特点：

1. 立式超声珩磨设备的珩磨头可以旋转。整机连续8小时工作可靠，碳刷磨损极小，不发生放电现象。

2. 采用晶体管型超声波发生器，它具有低功耗、高效率、开机时不需预热、造价低、体积小的特点。与作者原来在1989年研制的卧式超声珩磨设备使用的2kW电子管型超声波发生器相比，它的功率降低至250W，只有原来功率的1/8，体积只有原来的1/10，重量只有原来的1/10，价格只有原来的1/3。

3. 采用有圆柱孔的夹芯式压电换能器，它具有电声转换效率高、体积小（只有2kW镍片磁致伸缩换能器的1/3）、不需要水冷、重量轻、价格低的优点。

4. 钢质加压顶杆穿过有圆柱孔的夹芯式压电换能器和变幅杆，从而实现了在机床不停机的条件下使油石胀开或施加珩磨压力，操作方便，达到了实用要求。

5. 珩磨杆、珩磨头体均不振动，珩磨头结构简单。

6. 油石和油石座采用粘接法、锡焊法和热压成型法联接成一体，使得油石在超声振动的作用下，不会从油石座上脱落下来，保证了声能可靠、高效的传输。

7. 立式超声珩磨设备总重量30kg，其中超声波发生器重量15kg。整机体积小，重量轻，便于在立式珩磨机上安装使用。

测试和试验结果表明，立式超声珩磨设备的振动频率为19—21kHz，性能稳定，工作可靠，使用方便，可以满足超声珩磨的要求。

作者使用自行研制的立式超声珩磨设备对铜、铝、钛合金、钢、铸铁等材料进行了大量试验，取得了很好的工艺效果。立式超声珩磨设备主要用于高精度、高表面质量、高耐磨性的精密孔（包括铸铁缸套，钢质薄壁镀铬缸套，合金钢缸套，油缸，减振器，铜、铝、钛合金等韧性材料管以及其它可在立式珩磨机上加工的孔）的粗珩、精珩和光珩加工中。有关超声珩磨的机理和工艺效果将另文发表。

参 考 文 献

[1] 上海市大专院校机械制造工艺学协作组，机械制造工艺学，福建科学技术出版社，1985，161—163.

[2] 郑兆昌，机械振动，机械工业出版社，1980，423—426.

CDG 型超声频电功率监测仪的研究

任金莲　　王志刚

（陕西省师范大学应用声学研究所　西安　710062）

1993年6月21日收到

本文论述了CDG型超声高频电功率监测仪的主要技术原理，详细分析了该监测仪所采用的频率补偿方法及信号取样原理，给出了该机的主要技术指标及获取换能器（负载）的平均功率、平均电压及平均电流的读数方法。

ABSTRACT

The technical principle of Model CDG Ultrasonic-frequency electronic power monitor is expounded in this paper which analyses in detail the frequency compensation method and the signal sampling principle used in the monitor as well as presents its main technique index and its reading method of obtaining average power, average voltage and average current of the transducer (load).

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

一、引　言

CDG 型超声电功率监测仪是一种不受负载阻抗大小和阻抗种类限制的超声电功率监测装置，它既可以实时测量加到换能器上 10—50 kHz 频率范围内的平均功率，又可同时测量该换能器上输入电压及电流的平均有效值。主要技术指标、功率测量范围为 0—20,000W，电压及电流测量范围分别为 0—2 000V，0—10A。该仪器在功率超声研究领域是不可缺少的监测装置。

二、技术原理

在测量发送到超声换能器及其它一些非线性阻抗上的高频电功率时，因负载很少是纯阻的，导致电压与电流波形不同相，而且负载换能器上的电压及电流波形也很少是正弦波。当电压和电流波形已知时，其平均功率为：

$$P_{平均功率} = \frac{1}{T}\int_{t}^{t+T} V(t)I(t)dt$$

不管波形的相位关系如何，该功率监测仪都能完成这一电学计算，其逻辑原理框图如图 1 所

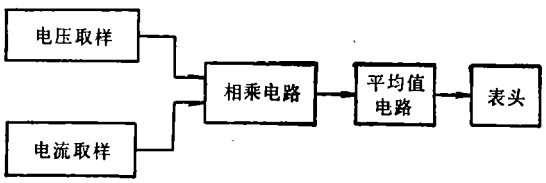

图 1　原理框图

示。该仪器主要分两部分，即信号取样单元和完成这一数学运算的乘法器单元。信号取样单元分别从换能器上获取输入电压及电流的取样信号并送至乘法器[1]、乘法器把计算结果分别以电功率，电压及电流的平均值形式进行显示。

三、电压及电流取样

为了完成计算平均功率，必须送给乘法器电路电压和电流取样信号、取样原理如图 2 所

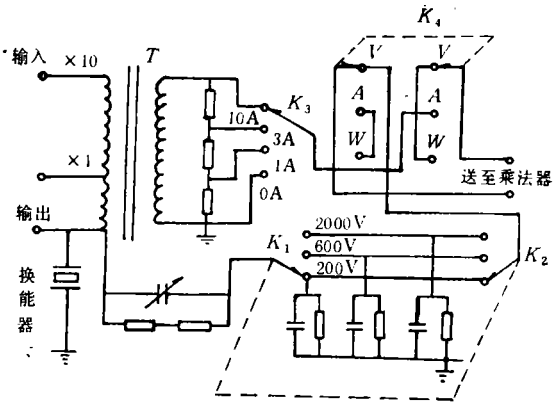

图 2　电压、电流信号取样原理

示。T 为电流变换器、接在输出端的电阻分压器来获取加在换能器上的电压取样信号，电流取样则是通过电流变换器直接获取的。采用电流变换器的优点是插入损耗小，适用的电流范围大，且易于绝缘。取样电流实质上是换能器上的电流与分压器上电流之和，正常情况下，电压取样分压器上的最大电流仅为几毫安，所以该分压器上的功率损耗可忽略不计。取样电压与取样电流经转换开关送至乘法器，进行瞬时电压与电流波形的乘法运算，取平均得到与平均功率相对应的电压值。

四、频率补偿

该功率监测仪的频率范围主要取决于乘法器与取样电路的频率响应。乘法器的频率范围一般可选得很宽，因此取样电路的频率响应就至关重要。取样原理如图 3 所示，其中 C_0 为分布电容，在不考虑分布电容 C_0 的影响时，该电路为标准的直流电压分压器，即

$$V_0 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_i$$

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

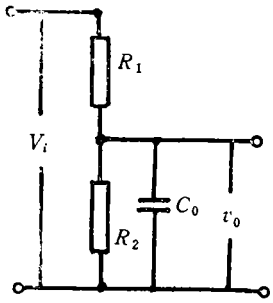

图 3　取样原理

但在高频时，C_0 的影响就不可忽略，因频率 f 越高时，容抗 $\frac{1}{2\pi f C_0}$ 就越小，则对 R_2 值的影响就相当大，导致取样信号在不同频段的取样值不相等，因此进行频率补偿是十分重要的．补偿原理如图 4 所示，综合高频脉冲技术中的微

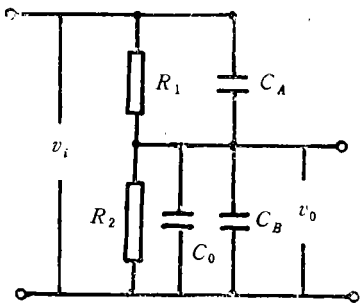

图 4　补偿原理图

分和积分原理，我们设法给 R_1 两端并联一加速电容 C_A，给 R_2 两端再并联一补偿电容 C_B．要想在一定的频段内获得比较稳定的取样电压信号，则需经计算和实验共同选取 C_A 和 C_B 的最佳值．电路在稳态时，$V_0 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_i$，即取决于电阻分压器，而在瞬态时，

$$V_0 = \frac{C_A}{C_A + (C_0 + C_B)} V_i,$$

也就是此时取决于电容分压器．所以只有当电阻分压器等于电容分压器时，才能获得 V_0 的稳定，也就是才能获得取样与频率无关．即

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{C_A}{C_A + (C_0 + C_B)}$$

则

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{C_A}{C_0 + C_B}$$

$$C_A = (C_0 + C_B)\frac{R_2}{R_1}$$

所以，在调试过程中，对图 2 各量程档的补偿电容按此原理进行反复调整，使之满足该仪器的频率范围．

五、电压、电流和功率读数

乘法器分别给出电压、电流和功率的均方值，把这些数值经过平均值电路后直接加到已经用一平方根刻度校准过的表头上，这样我们就可以直接在表头上分别读出负载换能器上的平均电压，平均电流和平均功率值．这些读数不但能有效地确定发生器与换能器的耦合效率，而且还能有效地确定发生器和换能器之间的匹配情况．虽然一给定的发生器能够以给定的功率输出，但它不能将这一给定的功率传送给负载换能器，除非这个换能器对它来说是纯阻性的．所以，在功率超声的研究和开发领域，该设备是最常用且不可缺少的监测装置．

参 考 文 献

[1]　周子文编．模拟相乘器及其应用．高等教育出版社．1984．

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net