增材制造

材料的改进

除了几何意义上的自由度以外，增材制造技术还可提供难以使用其他方法加工应用的金属方面的自由度。Deka 研发公司正致力于探索这两种自由度，公司正在努力创建一种动力源来改善世界各地人们的生活。

更多精彩请扫描二维码

文 | Peter Zelinski

是否曾经听说过 Mar-M 247? 可能没有。在我参观 Deka 研发公司之前，也未曾听说过这种材料。拥有超常的耐高温强度的镍基合金有时会被用于高压涡轮机，在未来，它还可能会被作为向全球贫困地区提供动力源的解决方案。

Deka 公司位于 New Hampshire 州的 Manchester，创始人是 Dean Kamen，他曾因发明 Segway 电动滑板车，以及吸引年轻人投身科学与工程的 FIRST 程式而闻名。如今，人们对 Deka 的关注焦点集中在 Stirling 发动机。公司确信能够开发出现代版的 Stirling 发动机，该发动机可使用当今制造技术提高老旧发动机的动力效率。

Stirling 发动机的运转采用的是外燃方式。简单地说：可在发动机下面放置任何燃料，其产生的热能使得发动机产生动力。人们早在 200 多年前就构想出了这些概念，但其缺点始终集中于发动机庞大的体积与其能量输出不成正比。换言之就是：在合理温度环境下运转，并具有合理尺寸的发动机只能产生少量的功率。

但是，如今这个缺点有可能被克服。如果是这样，将会对世界最贫穷地区人们的生活带来显著的影响。如果能够将高效、易于运输的 Stirling 发动机送入电网未覆盖的地区，那么居住在这些地区的人们就可以使用身边可用的任何可燃材料，并获得有效功率（如图）。Deka 研发公司也在研发一款可运用此发动机的净水器。然而，实现所有这些承诺的关键是达到所需的效率和可运输性。因此这样的挑战从本质上讲应该是一场制造业的挑战。

作为一款外燃机，Stirling 发动机承诺给全世界贫穷和偏远地区的人们带去动力源

机加工车间的经理 BJ Lanigan 作为 Deka 团队的一名成员，正专注于这项挑战。他目前投入使用的一个资源是一款 Deka 专为 Stirling 发动机采购的概念激光金属添加制造机械。凭借这台机器，Lanigan 正在制造零件，旨在测试并证明 Deka 团队改进发动机关键零部件效能和工艺性的各种想法是合适的。

增材制造技术在创建各种复杂几何图形方面的自由度是众所周知的，而 Deka 研发公司正在运用这种自由度去获取形状复杂的几何图形的零件，寻求使热效率达到最大化的途径。然而，对于增材制造技术所提供的自由度，还存在着第二个同样重要的区域。机加工车间中常见的各种工件材料并不是唯一可用的材料，为机加工车间所知的各种材料之所以有名就是因为它们是可加工的。但当增材制造技术使某一零件接近完工时，也就是只需要简单的加工步骤便可完成的零件，则其可加工性就不再成问题了。潜在合金的调色板会出现增长，对于 Deka 研发公司而言，这意味着改善某一罕见发动机的选项目前已经扩展到包含稀有金属。

现在的技术是否已经足够

据说 Lanigan 曾在 Deka 研发公司度过了他童年中的大部分时光，早在

Lanigan 出生之前，Dean Kamen 就雇佣他的父亲以及外祖父在公司工作。在他成长的过程中，经常定期参观车间，17 岁时作为公司的第三代员工入职。迄今为止，他的大部分工作都在密切关注零件和工艺流程，据他说，现在他的关注焦点发生了变化。仅仅在几年之前，他就被任命为机加工车间的经理，这是一个他知道自己需要争取到的角色，因为在一个有工作经验的专业人士济济一堂的公司内，年仅 31 岁的他在车间里可以说是最年轻的人员。

Deka 研发公司在实际使用 3D 打印方面已有多年历史。公司自 20 世纪 80 年代以来，一直在制造 3D 印刷塑料零件，采用多部机器构建了一个现场的 3D 打印区域。但当新型增材制造设备通过增加分层法赋予公司生产关键金属生产零件时，Lanigan 评论道：很明显，它代表了一种变化，远远超出了以往 3D 打印的可能性。Lanigan 表示，我和其他人的想法一样，即我们得重新培训我们的工程师了。

事实上，目前需要不断面临的挑战之一，是要去除经验丰富的设计师们所推崇的各种无形的概念的约束。Lanigan 说道："当我们为增材制造设计了一个零件，我们观察其设计并试想，这样做就已经足够了吗？增材制造技术容许出现复杂的几何图形，并可在自由度所允许的情况下，实现其全部价值。挑战始终是这样的：借助于一个人们尚且无法看到且更为特别的几何图形，便可以得到更好的设计，其原因在于我们在思考生产零件时，仍被限定在传统的思考方式中。"

正是因为开展了这样的调查以及在设计方面所持有的探索态度，增材制造技术才会在像 Deka 研发公司这样的环境（设计师和制造厂商联合开发）中发挥最好的效能。据 Lanigan 称，这种工艺流程需要的就是设计人员与制造人员处在合作并且可相互交流的互动氛围中，这种方式使其不同于加工。

据 Lanigan 称，另一个区别就是反复试验和不断探索。谁也无法精确预测在某一增材构造范围内，一个给定的零件将会呈现何种外形。零件形成过程中的残余应力可能会导致一些不可能被接受的加工出现，寻找方法来避免出现这些问题的途径可能包括：改变零件的定向以及调整工艺参数，如涂层厚度或激光扫描速度。据 Lanigan 称，由于这需要用特殊方式应对工艺流程，可以这样合理预期：在成功获得某一工艺流程之前，构建任何新添加零件往往需要重复 3 ~ 4 次。据 Lanigan 称，这种实验会进行得很慢，如生产一个 Stirling 发动机的加热头周期为 22h。因此，增材制造技术或许不适合于缺乏耐心或容易丧失信心的人。

开始进行加热

加热头是 Stirling 发动机的零部件，它从增材制造工艺技术中受益颇多，该零部件是位于发动机运转核心的热交换器。火焰充满加热头的中心，加热氦气可通过围绕在火焰周围的通道。

在之前的 Stirling 发动机中，该零部件本来是一个部件，用于引导氦气的管路将被去除，并被折成需要的形状。然而对于热效率而言，现成管路的圆形轮廓明显不是最佳的选择。通过增材制造技术，公司的工程师们已经能够生产出加热头的形状，其中携带氦气的通道向火焰呈现外形轮廓，以获得更好的热传输。在通道的内外部，为设计添加叶片也会起到帮助作用。针对热效率的改进都是很重要的，这是因为更高的效率最终导致发动机的尺寸变小，以便被运输到偏僻地区，而居住在偏僻地区的人们只需要燃烧较少的燃料便可获得给定的功率。

事实上，假定的增材制造技术缺点其实是一件好事。在管路内部进行添加，增材制造部件的粗糙表面特征有助于将氦气从层流转化为湍流。这是一个积极的改变，因为湍流也可增强热传输。

起初，加热头由铬镍铁合金 625 制成，它仍然可能是最终使用的材料。但 Mar-M 247 在高温状态下，在保持其强度方面甚至胜过铬镍铁合金，可能允许更为紧凑或有效的设计。如果使用这种合金，那么添加是至关重要的事情，因为不可能通过常规部件来构建加热头。据 Lanigan 称，加工金属是如此困难，以至于无法获得由这种材料制成的现有管路。

Lanigan 表示，在这种材料中生产零件不会比在铬镍铁合金中生产零件更困难。挑战将牵扯到后加工处理。迄今为止，目前尚不清楚 Mar-M 247 加热头能否或会以何种方式得到处理以使其不泄露氦气。氦气是一种微小原子，实际上甚至比氢气更微小，因为氢气以分子形式存在。借助于铬镍铁合金，Deka 研发公司已经发现可运用热等静压，以使加热头包含氦气。采用更少的常见合金，类似的流程是否能够做出同样的事情？Deka 研发公司正在寻求这个问题的答案。

离开现在的生活

据 Lanigan 称，其他问题将会接踵而来。即使在设计和制造方面的问题得到解决的情况下，商业化仍将是一个挑战。毕竟这款发动机的预期受益人是大多数经济状况明显不佳的人们。为给发动机的全面制造筹集资金，Deka 研发公司因此希望在其他较为富裕的经济体市场中找到其他市场。一种可能性是生活在美国希望能够远离人群生活的人们。

面对这个问题的必要性凸显了发明家和工程师之间的区别，因为对于发明家来讲，即便在工程设计结束之后，仍需要继续面对挑战。但在一个领域取得成功应该有助于在另一领域中获得成功。对于 Deka 研发公司而言，希望通过添加制造技术所获得的发动机设计也将会吸引那些有能力支付其费用的人们。MM