废热锅炉制造工艺

郑州锅炉股份有限公司（河南 450001） 毛鹏涛 尹贵保 连艳敏 何战洋 张 宇

1. 废热锅炉结构简介

废热锅炉ZT—001—1 由汽包QB—001—1（ϕ1200mm×20mm 20R）和换热器GL—001—1（ϕ1400mm×18mm 16MnR）组成。汽包工作压力为1.7MPa，二类容器，换热器为三类容器，换热器管程和壳程工作压力分别为0.28 MPa、1.6 MPa。

废热锅炉结构为中间ϕ1400mm×18mm筒体，长7m，由两环板与上下管箱相连，总长9.87m。筒体内有9块16mm厚大半圆折流板，每块折流板上有336个ϕ39mm孔，筒体两端为24mm厚上下管板，每件管板上有552根ϕ39mm孔，共有552根ϕ38mm×4mm换热管从上下管板和中间9块折流板穿过。筒体上有各种规格Q345(16Mn)锻件的管接头及法兰。

2. 技术准备

废热锅炉要求工期紧，两台同时生产计划工期为33天，为了很好地为生产服务，及时编制了工序流转卡、筒体拼接图、焊接工艺规程及相关工艺文件。筒体图上没有标注管孔尺寸、管孔坡口尺寸、管接头与筒体焊缝尺寸，所用到的焊接材料种类多达8种，管接头和法兰规格及种类繁多，在生产过程中如稍不注意很容易出现一些意想不到的质量问题。

为了生产顺利进行，我们在技术管理方面采取了下述措施：

（1）根据管接头规格和有关标准，在生产用图上分别一一标注管孔尺寸、管孔坡口尺寸、管接头与筒体焊缝尺寸。

（2）根据焊接工艺规程，在筒体图上详细注明每个焊接节点应采用的焊接方法和焊接材料及规格。

（3）划线时，在筒体上标注每个管孔尺寸及管口号。

（4）管接头和法兰在焊接之前，在每个管接头和法兰上都标注该零件所在的管口号。

3. 废热锅炉制造工艺要点

废热锅炉换热器结构复杂，制造难度大，最困难的是552根ϕ38mm×4mm换热管通穿上下管板和中间9层折流板。通过对结构分析得知，影响该产品质量和工期的主要因素有：管板和折流板钻孔、折流板和换热管装配、换热管和管板焊接及支座装配焊接。

为确保在工期内完成废热锅炉制造任务，公司及时组建了课题小组，目的是确定科学合理的制造工艺。经对该产品结构经过仔细分析，确定了如下系统的工艺方案。

（1）折流板下料 因折流板在筒体内不与筒体内壁焊接，可自由旋转，折流板与管板配钻，要求折流板直径比管板内径小，为了保证尺寸精度和表面粗糙度，减少加工工序，采用数控切割下料，这样折流板可放到管板内侧底部，以便配钻。为节约用料，降低成本，折流板小半圆部分用钢板余料，为配钻工艺用料。

（2）折流板与管板配钻 上下管板及中间9块折流板上共计4191个孔需配钻，上下管板将9块折流板分层点固夹在中间，并且每层折流板均按台编号，以确定装配顺序和各自位置，先配钻4128个ϕ39mm换热管孔，后配钻63个ϕ17mm拉杆孔，因钻头长度短，并且出渣困难，进度慢，改为多层配钻。为了便于穿管，注意下钻方向为穿管方向，分六次配钻。

（3）环板预装 因与上下管箱连接的环板内径比上下管板外径小，故在上下管板与筒体焊接之前，预先将环板套在筒体端部，从而避免了因后装环板而造成环板与筒体无法套装的现象。

（4）折流板对装 对装折流板之前，先焊好汽水出口挡板，然后将9根拉杆焊于上管板上，按折流板编号从上到下由里到外依次把拉杆穿过折流板和定距管，9块折流板和8根定距管穿完之后，从上管板端最外圈通穿若干根换热管，以固定筒体内9层折流板，同时调整折流板在圆周方向的位置，由里到外分段焊好用于固定折流板的角钢，接着穿完剩余换热管。

（5）上段筒体与下段筒体对装焊接 从筒体下端调整换热管束，用行车吊换热管束沿圆周方向调整到与下管板换热管孔对齐为止，同时保证上下段筒体四个象限对齐。上下段筒体对装时，采用一对装有8个M36大螺栓自制环板工装夹具，用以调整筒体环缝对装，该条环焊缝采用手工氩弧焊打底、焊条电弧焊过渡，埋弧焊填充及盖面。为保证焊透，对装时筒体坡口根部间隙应小于4mm，打底焊时，先焊小间隙，后焊大间隙，两名焊工从筒体两侧进行对称立焊。焊接参数如表1所示。

表1 上下段筒体焊接参数

层道	焊接方法	焊接材料	电源极性	电流/A	电压/V	焊接速度/cm·min^{-1}	气体流量/L·min^{-1}
1	GTAW	ER49—1，ϕ2.5mm	直流正接	110～130	10～14	7～8	6～9
2	SMAW	E4315，ϕ3.2mm	直流反接	110～130	22～25	12～13	—
3	SMAW	E4315，ϕ4mm	直流反接	150～170	23～26	11～12	—
其他层	SAW	H08MnA ϕ4mm +HJ431	直流反接	600～630	28～34	40～44	—

（6）换热管与管板焊接 调整下管板外侧换热管露出的长度要均匀一致，露出的部分应≥5mm。调整好后逐根点焊，先用胀管器胀接，使管壁与管孔贴严，然后用铣床按图要求铣上管板外侧换热管。换热管与上下管板焊接采用手工氩弧焊焊接，两端分别由两名焊工对称施焊。焊接参数如表2所示。

表2 换热管与管板焊接参数

层道	焊接方法	焊接材料	电源极性	电流/A	电压/V	焊接速度/cm·min^{-1}	气体流量/L·min^{-1}
1	GTAW	ER49-1，ϕ2.5mm	直流正接	110～130	10～14	7～8	6～9
2	GTAW	ER49-1，ϕ2.5mm	直流正接	110～130	10～14	7～9	6～9

（7）支座装配焊接 换热器与竖直方向倾斜7°竖向放置，4个底座在筒体圆周方向上均布。但前后支座弧板中心线与筒体纵向中心线呈7°夹角，设计要求4个底座下平面在同一平面上，其不平度允差2mm。为满足设计要求，前后支座弧板采取在卷板机上对角压制圆弧，使之与筒体贴严，与前后支座弧板焊接的筋板形状较为奇特，设计要求根据实际情况切割该筋板弧线，但这样不宜保证4个支座平面度，前后支座筋板最后采取了计算放样。施焊结果，4个支座平面度达到了设计要求。

（8）保护套管加工 换热管入口保护套管结构形式较为特殊，为一端开6个小槽外翻喇叭状，两台共计1104个保护套管。先车45°外倒角，用2mm铣刀铣三刀，铣出6个槽，然后放到专用的压制胎具上压制，获得了成功。

4. 结语

由于废热锅炉制造工艺科学合理，技术管理细致到位，只用了28天就顺利地完成了两台废热锅炉制造任务，比原计划工期提前了5天。废热锅炉制造，从技术上主要解决了换热管穿管难的问题，为公司今后制造类似产品提供了一套完整可行的工艺方案。**MW** （20120607）

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

北江盾构管道安装工程主体焊接顺利完工

2012年9月6日，历经18天的艰苦奋斗，北江盾构管道安装工程主体焊接顺利完工。

由管道四公司承建的北江盾构管道安装工程为西气东输二线广州—南宁支干线控制性工程，工程位于肇庆市高新区，管道设计压力10MPa，管径ϕ1016mm，管壁厚为26.2mm，水平长度2233.8m。管道焊接采用焊条电弧焊+半自动焊接技术完成，焊接共计187道口。

北江盾构管道安装工程的提前完成，为广南支干线顺利贯通扫清了障碍。（中国焊接信息网）