

- [C]. In: 66th Annual International Meeting SEG, 1996.
- [2] SINHA B, VISSAPRAGADA B, KISRA S, et al. Optimal well completions using radial profiling of formation shear slownesses [C]. SPE, 2005.
- [3] BACKUS G, GILBERT F. Uniqueness in the inversion of inaccurate gross earth data [C]. In: Philosophical Transaction Royal Society of London, 1970.
- [4] SAYERS C M, ADACHI J, TALEGHANI A D. The effect of near-wellbore yield on elastic wave velocities in sandstones [C]. In: 78th Annual International Meeting SEG, 2008.
- [5] TANG X M, PATTERSON D J. Mapping formation radial shear-wave velocity variation by a constrained inversion of borehole flexural-wave dispersion data [J]. Geophysics, 2010, 75(6): E183-E190.
- [6] TANG X M, DUBINSKY V, WANG T, et al. Shear-velocity measurement in the Logging-While-Drilling environment: Modeling and field evaluations [C]. SPWLA, 43rd Annual Meeting Transactions, 2002, paper PP.
- [7] 唐晓明, 郑传汉. 定量测井声学 [M]. 赵晓敏, 译. 北京, 石油工业出版社, 2004.

· 声学新闻和动态 ·

浅层目标亚波长声学成像新方法

声学成像是一种用来检测物质结构和成分的重要方法, 其分辨率受限于衍射极限 (diffraction limit)。为了获取更高的分辨率, 往往需要测量高空间频率的声倏逝波 (acoustic evanescent wave)。倏逝波带有物体的细节特征信息, 离开天然材料物体后的衰减特性满足指数关系。

近年来, 科学家利用结构声学超常材料 (structured acoustic metamaterials, AMM) 克服衍射极限, 通过增强倏逝波来提高成像分辨率, 从而实现亚波长近场声学成像。现有研究中, 声透镜往往需要紧贴被观测物以获取倏逝波, 这个缺点使声学超常材料在一些实际应用场景, 如医疗诊断中的皮下身体组织成像、工业无损检测中材料缺陷的探测中受到很大的局限性。

目前, 南京大学和中国科学院声学研究所的学者联合研制出一种基于超常材料的新型共振超透镜, 实现了分辨率远小于衍射极限的浅层目标声学成像。该透镜由若干包含方孔的方铜管结构单元周期排列组成, 可被看作是一群具有恒定截面积的亚波长波导。在成像过程中, 每个方孔作为一个像素对目标物体的一小部分进行采样, 最后形成一个完整的声像。

该方法采用多孔结构 AMM 的声学强各向异性来放大声倏逝波, 无需改变声透镜的物理结构即可在超常材料透镜的内部平面实现离透镜输入内表面一定距离处的目标的重建成像, 从而提供具有亚波长空间分辨率的目标浅层特征。

这种各向异性声透镜和传统的负参数超透镜在成像性质上具有本质的区别: 倏逝波由近场发射后, 在负参数透镜中传播时强度单调增加, 离开透镜后幅度逐渐衰减并在成像平面上恢复到初始水平。而行波在传播时相位却不会发生变化, 所以可以实现完美成像; 超常材料透镜则是使用驻波的方法对倏逝波进行增强, 可是并非对所有波成分有效, 因此成像效果会有所失真。但这种透镜在提升成像对比度上具有独特的优势, 且在实现上比具有负参数的超透镜简单得多。

各向异性超常材料透镜的成像质量依赖于对倏逝波衰减的补偿。该团队对 10 μm 至 5 mm 范围内不同距离的成像效果进行仿真, 分别比较了透镜输出外表面 (观测面)、输入内表面及透镜内部三个位置处的结果。研究表明, 虽然声压幅度和成像对比度随着距离增大有所减小, 但由于对倏逝波的增强效果, 透镜内部的成像效果可达到最佳, 且在离观测对象 3 mm 处仍具有良好的分辨率。此外, 对于一个复杂的二维图形, 通过透镜内部的成像仍然可以很好的将其分辨出来, 而在输入/输出表面的成像则显得很模糊。

(毕亚峰 编译自 CHENG Y, ZHOU C, WEI Q, et al. Acoustic subwavelength imaging of subsurface objects with acoustic resonant metalens [J]. Appl. Phys. Lett., 2013, 103:224104.)