

# 铝板翅式换热器炉中钎焊工艺研究

www.yzpst.com

**摘要** 为了探索铝板翅式换热器更好的钎焊方法,采用无腐蚀钎剂,以 Al-7.5%Si 作钎料,用中频电源使不锈钢容器产生电阻热,并在氩气保护下,加热钎件,钎焊温度在 608~610℃,经爆破试验,爆破压力为 9.3~14.2MPa,符合钎缝强度要求,此方法可用于小型产品的钎焊。

**关键词** 换热器 气体保护钎焊 研究

## 1 前言

为了寻求用现有设备对板翅式换热器进行钎焊,并使操作简单、耗电少、成本低、钎缝质量高的钎焊方法,采用无腐蚀氟化物钎剂,代替氯化物钎剂钎焊及其真空钎焊,并利用氟化物共晶钎剂具有的优良性能,在炉中通以惰性气体保护,完成钎焊。通过对 3 只钎焊件的性能试验,证明此方法可以用于小型板翅式换热器的生产,并为替代昂贵的大中型板翅式换热器的真空钎焊炉,提供了可能性,也为小型板翅式换热器的大规模、高效率生产,创造了条件,故此方法对铝板翅式换热器的钎焊,具有很好的推广意义。

## 2 钎焊设备

本试验采用 100kW 可控硅中频电源设备,用双层紫铜板制成的中间水冷却的感应器,使不锈钢容器上产生感应电流,而产生电阻热,然后利用辐射、对流的传热方式加热工件,完成钎焊过程。感应器结构见图 1,不锈钢容器及钎焊组装示意图见图 2。

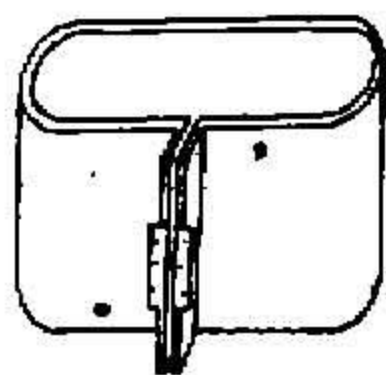


图 1 感应器

## 3 钎焊工艺

换热器在组装时,放上适量钎剂,然后用

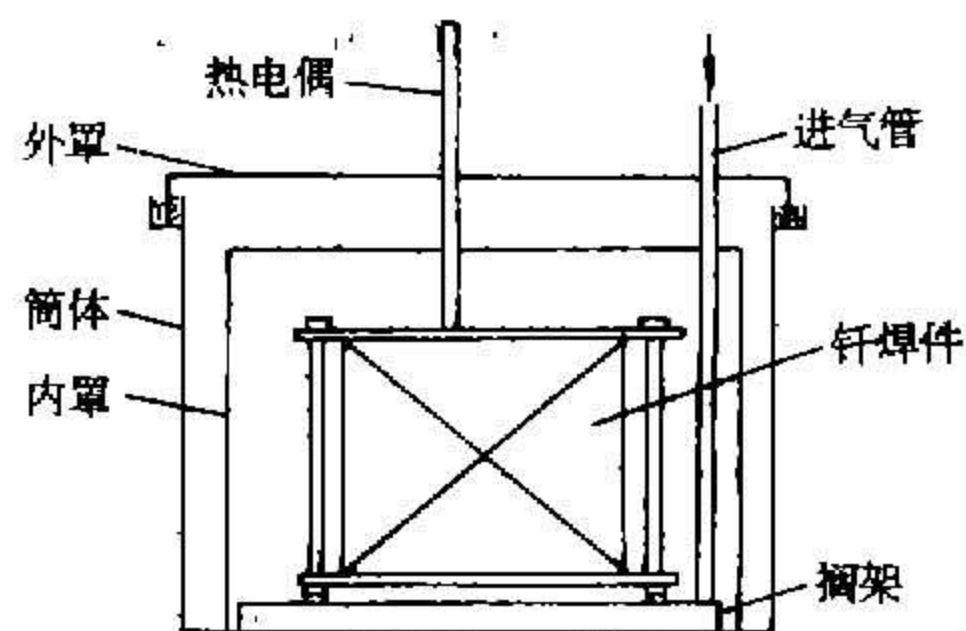


图 2 不锈钢容器及钎焊组装图

不锈钢夹具夹紧,放入不锈钢容器内,四周用沙封住,再通入工业纯氩气 10min,以降低炉内氧的分压,避免加热过程中工件表面氧化膜继续增厚。准备好电位计、热电偶、电源冷却水、感应器冷却水,即可接通中频电源,功率增大不可太快,逐渐加热钎件,铂铑-铂热电偶测得的温度达 608℃时,保温数分钟以后,即可断电,自然降温,这样就完成了钎焊过程。由于钎焊升温过程中,当钎料熔化时钎焊件总高度会降低些,所以必须注意观察热电偶所测得温度的变化以及热电偶的下降位置,否则所测温度不准。钎焊温度随时间变化曲线见图 3。

## 4 钎剂与钎料

铝板翅式换热器浸渍钎焊及用氯化物钎剂的炉中钎焊,由于钎剂具有强烈的腐蚀性,使钎缝表面或近缝区的母材上产生局部腐蚀,并产生疏松的腐蚀物,在钎缝内部的夹渣处发生皮下腐蚀,夹渣与大气接触则产生鼓包,在钎缝未填满处则产生白花状或鼓包。在致密的钎缝上,还发生晶间腐蚀,钎缝以粉末状烂掉。本

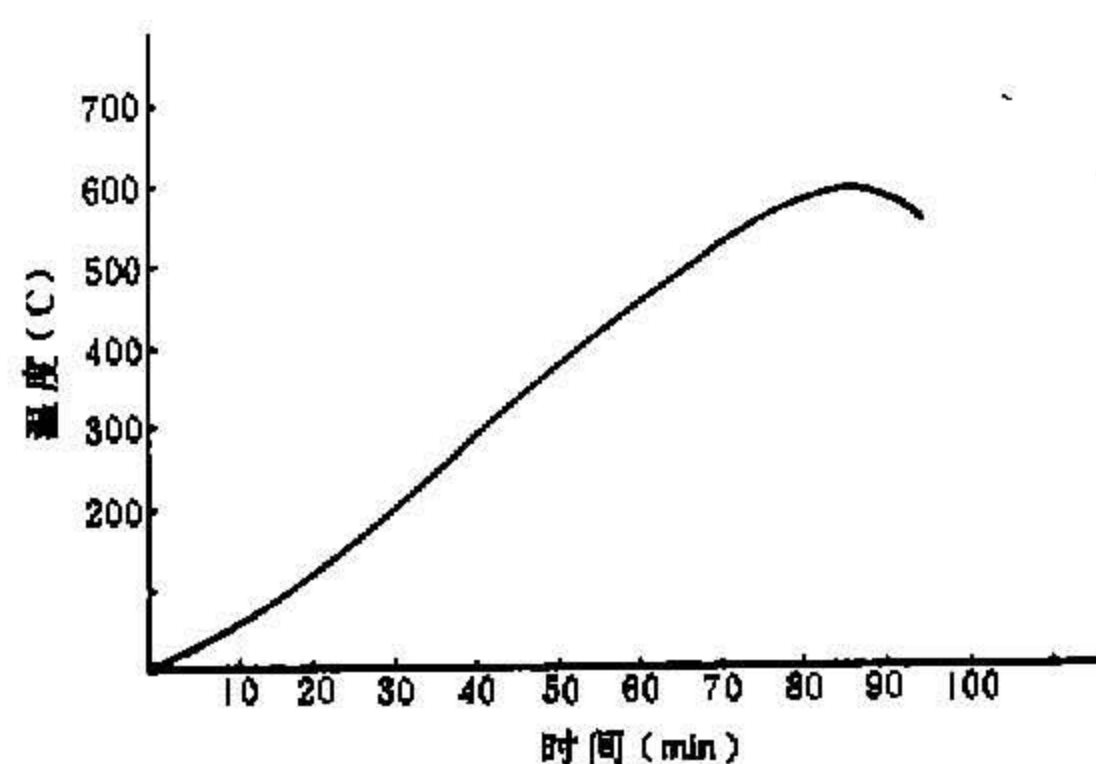


图3 钎焊温度随时间变化曲线

试验采用无腐蚀 KF-AlF<sub>3</sub> 共晶钎剂 (nocolock flux), 该钎剂具有许多优点, 在大气中不吸潮, 对钎焊件无腐蚀作用, 熔化温度为 562°C, 熔化状态下的活性钎剂对 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 氧化膜有很好的破除作用, 使用时可采用粉状、液状, 很方便, 在钎焊后的产品上, 残余钎剂能牢固地粘附在表面, 对钎缝及母材无腐蚀, 不吸水, 钎焊后不需清洗, 表面能与 R12、油及发动机冷却液很好地相溶, 不影响传热, 形成光滑丰满的钎缝, 抗疲劳强度高, 在行车试验中, 抗振性能好, 在热循环下, 残余钎剂不会剥落, 在盐雾腐蚀、湿热腐蚀试验中<sup>[1]</sup>, 均具有良好的性能。本次钎焊使用的氯化物钎剂配比为 KF · 2H<sub>2</sub>O : AlF<sub>3</sub> · 3  $\frac{1}{2}$ H<sub>2</sub>O = 42 : 58, 用量为 30~50g/m<sup>2</sup>。钎料为 Al-7.5%Si 覆粘于 LF21 铝合金板上, 熔点为 577~612°C, 此钎料为亚共晶钎料, 其润湿性比 Al-11.7%Si 稍差一些, 但具有较宽的熔化范围, 故在填充间隙时不易流失, 钎焊性能好。国外在 70 年代已出现无腐蚀钎剂并用于油冷器、空调蒸发器的钎焊<sup>[1]</sup>, 国内在 80 年代用于铝波导器件的钎焊<sup>[2]</sup>, 但钎焊过程中设备均需预抽真空, 而本试验则省去此过程, 使工艺进一步简化, 且在无沙封闭下, 同样达到钎焊要求。该钎焊工艺于 1988 年开始应用于生产。

### 5 试件的钎缝性能

试件的钎缝外观比盐浴钎焊产品饱满, 在需要补焊时, 也容易用氩弧焊焊接, 试件 A 的外形及其爆破试验后解剖视图见图 4 及图 5。



图4 试件 A 外形照片



图5 试件 A 爆破试验后剖视图

表1 试件爆破压力值

试件尺寸 (mm)	层数	爆破压力 (MPa)
A 300×200×148	14	9.3、11.5、11.2
B 453×70×165	17	13.3、14.2、13.7

注: 试件 A 翅片及隔板受潮产生腐蚀, 后用 NaOH 及 H<sub>2</sub>NO<sub>3</sub> 处理, 影响钎焊性能及强度。

从表 1 中的爆破压力数值看, 试件的爆破压力在 9.3~14.2MPa 之间, 断裂位置在翅片上, 符合钎焊要求。

### 6 结论

在本钎焊工艺中, 使用无腐蚀钎剂具有优良的性能, 钎缝饱满, 对钎缝及母材无腐蚀, 钎焊工艺操作方便, 成本低, 在目前量大面广的板翅式换热器钎焊工艺方面, 对赶超国际水平具有重大意义。