

层状双周期结构声子晶体带隙特性研究

祁鹏山, 杜军, 姜久龙, 董亚科, 张佳龙

(空军工程大学航空航天工程学院, 陕西西安 710038)

摘要: 设计了一种层状五组元双周期结构声子晶体, 并将其等效为一维声子晶体, 采用传递矩阵法推导出了该结构的能带结构; 在该带隙范围内弹性波或声波的传播能够得到有效抑制, 实现对噪声的控制。同时, 分析了取消内部周期以后第一带隙的变化以及改变硅橡胶层厚度对第一带隙的影响。结果表明, 该结构与简单二元结构相比, 在降低带隙频率的同时有效减轻了结构质量, 且“内部周期”主要影响带隙宽度; 当增加硅橡胶层的厚度时, 带隙频率进一步降低。

关键词: 声子晶体; 双周期; 噪声控制; 传递矩阵法; 有限元

中图分类号: TB53 TH113.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-3630(2016)-04-0303-05

DOI 编码: 10.16300/j.cnki.1000-3630.2016.04.004

Band gap characteristics of the layered phononic crystal with double-cycle structure

QI Peng-shan, DU Jun, JIANG Jiu-long, DONG Ya-ke, ZHANG Jia-long

(Aeronautics and Astronautics Engineering College, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, Shaanxi, China)

Abstract: A layered phononic crystal structure with five elements and double cycle is designed, and it is simplified to a one-dimensional phononic crystal. Then, the band structure is derived by using transfer matrix method. The elastic wave or sound wave propagation can be effectively suppressed within the range of the band gaps and the noise control can be achieved. Meantime, the first band gap is changed when the internal cycle is cancelled and the effect of rubber layer thickness on the width of first band gap is analyzed. The results show that this structure can get lower band gap frequency and lower structure mass compared with the simple two element structure, and the internal cycle mainly affects the band gap width. With the thickness of rubber layer increases, the band gap frequency is reduced further.

Key words: phononic crystal; double cycle; noise control; transfer matrix method; finite element

0 引言

近年来, 在天然晶体中电子能带理论的启发下, 人们对周期复合材料或结构中经典波传播进行了深入研究。声子晶体(Phononic Crystals)是由两种或两种以上材料组成的周期性复合材料或结构。这些材料或结构对经典波有良好的带通和带阻特性。如何利用周期结构中的带阻特性进行噪声和振动的控制, 特别是低频带隙的获取, 也已成为一个研究的热点与难点^[1-5]。

一维声子晶体由于其结构简单而且易于获得较宽的带隙, 因此有可能在减振降噪等领域得到广泛的应用。目前, 关于声子晶体新型结构的设计也是一个研究的热门领域。对于一维二组元声子晶体

的研究相对比较成熟, 在带隙计算方法领域, 文献[6-7]分别采用集中质量法和传递矩阵法计算得到了二组元结构带隙, 并分析了带隙的影响因素; 文献[8]发展了一种基于小波的带隙计算方法, 该方法与传统平面波展开法相比, 在得到同样精度的条件下, 显著降低了计算量, 提高了计算速度; 文献[9]提出了一种基于移动最小二乘的无网格方法用于计算声子晶体带隙; 另外, 利用成熟的有限元分析软件对声子晶体带隙进行计算也是一种可取的方法^[10-11]。在结构设计领域, 文献[12]在二元结构基础上将层状结构声子晶体的原胞设计为三组元结构, 得到了较低的带隙频率; 文献[13]在一维二组元结构声子晶体的散射体两侧引入添加层, 构成一维四组元结构, 在得到低频带隙的同时有效降低了结构的整体密度; 文献[14]将两种二元结构的声子晶体复合, 得到的复合结构兼顾二者的性能特点, 该结构有效拓宽了带隙宽度。文献[15]在二组元结构的基础上设计了一种具有嵌套结构的一维声子晶体结构, 得到了巨带隙以及局域模。可见, 对一维声

收稿日期: 2015-10-20; 修回日期: 2016-01-25

作者简介: 祁鹏山(1992—), 男, 甘肃武威人, 硕士研究生, 主要研究方向为声子晶体减振降噪。

通讯作者: 祁鹏山, E-mail: qipengshan@126.com

子晶体原胞结构的研究已有了很多成果,但大都是考虑了单一周期性。由于周期性结构是 Bragg 散射型声子晶体的核心要素,本文在传统层状结构声子晶体的基础上引入“内部周期”,设计了层状双周期结构声子晶体,利用传递矩阵法得到其带隙。同时,分析了取消内部周期以后第一带隙的变化以及改变硅橡胶层厚度对第一带隙的影响。

1 层状五组元双周期结构理论建模

如图 1 所示是一种由三种材料按 $A-BC-BC$ 结构沿 ox 方向排列的层状五组元双周期结构声子晶体的一个元胞。将“ $A-BC-BC$ ”称为一个外部周期,相应的将“ BC ”称为一个内部周期,每个外部周期内包含两个内部周期。其中, d 为晶格常数, d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 、 d_5 为各组元的厚度。

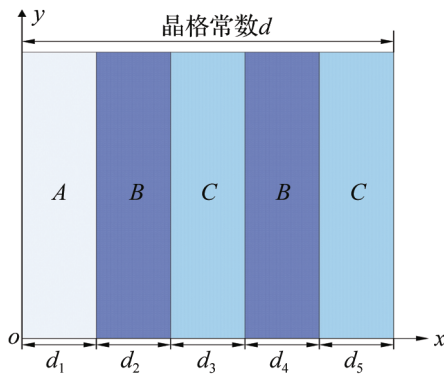


图 1 层状五组元双周期结构元胞示意图

Fig.1 Single cell diagram of the layered structure with five elements and double cycle

若层状结构的非周期方向(oy 方向)尺寸远大于周期方向(ox 方向)尺寸,则该结构可视为一维声子晶体结构^[5]。

下面采用传递矩阵法推导该结构声子晶体的色散关系。

声子晶体中弹性波运动方程为^[1,4,10]:

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} \quad (1)$$

其中, $u(x,y,t)$ 为 x 处的位移, c 为材料的波速。

考虑简谐平面波的情况,可设

$$u(x,t) = e^{i(kx - \omega t)} u(x) \quad (2)$$

其中, ω 为角频率。

联立(1)、式(2)得:

$$(c^2 k^2 - \omega^2) u(x) = c^2 \frac{\partial^2 u(x)}{\partial x^2} \quad (3)$$

求解该微分方程,得其通式为:

$$u(x) = P_{nj}^+ e^{i\alpha_j x_j} + P_{nj}^- e^{-i\alpha_j x_j} \quad (4)$$

其中, $j=1,2,3,4,5$, 分别表示五种组元; P_{nj}^+ 、 P_{nj}^- 分别表示弹性波沿 x 轴正向和反向传播; $\alpha_j = [k^2 - (\omega^2/c_j^2)]^{1/2}$ 表示沿 x 方向的波数。

在 $x = nd + \sum_{j=1}^i d_m$ ($j=1,2,3,4$) 处, 由相邻组元位

移 $u(x,t)$ 和应力 $\rho c^2 \frac{\partial u}{\partial x}$ 连续可得:

$$\begin{cases} P_{nj}^+ e^{i\alpha_j \sum_{j=1}^i d_m} + P_{nj}^- e^{-i\alpha_j \sum_{j=1}^i d_m} = \\ P_{n(j+1)}^+ e^{i\alpha_{j+1} \sum_{j=1}^i d_m} + P_{n(j+1)}^- e^{-i\alpha_{j+1} \sum_{j=1}^i d_m} \\ \rho_j c_j^2 \alpha_j (P_{nj}^+ e^{i\alpha_j \sum_{j=1}^i d_m} - P_{nj}^- e^{-i\alpha_j \sum_{j=1}^i d_m}) = \\ \rho_{j+1} c_{j+1}^2 \alpha_{j+1} (P_{n(j+1)}^+ e^{i\alpha_{j+1} \sum_{j=1}^i d_m} - P_{n(j+1)}^- e^{-i\alpha_{j+1} \sum_{j=1}^i d_m}) \end{cases} \quad (5)$$

将式(5)表示成矩阵形式为

$$\mathbf{K}_j \Psi_{n(j+1)} = \mathbf{H}_j \Psi_{nj} \quad (6)$$

其中: $\Psi_{n(j+1)} = [P_{n(j+1)}^+ \ P_{n(j+1)}^-]^T$,

$$\Psi_{nj} = [P_{nj}^+ \ P_{nj}^-]^T \quad (j=1,2,3,4)$$

在 $x = nd$ 处, 同理, 由位移和应力连续可得:

$$\begin{cases} P_{n1}^+ + P_{n1}^- = P_{(n-1)5}^+ e^{i\alpha_5 d} + P_{(n-1)5}^- e^{-i\alpha_5 d} \\ \rho_1 c_1^2 \alpha_1 (P_{n1}^+ - P_{n1}^-) = \\ \rho_5 c_5^2 \alpha_5 (P_{(n-1)5}^+ e^{i\alpha_5 d} - P_{(n-1)5}^- e^{-i\alpha_5 d}) \end{cases} \quad (7)$$

将式(7)表示成矩阵形式:

$$\mathbf{K}_5 \Psi_{(n-1)5} = \mathbf{H}_5 \Psi_{n1} \quad (8)$$

其中, $\mathbf{K}$ 、 $\mathbf{H}$ 分别表示系数矩阵。联立式(6)、(8)可得第 n 个元胞与第 $n-1$ 个元胞之间的关系:

$$\Psi_{n5} = \mathbf{T} \Psi_{(n-1)5} \quad (9)$$

其中, $\mathbf{T} = \mathbf{K}_4^{-1} \mathbf{H}_4 \cdot \mathbf{K}_3^{-1} \mathbf{H}_3 \cdot \mathbf{K}_2^{-1} \mathbf{H}_2 \cdot \mathbf{K}_1^{-1} \mathbf{H}_1 \cdot \mathbf{H}_5^{-1} \mathbf{K}_5$ 为传递矩阵。

由于 x 方向的周期性, 利用布洛赫定理可以得到:

$$\Psi_{n5} = e^{ikd} \Psi_{(n-1)5} \quad (10)$$

其中, k 为标量形式的一维布洛赫波矢。

联立式(9)、(10)可得到标准的矩阵特征值问题:

$$|\mathbf{T} - e^{ikd} \mathbf{I}| = 0 \quad (11)$$

其中, $\mathbf{I}$ 为 2×2 单位矩阵。

通过求解矩阵 $\mathbf{T}$ 的特征值, 即可得到波矢 k 与频率 ω 之间的色散关系:

$$\begin{aligned}
\cos(kd) = & x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 + \\
& \frac{1}{2} \left(F_1 + \frac{1}{F_1} \right) \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot y_1 \cdot y_2 + \frac{1}{2} \left(F_2 + \frac{1}{F_2} \right) \cdot x_1 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot y_2 \cdot y_3 + \frac{1}{2} \left(F_3 + \frac{1}{F_3} \right) \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 \cdot y_3 \cdot y_4 + \\
& \frac{1}{2} \left(F_4 + \frac{1}{F_4} \right) \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot y_4 \cdot y_5 + \frac{1}{2} \left(F_5 + \frac{1}{F_5} \right) \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot y_1 \cdot y_5 + \frac{1}{2} \left(F_1 F_2 + \frac{1}{F_1 F_2} \right) \cdot x_2 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot y_1 \cdot y_3 + \\
& \frac{1}{2} \left(F_1 F_3 + \frac{1}{F_1 F_3} \right) \cdot x_5 \cdot y_1 \cdot y_2 \cdot y_3 \cdot y_4 + \frac{1}{2} \left(F_1 F_4 + \frac{1}{F_1 F_4} \right) \cdot x_3 \cdot y_1 \cdot y_2 \cdot y_4 \cdot y_5 + \frac{1}{2} \left(F_1 F_5 + \frac{1}{F_1 F_5} \right) \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot y_2 \cdot y_5 + \\
& \frac{1}{2} \left(F_2 F_3 + \frac{1}{F_2 F_3} \right) \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot x_5 \cdot y_2 \cdot y_4 + \frac{1}{2} \left(F_2 F_4 + \frac{1}{F_2 F_4} \right) \cdot x_1 \cdot y_2 \cdot y_3 \cdot y_4 \cdot y_5 + \frac{1}{2} \left(F_2 F_5 + \frac{1}{F_2 F_5} \right) \cdot x_4 \cdot y_1 \cdot y_2 \cdot y_3 \cdot y_5 + \\
& \frac{1}{2} \left(F_3 F_4 + \frac{1}{F_3 F_4} \right) \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_4 \cdot y_3 \cdot y_5 + \frac{1}{2} \left(F_3 F_5 + \frac{1}{F_3 F_5} \right) \cdot x_2 \cdot y_1 \cdot y_3 \cdot y_4 \cdot y_5 + \frac{1}{2} \left(F_4 F_5 + \frac{1}{F_4 F_5} \right) \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_5 \cdot y_1 \cdot y_4
\end{aligned} \quad (12)$$

其中: $x_j = \cosh(\alpha_j d_j)$, $y_j = \sinh(\alpha_j d_j)$, ($j=1, 2, 3, 4, 5$); $F_1 = \frac{\alpha_1 \rho_1 c_1^2}{\alpha_2 \rho_2 c_2^2}$, $F_2 = \frac{\alpha_2 \rho_2 c_2^2}{\alpha_3 \rho_3 c_3^2}$, $F_3 = \frac{\alpha_3 \rho_3 c_3^2}{\alpha_4 \rho_4 c_4^2}$, $F_4 = \frac{\alpha_4 \rho_4 c_4^2}{\alpha_5 \rho_5 c_5^2}$, $F_5 = \frac{1}{F_1 F_2 F_3 F_4}$ 。

2 仿真结果及分析

针对层状五组元双周期结构, 分析其与简单二元结构第一带隙的差异、取消内部周期以后第一带隙的变化, 以及改变硅橡胶层的厚度对第一带隙的影响。

2.1 与简单二元结构的比较

两种结构的晶格常数都为 4 cm, 为使比较更具合理性, 简单二元结构由“BC”构成, 各组分厚度均为 2 cm。双周期结构的各组分厚度均为 8 mm。选取材料参数如表 1 所示。

表 1 材料参数
Table 1 Material parameters

编号	名称	密度 ρ (kg/m)	弹性模量 E ($\times 10^{10}$ Pa)	泊松比
A	硅橡胶	1300	1.175×10^{-5}	0.469
B	环氧树脂	1180	0.435	0.368
C	铜	8950	16.46	0.34

图 2、图 3 分别为简单二元结构和双周期结构的能带图。由图可得, 二元结构第一带隙下边界频率为 90.04 kHz, 上边界频率为 377.6 kHz, 带宽为 287.56 kHz; 双周期结构第一带隙下边界频率为 1.438 kHz, 上边界频率为 9.013 kHz, 带宽为 7.575 kHz; 在该频率范围内, 弹性波将不会在该结构中传播。

与二元结构相比, 双周期结构在晶格常数不变的情况下, 第一带隙下降到 1.438~9.013 kHz, 这对于实际应用有了很明显的帮助, 同时由于金属组分的减小, 增加了密度相对较小的硅橡胶, 一方面减小了制造成本, 另一方面降低了材料的整体密度。通过计算, 相同尺寸的两种结构, 双周期结构的质

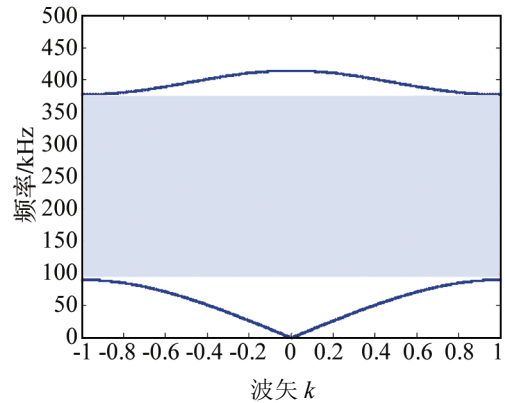


图 2 简单二元结构的能带图
Fig.2 Band diagram of the simple binary structure

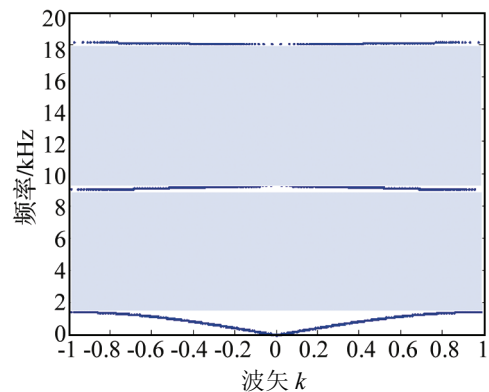


图 3 层状五组元双周期结构的能带图
Fig.3 Band diagram of the layered structure with five elements and double cycle

量降低了 14.87%。

2.2 取消内部周期以后第一带隙的变化

为更好地反映“双周期”对带隙的影响, 将层状五组元结构改变为“A-BC-AC”结构, 从而取消了内部周期。保持晶格常数不变, 且各组分厚度均为 8 mm。能带结构如图 4 所示, 第一带隙频率为

1.394~1.476 kHz,带宽仅为 0.082 kHz,第一带隙上、下边界频率均向低频方向移动。但下边界频率移动幅度很小,上边界频率下降较多,带宽明显减小。

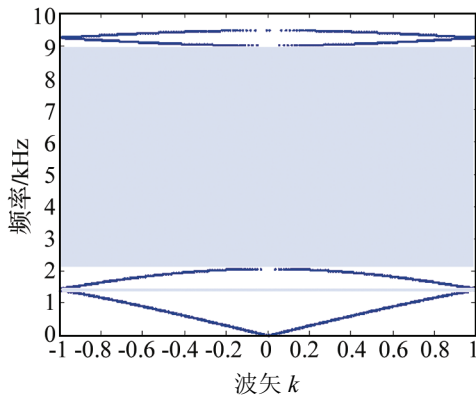


图4 层状五组元结构能带图

Fig.4 Band diagram of the layered structure with five elements

与双周期结构相比,内部周期对带隙下边界影响较小,主要对带隙上边界存在较为明显的作用,体现为带宽的减小。

2.3 硅橡胶层厚度对带隙的影响

根据双周期结构的色散关系,研究硅橡胶层的厚度变化对第一带隙的影响。令硅橡胶层厚度从 8 mm 增加至 20 mm,其他各组元厚度比保持 1:1。具体结果见表 2 及图 5。

表2 硅橡胶层厚度变化对第一带隙的影响

Table 2 The effect of the rubber layer thickness change on the first band gap frequency

硅橡胶层厚度 d_1/mm	下边界频率 /kHz	上边界频率 /kHz	带宽/kHz
8	1.438	9.013	7.575
10	1.323	7.211	5.888
12	1.246	6.010	4.764
14	1.191	5.151	3.960
16	1.154	4.507	3.353
18	1.129	4.007	2.878
20	1.114	3.606	2.492

由表 2 及图 5 可得,当硅橡胶层的厚度增加时,第一带隙上、下边界频率都向低频方向移动,但是上边界频率下降速度较快,因此带宽也变窄。

3 结 论

(1) 层状五组元双周期结构在晶格常数保持不变的前提下,能够有效减低第一带隙的频率,而且相同尺寸的该结构质量明显降低。

(2) 取消该结构的内部周期后,发现第一带隙下边界频率略降低,上边界频率降低较为明显,带

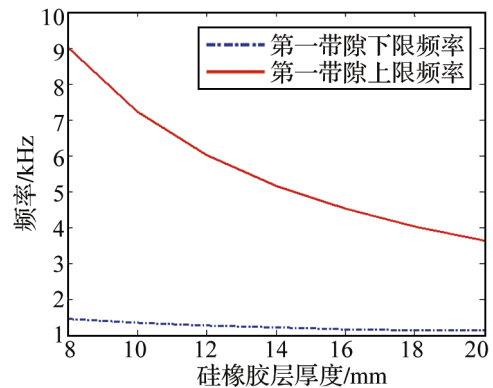


图5 硅橡胶层厚度对第一带隙影响图

Fig.5 Diagram of the effect of the rubber layer thickness change on the first band gap frequency

隙宽度大幅度变窄,说明双周期结构主要对一维层状结构声子晶体的带宽产生作用。

(3) 增加硅橡胶层的厚度,第一带隙上、下边界频率均减小,带宽也变窄。通过适当调整各组分参数,能够获得合适的带隙范围。

参 考 文 献

- [1] Alireza Bayat, Faramarz Gordaninejad. Band-gap of a soft magnetorheological phononic crystal[J]. Journal of vibration and acoustics, 2015, **137**(1): 011011-1-8.
- [2] Arif Hasan M, Cho Shinhua, Kevin Remick, et al. Experimental study of nonlinear acoustic bands and propagating breathers in ordered granular media embedded in matrix[J]. Granular Matter, 2015, **17**(9): 49-72.
- [3] LI Yan, WU Ying, MEI Jun. Double Dirac cones in phononic crystals [J]. Applied Physics Letter, 2014, **105**(1): 014107-1-5.
- [4] Gomopoulos N, Maschke D, Koh C Y, et al. One-Dimensional Hypersonic Phononic Crystals [J]. Nano Lett, 2010, **10**(3): 980-984.
- [5] GUO Xu, CHENG Geng-dong. Recent development in structure design and optimization[J]. Acta Mech Sin, 2010, **26**(6): 807-823.
- [6] 温激鸿, 王刚, 刘耀宗, 等. 基于集中质量法的一维声子晶体弹性波带隙计算[J]. 物理学报, 2004, **53**(10): 3384-3388.
- [7] WEN Jihong, WANG Gang, LIU Yaozong, et al. Calculating the one dimensional phononic crystal elastic wave band gaps based on the focus quality method[J]. Journal of Physics, 2004, **53**(10): 3384-3388.
- [8] 温熙森, 温激鸿, 郁殿龙, 等. 声子晶体[M]. 北京: 国防工业出版社, 2009: 53-60.
- [9] WEN Xisen, WEN Jihong, YU Dianlong, et al. Phononic Crystals [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2009.
- [10] 闫志忠, 汪越胜. 一维声子晶体弹性波带隙计算的小波方法[J]. 中国科学 G 辑: 物理学、力学、天文学, 2007, **37**(4): 544-551.
- [11] YANG Zhizhong, WANG Yuesheng. One dimensional phononic crystal wavelet method to compute the elastic wave band gaps[J]. Chinese Science G Series: Physics, Mechanics, Astronomy, 2007, **37**(4): 544-551.
- [12] 刘晓健. 新型声子晶体结构的带隙计算及分析[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2013: 13-22.
- [13] LIU Xiaojian. The band gap calculation and analysis of new phononic crystal structures[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2013: 13-22.

- [10] 李键宝, 汪越胜, 张传增. 二维声子晶体微腔能带结构的有限元分析与设计[J]. 人工晶体学报, 2010, 39(3): 649-664.
LI Jianbao, WANG Yuesheng, ZHANG Chuanzeng. The two-dimensional phononic crystal finite element analysis and design of microcavity band structure[J]. Journal of Artificial Crystal, 2010, 39(3): 649-664.
- [11] 高斌, 于桂兰, 李建宝. 流固耦合二维声子晶体的数值模拟和实验研究[J]. 人工晶体学报, 2010, 39(3): 680-686.
GAO Bin, YU Guilan, LI Jianbao. The numerical simulation and experimental research of fluid-solid coupling two-dimensional phononic crystal[J]. Journal of Artificial Crystal, 2010, 39(3): 680-686.
- [12] 陈源, 李竞, 黄涛, 等. 层状三元周期结构的带隙计算[J]. 噪声与振动控制, 2014, 34(1): 19-22.
CHEN Yuan, LI Jing, HUANG Tao, et al. Analysis of the band gap of a layered triple periodic structure[J]. Noise and Vibration Control, 2014, 34(1): 19-22.
- [13] 李硕. 声子晶体在减振降噪中的应用基础研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2012:13-19.
LI Shuo. Phononic crystal basic research in the application of vibration damping and noise reduction[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2012: 13-19.
- [14] 曾广武, 肖伟, 程远胜. 多组声子晶体复合结构的隔声性能[J]. 振动与冲击, 2007, 26(1): 80-83.
ZENG Guangwu, XIAO Wei, CHENG Yuansheng. Sound isolation of composite structure consisting of multiphononic crystals[J]. Journal of Vibration and Shock, 2007, 26(1): 80-83.
- [15] 胡家光, 徐文, 邱学云. 一维嵌套结构声子晶体透射特性[J]. 振动与冲击, 2014, 33(2): 183-18.
HU Jianguang, XU Wen, QIU Xueyun. Transmission characteristic of elastic wave through one-dimensional nesting complex structure phononic crystal[J]. Journal of Vibration and Shock, 2014, 33(2): 183-187.

• 简 讯 •

中国科学院声学研究所与中石化胜利石油工程有限公司 共建深部钻探测量联合创新实验室

近日, 中国科学院声学研究所与中石化胜利石油工程有限公司(简称工程公司)在中国科学院声学研究所(简称声学所), 就双方共建“深部钻探测量联合创新实验室”举行了揭牌仪式。中石化胜利石油工程有限公司副总经理韩来聚、副总经济师兼胜利测井公司经理董经利、高级专家朱留方、首席专家张晋言和声学所副所长马晓川、科技处处长王强、超声技术中心主任王秀明等人参加了仪式, 会议仪式由声学所科技处处长王强主持。

在揭牌仪式上, 声学所科技处处长王强首先介绍了参加仪式的双方领导和代表, 并对工程公司领导和代表的到来表示欢迎。接下来, 声学所陈德华研究员和工程公司朱留方专家分别就声学所及胜利测井公司的概况、主要技术成果与发展方向以及校企合作的成立背景和展望做了介绍。深部钻探测量联合创新实验室的成立是针对我国油气资源勘探与开发的重大需求, 开展油气及矿床钻探测量的新理论、新方法与新技术, 以及核心部件与新型仪器研制等研究工作, 实现科研院所与大型企业的优势互补, 着力破解我国油气资源深部钻测中的技术难题, 以实现高端技术成果转移与转化, 满足现场实际需求; 共同打造在国际石油勘探开发领域具有核心竞争力的深部资源与能源钻探测量高科技创新团队, 并逐步建立地球探测与信息技术领域高级专门人才的培养基地。

之后, 双方领导分别致辞, 对联合实验室的正式成立表示祝贺。工程公司副总经理韩来聚对公司目前的所处的外部形势、公司的发展历程以及公司在国内和海外的发展现状进行了介绍, 提出中石化工程公司的产值在国内外相关领域中占了总产值的一半之多。多年来, 声学所和工程公司保持了密切合作, 建立了互相信任、团结协作的友好关系。在中国科学院声学研究所的大力支持下, 胜利测井公司完成了承担的中石化集团公司重点科技攻关项目“偶极横波远探测仪器及解释方法研究”, 使声波测井仪器探测到井旁 80 m 以远的地质异常体, 顺利通过集团公司科技部验收。这次双方通过建立在深部地层钻探测量方面的协同创新实验室, 能进一步达到双方的优势互补, 便于今后开展更全面和深入的合作。

声学所副所长马晓川说, 习总书记在 5 月 30 日的全国科技创新大会上曾经提到国家的重大需求时, 第一项就是深部钻探, 我们这个联合创新实验室的成立, 切合国家的重大发展战略, 可以说是正当其时, 非常值得庆贺。同时感谢工程公司的信任和支持, 工程公司是石油工程领域的国家队, 声学所在声学研究领域也是国家队, 两个国家队联合起来, 能够做到共同发展和互利共赢。同时期望联合实验室成立以后, 能够在项目和应用、人才交流方面, 切实落实、稳步加快推进, 争取成为国内领先的实验室。最后预祝实验室在未来的发展中取得丰硕的成果, 能够出成果、出人才、出思想。

最后, 双方领导对联合实验室的正式成立进行了揭牌, 并参观了声学所展室及超声技术中心实验室。当天下午, 双方技术代表就技术与项目合作开展了热烈的讨论。“深部钻探测量联合创新实验室”揭牌仪式取得了圆满成功。