

油白土泵抗磨蚀涂层喷焊工艺研究*

晁占云¹, 门志慧², 苏义祥², 易捷³

(1. 甘肃省第一安装工程公司, 甘肃 兰州 730060; 2. 兰州理工大学, 甘肃 兰州 730050;
3. 兰州炼油化工机械厂, 甘肃 兰州 730030)

摘要:针对油白土泵壳体的磨蚀问题, 选用两相流抗磨蚀粉体材料及氧乙炔喷焊工艺进行泵内腔表面强化, 对泵腔内喷焊的工艺方法进行详细论述, 喷焊后涂层表面光滑、平整、与基体结合强度高, 延长了白土泵的使用寿命。

关键词:油白土泵; 耐磨蚀; 喷焊

中图分类号: TG414

文献标识码: A

文章编号: 1007-4414(2006)03-0027-02

Study of spray welding procedure of anti-abrasion and erosion coating on the oil siliceous earth pump

Chao Zhan-yun¹, Men Zhi-hui², Su Yi-xiang², Yi Jie³

(1. The first construction installation engineering company of Gansu Lanzhou Gansu 730060, China; 2. Lanzhou university of technology, Lanzhou Gansu 730050, China; 3. Lanzhou oil refining-chemical machine plant Lanzhou Gansu 730030, China)

Abstract: Aimed at the abrasion and erosion problem of oil siliceous earth pump, that two phase flow anti-abrasion and erosion powder and oxygen-acetylene spray welding is adopted to strengthen the inner surface of the pump. At the same time, that spray welding process be bat around. After spray welding, the coating surface as clean as a whistle, unknit and combinative strength with pump body well, also the improves the service life of oil siliceous earth pump.

Key words: oil siliceous earth pump; anti-abrasion and erosion; spray welding

1 前言

炼油厂油白土精制装置大多采用 ZE25-2315B 型石油化工流程泵输送含 7% 白土 (主要含 SiO_2 、 Al_2O_3 颗粒) 的润滑油基础油, 为适应抗高温腐蚀性能的要求, 保证输送泵运行可靠, 一种低碳高铬的低合金珠光体耐热钢 (牌号: ZGCr5Mo) 常被用来制作泵壳, 但运行一段时间后经常出现泵壳磨穿的现象, 分析表明, 除泵体结构设计存在不足外, 泵壳材料本身的抗磨粒磨损性能低, 是造成上述问题的主要原因。

经完善泵体结构, 磨蚀现象虽有所好转, 但磨蚀较重的部位仍得不到妥善解决, 如从整体上变更材质, 材料成本增加的同时, 不仅铸造工艺需要做出适当调整, 而且耗费大量资金与人力; 若采用表面氧乙炔喷焊技术, 在油白土泵内腔表面制备硬度高、抗磨蚀性能好的合金涂层, 不仅能够解决抗磨蚀的问题, 而且更经济。

由于泵壳材质为 ZGCr5Mo (属马氏体强化钢) 能在空气中淬硬, 热加工过程中易产生裂纹, 且泵壳内部结构复杂、应力易在局部区域集中, 因此制订适宜的氧乙炔喷焊工艺, 目前国内未发现相同的研究报道, 笔者通过泵壳材质、喷焊材料的适应性进行探讨, 并制定合理的喷焊方案、严格控制工艺参数, 最终在油白土泵内腔表面制备出厚度 0.8~1mm 合金涂层, 该涂层表面光滑、无裂纹、无气孔、综合性能优异, 经装机运行后, 涂层无剥落、掉块现象, 油白土泵的使用寿命显著延长。

2 现状与分析

2.1 油白土泵磨蚀现状

河南石油勘探局炼油厂油白土精制装置采用某泵厂生产

的 ZE25-315B 型石油化工流程泵用于输送由润滑油基础油和 7% 的白土 (主要含 30% SiO_2 、25% Al_2O_3 颗粒) 构成的混合液体, 输送介质的温度为 205℃, 操作压力 0.8MPa。该 ZE 泵结构如图 1 所示, 其中叶轮外径为 305mm。

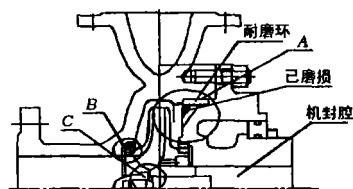


图 1 ZE 泵结构及其磨蚀部位

该泵自使用以来每 300h 泵体的 A 部位将会被严重磨蚀以至于穿透, 蜗壳流道有深 1.5~2.0mm, 宽 2.0~2.5mm, 长 20~30mm 的磨损槽, 整个蜗形流道露出金属光泽, 并兼有蜗形流体的迹线痕迹。

2.2 磨蚀现象分析

根据油白土泵表面磨蚀状态分析, 造成上述问题的原因主要有以下 3 个方面: ① 泵壳结构设计不恰当, 由于固体颗粒和液体在流动中存在 2 种速度场, 在壳体表面的固液两相流体呈旋流式滞留冲刷, 在口环间隙及转角处和叶轮的入口处由于流线的突变造成颗粒的积聚滚动或滑动; ② 介质的颗粒硬度高, 含量大, 其中白土是以膨润土为原料经酸洗、干燥等工序制成, 含有水铝酸盐, 加入润滑油基础油后具有腐蚀性; ③ 泵壳材料的抗磨性能差; 针对 A、B、C 3 个较严重部位, 从结构设计上分别采取改变局部构造, 减小颗粒积聚效应; 在叶轮的前后

* 收稿日期: 2006-03-28

作者简介: 晁占云 (1968-), 男, 宁夏石嘴山人, 工程师, 现从事材料及安装工程方面的工作。

盖板上增加副叶片,减小密封环前后压差;减小进口弯曲等方法,对泵体内腔进行适当优化,对于泵壳材质抗磨性能差的问题,选用综合性能优异的合金粉体材料,应用氧乙炔喷焊工艺制备合金涂层来提高泵内腔表面的硬度及抗磨蚀性能。

3 油白土泵喷焊工艺研究

3.1 喷焊材料的选择

根据油白土泵运行环境,喷焊材料必须满足在 200~400℃ 下承受含硬质颗粒、高速流动的具有腐蚀性混合液体侵蚀性能,因此需要选用既有高的抗高温氧化性能,又有抗颗粒冲蚀性能的表面工作材料,同时该材料还必须与基体材料结合良好。

兰州理工大学合金材料总厂研制的两相流抗磨蚀合金粉体材料,具有硬度高 ($HRC \geq 60$)、结合强度优 ($\sigma_b \geq 280MPa$)、耐高温性能好(在 650℃ 以内具有很好的抗磨蚀性能)的特点,是专门针对石油炼厂催化裂化装置中的油浆泵磨蚀严重、寿命短的问题而研究开发的液态和固态两相流抗磨蚀合金粉体材料,其化学成分见表 1。

表 1 两相流抗磨蚀合金化学成分 %

元素	C	Si	B	Cr	W	Re	Fe	Ni
%	0.8~1.5	3.0~5.0	3.0~5.0	16~20	3.0~5.0	0.2~0.6	≤ 10 余量	

3.2 喷焊油白土泵内腔存在的问题及解决办法

3.2.1 存在问题

根据油白土泵的构造和材料,氧乙炔喷焊存在以下问题:①泵内腔处于半封闭状态,喷焊时会出现气流阻室、喷焊枪易回火的现象。②泵腔内部薄厚不一、结构复杂,热加工后存在应力分布不均匀,会在局部产生裂纹。③泵体材料为珠光体耐热钢,存在空冷淬硬倾向,易出现裂纹。④ Cr5Mo 与合金涂层的线膨胀系数应该匹配,避免在喷焊及实际运行过程中因热应力造成涂层剥落、掉块等现象。

3.2.2 解决办法

- (1) 加装水冷套,强制冷却喷焊枪。
- (2) 采用整体预热局部喷焊、焊后缓冷的工艺措施,减小应力集中。
- (3) 提高预热温度至 300~500℃,石棉灰保温降低冷却速度。
- (4) 选用线膨胀系数相当的合金材料, Cr5Mo 及两相流抗磨蚀合金线膨胀系数见表 2。

表 2 Cr5Mo 及两相流抗磨蚀合金线膨胀系数

材料	温度 /℃	0~4250	~4850	~5400	~6500	~705
Cr5Mo	$\alpha \times 10^{-6}, mm/mm \times C$	12.3	12.5	12.7	13.0	13.1
两相流合金材料		13.8	14.0	14.2	14.4	14.5

3.3 油白土泵喷焊工艺流程

(1) 清理 泵体内腔表面的油污等赃物用除油剂清洗干净,仔细检查泵体及待喷表面有无缺陷,由于泵体是铸件, ZGCr5Mo 在铸造过程中易出现夹杂、微裂纹等,这项工作要十分仔细,否则在喷焊过程中由于基体材料的原因,可导致喷焊

层出现裂纹。

(2) 磨削 由于泵体内腔结构复杂,空间狭小,采用模具磨将其尖锐角,磨削成 $R < 2mm$ 的圆角,以利于合金粉的铺敷,然后用砂轮机和钢丝刷清理蜗壳内表面,除去表面浮尘及杂质,显露出金属光泽,再用三氯乙烯或汽油擦洗 2~3 次。

(3) 预热 用火焰将泵体均匀加热,加热一段时间后停歇几分钟。目的是让热量能够传导到工件内部,反复加热几次,用表面触点式测温仪测量其温度,使泵体整体温度达到 350~400℃,此时开始喷焊。

(4) 喷焊 上粉时应保证待喷表面铺粉均匀,根据喷粉时间与上粉量的关系,确定上粉时间,控制粉层厚度为 0.8~1.0mm 之间。喷焊以二步法进行,但喷焊区域不宜太大,以免局部温度过高,造成粉层氧化和流淌,增大泵体内应力。

(5) 保温 喷焊结束后,及时用石棉布包裹泵体,使其缓冷。

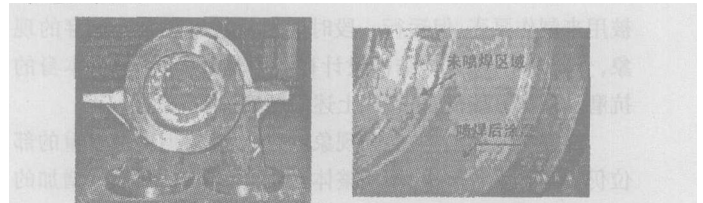
(6) 工艺控制 喷焊时按照先难后易、先暗后明的方式进行。即先处理打磨不易、位置较低的地方,否则最后喷焊此处,不仅不易完成而且会影响已到已喷焊好的表面。喷焊时注意泵体的温度不能太高,喷焊一段时间后稍作停歇,否则其未喷焊的表面会出现严重氧化,不利于喷焊工作的继续进行。

(7) 检测 对喷焊表面进行目测及小锤敲打试验,以确定喷焊的结合情况,同时检查涂层表面是否平整、光滑。检测泵体有精度要求的位置,测量数据,保证加工尺寸。

4 结果与分析

4.1 油白土泵喷焊结果

应用上述材料及工艺方法,在油白土泵内腔制备厚度约 0.8~1.0mm 的合金涂层,表面光滑、无气孔、夹渣,喷焊前后状态见图 2。



(a) 待喷白土泵泵体 (b) 喷焊后泵体内腔过流表面

图 2 油白土泵喷焊前后状态

4.2 油白土泵喷焊工艺分析

通过各项工艺措施,喷焊后泵腔内表面光滑平整,未出现裂纹、夹渣等现象,用小锤击打表明涂层与基体结合良好,证明工艺措施得到,内腔喷焊取得成功。

5 结论

(1) 针对油白土泵特殊结构及材质现状,制订的喷焊方案合理、措施得当,喷焊后合金涂层表面光滑、无气孔、裂纹等缺陷,与基体结合良好。

(2) 喷焊后的泵在实际应用中运行平稳,无剥落、掉块现象,2003 年 12 月克拉玛依石化公司润滑油白土处理装置上喷焊强化的 2 台油白土泵投入生产运行,截止目前运行良好,未更换任何零部件,大幅度地延长了油白土泵的使用寿命。

参考文献:

[1] 冶金工业部合金钢手册编写组.合金钢手册(第四册)耐热钢[M].北京:冶金工业出版社,1983.