

目 录

- 一、 工作原理
- 二、 产品规格及参数
- 三、 结构
- 四、 操作要领
- 五、 故障排除
- 六、 焊头设计
- 七、 塑料相熔性
- 八、 超声波应用原理
- 九、 电路图

敬告读者：(说明书中**黑色加粗**的部分对正确操作尤其重要，请详细阅读并充分理解)

深圳市恒波超声设备有限公司

深圳市龙岗区龙城爱联嶂背创业二路 23 号

0755-28993510 28999510

<http://www.chaoshengbo.org>

E-mail: szkhz@163.com

工作原理

热可塑性塑料的超声波加工，是利用工件接触面间高频的磨擦使分子间急速产生热量，当此热量足够熔化工作时，停止超声波振动，此时工作接面由熔融面固化，完成加工程序。

通常用于塑料加工的频率有 28KHz、20KHz 和 15KHz，其中 28KHz 和 20KHz 在人耳听觉范围之外，故称为超声波，但 15KHz 仍在耳听觉范围之内。

本机产品规格及参数：

频率：20KHZ 功率：1500W 功率可调 焊头行程：75MM

结 构

本机器由超声波发生器、超声换能系统、程序控制及气动机架系统几部分组成

A: 组件名称

- | | | |
|--------------|-------------|-------------|
| (1) 升降速度 | (2) 焊接时间 | (3) 保压时间 |
| (4) 气压表 | (5) 调压器 | (6) 超声测试开关 |
| (7) 焊头升降开关 | (8) 延迟时间 | (9) 分水器 |
| (10) 机体固定把手 | (11) 升降手轮 | (12) 换能器固定座 |
| (13) 换能器固定螺丝 | (14) 变幅杆 | (15) 焊头 |
| (16) 触发开关 | (17) 急停开关 | (18) 限位螺栓 |
| (20) 电源开关 | (21) 过载指示灯 | (22) 超声测试开关 |
| (23) 负载电流表 | (24) 调频电感 | (25) 散热风口 |
| (26) 控制插座 | (27) 超声输出插座 | (28) 保险丝座 |
| (29) 电源线入口 | | |

B: 组件名称及功能

- (1) 下降速度：调节此旋钮可调节焊头下的速度，顺时针旋转减速、反之加速。
- (2) 焊接时间：此旋钮为一波段开关，实为一可调电阻，调节超声波焊接的时间。
- (3) 保压时间：此旋钮同焊接时间旋钮相同，用于调节超声波发射完后，塑料件固化的时间。
- (4) 气压表：指示工作气压。
- (5) 调压器：用于调节工作气压，将旋钮拔出即可调节，调好后再压入即可。
- (6) 超声测试开关：轻触开关，即可发送超声波，一般用于检测超声波是否正常。
- (7) 焊头升降开关：主要用于校对模具，该开关为自锁开关，按下后需重按复原。
- (8) 延迟时间：表示从触发开始到超声波发出之间的延时时间；
- (9) 分水器：用于分离压缩空气中的水分，请在积水半满时将杯底针向上压，以排出积水。
- (10) 机体固定把手：用于固定上部机架。
- (11) 升降手轮：将(10)松开后即可调整机架高低。
- (12) 换能器固定座：用于固定换能器系统。
- (13) 换能器固定螺丝：
- (14) 变幅杆：又叫增幅器，用于放大换能器输出振幅。
- (15) 焊头：又叫焊模，将超声波能量传至工件。通常为谐振频的半波长，材料多为钛合金或铝合金，铝合金焊头易在工作物上留下氧化物，可以电镀或使用防热塑料膜来防止。

注意 焊头不可以任意修改，否则会改变其谐振频率及机械强度，容易导致换能器或电器零件损坏。

- (16) 触发开关：两边开关同时触发，可实现正常程序。
- (17) 急停开关：该开关为自锁开关，一经触发，则焊头不能下降。如触发后应旋钮复位，便于程序运作。
- (18) 限位螺栓：调节螺栓上螺母位置，可限制焊头下降的高度，控制塑料件熔接深度。
- (20) 电源开关：打开此开关后，电源导通，指示灯亮，风扇开始运转。
- (21) 过载指示灯：当本机超声波振动异常时，此灯会亮，并停止发振。
- (22) 超声测试开关：触发即有超声波发生，用于检验声波是否正常。
- (23) 负载电流表：空载时，表示焊头谐振的程度，（指针越低越好，通常在电流 1A 以下），焊接产品时表示输出功率的大小。
- (24) 调频电感：调节电路部分的工作频率与机械振动谐振频率相匹配。（详细步骤，请参照操作要领。）
- (26) 控制插座：利用电缆连接，传输控制回路信号。
- (27) 超声输出插座：利用电缆连接，将高压电信号传输给换能器。
- (28) 保险丝座：容纳保险丝。

操作要领：

1、机器工作原理：

将 220V/50HZ 的电源供电，转变为 20KHz 的高压电能，利用换能器转换成机械能，机械振动经变幅杆放大经焊头传递至被加工物，利用空气压力，产生工件接触面加压摩擦熔接的效果。

2、安装程序：

- A：将机架上的三根电缆分别接入底座和发生器的插座上，并拧紧。
- B：安装好换能器系统，并拧紧固定螺丝。
- C：调整机架高度并拧紧机体固定把手。
- D：观察底座上急停开关是否复位，如未，请复位。
- E：连接好气源及电源，并接好地线。
- F：将焊头与变幅杆之间的接触面擦拭干净，在两个端面上涂抹少量硅油或黄油，将螺杆拧入焊头一边拧紧，然后将焊头与变幅杆这幸用螺杆连接，并用板手锁紧。
- G：操作前，请务必做超声检测，以确定发生器频率与换能器系统机械谐振频率一致。尤其是更换焊头或改变输出振幅之后，不可疏忽。

3、超声波检测：

为了达到最佳的使用效果并维护本机的性能，调整发生器与换能器系统的谐振，非常重要。

- A：调谐前，确保焊头与变幅杆之间必需锁紧。调谐时，焊头不要接触其它物品。
- B：打开电源开关，此时电源指示灯亮。

C：按下超声波测试开关，并注视负载表，（如电流表指针超 1A，则按下超声波测试开关的时间要非常短），调整调谐电感，左右旋转直到负载电表批示在最小位置，通常电流在 1A 以下之间。

注意

(1): 调整调谐电感时, 负载表电流大小变化, 并非表示功率输出大小, 只表示发生器与换能器能器系统谐振程度, (电流越小, 谐振越好)。

(2): 负载表空载时, 表示谐振程度; 带负载时, 表示输出能量。

(3): 调谐时, 如过载指示灯亮, 应立即松开测试开关, 过 5 秒钟之后, 调整调谐电感, 再做超声波检测。

(4): 正确的调谐非常重要, 如果无法达到正常情况, 请参照故障检测表, 不可勉强使用, 以免损坏机器。

4、校模:

为达到高的生产效率, 焊头与塑料件之间的距离应尽量缩短但仍需留有足够的空间方便取放塑料件。

1、将塑料件放在底座中调整气压在 2Kg 左右, 利用焊头升降开关来使上下摸对准。

2、选择适合的焊头与塑料件之间的距离锁紧机架固定把手。

3、调整限位螺栓使焊头下降压紧塑料件之后仍有 0.2mm 左右的空间。(对于焊接深度要求较高的塑料件, 此空间相应加大)。

4、调整焊接、保压时间、气压、试焊样件。

5、观察样件, 如发现焊接不均匀, 则需要细调底座的平衡, 一般原则为焊接部位熔接越厉害, 则应调低, 在底座相反位置垫上纸片等抬高底座对应位置, 使塑料件与焊头吻合良好。

6、

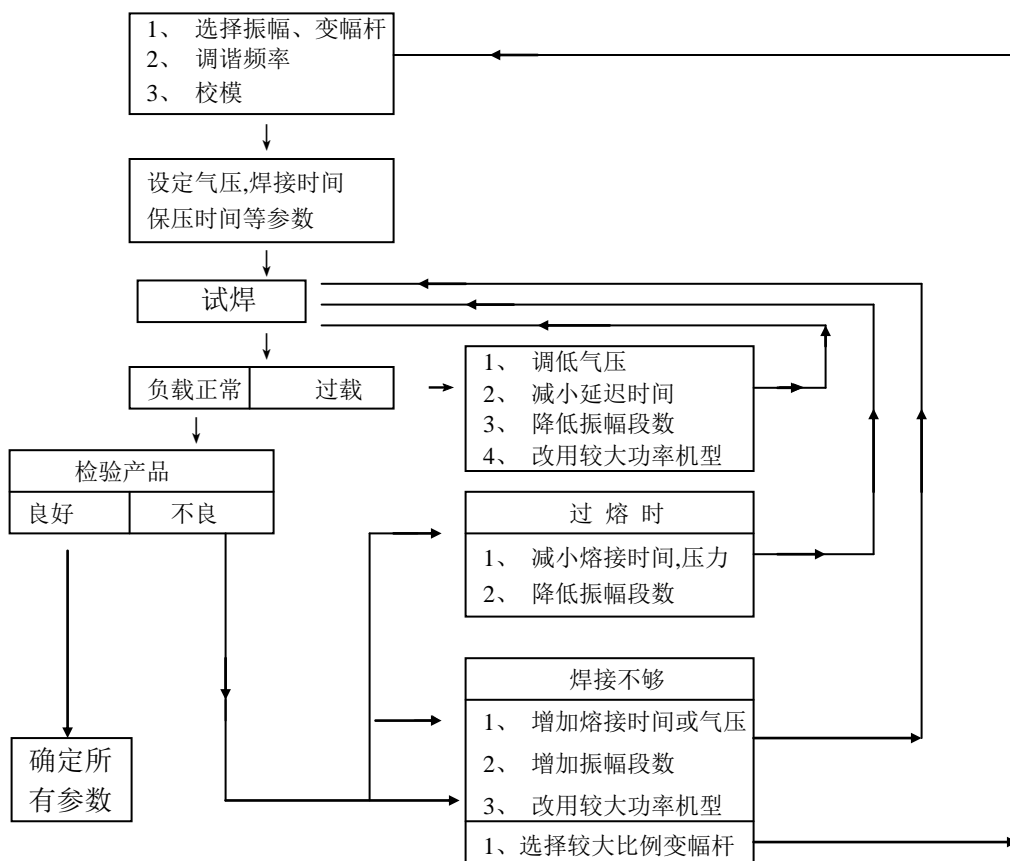
(附记): 影响塑料件超声加工的因素如下:

(1)、接触面的设计 (2)、焊接线的设计 (3) 塑料材质

(4) 塑料件外形和尺寸 (5) 焊接面与焊头之间距离 (6) 焊头的设计

(7) 焊头的振幅 (8) 校模的准确性 (9) 焊接压力、时间参数的选择

5、超声波焊接操作步骤



故障排除

(1) 焊接故障

现象	原因	解决方法
熔接过度	输入塑料件能量太多	1、降低气压 2、减少焊接时间 3、降低振幅段数 4、更换低倍数二级杆
熔接不足	输入塑料件能量太少	1、增加气压 2、加长焊接时间 3、增大振幅段数 4、更换高倍数二级杆 5、使用较大功率的机型
熔接效果不一致	1、注塑模变化 2、使用水料或次料 3、填充物比例变化	1、检查注塑模是否磨损 2、改进所用材料 3、固定填充物成份
非熔接面损伤	1、焊头与塑料接触面不吻合	1、修理焊头与底模使之与塑料件吻合

	2、 超声波集中损伤	2、 修理焊头在相关位置避空
塑料件开裂、 震断	1、 超声波振幅过大 2、 塑料件强度不够	1、 选择低倍数二级杆 2、 减少输出振幅 3、 塑料加加强筋或加厚
塑料件 表面穿孔	1、 超声波振幅不够，超长时间焊接所致 2、 超声波集中损伤	1、 提高输出振幅，减少焊接时间，有必需时更换较大功率的机型 2、 焊头相应位置避空 3、 塑料件加强厚度或加加强筋

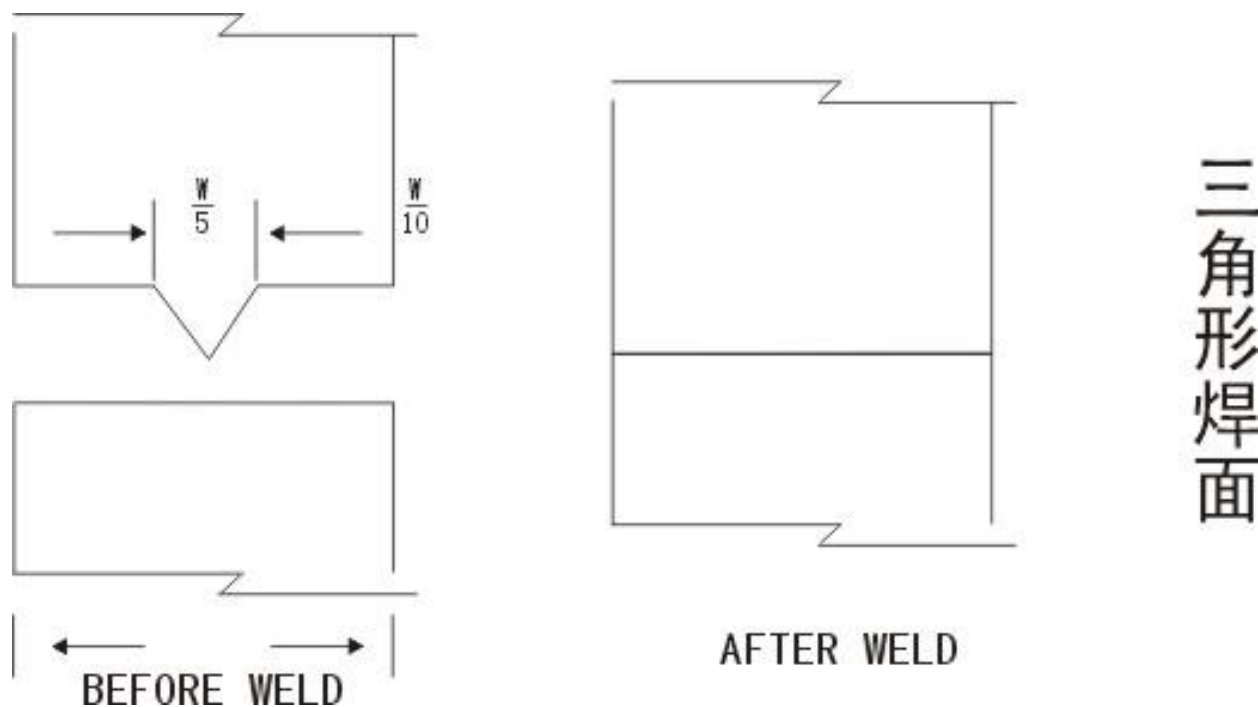
(2) 机器故障

现 象	原 因	解 决 方 法
打开电源无显示	保险丝熔断	1、 检查功率管是否短路 2、 更换保险丝
超声波测试无电流显示	1、 功率管烧毁 2、 高压电容烧毁 3、 继电器控制线路部分有故障	更换相关烧毁零件
起声波测试电流偏大、过载	1、 焊头没锁紧或有裂纹 2、 若不带焊头，电流大，此换能器或二级杆老化或有裂纹 3、 功率管特性有变异或烧毁 4、 功率放大电路部分有故障	更换相关零件
焊接时电流偏大、过载	1、 气压偏高 2、 焊头过大，冲击电流大 3、 触发压力高，延迟时间长 4、 二级杆变比偏高	1、 调低气压 2、 使用较大功率机型 3、 调低触发压力，减少延迟时间 4、 换用低倍数二级杆
触发触发开关焊头不落	1、 急停开关未复位 2、 触发开关不能同时触发或其中一个接触不良 3、 程序控制板有问题	1、 将急停开关复位 2、 检测使两个触发开关能同时触发 3、 检测程序板排除故障，一般为 IC 问题
触发触发开关后，超声时间非常长或者保压时间非常长	焊接时间或保压时间波段开关断路	调整波段开关触点，使之接触良好
触发触发开关后，超声波不能触发	1、 压力触发开关损坏 2、 程序板有问题	1、 更换压力触发开关或小弹簧 2、 检测程序板排除故障，一般为 IC 问题

焊头设计

本公司有专业工程师为顾客设计各类型超声波焊头，提供专业技术指导及维修服务，以及解决一切熔接难题。同时，更聘有专业设计师为顾客设计特定之自动化超声波熔接机，以应顾客不同之生产需求。

设计工件熔接线图解



超声波原理：

我们知道正确的波的物理定义是：振动在物体中的传递形成波。这样波的形成必须有两个条件：一是振动源，二是传播介质。波的分类一般有如下几种：一是根据振动方向和传播方向来分类。当振动方向与传播方向垂直时，称为横波。当振动方向与传播方向一致时，称为纵波。二是根据频率分类，我们知道人耳敏感的听觉范围是 20HZ-20000HZ，所以在这个范围之内的波叫做声波。低于这个范围的波叫做次声波，超过这个范围的波叫超声波。

波在物体里传播，主要有以下的参数：一是速度 V ，二是频率 F ，三是波长 λ 。三者之间的关系如下： $V=F \cdot \lambda$ 。波在同一种物质中传播的速度是一定的，所以频率不同，波长也就不同。另外，还需要考虑的一点就是波在物体里传播始终都存在着衰减，传播的距离越远，能量衰减也就越厉害，这在超声波加工中也属于考虑范围。

1、超声波在塑料加工中的应用原理：

塑料加工中所用的超声波，现有的几种工作频率有 15KHZ，18KHZ，20KHZ，40KHZ。其原理是利用纵波的波峰位传递振幅到塑料件的缝隙，在加压的情况下，使两个塑料件或其它件与塑料件接触部位的分子相互撞击产生融化，使接触位塑料熔合，达到加工目的。

2、超声波焊机的组成部分和原理

超声波焊接机主要由如下几个部分组成：发生器、气动部分、程序控制部分，换能器部分。
 发生器主要作用是将工频 50HZ 的电源利用电子线路转化成高频（例如 20KHZ）的高压电波。
 气动部分主要作用是在加工过程中完成加压、保压等压力工作需要。
 程序控制部分控制整部机器的工作流程，做到一致的加工效果。
 换能器部分是将发生器产生的高压电波转换成机械振动，经过传递、放大、达到加工表面。

现在国内应用较多的发生器一般有两种：一种是以美国 BRANSON 公司为代表，所采用的桥式功放电路，保护电路采用相位保护，工作频率一般为 20KHZ。其优点是电转换效率高，缺点是频率调节电感调节范围窄，频率跟踪性能较差。另一个缺点是功率不可能做得很大，最大也就是 3KW 左右；另一种是台湾型机器，普遍采用 B 类功放、过流保护、桥式反馈。优点是功率可以做得较大（如 4.2KW），频率跟踪性能好，大功率情况下一般采用 15KHZ 的工作频率。缺点是电转化效率较低，15KHZ 的工作频率是人耳所能听到的，反映出噪声较大；另外还有瑞士、德国、日本的采用频率自动跟踪技术的机器。因其价格较高，国内并不常见。

换能器部分由三部分组成：换能器（TRANSDUCER）；增幅器（又称二级杆、变幅杆，BOOSTER）；焊头（又称焊模，HORN 或 SONTRODE）。

① **换能器(TRANSDUCER)：**换能器的作用是将电信号转换成机械振动信号。将电信号转换成机械振动信号有两种物理效应可以应用。A：磁致伸缩效应。B：压电效应的反效应。磁致伸缩效应在早期的超声波应用中较常使用，其优点是可做的功率容量大；缺点是转化效率低，制作难度大，难于大批量工业生产。自从朗之万压电陶瓷换能器的发明，使压电效应反效应的应用得以广泛采纳。压电陶瓷换能器具有转换效率高，大批量生产等优点，缺点是制作的功率容量偏小。现有的超声波机器一般都采用压电陶瓷换能器。压电陶瓷换能器是用两个金属的前后负载块将压电陶瓷夹在中间，通过螺杆紧密连接而制成的。通常的换能器输出的振幅为 $10\mu\text{m}$ 左右。

② **变幅杆(BOOSTER)：**变幅杆本身就是一条金属柱，通过形状的设计，可以将换能器传递过来的振幅进行放大，达到加工塑料件所需能量振幅，相当于加热的温度，如我们常用的 ABS、AS 塑料所需的加工振幅为 $20\mu\text{m}$ 左右；尼龙、聚丙烯所需的加工振幅为 $50\mu\text{m}$ 左右。

③ **焊头(HORN)：**焊头的作用是针对特定的塑料件制作，符合塑料件的形状、加工范围等要求。

换能器、变幅杆、焊头均设计为所工作的超声频率的半波长，所以它们的尺寸和形状均要经过特别的设计；任何的改动均可能引致频率、加工效果的改变，它们需专业制作。耐用根据所采用的材料不同，尺寸也会有所不同。适合做超声波的换能器、变幅杆和焊头的材料有：钛合金、铝合金、合金钢等。由于超声波是不停地以 20KHZ 左右高频振动的，所以材料的要求非常高，并不是普通的材料所能承受的。

4、超声波焊接机的参数及调节方法：

一般的超声波焊接机上有如下的参数是可以调节的：

A：超声波发生器上的调谐旋钮：这是超声波焊机最关键的一个调节旋钮。其调节目的是使超声波发生器所发出的高压电信号频率同换能器部分的机械谐振频率一致。方法是轻触测试开关、左右设防该旋钮，使负载指示的电流为最小，即可完成调谐步骤。

B：振幅档：此旋钮有些机种上没有这个旋钮，其功能是通过调节发生器的输出电压，达到高速输出振幅的目的。

C：气动部分：包括调速器、气压调节旋钮。调速器用于调节气缸的上、下速度。气压调节旋钮调节工作气压。

D：熔接时间(WELD TIME)：用于调节超声波发射的时间，一般的塑料件熔接时间为 0.6S 以下，通常超过 1.5S 熔接时间均可视作失败熔接（可视作振幅不够，或设计不合理）。

E：保压时间(HOLD TIME)：保压时间相当于加工塑料件之后的固化时间，通常如果塑料件的固定位设置得好，此时间可不用考虑，如果塑料件内部有弹簧等部件，该时间应相应调长。

F：延迟时间：触发调节有两种方式，一种是延时触发。这种调节一般指示为延迟时间（DELAY TIME）。其所指为从触发机器开始到超声波发射为止的时间。通过调节，可实现先发射超声波再熔接，或先压紧塑料件再触发超声波。另一种是压力触发。这种触发方式常见于美国 BRANSON 形式的超声波焊接机中，其原理是调节压紧塑料件的力度来触发超声波。对于较大的塑料件，为防止起振失败，多采用先触发超声波再熔接，或以较小的触发力度。

5、塑料件材料对超声波焊接的影响

超声波在塑料件中传播，塑料件或多或少对超声波能量有吸收和衰减，从而对超声加工效果产生一

定的影响，塑料一般有非晶体材料之分，按硬度有硬胶和软胶之分，还有模数的区分，通俗地来说，硬度高，低熔点的塑料超声加工性能优于硬度低、高熔点的塑料。因此，这就牵涉到超声波加工距离的远近问题，详见第 7 节远、近距离焊接。

6、塑料件的加工条件对超声焊接的影响

塑料件经过注塑、挤压或吹塑等的不同加工形式以及不同的加工条件都会形成对超声焊接产生一定影响的因素。

A: 湿度缺陷: 湿度缺陷一般在制作有条纹或疏松的塑料件过程中形成，湿度缺陷在焊接中衰减有用能量，使密封位渗水，加长焊接时间，所以湿度高的塑料件在焊接前要作烘干处理。如聚甲醛等。

B: 注塑过程的影响:

注塑过程参数的调整会引致如下缺陷:

- ① 尺寸变化(收缩、弯曲变形)
- ② 重量变化
- ③ 表面损伤
- ④ 统一性不佳

C: 保存期: 塑料件注塑加工出来后，一般最少放置 24 小时后，再进行焊接，以消除塑料件本身应力、变形等因素。无定形塑料通过注塑出来的塑料件可不按此要求。

D: 再生塑料

再生塑料的强度比较差，对超声波焊接适应性也较差，所以如用再生塑料，各种设计尺寸均要酌情加以考虑。

E: 脱模剂和杂质

脱模剂和杂质对超声波焊接有一定的影响。虽然超声波加工时可将加工表面的溶剂、杂质等震开，但对于要求密封、或在高强度的情况下，应尽可能去除。在有些情况下，先清洗塑料件是必要的。

7、塑料件的设计

现代注塑方式能有效提供比较完美的焊接用塑胶件。当我们决定用超声波焊接技术完成熔合时，塑料件的结构设计必须首先考虑如下几点:

- ① 焊缝的大小(即要考虑所需强度)
- ② 是否需要水密、气密
- ③ 是否需要完美的外观
- ④ 避免塑料熔化或合成物的溢出
- ⑤ 是否适合焊头加工要求

焊接质量可以通过下面几点的控制来获得:

- ① 材质
- ② 塑料件的结构
- ③ 焊接线的位置和设计
- ④ 焊接面的大小
- ⑤ 上下表面的位置和松紧度
- ⑥ 焊头与塑料件的接触面
- ⑦ 顺畅的焊接路径
- ⑧ 底模的支持

为了获得完美的、可重复的熔焊方式，必须遵循三个主要设计方向:

- ① 最初接触的两个表面必须小，以便将所需能量集中，并尽量减少所需要的总能量(即接时间)来完成熔接。
- ② 找到适合的固定和对齐的方法，如：塑料件的接插孔、台阶或企口之类。
- ③ 围绕着连接界面的焊接面必须是统一而且相互紧密接触的。如果可能的话，接触面尽量在同一个

平面上，这样可使能量转换时保持一致。

下面就对塑料件设计中的要点进行分类举例说明：

7.1 整体塑料件的设计

7.1.1 塑料件的结构

塑料件必须有一定的刚性及足够的壁厚。太薄的壁厚有一定的危险性，超声波焊接时是需要加压的，一般气压为 $2-6\text{Kg f/cm}^2$ 。所以塑料件必须保证在加压情况下基本不变形。

7.1.2 罐状或箱形塑料等，在其接触焊头的表面会引起共振而形成一些集中的能量聚焦点，从而产生烧伤、穿孔的情况（如图 1 所示），在设计时可以在罐状顶部做如下考虑：

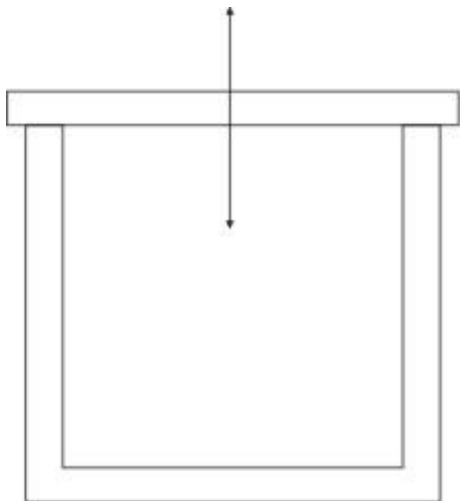


图 1 带尖角

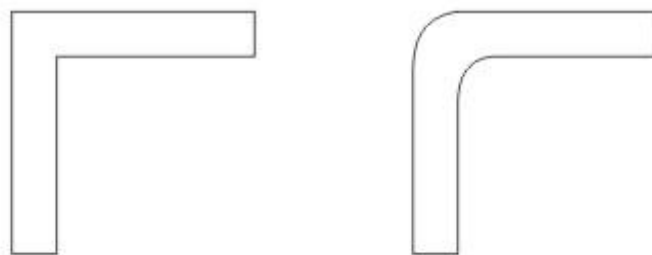


图 2 带圆弧过渡

- 1、加厚塑料件
- 2、增加加强筋
- 3、焊头中间位置避空

7.1.3 尖角

如果一个注塑出来的零件出现应力非常集中的情况，比如尖角位，在超声波的作用下会产生折裂、融化。这种情况可考虑在尖角位加 R 角。如图 2 所示。

7.1.4 塑料的附属物

注塑件内部或外部表面附带的突出或细小件会因超声波振动产生影响而断裂或脱落，例如固定梢等（如图 3 所示）。通过以下设计可尽可能减小或消除这种问题：

- ① 在附属物与主体相交的地方加一个大的 R 角，或加加强筋。
- ② 增加附属物的厚度或直径。

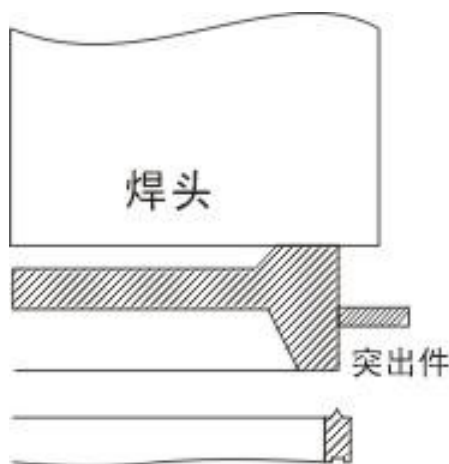


图 3

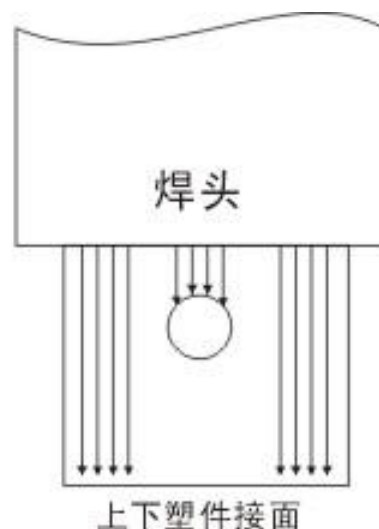


图 4

7.1.5 塑料件的孔和间隙

如被焊头接触的零件有孔或其它开口，则在超声波传递过程中会产生干扰和衰减。（如图 4 所示）。根据材料类型（尤其是半晶体材料）和孔的大小，在开口的下端会直接出现少量焊接或完全熔不到的情况，因此要尽量予以避免。

7.1.6 塑料件中薄而弯曲的传递结构

被焊头接触的塑料件的形状中，如果有薄而弯曲的结构，而且需要用来传递超声波能量的时候，特别对于半晶体材料，超声波震动很难传递到加工面（如图 5 所示）。对这种设计应尽量避免。

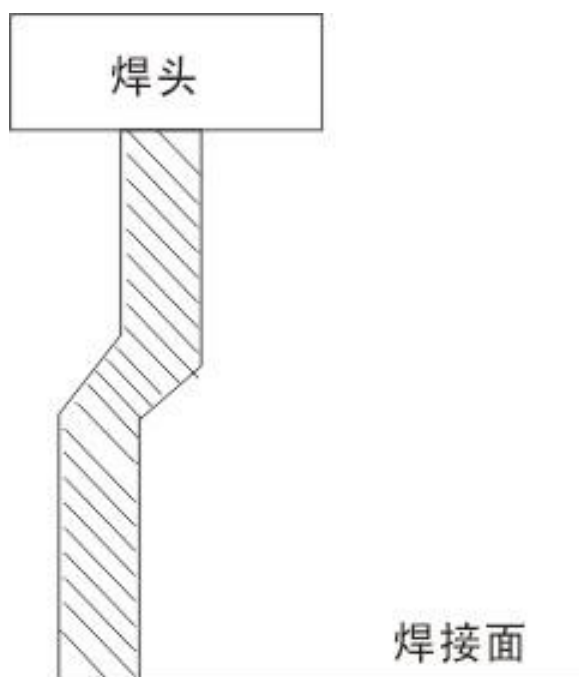


图 5

7.1.7 近距离和远距离焊接

近距离焊接指被焊接位距离焊头接触位在 6mm 以内，远距离焊接则大于 6mm。

超声波焊接中的能量在塑料件传递时会被衰减，尤以半晶体材料为甚。在非晶体塑料中，由于分子的无序排列，振动基本不衰减地传递。衰减在低硬度塑料里也较厉害。因引，设计时，要特别注意到要

让足够的能量传到加工区域。

远距离焊接，对于硬胶（如 PS、ABS、AS、PMMA）等比较适合，一些半晶体塑料（如 POM、PETP、PBTB、PA）通过合适的形状设计也可用于远距离焊接。

7.1.8 塑料件焊头接触面的设计

注塑件可以设计成任何形状，但是超声波焊头并不能随意制作。形状、长短均可能影响焊头频率、振幅等参数。焊头的设计需要有一个基准面，即按照其工件频率决定的基准频率面。基准频率面一般占到焊头表面的 70%以上的面积，所以，注塑件表面的突起等形状最好小于整个塑料而后 30%。平滑、圆弧过渡的塑料件表面，则此标准可以适当放宽。且突出位尽量位于塑料件的中部或对称设计。

塑料件焊头接触面至少大于熔接面，且尽量对正焊接位。过小的焊头接触面（如图 6 所示），会引起较大的损伤和变形，以及不理想的熔接效果。

在焊头表面有损伤纹，或其形状与塑料件配合有少许差异的情况下，焊接进，会在塑料件表面留下伤痕。避免方法是：在焊头与塑料件表面之间垫薄膜（例如 PE 膜等）。

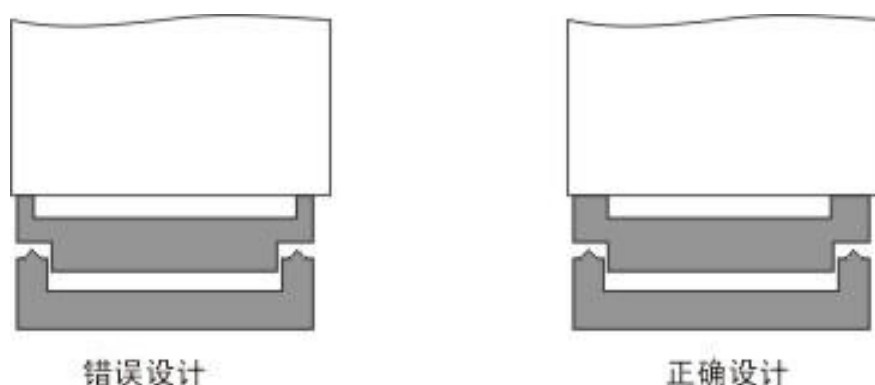


图 6

7.2 焊接线的设计

焊接线是超声波直接作用熔化的部分，其基本的两种设计方式：

- ① 能量导向
- ② 剪切设计

所有其它的变化都可归类于这两种类型或混和类型。

7.2.1 能量导向

能量导向是一种典型的在将被焊接的一个面注塑出突起三角形柱。能量导向的基本功能是：集中能量，使其快速软化和融化接触面。能量导向允许快速焊接，同时获得最大的力度。在这种导向中，其材料在部分流向接触面。能量导向是非晶态材料中最常用的方法。

能量导向柱的大小和位置取决于如下几点：

- ① 材料
- ② 塑料件结构
- ③ 使用要求。

图 7 所示为能量导向柱的典型尺寸。当使用较易焊接的材料，如聚苯乙烯等硬度高、熔点低的材料时，建议高度最低为 0.25mm。当材料为半晶体材料或高温混合脂时（如聚乙烯），则高度至少要为 0.5mm。当用能量导向来焊接半晶体树脂时（如乙缩荃、尼龙），最大的连接力主要从能量导向柱的底盘宽度来获得。

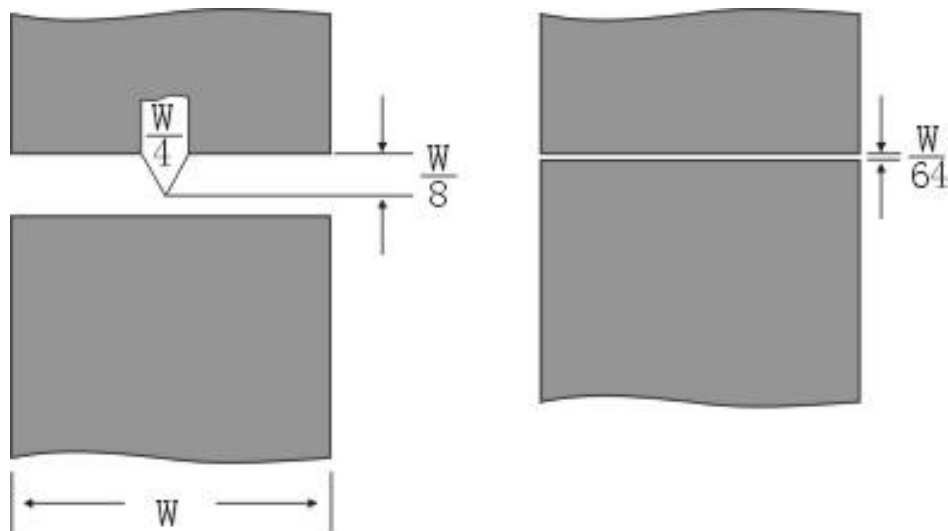


图 7

没有规则说明能量导向应做在塑料件哪一面，特殊情况要通过实验来确定。当两个塑料件材质、强度不同时，能量导向一般设置在熔点高和强度低的一面。

根据塑料件要求（例如水密、气密性、强度等），能量导向设计可以组合、分段设计。例如：只是需要一定的强度的情况下，分段能量导向经常采用（例如手机电池等）。如图 8 所示。

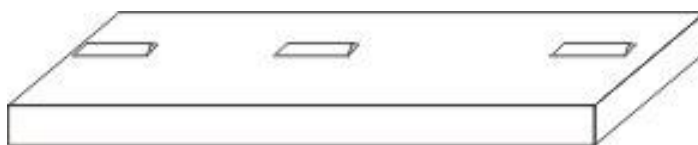


图 8

7.2.2 能量导向设计中对位方式的设计

上下塑料件在焊接过程中都要保证对位准确，限位高度一般不低于 1mm，上下塑料平行松动位必须很小，一般小于 0.05mm。基本的能量导向可合并为连接设计，而不是简单的对接，包括对位方式。采用能量导向的不同连接设计后例子包括以下几种：

插销定位：图 9 所示为基本的插销定位方式，插销定位中应保证插销件的强度，防止超声波震断。

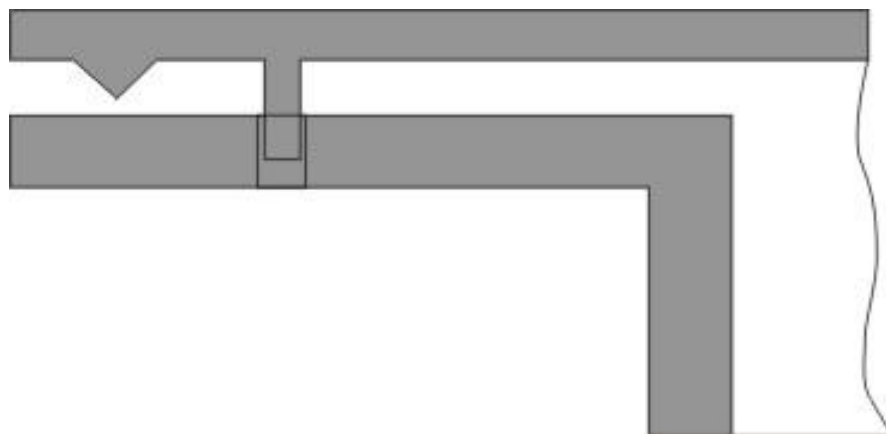


图 9

台阶定位：图 10 所示为基本的台阶定位方式，如 h 大于焊线的高度，则会在塑料件外部形成一条装饰线，一般装饰线的大小为 0.25mm 左右，创出更吸引人的外观，而两个零件之间的差异就不易发现。图 11 所示台阶定位，则可能产生外溢料。图 12 所示台阶定位，则可能产生内溢料。图 13 所示台阶定位

为双面定位，可防止内外溢料。

企口定位：如图 14 所示（见上页），采用这种设计的好处是防止内外溢料，并提供校准，材料容易有加强密封性的获得。但这种方法要求保证凸出零件的斜位缝隙，因此使零件更难于注塑，同时，减小了焊接面，强度不如直接完全对接。

底模定位：如图 15 所示，采用这种设计，塑料件的设计变得简单，但对底模要求高。通常会引致塑料件的平行移位，同时底模固定太紧会影响生产效率。

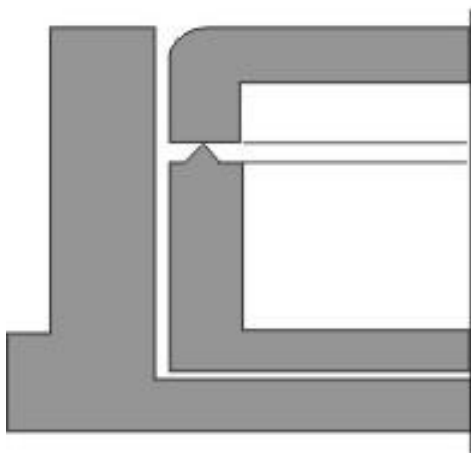


图 15

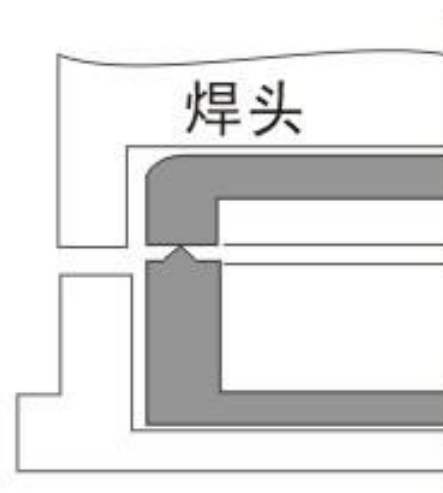


图 16

焊头加底模定位：如图 16 所示，采用这种设计一般用于特殊情况，并不实用及常用。

其它情况：

A：如图 17 所示，为大型塑料件可用的一种方式，应注意的是下支撑模具必须支撑住凸缘，上塑料件凸缘必须接触焊头，上塑料件的上表面离凸缘不能太远，如必要情况下，可采用多焊头结构。

B：如连接中采用能量导向，且将两个焊面注成磨砂表面，可增加摩擦和控制熔化，改善整个焊接的质量和力度。通常磨砂深度是 0.07mm-0.15mm。

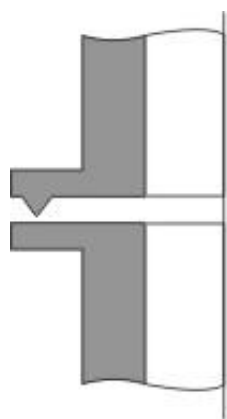


图 17

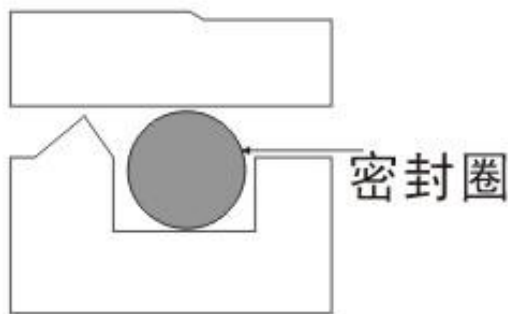


图 18



图 19

C：在焊接不易熔接的树脂或不规则形状时，为了获得密封效果，则有必要插入一个密封圈。如图 18 所示。需要注意的是密封圈只压在焊接末端。图 19 所示为薄壁零件的焊接，比如热成形的硬纸板（带塑料涂层），与一个塑料盖的焊接。

7.2.3 剪切式设计

在半晶体塑料（如尼龙、乙缩醛、聚丙烯、聚乙烯和热塑聚脂）的熔接中，采用能量导向的连接设计也许达不到理想的效果。这是因为半晶体的树脂会很快从固态转变成融化状态，或者说从融化状态转化为固态，而且是经过一个相对狭窄的温度范围，从能量导向柱流出的融化物在还没与相接界面融合时，又将很快再固化。因此，在这种情况下，只要几何原理允许，我们推荐使用剪切连接的结构。

采用剪切连接的设计，首先是熔化小的和最初接触的区域来完成焊接，然后当零件嵌入到一起时，继续沿着其垂直壁，用受控的接触面来融化。如图 20 所示，这样，可获得强劲结构或很好的密封效果，因为界面的熔化区域不会让周围的空气进来。由于此原因，剪切连接尤其对半晶体树脂非常有用。

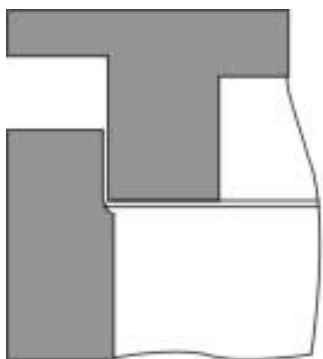


图 20

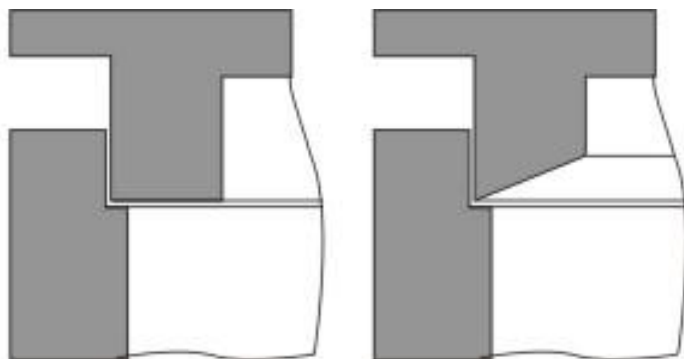


图 21

剪切连接的熔接深度是可以调节的，深度不同所获得的强度不同，熔接深度一般建议为 0.8-1.5mm。当塑料件壁厚较厚及强度要求高时，熔接深度建议为 1.25x 壁厚。

图 21 所示为几种基本的剪切式结构：

剪切连接要求一个塑料壁面有足够强度能支持及防止焊接中的偏差。有需要时，底模的支撑高于焊接位，提供辅助的支撑。

下表所示为零件大小尺寸和接触面、零件误差的大概尺寸：

零件最大尺寸	接触面尺寸	零件尺寸允许误差
<18mm	0.2mm-0.3mm	±0.025mm
18mm-35mm	0.3mm-0.4mm	±0.05mm
>35mm	0.4mm-0.6mm	±0.075mm

当零件尺寸大于 90mm 时，或零件有不规则的形状时，建议不采用剪切连接。这是因为注塑时很难控制误差及变形使其保持一致。如果是上述情况，建议采用能量导向的形式。

图 22 所示为双面剪切式设计

图 23 所示为扣式焊线设计，用于高强度，但上下塑料件不接触的情况下。在特殊情况下，可用于增加密封圈的情况。

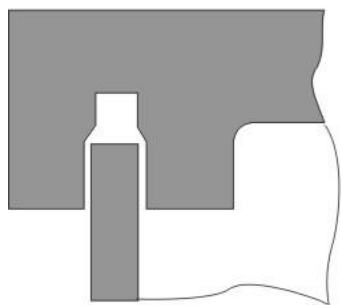


图 22

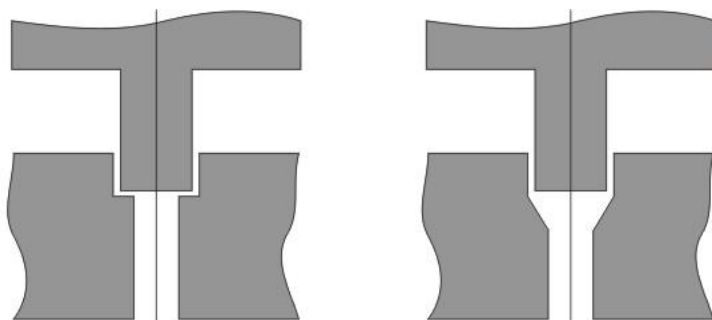


图 23

8、超声应用

8.1 超声焊接

图 24、25 所示分别为近、远距离焊接的实例。

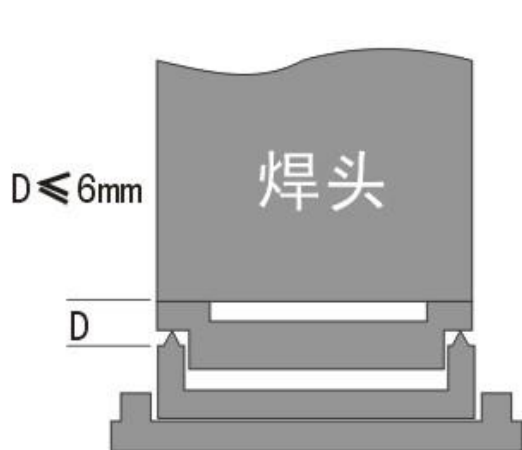


图 24

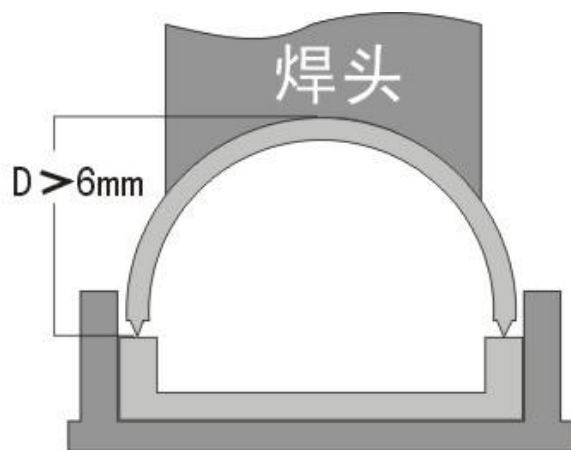


图 25

8.2 超声波点焊

当塑料件为较大平面的平板或没有焊线的情况下，需要采用超声波点焊。图 26 所示点焊的设计方法。焊头穿透上部塑料件后，熔融的塑料围绕点焊的位置形成一个熔融的圆环，从而将两块平板牢牢地结合。一般上平板的厚度不大于 8mm。点焊还可以用手动焊接来实现。

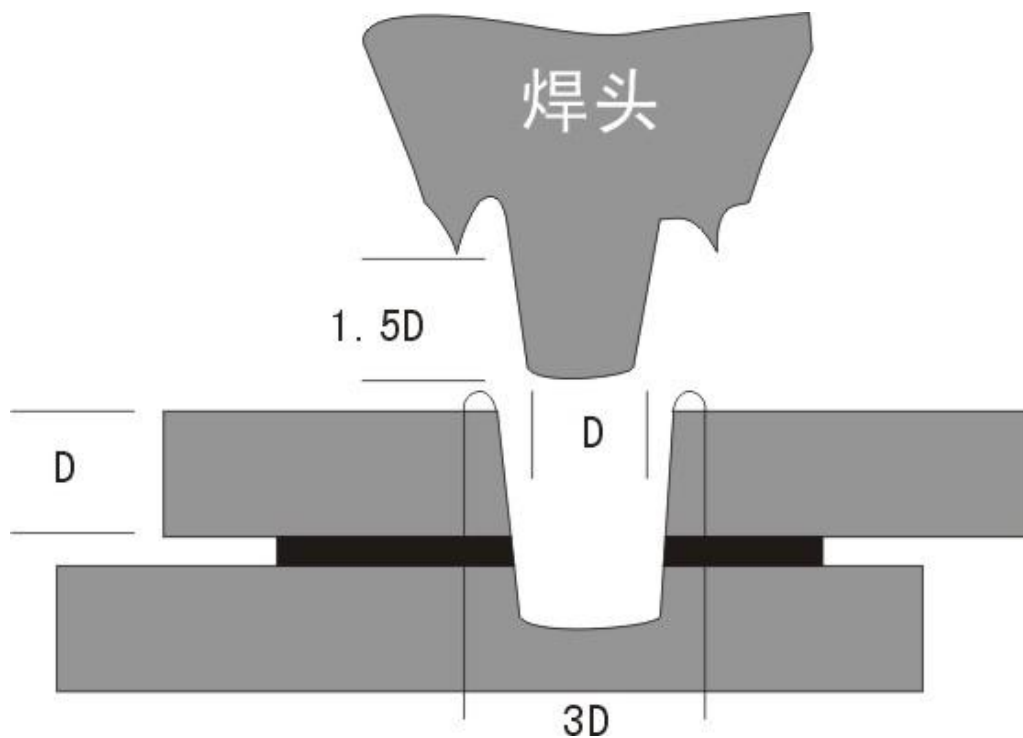


图 26

8.3 超声波缝焊

薄膜、织物等可用超声波来进行缝制可以缝边、打褶、缝针、压印。织物中一般化纤含量大于 65%。例如：无纺布、尼龙布等。图 27-29 所示为不同的缝焊的例子。

8.4 超声波成形

对于热融性塑料，超声波都可以小部分地予以成形加工，相对于热融加工来说，超声波加工有以下优点：

- ① 超声波为冷加工，即焊头始终是冷的，不会产生热加工中粘焊头的情况。

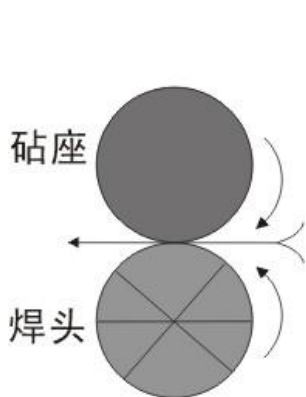


图 27

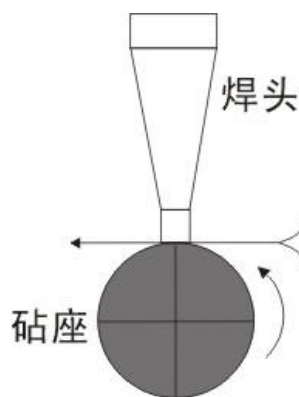


图 28

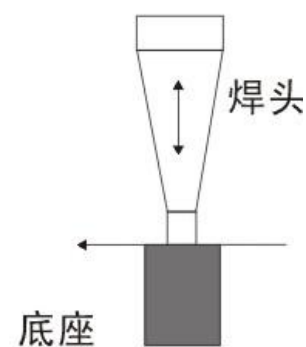


图 29

- ② 超声波加工效率高、速度快。

超声波成形是从表面开始，然后迅速传递的。所以考虑塑料件的设计非常重要，既要考虑熔接的外观，又要考虑熔接后的强度。

超声波成形主要应用为铆接和固定。图 30-32 所示为典型的成形用途。

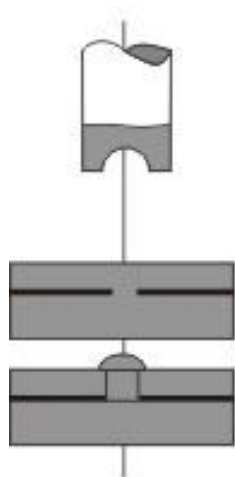


图 30

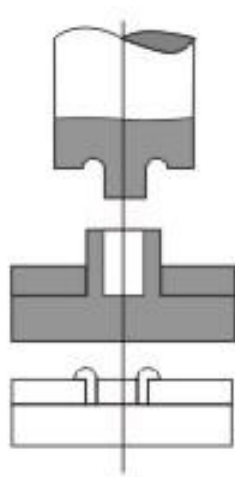


图 31

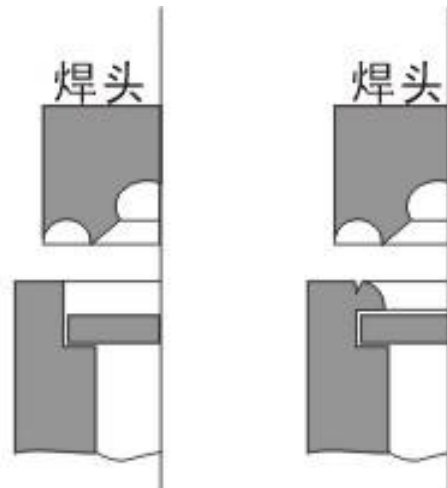


图 32

8.5 超声波金属埋插

螺纹内置件、内置螺丝或其它金属部件均可通过超声波将其埋入塑料件。通过设计金属件及塑料件，高的扭力系数及强度均可得到保证，如图 33 所示。

对应不同高度的埋插要求，可用子母焊头来进行加工。小焊头的位置和高度相对应不同的位置和要求，如图 34 所示。

对于比较长的金属件，一般固定金属，而在塑料部件上施以超声波。

下面讲座如何设计以保证螺丝的扭力和强度。

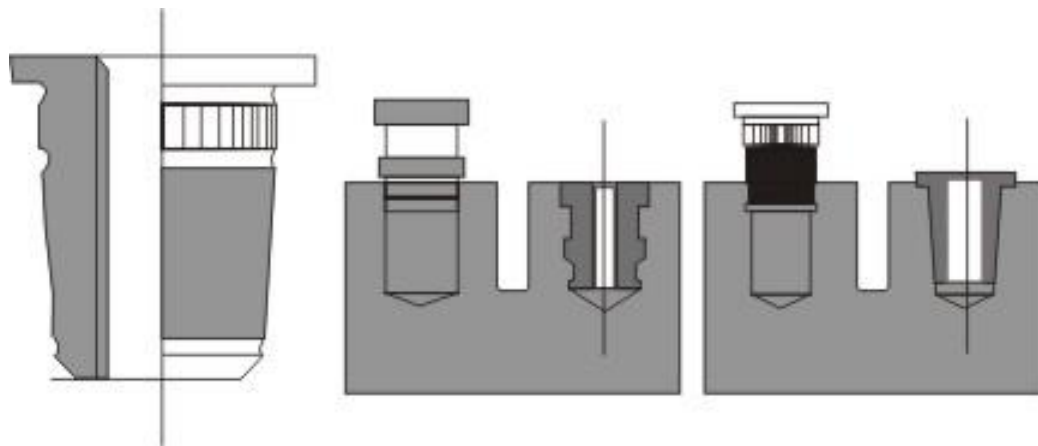


图 33

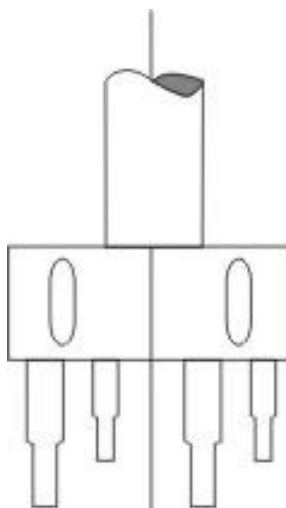


图 34

① 金属件能平稳地安放在塑料孔内. 一般金属件做成斜形件, 塑料孔做成台阶、直、或斜形。在塑料孔顶部的位置要比金属件的底大 0.1-0.2mm。便于金属件的安放。保证加工前金属件稳妥放置, 并保持垂直。

② 安装孔的底部与底部塑料应有 $R \geq 0.2\text{mm}$ 的加强位或增加加强筋, 保证安装孔的强度。

③ 安装孔直径应比埋插金属件小, 埋插过程中塑料的熔接量一定要大于至少等于金属边位固定纹路所需塑料量。另金属边定位的纹路要够粗、够大, 以保证强度。

④ 塑料孔底部应留下空余位 1-3mm, 用于熔融塑料的走位。

⑤ 为保证扭力和强度, 安装孔壁的厚度必须不小于 1.5mm, 或者最好大于 2mm。

埋插过程中出现埋插件摆动的情況, 可通过如下方式解决:

① 减小超声波能量, 即将振幅降低。

② 下降速度和压力减小。另外, 埋插过程中, 金属表面会有小部分擦伤痕迹。埋插过程中一般允许金属表面比塑料表面高 0.1mm。所以埋插过程中支持面应是金属表面, 所以金属件表面最设计一个较大平面支撑以保证垂直及平衡。如图 33 所示。

埋插的强度根据设计和塑料不同而有所不同。

8.6 超声波切割

化纤成分含量超过 65% 的无纺布或化纤布均可用超声波来进行分条、切割。

超声波切割可连续或滚动进行, 根据焊头或底模的形状设计, 可切割出不同图案, 但要考虑印模的磨损。

超声波切割的优点是无飞边、走丝现象。

8.7 超声波用于无纺布熔接

超声波另一种特殊用途是将无纺布等熔接在塑料件上, 两种不同的塑料本身是不相熔的, 实际上是下塑料件熔渗至无纺布将无纺布固定。一般建议在塑料件上设计熔接线。如图 35 所示:

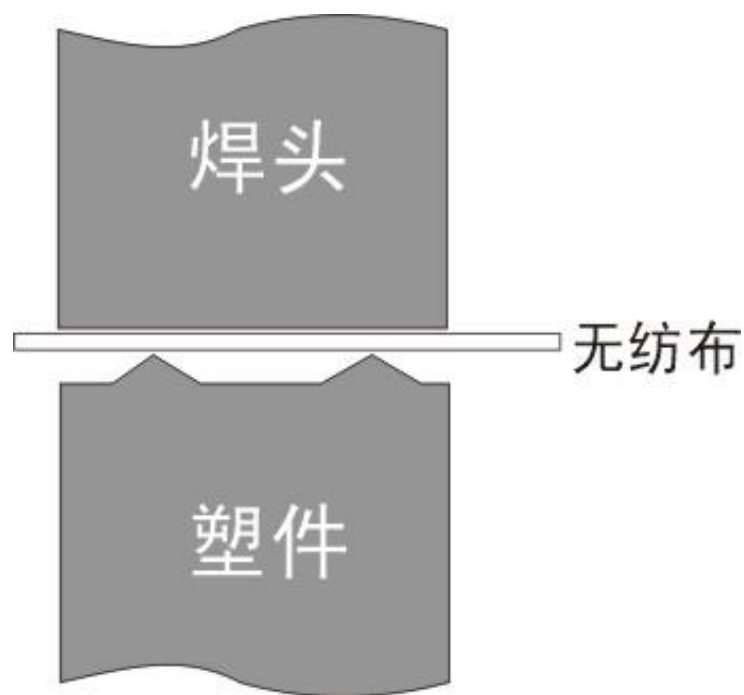


图 35

8.8 多层薄片的熔接

超声波能将多层卡片簿或织物或 PVC 薄膜等熔接起来。超声波能量穿透材料使之熔在一起，一般在焊头上做出齿状、网状、条状的纹路，在熔合出来的塑料件表面形成花纹。例如相簿中间骨的熔接。一般有 6-24 层。有三角形或条状的花纹。