

基于分布源边界点法的局部近场声全息技术*

毕传兴[†] 袁 艳 贺春东 徐 亮

(合肥工业大学噪声振动工程研究所, 合肥 230009)

(2010 年 1 月 5 日收到; 2010 年 5 月 31 日收到修改稿)

为了克服基于分布源边界点法的近场声全息技术在小全息孔径条件下造成的重建误差问题, 提出了基于分布源边界点法的局部近场声全息技术. 该技术运用分布源边界点法, 采用测得的较小全息面上的声压数据来外推较大全息面上的声压数据, 然后用外推的数据进行全息重建. 仿真和实验结果验证了采用该技术在较小全息孔径条件下进行声源局部重建的有效性.

关键词: 近场声全息, 边界点法, 数据外推

PACC: 4320, 4363

1. 引 言

近场声全息 (NAH) 的概念是由 Williams 等^[1,2] 首先提出, 该技术是建立在声辐射理论基础上的, 一种重要的声源定位和声场可视化技术, 它可以为实际的噪声振动分析提供丰富的声源和声场信息, 对有效进行噪声源控制和噪声源的声辐射特性研究具有重要的意义. NAH 技术的实现包含两部分: 一是全息面上复声压的测量; 二是声场的空间变换. 在传统 NAH 技术中, 全息面上复声压的测量必须在大于声源面的孔径上进行, 但在实际应用过程中当只对声源局部进行测量和重建时, 传统 NAH 技术不能够获得精确重建结果^[3,4]. 鉴于此, 很多改进的算法相继被提出, 局部近场声全息 (PNAH) 技术就是为满足此需要发展起来的一种新型近场声全息技术^[5].

PNAH 技术允许全息孔径小于实际声源面积, 可以只对感兴趣的区域进行测量. 它突破了传统 NAH 技术对全息孔径尺寸的限制, 在小全息孔径下仍能给出源面上对应区域的高精度重建结果, 甚至能给出尺寸大于全息孔径的重建结果, 特别适合大尺寸结构的局部声场的重建. 目前根据实现算法, PNAH 技术可以分为基于空间 Fourier 变换法的 PNAH 技术^[5,6]、基于等效源的 PNAH 技术^[7-9]、基

于统计最优的 PNAH 技术^[10,11]、基于边界元法的 PNAH 技术^[12,13] 等, 它们分别继承了各自算法的优缺点. 根据实现过程, 也可以分为迭代法和直接重建法两大类.

本文在基于分布源边界点法的 NAH 技术^[14] 基础上, 提出了基于分布源边界点法的 PNAH 技术, 即采用测得的较小全息面上的声压数据来外推较大全息面上的声压数据, 然后用外推的数据进行全息重建. 它一方面继承了基于分布源边界点法的 NAH 技术可用于任意形状分析的优点, 另一方面又克服了基于分布源边界点法的 NAH 技术在较小全息孔径条件下造成的重建误差问题, 在较小全息孔径条件下仍具有很高的重建精度. 首先描述了该方法的实现过程, 随后通过仿真分析和对单点激励固支板以及双音箱声源的实验研究验证了基于分布源边界点法的 PNAH 技术的正确性和有效性.

2. 基于分布源边界点法的 NAH 理论

分布源边界点法是一种有效的声辐射计算方法^[15], 并被成功地用于实现近场声全息^[14,16,17]. 该方法是通过在振动体边界面背离分析域的法线方向上一定距离处分布一系列特解源间接地构造出声源与声场之间的传递矩阵, 从而避开了边界元法

* 国家自然科学基金 (批准号: 10974040, 10874037)、霍英东教育基金 (批准号: 111058) 和教育部新世纪优秀人才支持计划 (批准号: NCET-08-0767) 资助的课题.

[†] E-mail: cxbi@hfut.edu.cn

构造传递矩阵所带来的缺陷. 下面对该方法进行简单描述.

对振动体法向振速已知的小振幅时谐声场, 其在无限域中引起的外部声辐射问题可用 Kirchhoff-Helmholtz 等式的离散矩阵形式描述为^[7]

$$\mathbf{A}_S \mathbf{p}_S = \mathbf{B}_S \mathbf{v}_{nS}, \quad (1)$$

$$p(r) = \mathbf{G}_v(r) \mathbf{v}_{nS}, \quad (2)$$

式中 \mathbf{A}_S 和 \mathbf{B}_S 为系数矩阵, \mathbf{p}_S 为声源表面声压列向量, \mathbf{v}_{nS} 为声源表面法向振速列向量, $p(r)$ 为场点 r 处声压, $\mathbf{G}_v(r)$ 为振声传递矩阵. 当采用分布源边界点法求解时, 传递矩阵可通过构造特解矩阵来求得.

(1) 式中表面声压和表面法向振速之间的传递矩阵可以表示为

$$\mathbf{A}_S^{-1} \mathbf{B}_S = \mathbf{p}_S^* (\mathbf{v}_{nS}^*)^{-1}. \quad (3)$$

由此可得

$$\begin{aligned} \mathbf{p}_S &= \mathbf{A}_S^{-1} \mathbf{B}_S \mathbf{v}_{nS} \\ &= \mathbf{p}_S^* (\mathbf{v}_{nS}^*)^{-1} \mathbf{v}_{nS}, \end{aligned} \quad (4)$$

式中 \mathbf{p}_S^* 和 \mathbf{v}_{nS}^* 均为 $N \times N$ 阶特解矩阵 (N 为振动体边界结点数和特解源数). 若全息面上分布 M 个测量点, \mathbf{p}_H 为全息面上 M 阶声压列向量, 由 (2) 式可知全息面声压 \mathbf{p}_H 和表面法向振速之间的关系为

$$\mathbf{p}_H = \mathbf{G}_{Hv} \mathbf{v}_{nS}, \quad (5)$$

式中 \mathbf{G}_{Hv} 为 $M \times N$ ($M \geq N$) 阶振声传递矩阵, 它可由全息面上各测点声压特解矢量 \mathbf{p}_H^* ($M \times N$) 和声源表面法向振速特解矢量 \mathbf{v}_{nS}^* 表示为

$$\mathbf{G}_{Hv} = \mathbf{p}_H^* (\mathbf{v}_{nS}^*)^{-1}. \quad (6)$$

通过对 \mathbf{G}_{Hv} 进行奇异值分解求广义逆, 根据 (5) 式可重建出声源表面法向振速为

$$\mathbf{v}_{nS} = \mathbf{G}_{Hv}^+ \mathbf{p}_H, \quad (7)$$

对 \mathbf{G}_{Hv} 进行奇异值分解如下:

$$\mathbf{G}_{Hv} = \mathbf{U} \mathbf{\Sigma} \mathbf{V}^H, \quad (8)$$

式中 $\mathbf{\Sigma} = \text{diag}(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_N)$ 为对角阵, $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \dots \geq \sigma_N \geq 0$, $\mathbf{U} \mathbf{U}^H = \mathbf{V} \mathbf{V}^H = \mathbf{I}$, \mathbf{I} 为单位阵. 矩阵 \mathbf{G}_{Hv} 的广义逆为

$$\mathbf{G}_{Hv}^+ = \mathbf{V} \mathbf{\Sigma}^{-1} \mathbf{U}^H, \quad (9)$$

式中上标“+”和“H”分别表示矩阵的广义逆和 Hermite 共轭. 进而根据 (7) 式重建的表面法向振速即可计算声源表面声压、声场中任意点处声压和质点振速等声学量.

3. 基于分布源边界点法的 PNAH 技术

为了减小基于分布源边界点法的 NAH 技术中

由小全息孔径条件造成的重建误差, 下面将提出基于分布源边界点法的 PNAH 技术. 图 1 给出了特解源、源面和全息面的位置关系. 本文运用分布在声源后面的特解源在源面和全息面上产生的特解 \mathbf{v}_{nS}^* 和 \mathbf{p}_H^* 构造出振声传递矩阵 \mathbf{G}_{Hv} , 然后采用声压外推方法对较小全息孔径声压数据 $\mathbf{p}(H)$ 进行外推, 从而获得较大测量孔径 H' 内的声压数据的近似值 $\mathbf{p}(H')$; 随后结合声压 $\mathbf{p}(H)$ 和外推声压 $\mathbf{p}(H')$ 重建 $S + S'$ 面上的声压 $\mathbf{p}(S + S')$, 并截取 $S + S'$ 中与 H 对应的部分 S 的数据作为最终重建结果.

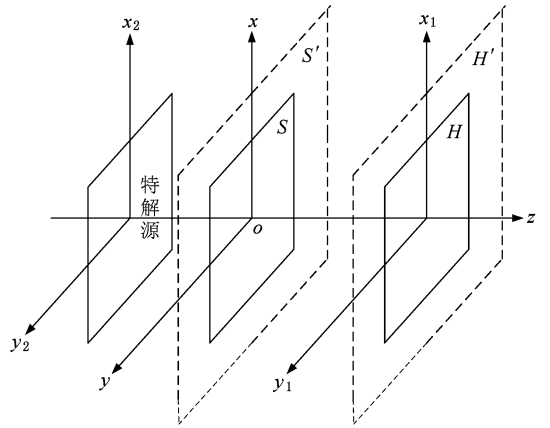


图 1 特解源、源面和全息面的位置关系

下面给出基于分布源边界点法的 PNAH 技术的具体计算步骤.

步骤 1 对小全息测量孔径 H 的声压 $\mathbf{p}(H)$ 补零到较大孔径 $H + H'$ 得到 $\mathbf{p}_0(H + H')$, 即

$$\mathbf{p}_0(H + H') = \begin{cases} \mathbf{p}(H) & (r \in H) \\ 0 & (r \in H'). \end{cases} \quad (10)$$

步骤 2 为消除补零后声压幅值突变平滑外推声压, 采用下式进行外推处理:

$$\mathbf{p}_i(H + H') = \mathbf{U} \mathbf{F}_\lambda \mathbf{U}^H \mathbf{p}_{i-1}'(H + H'), \quad (11)$$

式中 i 表示第 i 次迭代, \mathbf{U} 为 (8) 式中对 \mathbf{G}_{Hv} 进行奇异值分解所产生的矩阵, 迭代初始值 $\mathbf{p}_0'(H + H') = \mathbf{p}_0(H + H')$. 本文中, \mathbf{F}_λ 取为 Tikhonov 正则化滤波器^[12], 它可以描述为

$$\mathbf{F}_\lambda = \text{diag} \left(|\sigma_i|^2 / \left(|\sigma_i|^2 + \lambda \left[\frac{\lambda}{\lambda + |\sigma_i|^2} \right]^2 \right) \right). \quad (12)$$

这里的正则化参数 λ 是通过通过对下式中 J_λ 进行极小化得到的:

$$J_\lambda = \frac{\|(\mathbf{I} - \mathbf{F}_\lambda) \mathbf{U}^H \mathbf{p}_{i-1}'(H + H')\|^2}{[\text{tr}(\mathbf{I} - \mathbf{F}_\lambda)]}, \quad (13)$$

式中 $\text{tr}(\cdot)$ 表示矩阵的迹.

步骤3 为避免外推过程影响 H 内实测声压数据,每次迭代后把 $p_i(H + H')$ 中位于 H 内的部分用 $p(H)$ 代替得到 $p'_i(H + H')$,即

$$p'_i(H + H') = \begin{cases} p(H) & (r \in H), \\ p_i(H') & (r \in H'). \end{cases} \quad (14)$$

每完成一次迭代,再返回到步骤2进行下一次迭代.迭代终止条件为

$$\frac{\|p_i(H + H') - p_{i-1}(H + H')\|}{\|p_{i-1}(H + H')\|} < \varepsilon, \quad (15)$$

式中 ε 是无限小的正数.本文取 $\varepsilon = 10^{-5}$,迭代到第 L 次终止.

步骤4 用分布源边界点法对外推后的声压数据 $p'_i(H + H')$ 进行全息重建,重建出 $S + S'$ 面上的声压 $p(S + S')$,并截取与 H 对应部分 S 中的数据作为最终重建结果.

4. 仿真分析

在 $z=0$ 的平面上布置4个半径为0.05 m的脉动球 Q_1, Q_2, Q_3 和 Q_4 组成 $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$ 的组合声源.脉动球球心的坐标分别为 $Q_1 = (-0.2 \text{ m}, -0.2 \text{ m}, 0 \text{ m}), Q_2 = (-0.2 \text{ m}, 0.2 \text{ m}, 0 \text{ m}), Q_3 = (0.2 \text{ m}, -0.2 \text{ m}, 0 \text{ m}), Q_4 = (0.2 \text{ m}, 0.2 \text{ m}, 0 \text{ m})$,表面法向振速为 1 m/s ,频率为 500 Hz ;全息面的位置 $z_H = 0.15 \text{ m}$,重建面的位置 $z_S = 0.1 \text{ m}$,特解源的位置 $z = -0.1 \text{ m}$;全息面 H 、重建面 S 和特解源面孔径大小均为 $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$,包含 11×11 个测点,面 $H + H'$ 大小为 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$,包含 21×21 个测点,采样间隔为 0.05 m ;利用 H 上 11×11 点的声压数据,采用基于分布源边界点法的 PNAH 技术计算 $H + H'$ 面上 21×21 点的声压估计值,然后采用分布源边界点法进行重建并取 S 内的重建值为最终结果.定义相对误差

$$e = \frac{\|p - \bar{p}\|}{\|\bar{p}\|} \times 100\%, \quad (16)$$

式中 \bar{p} 为声压或法向振速理论值, p 为声压或法向振速计算值, $\|\cdot\|$ 表示取2范数.

图2是全息面上 21×21 点理论声压幅值,图3是全息面上由位于 H 内的 11×11 点声压数据外推的 $H + H'$ 上声压幅值.从图3可以看出,无论是声压峰值还是整体形状都与理论值非常相似.

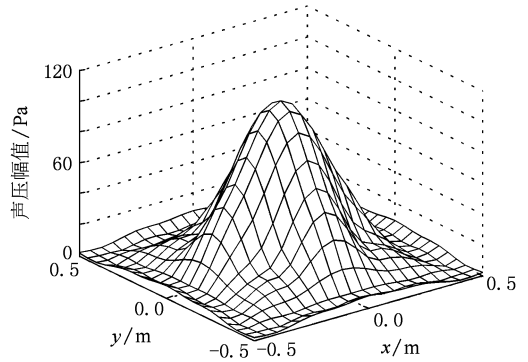


图3 近场外推所得全息面 $H + H'$ 上声压

图4所示为重建面上理论声压幅值和相位,图5所示为由全息面上 11×11 点声压数据直接重建的声压幅值和相位,图6所示为由外推声压数据所

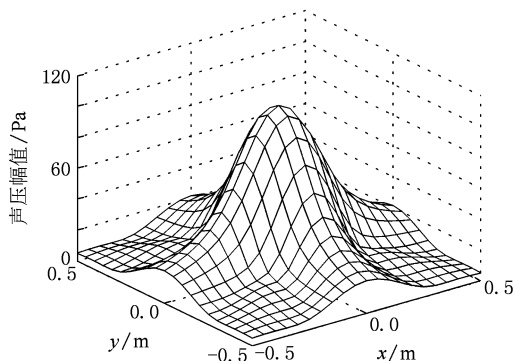
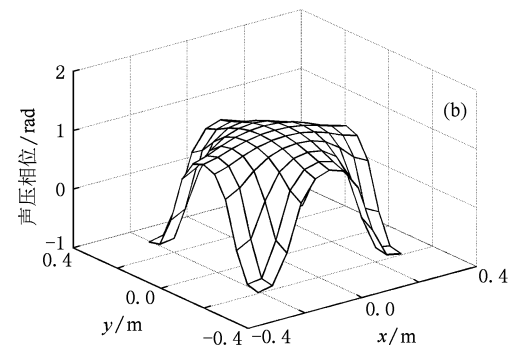
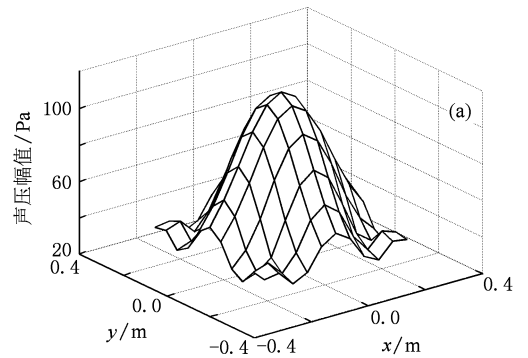


图2 全息面 $H + H'$ 上声压理论值

图4 重建面上声压理论值 (a)声压幅值,(b)声压相位

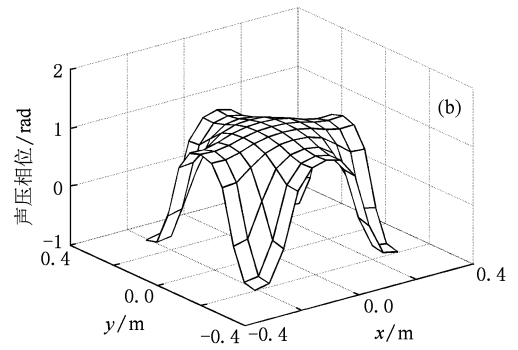
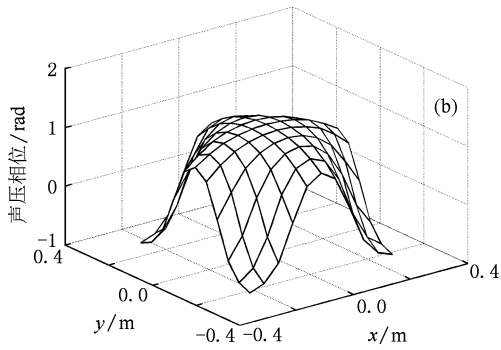
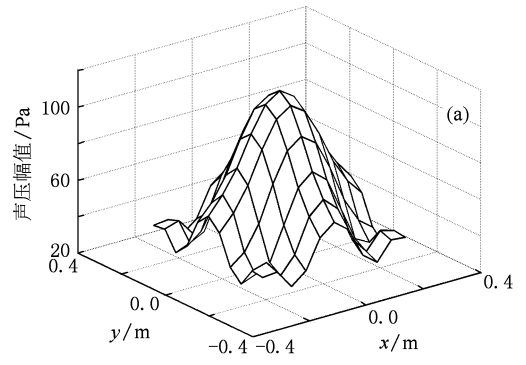
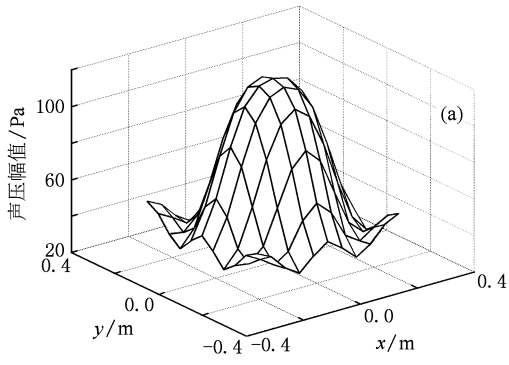


图5 由全息面上 11×11 点声压数据直接重建的声压 (a) 声压幅值, (b) 声压相位

图6 基于分布源边界点法的 PNAH 技术所得声压重建值 (a) 声压幅值, (b) 声压相位

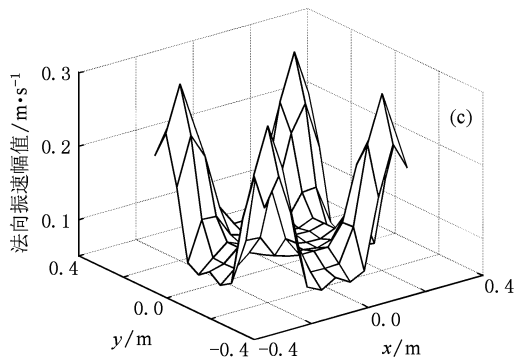
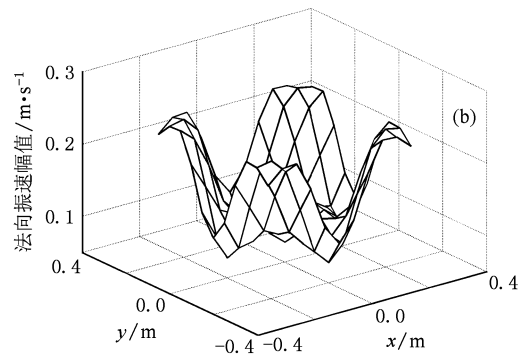
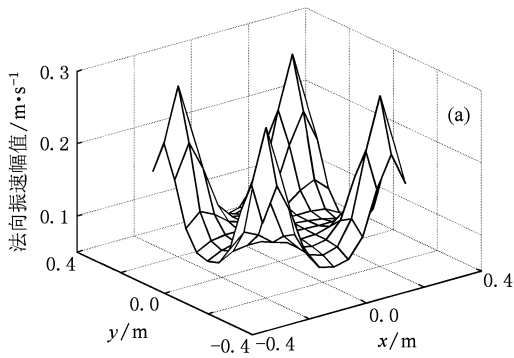


图7 重建面法向振速比较 (a) 理论值, (b) 直接由小全息面所得重建值, (c) 基于分布源边界点法的 PNAH 技术所得重建值

得的重建值. 与理论值相比, 直接由小全息面所得重建值产生了较大误差, 其中声压幅值误差为 9.92%, 相位误差为 13.46%; 而图 5 所示由外推声压数据所得的重建值的声压幅值和相位与理论值都非常相似, 不论是峰值还是边缘处都符合很好, 其声压幅值和相位误差分别为 2.37% 和 7.27%. 由此可以看出, 基于分布源边界点法的 PNAH 技术可以有效改善较小全息孔径下 NAH 重建的精度.

图 7(a), (b) 和 (c) 分别表示重建面法向振速理论值、直接由小全息面声压所得法向振速值和基于分布源边界点法的 PNAH 技术所得法向振速值. 从图 7 可以明显看出: 由小全息面所得的重建值与理论值相比在峰值和边缘处均有很大的误差, 幅值误差为 23.52%; 而采用本文方法所得的重建值与理论值符合很好, 幅值误差仅为 8.39%. 该结果进一步验证了上述结论.

由于以上仿真中全息面上声压是理论值, 不存在测量误差, 为了进一步检验基于分布源边界点法的 PNAH 技术对测量误差的稳定性, 下面将向测

量声压中加入信噪比为 30 dB 的随机噪声. 测量声压由全息面理论声压叠加随机噪声信号组成, 其他条件不变. 图 8 所示为基于分布源边界点法的 PNAH 技术所得重建声压值. 与图 4 所示重建面上的理论值相比, 整体形状都很符合, 声压幅值误差为 3.55%, 相位误差为 10.87%. 图 9 所示为基于分布源边界点法的 PNAH 技术所得重建法向振速值, 与图 7(a) 所示理论值相比计算误差为 15.9%. 由于加入了随机噪声误差稍有增大, 但是仍然具有很好的重建效果. 以上仿真结果说明, 本文方法对测量误差具有良好的稳定性, 在有背景噪声干扰下进行局部声场重建仍然具有很好的效果.

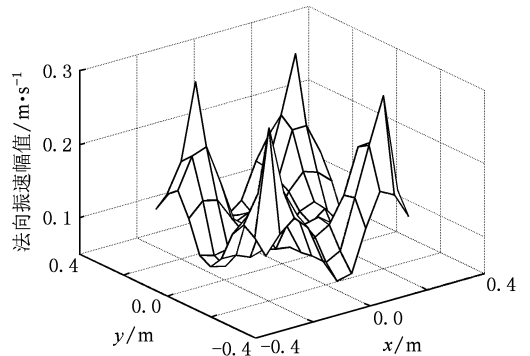


图 9 信噪比为 30 dB 时, 基于分布源边界点法的 PNAH 技术所得重建面法向振速幅值

5. 实验研究

5.1. 单点激励固支钢板实验

该实验是在半消声室内完成的, 实验室本底噪声小于 16 dB. 实验所用声源是一块固支在刚性支架上的固支钢板, 钢板面积为 $0.5 \text{ m} \times 0.6 \text{ m}$, 厚度为 3 mm. 选择固支板中心为坐标原点并在此处施加 320 Hz 的正弦激励. 全息面位于 $z=0.085 \text{ m}$ 的平面上, 其尺寸为 $0.3 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}$, 在全息面上均匀分布 11×11 个测点, 重建面、特解源面分别位于 $z=0.045 \text{ m}$ 和 $z=-0.2 \text{ m}$ 的平面上, 尺寸均与全息面相同. 分别测量全息面和重建面上的复声压, 并采用本文所提出的方法对全息面上的声压进行外推到 $0.6 \text{ m} \times 0.6 \text{ m}$ 区域, 最后截取 $0.3 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}$ 区域内的重建值作为重建结果. 图 10 为单点激励固支板实验装置照片.

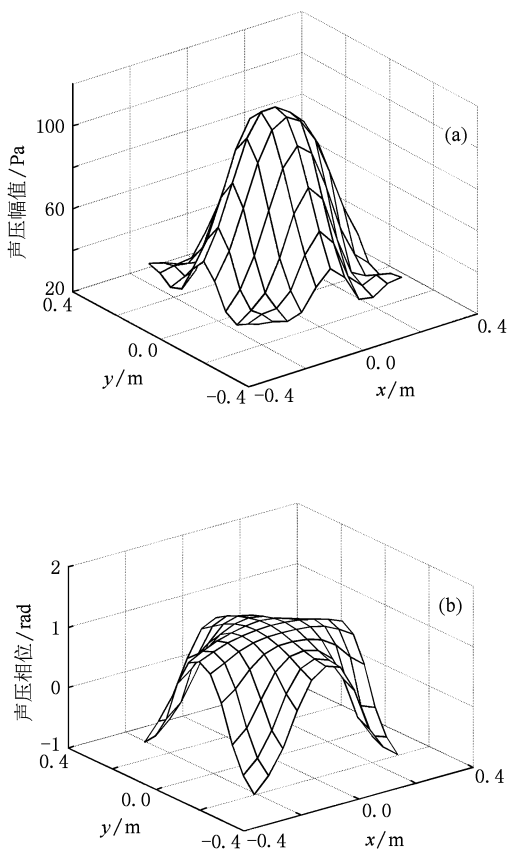


图 8 信噪比为 30 dB 时, 基于分布源边界点法的 PNAH 技术所得重建面声压值 (a) 声压幅值, (b) 声压相位

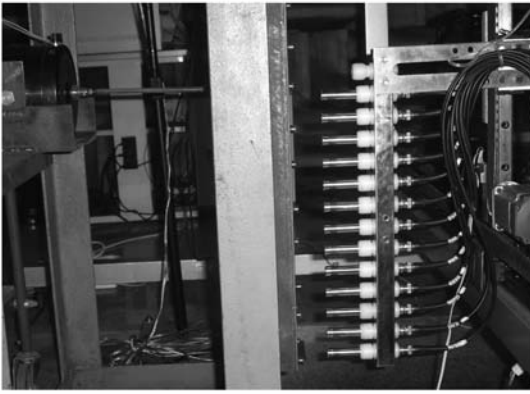


图 10 单点激励固支板实验装置照片

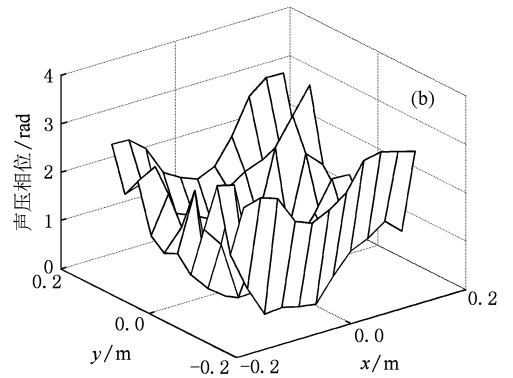
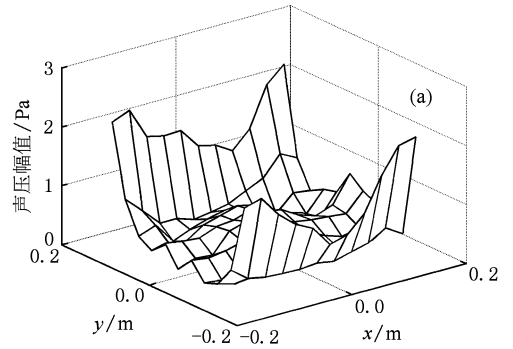


图 12 单点激励固支钢板实验中,由小全息面所得声压重建值 (a)声压幅值,(b)声压相位

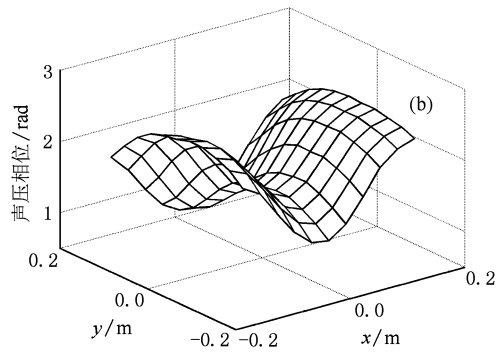
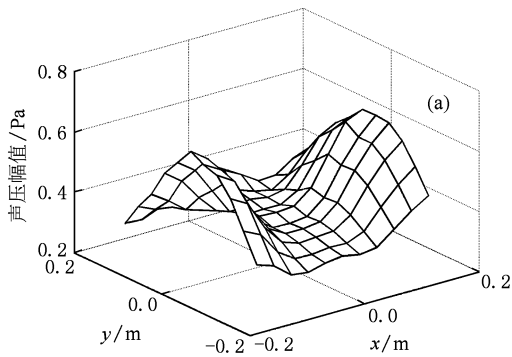


图 11 单点激励固支钢板实验中,重建面上声压测量值 (a)声压幅值,(b)声压相位

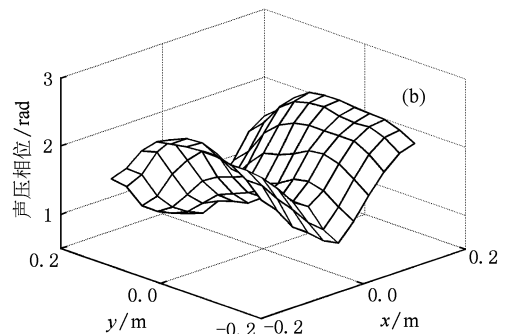
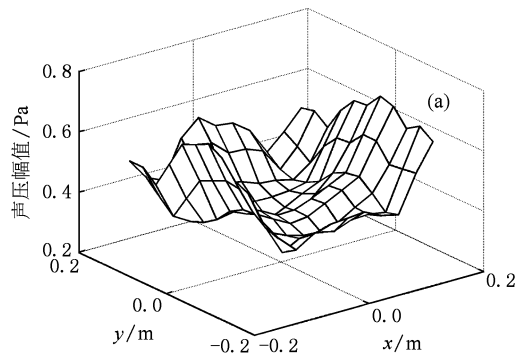


图 13 单点激励固支钢板实验中,基于分布源边界点法的 PNAH 技术所得声压重建值 (a)声压幅值,(b)声压相位

图 11 所示为重建面上实际测量的声压幅值和相位,图 12 所示为直接由小全息面上声压所得重建值,图 13 所示为采用基于分布源边界点法的 PNAH 技术所得重建值. 与重建面上声压测量值相比,图 12 直接由小全息面上声压值所得重建声压幅值和声压相位无论是整体形状还是峰值处都有很大的差别,幅值误差达到 129.35%,相位误差达到 109.22%,已完全偏离实际;而图 13 采用本文方法所得声压重建值与测量值很相似,幅值误差为 16.19%,

相位误差为 9.04% . 这一实验结果进一步证明了基于分布源边界点法的 PNAH 技术的有效性.

5.2. 双音箱声源实验

为了进一步检验本文提出的方法,下面将对双音箱声源进行实验研究. 如图 14 所示,所用设备为一个尺寸为 $0.60\text{ m} \times 0.15\text{ m} \times 0.14\text{ m}$ 的双音箱源、12 通道的信号采集器与调理器以及由 12 个传感器组成的阵列等. 两个声源的音箱纸盆中心坐标分别为 $(0.10\text{ m}, 0.05\text{ m}, -0.10\text{ m})$, $(0.35\text{ m}, 0.05\text{ m}, -0.10\text{ m})$, 全息面位于 $z = 0.10\text{ m}$ 的平面上, 其尺寸为 $0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m}$, 在全息面上均匀分布有 11×11 个测点. 重建面、特解源面分别位于 $z = 0.05\text{ m}$ 和 $z = -0.1\text{ m}$ 的平面上, 尺寸均与全息面相同. 分别测量全息面和重建面上的复声压, 并用本文的方法将全息面上的声压外推到 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$, 最后截取 $0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m}$ 内的重建值作为重建结果.



图 14 双音箱声源实验装置照片

图 15 所示为 400 Hz 时重建面上实际测量的声压幅值和相位, 图 16 所示为直接由小全息面上声压所得重建声压幅值和相位, 图 17 所示为采用基于分布源边界点法的 PNAH 技术所得重建声压幅值和相位. 与重建面上声压测量值相比, 图 16 直接由小全息面上声压值所得重建声压产生了很大的偏差, 幅值误差为 18.93%, 相位误差为 47.79%; 而图 17 采用本文方法所得声压重建值与测量值符合很好, 幅值误差为 6.31%, 相位误差为 13.05%. 表 1 对 400—1000 Hz 范围内 7 个频率处由小全息面所得重建值、采用本文方法重建值与测量值的误差进行了比较, 通过比较进一步说明基于分布源边界点法的 PNAH 技术的有效性.

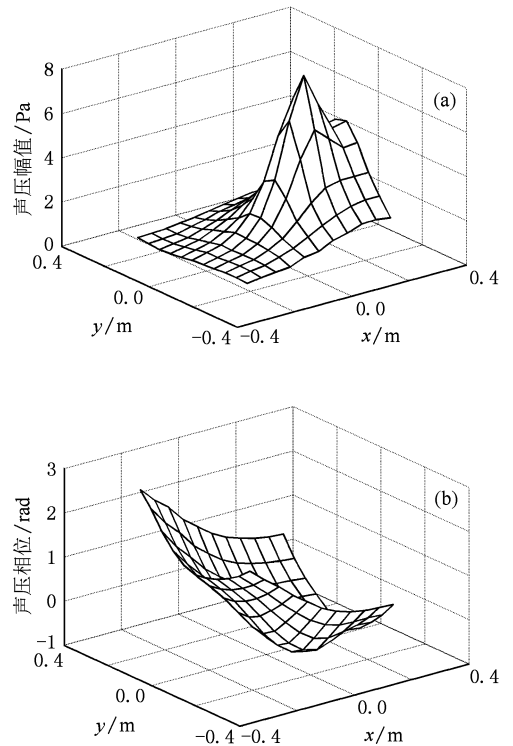


图 15 双音箱声源实验中, 重建面上声压测量值 (a) 声压幅值, (b) 声压相位

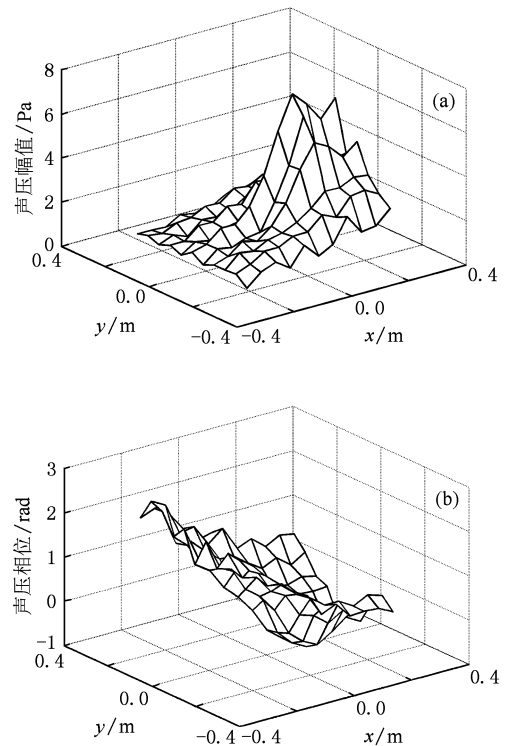


图 16 双音箱声源实验中, 由小全息面所得声压重建值 (a) 声压幅值, (b) 声压相位

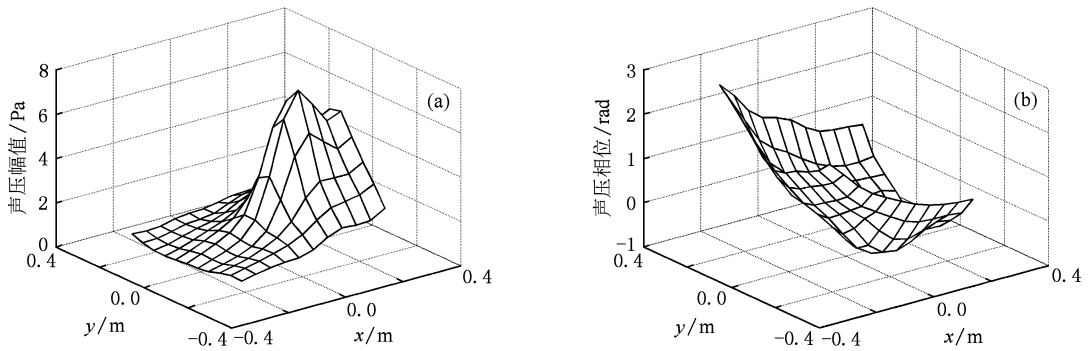


图 17 双音箱声源实验中, 基于分布源边界点法的 PNAH 技术所得声压重建值 (a) 声压幅值, (b) 声压相位

表 1 不同频率下的重建声压幅值和相位误差比较

频率/Hz	由小全息面所得重建 声压幅值误差/%	由小全息面所得重建 声压相位误差/%	本文方法所得重建 声压幅值误差/%	本文方法所得重建 声压相位误差/%
400	18.93	47.79	6.31	13.05
500	22.39	60.43	5.60	15.91
600	31.05	116.30	8.95	25.49
700	33.70	102.10	10.75	26.12
800	43.81	114.56	13.46	21.96
900	48.98	94.98	14.25	18.61
1000	49.33	122.31	7.96	14.70

6. 结 论

为了克服基于分布源边界点法的 NAH 技术在小全息孔径条件下造成的重建误差问题, 本文提出了基于分布源边界点法的 PNAH 技术. 该技术以分布源边界点法作为全息变换算法, 采用测得的较小

全息面上的声压数据来外推较大全息面上的声压数据, 从而等效地增大了全息孔径. 采用外推声压数据进行重建, 保证了基于分布源边界点法的 NAH 在小全息孔径条件下仍具有很高的重建精度. 仿真结果表明了基于分布源边界点法的 PNAH 技术的可行性, 而对单点激励固定支板和双音箱声源的实验研究则进一步验证了该技术的有效性.

- [1] Williams E G 1980 *J. Acoust. Soc. Am.* **68** 340
- [2] Williams E G, Maynard J D 1980 *Phys. Rev. Lett.* **45** 554
- [3] Saijyou K, Yoshikawa S 2001 *J. Acoust. Soc. Am.* **110** 2007
- [4] Li J Q, Chen J, Yang C, Jia W Q 2008 *Acta Phys. Sin.* **57** 4258 (in Chinese) [李加庆、陈进、杨超、贾文强 2008 物理学报 **57** 4258]
- [5] Williams E G 2003 *J. Acoust. Soc. Am.* **113** 1273
- [6] Lee M, Bolton J S 2005 *J. Acoust. Soc. Am.* **118** 7312
- [7] Sarkissian A 2005 *J. Acoust. Soc. Am.* **118** 671
- [8] Xu L, Bi C X, Chen J, Chen X Z 2007 *Acta Phys. Sin.* **56** 2776 (in Chinese) [徐亮、毕传兴、陈剑、陈心昭 2007 物理学报 **56** 2776]
- [9] Jia W Q, Chen J, Li J Q, Yang C 2009 *Acta Acust. United Acust.* **95** 142
- [10] Hald J 2003 *Proceedings of Inter-noise 2003* (Seogwipo: Korea Research Institute of Standards and Science) p2203
- [11] Pascal J C, Paillasseur S, Thomas J H, Li J F 2009 *J. Acoust. Soc. Am.* **126** 1264
- [12] Saijyou K, Uchida H 2004 *J. Acoust. Soc. Am.* **115** 785
- [13] Valdivia N, Williams E G 2008 *J. Acoust. Soc. Am.* **123** 109
- [14] Bi C X, Chen J, Zhou G L, Chen X Z 2003 *Chin. J. Mech. Eng.* **39** 81 (in Chinese) [毕传兴、陈剑、周广林、陈心昭 2003 机械工程学报 **39** 81]
- [15] Zhang S Y, Chen X Z 1999 *J. Sound Vib.* **228** 761
- [16] Bi C X, Chen X Z, Chen J 2004 *Acta Phys. Sin.* **53** 4268 (in Chinese) [毕传兴、陈心昭、陈剑 2004 物理学报 **53** 4268]
- [17] Bi C X, Chen J, Chen X Z, Yu F, Li W B 2005 *Sci. China G* **48** 282

Patch nearfield acoustic holography based on the distributed source boundary point method*

Bi Chuan-Xing[†] Yuan Yan He Chun-Dong Xu Liang

(*Institute of Sound and Vibration Research, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China*)

(Received 5 January 2010; revised manuscript received 31 May 2010)

Abstract

Patch nearfield acoustic holography based on the distributed source boundary point method (DSBPM) is proposed to reduce an error of the reconstructed result obtained from the pressure measured on a small aperture. The extrapolated data on a larger holographic surface is obtained through the measured data on the small holographic surface using the DSBPM, then the extrapolated data is used to reconstruct sound source. The simulation results and the experimental results show that the method can provide a good reconstructed result under the condition of the small holographic aperture.

Keywords: nearfield acoustic holography, boundary point method, data extrapolation

PACC: 4320, 4363

* Project supported by the National Natural Science Foundation of China (Grant Nos. 10974040, 10874037), the Fok Ying-Tung Education Foundation, China (Grant No. 111058) and the Program for the New Century Excellent Talents in University of Ministry of Education, China (Grant No. NCET-08-0767).

[†] E-mail: cxbi@hfut.edu.cn