

专利号：ZL202011357274.8

发明名称：一种含氮高碳磨球用钢及其低成本冶炼工艺

发明人：豆乃远；朱富强；任振海；陈占领；李亚；刘泽；杨刘威；李俊杰；徐必靖

专利权人：中天钢铁集团有限公司

摘要：

本发明属于钢铁冶炼技术领域，具体来说涉及一种含氮高碳磨球用钢及其低成本冶炼工艺。其组成按重量百分数计为 C：1.00~1.10%、Si：0.30~0.55%、Mn：1.05~1.15%、 $P \leq 0.025\%$ 、 $S \leq 0.035\%$ 、Cr：0.65~0.75%、Al：0.015~0.030%、Ti：0.010~0.025%、N：60~100ppm，其余为 Fe 和不可避免的杂质。本发明通过适当提高碳含量，添加一定量的 Al、Ti、N 等元素微合金化，设计工艺参数，达到细化晶粒、固溶强化目的，冶炼的磨球钢化学成分均匀、纯净度高，晶粒细小，有效提高了钢的耐磨性、硬度、韧性等技术指标，完全满足高端磨球钢用户的使用要求。

主权项：

1. 一种含氮高碳磨球用钢的冶炼工艺，其特征在于：所述的磨球用钢的化学成份按重量百分数计为，[C]：1.00~1.10%、[Si]：0.30~0.55%、[Mn]：1.05~1.15%、 $[P] \leq 0.025\%$ 、 $[S] \leq 0.035\%$ 、[Cr]：0.65~0.75%、[Al]：0.015~0.030%、[Ti]：0.010~0.025%、[N]：60~100ppm，其余为 Fe 和不可避免的杂质；含氮高碳磨球用钢的冶炼工艺为电炉冶炼、LF 精炼、VD 精炼、方坯连铸步骤，具体操作为：

(1) 电炉加入炼钢原料进行高拉碳冶炼操作，控制出钢[C]：0.10~0.80%，出钢 $[P] \leq 0.017\%$ ，出钢 1/3 时随钢流依次加入脱氧剂、硅锰、硅铁、高碳铬铁、低氮增碳剂和渣料，电炉采用留钢渣操作，严禁下渣，出钢时间为 3~5min；(2) LF 精炼采用碳化硅、铝粒进行钢渣界面脱氧，根据渣况适时分批加入适量石灰和萤石，保证炉渣的流动性，控制精炼炉渣目标碱度 R 为 6~9，Al₂O₃ 含量为

28~35%,LF 精炼前期取第一样后根据钢水 Al 含量使用铝线调铝至 0.040~0.050%, Mn 成份调整时注意氮锰线增锰; (3) VD 真空脱气时确保真空度和保压时间, 破空后先喂入钛铁线, 然后喂入适量纯钙线, 最后视钢中氮含量喂入适量氮锰线, 软吹前加稻壳灰, 随后进行软吹氩操作, 确保软吹时间 20~60 分钟, 软吹后确保合适的吊包温度; (4) 连铸工序采用全程保护浇铸, 连铸中包采用整体式涂抹料塞棒中包, 使用镁质挡墙和维苏威浸入式水口, 采用低过热度、恒拉速控制, 过热度控制在 20~35℃, 拉速控制在 0.85±0.05m/min, 并采用留钢留渣操作, 钢渣余量 3~5t; 结晶器采用电磁搅拌, 结晶器电磁搅拌参数为 300A/2.5Hz, 正弦振动参数为振幅±2.5mm, 频率 65+65Vopm; 并使用结晶器保护渣, 一冷水流量为 120±20m³/h, 水温差 7.0~9.0℃, 二冷采用弱冷配水模式, 并配备末端电磁搅拌参数为 400A/6Hz 和 PMO 电压为 179V。