

兴趣 爱好 启智 动手
铺垫未来的作为

音乐科学实验

MUSIC SCIENCE EXPERIMENTS

[美] 史蒂芬·M. 托马舍克 著 迟文成 译



上海科学技术文献出版社

科学图书馆

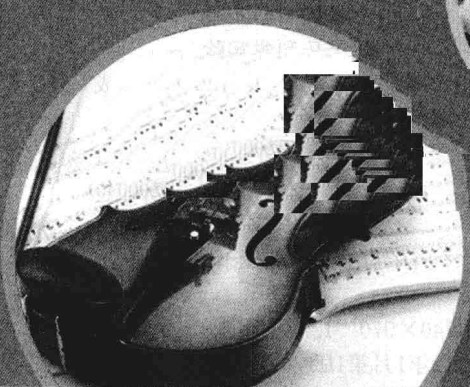
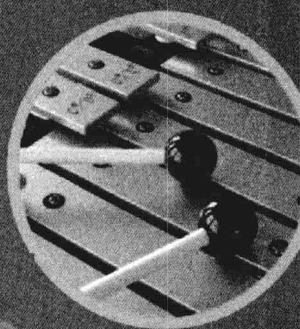
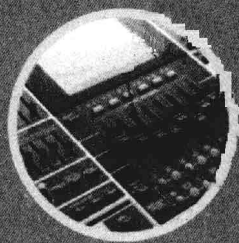
校园科学实验

兴趣 爱好 启智 动手
铺垫未来的作为

音乐科学实验

MUSIC SCIENCE EXPERIMENTS

[美] 史蒂芬·M. 托马舍克 著 迟文成 译



上海科学技术文献出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

校园科学实验. 音乐科学实验/(美)史蒂芬·M.托马舍克
著;迟文成译. —上海:上海科学技术文献出版社,
2012. 1

ISBN 978-7-5439-5088-7

I. ①校… II. ①史… ②迟… III. ①音乐—青年读物
②音乐—少年读物 IV. ①Z228. 2②J6-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第234962号

Experimenting with Everyday Science: Music

Copyright © 2010 by Infobase Publishing

Copyright in the Chinese language translation (Simplified character rights only) ©
2012 Shanghai Scientific & Technological Literature Publishing House

All Rights Reserved
版权所有, 翻印必究

图字: 09-2011-413

责任编辑: 陶 然
美术编辑: 徐 利

校园科学实验
音乐科学实验

[美]史蒂芬·M.托马舍克 著 迟文成 译

*

上海科学技术文献出版社出版发行
(上海市长乐路746号 邮政编码200040)

全国新华书店经销
江苏昆山市亭林彩印厂印刷

*

开本740×970 1/16 印张9 字数151 000

2012年1月第1版 2012年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5439-5088-7

定价: 18.00元

<http://www.sstlp.com>

序 言

当你听到“科学”这个词时,最先想到的是什么?是否和大多数人一样,想到陈列着各种各样玻璃器皿和许多精密仪器的实验室?想到总是身着白大褂,整日埋头于各种实验,满脸严肃的科学研究人员?虽然在许多地方这种对科学家的传统看法仍然是正确的,但是实验室却不是唯一存在科学的地方。在某个建筑工地、篮球场甚至是一场你喜爱的乐队的演奏会上,都可以发现科学。实际上,科学无处不在。我们在厨房里做饭时要用到科学;画画时要用到科学;建筑师设计建筑物时要用到科学;甚至解释为什么你最喜欢的棒球选手可以打一个本垒打也要用到科学。

在“中学生科学实验”系列丛中,我们将通过实验验证日常生活中涉及的科学。这本书不是仅仅讨论科学原理,而是让你通过实际操作真正地看到科学。每册书围绕一个主题设计大约 25 项实验。实验所用的材料大多能在家中或学校附近找到。我们希望当你完成这些实验时,能对身边的世界是如何运转的问题有更好的了解。也许阅读本书并不能使你成为一流的运动员或数一数二的主厨,但是我们希望这些实验能够激发你去发现日常生活中的科学,也能鼓励你把我们的世界变得更加美好。

实验前必读

在开始任何实验前仔细阅读

每项实验都包括与具体主题相关的特别安全提示。这些提示不包括那些在做其他任何科学实验时都必须注意的基本规则。因此,你必须仔细阅读下面的安全准则,并时刻牢记在心。

科学实验很容易有危险,规范的实验步骤应该包括细致的安全守则。在实验过程中随时会有意外发生,例如,材料可能会溢出、破碎,甚至着火。发生危险时你甚至来不及自我保护。在整个实验过程中,不论是否对你造成危险,你都要严格遵守下面的安全提示,时刻警惕发生意外危险。

对每个独立的实验我们都设计了比较保守的安全预防措施。所以,我们希望你能认真对待本书中的所有安全提示。正是因为非常危险,因此你应该明确看到了这些提示。

阅读下面的安全预防措施。因为记住所有的规则并不容易,所以在开始每一项实验之前和准备每一项实验时都要重新阅读这些规则,这样你就会有在实验的每一个危险关头注意保持安全。此外,在做那些会发生潜在危险的步骤时,你要运用自己的判断力,时刻保持警惕。虽然书中并没有提到“小心热的液体”或“不要用刀划破你的手指”,但并不表示你在烧开水或往塑料瓶里打洞时可以不加小心。书中的安全提示只是一些特别的提醒。

安全准则

粗心、仓促、缺乏知识或不必要的冒险都会引发事故,采取安全的步骤和在整个实验过程中都保持警惕可以避免上述危险。一定要阅读书中每项具体实验后附加

的安全提示和需要成人监督的要求。如果你是在实验室里做实验,记住不要一个人操作。如果不是在实验室里做实验,要至少3个同学一组,要严格遵守学校和各地的法律对监督人员数量的要求。请求具有急救知识的成人监护员看护进行实验,并准备好急救包。确保在实验过程中人人都知道急救员的位置。

准 备

- 在实验之前清理桌面,保持干净。
- 开始实验之前,阅读整个实验说明。
- 了解实验中的危险和可预料的危险。

自我保护

- 有步骤地遵守实验说明。
- 每次只做一个实验。
- 确定安全出口、灭火毯和灭火器的位置,关闭燃气和电源开关,准备好洗眼水和急救包。
- 确保充分通风。
- 不要喧闹嬉戏。
- 不要穿露脚趾的鞋。
- 保证地板和工作间干净、整洁、干燥。
- 立即清除溢出物。
- 如果玻璃器皿破裂,不要自己打扫,请求教师帮助。
- 把长头发束到脑后。
- 不要在实验室或工作间里吃东西、喝饮料或吸烟。
- 除非有知识丰富的成人告知可以,否则不要食用任何实验用的材料。

小心使用器材

- 不要把仪器竖立在桌子边缘。

- 小心使用刀子或其他尖锐的仪器。
- 拔电源插头,而不是拔电线。
- 使用前后都要清洗玻璃器皿。
- 检查玻璃器皿的擦痕、裂痕和尖锐边缘。
- 玻璃器皿破碎了要让老师立即知道。
- 不要让反射光照射你的显微镜。
- 不要触摸金属导体。
- 小心使用任何形式的电。
- 使用酒精温度计,而不是水银温度计。

使用化学品

- 不要品尝或吸入化学品。
- 在盛有化学品的瓶子和仪器上贴好标签。
- 仔细阅读标签。
- 避免化学品接触皮肤和眼睛(戴安全镜或护目镜、实验用围裙和手套)。
- 不要触摸化学溶液。
- 使用溶液前后要洗手。
- 彻底清除溢出物。

加热物质

- 在加热材料时戴安全镜或护目镜、围裙和手套。
- 使你的脸远离试管或烧杯。
- 当在试管里加热物质时,避免把试管的顶端对着其他人。
- 使用耐热玻璃制成的试管、烧杯和其他玻璃器皿。
- 不要使仪器处于无人看管状态。
- 使用安全钳和耐热手套。
- 如果你的实验室没有耐热工作台,把本生灯放在耐热垫上之后再点燃。
- 点燃本生灯时要注意安全;点燃本生灯时保持通气孔关闭,使用本生灯专用打

火机而不用火柴。

- 使用电炉、本生灯和燃气完立即关闭。
- 使易燃物远离火焰或其他热源。
- 手边准备一个灭火器。

实验结束

- 彻底清理你的工作场所和任何使用过的玻璃器皿。
- 洗手。
- 小心不要把化学品或污染了的试剂放入错误的容器。
- 不要在水槽里处理材料,除非要求这样做。
- 清理所有的残留物,把它们放到正确的容器里进行处理。
- 按照各地法律规定,处理所有的化学品。

随时保持安全意识!

目 录

序言	1
实验前必读	3
 1. 声学	1
实验 1. 精选的发声材料	3
实验 2. 振动速度与幅度对波有怎样影响	8
实验 3. 制造纵波	12
实验 4. 反射的声波	16
实验 5. 控制乐器音量	20
实验 6. 振动速度如何影响音高	24
 2. 早期音乐创作者	29
实验 7. 用嘴部控制音高	30
实验 8. 控制声带	34
实验 9. 梆子	38
实验 10. 管长对音高的影响	43
实验 11. 歌曲节奏与音符间隔	47
 3. 弦乐器	51
实验 12. 振动弦上的张力	53
实验 13. 八度与音程	57

实验 14. 振动橡皮筋的声音	62
实验 15. 共振与乐器	66
实验 16. 利用共振器放大声音	70
4. 管乐器	75
实验 17. 控制竖笛的音高	77
实验 18. 长号发声	81
实验 19. 制作迪吉里杜管验证共振	85
实验 20. 管乐器的形状如何影响它的声音	89
实验 21. 不同材料的振动	93
5. 打击乐器	97
实验 22. 制作非膜质打击乐器	99
实验 23. 演奏共振的水杯	102
实验 24. 验证金属架管钟的声音	106
实验 25. 控制鼓的发声	110
6. 当代音乐风格	115
作者简介	128
译者感言	129



声 学

也许你演奏过乐器，也许你仅仅是喜欢唱唱歌曲或吹吹口哨。即使你没有什么特殊的音乐天赋，但你还是可以欣赏音乐。无论是摇滚乐、街舞音乐、古典音乐还是爵士乐，几千年来音乐都作为一种艺术形式深受人们的喜爱。

大多数人一听就能判断出什么是音乐。但是，像其他艺术形式一样，很难给音乐赋予一个严格的定义。这是因为音乐呈现出很多形式。音乐这个词本身来自希腊语“mousike”，而这个希腊文词汇又来自“mousa”，其含义为“艺术女神”。在古希腊，艺术女神们被认为是掌控艺术创作的神灵。

所有的音乐形式都涉及声音的创造和操控。多数音乐有某种曲调或声音形式，常常会被反复以此来创作歌曲。即使一首歌没有明确的曲调，它通常也会有某种节奏或韵律。

经过几千年的发展，人们已经实践过各种不同音乐并发现了许多创作音乐的方法。实事求是地说，作为一名音乐家就如同作为一名科学家。音乐家需要不断地实验他们用来创作歌曲的新想法和新材料。作为音乐家就意味着必须细心聆听。听就是一种观察，而观察是科学方法中很关键的步骤。我们将探讨一些科学如何影响音乐的方法。通过理解蕴藏在音乐中的科学，你也许能更好地体会音乐家和他们演奏的乐器所创造出来的音乐。

因为所有的音乐都涉及对声音的操控，所以我们首先探讨一些发声的科学。

声音是能量

声音存在于我们的周围。从树上悦耳的鸟鸣到飞机马达的轰响,我们时刻身处声音之中。声音是一种机械能。能量是使事物运动的东西。为了使一个物体发声,就必须使其有一定程度的运动。

当某个物体来回运动时,它就是在“振动”。因为不同的材料以不同的方式振动,所以它们就发出了不同的声音。在实验 1. 精选的发声材料中,你将会通过实验来了解不同的材料特性如何影响它们的振动和发声。

实验 1. 精选的发声材料

题 目

哪些特性决定着材料发出的声音？

简 介

有一个由来已久的问题：“如果森林中的一棵树倒下但没有人听到，那么这棵树到底发声了吗？”根据科学观点，答案当然是肯定的。因为当树倒下的时候，它发生了移动，而任何移动的物体都会引起其周围的空气振动。

振动物体发出的声音是由物体本身的特性所决定的。材料的体积、形状、硬度、密度和柔韧度只是这些特性中的一部分，而这些特性是在制造乐器时设计者必须注意的。在下面这个实验中，你就会发现不同材料的特性是如何决定它们的发声的。



实验时间

45 分钟



实验材料

- 大的木质汤勺
- 金属盆

- 大的空玻璃杯
- 小木块
- 枕头
- 卷装手纸

安全提示

请仔细阅读并遵守本书“实验前必读”中的“安全准则”。

实验步骤

1. 把要做实验用的材料放在你前面的桌子上或其他某个较结实的平台上。每个物体要拿起来进行仔细检查。描述每个物体的外观和手感。将这些记录在数据表里。
2. 用木勺轻轻敲击盆的边缘。观察敲击时盆的变化,并对发出的声音加以说明。将观测到的结果记录在数据表里。

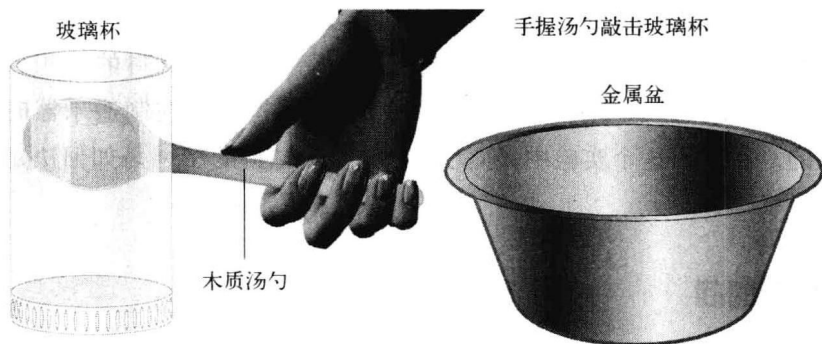


图 1

3. 重复步骤 2, 敲击玻璃杯。记住用木勺轻轻敲击, 以防打破。
4. 重复步骤 2, 敲击其他材料。在每次实验中, 尽量以同等力量用木勺敲击物体。根据你的测试和观察结果, 思考一下哪些物理特性对物体发出的声音类型有最大的影响。

数 据 表

物 体	描 述	发出声音的类型
金属盆		
玻璃杯		
木 块		
枕 头		
手 纸		

分 析

1. 哪个物体敲击之后振动的时间最长？
2. 用木勺敲击枕头的效果如何？为什么？
3. 根据实验结果，哪些物理特性对于物体的振动能力似乎最关键？



实验中可能会发生什么？

许多物理特性对物体发出的声音有影响。要使一个物体发声，它必须在机械能作用下能够自由振动。一些物体甚至在移除机械能之后仍然保持振动。金属盆和水杯都产生了相对较大的声音，而且在木勺敲击后保持了较好的振动。这两个物体都是由坚硬和密度大的材料制成，并有着较薄的壁身。当用木勺敲击时，壁身持续振动，就像钟被敲击之后持续鸣响那样。

卷装手纸和枕头发出柔弱的声音，而且振动转瞬停止。柔软材料更容易吸收机械能。因此，它们的振动效果不好，发声能力很差。也正因为如此，像泡沫橡胶和织物这类材料常常被用于房间隔音。木块相对来说发出较大的声音，但振动也是转瞬消失。木材是一种坚硬而且相对密度较大的材料，但是木块的团块结构吸收了机械能，因此振动即刻停止。

实验结果

分 析

1. 声音的大小由物体的大小和物理特性决定,金属盆或玻璃杯都可能振动时间最长,发出声音最大。
2. 用木勺敲击枕头几乎没有声音和振动,这是因为枕头柔软并吸收了勺子的作用力。
3. 坚硬且密度大的材料振动效果好于柔软的材料。

能量与波动

为了制造声音,你需要使物体振动。但声音是如何从振动物体传递到你的耳朵的呢?声音是以波的形式从一处向另一处传播的。波的运动是传递能量的一种有效方式。光、热、无线电传送和电视传送都是靠波来完成的。

多数人在听到波这个词的时候,都会想到水波。水波可以用来很好地解释其他波的运动方式,因为所有的波都遵循着同样的基本原理。

如果一个人在池塘中作抱膝跳水,那么他的身体在接触水域时就形成了一种外力干扰。一个波浪就会从身体撞击的那个区域的水面传播开来。这个波浪看起来就如同水被向外推向各个方向,这就形成了一种连锁反应运动。波浪迅速传遍整个池塘,而且甚至可能漫过岸边,但是,施加的能量一消失,多数的水分子就会回到原来的位置。

能说明这一现象的另外一个例子是,人们在体育场或运动场做的“人浪”。做这种活动时,人们会按某一方式起坐运动。“波浪”传遍整个人群,但每个人却只是小幅运动。人们并非在满运动场奔跑。在实验 2. 振动速度与幅度对波有怎样影响中,你将会通过实验看到振动的速度和幅度是怎样控制波的传播方式的。



声音以波传播的方式与水波传播的方式相同：它们都是由干扰或振动引起并在某一介质里传播。在水池中抱膝跳水会引起水域推力作用于相邻水域，导致连锁反应并形成波浪。了解波运动，最重要的是要知道波实际上不是把某一物质（如水或空气）从一个地方传递到另一个地方。而是由外力干扰或振动产生的波在这一物质中传播。