

电 火 花 声 源

刘凤琴 郑敏华

(中国科学院声学研究所)

1986 年 12 月 8 日收到

在建筑声学及声学材料性能测试中,常常需要宽频带点声源。为此,我们研制了电火花声源。该设备是由充电、放电回路,放电电极,控制回路及触发回路所构成。经测试其性能达到使用要求,现场使用效果良好。

电路的基本结构

本机主要是由充电回路、放电回路、控制回路、触发电路等所构成。

1. 充电回路 包括调压输入, 高压变压器, 整流, 限流电阻, 贮能电容器等, 如图 1 所示。图 2 为其等效电路。

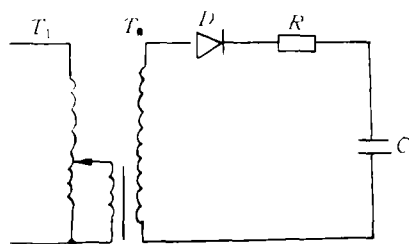


图 1 充电回路

T_1 调压器; T_0 高压变压器; D 整流硅堆; R 限流电阻; C 贮能电容器。

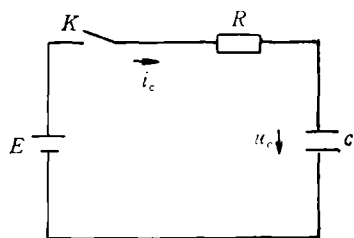


图 2 充电回路的等效电路

电容器电压与电流分别为:

$$u_c = E(1 - e^{-t/RC})$$

$$i_c = \frac{E}{R} e^{-t/RC}$$

式中 E 是电容器上电压 u_c 的稳态分量, $E e^{-t/RC}$ 是 u_c 的自由分量。装置的能量为:

$$W = \frac{1}{2} C u_c^2$$

时间常数为 $\tau = RC$, 它决定充电之快慢。

调压器与高压变压器均要求体积小, 重量轻, 使用方便, 结构简单。高压变压器还要求有良好的电绝缘性能。

整流硅堆要求其额定电流大于通过硅堆的平均电流; 其额定反峰电压至少大于变压器输出电压峰值的两倍。

限流电阻的作用是既可保护硅堆又可保护高压变压器, 其阻值 R 要求

$$R > u_0 / I_0$$

式中 u_0 为最高充电电压, I_0 为变压器或整流硅堆所允许的最大电流。

贮能电容器要求体积小, 重量轻, 电感小, 其电容量为

$$C = 2W / u_0^2$$

2. 放电回路 由贮能电容器、高压开关、放电电极所组成。其中贮能电容器已在充电回路中介绍。高压开关的作用是控制主回路有效地进行充放电。当高压开关关断时, 可以进行充电, 当充电完成以后, 通过触发回路送给高压

开关点火脉冲,用以导通放电回路,使电极放电一次,产生一个声脉冲。高压开关要求其导通速度快,上升陡度大,过电流能力强,使用寿命长。该机使用 GK-1 型高压开关。

放电电极采用同轴型,现场使用方便,可备用几种不同尺寸的电极,现场更换时只需要接插头更换,十分方便。

放电回路的等效电路如图 3 所示。

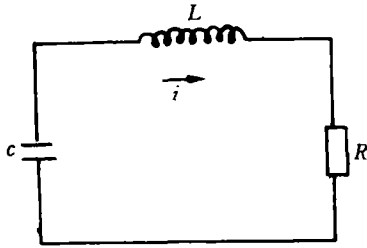


图3 放电回路之等效电路

图中 L 为回路之总电感, R 为回路之总电阻, c 为回路之总电容。可用下方方程描写:

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{c} \int idt = 0$$

解上式,当 $t = \frac{\pi}{2} \sqrt{LC}$ 时得电流之最大值:

$$I_m = \sqrt{2W/L}$$

可见,要求放电回路的电感愈小愈好。

3. 控制回路 其作用是使主回路安全而可靠地工作,并按人们的需要发出声脉冲。

4. 触发电路 是产生触发脉冲,用以导通高压开关。该电路是用 TTL 电路搭成,工

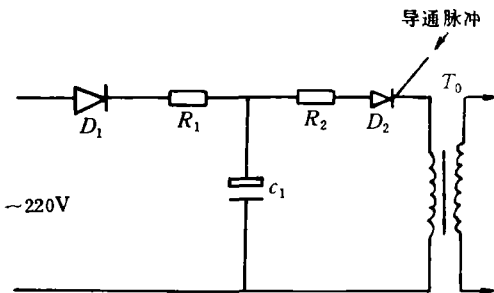


图4 触发电路示意图。

D_1 整流元件; $R_1 R_2$ 电阻; C_1 电容器;
 D_2 可控硅; T_0 点火变压器

作稳定可靠。

回路图如图 4 所示。

电火花声源总图如图 5 所示

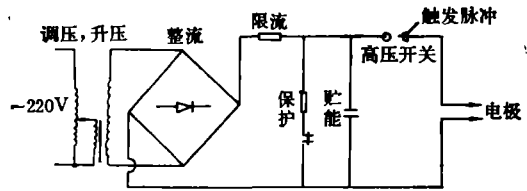


图5 电路总图

实验结果

为检验电火花声源的工作性能,进行了声脉冲宽度及频谱特性的测试。实验中电极与传声器之间距离为 1.3m,并统一充电时间为 30s。声脉冲时间讯号及频谱均由丹麦 2034 型双通道信号分析仪给出。测得声脉冲宽度列于表1。波形和频谱如图 6 所示。

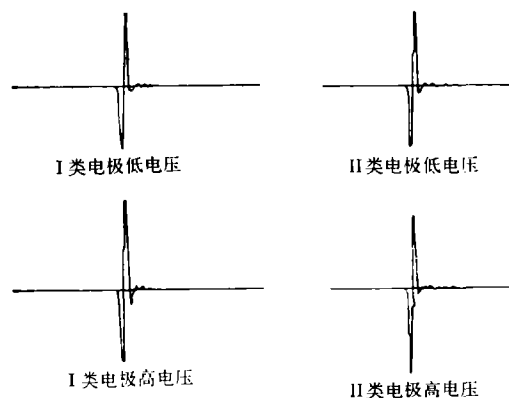
表1 电火花声源性能测试参量

电极类型	低电压			高电压		
	脉宽	正峰值 v	负峰值 v	脉宽	正峰值 v	负峰值 v
I	0.105ms	1.1	-0.93	0.12ms	1.3v	-1.1
II	0.120ms	0.91	-0.96	0.12ms	1.1v	-1.3

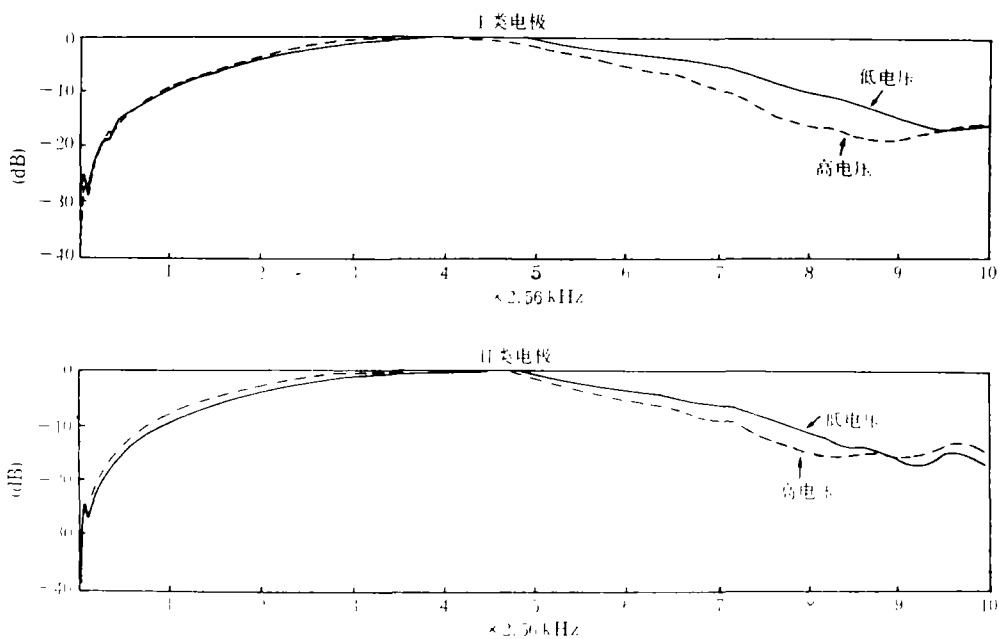
从实验结果可见,两种电极在高低压情况下放电辐射的声脉冲,其脉宽大体相同,最多差 0.015ms,但辐射声强度显然高压时要比低压时强。对同一电极,高压放电频谱比低压放电频谱在低频段有所上升,高频段有所下降。在相同电压放电情况下,与电极 I 相比电极 II 的声谱低频略有提高,而高频也有所下降。

声脉冲的幅度与谱特性,在一定范围内可用总回路的电压,储能电容器容量大小以及电极之不同结构及尺寸来调节。

通过电火花声源的多次现场运用,证明其在声学材料反射性能的测试中,于 500Hz 以上所得的实验数据是可靠的。



(a) 波形



(b) 频谱

图6 波形和频谱

电火花声源体积小便于携带,操作方便,稳定可靠,为现场使用提供了很大的方便。

陈家川,周仁富,吕凤玲等同志参加了部分工作。

(上接第48页)

此书内容精炼,理论与实际设计计算并重,实用性强,读者阅读此书后,就能直接根据自己的工作需要自行设计计算工程上常用的变幅杆,因此,她是广大超声工作者特别是功率超声工作者,也是电子、航天、机械、

轻工工艺、医药卫生等科技人员及大专院校有关专业师生的益友。

(张福成)