自动堆焊技术在高含硫气田设备防腐中的应用

刘博强[1] 蔡伟[1] 范林云[1] 邵青[2]

1.中国石油西南油气田川东北作业分公司 四川 成都 610021

2. 上海苏尔寿工程机械制造有限公司 上海 201306

摘要：高含硫气田开发过程中，如何有效控制设备设施的腐蚀速率，对已经腐蚀导致缺陷的设备，采取何种措施，使其安全、平稳、可靠运行至关重要。本文通过对高含硫气田净化装置维修过程中，关键技术的应用、控制、总结具有一定的借鉴意义。

关键词：高含硫 腐蚀 自动堆焊

1 概述

高含硫天然气田具有高产、高压、高酸性的特点，因为高含H_2S、CO_2以及CL^-及有机硫的存在，导致天然气净化装置面临十分严峻和复杂的腐蚀环境。从2017年大修开始，再生塔收集塔盘以下部位受胺液、酸气以及高温影响，多处出现大面积腐蚀减薄，主要集中在半贫液进口段，并伴有深度不同的点蚀。经过每年大修检查，腐蚀区域有明显扩大趋势，腐蚀深度也在增加。以下图1、图2为C-070603-2在2018年大修和2020年大修时绘制的腐蚀区域图。

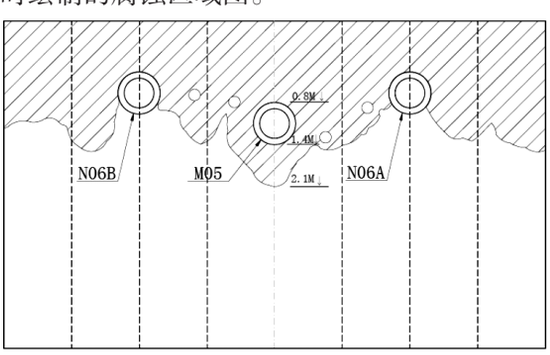


图1 2018年腐蚀图

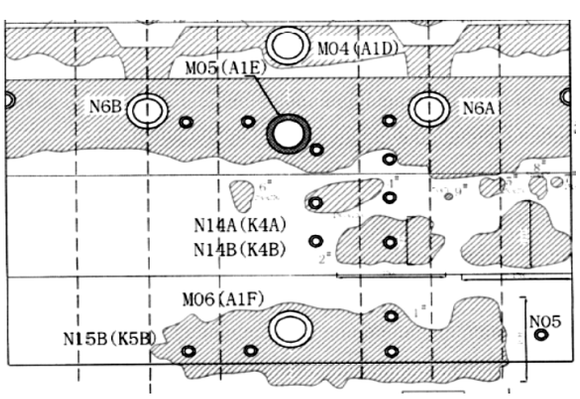


图2 2020年腐蚀图

2020年大修期间测的最小厚度值及计算腐蚀速率如表1所示，属于严重腐蚀。

腐蚀分析认为是半贫液所携带的H_2S和CO_2在沿着碳钢塔壁流动的过程中造成的接触性的局部腐蚀。2020年大修后，使用的某溶液更易吸收CO_2的特性，预计会加剧塔内壁CO_2腐蚀。因此决定对C-070603-3/2内壁实施不锈钢堆焊，使其具有更好的抗腐蚀性能，提升设备的可靠性。

表1 腐蚀速率表

设备位号	C-070603-1	C-070603-2	C-070603-3
内壁	19.42	19.28	19.31
接管	18.87（M05）	18.88（M06）	19.01（M06）
腐蚀速率（mm/a）	0.66	0.71	0.70

2 自动堆焊技术应用过程及关键控制点[1-3]

施工之前，对施工单位的机具及材料进行了检查，确认满足施工作业条件；并组织相关作业焊工进行入场考试，核实查验焊工资质证书，确保作业人员符合要求。

堆焊区域:收集塔盘以下3000mm以内塔内壁，A1E和A1F人孔内壁，N6A和N6B接管内壁进行堆焊。具体工序如下：

对收集器以下至下封头环缝塔内壁，以及DN≥200的人孔及接管内壁，施工前先经过消氢处理，消氢温度350℃保温2小时。如图3、4所示。

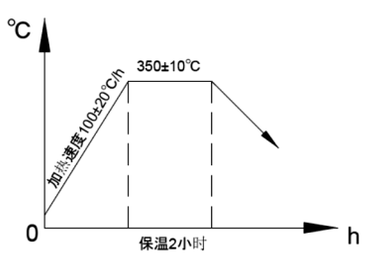


图3 消氢热处理升温曲线

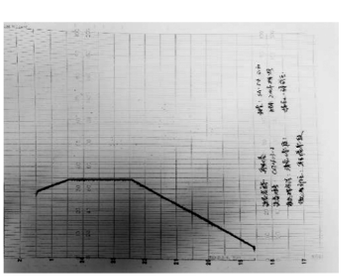


图4 热处理实际曲线

砂轮机打磨去除收集塔盘以下3000mm以内所有爬梯组件，并将残余焊缝打磨干净。

堆焊区域内塔壁表面清理（包括人孔、接管），去除表面氧化层及其他杂物，100% MT检测后标记腐蚀位置。用砂轮机打磨或等离子气刨去除腐蚀缺陷，如图5所示，缺陷清除完毕100%目视检查，目视检查合格后100% MT复检确保腐蚀缺陷全部去除。用UTG定点测厚，确认当前壁厚。

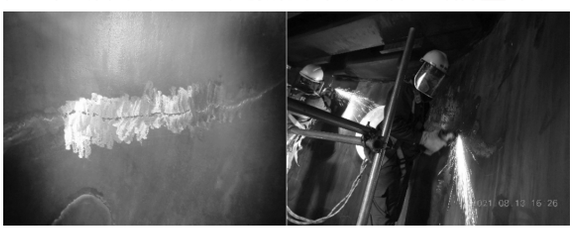


图5 腐蚀区域打磨

塔壁上腐蚀去除后超过1mm的凹坑，打磨清理去除表面的油污和氧化层，使用GMAW-P或GTAW对凹坑进行手工修补，焊丝为ER50-6。补焊后将多余的厚度打磨去除与周围母材平齐，100% MT检测确保表面无缺陷。

将自动堆焊区域6等分，由3台自动焊机分段施焊，尽量减少焊接变形。自动堆焊前打磨清理去除塔壁表面的油污和氧化层，根据堆焊工艺布置定位点焊相应的自动焊机轨道（如图6），在塔壁上采用S317L焊丝（图7）按工艺规程要求的参数进行自动堆焊（图8），堆焊时控制层间温度≤150℃，焊接电流控制在120~160A。

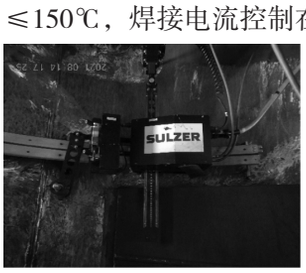


图6 自动焊机轨道



图7 焊丝



图8 自动焊接

内壁堆焊结束，对新的316L爬梯进行PMI复检并定位点焊，按工艺规程要求的参数使用半自动GMAW-P焊接爬梯与塔壁角焊缝，焊丝为S317L，见图9。同时按工艺规程要求的参数使用半自动GMAW-P对人孔和接管进行手工堆焊，见图10，焊丝为S317L。



图9 爬梯复检及焊接



图10 堆焊接管

堆焊层表面100%目视检查，对于外观缺陷，使用GTAW手工修复，焊丝为S317L。修复完成，打磨焊缝余高与周围堆焊层平齐。

堆焊完毕清理堆焊层表面，以满足无损检测要求。对堆焊质量进行验收，堆焊层无损检测：100% PT检测（NB/T 47013.5 Ⅰ级），如图10，UTG测厚（堆焊层厚度≥3mm），实测壁厚均在24mm以上，PMI检测（主要合金元素：Cr 13%~18%，Ni 10%~14%，Mo 2%~3%），铁素体检测（铁素体含量4%~12%）。

3 经验启示[4-5]

以上步骤在执行过程中发现了一些问题，主要集中在自动堆焊这一步。在自动堆焊过程中，如果轨道安装没有合理规划，将会导致自动焊接区域分散，并且区域接头环焊缝和纵焊缝较多，另外如果开始时焊接电流的不稳定也会导致了部分焊道成型不好，焊道与焊道之间存在未熔合，无形中会增加了大量的后期修补工作。第二列再生塔为了避免这一状况，在轨道安装之前，先要求安装人员测量好整个焊接区域高度，计算好分几层堆焊，将轨道架设为同一高度，自动焊机上下行程装置调整好起始高度，焊机向上行程控制好每次的位移量，确保焊接区域整体成型，焊缝与焊缝之间融合率达到50%，起始焊接电流先从小数值开始，避免焊肉堆积过多，以上措施确保了二列再生塔后期手工修补工作量大大降低，焊缝成型更美观。缩短了工期，为开厂复产赢得了宝贵的时间。

4 结束语

本次大修二列、三列再生塔总修复面积约80平方米，使用CladFuse™自动堆焊技术，可以将堆焊熔深控制在0.3-0.5mm，在保证了塔壁母材与堆焊层结合强度的同时，很好的控制稀释率，确保

（下转第116页）

键。

4.4 环境控制及巡检

加氢装置作业环节，外界环境以及施工技术会对腐蚀状况产生影响，需要相关人员进行深入分析。首先是温度控制，控制加氢装置的温度有助于减缓腐蚀速率。高温环境通常会加速腐蚀反应的进行，因此需要尽量控制温度在金属和介质的腐蚀极限之下。这可以通过合理设计和选择合适的隔热材料来实现，以减少热量传导和辐射；其次是压力控制，合理控制加氢装置的压力也是防腐的重要措施之一。过高的压力可能导致金属受力过大，容易引发腐蚀、应力腐蚀开裂等问题。因此，需要根据工艺要求和设备承压能力，合理设定和控制加氢装置的压力范围；然后是定期检查和维护，定期对加氢装置进行检查、测试和维护是防腐的关键环节。检测腐蚀程度，修复或更换受损的部件，保证设备的正常运行。此外，及时清理和处理介质中的杂质和腐蚀产物也是重要的措施[5]。通过合理的温度和压力控制和定期维护，可以有效减缓加氢装置的腐蚀速率，确保设备的安全稳定运行。需要注意的是，具体的温度和压力控制策略需要根据具体设备的工艺参数和设计要求来确定，并符合相应的安全标准和规范。

5 结束语

综上所述，为提高炼油厂在炼油过程中加氢装置设备的使用效率，必须不断加强相应的监督和管控，尤其是在开停工的过程中也应该做好管理工作，并且要保证能够对已经腐蚀的加氢装置设备采取合理的检修和应急抢修措施，这样才能提高加氢装置设备的使用效率，为炼油厂的经济效益提升奠定基础。

参考文献

[1] 徐永顺 . 加氢裂化装置高压换热器结盐垢下腐蚀分析及管控 [J]. 石油和化工设备,2022,25(9):151-154.

[2] 张平 . 炼油厂加氢装置设备的腐蚀与防护 [J]. 设备管理与维修,2022(2):69-71.

[3] 雷锡峰,王东锋,焦敬雯,等 . 柴油加氢装置循环氢水冷器管束泄漏原因及对策 [J]. 化工技术与开发,2021,50(3):73-74.

[4] 张涛 . 加氢裂化装置加工含硫蜡油的设备腐蚀及防腐策略研究 [J]. 当代化工研究,2021(3):133-134.

[5] 李锡伟,汉继程,缪磊等 . 柴油加氢装置反应流出物系统注水措施优化与防腐建议 [J]. 涂层与防护,2021,42(1):11-14.

作者简介

牛婷,本科,潞安化工集团王庄煤矿,初级工程师,研究方向石油化工。

（上接第124页）

堆焊层的耐蚀性能，有效的控制变形和应力，预计后期生产过程中腐蚀速率会大幅下降，提升设备的可靠性。

参考文献

[1] 杨林,何培东,刘博强,等 . 高含硫气田集气站原料气分离器密封的修复 [J]. 化肥设计,2021,(2):53-56.

[2] 王兵,李长俊,廖柯熹,等 . 含硫气田设备及管道的腐蚀与防护 [J]. 油气田环境保护,2007,17(4):40-43.

[3] 刘博强,何培东,杨林 . 脱硫吸收塔焊缝缺陷检测及修复 [J]. 化肥设计,2021,(3):50-52.

[4] 郭旭晓 . 高含硫气田腐蚀机理及防护 [J]. 内蒙古石油化工,2014,(16):28-29.

[5] 石昕,李晓亮,陈中均,等 . 耐蚀合金堆焊技术在土库曼斯坦南约洛坦项目的应用 [J]. 电焊机,2014,44(10):189-192.

作者简介

刘博强,(1983—),男,大学本科,工程师,2007年毕业于长江大学过程装备与控制专业,主要从事设备完整性与可靠性管理工作。