

# 探究螺纹锁紧换热器制造工艺创新

王俊 张棋 刘泉 刘源

(上海蓝滨石化设备有限责任公司 上海 201518)

**摘要:** 螺纹锁紧环式换热器式当前世界先进水平的热交换设备, 国内外大型炼油企业在加氢裂化和重油加氢脱硫装置中一般均采用此形式的换热器。螺纹锁紧式密封结构换热器, 其特点为结构紧凑, 泄漏点少, 密封可靠, 占地面积小, 节省材料。一旦运行过程中出现泄漏不必停车, 只须紧固内外圈顶紧螺栓既可达到密封要求。但结构复杂, 机加工量大, 装配复杂, 拆卸需要借助专用工装。

**关键词:** 螺纹锁紧; 换热器制造; 新工艺; 技术探究

螺纹锁紧环式换热器式当前世界先进水平的热交换设备, 国内外大型炼油企业在加氢裂化和重油加氢脱硫装置中一般均采用此形式的换热器。螺纹锁紧式密封结构换热器, 其特点为结构紧凑, 泄漏点少, 密封可靠, 占地面积小, 节省材料。一旦运行过程中出现泄漏不必停车, 只须紧固内外圈顶紧螺栓既可达到密封要求。但结构复杂, 机加工量大, 装配复杂, 拆卸需要借助专用工装。

## 1 设备结构特点分析

螺纹锁紧环换热器内部主要结构见图 1。

螺纹锁紧环换热器结构特点:

- ①管箱与壳体组焊为一体;
- ②管箱为 12Cr2Mo1 IV 锻件, 内壁均需要进行堆焊;
- ③管壳程介质出入口接管均位于管箱锻件上且都是安放式焊接结构;
- ④管程密封由密封盘与管箱前端面组成, 通过螺纹锁紧环上外圈压紧螺柱压紧密封盘与垫片来达到密封管程作用;
- ⑤通过螺纹锁紧环上的内圈压紧螺柱, 间接施力, 在不拆卸管箱内件的情况下, 通过内件传导作用于管板来解决内部微量泄漏问题。

## 2 关键工艺设计

### 2.1 管箱锻件堆焊及加工工艺

管箱锻件加工量大, 加工完成后内壁整体堆焊, 是管箱制造过程中的重要环节。根据管箱加工要求制定详细的工艺流程, 在管箱锻件堆焊前绘制了一次加工图, 采用 6 米数控立车对管箱内壁进行一次加工, 加工过程中每段尺寸加工前进行检查, 加工完成后再次进行内部各尺寸检查, 保证一次加工的精度。加工完成后, 需先堆焊过渡层, 过渡层堆焊完成后立即进行消氢热处理, 同时需要对过渡层尺寸进行检查, 保证尺寸合格后方可进行面层堆焊。管箱整体堆焊完成后, 按图纸尺寸加工管箱锻件。此时, 为保证管箱内螺纹加工尺寸精度, 锻件外径预留的 5mm 余量保留, 用于设备整体热处理后进行尺寸校正, 保证管箱尺寸的同时也保证了最终螺纹的加工精度。

### 2.2 螺纹环加工工艺

管箱内螺纹及螺纹环的加工直接影响了设备的整体装配及密封性能, 也是该设备的主要制造难点及质量控制环节。由于采用数控加工中心来实现大螺纹加工成本高, 只能在现有的设备能力基础上进行加工方案的制定。经过详细的结构分析及设备能力评估, 确定了以下加工工艺流程以保证内螺纹的加工精度要求。

管箱内螺纹的加工必须在设备壳体整体制造完成后进行, 采用数控卧车进行加工, 加工过程中设备本体整体转动, 而加工刀头保持进给运动, 用数控卧车先将管箱外圆 5mm 余量车去 2~3mm, 通过加工外圆进行校形, 保证管箱的圆度, 以此作为数控车床的基准, 找管箱的中心, 放中心托架, 按螺纹尺寸进行数控编程后加工内螺纹。

### 2.3 螺纹锁紧环拧紧工装设计

螺纹锁紧环的装配是整个设备组装过程中最后一环, 同时也是最困难的一环。与普通的螺栓

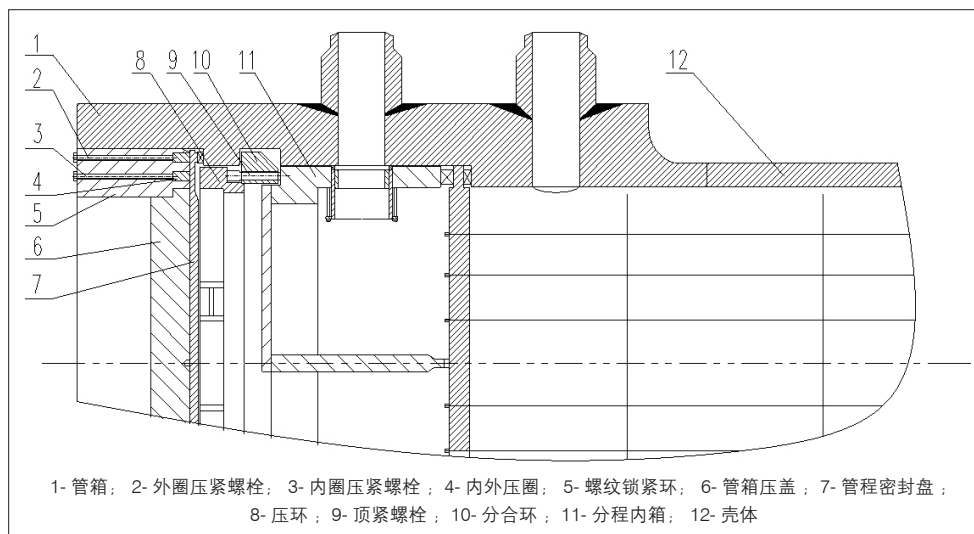


图 1 螺纹锁紧结构示意图

把紧不同,没有成型标准化的把紧工具,重量不同所需要的上紧力不同。为了保证螺纹锁紧环的装配需要根据具体设备尺寸设计专门的组装机(见图2),主要设计思路采用平衡悬挂吊装的方式,工装前端设计两处固定筋板,利用螺纹锁紧环及压盖上现有螺栓孔与工装进行固定把紧,后端可根据吊点及支持处配比定量的平衡块,起吊及支撑位置尽量靠近前侧以减少平衡块重量。

#### 2.4 厚壁接管与管箱锻件安装方式焊接坡口设计

设备管箱锻件壁厚较厚,接管与管箱的焊接结构为安放式结构,该结构焊接量大,根部易出现未熔合、未焊透等缺陷,坡口根部过于狭小,焊条电弧焊时,难度较大,焊条不易到达根部。为保证设备的质量及运行是的安全性能,必须保证该结构根部的全焊透及焊接质量。若欲保证根部焊接质量,接管坡口增大,则在管箱开孔的最低点位置附近焊接量太大,焊后接管易变形。通过三维模拟及加工小样对比,设计了一个渐变角度的坡口,减少焊接量,有利于坡口根部的焊接质量保证。接管焊接并检测合格后采用数控镗铣床将背面加工到设计尺寸,保证了接头的性能。

#### 2.5 接管与壳体接头无损检测工艺技术

在《承压设备无损检测》标准中对此类特殊结构和坡口型式的管座角焊缝的检测并未提及。此坡口型式较为特殊,焊接难度大,易产生缺陷。在RT和UT检测中,缺陷的位置、取向和形状对缺陷的检出有很大的影响,若仍按标准中列出的常规方式方法进行检测,必然会造成缺陷漏检,给产品质量留下隐患。为了保证此角接接头的质量,制定出了合理的RT、UT无损检测工艺,实现了此类焊缝无损检测,为产品质量提供了强有力的保障。

通过研究及实践,制定出最佳的透照方式(单壁外透法,胶片置于接管内壁)与透照角度(主射线束与接管母

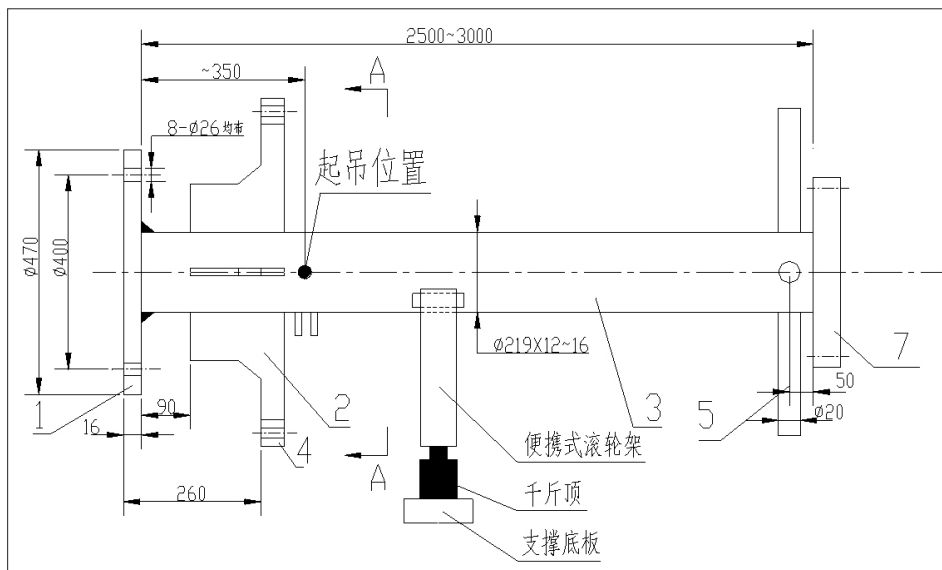


图2 螺纹安装专用工装

线呈 $55^\circ$ 左右),制定出此类焊接接头的专用RT工艺操作指导书。在筒体内壁采用窄束纵波斜探头代替横波斜探头,减少声能的损失和声束方向的改变,在垂直焊缝的位置增加直探头检测;在接管内壁下部分未堆焊处增加小晶片短前沿斜探头和直探头扫查,弥补了接管内壁上半部分无法用斜探头扫查的不足。

#### 3 结语

通过文中所提供的新的制造工艺方法,在产品的研制过程中,突破了自身的技术瓶颈,完成多套焊接工艺评定,成功制造加工了管箱内螺纹以及螺纹锁紧环,同时圆满完成了螺纹锁紧环的装配,实现了超出现有制造加工能力的产品制造,提升了制造能力;在软硬件能力方面均取得了较大的进步。更好的满足了国内石油化工行业对大型装备的需求,为我国高端复杂先进热交换器制造奠定了坚实基础;为国内化工厂节省了大量成本,也将为我国加氢裂化和重油加氢脱硫装置中带来新的经济发展点及利用前景。

#### 参考文献:

- [1] 尹青锋,黄勇力. 高压螺纹锁紧环换热器螺纹分析对比[J]. 石油化工设计. 2011(02).

