

## Talking about the Structure Improvement and Manufacturing Process of the Heating Chamber of the Salt Making Device

Jiaqi LI<sup>1</sup> Jun LI<sup>2</sup> Jianwei HU<sup>1</sup>

1. Sichuan Kehua Petrochemical Equipment Engineering Co., Ltd., Nanchong 637000, China

2. Zhongyan Engineering Technology Research Institute Co., Ltd. Chengdu Branch, Chengdu 610010, China

### Abstract

This paper briefly describes the structural improvement of the heating chamber of the salt making device and the connection method of the heat exchange tube and the tube sheet welding. The manufacturing process flow of the heat exchange tube and the tube sheet welding is briefly described.

### Key Words

Heating Chamber, Structural Improvement, Heat Exchange Tube, Tube Sheet, Connection Method

DOI:10.18686/gyjs.v1i2.531

## 浅谈制盐装置加热室结构改进及制造工艺

李家棋<sup>1</sup> 李军<sup>2</sup> 胡建渝<sup>1</sup>

1.四川科华石油化工设备工程有限公司, 四川 南充 637000

2.中盐工程技术研究院有限公司成都分公司, 四川 成都 610010

### 摘要

本文简要叙述了制盐装置加热室结构改进及其换热管与管板胀焊并用连接方式, 简要阐述了换热管与管板胀焊并用制造工艺流程。

### 关键词

加热室; 结构改进; 换热管; 管板; 连接方式

### 1. 引言

在制盐装置中加热室扮演着及其重要的角色, 由于材料及其结构的要求影响换热效率从而影响后续工况及其产品性能, 对于加热室而言最重要的部分就换热管与管板连接, 其连接质量影响整台加热室的换热性能, 尤其制盐装置中换热管材料的限制及其壁厚较薄换热管与管板的链接更为重要。换热管与管板的连接方式有胀接、焊接、胀焊并用等常用连接方式, 本文就换热管与管板胀焊并用连接方式及其制造工艺保证连接质量作简单介绍。

### 2. 折流方式

#### 2.1 折流板

折流板的结构设计要根据工艺过程及要求来确定, 它主要为了增加管间流速以提高传热效果。形折流板, 大部分加热室都采用弓形折流板, 其缺口弦高  $h$  值, 一般为 0.2-0.45 倍圆直径, 折流板的缺口一般在排管中心线以下, 或切于两排管孔的小桥之间。水平排列的形式, 造成流体剧烈扰动以增大传热系数, 一般用于无相变介质。因为气相介质已冷凝, 则在壳体下部, 如果水平排列, 则未冷凝的气相介质必然要通过冷凝液, 这时冷凝液被气相介质加热, 从而降低传热效果,

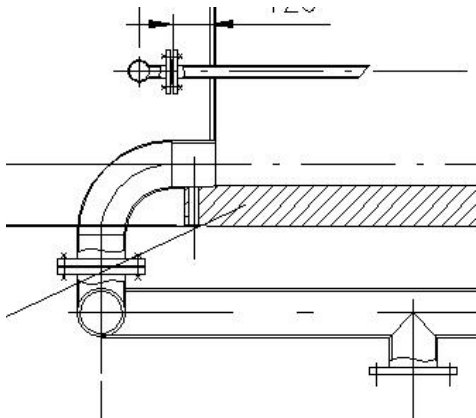
#### 2.2 折流栅

折流栅的外圈, 开有四个槽, 有四条定位拉杆穿入固定, 折流栅的外径和公差按 GB/T151 标准中折流板外径和公差, 折流栅的内径为布管限定圆直径。外环厚度一般为折流板厚度的 2 倍, 折流杆之间距离  $b$  一般为

2 倍换热管外径加上 2 倍折流杆外径 (或杆对边宽度)。折流杆直径 (或对边宽度) 一般比管桥大 0.2mm 以上。折流格栅之间距离, 可视为一组折流栅为一个折流板 (或支撑板), 再按 GB/T151 标准中规定值来确定。格栅支撑板完全用于管子支承, 不起折流左右, 但它有较大的间隙, 冷液很容易从间隙中通过, 阻力小。栅型支持结构还有优点是栅板与换热管表面的接触面积大, 增加了换热管受弯曲应力时的稳定性, 栅板支撑刚性好, 但制作麻烦。栅型支持板的结构有 2 层及 4 层两种, 用 20x4 的扁钢交错焊接而成, 在周边均匀的焊上 4-6 块支承块, 以起更好的支承作用。折流板和支撑板的厚度是根据换热器直径和换热管无支撑跨距确定, 折流板、支撑板的固定一般采用拉杆, 定距管等原件与管板固定, 加热室一般情况采用螺纹拧入管板, 中间用定距管将折流板 (或支撑板) 固定, 最后一块折流板 (或支撑板) 用两螺母锁紧固定, 综合以前叙述, 加热室应尽量采用格栅结构, 以降低阻力, 增加气化传热, 从而减少热损失, 从而减少降低能源消耗。

### 2.3 关于冷凝水出口的结构改造

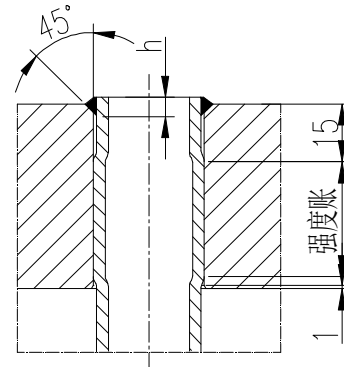
冷凝水出口若太高则换热管下段形成死区, 造成换热管下段浸泡与冷凝水中, 从而浪费传热管长度, 造成面积浪费, 换热效率降低。换热面积的降低会影响管程部水的加热。结构改型如下:



此结构有利于冷凝水的排净, 充分利用换热管的长度, 最大限度的利用其换热面积, 以节约能量。冷凝水出口管的降低也有利于不凝汽抽出管的降低, 有利于传热效果的强化。不凝汽抽出管应均布设置, 长短交错设置, 有利于抽出不凝汽。查阅 GB151-1999 《管壳式换热器》中规定, 强度胀接适用于设计压力小于等于 4MPa; 设计温度小于等于 300℃; 操作中无剧烈振动, 无过大温度变化及无应力腐蚀的场合。而强度焊适用于设计压力小于等于 35MPa, 但不适用于有较大振动及

有间隙腐蚀的场合; 胀焊并用适用于密封性能较高的场合; 承受振动或疲劳载荷的场合; 有间隙腐蚀场合; 采用复合管板的场合。从适用范围可以知道, 在换热管与管板连接中只使用强度胀接或者只使用强度焊接的连接方式是很有限制的。胀焊并用结构由于能有效地阻尼管束振动对焊口的损伤, 避免间隙腐蚀, 并且有比单纯胀接或强度焊具有更高的强度和密封性, 因而得到广泛采用。换热器选用胀焊并用连接方式, 增加了换热器使用的安全性。对常规的换热管通常采用“强度焊+贴胀”的方式; 使用条件苛刻的换热器则要求采用“强度胀+密封焊”的方式。胀焊并用结构按胀接与焊接在制造工艺中可分为先胀后焊和先焊后胀两种。

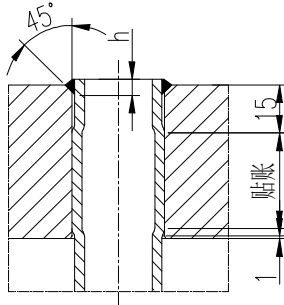
先胀后焊, 如下图:



换热管与管板胀接后, 在管板端应留有 15mm 长的未胀管腔, 以避免胀接应力与焊接应力的迭加, 减少焊接应力对胀接的影响。在焊接时, 由于高温熔化金属的影响, 间隙内气体被加热而急剧膨胀, 间隙腔的高温高压气体在外泄时对强度胀的密封性能造成致命的损伤, 且焊缝收口处亦将留下肉眼难以觉察的缺陷。先胀后焊目前通常采用的机械胀接, 由于对焊接裂纹、气孔等敏感性很强的润滑油渗透进入了这些间隙, 焊接时产生缺陷的现象就更加严重。这些渗透进入间隙的油污很难清除干净, 所以采用先胀后焊工艺, 不宜采用机械胀的方式。由于贴胀是不耐压的, 但可以消除管子与管板管孔的间隙, 所以能有效的阻尼管束振动到管口的焊接部位。但是采用常规手工或机械控制的机械胀接无法达到均匀的贴胀要求, 而采用由电脑控制胀接压力的液袋式胀管机胀接时可方便、均匀地实现贴胀要求。采用液袋式胀管机胀接时, 为了使胀接结果达到理想效果, 胀接前管子与管板孔的尺寸配合在设计制造上必须符合较为严格的要求。只有这样对于常规设计的“强度焊+

胀”可采用先胀后焊的方式，而对特殊设计的“强度胀+强度焊”则可采用先贴胀，再强度焊，最后强度胀的方法。

先焊后胀，如下图



在换热器制造过程中，由于大多数制造厂都是采用机械或手工胀接换热管与管板，为了避免油污等造成焊接质量不合格通常需要先强度焊再贴胀制造工艺，对于先焊后胀工艺，必须控制管子规格与管板孔的精度及管子与管板配合。当管子与管板腔的间隙小到一定值后，胀接过程将不至于损伤到焊接接头的质量。管口的焊接接头承受轴向力的能力是相当大的，即使是密封焊，焊接接头在做静态拉脱试验时，管子拉断了，焊口将不会拉脱。然而焊口承受切向剪力的能力相对较差，所以强度焊后，由于控制达不到要求，可能造成过胀失效或胀接对焊接接头的损伤。

### 3. 换热管的控制

#### 3.1 符合设计标准

首先换热管要符合设计要求，按照设计要求提出的换热管规格如 $\phi 19 \times 2$ ; $\phi 25 \times 2$ 等向供应商提出相应采购技术条件，保证采购的换热管符合相关标准。碳钢换热管如 20 钢，不锈钢换热管如 0Cr18Ni9 等。

#### 3.2 检测

换热管采购回来后需逐跟目测检查外观表面，检查有无明显的缺陷等，再抽取 20% 或全部换热管按照相应工艺进行水压试验，试验压力为设计压力的 2 倍。如果是 U 型管换热器则需要先弯制好，再做水压试验。

#### 3.3 备管

选取合格换热管进入准备阶段，碳钢换热管两端需按管板厚度打磨相应长度如管板 50 厚则需打磨 80-100 长，不锈钢换热管去油污等杂质。

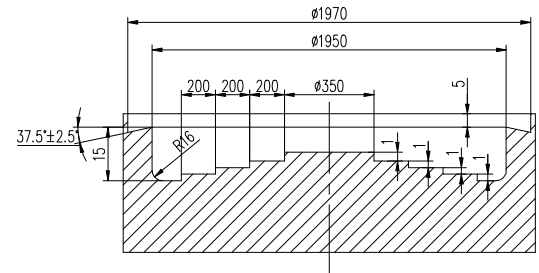
### 4. 管板的控制

#### 4.1 符合设计标准

管板材料要符合相应设计要求，符合相应材料标准，如有其它要求需对管板进行复验，如超声波检测等。

#### 4.2 加工准备

管板可以是整锻件可以用板拼接要根据设计和具体采购按工艺加工，常用高压耐腐蚀管板常需要堆焊不锈钢层，管板需要先做加工准备，如下图：



此图是外径为 1950 的管板堆焊加工图。管板加工前还需要按设计图纸划管孔线，标记拉杆孔位置等。

#### 4.3 控制加工质量

加工时保证管板与管孔同轴度同时也要保证管板与折流板同轴度，确保每根换热管通过的管板与折流板上的管孔在同一中心线上，否则不易穿管。通常是将折流板点焊在一起进行钻孔，保证了折流板之间的同轴度。管板的加工严格按照制造设计图纸加工，保证精度，粗糙度等都符合设计要求。管板的钻削加工粗糙度、管板的管桥宽度均按 GB151—1999 要求验收。钻孔完后还需按要求倒角除去毛刺，杂质等不利于穿管的因素，管孔精度可以用自制的通规和止规等进行检验，并作记录。

### 5. 换热管与管板的连接

#### 5.1 穿管

完成前期准备：如装配拉杆，定距管，折流板，螺栓螺母，点焊一侧管板与筒体，然后将合格的换热管从管板一侧逐跟穿过管板、折流板，最后点焊另一侧管板，逐跟引出另一侧换热管头。换热管伸出管板长度需符合设计要求，换热管伸出长度一般为 1.5~2mm。

#### 5.2 胀接

推荐采用液袋式液压胀接方式，以保证胀接紧密程度均匀一致。因为液袋式胀接机其胀接压力是由人工设定，电脑控制操作的，精度较高如+25×2.5 的碳钢换热管其贴胀压力通常为 110—120MPa，强度胀压力为 170—180MPa。当采用特殊规格换热管时可以先理论计

算,然后通过模拟试验,确认其贴胀及强度胀的适宜液  
压范围,以保证胀接连接的可靠性。

### 5.3 焊接

一般采用填丝氩弧焊。焊接应该焊接工艺控制电  
流电压等。焊缝高度  $H$  确保不小于管壁厚度的 1.4 倍。采  
用两道氩弧焊,如有要求还需做渗透检测,保证焊接质  
量。

### 5.4 贴胀

常采用机械胀或手工贴胀。

### 5.5 连接方式及检验

按照图纸设计及工艺制作要求,如图纸设计为“强  
度焊+贴胀”时,常采用先强度焊后贴胀,大多数制造厂  
多采用这种工艺。亦可先进行贴胀,用盛水试漏检测合  
格与否,再进行强度焊,最后进行水压试验检测是否合  
格。当管板孔超标时,应先贴胀,再焊接,以免胀接时  
影响焊缝质量。也可以如图纸设计为“强度胀+密封焊”  
时,可先进行贴胀,用盛水试漏检测合格与否,再进行

密封焊,用水压试验检测是否合格;最后在进行强度胀,  
用水压试验检测是否合格。对某些高度危害介质还应按  
设计要求进行氨试漏等检查。

## 6. 结束语

通过一整套完整的工艺流程保证了换热管与管板  
胀焊并用的连接质量,总结起来,换热管与管板的胀焊  
并用得到最为广泛,胀焊并用连接方式大大提高了换热  
器使用寿命,在我们国家,由于材料、加工精度及加工  
工艺都还处于发展中水平,导致换热器使用寿命的相对  
降低。结合我国的国情,通过一系列的制造加工工艺及  
质量控制措施,完全可以制造出高质量、寿命更长、用  
户满意的换热器。

## 参考文献

- [1]陈国红. 王晓军. 多晶硅铸锭炉加热室的设计[J].电  
子工业专用设备, 2007, 22 (150): 36-38.
- [2]侯炜强. 多晶硅铸锭炉生产工艺控制结束和设备组  
成[J].电子工艺技术, 2008, 29 (5): 292-293.