

裂解炉焊接后的局部热处理

魏 红

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司煤制油化工安装检修分公司 宁夏 银川 750000

摘要: 随现代工业对裂解炉性能要求攀升, 焊接质量成为保障设备安全运行的核心。本文聚焦裂解炉焊接后的局部热处理。首先阐述其必要性, 包括消除焊接残余应力、改善焊接接头组织性能、防止氢致裂纹。接着探讨关键技术, 涉及热处理温度控制、加热宽度计算、保温时间确定及加热方式选择。分析处理过程中存在的温度控制不均、加热设备局限、工艺参数选择困难等问题。最后提出采用智能温控系统、改进加热设备、加强工艺评定和人员培训、严格质量检验和监控等针对性措施, 为裂解炉焊接后局部热处理提供参考。

关键词: 裂解炉; 焊接; 局部热处理; 关键技术

引言: 裂解炉作为石油化工行业的关键设备, 其焊接质量直接影响设备的安全运行与使用寿命。焊接过程中, 因局部加热冷却不均, 会产生焊接残余应力, 改变接头组织性能, 还可能引发氢致裂纹等缺陷, 给裂解炉带来安全隐患。局部热处理是解决这些问题的重要手段, 通过合理控制热处理参数, 可有效消除不良影响, 提升焊接质量。然而, 在实际操作中, 局部热处理面临诸多挑战, 如温度控制、设备性能等。深入探讨裂解炉焊接后的局部热处理, 对保障裂解炉可靠运行具有重要意义。

1 裂解炉焊接后的局部热处理的必要性

1.1 消除焊接残余应力

裂解炉焊接时, 局部受热不均, 冷却收缩程度不同, 会在焊缝及其附近区域产生焊接残余应力。这些应力若得不到有效消除, 会使裂解炉在运行中承受额外载荷, 降低其结构强度和稳定性, 还可能引发应力腐蚀开裂。局部热处理通过加热、保温和冷却等操作, 使材料内部原子活动能力增强, 发生微观组织变化和应力松弛, 从而有效降低或消除焊接残余应力。这不仅提高了裂解炉的抗疲劳性能和承载能力, 还能减少因应力集中导致的裂纹萌生与扩展, 延长设备使用寿命, 保障其安全稳定运行。

1.2 改善焊接接头组织性能

裂解炉焊接过程中, 焊缝及热影响区经历复杂的热循环, 组织会发生显著变化, 可能出现粗大的晶粒、不均匀的组织结构等, 导致接头力学性能下降。局部热处理可对焊接接头进行适当的加热、保温和冷却, 使组织发生相变或再结晶。例如, 通过合适的热处理工艺, 能使粗大的晶粒细化, 提高组织的均匀性, 增强接头的强度、硬度和韧性。同时, 还能改善接头的耐蚀性, 使其在裂解

炉恶劣的工作环境中, 更好地抵抗化学腐蚀和电化学腐蚀, 确保焊接接头质量满足裂解炉长期运行的要求。

1.3 防止氢致裂纹

裂解炉焊接时, 氢可能来自焊条药皮、焊剂、母材表面的油污和铁锈等。在焊接高温作用下, 氢会溶解在焊缝金属中, 冷却时氢的溶解度急剧下降, 若来不及逸出, 就会在焊缝或热影响区聚集形成氢分子, 产生较大氢压, 导致氢致裂纹。局部热处理通过在合适的温度下保温一定时间, 为氢的扩散逸出提供充足动力和通道, 使焊缝中的氢含量显著降低。同时, 热处理还能改善焊缝金属的韧性, 降低其脆性转变温度, 进一步提高裂解炉焊接接头抵抗氢致裂纹的能力, 避免因裂纹引发设备泄漏、断裂等严重事故^[1]。

2 裂解炉焊接后局部热处理的关键技术

2.1 热处理温度控制

热处理温度控制是裂解炉焊接后局部热处理的核心要点。温度过高, 会使材料晶粒急剧长大, 导致材料韧性下降、脆性增加, 还可能引发过热、过烧现象, 严重破坏材料的内部组织结构, 降低裂解炉的力学性能和使用寿命。温度过低, 则无法有效消除焊接残余应力, 不能充分改善焊接接头的组织性能, 也难以防止氢致裂纹的产生, 无法达到热处理的目的。为精确控制温度, 需依据裂解炉的材质特性、板厚以及焊接工艺等因素, 确定合适的热处理温度范围。在加热过程中, 要采用高精度、高稳定性的测温设备, 如热电偶、红外测温仪等, 实时监测加热区域的温度变化。同时, 合理布置测温点, 确保能全面反映整个加热区域的温度情况。升温阶段, 严格控制升温速度, 避免因升温过快产生过大热应力。保温阶段, 要保持温度稳定在规定范围内, 可通过自动控制系统精确调节加热功率。冷却时, 根据材料性

能要求选择合适的冷却速度和冷却方式,如空冷、炉冷等,防止因冷却不当产生新的应力和组织缺陷。

2.2 加热宽度计算

加热宽度的准确计算对裂解炉焊接后局部热处理效果影响重大。加热宽度过小,无法充分消除焊接接头区域的残余应力,改善组织性能的范围有限,不能有效防止裂纹等缺陷的产生,影响裂解炉的整体质量。加热宽度过大,则会增加能源消耗,提高处理成本,还可能对裂解炉非处理部位造成不必要的影响,如产生热变形等。计算加热宽度时,要综合考虑裂解炉的板厚、焊接接头的形式、材料的热传导性能等因素。通常可根据相关标准规范中的经验公式进行初步计算,如对于一定板厚的钢材,加热宽度与板厚存在一定的比例关系。但这些经验公式只是一般性的指导,在实际工程中,还需结合裂解炉的具体结构和工作条件进行修正。此外,还可通过数值模拟方法,建立热处理过程的数学模型,模拟加热过程中温度场的分布情况,从而更准确地确定加热宽度,确保热处理效果满足设计要求。

2.3 保温时间确定

保温时间是裂解炉焊接后局部热处理中影响处理效果的关键因素之一。保温时间不足,材料内部组织转变不充分,残余应力消除不彻底,无法有效改善焊接接头的性能,不能达到防止氢致裂纹等预期目的。保温时间过长,不仅会增加能源消耗和处理周期,还可能导致材料性能恶化,如晶粒过度长大、硬度降低等,影响裂解炉的使用性能。确定保温时间需综合考虑裂解炉的材质、板厚、热处理温度以及焊接接头的类型等因素。不同材质的材料在相同热处理温度下,其组织转变速度不同,所需的保温时间也不同。一般来说,板厚越大,热量传递到材料内部所需的时间越长,保温时间也应相应延长。可通过查阅相关标准规范获取基础数据,再结合实际试验和工程经验进行优化调整。在实际操作中,可采用硬度测试、金相检验等方法,对热处理后的材料性能进行检测,根据检测结果判断保温时间是否合适,并进行必要的调整。

2.4 加热方式选择

加热方式的选择直接影响裂解炉焊接后局部热处理的效果、效率和成本。常见的加热方式有电阻加热、感应加热、火焰加热等,每种方式都有其特点和适用范围。电阻加热具有加热均匀、温度控制精度高、易于实现自动化等优点,适用于对热处理质量要求较高的裂解炉部件。它通过电阻丝发热,将热量传递给裂解炉,能较好地控制加热区域的温度分布。感应加热加热速度

快、效率高,能在短时间内使材料达到所需温度,适用于对加热速度要求较高的场合。它是利用电磁感应原理,在材料内部产生涡流,使材料自身发热。火焰加热设备简单、成本低、灵活性大,适用于对热处理质量要求相对较低、形状简单的部件。但火焰加热加热均匀性较差,温度控制难度较大,且会产生烟尘和废气,对环境有一定影响。在选择加热方式时,要综合考虑裂解炉的结构特点、材质、处理要求、现场条件以及成本等因素,权衡利弊,选择最适合的加热方式,以确保局部热处理达到预期效果^[2]。

3 裂解炉焊接后局部热处理中存在的问题

3.1 温度控制不均

裂解炉焊接后局部热处理时,温度控制不均问题较为突出。一方面,加热元件分布难以做到绝对均匀,不同区域的加热功率存在差异,导致局部升温速度不一致,部分区域温度过高或过低。另一方面,测温点的设置有限,不能全面反映整个加热区域的真实温度,存在测温盲区。而且,裂解炉结构复杂,不同部位的散热条件不同,靠近边缘或通风良好的区域散热快,温度偏低,而内部或保温较好的区域温度偏高。温度控制不均会使得焊接接头各部分的组织转变和应力消除程度不同,影响热处理效果,降低裂解炉的质量和可靠性。

3.2 加热设备局限

现有的加热设备在裂解炉焊接后局部热处理中存在诸多局限。电阻加热设备虽然加热均匀,但功率调节范围有限,对于不同规格和材质的裂解炉,难以精准匹配所需的加热功率,可能导致加热速度不合适或温度控制不精确。感应加热设备对裂解炉的形状和尺寸适应性较差,对于形状复杂或大型的裂解炉部件,难以实现均匀加热。火焰加热设备则存在加热精度低的问题,火焰的强度和分布不易精确控制,容易造成局部过热或欠热,且火焰加热过程中产生的烟尘和废气会对环境造成污染,同时也影响操作人员的健康。

3.3 工艺参数选择困难

裂解炉焊接后局部热处理的工艺参数选择面临较大困难。由于裂解炉的材质多样,不同材质的热物理性能和焊接性能差异较大,对热处理温度、保温时间和加热方式等参数的要求也不同。而且,裂解炉的结构复杂,焊接接头的形式和尺寸各异,这使得工艺参数的选择缺乏通用的标准和规范。此外,实际工程中还受到现场条件、设备状况等因素的限制,难以通过理论计算准确确定最佳工艺参数。工艺参数选择不当会导致热处理效果不佳,无法有效消除焊接残余应力、改善组织性能和防

止氢致裂纹,影响裂解炉的安全运行和使用寿命。

4 裂解炉焊接后局部热处理的措施

4.1 采用智能温控系统

传统温度控制方式难以精准应对裂解炉焊接后局部热处理的复杂需求,采用智能温控系统可有效解决这一问题。智能温控系统借助高精度传感器,能实时、精准地采集加热区域各点温度数据,并将其快速反馈至控制系统。系统依据预设的温度曲线和工艺参数,通过智能算法自动调整加热功率,实现温度的精确控制。例如,当某区域温度偏离设定值时,系统迅速增大或减小该区域加热元件的功率,使温度快速回归正常范围。同时,智能温控系统具备数据记录与分析功能,可完整记录热处理过程中的温度变化情况,为后续质量追溯和工艺优化提供依据。此外,该系统还能实现远程监控与操作,工作人员可在控制室实时掌握热处理现场的温度状况,及时处理异常情况,大大提高了热处理的效率和可靠性,确保裂解炉焊接接头在热处理过程中温度均匀、稳定,达到理想的处理效果。

4.2 改进加热设备

现有加热设备在裂解炉焊接后局部热处理中存在局限,改进加热设备迫在眉睫。对于电阻加热设备,可优化加热元件的布局和材质,采用新型电阻丝材料,提高其发热效率和均匀性,同时合理设计加热元件的排列方式,使热量分布更均匀。感应加热设备方面,研发新型感应线圈,增强其对复杂形状裂解炉部件的适应性,提高加热的精准度和效率。火焰加热设备可引入先进的燃烧控制技术,精确调节火焰的强度和分布,实现更均匀的加热,并配备高效的烟尘处理装置,减少环境污染。此外,还可结合多种加热方式的优点,开发复合加热设备,根据裂解炉不同部位的需求,灵活选择合适的加热方式,提高热处理的整体质量和效率,降低能源消耗和成本。

4.3 加强工艺评定和人员培训

裂解炉焊接后局部热处理工艺复杂,加强工艺评定和人员培训至关重要。工艺评定需依据相关标准和规范,结合裂解炉的材质、结构和焊接工艺,制定科学合理的评定方案。通过实际试验和模拟分析,确定最佳的热处理工艺参数,如温度、保温时间和加热方式等,并对评定结果进行严格审核和验证,确保工艺的可行性和

有效性。同时,要加强对热处理操作人员的培训,提高其专业素质和技能水平。培训内容应包括热处理理论知识、设备操作技能、工艺参数控制和质量检验方法等方面。通过定期培训和考核,使操作人员熟悉热处理工艺流程和操作规范,能够准确执行工艺要求,及时处理热处理过程中出现的问题,保证裂解炉焊接后局部热处理的质量。

4.4 严格质量检验和监控

严格的质量检验和监控是确保裂解炉焊接后局部热处理质量的关键环节。在热处理前,要对裂解炉的焊接质量进行全面检查,确保焊缝无缺陷,为热处理奠定良好基础。热处理过程中,要安排专人进行实时监控,检查加热设备的运行状况、温度控制情况以及保温时间等工艺参数是否符合要求,及时发现并纠正偏差。热处理完成后,需采用多种检验方法对焊接接头进行质量检测,如无损检测(包括射线检测、超声检测等)检查内部缺陷,硬度测试评估组织性能变化,金相检验观察组织结构等。对检验中发现的不合格项,要分析原因并采取相应的整改措施,对整改后的部位重新进行检验,直至合格为止。通过严格的质量检验和监控,确保裂解炉焊接后局部热处理质量符合设计要求和相关标准规范,保障裂解炉的安全可靠运行^[1]。

结束语

裂解炉焊接后的局部热处理是保障裂解炉安全稳定运行、提升其使用寿命与性能的关键环节。通过精准把控热处理温度,确保材料组织性能得以优化;合理计算加热宽度与确定保温时间,让残余应力充分消除;科学选择加热方式,实现高效且均匀的加热效果。尽管在实际操作中,温度控制不均、设备局限、参数选择困难等问题仍待攻克,但随着智能温控系统、新型加热设备的应用,以及工艺评定和人员培训的加强,热处理质量将不断提升。

参考文献

- [1]智茂轩.裂解气组成在线分析方法的研究及应用进展[J].石油化工.2021.50(06):622-626.
- [2]黄一烽.浅谈裂解炉的配管设计[J].石油化工设计.2021.38(02):54-58+6-7.
- [3]黄子坤.裂解炉工艺概述与节能措施[J].山东化工.2021.50(07):146-147.