



零件内孔耐磨防腐处理研究与应用

■ 梁柔

石油钻井市场内,对于内孔需要较高耐磨性和良好耐蚀性的零件,传统工艺一般采用镀铬处理,将零件其他部位加工到成品尺寸后包覆绝缘层,再进行镀铬处理,镀铬工艺采用含量高、氧化性强的铬酸酐,危害人体和污染环境,且镀铬溶液的阴极效率低,大量电流消耗于析出氢气的反应,浪费能源。现有的激光熔覆技术,通过熔敷合金粉,可以对零件外表面或内表面端部进行耐磨防腐处理,但对于零件内孔的中间部位,若孔径小且深,操作极难,也无法满足要求。因此,必须采用一种环保高效的工艺,来解决零件内孔的耐磨防腐问题。

1. 试验研究

本文采用氮碳共渗盐浴复合处理技术,即在一定温度下,将零件放入渗氮炉盐浴中,渗氮盐中的氰酸根分解产生的N、C原子可在零件表面形成铁的化合物层和扩散层,然后再将零件放入氧化炉盐浴中以形成黑色氧化膜层,因此零件表面为由金属元素

的氮化物和氧化物组成的复合渗层,表面硬度大幅度提高,摩擦因数低,表面的电极电位也得到提高,使产品表面形成耐磨防腐层。

零件原材料选用调质中碳钢42CrMo,投料尺寸 $\phi 140\text{mm} \times 676\text{mm}$,进行以下加工:下料→粗加工→调质处理→第一次粗加工,车去氧化皮→半精加工,将零件耐磨防腐处理部位加工成形→氮碳共渗盐浴复合处理→第二次粗加工→精加工→检验。氮碳共渗盐浴复合处理技术工艺路线为:清洗去油→装夹→预热→盐浴渗氮→盐浴氧化→空冷→水洗。

其中,调质前尺寸为 $\phi 136\text{mm} \times \phi 60\text{mm} \times 674\text{mm}$,调质处理参数如下:840~855℃淬火加热保温120~140min,在水基淬火冷却介质中冷却3~5min后转油冷却,590~610℃回火加热保温150~170min后水冷,调质处理后表面硬度为318~331HBW。进行氮碳共渗盐浴复合处理的温度必须低于调质处理的回火温度,以保证氮碳共渗

盐浴复合处理后,零件的基体性能满足工具使用要求。因其他部位具有高的硬度易引起产品失效,所以零件为半成品进行氮碳共渗盐浴复合处理,处理完后进行第二次粗加工,用超硬刀具车去不需要耐磨防腐处理部位的氮碳共渗硬化层。零件配带同炉试料块,进行相关性能检测。

2. 性能检测

(1)对氮碳共渗盐浴复合处理后的零件进行力学性能检测,结果见附表。结果表明,严格控制好调质回火温度及氮碳共渗盐浴复合处理温度,经过氮碳共渗盐浴复合处理后,零件的基体材料力学性能优良,仍能满足产品使用要求。

(2)检测零件氮碳共渗盐浴复合处理后的硬度,首先测试表面硬度,三个硬度值分别为896.51HV0.1、918.93HV0.1、907.59HV0.1,平均硬度值为907.68HV0.1。对断面用4%的硝酸酒精溶液腐蚀,金相显微镜400×下观察可知化合物深度为20μm左右,见图1。检测断

(下转第33页)

[11] Г. В. 沙廖索诺夫, 等. 钼与铌 [M]. 北京: 中国工业出版社, 1962.

[12] А. В. 古里亚耶娃, 等. 铌和钽 [M]. 北京: 地质出版社, 1958.

[13] 孟庆林. 钼、铌无缝管国家标准的编制和使用说明[J]. 稀有金属材料与工程, 1988.5.

[14] 郑欣, 等. 航天航空用难熔金属材料的研究进展[J]. 稀有金属材料工程, 2011.10.

[15] 屈乃琴, 陈久录. 钼基合金材料的性能与应用研究[J]. 世界有色金属, 1999.5.

[16] 夏耀勤, 译. 钼(工业纯钼)

[J]. 稀有金属材料与工程, 1989.2.

[17] Mortime Schussler. 钼的性质及其在化工生产中的应用[J]. R & HM, 1983.6.

[18] 张小明, 等. 氧对钼合金热加工的影响[J]. 金属铸锻焊技术, 2010.12.

[19] 冶金部冶金所. 难熔金属及其合金的氧化与防护, 难熔金属文集(第三分册)(第一届难熔金属学术交流会文集)[C]. 上海: 上海科学技术情报研究所, 1976.

[20] CC索采夫, AT图曼诺夫. 金属加热用保护涂层[M]. 北京: 机械工业出版社, 1979.

致谢:

本文在写作过程中得到了俄罗斯国立圣彼得堡电气工程大学B. Б. 杰米多维奇科技技术博士、西安电炉研究所汤景明教授、西北有色金属研究院刘建章教授、西安石油大学张乃禄教授、中国重型机械研究院有限公司荆云海教授的指导、帮助, 在此一并表示衷心的感谢!

作者简介: 李韵豪, 联系方式: 13709196753@163.com.

MW 20161106

(上接第27页)

零件氮碳共渗盐浴复合处理后的力学性能

抗拉强度 R_m /MPa	屈服强度 $R_{p0.2}$ /MPa	断后伸长率 A (%)	断面收缩率 Z (%)	硬度HBW
1050	975	16.5	56.5	285~297
1060	990	17.0	56.5	

面梯度硬度, 整个硬化层约为0.5mm, 见图2。

(3) 按ASTM B117标准对氮碳共渗盐浴复合处理后的试样进行连续喷雾试验, 盐雾试验温度 $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $>95\%$, 5% NaCl水溶液喷雾。试验结果表明, 经氮碳共渗盐浴复合处理后的零件抗蚀性优良, 经168h后无明显锈蚀, 图3为镀铬试样与氮碳共渗盐浴复合处理试样盐雾试验后的效果对比。

3. 应用实施

将零件装配在产品上, 该零件内腔充满液体, 锥体活塞在其内部运动, 利用液压工作原理来进行作业, 其中, 锥体活塞表面进行了强化, 表面硬度为45~

50HRC。装配后在试验架上进行耐磨性检测, 在550kN下作业300次, 总共装配了两件零件进行测试, 作业过程无任何故障, 效果良好。作业后检测零件内孔工作部位尺寸, 直径上变化了0.01~0.03mm, 尺寸变化极小, 观察零件内孔表面, 光滑无任何毛刺; 锥体活塞对磨面光滑, 无任何擦痕, 即零件耐磨性优良。

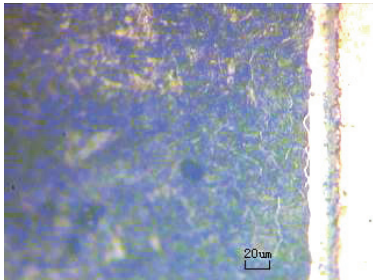


图1 氮碳共渗盐浴复合处理断面金相

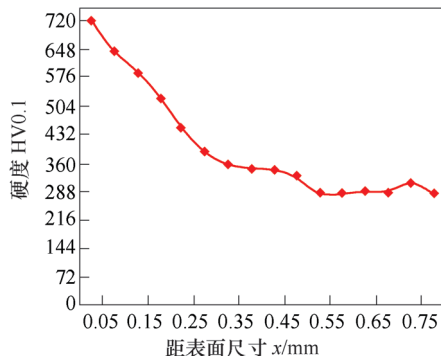


图2 氮碳共渗盐浴复合处理断面梯度硬度



图3 镀铬与氮碳共渗盐浴复合处理试样盐雾试验后

作者简介: 梁柔, 贵州高峰石油机械股份有限公司。

MW 20160917