

频率自动跟踪超声波嵌件埋插机的研制

汪士心 袁涌椿

(无锡无线电厂)

随着电子工业的发展,特别是广播电视工业的飞速发展,无论是收音机、电视机还是收录机,都毫不例外地采用了塑料外壳。但是,连接、支撑机件的螺钉、螺帽等还不得不采用金属材料,以保证有足够的机械强度。怎样保证金属件和塑料件能牢固地结合在一起,怎样提高上述产品的生产效率,是一个亟待解决的问题。为了解决这些问题,我们将超声技术与模具设计、注塑生产相结合,在国内首次研制成“频率自动跟踪超声波嵌件埋插机”,使超声技术在热塑性塑料件内埋插金属嵌件的新工艺中成功地得到了应用。

目前,国内在热塑性塑料件与金属嵌件的结合上采用的工艺,大多为由人工在模具内放置嵌件再注塑成型。但这种工艺存在许多不足之处:

1. 由操作者先将金属嵌件一一旋在螺杆菌上,待注塑成型后再把螺杆菌逐个旋下。特别是需要二次脱模的塑料件,放置嵌件更是繁琐费时。注塑机因等待人工放置嵌件等待时间过长而耗能过多,大功率注塑机则更甚。

2. 人工放置嵌件快慢不一,还会引起模温的不稳定,造成注塑产品的一致性差。

3. 因工作疏忽会造成嵌件的漏、错放而造成塑料件的报废。若不慎将嵌件失落于模内,还会损坏模具,既造成不必要的经济损失,又为修复模具而影响生产。

4. 操作者经常在注塑机的危险区内安放嵌件易造成伤残事故。

我们利用超声波埋插嵌件的方法,是在

塑料件的预留孔的正上方放置金属嵌件,由换能器产生超声波,通过变幅杆直接耦合到金属嵌件上,进而传到塑料件的预留孔内壁上,由于超声加热而使该内壁瞬时溶化,并与金属嵌件结合在一起。与此同时,变幅杆的末端还对嵌件施加适当的压力(若无功率超声的传入,该压力是无法把嵌件挤入孔内的)将嵌件挤入孔内。经过2至5秒时间(视埋插件的尺寸大小而异),变幅杆与金属嵌件脱离接触,埋插过程结束,嵌件即牢固地固定在塑料件上。

本工艺将注塑成型与埋插嵌件分为两道工序进行。每道工序都极为简单,操作便利,加工速度快,克服了上述老工艺的缺点。其优点为:

1. 生产效率高。通常可将该机置于注塑机旁,待注塑成型后,即可在该机上埋插嵌件,工序周转快。

2. 加工质量好。由于先注塑后埋插,故可确保注塑件能以较快的速度连续生产,模温稳定,注塑件一致性好。超声埋插工艺属无损加工。加工后,既不留下加工痕迹,又不产生加工废屑,还能保证埋插件与塑料件的牢固结合。

3. 废品率低。超声埋插加工可消除人工放置的种种弊病,保证生产的顺利进行,大大降低了废品率。

4. 安全可靠。注塑成型与超声埋插两道工序均可避免操作者双手在危险区域工作,大大有利于安全生产。

5. 可简化模具的设计与制造。

6. 节能显著。注塑机生产中无需等待人工放置嵌件，单位时间内能比旧工艺生产更多的产品，大大节约了电能。

据悉，国外人工放置嵌件的旧式工艺已被淘汰，超声埋插嵌件的新工艺已广为采用。

我们研制的这台超声加工设备，主要用于便携式收录机外壳或后盖及其它适合埋插嵌件的零部件（如录音机机芯倒开门、旋钮等）上实现塑料件与嵌件的结合。为确保优越的操作、加工性能，并适应多品种收录机及其它产品的不同要求，我们借鉴了美国超声塑料焊接机的长处，设计并制造了立式布局、垂直升降、结构紧凑、控制集中、调试方便，由超声、电、机、气有机地结合在一起的频率自动跟踪超声波嵌件埋插机。

本机分主机和控制工作台两大部分（见图1）。主机由超声换能器和升降架、立柱和底座、机身、气动系统等四部分组成。为使结构轻巧，我们采用了薄形铜板焊接拼装方式，底座面积为415mm×345mm，垂直高度调节范围达350mm。换能器的变幅杆端直径为20mm，控制工作台右上方装有总电源及气泵电源开关，工作台左下侧内安装小型空压机，右上方是超声波控制与调试面

板，超声波发生器电路在控制工作台的右下侧内。主机上侧中央面板装有调节手柄，可在 $0\sim 6\text{kg}/\text{cm}^2$ 范围内任意调节气压。脚踏开关安放在控制工作台的下方，以控制电磁换向阀，实现换能器的升降。排气节流阀可连续调节换能器的上下移动速度。换能器的高度调节则采用了新颖的钢带卷引式机构，以适应各种长短嵌件在高度不同的塑料外壳内埋插。

由于嵌件种类繁多，需要埋插的深度又各不相同，因此在埋插过程中声学系统的负载是变化不定的，这将导致超声换能器共振频率的改变。这就要求超声波发生器能对超声共振频率随时进行跟踪调节，以保证在换能器负载发生变化时有良好的电声转换效率。

实现频率自动跟踪的超声波发生器以下几部分组成：

1. 压电超声换能器

它由锆钛酸铅压电陶瓷圆环、变幅杆、后盖板和声反馈片等组成（图2）。它在电功率放大器的推动下产生、传递和聚集超声波能量。变幅杆材料为45号钢，形状设计为“准阶梯”形，加工制作容易，具有较大的振幅系

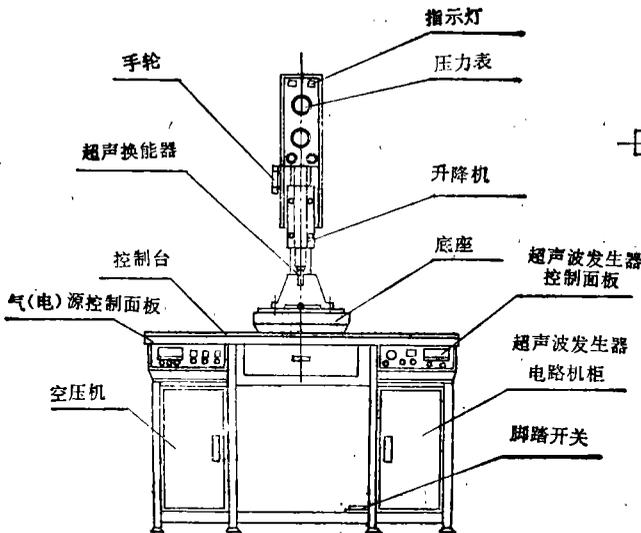


图1 超声波嵌件埋插机示意图

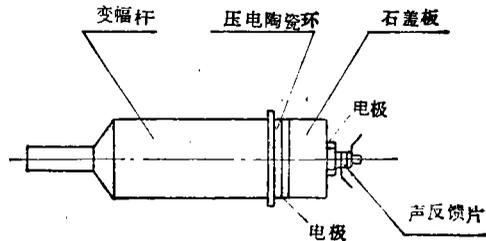


图2 压电超声换能器

数。通过螺杆对压电陶瓷圆环施加预应力，并保证电极间绝缘良好。后盖板材料为45号钢，其直径与压电陶瓷圆环的外径相同。在后盖板的后部装有“声反馈片”，它由直径较小的压电陶瓷圆环组成，通过螺杆对压电陶瓷圆环施加预应力。整

个换能器的谐振频率(空载时)为20KHz。它通过高频变压器与末级功率放大器匹配耦合。它可承受的最大电功率为250瓦。

2. 声反馈和移相电路

利用“声反馈片”的正压电效应把换能器的振动转换成电信号。该信号有自动跟踪换能器的谐振频率的特点,即电信号的频率和换能器的谐振频率相同,若换能器的谐振频率变化,该电信号频率也跟着变化。它是组成闭合电振荡的重要一环。该电信号通过移相变压器输给移相电路 $B_1W_1C_1$,当调整电位器 W_1 时,可改变反馈信号的相位,使输出信号与反馈信号同相,使整个超声波发生器实现闭合电振荡,并把电功率输给压电换能器。当换能器的谐振频率因外负载变化而发生变化时,该闭合振荡的频率也随之发生变化。跟踪频率范围为19KHz至21KHz。

3. 双回路选频

由 L_1C_1 和 L_2C_2 组成,调定其参数,使换能器谐振频率的变化范围落在双回路选频电路的通频带范围之内。这样既可保证顺利实现闭合电振荡,又可抑制外界电干扰。

4. 推动级

选频后的信号经电容 C_3 、电位器 W_2 输至推动级FU-7电子管的栅极。该管工作于甲类

功率放大状态,放大后的信号由推动变压器 B_2 输至末级。调节电位器 W_2 可改变推动级的输出大小,进而控制发生器的输出功率。

5. 末级功率放大器

由两只FU-5电子管组成推挽电路,工作于乙类放大状态,由推动级送来的信号经推挽放大后,由输出变压器 B_3 的次级送给换能器。该输出变压器为高频变压器,其次级备有多个抽头,以获取适当的输出阻抗和换能器的阻抗相匹配。高频电感 L_3 也备有多个抽头和微调装置,使它和换能器电容及外电容组成并联谐振回路,且其谐振频率为20KHz。这也是阻抗匹配的又一措施。调节电位器 W_2 可使功率放大器的输出从0至250瓦之间变化。

6. 吸收电路

由 $C_4C_5R_1$ 组成。在埋插嵌件的过程前后,功率放大器频繁地时断时续地工作,如果没有该电路加以保护,则初级电感会产生瞬时高压脉冲,容易击穿输出变压器。

7. 电源

由变压器 B_4 和高压、中压、偏压整流器等组成。

图3为埋插嵌件过程示意图。

本机于1983年3月试制成功。可用于8

表1 埋插工艺试验情况举例

工件名称	塑料名称	表面处理	黄铜嵌件尺寸		预留孔尺寸(毫米)	埋插时间(秒)	拉力试验*(公斤)	埋插质量**
			外径(毫米)	长(毫米)				
收录机门(黑色)	ABS	无	φ6.9	2.4	φ6.5	2	8~16	嵌件与工件表面平齐 塑料件表面无损伤
旋钮	ABS	镀装饰铬	φ6	12	φ5.7	2~3	20以上	对表面装饰铬无损伤 无加工痕迹
手柄	ABS	镀装饰铬	φ6.8	12	φ6.5	2~3	20以上	对装饰铬表面无损伤 无加工痕迹
收录机外壳	ABS	喷塑料漆(银灰色)	φ5	5.5	φ4.8	3~4	18以上	塑料外壳及银粉漆 无加工痕迹
收录机外壳	ABS	本色	φ6.9	13.5	φ6.6	3~4	20以上	无损伤 无加工痕迹

* 指单个嵌件与塑料件的结合力(测量值)。

** 均无加工度屑。

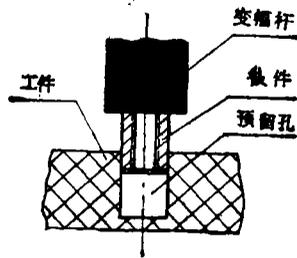


图3 嵌件埋插示意图

小时连续生产，至今工作正常。此外，我们还对经过超声埋插后的嵌件做了工艺试验

(见表1)、拉伸试验(见表2)和扭转试验(见表3)。从试验结果来看，金属和塑料之间的连接强度是好的。可以用于收音机、录音机、电视机的外壳生产中埋插金属嵌件，也可以用于塑料器具埋插金属嵌件，其特点是简单、快速、方便。

本机也可用来对塑料进行点焊，经过试用，效果良好。

在研制工作中，曾得到上海超声波仪器厂工程师潘玉玺、范承春等同志的大力支持，在此表示衷心的感谢！

表2 拉 伸 试 验

种 类	编 号	最大拉力(公斤)	备 注
超声埋插	1*	34	1. 1*~4* 为一种装夹方法, 5*~6* 为另一种装夹方法; 2. 测试仪器: WJ-10A型万能机械式试验机; 3. 测试单位: 无锡无线电工业学校
超声埋插	2*	34	
超声埋插	3*	34	
超声埋插	4*	36	
超声埋插	5*	36	
超声埋插	6*	31	

表3 扭 转 试 验

种 类	编 号	最大扭矩(公斤·米)	备 注
超声埋插	1*	0.46	1. 螺纹扭坏, 而埋插处不坏; 2. 测试仪器: NJ-100B型扭转试验机; 3. 测试单位: 无锡无线电工业学校
超声埋插	2*	0.44	

南大声学所举办岩体声波检测学习班

1984年7月20日，南京大学声学研究所与扬州市换能器厂，在扬州市举办了为期20天的“声学基础理论及岩体声波检测”学习班。来自全国20个省市的60多名学员参加了学习。他们主要来自石油、煤炭、水利水电、普通高校等系统的科研和生产单位。南京大学信息物理系系主任吴文虬副教授参加了开幕式并作了题为“近代声学的发展概况”的学术报告。学习班重点讲授了声学基础理论，并介绍了声波检测技术在石油、煤炭、

水电等地质工程中的应用。

岩石声学是10多年发展起来的一门边缘性学科，它与能源开发、基本建设、交通运输等部门息息相关，所以其发展较为迅速。南京大学声学研究所为了进一步使科研工作面向经济建设，近几年已逐步开展了岩体声波检测的研究课题，取得了一些成果。通过学习班进一步密切了高校与工程单位的联系，促进了声波检测技术的推广使用。

(朱正亚)