

多功能横波、纵波、驻波演示器

吴全如 / 广东省汕头市金山中学



图 1

◎ 制作材料与方法

机械振动器，自制功放电路（安装在 $250\text{mm} \times 400\text{mm} \times 300\text{mm}$ 的金属盒中，控制电路的旋钮安装在金属盒中的两侧），长约 1.5m 的弹性细绳1根，竖立支架1只，环形弹性钢丝圈1只，频闪光源1台，长 $1 \sim 2\text{m}$ 的内置泡沫的有机玻璃管（管口一端安装直径 $80 \sim 100\text{mm}$ 的橡皮圈喇叭），支架座2只。在玻璃管的另一端装一可动活塞，配用学生信号源（提供可调频率在 $0 \sim 1000\text{Hz}$ 的音频信号）。

用“学生信号源”输入功放电路，功放电路将信号放大后，使橡皮圈喇叭以适当频率和振幅振动发声。声波经过内置泡沫的有机玻璃管传播，可借此观察到声音振动形成的纵波。在玻璃管的另一端安装一可动活塞，适当改变活塞深度，声波遇活塞发生反射，此时可观察到不同情况的驻波现象，如图1所示。

◎ 基本用途

该演示器可演示以下物理现象：

◆ 观察弹性绳振动产生的横波与驻波现象。弹性绳的一端固定在竖直支架上，弹性绳的另一端与可调频率的机械振动器振动点相连；适当调整支架到振动点的距离，振动的横波遇到支架后产生同频率的反射横波，改变信号源的频率或活塞在管口的位置可观察到弹性绳形成的横波和驻波。若用频闪光源效果更显著。

◆ 观察环形波和环形驻波。用可调频率的机械振动器在竖直方向上进行周期性的振动，如果在振动器上安装一个环形弹性钢丝圈，可以观察到明显的环形波和环形驻波。

◆ 直接观察声波在介质中形成驻波的现象。如图2所示，

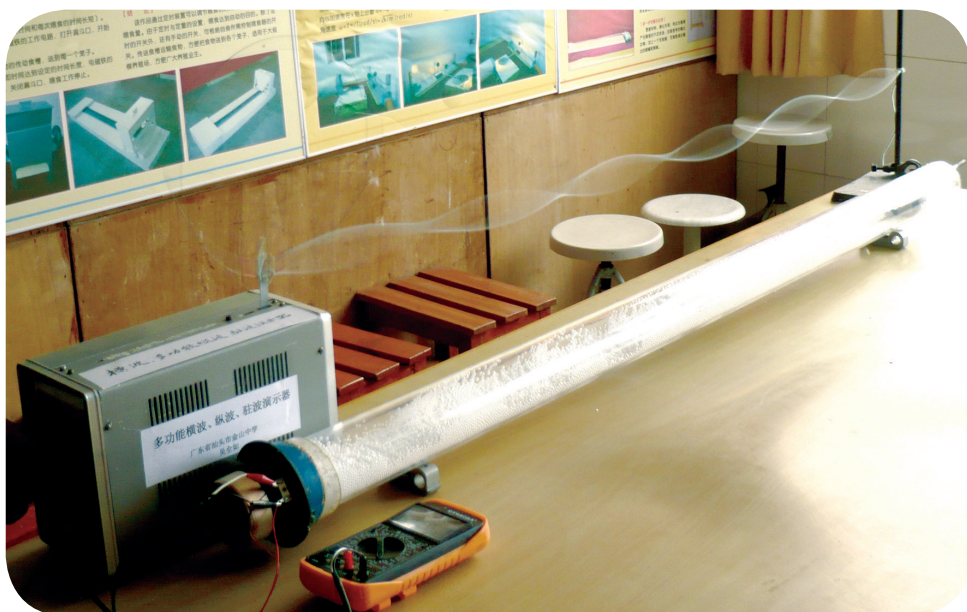


图 2

取一根长 $1 \sim 2\text{m}$ 的有机玻璃管，一端用可动活塞封闭，另一端安装橡皮圈喇叭，接通功放电路使橡皮圈喇叭振动发出适当频率的声波，引起玻璃管中泡沫介质的周期性振动，从右端振源发出的声波传至左端后发生反射；适当改变活塞插入管中的深度，满足管两端距离等于半个波长的整数倍的条件时，入射波和反射波发生叠加形成声音的驻波。看到中央凸起的波腹处振动最激烈，波节处几乎无振动。调节声源的振动频率，也可形成不同情况声音驻波。适当改变振动频率可以观察到泡沫介质形成的多种纵波图景，从而解决了教学中的重点和难点。

◆ 可直接测定声源振动频率和在介质中形成驻波的波长。若测得相邻两波节（或波腹间的距离） L （ m ） $= \lambda/2$ ，求出波长 $\lambda = 2L$ 。已知声波频率 f （ Hz ），则可测出声波在介质中传播的速度 $v = f\lambda = \lambda/T$ 。如接通功放电路使橡皮圈喇叭振动发出 117Hz 频率的声波，适当改变活塞插入管中的深度，满足管两端距离等于半个波长的整数倍的条件时，入射波和反射波发生

叠加形成声音的驻波。看到中央凸起的波腹处振动激烈，波节处几乎无振动。测得相邻两波节（或波腹）距离 $L = 1.45\text{m} = \lambda/2$ ，声波速度 $v = f\lambda = 117 \times 2.9\text{m/s} = 339.3\text{m/s}$ 。这与声波在空气中传播速度 340m/s 理论值非常接近。

◎ 主要特点

◆ 该演示器与传统的演示实验相比有显著的进步，增加了趣味性与科学性，将无法观察到的声音纵波、驻波通过该仪器观察到，具有创新性。

◆ 该演示器制造原理简单，使用方便，成本低廉，效果明显，在材料、工艺、手段等方面，有显著的进步，具有实用性。

◆ 教学中，“声波是纵波”很难理解。用该仪器可以用声源发出的声波在泡沫介质中传播观察声音纵波和驻波。借用有形的泡沫介质的振动来模拟无形的声音纵波和驻波，使无法观察到的声音纵波和驻波形象化，使物理现象的演示更有科学性、直观性和趣味性。■