

超声纸杯焊接技术

杨周铜

杨明娜

(电子工业部第十研究所 成都 610036) (成都大学 成都 610081)

1997 年 4 月 3 日收到

摘要 本文介绍一种超声纸杯焊接设备及焊接工艺。

关键词 超声焊接, 纸杯, 超声振动部件, 超声发生器

Ultrasonic welding of paper cups

Yang Zhoutong

(The Tenth Institute of Ministry of Electronics Industry, Chengdu 610036)

Yang Mingna

(Chengdu University, Chengdu 610081)

Abstract This paper presents a device and procedure for ultrasonic welding of paper cups.

Key words Ultrasonic welding, Paper cup, Ultrasonic vibrator, Ultrasonic generator

1 引言

随着塑料制品在日常生活中的大量应用, 塑料废弃物对环境的污染已相当严重。为了减少塑料废弃物的污染, 国内外已开始用纸制品取代部分塑料制品, 其中用一次性纸杯代替一次性塑料杯就是典型的实例之一。

这里所谓纸杯, 并非全部用纸做成, 而是一种在厚为 0.5mm 的重磅纸表面, 喷涂了几个 μm 厚的无毒塑料薄膜的复合材料杯。由于塑料薄膜的防水性和纸的较高强度, 纸杯的性能优于塑料杯, 加之纸杯对环境污染小, 外形美观, 可算是一种较好的一次性用品。

目前的纸杯有单面涂塑和双面涂塑两种, 双面涂面杯的外壁不怕结露, 主要用于冰淇淋或冷饮。生产单面涂塑纸杯时接缝可以用热压焊接或超声焊接, 生产双面涂塑纸杯就只能用

超声焊接了。这是因为外层涂塑薄膜在热压焊接时会粘附在焊头上烧焦炭化, 使焊缝表面发黄变焦, 而采用超声焊接技术, 就不会出现这种情况。

国内现有的纸杯生产线主要来自国外, 生产过程都是全自动的。早年进口的生产线多是采用热压焊接技术, 要用这样的生产线生产双面涂塑纸杯, 就必须把原来的热压焊接改为超声焊接。本文详细介绍改造后的超声纸杯焊接技术。

2 超声振动系统

2.1 驱动装置

为了适合安装的要求, 我们设计出图 1 所示的两种驱动装置。图中 λ 为波长, 压电材料用 PZT-4, 规格为 $\phi 40\text{mm} \times \phi 10\text{mm} \times 4\text{mm}$, 其余部件用 45# 钢制造。驱动装置 A 和 B 的

空载实测频率分别为 20.20kHz 和 15.00kHz。虽然驱动装置 A 的共振频率高，长度短，有利于安装，但在研究过程中发现，其稳定性，电声转换效率及负载适应性等诸方面均不如驱动装置 B，所以最后选用 B 作为超声系统的驱动源。

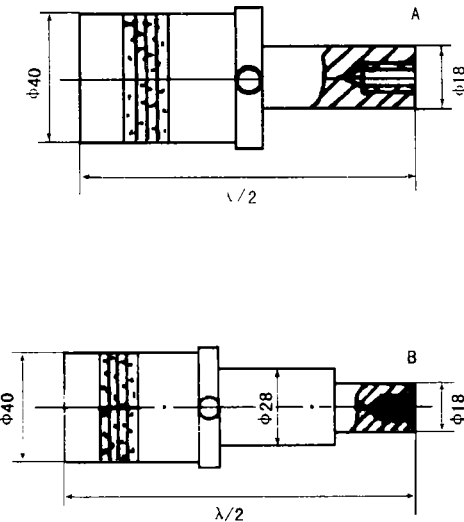


图 1 驱动装置 A、B (单位 mm)

在驱动装置的近波节处，有一直径略大的法兰盘，在其上均布有四个 $\phi 6\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的安装用盲孔。

2.2 焊头

纸杯坯料的焊缝长度为 70mm，接缝宽度为 6mm，所以焊头的有效焊接端面积取为 80mm $\times$ 6mm。为了使焊头的辐射端面具有足够振幅，我们选择了放大倍数为 9.77 的阶梯劈形焊头，材料为 45# 钢。为了便于加工，焊头的阶梯采用 45° 角过渡，表面用镀镍保护，其外形如图 2 所示。

从图 2 中可以看出，阶梯劈形焊头的宽度为 80mm，已非常接近振动系统的 1/4 波长，为了避免劈形焊头产生横向振动，曾在劈形焊头上作过开槽试验，结果发现开了槽的劈形焊头的辐射均匀性和振动强度等方面都不如

未开槽的，所以实际使用的劈形焊并未开槽。

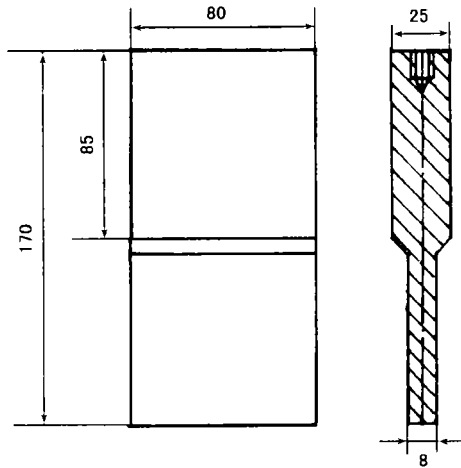


图 2 阶梯劈形焊头 (单位 mm)

3 超声发生器

超声发生器的电路如图 3 所示。该电路的功放管工作在开关状态，管耗很小，效率高，并可直接使用普通低频大功率管，这对降低电路成本和器件选用都比较有利。

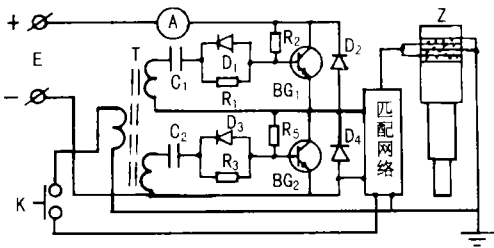


图 3 超声发生器电路原理图

E：直流电源 Z：驱动装置

利用电流源可并联的性质，可以把图 3 所示的若干个电路并联组合到所需的输出功率，这样的组合称为合成功率源。我们所用的超声发生器最大输出功率为 600W，并设计成 300W、400W、500W 和 600W 四档可调。

超声纸杯焊接设备是为现有生产线而设计的，原生产线的生产状态和每分钟 40 个纸杯的生产效率均不允许改变，所以就只能用原生

产线上每个纸杯的热压焊接时间(约 0.5s)为超声焊接时间,时间的控制是通过图 3 中的微动开关 K 由生产线上的运动部件来完成。

为了保证超声焊接设备能稳定工作,超声发生器取频率自动跟踪形式,跟踪信号的拾取是通过超声发生器与超声振动系统之间的匹配网络取得准确跟踪。

4 焊接压力的获得

超声纸杯焊接压力的获得方式如图 4 所示。在图中,超声振动系统是通过四个均布的压力弹簧(2)提供超声焊接所需的压力。实践证明,采用弹簧加压技术后,只要仔细调整弹簧的压紧状态,在焊接过程中就能获得满意的焊接压力。采用弹簧加压的优点是结构简单,成本低,安装使用方便;不足之处是调整麻烦。在我们的生产条件下,弹簧采用 $\phi 1.2\text{mm}$ 的弹簧钢丝绕制成外径 12mm,长度 60mm 的压簧即可。

图 4 中的双向箭头表示在纸杯焊接过程中,超声振动系统不停地上下运动,这种运动为散热提供了较好的条件,加上驱动装置的足够功率容量和间隙工作状态,所以对超声振动系统未采取强制冷却措施。

5 焊接工艺选择

超声振动系统的共振频率已在设计时确定,焊接过程也必须保证每分钟生产 40 个纸杯的高速度。所以在超声纸杯的焊接工艺参数中,允许选择的就只有超声发生器的输出功率(调节超声振动强弱)和焊接压力了。

超声纸杯焊接与超声塑料焊接有相似之处,但在工艺参数选择的原则上有很大的差别。在超声塑料焊接时,为了获得必要的焊接强度和理想的外观,对焊接工艺的参数变化范围控制较严,允许变化(漂移)的范围很

小。而在超声纸杯焊接过程中,只要焊接参数选择到大于可焊工艺参数的下限阈值,即使在较大范围内变化,也能获得理想的焊接效果。这一点对超声纸杯焊接的稳定性和可靠性都很有利。当然这也不是说超声纸杯焊接的工艺参数可以无限提高,尤其是超声发生器的输出电功率,如果提高太多,就可能使焊缝接触面烧焦炭化而影响焊接质量。

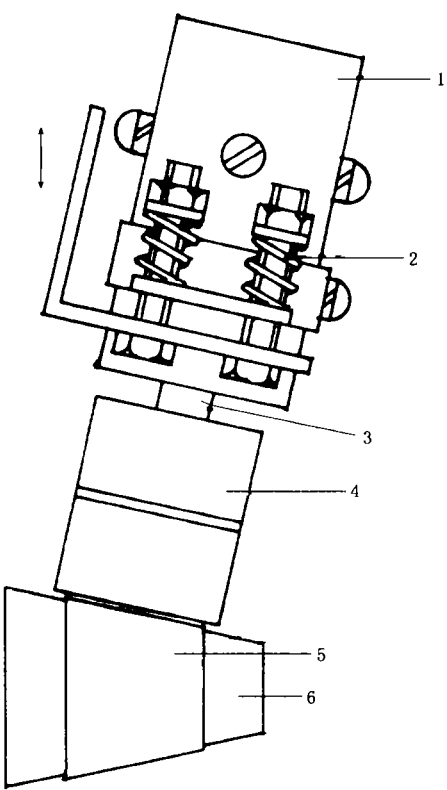


图 4 超声纸杯焊接压力获取示意图

- 1: 超声振动系统外壳
- 2: 压力弹簧
- 3: 驱动装置
- 4: 焊头
- 5: 纸杯坯体
- 6: 反射声极(坯体模具)