

# 翅片式声子晶体隔声性能的数值模拟

张秀海, 屈治国

热流科学与工程教育部重点实验室, 西安交通大学能动学院, 陕西 西安 710049  
( zhangxiuhai000@stu.xjtu.edu.cn; zgqu@mail.xjtu.edu.cn)

**引言:** 声子晶体 (PCs) 是一类结构或物理参数周期变化的材料, 可以用来调控声波的传播。声子晶体在波导、隔声、吸声等领域具有潜在的应用。除此之外, 研究学者还发现声子晶体具有一些新颖的功能, 如负折射、负弹性模量、负质量密度等。受翅片式结构启发, 本文设计了翅片式声子晶体 (PCFs), 并通过数值模拟研究了该类声子晶体的隔声性能。

一个常见的声子晶体元胞如图1(a)所示。圆的半径为3.28 mm, 晶格常数为7.5 mm。可以计算出填充率为60%。设计的翅片式声子晶体元胞如图1(b)所示, 一个元胞上有两个翅片。翅片的宽度是0.4 mm, 翅片顶端距圆中心的距离为3.75 mm, 即晶格常数的一半。

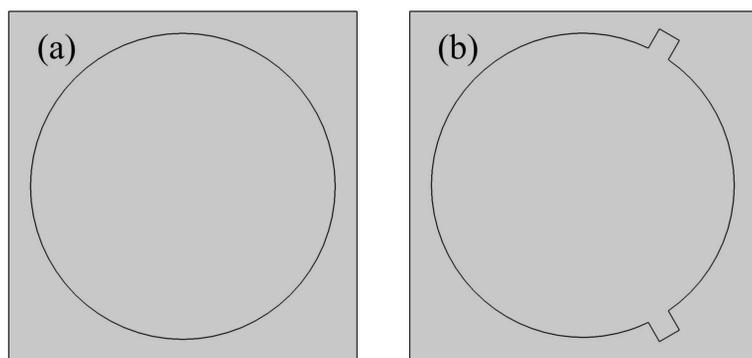


图 1. (a) 声子晶体元胞; (b) 翅片式声子晶体元胞。

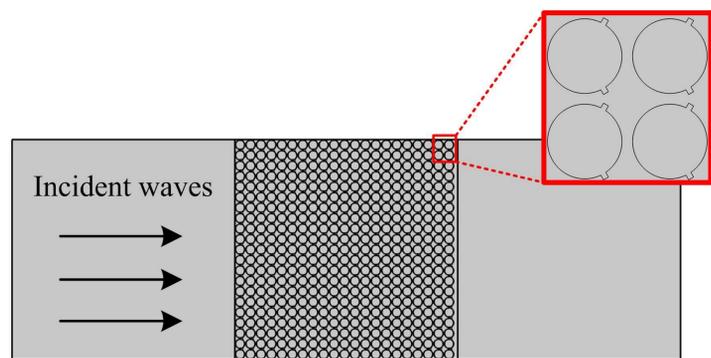


图 2. 翅片式声子晶体原理图。

**数值模拟:** 翅片式声子晶体原理图如图2所示, 采用COMSOL Multiphysics的声学模块和结构力学模块进行数值模拟, 采用完美匹配层以获得更好的模拟结果。上边界和下边界设置为周期性边界条件。传递损失的定义为:

$$TL = 10 \log_{10} \left( \frac{p_{in}^2}{p_{out}^2} \right)$$

其中,  $p_{in}$  是入射声压,  $p_{out}$  是透射声压。

**结果:** 图3(a)和(b)分别显示了声子晶体和翅片式声子晶体在6300 Hz时的声压场和总位移。图4展示了声子晶体和翅片式声子晶体的传递损失, 声子晶体的结果如黑线所示, 翅片式声子晶体的结果如红线所示。

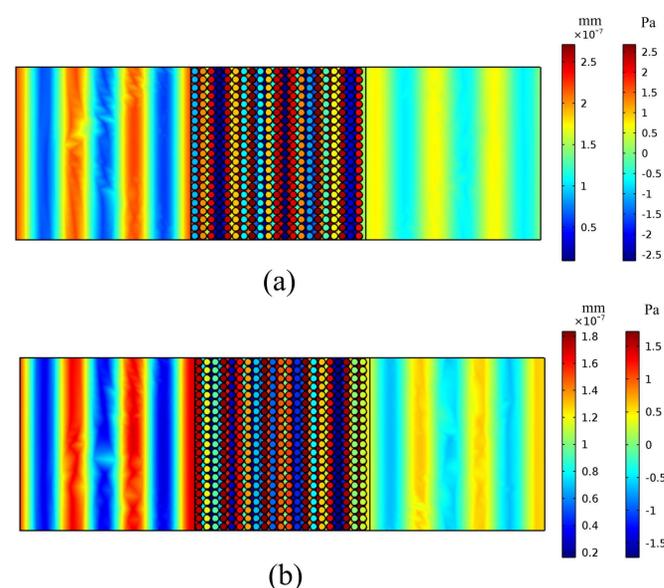


图 3. 声子晶体和翅片式声子晶体在6300 Hz的声压场和总位移。

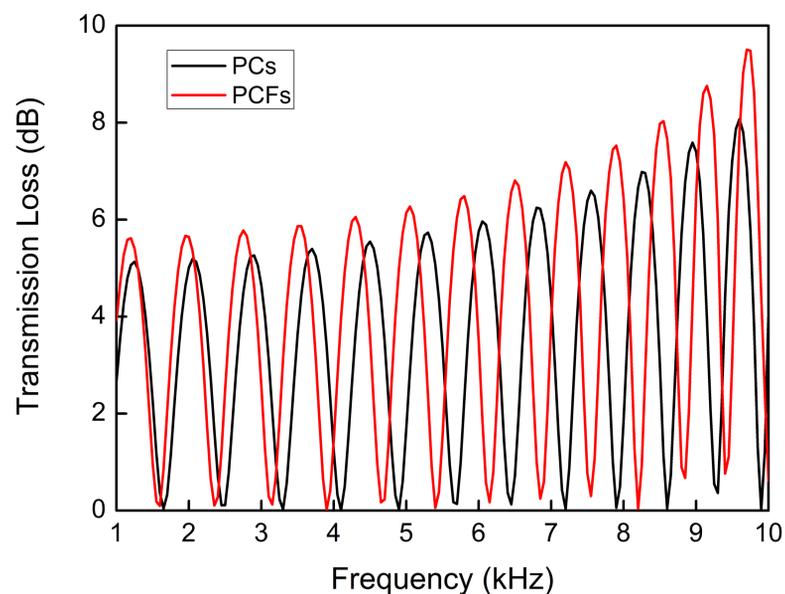


图 4. 声子晶体和翅片式声子晶体的传递损失。

**结论:** 本文设计并研究了翅片式声子晶体的隔声性能。模拟了翅片式声子晶体在6300 Hz时的声压场, 并计算了传递损失。将翅片式声子晶体的模拟结果与普通声子晶体模拟结果对比。结果表明, 与普通声子晶体相比, 翅片式声子晶体传递损失峰值更高, 且峰值向低频移动。可以推断, 在一定的频率范围内, 翅片式声子晶体传递损失较普通声子晶体具有更多的峰值, 较普通声子晶体具有更优越的隔声性能, 在隔声领域具有潜在的应用。

注: 该工作已经发表于 Proceedings of Phononics 2017.