

Technical Article

激光雷达的飞跃：凭借精确的远距离探测技术，让车辆行驶更安全



Anthony Vaughan

人类驾驶汽车已有一百多年历史，但安全记录却不尽如人意。尽管如今的车辆比以往任何时候都更安全，但在世界许多地区，汽车事故和伤亡人数仍在不断上升。这一趋势在一定程度上可归咎于驾驶员面临的干扰因素日益增多。

为持续提升汽车安全性，汽车工程师们引入了高级驾驶辅助系统 (ADAS)，该系统能够在碰撞发生前自动检测并降低碰撞风险。这些系统能够持续且同步监测车辆周围 360 度范围内的所有物体，一旦其中某个物体构成紧迫威胁，系统便会采取避让措施。图 1 以图形方式展示了车辆周围检测到的物体。



图 1. 基于激光雷达的点云的图形表示

人类驾驶员一次最多只能留意一个方向的障碍物，期间还得不时瞥一眼后视镜和侧后视镜，才能了解车辆周边的情况。而且，人类驾驶员也只能大致估算出附近物体与车辆的距离和速度。基于激光雷达的高级驾驶辅助系统 (ADAS) 则能利用不可见激光，不仅可以同时监测车辆周围的所有物体，还能在不受干扰的情况下准确地测定这些物体的距离和速度。有关激光雷达技术的更多信息，请参阅白皮书《汽车激光雷达简介》。

激光雷达系统早在十多年前就已问世，但由于其体积大、结构复杂且成本高昂，一直未能在主流汽车领域得到广泛应用。就在不久前，激光雷达系统的价格还超过 5 万美元，而且体积庞大，占据了车顶的大部分空间。然而，随着近期元件集成技术的进步，如今激光雷达模块的价格已降至 200 美元以下，与摄像头和雷达等其他传感器技术的价格相当。如今的激光雷达模块体积小巧（如 图 2 所示），能够灵活且巧妙地安装在多个位置，例如挡风玻璃后方、前照灯和尾灯内，让车辆外观设计更加简洁流畅。当把激光雷达与摄像头、雷达传感器集成于高级驾驶辅助系统 (ADAS) 中时，该系统便能充分汲取并发挥这三种传感器技术的优势。



图 2. 安装在车辆顶部的激光雷达模块

摄像头传感器技术能够“识别颜色”，这在车辆需要区分交通路口信号灯颜色的场景中至关重要。然而，摄像头在环境光线不佳的情况下表现欠佳，并且在恶劣天气条件下也会出现问题。另一方面，激光雷达模块可自行提供照明，在环境光线不足时也能良好运行。近期，激光雷达处理技术取得了一些进展，使得部分系统能够分辨物体颜色的差异。

调频连续波 (FMCW) 激光雷达架构对雾、雨、雪等恶劣天气条件具有很强的抗干扰能力。雷达传感器在恶劣天气条件下同样表现良好，但其固有波长（工作频率 77GHz，对应波长为 4mm）限制了其在远距离下解析微小特征的能力，难以满足所需的分辨率要求。激光雷达系统使用波长较短的光波（905nm 至 1550nm），能够在超过 300m 的距离上以高分辨率感知微小物体。此外，调频连续波 (FMCW) 激光雷达还能利用多普勒原理同时测定物体的距离和速度。

实现更快、更精确的远距离物体探测

对于激光雷达开发者而言，最大的挑战之一在于如何实现激光发射，使其既能在远距离下精准探测物体，同时又能保证对人眼的安全性。即便是采用 1550nm 的激光波长，其传输的光功率也可能足以对人眼造成损伤。

脉冲飞行时间激光雷达系统必须发射出功率强大但持续时间较短的激光脉冲，才能实现远距离测量。大多数激光驱动器被用于驱动氮化镓 (GaN) 场效应晶体管 (FET)，并产生脉冲宽度为几纳秒的电流脉冲。德州仪器 (TI) 的 **LMH13000** 集成激光驱动器无需外部氮化镓 (GaN) 场效应晶体管 (FET) 或大容量电容器。它能够驱动激光，其上升和下降时间小于 800ps，并且不同温度下的变化幅度小于 2%，如图 3 所示。更短的激光脉冲能够使测量距离增加多达 30%。

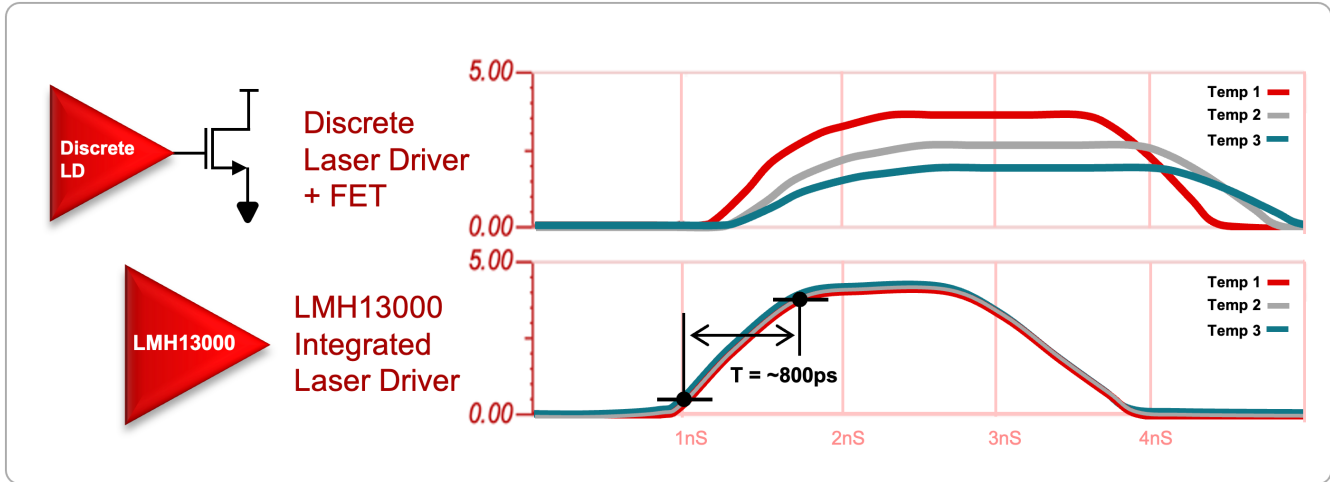


图 3. 分立式激光驱动器和氮化镓 (GaN) 场效应晶体管 (FET) 与 LMH13000 集成激光驱动器的激光脉冲时间对比

LMH13000 能够精确地为激光器提供 50mA 至 5A 的电流，并且多个并联使用的 LMH13000 器件能够驱动电流超过 5A 的激光器。由于这款激光驱动器无需外部场效应晶体管 (FET) 和大容量电容器，与分立式解决方案相比，它能够减小激光驱动器电路的尺寸至原来的四分之一。LMH13000 能够生成短脉冲宽度并实现电流控制，这使得该系统能够满足美国食品药品监督管理局 (FDA) 的 1 类人眼安全标准。

分立式激光驱动器解决方案在不同温度下的脉冲持续时间变化幅度可能高达 30%，这使得随着系统温度的变化，确保人眼安全变得颇具挑战性。LMH13000 的输出电流在其工作温度范围内的变化幅度仅为 2%，这提高了在不同温度下测量的可重复性。

一个典型的**激光雷达模块设计**包含多个模拟和数字子系统。图 4 突出展示了该模块中的激光信号生成、光传感器元件、模拟前端和数字处理子系统。从激光驱动器电路中去掉氮化镓 (GaN) 场效应晶体管 (FET) 和大容量电容器等外部元件，不仅能够缩减系统体积、优化系统性能，还能实现更高的成本效益。

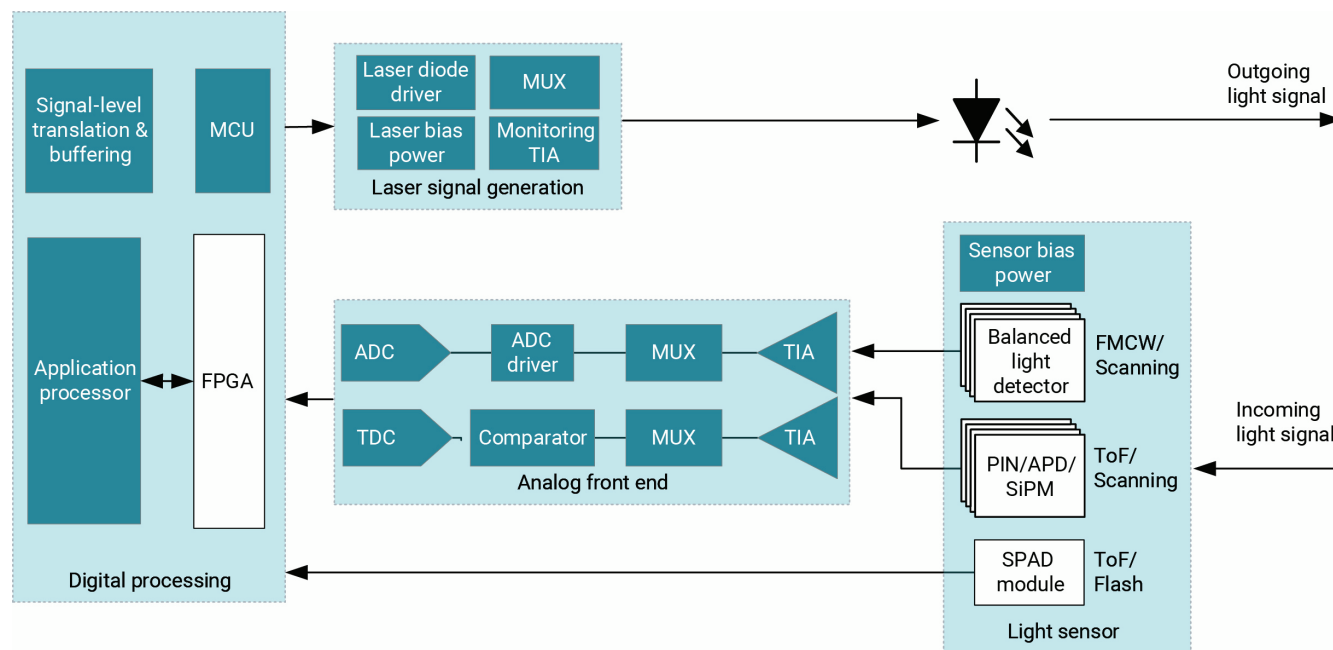


图 4. 激光雷达模块设计中的子系统、包括激光信号生成、光传感器元件、模拟前端和数字处理子系统

结语

在高级驾驶辅助系统 (ADAS) 中，激光雷达有助于车辆在碰撞发生前自动检测并降低碰撞风险。随着 ADAS 性能的提升、成本的降低和体积的减小，未来有望制造出无需人类干预与监控，即可自行行驶的主流汽车产品。凭借 LMH13000 这类器件，设计人员能够更轻松地打造下一代激光雷达系统，使车辆在任何环境下都能进行感知。

其他资源

- 订购 [LMH13000RQEEVM 评估模块](#) 并开始使用。
- 阅读《[汽车激光雷达简介](#)》白皮书。

商标

所有商标均为其各自所有者所有。

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司