

文章编号: 1003-7837(2000)02-0137-04

铬钼铌合金铸钢衬板在火力发电厂的应用

洗卫泉¹, 赖 斌²

(1. 广州有色金属研究院, 广东 广州 510651; 2. 广西合山电厂, 广西 合山 546501)

摘 要: 铬钼铌合金铸钢衬板在火力发电厂制粉球磨机上长期使用, 衬板不变形、不断裂、耐磨性好, 使用寿命为高锰钢衬板的两倍以上, 使用该衬板可取得良好的经济和社会效益。

关键词: CrMoNb 合金钢; 衬板; 耐磨性; 加工硬化

中图分类号: TM62, TD452 **文献标识码:** A

广西合山电厂为燃煤火力发电厂, 总装机容量为 515 MW, 采用球磨机制粉, 共有 16 台球磨机。1993 年以前所有球磨机均使用高锰钢衬板, 该衬板磨损快, 容易发生变形而脱落, 并引起球磨机筒体“鼓泡”, 检修频繁, 衬板使用寿命约为 1.5 a, 给球磨机的运行造成极大的影响。

1993 年该厂将广州有色金属研究院研制的铬钼铌合金铸钢衬板用于 7B 球磨机, 效果显著, 衬板使用寿命为 4.58a, 是高锰钢衬板的 2 倍以上, 且运行安全可靠, 大大减轻了检修劳动强度。目前全厂 16 台球磨机均采用铬钼铌合金铸钢衬板, 获得了良好的经济效益和社会效益。

1 工况条件

广西合山电厂设计使用燃煤是以合山煤为主的混合煤, 煤质特性抽样结果见表 1。由表 1 可知, 该用煤属发热量低、灰分及含硫量较高、可磨性较差的劣质煤。球磨机衬板是在冲击载荷、高应力磨料磨损的条件下工作的, 且加工的为劣质煤, 故在一定程度上加速了衬板的磨损。

表 1 煤质特性¹⁾
Table 1 Properties of the coal

$w_{\text{全水分}}/\%$	$w_{\text{内在水分}}/\%$	$w_{\text{挥发分}}/\%$	$w_{\text{灰分}}/\%$	$w_s/\%$	热值/(J·g ⁻¹)	可磨性系数
7.84	1.564	19.82	45.52	4.69	14561.44	1.4

注: 1) 为 1993 年 1 月 20 日至 8 月 31 日抽样结果平均值

2 球磨机衬板的选材

收稿日期: 1999-12-13

作者简介: 洗卫泉 (1964-), 男, 广东肇庆人, 工程师, 学士。

2.1 高锰钢衬板

1993年以前,合山电厂制粉系统的球磨机使用高锰钢衬板,该种铸钢的力学性能见表2.

表2 高锰铸钢(ZGMn13)与铬钼铌合金铸钢的力学性能比较

Table 2 Comparison of mechanical properties between high Mn cast steel(ZGMn13) and Cr-Mo-Nb alloy cast steel

材料 ¹⁾	抗拉强度 /MPa	屈服强度 /MPa	冲击韧性 /(J·cm ⁻²)	硬度	伸长率 /%	断面收缩率 /%
A	≥685	≥380	≥147	179~229(HB)	≥15	≥15
B	≥1 500	≥1 200	≥200 ²⁾	≥40(HRC)	≥6	≥12

注:1)A—高锰铸钢;B—铬钼铌合金铸钢;2)试样为10mm×10mm×55mm,无缺口

在生产运行中,高锰钢衬板一直存在以下问题:(1)高锰钢衬板无法得到很好的加工硬化,球磨机衬板使用后的硬度仅为250~360HB,因此衬板的耐磨性较差;(2)高锰钢衬板屈服强度低,容易发生变形,导致衬板安装螺栓被拉断,衬板脱落,球磨机被迫停机检修.基于上述原因,球磨机检修工作量较大,对其正常运行造成一定影响.

2.2 铬钼铌合金铸钢衬板

针对合山电厂高锰钢衬板使用寿命较低(1.5 a)的情况,在有关火电厂的协作配合下,我们进行了铬钼铌合金铸钢衬板的研究开发和生产.

碳是影响铸钢强度、硬度和韧度的主要元素,因而,对直径较大球磨机,衬板所承受的冲击较大,宜选择碳含量较低的材料.铬的主要作用是提高淬透性、固溶强化,宜选择较高的铬含量.钼和铌的主要作用是固溶强化、细化晶粒,提高铸钢衬板的淬透性.铌的主要作用是细化铸钢的晶粒,提高衬板的强韧性.所研制的铬钼铌合金铸钢衬板的化学成分见表3.

表3 铬钼铌合金铸钢衬板化学成分

Table 3 Chemical analysis of the Cr-Mo-Nb alloy cast steel liner (质量分数,%)

C	S	Mn	Cr	Mo	Ni	Nb	P	S
0.20~0.60	0.04~2.00	0.03~1.50	3.00~6.00	0.20~1.00	0.20~1.00	0.01~1.00	≤0.04	≤0.04

研制的铬钼铌合金铸钢衬板经高温空淬和低温回火的显微组织如图1所示,X射线衍射结果如图2所示.分析表明,该铸钢组织以板条马氏体为主,残余奥氏体量1.6%.

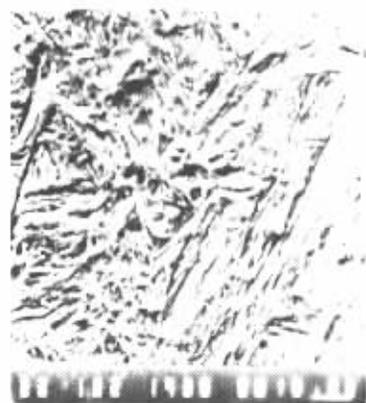


图1 铬钼铌铸钢的显微组织,1000×
Fig.1 Microstructure of the Cr-Mo-Nb alloy cast steel,1000×

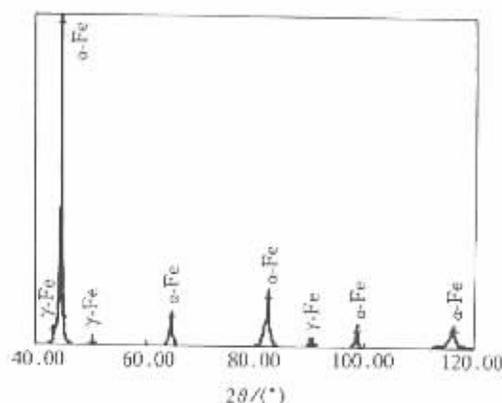


图2 铬钼铌铸钢的X射线衍射图
Fig.2 X-ray diffraction pattern of the Cr-Mo-Nb alloy cast steel

铬钼铌铸钢衬板的力学性能见表2。该衬板的综合力学性能优异,特别是屈强比较高,塑性、韧性也较高。主要原因是以铬为主的多元合金化与合理的淬火、回火热处理工艺,细化了铸钢衬板的晶粒和组织,进而提高了衬板的综合力学性能。铬钼铌铸钢衬板的良好强韧性配合,为其在大直径球磨机中的应用创造了条件。

1993年,合山电厂在7B球磨机中使用铬钼铌合金铸钢衬板,并同时使用与之配套的高合金铸铁耐磨球^[1]。该球磨机累计运行3000h后,停机观察衬板的磨损情况,发现衬板磨损均匀、光滑、不起沟槽,衬板平均磨损2~3mm,使用寿命为4.58a。长期的生产实践表明,铬钼铌合金铸钢衬板具有以下特点:(1)在运行过程中不断裂,不发生流变,使用安全可靠。(2)在使用中可获得较好的加工硬化效果,铬钼铌合金铸钢衬板亚表层加工硬化曲线见图3。7A球磨机衬板,使用前表面硬度为40HRC,使用后工作面表面硬度为56HRC。(3)质量稳定,性能优越,检修率底,使用寿命均达到高锰钢衬板的两倍以上,节省了大量的人力物力。自1993年后,合山电厂全部采用了铬钼铌合金铸钢衬板,具体情况见表4。

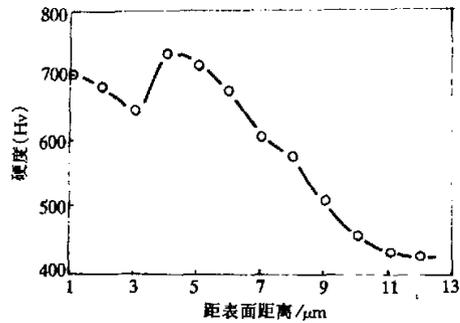


图3 D3.5m球磨机使用铬钼铌合金铸钢筒身衬板亚表层加工硬化曲线

Fig.3 Subsurface work hardening curve of the Cr-Mo-Nb alloy cast steel cylinder liner used in D3.5 m ball mills

表4 合山电厂球磨机铬钼铌合金铸钢衬板使用情况

Table 4 Service of the Cr-Mo-Nb alloy cast steel liners in ball mills in Heshan Power Plant

球磨机代号	球磨机型号	衬板初装日期	更换日期	使用时间/a	备注
1A	DTM250/390	1995-11			未更换
1B	DTM250/390	1995-02	1998-06	3.33	
2A	DTM250/390	1995-12			未更换
2B	DTM250/390	1993-11	1998-08	4.75	
3A	DTM250/390	1995-04			未更换
3B	DTM250/390	1995-02	1999-06	4.33	
4A	DZM380/550	1995-12			未更换
4B	DZM380/550	1994-10			未更换
5A	DZM380/550	1994-03	1999-07	5.33	只换端衬板
5B	DZM380/550	1994-08	1999-07	4.91	
6A	DTM350/700	1994-04	1999-02	4.83	
6B	DTM350/700	1994-03	1998-06	4.25	
7A	DTM350/700	1995-08	1999-03	3.58	
7B	DTM350/700	1993-01	1997-08	4.58	
8A	DTM350/700	1994-08	1999-10	5.17	
8B	DTM350/700	1994-11	1998-07	3.67	

3 经济效益及社会效益

合山电厂 16 台球磨机衬板总重量约为 450 t。若使用高锰钢衬板,其成本(按 1999 年市价计)为 $450\text{t} \times 6000 \text{元/t} = 270 \text{万元}$,按使用寿命为 1.5 a 计,每年需耗资约为 180 万元;若使用铬钼铌合金铸钢衬板,其成本为 $450\text{t} \times 9600 \text{元/t} = 432 \text{万元}$,按使用寿命为 4 a 计,每年耗资约为 108 万元,比使用高锰钢衬板节约 72 万元,加上每年节约的检修费用超过 30 万元,这样每年球磨机可节约开支 100 万元以上,经济效益是显著的。

合山电厂全面使用了铬钼铌合金铸钢衬板以后,消除了球磨机的漏粉现象,改善了制粉车间的工作环境,同时,由于衬板更换周期的延长,从而大大减少了球磨机的检修次数,降低了工人的劳动强度,由此获得良好的社会效益。

4 结 论

(1) 铬钼铌合金铸钢取代高锰钢用于球磨机衬板,在火力发电厂的生产应用中效果显著,使用寿命达到高锰钢衬板的两倍以上。

(2) 铬钼铌合金铸钢衬板屈服强度高,韧性、塑性好,耐磨性优良,在使用过程中不断裂,不发生流变,运行安全可靠。

(3) 铬钼铌合金铸钢衬板在使用中加工硬化良好,是较理想的球磨机衬板。

(4) 使用铬钼铌合金铸钢衬板,能较好地改善电厂制粉作业的工作环境,减少球磨机的检修工作量,降低工人的劳动强度,节约维修费用,获得良好的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 赵四勇,林怀涛,曾耀东,等. 筒式磨煤机磨球与衬板的配副性研究[J]. 水利电力机械, 1993, 15(6): 53.

Application of a Cr-Mo-Nb alloy cast steel liner in Heat Power Plant

XIAN Wei-quan¹, LAI Bin²

(1. Guangzhou Research Institute of Non-Ferrous Metals, Guangzhou 510651, China

2. Guangxi Heshan Heat Plant, Heshan 546501, China)

Abstract: A Cr-Mo-Nb alloy cast steel liner, developed by Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, has been used in coal ball mills in Heshan Heat Power Plant for a long time. Characterized by being undeformed, no cracks and good wear resistance during the operation, the liner, with a service life more than two times that of a high Mn steel liner, has brought about great economic and social benefits.

Key words: Cr-Mo-Nb alloy steel; liners; wear resistance; work hardening