



科学家爷爷
谈科学

奇妙的声音世界

著名科学家谈声学

张仁和 主 编

关定华 张仁和 著



广西师范大学出版社



科学家爷爷谈科学



奇妙的声音世界

——著名科学家谈声学

关定华 张仁和 著

广西师范大学出版社

《科学家爷爷谈科学》丛书
编辑出版工作委员会

主任:何林夏

委员:肖启明 汤志林 陈仲芳 龙子仲 廖幸玲
沈明 姜革文 郑纳新 梁再农 覃丽梅
唐丹宁 宋铁莎 于诗藻 李敏俐 肖向阳
李苑青 林园 莫庆兰

科学家爷爷谈科学
奇妙的声音世界
——著名科学家谈声学
关定华 张仁和 著

责任编辑:唐丹宁

封面设计:陶雪华

责任校对:张维红

版式设计:林园

广西师范大学出版社出版发行

邮政编码:541001

(广西桂林市中华路36号)

广西民族印刷厂印刷

*

开本:880×1230 1/32

印张:4.25

字数:92千字

1999年1月第1版

1999年1月第1次印刷

印数:00 001—20 000册

ISBN 7-5633-2802-5/O·036

定价:9.00元



编者的话



科学是什么呢？

远古的时候，人们看到世界上有许多稀奇古怪的事物，弄不懂它们是怎么回事，就用想象来解释它们的存在。比如说，看见风在吹，就想：风不会无缘无故吹来，一定有个什么东西在风的后面吹气或扇扇子。这个在风后面的东西，古人就管他叫风神。

后来，随着人类生产实践的发展，人们发现了很多事物的规律，比如，风是因为空气中冷暖气压不同造成气体流动而形成的。这种通过实践而掌握的对事物的客观认识，就是一种科学认识。科学与神话的区别正在于客观性和主观性的区别上。科学观念是一种对待未知世界和已知世界的客观的态度，认为世界万物都是有联系的，因此可以在实践当中发现它的客观规律。这种规律，被记录传播下来，就是科学知识；对这些知识的实际运用，就是科学技术。



科学知识可以增进和强化人们的科学观念;同样,科学观念又促使人们发现更多的科学知识。所以,我们在学科学的时候,一方面要学习科学知识,另一方面更要树立科学观念。

基于上述认识,我们组织了这套科学家爷爷谈科学丛书。作者们绝大多数都是中国科学院的院士,是名副其实的科学家。他们长期从事科学研究,具有最进步的科学思想,掌握着最新、最丰富的科学知识,并对树立和普及中华民族的科学世界观有着崇高的责任感,这就注定了这套丛书的特色:

首先是丛书所介绍的科学知识的严谨性、尖端性和权威性。作者们长期工作在世界科学研究的前沿,对科学的发展有着精深的理解和高远的前瞻。他们所介绍的科学知识,也是最新、最好的。

其次是丛书作者不只是单纯地介绍科学知识,而且字里行间都贯穿着客观认识世界的科学智慧和科学观念。读者从中不仅可以获得科学的世界观,而且还可以获得科学的人生观,以及科学认识的方法。

最后,这套丛书涉及领域很广,从自然科学到技术科学到哲学社会科学,无不涉及。丛书首批28个分册,每分册谈及一个分支学科或研究领域,以图文并茂的形式、生动活泼的语言,介绍本学科或研究领域的起源、发展、研究内容、代表人物、分支流派、社会作用及发展趋势等基本内容。大科学家的大手笔的驾驭,使这些丰富深奥的内容得以简洁、通俗地表现。

可以确认,这是国内少见的、最具科学品位的一套科普读物。我们也相信,它的作用和影响,一定会被带到下一个世纪。

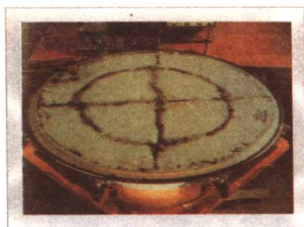
1998年8月



目 录



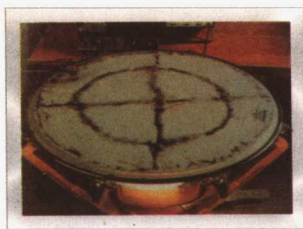
- 2 一、什么是声
- 2 从水面上的波浪说起
- 3 弹性波
- 5 声强和声压
- 5 我们周围的声音是怎样产生的
- 6 振动
- 11 运动物体发出的声音
- 14 二、声是怎样传播的
- 14 为什么距离愈远声音愈小



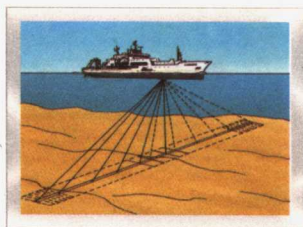
- 14 夜半钟声到客船
- 16 怎样才能挡住声音
- 18 声波不能在真空中传播
- 19 **三、声学是怎样发展起来的**
- 19 灿烂的中国古代声学
- 20 三分损益法和十二平均律
- 21 从伽利略到瑞利——声学成为近代科学
- 22 现代声学的发展——声学领域的爆炸
- 24 **四、吵死人了**
- 24 噪声是从哪里来的
- 26 噪声有多大
- 27 噪声对人的影响



五、怎样使噪声小一点	29
用法律的手段限制噪声	29
让机器不那么吵	30
隔离噪声	31
用声消声	34
六、创造优美的声学环境	36
空谷回声	36
怎样使厅堂音质更好	37
七、奇异的声学现象	42
回音壁和三音石	42
莺莺塔之谜	43
八、良好的电声系统	45



- 45 爱迪生的留声机
- 46 磁带录音机
- 47 激光唱盘
- 48 立体声和环绕立体声
- 50 **九、乐器是怎样响的**
- 50 管乐器是怎样吹响的
- 51 打击乐器
- 52 为什么做不出斯脱拉梯瓦里小提琴
- 54 电子乐器
- 56 **十、人是怎样听到声音的**
- 56 耳为听之官
- 58 诺贝尔奖金获得者——冯·贝克西



人耳听声的能力

59

十一、话不说不明——语言是人类交往的最主要的手段

62

人是怎样说话的

62

“芝麻开门”

64

机器讲话

66

机器翻译

68

机器秘书

69

十二、奇异的次声

72

什么是次声

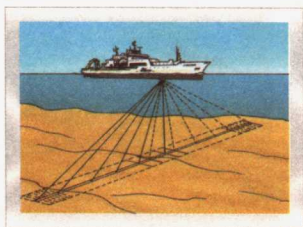
72

次声为什么能传播那么远

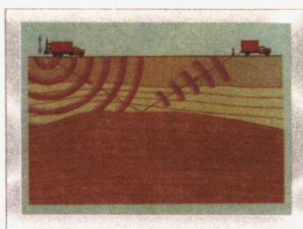
72

用次声观测核爆炸和恶劣天气

74



- 76 **十三、海洋中的声音**
- 76 海水对声波非常“透明”
- 78 海洋中的声通道——水下声道
- 79 用声音来测量海洋的“体温”
- 83 **十四、水下战争的耳目**
- 83 声纳是怎样探测到潜艇的
- 85 鱼雷是怎样攻击舰艇的
- 87 声控水雷和反水雷战
- 88 飞机怎样搜索潜艇
- 90 **十五、水下观测的多面手**
- 90 怎样绘制海图
- 93 鱼群和水中泥沙的探测



怎样知道海流的情况

94

给海洋做透视

96

十六、看透地层

98

海底石油开发的先锋——怎样探测海底石油

98

怎样保证海上建筑物的施工

99

地下考古的助手

100

探测地球的内部结构

101

十七、观察入微的超声

104

居里兄弟发现发声的宝石

104

家喻户晓的B超

106

非破坏性检测

106

超声用来测量

108



110 声表面波和现代电子技术

112 十八、声改变物质

112 神奇的“空化”气泡

113 多才多艺的超声

116 超声医疗

118 十九、动物和声音

118 动物听得见声音吗

119 动物是怎样发声的

122 蝙蝠怎样捉虫子

123 海豚是怎样捕鱼的

● 什么是声

● 声是怎样传播的

● 声学是怎样发展起来的

● 吵死人了

● 怎样使噪声小一点

● 创造优美的声学环境





一、什么是声

说起声，大家都觉得非常熟悉。每天听到的广播，人的讲话，鸡鸣犬吠，汽车轰鸣，不都是声音吗？但有没有想过，声音的物理本质是什么？我们听到的这些多种多样的声音，它们共同的地方在哪里？答案是清楚的，就是他们都是声波，都是弹性波或叫机械波。声波是怎么回事呢？让我们先从水面上的波浪谈起吧。

从水面上的波浪说起

水波大概是人们最常见的波了。我们把石子投入水中，就可以看到在石子入水处周围发生一圈圈高低相间的圆圈，逐渐向周围扩展，愈远圆圈就愈大，整个水面呈现波纹形状。凸出的地方叫波峰，凹下的地方叫波谷。如果在水面放一块小小的木片，观察它的运动，就可以看出，波动水面上的每一个质点，实际上都在围绕自己原来所在的位置在垂直面内做上下运动，并不向外漂浮，而波却向四周传播开来。（图1）风吹过麦田时，麦子也会起伏运动，形成波浪的形状，人们管它叫麦浪。我们都知道，虽然麦浪不断向前运动，麦穗是不会向前运动的，它们只是摆来摆去，把振动传给邻近的麦子。

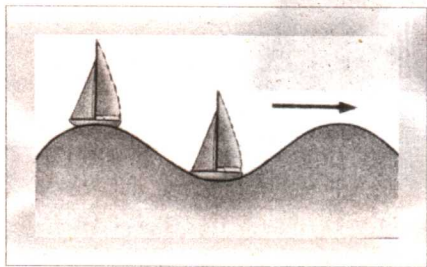


图1 波浪上的物体

实际上所有波的运动都有类似的情况,媒质只是不断地在原来的位置周围变化,并把能量传给相邻的媒质,但变化和能量却愈传愈远。

弹性波

空气和其他气体、液体、固体一样都具有弹性,也就是具有施加压力时会收缩,施加张力时会膨胀,压力和张力去掉以后会恢复原状的性质。人们在生活中都会感到空气、橡皮等是有弹性的,你用力压一个皮球,它就会变扁,你一放手它又变成圆的了。经过科学测量可以知道,各种气体、液体、固体都有一定的弹性。大家都知道,这些物体都有质量,也都有惯性。如果对物体施加一定外力使物体发生运动,那么,当外力停止以后,物体还会继续运动,这就是惯性的作用。在弹性媒质中,不管是在气体、液体还是固体中,有一个球突然膨胀,它就会推动周围的媒质,使之向外运动。但媒质是有惯性的,受推之后不会立即向外运动,于是靠近球的一层媒质就被压缩成密层。这层媒质由于有弹性,又会再膨胀起来,使相邻的外层媒质压缩,这层媒质又会再膨胀,使更外一层媒质压缩……这样,在媒质中就会出现弹性波,密层和疏层相间,一层一层地传向远方,这就是声波。声音在空气中的传播速度是330米/秒,在水中的传播速度是1500米/秒,在钢块中传播速度是5000米/秒。

物体每秒振动的次数叫频率,单位是赫。这是为纪念证明电磁波存在的德国科学家赫兹而起的名字。古人说“耳听之而成声”,这说得不全。人耳可以听到的最低频率是20赫,20赫以下的声波



人耳是听不到的，人们把它叫次声波。20千赫(2万赫)以上的声波人耳也听不到，人们管它叫超声波。目前我们知道最低的次声频率为0.0001赫，最高的超声频率为 10^{13} 赫，接近晶格振动的频率。所以我们都说知道声，许多人知道的只不过是人耳能听到的20赫到20 000赫的在空气中传播的声波，从频率上没有包括0.0001赫到20赫和20 000赫到 10^{13} 赫的声波，而且只包括在空气中传播的声波，没有包括在其他气体、液体和固体中传播的声波。我们在本书后面就会看到，在某种意义上说这些听不见的声波的重要性比在空气中人能听得见的声音还要重要。

声波还有一个重要的参数，那就是波长。水面波浪的两个波峰或两个波谷之间的距离就是水面波浪的波长。而在声波中，两个相

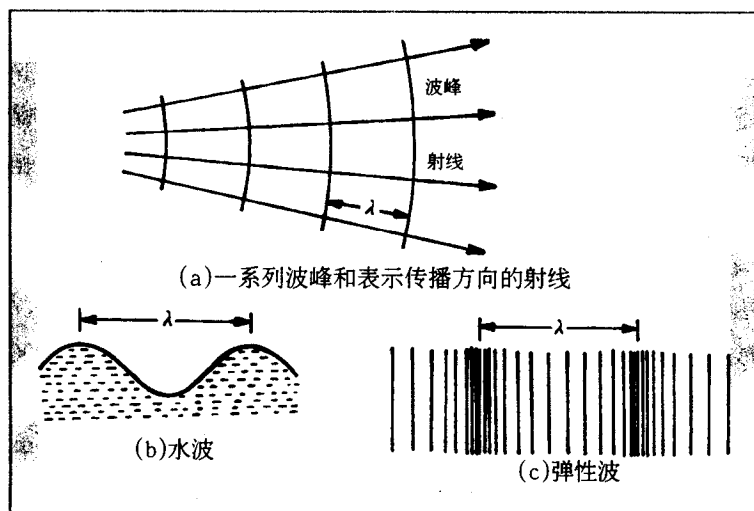


图2 弹性波和水波