

适用于工业自动化产线的新型激光振动传感器

众所周知，振动特性的测量和分析是鉴别和确认机器、部件的质量特性及工作状态的重要测量手段。在测量手段上，相较传统的接触式加速度传感器，非接触式的、基于激光干涉原理的激光多普勒测振技术由于拥有最佳位移和速度测量分辨率，逐渐成为最重要的振动测量方法，并已被广泛用于基础科学和工程测量领域。

以德国 Polytec 的激光多普勒测振仪为代表，高端的激光多普勒测振仪凸显出以下两项主要技术优势：首先，由于这类系统采用激光作为探测手段，完全无附加质量影响，具有非侵入性，从而能够在极小和极轻质的结构上进行测量；其次，这类系统已经可以实现微米级/亚微米的振幅分辨率，线性度高，在极高频率范围内（当前已超过 1GHz）和相当大的测量距离范围内仍能确保振幅测量的一致性。

在过去的几十年里，激光多普勒测振仪首先在工业研究和开发中获得重要应用：不但在机械工程、声学及其它工程学科和科学领域中用于研究不同物体的动态和声学特性，研究对象包括从汽车车身、飞机部件、各类发动机和建筑物等大型物件到 MEMS 器件和数据硬盘组件等微小物件，甚至可以对发热物体、旋转表面、超声波工具和复杂敏感的结构进行测量。激光多普勒测振仪还可以对大功率的扬声器中可能产生的有害的振膜共振进行识别；甚至用于更为复杂的声学研究，例如结构声学响应（声场）预测，声学成像和反声音研究等等。

如今，激光多普勒测振仪的应用已经逐步从科研领域慢慢进入到生产制造环节。而当前制约其在智能工业制造中获得广泛应用的主要因素就是其成本或价格。为了克服这一应用障碍，顺应智能工业制造市场对激光多普勒测振仪的需求，挚感（苏州）光子科技有限公司（下文简称挚感光子）推出了基于集成光学芯片技术的数字化小型激光振动传感器系列，其采用了类似激光多普勒干涉仪的基本原理，并结合集成光学技术的特点，通过光学传感模组这一中间级产品的定义和实现，完成了从昂贵仪器到通用化传感器的跨越（见图 1）。

在具体的产品实现上，挚感光子将激光干涉仪的关键光学部件，激光干涉仪部分，完全集成到光学芯片里（见图 1 第二部分），并通过混合封装的方式，将光学芯片、激光器、探测器以及探测用的光学镜头通过一体化的封装集成到一个略等于半个火柴盒大小的模组里。这一设计不但可以近百倍的减小其体积，同时使得激光振动传感器的大规模量产成为可能，从而可以成倍的减少其成本，为激光振动传感器的广泛应用奠定了基础。除带光学镜头的模组设计外，还实现了带光纤尾纤的设计，使得其在应用场景上更加灵活（见图 1 第三部分）。这就是挚感光子的 MV 系列激光振动传感器的技术基础，使之成为世界上第一个以工业产线为主要应用场景而研发生产的激光振动传感器产品系列。

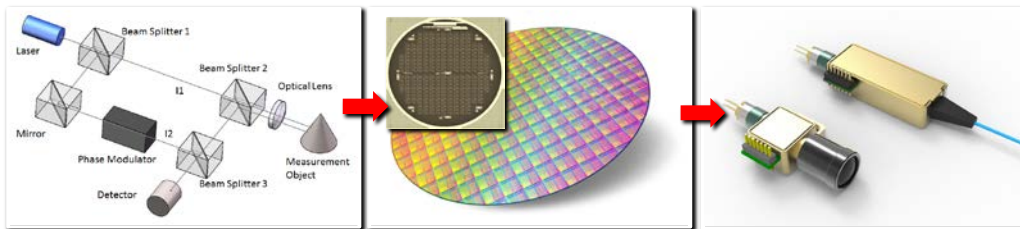


图 1：集成光学实现激光多普勒振动传感器



图 2：尺寸对比： Polytec VibroGo 系列激光多普勒测振仪； 挚感光子 MV 系列激光振动传感器模块

此前，作为国际上激光多普勒测振仪的标杆企业，Polytec 也在努力地开发适用于工业制造领域的小型化和低成本化的产品类型。比如他们近年推出的 VibroGo 系列产品就是这样一款便携式的，可独立测量且相对低成本的测振仪。然而，VibroGo 仍然不是严格意义上的适用于大规模工业产线应用的传感器级别的振动检测设备，无论是从体积、成本，还是功能的设置上都与工业产线传感器级别的产品相差甚远。首先，图 2 则在外观上对比了 Polytec 的 VibroGo 型激光多普勒测振仪与挚感光子的 MV 型激光振动传感器的区别，两者的体积差别有 40 多倍。其次，可以通过下表对比一下两者在性能指标

上的差异。

指标	Polytec VG0-200型	挚感光子 MV型	适合工业应用的突出指标
最高可测频率	DC-100KHz	DC-2.5MHz	√
速度范围	0-2 m/s	0-1.5m/s (低速模式) 0-4.5m/s (中速模式) 0-20m/s (高速模式)	√
典型测量精度	$0.01\mu\text{m} \cdot \text{s}^{-1} / \sqrt{\text{Hz}}$ (@5KHz)	$0.015\mu\text{m} \cdot \text{s}^{-1} / \sqrt{\text{Hz}}$ (@5KHz, H1) $0.005\mu\text{m} \cdot \text{s}^{-1} / \sqrt{\text{Hz}}$ (@5KHz, H2)	
模拟输出	有	无	
同步触发	无	同步入/出	√
尺寸/体积	344x124x87 (mm ³)	80x50x22 (mm ³)	√
重量	3.1 Kg	175 g	√
工作温度范围	5-40° C	0-50° C	
供电及功耗	12V, 25W max	12-24V, 3W max	√
防护等级	IP64	IP65	√
输出激光等级	Class 2, <1mW output	Class 1, <5mW output (H1) Class 1, <10mW output (H2)	
激光波长	633 nm (visible red)	1310 nm (invisible near infrared, detector card included)	
测量距离	0.355-30m	0.075-40m (fixed lenses, preadjusted, contact for longer range)	
数据接口	Ethernet/WLAN (optional)	Ethernet	
软件	VibSoft	GUI & DLL (for system integration)	√

从上表的对比中可以看出，挚感光子的 MV 系列激光振动传感器作为一个工业产线级的产品，在测量精度等指标上可与 PolyTec 的 VibroGo 系列激光多普勒振动仪有着类似的参数范围。为顺应规模性的各类潜在应用，挚感光子已研发出不同类型的相关产品，从基本形态上就有标准的镜头型和适用于远端的光缆探头型（见图 3），这类传感器已经开始应用到如手机的振动测量、轴承非接触检测这样的工业应用场景（见图 4）。



图 3：挚感光子 MV 系列激光振动传感器类型：1）标准型；2）光纤型

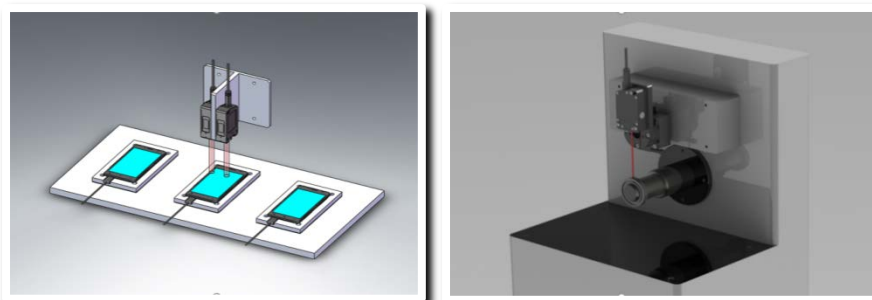


图 4：激光振动传感器模块应用举例：1）手机振动屏测量；2）高精度轴承非接触测量

总体说来，挚感光子研发的 MV 型激光振动传感器通过领先的集成光学技术和信号处理技术，实现了从传统高端设备到规模应用的跨越。更多详情请直接联系我们。