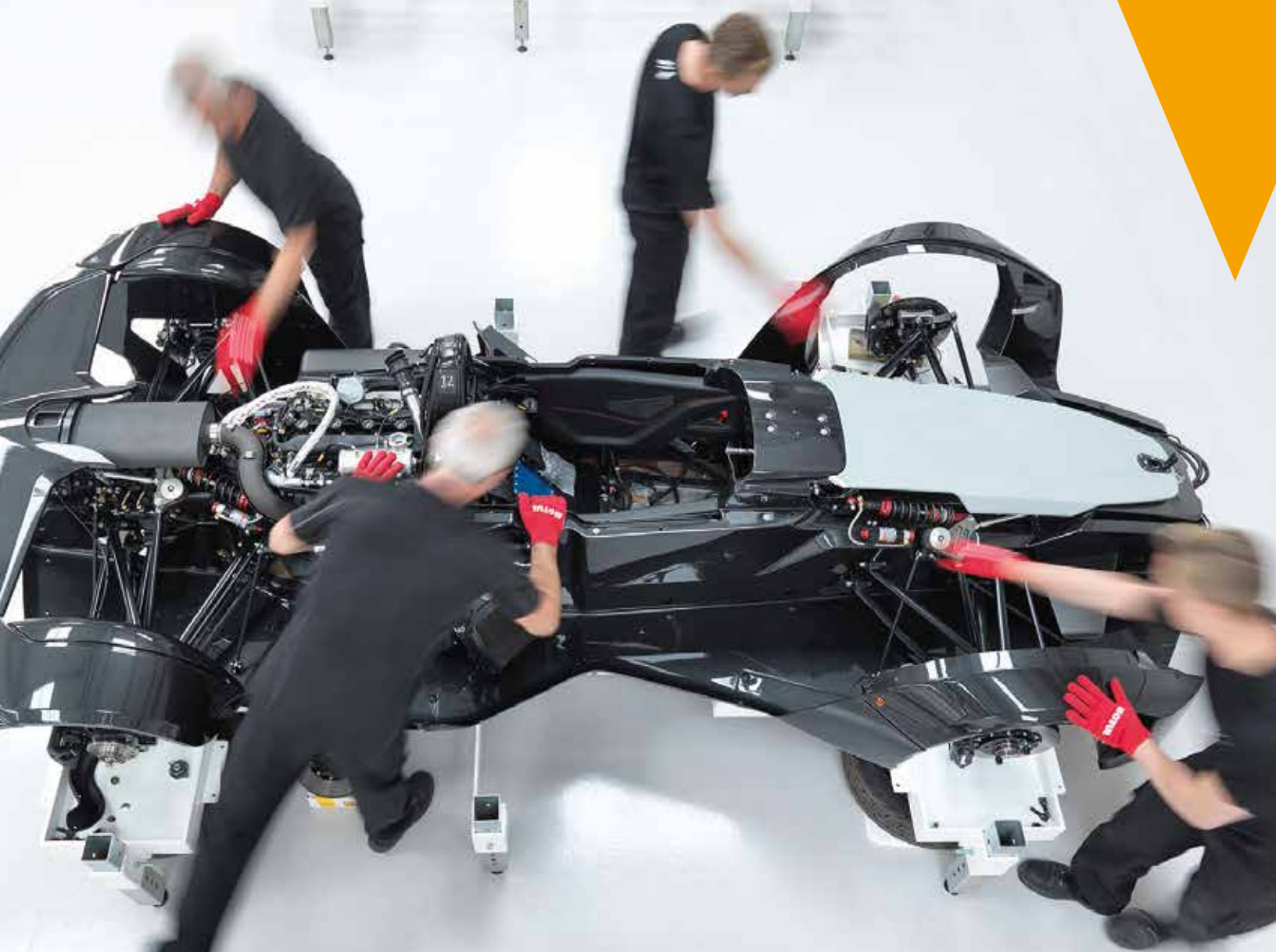
通用汽车和衍生式设计

不仅仅是专业的汽车制造商开始利用先进技术。目前，GM 正在使用衍生式设计来促进轻量化和供应链简化，以降低生产电动汽车和自动驾驶汽车的成本。

在最近与 Autodesk 的合作中，GM 的工程师设计了一种新的功能优化的座椅支架。这款标准的汽车零件通常采用由八个独立部件组成的四四方方的设计，将座椅安全带紧固件固定在座椅上，并将座椅固定在地板上。使用衍生式设计软件，GM 提出了 150 多个替代方案。团队选择的方案是由一块不锈钢制成的，比其前代产品轻 40%、强 20%。

通过将八个零件合并为一个零件，GM 可以优化质量，同时降低与八个独立供应商相关的所有供应链成本，提供八个必须连接在一起的部件。将这一概念应用到数百或数千个零件上，可以大大降低汽车的成本、重量和燃油效率。





BAC MONO 和批量定制

Ian 和 Neill Briggs 是狂热的赛车爱好者，他们在 2009 年创办了 Briggs Automotive Company (BAC)，致力于打造他们的“梦想之车”，这种汽车不受制造物流、财务因素甚至传统设计原则的约束。他们推出的是未来主义的 Mono，一款注重性能和操控性的汽车，并为每位司机量身定制，这样他们就能以前所未有的方式感受和应对各种道路状况。

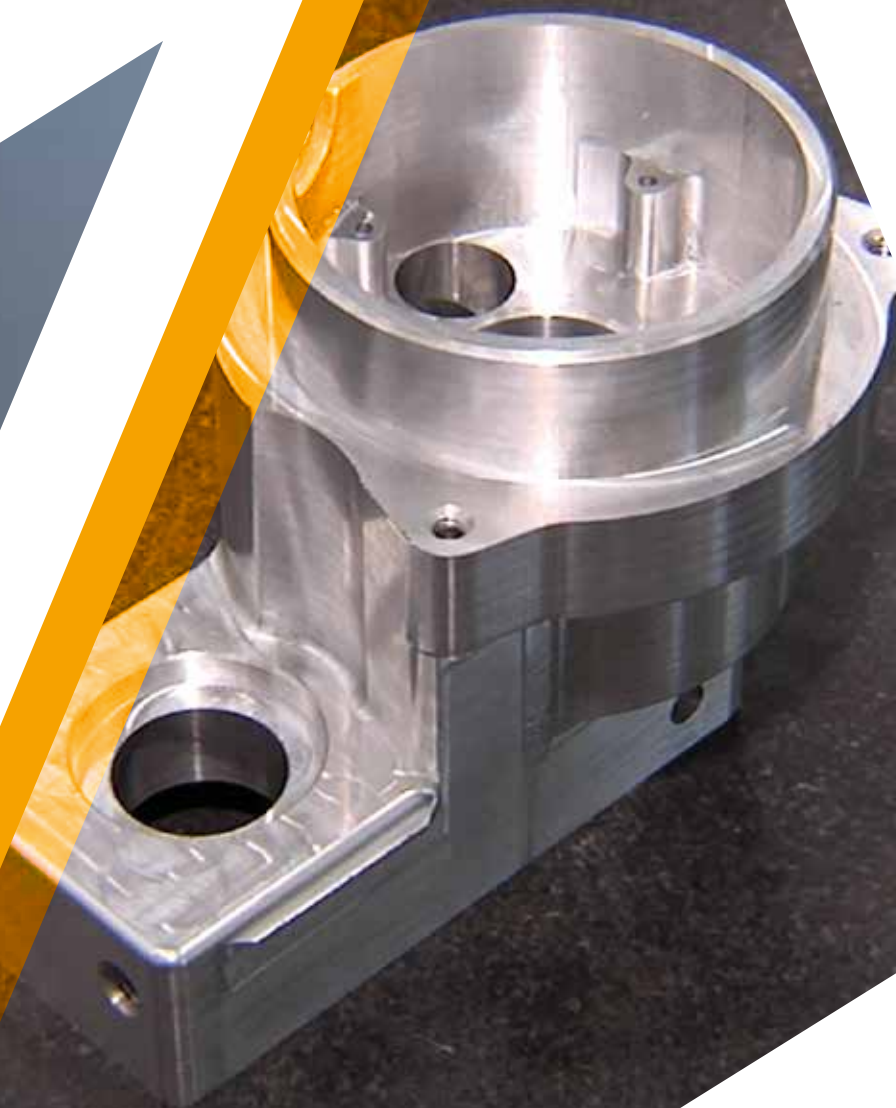
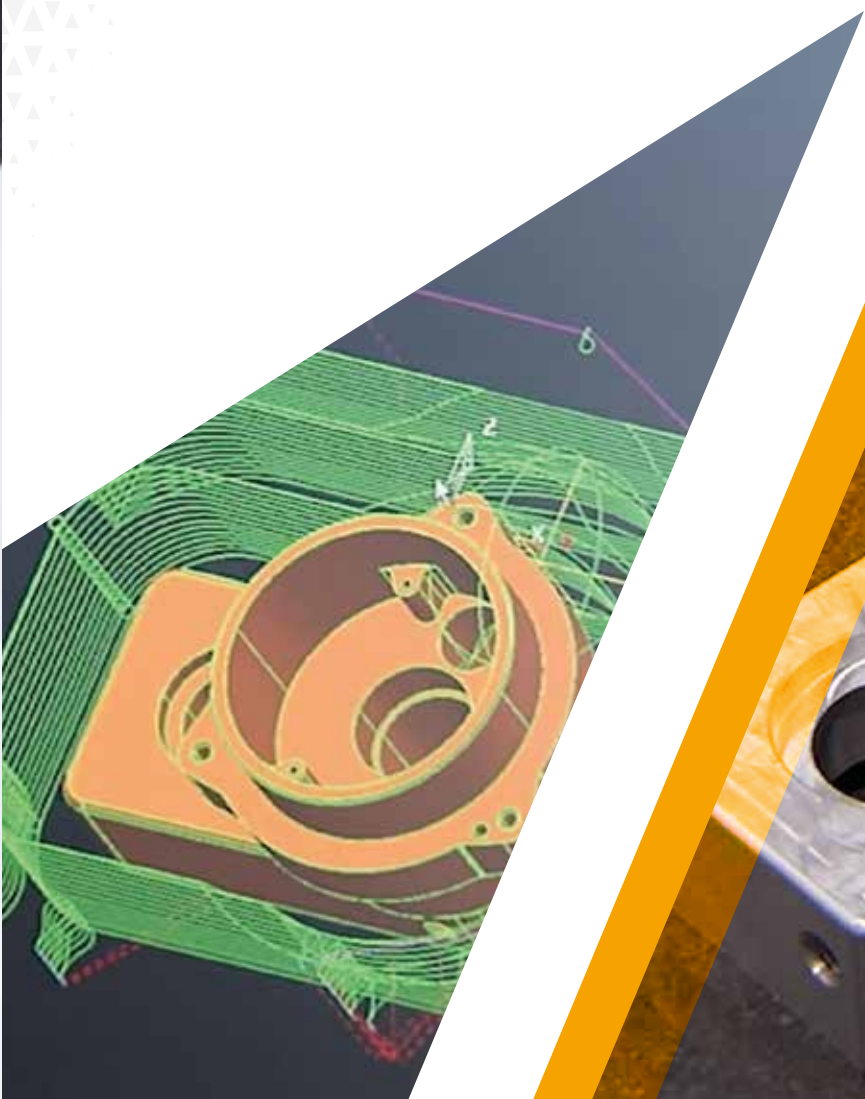
Mono 不仅具有凸起的脊骨曲线、时尚的美感、纵向安装的发动机和裸露的后部零部件，还提供定制的方向盘、踏板和座椅。

为了围绕司机开发每个 Mono，BAC 团队从一组核心规范开始，并将司机的精确度量纳入设计中。每个司机都有机会选择特殊功能和油漆颜色。在每个步骤中，司机都可以通过三维可视化和仿真软件来体验和批准更改。这种方法表明其他制造商如何利用批量定制，运用可以将各种功能配置为真正个性化设计的技术。

MAGNA 与工模具

Magna Automotive 是北美最大的汽车零部件公司之一，拥有一个专门从事新产品开发的部门。这个部门不断地生产原型和模具。借助 Autodesk 的软件，该专业团队可以轻松地在原型和模具之间来回切换，动态修改刀具路径，然后将文件导出到其他应用程序以检查冲突。

由于汽车零件行业竞争激烈，Magna 一直在寻找节约成本的机会。通过利用先进的刀具路径创建方法，Magna 可以更快地设计和制造复杂零件，同时节省资本支出。





重新设计汽车制造