

# 音叉负载金属环对其振动频率影响的实验研究\*

李会平 王昆林 沙育年

(楚雄师范学院 云南 楚雄 675000)

(收稿日期:2013-10-09)

**摘要:**对标准音叉振动频率的改变进行了实验研究分析,将一定质量的金属环作为负载,加载在音叉的叉股上,就能使音叉的振动频率变小.分别对音叉单股负载、双股负载,负载以0.5 cm距离为步长向音叉顶端移动的几种情况,利用DIS数字化信息系统作为测量监控系统,分别对比研究相应各种情况下音叉负载后振动频率变化的趋势.

**关键词:**音叉振动频率 金属环负载 频率变化趋势 DIS数字化信息系统

音叉振动所发出的声波是纯音,其纯音的频率与叉股的长度、质量有关.一般而言,其音叉的频率是固定不变的<sup>[1]</sup>.由于某种实际的需要,要改变音叉的频率,可在音叉叉股上套上金属环作为负载,就可改变音叉振动的频率,负载在叉股上的位置以及音叉单股负载或是双股负载,对其音叉的振动频率肯定是有影响的.对其影响的规律性进行探索研究是很有意义的.

## 1 研究方案设计

引入DIS数字化信息系统进行检测音叉的空载频率及负载频率<sup>[2,3]</sup>.分别使音叉空载、单股负载、双股负载、移动负载在叉股上的位置,敲击音叉,使音叉振动发出声波.由DIS系统中的声传感器采集信号,通过数据采集器,DIS系统处理数据显示出相关图形,得到相应的频率,从而进行相关性探索研究.装置图见图1.

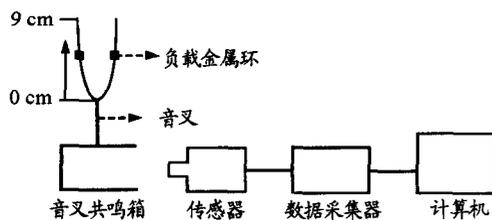


图1 研究系统结构装置示意图

## 2 音叉空载时的频率测定

选用一只标称频率为440.0 Hz的标准音叉,将其固定在音叉共鸣箱上.调整好DIS数字化信息系统,橡皮小锤敲击音叉叉股,使其振动产生声波.通过DIS系统可在其电脑屏幕上显示出稳定的声波振动图像<sup>[4]</sup>.见图2,此波形图横坐标为时间,纵坐标为振动的位移.从图中可知音叉的振动所产生的声波为单一频率的纯音,从图形横坐标上直接截取读出3个振动周期的时间间隔

$$3T = \Delta t = 0.6506 \text{ s} - 0.6437 \text{ s} = 0.0069 \text{ s}$$

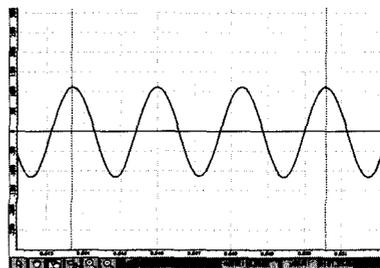


图2 音叉空载时振动波形图

则音叉振动周期为

$$T = \frac{1}{3} \times 0.0069 \text{ s} = 0.0023 \text{ s}$$

$$\text{频率为 } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.0023} \text{ s}^{-1} = 434.8 \text{ Hz}$$

\* 基金项目:国家及特色物理学专业资助项目,编号:12467

作者简介:李会平(1990-),男,2010级本科生,主要从事大学物理学专业学习和物理实验研究.

指导教师:王昆林(1957-),男,教授,主要从事电工学、物理实验教学及研究.

沙育年(1953-),男,副教授,主要从事中学物理实验教学及研究.

以音叉标称频率 440.0 Hz 为最佳近真值,则

$$\Delta f = (440.0 - 434.8) \text{ Hz} = 5.2 \text{ Hz}$$

$$\text{相对误差为 } E = \frac{\Delta f}{440.0} = \frac{5.2}{440.0} = 1.2\%$$

$E$  很小,可忽略其对实验研究的影响.

### 3 音叉单叉股负载金属环频率变化研究

将质量为 9.0 g 小金属环套在音叉单叉股上,作为其质量负载.以叉股最下点为起点,向上移动金属环,每次移动 0.5 cm,测定出对应的频率.

研究负载向上移动的距离与音叉振动频率之间的关系.

其实验数据见表 1.

表 1 单叉股负载实验数据表

序号	负载位置 $x/\text{cm}$	音叉振动相应频率 $f/\text{Hz}$
1	0.0	434.8
2	0.5	434.8
3	1.0	434.7
4	1.5	434.6
5	2.0	432.9
6	2.5	432.8
7	3.0	432.6
8	3.5	432.5
9	4.0	429.2
10	4.5	429.1
11	5.0	427.4
12	5.5	425.5
13	6.0	423.7
14	6.5	421.9
15	7.0	416.7
16	7.5	411.5
17	8.0	409.8
18	8.5	406.5
19	9.0	404.9

为研究的方便将以负载位置为横坐标,以振动频率为纵坐标.作出图线,见图 2,结合数据表进行分析研究.

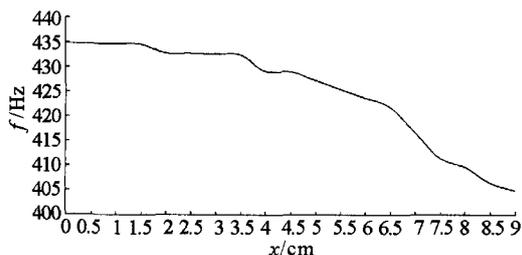


图 3 负载位置-频率变化图

从数据表和图线可看出随着负载位置的上升,音叉的振动的频率下降,但变化不是均匀的.

当负载位置由零增加到 1.5 cm,频率减小的变化不太明显.由 1.5 cm 增加到 6.0 cm,频率减小的变化明显.由 6.0 cm 增加到 9.0 cm,频率减小的变化非常明显.由于数据采点不是足够多,数据变动的步长也不可能太小,从而使图 1 中的曲线不是太平滑,但是总体的趋势还是表达清楚了.即随着负载金属环向上移动,振动频率降低,但不是线性变化,当负载金属环移动到音叉单股的顶端时,其音叉振动频率是急剧下降的.

### 4 音叉双叉股负载金属环频率变化研究

#### 4.1 负载金属环双环向上同时移动

将两个质量同为 9.0 g 小金属环分别套在音叉双叉股上,作为其质量负载<sup>[5]</sup>.将两叉股上的负载金属环以 0.5 cm 距离为移动步长,同时向上移动,分别测出负载不同位置的音叉振动频率,其相应实验数据见表 2.

表 2 双叉股负载实验数据表

序号	负载位置 $x/\text{cm}$	音叉振动相应频率 $f/\text{Hz}$
1	0.0	434.8
2	0.5	434.8
3	1.0	432.9
4	1.5	431.0
5	2.0	429.2
6	2.5	427.4
7	3.0	425.5
8	3.5	423.7
9	4.0	422.5
10	4.5	420.2
11	5.0	418.4
12	5.5	416.7
13	6.0	411.0
14	6.5	405.4
15	7.0	400.0
16	7.5	394.7
17	8.0	389.6
18	8.5	384.6
19	9.0	379.7

依据表 2 中的数据,做出随负载位置变化音叉振动相应的频率图.见图 4.

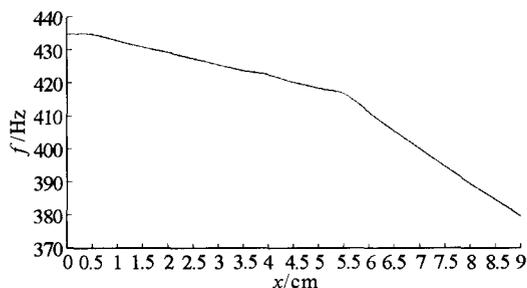


图4 负载双环上移位置-频率变化图

根据表2数据结合图4可看出,负载金属环向上同时移动时,音叉振动频率随之衰减.特别是双环移动到5.5 cm位置以上时,音叉振动频率急剧衰减.

#### 4.2 负载双金属环单环移动

将两个质量同为9.0 g小金属环,一个固定在一支叉股的8.0 cm处,另一个金属环在另一支以0.5 cm为移动步长向上移动,测出负载在不同位置相应的音叉振动频率,其相应的实验数据,见表3<sup>[6]</sup>.

表3 双叉股负载单环移动实验数据

序号	负载位置 $x/\text{cm}$	音叉振动相应频率 $f/\text{Hz}$
1	0.0	411.5
2	0.5	411.5
3	1.0	410.5
4	1.5	409.8
5	2.0	409.8
6	2.5	408.2
7	3.0	407.2
8	3.5	406.5
9	4.0	404.9
10	4.5	403.2
11	5.0	401.6
12	5.5	400.0
13	6.0	398.4
14	6.5	395.3
15	7.0	392.2
16	7.5	389.1
17	8.0	387.6
18	8.5	384.6
19	9.0	383.1

依据表3中的数据,做出随负载位置变化音叉振动相应的频率图.见图5.

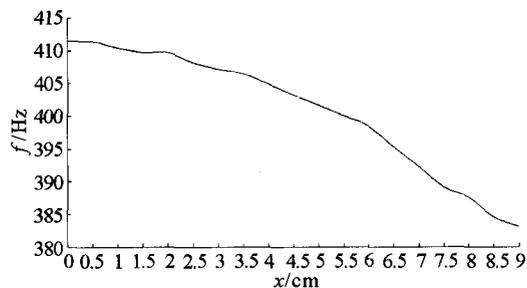


图5 负载双环单环位置-频率图

根据表3数据结合图5可看出,单叉股金属环负载固定,另一叉股负载向上移动,其相应音叉振动频率也是衰减的.但衰减的变化较为均匀,从图5上可看出,音叉振动频率的变化无明显的奇点.而且,整个曲线较为平滑.

#### 5 分析比较

从以上实验数据和图像比较可看出,负载双金属环单环移动,其音叉的振动频率变化较为均匀,比较图3,图4和图5可看出,图5的曲线较为平滑,近似为线性.

#### 6 结束语

由以上研究分析比较可知,对于标准音叉是可以改变其振动频率的.在音叉叉股上负载金属环是将标准音叉频率变小的一种方法,在音叉的两个叉股上负载金属环,其中一个负载金属环固定,另一个金属环向音叉顶端移动,到不同的位置,相应音叉振动频率改变近似是均匀平滑的.根据实际情况的需要,可参照此方法进行.

#### 参考文献

- 1 易其顺,蒋志年,闭剑锋.利用李萨如图形测量音叉的频率.大学物理实验,2005(4):36~37
- 2 李定梅,甘奕文,封玲.基于计算机实测技术的音叉固有频率测量.物理实验,2010(11):44~46
- 3 侯俊杰,邱泰光,王昆林.基于DIS系统测定自制音叉振动频率的研究.物理通报,2012(9):75~77
- 4 施应恒,王昆林.基于DIS系统对弹簧牵动磁体振动产生电磁感应对应参量研究.大学物理实验,2013(3):79
- 5 陈莹梅,陆申龙.音叉的共振频率与双臂质量的关系研究及其应用.物理实验,2006(7):6~9
- 6 周丽,蒋亚玲.用计算机研究音叉共振频率和双臂质量的关系.大学物理实验,2007(3):78~81