

烧结单齿辊耐高温磨损焊丝的研究

胡建平　赵学彬

【摘要】为了提高单齿辊的耐高温磨损性能及使用寿命，研制了一种GD—550堆焊焊丝，并对其组织、硬度、耐磨粒磨损性能进行了研究。结果表明，通过向焊丝中加入大量Nb元素，可明显提高堆焊层在高温下的硬度与耐磨性，表面硬度达到64HRC，堆焊后单齿辊累计使用寿命高达12 000h。

1. 概述

单辊破碎机是钢厂和炼铁厂烧结系统的重要部件，主要工作部分是锤头，锤头包括锤柄和锤体两部分，锤柄主要起支撑作用，锤体主要用来破碎烧结矿，锤头使用寿命的长短主要取决于锤体的寿命。工作时，通过锤头与侧下方篦板形成的剪切作用，使从烧结机尾部卸下的尚处于750~850℃高温的烧结矿破碎，故要求锤头尤其是锤体要抗高温耐磨。

煤矸石含大量的SiO_2和Al_2O_3，其硬度>2 500HV。常用的耐磨金属材料以高铬合金为主，高铬合金显微硬度只有1 200HV，远远低于物料硬度。相关研究也指出磨料磨损不仅决定于材料的硬度，而且更主要的决定于材料硬度和磨料中磨粒的硬度比值，当比值<0.8时，磨损进入高磨损区。另外，高铬合金在850℃高温下，硬度由常温的58HRC，下降到45HRC，耐磨性下降30%以上。

如何提高材料硬度，提高单齿辊齿冠在高温下的硬度，成为提高单齿辊抗磨损性能的关键。本文针对单齿辊堆焊耐磨材料存在的问题，选用高硬度的碳化铌作为耐磨硬质相，开发出了一种堆焊耐磨焊丝，并对堆焊层的组织及性能做了研究。

2. 常用单齿辊堆焊材料

目前常用单齿辊堆焊耐磨材料主要是高铬堆焊合金，即Fe-Cr-C合金系，依靠堆焊层中形成的Cr_7C_3作为耐磨硬质相抵抗磨损。但是，Cr_7C_3显微硬度仅为1 100~1 300HV，远低于SiO_2和Al_3O_2显微硬度，磨损仍很严重，使用效果也不理想。

3. GD－550耐磨堆焊合金性能

本文针对单齿辊高温磨损的特点开发的堆焊耐磨焊丝GD—550是在高铬合金的基础上，通过添加热稳定性强、硬度高的碳化铌（NbC）硬质相制备的，成分如表1所示。碳化铌熔点高达3 200℃，硬度>2 400HV，比刚玉还硬，耐磨性更强。由于其熔点高，在堆焊后冷却过程中对Cr_7C_3起到细化晶粒的作用，显著提高堆焊层耐磨性，提高堆焊层抗脱离性能。

4. 试验过程

（1）硬度及金相组织　试验试板材质为Q345钢，堆焊材料为GD—500型耐磨焊丝，堆焊参数如表2所示，堆焊成形效果如图1所示。空冷后磨平，利用HR—150A多功能数字硬度计对堆焊层进行洛氏硬度测试，根据GB8640—1988规定，每个试样测定5个点，取平均值，试验采

表1　GD—500主要合金成分（质量分数）　（%）

C	Cr	Nb	Mn	Si	Mo	Fe
3.5~4.0	24~26	7.0	1.2	1.5	1.0	余量

表2　堆焊参数及性能

焊接电流/A	电弧电压/A	干伸长/mm	电弧	飞溅	裂纹	成形
220～300	28～33	15～20	稳定	很小	无	良好



图1 GD－500堆焊成形效果

用金刚石压头，载荷为150kg，加载时间为5s，恢复时间为3s。其中测定点之间的距离或任一测定点距试样边缘的距离≥3mm，每个试样测试5个点，取平均值。

堆焊层的组织测试首先采用金相切割机、金相镶样机、预磨机、抛光机等设备进行金相试样的制备，然后利用4X1、ols3000及MPEG3等型号显微镜进行组织观察与图像采集。

（2）试验结果分析 图2为堆焊层金相组织，图中方形白色相即为高硬度NbC，其弥散分布在马氏体上和残余奥氏体上，保护基体不受磨损。碳化铌熔点高达3 500℃，在堆焊层中起到细化晶粒的作用，Cr_7C_3硬质相都以碳化铌为形核质点包裹在NbC周边。另外碳化铌尺寸小，在堆焊层中约10μm，与高铬碳化物（40～60μm）相比，其分布更致密，更均匀。在GD—550堆焊层中，由于碳化物的尺寸大大减小，单位面积内的碳化物分布更密集，因此在受到冲击载荷时，单个碳化物上承受的冲击力会大幅降低，因此整个堆焊层的耐冲击性能也会显著提高。

新型GD—550碳化铌堆焊层硬度如表3所示，碳化铌硬质相的存在，使堆焊层硬度较高。碳化铌堆焊层由于高硬度碳化铌的存在，使的硬质相分布更密集，因此硬度更高。硬度最高可以达到65HRC，平均>64HRC。

5. 实际应用

唐山冶金机械厂原来采用耐磨焊条堆焊单齿辊，焊后硬度低，而且高温加热后耐磨性差，使用寿命低，更换频率快，劳动强度大。如该厂采用我公司生产的GD—550焊丝堆焊单齿辊（见图3），堆焊后不仅单齿辊性能得到显著提升，而且焊接效率也大大提高。一台ϕ1 500mm×2 520mm水冷式单齿辊，在表4焊接参数下堆焊厚度10mm（3层），堆焊后实际采用便携式硬度计测试硬度高达64HRC，发往钢厂累计使用时间高达12 000h，深受用户好评。

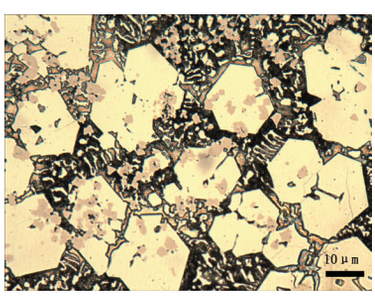


图2 新型碳化铌堆焊层金相组织



图3 采用GD—550堆焊单齿辊星轮

表3 堆焊层宏观硬度 （HRC）

测试点	1	2	3	4	5
硬度值	62.0	63.0	64.2	64.5	65.1

表4 单齿辊堆焊工艺

堆焊材料	焊机	焊接电流/A	电弧电压/A	焊缝总厚度/mm	堆焊层数
佳倍德GD—550	林肯KR500	280	30	10	3

6. 结语

本文对新型的GD—550堆焊材料与传统的高铬合金进行了性能对比，结果表明，所开发的GD—550耐高温磨损堆焊材料，由于加入了大量熔点高，体积小，显微硬度高的NbC硬质相，使其与传统高铬合金相比，在抗高温磨损方面具有较强的优势。实际应用也表明，采用GD—550堆焊修复后的烧结机单齿辊，使用寿命显著延长，不仅减少了更换次数，也降低了生产成本与劳动强度。

参考文献：

[1] 王智慧，俞长丽，贺定勇. 焊后热处理对Fe-Cr-C耐磨堆焊合金组织和磨损性能的影响[J]. 材料热处理学报，2009(8).

作者简介：胡建平等，北京佳倍德工程技术有限公司。

MW 20150803