激光纹理加工

激光纹理加工技术在汽车行业潜力巨大

北美的一种内部装饰模具能够帮助整个供应链节约成本，它为这个行业描绘了光明的前景。

文 | Matthew Danford

熟悉汽车模具供应链的人都了解：有时候，情况会变的很糟糕。TSTech 公司是一家一级座椅和内饰部件供应商，为主要的汽车原始设备制造商提供产品。Justin Crawford 先生是该公司的一名工程师，他经常遇到这种糟糕的情况：一套制造内部饰件产品的模具到货，但是一套模具的图案和另一套模具的图案并不一样。这种情况会造成产品的损坏，影响模具的正常运行，例如蚀刻的纹理过深，使产品在脱模时粘在模具上。

而解决这种问题需要花费好几个星期的时间，造成的延误会影响整个产品的供应链。模具的原始供应商可能会被要求对模具进行重新加工，这时模具供应商则需要将模具交给纹理供应商，他们寄回模具之后，模具供应商还需要重新将模具组装。此外，任何出现问题的模具都需要进行重新取样。同时，Crawford 先生和他的团队还需要对工具制造商、模具制造商、纹理供应商的所有活动进行协调，并和汽车原始制造商进行沟通。“花纹的成本约占总成本的 5%~15%。”Crawford 先生说，“制造模具需要花费 8~16 周的时间，期间如果出现任何问题，都是十分麻烦的事情。”

图 1 激光纹理加工技术可以带来无限的可能性，仔细看图中的这个气囊会发现它有三条不同的纹理无缝连接在一起，该气囊的模具是使用 GF 加工方案机床制造的

“纹理加工部分出现问题是十分常见的。”Don Melonio 说。他是 Custom Etch 公司的副总裁，Custom Etch 公司是经过上述汽车原始制造商许可的向其提供内饰纹理图案的供应商之一。Don Melonio 先生也遇到过上述问题。但是，他强调，问题的原因并不在于供应商，而是在于纹理加工的方法。尽管利用化学腐蚀加工汽车内饰件的纹理有很多限制，但这却是很多纹理制造商（包括 Custom Etch 公司）的唯一选择。

Custom Etch 公司最近的一项业务预示着这种情况可能会在不远的将来得到改善。这项业务是使用激光纹理加工机床将一组皮革纹理加工到三个模具上，这三个模具用于 2015 年一款豪华跨界 SUV 上的一个小的重新设计。Melonio 先生和 Crawford 先生表示：据他们所知，在北美地区这是第一次汽车原始设备制造商将激光纹理加工技术用于内饰件制

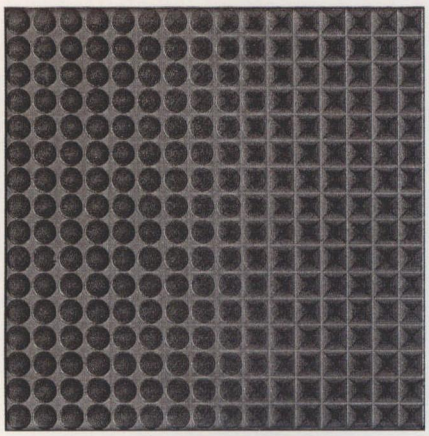

图 2 在该区域两组不同的纹理在气囊上相融合

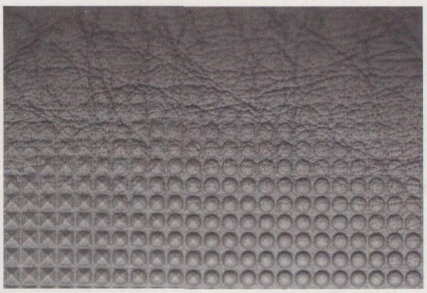

图 3 另一组不同的纹理在气囊上融合的近视图

造模具上。“尽管模具尚未投入生产，但是纹理和整个模具无疑是一个巨大的成功。”Crawford 先生说。

其他的汽车制造商对该项目也非常关注。如果他们也选择了这种技术，那么激光纹理加工技术将在北美地区具有广阔的发展前景。由于汽车行业对纹理加工都有一致的要求，因此这种技术将大幅提高相关模具制造的总体效率，因此该技术将会被广泛应用。其必然结果是：整个供应链的时间和成本将会有效缩减。Melonio 先生说：“这种技术将带来巨大的变革。”

改变的时机已经成熟

Melonio 先生的比喻非常恰当。化学腐蚀技术是一种时间密集型技术，主要过程需要采用人工处理，但是激光纹理加工可以通过设备进行，这些设备的外观和运行方式与其他金属加工数控机床相似。通过基于 CAD 图形文件或者 3D 扫描的程序，系统通过使用脉冲掺镱光纤激光器对材料进行升华处理，即金属直接从固态变为气态。

位于 Pennsylvania 州 New Castle 市的 Custom Etch 公司是北美地区第一家购置这种设备的公司。尽管该公司是在 4 年前才购买了这种设备，但现在已经有至少 50% 的业务依赖于这种激光加工技术。现在，Custom Etch 公司已经有三台这种设备，都是来自于 GF 加工方案的 5 轴机床。该公司正在计划购买更多的设备。目前，Custom Etch 公司在包装和建筑行业获得了更多的业务机会。

“Custom Etch 公司的成功并不是唯一能够证明激光纹理加工技术是一种完全成熟的技术的例证。毕竟，在该公司使用这种设备之前，欧洲就已经开始使用激光将纹理和图案加工到模具的表面上。”GF 加工方案业务开发主管 Gisbert Ledvon 先生说。北美地区采用这种技术较晚的主要原因是：从市场购入设备的时间较晚，而不是该技术的效率问题，尤其是在汽车行业。这种情况将会发生改变，这是由于对个性化产品需求的日益增长，以及不断加快的全球化生产步伐。

与很多产品的情况相同（从手机套到家用电器），汽车设计变得比以前更加多样化。不久之后，消费者可能会对欧洲最新款高档汽车中的内部装饰十分感兴趣，比如 BMW i3 的内部装饰。激光的测量精度能够达到微米级，因此只有激光技术才能加工出这种精致的花纹，而北美目地区此前还无法提供这种精致的花纹。

上文中提到的汽车为德国的汽车原始制造商在北美出售的产品。近期，很多其他的国外汽车品牌也在开拓北美新市场。“激光纹理加工技术使这些企业能够复制他们在国内市场的产品。”Ledvon 先生说，尤其是在北美地区，他们计划 2015 年生产 1700 万辆汽车，对速度和一致性的更高要求将会促使这种技术得到更为广泛的应用。

可行的替代方案

这种技术的优势影响深远，Custom Etch 公司的豪华 SUV 纹理加工业务仅是一个很小的开始：它证明了这种技术是可以替代化学腐蚀的。“第一台激光纹理加工机床需要谨慎选择。”Crawford 先生说。该公司目前总共有 11 套模具用来制造豪华 SUV 的内饰，其中三套使用激光加工，用来制造乘客一侧地板上的座椅部件，并不是非常显眼。

“三套采用激光纹理技术加工的模具上的皮革纹理与另外八套使用化学方法加工的模具上的皮革花纹用肉眼无法分辨。”Crawford 先生说。在生产开始前的几个月，TSTech 公司与原始设备制造商的造型团队分享了这一加工成果。

与此同时，纹理制造商仍然会依赖化学腐蚀加工。在 Custom Etch 公司，这项工作最开始需要彻底清理待加工的

图 4 这是一个连接乘客座椅和车身的组件盖，是使用激光纹理加工技术制造的三套内饰模具的产品之一，它除了能够证明激光纹理加工技术能够复制化学腐蚀的结果之外，还展示了其在精度和重复性上的潜力，这种潜力将会影响整个汽车供应链

图 5 豪华 SUV 部件皮革纹理近视图

模具，之后用聚氯乙烯绝缘带、蜡或其他合适的材料将模具的表面覆盖，仅将需要进行纹理加工的部分露出。之后，工作人员向需要进行纹理加工的部分喷砂，喷砂材料为玻璃珠或者氧化铝混合物。涂好耐酸的覆盖物之后，使用具有腐蚀性的化学药品对没有保护层的金属进行腐蚀，从而形成花纹。工作人员需要事先准备好化学药品，并在工作完成后妥善处理废弃的化学药品。

尽管非常复杂，但是化学腐蚀方法也有它的优点，Custom Etch 公司目前也在继续使用这项工艺。原因之一是：酸浴腐蚀材料的速度比脉冲激光处理材料的速度更快，而且不需要进行编程，也不需要安装机械设备，这样的优点使化学腐蚀方法成为低产量、低精度花纹生产的首要选择。但是对于高产量和精度要求很高的花纹生产来说，这种工艺则有许多内在的缺点。这些缺点对于汽车内饰件生产设备的影响尤其大，在这种情况下，激光纹理加工的优势就变的十分明显。

激光纹理加工的优势

1. 更少的劳动力

预先设定好的激光纹理加工机床不仅能够降低错误风险，还具有产量方面的优势，尤其是在产品大规模生产时。对于大多数汽车内饰件制造，Custom Etch 公司可能需要接受来自于设备制造商提供的几十套模具，这些模具全部属于同一辆汽车，有时甚至需要将近一百套模具。“作为多家汽车制造商指定的纹理生产商，在这种情况下，Custom Etch 公司的工作量会急剧增加，甚至可能会超出整个公司的生产能力。”Melonio 先说。而使用激光纹理加工技术就不会出现这种问题，它很适合上述生产模式，因为只要完成了设备装配和程序设定，唯一需要操作人员进行的工作就是按下“启动”按钮，之后就可以离开了。

2. 可重复性高

令操作人员安心的是：设定好的加工程序使每一个模具上的纹理看起来都是一模一样的。这一点能够满足汽车制造商的需求，汽车制造商希望所有内饰件的纹理都是一样的。例如，门板的装饰纹理与仪表板的纹理相同。使用化学方法加工纹理时，要满足上述要求需要注意防护材料的准确放置，腐蚀池中化学药品的混合，模具浸泡在溶液中的时间长短以及其他各种因素，这些因素无一例外需要人工进行判断。“如果一件工作需要由人工完成，那么这项工作两次处理的结果则可能是完全不同的。”Melonio 先生说。

Custom Etch 公司对于其员工的专业技能和在多种模具上重复加工花纹的能力十分自信。但是，使用化学腐蚀方法使 Custom Etch 公司加工的花纹和另一家纹理制造商加工的花纹完全保持一致是不可能的。

使用激光纹理加工技术可使加工出来的纹理最大程度地符合参数的设定。

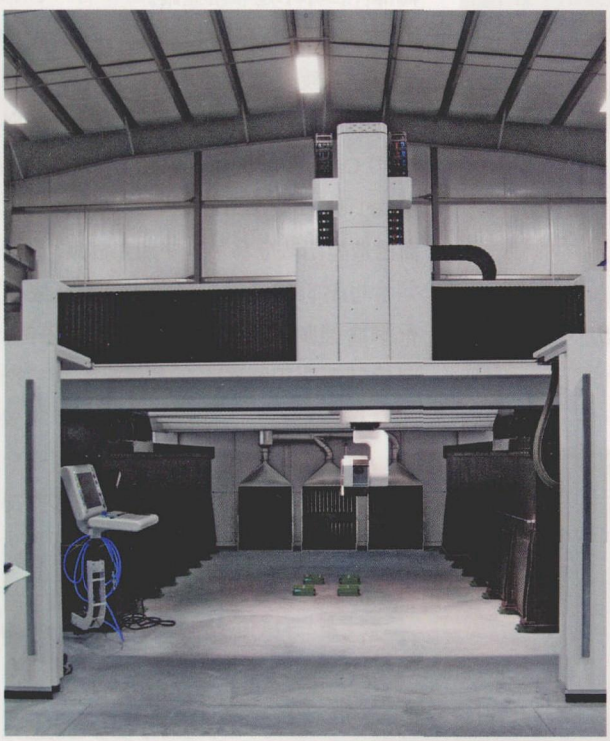

图 6 该设备是 Custom Etch 公司最近从 GF 加工方案购入的 Laser 4000，Don Melonio 先生说：“较大的工作空间对汽车产品制造十分重要，因为这项作会涉及许多大型多腔模具。”该设备放置在 3 ft 厚的水泥板上，位于 10 000 ft^2 的车间内，该车间是 Custom Etch 公司 2014 年建成的，目的是为了满足日益增长的激光纹理加工业务

图 7 Custom Etchde 公司工程师 Ed Socciarelli 先生（前）和 Jake Miletta 先生在为化学腐蚀加工准备模具，这项技术要求丰富的经验和专业技术，而这种人才正在逐年减少

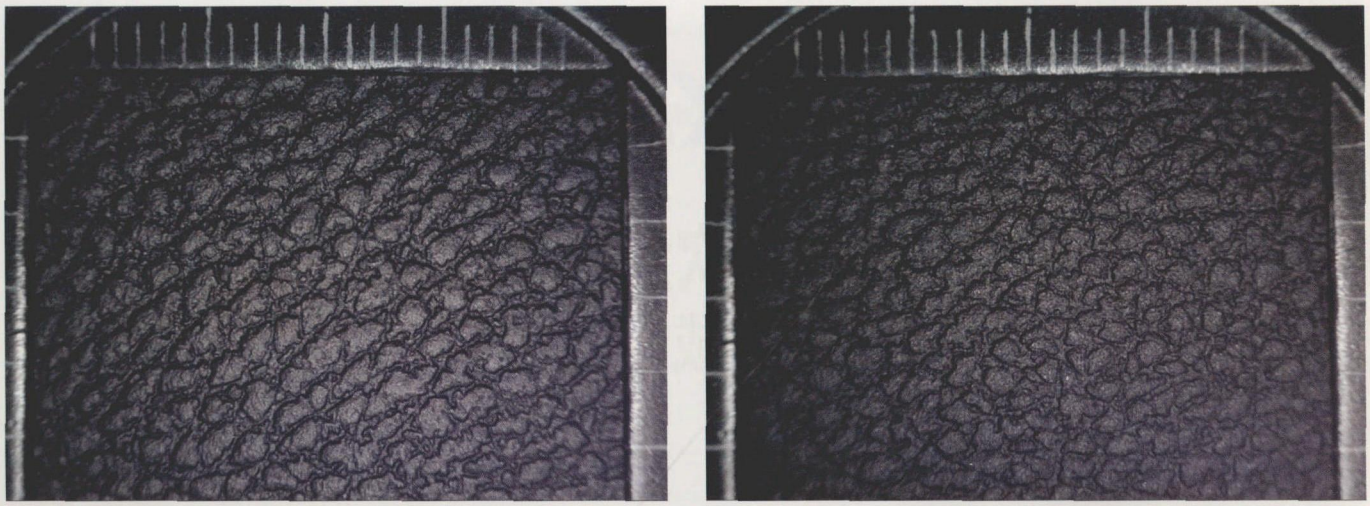

图 8 这组图中的两个表面为不同供应商使用化学腐蚀方法制造的纹理，尽管花纹相同，但是人工处理方式的不同使得这两个表面看起来也不一样，这个是汽车原始设备制造商不能接受的，因为他们要求的是和谐一致的内部装件图案

一个纹理的数字文件可以根据具体工作情况进行调节，激光纹理加工机床可以将同一个纹理精确、重复地用于任何模具的表面，即使机床和模具的表面没有在同一个位置。这种技术使原始设备制造商能在全球范围内选择多家纹理制造商加工模具上的纹理，不必担心纹理的一致性会受到影响，也不必担心工作量会超出这家纹理制造商地承受能力。

Melonio 先生和 Crawford 先生认为：这种技术是汽车模具制造行业的巨大进步，能够有效解决文章开始时所描述的时间延误问题。

3. 不需要进行材料分辨

造成纹理不一致的原因不仅是人为偏差，例如不同硬度的模具要求不同的酸浴时间，这样才能保证腐蚀的程度相同。激光技术并没有这方面的问题，它可以对多种不同硬度的材料进行一致的花纹处理。影响材料去除率和去除程度的因素，包括脉冲持续时间、聚焦镜的尺寸和其他因素，都是提前确定并得到了验证。Crawford 先生补充道：“TSTech 公司使用铝材生产模具，这种材料对化学腐蚀中错误的容忍度比钢材更低，这也是该项技术得到重视的原因之一。”

4. 便于使用新的花纹

正如 GF 加工方案的 Ledvon 先生在上文中所说：激光加工的精度可以精确到微米，这是其能够加工化学腐蚀不能加工的花纹，以及制造相同花纹时比化学腐蚀的成本更低的原因。另外，激光纹理加工机床高度的重复性使它不仅能够制造图案和纹理，还能使这些图案和纹理在汽车内部达到和谐顺畅的组合。例如，对于使用激光纹理加工机床加工花纹的豪华 SUV 模具来说，加工出来的皮革纹理能够不间断地从中心延伸至边缘。“如果一个客户希望内饰件的图案像一座玫瑰花园，我们会处理客户发给我们的每一部分图案，并使这些图案相匹配。”Melonio 先生说，“用户对于图案的设想将不会受到丝毫限制。”

这种技术的作用不仅是能够制造非常精致的图案。上文所提到的三套 SUV 模具需要在一处蚀刻出 20 μm 的皮革纹理，在其他表面上蚀刻出 70 μm 的花纹。但是，这样就会造成脱模时可能发生粘连或者变形。“使用化学腐蚀加工可以在同一个模具上制造出不同深度的纹理，但需要使用非常规的方法，且非常耗时。”Melonio 先生说。即使如此，人工操作过程也不能保证可以加工出特定的纹理深度，并且保证它的精度。Custom Etch 公司的激光纹理加工机床就能够很好的解决这一难题，两个区域不同深度的纹理可以融合在一起，而无明显的过渡痕迹。

5. 易于维修

激光纹理加工技术可以在模具投入生产之后很长时间还能继续发挥作用。如果一个模具损坏需要维修，模具制造商可以保证在模具出现问题的区域制作出一模一样的花纹，即使焊接时使用的材料与原来的材料不同。这一点化学腐蚀加工是无法实现的。

光明的发展前景

尽管激光纹理加工技术在汽车模具加工领域具有光明的前景，豪华 SUV 的加工项目也仅仅是第一步。Crawford 先生、Melonio 先生和 Ledvon 先生都认为：北美地区所有行业采用这种技术还需要好几年的时间。

Custom Etch 公司的成功说明了激光纹理加工技术已经引起了其他行业的关注。该公司会继续扩大生产能力以满足日益增长的需求，并将自己与其他竞争者区分开来。

“激光纹理加工技术在未来的发展潜力不容忽视。”Melonio 先生说。实际上，原始设备制造商给出的重要承诺使 Custom Etch 公司能够追求生产力的扩充。鉴于激光纹理加工机床的发展潜力，这一承诺不是“是否会发展”的问题，而是“什么时候会发展”的问题。MM