# 举例说明乐器中的物理学

来源：网络 作者：沉香触手 更新时间：2024-02-29

*摘 要：乐器是什么，从物理上说，它是一种为人所制造的可以产生音乐声的一种物理仪器。乐器主要有弦振动、空气振动、簧片振动、电子振动等发声方式。音乐的构成基础是物理，音乐也是一种声音，物理要素就是频率、强度、和时值，对应音乐中的音调、响度、时...*

摘 要：乐器是什么，从物理上说，它是一种为人所制造的可以产生音乐声的一种物理仪器。乐器主要有弦振动、空气振动、簧片振动、电子振动等发声方式。音乐的构成基础是物理，音乐也是一种声音，物理要素就是频率、强度、和时值，对应音乐中的音调、响度、时值。这三者外加一个音色组成了音乐的基本要素。音乐是建立在物理规律之上，乐器同样如此。

关键词：乐器 物理 震动 钢琴 鼓

中图分类号：G63 文献标识码：A 文章编号：1003-9082（2018）02-0-01

根据高中的物理知识，可以知道声音是由振动产生的。无论什么样的乐器都离不开振动二字。乐器虽然五花八门，但是结构大体上都有发声体、传声体、共鸣体和附件四部分。乐器有着各种分类方式，自古至今，把形形色色的各国、各民族、各时代的乐器以科学的方式分类是一件很复杂、困难的事情。我国古代有以制造乐器的材料分类的“八音”即金、石、土、革、丝、木、匏、竹；也有以发声体分类的即体鸣乐器、气鸣乐器、膜鸣乐器、弦鸣乐器等；也有以演奏方法和演奏机制分类的即吹奏乐器、拉弦乐器、弹拨乐器、吹打乐器、敲打乐器、键盘乐器等。但是较为科学、合理的还是按乐器发声的物理机制分类，如弦乐器（又分拉弦、拨弦、打弦乐器），管乐器（又分无簧、有簧管乐器），簧振乐器，膜板乐器和电子乐器等[1]。

一、弦乐器

顾名思义弦乐器是以弦振动发声的乐器。钢琴是打弦乐器的代表，被称为“乐器之王”，当然是因为它有着非常显著的优点。1.钢琴的音域非常广，发音频率从27.5Hz到4086Hz。2.它的音量很大，系弦板使用钢板，使弦的张力增大。加大体积，改进音板，增强共鸣，可以在音乐厅独奏同时保证演出效果。3.同时按下几个键的时候可以发出和声，脚踏板可以大大扩展和声的效果。4.琴弦紧紧固定在一块钢板上，一根弦被击打，其他的弦会同时受到影响发出谐波，所以谐波特别丰富。5.击弦机具有一系列复杂的机构可以轻松控制音量，从5dB到80dB都是随心所欲的，演奏的时候有着千变万化的表现力。钢琴的奥妙虽然多，但是归根结底还是琴弦的功劳最大。不同的琴弦产生了不同的声音，看似相同的琴弦，细细观察会发现其实是各有不同的。在弦振动的驻波实验中发现弦长L等于半波长的整数倍，即（n=1，2，3，…）时，出现形状稳定的波腹和波节，这种振动称为两端固定弦的本征振动，当n=1时，有最小值，此频率被称为基频。振动弦的音调就是它的基频频率。假设弦线是均匀的圆截面线的话。基频频率可以写作，从公式中我们可以发现决定音调的主要因素有四点：弦长、张力、密度、直径。也就是说弦长越短、张力越大、密度越小、直径越细，音调越高。

二、管乐器

管乐器是乐器中的一大家族，主要有各种形状的管状体和激声系统构成，它们的共同特c是通过管中空气柱振动作为声源。中国的笛和萧是木管乐器，材料主要是竹、木、塑料。为了获得不同的音调，木管乐器通过在管体开孔，手指的按压控制孔的开闭的方式来改变管的内振动的空气柱长度，这些与管乐器中的铜管乐器是不同的，铜管乐器更多使用活塞或是伸缩来控制。笛子与萧因为不止吹口处与外界相连，按照分类都是开管乐器，只有吹口与外界相连的是闭管乐器，这两种乐器的发声有一些不同。如图1，根据空气柱驻波实验中音叉在管子上方开口处振动，传至管底，调节水面的高度，当高度合适的时候，声音会由于驻波的形成而增大。驻波的波形就是管底水面处是波节，而上方开口处是波腹，然后持续降低水面，接下来会在下面几个地方同样发生共鸣，设第一次共振的地方是N1，下面依次是N2，N3。Ni与Ni+1的距离是半个波长。则有公式 n=1，3，5，…

如图2，闭管与开管的驻波是不同的，开管的两端都是波腹，所以开管的频率计算公式为 n=1，2，3，…这些是简化了的分析，实际中驻波在开口的波腹是在管口外的一个位置，因此乐器制作有一个“管口校正”的说法，有效管长比实际管长要长，计算时要根据乐器的不同有一个修正值△L。我们知道波长与波速和频率有关，有。而波速在理想气体中有，其中T是热力学温度，是比热容，R是玻尔兹曼常量，是空气的平均摩尔质量，所以当温度变化的时候，会导致乐器的音调发生微小的变化，音调随着温度升高而略有升高[2]。

三、打击乐器

借助捶打、敲击、抓奏、刮奏、摇奏、弹拨等方法几乎可以使任何刚性物体发声。打击乐器就是利用这种方式发出乐音的乐器。典型乐器有各种各样的鼓，木琴，编钟，还有特殊的如三角铁，摇铃，木鱼等。鼓可以说是打击乐器的代表了，军乐队有大鼓、小鼓；管弦乐队有定音鼓；舞蹈用有铃鼓；中国民乐有大鼓、堂鼓、板鼓、手鼓、长鼓，各有千秋，不一而足[3]。钢鼓是有调的板振动乐器，这与人们印象中的鼓不太一样，那些是靠膜振动发声的传统的鼓。钢鼓将表面的钢板分区，然后将每区的中间敲成微凸，在分界的边界刻成1毫米的浅槽，使各区的振动被分开，每个分区的调音通过改变厚度来实现。板振动以刚性作用为主，因此高次泛音频率增加较快，板的基频有一个较为复杂的公式，这之中h为板的厚度，r为圆板半径，是材料的密度，是泊松比，是与第mn次的泛音有关的系数，脚码表示两维阶次，具体的 不再列举。板振动的乐器振动的波形可以利用实验观测却难以计算，而且厚度均匀的板的泛音是不和谐的，要利用截面厚度的变化，使乐器发出和谐的泛音。

乐器的发声、音调、响度和音色以及乐器的制作、调整方法都与物理原理有关，乐器是艺术与科学美的结合。多了解一分乐器中的物理原理，对乐器不仅知其然，更知其所以然，也是一种乐趣。

参考文献

[1]龚镇雄. 音乐与物理[J]. 物理，1995，（09）：543-547+542.

[2]马惠英，佘守宪. 管中的驻波：管乐器和簧乐器――物理与音乐之三[J]. 物理通报，2004，（04）：42-45.

[3]马惠英，佘守宪. 打击乐器和膜、棒、板的振动――物理与音乐专题之四[J]. 物理通报，2004，（05）：43-46.

本文档由028GTXX.CN范文网提供，海量范文请访问 https://www.028gtxx.cn