

激光多普勒法与激光三角法振动测量实验对比分析

激光多普勒法与激光三角法原理



- 激光多普勒法原理简述

多普勒效应在最初是指当声源、接收器、传播介质之间存在相对位移时，接收的频率会有所变化，因此又称多普勒频移。其后爱因斯坦发现在光的传播过程中也存在多普勒效应，我们可以利用这种现象去测量振动物体的特性，为激光多普勒测振技术提供了理论基础。例如挚感光子 MV-H 系列激光多普勒测振仪。

- 激光三角法原理简述

其探测原理是：光源发出的激光束投射到被测振动物体的表面，反射到接收用的光电探测器上。随着振动物体的移动，光电探测器接收的光斑会同步产生位移，最终采集到的信号也就可以表征被测物体的振动特性。

超声换能器振动测试结果对比

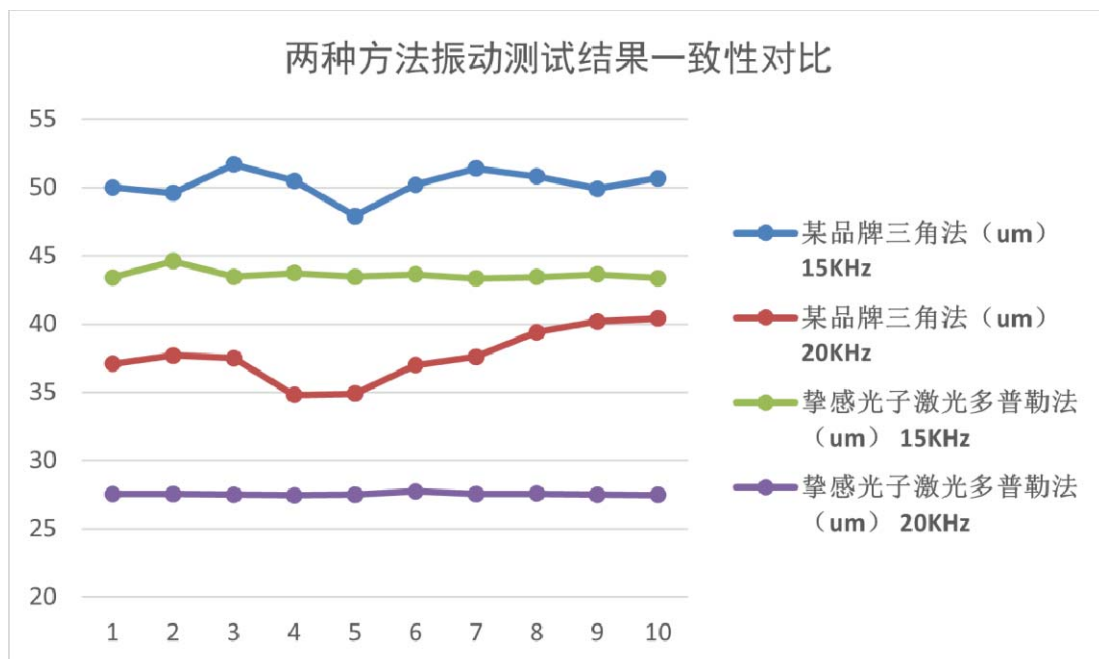


• 实验介绍

分别使用挚感光子 MV-H 激光测振仪（激光多普勒法）与某品牌位移传感器（激光三角法）对两种频率（15kHz 和 20kHz）的超声换能器的中心点进行振动测量，为了验证测量结果的一致性，两种方法同时对被测点进行 10 次振动测量。结果如下：

• 实验结果对比

超声波功率换能器振动测试实验结果对比				
振动位移值测量	某品牌三角法 (um)		挚感光子激光多普勒法 (um)	
频率值 样品序号	15KHz	20KHz	15KHz	20KHz
1	50	37.1	43.424	27.546
2	49.6	37.7	44.617	27.56
3	51.7	37.5	43.451	27.499
4	50.5	34.8	43.742	27.443
5	47.9	34.9	43.45	27.506
6	50.2	37	43.629	27.753
7	51.4	37.6	43.333	27.556
8	50.8	39.4	43.439	27.571
9	49.9	40.2	43.628	27.509
10	50.7	40.4	43.377	27.463
均值	50.27	37.66	43.609	27.5406
标准差	1.060	1.931	0.377	0.086



由以上结果可知，挚感光子测振仪的测量结果与真实结果相近，与三角法传感器的结果有固定比例的差别，且三角法的振动幅值要比真实值略高。从结果一致性来看，激光多普勒传感器的结果一致性更好，即测量噪声及误差最小。

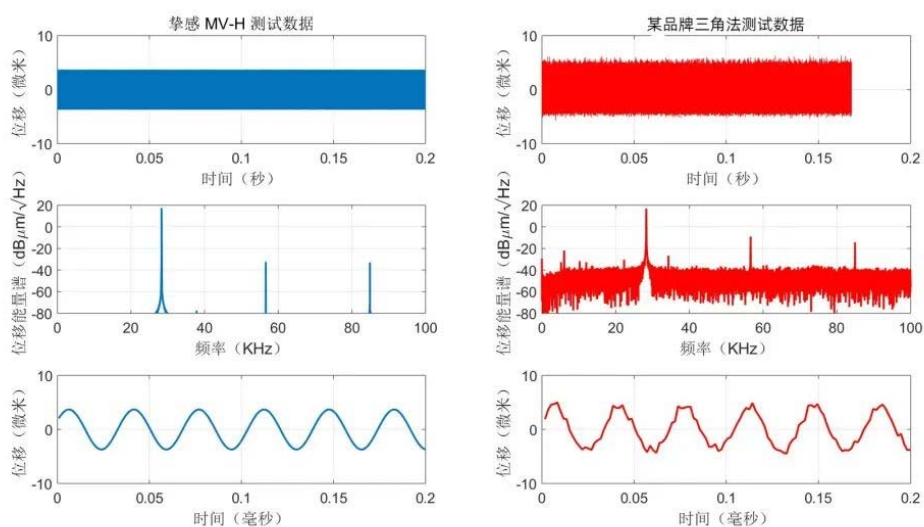
超声机床工具头振动测量结果对比



• 实验介绍

分别使用挚感光子 MV-H 激光测振仪（激光多普勒法）与某品牌位移传感器（激光三角法）对超声机床工具头进行振动测量，如上图。

• 实验结果对比



由上图结果可知，挚感光子激光测振仪获得的高频（28kHz）振动波形完整，幅值接近真实值，而某品牌三角法获得的波形不完整且毛刺多，反映在频域上显示噪声成分大，此外从幅值上看，与超声换能器应用相同，三角法获得的振动幅值较真实值偏大。

总结

挚感光子与某三角法产品性能对比

型号	挚感光子MV激光测振仪	某品牌三角法位移传感器
测量距离	0.06-40m	20mm
测量范围	20m/s（最大速度），如转换成位移，低频条件下可以测量到1μm	2mm（采样周期大于20μm情况）
光源波长	1310nm	655nm
输出功率	小于5mW	4.8mW
光点直径	20μm-200μm	25μm/25μm*1400μm
线性度	0.00%	0.02%
重复精度	0.1mm(0.0001um)	0.02um（6Hz下且平均65536次）
频率范围	0-2.5kHz（测试频率）	1000Hz-392kHz（采样频率）*由于基恩士测量过程需要上万次平均，导致实际等效采样频率降低。（为保证波形完整，实际测量频率一般为采样频率除以5-10）
同步精度	1us	毫秒级
环境温度	0-50	0-50
异光干扰	60000lux	10000lux
防护等级	IP67-IP64	IP67
重量	180-300g	230g（不包括控制器与直流电源）
信号输出	模拟和数字	模拟和数字
多通道测试	有（目前支持48通道，可扩展）	双通道
无线便携	有	无
测量表面	无限制	粗糙/精细（受颜色影响）

激光三角法误差原因分析

• 测量幅值偏大

为了得到足够的精度，三角法传感器做了累积测量，即从收到回光的 CCD 的 pixel 最大间距获得了峰峰值，由于超声传感器的振动频率比较高，相当与对测量进行了历史累积。这样实际会得到比瞬时峰峰值要大的多的结果。如果挚感传感器也做历史累积，得到的结果会逼近与三角法传感器，但这个做法是错误的，用户不能得到换能器的真实性能。

其次，三角法传感器回光是有一定直径的，三角法传感器需要通过判断最大点来确定真实位移量，但是超声波换能器振动频率比较高，pixel 与 pixel 之间是存在串扰，这样对测量结果也形成了干扰，测量值是比实际值要高的。

- 波形失真及噪声大

为了获得较高的测量重复精度，三角法需要对结果平均 65536 次，因此，换算之后其等效采样率就大大降低，这就造成当测量高频振动时，由于采样频率无法满足大于分析频率 6-10 倍的要求，使得其无法重现原始波形从而导致波形失真，反映在频域上就会显示出很多毛刺即较低的信噪比。

挚感光子简介

挚感（苏州）光子科技有限公司成立于 2018 年。公司基于核心团队在光电通信领域的深厚技术积累，致力于研发基于集成光学和相干通信的高端激光传感技术，以期颠覆传统的工业高精密传感技术，成为全球领先的集成相干光学传感器企业。目前开发的各类高性能、小型化、低成本、低功耗的激光传感器，正逐步应用于航空航天、精密制造、半导体、机器视觉、自动驾驶等新兴领域。公司拥有完整的自主知识产权，实现了对产品从芯片到模组、算法、软件和产品应用的垂直整合。

我司各类激光传感器还在快速的技术迭代中，欲了解详情，请登录我们的网页 (www.osphotonics.com)，或联系我司市场部 (sales@osphotonics.com)，联系电话：4006-899-870，感谢您的关注。