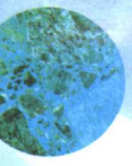
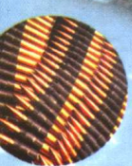




科普图书角



奇妙的 声音世界

長春出版社



责任编辑 孙慧平
封面设计 王爱宗



ISBN 7-80604-666-6



9 787806 046661 >

ISBN 7-80604-666-6

Z·36 (全套定价 228 元) 定价: 7.60 元

科普图书角

奇妙的声音世界

于今昌 于 洋
于 雷 洪兵兵 编著

长 春 出 版 社

(吉)新登字 10 号

书 名	科普图书角——奇妙的声音世界
作 者	于今昌等 编著
责任编辑	孙慧平
封面设计	王爱宗
版式设计	郝 莉
督 印	郝 莉
出 版	长春出版社(长春市建设街 43 号)
发 行	新华书店天津发行所
印 刷	吉新月历公司印刷分公司
开 本	787×1092 1/32
印 张	6.625
字 数	128 000
印 数	1—7 000 册
版 次	1998 年 5 月第 1 版
印 次	1998 年 5 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 7—80604—666—6/Z·36
定 价	7.60 元(全套 228.00 元)

(如遇有质量问题请与印刷厂联系调换)

朝气蓬勃的近代声学

说起声音，人们都很熟悉。因为每天从早到晚，我们会听到说话声、汽车声、音乐声、机器的轰轰响声以及风声雨声，等等。但是，声学是什么？它的原理是什么？能够做出确切回答的人就不多了。

声学是一门很古老的学科。回顾自然科学发展的历史，就可以知道，声学是人们最早研究的学科之一。比如音乐，它比文字产生得还早。距今 3400 年以前的商代，我国就已有系统的乐律概念，直到今天，我国的博物馆里还保存着商朝的石磬、西周的编钟和汉代的律管。那时候，人们不但研究了乐器的制造，还进行了基础研究，了解了音乐的规律。我国人民在战国以前，就总结出来的三分损益法，是声学上的巨大成就。这规律说：把管（也就是笛和箫）的长度截去三分之一，或者加上三分之一，听起来要比原来的声音和谐些。这就把客观现象和主观感觉联系了起来，成为人们研究心理声学的开始。人们还根据这个规律定出了乐器上几个音的关系，这就是乐律，现在叫做自然律，两千年来一直在应用。由此我们可以看出声学的历史悠久，源远流长。

随着社会的发展和科学的进步，声学这门古老的学科除了原有的一些研究领域以外，还开拓了属于科学前沿的许多新的领域，像研究人的大脑活动等生命现象，研究物质的微观结构，研究整个地球以及天体的声音现象等等。

那么，什么是声学呢？声学是研究物质中机械波产生、传播和接收的科学。机械波可以是在媒质中传播的纵波、横波，也可以是在媒质交界面上传播的表面波，或其他形式如扭转波，或者几种波的复合波。这里所说的声波，其范围比我们平常所说的声音包括的范围要广，除了人的耳朵能听到的“可听声”以外，还有频率很高的超声波、特超声波和频率很低的次声波。

声学和其它学科一样，也要借助于仪器来研究。远古以来直到19世纪末，人们研究声学的最好的仪器还是人的耳朵，这是因为人的耳朵非常灵敏，能听到的最弱的声音，几乎相当于空气中分子运动所产生的声音。而能听到的最强的声音，比最弱的要强10 000亿倍。人的耳朵能听到的频率范围也很广，从20赫到20 000赫，都能听到。但是，尽管人的耳朵巧妙无比，它的听力范围总是有限的。20世纪以来，由于电子管、晶体管的出现和发展，可以利用这些技术产生和接收任何频率、任何大小的声波。除了声频外，还可以产生和接收次声波（ 10^{-4} 赫~20赫）、超声波（ 2×10^4 赫~ 5×10^8 赫）和特超声波（ 5×10^8 赫~ 1×10^{12} 赫）。

现在声学进入了向整个地球和其它天体的研究方面发展的阶段。我们知道，在第一次世界大战期间，由于德国

采取无限制的潜艇政策，曾使英国、美国海上航行受到极大威胁。当时法国的进步声学家郎之万为了反潜防潜，研究水下高频率声波的反射，把声学研究的频率范围扩展到了超声，并且创立了超声学和水声学。经过第二次世界大战，水声学有了很大的发展。在水下，光波、电磁波等都传播不远，只有声波可以传得很远。声纳就是人们利用超声波在海里“看东西”的很有效的水声设备。声纳的原理和雷达相同，只是用声波代替电磁波罢了。人们称声纳为水下“侦察员”，它可以在海水下侦察潜艇、冰山、水雷、鱼群和暗礁。利用声纳还可以测量海水的深度。例如，太平洋马利安纳岛附近的海槽是世界上海水最深的地方，深达 10 860 米，水压力超过大气压的 1000 倍，而目前人类只能利用声纳的方法测量那里的情况。

声音不只在水下能传播很远的距离，在大气里，在地下，都可以传播很远，但用的不是超声而是次声，即 20 赫以下的声波。例如，1883 年印度尼西亚的克拉克脱火山爆发的次声在地球周围转了几圈。次声传播的时候，能量损失很小，这是它的特点。现在，已经可以收到几千公里以外的核爆炸或者导弹起飞的次声信号，收到几百公里外的台风、海啸和其它气象变化的次声信号。近年来发现地下的声波比地震学中研究的范围要大很多，有更高的频率，也有更低的频率，所以采用现代声学方法研究地震是很有前途的。例如，1961 年的智利大地震引起的地球震动，最低频率是每小时振动一次。用声波分析的方法，还可以增加人们对固体地球的构造的认识。地震学、地声学及大气声

学的方法还可以用到月球和其它行星、卫星的研究中。

目前随着声学发展，已经深入物质结构的研究。声波是机械波，它可以进入物质，因此可以用它研究和改变物质的几何形状和性质。超声探伤就是一个例子，材料里的任何伤痕、缺陷都可以利用它对声波的反射探测出来，从精密零件，到1~2米粗的钢轴或者几十米的混凝土桥梁，都可以应用超声探伤。此外，还可以用超声测量材料的密度、弹性、温度、流速和内耗等等。例如，测量原子反应堆的温度，油管内油的种类和流速，以及上层大气温度等等。用超声照射植物种子，可以提早发芽，这对我国无霜期短的北方，实际意义很大。

最近十几年来，人们利用声波诊断各种疾病。如，可以用超声成像技术得到心脏的轮廓图，这就有可能进行心脏形态学的研究。近年的实验还表明，利用超声回声技术，可诊断肺栓塞和其他肺部病变。超声显示技术还可应用于诊断其他疾病，如乳腺癌和甲状腺瘤、肾脏和膀胱病变等。

比超声波频率更高的声波，叫特超声，或微波超声。这种特超声的波长和分子的大小差不多，因此可以用来研究分子和原子的特性。用特超声还可以研究声和电子、原子、光子等等的相互作用，研究接近绝对零度时的超导体、超液体等等。所以我们说，声学正在逐渐深入到微观世界。

现在，可听声的研究已经深入展开了，进入到对生命现象的研究。噪声公害是现代生活中的大事，影响工作和休息，危害健康，研究噪声的产生并进行有效的控制，可以改进生活和工作的环境，提高生活质量和生产水平。

从以上的介绍中我们可以看出，声音及声学与我们的生活息息相关，声音每天与我们朝夕相伴，我们熟悉声音，了解声音，也要驾驭声音。本书通过精选的一百多个古今中外的声学问题，对声音这个大家庭的几个主要成员一一做了介绍：它们是怎样产生的，个头（频率）多高，品格脾气如何；特别是着重介绍了它们在各个领域所担当的重要角色，所起的不可低估的作用。当然，也对它们当中的个别成员——噪声，所干的一些坏事进行了披露和抨击，并告诉人们怎样防范它，改造它，让它也为人类做些好事。与此同时，对一些耐人寻味的声学现象，也作了深入浅出的解释，以帮助读者走近声学，了解它，驾驭它，使它为人类造福。

目 录

◇
奇妙的
声音
世界
◇

声音	(1)
声音可以量吗	(4)
声音的品格脾性	(6)
耳朵是怎样听到声音的	(8)
回音壁·三音石·圜丘	(10)
神秘的回音长廊	(14)
会“唱歌”的沙丘	(16)
偷听对牧师的忏悔	(18)
声学家为和尚除妖	(20)
火车的汽笛声为什么会变	(22)
轮胎的歌声	(25)
深海“声道”	(27)
来历不明的声音	(29)
爆炸时的静区	(31)
喊泉之谜	(33)
水下歌声	(35)
鱼声与渔业生产	(37)
人体哪些器官能发出声音	(39)
肌肉之声	(42)

◇
奇
妙
的
声
音
世
界
◇

飞在声音前面	(44)
电子乐器	(48)
彩色音乐	(50)
多彩的音乐建筑	(52)
神奇的音乐电疗法	(54)
音乐治疗与艺术医学	(56)
婴儿爱听妈妈的心音	(59)
音乐与体育运动	(61)
音乐与太极拳	(63)
音乐是启迪创造思维的钥匙	(65)
征服无声世界	(68)
聋人都能戴助听器吗	(70)
怎样佩戴助听器	(72)
人工耳蜗	(75)
能让“哑巴”讲话吗	(78)
从“对牛弹琴”说起	(80)
音乐与生产	(82)
声音与农作物	(84)
音乐在栽培和酿造上的奇妙 作用	(86)
水下侦察兵	(88)
水下“千里眼”	(91)
有生命的声纳	(93)
蝙蝠的声纳	(95)
利用海洋传声监测全球温度	(98)

◇
奇
妙
的
声
音
世
界
◇

开发海洋的助手	(100)
让声纳技术为人类作出更大 贡献	(102)
外科手术的助手——B超	(105)
超声波与胆结石	(108)
超声波清洗	(110)
多种功能的超声波	(112)
用超声波诱捕老鼠	(114)
海蜇与次声波	(116)
长跑健将次声波	(119)
杀人不见血的武器	(121)
多能的次声波	(123)
不容忽视的家电噪声	(125)
家庭噪音影响儿童健康	(127)
噪声与交通	(129)
噪声与睡眠	(131)
“交响”噪声也污染环境	(133)
噪声与“儿童音响玩具病”	(135)
噪声对大脑的影响	(137)
声音与儿童的智力发育	(139)
噪声与发育	(142)
噪声与视力	(144)
噪声与高血压	(146)
信息科学的天敌——噪声	(148)
汽车噪音何日消	(151)

◇
奇
妙
的
声
音
世
界
◇

征服噪声	(153)
监视噪声的哨兵	(155)
如身临其境的立体声广播	(156)
怎样接收好调频立体声广播	(158)
用牙齿收听广播	(160)
建筑用的声热材料	(163)
敲击探伤	(165)
声波唤雨	(167)
崭露头角的声控技术	(169)
声音的“指纹”	(171)
鉴别声纹	(173)
凭声音捉拿罪犯	(175)
无损检验的新花——声发射 技术	(177)
声音在军事上的应用	(179)
从“余音绕梁”到“响彻 天宇”	(181)
储存声音的工具——唱片	(183)
最初的留声机	(185)
光学录音机和磁性录音机	(188)
电影里各种声音是怎样 还原的	(190)
数码唱片	(192)
激光唱机	(195)

声 音

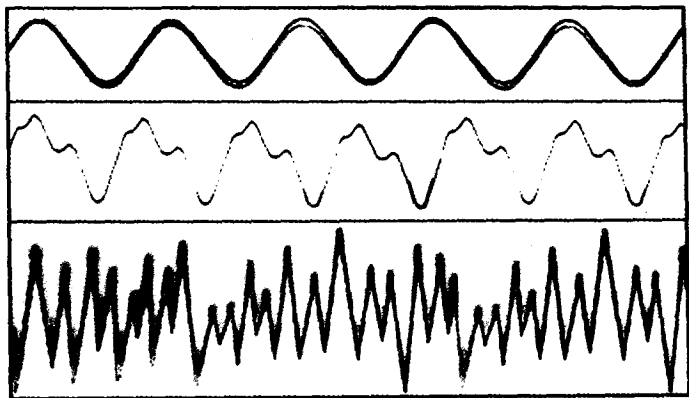
声音，大自然少不了它；声音，我们的生活也离不开它。

声音是怎样产生的呢？声音是物体振动产生的。振动是物体在一个中心位置附近的往复运动。描述振动有许多物理量，如频率、振幅等等。频率是物体单位时间内完全振动的次数，其单位是赫兹，简称为“赫”。振幅是振动物体离开中心位置的最大距离，其单位是厘米。振动的传播进程叫做波。发声物体（声源）振动，以声波的形式通过空气介质传入人的耳朵，被我们听到的就是声音。声波的频率为 20~20 000 赫兹。

声音有三大特性：音调、音强和音色。

音调是指声音振动频率的快慢。频率快则音调高，频率慢则音调低。小提琴演奏的乐曲高亢激奋，而大提琴演奏的乐曲却低沉优雅，这是由于它们的音调不同。一般来说，大的、长的、粗的和松软的物体，振动慢、音调低；小的、短的、细的和紧绷的物体，振动快、音调高。

音强是声音传播的能量大小，它是声音强弱的客观指标。用力敲鼓，声音就响亮，用手摸鼓面就会觉得振动得很厉害；反之轻轻敲鼓，声音就微弱，再用手摸鼓面就会



各种乐器的音品

觉得振动很浮浅。由此可见，声音的强弱与发声物体振动的大小有一定的关系。

音色，是声音的品色。胡琴的声音，笛子的声音，琵琶的声音，铜锣的声音，我们都能一一分辨。这是为什么呢？这是因为不同的乐器发出的声音都有不同的特色，声音具有不同特色的这种性质叫做音色。我们能分辨不同人的声音也是因为他们有不同的音色。

单一频率的声波叫纯音。许多不同频率的声波组成的声音叫复音。一个发声物体，比如琴弦，振动常是复杂的，其整体振动产生的声音叫做基音，其全长的 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $1/4$ ……分段振动产生的声音叫泛音，所有泛音与基音叠加在一起就成了复音。泛音的多少不同，音质也不一样，泛音越多，听起来越悦耳动听。

一个物体发生振动，它必然会影响到另一个物体。如

果后者与前者的振动频率相同或接近时，后者会同时振动起来，并使前者的振动得以加强，这种现象叫共振。声音的共振叫共鸣。

声音可以量吗

人，自呱呱坠地，便生活在这个喧闹的世界上，从此各种声响不绝于耳。摇篮曲的催眠声，收音机里悦耳的音乐声，爽朗的欢笑声，愉快的交谈声，溪水淙淙，泉水叮咚似鸣琴，狂风的呼啸声，惊涛的拍岸声，飞机掠过长空时扰人的噪声……绝对没有声音的世界，是不可想象的。但是，这些声音和它们的强弱，是怎么计量的呢？

声音是物体的机械振动产生的。当物体振动时，周围空气发生一系列的稠密与稀疏的变化，这种变化不断向外扩展，从而产生了声波。声波在一秒钟内起伏的次数，叫频率，人们就是通过频率来计量声音的。频率的单位叫赫兹。

频率在 20~20 000 赫兹范围的，可以引起人耳朵的声音感觉，叫做可闻声。频率超过 20 000 赫兹的叫超声，低于 20 赫兹的叫次声。

不同频率的可闻声，对于人耳引起音调不同的感觉。音乐的音调一般在 40~5000 赫兹之间。女高音只能发出 1170 赫兹的基音，钢琴的最高音键是 1224 赫兹，双簧管能发出的音调最高，达 18 000 赫兹。一般语言的频率是在 300~5000 赫兹之间。