

南海深海中信号波形的多途结构

侯温良 蔺敏 陈东荣

(中国科学院声学研究所)

本文给出了南海深海实验所记录的信号波形多途结构的实验结果,得到了经海底高达四次反射的波形,画出了信号波形图。我们对不同距离上六种收发深度各次反射波的到达时间差进行了测量,并与计算的各路径的信号到达时间曲线作了比较,两者符合得很好

在深海大洋中,由于水下声道的存在,在其中的声波可以传到很远的距离。另一方面,因深海的关系,使得经过不同路径传播的声信号可在时域上进行分离而形成信号波形的多途结构。

对深海信号波形多途结构的研究,将有助于大范围海洋特性的遥测,海底性质的分析以及信号的识别,因此对水声探测和海洋开发利用等方面都具有十分重要的意义,这是近年来受到广泛重视的课题之一。

我们对1983年10月南海深海实验所记录的传播信号进行多途结构的处理和分析。取实验海区水深为3600米,实测的声速剖面。声道轴约在深度1000米上。记录信号经带通滤波后,用SC-10示波器拍摄下波形图,从中分辨出各类到达波。

图2和图3分别给出了收一发深度为200—200米和1000—500米不同距离上的信号波形图。

由声线图可知,接收信号除直达声波外还有经海底多次反射的声波。经海底反射次数相同的波则有四条不同的到达路径,它们的到达时间也是不同的。

从图2—3看出,在近距离上是直达声信号首先到达,然后是一次海底

反射波,再后是经海底两次反射的波。当距离超过30公里时则是一次海底反射波先到达,再继而是二次、三次反射波到达。随着距离的增加,一次海底反射波将消失,代之出现

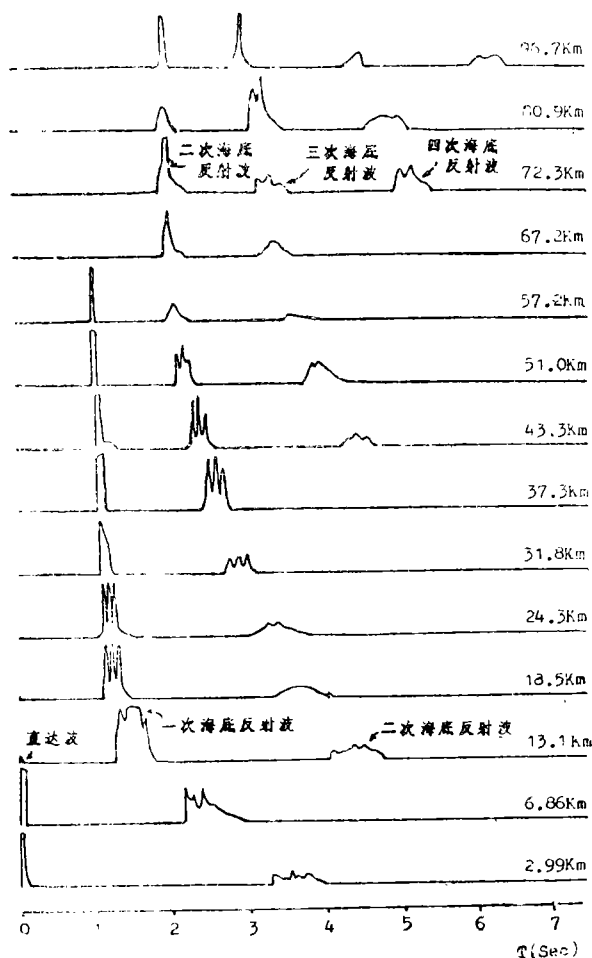


图2 200米发200米收的信号波形

更高次的反射波。当收发深度相等时，四条路径中有两条传播时间是相同的。图2证明了这一点，一般来说由三个信号组成一个波包，而图3则是由四个信号组成一组。图2—3还说明：当收发深度较浅时，经海底相同反射次数而路径不同的四个到达波因时差较小，信号呈群状出现；收发深度接近声道轴时，

它们之间则完全分离开而呈单个波到达。
对以下六种收发方式的信号从波形图上测量了到达时间差：200—50米，200—100米，200—200米，200—500米，1000—200米和1000—500米。图4—9是理论计算与实验结果的比较。图中曲线是计算值。计算模型：海深3600米，声速按实测值。纵坐标R

是水平距离，横坐标 $T = T_1 - T_2$ 。其中 T_1 是理论计算的各路径信号的到达时间， $T_2 = R/C_0$ ， C_0 是海表面处声速。符号“×”或“+”都代表实验结果，它们是这样得到的：先确定波形图上最先到达波的类型，在相应的各计算曲线上可定出其位置，然后量出其余各信号与它的时差，最后在图上确定出它们所对应的位置。曲线旁的数字表示经海底反射的次数。

后两种收发方式因各路径的到达波从时间上分得很开，所以测量了各单个波到达的时间，而前四种方式则因经海底反射次数相同但路径不同的波之间时差很小，只测量了经不同次数海底反射波前沿的到达时间。

从各图上可以得到：实验结果与理论计算之间符合得相当好。这说明我们所采用的理论计算模型与实际情况很接近。个别远距离上的高次反射波略有偏差，这可能与海深随距离变化有关。

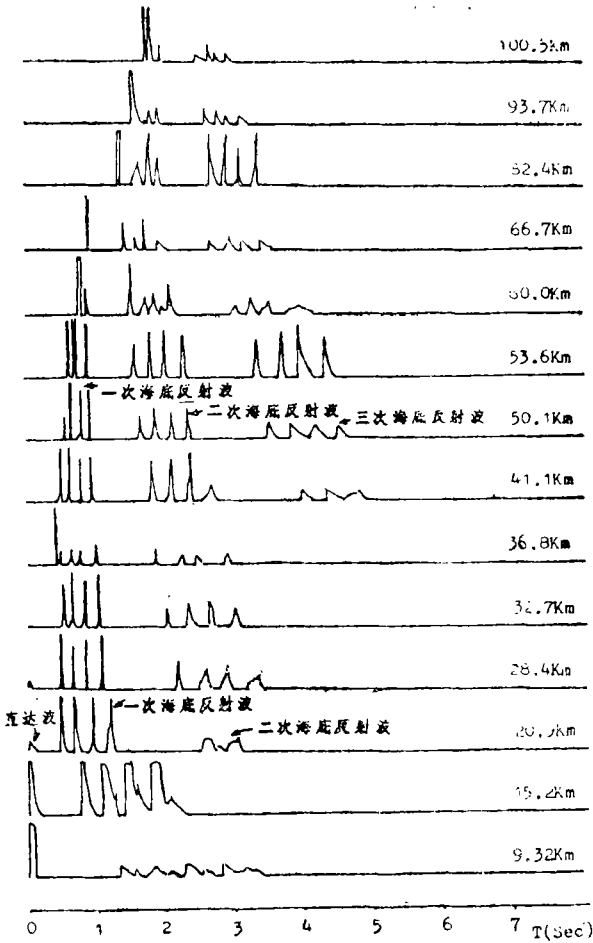


图3 500米—1000米收的信号波形

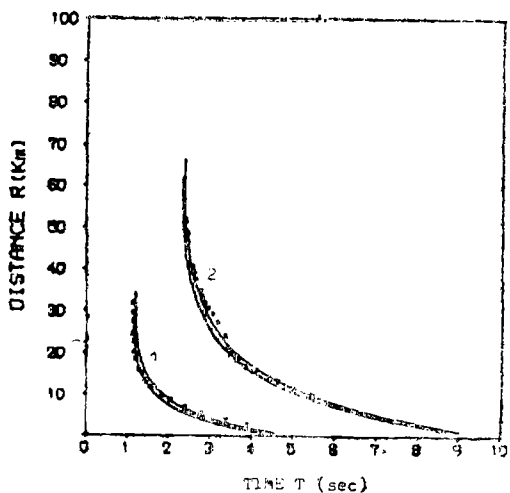


图4 收发深度：200—50米

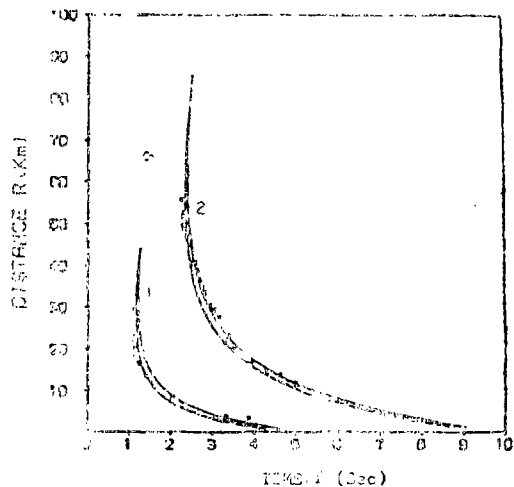


图5 收发深度：200—1000米

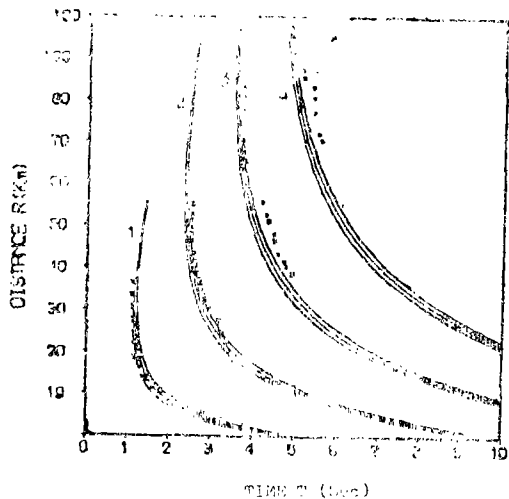


图6 收发深度：200—200米

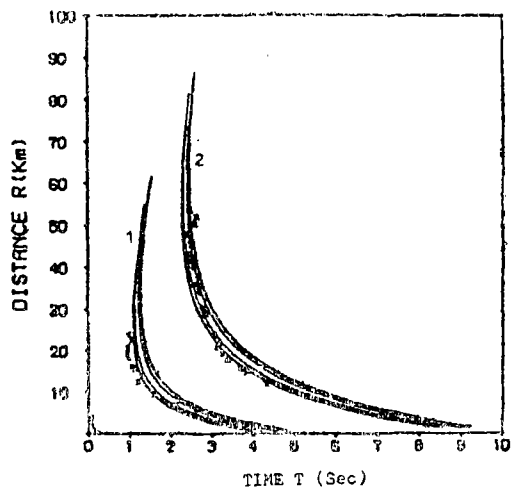


图7 收发深度：200—500米

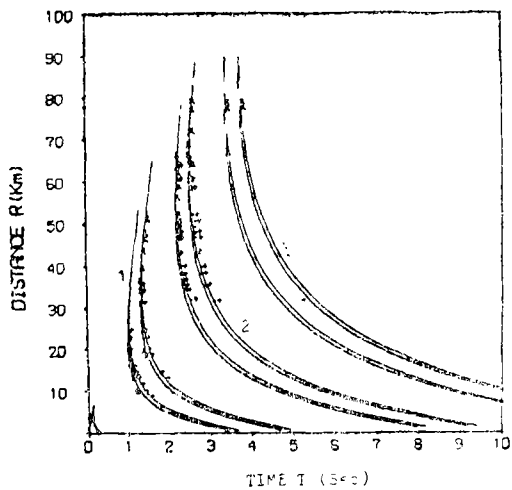


图8 信号波形的到达时间
收发深度：1000—2000米

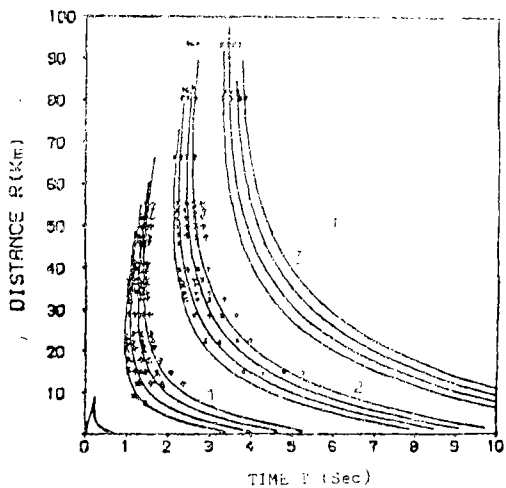


图9 信号波形的到达时间
收发深度：1000—500米