

浅谈 P91 材质高压蒸汽管道的焊接

中石化第十建设有限公司 (山东淄博 255438) 康利明

1. 概述

我公司承揽的内蒙古大唐国际克什克腾煤制气项目 48 000N · m³/h 空分装置,主蒸汽工艺管线设计温度为 550℃、设计压力为 9.8MPa,使用材质为 A335 P91。此材质焊接要求高,需对材料检验、对口装配、焊接工艺、焊后热处理、缺陷焊缝的返修等各方面进行严格的控制。

(1) P91 材质钢简述 P91 材质钢是美国于 20 世纪 70 年代末 80 年代初开发的新型马氏体耐热钢,与传统耐热钢不同,P91 钢是新型耐热钢,是经过降碳(C)、净化(严格大幅降低 S、P 等杂质)、微合金化和控轧(TMCP)技术而成的。P91 钢以其热膨胀系数、弹性模量、蠕变性能以及抗氧化性等多方面的优势,在许多国家的主蒸汽管道中得以广泛应用。

(2) P91 管道焊接要求 主要需注意两方面的问题:一是防止焊缝和热影响区脆化及裂纹,在热影响区或焊缝金属中尽量减小粗晶区;二是减少拘束度,从而降低焊接接头残余应力,防止产生裂纹。P91 材质管道的焊接采用 GTAW + SMAW 的焊接方法,要求焊前预热及焊后热处理,均采用电加热;背部充氩保护,焊接完成后焊缝进行 100% 无损检测。

(2) 从表 5 可以看出:采用上述工艺焊接的焊接接头按《钢制压力容器焊接工艺评定》JB 4708—2000 进行评定,其抗拉强度虽高于母材,但弯曲试验合格,完全满足了塑性要求。

(3) 用此方法制造的两台蒸发器在 2005 年当年已投入运行,完全满足了生产需要,没有发生任何质量问题。MW (20120229)

2. P91 材质蒸汽管道焊接及热处理

(1) 焊口组对及定位焊 对 P91 材质管道施工采用单方向施工,即至少总保持一端为自由伸缩端,以便于减小管道系统的应力。不得强力对口,更不允许利用热膨胀法对口。

焊接时应在坡口内引弧,严禁在被焊工件表面引燃电弧、试验电流或焊接临时支撑物;坡口加工应采用专用坡口机进行加工,不宜火炬切割。

点固焊时,其焊接材料、焊接工艺应与正式施焊时相同。点固焊时用 3~4 楔形定位块($\delta = 16 \sim 25\text{mm}$)点焊固定,点焊“定位块”应选用与母材相同,且采用氩弧焊点固。

(2) 焊前预热 管道焊前预热按焊接作业指导书进行,参考预热温度为 150~200℃(坡口温度)。

加热时将电阻、热电偶与焊件表面贴紧。加热元件布置的宽度比要求加热的宽度至少多出 60mm。预热范围为坡口中心两侧各不小于 3 倍壁厚的区域,且 $\geq 100\text{mm}$ 。预热时在坡口两侧均匀进行,内外热透并防止局部过热。加热区以外 100mm 范围内采取保温措施,升温速度应 $\leq 150^\circ\text{C}/\text{h}$ 。

热电偶布置在距对口中心 50~100mm 内,同时使用红外测温仪测量坡口温度,使其控制在 100~150℃。温度过高不利于焊工操作,易产生夹丝、未焊透缺陷,还会加重根部氧化。

(3) 焊接 鉴于 P91 钢焊接时,熔池铁液黏度大,焊接参数又小,易出现夹渣、层间未熔合等缺陷,因此必须依据焊接工艺评定制订焊接工艺指导书,作为指导现场焊接施工的依据,并在施工过程中严格执行。

P91 钢焊接时应采用氩弧焊打底,充氩保护范围以焊缝坡口为中心,每侧各 200~300mm 处,用可溶纸封堵管口(或者用硬纸皮、保温棉等做成封堵物,

