

聚碳酸酯血液回收罐的超声波焊接工艺研究

韩明杰

蔡忠义

(北京京精医疗设备有限公司,北京 100076) (沈阳金碧兰化工有限公司,沈阳 110163)

摘要 从超声波焊接工艺和塑料制品的具体结构入手,结合超声波塑料焊接在医疗领域里的应用特点,以一次性使用血液回收罐装置部件焊接为例,制定了超声波塑料焊接的工艺,确定了超声波焊接设备的参数并对工装进行了改造,分析了在医疗行业里塑料制品的应用特点和发展趋势。

关键词 聚碳酸酯 超声波塑料焊接设备 熔接面 微粒

随着工业生产的迅速发展,塑料制品以其质量轻、耐腐蚀、易加工等优点广泛应用于国民经济和人民生活的各个领域,超声波塑料焊接技术和工艺也得到了广泛的发展和应用。超声波塑料焊接设备和技术同时也为医疗设备厂商提供了有价值的焊接方法,采用超声波焊接可以减少粘合剂在医疗制品中的使用,帮助医疗设备厂商生产出高品质的制品,优化生产和操作程序。

超声波焊接技术是利用焊头将振动能量直接传导到待焊零件上,通过工件间摩擦转化的热能将零件熔化及冷却后达到焊接效果。由于是高频振动产生能量,所以在焊接中会产生一些微粒。微粒在非医疗制品生产中并不被人们重视,而在医疗制品中微粒含量指标则是至关重要的。笔者以一次性使用血液回收罐装置部件——离心杯组件焊接为实例,通过试验,取得了各项数据,完善了超声波塑料焊接的工艺,确定了超声波焊接设备的参数并对工装进行了改造,分析了医疗行业用塑料制品的应用特点,介绍了导熔线熔接面设计和剪切式熔接面设计两种基本焊接方式。分析了导熔线熔接面设计在一次性使用血液回收罐装置部件焊接过程中产生问题的原因,并介绍了采用剪切式熔接面焊接技术的工艺。

1 原材料及设备

1.1 原材料

聚碳酸酯(PC):PC144-111型,美国GE公司。

1.2 主要设备

超声波塑料焊接机:20d3.3aed.ob08型,必能信超声(上海)有限公司;

测漏工装:自制;

血液回收机:3000P型,自制;

微粒测试仪:GWF-7J型,天津天河医疗仪器有限公司;

超声波探伤仪:CTS2200型,汕头超声仪器研究

所;

焊接零件:用PC制成血液回收罐离心杯组件,见图1,自制。

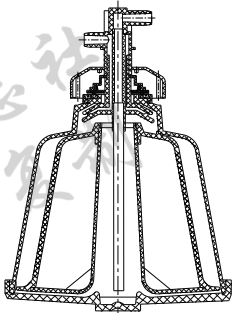


图1 离心杯组件

1.3 试验步骤

用纯化水和注射用水清洗组件后,将各部件组装在一起放在超声波塑料焊接机的固定装置上,分别采用导熔线焊接方式以及剪切式熔接面焊接方式对一次性使用血液回收罐装置进行焊接试验。焊接步骤为系统检验→焊头下降→建立压力、焊接时间→保压定型时间→焊头抬起→取出产品,完成一个焊接循环。

(1) 导熔线式焊接方式

图2、图3分别为导熔线焊接方式底盖、外壳局部图。

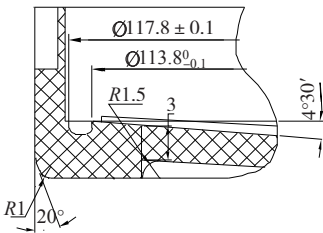


图2 导熔线焊接方式底盖局部图

导熔线熔接面设计原始设定工艺参数如表1所示。

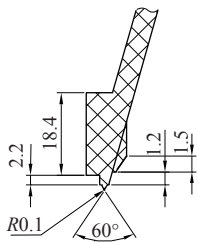


图3 导熔线焊接方式外壳局部图

表1 导熔线熔接面设计原始设定工艺参数

项 目	参 数
焊接方式	远场焊接
焊接模式	时间模式
焊线尺寸/mm	0.5 ~0.8, 60°
相对振幅	85% ~95%
气缸压力/kPa	350
触发压力/N	1 000
焊接时间/s	0.5 ~0.9
焊接周期/s	10

(2) 剪切式熔接面焊接方式

图4、图5 分别为剪切式熔接面外壳、底盖局部图。

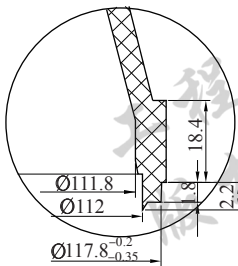


图4 剪切式熔接面外壳局部图

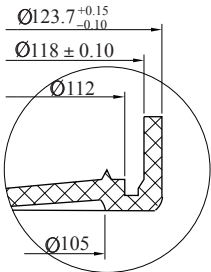


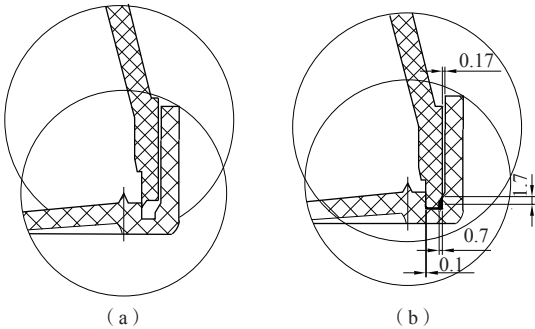
图5 剪切式熔接面底盖局部图

表2 列出剪切式熔接面设计工艺参数。

表2 剪切式熔接面设计工艺参数

项 目	参 数
焊接方式	近场焊接
焊接模式	距离模式
熔接深度/mm	1.7(0.6 + 1.1)
振幅分阶	A = 100%, B = 90%
焊接功率	75% ~85%
气缸压力/kPa	200
触发压力/N	1 000
焊接时间/s	0.7 ~0.95
焊接周期/s	10

经多次试验得出最佳干涉量为 0.65 ~0.70 mm。图6 是剪切式熔接面焊接前后的局部示意图。



a—焊接前; b—焊接后

图6 剪切式熔接面焊接前后的局部示意图

2 结果与讨论

从焊接工艺参数可看出, 导熔线熔接面焊接方式与剪切式熔接面焊接方式焊接周期完全相同。

采用导熔线设计焊接后组成的离心杯在血液回收机上运转, 主机以设定速度 5 600 r/min 运转一段时间后, 焊缝处发出响声并伴有液体从焊接部位漏出, 经超声波探伤设备探测发现存在微小的焊接缺陷; 当增大振幅后底盖部分非参与焊接结构件发生断裂, 同时经检测微粒含量数值增大; 采取改变导熔线高度等措施仍不能解决焊接可靠度与控制微粒含量之间的问题。经分析上述现象由下列原因造成:

(1) 有导熔线的外壳与底盖的接触面由于注塑后塑料制品发生翘曲变形, 难以保证导熔线在焊接时形成良好的接触, 造成局部焊接不良。

(2) 采用导熔线熔接面焊接方式, 焊接所产生的微粒不能被有效地控制, 部分微粒进入到离心杯内使微粒含量增加。

根据以上分析决定采用剪切式熔接面焊接方式。在压力、振幅、焊接深度及干涉量等参数上做了多次调整, 在结构尺寸上做了如下改进:

(1) 采用振幅分阶设计, 振幅设定为振幅分阶 A = 100%, B = 90%, 100% 振幅焊接深度为 0.6 mm, 90% 振幅焊接深度为 1.1 mm。振幅分阶可以增加熔接效果、减少工件损伤、减少溢料以及微粒含量。在标准的焊接过程中, 焊头表面的振幅在整个焊接循环中保持不变。随着超声波技术的发展, 在焊接过程中可分阶段改变焊头表面的振幅。在超声波焊接过程中热塑性塑料经历了开始熔融(工件固态对固态的表面接触)、增加熔融(熔融层对固态层)、熔融达到稳定状态(上下两者均熔融)、焊接点固化(保压过程) 4 个阶段。当熔接面达到稳定状态

时,振幅减小可实现增加分子结构的结合以及熔接效果,降低残余应力,减少焊接后应力的产生。

塑料的平均加热比率与振动振幅呈正比,可以通过控制振幅来控制温度。塑料制品被加热后粘度会降低,流动性变大,因此,控制振幅就可以控制熔融状态下的流动。如果流动速度适当,塑料会以更加不规则的方式排列,使得焊接效果更好、强度更佳。

由于塑料制品中的残余应力是在焊接过程中保压状态下的熔融层被挤压流动及温度的变化而产生的,被挤压产生的流动因振幅分阶而降低,所以残余应力随之减少,且温度变化也趋于平缓,因此残余应力能够进一步降低,也减少了微粒的产生,使焊接在能够顺利进行的同时增加了焊接强度。

(2) 底盖的熔接部位采用 45° 结构设计,可有效地减小初始焊接功率,零件的加工尺寸精度要求可降低,并可使溢胶的方向向外。

(3) 采用辅助导熔线方式焊接,导熔线几乎不参加焊接但可有效地阻止溢胶向回收罐内流动。经试验验证,添加辅助导熔线后,焊接产生的微粒大幅度减少,经微粒测试仪测定,产品的微粒数量在标准的 $1/3$ 左右。

(4) 将远场焊接改成近场焊接,使能量集中在焊线上,使焊接方式更加合理。由于设备结构已固定,焊头上下移动的距离最大为 110 mm 。在剪切式熔接面设计中,将原来的固定工装改为推拉式工装,使底盖与焊头接触,外壳支撑在工装上形成近场焊接,更加适应了剪切式熔接面焊接方式的结构。

(5) 在底盖上增加了 6 个焊接点,在焊接过程中使底盖上的 6 个点与内胆同时焊接,使焊接更加牢固,整体性更好,运转更加平稳。

经过改进工艺和结构生产出的制品在性能上有了很大提高,经超声波探伤设备检测未发现焊接缺陷。经批量试制,制品的焊接合格率达到 100% 。焊接制品的主要指标均优于胶粘制品。经批量试验和验证后投入试生产之中。

笔者通过血液回收罐底盖与外壳的成功焊接,在用剪切式熔接面焊接较大尺寸制品方面有了成功的实例。

3 结论

依据超声波焊接技术对塑料制品的焊接工艺进行分析及改进。在保证塑料制品尺寸的条件下最终采用了剪切式熔接面的焊接工艺。将离心杯的主要部件外壳与底盖进行焊接并控制微粒指标在标准的 $1/3$ 左右,减少用胶 70% 左右。由于提高了塑料件的尺寸精度,该制品在运转中的噪声和偏摆等均优于胶粘制品。由于胶粘制品的周期为“粘接时间+固化时间”总放置时间约为 48 h ,而超声波焊接的一个焊接循环周期为 10 s ,因此用超声波焊接技术大幅度提高了生产效率,同时避免了生产周期过长给制品带来的污染。通过成熟的超声波塑料焊接技术可将更多的制品运用于该技术进行组装,也使医疗领域中的制品更适用于人们的需要,减少生产中溶剂及粘合剂挥发对人体造成的伤害,降低制品中胶的残留量对病人的损伤,进一步提高制品的可靠程度,制品更为环保。

STUDY ON WELDING PROCESS OF PC ULTRASONIC BLOOD RECYCLING CANS

Han Mingjie

Cai Zhongyi

(Beijing Jingjing Medical Equipment Co. Ltd., Beijing 100076, China) (Shenyang G. Billow Chemical Co. Ltd., Shenyang 110163, China)

ABSTRACT From the ultrasonic welding process and the specific structure of plastic parts, combination of application characteristics of ultrasonic plastic welding in the medical field, with one-time used blood recycling cans as an example, the ultrasonic plastic welding process is developed. The welding of parameters of ultrasonic welding equipment are identified, and the machine is transformed. The application characteristics and development trends of plastic parts in medical industry are analysed.

KEYWORDS PC, ultrasonic plastic parts welding equipment, weld face, particle

杜邦发明新型聚酰亚胺材料

美国杜邦公司发明了新型聚酰亚胺材料“Vespel SCP”系列。Vespel 系列的特点是提高高温的耐久性,且强化尺寸稳定性、耐化学药品性及耐磨损性。可使树脂部件延长寿命、减轻质量,从而降低整体成本。Vespel SCP 系列包括 3 个级别。“Vespel SCP-5000”为无填充级别,强度、尺寸稳定

性及绝缘性出色,还具备耐等离子性。“Vespel SCP-5050”和“Vespel SCP-50094”为填充物填充级别,除耐热性外,还强化了低摩擦性、耐磨损性。Vespel SCP 系列主要用于航天发动机部件、半导体制造工序及部分工业用运送构件等用途,可提高可靠性、延长寿命,从而减少停机时间、提高成品率。(慧网)