

相同长度的棒中,纵振动和扭转振动难以有相同的共振频率。考虑到变截面杆(指数杆,悬链线杆)的弯延指数 β ,对在其中传播的纵波的传播速度和扭转波的传播速度的影响程度不同,本文从纵振动和扭转振动的波动方程出发,结合复合振动换能器各组成部分在一维条件下,纵振动和扭转振动的等效网络,以一维声传输线理论为基础,推导出了复合振动换能器所满足的纵振动和扭转振动共振频率方程,通过合理地选择变截面杆的弯延指数 β ,从而设计出了在同一长度下,纵振动的一次谐波和扭转振动的二次谐波可以共振的纵-扭复合振动换能器,并对影响弯延指数 β 的因素进行了初步的探讨。

前苏联的著名学者罗森别格,在他的著作《高强超声源》中介绍了一种较早的纵-扭模式转换振动系统。这种振动系统的工具头,除了可以做纵振动外,还可以做扭转振动。当把这种复合振动系统用于金属材料的钻孔加工时,经测试,可以降低扭转力矩40%~50%。加工的效率得到较大提高。该复合系统用于金属材料焊接时,在不到1秒时间内可以把0.1mm+0.1mm厚铝片焊在一起。由于没有精确理论来分析、计算工具头上所刻螺纹形状和深度,所以这种振动系统难以普及应用。

本文所研究的纵-扭复合振动换能器,它的两种振动模式——纵振动和扭转振动,分别由沿厚度方向极化的压电陶瓷(L)和沿圆周方向极化的压电陶瓷(T)来激励产生,其应用更为广泛。除了应用于超声波焊接、超声波打孔、超声波切割等方面,这种复合振动换能器,在这几年特别热门的超声马达中也将有其极为重要的用途。

B8 几种扭振复合超声变幅杆的研究

阮世勋

(佛山大学 广东佛山·528000)

本文从扭振方程出发,导出两端是圆柱形段中间为变截面段的复合型扭振超声变幅杆的频率方程和参数计算通式。这些通式适用于(I) $l_1=l_2 \neq 0$; (II) $l_1=0, l_3 \neq 0$; (III) $l_1 \neq 0, l_3=0$ 和(IV) $l_1=l_3=0$ 的三段式复合杆和只有两端的复合杆及变截面简单型等各种扭振杆。

本文以变截面段 l_2 分别是(1)指数形;(2)类圆锥形;(3)类悬链线形和(4)类余弦形代入,对上述I~III大类12种复合杆在各不同 kl_1 或 kl_3 时参数随直径比 N 的变化情况进行了计算机计算和编表,并绘制了各类复合杆所能达到的最大放大系数 $M_{0,max}$ 和取得该值时的直径比 N_x 随 kl_1 或 kl_3 的变化情况,各类复合杆性能参数随 N 的变化情况等曲线。曲线表明,第1种 l_2 的第I类复合杆在 $kl_1=kl_3$ 近似 0.3π 时,其 $M_{0,max}$ 可以很大,第2种第4种 l_2 的第III类复合杆的放大系数 M_0 很小,第3种 l_2 的则相当大,第1种 l_2 的次之。然而第1种 l_2 的第I类和第III类复合杆所允许的直径比较小,第3种 l_2 则非常小,对于许多场合均不能满足要求。类圆锥形及类余弦形杆不是很理想的简单形扭振杆,但却可组成综合性能很好的第I和第III类复合杆以弥补指数形和类悬链线形变截面段的上述缺陷。这两种杆所组成的复合杆,其 M_0 随 N 的变化曲线均呈驼峰状,峰值一般在 $N=2.2\sim 4.2$ 之间。

对 l_2 的类型和直径比 N 进行选择,可组成角位移放大系数 M ,形状因数 φ 和输入阻抗 $|Z_1/Z_0|$ 等适合于各种用途的复合变幅杆。总的来说, l_1 和 l_3 的较佳选择范围是:第Ⅰ类复合杆,第1种 l_2 为 $kl_1 = kl_2 < 0.3\pi$,第2,4种 l_2 为 $kl_1 = kl_3 > 0.3\pi$ 对于第Ⅲ类,第1种 l_2 与第Ⅰ类相同,第2,4种 l_2 为 $0.3\pi < kl_3 < 0.48\pi$;第Ⅱ类复合杆,第1、3种 l_2 为 $kl_1 \leq 0.5\pi$ 。第3种 l_2 在第Ⅰ、Ⅲ类复合杆中受允许的直径比范围的限制仅适用于很小的 kl_1 和 kl_3 。

为检验推导和计算结果,对三大类的10个试样的小讯号激振方法进行了谐振频率和放大系数的测试试验,谐振频率相对误差除一个试样为 -4.06% 外,其余均小于 1.6% ,放大系数误差值在 13% 以内,与理论值基本吻合。

B9 超声塑焊变幅器的有限元分析

陆建华 林仲茂

(中国科学院声学研究所 北京·100080)

超声塑料焊接常常需要大尺寸而形状不规则的变幅器(焊头)。这种变幅器的设计目前大多用一维理论估算或靠经验设计,然后进行测量修正。有时要经多次反复设计加工,既费时又费材料。用有限元方法可以计算这类问题,并进行计算机模拟,可以预先了解变幅器的振动特性,缩短设计制作过程。国外已有适用范围广的有限元程序包,如美国的ADINA程序包。虽然这程序包通用性强,但程序庞大、数据准备复杂、使用不灵活,而且需要在大型或小型机上运行,计算费用高。为编制一种针对性强,能够在微机上运行的有限元程序,以适应工程设计要求,本文作了初步尝试。自编了MVUH程序,并用它在微机上分析了大型板状变幅器的振动模式。为检验程序的正确性,曾用ADINA程序包进行计算比较,得到较满意的结果,能满足板形变幅器的工程设计要求,计算迅速,使用方便。

自编程序MVUH适用于二维分析,亦可计算轴对称的空间问题。但对变厚度的板形变幅器则需要进行三维分析。曾用ADINA程序包计算了这种实用变幅器(焊头)的固有频率及振型。比较了平板(等厚度)变幅器开槽前后以及槽宽对固有频率及变幅器工作端面位移振幅分布的影响。结果表明开槽后变幅器的固有频率下降,位移振幅分布较均匀,而槽加宽时固有频率也略为降低。

为检验理论计算结果,曾对固有频率进行实验验证。实验样品为硬铝合金制成的开槽平板形变幅器和变厚度开槽板形变幅器两种。理论计算和测量结果符合较好。

B10 局部共振现象的理论解释

周光平

(南昌航空工业学院电子系 南昌·330034)

文献[1]提出了一种新型的,超声加工深小孔的工具系统,其中工具杆长度打破了传统声学技术