

物理
(三)

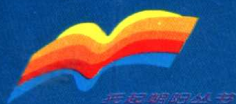
中学生探索学习丛书

波动韵律

主编 孙广荣
张尧培

TAN SUO XUE XI

江苏科学技术出版社





物理(三)

波动韵律

TAN SUO XUE XI

中学生探索学习丛书

主编 孙广荣 张尧培

江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理.3,波动韵律/孙广荣等主编. - 南京:江苏科学技术出版社,2000.8

(中学生探索学习丛书)

ISBN 7-5345-3203-5

I. 物... II. 徐... III. 物理学-青少年读物

IV. 04-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 46575 号

中学生探索学习丛书·物理(三)

波动韵律

主 编 孙广荣 张尧培

责任编辑 高楚明

出版发行 江苏科学技术出版社
(南京市湖南路 47 号,邮编:210009)

经 销 江 苏 省 新 华 书 店
照 排 南京展望照排印刷有限公司
印 刷 泰 州 人 民 印 刷 厂

开 本 850×1168 毫米 1/32
印 张 5.625
字 数 140 000
版 次 2000 年 9 月第 1 版
印 次 2000 年 9 月第 1 次印刷
印 数 1—6 000 册

标准书号 ISBN 7-5345-3203-5/O·139

定 价 8.00 元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

写在前面

“路曼曼其修远兮，吾将上下而求索”，几千年前，我们的先人就发出了如此体现人之生命价值的慨叹。综观人类历史的发展，每一个足迹，都是以探索为前提的。正是因为人有了探索之精神和勇气，人的生命才不同于一般的生命，人才成为万物之灵。探索，使我们在有形的世界里，领略到了无限的风光。

如今的时代，是以人的素质发展为主题的时代，对人的探索精神提出了前所未有的要求。由传统因袭下来的“模式化”教育，已不能适应信息时代对人成长的需要。提高国民的素质，成为当务之急。素质的一个综合性的体现就是科学素养，即探索事物的心理品质。科学可以塑造人类思维和感觉的模式，并使他们的行为受到微妙的影响，而“微妙的影响”就是科学探索的精神。这种精神，应当从人的幼时开始培养。青少年更应当有意识地在探索学习中，塑造创新的个性，投入创新的世界，参与创新的竞争。

《中学生探索学习丛书》抖落“应试”的尘土，带着丝丝沁人心脾的清新，向中学生走来！

本套丛书立足课内知识,用心在课外探索,以中学各年级已开设的主要课程为线索,适应教育部关于中学各学科新教学大纲的思路,以“四新”(新材料、新观点、新视野、新发现)、百家争鸣、热门话题为基本架构,反映各学科研究领域多元化的、辩证的、前沿的观点、思想和方法等,为研究性学习提供了丰富的背景材料,从而引导学生进行知识创新、思想创新、方法创新。

博学资深的院士,才思敏捷的年轻博士,为中学生奉献了他们的学识、才华和智慧,也正因为他们的强强联手,还给本套丛书增加了知识含量和欣赏品味。

拥有《中学生探索学习丛书》,你一定会鼓起探索的勇气,进入课本之外的大千世界、未知天地!

我们期待着!

江苏科学技术出版社

江苏人民出版社

2000年9月

前 言

今天,科学技术已与你的生活、学习和工作息息相关,无论是家用电器、交通、通信、教学和办公设施,还是日常的衣、食、住等方面,总之,我们所看到的、听到的、触摸到的东西几乎都有高技术的产品。很难想象,一旦失去这些东西,我们的生活将会变得怎样。此时,我们不由得会想到给予我们如此恩惠的古往今来的那些献身于科学事业的人们,正是他们敢于探索、勇于创新的精神,科学技术才能不断进步、发展,才会有今天如此辉煌的成就。

人类文明史告诉我们,社会发展与科学技术的进步密不可分。近代科技史上发生的三次技术革命,即18世纪中叶以蒸汽机为代表的机器大工业代替传统的手工工场;19世纪70年代以电力、化工、自动化等为代表的产业代替机械化产业;20世纪40年代以原子能、计算机、新材料等一系列新兴产业代替传统产业。这三次技术革命都使生产力得到了飞速发展。我们不难看出,物理学在这三次技术革命中起了十分重要的作用。可以预料,物理学及物理学与其他学科相互渗透的交叉学科,将会在今后的技术革命中发挥更加重要的作用。因此,物理学各领域的研究现状及发展方向,物理学家在干些什么,受到人们的关注。为此,物理分册撷取了物理学各领域中具有前沿性的一部分新理论、新技术、新观点以飨读者,同时介绍物理学家在研究

中的探索过程,使读者不仅学到物理学理论知识,还能学习科学研究方法。

物理分册在编写过程中得到了王业宁和张淑仪两位中科院院士及南京大学原教务长欧阳容百教授的积极支持、关怀和指导,并亲自撰文。在组织和编写过程中,南京大学物理系主任张世远教授、电子科学与工程系主任高敦堂教授和原系主任孙广荣教授、东南大学物理系主任黄洪斌教授、南京师范大学物理系主任童培庆教授和袁启荣副教授等给予了有力支持。江苏省物理学会副理事长陈坤基教授,秘书长王永新副教授、副秘书长张尧培副教授,常务理事、学会静电专业委员会主任吴宗汉教授和常务理事、学会科普工作委员会主任杨松龄教授等积极参与本书各项工作。在此,我谨向他们表示衷心的感谢。

徐龙道

2000年9月

目 录

“轻声耳语”和“悠悠鹿鸣”	1
语音处理技术	6
大海中声传播的奥秘	13
水下目标的识别	17
迎接 21 世纪的海洋开发	22
次声及次声之谜 *	29
微型超声世界	39
声波可以使水中空气泡发光	50
蓬勃发展的超声诊断技术	63
超声抗早孕在我国的成功探索	75
高强聚焦超声“切除”肿瘤显神通	81
声化学——一门新学科的崛起	88
噪声对人的危害及其防治	94
“千里眼”和“顺风耳”的神奇使者——无线电波	102
超导技术和快速单磁通量子器件	108
电视——平面显示图像更美	112
通信世界——“上帝”还能创造什么奇迹	124
玻璃丝铺成的宽阔“路面”	129
光通信传输方式的发展与未来	139
丰富多彩的多媒体通信	142

资讯安全和混沌数字语音保密通信	151
雷达技术及其发展	157
电子对抗与电子反对抗	161
微波及其应用	164
微波与金刚石	168
微波物理治疗机理	170
手机电磁辐射对用户有害吗	172

“轻声耳语”和“悠悠鹿鸣”

你喜欢音乐吗？你拥有“高保真”音乐重放设备吗？

如果你有机会到世界上最著名的音乐厅——奥地利维也纳音乐厅、美国波士顿音乐厅或荷兰阿姆斯特丹音乐厅欣赏到著名乐队的演奏，这种实地现场的感受如果与同样曲目的 CD 唱片在环绕立体声音乐重放系统播放的音质相比较，即使是当今最高档的还音设备，也远不能达到音乐现场演奏的优美效果。

人们在音乐厅中欣赏乐队演奏时，人的“双耳聆听”具有立体感，即一方面感受到乐队中各种乐器在不同方位发出既独特又和谐的音乐，另一方面乐队发出的声音还通过音乐厅各个界面的来回反射，在座位上形成音乐的空间感、环绕感，才有“余音绕梁，三日不绝”的美妙境界。

自从 1877 年爱迪生发明留声机以来，录音和放音的技术设备不断改进。20 世纪中期开始出现多声道录音和立体声放音的设备。随着科技进步，特别是数字音频技术的发展，音乐重放系统的指标完全达到了国际电工委员会提出的关于“高保真 (Hi-Fi) 放声系统的最低要求”的技术指标。到 90 年代出现“5.1 环绕立体声系统”，声音的质量和立体声的感受达到了前所未有的高度。但为什么达不到音乐厅中的效果呢？究其原因，一是扬声器，二是听音的环境效果。

现在的环绕立体声系统，具有前后左右不同方位来的声音

的空间感觉,使你处于音乐包围之中,以期收到在音乐厅的效果,或者根据音乐场景所需的声方位感的效果。

立体声效果的技术原理如图1所示的听觉实验(在江苏省科学宫可以做此实验,有条件的家用还音设备也可做这样的实验):在听音人M的左前方和右前方有两只音箱A和B,当同时给A、B以相同强度的信号时,所听到的“声象”位置既不在A,也不在B,而是在A与B的中间O的位置。

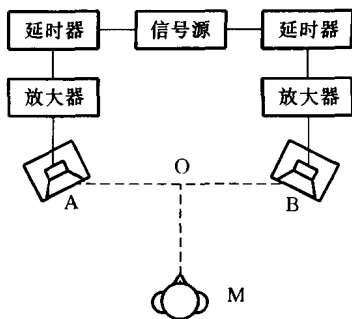


图1

如果A的声音比B的声音强,则声象位置从O处偏向A处;如果让给B的信号通过延时器使它比给A的信号延迟几个毫秒,则声象位置也感觉偏向A处。如果给A与B的信号分别有不同的时间差和强度(音量)差,就可使声象处于前方从左到右的不同方位,给人以立体声的感觉。这便是双声道立体声的技术原理。

双声道立体声放声系统对听音人来说在他前方展示出一个面的方位感,人处于与两音箱组成正三角形的顶点位置(或稍后一些)有最佳的听音效果。随后发展了多声道立体声系统,近年来最新发展的是称之为“5.1 环绕立体声系统”:一种是20世纪90年代初被美国定为高清晰度电视的音频标准(以及数字视盘机及视盘DVD的音频标准)的“AC-3 杜比数字环绕声系统”(Dolby digital surround sound system, AC是音频编码 audio coding的缩写);另一种称为DTS(digital theater system,即数字化影院系统)的多声道处理系统。所谓“5.1 系统”是指左(L)、中(C)、右

(R)、左环绕(LS)、右环绕(RS)五个声道,再加上前面一个超低音(SUB)声道(频率低于100赫的专用音箱),也称“5+1系统”,参看图2。在虚线内为听音良好位置,可以获得身临音乐厅空间之中的美好感觉。

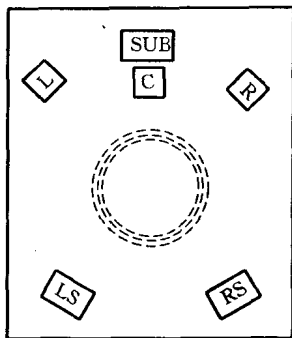


图2

有了好的音乐重放设备,还需在听音的房间作适当的声学处理。你可能有这样的经验:在浴室里放声歌唱,似乎感觉声音变得“浑厚”

了。这是因为浴室中吸声量极少,声音就发“混”(用声学术语描述是“混响时间”太长)。在空的房间内拍一下手,可能会听到在两平行墙面之间有“啪、啪……”好多次来回反射的声音,声学术语称之为“颤动回声”。所以在一个未经装饰、家具很少的房间里听音乐,可能会产生这些不良的声学现象,虽然空间内充满了声音,但却不是应有的环绕立体声,而是混杂一片。

专业听音室的要求高,要经过建筑声学方面的设计。既要按计算布置各种吸声材料和结构,使从低频到高频的混响时间都控制在合适的范围,还要对吸声面、反射面、散射面作合理安排,使中心区座位上获得最好的听音效果。此外,还需噪声控制设计,使外界的噪声和振动,包括通风系统的噪声,不干扰室内的听音效果。因为吸声材料的物理性能和几何尺寸对吸声的频率特性有关,材料内部有微孔并且相连通,才能使声波的振动能量转化为摩擦热量被损耗。材料越厚,吸声的频率越低。但不能任意增大厚度,所以低频吸声技术目前主要依靠各种“共振吸声”的方法,如薄板吸声、薄膜吸声、帘幕与墙面(窗户)一定距离

时的共振吸声以及用得较多的穿孔共振吸声结构。突破已有吸声理论,研究宽频带高效吸声结构,这是声学装修工程和噪声控制工程非常需要的研究课题。

为什么很好的高保真重放设备,你仍然一听就知道“这是喇叭里出来的”?这主要是将电信号转变为声信号的电声换能器——扬声器,还不能完全“保真”地还原音乐信号。单只扬声器(箱),它的频率范围不够宽,不同频率的辐射方向特性也有不同,音量大了也还可听到失真。用高、低频甚至高、中、低频组合扬声器,可以使频率范围展宽,但不同频率的辐射特点不同,频率分割点附近的功率匹配、位相匹配也不易做好。总之,大半个世纪以来,扬声器的材料、工艺、设计做了很多改进,但根本原理没有变化。要使重放音质有进一步的飞跃,需要在电声换能器的机理上有大的改革,这是新世纪的一个迫切需要解决的研究课题。

目前立体声技术都基于双耳聆听的方位感的基理。不同方向来的声音,两耳接收时在强度上或位相上有差别,所以能判别方位。因为两耳在人头的左右两侧,所以对水平方位声音的分辨率高,大约在 3° 左右;对垂直方位声音的分辨率低,大约在 $10^\circ \sim 15^\circ$ 以上才能辨别。通过图1所示的听觉实验,从两扬声器到达某个听音点的强度差和时间差(即位相差)产生声象位置变化的原理,获得了制作立体声重放的技术。但人的听觉还有辨别声音远近的功能。声音的响和轻并不代表声音的远和近。同样是很小的声音,轻声耳语,知道声源就在耳边;悠悠鹿鸣,大概在远处的树林中。但人耳能辨别声音远近的机理尚不清楚,也即还没有找到物理参量来解释人耳远近感的判别依据。所以现在的立体声,即使是环绕立体声,也只是左、右、前、后方位的立体声,还没有声音的远近深度变化的感觉,这是

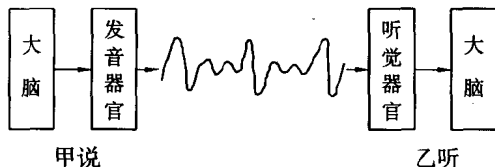
要从人的听觉机理的基本研究开始的使立体声技术更上一层楼的研究内容。

(孙广荣)

语音处理技术

什么是语音处理

语言是人类最重要的交际工具。语言有两种基本形式,即口头语言和书面语言。人们用口头语言进行交流的过程如下图所示。设有甲、乙两人,甲说乙听,首先是甲在大脑中形成语言,并由大脑控制发音器官产生语音。语音离开甲的口以后,作为一种声波在空气中向听话人乙传递过去。语音传到乙的听觉器官耳之后,为乙所接受。听觉器官分解并传递语音信息至大脑,由大脑正确地感知语言的内涵。



人类的发音器官由声带、咽腔、鼻腔和口腔等组成。模仿人类发音器官的功能,研究人工产生语音的方法,是语音合成技术。研究在空气中传播语音的物理性质,如语音的频谱分布等,是属于声学语音学范围。模仿人类听觉系统的功能,从接收到的语音信号,辨认出语音所承载的语言信息,即口头语言的内容和意义,是语音识别技术。在计算机技术飞速发展的情况下,人

们加紧研究语音合成技术和语音识别技术。希望能为计算机配备合成语音输出终端和具有语音识别功能的输入终端。这样人们便可以应用自然的口头语言而不是现在使用的键盘,来控制计算机并与计算机进行对话。为此语音合成技术和语音识别技术的研究,从 20 世纪 60 年代以来一直是一个热门的研究课题。

通常在语音从发音端人的口到接受端人的耳之间的传递空间是开放的,在这空间除所传递的语音之外,还会存在着其他的声音同时在传播,因此接受端的耳,既接收到语音信号,同时也接受到其他声音。这些声音在听觉系统对语音的正确感知造成干扰。尤其在干扰声很强的情况下,对语言的感知会引起困难。这些干扰声音被称为噪声。在某些工厂如纺织厂的车间内,在战斗机的座舱内,在舰艇的机舱内等等,都存在着强的干扰噪声。有没有什么处理方法可以在耳端接受到的混有强噪声的语音信号中,把噪声抑制下去,或是把语音提取出来呢?研究在含噪语音中抑制噪声的方法称为语音增强技术。语音增强技术在国防上和工业上都是极被重视的研究课题。20 世纪 70 年代以来,由于数字技术的发展,也研究出一些语音增强的具体方法,在一定的条件下,得到一定的效果。然而语音是一种随机信号,而噪声往往也是随机的,要把两个混在一起的随机信号分离开,在理论上至今还没有很好地解决,在技术上当然更难实现。因此语音增强技术是当前语音处理技术中一个亟待研究和攻克的最难的课题。

人的语音具有很强的个人特征,因此可以通过语音辨别出说话人是谁。这种通过语音辨认说话人的识别被称为话者识别,它在公安和保卫部门有着重要的应用。由于语音的个人特征随时间、情绪、健康状况等变化而变化,这给话者识别技术带来很大的困难。话者识别也是语音处理技术中一个至今尚未很

好解决的难题。

语音合成技术

早在 19 世纪,人们就开始研究语音合成方法。当时应用管子长度的变化模仿人的发音过程中口腔、鼻腔的共鸣作用,研制出能发几个元音的机械语音合成器。在 20 世纪 30 年代初,采用模拟电子技术研制出琴键式电子语音合成器。这些合成器都只能供表演用而不具有实用价值。直到 60 年代,应用数字技术的语音处理方法得到发展以后,合成语音才成为可能。最早成功地应用语音合成技术的是保密语音通讯中的声码器。80 年代以来,语音合成技术走向实际应用,大致有以下几类:第一类是词汇量不多而且是固定词的语音合成器,要求合成语音的音质清晰易懂,如公交汽车上的语音报站,117 语音报时等。第二类是在保密通信中应用的声码器,它要求高的保密通信和低的传输码率和一定要求的语音质量。第三类是在文语转换系统中的应用,它是将文字材料直接转换成清晰自然的口头语言。用在计算机的信息查询系统,辅助教学系统中,可以用自然语音输出说明文本,可以用口语方式回答问题等。还可以通过它让盲人阅读普通人阅读的书刊和报纸。这种文语转换的语音合成技术是语音合成所追求的目标。

从语音合成的技术上讲,上述第一类应用中的语音合成技术较为简单,属于波形存储方法,已经成熟,只要将需要合成的词组或句子应用已有生产的语音合成芯片(在一般电子技术杂志上可以查到)处理后,转换成数字量并存储起来,在存储器中建立一个所需词汇的语音库。在发音时,从这语音库中取出对应词句的数据,再通过语音合成芯片恢复成语音输出。第二类