

当高功率的激光脉冲入射在金属表面上,部份电磁能量被吸收并转换为热能,吸收发生在“趋肤深度”之内,典型的深度是几个毫微米。这时会出现两种情况,一种是热弹效应,温度可能上升几十度或几百度,从而在很薄的金属表层中产生了瞬时的热弹应力和应变。另一种情况是,当激光束功率密度大于 $100\text{MW}\cdot\text{cm}^{-2}$,金属表面将被烧蚀。两种情况下都可产生纵波、横波和表面波。

激光超声系统的主要特点是它的非接触性;远距离的超声换能;高的带宽;高的空间分辨率;可以进行快速扫描和振幅绝对值的测量。和压电换能器相比,激光超声系统检测灵敏度较低,系统昂贵,体积庞大,结构复杂,如不注意,激光会损害人眼和其它组织。这些是潜在的缺点。

激光超声在下面所述的诸方面已有应用,但目前主要在实验室里。

校准:激光产生和接收特别适用于超声换能器的校准,因为它非接触的,且具有高的带宽和空间分辨率。如用激光干涉仪检测,可得位移的绝对值,从原理上讲,这是非常精确的测量。

缺陷检测:这是超声的最重要的工业应用,尽管在大多数的这些应用中,激光不能代替压电换能器,但是当通常的技术遇到困难时,例如遇到恶劣的环境、棘手的几何形状或局限的空间,或需要非常高的空间和

时间分辨率,激光超声对于缺陷检测特别有用。激光技术对各种模式的超声波都是灵敏的,包括体纵波和横波,表面波和 Lamb 波,因此它们能用来检测体积的,表面的和亚表面的缺陷。

材料特性测量:材料特性的测量是超声技术的一个重要领域。对某些参数的测量,兴趣正在增长,如内应力,微结构和内部温度,特别是产品在制造过程中的在线测量,在这一领域内,由于激光超声(以及电磁声)的非接触性,而有着广泛的应用前景。将来可能的测量应用有:尺度特性的测量,如厚度和密度;机械特性的测量,如残余应力和弹性模量;内部温度分布的测量;微结构特性的测量,如粒度、第二相(如复合材料中的纤维)的分布、相变的进展;表面特性、表面缺陷、涂层质量的测量;体缺陷的分布和尺度以及不连续性的测量,等等。

综上所述,在实验室里已经完成的研究表明,激光超声在恶劣的和生产线的环境,特别有吸引力,尤其是在高温条件下。然而,激光超声的主要开发还有一段路程。作者认为,将会有某些关键的超声传感器的需要可由激光超声来满足,因此继续研究这项技术是重要的。为了可信服地说明工业上的应用,应当努力生产更便宜的,更紧凑的激光超声系统。

(裴力伟 摘译自 *Ultrasonics*,
27(1989), 195—209)

用锥状厚压电片换能器的测量

在工业无损评价(NDE)及医学超声成像中,为提高纵向分辨率,希望超声换能器具有窄脉冲宽频带的特性,为此,有人用高阻抗、高衰减材料做为压电晶体的背衬,用作匹配吸收体。也有人采用厚的压电晶体制做换能器,利用其远离共振频率的非谐振状态工作,但上述方法存在一些不足,如换能器径向模的振动,粘接层的影响等。作者提出了解决问题的方法,即厚片锥状压电换能器,其工作在非共振状态,同时作面积小。

前人已制作过厚片换能器,用于产生和检测短脉冲超声信号。对于这些应用,一个可能的限制是径向振动。作者设计了截面为锥状的厚 PZT 压电换能器,不仅带宽,而且径向模受到了抑制。结构简图如图 1。在本文之前已有人用过锥状换能器,如 NBS 换能器,其特性 M. Greenspan (1987)¹ 已作过分析。但他们采用的压电晶体比较小,而且要带大的背衬。作者采用比较大的压电晶体,而且不需要背衬。这就消除了由于粘接层对频率和灵敏度的影响,此外,由于锥状导致小的作用区域,可用作点换能器来发射或接收。

作者在铝板上,用锥状厚 PZT 换能器分别产生和

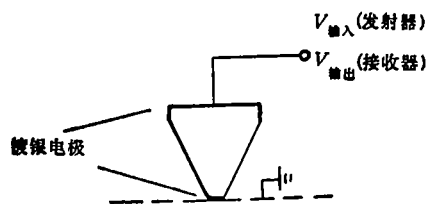


图1 换能器结构图

检测了超声瞬态波形。实验结果和理论值可以比较,表明这些换能器用于非共振状态具有宽的频带,从实验图上可以看出,锥状厚 PZT 换能器作为接收器,至少可以检测由激光产生的前沿时间为 25ns 的脉冲声。但这样的换能器由于声波在 PZT 压电晶体内的多次反射,不适于用在单发单收的脉冲回波法。然而,作为分立的源和接收器,它是常规换能器设计中经济、简便的选择。

(许建平 译译自 *J. Acoust. Soc. Am.*,
85-6, (1989), 2417—2422)