

专利号：ZL201811154710.4

发明名称：一种矿山生产矿浆用耐磨钢球及其制备方法

发明人：邓家木;陈伟;张卫强;李德贵;王文锋;苏灿东;文玉兵

专利权人：武钢集团昆明钢铁股份有限公司

#### 摘要：

本发明公开了一种矿山生产矿浆用耐磨钢球及其制备方法，所述的耐磨钢球是由铁水经过包括钢水冶炼、脱氧合金化、钢水 LF 炉精炼、钢水浇铸、钢坯加热、轧制、减/定径、飞剪倍尺分段、冷却、定尺剪切、耐磨钢圆棒成品、制球的步骤得到的，本发明生产所得的矿山生产矿浆用耐磨钢球具有表面硬度高(洛氏硬度 HRC46-50)、耐磨性能好、抗冲击抗裂纹性能优异(碳适中)及工作寿命长等优点。

#### 主权项：

1. 一种矿山作业矿浆用耐磨钢球的制备方法，其特征在于所述耐磨钢球是由铁水经过包括钢水冶炼、脱氧合金化、钢水 LF 炉精炼、钢水浇铸、钢坯加热、轧制、减/定径、飞剪倍尺分段、冷却、定尺剪切、耐磨钢圆棒成品、制球的步骤得到的，具有以下重量百分比的化学成分：C 0.50~0.60wt%、Si 0.20~0.35wt%、Mn 0.60~0.80wt%、Cr 0.70~0.85wt%、Ti 0.015~0.025wt%、B 0.0040~0.0065wt%、S≤0.030wt%、P≤0.030wt%，其余为 Fe 及不可避免的不纯物；制备方法包括下列工艺步骤：A、钢水冶炼：将铁水、优质废钢及低磷硫生铁加入 120 吨 LD 转炉中，进行常规顶底复合吹炼，分别按 25.0~30.0kg/t 钢、20.0~25.0kg/t 钢、1.0~2.0kg/t 钢的加入量，加入石灰、轻烧白云石、菱镁球造渣，控制终点碳含量≥0.10wt%，出钢温度≤1640℃；出钢前向钢包底部加入活性石灰进行渣洗，石灰加入量为 2.5kg/t 钢；出钢时采用全程底吹氩工艺，氩气流量控制为 15~20NL/min；B、脱氧合金化：将 A 步骤冶炼完毕的钢水出钢，当

钢包中的钢水量大于 1/4 时，按下列脱氧合金化顺序：硅钙钡合金→硅锰合金→高碳铬铁合金，依次向钢包中加入下列物质：按 1.8~4.1kg/t 钢的量，加入硅钙钡合金；按 8.3~11.5kg/t 钢的量，加入硅锰合金；按 12.5~15.4kg/t 钢的量，加入高碳铬铁合金；在钢包钢水量达到 3/4 时加完上述合金；出钢完毕后，将钢水吊送至 LF 炉精炼工序；C、钢水 LF 炉精炼：将 B 步骤出钢完毕钢水吊至 LF 炉精炼工位接好氩气带，开启氩气采用 15~20NL/min 的小氩量吹氩 2 分钟，然后下电极采用档位 5~7 档化渣；通电 3~4 分钟后，抬电极观察炉内化渣情况，之后测温、取样；若渣况较稀，补加石灰 3.5~5.0kg/t 钢、精炼渣 1.0 kg/t 钢、电石 0.5kg/t 钢调渣，控制渣碱度为 5.0~6.0；根据钢样分析结果，加入合金、碳化硅调整钢液成分及渣况，控制钢水氧活度 $\leq 10\text{ppm}$ ；之后适当加大氩气流量至 40~50NL/min，按 0.7~1.0kg/t 钢的量，加入钛铁，软吹氩 3 分钟；之后按 0.3~0.5kg/t 钢的量，加入硼铁，软吹氩 2 分钟；之后将钢水温度加热至 1565~1585℃后进行喂线处理，喂入硅钙线，喂线速度为 2.5m/s，喂线量为 100m；喂线结束采用流量为 20NL/min 的小氩气量对钢水进行软吹氩，软吹时间为 2 分钟，之后加入钢水覆盖剂，加入量控制为 1.0kg/t 钢，将钢水吊至连铸工位；D、钢水浇铸：在中间包温度为 1555~1575℃，拉速为 1.6~1.8m/min，二冷比水量为 1.1~1.3L/kg，结晶器电磁搅拌电流强度为 300A、运行频率为 2.5Hz 的条件下，采用 R9m 直弧形连续矫直 7 机 7 流小方坯铸机将 C 步骤的钢水浇铸成断面 165mm×165mm 的大方坯；E、钢坯加热：将 D 步骤的钢坯经输送辊道送入端进侧出推钢式双蓄热式加热炉进行加热，高炉煤气和空气预热温度均大于 1000℃，炉膛采用微正压操作，压力为 12-15Pa；加热炉均热段温度控制为 1080-1100℃，加热时间为 90-100 分钟，钢坯温度控制为 1030-1050℃；F、轧制：加热后的钢坯经辊道输送至全连轧棒材机组，18 架全连轧棒材机组采用平立 H/V 交替典型布置，其工艺布置为粗轧  $\Phi 550 \times 4 / \Phi 450 \times 2$ ；中轧  $\Phi 450 \times 6$ ；精轧  $\Phi 350 \times 6$ ；开轧温度：1030-1050℃；轧制过程中，严格控制好各道料型尺寸，中轧 12V 架出口料型控制为  $\Phi 52 \pm 1\text{mm}$  圆轧件；13 架、14 架空过，16 架出成品，成品机架的辊缝按  $S=3.5\text{mm}$  设置微调；轧制速度  $V_1=7.15-7.20\text{mm/s}$ ；G、减/定径：精轧机组后配置有 2 台二辊高刚度减定径机组  $\Phi 320 \times 2$ ，使得经过减/定径的棒材通条的直径  $d$  偏差控制在  $\Phi 40 \pm 0.20\text{mm}$ ，不圆度控制在 0.20mm 以内；减定径机的出

口速度  $V_2=7.16-7.21\text{mm/s}$ , 其速度调整须考虑适合的速度超前系数, 轧件终轧温度即上冷床终止温度:  $980-1030^\circ\text{C}$ ; H、飞剪倍尺分段: 将所得轧件, 经倍尺分段飞剪剪切; 设定长度为  $108\text{m}$ ; I、冷却: 再将轧件通过裙板上钢系统进入步进式冷床实施空冷, 冷床床面尺寸为  $9.5\text{m}\times 118\text{m}$ ; 下冷床收集剪切前, 圆棒钢温控制在  $420^\circ\text{C}$  以下; J、定尺剪切: 采用成型刀片进行剪切, 每次剪 10 根, 操作时, 圆钢棒材排列要嵌入刀片成排孔型, 以保证端头质量; 定尺为  $6\text{m}$ ; K、耐磨钢圆棒成品: 将定尺剪切后的棒材收集, 定支打捆, 计重标识入库; 并进行井字型堆垛, 自然冷却, 即获得耐磨钢圆棒, 所述的耐磨钢圆棒组织为: 细片状珠光体+中等片状珠光体; 耐磨钢圆棒的工艺力学性能如下表:; L、制球: 将 K 步骤的圆钢棒料运至制球生产线, 棒料吊入上料台架经人工排列后, 单根经 V 型槽辊导入, 进入电磁感应加热+螺旋斜轧制球紧凑式机组, 圆棒边旋转边前进, 加热到  $980-1000^\circ\text{C}$  即旋轧成球, 随后在线水冷淬火处理后收集, 再经  $550^\circ\text{C}$  回火处理后即可获得耐磨钢球, 其组织为回火马氏体; 耐磨钢球的性能如下表:。