

CF 钢球罐内燃法整体热处理

乔连庆 (吉林亚新工程检测有限责任公司, 吉林 吉林 132021)

摘要: 富德 (常州) DMTO 项目丙烯、丙烷罐区及泵房区域有 4 台 3000m^3 的 07MnNiMoDR 材质丙烯球罐, 其壁厚为 48mm, 按照规范要求, 07MnNiMoDR 材质焊接接头厚度大于 32mm, 需进行焊后热处理^[1]。根据设计以及现场的实际情况, 决定采用内燃法对其进行整体热处理, 热处理后经数据分析和硬度检查, 整体热处理效果良好, 完全符合工艺要求。

关键词: CF 钢球罐; 内燃法; 整体热处理

富德 (常州) 能源化工发展有限公司 100 万 t/a 甲醇制烯烃、制 50 万 t/a 苯乙烯项目 DMTO 装置, 需要设置 4 台 3000m^3 球罐来储存丙烯产品。4 台 3000m^3 丙烯球罐分别位于丙烯、丙烷罐区及泵房区域, 材质为 07MnNiMoDR, 按照设计要求以及现场的实际情况需采用内燃法进行整体热处理。

1 设备概况

DMTO 装置 3000m^3 丙烯球罐 4 台, 材质 07MnNiMoDR, 设计压力 2.16MPa, 设备净重 429800kg, 34 块球壳板, 球壳板厚度 48mm, 内径 18000mm, 设备位号 0302/2-TK-001~004, 容器类别 III, 容器结构形式混合三带 10 支柱。

2 施工准备

2.1 热工计算

球罐热工计算 (升温速度取 $60^\circ\text{C}/\text{h}$)。常温 $\sim 100^\circ\text{C}$, 燃油用量 $582.1\text{kg}/\text{h}$; $100\sim 200^\circ\text{C}$, 燃油用量 $703.2\text{kg}/\text{h}$; $200\sim 300^\circ\text{C}$, 燃油用量 $807.2\text{kg}/\text{h}$; $300\sim 400^\circ\text{C}$, 燃油用量 $950.8\text{kg}/\text{h}$; $400\sim 500^\circ\text{C}$, 燃油用量 $1154.8\text{kg}/\text{h}$; $500\sim 600^\circ\text{C}$, 燃油用量 $1407\text{kg}/\text{h}$; 恒温 600°C , 燃油用量 $165\text{kg}/\text{h}$ 。根据热工计算, 本次 3000m^3 球罐整体热处理选用的燃烧器最大燃烧能力为 $1500\text{kg}/\text{h}$, 能满足球罐整体热处理施工需要。

2.2 热处理工艺

丙烯球罐热处理温度控制如下:

400°C 以上升温速度 $50\sim 80^\circ\text{C}/\text{h}$, 恒温温度 $565 \pm 20^\circ\text{C}$, 恒温时间 2h, 400°C 以上降温速度 $30\sim 50^\circ\text{C}/\text{h}$, 400°C 以下升降温速度可不控制, 400°C 以上升温和降温过程中, 球壳表面上相邻两测温点的温差不得大于 120°C , 工艺曲线 (记录) 至 400°C 以下自然冷却^[2]。

2.3 现场准备

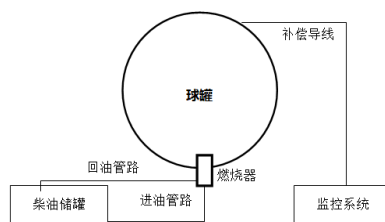
整体热处理前, 与安装单位共同检查工序交接情况, 确认热处理前各项工序均已结束。①与罐体受压件连接的焊接工作全部完成, 热处理前的各项无损检测工作全部完成; ②球罐接地极处理完毕, 接地电阻不应大于 30Ω ^[3]; ③球罐内部杂物清除完毕; ④产品试板是否已放置于上人孔附近; ⑤防风、防雨措施搭设完毕; ⑥球罐支柱地脚螺栓及拉杆已松开, 各支柱垂直度调整合格, 调整柱腿位移条件已经具备; ⑦一次电缆敷设完毕, 电源控制柜接线完毕; ⑧二次电缆经短路及断路检查合格; ⑨加热器经检查完好, 满足施工需要; ⑩热电偶、补偿导线及测温设备经过校准并在有效周期内; ⑪轻柴油已经运至现场。

3 施工方法

整体热处理采用“内燃法”施工。加热系统采用德国

燃烧器, 利用轻柴油进行内燃加热; 监控系统采用计算机监控软件及测温装置进行整体热处理全过程的监控和数据记录。根据输入的各项参数自动控制燃烧器的燃油量, 其温度按工艺的要求升降, 从而达到消除应力的目的。

3.1 工艺流程



3.2 内燃工艺

3.2.1 内燃工艺采用燃烧器进行, 其工作原理为

柴油系统的高压柴油由电子点火器点燃后, 根据执行器输出量的大小, 自动调整柴油的输出量; 同时配合以相应的空气进行助燃; 与此同时, 自动识别系统对燃烧器的整个工作过程进行实时监视。

3.2.2 内燃工艺由加热系统、供电系统及监控系统三部分组成

加热系统利用轻柴油燃烧提供热量, 主要由燃烧器以及柴油储罐组成。供电系统选择 YC3*35+1*16 电缆和 YC3*25+1*10 电缆, 为燃烧器提供电源。监控系统由燃油控制台、测温装置及计算机监控软件组成。燃油控制台负责对燃烧器的自动控制, 测温装置采用两台 32 点测温装置进行温度实时采集, 计算机监控软件配合测温装置对各测温点的温度进行实时监视和记录。

3.2.3 内燃工艺共分 3 个阶段

升温阶段 (常温 $\sim 565 \pm 20^\circ\text{C}$), 升温阶段各温度区间燃油量参见热工计算数值, 使球罐加热速度达到 $50\sim 80^\circ\text{C}/\text{h}$; 恒温阶段 ($565 \pm 20^\circ\text{C}$), 恒温阶段调整燃烧器燃烧功率, 控制其速度在 $0^\circ\text{C}/\text{h}$ 左右; 冷却阶段 ($565\sim 400^\circ\text{C}$), 此阶段燃烧器继续工作, 控制其降温速度在 $30\sim 50^\circ\text{C}/\text{h}$ 左右; 当温度降低于 400°C 以下时, 燃烧器停止工作, 热处理过程结束。

3.3 操作要点

3.3.1 产品试板设置

产品试板布置在球罐上人孔附近, 利用铁线进行牢固固定。针对温度滞后问题, 采用电加热器进行温度补偿。

3.3.2 测温布置

①测温点分布: 测温点均匀布置在球壳表面, 相邻测温点间距在 4.5m 以内。测温点均匀布置在球壳表面, 相

邻测温点间距在 4.5m 以内。距上下人孔与球壳板焊缝边缘 200mm 范围内设测温点各 1 个；产品试板各设测温点 1 个。为防止热处理过程中测温点出现故障，另增设备用测温点；②热电偶数量：上人孔 1 个，产品试板 3 个，上极盖 5 个，赤道带 40 个，下极盖 5 个，下人孔 1 个，共计 55 个；③热电偶固定：采用 M16 螺帽固定。在螺帽上磨出一个 4×4 的槽；将螺帽通过与球罐同材质的焊条点焊于球壳外表面；从槽的入孔把电偶插入螺帽；然后用螺栓拧紧使之牢固固定于球壳外表面。热处理后用砂轮修磨；④测温设备：采用“整体热处理智能温控系统”自动测温及记录。

3.3.3 保温系统

保温过程在热电偶固定完后进行。保温前，应对跳板、脚手架进行适当调整以排除其对保温的影响。保温材料采用无碱超细玻璃丝棉被与硅酸铝保温棉进行双层保温。保温材料应保证干燥，不得发潮。球罐的壳体、人孔、接管、连接板及从支柱与球壳连接焊缝的下端算起，向下 1m 长度范围内的支柱进行保温。敷设时，保温层紧贴球壳外表面，局部间隙不得大于 20mm，保温材料间应搭接；接缝采用 16# 铁线严密连接。采用扁钢披挂及铁线捆绑固定保温材料。热处理过程中，设专人进行保温维护，如保温层有松动脱落现象须及时处理，设专人对保温层外表面温度进行监测，外表面温度宜 ≤ 60℃。

3.3.4 柱脚处理

在热处理之前，应松开拉杆及地脚螺栓，使下部处于可移动状态。在底板内侧设一焊接立板，以配合千斤顶使用。热处理过程中，温度每变化 100℃ 调整一次柱脚；向

外侧移动柱脚时，使用千斤顶向外调整柱腿；向内侧移动柱脚时，采用导链移动对称的两个柱脚，使支柱平稳、缓慢移动。具体调整量参照下表 1。

表 1 柱脚移动量参照表

温度/℃	常温 ~100	100~200	200~300	300~400	400~500	500~565
3000m ³ 累计 移动量/mm	7.52	19.89	33.42	47.85	62.03	75.68

4 质量检查

①热处理曲线检查：采用 5 台 12 点的记录仪进行实时打印热处理曲线，每 12 个测温点为一张曲线，共 5 张曲线。经检查确认，5 张曲线均符合工艺要求；②硬度测试：整体热处理完毕，对球壳板所有焊缝接头进行硬度检测，检测部位包括焊缝金属及两侧的热影响区和母材，测试结果均合格。

5 结束语

采用内燃法对 CF 钢球罐进行整体热处理，可有效释放球罐焊接产生的残余应力，改善焊缝内部组织，延长 CF 钢球罐的使用寿命，工艺成熟完备，具有良好的推广价值。

参考文献：

- [1] GB150.1-150.4-2011. 压力容器 [S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2012.
- [2] GB50094-2010. 球形储罐施工规范 [S]. 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2011.
- [3] GB12337-2014. 钢制球形储罐 [S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2015.

(上接第 221 页) 员必须完成设备的抛光、清洁、润滑和调整。而且，如果想在日常工作中实施这些任务，则需要通过建立相应的日常管理系统来规范日常维护任务。此外，在日常操作中，维护人员必须使用不同的检测方法来完成设备测试，固定零件的松散零件，在磨损的零件中添加润滑剂等。为了防止员工无法完成其中一项任务，有必要填写相应的日常检查表，并确保维护人员已根据该表的内容完成了设备维护。

3.3 采用科学的维护方法

为了提高煤矿综掘机设备的维修水平，煤矿企业必须采取科学的维修手段完成设备维修。同时，企业必须根据企业的实际生产情况，制定设备维修的工艺规程，对所有综掘机设备进行统一管理。这样，设备维护将制度化，设备维护将更加有序进行。另一方面，在完成常规设备检查时，维护人员必须完成设备空运配额和材料消耗配额设置，然后完成设备维护配额评估。根据评估结果，可以评估员工的维护工作并充分调动员工的积极性。

3.4 包机制度实施

为了履行煤矿综合掘进机械设备对个人的维护责任，煤矿企业需要实施机械包机制度。特别是，专门的维护人员负责完成固定式综合钻机的维护。设备用户还应负责设备的维护，以与设备维护人员一起完成设备的日常维护工作。同时，设备维护期间的备件更换必须由专人管理。维

护人员负责更换备件并接受相关人员的检查。此外，煤矿公司必须雇用专门人员来完成对指定区域内的综掘机设备的维护检查。根据每个地区的设备故障率和设备完整性率，公司可以完成对相关人员的评估。

4 结论

煤矿企业只有完成维护保养综掘机设备，才能实现可持续发展。在机械设备的维护中，为减少设备的过早故障，意外故障和磨损，设备维护人员必须同时使用三种维护方法：预防性维护，维护后和改进的维护才能完成设备维护工作。同时，维护人员必须采用先进的故障诊断技术和对策来完成设备维护。此外，煤矿企业应采用科学的维修方法，定期由专人进行设备维护，以延长设备的使用寿命。

参考文献：

- [1] 董志远. 煤矿综掘机械设备的维修与养护 [J]. 当代化工研究, 2020(21):124-125.
- [2] 吕富杰. 煤矿综掘机械设备的维修与养护浅析 [J]. 能源与节能, 2017(08):34-35.
- [3] 刘军. 试论煤矿综掘机械设备的维修与养护 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2015(11):65-66.

作者简介：

刘涛 (1988-)，男，山西祁县人，机电助理工程师，2016 年毕业于太原理工大学电气工程专业，主要从事煤矿机电安全生产管理工作。