

# 螺栓位置与换能器有效机电耦合系数的关系

杨佳婷, 李娜, 武婷婷, 贺西平

(陕西师范大学物理学与信息技术学院, 陕西西安 710119)

**摘要:** 研究了螺栓在换能器中部或后部(后置)位置时, 对有效机电耦合系数的影响。将螺栓等效为 T 型四端网络, 利用换能器的机电等效电路, 全面分析了其对应的有效机电耦合系数与螺栓长度之间的变化关系。结果表明, 螺栓处于中部时, 换能器的机电耦合系数与螺栓长度呈正相关趋势; 螺栓位于后端时, 换能器的机电耦合系数与螺栓长度先呈正相关变化, 随后呈负相关变化; 相比于螺栓位于中部, 后置螺栓长度的变化对有效机电耦合系数的波动比较大, 但有机电耦合效率的系数数值均比中部位置螺栓的值小。这说明螺栓置于中部时机电耦合性能更好。

**关键词:** 换能器; 螺栓; 有效机电耦合系数

中图分类号: O426.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-3630(2018)-06-0618-05

DOI 编码: 10.16300/j.cnki.1000-3630.2018.06.019

## Relationship between the bolt position and the effective electro-mechanical coupling coefficient of transducer

YANG Jia-ting, LI Na, WU Ting-ting, HE Xi-ping

(School of Physics and Information Technology, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, Shaanxi, China)

**Abstract:** In this paper, the influence of the bolt position, which is in the middle or at the back of a transducer, on the effective electro-mechanical coupling coefficient of the transducer is studied. Considering that the bolt is equivalent to a T typed four-terminal network, the relationship between the effective electromechanical coupling coefficient and the bolt length is analyzed according to the electromechanical equivalent circuit of transducer. The results show that the electromechanical coupling coefficient monotonically increases with increasing the length of the bolt located in the middle of the transducer; however, it increases first and then decreases with increasing the length of the bolt located at the back of the transducer. The variation of the effective electromechanical coupling coefficient with changing the length of the bolt located at the back is more obvious, but its value is all lower than that of the bolt located in the middle, which illustrates that the electro-mechanical coupling performance of a transducer is better for the bolt located in the middle of the transducer.

**Key words:** transducer; bolt; effective electro-mechanical coupling coefficient

## 0 引言

超声换能器是组成超声振动系统的核心部件之一。其中有效机电耦合系数是评价超声换能器声学特性的一个重要指标, 有众多文献对此性能参数的影响因素进行了研究<sup>[1-5]</sup>。霍树青等<sup>[6]</sup>分析了不同的截面位置对换能器前后振速比和有效机电耦合系数的影响, 并指出位移截面位于后盖板或中间时较佳。林书玉等<sup>[7]</sup>通过对径向振动电压换能器共振、反共振频率方程的推导求解, 得出了有效机电耦合系数与换能器件在不同形状几何尺寸之间的相关性和依赖关系, 与数值计算结果吻合。Aronov B<sup>[8]</sup>、

ARNOLD F J 等<sup>[9]</sup>提出了通过改变电极形状来优化换能器有效机电耦合系数的一种简单实用的方法。Siddiqui N A 等<sup>[10]</sup>基于压电效应的基本原理, 分别从理论和实验探究了换能器的谐振频率、反谐振频率及有效机电耦合系数与电负载阻抗(包括电阻、电感和电容)之间的变化关系。ZHANG Q 等<sup>[11]</sup>推导了纵向振动压电换能器的机电耦合模型, 结合能量法和机电等效电路法, 得到了有效机电耦合系数与 PZT 陶瓷位置的关系规律。制作了原型换能器, 对其进行了阻抗特性测试, 实验结果与解析值吻合较好。李军等<sup>[12]</sup>探究了螺栓置于中部时的机电等效电路, 给出了换能器的性能参数随螺栓长度、直径的变化曲线。实际应用中, 换能器的预紧力螺栓可以设计在中部, 也可以后置, 之前从未有文献报道过螺栓位置对换能器的有效机电耦合系数的影响。本文对这两种情形进行了综合计算和分析比较。

本文用数值计算的方法, 以材料 45# 钢为例,

收稿日期: 2017-11-15; 修回日期: 2017-12-18

基金项目: 国家自然科学基金(11774211)资助项目。

作者简介: 杨佳婷(1990—), 女, 陕西榆林人, 硕士, 研究方向为功率超声。

通讯作者: 贺西平, E-mail: hexiping@snnu.edu.cn

从理论上探究了压电换能器位移截面处于压电陶瓷中间位置时(这时的有效机电耦合系数最大<sup>[13]</sup>), 螺栓处于中部或后置时对压电换能器机电耦合系数的影响, 得到了换能器的螺栓置于中部比后置时的有效机电耦合系数高的结论。

## 1 压电换能器的频率方程

### 1.1 中部螺栓压电换能器的频率方程

为了对压电换能器的频率方程进行简化分析, 假设压电换能器成中心对称结构<sup>[14]</sup>, 且前后盖板的材料保持一致, 结构示意图如图 1 所示。图 1 中  $L_0$  为压电堆的厚度,  $L_3$ 、 $L_4$  和  $L_1$ 、 $L_2$  分别为换能器前盖板中的 3、4 段和后盖板中的 1、2 段的长度,  $L_5$  为螺栓的长度。由换能器的设计原理可得出压电换能器的机电等效电路图, 如图 2 所示。

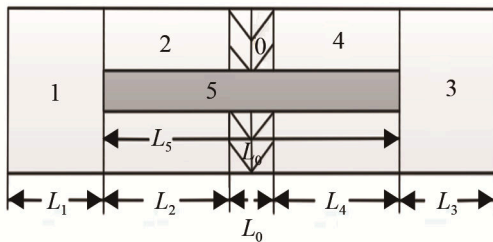


图 1 中部螺栓压电换能器的结构示意图

Fig.1 Structure diagram of the piezoelectric transducer with a bolt located in the middle

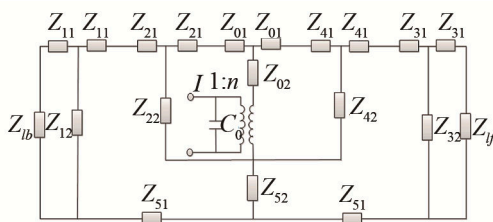


图 2 中部螺栓压电换能器的机电等效电路

Fig.2 Electro-mechanical equivalent circuit of piezoelectric transducer with a bolt located in the middle

图 2 中,  $C_0$  和  $n$  分别为换能器的静态电容和机电转换系数, 螺栓与换能器在 2、4 前后盖板位置处分别与压电陶瓷元件反向级联后, 再分别与 1、3 前后盖板位置处的压电陶瓷进行级联。令  $L_1=L_3=L$ ,  $L_2=L_4=L'$ , 图 2 各阻抗的有效等效抗值为

$$\begin{cases} Z_{01}=jZ_0 \tan(k_0 L_0/2), & Z_{02}=Z_0/[j \sin(k_0 L_0)] \\ Z_{11}=Z_{31}=jZ_1 \tan(kL/2), & Z_{12}=Z_{32}=Z_1/[j \sin(kL)] \\ Z_{21}=Z_{41}=jZ_2 \tan(kL'/2), & Z_{22}=Z_{42}=Z_2/[j \sin(kL')] \\ Z_{51}=jZ_5 \tan(k_3 L_5/2), & Z_{52}=Z_5/[j \sin(k_3 L_5)] \\ Z_0=\rho_0 c_0 S_0, & Z_1=\rho c S_1, Z_2=\rho c S_2, Z_3=\rho_1 c_1 S_3 \\ k_0=\omega_0/c_0, & k=\omega/c, k_1=\omega_1/c_1 \end{cases} \quad (1)$$

其中,  $L_5=L_2+L_0+L_4$ ,  $\rho_0$ 、 $c_0$ 、 $k_0$ ,  $\rho$ 、 $c$ 、 $k$ ,  $\rho_1$ 、 $c_1$ 、 $k_1$  分别对应压电陶瓷片、前后盖板及螺栓的密度、声波速度和波数, 压电陶瓷的横截面积用  $S_0$  表示, 换能器第 1 段和第 3 段的横截面积用  $S_1$  表示, 换能器第 2 段和第 4 段的横截面积用  $S_2$  表示, 螺栓的横截面积用  $S_3$  表示。换能器的前端辐射阻抗和后端辐射阻抗分别用  $Z_{yf}$  和  $Z_{lb}$  表示。空气中有  $Z_{yf}=Z_{lb}=0$ , 令

$$\begin{cases} A=Z_3 \tan(k_1 L_5'/2)+Z_1 \tan(kL)+Z_2 \tan(kL'/2)- \\ 2Z_3/\sin(k_1 L_5) \\ B=-Z_2/\sin(kL') \\ C=Z_2 \tan(kL'/2)+Z_0 \tan(kL_0/2)-2Z_0/\sin(k_0 L_0) \end{cases} \quad (2)$$

由图 2 可得整个换能器的输入电导纳如式(3)所示:

$$Y_{ie}=j[\omega C_0 - n^2 \frac{2(A-B)}{AB+(A-B)C}] \quad (3)$$

由式(1)可得换能器的共振、反共振频率方程分别如式(4)、(5)所示:

$$AB+(A-B)C=0 \quad (4)$$

$$\omega C_0[AB+(A-B)C]-2n^2(A-B)=0 \quad (5)$$

式中,  $L_5'$  为螺栓长度  $L_5$  的一半。

### 1.2 后置螺栓压电换能器的频率方程

设定压电换能器的结构示意图如图 3 所示, 其中  $L_a$  为压电堆的厚度,  $L_b$ 、 $L_c$  和  $L_d$  分别为换能器的后盖板和前盖板中的  $c$ 、 $d$  段的长度,  $L_e$  为后置螺栓的长度。压电换能器的螺栓后置时, 其机电等效电路图如图 4 所示。

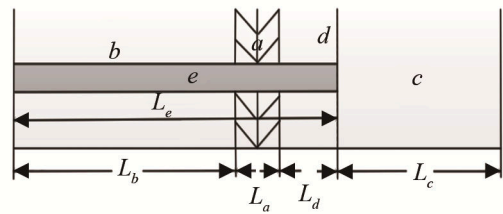


图 3 后置螺栓压电换能器的结构示意图

Fig.3 Structure diagram of the piezoelectric transducer with a bolt located at the back

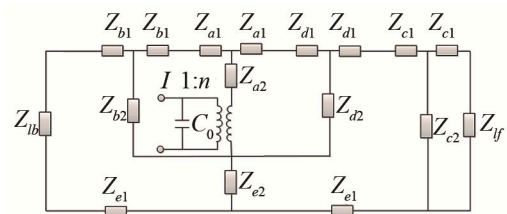


图 4 后置螺栓压电换能器的机电等效电路

Fig.4 Electro-mechanical equivalent circuit of the piezoelectric transducer with a bolt located at the back

图 4 中的  $C_0$  和  $n$  同上, 先将螺栓与换能器第 3 段前后盖板与压电陶瓷元件反向级联, 然后再将第

2 段后盖板进行级联。图 4 后置螺栓压电换能器各阻抗等效值为

$$\begin{cases} Z_{a1} = jZ_a \tan(k_a L_a / 2), & Z_{a2} = Z_a / [j \sin(k_a L_a)] \\ Z_{b1} = jZ_b \tan(k_b L_b / 2), & Z_{b2} = Z_b / [j \sin(k_b L_b)] \\ Z_{c1} = jZ_c \tan(k_c L_c / 2), & Z_{c2} = Z_c / [j \sin(k_c L_c)] \\ Z_{d1} = jZ_d \tan(k_d L_d / 2), & Z_{d2} = Z_d / [j \sin(k_d L_d)] \\ Z_{e1} = jZ_e \tan(k_e L_e / 2), & Z_{e2} = Z_e / [j \sin(k_e L_e)] \\ Z_a = \rho_a c_a S_a, & Z_b = \rho_b c_b S_b, & Z_c = \rho_c c_c S_c \\ Z_d = \rho_d c_d S_d, & Z_e = \rho_e c_e S_e, & k_a = \omega_a / c_a \\ k_b = \omega_b / c_b, & k_c = \omega_c / c_c, & k_d = \omega_d / c_d, & k_e = \omega_e / c_e \end{cases} \quad (6)$$

其中： $L_e = L_b + L_a + L_d$ ； $\rho_a$ 、 $c_a$ 、 $k_a$ ， $\rho_b$ 、 $c_b$ 、 $k_b$ ， $\rho_c$ 、 $c_c$ 、 $k_c$ ， $\rho_d$ 、 $c_d$ 、 $k_d$ ， $\rho_e$ 、 $c_e$ 、 $k_e$  分别为压电陶瓷片、后盖板  $b$  段、前盖板、后盖板  $d$  段和螺栓的密度、声波速度、波数；压电陶瓷的横截面积用  $S_a$  表示，换能器  $b$ 、 $c$ 、 $d$  段的横截面积分别用  $S_b$ 、 $S_c$ 、 $S_d$  表示，螺栓的横截面积用  $S_e$  表示。换能器的前、后端辐射阻抗分别用  $Z_{f1}$  和  $Z_{f2}$  表示。空气中有  $Z_{f1} = Z_{f2} = 0$ 。令

$$\begin{cases} D = Z_e \tan(k_d L_e'' / 2) + Z_c \tan(k_c L_c) + Z_d \tan(k_d L_d / 2) \\ E = Z_e \tan(k_d L_e' / 2) + Z_b \tan(k_b L_b / 2) \\ F = Z_e / \sin(k_d L_e) \\ G = Z_b / \sin(k_b L_b) \\ H = Z_d / \sin(k_d L_d) \\ I = Z_e \tan(k_d L_e'' / 2) + Z_c \tan(k_c L_c) + Z_d \tan(k_d L_d / 2) \\ J = Z_e \tan(k_d L_e' / 2) + Z_b \tan(k_b L_b / 2) \\ K = Z_a \tan(k_a L_a / 2) + Z_b \tan(k_b L_b / 2) \\ L = Z_a \tan(k_a L_a / 2) + Z_d \tan(k_d L_d / 2) \\ M = Z_a / \sin(k_a L_a) \\ N = \frac{DE}{D+E} - F - \left( -\frac{GH}{G+H} + \frac{IJ}{I+J} - F \right) \left( \frac{KL}{K+L} - M \right) \end{cases} \quad (7)$$

式中， $L_e' = L_b + L_a / 2$ ， $L_e'' = L_d + L_a / 2$ 。

由图 4 可得螺栓后置时整个换能器的输入电导纳如式(8)所示：

$$Y_{ie} = j[\omega C_0 - n^2 \frac{GH}{G+H} \frac{IJ}{I+J} - F] \quad (8)$$

当  $Y_{ie} \rightarrow \infty$  时，其共振频率的方程如式(9)所示：  
 $N=0$  (9)

当  $Y_{ie} = 0$  时，其反共振频率的方程如式(10)所示：

$$\omega C_0 N = n^2 \left( \frac{GH}{G+H} - \frac{IJ}{I+J} - F \right) \quad (10)$$

## 2 螺栓位置对换能器性能参数的影响

### 2.1 中部螺栓与换能器共振、反共振频率及有效机电耦合系数的关系

设定换能器的总长度固定不变且为 112 mm，

采用 45# 钢作为前、后盖板材料，盖板长度为 50 mm；将 PZT-4 作为压电陶瓷片材料，压电陶瓷片的厚度为 6 mm，内径为 10 mm，外径为 20 mm；螺栓直径为 12 mm，材料也选取 45# 钢。

通过数值计算得到了螺栓位于压电换能器的中部时，其共振、反共振频率和有效机电耦合系数与螺栓长度的关系。其中有效机电耦合系数  $k_{\text{eff}}$  是由式(11)计算得到：

$$k_{\text{eff}}^2 = \frac{f_a^2 - f_r^2}{f_a^2} \quad (11)$$

式中， $f_r$ 、 $f_a$  分别为压电换能器的共振频率和反共振频率。

图 5、图 6 分别是中部螺栓换能器的共振、反共振频率、机电耦合效率与螺栓长度的关系。由图 5 分析可得，压电换能器的共振、反共振频率与螺栓长度呈负相关变化，且共振变化的振幅比较小，反共振趋于稳定状态。由图 6 分析可得螺栓的长度从 20 mm 变化到最长 110 mm 的过程中，有效机电耦合系数从 0.427 9 缓慢增大到 0.453 4。

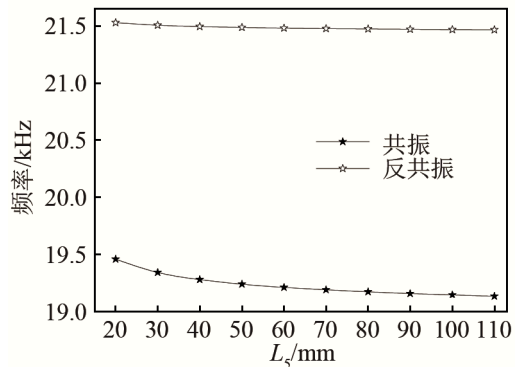


图 5 中部螺栓换能器的共振、反共振频率与螺栓长度的关系曲线  
Fig.5 Relationship between the resonant/anti-resonant frequency and the length of the bolt located in the middle

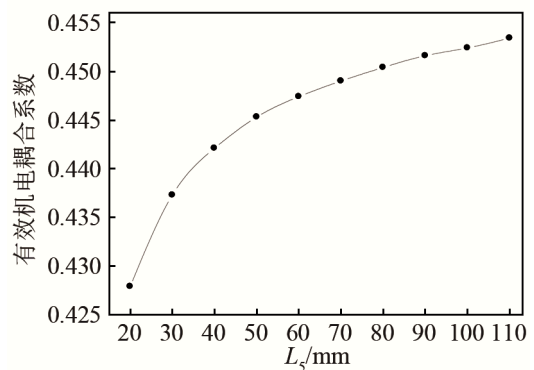


图 6 中部螺栓换能器的有效机电耦合系数与螺栓长度的关系曲线  
Fig.6 Relationship between the effective electro-mechanical coupling coefficient and the length of the bolt located in the middle

### 2.2 后置螺栓与换能器共振、反共振频率及有效机电耦合系数的关系

利用数值计算插值取点得到了如图 7、8 所示的曲线，图中曲线分别为当压电换能器的螺栓后置时，换能器的共振、反共振频率、机电耦合效率与螺栓长度之间的关系。由图 7 分析可得，压电换能器的共振、反共振频率随着螺栓的长度的增加而增加。共振频率随着螺栓长度的变化而缓慢变化，反共振频率随着螺栓长度的增加先缓慢增加，当螺栓长度为 97.5 mm 时，反共振频率发生突变，快速增加。由图 8 分析可得，机电有效耦合效率随着螺栓长度先缓慢增减，当螺栓长度为 97.5 mm 时，机电有效耦合效率快速衰减。总体分析得出，螺栓长度由 65 mm 增加到 97.5 mm 时，机电有效耦合效率由 0.363 5 缓慢增大到 0.391 0，随着螺栓长度的继续增加，当增加到 110 mm 时，机电有效耦合效率快速衰减到 0.180 6。

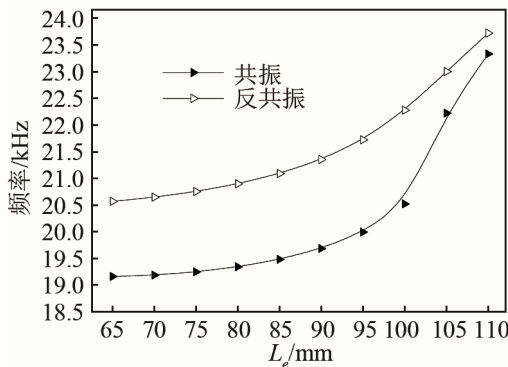


图 7 后置螺栓换能器的共振、反共振频率与螺栓长度的关系曲线  
Fig.7 Relationship between the resonant/anti-resonant frequency and the length of the bolt located at the back

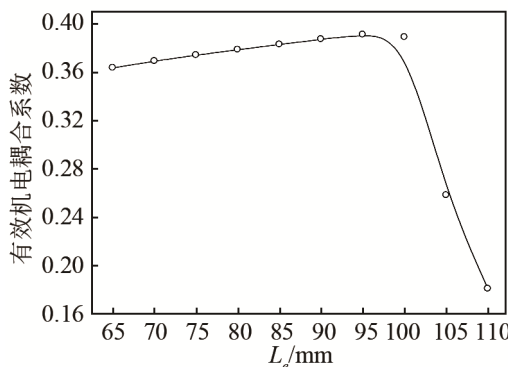


图 8 后置螺栓换能器的有效机电耦合系数与螺栓长度的关系曲线  
Fig.8 Relationship between the effective electro-mechanical coupling coefficient and the length of the bolt located at the back

### 2.3 中部和后置螺栓的比较

由图 6、8 分析可得，当换能器的长度一定时，

位于中部的螺栓换能器的有效机电耦合系数大于位于后端的螺栓换能器的有效机电耦合系数。此数据可以为后期换能器位置的选择提供参考和指导。

## 3 结论

通过数据分析了换能器的螺栓在不同位置时压电陶瓷的有效机电耦合系数随螺栓长度的变化规律。对螺栓位于中间位置 and 后端位置两种情况下，换能器的有效机电耦合系数进行分析比较，得出以下结论：

(1) 当螺栓位于换能器中部，且换能器总长保持不变时，换能器的有效机电耦合系数与螺栓的长度呈正相关变化；当螺栓位于换能器后端时，有效机电耦合系数先呈正相关变化随后快速衰减。

(2) 当位移截面位于换能器压电陶瓷元件中间位置不变时，螺栓处于中部时的有效机电耦合系数均高于螺栓后置时的有效机电耦合系数。

根据以上结论，设计换能器时，可以将其螺栓设计在换能器的中部位置来提高其机电转换效率。

### 参 考 文 献

- [1] YARALIOGLU G G, ERGUN A S, BAYRAM B, et al. Calculation and measurement of electromechanical coupling coefficient of capacitive micromachined ultrasonic transducers[J]. IEEE Transactions on Ultrasonics Ferroelectrics & Frequency Control, 2003, 50(4): 449-456.
- [2] TRINDADE M A, BENJEDDOU A. Effective electromechanical coupling coefficients of piezoelectric adaptive structures: critical evaluation and optimization[J]. Mechanics of Advanced Materials & Structures, 2009, 16(3): 210-223.
- [3] KIM M, KIM J, CAO W. Electromechanical coupling coefficient of an ultrasonic array element[J]. Journal of Applied Physics, 2006, 99(7): 410-416.
- [4] WALLMERSPERGER T, LEO D J, KOTHERA C S. Transport modeling in ionomeric polymer transducers and its relationship to electromechanical coupling[J]. Journal of Applied Physics, 2007, 101(2): 915-921.
- [5] TRINDADE M, BENJEDDOU A. Effective electromechanical coupling coefficients of piezoelectric adaptive structures: critical evaluation and optimization[J]. Mechanics of Advanced Materials and Structures, 2009, 16(3): 210-223.
- [6] 霍树青, 高长水. 夹心式换能器设计中截面位置的选择与分析[J]. 电加工与模具, 2009(2): 47-49.  
HUO Shuqing, GAO Changshui. The analysis about the choice of the nodal surface's position in the course of the sandwich piezoelectric ultrasonic transducer's design[J]. Electromachining and Mould, 2009(2): 47-49.
- [7] 林书玉. 一种新型级联式高强度功率超声压电陶瓷换能器[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2017, 45(6): 22-28.  
LIN Shuyu. A new type of cascaded high intensity piezoelectric ultrasonic transducers[J]. Shaanxi Division Journal of Fan University(Natural Science Edition), 2017, 45(6): 22-28.
- [8] ARONOV B. On the optimization of the effective electromechani-

- cal coupling coefficients of a piezoelectric body[J]. J. Acoust. Soc. Am., 2003, 114(2): 792-800.
- [9] ARNOLD F J, MÜHLEN S S. The influence of the thickness of non-piezoelectric pieces on pre-stressed piezotransducers[J]. Ultrasonics, 2003, 41(3): 191-196.
- [10] SIDDIQUI N A, KIM D J, OVERFELT R A, et al. Electromechanical coupling effects in tapered piezoelectric bimorphs for vibration energy harvesting[J]. Microsystem Technologies-Micro-and Nanosystems Information Storage and Processing Systems, 2017, 23(5): 1537-1551.
- [11] ZHANG Q, SHI S J, CHEN W S. An electromechanical coupling model of a longitudinal vibration type piezoelectric ultrasonic transducer[J]. Ceramics International, 2015, 41(1): 638-644.
- [12] 李军, 贺西平, 丁少虎. 预应力螺栓对压电换能器性能参数的影响[J]. 压电与声光, 2010, 32(6): 985-986.
- LI Jun, HE Xiping, DING Shaohu. Effect of bolt on the performance parameters of piezoelectric transducer[J]. Piezoelectrics & Acoustooptics, 2010, 32(6): 985-986.
- [13] 汪承灏. 夹心式压电换能器的参数对有效耦合系数的影响[J]. 声学学报, 1981, 6(3): 194-197.
- WANG Chenghao. The effects of the parameters of the sandwich piezoelectric transducer on the effective coupling coefficient[J]. Acta Acustica, 1981, 6(3): 194-197.
- [14] 杨佳婷. 螺栓对压电换能器有效机电耦合系数影响的研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2018.
- YANG Jiating. Relationship between the bolt position and the effective electro-mechanical coupling coefficient of a transducer[D]. Xi'an: Shaanxi Normal University, 2018.

## 上海市声学学会召开十届二次理事会

2018年12月29日,上海市声学学会十届二次理事会议在同济大学声学研究所召开。全体理事、监事共30余人参加了会议,学会理事长胡长青及三位副理事长胡兵、程茜、高建农均出席会议。

会议由毛东兴秘书长主持,胡长青理事长从“学会管理”“学术交流”等方面做了2018年度的学会工作总结及2019年度的工作计划报告,各专业委员会主任介绍了2018年度开展的学术活动和2019年度的工作计划,钱梦騷教授介绍了第四届魏墨盒基金的相关评选要求。

在2017年工作的基础上,学会在2018年参与主办和协办了多个学术活动,如:(1)“第十一届海峡两岸声学学术交流大会”;(2)“互联网智能音频视频协作的应用与未来研讨会”;(3)与兄弟省市学会联合举办的“中国西部声学学术交流大会”;(4)“中国超声诊断60周年学术大会”;(5)“声学与生命科学交叉学科论坛”;(6)“2018中国声学学会水声学分会学术会议”;(7)“第一届海底观测网上海创新论坛”等。学会还开展了形式多样的科普活动,如:“走进声学世界·探索声音奥秘”——中国科学院公众科学日暨上海科技节系列主题科普活动;“听见未来,从健康开始”——全国爱耳日活动、“天旋地转,半数以上是耳朵问题”——海上名医活动等。通过一系列的学术活动,促进了学科的发展,为提高我国声学行业的学术水平、推动科技创新做出了积极的贡献。

大家一致认为,要在2018年工作的基础上,进一步把2019年的以下工作做好:(1)主办“第十二届海峡两岸声学学术交流研讨会”,该会议预计于2019年8月在陕西西安举行,会议将增加陕西声学学会和西安市声学学会作为本届学术会议的共同主办单位。(2)与雅卓展览(上海)有限公司共同组织筹备“2019中国国家声学技术学术会议暨展览会”,该会议预计于2019年9月在上海光大会展中心举办。(3)继续协办“声学技术交叉学科论坛”,促进学科的交叉发展。(4)继续协办“2019中国声学学会水声学分会学术会议”,就水声科学及相关领域学术问题展开研讨。(5)继续与兄弟省市学会联合举办“中国西部声学学术交流大会”,促进西部地区声学专家之间的交流。(6)做好学会第四届“魏墨盒声学奖”的评选活动,奖励学会会员中的中青年优秀声学工作者,推动上海声学事业的发展。理事会还探讨了各专业委员会之间如何加强联系,如何联合开展科普活动;探讨建筑声学、噪声治理中的声学特性和音质之间的关系以及如何制定相关声学测试标准等。

对于如何做好学会的工作,大家展开了热烈的讨论,对学会的工作提出了很多很好的建议。胡长青理事长认为:要加强学会的党建工作及监事的工作,以便监事会了解并监督学会的工作;可以在学术会议期间召开理事会,使理事会的形式多样化。胡兵副理事长认为:2019年要继续做好理事、编委的体检工作,而且体检之后安排1~2个学术报告,丰富学术活动。时海波主任认为:大众需要了解科普知识,做好科普工作非常重要,等等。

为了进一步做好学会的工作,会上对第十届理事会的正、副理事长工作进行了分工:胡长青理事长全面负责学会的工作;胡兵副理事长负责科普活动工作;程茜副理事长负责学术交流工作;高建农副理事长负责组织建设;毛东兴秘书长负责日常管理工作。

胡长青理事长在总结中感谢大家对学会工作的支持。他希望在新的年里:各专业委员会继续开展各项学术活动,在原有特色的基础上,开拓创新,举办出形式多样、丰富多彩的学会活动;利用微信公众平台,提高效率,及时发布学会的相关信息,为广大的声学科技工作者提供一种快捷的信息传播方式;做好会员的发展工作,壮大声学队伍,把学会工作做得更好。