

# 用分光计测定超声波在液体中的传播速度

孙淑清

(大连教育学院 自然科学部, 辽宁 大连 116021)

**摘要:**超声波在液体中传播能引起液体折射率周期性变化,于是液体具有了类似刻线式平面光栅的作用,能产生衍射现象,且满足关系式: $\Delta \sin \alpha = k \lambda$ 。此时光栅常数就是超声波的波长。基于此原理,利用分光计测定衍射角 $\alpha$ 的值,并由前式计算出超声波的波长 $\Delta$ ,再由频率计测定的频率 $f$ 计算出超声波在液体中的传播速度。

**关键词:**分光计;超声波;波长;频率;光栅;衍射;传播速度

**中图分类号:** O354 **文献标识码:** B **文章编号:** 1008-388X(2002)03-0072-01

本文介绍一种用分光计测定超声波波长来求超声波在液体中的传播速度的方法。

## 一、实验原理

由于超声波对物质有特殊的机械作用,所以当超声波在液体中传播时能引起液体的密度变化,使之变成非均匀媒质,且这种密度的变化呈现周期性结构,这样就使液体在光学特性上引起光折射率的周期性变化,于是该透明液体就具有类似刻线式平面光栅的作用,能产生光的衍射现象。在这种情况下超声波的波长 $\Delta$ 就是光栅常数,满足关系式:

$$\Delta \sin \alpha = k \lambda$$

其中 $\lambda$ 为光波波长, $\alpha$ 是第 $k$ 级光谱线对应的衍射角。

基于超声波的上述特性,我们可以用分光计通过测定衍射角 $\alpha$ 从而计算出超声波的波长 $\Delta$ 。再依据频率计测定的频率 $f$ ,用公式 $V = f \Delta$ 计算出超声波在液体中的传播速度。

## 二、实验仪器及调节

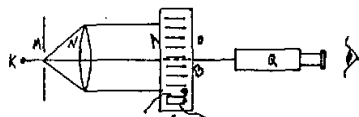


图1

测定超声波波长使用的仪器有:分光计、低压汞灯、四壁是光学平面玻璃做成的长方体液槽、超声波源(要求其压电石英部分结构是可以独立移动的)、频率计等。

实验时(见图1)光源 $K$ 发出的光线进入分光计平行光管 $L$ 的狭缝 $M$ ,经复合正透镜 $N$ 后形成平行光线垂直照射在液槽 $O$ 上。液槽内的侧壁 $C$ 上安置有超声波源的压电石英部分结构 $P$ 。实验者用分光计上的望远镜 $Q$ 测定衍射角。

实验前应先调节好各种仪器:

(1)调节分光计。调节分光计的望远镜使之聚焦于无穷远;望远镜光轴垂直于仪器的公共转轴;平行光管产生平行光且光轴垂直公共转轴。

(2)将超声波源的压电石英部分结构 $P$ 固定在液槽内的侧壁 $C$ 上(如图1),向液体中辐射超声波的一面与侧壁 $C$ 严格平行。将液槽装入液体,液体应浸没压电石英块 $P$ 。

(3)将液槽放置在分光计的载物台上(如图2),使液槽的

侧壁 $A, B$ 与仪器的公共转轴平行,使平行光管垂直液槽的侧壁 $A, B$ 。具体调节方法是:先把平行光管的狭缝照亮,把望远镜的叉丝对准狭缝,固定望远镜。液槽在载物台上的位置尽可能使液槽的侧壁 $A, B$ 垂直两螺钉 $E, F$ 的连线,且处在 $EF$ 的中间部位。然后转动读数圆盘,调节螺钉 $E, F$ ,直到望远镜中从液槽侧壁 $A, B$ 反射回来的叉丝象与叉丝重合。至此液槽侧壁 $A, B$ 与分光计的公共转轴平行并垂直平行光管。随即固定圆盘。

(4)调解液体在超声波作用下产生的“液体光栅”。移动分光计,使平行光管的光轴对准汞灯,以保证有足够的光照到液槽上。然后转动望远镜,一般就可以看到一、二级衍射谱线,正负分别在 $0$ 级的两侧。再观察叉丝交点是否在谱线的中央,如果不在则调节螺钉 $G$ (见图2),直至

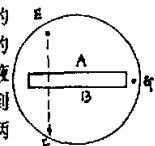


图2

交点落在谱线的中央。应注意,这一步调整不要调动螺钉 $E$ 和 $F$ 。完成该步调整后,应再检查液槽的侧壁 $A$ 和 $B$ 是否仍与公共转轴平行,如果有改动则需反复调整直至两个要求都满足。仪器调整完毕后就可以进行波速测定。

## 三、测定方法

(1)以低压汞灯为光源(波长为 $5460.7 \text{ \AA}$ 的绿光),测出对应级次为 $K = \pm 1$ 的衍射角 $\alpha$ 。但应注意测得的两个衍射角相差不能超过几分,否则应重新检查平行光管是否垂直液槽的侧壁 $A$ 和 $B$ 。

(2)将测得的衍射角 $\alpha$ 的值及所对应的级次 $k$ 的值代入下式:

$$\Delta = \frac{k\lambda}{\sin \alpha}$$

计算出的 $\Delta$ 值,即为超声波的波长。

(3)用频率计测定超声波的频率 $f$ 值。

(4)将测定的波长值 $\Delta$ 、频率值 $f$ 代入 $V = f \Delta$ ,即可计算出超声波在液体中的传播速度。

## 参考文献:

[1] r. B. 斯皮瓦克. 专门物理实验[M]. 北京:人民教育出版社, 1957. 101.

[责任编辑: 阅力]

收稿日期: 2002-05-29  
作者简介: 孙淑清(1949-), 女, 辽宁普兰店人, 高级实验师。