

S HAONIAN
BAIKE CONGSHU

动手动脑学物理 声学

郭 治 方丹群



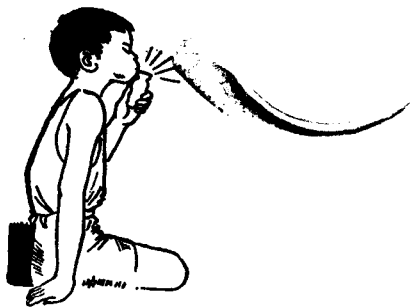
动手动脑学物理

(声 学)

郭 治 方丹群

封面摄影：汪 滨

插 图：春 子



中国少年儿童出版社

动手动脑学物理——声学

郭 治 方丹群

*

中国少年儿童出版社出版

中国青年出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092 1/32 3.25 印张 46 千字

1984年10月北京第1版 1984年10月北京第1次印刷

印数1—80,000册 定价0.30元

内 容 简 介

本书是《动手动脑学物理》的声学部分，适合初中同学阅读。它介绍了七十六个简单易行的实验，少年读者用身边的东西就能做。书中还结合这些有趣的实验，介绍了声学的基础知识和现代声学的一些成就，可以使少年读者开阔眼界，丰富知识，培养动手动脑的能力，为学习物理学打下良好基础。

目 次

开头的話	1
一 形形色色的声源	2
锣鼓发声的秘密	2
敲瓷碗的启示	3
锯条琴	5
自行车弹琴	8
纸盒六弦琴	10
暖水瓶唱歌	12
石头乐器	14
口琴和笛子	16
水的奇言妙语	18
危险的信号	21
肌肉的秘密报告	23
二 千变万化的声波	25
葛利克的实验	25
自制的“示波器”	26
“龙宫”之音	29

固体传声的特点.....	31
“土电报”的奥秘.....	34
“闪光雷”的妙用.....	37
一敲三响.....	38
“应声阿哥”.....	41
神奇的“千里眼”.....	44
聚音伞.....	47
建筑和声音.....	49
三 妙趣横生的共鸣	51
橡皮筋的“脾气”.....	51
断桥之谜.....	53
同情摆.....	56
奇宝.....	58
古老的实验室.....	61
“缸”琴.....	63
金奖小提琴.....	65
助音箱.....	67
自制音箱.....	70
四 丰富多彩的声音	73
声音的美和丑.....	73
音乐的构成.....	75
重唱的奥妙.....	77
音乐的魅力.....	78
语音里的声学.....	81

令人讨厌的噪声.....	84
凶恶的软刀子.....	87
把噪声“吃”掉.....	89
罩住噪声.....	90
以声消声.....	92
治本的妙方.....	93

开头的 话

当你随着琴声学唱歌的时候，当你坐在收音机前听广播的时候，你想过没有，有一位好朋友正在帮助你呢！这位好朋友就是声音，是优美的声音。

在我们的生活中，谁也离不开声音。老师用优美的语言给大家讲课，音乐家演奏出动人的乐曲陶冶人们的性格。当我们排着整齐的队伍行军的时候，军乐声能给我们增添勇气和力量。

但是，噪声却是人类的大敌，它会使人烦躁不安，甚至影响人的健康。

什么是声音呢？

怎么传到耳朵里的呢？

为什么交响乐使人心情愉快，嘈杂声令人烦恼呢？

在这本书里，我们就一起来研究这些有趣的问题。我们将一边做些有趣的小实验，一边来研究其中的道理，再结合这些道理讲一些故事，介绍一下这些原理的用途。

让我们动手动脑学好声学吧！

一 形形色色的声源

风声、雨声、雷声、流水声向我们描绘着大自然的千变万化；机器的轰鸣声、车辆的奔驰声，歌声、笑声、音乐声告诉我们社会主义祖国在前进。

那么，声音是怎么产生的呢？

锣鼓发声的秘密

拿一个锣来，把它敲响，再用手去摸锣面，就会感觉到锣在振动。用力按住锣，锣不振动了，锣声也消失了。

拿一个鼓来，在鼓皮上放些砂子，鼓被敲响时你会发现，那砂粒由于鼓面的振动跳起来了。

原来，锣鼓发声的秘密就在于振动，锣鼓振动了，就发出了声音。振动发声的那个物体就叫声源。

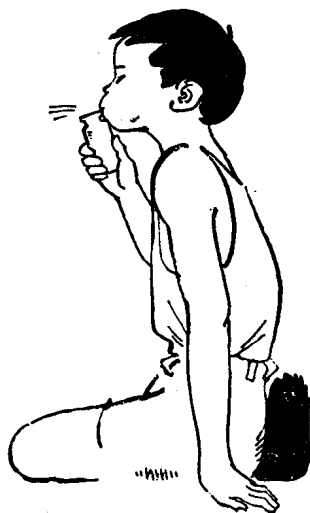
听！那滴嗒声是钟摆振动产生的，那叩门声是门扇振动产生的，敲击各种固体，几乎都会发出声音。

向盛着半盆水的脸盆里倒水，听！水发出了哗哗的响声。

找一个空玻璃瓶，
把它放在嘴边，对着瓶
口用力吹气。听！玻璃
瓶发出了声音。用笔帽
也可以做这个实验。

振动的液体能发声，振
动的气体也能发声。流水哗
哗，北风呼啸，就是水和空气
振动时发出来的声音。

这些实验说明，振动着
的固体、液体、气体都是声
源。



敲瓷碗的启示

你能查出瓷碗有没有裂纹吗？这并不难。敲一下瓷碗，就能听出它的好坏：好瓷碗能发出清脆响亮的声音，坏瓷碗却只能发出浑浊声。声音传出了瓷碗内部的信息，使我们找出了看不见的裂纹。这说明，我们可以根据听到的声音来判断声源的情况。不信，你再试一试。

找三个同样的瓷碗，先用筷子敲一敲，它们的响声是差不多的。往一个碗里装上水，另一个碗里装上面粉或砂土，再敲一敲，听！它们发出的声音完全不同了。

前面讲过，物体振动会发出声音。被敲的物体发出什么



样的声音,这和振动物体本身的情况有关。敲锣是锣音,打鼓是鼓声,再使劲敲锣也敲不出鼓声来,因为锣鼓的构造不同。

完整的瓷器和有损伤的瓷器被敲击后振动情况不同,完好的瓷器各部分能一起振动,有了裂纹,各部分就振不到一起了,这样它们发出的声音就不同了。碗中装有空气、水和固体,也是由于内部情况不同,才发出了不同的声音。

摸清了这个规律,我们就能用敲击听声的办法探测物体内部的情况了。劳动人民在这方面积累了丰富的经验。

工人检查机器的时候,常常用锤子敲敲要检查的部位,凭声音来判断机器有没有损伤,连接处有没有松脱,这就是简单的敲击探伤法。

有经验的人挑西瓜的时候,常常拿起西瓜,用手指弹几下或用手拍一拍,根据声音来判断瓜的生熟——生西瓜敲起来声音清脆,这是因为瓜瓤里的组织紧密造成的;熟西瓜敲起来声音发闷,因为里边的组织已经软化了,变松了;烂西瓜里边是一包水,它的声音是“噗噗”的,自然是与众不同了。

医生在诊断人体内的一些疾病的时候,也应用这种办法。常见的叩诊办法是把左手放在病人的胸、背部,用右手指叩击

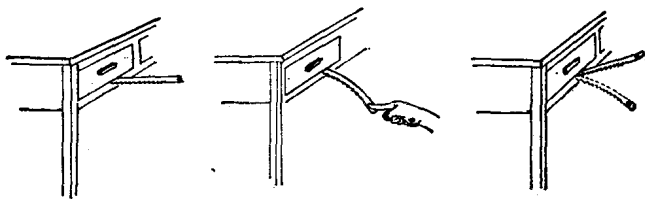
左手中指，仔细听那响声，就能诊断一些疾病。因为人体的肌肉、肝、心和含有气体的肺、装有水和食物的胃肠，被叩击后会发出不同的声音。生病以后，不该含气的部位含了气，不该存水的地方有了水，或者该含气的组织里少了气……这就会使叩诊音发生变化，根据变化听出病变的信息，弄清病情。

撞击探测法在工业生产和现代技术上都有广泛的应用。例如，用现代地震探测技术可以探听地球内部的情况；用现代声撞击探测技术可以探知工件内部的详细情况。

锯 条 琴

各种声音有什么不同呢？首先是声音的强弱不同，这叫声强。

找一根废钢锯条，把它夹紧在抽屉缝里，伸出来的部分要长一些。用手指拨动锯条，让锯条弯得厉害些，一松手，听！发出了较强的声响。如果你只是轻轻地拨动一下，锯条来回振动得不很大，声音就小多了。



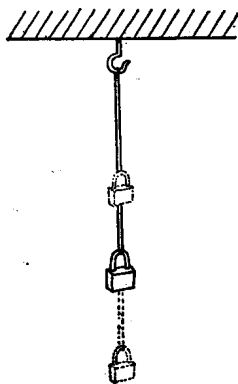
仔细观察一下那根锯条的运动情况。当你没有拨动锯条时，锯条的位置叫平衡位置（如上页图中的左图所示），当你拨动锯条，例如把锯条先向下弯，弯到一定的位置，然后拿开手锯条就开始返回平衡位置，过了平衡位置继续向上弯，一直到某一位置，锯条又返回平衡位置，到了平衡位置，就完成了一次振动。再做一个实验，可以看得更清楚：

用皮筋拴一把小锁，把皮筋的另一端挂在支架上，把小锁向下一拉，看！小锁头就一上一下地振动起来了。你能看出锁头怎样完成一次振动吗？

在物理学里，把振动物体离开平衡位置的最大距离叫做振幅。用力拨动它，它的振幅就大；轻轻拨动它，它的振幅就小。你能从图中量出锯条和小锁的振幅吗？

锯条琴的实验告诉我们，声强和声源的振幅有关系，声源振幅越大，声音越强；声源振幅越小，声音越弱。

声音的强弱用声级表示，它的单



位叫分贝。小电钟的声级是40分贝，普通谈话的声级是70分贝，气锤噪声是120分贝，喷气式飞机噪声是160分贝，巨大的火箭噪声是195分贝。

在空气中，人类刚刚可以听到的最弱的声音是零分贝，它的能量很小，这种声音造成的压力变化只有蚊子落到人手上时所感受的压力变化的千分之一。目前还没有任何仪器能达到人

耳这样高的灵敏度。人听得见的这种最弱的声音极限,在声学中就叫“听阈”[阈,yù,范围的意思]。

当人站在飞机发动机旁或者凿岩机旁,隆隆的噪声会使入耳产生疼痛的感觉,这种声音的能量很大,在声学中叫做“痛阈”。这时的声级大约是 120 分贝,它的压强变化是零分贝时的一百万倍呢!

各种声源的声级

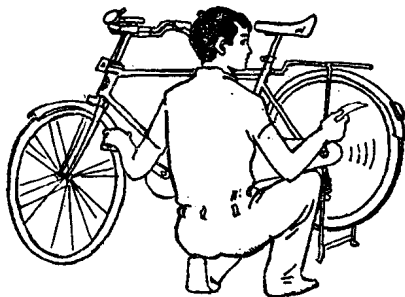
声级(分贝)	声 源 (距测点 1-1.5 米)
10-20	静夜。
20-30	轻声耳语,很安静的房间。
40-60	普通室内谈话声。
60-70	普通谈话声,较安静的街道。
80	城市街道,收音机,公共汽车内。
90	重型汽车,泵房,很吵的街道。
100-110	织布机,电锯。
110-120	柴油发动机,球磨机。
120-130	高射机枪,风铲。
130-140	大炮,喷气式飞机。
160以上	火箭,导弹,飞船。

自行车弹琴

声音不但有强弱，而且有高低。声音的高低程度叫做音调。不同的音调是怎样产生的呢？让我们先做个小实验。

找一张旧年历卡片(或者有弹性的硬纸板)，一辆自行车。把自行车支起来，一只手转动自行车的脚踏板，另一只手拿着硬纸片，让纸片的一头伸到自行车后轮的辐条中。先慢慢转，这时可以听到纸片的“轧轧”声；再加快转速，纸片发出的声调就会变高；当转速达到一定程度时，纸片就会尖叫起来了。

很明显，纸片音调的变化，是和纸片每秒钟振动的次数有关系，车轮旋转比较慢的时候，同一时间内纸片跟车条的接触次数比较少，也就是说，每秒钟纸片振动的次数比较少。反过来，车轮转得快时，纸片每秒钟振动的次数就多了。



振动着的物体在 1 秒钟里完成全振动的次数叫做频率。频率的单位叫赫兹(简称赫),也叫周/秒(读做“周每秒”)。大钢琴最低音的频率是 27 赫兹,最高音的频率是 4000 赫兹,它包含了这么广的频率范围,当然能演奏丰富多彩的乐曲了。

人讲话的音调也有高低。成年男子的声带长而厚,基本振动频率低,只有 100-300 赫兹;女子的声带短而薄,基本振动频率比较高,一般是 160-400 赫兹,所以女子说话的音调都比男子高一些。儿童的声带比较短薄,童音音调比较高。少年的声带正在发育,都有一段“变音”的时期,在这个时期应注意保护声带。

勤劳的蜜蜂用 440 赫兹的频率飞出去采蜜,当它们满载而归的时候,翅膀振动的频率降到 330 赫兹,有经验的养蜂员听到蜜蜂的“歌声”,就能知道它们是否采到了蜜。

人对于高音和低音的听觉有一定的限度,频率过高和频率过低的振动都不能引起听觉。大多数人能听到的声音频率范围在 20-20000 赫兹之间。频率低于 20 赫兹的叫次声,频率高于 20000 赫兹的叫超声。

有的动物能听到或发出超声,狗能听见 38000 赫的超声,蝙蝠能发出和听到 25000 -70000 赫的超声。蝙蝠就是利用超声波来“看”东西的。

有的动物则能听到次声。老鼠就能听到 16 赫以下的次声,当海洋里发生大风暴和海啸的时候,次声登陆了,人听不到,老鼠却听到了,它们预感到了危险,就会成群结队地逃跑。

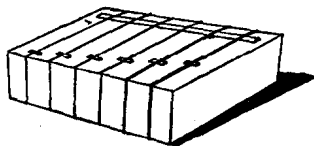
超声和次声在工农业和军事上有着广泛的用途。

纸盒六弦琴

扬琴上有许多琴弦，打击不同的琴弦便能奏出变化多端的乐曲来，它的音调是怎样变化的呢？让我们做个纸盒六弦琴，研究一下琴弦的秘密。

找一个结实的小纸盒子，再找六根皮筋，把皮筋一根根地套在小纸盒上，让它们相互间保持相等的距离。裁一张硬纸，折成一根长的三棱柱，放在六根皮筋下边，把皮筋支起来。再做六个小三棱柱当“码子”，依次卡到六根弦下，使六根弦长短不一。用手指弹一弹，你会听到六根弦发出不同的音调。适当移动“码子”，可以弹出几个标准音，把“码子”粘牢，就能弹出优美的乐曲了。如果盒子过大，也可以把橡皮筋剪断，用图钉或穿孔打结的办法固定到纸盒的两侧。

仔细观察一下你的六弦琴，你会看出，这六根弦振动部分的长短不同，而且紧张程度也很不同。音调高的，皮筋的振动部分又紧又短；音调低的，皮筋就比较长而且松。可见，皮筋振动的频率和它的长度、松紧程度有关系。



琴弦长度和音调的关系早就引起了人们的注意。我国战国时代就有“大弦小声，小弦大声”的记