

● 技术交流

中间包的设计制造及裂纹处理

钟祖祥 宫本健
(成都无缝钢管厂)

分析了引进圆坯连铸机中间包的设计、制造情况及烘烤、预热中出现裂纹的情况,提出了裂纹处理方法及设计、制造的改进意见。

关键词 中间包 设计 制造 裂纹 焊接

DESIGN & MANUFACTURE AND CRACK TREATMENT OF TUNDISH

Zhong Zuxiang Gong Benjian
(Chengdu Seamless Steel Tube Plant)

Based on the studies and analyses regarding the design & manufacture of the tundish for an imported round bloom continuous casting plant and the tundish crack developing conditions during drying and preheating processes, corresponding crack treatment method and improvement on the design & manufacture are proposed.

Key words Tundish Design Manufacture Crack Welding

1 前言

“七五”改造期间我厂引进了一套新型圆管坯连铸机,在该机的制造、安装、调试过程中,我们发现并处理了大量的技术问题。本文仅就铸机中间包的设计、制造和裂纹处理作一简单分析、介绍。

2 中间包的结构设计及主要参数

2.1 中间包的设计要求

中间包是盛钢桶与结晶器间的一个中间容器,钢水包中的钢水先注入中间包,然后再通过中间包内的水口注入结晶器。在这一过程中,中间包起减压、稳流、排除非金属夹杂物、储存钢水及分流作用。因此,设计中间包时,应满足以下工艺要求。

(1)在易于制造的前提下,力求散热面积小,保温性能好,外形简单;

(2)水口设置应满足铸坯断面、铸机流数和布置形式的要求;

(3)便于浇铸操作、清包和砌砖;

(4)在长期高温作业下结构稳定。

2.2 中间包的结构设计及主要参数

中间包的基本设计由国外一家公司承担,详细设计及制造由我厂安排。

根据工艺要求,选用底铸式中间包,中间包总体形状呈三角形。包体外壳为钢板焊接结构,多处为双层钢板,其厚度多为25mm,部分为40mm。外壳上设有起吊用耳轴,安放时准用支架,按1425mm流间距布置四个水口,靠操作位置侧设置安装塞棒装置的四组螺孔。包壳内壁四周设置供烘烤时散发水蒸气用排气孔。组装焊接的焊缝基本是角焊缝。包体内衬耐火砖厚度为185mm,内壁斜度为10°。中间包最大外形尺寸为长6670mm,宽2230mm,高1500mm。正常浇

铸时,包内钢液高度为900mm,钢水重22t左右,钢液最大高度约1000mm,重约24t。钢水温度一般不低于1523℃。

2.3 中间包的材料选用及热处理要求

中间包国外设计选用的钢板材料为A-36碳钢,国内转换设计时分别选用了16Mn低合金结构钢和A3普通碳素钢。三种材料的性能比较见表1。耳轴材料为35钢。设计对热处理的要求是:焊件在机加工前需消除焊接应力。

表1 三种中间包材料的性能

钢号	σ_s (MPa)	σ_b (MPa)	δ_5 (%)	注
A-36	230~250	400~550	23	按使用板
16Mn	295~315	470~620	21	厚度考虑
A3	215~235	375~460	26	

3 中间包的制造

中间包的制造质量是关键。确保制造质量的关键是:制订合理的焊接工艺;严格按焊接工艺操作;进行适当的热处理,彻底消除焊接应力。具体措施如下:

(1)按数控火焰切割工艺下料;

(2)大部分焊缝采用二氧化碳气体保护焊,焊丝为H08Mn2Si, $\phi 1.2$ mm,电流较小;

(3)局部焊缝采用手工电弧焊,使用结507焊条;

(4)焊后进行热处理,并在580~600℃下保温约10h,以消除焊接残余应力。

由于采取了上述措施,中间包的尺寸精度较高,焊缝质量较好、强度较高。

4 热试情况及裂纹处理

4.1 热试情况

热试时用16Mn低合金结构钢制作的两个中间包(一个砌砖并烘烤24h,另一个经

烘烤和预热处理)均产生较严重的焊缝裂纹;用A3钢制作的中间包也发现了裂纹。

4.2 裂纹产生的原因

经认真考证、分析认为,产生裂纹的主要原因如下:

(1)烘烤时,包壳内外层钢板的温差较大(最大超过200℃),造成热膨胀程度的差异,内外层钢板均存在很大的热变应力。包壳内层使用的整块钢板要承受压力,外层经多块钢板与筋板组焊而成的钢板焊缝要承受拉力,焊缝容易被拉裂。

(2)从设计结构上看,包壳外层钢板焊缝过多,残余应力大,如果残余应力未能完全释放,在热变应力和工作载荷的作用下,焊缝就可能出现裂纹。

(3)如果焊件退火温度和保温时间不够,残余应力就不能彻底消除。

(4)焊缝需经多层、多道次堆焊,反复冷热的过程不易控制,稍有疏忽就可能产生热应力裂纹。

(5)个别焊角高度不够,焊缝强度受到影响。

4.3 裂纹处理及效果

4.3.1 裂纹处理措施

(1)为彻底消除焊接应力,适当提高退火温度,对16Mn钢中间包施以加热至640~660℃、保温10h的退火处理。

(2)对主要焊缝进行非荧光磁粉探伤,发现裂纹立即处理,探伤合格后砌筑内衬耐火砖。

(3)对砌砖的中间包烘烤24h,使包壳内外层钢板温度均达到150~200℃,检查发现裂纹时就在此温度下进行补焊。

(4)焊条用前烘干。

(5)打底焊时,尽量用较小电流进行慢速焊接,控制母材在焊缝金属中的充分熔合,避免产生夹渣等缺陷。

(6)采用多层多道次焊接方式,每堆

焊一层后,用风镐锤击一道焊缝,以消除部分焊接热应力。

(7) 处理后的中间包在外层钢板温度不低于 150°C 情况下,作加载 22t 的满负荷试验,加载时间 $5\sim 5\text{h}$ (按连浇 $3\sim 4$ 炉的时间考虑);在热负荷下仔细检查中间包焊缝是否出现裂纹,发现裂纹立即按前述方法进行补焊处理,然后空冷。

(8) 按上述程序反复烘烤 3 次,热负荷试验未发现裂纹则可交付连铸使用。

4.3.2 效果

补焊处理后的中间包全部提供给四流连铸机受钢用,使用一百多次未发现新的焊缝裂纹。

5 改进意见

5.1 为减少焊缝数量,降低焊接残余应力,

(上接第3页)

型钢材和轻轨等其他品种。从成都、衡阳使用水平连铸坯的实践来看,所轧制的钢管成材率和轧坯相近,且由于铸坯中心的适度疏松,穿孔电耗比轧坯低。所生产的钢种除一般碳素结构钢、合金结构钢外,还有不锈钢、轴承钢等。

建水平连铸机不仅可以节约能源、增加产量、降低成本,而且可以提高企业的市场竞争能力。国内除自有电炉炼钢和小无缝机组的杭钢、安钢、长钢、广钢、承钢及下陆钢厂等单位应尽快上水平连铸机生产铸坯代替轧坯外,一些靠调拨管坯生产的小无缝厂,应通过联营、集团方式就近建立水平连铸供坯基地。有条件的也可以像衡阳钢管厂

增强抗热变应力的能力,在设计结构上,可将包壳外层的多块钢板改为整块钢板。

5.2 为避免焊接时产生热裂纹或冷却时产生热应力裂纹,焊接前应将焊接材料预热到 150°C 左右再施以焊接。

5.3 焊接中间包壳体的外层钢板时,尽可能使内外层钢板的温差在 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$,以使外层钢板的焊缝形成一个反向的预应力,缓解中间包工作热变应力的影响。

5.4 中间包壳体焊后应进行整体热处理,并适当提高退火温度,以彻底消除焊缝的残余应力,改善焊缝及近缝区的机械性能和金相组织。

(收稿日期:1993-02-09)

那样自行配套建电炉和水平连铸。

3.3 已上弧型管坯连铸机的单位仍然可以上水平连铸机

成都无缝钢管厂原来已上了 $160\text{mm}\times 160\text{mm}$ 方坯弧形连铸机,以后又上了 $\phi 60\sim 130\text{mm}$ 和 $\phi 90\sim 200\text{mm}$ 水平连铸机。大冶钢厂也是先上弧形连铸机后拟再上 1 台水平连铸机。这样,不仅水平连铸的单位造价仅为弧型连铸的 $1/2\sim 1/3$,而且还可以生产高合金钢等小批量的品种、规格,为弧形连铸高效生产大批量的一般钢种、规格创造了条件。从国内发展趋势看,水平连铸坯在小无缝管坯中所占比例将越来越大。

(收稿日期:1992-12-28)