

混响时间的数字显示

万世敏

(中国科学院东海研究站)

一、前言

在建筑声学中以及用共振器法或混响法测量液体的声吸收时，过去都是用声级记录器记录声压随时间的衰变(混响)曲线，然后再用刻好标度的透明尺量读出混响时间。随着数字技术的发展，国外已有直接能显示混响时间的电声测量仪器作为商品出售^[1]。在文献[2]中介绍了一种混响时间数字显示的方框图，如图1所示。

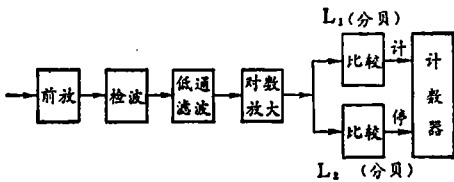


图1 文献[2]的混响时间数字显示方框图

我们在用共振器法进行海水低频声吸收的研究工作中，为了要缩短测量时间(混响时间最长达400多秒)，研制了实现混响时间数字显示的仪器，现简单介绍于下。

二、工作原理和设计特点

我们所设计的混响时间数字显示原理图如图2所示。由于采用了PB-2数字频率仪作为终端显示部分，所以自己需要制作的电路部分相当简单。

由于本仪器接在选频放大器的输出端(信号约从几伏衰变到几毫伏)，故输入端信号已足够大。输入信号进入仪器后分平行的二路：“计”支路和“停”支路。这两路除了输入端衰减器分别为 L_1 和 L_2 分贝外，其余部分完全相同。随着输入信号的衰减，当“计”

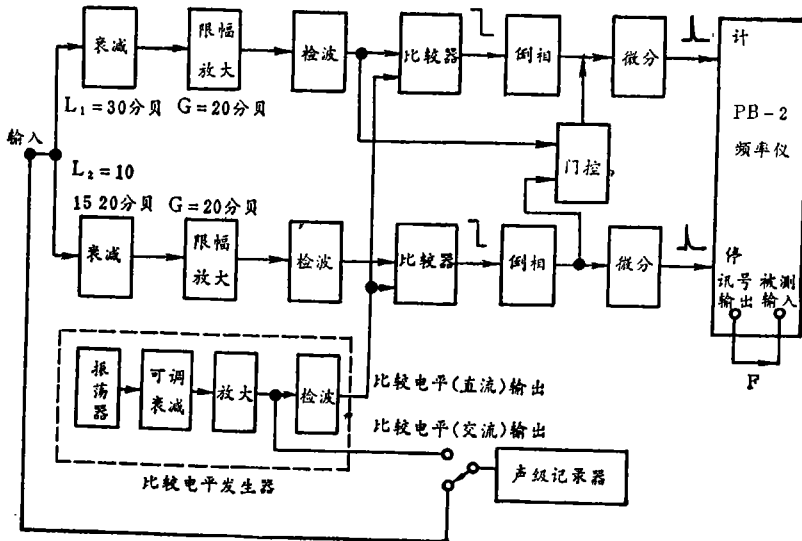


图2 本文所采用的混响时间数字显示方框图

支路的电压到达比较电平时，“计”支路先输出一正脉冲打开PB-2的计数门，开始计数。当“停”支路的电压到达比较电平时，即关闭PB-2的计数门，停止计数。改变 L_2 即可改变“计”、“停”之间的动态范围($=L_1-L_2$)。本仪器取 $L_1=30$ 分贝， $L_2=10,15,20$ 分贝，故动态范围依次为20,15,10分贝。因为当输入信号是指数衰变时，用对数表示就是线性衰变，为了缩短实验测量时间，所以我们取的动态范围比较小。改变比较电平，可以测量衰变曲线不同位置的衰变率。

与图1相比，本仪器有二个特点：1. 采用线性放大电路，不需要直流对数放大器；2. “计”支路和“停”支路采用了同一个直流比较电平。这就避免了由于对数放大器输入输出特性曲线不理想以及二个比较电平之间直流相对偏移而引起的误差。当输入电压是理想的指数衰减电压时，不管动态范围取多少分贝，只要适当选择频率计数器的钟频 F ，就可直接显示出衰减60分贝所对应的混响时间(钟频 F 可直接由PB-2的“讯号输出”提供，如图2所示)。例如，若动态范围是10分贝，则只要将 F 改用6千赫就行了($F=60/(L_1-L_2)$ 千赫。 F 的选取还与所测混响时间的精度要求有关)。图2中的比较电平(交流)输出是输出一个交流电压。这个交流比较电压可直接接到声级记录器的输入端(如图2所示)，用来观察比较电平相对于混响曲线的位置。注意：按图2所示数值，声级记录器记录纸上所显示的比较电平要比“计”支路比较器翻转时的电平低10分贝，等于 L_1-G 。

三、实际制作经验 及使用情况

因为“计”、“停”二支路的电路参数往往不会完全一致，所以，实际制作中应该考虑到它们的差异性。可以通过仔细调整“停”支路的衰减器来加以补偿。比较电平发生器最

好采用独立的直流电源供电，以免受“计”、“停”二支路的影响。比较电平发生器中振荡频率应稍高，我们采用70千赫。

我们在进行声吸收测量时，由于发射和接收共用一只压电换能器，在发射开始时刻，比较器翻转所产生的干扰脉冲会误开PB-2的计数门，因此，我们在“计”支路的输出端加了一个门控电路，由双稳态和电子延时开关组成。在“停”支路输出触发脉冲的同时，即将“计”支路的倒相器输出端短路，直到下一次发射信号到来并经过适当的时间延迟后，“计”支路才恢复正常。

本仪器制成后，经过使用，性能良好，达到了设计目的。由于本仪器比较电压发生器的直流供电同“计”、“停”支路共用一个电源，因此比较电压在开始计数和停止计数时有一定的差别。对于包络为理想指数衰变的电压信号，仪器总的相对误差约为 $0.4/(L_1-L_2)$ 。如果比较电压发生器用独立的直流电源供电，则误差可以进一步减小。

利用本仪器也可以测量某些电量或非电量(转换成电压后)随时间的衰变率。对于包络稍有起伏的信号，可以多次平均，或者增大动态范围，以取得比较准确的测量值。本仪器既可作为声级记录器的代用，又可测量声级记录器所不能测量的较快速的衰变过程的衰变率。

本文所介绍的工作得到了裘辛方同志的指导，也得到了蒋济良、王富堂同志的帮助。俞明德同志精心制作了机壳，在此表示衷心感谢。

参考文献

- [1] Brüel & Kjaer, «Building Acoustics Analyzer» product data, type 4417.
- [2] Toshihiko Ohsawa, Yasaku Wada, «Resonance Reverberation Method for Ultrasonic measurement of Liquids from 10 to 300 kilocycles», Japanese Journal of Applied physics, V.6, No.12 (1967), p.1351.