

稀土元素对碳氮共渗组织和性能的影响

朱世杰 杨凯军 郭喜云 楼南金

(郑州工业大学材料科学与工程系)

摘要:本文研究了稀土对气体碳氮共渗动力学过程、渗层成分和组织结构、渗层性能的影响。通过优化选择了合适的稀土种类,加入量和工艺参数。结果表明,稀土具有明显的催渗作用,与不加稀土相比,可使渗速提高30%;表层中碳、氮含量增加,碳化物的数量增加、颗粒变得细小、弥散且向内延伸分布,马氏体和残余奥氏体细化;渗层硬度提高,显微硬度分布趋于合理;在高负荷下渗层的耐磨性提高约30%,经该技术处理的饲料压模的寿命大幅度提高。电子能谱分析和物相分析表明,稀土元素铈渗入渗层并形成稀土化合物相,起到微合金化作用。

关键词:稀土碳氮共渗 催渗 耐磨性

中图分类号: TG251

1 前言

稀土元素以其独特的电子层结构、低的电负性和高的化学活性,在许多领域显示出奇特的作用。我国稀土资源丰富,其储量约占世界总储量的2/3,如何充分利用这一资源,一直是我国科技工作者面临的课题。在材料科学领域,稀土作为添加剂加入到钢及有色金属合金中,使其性能得到改善^[1]。近几年,我国热处理工作者发明了稀土化学热处理。本文是将稀土应用于气体碳氮共渗过程,研究稀土对渗层组织和性能的影响。

2 试验材料和试验方法

试验所采用的材料为30CrMnTi钢。设备为通用的RJJ-75-9井式气体渗碳炉。用煤油作为渗碳剂,酒精为稀释剂,氨气作为供氮剂,外加自配的稀土催渗剂。所有试验均结合生产进行。

试验方法:(1)在相同处理温度、时间和渗剂成分一致条件下,在渗剂中添加不同种类的稀土和不同的加入量,选择稀土的种类、加入量和加入方法。(2)用H100型洛氏硬度计和MM3型显微硬度计测量渗层的表面硬度和显微硬度分布。(3)用MM200型磨损试验机在980N和1470N负荷下进行磨损试验。(4)用PHI595型俄歇电子能谱仪进行表层及断口微区成分的定性和定量分析。(5)用D/MAX-3B型自动X射线衍射仪对渗层进行物相分析。(6)对稀土碳氮共渗处理的饲料压模进行生产跟踪试验。

3 试验结果与分析

3.1 稀土种类对渗速的影响

收稿日期:1996-12-26

3.4 显微硬度分布

加入稀土后使表面硬度提高1~3HRC。显微硬度沿扩散层分布如图4,可见加入稀土后渗层显微硬度提高,亚表层谷值和次层峰值内移且峰值升高,硬化层明显加深。

3.5 渗层相结构分析

用X射线衍射分析仪对表层及渗层磨去50 μm 和200 μm 进行剥层分析,经衍射仪上计算机检索分析系统分析结果发现稀土碳氮共渗试样层中除含 $\alpha\text{-Fe}$ 、 Fe_3C 、 $\text{Fe}_3(\text{C},\text{N})$ 、 $(\text{Fe},\text{Cr})_3\text{C}$ 、 TiN 等常见相外,表层还有稀土化合物

$\text{CeN}_{0.67}\text{C}_{0.18}$ 和 CeFe_7 相,说明稀土元素能渗入到钢的表层,从而改变渗层成分,组织结构和性能,起到微合金化作用。

3.6 俄歇电子能谱表层成分及断口微区成分分析

用俄歇电子能谱对表层成分及断口微区成分进行定性分析和定量分析。定性分析时由于La、Ce的主峰与Fe的标准谱线相近,其含量少时主峰易被Fe的峰位所淹没^[3],没有La、Ce的主峰,只是在98ev附近有一小峰为Ce的副峰。定量分析结果如表2,表明加入稀土使表层及过共析层中碳、氮含量升高。

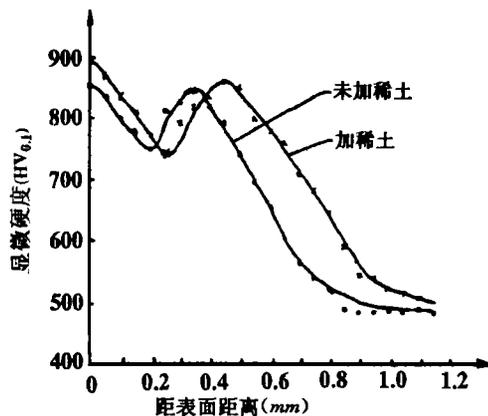


图4 30CrMnTi钢碳氮共渗层显微硬度分布

表2 渗层表层及断口微区成分分析结果(at.%)

测量点位置	表 层		过 共 析 层				亚共析层		
	CN	RECN	亚表层	次 层	CN	RECN	CN	RECN	
试 样	CN	RECN	CN	RECN	CN	RECN	CN	RECN	
	C	18.31	31.22	9.22	10.29	6.07	7.42	8.59	10.27
元素含量	N	0.93	2.31	3.36	3.86	2.48	6.96	0	0
	O	45.10	33.64	3.52	3.29	2.38	2.00	3.09	3.41
	Fe	33.91	27.13	79.52	79.86	84.65	79.51	87.11	82.18

3.7 耐磨试验

采用两尺寸相同的试样在干摩擦条件下高速对磨,由于上下试样转速不同,试样间存在10%滑动摩擦,所以磨损为滚滑结合方式,其试验结果如表3,表中数据显示在载荷、试样位置、转数相同条件下,不加稀土试样失重大,其总失重也大。根据文献[4]中的计算方法,在980N载荷下,稀土碳氮共渗试样的耐磨性(值为174)比碳氮共渗试样耐磨性(值为132)提高31.82%,在1470N载荷下,前者的耐磨性(135)比后者(105)提高28.57%。作者认为耐磨性提高的原因是:①稀土使渗层中C、N含量增加,碳化物数量增加且颗粒变得细小弥散

并向内延伸分布,马氏体和残余奥氏体细化,渗层的塑韧性提高。②稀土元素渗入渗层并形成特殊化合物,强化晶界,起到微合金化作用。③渗层中C、N含量增加和稀土元素的渗入将产生更大的固溶强化作用,使表层产生更大的表面压应力。这些都能抑制表层裂纹的产生和扩展,提高零件的磨损和疲劳抗力,从而提高耐磨性。

表3 耐磨性试验测试结果

试样	位置 (上、下)	载荷 (N)	失重($\times 10^{-3}$ g)				总失重 ($\times 10^{-3}$ g)	平均 总失重 ($\times 10^{-3}$ g)	耐磨性 $\frac{1}{\bar{W}} \times 10$
			25000 转	50000 转	65000 转	75000 转			
不加 稀土	上	980	19.2	53.5	70.7	80.5	151.4	75.7	132
	下	980	31.2	54.1	64.5	70.9			
加 稀土	上	980	25.7	52.9	64.3	70.2	115.25	57.6	174
	下	980	15.2	29.3	39.7	45.0			
不加 稀土	上	1470	46.9	89.7	107.9	118.3	191.2	95.6	105
	下	1470	33.5	50.5	62.9	72.9			
加 稀土	上	1470	31.8	54.7	65.5	73.2	147.65	73.825	135
	下	1470	32.1	54.4	67.6	74.4			

注: \bar{W} 为平均总失重。耐磨性 $N=1/\bar{W} \times 10^{[4]}$

4 生产应用

利用本文所选择的稀土类型,加入量和工艺方法处理饲料压模,能显著提高压模的内在质量,使压模的使用寿命大幅度提高,为碳氮共渗的1.8~2.1倍,为氮化的3.7倍,经济效益十分显著。该技术是一种通用型新技术,具有成本低,操作方便,可靠性高,重复性好等特点。

5 结论

5.1 获得了适合30CrMnTi钢气体碳氮共渗工艺的稀土类型、最佳加入量和工艺参数。稀土对碳氮共渗过程具有明显的催渗作用,与原工艺相比,可使渗速提高30%以上。

5.2 稀土元素使渗层中C、N含量增加,碳化物数量增加、颗粒变得细小弥散且向内延伸分布,组织细化,组织得到明显改善。

5.3 稀土元素使渗层硬度提高,在重载荷试验条件下,渗层的耐磨性大幅度提高。

5.4 X-ray衍射分析和AES分析表明稀土元素渗入钢的表层并形成稀土化合物,起到微合金化作用。

参 考 文 献

会论文集机械

- 1 刘余九著. 稀土. 冶金工业出版社. 1983. P99
- 2 章守华、吴承建. 第三届国际热处理大会论文集, 机械工业出版社. 1985. P192
- 3 L. E. Davis. etal. 《Handbook of Auger Electron Spectroscopy》, 1978. P50
- 4 李全贵. 金属热处理. 1991, 2, P31
- 5 蔡泽高、刘以宽等编著. 金属磨损与断裂. 上海交通大学出版社. 1985

Effect of Rare Earth Elements on the Microstructures and Properties of Carbonitriding

Zhu Shijie Yang Kaijun Guo Xiyun Lou Nanjin
(Zhengzhou University of Technology)

Abstract The effects of rare earth (RE) on the gas carbonitriding kinetics, concentration, microstructures and properties of carbonitrided case were studied. The suitable RE—compound, optimum addition of RE and technological parameters were chosen. The experimental results showed that the energizing effect of adding RE on carbonitriding is remarkable. Because of adding RE, the contents of C and N and the quantity of carbide particles are increased, the microstructures are refined and the machanic properties of specimen are increased. The service life of ring—die by RE—carbonitriding is longer than that by conventional process. It also showed that Ce permeated into the surface case and formed alloy carbide by X—ray diffractometer and Auger electron spectroscopy.

Keywords RE—carbonitriding energizing wear resistance
(上接 41 页)

Development of The Out Let—circuit in Integrated Circuit Relay Protection Sets

Yang Wanhui
(Zhengzhou University of Technology)

Abstract "Development of integrated circuit Relay Protection sets for hydropower Stations" is one of the Henan Province Major Research Projects. This Project was undertaken by us, and the sets have already operation under test. The paper introduces the structure principle of the outlet—circuit which is applied to integrated circuit relay protection sets.

Key words Integrated circuit relay protection sets outlet circuit