

用振动分析法估计混凝土桩的初步研究

对现代建筑中广泛使用的混凝土桩的检验, 本文提出一种比传统的所谓负载试验法更为可靠和经济的新方法——振动分析法。首次以声管模型来估计桩的形状, 实验结果表明该方法是可行的。

在圆柱形桩的上端, 用小锤敲击以产生发射脉冲, 用加速度计以接收反射信号。把整根桩看成是由多节圆柱相接而成, 如图 1 所示。假定: (1) 每节圆柱的长度等于声波在半个取样周期内的传播距离。(2) 每节的横向尺寸小于波长, 故可认为柱中传播的是平面波。(3) 忽略传播损耗。(4) 截面积的变化仅发生于节与节之间的界面处。

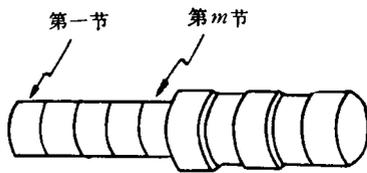


图 1 桩的模型

设第 m 和 $m+1$ 节的横截面积分别为 S_m 和 S_{m+1} , 则其界面处的声反射系数为

$$\mu_m = \frac{S_{m+1} - S_m}{S_{m+1} + S_m}.$$

另由各节中入射波和反射波表示式, 按反射系数的定义, 可得

$$\mu_m = - \frac{\sum_{j=0}^{m-1} a_{m-1,j} x(m-j)}{\sum_{j=0}^{m-1} a_{m-1,j} x(j)} \quad (m = 1, 2, \dots).$$

其中 $x(n)$ 从接收信号计算得到, a_{ij} 由方程

$$\sum_{i=0}^m a_{m,i} z^{-i} = \sum_{i=0}^{m-1} a_{m-1,i} z^{-i} + \mu_m \sum_{i=0}^{m-1} a_{m-1,i} z^{m-i}$$

算出。第一节圆柱的 S_0 是可以知道的, 故可由接收信号算出全部 S_m , 并估计出整根桩的形状。

对直径均匀的正常桩, 和在下部直径扩大的桩的实验验证结果, 如表 1 所示。可见估计相当精确, 但进一步的提高有以下几点原因造成了困难:

表 1 实验验证结果

	正常桩	下部扩大的桩	
	直径(m)	直径*(m)	长度*(m)
实际值	0.35	0.35/0.55	4.80/3.20
测算值	0.343	0.349/0.460	5.00/3.00

* 正常部分/扩大部分

(1) 实验中, 频率限于 32kHz。如要提高精度则就要提高频率, 但声管模型不适用于较高频率。

(2) 实际上存在声衰减, 这对估计出来的桩的形状也是有些影响的。

(3) 信号处理过程中的误差, 使估计出来的截面发生变化的位置不准确。

实验是对水平放置在地面上的桩进行的, 对地下桩的形状估计的研究则正在进行中。

(严仁博摘自 *J. Acoust. Soc. Jpn. (E)*, 10-1(1989), 5-10.)

高速数字通信用 SAW (声表面波) 滤波器

近年来, 数字通信一直努力在给定的无线电频带内尽量提高传输信号的比特速率。多层调制的正交幅度 (QAM) 可以满足这一要求, 具有很高的波谱效率, 且调制电平层次越多, 谱效率越高。但这种调制方式对系统中使用的几乎所有元器件都提出了高要求。特别是为了降低误比特率, 对频谱形成滤波器的要求很

高。SAW 滤波器可能满足这些要求。

系统的总传输函数应为:

$$H(f) = \begin{cases} 1, & |f'| < \frac{1-\alpha}{2} \\ \cos^2\left(\frac{\pi}{2\alpha}\left(f' - \frac{1-\alpha}{2}\right)\right), & \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{1-\alpha}{2} \leq |f'| \leq \frac{1+\alpha}{2} \\ 0, \text{其他频率} \end{cases} \quad (1)$$

式中, f_0 = 中频, $f' = (f - f_0)T$, $T = M$ - 电平符号的长度. α 是滚降因子, $0 \leq \alpha \leq 1$; $\alpha = 0$ 时(1)式给出矩形频谱, $\alpha = 1$ 时是纯余弦频谱. α 越小, 边带越陡.

通常选取调制滤波器及解调滤波器具有同样的频响, 因而解调滤波器的频响应为:

$$H_R(f') = \begin{cases} 1, |f'| < \frac{1-\alpha}{2} \\ \cos\left(\frac{\pi}{2\alpha}\left(f' - \frac{1-\alpha}{2}\right)\right), \\ \frac{1-\alpha}{2} \leq |f'| \leq \frac{1+\alpha}{2} \\ 0, \text{其他频率} \end{cases} \quad (2)$$

系统传输函数(1)的误差将引起符号间干扰, 从而增加误比特率. 为了维持一定的误比特率, 调制层次

越多, 允许的传输函数误差越小. 如要求误比特率 $\rho = 10^{-4}$, 对 16QAM 调制, 允许的传输函数通带纹波为 0.52dB (峰—峰), 群时延偏移为 1.73ns (峰—峰); 对 256QAM, 则通带纹波仅允许为 0.13dB (峰—峰), 群时延偏移 0.87ns (峰—峰).

SAW 滤波器的幅频特性和群时延特性可分别精确控制, 特别适用于多层调制 QAM 系统. 西门子公司为 16QAM 系统研制的 SAW 滤波器, 滚降因子 $\alpha = 0.19$, 通带纹波 0.3dB (峰—峰), 线性相位偏移 2° , 阻带抑制 50dB. 为 64QAM 研制的 SAW 滤波器 $\alpha = 0.25$, 通带纹波 < 0.1 dB (峰—峰), 线性相位偏移 1° , 阻带抑制优于 35dB.

信道传输容量的进一步提高, 要求采用 256QAM 调制, 这就对 SAW 滤波器的设计与研制提出了更严格的要求.

(孙宝申 摘译自 *IEEE Trans., UFFC*-35-6 (1988), 673—684.)

体外激波粉碎结石

肾结石的发病率是全人口的 2%—3%, 胆结石更普遍. 胆结石手术后的死亡率是 0.1%, 而肾结石摘除死亡率接近 2%. 所以医疗界和医学物理界一直很重视非手术的治疗方法. 近来, 一种利用大振幅声脉冲来粉碎结石的非侵入治疗方法获得明显的成功.

利用聚焦激波粉碎肾结石的想法是西德 Saarbrücken 大学的 E. Hausler 1971 年提出来的. 他在样机中使用一个椭球面反射镜, 在反射镜的近焦点用电火花产生激波, 整个装置放在一水池中, 待破碎的结石位于反射镜的远焦点. 1980 年用成品仪器进行了第一次人体试验. 从那时起, 至少有七个厂家生产了 400 台体外激波碎石仪, 做了几十万个肾结石破碎例, 死亡率大约是 0.01%. 胆结石破碎方法也获得成功, 但临床应用比肾结石破碎少.

虽然最早的样机采用的椭球面反射镜和病人躺在水中的方式至今仍很普遍, 但一些新的方式也出现了. 有一种仪器使用声透镜来聚焦电磁方法产生的激波脉冲. 还有些仪器用粘在一个凹球壳上的压电元件产生激波. 许多新的仪器不再让病人躺在水池里. 有的还用 X 光或声成像以确定结石的位置.

虽然激波的产生和聚焦的机理是众所周知的, 但是有关聚焦, 非线性效应和衍射的相互作用等方面还有许多问题留待研究. 这些相互作用对确定冲击结石的脉冲形状是很重要的. 在大多数碎石仪中, 聚焦的压力波包含一个约 $1\mu\text{s}$ 宽的正脉冲, 紧接着是 $5\mu\text{s}$ — $10\mu\text{s}$ 宽的负低谷. 在一些仪器中激波幅度可以很大, 正脉冲超过 100MPa; 负低谷部分很少超过 5MPa, 原因很可能是液体不能承受这种张力.

结石破碎的机理是最引起兴趣的. 早期人们认为由于激波的反射, 结石的前面受压力时背面受张力, 两者结合, 使结石破碎. 最近发现空化现象也起着很大的作用. 在焦点处的液体受到大的张力, 产生蒸汽空泡. 脉冲过后, 空泡崩坍, 产生激烈的扰动. 这种空化作用经计算使崩坍空泡中心的温度达 $50,000^\circ\text{K}$, 压力达 6Mbar. 而且当空泡对称地崩坍时会产生一个液体射流, 冲击临近的表面, 引起剥蚀. 这样, 可能是由空化产生的微裂缝被激波的撞击“放大”, 使结石破碎.

(张海澜 摘译自 *Physics Today*, 1(1989), S-4.)