

水听器校准器的开发研究

卢明玉 朱厚卿

(中国科学院声学研究所 北京 100080)

1995 年 10 月 20 日收到

摘要 本文所介绍的水听器校准器是由一动圈活塞式换能器和由它激励的一端开口的水柱组成. 水柱中的声压由驱动电流的大小来控制. 在校准器的水柱中用比较法来校准水听器的低频接收电压灵敏度.

关键词 水听器, 水听器校准器, 比较法校准

Development of a hydrophone calibrator

Lu Mingyu, Zhu Houqing

(Institute of Acoustics, Academia Sinica, Beijing 100080)

Abstract The concerned hydrophone calibrator consists of a column of water that is excited by an electrodynamic piston transducer, acoustical pressure in the water column being generated by the driving current of the electrodynamic transducer. The low-frequency receiving voltage sensitivity of an undetermined hydrophone is to be calibrated by comparison with a standard hydrophone in the column of water.

Key words Hydrophone, Hydrophone calibrator, Calibration by comparison

1 前言

根据美国海军水声标准计量中心(USRD)多年前研制并至今一直使用的一种水听器校准器的原理^[1], 我们对此校准器进行了开发研究, 我们研制的校准器可在 10 到 1000 Hz 频率范围内为水听器提供快速、经济和可靠的灵敏度测试. 它的主要功能是用比较法校准水听器. 然而, 它的工作原理使它也能够满足某些其他特殊要求.

2 校准器结构和工作原理

校准器是由电动驱动器激励的活塞和一端开口的水柱容器及其水柱组成. 图 1 为校准器结构示意图.

活塞直径为 70 mm 的铝合金, 用橡胶薄膜悬挂活塞的方法允许活塞在周围保留高声学旁路阻抗的情况下有较大的运动范围. 假设用恒电流驱动时动圈活塞是恒力发生器, 则校准器的等效电路如图 2 所示.

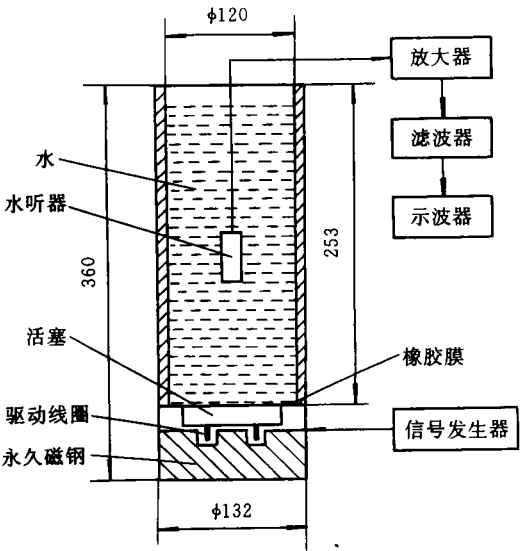


图1 校准器结构示意图

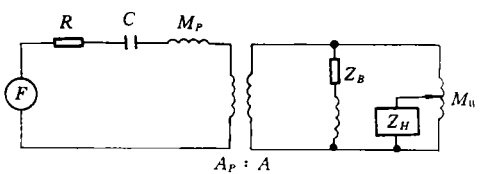


图2 校准器等效电路图

- F —— 力
- R —— 悬挂膜力阻
- A_P —— 活塞面积
- M_w —— 水质量
- Z_H —— 水听器阻抗
- M_P —— 活塞质量
- C —— 悬挂膜力顺
- A —— 水管横载面积
- Z_B —— 悬挂膜边缘阻抗

当系统工作在，悬挂膜刚度和力阻可忽略不计，而活塞悬挂膜边缘阻抗较高的情况下，

等效电路可简化为图3(a)，即此时是活塞和水质量之间的简单的力分配，转换到声学一边，就是图3(b)所示的线路，其中P为作用在水听器的压强。

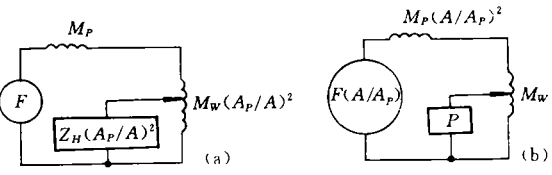


图3 校准器简化的等效电路图

这种推理预示管子里水中的压强梯度是线性的，也就是我们预期的，在此范围内管子里水的阻抗是全惯性的，增加水柱长度，其压强梯度变小，且高频端截止频率也变小。

管子里的压强可由驱动电流大小来控制，最大的电流可达1 A。

3 测量过程及其技术

用除气水注入校准器的容器中，水面离容器顶端大约2 cm。灌水后，用瓶刷或类似的器具驱逐出任何依附在容器壁上的气泡，然后放入一个已校好的参考水听器即标准水听器和一个未知灵敏度的水听器即待校水听器，同时使其声学中心离活塞面11—12 cm，让它们接受同样的声场声压，然后比较这两个水听器的开路输出电压。操作要小心，不要任何气泡依附在水听器上，以免高频端不稳定和共振频率降低。

图4表示一个具有平坦响应灵敏度水听器的输出。低频峰值是校准器的橡胶薄膜和水的

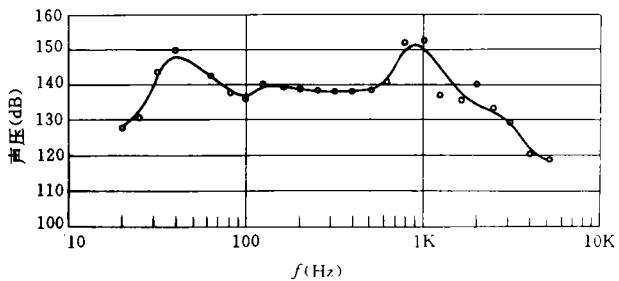


图4 校准器实测的声压频率响应曲线

质量共振所引起的,而高频峰值是水柱的共振频率。为了精确测量,因此推荐可在 70—600 Hz 频率范围内进行比较法测量。

4 本校准器的优缺点

- 优点:
- (1) 连接仪器和放入或取出水听器很方便;
 - (2) 没有在密闭的空气室中耦合问题;
 - (3) 本校准器轻便并容易操作;
 - (4) 实际上不受温度的影响;
 - (5) 由于可利用很高的声压,只需信号发生器和电压表,不需要电压放大器或功率放大器。

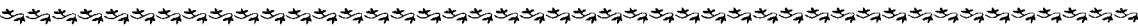
- 缺点:
- (1) 当比较不同尺寸的水听器时,必须知道水听器敏感元件的位置;

- (2) 水听器声学中心离活塞的垂直距离精度必须保证在适当范围内,当距离误差不超过 ±1 mm 时,校准误差小于 ±1 dB;
- (3) 水听器的声学阻抗必须足够高;
- (4) 校准的频率范围有限。

上述优缺点是由校准器的校准原理决定的。我们在研制开发该水听器校准器时,采用了具有高磁能积的钕铁硼(NdFeB)磁钢和用灌注聚氨酯橡胶来代替活塞式电动换能器的橡胶膜,因此我们研制的水听器校准器具有更高的灵敏度和更宽的低频校准范围,且制造工艺简易,便于推广使用。

参 考 文 献

[1] Claude C. Sims, J. Acoust. Soc. Am, 1961, vol. 33, 836.



全国声学标准化技术委员会三届五次次会议

全国声标技委会三届五次次会议于 1996 年 10 月 14 日至 10 月 18 日在贵阳市召开。出席会议的有委员 20 人、有关领导及代表、分委会秘书长、总会秘书等共 30 人。12 位委员因病或因事未能出席,会前均已请假。会议由主任委员马大猷院士主持。中科院声学所彭汉民副所长应邀到会并讲了话,秘书长章汝威同志汇报了自 1995 年 10 月至 1996 年 9 月技委会的工作。委员以热闹热烈掌声通过了秘书处的工作报告。

- 会议讨论了以下工作:
- 1. 审查通过了(包括未出席会议的委员函审投票结果)国家标准“声学 农林拖拉机和机械操作位置处噪声的测量——简易法”。提出了修改意见,要求工作组根据审查意见修改,并按 GB/T1.1-1993 的规定整理成报批稿。
 - 2. 1997 年、1998 年的国家标准制、修订的工作。
 - 3. 本技委会第三届工作已 5 年,1997 年要换届,会上对换届事宜进行了讨论。
 - 4. 委员对今后工作提出建议。
- 主任委员马大猷院士作了总结发言,主要有以下三点:

- 1. 标准化工作很重要,技委会自成立以来做了很多工作,至今已制、修订国家标准 80 项。有的是等效 ISO 国际标准;有的是完全在我国自己工作基础上制定的,是 ISO 还没有的,以后可向 ISO 推广。
 - 2. 明年技委会要换届,但我们的工作不能停,工作组要按时完成标准的制定工作,明年的任务很重,大家要努力。标准化工作要求知识面广,老委员的知识和经验是我们技委会的重要财富,希望老委员尽可能留下来,继续为声学标准化作贡献。
 - 3. 现在要提高人的生活质量,而声学的各个方面,如建声、噪声、超声、水声、电声等等,都和人的活动密切相关。所以声学 and 声学标准化工作前途美妙,值得大学努力。
- 这次会议得到了贵阳市江厥中副市长、贵州省建筑设计院罗德启院长的热忱关怀和支持。江副市长参加了会并讲了话。
- 最后章汝威秘书长向大会作了会议记要草案报告,委员一致同意并通过。在与会代表共同努力下,完成了预期任务,会议圆满结束。

(全国声标技委会秘书处)