

增材制造

增材制造技术的实际应用

采用增材制造(AM)工艺生产精密的功能性金属部件并不是一件容易的事情。就像 CNC 加工一样，增材制造 (AM) 技术是一种功能强大且复杂的制造资源，对它的理解必须通过掌握其本质来实现。

文 | Peter Zelinski

C&A Tool 公司是机加工领域的楷模企业，自 1969 年从业以来，从世界偏远角落的一家模具加工厂逐渐成长成为了一个工程设计零部件委托机加工的首要供货源。如今，这家公司拥有超过 500 位员工，并拥有总计占地超过 700 000 ft² 的生产设施。公司的专长领域涉及瑞士风格的机加工、5 轴加工和精密 CNC 磨削加工、医药行业机加工、航空行业机加工、燃料系统部件生产和微型部件以及巨型部件的机加工等。C&A 公司认为增材制造 (AM) 技术是一种“常识”，零部件制造将会朝这个方向发展。

C&A 公司于 2008 年安装了第一台激光烧结 (DMLS) 机。而在购买之后 1 年多的时间内，公司除了试制部件以外实际上没有用它实施任何生产。这台高端设备经常被用于平凡无奇的琐碎产品的加工，如开瓶器。这种做法看起来像是让这台设备的能力大材小用了，但事实上员工们在这段时间所累积起来的知识为公司今天采用其多台 DMLS 机（全部产自 EOS）开展作业奠定了基础。目前在 C&A 公司已拥有 4 台这样的设

备。

有几个实例有助于我们更好地理解增材制造 (AM) 技术。以下部件加工实例具体说明了 C&A 公司目前采用的一些用于克服加式制造 (AM) 面临难题以及实现此技术光明前景的方法。

1. 各不相同的产品批次

在增材制造众多的解决方案当中，有一部分方案是在同一个周期能够构建出尽量多的部件（图 1）。DMLS 能够以极薄的等高层来构建各种部件，而这些层的数量就影响着构建周期。通过对比了解到，增加每一层的 X-Y 方向

复杂度对于作业周期的影响要少得多。对于 C&A Tool 来说，这种方式甚至涉及到将来各不相同的部件编号组合在一起，让每一位客户都能从这种成本的好处中获得一些益处。

与此同时，这种部件嵌套策略还能解决增材制造 (AM) 所面临的另一个令人烦恼的难题：来自“快速原型制造”的困难。DMLS 在制造原型时并不一定快速，也并不一定是经济有效的，但是极少有用户会充分认识到这点。相反，客户们经常会到 C&A 来要求这家加工企业迅速地“打印出”金属

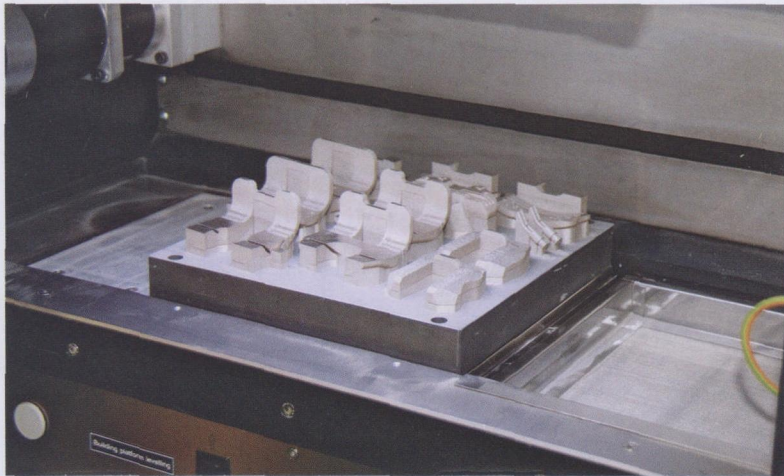


图 1 为了节约成本和制造周期用时，这里将不同客户的部件嵌套在这个 DMLS 构建作业当中

部件。

而通过嵌套，C&A 通常就能满足这个期望。即对于客户想要快速拿到的原型部件，通常可以将其塞入到一个已经排好时间执行的构建作业当中，利用那些仍然可供使用的空白空间，满足客户的需求。

2. 直管

圆筒形部件的长度为 9.5 in (1 in=25.4 mm)，直径为 0.5 in，壁厚为 0.010 in 并且允许的总偏心度为 0.004 in (图 2)。在考虑到这个管子两端存在的一体化表面形状时，这个部件采用 CNC 加工方式制造将会是一个难题。C&A Tool 的员工们改换了思路，想到了如何采用增材方式来制造这个部件，这种思考的本质揭示出了这家公司运用此项技术的最重要和最基本的思路。即诸如 DMLS 这样的工艺完全强迫人们采取不同的思考方式来达到想要完成的目标。

3. 医疗设备

另一个控制增材制造 (AM) 周期长短的关键是控制其高度。又一次地，X 和 Y 方向上的复杂



图 2 这个部件是一个较长而且尺寸精密的管子，两端还有一体化的表面形状

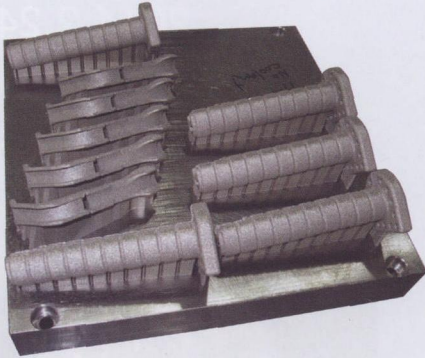


图 3 这个医疗器具本可以单件构建成型，但 C&A Tool 将这个部件对分成两半以便能够用一个不会形成很高 Z 方向高度的斜角来支撑这个部件



图 4 这个部件从本质上就应该用增材制造 (AM) 技术来生产。目前尚不清楚有任何其他方式能够快速制造出这个部件

度对于周期长短的影响极小，但是在 Z 方向增加的高度直接影响着构建过程所需要的层数。医疗器具实施制造时 (图 3)，C&A 并不需要将这器具分隔成 2 件，这种分隔在有些时候是让大型部件能够放入制造设备工作区所必需的措施。相反的是，C&A 选择对分这个部件的原因纯粹是为了能够通过控制高度来控制周期长短。换言之，这家企业将器具对分后，保持了部件较低的高度，从而可以在每个构建周期内制造出 5 个完整的模具。

即使是在采用这种方式控制了时间，构建周期仍然很长。C&A 公司的 Tony Stinson 是负责操作增材制造 (AM) 机的员工，他说构建一批用时 36 h 的部件会导致出现一个其他制造工艺用户根本想象不到的严重挑战：断电的危险。

他说，想要制作严丝合缝的构建产品，增材制造 (AM) 就必须没有中断地持续完成。Stinson 表示，有些时候，他会推迟启动一项作业直至预报的雷雨移出工厂所在地区之后。与很多农场主一样，他会在执行当天规划的作业之前查对一下天气预报。

4. 非圆简管

金属部件拥有非圆形的横截面以及尖端收细的尺寸 (图 4)，这个部件也是客户需要快速交货的。对于此项作业的情况，增材制造 (AM) 不仅提供了一种快速制造此部件的方式，还提供了唯一能够制造出这种部件的现实方式。

5. 机电设备

一家客户最近要求 C&A Tool 公司制造一款专利机电设备的几乎所有部件。这个订单包括了外壳、齿轮、接头、轴，甚至螺母和螺钉。所有这些部件都很小，足以让 C&A 能够将整套部件嵌套在单个 DMLS 构建周期所使用的同一个构建板内。客户代表来到 C&A Tool 公司评估了采用这种方式制造出来的部件。在看到这些部件通过 DMLS 工艺成形之后，他拣起这些部件，装配起来，将它们与一台他随身带来的电动机组合在一起，现场就装配好了这台完整的机电设备。

这些实例揭示了增材制造 (AM) 技术与 CNC 加工的关键差异。机加工是一种制造单个部件的方式，诸如一个齿轮。而他认为，增材制造 (AM) 是制造整个齿轮传动机构的方式。MM