程控功率超声发生器

马智龙　一玉薇
(中科院上海声学实验室 · 200032)

本文针对大功率变幅杆式振子其功率输出随工作条件的改变而改变及振子本身的多峰特性,在设计功率放大器中采用单片机控制的频率合成、数据采集技术对恒功率输出、功率因数、触发起振、工作频段进行程序监控,使整套声系统稳定地工作在设定的功率和频段上,这在超声清洗、焊接的应用中优越于自激式功放。

1　振子的多峰特性

目前我们研制的变幅杆振子往往有多峰特性见图 1,有的是材料加工工艺问题,有的是振子本身形状所引起的(如横向振动点),靠设计改进振子本身来消除显然是困难的,有时根本办不到,尤其是工艺上的原因:振子做成后很难改其特性。当采用自激式超声功放时可靠调试在工作频率点颇困难,尤其是频繁起振,若反馈环路采用窄带滤波后振子使用时间一长整个振子的温度上升引起频率特性下移,造成谐振频率偏移,功放输入端反馈量小,驱动不足,停振,输出功率下降或振在非工作频率点上。过去为了使系统每次振在工作频率上往往采用他激引导下自激振荡,而频繁起振的声系统其引导频率也因振子温度上升而进行调整,这将使电路复杂。

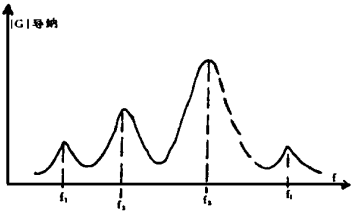


图 1　振子频率特性

2　工作条件对振子输出功率的影响

自激式功放由于振子是调谐环路之重要元件,它所受的声负载和工作环境将直接影响声系统的振荡频率、输出功率。例如在超声清洗中液体的温度、粘度、置放工件的位置、工作时间等(如图 2 所示),在超声塑焊机中对被焊工件施加的应力、工件的材料等都是影响因素。常希望在有载时有恒定输出功率,也希望当振子和工件之间应力增加,输出功率也随之增加的工作方式,这用自激方法是难以实现的,即使在某些范围上实现其灵活性是远不如他激的程控方式。

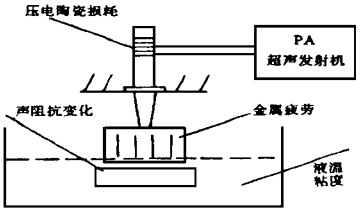


图 2　工作环境对辐射功率的影响

3　程控超声发生器设计依据及框图

一般振子的 Q 值很高,在上千左右,平时并不需要它恰好工作在谐振峰点,可以工作在峰点附近的两侧就比较稳定。每个振子在不同工作时间不同环境其频率特性在不断变化,变化的规律是很复杂的,图 3 所示为温度上升使整个振子频率特性下移。但也可观察到在一定的频段之间功率输出与工作频率呈单调上升或下降,也就是功放级(恒压源)有足够大推动能力总能在振子频率特性最大变化的区域内找到设定的额定功率点,只要

收稿日期: 1996-10-3, 修回日期: 1996-11-1

程控他激频率在此区域去找, 找到后能跟上频率特性的变化。从图3可知在$f_g f_d$之间寻找额定功率点P_0是可以的, 无论上、下边频, 谐振峰点功率始终要超过保护功率P_{max}, 这由功放电路保证。用频率合成技术把触发振子工作频率限在某个范围, 在这个范围以 f 增量来寻求, 保持预置的额定功率点是这程控超声发生器设计的最终目的。图4是整套声系统的框图, 单片机送出分频数N对晶振f_0进行N分频。$N_{min}= f_g/ f$ (1)

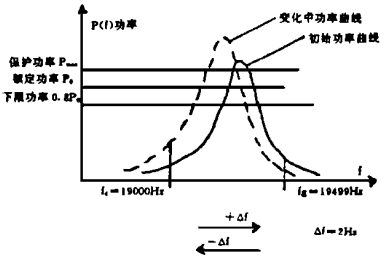


图 3 额定功率定位图

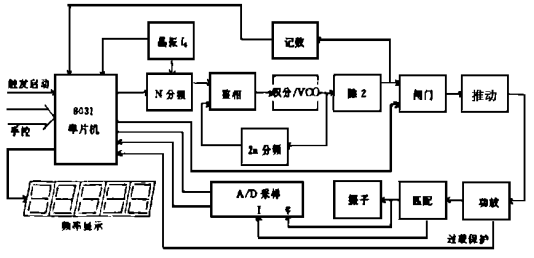


图 4 程控超声发射系统框图

由鉴相、积分、VCO、除2组成的锁相环倍频数达到振子所需工作频率, 其中倍频数为n。$n= f_g^2/ ff_0$ (2)

改变分频数N可改变工作频率, 其值在f_d= 19000Hz 到f_g= 19499Hz 之间变化, N 每变化1, f 2Hz。A/D 把从匹配网络代表输出功率的电流信号送给单片机判断以作出正确的频率走向, 相差 信号的采集目的是监视发生器要在一定的功率因数条件下工作, 以保证它的安全。系统设有手控和自控, 手控只用于调试发生器, 触发启动是为满足频繁启动而设, 只要单片机将N送入RAM后停, 启动送出N即可。附加的频率显示只显示出平均的工作频率, 因它在不断地变化。

4 主流程介绍及预置方法

图5是在设定振子工作频率范围内保持恒输出功率的主流程图, 它以振子输出功率与频率呈单调变化为依据通过功率对频率变化率的判断不断调整步长为 f 的工作频率, 从A/D获取功率增大、减小的趋势来决定 f 上下修正的方向。为了防止在预选频段中功率曲线有较复杂的规律, 在系统未进入80%额定功率P_0前无条件上下寻找这个点, 一旦超过80%P_0则对振子输出功率调整到额定功率P_0, 同时对系统的功率因数 进行监控。

额定功率P_0设定方法: 让程序进入手控, 把晶体管上电压E_2加到位, 让频率 f 下走, 从直流表A读出设定P_0, 让 f 停, 旋动电流采样电位器W_1, 使其登记即可; 相差 $_{max}$设定: 程序进入自动并稳定在P_0后调节W_2使其关闸登记, 再将W_2回调一点, 用示波器测出I, V的相差近似为 $_{max}$。程序中的被比较数P_0 ', $'_{max}$定在256的70～80%。登记指示反映程序运行及系统运行的状况, 可用不同的硬件方法去实现。

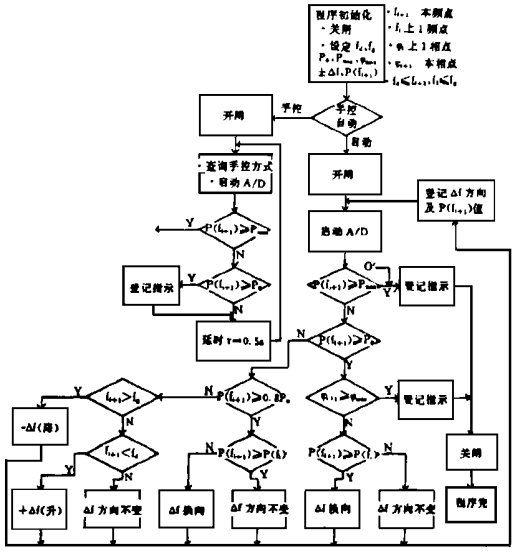


图 5 主程序流程图

5 硬件系统简介

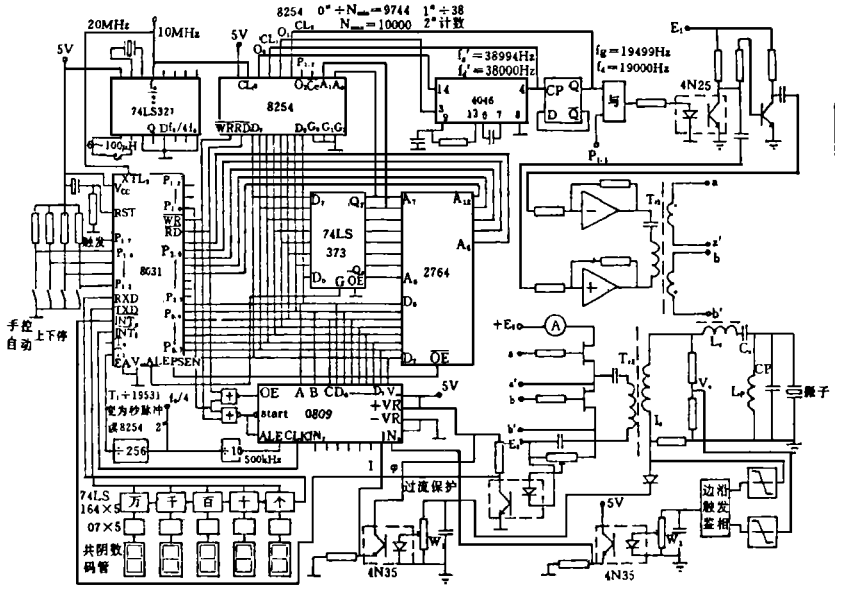


图 6 程控超声发生器硬件图

根据上述的原理与要求作者用常规芯片与器件组成一套如图 6 所示的硬件系统, 这只是属原理性的, 其参数根据实际工作情况而定。另外发生器对单片机的运行会有一定的干扰, 除了对程序本身应有一定的保护外还应对单片机系统和功放作隔离。

6 结束语

用程控频率合成来限定振子工作频段以防止振子和发生器偏离设计频率而遭损坏, 根据振子功率变化曲线来调节工作频率, 保持由各种因素引起的功率起伏是功率超声工作方式中较常规的一种。按本文介绍的系统当振子工作方式改变可方便灵活地通过改变软件进行, 这是有别于其它频率自动跟踪的超声波发生器。

参考文献

1 郑燕诒编著. 频率合成, 科学出版社 1982.2

2 孙涵芳, 徐爱卿编著. 单片机原理及应用, 航天大学出版社, 1988.2

3 袁易全著. 超声换能器, 南京大学出版社, 1992.9

《声学技术》编辑委员会会议简报

1996 年 12 月 26 日《声学技术》调整后的编辑委员会召开了 96 年例会。上海市声学学会理事长向大威研究员及部分常务理事出席这次会议, 会议由主编冯绍松研究员主持。

首先编委们一致同意学会提议的增补王季卿教授为本刊主编之一; 其次, 为加强办刊力量, 吸收中国船舶总公司 726 研究所为本刊的第四家主办单位; 而后编辑部负责同志总结汇报了 1996 年的编辑出版工作情况。

编辑部 96 年完成了 42 万字的编辑出版量, 超额 55%。在刊物的内容质量和知名度方面, 近年来可谓每年上一个台阶, 本刊已先后被《Ulrich 国际期刊指南》、《全国报刊索引》、《中国物理文摘》等国内外权威检索期刊所收录。还被中国科技信息所选为《中国科技论文统计》用刊。1996 年被中国光盘国家工程中心电子学术期刊光盘版首批选为入编期刊, 即印刷版出版的同时就有光盘版问世。如本刊 96 年第 3 期 8 月份出版, 10 月份就有两位作者的论文被美国柯尔比科学文化信息中心评选为优秀论文并获推荐进入全球信息网络的资格。由于知名度提高, 稿件数目急剧增加, 内容质量也随之提高并已形成良性循环。

编委们还提出开辟科学园地栏目、增加国内外科技信息的报道、活跃版面形式等许多宝贵意见和建议。

回顾过去展望未来大家充满信心, 从 1997 年起实力雄厚的中船总 726 研究所加盟办刊, 四个主办单位联手合作, 相信《声学技术》一定会越办越好。

本刊讯