

[激光焊]

# 激光焊在板式换热器中的应用

传统的板式换热器焊接方法效率低，焊后变形大，影响其使用性能。采用激光焊接可以有效解决工艺问题，焊后变形小，焊接效率高，在板式换热器生产中得到普遍应用。

文 / 深圳市大族激光科技股份有限公司

**板**式换热器（见图1）是由一系列具有一定波纹形状的金属片叠装而成的一种新型高效换热器。各种板片之间形成薄矩形通道，通过半片进行热量交换。它与常规的管壳式换热器相比，在相同的流动阻力和泵功率消耗情况下，传热效率高出很多，板式换热器的型式主要有框架式（可拆卸式）和钎焊式两大类，板片形式主要有人字形波纹板、水平平直波纹板和瘤形板片三种。在制冷、暖通空调、化学工业、冶金工业、机械工业、电力工业、造纸工业、纺织工业、食品工业、油脂工艺及集中供热等行业中都有应用，有部分取代管壳式换热器的趋势。

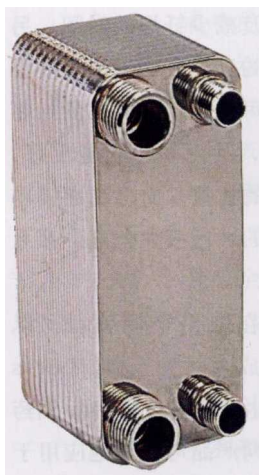


图1 钎焊板式换热器



图2 胶圈密封换热器

| 表 不同厚度板片焊接参数 |        |          |               |
|--------------|--------|----------|---------------|
| 功率 /W        | 光斑 /mm | 板片厚度 /mm | 焊接速度 /(m/min) |
| 2000         | 0.4    | 2.0      | 1.2           |
| 2000         | 0.4    | 1.5      | 3.0           |
| 2000         | 0.4    | 1.0      | 5.0           |
| 2000         | 0.4    | 0.8      | 6.0           |
| 2000         | 0.4    | 0.7      | 6.6           |
| 2000         | 0.4    | 0.6      | 7.8           |
| 2000         | 0.4    | 0.5      | 8.4           |

板式换热器板片的周边及角孔处用橡胶垫片加以密封（见图2）。由于采用密封圈进行密封，所以介质温度应低于250℃以下，工作压力一般不宜超过2.5MPa，否则有可能泄露；在非侵蚀性介质的工作环境下，用密封垫圈可以满足产品的使用要求，但是在侵蚀性介质中，垫圈容易受介质侵蚀老化失效，为了提高产品的可靠性，现在在化工和一般工艺交换中对垫片会产生腐蚀的介质中采用焊接结构来达到密封效果。

## 传统焊接的工艺特点

板式换热器板片材料一般有1Cr18Ni9、0Cr18Ni9、00Cr19Ni11、0Cr17Ni12Mo2、00Cr17Ni12Mo2、镍基合金、工业纯钛等几种，这些材料只需具有基本的可焊性和冲压性能，都可以用来制作板片元件，板片厚度通常在0.4~1.0mm之间，焊接结构一般为叠焊方式。按常规可以选用气焊、氩弧焊以及微束等离子焊等方法。其中气焊成本低，但由于气焊焊接的焊缝，因耐腐蚀性能差而很难满足石化生产的要求，

（转 P55）



图3 B3015F2000 光纤焊接系统

缆长度 10m) 这两部分压降之和约 2 ~ 4V。当电缆过长时这部分压降相应增大。对于焊接电流和螺柱直径的关系, 可按如下关系式: 当螺柱直径  $D \leq 16\text{mm}$  时, 电流  $I=80D(\text{A})$ ; 当螺柱直径  $D > 16\text{mm}$  时, 电流  $I=90D(\text{A})$ 。每种规格的螺柱在一个合适的焊接电流区间内, 均可通过调整相应的焊接时间获得合格的焊接接头。最合适的焊接电流和焊接时间还应以现场施工工艺试验为准。焊接过程中, 电弧加热能量是电弧电压、焊接电流与焊接时间的乘积。因此焊接时间也是影响焊接质量的重要因素之一。当螺柱直径  $D \leq 16\text{mm}$  时, 焊接时

间  $t=0.02D(\text{s})$ , 当  $D > 16\text{mm}$  时,  $t=0.04D(\text{s})$ 。在焊接时通常要根据现场情况调整相关参数, 使达到最佳焊接要求。螺柱插入熔池是采用挤压的方式, 在焊缝成型前的瞬间将熔化的有害物质挤出焊缝, 以便形成良好的焊接接头。但插入速度又不可太快, 以防止形成大量的飞溅。螺柱的插入速度, 当螺柱的直径  $d \leq 14\text{mm}$  时, 大约为  $200\text{mm/s}$ ; 当  $d > 14\text{mm}$  时, 为  $100\text{mm/s}$ 。

### 检验

螺柱焊接作为特殊过程, 难以在加工过程中监控, 只能在完工后通过破坏试验检测, 破坏试

验简单, 易操作, 适合现场检测。螺柱弯曲检验是目前国内外通行的质检方法 (见图 2), 用铁锤直接锤击螺柱且使弯曲角低碳钢、不锈钢弯曲角  $X=60^\circ$ , 黄铜、铝及其合金  $X=15^\circ$ , 目测焊缝无裂纹, 即可认为焊接质量合格。为进一步确定接头强度, 以铁锤直接锤击螺柱且使弯曲角  $X=90^\circ$  时焊缝无开裂、脱落现象为合格。

### 结语

要保证螺柱焊接的质量, 不仅需要尺寸合适的螺柱, 规格适合的母材, 调整合适的设备, 而且还要操作者正确的操作才能保证螺柱焊接的质量。[MM]

(接 P50)

仅适用于无腐蚀的场合; 微束等离子焊缝质量优良, 完全能满足工艺要求, 但成本高, 操作调整也比较复杂; 氩弧焊焊接质量良好, 而且成本相对较低, 是目前焊接板式换热器常用方法。氩弧焊热输入量大, 易氧化, 使焊缝焊后的耐蚀性能降低, 因为是薄板不锈钢, 焊接过程中极易变形。

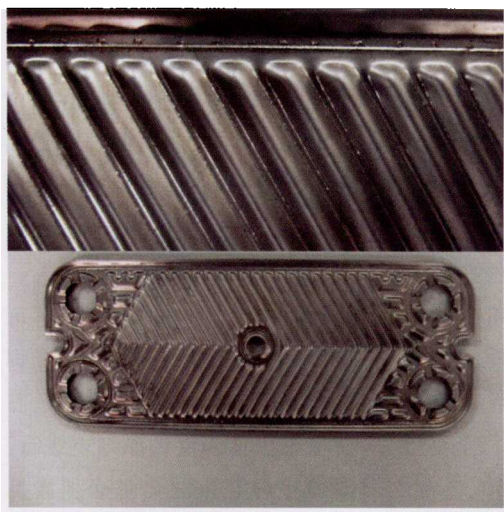


图 4 激光焊焊缝及局部放大

### 激光焊接工艺特点

激光焊接采用 B3015F2000 光纤激光焊接系统 (见图 3), 该系统可以满足  $2.0\text{mm}$  以下板片的焊接需求。其中, 影响到激光焊接的因素主要有激光功率、速度、焦点位置、焦斑大小、气体保护类型及吹气方式, 此外还有工件的装配间隙。

调节参数时首先选择合适的光斑大小, 通过焊后

金相实验, 确认焊缝在结合面的宽度大于板片厚度; 在保证焊缝质量的情况下, 尽量选用大的激光功率, 可以提高焊接速度; 为了提高焊缝的耐蚀性, 焊接过程中需要有气体保护, 采用正面直吹保护, 喷嘴口径在  $12\text{mm}$ , 气体流量  $15\text{l/min}$ ,

背面开惰性气体导流槽进行保护, 焊后焊缝如图 4 所示。

为了保证焊接过程中板片不变形, 板片在焊前需要固定。目前采用的方法是先用激光点焊固定, 在点焊过程中, 需要有夹具定位, 保证焊缝间隙不大于板厚 10%, 且最大不要超过  $0.1\text{mm}$ , 如果间隙过大, 由于是不填丝激光焊, 焊缝会产生凹陷, 影响到焊后力学性能。

焊接不同厚度板片参数如表所示, 其中焊缝宽度  $0.6\text{mm}$  以上, 经测试可以满足使用要求。

### 结语

板式换热器由于其自身优点, 应用越来越广泛, 而在全焊式板式换热器中激光焊相对于其他, 如氩弧焊、钎焊等具有效率高、焊缝质量可靠的优点。由于激光焊接一次性投入较大, 在大规模生产中成本可显著降低。[MM]