

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910091187.X

[43] 公开日 2010 年 1 月 13 日

[51] Int. Cl.
B22D 19/16 (2006.01)
C21D 9/38 (2006.01)

[11] 公开号 CN 101623751A

[22] 申请日 2009.8.14

[21] 申请号 200910091187.X

[71] 申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园 100 号

[72] 发明人 符寒光 雷永平 戴建方 邢建东

[74] 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司
代理人 张慧

权利要求书 2 页 说明书 7 页

[54] 发明名称

一种含硼低合金高速钢轧辊的制备方法

[57] 摘要

一种含硼低合金高速钢轧辊的制备方法，其特征在于轧辊首先采用金属型浇注，轧辊辊身材质是含硼低合金高速钢，辊芯是球墨铸铁。轧辊经粗加工后，置于温度低于 200℃的加热炉中，保温 1~3 小时后，然后以 15~25℃/小时的升温速度加热至 520~580℃，保温后空冷。再将轧辊重新置于温度低于 300℃的加热炉中，保温 1~2 小时后，然后以 28~40℃/小时的升温速度加热至 480~510℃，保温后炉冷至温度低于 180℃后，空冷至室温。采用本发明热处理含硼低合金高速钢轧辊，不仅能耗低、热处理周期短，而且具有良好的使用效果。

1、一种含硼低合金高速钢轧辊的制备方法，其特征在于包括以下步骤：

轧辊首先采用金属型浇注，轧辊辊身材质是含硼低合金高速钢，辊芯是球墨铸铁，金属铸型是灰铸铁，铸型表面需要喷刷石墨粉涂料，涂料厚度控制在 1.2~1.8mm；喷刷涂料时，铸型温度控制在 140~200℃，浇注含硼低合金高速钢轧辊时，铸型温度控制在 90~130℃，轧辊浇注温度控制在含硼低合金高速钢熔点以上 50~70℃；轧辊浇注完毕 4~10 小时后开箱空冷，然后去掉浇冒口；

轧辊经粗加工后，置于温度低于 200℃ 的加热炉中，保温 1~3 小时后，然后以 15~25℃/小时的升温速度加热至 520~580℃，进行第一次热处理保温，然后空冷；再将轧辊重新置于温度低于 300℃ 的加热炉中，保温 1~2 小时后，然后以 28~40℃/小时的升温速度加热至 480~510℃，进行第二次热处理保温，然后炉冷至温度低于 180℃ 后，空冷至室温，最后精加工至规定尺寸和精度。

2、根据权利要求 1 所述的一种含硼低合金高速钢轧辊的制备方法，其特征在于所述的金属铸型的壁厚按下式确定

$$\delta = a \cdot D \quad (1)$$

式中： δ —铸型壁厚，mm； D —轧辊辊身直径，mm； a —铸型系数， $a=0.25\sim0.45$ ，轧辊辊身直径大于 600mm 时， $a=0.45$ ，轧辊辊身直径小于 400mm 时， $a=0.25$ ， $400mm \leq \text{轧辊辊身直径} \leq 600mm$ 时， $0.25 < a < 0.45$ 。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的一种含硼低合金高速钢轧辊的制

备方法，其特征在于所述的第一次热处理保温时间按下式确定：

$$t_1 = 200 + k_1 \cdot D \quad (2)$$

式中： t_1 —第一次热处理保温时间，min； D —轧辊辊身直径，mm；
 k_1 —保温系数，min/mm，其中 $k_1 = 0.3\sim0.5$ ，当轧辊辊身直径大于
600mm 时， $k_1=0.5$ ；轧辊辊身直径小于 400mm 时， $k_1=0.3$ ；
 $400mm \leq \text{轧辊辊身直径} \leq 600mm$ 时， $0.3 < k_1 < 0.5$ 。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的一种含硼低合金高速钢轧辊的制
备方法，其特征在于所述的第二次热处理保温时间按下式确定：

$$t_2 = 250 + k_2 \cdot D \quad (3)$$

式中： t_2 —第二次热处理保温时间，min； D —轧辊辊身直径，mm；
 k_2 —保温系数，min/mm，其中 $k_2 = 0.4\sim0.6$ ，当轧辊辊身直径大于
600mm 时， $k_2=0.6$ ；轧辊辊身直径小于 400mm 时， $k_2=0.4$ ；
 $400mm \leq \text{轧辊辊身直径} \leq 600mm$ 时， $0.4 < k_2 < 0.6$ 。

一种含硼低合金高速钢轧辊的制备方法

技术领域

本发明属于轧辊制造技术领域，具体涉及一种轧辊的制备方法，特别涉及一种含硼低合金高速钢轧辊的制备方法。

背景技术

轧辊是轧钢生产中的主要消耗部件，提高轧辊耐磨性的研究，一直受到国内外的关注。采用高速钢取代高铬铸铁、镍铬铸铁、铬钼铸铁和镍铬钼铸铁等材质制造轧辊，是提高轧辊耐磨性的主要途径。日本专利公报 JP6330235 公开了一种离心铸造高速钢轧辊材料的化学组成如下：C：1.4-2.6%，Si：0.2-1.5%，Mn<1.5%，Cr：3-8%，(2Mo+W)：6-14%，V：4-8%，Ti：0.3-2.5%，余量 Fe。美国专利 US6095957 公开了一种高速钢轧辊材料，其化学成分（重量%）是：C：2.4~2.9，Cr：12.0~18.0，Mo：3.0~9.0，V：3.0~7.0，Nb：0.5~4.0，Si <1.0，Mn<1.0，W<1.0。中国发明专利 CN1807671 也公开了一种连续复合高速钢轧辊工艺配方，外层辊身的工艺配方（重量%）是：1.5-3.5C，2.0-7.0Cr，2.0-7.0Mo，4.0-10.0V，4.0-10.0W，0-10.0Co，Ni <2.0，其余为 Fe。上述轧辊材料具有优异的耐磨性，但含有较多的合金元素，因此生产成本高。

研究发现，在高速钢轧辊中，加入适量硼元素，可以部分取代高速钢轧辊中钨、钼、钒等昂贵合金元素，降低高速钢轧辊生产成本。本发明的目的是对含硼低合金高速钢轧辊的热处理工艺进行改进，由常规的淬火加回火改为两次回火处理，本发明取消轧辊的高温淬火，

一是可以节约能源，二是可以消除轧辊高温加热时表面的氧化和脱碳，三是可消除轧辊高温加热时辊芯强度的下降。为了取消含硼低合金高速钢轧辊的高温淬火，轧辊铸态组织中不应出现珠光体，铸态基体组织应以奥氏体和马氏体为主。

发明内容

为了解决上述技术问题，本发明提供了一种含硼低合金高速钢轧辊的制备方法，其具体步骤包括：

轧辊首先采用金属型浇注，轧辊辊身材质是含硼低合金高速钢，辊芯是球墨铸铁，金属铸型是灰铸铁，铸型表面需要喷刷石墨粉涂料，涂料厚度控制在 1.2~1.8mm；喷刷涂料时，铸型温度控制在 140~200℃，浇注含硼低合金高速钢轧辊时，铸型温度控制在 90~130℃，轧辊浇注温度控制在含硼低合金高速钢熔点以上 50~70℃；轧辊浇注完毕 4~10 小时后开箱空冷，然后去掉浇冒口；

轧辊经粗加工后，置于温度低于 200℃ 的加热炉中，保温 1~3 小时后，然后以 15~25℃/小时的升温速度加热至 520~580℃，进行第一次热处理保温，然后空冷；再将轧辊重新置于温度低于 300℃ 的加热炉中，保温 1~2 小时后，然后以 28~40℃/小时的升温速度加热至 480~510℃，进行第二次热处理保温，然后炉冷至温度低于 180℃ 后，空冷至室温，最后精加工至规定尺寸和精度。

其中金属铸型的壁厚按下式确定

$$\delta = a \cdot D \quad (1)$$

式中： δ —铸型壁厚，mm； D —轧辊辊身直径，mm； a —铸型系

数, $\alpha=0.25\sim0.45$, 轧辊辊身直径大于 600mm 时, $\alpha=0.45$, 轧辊辊身直径小于 400mm 时, $\alpha=0.25$, $400mm \leq$ 轧辊辊身直径 $\leq 600mm$ 时, $0.25 < \alpha < 0.45$ 。

第一次热处理保温时间按下式确定:

$$t_1 = 200 + k_1 \cdot D \quad (2)$$

式中: t_1 —第一次热处理保温时间, min; D —轧辊辊身直径, mm;
 k_1 —保温系数, min/mm, 其中 $k_1 = 0.3\sim0.5$, 当轧辊辊身直径大于 600mm 时, $k_1=0.5$; ; 轧辊辊身直径小于 400mm 时, $k_1=0.3$; $400mm \leq$ 轧辊辊身直径 $\leq 600mm$ 时, $0.3 < k_1 < 0.5$ 。

第二次热处理保温时间按下式确定:

$$t_2 = 250 + k_2 \cdot D \quad (3)$$

式中: t_2 —第二次热处理保温时间, min; D —轧辊辊身直径, mm;
 k_2 —保温系数, min/mm, 其中 $k_2 = 0.4\sim0.6$, 当轧辊辊身直径大于 600mm 时, $k_2=0.6$; 轧辊辊身直径小于 400mm 时, $k_2=0.4$; $400mm \leq$ 轧辊辊身直径 $\leq 600mm$ 时, $0.4 < k_2 < 0.6$ 。

本发明含硼低合金高速钢轧辊的主要成分(质量分数, %)如下:
 0.3-1.0C, 1.0-2.5B, 5.0-7.0Cr, V<1.5, Mo<1.5, Nb<1.0, Co<1.0, W<1.0,
 Si<1.5, Mn<1.5, 余量 Fe 和不可避免的微量杂质, 其中,
 $3.0 < V+Mo+Nb+Co+W < 5.0$ 。

为了获得铸态组织中无珠光体的含硼低合金高速钢轧辊, 加快轧辊的凝固冷却是极其必要的, 实现凝固快冷的主要措施是控制铸型厚度、浇注温度、铸型温度、涂料及涂料厚度等。本发明结合含硼低合

金高速钢的凝固过程，提出铸型采用导热性好的灰铸铁，为了提高铸型的蓄热能力，对其铸型厚度需进行严格控制，铸型厚度过薄，蓄热少，轧辊冷却慢，凝固组织中易出现珠光体，铸型厚度过厚，尽管蓄热能力强，有利于加快轧辊的冷却，但铸型过大，操作不便，特别是采用离心铸造生产时，还需消耗过多的动力，按式（1）确定铸型厚度，可确保含硼低合金高速钢轧辊凝固组织中不出现珠光体。

铸型表面需喷刷石墨粉涂料，主要是为了保护铸型，防止轧辊与铸型粘连，延长铸型寿命，石墨粉涂料廉价，且导热性能好。将涂料厚度控制在 1.2~1.8mm，喷刷涂料时，铸型温度控制在 140~200℃，浇注含硼低合金高速钢轧辊时，铸型温度控制在 90~130℃，轧辊浇注温度控制在含硼低合金高速钢熔点以上 50~70℃，对获得铸态无珠光体的低合金高速钢轧辊是极其重要的。

由于轧辊的铸态基体组织是以马氏体、奥氏体为主，另外还含有少量贝氏体，铸态硬度高，超过 60 HRC，轧辊去掉浇冒口后，可以不经高温淬火而直接回火。直接回火时，轧辊入炉炉温应低于 200℃，炉温过高，轧辊应力大，易开裂。铸态含硼低合金高速钢轧辊以 15~25℃/小时的升温速度加热至 520~580℃，保温时间 (t_1) 按式（2）确定，然后空冷，可确保轧辊中残留的奥氏体分解，有利于进一步提高轧辊硬度，改善轧辊耐磨性。

残留奥氏体分解会引起体积膨胀，使轧辊内应力增大，因此，需将轧辊重新置于温度低于 300℃ 的加热炉中，保温 1~2 小时后，然后以 28~40℃/小时的升温速度加热至 480~510℃，保温时间 (t_2) 按式

(3) 确定，然后炉冷至温度低于 180℃后，空冷至室温，可降低轧辊内应力，确保轧辊使用中不会开裂和剥落。

本发明与现有技术相比具有以下优点：

- 1) 本发明省去了高温淬火工艺，轧辊热处理能耗低、周期短，辊面不会出现氧化和脱碳，辊芯强度与铸态相当、不会下降；
- 2) 本发明工艺获得的轧辊具有很好的使用效果，使用寿命达到高镍铬铸铁轧辊的 4~5 倍，且轧辊使用安全，使用中无断辊现象出现。

具体实施方式

下面结合实施例对本发明做进一步详述：

实施例 1：

本发明用于生产 φ360mm 轧辊。轧辊外层是含硼低合金高速钢，主要成分（质量分数，%）如下：0.38C, 2.46B, 5.11Cr, 0.27V, 1.28Mo, 0.51Nb, 0.27Co, 0.81W, 1.17Si, 0.80Mn, 余量 Fe 和不可避免的微量杂质。轧辊辊芯是球墨铸铁。轧辊首先采用金属型浇注，金属铸型是灰铸铁，铸型壁厚 90mm。

铸型表面喷刷石墨粉涂料，涂料厚度控制在 1.2mm。喷刷涂料时，铸型温度控制在 200℃，浇注含硼低合金高速钢轧辊时，铸型温度控制在 120℃，轧辊浇注温度控制在含硼低合金高速钢熔点以上 70℃。轧辊浇注完毕 4 小时后开箱空冷，然后去掉浇冒口。轧辊经粗加工后，置于温度低于 200℃的加热炉中，保温 1 小时后，然后以 25℃/小时的升温速度加热至 540℃，保温 308min，然后空冷。再将轧辊重新置

于温度低于 300℃的加热炉中，保温 1 小时后，然后以 40℃/小时的升温速度加热至 500℃，保温 394min，然后炉冷至温度低于 180℃后，空冷至室温，最后将轧辊外径精加工至 φ360.03mm，辊表面光洁度精加工至 0.50μm。

实施例 2：

本发明用于生产 φ650mm 轧辊。轧辊外层是含硼低合金高速钢，主要成分（质量分数，%）如下：0.95C, 1.04B, 6.90Cr, 0.85V, 1.44Mo, 0.31Nb, 0.52Co, 0.63W, 0.88Si, 1.30Mn, 余量 Fe 和不可避免的微量杂质。轧辊辊芯是球墨铸铁。轧辊首先采用金属型浇注，金属铸型是灰铸铁，铸型壁厚 292.5mm。

铸型表面需要喷刷石墨粉涂料，涂料厚度控制在 1.8mm。喷刷涂料时，铸型温度控制在 140℃，浇注含硼低合金高速钢轧辊时，铸型温度控制在 90℃，轧辊浇注温度控制在含硼低合金高速钢熔点以上 50℃。轧辊浇注完毕 10 小时后开箱空冷，然后去掉浇冒口。轧辊经粗加工后，置于温度低于 200℃的加热炉中，保温 3 小时后，然后以 15℃/小时的升温速度加热至 520℃，保温 525min，然后空冷。再将轧辊重新置于温度低于 300℃的加热炉中，保温 2 小时后，然后以 28℃/小时的升温速度加热至 480℃，保温 640min，然后炉冷至温度低于 180℃后，空冷至室温，最后将轧辊外径精加工至 φ650.01mm，辊表面光洁度精加工至 0.47μm。

实施例 3：

本发明用于生产 $\varphi 520\text{mm}$ 轧辊。轧辊外层是含硼低合金高速钢，主要成分（质量分数，%）如下：0.66C, 1.81B, 5.68Cr, 1.35V, 1.10Mo, 0.68Nb, 0.34Co, 0.60W, 1.24Si, 1.06Mn, 余量 Fe 和不可避免的微量杂质。轧辊辊芯是球墨铸铁。轧辊首先采用金属型浇注，金属铸型是灰铸铁，铸型壁厚 180mm。

铸型表面喷刷石墨粉涂料，涂料厚度控制在 1.5mm。喷刷涂料时，铸型温度控制在 170°C，浇注含硼低合金高速钢轧辊时，铸型温度控制在 130°C，轧辊浇注温度控制在含硼低合金高速钢熔点以上 60°C。轧辊浇注完毕 6 小时后开箱空冷，然后去掉浇冒口。轧辊经粗加工后，置于温度低于 200°C 的加热炉中，保温 2 小时后，然后以 20°C/小时的升温速度加热至 580°C，保温 410min，然后空冷。再将轧辊重新置于温度低于 300°C 的加热炉中，保温 1 小时后，然后以 35°C/小时的升温速度加热至 510°C，保温 500min，然后炉冷至温度低于 180°C 后，空冷至室温，最后将轧辊外径精加工至 $\varphi 520.06\text{mm}$ ，辊表面光洁度精加工至 $0.48\mu\text{m}$ 。

上述含硼低合金高速钢轧辊硬度达到 61~63HRC，辊面硬度均匀性好，用于热轧带钢和棒材轧机上，使用安全，无断辊和剥落现象出现，使用寿命达到高镍铬铸铁轧辊的 4~5 倍，而生产成本仅比高镍铬铸铁轧辊提高 20~25%。