

• 制造技术 •

大型压力容器的现场焊后热处理

国营523厂(大连) 高级工程师 李廉州 工程师 葛树涛 助理工程师 高奇

摘要 作者以加氢重整反应器的焊后热处理为例,介绍了大型压力容器现场整体热处理和反修后局部热处理的施工方法及应注意的事项。

关键词: 压力容器 现场热处理 施工方法

加氢重整反应器是一种在高温高压下服役的石油精炼装置,该装置一般采用Cr-Mo钢制造。众所周知,为确保焊接结构的使用性能,提高焊缝的塑性、韧性和松弛焊接应力,在设备制造过程中对其进行焊后热处理是必不可少的工序。

1989年6月,受大连造船厂委托,我厂对其为抚顺石油三厂制造的加氢重整反应器进行了现场焊后热处理。该设备主体材料为 $2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo,热处理的部件及方法为:①立式换热器、第一和第二反应器的部件焊后在炉中进行热处理;②在组焊现场对组焊后的环缝进行局部热处理;③由于第三反应器尺寸较大,受热处理设备和运输条件限制,对其采用现场电加热整体热处理。

1. 环焊缝的局部热处理

图1为立式换热器和第一反应器环焊缝现场局部热处理部位示意图。为方便施工,将待处理工件

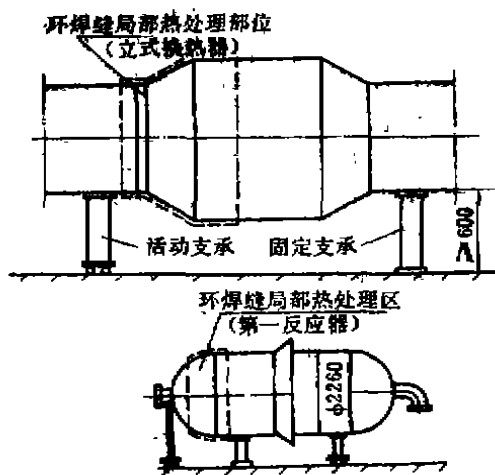


图1 立式换热器和第一反应器热处理部位示意图

横卧于高度不小于600mm的支承座上。由于工件在加热和冷却时会发生膨胀和收缩,因此,工件一端的支承应能在地面移动。用日产指形(Alfan)加热器对环焊缝及其热影响区进行加热,加热器的安装方法见图3所示。由于工件筒体表面不允许点焊用于固定加热器的螺钉,所以只能用钢带(30×3mm)将其固定。在钢带表面按一定距离焊上紧固螺钉,然后将加热器分别紧固在每圈钢带上。

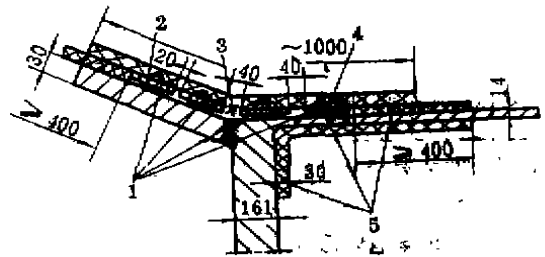


图2 指形加热器及保温材料的设置

1.指形加热器 2.钢带 3.热电偶 4.螺钉(M5×60)、螺母(M5)和压板(3×25×60中心钻孔) 5.硅酸铝纤维毡($\delta \geq 30$)

用日产JEMIK6型热处理机进行加热控制,该机共有6组输出,可以根据需要使用其中任意一组或几组。由于工件直径较大,为确保圆周温度均匀,对加热器采用分区控制,见图3。各区所用加热器指数见表1。每片加热器之间和各区引出线均用绝缘电缆连接。用点焊机分别将测温用热电偶点焊在指定位置,偶丝用硅酸铝纤维复盖,其冷端用补偿导线与热处理机的控温仪表连接。为确保控温准确,在测温点附近还可增设相应数量的监测偶,并用多点式测温仪作监测记录。当发现监测值与控温值不符时,应立即查明原因并及时采取措施。如

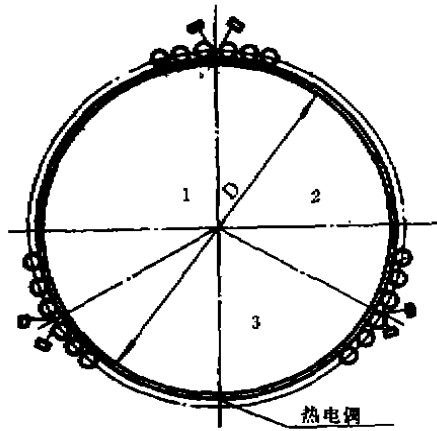


图3 加热控温区分布

表1 各温控区加热器指数分配

控温区		1	2	3	D
加热器数	第一反应器	$(2S_{29} + S_{11}) \times 3$	$(2S_{29} + S_{11}) \times 3$	$(2S_{29} + S_{11}) \times 3$	2000mm ($\delta = 28\text{mm}$)
	立式换热器	$(S_{24} + S_{29}) \times 2$ + $(S_{34} + S_{34}) \times 2$	$(S_{24} + S_{29}) \times 2$ + $(S_{34} + S_{24}) \times 2$	$(S_{24} + S_{29}) \times 2$ + $(S_{34} + S_{24}) \times 2$	1600mm ($\delta = 14, 161, 30\text{mm}$)

型号为JEM16K、JRJZ-3和WDJK-120各一台，总输出功率660kW。指形加热器和四排式板形加热器（或板式远红外电阻带加热器）分层布置于容器内（图4a）。容器共分两段12个加热区，每区加热器数量见表2。各层指形加热器平放在构架上。试板则放置在靠近筒体中心的角钢架上。测温热电偶点焊在容器内壁各加热区的相应位置上，偶丝穿在瓷管内并引出容器，再用补偿导线与控温仪表连接。在容器外壁各区的对应位置点焊监测热电偶，用多点记录仪进行监测记录。在加热温度低和保温时间短的情况下，可用两端焊有铜鼻子的多股裸铜电缆作为加热器的跨接电缆，其引出线也可使用穿有 Al_2O_3 瓷管的同类电缆，并用硅酸铝纤维包住或垫起，以免其接触金属构架或器壁。由于反应器的热处理温度高达690℃，保温时间和升温时间都较长，为避免多股裸铜线氧化脱皮或出现烧断现象，最好采用退火的铜板和铜棒作跨接电缆和引出线。最后，将反应器外壁用两层厚30mm的硅酸铝纤维毡包复，其每层的接缝应错开。

通电加热前，应对加热器的绝缘电阻分区进行检查，对那些容易触碰器壁或支架的加热器，用硅

若控温热电偶发生故障又不能排除，则可将监测偶接到控温仪表上继续进行工作。

为避免热量散失，加热器外用硅酸铝纤维毡或岩棉毡进行保温，且在距加热器600mm以内的扩散区也敷设保温层。保温层厚度以50mm为最好，一般不小于30mm。绝缘电阻应大于 $0.5M\Omega$ ，现场湿度较大时亦可在大于 $0.2M\Omega$ 的情况下以低电压送电，然后再逐步提高输出电压。被加热物应接地，地线和零线切勿接混。

2. 现场整体热处理

第三反应器长约8.4m，直径 $\phi 3\text{m}$ ，板厚38mm，重约25吨。受设备和运输条件限制，在反应器组焊完成后我们对其进行了现场整体热处理。热处理机

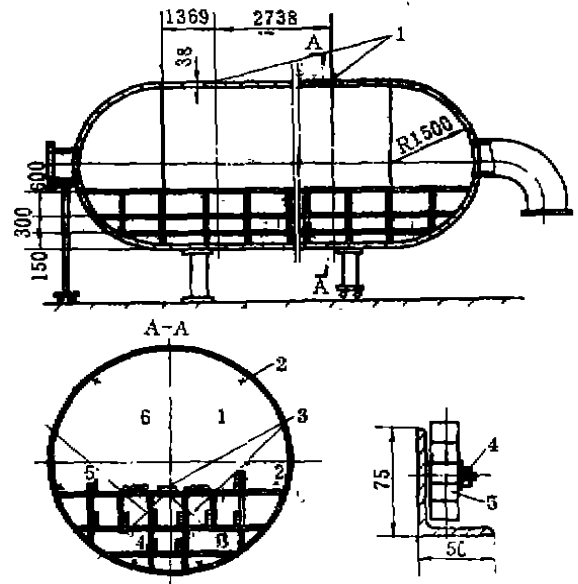


图4 第三反应器加热器分布及指形加热器的固定

- 1. 两段控制测温位置 2. 测温点位置
- 3. 试板 4. 固定螺钉及压板 5. 指形加热器

(下转第33页)

验后还应作局部表面探伤抽查。现场焊接条件差，应从严要求。GB150无规定。

(47) 无损探伤底片的保管(44→92)：①强调要保存返修底片。GB150无明确规定；②底片保存期由原来的7年改为5年，主要考虑到换证期为5年，可减少底片保存量。

(48) 压力试验的压力(49→93)：①低压容器的气压试验压力由原来的 $1.20p$ 改为现在的 $1.15p$ 。与GB150一致；②取消原规定 $[\sigma]/[\sigma] > 1.8$ 时取1.8的规定。与GB150一致，提高耐压试验压力，有利于安全；③增加对有色金属制压力容器设计温度 $> 150^{\circ}\text{C}$ 时应进行温度修正的规定。

(49) 耐压试验时应校核压力容器壳体平均一次总体薄膜应力；新增条文(第94条)。与GB150一致。

(50) 压力试验时的安全措施：新增条文(第96条)。强调压力试验场地要有可靠的安全防护措施，并应经单位技术负责人和安全部门检查认可。GB150无规定。

(51) 液压试验的合格指标(54→98)：①取消了原第3、第4条；②增加了试验过程中无异常响声的要求。GB150无明确规定。

参 考 文 献

- 1 劳动部。压力容器安全技术监察规程。1990。
- 2 国家劳动总局。压力容器安全监察规程。1981。
- 3 GB150—89《钢制压力容器》。学苑出版社，1989。

(熊编)

(上接第35页)

表2 各段分区及其加热器数量

加热区	1	2	3	4	5	6
第一段	四排式板形加热器 3组	S320~325	S350~355	S350~355	S320~325	四排式板形加热器 3组
第二段	板形电阻带加热器 3组	S320~325	S350~355	S350~355	S320~325	板形电阻带加热器 3组

酸铝纤维毡隔开或垫起。为确保施工安全，容器应良好接地，并在施工现场悬挂防触电标志。

3. 现场返修后的热处理

由于第三反应器人孔周围的管接头焊缝发生了焊接质量问题，故其返修后需进行局部热处理。但因管子之间距离很小，布置加热器有困难，且加热器连线间也易触碰而发生短路，为此，我们采用了

图5的加热方法。即将返修后的管接头和人孔罩放在用角钢和钢带焊成的笼形罩中，罩外布置LCD型履带式加热器，罩端及加热器外围用硅胶铝纤维毡包覆。用WDJK-120型加热设备进行加热，测温热电偶分别点焊在各加热区的适当位置，管接头返修处也应点焊一定数量的监测热电偶。由监测偶的测温结果表明，罩内温度均匀，热处理质量可靠。

4. 结语

近年来，由于受热处理设备和运输条件的限制，现场热处理技术得到了广泛应用。我厂运用该技术已有较长时间，并为许多大型设备的安装和检修进行过现场服务，本文介绍的情况仅是其中一例。历次检测结果表明，设备焊后在现场进行热处理可获得与炉内热处理同样的效果。我们相信，由于电加热现场热处理具有适应范围广和操作方便等优点，该项技术将会越来越多地被采用。

(叶编)

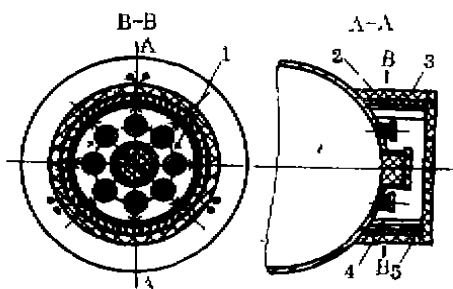


图5 管接头焊缝返修后的热处理示意图

1. 热电偶
2. 履带式加热器
3. 钢带
4. 角钢
5. 保温毡

D