

“深入研究”任务

为了以较低成本进行大规模量产，电动汽车行业亟待迅速可靠的激光工艺：使用绿色激光对铜进行高精度且高速的焊接便是关键应用之一。在弗劳恩霍夫激光技术研究所与通快合作之前，还从未有人如此深入地研究激光焊接。他们联手准备了一系列的实验，并在此过程中通过特殊的 X 射线来观察焊接过程内部。而实验观察所需的 X 射线品质，在全球范围内只有少数几个机构可以达到，因为这需要一台管道绵延数公里的粒子加速器。其中一个机构便是位于德国汉堡的 DESY（德国电子同步加速器研究所）。在该机构不仅有从事基础研究的自然科学家，也有工业领域的团队在此研究。弗劳恩霍夫激光技术研究所和通快是首批租用实验室的企业和机构之一。为了利用好 DESY 的三个关键实验日，研究团队不辞辛劳地准备了整整两年。当然这些工作都是值得的。该团队最终发现了全新且令人惊喜的参数组合，激光系统现可使用这些参数组合以最佳速度和精度实施焊接。

弗劳恩霍夫激光技术研究所

www.ilt.fraunhofer.de



位于德国亚琛的弗劳恩霍夫激光技术研究所是世界领先的激光技术研发机构之一。该机构携手行业伙伴并以实际应用为导向，对全新的生产任务和技术部件进行研究。企业咨询服务和高度专业化的人员培训服务也属于其业务范畴。在法律意义上，弗劳恩霍夫激光技术研究所是弗劳恩霍夫应用研究促进会下设的一个非独立性机构。

行业	员工人数	位置
合同研究	481	亚琛（德国）

挑战

弗劳恩霍夫激光技术研究所和通快组成的这支团队有一件心头大事，即在高亮度 X 射线下仔细观察金属陶瓷基板的焊接。这些金属陶瓷基板用于在高压环境中连接电子部件，例如电动汽车的功率电子装置。绝缘的陶瓷板涂覆有一层薄薄的铜。汽车厂商希望借助绿色激光将另一个铜部件焊接到金属陶瓷基板上。这就涉及到铜与铜的接合了。那么问题来了：如何在焊接过程中达到最佳效果？铜板应尽量薄，焊接过程要迅速，焊缝应确保百分百完整，陶瓷不得受到激光影响。或简而言之：如何为高效的工艺找到最匹配的激光设置？



“试验数周之后我们就会将结果应用到实践之中。正是通过这种方法，我们为客户找到了各种优良快捷的铜材激光焊接工艺。”

MAURITZ MÖLLER 博士
通快汽车事业主管

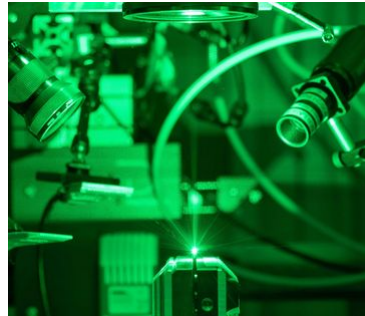


解决方案

弗劳恩霍夫激光技术研究所与通快公司一拍即合，决定携手探究问题的真相，即使这项工作费时费力：他们想要观察进行中的激光过程的清晰 X 射线视频，并希望运用所有分析工具亲身探究，激光参数的细微变化会对焊接深度、气孔和飞溅物的形成有何影响。而在德国，这项研究任务只有通过 DESY 的电子同步加速器才能完成，该机构通常只进行自然科学基础研究。这是 DESY 的首批工业项目之一，弗劳恩霍夫激光技术研究所和通快在该机构的实验室中觅得了一席之地，在此处就可拍摄到 X 射线视频。

实施

研究人员虽然只在 DESY 进行了三天的实验室工作，但他们已为此准备了整整两年：该团队开发了一套检验方法并定义了明确的科学问题。对他们来说，提前制定准确计划十分重要，因为这关乎未来如何将研究所获知识付诸实施在具体的工业应用之中。终于在 2022 年 12 月：两支团队携带激光技术设备、光学元件和其他技术设备在 DESY 会师。在该机构的 P07 光束实验室中，研究团队针对绿色激光和试验计划布置了 TruDisk 2021 碟片激光器：X 射线会从侧面落在样品上并记录内部的连续图像，激光器则会从上方开始焊接，另有机器人负责更换试样，以便让实验更快进行。这样才能将三天的实验时间物尽其用。研究人员三班倒，以便将此前准备好的试验连续运行完毕。可口可乐和薯片帮助这些科学家们集中了精力并熬过了这三天。仅针对金属陶瓷基板就进行了一百多次实验。



展望

焊接精度、焊接速度以及其他数据均基于太瓦级的激光功率。弗劳恩霍夫激光技术研究所和通快的科学家们早已在 DESY 分析了首批数据。不过，主要分析工作当然还只能在 DESY 实验完成几周之后才能开始。在亚琛的弗劳恩霍夫激光技术研究所，以及在迪琴根的通快公司，研究人员正仔细查看表格、视频资料还有传感器数据。得益于精准规划，各方面优化的激光焊接技术的前景已然明朗，例如用于电动汽车功率电子装置中的金属陶瓷基板。汽车厂商已急不可待。

