高温声速测量的激光遥测系统

不少年来人们一直在致力于探索高温下固体中超声速的测量方法。其主要困难是测量所用的压电换能器能承受的温度有限制。为此而采取的措施有：加进足够长的耦合棒；选用能隔热的耦合剂；采用短时接触的传声方法；以及采用非接触方式的电磁声换能方法等。但所有这些仍未能使问题得到满意的解决。为此本文提出了一种全面激光遥测的方法，即用一套激光系统来激发超声脉冲，同时又用另一套激光系统来测量该声脉冲在样品中的传播时间，从而得出被测样品的超声声速。被测样品被密封在高温真空炉中，激光束则通过炉壁上的透光窗孔射入和射出。使测量装置与被测样品完全分离开，成为一套不受工作温度限制的遥测系统。

本文曾对软铁和杜拉铝两种材料进行了实验测量。被测样品的尺寸为 19mm 直径，8mm 厚。用以激起发射超声脉冲的激光装置为一个 Nd:YAG 激光器，利用一个 Q 开关，50mJ，20 μ s 上升时间的光脉冲聚焦到被测样品的一个面上，使形成一个微弱的等离子峰，从而在样品内产生出一个纵波超声脉冲。样品的另一面则抛光到能形成光的镜面反射，使成为一种改

进型迈克尔逊干涉仪的一个反射面。于是再用一个 5 mW 的 He-Ne 激光器来测定超声脉冲的波形和到达时间。用数字型示波器来观察和记忆。

根据本文的实验结果，杜拉铝的声速随温度升高而降低，直到 500 $^{\circ}$ C，基本上呈线性变化，下降率约为 1 m/s/ $^{\circ}$ C。对于软钢则就比较复杂，除了基本呈线性下降的趋势外，在约 768 $^{\circ}$ C 和 910 $^{\circ}$ C 附近时，分别出现两处异常变化，估计前者是由于材料从铁磁性到顺磁性的相变，后者是由于铁素体到奥氏体的相变。这与高温下杨氏模量测量的结果一致。

此外，根据观察到的超声接收脉冲的波形，还可以看出，在样品中超声波衰减的频率响应也与温度有关，利用本文方法将可进一步分析研究。

本文作者认为，利用本文方法，可以工作到 1000 $^{\circ}$ C 以上的温度，测得声速值的绝对精度可以达到 1%，而相对变化精度可达到 0.1% 以上。

(查济璇 摘译自 J. Appl. phys.
63-4(1988), 1225-7.)

用声学模拟研究凝聚态问题

去年人们认识到经典的声学系统可用来研究凝聚态物理的两个前沿领域，其原因是声学系统的机械波和量子系统的电子波满足同样的波动方程。因此可以建造模拟凝聚态系统显著特征的宏观声学系统，从而直接测量本征值、本征函数和其他性质。这些测量在凝聚态系统中即使不是不可能的，也是非常困难的。目前正在研究的是安德尔孙定域的非弹性效应和准晶体的一些性质。

安德尔孙定域是本征函数中的指数形定域。是由一个随机位势中波的长距离相位相干引起的。凝聚态物理中的一个难题是处理无序的一维导线中的电子波，它牵涉到电子和声子的非弹性散射，后者能产生定域位置间的跃迁。声学模拟系统是一根十五米长的钢丝，垂直悬挂，下端悬一重物以保持张力。一个电磁振荡器在钢丝中激发横波，以模拟电子的薛定格波。在钢丝上分布着一些小的铅质量块，以模拟无序离子的随机场。当这些铅质量块周期分布时可以验证 Bloch 波的本征值和广义本征函数。当铅块位置变成无序时，本征值谱变化剧烈，出现安德尔孙定域现象。为了模拟晶格振动(声子)，第二个电磁振荡器调节钢丝张力，使铅质量块在它们的平衡位置附近振动。当声子

频率(第二个振荡器的频率)与在不同位置定域的两个安德尔孙态之间频率差匹配时，可以观察到两个位置的共振跃迁，并能测量跃迁几率。

另一个近来用声学模拟研究的凝聚态问题是研究准晶体的准周期对称所产生的物理特性。准晶体是一种介于周期结构和随机结构之间的材料，它的晶格不是周期的，但其晶格衍射图(或 Fourier 变换)有许多峰点，显示了长距离有序。已经发现铝合金可能具有这种对称性。人们作了一个“紧耦合模型”的声学实验。实验中把许多在孤立时具有一个或多个尖锐本征函数的局部振子耦合起来，得到一个谱或一个本征频率带。耦合图样中的任何对称性都会在本征谱中产生结构。在宾州大学的实验中局部振子是常用的音叉，它们按照准周期图样安装在一块重板上，再用钢丝把相邻的音叉端头连起来，达到耦合。激励这个系统并测量它的响应就可以直接确定本征值和本征函数。人们希望经典声学的模拟会帮助准周期对称性理论的发展。

(张海澜 摘译自 Physics Today,
1(1989), S-4)