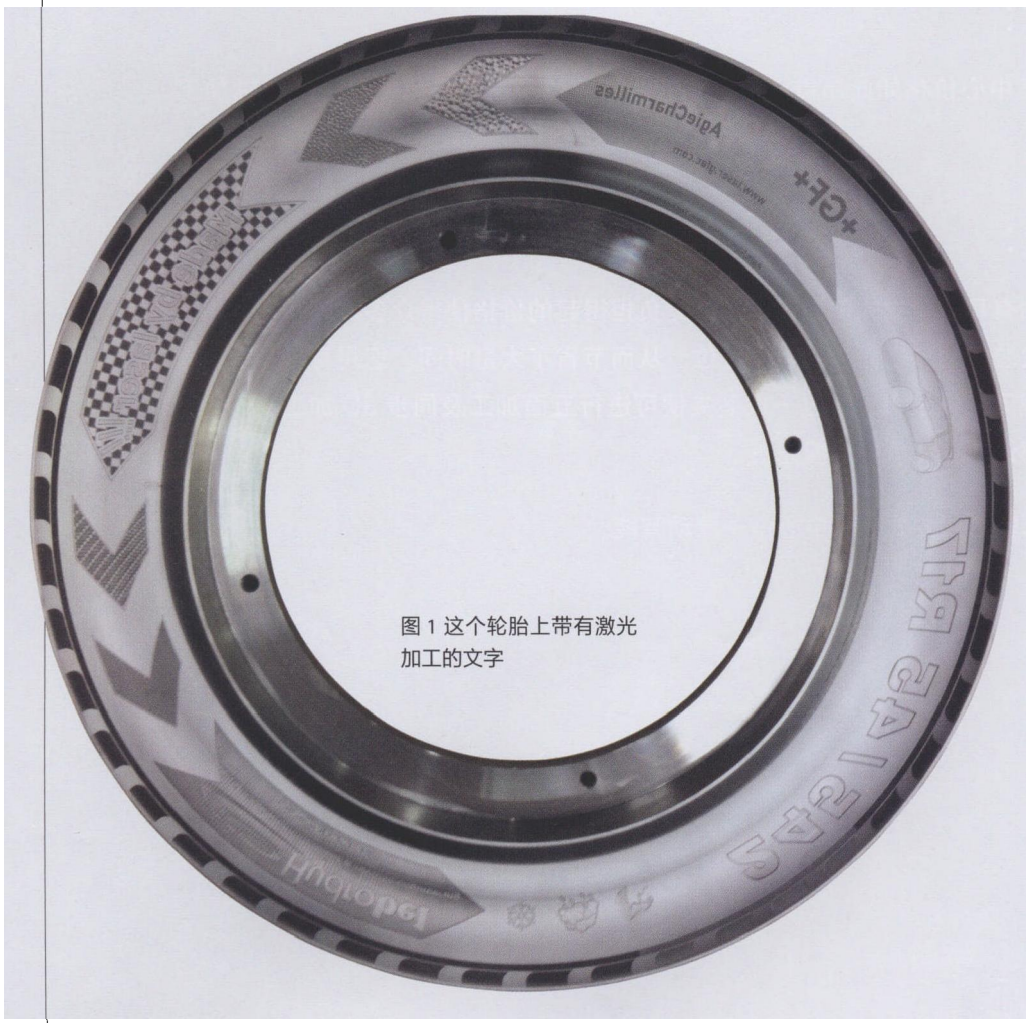

图 1 这个轮胎上带有激光加工的文字

维护 / 维修

保持模具的正常运行

技术的发展进步，促进模具制造商在模具制造过程中更早地去考虑模具的表面处理、维护和维修问题，以获得更好的模具性能和更长的使用寿命。

文 | Sherry L. Baranek

“焊接、清洁剂、烧蚀、跟踪、热处理、激光器、精加工、防锈和电镀。”所有这些术语都与模具制造商为客户提供的模具有关，他们必须采取必要的措施和工艺，以满足客户的要求。在表面处理方面，对模具的表面进行适当的处理，对其质量、防腐、耐磨性能和使用寿命是至关重要的。而且，为了使模具能够保持正常运行，模具的维护和维修也是十分关键的。

上述问题是很多制造商和供应商最常见的问题，也是表面处理以及模具的维护和维修领域中所面临的挑战，他们需要权衡这些问题的利弊。

表面处理

1. 激光纹理加工

GF AgieCharmilles 北美公司业务开发部主任 Gisbert Ledvon 先生收到的一些常见问题，包括：激光纹理加工设备能够对模具的插件进行维修吗？激光纹理加工设备有哪些局限性？在回答这些问题时，Ledvon 先生指出，激光纹理加工系统可以修复模具的插件。“然而，为了取得成功，模具制造商需要确保他们的焊接材料具有与原模具相同的材料特性。在维修领域，只要具有同样的材料特性，激光纹理加工工艺就可以复制相同的表面光洁度，并达到同样的纹理加工处理效果。”

Ledvon 先生指出：对于许多行业而言，由于表面纹理加工已成为产品设计的一个重要方面，模具制造商正在越来越多地寻求各种方法来提高纹理加工过程中的控制能力。“最近，激光纹理加工技术的出现，已经取代了化学烧蚀工艺，并提高了产品的加工精度、一致性和质量。”Ledvon 先生叙述说，“由化学烧蚀工艺产生的表面纹理并不能精确地控制。激光纹理加工的原理是材料因激光加工而升华或直接使其从固体变成气体。激光纹理加工系统可以配置不同强度的脉冲光纤激光器和不同焦距的透镜，以便最大限度地提高生产效率。”

Precision Laser Technology 公司是一家激光焊接服务商，其收到的最常见的问题与激光表面纹理加工有关，这些问题涉及到该公司所能提供的表面光洁度等级。

该公司负责人 Ron Natale 先生说："由于激光烧蚀功能采用数字方式驱动，我们可以通过使用专用软件和算法，创建符合多数行业标准的 EDM 放电加工和表面纹理光洁度。然而，其最大的优越性是：能够将激光表面纹理加工特点组合到雕刻周期之内。例如，一个具有复杂特点的插件，缩写文字、图形和表面光洁度。我们可以在一个周期内生产加工所有的蚀刻细节，这将有助于降低成本和缩短交货期（图 1）。"

当谈到其限制时，Ledvon 先生认为，激光纹理加工工艺唯一真正受到的限制就是在涉及有大的面积表面光洁度要求的纹理加工的深度和加工时间要求。"关于型腔的深度细节，其采用的成本与性能比为 3 : 1。" Ledvon 先生评论说，"换句话说，一个 1 mm 宽的纹理细节只能切削至 3 mm 的深度，当涉及到必须加工更深的较小型腔细节时，可能会带来一个问题。凡是与加工时间密切相关的地方，采用激光纹理加工工艺要比化学烧蚀需要更长的时间。"采用激光纹理加工技术车间可以进行完全无人化加工，但化学烧蚀并不可以。然而，模具制造商在加工很大的表面时，采用激光纹理加工和化学烧蚀工艺，都可以在减少调试设置次数和准备时间方面获得很大的好处。

按照 Ledvon 先生的说法，在过去的五年内激光技术有了很大的进步。"激光光源本身功能的增强是其最重要的进步之一，这意味着光纤激光器比以前的设计具有更高的效率和更长的使用寿命。" Ledvon 先生说，"2013 年，我觉得在优化激光器光源方面可以做更多的事情。更具体地说，就是将会有不同类型的激光器问世，包括更大的激光加工设备，它们具有更好的切削性能，能够加工较深的型腔，以满足特定应用领域的需求。"

该公司最近推出了一款号称是世界上最大的激光纹理加工设备。可为超大型模具添加各种独特的纹理，这些元件包括保险杠、仪表板、车门板、中央控制台和安全气囊，广泛应用于汽车以及其他生产大型元件的行业(图 2)。"

2. 防锈剂

对于表面处理而言，模具制造商和模具制造工多年来一直提出的一项要求是关于防锈剂的配方。这种防锈剂在加工食品零件的模具上使用时必须要安全、可靠。Slide Products 公司是一家防锈剂和模具清洗剂制造商，该公司的 Michael Muth 先生称，该公司已经推出了一批经 NSF International（美国国家科学基金会国际组织）批准的产品，可用于与食物相关的模具表面。NSF International 是一个独立的非营利性组织，提供标准开发、产品认证、审计、教育、公共健康和环境风险管理。

3. 电镀 / 表面涂层

工程涂料和表面处理服务供应商 Bales Mold Service 公司

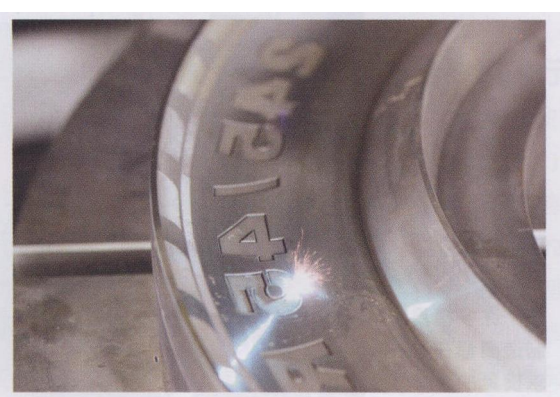

图 2 一套带有纹理的轮胎模具

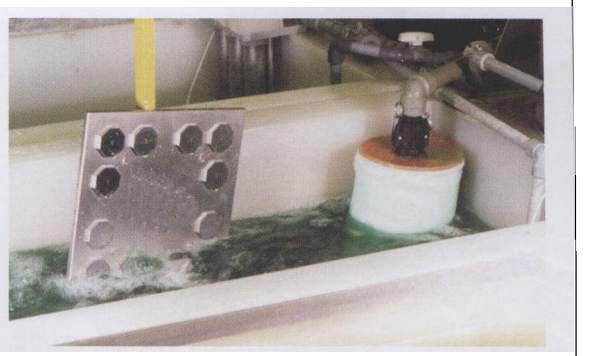

图 3 新的涂料正在开发之中，这使得模具设计人员和模具制造商在模具制造过程中，能够较早地考虑其涂料要求

每天都会收到来自客户的各种问题。据该公司技术销售经理 Harry Raimondi 先生介绍，其中一些最常见的问题包括：什么样的涂料有助于零件的脱模或有助于模具的防腐？怎样才能保护模具不被擦伤？什么材料是 PVC 的最好涂层？正在模压成型一个棱角分明的零件，上面只需要很少或不需要保护涂层和脱模涂层，此时应该选用什么样的涂层？

按照 Raimondi 先生的说法，多种工业用的新型化学产品正在开发之中，这将使供应商能够根据客户的需求提供更多的涂料。"我们确信，当这些涂料能够在市场上销售时，将会使模具设计人员和模具制造商在模具制造过程中更早地考虑到他们对涂料的要求(图 3)。厂商知道这些要求越早，就越能更快、更好地提供解决方案，以满足他们的需求。"

模具的维护和维修

1. 激光焊接

模具制造商有许多问题需要请教激光焊接设备制造商。Alliance Laser Sales 公司是一家提供多种服务的供应商，其服务范围包括激光焊接、模具精加工和抛光作业。该公司销售和市场经理 John Demakis 先生指出，他所

图 4 采用激光技术所产生的热影响区（HAZ）较少，这对于避免模具内部的加热问题是非常重要的

要问的第一个问题是："我们可以在那里焊接吗？在大多数情况下，答案是肯定的。"、Precision Laser 公司的 Natale 先生说："不管是数量、复杂程度还是成本，最常见的问题是：我能够多长时间取回模具？"、激光设备制造商 LaserStar Technologies 公司高级应用工程师 Todd Deslauriers 先生指出，他所收到的问题集中在激光与 TIG（钨极惰性气体保护焊）的焊接范围。"模具制造商想要知道使用激光与 TIG 焊接工艺修复模具的优点。激光所产生的热影响区（HAZ）较少，这一点对防止模具内部加热问题是很重要的，可以避免产生碳囊或造成模具的应力（图 4）。"

Scott Phipps 先生是 United Tool & Mold 公司的总裁，这是一家模具制造商，模具的维修也是其业务之一。2011 年，该公司荣获模具制造技术先驱奖。Phipps 先生同意激光焊接技术已变得越来越普遍这一观点。"从客户的立场来说，希望更多地使用激光焊接技术，因为与传统的焊接方法相比，它更容易在模具上使用。"

Natale 先生补充说："通过利用激光技术和自动化机械设备，我们可以限制模具的返工量，为产品的重新认证和模压成型提供了更多的时间。我们的技术和设备具有极低的热感应和渗透特性，可将深度型腔和狭窄模具区域的焊接精度控制在 0.005 in。例如，对于复杂的高构建模具，可应用精密控制的焊接方法，不会影响模具的其他特性。"

Alliance Laser Sales 公司的 Demakis 先生希望能够看到送丝激光器的问世。"我看到这一技术正在各类表面涂层应用领域中使用。其中一个例子就是使用一种钢材作为热传导体，焊接另一种材料，以达到某一应用领域所需的硬度。此外，我们的设备还能运行数控系统，使其可以做很多事情。"

就其发展而言，LaserStar Technologies 公司的 Deslauriers 先生认为，由于激光技术在模具工厂中的使用越来越普遍，因此使该技术将成为一项标准化的技术。"过去，激光器被视为一种奢侈品。"Deslauriers 先生说，"鉴于许多公司正在花费越来越多的资金，将模具送到供应商那里进行维修。因此他们看到，如果公司内部能够配置一台激光器用于模具维修，那将会显示出很大的优越性。"

2. 教育和培训

ToolingDocs 公司是一家模具维修认证培训服务商，该公司的业务经理 Steve Johnson 先生表示，模具制造商都在询问他们：是否可以为他们的员工提供技术培训？因为现在有很多公司从事模具维修工作，作为提供给他们客户的额外服务，正如他们的模具需要维护那样（图 5）。

"一旦被指定作为认证维护服务商（CMP），模具制造商可以向客户展示其模具维修服务部的运行情况，是否到达行业的最佳水平。"Johnson 先生解释说，"虽然模具制造和维修技术偶尔会互相交叉，但这两者所要求的技能是不同的，一种是作为日常操作的业务，另一种则更多的属于偶尔为客户提供的一项服务。"

Johnson 先生认为，以更系统化的方式操作车间，应包括收集和使用标准化的车间工作条件，以便能够更好地跟踪和解决模具的维修和保养问题。"从经验上看，模具的维修工作一直是由最富经验的人员负责。"Johnson 先生评论说，"在今天更加精益化的车间生产环境中，所有的维修技术和

图 5 许多模具制造商都在寻求模具的维修技术培训

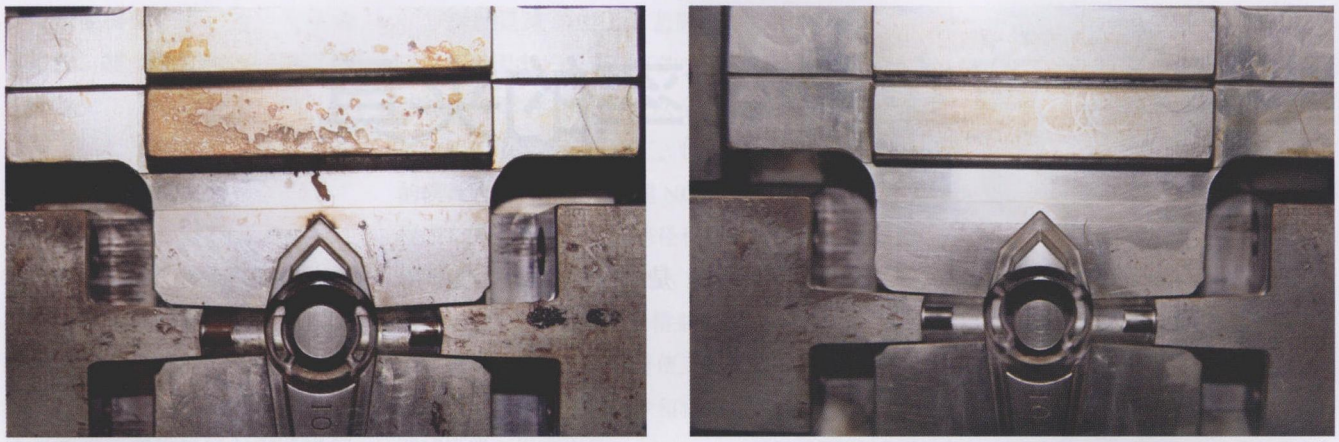

图 6 一套模具在采用干冰喷丸清洁系统清洁前（左图）和清洁后（右图）的情况，这种方法允许被清洁的模具仍停留在机械设备上进行清洁

管理人员需要在同一系统中操作，而不是单独工作，因为数据和工作台上的实际做法每人每天都在发生变化。”

所有上述这些专业人士将被授权使用最有效的工具——所有精确的维护数据。Johnson 先生继续说：“对所访问的历史数据可用各种方式来看待，这取决于个人的工作，以及他想了解什么样的情况，为模具如何能够更好地设计、制造和运行提供具有最大洞察力的信息。

ToolingDocs 公司在继续开发新的培训课程，以解决模具专业修理人员的培训方式，满足模具制造商与时俱进的发展要求。“模具的设计不可能更加简单。”Johnson 先生补充说，“相反，模具工及他们的老板越来越需要保证每次生产的模具质量。为了提高这一领域的水平，要确保维护模具的工作人员，必须在一个可测量的标准化体系内工作。

3. 清洁

Plastics & Rubber Industry Cold Jet 公司是一家干冰喷丸清洁系统供应商，按照该公司业务部主任 Steve Wilson 先生的说法，他常常会接触到两个问题：是否有其他可以替代的方法用于模具的清洁？是否有一种技术，可以用于提高工作效率？

在模具清洁方面的发展，包括模具在机械设备上工作时，以一种更快速的非研磨性材料清洗方式来清洁模具。Wilson 先生解释说：“模具保留在机械设备上时的清洁速度，可比普通的清洁方法快 4~6 倍。这既可延长生产运行时间，又无需使用化学清洗剂和机械清洁方法。采用干冰升华清洗，不会遗留二次废物或引起任何后续处理问题（图 6）。”

使用干冰对模具进行就地清洁，让模具制造商可以确保模具的生产速度，最大限度地增加模具的正常生产运行时间，提高模具的生产效率。Wilson 先生进一步阐述说：“在清洁过程中，为了不磨损模具的严格公差尺寸，例如模具的闭合公差、分型线或边缘上的滚动误差，通过提供一种理想的清洁方法，还可以延长固定资产的使用寿命。在通常情况下，清洁的过程就是模具磨损的过程。这对于保护 LSR（液体硅橡胶）模具的精密公差尺寸来说尤为重要。”

为了解决模具清洁所面临的挑战，Cold Jet 公司已经开发了一种干冰清洁系统，它采用干冰剃刮技术以及传统的 3 mm 干冰颗粒喷丸系统。

Slide Products 公司的 Muth 先生指出，最近政府监管法规的变化，促使许多模具清洗剂配方发生了改变。“EPA 美国环保署现将三氯乙烯溶剂归类于‘已知的人类致癌物质’。由于贴上了这一标签，Slide Products 公司和许多其他制造商已决定将这一溶剂从我们的整个产品系列中取消。”

目前，由此产生的新的模具清洗剂配方，大部分属于可燃性物质。Muth 先生继续说：“但是，某些处理器应用领域要求采用不可燃的模具清洁剂，因此我们推出了一种不可燃的非氯化清洁剂，其蒸发速度快，可满足大部分模具制造商的要求。并且其清洁潜力可与早先的模具清洁剂配方相媲美。”

启动和运行

显然，使一套模具保持正常的起动和运行，对模具制造商和模具工是否能够取得长期的成功是至关重要的。对模具的表面进行适当的处理以及采用适当的模具维护和维修技术，将有助于保护模具的质量，延长模具的使用寿命。MM