

增材制造

破译 AM 制造工艺的密码

将车间内的添加法制造工艺 (AM) 提高到新的水平, 不只是采用几台机床的问题, 对于制造商来说, 还需要提高对客户的服务、教育和培训水平。文 | Christina M. Fuges

掌握机加工技术: 检查、并确定一个市场的热点; 检查、并将公司建设成一个知识中心; 检查、并教育每一个客户如何去创建一个卓越的培训中心。这一切都在不断的进展之中。

这是 Linear 公司下一步的业务模式: 在工具制造和零部件生产中, 采用添加法制造工艺 (AM), 使自己成为一家领先的生产企业。Linear 公司表示, 其使命就是: 通过其卓越培训中心, 让越来越多的企业真正了解利用 AM 制造工艺的优势。这正是该公司在 AM 制造工艺上所获得的一项投资回报。

Linear 公司使用直接金属激光烧结 (DMLS) 技术与内部设计的冷却管线来制造模具的插接件, 使其生产的零件达到最高质量, 并降低生产成本。Linear 公司也通过 AM 制造工艺来制造终端使用的零部件。针对这两个应用领域, 该公司已确定了两种发展模式。在成形冷却方面, 该公司正寻求将这些插接件提供给其他模具制造商。在生产中, 他们希望能够将整个工艺流程提供给客户参考。

严格把握控制过程

自 2012 年以来, 由于对 AM 制造工艺的市场需求越来越大, 以及 Linear



图 1 Linear 公司的 AM 制造技术培训课程涵盖了从设计可能性和局限性到后精加工工艺的各种课题。客户可以选修 2 天半到 4 天半的课程, 在这些课程中提供各种讲座、研讨、加工实例以及教学示范, 并由经验丰富的专业人士指导, 亲自参与他们的零件制作

公司将其工作重点集中在这一工艺和这一行业的教育事业上, 并使两者结合在一起, 从而促进了该公司的发展。两年半前, Linear 公司从 EOS 公司引进了三台 EOSINT M 270 型激光烧结机, 并准备再添置第四台。如今, 该公司已拥有这四台 M 270 型激光烧结机 (用于铝、钴、铬、Inconel 625/718 合金、马氏体时效钢和不锈钢的烧结制造) 和一台由 SLM 公司提供的 SLM 280 型选择性激光熔炼

机 (用于铝和钛金属的熔炼制造), 并于 2014 年又购置两台。该公司还拥有 11 台 CNC 数控加工中心、各种其他类型的机床和 9 台注塑机。

“我们公司是一家传统的模具制造商, 也提供 AM 制造技术。” Linear 公司负责模具和制造的新业务开发部主任 Lou Young 先生说。“这两种技术在成形冷却领域中走到了一起。我们通过成形冷却插接件的生产, 来销售我们的 AM



图2 为参加培训的学员提供与经验丰富的专业人士并肩工作的机会是 Linear 公司 AM 制造技术培训的一部分，这些学员能够掌握在传统培训课堂中无法掌握的技术

制造技术。”

传统生产制造的模具占公司业务的比例最高，其次是塑料零件的生产和 AM 制品。然而，近两年来，公司的业务开始发生了新的变化，AM 制造技术有了飞速发展，Linear 公司计划在未来的 3~4 年内，争取使 AM 制造技术的销售量追平模具的销售水平。成熟的成形冷却技术，建立在模具制造和塑料零件生产的专业知识之上，这一直是促进 Linear 公司 AM 制造技术发展的关键因素。正因为如此，AM 制造技术已成为该公司发展最快的一项业务。

在过去两年中，Linear 公司的成形冷却技术已改变了不少。在其其他的机加工技术方面上，通过有限元分析 (FEA) 法，Linear 公司在不损坏其插入件完整性的情况下，已经使冷水管线的设计变得更有发展前途。

“当你试图尽可能将冷水管线安置到最紧密的区域之中，就会使它们太靠近零件的表面，因此在模压成形的压力下，可能会出现失败的风险，所以在这样的情况下，我们采用了 FEA 有限元分析法来检查在模具上产生的实际应力。” Lou Young 先生解释说，在过去两年中，Linear 公司对插接件如何加工的问题制

订了流水线作业规划，“在我们的车间里安装有更多的电火花线切割设备，对完成机加工的插接件进行精加工处理。”

Linear 公司的模具模拟生产工艺，用来向客户展示其成形冷却的优越性，这一工艺也已经有了很大的进展，并已成为该公司的一项新业务。“我们拿客户现有的生产项目，包括其现有的模具设计和目前的模压成型参数，并用这些确切的参数、模具设计和传统的供水管线来进行模具的模拟运行。” Lou Young 先生解释说，“这为模拟软件确立了一条基

线。我们以此为基础，以同样的模具和同样确切的运行参数来进行成型冷却水管线的设计。通常通过这两项模拟，就会在第二天产生一个新的工作项目。”

通过对生产中现有的模具和零件进行模拟运行，Linear 公司就可确立一条基线，然后向客户展示可能会出现什么样的情况。其做法证明：采用模拟运行法在现实生产中是非常适用的。

“通过利用我们的设备和经验，我们能够帮助客户最大限度地发挥成形冷却技术的优势，这其中包括缩短加工周期时间、提高生产能力、降低废品率、扩大工艺窗口、显著提高质量和提高冷却水管线的设计灵活性。”杨先生解释说，“我们的目标并不是一年生产 1000 套模具，我们每年只想为这 1000 套模具配制成形冷却插接件。我们希望帮助模具车间了解和使用这项技术，设计供水管线，并

Abrasive expert.

SUHNER

ROTOMAX3.5
纯正功率，以力服人

来自SUHNER高性能的传动软轴机—应用于高扭矩。
灵活、简单、永不停息的工作。

SUHNER®
www.suhner.com

舒能（苏州）工业技术有限公司
地址：中国江苏省苏州工业园区金陵东路88号2号楼
电话：+86 512 6287 7808
传真：+86 512 6287 7798
E-mail: info.china@suhner.com

▲反馈服务编码M3881

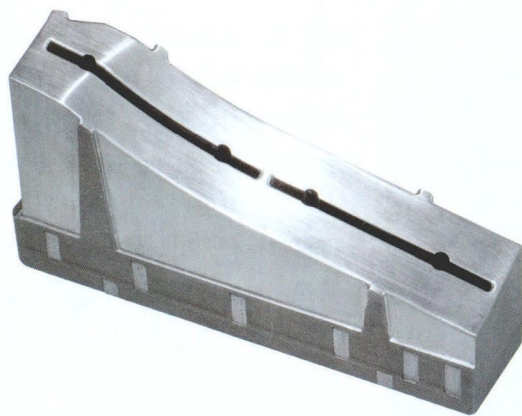


图3 这里展示的是里面设有成形冷却管线的模具插接件。从这一插接件的截面可以看到其独特的冷却管线设计，其目的是为了加速冷却过程。当其被插接到模具上的时候，这一快速冷却的插接件将会大幅度地缩短加工周期，并提高零件的整体质量

进行模拟运行，对模具插接件进行 FEA 有限元分析。”

多年来，成形冷却技术最显著的优势就是着眼于缩短工作周期和节约单件成本。然而，近来 Linear 公司一直在与许多大公司合作，他们强调的不是降低单价，而是提高生产能力，而这正是成形冷却技术的用武之地。“今天，当你拿起任何塑料贸易杂志阅读时，你会发现他们无法使注塑机的速度达到足够快。” Lou Young 先生指出，“所以，如果你能够将每天 24 h 悬挂在压力机上的模具缩短 30% 的工作周期，那么你将能够使每台压力机赢得 8 h 的生产时间，而无需购置新的压力机。”

就其业务的 3D 金属打印部分而言，Linear 公司在 2014 年更重视市场整体发展，而且也重视各单一市场的发展。其采取的战略是向客户展示实实在在的利益，例如如何使他们赚钱或节约资金。Linear 公司所从事的高价值业务，涉及到帮助客户优化供应链、减少零部件的重新设计。

卓越的培训中心

Linear 公司确信，它在推进 AM 制造工艺时已破译了该技术的密码，以达到知识共享的目的。该公司所选择的不是隐藏或囤积这一技术，而是将其本身建设成一个知识中心，创建成一个卓越

的培训中心（简称 COE），指导客户，让他们也可以受益于 AM 制造工艺的技术优势。

“卓越培训中心是我们为客户提供低风险和交钥匙工程的服务场所，其中包括 AM 制造设备、人员、维护、最佳的实践培训和技术支持，帮助他们在工作现场复制 Linear 公司每天所做的一切事务。”该公司负责 AM 制造技术的新业务开发部主任 Bruce Colter 先生解释说。

卓越培训中心由 Linear 公司的 LTS 技术服务部给予支持，由他们为每家客户的卓越培训中心提供 5 大支持：设备、人才、培训、咨询和零部件的优先发运。设备被托运到客户的工作场地，但没有培训的技术投资将被视为一种浪费，因此 Linear 公司为所有技术人员提供所有工艺技术的教育和全面的培训。这其中包括所有 AM 制造技术的培训，包括从概念到生产（如果采用标准培训不能满足客户的需求，LTS 技术服务部也可以针对特殊的需求，开发一门课程或一套模块化课程。一门定制化课程可能包括来自几门标准课程或专业教材的几个课题组合）。培训之后提供的是咨询服务，专门为客户的工厂建立最佳实践体系，并由一名 Linear 公司的专家提供每星期 7 天和每天 24 h 的呼叫服务。该卓越培训中心的培训计划通常持续三年，其目的是为了客户能够在几天或几个月之内开始制造零部件。

Linear 公司在完成对一家客户的培训之后，并且该客户也发挥了其全部潜力，但其内部能力也许暂时无法跟上需求，因此 Linear 公司仍然提供这一范围内的支持。Linear 公司希望发挥 AM 制造技术的优势，提升客户的市场地位。

“市场分析报告表明，在未来的十年中，AM 制造技术的市场潜力将达到 60~120 亿美元，因此我们所面临的挑战是如何才能满足这一需求。” Colter 先生补充说，“为此，我们希望客户考虑使用烧结件，而不是使用冲压件和焊接件。” 

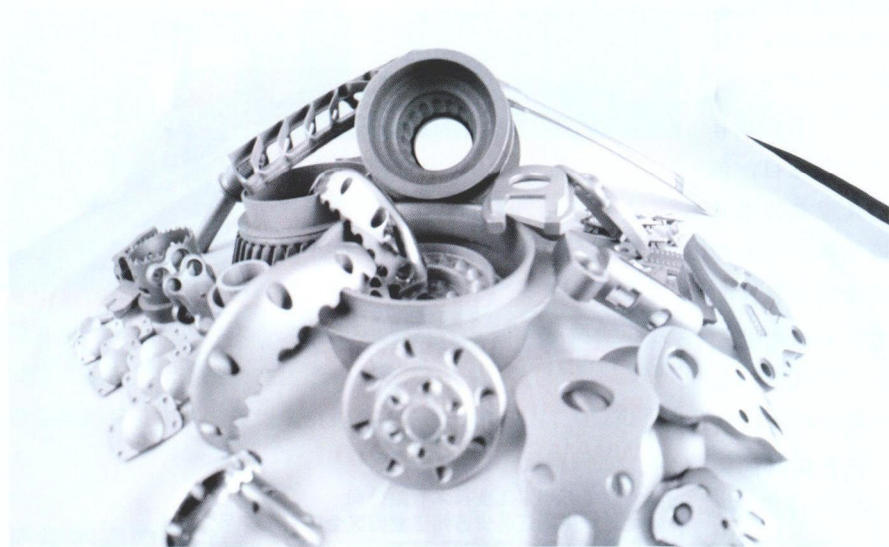


图4 采用直接金属激光烧结（DMLS）工艺生产的零件，应用于航空航天、国防、消费、医疗、牙科、汽车行业和农业市场。这些零部件是使用 AM 制造工艺的具体实例，有利于加速原型设计和降低生产运行成本