

新闻稿

激光焊接引领智能制造 激光焊接成像技术引领监测工业4.0

CHRIS GALBRAITH

光纤激光器已成为很多先进的、工业批量化焊接应用的首选工具，它即可服务于许多成熟行业，又能适应快速增长的新兴市场。在蓬勃发展的电动汽车行业中，光纤激光器高速、精确且高一致性的焊接能力，是提升商业电动汽车可达性和整体性能的驱动因素。在其他更为成熟的产业中，使用光纤激光的优点众所周知。而现代工业激光技术的多项优势，如不断提高的产量、更好的设计灵活性以及超高的能效利用率正不断推动这项技术在金属连接工艺方面的发展。

对于已经充分利用激光焊接优势，具有前瞻性的制造商而言，下一步的问题是如何进一步提高产量，在竞争中保持领先。智能制造工业流程的优化需要高质量完成在线数据收集工作。为实现决策的自动化和去中心化，作为激光焊接工艺的“眼睛和耳朵”，这一技术的需求正不断增加。

在电动汽车行业呈爆炸性增长的背景下，这一需求尤为明显。传统电动汽车焊接工艺涉及多项挑战：有色金属合金、混合材料以及每个接头严格的机械和电气性能要求。此外，由于每个成品组件需要大量单个焊缝，因此仅可容许留出很小的误差余量。严格的焊接要求，以及破坏性测试时，拆卸电气组件需要耗费的巨大成本和难度，如果制造商在第一次尝试时就可以生产高质量的合格产品，将优势显著。

智能制造不同于传统开发和部署流程的开环特性，即通过设计可靠的流程，认真控制生产线上的所有输入参数，来达到尽可能接近正确的操作条件，智能制造依靠实时收集和共享信息的技术，该项技术可持续提供每个子系统的状态反馈，最终提高传输效率。

当激光焊接出现结果不一致的情况时，测量装置可在生产过程中不断测量并报告工艺条件，进而实现快速干预，甚至自动修复。这种方法的优点包括可以提高产量，减少对后续质量检验环节的依赖（及随之产生的费用和滞后性），提高对成品的信心。

生产过程实时监测

虽然激光焊接技术已迅速被工业领域所接受，但能实现在线决策的智能传感技术仍然落后。多年来，市场上已出现多种可应用于激光焊接的监测技术。

其中一种较为常见的方法是利用光电二极管传感器测量激光焊接过程中产生的释放物（包括来自热金属的黑体，来自焊接激光的反射光，以及在某些情况下产生的等离子体），以此分析来表征熔池和匙孔的稳定性。

CCD技术的焊缝跟踪，使用在送丝焊接的触觉传感器）和后期诊断分析（线性扫描仪，表面检测相机，电磁声换能器），确认材料可以正确送入焊接区域，焊接成品结果一致。

但这些技术通常会遇到一些常见的局限性。其中一些技术仅可监控焊接过程，但无法进行测量，这就意味着仅可将此类技术应用于一致性检查。也就是说，监控系统可以告知用户某一焊接与用户提供的标准样品不一致，但无法提示差异的具体情况及其原因等有效信息。

此外，大多数传感技术仅能对焊接过程中某单一指标进行监控。而通常在整个焊接过程中需要采样多项参数分析确保监测准确性。在这种需求背景下，焊接工站内需要增加多种装置进行众多不同数据的监测，进而产生更多的成本，并且多个系统并行运行，复杂性更高。

更为重要的是，上述所有技术均无法提供材料表面下方熔池和匙孔形状的具体信息。在大多数情况下，材料内部的几何形态最终决定了焊缝的使用性能，以及焊接材料的强度（对某些具体应用而言）和导电性。

寻找问题的根源

作为传感器领域一项新兴技术，内联焊接监测解决了长久以来在激光焊接实时数据采集方面一直存在的多项挑战。这一新兴技术采用低功率红外光束，通过与焊接激光同轴的光路进行精准的距离测量。该技术可允许在焊接的过程中完成测量，测量光束可查看匙孔底部，直接测量熔深，这也是新一代焊接测量技术的一个重要特征。测量结果可在几毫秒内提供与金相测试结果几乎相同的整个焊缝的大量信息，且无需损坏样品本身。

多功能性是这一技术的另一个关键性优势。测量光束既可先于激光光束测量，获取焊前信息。又可在焊接完成后测量，确认成品焊缝的表面质量。甚至可以通过扫描，生成样品的3D图像，具有前所未有的简便性和精确性（图1）。

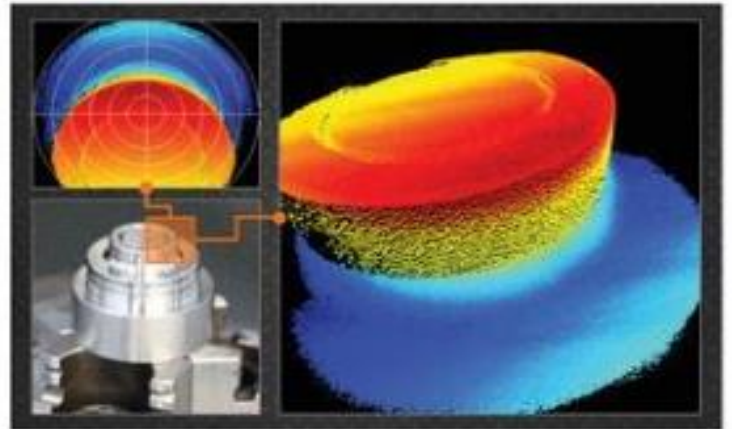


图1. 使用LDD-700内联焊接监测系统通过焊接头获取的不锈钢零件3D图像；3D视频技术可实现焊接激光束与零件的精确对焦。

新闻稿

激光焊接引领智能制造 激光焊接成像技术引领监测工业4.0

CHRIS GALBRAITH

该项技术还可以快速切换到不同的测量位置，进而实现“准同步”收集不同的数据类型。总之，在使用由单个软件包控制的单个测量系统时，可实现在五种不同的测量模式下，同时测量焊接过程中的20多项不同指标（图2）。

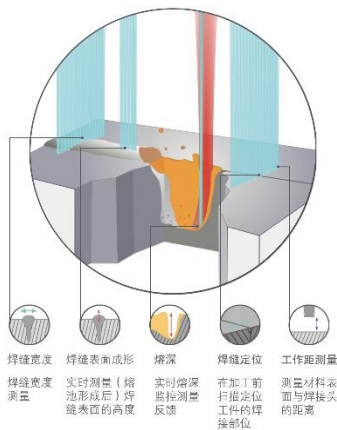


图2. LDD系统测量光束可在焊接过程中的多个区域内同时收集数据，匙孔底部的测量可在不切割零件的情况下直接测得焊接熔深；内联焊接监测系统可以将单个测量过程分解为多个相关指标（如图）。

IPG Photonics于2017年底收购了加拿大初创公司 Laser Depth Dynamics（行业内最早使用干涉激光焊接测量解决方案的企业），从而进军内联焊接监测技术市场。自此，IPG LDD-700内联焊接监测系统即成为国际应用实验室中不可或缺的工具，同时结合包括扫描光学系统在内的各种其他激光焊接技术，在工业生产中得到越来越广泛的应用（图3）。



图3. 显示配备LDD-700内联焊接监测系统接口的IPG高功率扫描振镜；内联监测可结合多种不同的光束传输布局，包括光学扫描系统和摆动头。

对激光焊接测量的灵活方式，使得这项技术的优势因各种不同的应用有所区别。在汽车动力总成的焊接过程中，由于焊接通常涉及昂贵的加工步骤，对原材料数量的影响很大，因此使用这一测量方法可以降低废料成本。提高对出厂产品质量方面的信心，对于生产汽车关键安全组件来说非常重要。在上述电动汽车领域，降低废品率，限制对复杂生产工艺中，繁重且具有破坏性的质量控制流程的依赖，可以快速提高生产能力。

快速跟踪的工艺开发

匙孔的直接测量不仅是实时质量控制的有利工具。通过密切关注了解匙孔的状态，更方便焊接工艺工程师工艺快速迭代开发，免去试验进程中必须冶金步骤。无须离开焊机就能正确配置测试稳定工艺所需的焊接参数，即使是经验丰富的焊接工程师也可以在更短的时间内制定更高质量的工艺解决方案。

以复杂的焊接工艺为例，使用远程扫描振镜、光束摆动和单模激光光源焊接异种有色金属合金（图4）。

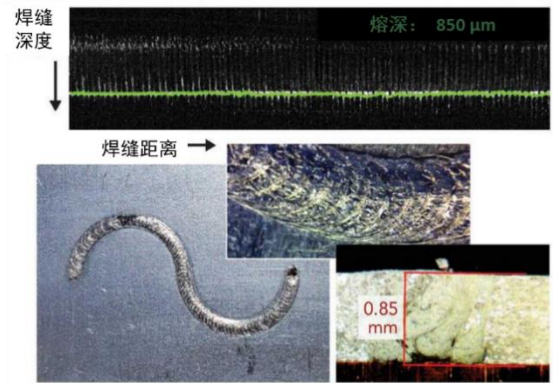


图4. 显示采用内联焊接监测系统对复合材料焊接工艺的测量结果；匙孔熔深和动态的详细图片有助于在更短时间内锁定正确工艺。

在工艺开发过程中，使用内联焊缝监测系统获取焊缝熔深、匙孔稳定性和焊缝表面质量，可以节省大量时间，避免花费大量时间探索分辨剖面检测时可能产生不利结果的非工艺影响区域。当需要在生产过程中实施该工艺时，可使用相同的测量系统跟踪产品质量，显示具体细节。

新闻稿

激光焊接引领智能制造

激光焊接成像技术引领监测工业4.0

CHRIS GALBRAITH

展望未来

各行各业对智能制造解决方案越来越大的需求，也在不断推进激光焊接传感技术向前发展。内联焊接监测满足了先进制造商目前和未来的多种需求，其最终目标是实现工业4.0。

焊接过程中熔深测量可以提供与进行产品破坏性测试结果100%一致的测试结论，大大提高了对产品质量的信心，便于操作人员灵活有效的做出决策。简单灵活的测量方案可以为具体应用定制标准工具，同步测量焊接过程的多项参数，收集相关信息以确保产品质量。焊接动态过程的详细数据图像促进了激光焊接解决方案更加符合苛刻规格要求的发展。并将进一步推动激光焊接工艺，满足未来的应用需求。

联系我们：

marketing@ipgbeijing.com

www.ipgphotonics.com