

衍生式设计: 重新定义未来制造的无限可能















运动更加安全



### 衍生式设计: 重新定义未来制造的无限可能

### 引言

多年来,技术一直在产品的设计和制造中发挥着关键的作用。当然,我们也可以说,技术主要是被用作提高生产力的工具。但是想像一下,如果技术可以成为我们生产过程中的伙伴,那会怎样?这就是衍生式设计背后的理念,它是一个基于人工智能的设计探索过程,让人和机器共同进行创造。

通过衍生式设计,设计师和工程师将不再把重点放在绘制图纸并将绘图存储在计算机上,而是转移到用更多的时间精力来确定要解决的实际问题。用户先输入目标、约束条件和优先项(例如重量、安全系数、材料偏好、制造方法和成本限制),然后开始与技术合作。软件在工作中将人工智能(AI)和云计算相结合,探索数以千计的选项,以找出最佳的结果。它能够更快地解决复杂的问题,并能比人类提供更多潜在的解决方案,这就是衍生式设计的巨大能力。

这听起来很有未来主义的感觉,对吗? 当我第一次了解衍生式设计时,我感到极大的震撼,同时又有些怀疑。但仅仅几年之后,衍生式设计软件就以各种令人惊讶和鼓舞人心的方式得到应用。在这本电子书中,您会看到一些使用衍生式设计的早期开拓者。您会知晓通用汽车如何使用衍生式设计的部件,制造出更轻便、更节能的汽车,从而改变汽车行业的未来。您会了解到法国的创新者和富有远见的Philippe Starck怎样利用人类与人工智能的合作,创造出世界上第一把可即刻投入生产的座椅。您还可以了解到,重型设备制造商Claudius Peters如何把衍生式设计技术用于传统的制造方法。

但并不只是一些著名的品牌采用了衍生式设计。初创企业、制造商和大学也在用它来创造各种产品——从经济实惠的假肢到搜救无人机,再到让我们可以更好地了解人类大脑的类人机器人。这些开拓者都渴望重新定义事物的制造方式,并在这一过程中帮助人类过上更好的生活。这就是下一代的工程师和企业。

当我20多年前开始从事制造业工作时,我无法想象如衍生式设计这样的技术会成为可能。我们往往习惯于已经定形的做事方式,以至于无法注意其他的制作方式。看到人类和机器可以共同创造的各种可能远远超越了我们曾经的想象,我感到非常兴奋。而且我认为这只是一切可能的开始。

#### SCOTT REESE

制造、云及产品生产高级副总裁欧特克公司

通用汽车的一个标准汽车零部件在衍生式设计的帮助下进行了非标准的重新设计, 变得更轻量, 更耐用。

## 轻量化通用汽车,高 效驶向未来

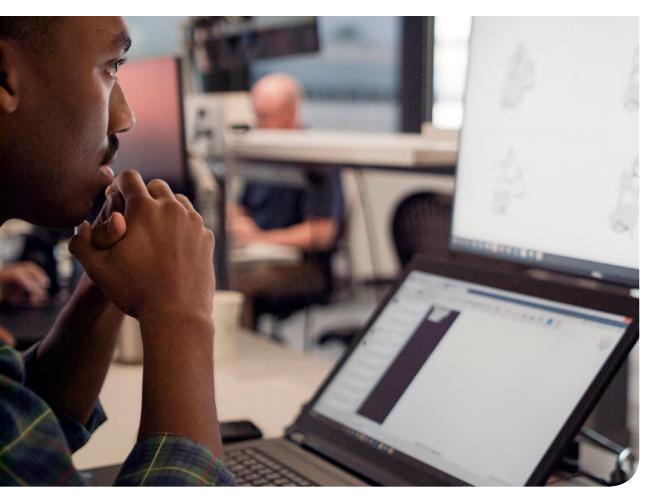
作者 MATT ALDERTON

人们已利用增材制造技术造出3D打印乐器 (包括架子鼓、电吉他、低音贝斯和键盘)、3D打印食物 (包括宇航餐和军队餐)、3D打印衣物、义肢和用于移植的人体器官, 甚至还有3D打印的两层混凝土楼房。还会有什么? 3D打印汽车?

是的,没错。2015年,美国汽车制造公司Local Motors推出"斯特拉蒂" (Strati) 电动双人跑车,75%的零件是3D打印的,生产时间仅需44小时。2016年,Divergent 3D公司推出700马力的超级跑车"刀锋"(Blade),车身和底盘是3D打印的。意大利初创公司XEV 将于今年开始制造小型电动车LSEV,据该公司称,它是世界上第一辆可批量生产的3D打印汽车。



通用汽车采用衍生式设计和增材制造技术,将原来由八个零件组成的座椅支架整合成一个部件。



通过衍生式设计技术, 工程师可以全新的方式在电脑上创造出前所未有的新设计。通用汽车供图。

在3D打印汽车的设计领域,不仅是初创企业和先锋实验者在努力研发,以引人注目的概念登上报纸头条,传统的汽车制造商也致力于对原有产品进行逐步升级,做出实质性的改进。通用汽车正是这样,致力于设计3D打印组件,从而提升汽车性能,并更适于定制和个性化。

通用汽车增材设计和制造总监Kevin Quinn说:"每辆车上的部件平均有3万个,我们不是要把3万个部件全部都打印出来,而是以非常现实的眼光来取舍,我们关心的是,这是否可以为通用汽车和客户提供商业价值。我们关注的不是能做什么,而是应该做什么。"

### 颠覆性设计

如果说增材制造是通向汽车业未来的大门,那么衍生式设计则是打开这扇大门的钥匙。Quinn说:"衍生式设计就是工程师综合运用计算机、云和人工智能来探索车辆零件、部件的各种不同设计。综合运用这些手段可以得出全新的零件设计方案,光靠工程师或计算机是不可能做到的。"

通过这种模式,工程师先确立组件的设计目标和制约,"衍生式设计加上增材制造,可给汽车行业带来全面的颠覆性变革,"Quinn补充说,汽车行业历来受传统制造工艺的限制,如磨削、注模,这类工艺只能制造很简单的几何图形。

此外,传统工艺造价高、灵活性低,因而实验成本高昂。而采用衍生式设计和增材制造,则可用最少的投资进行无限量的设计。一个软件,配上一台3D打印机,就可以生产无数零件,而且形状不受限制,有机形状的、内部栅格的都可以,这只有靠增材制造才能做到。

### 这支架更好?

要了解衍生式设计的商业案例,我们来看看电动汽车带来的挑战。尽管汽车制造商非常看好电动汽车——光是通用汽车公司就计划到2023年推出至少20款电动车或燃料电池车,但电动汽车生产成本较高。对通用汽车而言,衍生式设计有助于打造出更轻的车辆、更短的供应链,也许能助力通用汽车解决这些挑战。

Quinn说:"电气化和自动驾驶将成为汽车行业的变革者,在这些高端技术领域拥有领先地位至关重要。我们相信,增材制造和衍生式设计有助于我们获得市场首发的优势。"

最近,通用汽车工程师**与欧特克协作**,采用**Fusion** 360的衍生式技术,设计出一个功能更优的全新座椅支架。座椅支架是一种标准的汽车部件,用来确保座椅上的安全带牢固地连接到座位、座位连接到车底盘。传统的座椅支架一般呈方形,由八个零件组成,而通用汽车采用的软件设计出150多种方案,外观看似来自外太空

的金属物体。通用汽车最终选择的设计仅由一个不锈钢部件组成,而不是以前的八个,但其重量比以前降低了40%,强度比以前提高了20%。

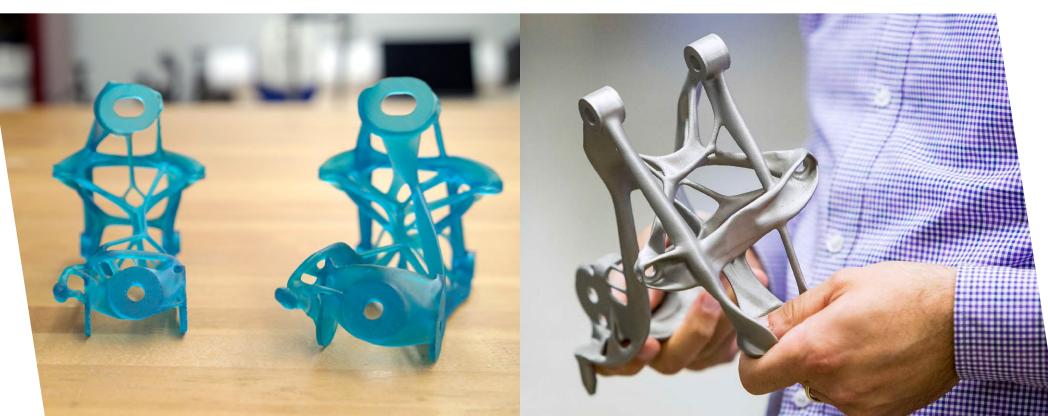
Quinn说:"将八个零件合并为一个整体,原因有两个。一方面可以极大地提高质量。另一方面的附加好处是能降低供应链成本,如果是采用来自多个不同供应商的多个不同零件,把它们组装在一起,这样的成本更高。"

这样的改进推广到数百甚至上千个零件上, 显然能使车辆更便宜、更轻便、更节能。

"现在面临的挑战是需开发出更多衍生式设计和增材制造能发挥作用的其他独特应用。"Quinn说,通用汽车已在努力优化许多其他部件。

他表示: "如果我们能够利用衍生式设计和增材制造,把燃料经济参数提高每加仑一英里,或者把电动汽车的续航里程扩大10英里, 那将为通用汽车带来巨大的竞争优势。"

只有靠增材制造才能设计出这样的汽车零件。通用汽车供图。



### 实实在在, 而非虚张声势

提高性能只是开头一步。通用汽车公司还设想,将来以增材制造在经销商层面制造出高效、实惠的服务部件,让顾客可定制其车辆。

Quinn说:"现在,通用汽车要想定制汽车上某件东西成本非常巨大,因为每次定制一个部件都必需新建一个模具。由于这类投资没有回报,业内往往是决定不这样做。"

Quinn补充说,采用增材制造,可以让顾客订购"定制装饰包",或者用自己的名字或最喜欢的运动队标志来个性化自己的车辆。他表示:"如果能为顾客提供竞争对手不具备的东西,那就会让我们的车与众不同。"

Quinn认为, 技术的终极作用, 不是用来虚张声势, 而是提供实实在在的好处。"衍生式设计和增材制造真的很振奋人心, (它们能) 为顾客提升汽车性能, 这是其他任何方式无法做到的。"

## 了解空客如何不断采用衍生式设计开发最新的飞机仿生客舱隔板,获得更好的结果。





印度公司Social Hardware通过衍生式设计创造出能够结合两种不同假肢特长的假肢装置。

## 假肢初创企业向印度农 村的截肢者伸出援手

作者 RINA DIANE CABALLAR



"假肢市场上有一个巨大的缺口,"印度假肢初创企业 Social Hardware公司的联合创始人Abhit Kumar 说。"我们的目标是用专为农业或建筑业的低收入农村截 肢者设计的假肢填补这个空缺,因为大多数工伤发生在 这些产业。"

根据印度统计和计划执行部的一份<u>报告</u>,该国人口的2.21%为残疾人。在这一群体中,20%的人行动不便,其中大部分居住在农村地区。截肢率最高的地区是农村,那里的主要就业领域来自农业和建筑业。假肢一般从海外进口,价格可能是印度农村家庭平均月收入的六倍以上。

在研究了现有的解决方案之后, Social Hardware 公司联合创始人Kumar和Cameron Norris发现了社会对新型上肢假体设计的需求。他俩是通过在线社区Reddit认识的,于是在这个社区协助了一个开源假肢项目,以帮助有残疾的用户。Kumar学的是生物医学和机器人技术。Norris在英国的初创产业工作。

Social Hardware公司的假肢是使用衍生式设计专门制造的,其价格对于印度农村的农业和建筑工人来说是可以承受的。Social Hardware公司供图。

### 开拓前行之路

Social Hardware公司是"创业印度"(Startup India)倡议下公认的初创企业,也是总部位于班加罗尔的非营利残疾人协会(<u>APD</u>)的技术合作伙伴,该公司致力于为印度农村的截肢者配备假肢装置并提供康复机会,而且不对受益者收费。

通过与APD和其他残疾人康复中心的合作, Social Hardware公司将让农村截肢者有机会参加包括理疗和培训在内的康复项目, 以便在日常生活中有效地使用辅助装置。该初创公司希望将每个假肢手的零售价保持在20,000卢比(约合1,870元)以下; 成功完成康复计划的人将免费获得Social Hardware公司的假肢。

"通过直接与截肢者以及假肢和矫正行业人士交谈,我们了解到大多数装置不适合印度农村地区的最终用户,"Norris说。"尤其是耐久性和卫生,这两个是还没有得到适当解决的主要问题。"

#### 关键在干手腕

在SocialHardware公司开发出一个合适的电动假肢后, 又设计了鳄梨手腕连接器。这是一种辅助装置,用来把农 具和建筑工具牢固地连接到假肢上。"我们从坚固的军事 硬件设计中获得了灵感,"Norris说。"我们研究了旧的专 利,了解不同的附件是如何在军事环境下安装的。"

他们还希望它能够与ALIMCO制造的连接器和插座锚固系统相兼容, ALIMCO是印度最大的假肢和矫形设备制造商之一。Norris说:"我们不是要取代假肢市场上已有的产品, 而是要支持和补充它们。我们想创建一个可在仿生手和插座之间安装的附加装置, 这一装置可用来连接不同的工具, 例如小锤子、泥刀或个人可能需要的任何工具。"



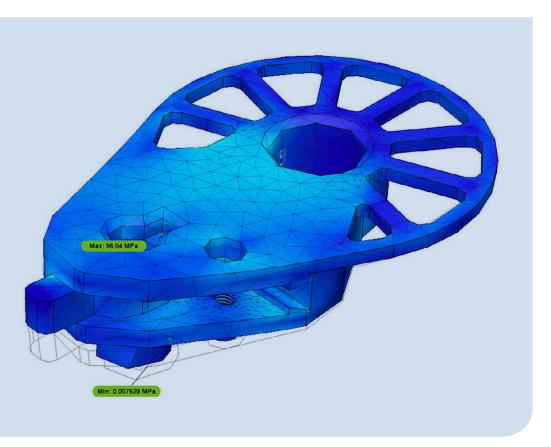
Social Hardware公司最新的带有农具的假臂(上图),带有假手的组合体(中图),手腕连接器带有手和农具的假臂(下图)。Social Hardware 公司供图。



但是,团队首先必须要解决现有假肢装置的问题。电动假肢不依靠用户的力量,它们的电池寿命有限,也不够坚固,通常不适用于进行高强度的工作。肢体驱动的假肢一般比较耐用,不需要电池,但它们很重,且功能也有限。Kumar和Norris希望将电动假肢的轻巧、多功能与肢体本身动力装置的耐用性和可靠性结合起来。"最终的目标是提供一个两全其美的装置,"Norris补充说。

为了达到这种平衡,Social Hardware公司转向了衍生式设计。该团队采用传统方式制造的插座尺寸,并使用欧特克Fusion 360和五阶段衍生式设计过程来减少鳄梨手腕连接器的重量并加快开发过程。"衍生式设计使我们能够将重量从300克减少到96克,同时保持了我们所需的耐用性,"Kumar说。"如果通过传统方式,这些结果可能需要几个月的反复试验才能实现。"

衍生式设计还帮助Social Hardware公司处理 截肢者使用假肢插座时遇到的挑战,并改善了外 观。"出汗和发热是会带来问题的,尤其是在潮湿 的环境中或在高强度工作的情况下,"Norris说 道。"我们使用衍生式设计来创建美观独特的轻 巧型透气插座。尽管我们的目标用户在低收入社 区,但我们希望他们感到自己拥有了最新的前沿 技术。"



Social Hardware公司使用衍生式设计减少了鳄梨手腕连接器的重量,同时保持了它的强度。Social Hardware公司供图。

### 面向大众的假肢

作为未来计划的一部分,Kumar和Norris希望从工作原型过渡到批量生产最终产品。在发布经过医学认证的假肢之前,他们准备进行临床试验,并与国际援助机构和人道主义组织合作,将他们的装置运往需要它们的其他亚太经济合作组织(APEC)国家。

此外,Social Hardware公司的创始人希望为STEM(科学、技术、工程和数学)教育提供第一个商业化的假肢开发工具包。这一工具包将包括了业余爱好者、研究人员和学生打造自己的假肢所需要的一切。

"我们提供这个工具包是为了提高人们对印度农村截肢人群的认识,鼓励其他人参与辅助技术的开发,并让年轻的大学毕业生了解设计工程和制造的概念,"Kumar又说。"它也建立在我们的理念之上:节俭型创新和参与式设计。"

了解史丹利百得公司怎样采用衍生式设计 将液压卷边压接钳的重量减去一半。







衍生式设计仅对增材制造有用吗? 这两个部件都是通过衍生式设计生产的,均具有传统的CNC(数控机床)铣削技术的特点: 3轴 (左) 和2.5轴。

衍生式设计: 欧特克副总裁兼Fusion 360总经理表示, 增材制造所生产的并不都是奇形怪状的产品。

# 制造自动化的希望从衍生式设计开始

作者 STEPHEN HOOPER

作为一名制造商, 你现在应该对衍生式设计的概念很熟悉, 但是, 有些人对它的真正定义并不完全清楚。

很多从事制造业的人士会让你以为衍生式设计只**是拓朴优化**或**程序化建模**的一个分支。但实际上,衍生式设计远非如此,它是一种更深刻的方法论的变革。它是一个由人工智能驱动的流程,它利用云来探索成千上万种的可能并推动创新,而不是简单地从已有的想法中删除多余的内容(这种做法是拓扑优化)。

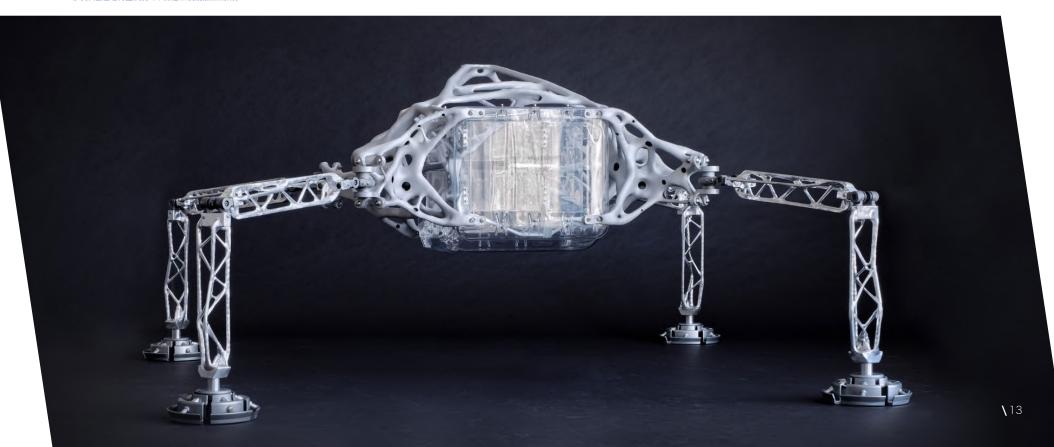
如果你已经知道了这一点, 你大概也已经相信衍生式设计对于制造自动化的未来 变革所意味的各种可能。但是你也许还认为, 这一技术只是对复杂的, 只能通过增 材制造技术来生产的几何体有用。

公平地说, 迄今为止你所见到的许多衍生式设计示例都是错综复杂的, 通常是超乎寻常的金属打印件。其原因之一是, 衍生式设计的结果并未与传统的制造方式结合起来。而且, 如果制造企业买不起200万美元的3D金属打印机, 那么这项技术似乎很难获得或适用。

### 面向所有人的衍生式设计

最初的许多制造自动化方式要么太昂贵,要么过于复杂,无法完全采用。<u>当工业机器人</u>在1960年代刚刚问世时,只有通用汽车 (GM) 这样的公司才买得起。衍生式设计是自动创造设计几何的过程,它建立在对制造过程的理解之上,并以仿真结果为基础。这只是最新的看似遥不可及的技术。但是对于制造商来说,现在有了一个好消息,因为衍生式设计自动化的范围正在扩大,包括了支持传统制造的新制造工艺。

这一行星着陆器是美国航空航天局 (*NASA*) 喷气推进实验室和欧特克研究合作的成果, 它是一个很酷的衍生式设计项目示例, 通过增材金属打印、铸造和铣削加工而成。



即使存在着铸造或机械加工等制造方面的约束条件,衍生式设计软件也可以生成一些你可以使用自己车间已经具备的工具和设备来制造的结果。这些结果不仅仅是可能的,也是负担得起的。

例如,这里有三个不同版本的轮椅金属支撑部件, 其中两个版本是从同样的衍生式设计输出得到 的。每个部件基本上相同:相同的功能和性能要 求、相同的材料、大致相同的形式。唯一的区别是 制造过程,但你会看到,所有这些过程的创造不都 是同等的。

原始部件是用金属压铸而成的,包括模具成本摊销在内的成本约为15美元。3轴铣削迭代可以在较为常见的加工中心进行,但由于加工有机形式所需的时间较长,其制作成本接近100美元。第三种选择是理想的2.5轴铣削,因为它提供了一个功能与

压铸部件完全相同的部件,但价格仅为25美元。也就是说,你以大致相同的价格,可以得到绝对最佳的设计方案,而无需定制工具,并且可以使用现有的机加工设备来生产。

显然,制造过程对于生成的几何类型有很大的影响,现在终于任何人都可以将衍生式设计技术应用于现有的制造方式。但是制造自动化的未来并不限于衍生式设计。

### 用于连续工作流的数字管道

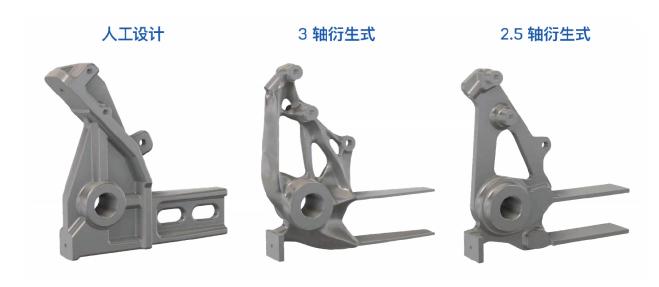
为了实现自动化的下一个重大进步,数字管道是实现从概念到实际产品的连续工作流所必需的。我们不妨考虑一下目前的产品开发的基本工作流程:工程师完成某个设计几何图形,然后将它交给其他

人进行仿真。该人员必须完成仿真并对其进行验证,然后再将其交给另一人,后者以g代码形式创建机加工指令。在许多情况下,该g代码文件随后被复制到记忆棒上,然后传给车间,车间的机工可以将它加载到机器控制器上并开始切割金属。

这种瀑布式工作流是线性的,效率极低。而一种采用自动化且方式灵活的产品开发过程(允许某种形式的同时进行)则是较好的方式,这样可以在设计完成之前就开始仿真研究。借助仿真的反馈,其他人就可以在整个设计完成之前着手制定制造方面的指令。

这样一来,你的业务就不像19世纪的工厂,而更像竞争激烈的运动队那样。平行流程的元素可以缩短生产所需的总时间,并可以带来更多的产品创新、更好的产品性能、更低的成本以及更快的上市时间——而所有这些都是杀手级企业的关键属性。

为了取得真正的效果,您需要创建数字管道:软件和机床中产生的制造方面的指令之间有着直接的连接。在这种情况下,g代码将在后台创建并在设计人员意识到之前直接发送到机床。我们可以举个例子:如果想在纸张上打印一些东西,你可以直接从文字处理器通过网络发送给它;你不必通过网络复制文件,也不必插入U盘来使打印机理解你在文字处理器中输入的内容。这个道理同样适用于拥有机器和CAD/CAM应用程序网络的生产制造。



该图显示了一个人工设计的部件,以及在2.5轴和3轴CNC机床上铣削的两个衍生式设计版本。

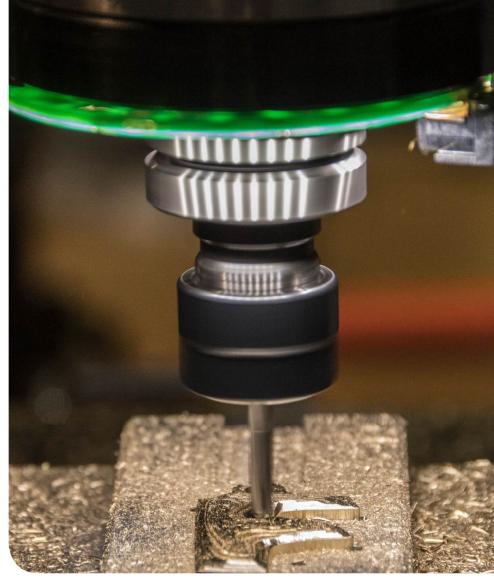
### 闭环反馈

尽管那一种制造自动化颇有价值,但它仍然是线性的,因此是不完整的,因为信息进入了机床,但是没有返回反馈。如果机床上的那些控制器也可以捕获有关刀具性能的信息,那么情况将会更加鼓舞人心。这种自动化将提供闭环反馈,使你可以从机床中获取信息并实时更新机加工指令。

当CNC机床切割金属时,主轴旋转并驱动刀具切入金属。控制器知道主轴上有多少压力及其最大功力。例如,它知道主轴在操作过程中是否处于最大负载能力的50%以下,这意味着还有50%的潜能没有利用。

通过直接与机床控制器进行联网,你可以"收听"控制器,并实时更新在设计软件中自动生成的机加工策略。如果你知道主轴目前的负载能力为50%,就可以提高进给速度,使铣刀更快地穿过物料,或者切得更深,清除更多物料。任一种选择都会增加主轴的力度,从而将机床进一步推向极限。这意味着你可以在工厂里更快地制造并获得更高的运营效率。

综上所述,这三种制造自动化形式 (衍生式设计、数字管道和闭环反馈) 为新的工作方式提供了有力的依据。今天,我们可以将传统的制造约束条件输入到欧特克 <u>Fusion 360</u>中,并使用其衍生式设计功能来生成最佳设计方案。很快,数字管道以及与通过与车间的连通来回收信息的能力无疑将改进你的业务成果。对于制造商来说,最好的方案即将到来。



Tormach CNC数控机在切割金属。



一名焊工为新的输送零件制作原型,零件根据衍生式设计、传统设计和铸造厂的意见通过逆向工程而制成。

在Claudius Peters, 你不可能找到任何3D打印部件: 这家拥有百年历史的公司采用了衍生式设计技术来适应传统的制造方法。

## 重型设备制造商将衍 生式设计带入现实

作者 LAURA NEWTON

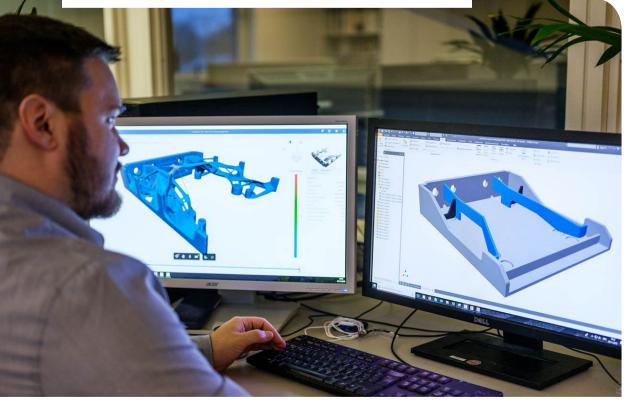
有着113年悠久历史的散装材料加工设备制造商Claudius Peters正在逐步转为21世纪的数字公司。衍生式设计是该公司实现转型的颠覆性手段,它提供了一种全新的方法来进行产品设计和优化。工业市场向来对价格比较敏感,通过将这种通常与3D打印相关的技术应用到传统的制造方法中,该公司可以生产更具成本效益的产品。重工业生产中的衍生式设计有助于减少使用材料、降低能源成本并缩短交付周期,让公司在瞬息万变的时代更具竞争力。



基于衍生式设计的新零件设计比原有零件轻了50%以上。(左图)

设计可以用传统方法制造的逆向工程版衍生式设计零件。(下图)

Claudius Peters供图。



### 老牌公司拥抱新变革

德国制造商Claudius Peters (简称CP公司) 是"重工业"的最佳代名词:该公司为水泥、钢铁、石膏和铝工业生产大型工业机械和加工设备。"我们是处理散装材料的专家,"CP公司运营总监Thomas Nagel说。除了在德国汉堡附近的总部外,该公司在美洲、欧洲及亚洲还设有12个地区办事处。

CP公司成立于1906年,100多年来一直在生产大型资本密集型工业产品,包括输送机、筒仓、研磨机。不过,兼任首席数字官的Nagel没有固守其悠久的历史,而是帮助公司在数字创新方面树立全球领导者的声誉。该公司于2014年开启了创新之旅,旨在改善与成本、质量、交付速度和客户满意度有关的业务成果。但公司也意识到,要想在21世纪保持竞争力,仅有新软件还远远不够。2018年,CP公司开始进一步转型为一家敏捷公司,这将需要新的数字技能以及侧重于设计思维、实验和产品迭代的企业文化。

### 开启创新之旅

CP公司创新之旅的关键是与欧特克等技术伙伴的合作。CP公司采用了包括欧特克BIM 360 在内的新工具来连接销售、工程、设计、制造和装配之间的各个流程。公司还利用Inventor和有限元法(FEM)分析找到了简化制造过程的新方法。在机器安装方面,CP公司开始使用欧特克ReCap和 Navisworks进行3D现实捕捉扫描,用来捕捉在客户设施中的数据,然后迅速将文件移交给德国的工程和设计团队。Nagel说:"这意味着我们以更高的质量、更低的成本、更快地完成了工作,从而提高了客户满意度。"

他补充说:"但我们的创新不止于此。"在Fusion 360 衍生式设计演示的启发下,Nagel举办了一场四个小时的研讨会,让CP团队了解这一新兴技术。

欧特克<u>衍生式设计</u>软件从设计目标和约束条件着手,探索了设计方案的各种排列可能,快速生成了数十种可供选择的方案。在对一些通用零部件进行实验之后,该团队决定尝试使用衍生式设计来优化公司在水泥行业中一个核心产品(熟料冷却机)的零部件。

### 什么是熟料冷却机?

水泥行业从最早开始就是CP公司的支柱市场。水泥生产商将原料石块破碎,混合后在窑内加热到1,450°C,然后将其熔合成大理石大小的块状物,成为"熟料"。炽热的熟料被排入到熟料冷却机中,即50 x 25米的大型机器。当熟料经过冷却机时,空气会将其冷却至约100°C。然后将它研磨并与其他成分混合成水泥。

20世纪50年代初,CP公司开始向水泥行业提供 熟料冷却机,并在接下来的60年中生产了700多 台冷却机。但熟料生产消耗大量能源,使水泥行 业成为了世界上最大的二氧化碳排放行业之一。

21世纪初, CP公司开始开发新一代节能型熟料冷却机: ETA冷却机, 以希腊字母"ŋ" ("eta") 命名,



瑞士Holcim Untervaz 水泥厂的ETA 冷却机体积庞大,占地面积几乎是半个足球场。Claudius Peters供图。

表示能源效率。"我们ETA冷却机的最大优点之一就是出色的热效率,"Nagel说。"这些节能措施有助于减少水泥生产对环境造成的负面影响。"如今,CP公司的主要业务是用ETA冷却机替代现有的熟料冷却机,以提高水泥厂的效率。

### 衍生式设计生成了得出令人惊讶的结果

CP公司决定使用衍生式设计来优化ETA冷却机的一个重金属零部件。这一零件最近经过重新设计,用传统的设计方法除去了多余的材料。每台冷

却机有50到60个这样的零件,这些零件由螺栓固定在一系列输送带上,这些输送带用于在ETA冷却机内运送熔融熟料。"这一铸件经过了反复优化,"CP公司的设计工程师Maximilian Lerch说。"我们的目标是降低金属的重量和相关成本。重量上的一丁点优化也能产生很大的效果。"

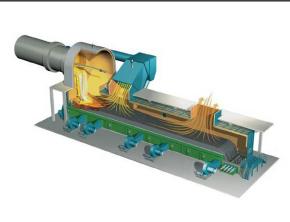
Lerch接着说道: "所有的工程师聚集在计算机屏幕周围,看着衍生式设计根据约束条件从无到有创造出一个优化的、强固的零件,真是太酷了。形成最佳解决方案所需的所有迭代都由软件完成。"

## 什么是熟料冷却机?

Claudius Peters供图。



在水泥生产过程中,炽热的熟料从窑炉输送到ETA冷却机,该设备每天可处理 13,000公吨熟料。



输送带在ETA冷却机内输送熟料,空气在这里将熔融岩石冷却至大约100°C。



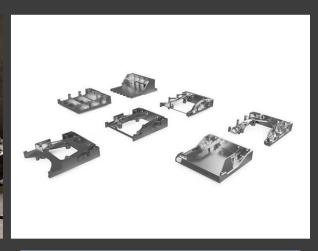
每台ETA冷却机大约有60个输送零件,这些零件被安置在输送带上,让热熟料通过冷却机。



原始输送零件(左)在2016年进行了重新设计,已安装在14台熟料冷却机上并通过验证。



衍生式设计生成的新零件设计(右)比原始部件轻50%以上,大大节省了材料成本和能源。



效果图显示了熟料冷却机零件从最初的沉重几何设计 (上排最左) 经过衍生式设计和逆向工程迭代的演变过程。

经过最初四个小时的衍生式设计研讨会,团队取得了第一个成果:"我们称它为'异形零件',"Nagel说道。"我们得到的结果令人惊讶,它怎么会与我们优化后的零件这么不同?而且重量还减轻了30%到40%?

### 将衍生式设计的零件用于传统制造

CP公司的工程师抱着怀疑的态度对"异形零件"进行了计算和有限元法分析,却惊讶地发现它比传统上经过优化的零件更高效。团队开始分析这一设计,研究如何把它制造出来。"衍生式设计通常使用3D打印或其他增材制造方法来制造产品,"Nagel说。"我们的行业不会使用3D打印的部件,这太贵了。"但是通过应用衍生式设计和传统优化的理念,"我们只花了一个星期就对零件进行了逆向工程,因此可以使用传统制造方法来制造它。"

通过Inventor和有限元法分析,该团队在CP公司的铸造厂内测试了不同的制作方案。"我们决定从铸件转向采用激光切割板和焊接的解决方案,"Nagel说道。"我们使零件的重量又减轻了25%,制造速度更快,并且更具成本效益。"团队在继续研究输送零件的设计方案,寻找更多的改进机会,甚至节省更多成本。"这应该很快就会投入生产,"Nagel接着说道。"我预计这个零件在一会年内将在世界各地投入使用。"

### 收获衍生式设计的成果

CP公司经过衍生式设计的零件最终可以为公司节省大量安装每台熟料冷却机的成本。由于一个输送零件的重量减少了约20公斤,该公司预计每个零件将可节省约100欧元(约820元),而每台冷却机中有60个零件或更多。此外,重量越轻就意味着运输成本的降低。Nagel说:"从我们开发的第一个原型开始,我们就相信衍生式设计会帮助我们降低产品成本,并使我们更具竞争力。"

衍生式设计还提供了更好的可持续性。"我们可以把在印度或土耳其铸造厂生产的重量零件换成较轻的零件,甚至可以在这里的车间进行焊接设计,"Nagel说。"我们节省了材料、能源、运输时间,也减少了对环境造成的其他负面影响。"

CP公司目前正在使衍生在让计成为优化现有零件或设计新零件的标准过程。"我们将探索未来怎样可以对更多的零件进行优化,并节约材料,"Nagel说道。"我们将逐步尝试以探索衍生式设计是否具有同样积极的优势。"

Claudius Peters供图。



当你把法国的梦想家、当代意大利的家具制造商、欧特克的研究和人工智能结合起来,你会得到什么样的结果?人工智能椅子已经面世。

## 从模拟创意到数字梦想, 看PHILIPPE STARCK如 何用人工智能设计未来

作者 ERIN HANSON

每个设计师都会梦想得到一个机会来创造一个真正有特色的项目,新的技术是否可以为他们提供这样的机会?正如全球范围内享有盛誉的有远见卓识的法国设计大师所证明的那样,当然可以!

从家具到家居**用品**,再到**酒店**,甚至**太空旅行**,到处都有**PhilippeStarck**设计的作品,现在他的那份已经令人崇拜的简历上又多了一项荣誉:世界上第一个由人工智能(AI)与人类合作创建的可即刻投入生产的座椅设计师。

那把椅子采用了人工智能,是Starck与意大利当代家具制造商Kartell和欧特克科研团队合作的成果。为了满足Kartell的注塑生产要求,Starck提供了这种椅子的总体愿景,先进的衍生式设计算法提供了大量的设计选项。这把用人工智能设计的椅子代表了人机合作的一次飞跃,于2019年夏季开始在Kartell的展厅中展出。

在这里, Starck将跟读者分享他对设计的 现在和未来的一些看法,包括采用<u>衍生式</u> 设计的感受,以及科学技术何时能够实现 其真正意义上的辉煌。



Philippe Starck。Starck Network/JB Mondino供图。



人工智能设计的椅子。Kartell供图。

### 您没有电脑,目前,电脑已经成为人们的设计伙伴,您是如何看待使用衍生式设计 技术的?

因为我的工作性质, 我没有电脑, 但作为一个满脑子都是创意的人来说, 我比市场上的任何电脑都要快。最重要的是, 我的创造领域是无边界的。哪怕是最有创意的人员, 哪怕拥有最优秀的软件, 他也只能在编程人员的想象力、才能和智慧范围内发挥他的创造力和理念。这就像一个非常智能和非常有才华的飞虫在一个看不见的玻璃立方体内飞行一样: 所有的梦想都是有局限性的。显而易见的是, 随着富有智慧的人工智能时代的即将到来, 这种情况将会发生变化。再过几年, 我就有可能通过这种工具增加我的创造潜力。





Philippe Starck以设计传统的酒店而闻名, 现涉足为Axiom商业空间站的设计, 其居住模块如图所示。Starck Network供图。

### 您如何描述您使用衍生式设计制作的人工智能 椅子?

我设计过几十种椅子,它们不但制作精良,而且还是智能和多样化的。但这么多年以后,我意识到它们来自同一个大脑,一个属于同一动物物种的大脑,因此它们的智力和逻辑水平都是一样的。换句话说,即便我能把我的大脑向各个方向

扭曲 (如果每个人都能把自己的大脑朝着各个方向扭曲的话),纵然我们都是天才,纵然我们都是了不起的设计师,但最终我们拿出的设计基本上是大同小异的,因为我们有相同的DNA,也就是我们的"先天背景",我们的结构不允许我们以不同的方式来做这件事情。对此我感到很无聊,但我非常希望人工智能能够摆脱这个局限,走向真正的创意。

当我看到伟大的国际象棋大师加里·卡斯帕罗夫被电脑打败时,我曾梦想过我就是卡斯帕罗夫结果被电脑战胜的情景。今天,我们到了一模一样的地步:卡斯帕罗夫是在某些特定条件下被击败的;我也是在某些特定条件下抗争的。那种人工智能的椅子是一种伟大的自由的开始,这次运动是一场伟大的革命,而人类已经无法通过什么革命来提供这种自由。

### 人工智能椅子如何能够反映出您的"民主设计" 的个人风格?

"民主设计"并不是一种风格。这是一种人文主义的表现,它的目的就从各个方面提高质量,无论是文化方面的,还是质量或技术方面的,并尽可能地降低价格,和尽可能多的人分享。人工智能应该优化民主设计的所有因素。它不再是来自我的大脑,而且也无法让跟我有同样大脑的人们满意,而是一种通用大脑。

### 在过去的设计生涯中,需要让您解决的最有挑战性的最特别的工作是什么?

应该是[在先进的衍生式设计算法背后的]程序员的文化记忆。我花了好几年的时间试图把人类的痕迹从人工智能的推理中赶走。最后,人的推理模式略微让位于植物性推理,我虽然对此并不满意,但不失为一个重要的开端。

### 鉴于您在建筑和室内设计方面的经验, 您会将衍生式设计技术应用到其它领域吗, 比如酒店设计?

这是一个有趣的想法,但会非常复杂。在做酒店设计时,主要是要考虑它的功能,但这很容易理解。这里的重点在于人性和感情方面的功能,这一点很难让一个人来做评估,而就今天的技术来看,似乎也很难通过衍生式智能进行评估。但这个问题是一个挑战,值得一试。

### 您在过去的设计生涯中遇到过的最有趣的事情是什么?

有一天,我收到了一个话音质量很差的电话,我非常喜欢这个人,可他的母语不是英语。他订购了一艘50米长的帆船。我花了六个月的时间才做完。对这件设计,我感到非常自豪,直到有一天我把它介绍给这位朋友为止。看到我的这个设计的时候,他有些疑惑,没有表现出多少兴趣,这样的情况以前从来没有过,这让我感到惊讶。后来我才明白,他要的不是一艘45米长的船,而是一艘长达145米的船。现在想起来这件事我还感到羞愧不已。

### 一个项目或者一个设计, 到什么时候您感觉到它已经完成了?

设计师可以从两个方面感到一个项目已经完成了: 首先, 我们从内心深处能感受到它。也就是说, 这个东西的内部已经有了一些奇特的属性。其次, 经过一些分析之后, 最终的成功是所有要考虑因素都达到了完美的平衡, 而这种平衡使得提议的设计显得公平、良好、值得存在。

### 关于设计的未来,什么事情能让您感到兴奋或让您充满希望?

设计过程中最激动人心的事情就是意识到,设计只不过是历史的长河中一项持续了短暂时间的活动而已,这些活动始于20世纪中叶,并将在21世纪中期消失。人类生产的智能部分一般遵循以下**非物质化**策略:我们将以更少获得更多。今天的设计其实非常天真,它的任务就是尽量让每天我们必须要做的事情变得可以忍受,这样我们才能喜欢做下去。但事实并非如此;我们永远也不会喜欢一个咖啡壶,不管它的设计有多么漂亮。这种已经被宣布的失败将随着咖啡制造商的消失而消失,我们人类也有这一天。

#### 您认为技术能够成为天才吗?

今天还不行,因为它依赖于非常有限的记忆力,而这种不足限制了它向前发展的部分。不过,我们只要给人工智能一点时间,它就会有实质性的成长,会产生更复杂的感情。在它会恋爱的那一天,知道恐惧的那一天,产生欲望和梦想的那一天,它就是天才一枚了。

## Under Armour公司的巨人步伐:了解一下该公司是怎样用衍生式设计创造下一代运动鞋的。







身穿旋转式脊柱保护系统的速降山地自行车测试车手Dominik Doppelhofer遭遇到变幻莫测的气流。Edera Safety供图。

奥地利设计工作室用衍生式设计的贴近后背的"皮肤"保护脊柱。

# 可作为第二皮肤的全新脊柱保护器让极限运动更加安全

作者 DREW TURNEY

在"周五夜灯"第一集中,一名高中四分卫在橄榄球球场上遭受了瘫痪性脊髓损伤 (SCI)。他的亲友们在心理上都难以接受这一毁灭性的打击,该节目的核心人物<u>泰勒教练</u>说道:"生命就是这么脆弱。我们都脆弱不堪,所有人都会在生命的某个阶段倒下——我们都会倒下。"

据《脊髓医学杂志》2016年的一篇文章报道,研究者已经确定了与体育运动相关的脊髓损伤 (SCI)率最高的国家 (俄罗斯、斐济、新西兰、冰岛、法国和加拿大)和风险最高的体育运动 (潜水、滑雪、橄榄球和骑马)。虽然世界各国已经针对自行车和摩托车运动制定了许多强制性的头盔法规,但几乎没有关于脊柱保护器的标准,或者建议在体育运动中使用它们。

大多数脊柱**保护器**是为摩托车手制造的,这种装备是皮带或盔甲的变种,目的是限制运动或吸收冲击力。但来自奥地利格拉茨的一个新项目一 旋转式脊柱保护系统 (**RSP**) 一 像是"第二层皮肤",它带有绑带和扣环,适合身体的形状并在一定范围内"锁定"运动,使穿戴者处于安全运动的绿色区域。如果脊柱旋转进入临界范围,绑带会紧固,捕获并吸收多余的旋转力。

RSP系统由**Edera Safety**工作室设计,其联合创始人兼首席执行官 Thomas Saier对脊柱损伤的医学调查进行研究,确定了这些损伤的发生方式和位置,以及损伤类型。该团队的内部名称为adamsfour,专门研究比直接脊柱撞击发生率高出五倍的旋转性损伤。

"这是一种生物力学损伤,"Saier说。"运动的自然范围过于集中。当旋转力集中在位于脊柱中心的脊椎,脊椎被撕裂或撕开,就会发生损伤。"

### 带电的人体

第一步是辨别在身体以极端或突然的方式移动时,潜在的破坏力会对脊柱的哪个部位施加力度。该团队自己开发了碰撞测试假人,假人身上配备了可以适当转动的脊柱并带着传感器,在每个方向施加旋转力,并收集测试数据。

团队专门研究了连接胸腰椎和腰颈椎区的椎骨,即大多数旋转和损伤 发生的部位。他们还参照了格拉茨大学解剖学研究所的尸体脊柱,进行 旋转及3D扫描,收集脊柱生物力学范围的更多数据。



Edera Safety 工作室的CEO Thomas Saier 进行RPS 系统设计。(上图)

旋转式脊柱保护器的效果图。(右)

Edera Safety供图。



团队发现的一个关键是脊柱的自然界限有两种类型的运动:一种由身体的肌肉组织管理,另一种是骨骼(包括椎骨)之间的连接开始承受负荷。通过主动肌肉力量,人体仅能达到其运动范围的约60%——其余部分通过脊柱旋转等骨骼运动被动地完成。

因此,关键不在于通过引导肌肉去限制所做的主动运动,而是在被动骨骼运动过多时进行控制。 当脊柱进入临界阶段时,RSP系统会吸收所产生的力。 新的一代

第二步是将有关脊柱运动的所有数据付诸实践, 设计一个既能限制模拟力和能量,又不那么像是 一套盔甲的系统。

进入**衍生式设计**。Saier注意到欧特克在2016年与高性能赛车HackRod合作,用衍生式设计创建一款底盘,并考虑将它应用于脊柱保护器。"如果你只是在测试垫上工作,就只能模拟一种运动,"他说。"体育运动非常复杂,运动变化如此之多一你不知道你的系统中出现了多大的力、旋转或中断,直到它受到影响。"

通过欧特克 Fusion 360,并用实时数据对模拟进行填充,adamsfour开发出一个原型。团队将其投入使用,集成了更多传感器和一个应用程序,准确地测量并记录所有相关的力,然后将它们提供给衍生式设计算法。

Adamsfour自己的运动员兼设计师René Stiegler认为,接下来是利用衍生式设计过程中 的几何形状来寻找最佳解决方案。"我们得到的结 果有点过于极端,不能作为产品出售,"他说。"对 于可用性问题,你必须将它精简为人们真正想要 穿的东西。"

adamfour为旋转式脊柱保护器的迭代设计。Edera Safety供图。











Daniel Krobath 在奥地利施拉明德滑雪场准备测试RSP系统。Edera Safety供图。

RSP系统是一种企业对企业的技术——adamsfour将把它作为套件出售给其他制造商,后者将套件整合到自己的产品中。尽管adamsfour只处于预生产阶段,它已经与三大运动服品牌达成合约。

"根据各种限制,你可以得到很多结构性的建议,"Saier说。"衍生式设计生成主要的图像,我们现在使用的最终产品是由这种几何形状驱动的。你需要将它和直观的技术诀窍和设计团队的开发技能相结合,将它转化为商业产品。"

这一过程的优点是, 根据系统对动力线和能量作

用于身体位置的计算,可减少所需材料的数量。"如果没有它,我们可能会用更多的材料,或者它可能更重,"Stiegler说道。"它基本上为我们提供了有关我们必须承受的负载量或材料所需厚度的答案。如何在最终产品中实施它,这是你的决定。它实际上是围绕着骨架来构建整个系统。"

接下来是为大量测试车手配备更多的传感器,这将产生更精细的细节,然后重新设计现有的设计,进一步优化拓扑结构。

### 真实世界

经过所有模拟、数据处理和修改之后,用户的体验是否会满意?设备方便穿戴、舒适目有效吗?

恰当的材料至关重要。它必须是可切割和可成形的,不会失去固有的强度,并且需要与皮肤或衣服的表面有适当的摩擦。如果装备在薄的织物或出汗的身体上滑动,它将不会有太多的限制。答案是一种名为"氯磺聚乙烯合成橡胶"的物质,类似于用作橡皮艇的材料。

"它穿着很舒服,"adamsfour的速降山地自行车测试车手Dominik Doppelhofer说道。"与其他背部保护器相比,穿上它有点不同。你必须适当调整它,因为它必须像皮肤一样贴紧你的身体,但它的效果非常好。"

这一切都意味着,如果你在今年晚些时候进行体育运动,发现你过度扭转的脊柱能够得到更好的保护,那么你可能需要感谢奥地利一家进行解剖学研究和衍生式设计的小公司。



一个使用金属切削制造的ECU概念模型。

一家领先的汽车零件制造商通过衍生式设计使一个关键部件轻量化,并提高了它的热效能。

## 日本DENSO公司推 出了一个小而强悍的 发动机控制单元

作者 YASUO MATSUNAKA

全球汽车行业正在努力<u>适应</u>一系列重大变化:各国政府以及《巴黎气候协议》强制执行的法规越来越多;技术突破令人眼花缭乱(其中一些突破使汽车行业与谷歌等科技巨头形成直接竞争);消费者要求提高效率、降低碳排放。

为此,汽车制造商正在寻找提高发动机性能、减轻车辆重量的方法。他们重新检查超过三万个汽车零件,从方向盘、踏板、座椅、发动机、刹车到一个小到可握在手掌中的关键部件:发动机控制单元(ECU)。



从另一个角度看使用金属切削制造的ECU概念模型。(above)

Aken Okamoto, DENSO产品设计办公室第二产品开发部的负责人。DENSO集团供图。(left)

DENSO集团供图。

ECU是一种电子燃油喷射控制系统,用来确定发动机需要的燃油供应量,你可以把它想象成发动机的"大脑"。该系统通过优化喷射的燃油量和时间,以提高驾驶性能并减少有害气体的排放量,因此至关重要。

2019年,领先的汽车零部件制造商日本DENSO公司以其重新设计的ECU摘桂iF设计专业概念**奖**。已有70年历史的DENSO公司如今开发自动和电动汽车、人工智能(AI)、移动即服务(MaaS),甚至量子计算技术。为了优化ECU,DENSO的产品设计项目助理经理Akira Okamoto使用<u>衍生设计</u>来实现两个关键目标:减轻零件重量、提高其热性能。

Okamoto在开发建筑和农业机械中使用的小型柴油发动机上的ECU,将衍生设计融入工作流程中,以创建高级概念模型。Okamoto说:"我从一开始设计就考虑到了轻巧性。我意识到使用衍生设计可以减轻更多的重量。"

发动机的"室温"可以达到120°C。为了安全运行, ECU 硬件的温度需要低于这个温度, 具体方法是让它与发动机缸体接触位置的热量散发出去, 散热后的温度约105°C。

Okamoto说: "我根据以前的经验,可以想象出一个能够很好地分散热量的形状。但是,轻量化设计中用于散热的路径较少,因而降低了传热效率。我想,我可以使用衍生设计,使用更轻但仍保持散热性能的新形状来创建零件。"

#### 解决传热闲境

Okamoto在研究中使用了欧特克Fusion 360的行生设计功能,不过它不提供与热量相关的参数。他说:"为了计算热量,我假设我需要将热量作为载荷处理,因此通过向需要散热的区域增加载荷,就可以找到最佳形状。"在此过程中,DENSO与**日南集团**的合作伙伴以及设计师Satoshi Yanagisawa、Yujiro Kaida进行了合作。

在衍生设计中,AI根据设计者提供的参数来创建丰富的设计变体。通过筛选选择,即排除不合适的设计、接受合适的设计,从而达到最佳设计。Okamoto说:"我们设计这个ECU的工作是一个反复试验的过程,产生过许多无法使用的设计。不过,那些可以使用的不同设计具有相似的形状。"

他接着说,"这个过程令我喜欢的一点是,我可以对模型进行3D打印,以更好地了解热量如何在该部件的周围流动。很多模型初看显得难看,但已经可以看出这些设计的美感所在。经过我们的修改,最终的设计版本有一个漂亮的外观,也便于使用传统方法制造。"

### 为生产而设计

如果没有3D打印,以衍生设计创建的产品很难制造出来,这样的情况并不适合大规模生产。Okamoto说:"当你需要数以万计的零件时,成本和生产时间就成了不大不小的问题。"对于这个项目,该团队将衍生设计过程的元素融入到可以采用传统压铸成型进行制造的一个部件中。

为此,他们制作了一块几何形状的电路板盖,将其与通过衍生设计创建的框架集成在一起。欧特克 Alias SpeedForm和Fusion 360用于使整个部

件逐渐变窄,使其形状平滑,并通过传统制造方法进行调整,以便生产。Okamoto说:"我们结合了每个组件的基本要素来创建整体系统的形状。"

设计结果做成的金属切削实体模型被称为"直接 安装ECU概念"。Okamoto说:"我们实现了12% 的整体减重目标,同时还可以保持原先的散热能力。虽然重量减轻意味着热量散发的路径减少, 但由于性能相同,我们可以说,跟最初的部件相 比该部件的散热能力提高了。"

中间位置的概念模型将电路板盖板与左侧的生成设计框架相结合。右边的模型是原始的通用设计。DENSO集团供图。



Okamoto以前尝试过用其他方法降低重量,例如**拓扑优化**,不过这是他第一次尝试衍生设计。这个项目完成耗时约三个月。Okamoto说:"虽然说我们过了一段时间才加快进度,但我们在相对较快的时间内取得了成果。如果做更大的ECU我们认为会实现更大的收益,而且我们已经找到了可以在下一轮设计工作中进一步完善的领域。"

Okamoto说:"如果我们可以将每个部件逐个减轻,即使减轻一点,整体结果将是一辆轻得多的汽车。我们可以将这些研究结果应用于ECU之外的其他部件。如果我们能够定期应用这些方法,从整体上减少汽车的重量,那将是理想的情形。虽说这个模型只是为了向我们的客户提出建议,但我们接下来将着眼于电子部件,并对其性能进行测试,来看看我们工作的实际结果。"



看日本的一场自然灾害怎样激励两名大学生开发出用于搜救行动的轻量级、可高度定制的无人机。



一个用于将ECU单元直接安装到发动机缸体的框架,使用衍生设计制成。DENSO集团供图。



从另一个角度看使用衍生设计制成的初始ECU框架。DENSO集团供图。



### 结束语

衍生式设计让人和机器能够协作创造出更好、更牢固、更高效的产品。无论是为了减少重量、整合部件、提升性能,还是为了达到可持续发展的目标,衍生式设计都能大显身手。



### 衍生式设计有助于:

### 节省时间

在人类能够创造出几个设计的时间内,一台计算机可以 生成多重迭代,同时提供数据来证明哪个设计在性能上 更为优异。

### 提升创造力

衍生式设计将日常任务自动化,并为设计师和工程师打开了一扇新的大门,以探索更多创新和想象的可能。

### 节省资金

模仿和测试被内置在最初的设计流程中, 这样就能避免在以后的制造过程中进行代价昂贵的修改。

### 推动创新

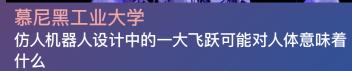
衍生式设计软件使复杂的几何图形得以构成, 而混合制造则能够加快从设计到制造的整个过程。

## 从过去到未来: 衍生式设计对经典巴士进行改装并协助研究人的大脑。



大众汽车 衍生式设计是未来节能汽车设计的关键

点击观看 🕥



点击阅读 🕥

## 凝聚智慧,智造未来。



### 在线阅读更多的故事及其他内容

autodesk.com.cn/redshift

### 订阅我们的时事通讯

autodesk.com.cn/redshift/newsletter

### 关注我们

facebook.com/autodesk twitter.com/autodesk instagram.com/autodesk youtube.com/autodesk linkedin.com/company/autodesk

©2020欧特克, Inc.版权所有。