

声波频率衰减的原理分析 以及实验测量

陈宇¹ 陈寿元²

1. 北京师范大学天文系, 北京;

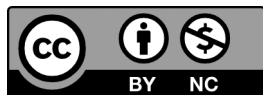
2. 山东师范大学信息科学与工程学院, 济南

摘要 | 该文分析声波在传播过程中, 其频率会自然衰减的原理, 然后介绍超精密测量的试验技术。本文依托专利申请: 201710454768.X, 该测量系统适用于传输媒质无漂移运动的条件, 包括: 幅值、传播频率及相位大小均预先设定的声源, 其设置于传输媒质无漂移运动区域的预设地理位置处; 采用超远程、超精度的声波传感器; 利用微小差值积分法提高频率变化分辨率; 采用三角函数和差化积原理改变频率微小衰减测量模式。成功测量到一千赫兹声波, 传播百米后, 衰减了 0.1 赫兹的测量结果。

关键词 | 声波测量; 频率衰减; 传感器

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 引言

目前自然科学理论认为波在传播过程中, 只有振幅衰减, 而频率保持不变^[1-38]。但是没有一本课本讲清楚“频率为什么不能衰减”? 本文作者进行大胆的理论

作者简介: 陈宇, 北京师范大学天文系博士研究生, 研究方向: 宇宙学、星系演化。

陈寿元, 山东师范大学教授, 硕士生导师, 研究方向: 电磁场理论, 现代通信, 物理学、宇宙学。

文章引用: 陈宇, 陈寿元. 声波频率衰减的原理分析以及实验测量 [J]. 测绘观察, 2021, 3 (2): 55-68.

<https://doi.org/10.35534/go.0302006>

假设“频率可以自然衰减”，然后寻找证据以及实验测量。十多年的坚持，这种假设逐步变为理论^[39-46]。

声波测距，用音速与距离的关系，或者声波脉冲返回的时间，换算出距离。测量精度低，距离近。声波的产生、传播、接收理论与技术经过几百年的发展，特别是信息时代，探测领域研究热点问题。目前人们对目标的识别，距离的测量，仅有声学或电磁波强度来间接度量的距离。由于声波有折射、散射、绕射、或多次折射、散射等因素，信号返回的路径不同，返回的时间有长短，造成测量误差，测量效果低下。如何测量声波自身波长变化仪器缺乏，因为目前理论尚无法理解波长随传播距离而变化。这种变化及其微弱，难以测量。目前尚缺乏测量技术。

声呐用于测量水域暗藏的潜艇。利用声波的发射、传播、反射、接收等过程，实现对目标的测量。声波的应用与研究逐步深入。但是声波频率是否随传播距离有微弱的衰减？陈寿元效应认为：声波频率随传播距离，会有微弱的衰减。但是大学物理、语音处理等课本，认为声波频率仅与波源有关，与传播媒质无关。另一种科研声音：光波红移——频率随传播距离增加而降低的天文观测结果。声波存在波的弥散现象。光纤通信中正、负啁啾现象，表明光波在光媒质中传播，频率会发生变化。超新星暴发的光波出现大红移量现象。陈寿元效应的猜想：1929年，哈勃测来到遥远星系发来的光，频率降低的哈勃定律（观测结果称为宇宙红移）。其解释为多普勒效应（1842奥地利物理学家多普勒发现）所致。推理出星系后退—宇宙膨胀—宇宙大爆炸等结论。

一个大胆推测：天文观测结果没法保证它一定是多普勒效应所致。也有可能是光波在遥远传播过程中，光强度降低，引起频率衰减。频率衰减是光波传播特性，还是所有波的传播共性？

作者分析^[39-46]：（1）首先要突破现有理论框架，现有物理课本、电学课本、声学课本、电磁波、光学课本、量子力学都认为波在传播过程中，频率不变。（2）突破现有试验框架，如果频率衰减，为什么多如牛毛的实验学家、物理学家没有测量到、没有发现？（3）从哲学层面到自然科学层面，是否满足自然规律。

声波随传播距离而衰减的现象如果存在，为什么科学家迄今没有发现？工

程上、实验上为什么没有测量到这种变化?

可能的解释:这种变化(声波频率衰减)非常微弱,目前测量技术精度、处理方法不能满足这种精度的要求,因此测量不到,或者理论分析没有认识到这种变化。

为了解决现有技术的不足,本文提供了声波频率衰减的原理分析,是能够准确测量出声波频率衰减,进而得到波长与距离的关系,根据相关法规,新技术方案申请专利^[47-52]。

2 声波频率衰减的原理分析

陈寿元效应的定义:机械波、电磁波在传播过程中,存在扩散、色散、损耗等现象,导致波能量密度随传播距离而衰减。因为振幅、频率都是波能量因子,传播过程的波能量衰减既可以导致波振幅衰减,也可以导致波频率衰减。波密度强,在传播过程,波能量损耗主要是振幅衰减为主,频率衰减非常微弱。波很弱时,频率衰减为主,振幅衰减为辅;当波进入死亡区,振幅、频率都快速衰减到零。波频率随传播距离而衰减的规律,简称为陈寿元效应。

由于波在传播过程中,自然存在波能量的扩散、色散、损耗,使得波能量损失,又导致波的振幅降低、频率衰减,引起波长增加,形成所谓的宇宙红移。

红移量,波长相对变化量 Z :

$$Z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{2\pi c}{\omega(0)} e^{\frac{k}{2}ax} = \lambda_0 e^{\frac{k}{2}ax} \quad (2)$$

其中, x —波的传播距离, α —损耗系数; λ_0 —入射端的波长; λ —波传播到 x 处的波长。 c —声速; $\omega(0)$ —入射端波的角速度; k —波损耗过程中,频率衰减的对波能量损耗的贡献因子。

下面针对陈寿元效应进行理论分析。

2.1 波能损耗用能位函数表示

波动从 A 处传送到 B 处,也要受到万有阻力的作用,损失振动能量。假定:1 个单位质量的质点,振动具有的振动能量,称为振动能量位函数,简称振动能

位函数。A 处振动能位函数用 Φ_A 表示，B 处振动能位函数用 Φ_B 表示，则有：

$$\Phi_B - \Phi_A = -E(B - A) \quad (3)$$

式(3)中： E —能场强度，克服万有阻力而做功。波动从 A 点传递到 B 点的必要条件： $\Phi_A > \Phi_B$ 。

A 点的能场强度 E_A ：

$$E_A = -\lim_{B \rightarrow A} \left(\frac{\Phi_B - \Phi_A}{B - A} \right) \quad (4)$$

2.1.1 波源的振动能位函数

能位函数： Q 能量荷(具有能量为 Q ，不占用空间，为理想的点)。在坐标系 r' ，在场点 r 产生能位函数：

$$\Phi(r) = \frac{Q}{4\epsilon\pi(r-r')} \quad (5)$$

式中： ϵ —媒质的介能常数， ϵ_0 —真空介能常数。

E —能场强度，可用能位函数的负梯度来表示：

$$E = -\nabla\Phi \quad (6)$$

2.1.2 质点的无阻尼自由振动

如果能荷 Q 由质点的无阻尼自有振动产生，沿 y 轴方向振动，符合余弦方式：

$$y = A \cos(\omega t + \theta) \quad (7)$$

式中： A —为振幅； ω —振动角速度。

质点振动的速度：

$$u = \frac{dy}{dt} = -A\omega \sin(\omega t + \theta) \quad (8)$$

质点振动的加速度：

$$\alpha = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \theta) \quad (9)$$

质点的振动能：

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \sin^2(\omega t + \theta) \quad (10)$$

单位质点的振动能称为振动能位函数：

$$\Phi_k = \frac{E_k}{m} = \frac{1}{2} \omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \theta) \quad (11)$$

式(10)和(11)表明质点的振动能 E_k 、振动能位函数与振动的频率平方

成正比。

2.1.3 交流发电机产生的功率

发电机一旦制作完成，它的转子尺寸，转子的面积 S 是固定值，发电机内部磁场的磁感应强度 B 基本上是固定值。即通过转子的最大磁通量就是一个固定值：

$$\Phi_M = BS \quad (12)$$

转子转动时，通过它的磁通量是按余弦变化：

$$\Phi(t) = \Phi_M \cos(\omega t + \theta) \quad (13)$$

根据法拉第电磁感应定律：感应电动势 ξ

$$\xi(t) = -\frac{d\Phi}{dt} = \Phi_M \omega \sin(\omega t + \theta) \quad (14)$$

式(14)表明感应电动势与发电机的转速平方成正比。

发电机提供的瞬时实功率：

$$P(t) = \frac{\xi^2}{R} = \Phi_M^2 \omega^2 (\sin(\omega t + \theta))^2 \quad (15)$$

式(15)发电机提供的功率与发电机的转速（频率）的平方成正比。

2.1.4 振荡电偶极子产生的电磁波能

振荡电偶极矩：

$$P = gL = gI \cos \omega t \quad (16)$$

在远处产生的电场、磁场：

$$E_\theta = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{P_0 \omega^2 \sin \theta}{c^2 r} \cos(\omega t - kr) \quad (17)$$

$$B_\phi = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{P_0 \omega^2 \sin \theta}{cr} \cos(\omega t - kr) \quad (18)$$

式(17)、(18)表明，振荡电偶极子在远处产生电场、磁场强度与振荡频率平方成正比。

能流密度：坡印廷矢量 S ：

$$S = E \times H = \frac{P_0^2 \omega^4 \sin^2 \theta}{16\pi^2 \epsilon_0 c^3 r^2} (\cos(\omega t - kr))^2 \quad (19)$$

式(19)表明电偶极子辐射电磁波能流密度与偶极子振荡频率四次方成正比。

2.2 波动的能位函数

波动是振动状态的传播，相位传播。振源的能量以波速向外传递。假定介

质中每个质量元彼此通过弹性力相联系，沿 Y 轴方向振动，沿 X 轴向传播。

波函数的一般表达式：

$$Y(x, t) = A(x) \cos(\omega(x)t - kx) \quad (20)$$

式(20)中： $A(x)$ 一波的振幅，通常随传播距离而衰减，是 X 的函数。 $\omega(x)$ 角速度，目前认为它不随传播距离变化，是不变量。但是前面的分析，振源能量与频率平方成正比。能量是要消耗，散开。能量在空间上的散开，表现占用更大面积或更大的体积空间，使波长变长。在时域上，能量散开意味着占用更多的时间段，使振动的周期有延长的趋势。

波函数中每个质点沿 Y 方向振动的速度：

$$v_y = \frac{\delta Y(x, t)}{\delta t} = -A(x) \omega(x) \sin(\omega t - kx) \quad (21)$$

波动函数的能位函数 $\varphi_y(x, t)$ ：

$$\varphi_y(x, t) = \frac{1}{2} v_y^2 = \frac{1}{2} A^2(x) \omega^2(x) (\sin(\omega t - kx))^2 \quad (22)$$

式(22)表明波动的能位函数与波动的频率平方成正比。

在一个波长范围内对 $\varphi_y(x, t)$ 取均值，因为 $A(x)$ ， $\omega(x)$ 在一个波长范围内变化很小，认为是暂稳态值。均值只是对 $\sin^2(\omega(x)t - kx)$ 进行，波动能位函数 $\varphi_y(x, t)$ 的均值为：

$$\varphi(x) = \frac{1}{4} A^2(x) \omega^2(x) \quad (23)$$

假定波函数在信道媒质内传播的功率与能位函数成正比。在一般的条件下，功率 P 随距离 x 变化，可用下式表示

$$\frac{dp}{dx} = -\alpha p \quad p(x) = p(0) e^{-\alpha x} \quad (24)$$

式中， α 是损耗系数， $p(0)$ 为信道入射端 $x=0$ 处，入射功率， $p(x)$ 为信道 X 处输出功率。

根据上面的假定，波函数在信道里传输，其能位函数受损耗的影响而衰减，设长度为 X 信道媒质，入射端 x_0 振动能位函数 $\varphi_y(x_0)$ ，根据式(24)式，输出端 x 振动能位函数 $\varphi_y(x)$

$$\frac{d\varphi}{dx} = -\alpha \varphi \quad \varphi(x) = \varphi(0) e^{-\alpha x} \quad (25)$$

把式(23)代入式(25)，得：

$$A^2(x) \omega^2(x) = A^2(0) \omega^2(0) e^{-\alpha x} \quad (26)$$

对式(26)两边开方,得:

$$A(x)\omega(x)=A(0)\omega(0)e^{-\frac{1}{2}\alpha x} \quad (27)$$

式对(27)进行讨论:

若信号传输过程中,频率不变,即: $\omega(x)=\omega(0)$

则有:

$$A(x)=A(0)e^{-\frac{1}{2}\alpha x} \quad (28)$$

波函数: $Y(x,t)=A(x)\cos(\omega(x)t-kx)$

的振幅 $A(x)$ 随距离 x 按式(28)衰减。

雷同于调幅广播。

若信号传输过程中,振幅保持不变,即 $A(x)=A(0)$

则有:

$$\omega(x)=\omega(0)e^{-\frac{1}{2}\alpha x} \quad (29)$$

波函数: $Y(x,t)=A(x)\cos(\omega(x)t-kx)$ 的频率 $\omega(x)$ 随距离 x 按式(29)衰减。

雷同于调频广播信号传输。频率降低,波长变长,形成信道红移。

$A(x)$, $\omega(x)$ 共同分担信号的衰减量:

$$A(x)=A(0)e^{-\frac{1}{4}\alpha x} \quad (30)$$

$$\omega(x)=\omega(0)e^{-\frac{1}{4}\alpha x} \quad (31)$$

$$A(x)<A(0)e^{-\frac{1}{2}\alpha x} \quad (32)$$

若信号振幅按式(32)快速衰减,信号的能量积累到频率上。则有 $\omega(x)>\omega(0)$

$$\omega(x)<\omega(0)e^{-\frac{1}{2}\alpha x} \quad (33)$$

若信号频率按式(33)快速衰减,信号的能量积累到振幅上。则有 $A(x)>A(0)$

更一般情况, $A(x)$ 、 $\omega(x)$ 衰减速率: 从 $e^{-\frac{1}{2}\alpha x}$ 到 $e^{-\frac{1}{4}\alpha x}$ 之间变化。

声波属于机械波,并且传播速度低,波源容易,传播过程容易测量。

3 试验测量新技术(申请国家发明专利,已受理)

声波频率衰减非常微弱,直接测量成功的可能性非常小。因此我们采用一系列技术,提高传感器的精度,误差积累、误差转换成李萨图相位角、或转化

为振幅调制模式。为成功测量打下坚实的基础，多项技术已申请国家发明专利，已经受理。正在实质审核过程中。

如利用振幅调制模式，发生源声波、接收端声波进行叠加转化成振幅调整模式。利用信号发射端产生低频电子信号作为源低频信号，一路传递给处理器的三角函数和差化积电路，另一路经放大后转换为声波，经声道传递给信号接收端的远程声波传感器。

利用处理器的三角函数和差化积电路，接收信号发射端发来的源低频信号和信号接收端获取的声波信号，两路声波电信号完成求和运算，输出声波频率随传播距离的衰减值。

三角函数和差化积电路功能：输入两路正弦波，输出乘积模式的电信号，完成调幅模式，振幅被调制，出现包络波。波的频率是两个输入频率的均值，振幅变化的包络波变化频率是两个输入波差值的一半，波形式与调幅广播的已调制波雷同。

声源频率 f_0 、传感器收到的声音频率 f_1 ，由于声道频率衰减非常微弱，所以 f_0 与 f_1 差值很小，并且都是正弦波，两个频率差值很小的正弦波叠加，根据三角函数和差化积的公式，该两个正弦波叠加，转化成乘积的方式来表达，频率差值变成调幅因子，由于频率差值很小，基准或波源频率称为被调制波。

根据正弦声波的函数，低频信号发生器产生的低频电子信号为 y_0 ，则：

$$y_0 = \cos(wt - kx) \quad (34)$$

远程声波传感器接收的声波电子信号为 y_1 ：

$$y_1 = \cos(wt - vt - kx) \quad (35)$$

$$y_0 + y_1 = \cos(wt - kx) + \cos(wt - vt - kx) \quad (36)$$

根据三角函数和差化积公式：

$$\cos a + \cos b = 2\cos\left(\frac{a+b}{2}\right)\cos\left(\frac{a-b}{2}\right) \quad (37)$$

得：

$$y_0 + y_1 = 2\cos\left(\frac{vt}{2}\right)\cos(wt - vt/2 - kx) \quad (38)$$

注释：由于频率衰减非常小， v 是很小的量，即频率衰减的角速度，最终显示出包络波的周期、波长和频率。

其中： w 表示发射端的发射角频率， k 表示传播常数， v 表示角频率减小值， v 与 w 相比非常小， t 表示传播时间， x 表示传播距离。

$\cos(vt/2)$ 认为是调幅信号，这里表达式 v ——声波信号由源处 y_0 ，传播到 X 处，衰减为 y_1 。频率衰减值是 v ，而 $\cos(wt-vt/2-kx)$ 相当于载波。则显示模块显示调幅波，包络波的周期就是振幅变化的周期，在调幅广播中，调幅的包络波就是语音信号，被发送的信号。本实施例利用调幅波原理实现对声波频率微弱衰减的超高精密测量，包络波的周期、频率就是声波衰减值的二分之一。

本实施例证明了可以利用调幅广播的机理实现对声波频率微弱衰减的测量，实现对声波频率积分其极微小变化的超高精度的测量，实现人类对声波的认知实现质的飞跃。

测量技术方案如图 1 所示。声波测量产品设计方案如图 2 所示，测量数据图表 1 所示。

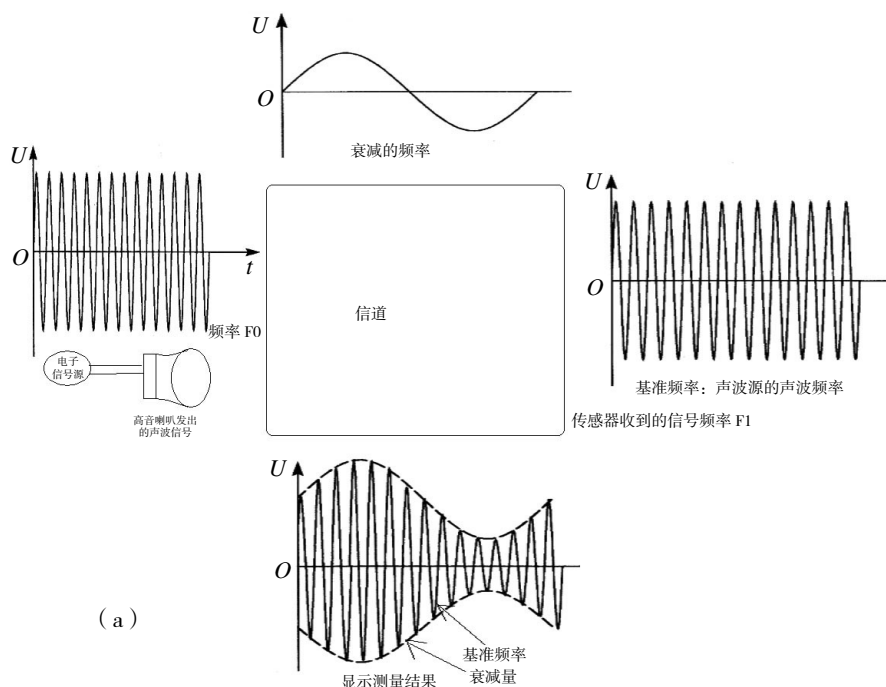


图 1 测量声波频率衰减的技术方案

Figure 1 Technical scheme for measuring sound wave frequency attenuation

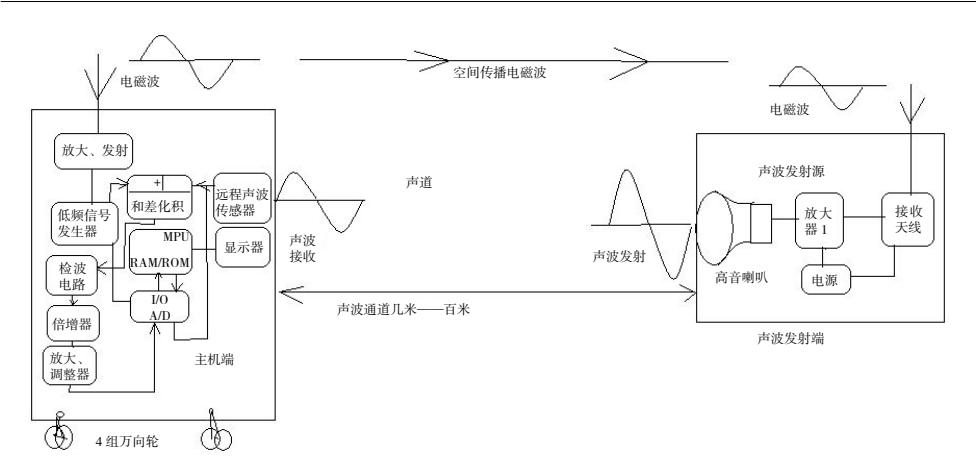


图 2 声波测量产品设计方案

Figure 2 Design scheme of acoustic measurement products

表 1 声波频率衰减试验测量数据

Table 1 Measurement data of acoustic wave frequency attenuation test

距离(米)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
衰减值	0.01	0.02	0.032	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1
说明图形	稳定	稳定	空间形状	稳定	稳定	稳定	较稳定	较稳定	不稳定	不稳定

4 结束语

本文核心技术已申请国家发明专利。本文既有理论创新，也有技术创新。理论创新被称为科学发现，技术创新被称为技术发明。既然是科学发现，能够正确理解得人很少，持否定态度的人很多，也是种正常现象。

参考文献

[1] 李宗伟, 肖兴华. 天体物理学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.

[2] [美] Paul G. Hewitt. Conceptual physics [M]. The compage company, 1989.

[3] 程守洙, 江之水编. 普通物理学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1961.

[4] [美] Bhag Guru an. Electromagnetic Field Theory Fundamentals (Second Edion) [M]. China Machine press, 2005.

[5] 刘增基等. 电磁场与电磁波 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社,

2002.

- [6] [美] Huseyyin R, Hiziroglu. Electromagnetic Field theory fundamentals [M] . China machine press, 2004.
- [7] Rappaport, T S. Wireless Communications Principles and Practice [M] . Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 1996.
- [8] 郭梯云, 邬国杨, 李建东. 移动通信 [M] . 西安: 西安电子科技大学出版社, 2001.
- [9] 赵洪波, 卜益民, 陈风娟. 现代通信技术概论 [M] . 北京: 北京邮电大学出版社, 2003.
- [10] 张传福, 彭灿, 胡熬, 等. CDMA 移动通信网络规划设计与优化 [M] . 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- [11] 孙宇彤等. CDMA 空中接口技术 [M] . 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- [12] Rhee, M Y. CDMA Cellular Mobile Communications and Network Security [M] . Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 2002.
- [13] Feher K. Wireless Digital Communication [M] . Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 1995.
- [14] [英] 牛顿. 自然哲学之数学原理 [M] . 王克迪, 译. 北京: 北京大学出版社: 2006.
- [15] [美] Seeds M A . Astronomy the solar system and beyond [M] . WADSWORTH PUBLISHING COMPANY, 1998.
- [16] [意大利] 伽利略. 关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话 [M] . 周熙良, 等译. 北京: 北京大学出版社: 2006.
- [17] [波兰] 哥白尼. 天体运行论 [M] . 叶式辉, 译. 北京: 北京大学出版社: 2006.
- [18] 李宗伟, 肖兴华. 天体物理学 [M] . 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [19] [英] W C Dampier. A History Science. 科学史及其哲学与宗教的关系 [M] . 李珩, 译. 桂林: 广西师范大学出版社, 2001.
- [20] 陈熙谋. 光学近代物理 [M] . 北京: 北京大学出版社, 2002.

- [21] 刘增基等. 光纤通信 [M] . 西安: 西安电子科技大学出版社, 2001.
- [22] 易搏藤等. 电磁学简明教程 [M] . 北京: 北京师范大学出版社, 2001.
- [23] 约翰·克劳斯. 天线 [M] . 章文勋, 译. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [24] Hasan Yuksel, Matthew D, Kistler, et al. Hopkins. Revealing the high red-shift star formation rate with gamma-ray bursts [J] . The Astrophysical Journal, 2008, 683 (1) : L5-L8.
- [25] F Y Wang, Z G Dai. High red-shift star formation rate up to $Z \sim 8$. 3 derived from gamma-ray bursts and influence of background cosmology [J] . Monthly Notices of Royal astronomical society, 2009.
- [25] Shlomo Dado and Arnon Dar . Long Gamma Ray Bursts Trace the star formation history. Astro-ph. co. 2 Dec 2013.
- [27] F. Y. Wang The high red-shift star formation rate derived from gamma-ray bursts origin and cosmic reionization [J] . Astronomy & Astrophysics 556, 2013 (A90) .
- [28] Andrew M. Hopkins and John F. Bencom. On the normalization of the cosmic star formation history [J] . The Astrophysical Journal, 2006.
- [29] V. V. Sokolov The gamma-ray bursts and core-collapse super novovaeglobal star forming rate peaks at large red-shifts.
- [30] S Perlmutter, et al. Astrophys [J] . 1999, 517 (565) .
- [31] [美] Michael A, seeds Astronomy. The solar system and beyond [M] . WADSWORTH PUBLISHING COMPANY. 1998.
- [32] 戴文赛. 太阳系演化学 [M] . 北京: 科学出版社, 1980.
- [33] 陆埏. 宇宙——物理学的最大研究对象 [M] . 长沙: 湖南教育出版社. 1994.
- [34] 王永久. 空间、时间和引力 [M] . 长沙: 湖南教育出版社, 1993.
- [35] 向守平. 天体物理概论 [M] . 北京: 中国科学技术大学出版社, 2008.
- [36] 陆埏. 现代天体物理 (上) [M] . 北京: 北京大学出版社, 2014.
- [37] 俞允强. 广义相对论引论 [M] . 北京: 北京大学出版社, 1997.

- [38] 邓乃平. 空间和时间的故事 [M]. 北京: 中国青年出版社, 1965.
- [39] 陈宇, 陈寿元. 信道天文学 (简介): 现代通信模式处理天文信号 [J]. 天文与天体物理, 2019, 4 (1): 25-34.
- [40] 陈寿元. 相对静止论 [J]. 山东大学学报 (工学版), 2002, 32 (4): 396-400.
- [41] 陈宇, 陈寿元. 基于现代通信模型的遥远星系光色变化研究 [J]. 山东师范大学学报 (自然科学版), 2019, 34 (1): 61-69.
- [42] 陈宇, 陈寿元. 天文信息处理模式研究 [J]. 天线学报, 2018, 7 (4): 25-34.
- [43] 陈寿元. 频率衰减: 哈勃红移——陈寿元效应 [J]. 科技信息, 2017 (11): 50.
- [44] 陈宇, 陈寿元. 信道天文学 [简介]: 通信模式处理天文信号 [J]. 天文与天体物理, 2019 (1).
- [45] 陈宇, 陈寿元. 基于陈寿元效应对宇宙大爆炸论的批判 [J]. 天文与天体物理, 2019, 7 (3): 40-52.
- [46] 陈宇, 陈寿元. 陈寿元效应与多普勒效应在天文学上的对决 [J]. 天文与天体物理, 2019, 7 (3), 53-64.
- [47] 全国人民代表大会. 中华人民共和国专利法 [M]. 国家知识产权局专利, 2010.
- [48] 全国人民代表大会. 中华人民共和国专利法实施细则 [M]. 国家知识产权局专利局, 2010.
- [49] 国家知识产权局专利局. 专利审查指南 [M]. 北京: 知识产权出版社, 2010.
- [50] 山东师范大学. 一种基于陈寿元效应的声波红移测量系统及方法 [P]. 复审决定书 (第 236070 号). 国家知识产权局专利局复审委员会.
- [51] 山东师范大学. 专利申请书: 201710454768. x [P], 中国.
- [52] 国家知识产权局专利局. 专利申请实质审查意见书 (专利申请书: 201710454768.). 北京.

Principle Analysis and Experimental Measurement of Sound Wave Frequency Attenuation

Chen Yu¹ Chen Shouyuan²

1. Department of Astronomy, Beijing Normal University, Beijing;

*2. School of Information Science and Engineering, Shandong Normal
University, Jinan*

Abstract: This paper analyzes the principle that the frequency of sound wave will decay naturally in the process of propagation, and then introduces the test technology of ultra-precision measurement. In this paper, based on the patent application: 201710454768.x, the measurement system is applicable to the conditions of the non-drift motion of the transmission media, including: the amplitude, transmission frequency and phase size of the sound source are preset, which is set in the preset geographical location of the non-drift motion region of the transmission media; Uses the ultra long distance, the ultra precision acoustic wave sensor; The small difference integral method is used to improve the resolution of frequency variation. The trigonometric function and the difference product principle are used to change the frequency micro-attenuation measurement mode. A 1000Hz sound wave was successfully measured, which attenuated the measured result by 0.1Hz after traveling for 100 meters.

Key words: Acoustic wave measurement; Frequency attenuation; Sensors