

[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 200810017062.8

[51] Int. Cl.

C22C 38/58 (2006.01)

C22C 38/44 (2006.01)

C21C 7/10 (2006.01)

B21B 37/74 (2006.01)

[43] 公开日 2008年11月19日

[11] 公开号 CN 101307414A

[22] 申请日 2008.6.25

[21] 申请号 200810017062.8

[71] 申请人 莱芜钢铁股份有限公司

地址 271104 山东省莱芜市钢城区新兴路21号

[72] 发明人 张利平 申景霞 翟正龙 杜显彬  
张春苗 张静海

[74] 专利代理机构 济南金迪知识产权代理有限公司

代理人 王绪银

权利要求书1页 说明书5页

[54] 发明名称

一种高性能含锰工程机械轮体用钢及其制备方法

[57] 摘要

本发明涉及一种含锰钢及其制备方法，钢的化学成分重量百分比为：C 0.39 ~ 0.42，Si 0.17 ~ 0.37，Mn 1.30 ~ 1.60，P ≤ 0.030，S ≤ 0.030，Cr 0.09 ~ 0.15，Cu ≤ 0.20，Ni ≤ 0.30，Mo ≤ 0.30，剩余为Fe和微量杂质。制备方法包括电炉冶炼、炉外精炼、钢坯连铸、半连轧轧制，在炉外精炼后真空脱气处理使钢中氮含量不大于  $80 \times 10^{-6}$ 、氧含量不大于  $15 \times 10^{-6}$ ；铸坯在加热炉的均热温度为1130 ~ 1200℃，加热和高温扩散时间为4 ~ 12h，开轧温度1080℃ ~ 1150℃，终轧温度850 ~ 1000℃，轧得规格Φ30 ~ 150mm的圆钢。本发明严格控制钢的化学成分、气体含量及钢的纯净度，保证钢的具有高淬透性、较好抗疲劳性、高强韧性、良好的机械性能，该钢适于制造工程机械轮体零件。

- 1、一种含锰钢，其特征在于钢的化学成分重量百分比%为：  
C 0.37~0.44, Si 0.17~0.37, Mn 1.30~1.70, P≤0.030, S≤0.030, Cr ≤0.20, Cu ≤0.20, Ni≤0.30, Mo≤0.30, 剩余为 Fe 和微量杂质。
- 2、如权利要求 1 所述的含锰钢，其特征在于钢的化学成分重量百分比%为：  
C 0.39~0.42, Si 0.17~0.37, Mn 1.30~1.60, P≤0.030, S≤0.030, Cr 0.09~0.15, Cu ≤0.20, Ni≤0.30, Mo≤0.30, 剩余为 Fe 和微量杂质。
- 3、一种含锰钢的制备方法，包括电炉冶炼、炉外精炼、钢坯连铸、半连轧轧制，其特征在于，钢的化学成分重量百分比%为：C 0.39~0.42, Si 0.17~0.37, Mn 1.30~1.60, P≤0.030, S≤0.030, Cr 0.09~0.15, Cu ≤0.20, Ni≤0.30, Mo≤0.30, 剩余为 Fe 和微量杂质；在炉外精炼后真空脱气处理使钢中氮含量不大于  $80 \times 10^{-6}$ 、氧含量不大于  $15 \times 10^{-6}$ ；铸坯在加热炉的均热温度为 1130~1200℃，加热和高温扩散时间为 4~12h，开轧温度 1080℃~1150℃，终轧温度 850~1000℃，轧得规格  $\Phi 30 \sim 130$ mm 的圆钢。
- 4、如权利要求 3 所述的含锰钢的制备方法，其特征在于电炉冶炼前入炉原料中铁水与生铁的重量占原料重量的 50~60%。
- 5、如权利要求 3 所述的含锰钢的制备方法，其特征在于电炉出钢时，采用包内合金化及预脱氧，钢包内预脱氧加钢芯铝量 2.0~2.2 kg/t 钢。
- 6、如权利要求 3 所述的含锰钢的制备方法，其特征在于精炼炉出钢前按 2.0~2.2 m/t 钢喂入硅钙线  $\phi 13$ mm；出钢前控制钢中酸溶铝含量在 0.030~0.050%。
- 7、如权利要求 3 所述的含锰钢的制备方法，其特征在于钢水入真空脱气精炼炉前扒渣，真空度小于 67Pa 保持时间 12~15 分钟；破空后用保持渣面微动的小氩气量搅拌 1~2 分钟，后取样全分析。
- 8、如权利要求 3 所述的含锰钢的制备方法，其特征在于浇注过程采用全程保护浇注，中包液面高度稳定在 700±50mm。
- 9、如权利要求 3 所述的含锰钢的制备方法，其特征在于轧制时加热温度：1130~1200℃，允许温差≤30℃，加热时间 2.5~3 小时，轧后及时收集缓冷。

## 一种高性能含锰工程机械轮体用钢及其制备方法

### 技术领域

本发明具体涉及一种含锰工程机械轮体用钢及其制备方法,属于合金钢冶金技术领域。

### 背景技术

40Mn2 钢是国内推土机履带链轨节所用的材料。现场调查表明,湿地推土机链轨节普遍存在早期断裂失效现象。对典型断裂样品进行断口分析发现,其断口具有低周疲劳特征。经研究表明,钢材化学成分、显微组织对40Mn2链轨节的疲劳性能及断裂机制均有较明显的影响,为提高湿地推土机履带链轨节的疲劳寿命,如何合理控制40Mn2 钢中的化学成分、显微组织,并使热加工生产顺利进行,冶炼、连铸、轧制等工艺控制十分关键。

目前国内含锰钢主要存在的问题是:

由于合金含量高冶炼化学成分难控制,钢锭表面缺陷增多,钢的夹杂物含量高,使零件在使用过程中出现小的麻坑,或是在它的棱角处或它与基体的界面处萌生疲劳裂纹而促使工件过早断裂和疲劳失效。

CN1804092公开了一种含钨耐磨奥氏体锰钢,钢的化学成分为wt%: C 1.0-1.5, Mn 5.0-15.0, W 0.5-5.0, Si<0.8, S<0.05, P<0.05, 其余为Fe; 钢的冶炼制造工艺为: 电炉冶炼, 其冶炼出钢温度为1520-1550℃, 浇注温度为1460- 1480℃; 在冶炼时, 铁合金由先到后的加入顺序为: 钨铁和锰铁, 然后浇注成所需要的产品。用于制造厚度较小的耐磨铸钢件, 可以铸造后不经过热处理直接使用; 用于厚度较大的耐磨铸钢件, 需经热处理后使用。它适合于制作冶金、矿山、建材、煤炭、军工和机械等行业的耐磨零部件, 如衬板、齿板、锤头和履带板等。同时, 含钨耐磨奥氏体锰钢具有优良的锻造工艺性能, 可用热锻法制造耐磨、耐接触疲劳性能优异的锻件, 如铁路辙叉、锤头等。这种技术由于合金含量较高, 钢材成本较高, 同时所加工零件热处理时易产生裂纹, 影响零件的使用寿命。

CN1270238公开了低合金奥贝钢履带板及其热处理方法, 履带板的化学成分为: C:0.32~0.42%, Cr:0.8~2.0%, Mn:1.0~2.0%, Si:0.8~2.0%, Ti:0.06~0.1%, Re:0.1~0.2%, 材料的金相组织为贝氏体和少量的奥氏体, 是通过等温淬火获得的。低合金奥贝钢履带板的热处理方法, 是将履带板加热到860~920℃, 保温20分钟, 放入温度为260~350℃的硝盐槽中进行等温淬火, 并在这一温度下保温40分钟, 最后在空气中冷却。这种技术由于钢中含有Ti, 易形成TiN夹杂, 影响钢材的使用寿命和机械加工性能, 同时Cr、Re含量太高, 增加了钢材的成本。

### 发明内容

本发明主要针对含锰钢在冶炼过程中有效锰含量的确定及钢的化学成分的控制问题, 提供了一种含锰钢及其制备方法, 本发明提供的锰钢具有高淬透性、较好抗疲劳性、高强

韧性、耐磨性及优异的综合性能，属于合金结构钢。

本发明的技术方案如下：

一种含锰钢 40Mn2 钢，化学成分重量百分比如下：

C 0.37~0.44, Si 0.17~0.37, Mn 1.30~1.70, P ≤ 0.030, S ≤ 0.030, Cr ≤ 0.20, Cu ≤ 0.20, Ni ≤ 0.30, Mo ≤ 0.30, 剩余为 Fe 和微量杂质。

进一步优选，本发明含锰钢 40Mn2 钢的化学成分重量百分比为：

C 0.39~0.42, Si 0.17~0.37, Mn 1.30~1.60, P ≤ 0.030, S ≤ 0.030, Cr 0.09~0.15, Cu ≤ 0.20, Ni ≤ 0.30, Mo ≤ 0.30, 剩余为 Fe 和微量杂质。

本发明含锰钢的制备方法，包括电炉冶炼、炉外精炼、钢坯连铸、半连轧轧制，其特征在于，钢的化学成分重量百分比为：C 0.39~0.42, Si 0.17~0.37, Mn 1.30~1.60, P ≤ 0.030, S ≤ 0.030, Cr 0.09~0.15, Cu ≤ 0.20, Ni ≤ 0.30, Mo ≤ 0.30, 剩余为 Fe 和微量杂质。炉外精炼后真空脱气处理，使钢中氮含量不大于  $80 \times 10^{-6}$ 、氧含量不大于  $20 \times 10^{-6}$ ；铸坯在加热炉的均热温度为 1130~1220℃，加热和高温扩散时间为 4~12h，终轧温度 850~1000℃，轧后缓冷；制得规格  $\Phi 30 \sim 150\text{mm}$  的圆钢。

上述的 40Mn2 钢的制备方法，优选的工艺条件如下：

1. 电炉冶炼前，入炉原料中铁水重量占原料重量的 50~60%。注意配料时不允许加渣钢、罐帮铁等高磷、硫废钢。

2. 电炉熔清成分目标：熔清碳  $\geq 0.30\%$ ，熔清磷  $\leq 0.020\%$ ，残余元素含量符合标准要求。全熔分析温度  $\geq 1540^\circ\text{C}$ 。

3. 电炉冶炼终点控制：[C]  $\geq 0.10\%$ 、P  $\leq 0.012\%$ ，残余元素含量符合标准要求。

4. 电炉出钢时，采用包内合金化及预脱氧，钢包内预脱氧加钢芯铝量 2.0~2.2 kg/t 钢，终点碳低于 0.15% 时，按上限加入。出钢过程及出钢后保持钢包连续吹 Ar。

5. 炉外精炼是在 LF 钢包精炼炉进行精炼，精炼过程中在白渣下充分搅拌后，取一次样全分析，取一次样前，喂入铝线 1.2~1.5m/吨钢，精炼过程保持白渣。根据一次样分析结果，按内控要求调整 C、Si、Mn、Cr 化学成分，喂入硅钙线  $\phi 13\text{mm}$ 。

6. 钢水入真空脱气精炼炉（简称 VD）前扒渣，真空度小于 67Pa 保持时间 12~15 分钟。破空后在 VD 工位先喂入铝线 1.0~1.2m/t 钢，然后小氩气量搅拌（保持渣面微动）1~2 分钟，取样全分析。软吹 Ar 时间 8~14 分钟。特别注意，软吹 Ar 时不得裸露钢水、不得大氩气量搅拌降温。

7. 钢坯连铸工序中，连铸中间包烘烤温度 1100~1120℃；控制好出钢时的脱氧操作及挡渣操作，防止钢包下渣；使用大容量中间包，使夹杂物充分上浮；结晶器对弧、水口对中符合要求，喷嘴雾化效果良好；全保护浇注，防止二次氧化；采用连铸结晶器合金钢专用保护渣，高质量的耐火材料；钢包及中间包要干净。中间包液面  $700 \pm 50\text{mm}$ ，结晶器液面波动  $\leq \pm 2\text{mm}$ 。拉速控制：180 mm×220mm 的铸坯拉速为 1.0~1.3 m/min，最佳拉速应控制在 1.1 m/min 左右；260 mm×300mm 的铸坯拉速为 0.5~0.8m/min，最佳拉速应控

制在 0.7 m/min 左右。电磁搅拌位置要合理，电磁搅拌电流强度 300A 和频率 5HZ。

8. 铸坯缓冷：注意连铸坯不能在冷床停留，必须及时入坑盖罩缓冷，缓冷坑使用前，先用其它热坯烘烤至少 4 小时，缓冷时间 24-30 小时。

9. 半连轧轧制工序中，轧制时加热温度：1130~1220℃，允许温差 $\leq 40^\circ\text{C}$ ，加热时间 2.5-3 小时，既要保证钢坯加热均匀，又要防止脱碳和粘炉；开轧温度；优选终轧温度 850℃~900℃；轧后及时收集成品并缓冷。

与现有技术含锰钢相比，本发明技术方案的特点在于：

(1) 本发明钢严格控制钢的化学成分，保证钢的淬透性、抗疲劳性、高强韧性、耐磨性及综合性能，使得该钢适于制造重要工程机械零件。

(2) 经过电炉冶炼—炉外精炼、真空脱气处理，在该过程中控制易氧化元素加入量及加入顺序，加入方法，加入时间确保化学成分控制符合要求。

(3) 使用大容量中间包，全保护浇注，防止钢水二次氧化；低过热度浇注，防止柱状晶过快生长，增加铸坯等轴晶，电磁搅拌，减轻中心疏松和偏析；稳定生产节奏，使拉速基本恒定；矩形铸坯选择避风垛位堆垛缓冷；中间包要烘烤，确保烘烤温度 $\geq 1100^\circ\text{C}$ 。

(4) 轧制与精整，严格控制加热温度和轧制温度，保证钢材组织均匀、致密，轧制前对导卫、辊道认真检查；根据弯曲度控制情况，进行矫直处理，确保轧材平直度要求。端部锯切整齐，修磨并消除马蹄形、飞边、毛刺及影响使用的切斜和压扁等现象。

钢的冶炼，加强钢的脱氧去气等冶炼控制，钢液浇注，模铸或连铸，控制过热度、浇注速度或连铸速度，采用连铸结晶器合金钢专用保护渣，高质量的耐火材料，根据钢的凝固特性，设计合理的配水模型（根据拉速设定配水模型）电磁搅拌电流强度和频率，提高连铸坯质量，保证钢锭质量。

本发明的含锰钢，适于制造工程机械轮体零件。

### 具体实施方式

下面结合具体实施例对本发明做进一步说明，但不限于此。

实施例：含锰钢 40Mn2 钢

1、钢的化学成分重量百分比为：

C 0.39~0.42, S  $\leq 0.17$ ~0.37, Mn 1.30~1.60, P $\leq 0.030$ , S $\leq 0.030$ , Cr 0.09~0.15, Cu  $\leq 0.20$ , Ni $\leq 0.30$ , Mo $\leq 0.30$ ；余量为 Fe 和微量杂质。

2、工艺路线为：

配料→电炉冶炼→偏心炉底出钢→LF 炉脱氧合金化→真空精炼炉脱气→方坯连铸机全程保护浇铸→半连轧轧制成材→检验入库。

3、制备方法主要工艺条件

(1) 入炉钢铁料结构中 铁水配比达到 50~60%；配料时不允许加渣钢、罐帮铁等高磷、硫废钢。

(2) 电炉熔清成分目标：熔清碳 $\geq 0.30\%$ ，熔清磷 $\leq 0.020\%$ ，残余元素含量符合标

准要求。

(3) 冶炼过程造好泡沫渣、均匀脱碳，减少吸氮。

(4) 全熔分析温度 $\geq 1540^{\circ}\text{C}$ 。

(5) 电炉冶炼终点控制 $[\text{C}]\geq 0.10\%$ 、 $\text{P}\leq 0.012\%$ ，残余元素含量符合标准要求。出钢温度 $1685\sim 1743^{\circ}\text{C}$ 。

(6) 包内合金化及预脱氧，钒铁在精炼炉加入。钢包内预脱氧加钢芯铝量 $2.0\sim 2.2\text{ kg/t}$ 钢，终点碳低于 $0.15\%$ 时，按上限加入。电炉出钢过程及出钢后保持钢包连续吹Ar。

(7) LF钢包精炼炉精炼过程，在白渣下充分搅拌后，取一次样全分析，取一次样前，喂入铝线 $1.2\sim 1.5\text{ m/t}$ 钢，精炼过程保持白渣。根据一次样分析结果，按内控要求调整C、Si、Mn、Cr化学成分。出钢前按 $2.0\sim 2.2\text{ m/t}$ 钢，喂入硅钙线( $\phi 13\text{ mm}$ )。

(8) 入真空脱气精炼炉(简称VD)前扒渣，真空度小于 $67\text{ Pa}$ 保持时间14分钟。破空后在VD工位先喂入铝线 $1.0\sim 1.2\text{ m/t}$ 钢，再喂入钛线 $2\sim 3\text{ m/t}$ 钢，然后小氩气量搅拌(渣面微动)1~2分钟，取样全分析。软吹Ar时间 $\geq 8$ 分钟，软吹Ar时严禁裸露渣面和大氩气搅拌降温。VD处理后上钢温度：连铸第一炉上钢温度 $1540\sim 1580^{\circ}\text{C}$ ，其余炉次上钢温度 $1565\sim 1575^{\circ}\text{C}$ 。

(9) 连铸中间包烘烤温度 $1100\sim 1120^{\circ}\text{C}$ ；结晶器对弧、水口对中符合要求，喷嘴雾化效果良好；全保护浇注，采用合金钢连铸结晶器专用保护渣。中间包液面 $700\pm 50\text{ mm}$ ，结晶器电磁搅拌参数 $150\text{ A}/3.0\text{ Hz}$ ，结晶器液面波动 $\leq \pm 2\text{ mm}$ 。中包过热度按 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 控制，中包第一炉温度： $1527\sim 1537^{\circ}\text{C}$ ，第二炉以后 $1517\sim 1527^{\circ}\text{C}$ 。铸坯进拉矫机温度 $920^{\circ}\text{C}$ ，拉速控制参照表1。

表1 连铸拉速

断面规格 (mm×mm)	过热度	拉速 (m/min)	过热度	拉速 (m/min)	过热度	拉速 (m/min)
260×300	$<20^{\circ}\text{C}$	0.70	$20\sim 25^{\circ}\text{C}$	0.65	$>25^{\circ}\text{C}$	0.690
180×220	$<20^{\circ}\text{C}$	1.2	$20\sim 25^{\circ}\text{C}$	1.1	$>25^{\circ}\text{C}$	1.09

(10) 铸坯缓冷

连铸坯不得在冷床停留，及时入坑盖罩缓冷，缓冷坑使用前，先用其它热坯烘烤4小时以上，缓冷时间25小时。

(11) 轧制时加热温度： $1130\sim 1220^{\circ}\text{C}$ ，允许温差 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ，加热时间 $\geq 2.5$ 小时，既要保证钢坯加热均匀，又要防止脱碳和粘炉；开轧温度 $\geq 1080^{\circ}\text{C}$ ；加强对轧制节奏的控制，保证终轧温度 $\geq 850^{\circ}\text{C}$ ；轧后及时收集缓冷。

按本实施例方法制备的1#~4#试验钢的化学成分及性能数据表如下：

表2、试验钢化学成分表（重量%）

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	Al	Mo
1#	0.41	0.26	1.42	0.009	0.002	0.11	0.03	0.04	0	0.021	0.007
2#	0.39	0.22	1.47	0.01	0.001	0.11	0.03	0.04	0	0.018	0.01
3#	0.41	0.24	1.58	0.022	0.001	0.13	0.02	0.04	0.023	0.024	0.005
4#	0.40	0.28	1.45	0.015	0.001	0.13	0.03	0.05	0	0.03	0.009

表3、试验钢淬透性(HRC)参数表

	离开淬火端下列距离（mm）处的 HRC		
	J 1.5	J 9	J 15
1#	56.58609	29	20
2#	55.51678	33	24
3#	56.58609	32	23
4#	56.05578	28	20

表 4、钢材机械性能参数表

	屈服点 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	断后伸长率 (%)	断面收缩率 (%)	冲击吸收功 (J)
1#	805	920	14	51	98
2#	890	1010	15	52	110
3#	890	1010	14	47	102
4#	920	1050	13	47	108