

噪声背景上仍可辨认出雷达脉冲的位置,也即从实用角度上来说,此时信号尚未被噪声所完全淹没。经多次反复测定;发现无论脉宽多大,都是在 $S/N = -8\text{dB}$ 时,在示波器上直接观察 $s_2(t)$,雷达脉冲刚好完全淹没在噪声背景中而不能再被辨认出。在此基础上再进一步增大干扰,直到相关峰完全消失为止,从可变衰减器上读出此时干扰增大的 dB 数,即可得表 1 中最后一列“相关增益”的数据。就不同脉宽重复上述测量,其结果均列于表 1。图 3 和图 4 为脉宽分别等于 $2\mu\text{s}$ 和 $1\mu\text{s}$ 时的雷达信号以及 $s_2(t)$ 的 $S/N = 0\text{dB}$ 和 -8dB 时输出的相关峰照片。

从表 1 和图 3、4 可以得到下列结论: 1. 利用本装置可完成相关接收,并实时地得到整个相关峰,相关峰的宽度与雷达信号脉宽相同,与理论分析一致; 2. 在各种 S/N 值下,相关峰的

高度都与脉宽成正比,相关增益也随脉宽而增大,故相关接收较适用于脉宽较宽的预警雷达; 3. 即使对于最简单的单载频矩形脉冲雷达信号,声光相关器也仍可得到较大的相关增益,有实用价值。

参 考 文 献

- [1] W. T. Maloney, *IEEE Spectrum*, 6-10(1969), 40.
- [2] R. A. Sprague, *Opt. Eng.*, 16-5 (1977), 467.
- [3] W. T. Rhodes, *Proc. IEEE*, 69 -1 (1981), 65.
- [4] M. Gottlieb, et al., *Appl. Opt.*, 11- 5(1972), 1068.
- [5] C. J. Kramer, et al., *Appl. Phys. Lett.*, 25 -4 (1974), 180.
- [6] N. J. Berg, et al., *Proc. SPIE (Real Time Signal Processor)*, 154 (1978), 181.
- [7] N. J. Berg, et al., *Appl. Opt.*, 18-16(1979), 2767.
- [8] 徐介平,“声光器件复透射率的确定”,待发表。

纵振合成超声振动系统的研究

林 仲 茂 苏 敦 珍

(中国科学院声学研究所)

1984 年 6 月 30 日收到

本研究由磁致伸缩换能器驱动的纵向振动合成超声振动系统。文中介绍了结构设计,研究了声波导横向尺寸、驱动换能器数量及安装位置以及输入电功率对合成振动系统输出端位移振幅的影响,给出实验结果。由 4 个换能器组成的合成振动系统,当输入电功率为 2.2KW 时,在直径为 20mm 的输出端得到近 $300\mu\text{m}$ 的双振幅。用于冷拔精密高压油管,产品精度达到西德 DIN 7300A 级国际水平。

一、引 言

功率超声技术的发展和應用不断扩大,常需要功率大、声强高的超声源。由于单个换能器功率容量的限制,所以研究了一些新的方法来获得大功率超声。目前,在低超声频范围产生功率大、声强高的超声的方法主要有两种:一种是采用纵向振动功率合成系统;另一种是采用振动方向变换的功率合成系统。本文介绍的是用前一种方法来获得大功率,高声强的超

声,已用于精密高压油管的冷拔加工。首批生产的高压油管,经鉴定,其精度达到国际水平。

纵向振动合成系统的应用,国外已有报道^[1],但是这种系统的不同结构(包括驱动换能器数目、驱动位置、几何尺寸等)对合成结果有什么影响?应该怎样设计等问题,则很少见有资料讨论。本文就结构设计、驱动换能器数目和激励位置、以及固体声波导横向尺寸对振动系统输出端位移振幅的影响,输入电功率与位移振幅的关系等作简要介绍。

二、结构设计

我们所研制的纵向振动合成系统是由磁致伸缩换能器, 阶梯形变幅杆及大尺寸的固体声波导组成。图 1 是这一振动系统的示意图。合成系统的关键部件是大横向尺寸的声波导(变幅杆)。在声波导的激振端面(输入端)连接三个或四个驱动换能器。激振端面的设计既要避免横向尺寸过大而产生过多不希望有的横向振动, 又要考虑换能器安装时不互相碰撞。如果把声波导的激振端面设计成一个平面, 并与轴向成 90 度角, 则其端面积将会很大。我们将声波导的激振端面设计成几个平面, 平面法线与轴向成 80 度角。平面数和驱动换能器的个数相同。声波导采用指数形变幅杆, 其输出端面直径为 50 mm。

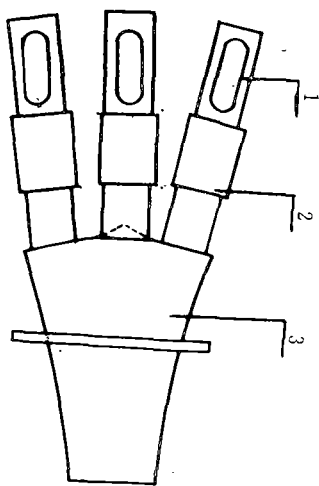


图 1 合成振动系统示意图

1. 磁致伸缩换能器 2. 阶梯形变幅杆
3. 指数形声波导(变幅杆)

驱动换能器采用磁致伸缩换能器。以三个换能器驱动时, 换能器的辐射面是边长为 30 mm 的正方形; 而用四个换能器驱动时, 换能器的辐射面边长为 40 mm 的正方形。为便于磁致伸缩换能器和声波导之间的连接和更换, 在换能器的辐射端面焊接一阶梯形变幅杆, 然后把变幅杆的端面用螺钉与声波导直接连接, 这样能够方便地改用其它类型(如压电型)换能器驱

动。换能器、阶梯形变幅杆及声波导各部分的共振频率都设计在 20 KHz。

三、实验和测量结果

为选择磁致伸缩换能器的最佳工作条件, 我们测量了换能器的机电耦合系数与直流磁化场的关系, 以选定最佳的磁化电流。换能器群采用串联供电并与电发生器进行阻抗匹配。在此基础上进行了如下的实验和测量:

1. 合成振动系统输出端位移振幅和输入端电功率的关系

在用四个换能器驱动的合成振动系统上, 测量了直径不同的输出端面位移振幅与输入换能器电功率之间的关系。采用两种方法测量输入换能器的电功率: 一种方法是测量输入换能器的高频电流及两端电压(进行功率因数调整后); 另一种方法是用 MI/SC₃ 型高频电功率计测量, 两种测量结果基本符合。合成振动系统输出端面位移振幅的测量是用光学显微镜, 因为振幅较大, 用显微镜精度已够。测量结果列于表 1—3。表 1 是在声波导输出端面直径为 50 mm 时的测量结果。而表 2 和表 3 是在声波导的输出端再分别连接一根 B 型(带有锥形过渡段的阶梯形)变幅杆后, 在 B 型变幅杆输出端的测量结果。两表中 B 型变幅杆输出端面直径各为 30 和 20 mm

从测量结果可以看出, 当合成振动系统输出端面的直径为 20 mm 时, 在端面可以得到高达 293 μm 的双振幅。

2. 声波导横向尺寸对输出端位移振幅的影响

以三个换能器驱动的合成振动系统, 其声波导的激振端面直径约为 100 mm, 在 20 KHz 时, 已超过四分之一波长, 但小于半波长; 在不采用任何措施时, 输出端面还可以得到较大的振动振幅。而用四个换能器驱动的合成振动系统, 声波导的激振端面直径已超过半波长, 此时横向振动已不可忽略, 输出端面的振动很微弱。为此我们采用沿声波导轴向开槽的方法来减小横向振动, 得到比较好的效果。图 2 是采

表 1 声波导输出端直径为 50mm 时的测量结果

输入电功率 (w)	520	616	780	825	1050	1064	1120	1400	1800	1980	2000
输出端位移双振幅 (μm)	10.2	18.8	12.4	17.8	21	16.6	23.2	23.6	24.8	28.8	31.2

表 2 B 型变幅杆输出端直径为 30mm 时的测量结果

高频电流 (A)	2.52	2.9	3.3	3.5	4	4.4	5
高频电压 (V)	220	260	340	370	420	450	500
输入电功率 (w)	520	760	1080	1250	1500	1800	2300
输出端位移双振幅 (μm)	40	50	68	76	88	100	120

表 3 B 型变幅杆输出端直径为 20mm 时的测量结果

输入电功率 (w)	17	160	440	1280	1780	2200
输出端位移双振幅 (μm)	13.6	42.6	85.6	165.2	181	293

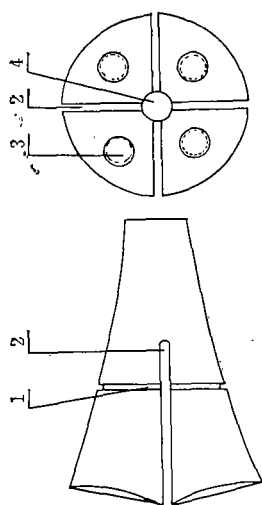


图 2 声波导开槽示意图

1. 固定的位置 2. 为减小横向振动开的槽 3. 连接换能器的螺孔 4. 用于冷拔材料通过的孔

用开槽以减弱横向振动的示意图。

3. 驱动换能器的数量及安装位置对输出端振幅的影响:

为考察合成振动系统的振动合成特性,我们测量了在声波导激振端面安装不同数量的换

应用声学

能器及不同安装位置时对输出端位移振幅的影响。测量时,为尽可能保持工作状态不变,四个驱动换能器一直用串联供电,并将不安装在测量声波导上的换能器安装在另一个结构及尺寸相同的声波导上,以保证换能器阻抗与发生器匹配及各个换能器的输入电功率基本不变。

为提高测量精度,在声波导的输出端再连接阶梯形及高斯形两节变幅杆,以提高放大倍数,便于观察末端位移振幅。测量结果列于表 4。从表 4 的测量结果可以看出:合成振动系统的末端振幅和驱动换能器的数目有关,但不是代数相加的关系。此外,当输入换能器的电功率较大时,合成振动系统输出端面振幅大小与所比较的换能器安装位置基本上无关。

由四个磁致伸缩换能器驱动的合成振动系统,其电功率容量为 2KW,用于对多种材料的金属管、丝进行超声冷拔试验,得到降低拉拔力、提高延伸系数、可进行多道连拉而减少中间处理、提高管子内外壁表面光洁度、改善润滑及提高加工精度等良好效果。用于精密高压油管冷拔,首批生产出的产品精度达国际水平(西德 DIN 7300A 级)。

表 4 换能器数量及安装位置与输出端面振幅的关系

换能器数量	换能器安装位置	输出端面位移双振幅(μm)			
		发生器输出 255w	发生器输出 1400w	发生器输出 1800w	发生器输出 1880w
1 个		14	112.6	156.3	168
2 个对称		28	168.6	200.7	210
2 个不对称		18.7	162.8	200.7	214
4 个		46.7	212.3	259	273

注: ● 表示安装有换能器; ○ 表示应放换能器的位置而没有安装。

为提高合成振动系统的电声效率,我们已经开始将压电换能器代替磁致伸缩换能器作为合成振动系统的驱动换能器的实验工作。

参 考 文 献

- [1] А. В. Степаненко, Хан Дык Ким. Изв. АН БССР, Сер. Физ-Техн. Наук. 1977, 74—77.

数字声呐系统的差分相关内插精确定向

戴福和 周世源

(中国船舶工业总公司)

1984年3月26日收到

本文讨论数字声呐系统多目标实时跟踪的核心问题,即精确定向问题。在对差分相关波束特性分析的基础上,建立了应用相邻两个差分相关波束定向的方法——差分相关内插定向方法。文中给出了极为简单的内插公式,计算分析了应用本方法的定向性能。

一、前 言

现代数字声呐显著特点是能实时跟踪多个目标,而多目标跟踪问题的核心是寻找适用于数字式声呐的精确定向方法。

在以前的研制和生产声呐中,已经证明微分相关定向^[1]是一个较好的定向方法。相应来说,微分相关在数字系统中的实现,即为差分相关。在数字多波束系统中,波束不易象在模拟单

波束声呐系统中那样连续转动,因此,应用差分相关定向不能完全照搬以往的模拟方法——以微分相关函数极小值的时延确定目标方位的方法。本文的目的就在于建立一个在数字多波束系统中可实际使用的差分相关定向方法。

在研究方法上,本文采用了计算机模拟算法,文中给出了主要的计算结果。

本方法结合适当处理可实时跟踪多个目标。