



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107513661 A

(43)申请公布日 2017.12.26

(21)申请号 201710719496.1 *G22C 38/44*(2006.01)

(22)申请日 2017.08.21 *G22C 38/46*(2006.01)

(71)申请人 舞阳钢铁有限责任公司 *G22C 38/06*(2006.01)

地址 462500 河南省平顶山市舞钢市湖滨 *G21D 8/02*(2006.01)

大道西段 *G21D 1/18*(2006.01)

(72)发明人 陈起 邓建军 李杰 龙杰  
庞辉勇 桑德广 莫德敏 陈振业  
任鑫磊 吕建会 郭恒斌 张亚丽

(74)专利代理机构 石家庄冀科专利商标事务所  
有限公司 13108

代理人 赵红强

(51)Int. Cl.  
*G22C 38/02*(2006.01)

*G22C 38/04*(2006.01)

*G22C 38/58*(2006.01)

权利要求书2页 说明书6页

(54)发明名称

一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板及其生产方法

(57)摘要

本发明公开了一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板及其生产方法,钢板化学成分组成及质量百分含量为:C:0.18~0.23%,Si:0.60~0.80%,Mn:1.20~1.60%,P≤0.010%,S≤0.002%,Cr:0.85~1.15%,Mo:0.25~0.35%,Al:0.60~0.80%,Ni:0.20~0.30%,V:0.04~0.06%,余量为Fe和不可避免的杂质;钢板生产方法包括冶炼+连铸、电渣重熔、加热、轧制、扩氢、淬火、回火工序。本发明通过对钢板化学成分调整,结合合适的冶炼、加热、轧制、热处理等工艺技术,生产的钢板力学性能优良,耐腐蚀性能也显著提高。

1. 一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板,其特征在于,所述钢板化学成分组成及其质量百分含量为:C:0.18~0.23%,Si:0.60~0.80%,Mn:1.20~1.60%, $P \leq 0.010\%$ , $S \leq 0.002\%$ ,Cr:0.85~1.15%,Mo:0.25~0.35%,Al:0.60~0.80%,Ni:0.20~0.30%,V:0.04~0.06%,余量为Fe和不可避免的杂质。

2. 根据权利要求1所述的一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板,其特征在于,所述钢板厚度为8~40mm;钢板屈服强度 $\geq 1200\text{MPa}$ ,抗拉强度 $\geq 1400\text{MPa}$ ,延伸率 $A_{50} \geq 8\%$ ;板厚1/2处-40℃横向冲击功 $\geq 15\text{J}$ ;表面硬度为410-480HB,同板差不超过50HB;全厚度硬度HB,最大硬度与最小硬度差 $\leq 80\text{HB}$ ,且板厚1/2处硬度 $\geq 380\text{HB}$ 。

3. 基于权利要求1或2所述的一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板的生产方法,其特征在于,所述方法包括冶炼+连铸、电渣重熔、加热、轧制、扩氢、淬火、回火工序,连铸坯化学成分组成及其质量百分含量为:C:0.18~0.23%,Si:0.60~0.80%,Mn:1.20~1.60%, $P \leq 0.010\%$ , $S \leq 0.002\%$ ,Cr:0.85~1.15%,Mo:0.25~0.35%,Al:0.95~1.15%,Ni:0.20~0.30%,V:0.04~0.06%,余量为Fe和不可避免的杂质。

4. 根据权利要求4所述的一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板的生产方法,其特征在于,所述冶炼+连铸工序,钢水先经电炉或转炉冶炼,然后送入LF炉精炼,最后转入VD炉真空脱气处理,真空度 $\leq 66\text{Pa}$ ,真空保持时间为15~20min;冶炼后的钢水进行浇铸,得到连铸坯。

5. 根据权利要求4所述的一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板的生产方法,其特征在于,所述电渣重熔工序,采用自耗电极进行电渣重熔,五元渣系,结晶器断面为640mm,平均溶速在26~30kg/min,同时采用风冷加速冷却,电渣重熔后钢锭化学成分组成及其质量百分含量为:C:0.18~0.23%,Si:0.60~0.80%,Mn:1.20~1.60%, $P \leq 0.010\%$ , $S \leq 0.002\%$ ,Cr:0.85~1.15%,Mo:0.25~0.35%,Al:0.60~0.80%,Ni:0.20~0.30%,V:0.04~0.06%,余量为Fe和不可避免的杂质。

6. 根据权利要求4所述的一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板的生产方法,其特征在于,所述加热工序,温度 $< 900\text{℃}$ 时,升温速度为70~80℃/h,在900℃保温3~5h;温度 $\geq 900\text{℃}$ 时升温速度为80~100℃/h,在1150℃保温4~5h;继续加热至1240℃保温,保温时间为9~10min/cm。

7. 根据权利要求4所述的一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板的生产方法,其特征在于,所述轧制工序,采用双机架II型控轧工艺,第一阶段为粗轧阶段,开轧温度为1050~1150℃,道次压下率 $\geq 10\%$ ,累计压下率为30~50%,前四个道次进行除磷,每个除磷道次除磷水压力 $\geq 20\text{MPa}$ ;第二阶段为精轧阶段,开轧温度为900~950℃,累计压下率为50~70%,轧后水冷,返红温度为700~750℃,精轧阶段前三个道次进行除磷,每个除磷道次除磷水压力 $\geq 20\text{MPa}$ 。

8. 根据权利要求4所述的一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板的生产方法,其特征在于,所述扩氢工序,钢板轧后4h内、温度 $\geq 350\text{℃}$ 入缓冷坑,焖钢时间2h,焖钢温度为290~310℃;随后以 $\leq 60\text{℃/h}$ 的升温速度升温至620℃,保温72h,随炉冷却至200℃出炉,随炉冷却时间 $\geq 48\text{h}$ 。

9. 根据权利要求4所述的一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板的生产方法,其特征在于,所述淬火工序,淬火温度为840~850℃,保温时间:PLC+20~30min,淬火返红温度为100~200℃。

10. 根据权利要求4所述的一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板的生产方法,其特征在于,所述回火工序,回火温度为190~200℃,保温时间:4.1~4.6min/mm;回火后钢板带温切割,切

割温度 $\geq 80^{\circ}\text{C}$ ,切割后及时堆垛缓冷,堆垛缓冷时间 $\geq 48\text{h}$ 。

## 一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板及其生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于冶金技术领域,具体涉及一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板及其生产方法。

### 背景技术

[0002] 耐磨钢作为常用的工程机械用钢,广泛应用于矿山、煤矿、冶金等工程机械制造之中,因大多数矿山、煤矿等工作环境都具有一定的腐蚀性能,所以很多耐磨材料在工作中因腐蚀而失效。在此背景下,舞阳钢铁公司通过调整C、Mn、Cr、Mo、Ni等成分,通过提高Si、Al含量,降低P、S含量,采用合适的冶炼、轧制、热处理等技术,开发出了一种兼具耐腐蚀、高强高韧性能的耐磨钢。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是提供一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板;本发明还提供了一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板的生产方法。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明所采取的技术方案是:一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板,所述钢板化学成分组成及其质量百分含量为:C:0.18~0.23%,Si:0.60~0.80%,Mn:1.20~1.60%, $P \leq 0.010\%$ , $S \leq 0.002\%$ ,Cr:0.85~1.15%,Mo:0.25~0.35%,Al:0.60~0.80%,Ni:0.20~0.30%,V:0.04~0.06%,余量为Fe和不可避免的杂质。

[0005] 本发明所述钢板厚度为8~40mm;钢板屈服强度( $R_{p0.2}$ ) $\geq 1200\text{MPa}$ ,抗拉强度( $R_m$ ) $\geq 1400\text{MPa}$ ,延伸率 $A_{50} \geq 8\%$ ;板厚1/2处-40℃横向冲击功 $\geq 15\text{J}$ ;表面硬度为410-480HB,同板差不超过50HB;全厚度硬度HB,最大硬度与最小硬度差 $\leq 80\text{HB}$ ,且板厚1/2处硬度 $\geq 380\text{HB}$ 。

[0006] 本发明还提供了一种具有耐腐蚀性能耐磨钢板的生产方法,所述方法包括冶炼+连铸、电渣重熔、加热、轧制、扩氢、淬火、回火工序,连铸坯化学成分组成及其质量百分含量为:C:0.18~0.23%,Si:0.60~0.80%,Mn:1.20~1.60%, $P \leq 0.010\%$ , $S \leq 0.002\%$ ,Cr:0.85~1.15%,Mo:0.25~0.35%,Al:0.95~1.15%,Ni:0.20~0.30%,V:0.04~0.06%,余量为Fe和不可避免的杂质;因电渣重熔时Al烧损严重,根据经验参数,连铸坯经过电渣重熔后,Al烧损量约为0.35%。根据这一特点,制作电极的连铸坯Al含量设定为0.95%~1.15%。

[0007] 本发明所述冶炼+连铸工序,钢水先经电炉或转炉冶炼,然后送入LF炉精炼,最后转入VD炉真空脱气处理,真空度 $\leq 66\text{Pa}$ ,真空保持时间为15~20min;冶炼后的钢水进行浇铸,得到连铸坯。

[0008] 本发明所述电渣重熔工序,采用自耗电极进行电渣重熔,五元渣系,结晶器断面为640mm,平均溶速在26~30kg/min,同时采用风冷加速冷却,电渣重熔后钢锭化学成分组成及其质量百分含量为:C:0.18~0.23%,Si:0.60~0.80%,Mn:1.20~1.60%, $P \leq 0.010\%$ , $S \leq 0.002\%$ ,Cr:0.85~1.15%,Mo:0.25~0.35%,Al:0.60~0.80%,Ni:0.20~0.30%,V:0.04~0.06%,余量为Fe和不可避免的杂质。

[0009] 本发明所述加热工序,温度 $< 900^\circ\text{C}$ 时,升温速度为70~80℃/h,在900℃保温3~

5h;温度 $\geq 900^{\circ}\text{C}$ 时升温速度为 $80\sim 100^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,在 $1150^{\circ}\text{C}$ 保温 $4\sim 5\text{h}$ ;继续加热至 $1240^{\circ}\text{C}$ 保温,保温时间为 $9\sim 10\text{min}/\text{cm}$ 。

[0010] 本发明所述轧制工序,采用双机架II型控轧工艺,第一阶段为粗轧阶段,开轧温度为 $1050\sim 1150^{\circ}\text{C}$ ,道次压下率 $\geq 10\%$ ,累计压下率为 $30\sim 50\%$ ,前四个道次进行除磷,每个除磷道次除磷水压力 $\geq 20\text{MPa}$ ;第二阶段为精轧阶段,开轧温度为 $900\sim 950^{\circ}\text{C}$ ,累计压下率为 $50\sim 70\%$ ,轧后水冷,返红温度为 $700\sim 750^{\circ}\text{C}$ ,精轧阶段前三个道次进行除磷,每个除磷道次除磷水压力 $\geq 20\text{MPa}$ 。

[0011] 本发明所述扩氢工序,钢板轧后4h内、温度 $\geq 350^{\circ}\text{C}$ 入缓冷坑,焖钢时间2h,焖钢温度为 $290\sim 310^{\circ}\text{C}$ ;随后以 $\leq 60^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的升温速度升温至 $620^{\circ}\text{C}$ ,保温72h,随炉冷却至 $200^{\circ}\text{C}$ 出炉,随炉冷却时间 $\geq 48\text{h}$ 。

[0012] 本发明所述淬火工序,淬火温度为 $840\sim 850^{\circ}\text{C}$ ,保温时间:PLC+ $20\sim 30\text{min}$ ,淬火返红温度为 $100\sim 200^{\circ}\text{C}$ 。

[0013] 本发明所述回火工序,回火温度为 $190\sim 200^{\circ}\text{C}$ ,保温时间: $4.1\sim 4.6\text{min}/\text{mm}$ ;回火后钢板带温切割,切割温度 $\geq 80^{\circ}\text{C}$ ,切割后及时堆垛缓冷,堆垛缓冷时间 $\geq 48\text{h}$ 。

[0014] 本发明具有耐腐蚀性能耐磨钢板满足NB/T 47013.1-2015I级要求。钢板性能检测方法参考GB/T24186-2009工程机械用高强度耐磨钢板。

[0015] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:1、本发明通过调整C、Mn、Cr、Mo、Ni等成分,提高Si、Al含量,降低P、S含量,采用合适的冶炼、加热、轧制、热处理等工艺技术,获得了均匀细小的组织结构和优良的力学性能,同时钢板的耐腐蚀性能也得到显著提高。2、本发明方法生产所得钢板 $R_{p0.2}\geq 1200\text{MPa}$ ;  $R_m\geq 1400\text{MPa}$ ;  $A_{50}\geq 8\%$ ;板厚1/2处 $-40^{\circ}\text{C}$ 时横冲击功 $\geq 15\text{J}$ ;表面硬度为 $410\text{HB}\sim 480\text{HB}$ ,同板差不超过 $50\text{HB}$ ;全厚度硬度,最大硬度与最小硬度差 $\leq 80\text{HB}$ ,且板厚1/2处硬度 $\geq 390\text{HB}$ ;钢板满足NB/T 47013.1-2015I级要求。3、本发明方法生产的钢板可广泛用于在酸性环境下作业的大型履带式起重机臂、挖掘机等设备的关键部位。

## 具体实施方式

[0016] 下面结合具体实施例对本发明作进一步详细的说明。

### [0017] 实施例1

本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的厚度为 $8\text{mm}$ ,其化学成分组成及其质量百分含量见表1。

[0018] 本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的生产方法包括冶炼+连铸、电渣重熔、加热、轧制、扩氢、淬火、回火工序,具体工艺步骤如下所述:

(1) 冶炼+连铸工序:钢水先经电炉或转炉冶炼,然后送入LF炉精炼,最后转入VD炉真空脱气处理,真空度 $65\text{Pa}$ ,真空保持时间为 $16\text{min}$ ;冶炼后的钢水进行浇铸,得到连铸坯,铸坯厚度为 $200\text{mm}$ ,连铸坯化学成分组成及其质量百分含量见表2;

(2) 电渣重熔工序:采用自耗电极进行电渣重熔,五元渣系,结晶器断面为 $640\text{mm}$ ,平均溶速在 $26\text{kg}/\text{min}$ ,同时采用风冷加速冷却,电渣重熔后钢锭化学成分组成及其质量百分含量为见表1;

(3) 加热工序:温度 $< 900^{\circ}\text{C}$ 时,升温速度为 $70^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,在 $900^{\circ}\text{C}$ 保温 $3\text{h}$ ;温度 $\geq 900^{\circ}\text{C}$ 时升温

速度为80℃/h,在1150℃保温4h;继续加热至1240℃保温,保温时间为9.1min/cm;

(4) 轧制工序:采用双机架Ⅱ型控轧工艺,第一阶段为粗轧阶段,开轧温度为1060℃,道次压下率11%,累计压下率为31%,前四个道次进行除磷,每个除磷道次除磷水压力分别为22.3MPa、22MPa、22.5MPa、23MPa;第二阶段为精轧阶段,开轧温度为900℃,累计压下率为69%,轧后水冷,返红温度为700℃,精轧阶段前三个道次进行除磷,每个除磷道次除磷水压力分别为22.5MPa、20.5MPa、20.3MPa;

(5) 扩氢工序:钢板轧后3h、温度360℃入缓冷坑,焖钢时间2h,焖钢温度为291℃;随后以55℃/h的升温速度升温至620℃,保温72h,随炉冷却至200℃出炉,随炉冷却51h;

(6) 淬火工序:淬火温度为840℃,保温时间:PLC+20min,淬火返红温度为101℃;

(7) 回火工序:回火温度为190℃,保温时间:4.1min/mm;回火后钢板带温切割,切割温度80℃,切割后及时堆垛缓冷,堆垛缓冷48h。

[0019] 本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的力学性能见表3。

[0020] 实施例2

本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的厚度为25mm,其化学成分组成及其质量百分含量见表1。

[0021] 本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的的生产方法包括冶炼+连铸、电渣重熔、加热、轧制、扩氢、淬火、回火工序,具体工艺步骤如下所述:

(1) 冶炼+连铸工序:钢水先经电炉或转炉冶炼,然后送入LF炉精炼,最后转入VD炉真空脱气处理,真空度65.1Pa,真空保持时间为20min;冶炼后的钢水进行浇铸,得到连铸坯,铸坯厚度为200mm,连铸坯化学成分组成及其质量百分含量见表2;

(2) 电渣重熔工序:采用自耗电极进行电渣重熔,五元渣系,结晶器断面为640mm,平均溶速在27kg/min,同时采用风冷加速冷却,电渣重熔后钢锭化学成分组成及其质量百分含量为见表1;

(3) 加热工序:温度<900℃时,升温速度为75℃/h,在900℃保温4h;温度≥900℃时升温速度为90℃/h,在1150℃保温4.5h;继续加热至1240℃保温,保温时间为9.6min/cm;

(4) 轧制工序:采用双机架Ⅱ型控轧工艺,第一阶段为粗轧阶段,开轧温度为1100℃,道次压下率10.5%,累计压下率为40%,前四个道次进行除磷,每个除磷道次除磷水压力分别为22.2MPa、22.6MPa、22.7MPa、23.1MPa;第二阶段为精轧阶段,开轧温度为920℃,累计压下率为60%,轧后水冷,返红温度为720℃,精轧阶段前三个道次进行除磷,每个除磷道次除磷水压力分别为20.5MPa、20.7MPa、20.9MPa;

(5) 扩氢工序:钢板轧后2.5h、温度350℃入缓冷坑,焖钢时间2h,焖钢温度为300℃;随后以56℃/h的升温速度升温至620℃,保温72h,随炉冷却至200℃出炉,随炉冷却49h;

(6) 淬火工序:淬火温度为845℃,保温时间:PLC+25min,淬火返红温度为150℃;

(7) 回火工序:回火温度为195℃,保温时间:4.3min/mm;回火后钢板带温切割,切割温度83℃,切割后及时堆垛缓冷,堆垛缓冷49h。

[0022] 本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的力学性能见表3。

[0023] 实施例3

本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的厚度为40mm,其化学成分组成及其质量百分含量见表1。

[0024] 本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的生产方法包括冶炼+连铸、电渣重熔、加热、轧制、扩氢、淬火、回火工序,具体工艺步骤如下所述:

(1) 冶炼+连铸工序:钢水先经电炉或转炉冶炼,然后送入LF炉精炼,最后转入VD炉真空脱气处理,真空度65.7Pa,真空保持时间为18min;冶炼后的钢水进行浇铸,得到连铸坯,铸坯厚度为200mm,连铸坯化学成分组成及其质量百分含量见表2;

(2) 电渣重熔工序:采用自耗电极进行电渣重熔,五元渣系,结晶器断面为640mm,平均溶速在30kg/min,同时采用风冷加速冷却,电渣重熔后钢锭化学成分组成及其质量百分含量为见表1;

(3) 加热工序:温度 $<900^{\circ}\text{C}$ 时,升温速度为 $80^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,在 $900^{\circ}\text{C}$ 保温5h;温度 $\geq 900^{\circ}\text{C}$ 时升温速度为 $100^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,在 $1150^{\circ}\text{C}$ 保温5h;继续加热至 $1240^{\circ}\text{C}$ 保温,保温时间为10min/cm;

(4) 轧制工序:采用双机架II型控轧工艺,第一阶段为粗轧阶段,开轧温度为 $1150^{\circ}\text{C}$ ,道次压下率12%,累计压下率为50%,前四个道次进行除磷,每个除磷道次除磷水压力分别为21.3MPa、20.2MPa、22.7MPa、21MPa;第二阶段为精轧阶段,开轧温度为 $950^{\circ}\text{C}$ ,累计压下率为50%,轧后水冷,返红温度为 $750^{\circ}\text{C}$ ,精轧阶段前三个道次进行除磷,每个除磷道次除磷水压力分别为21.5MPa、20.8MPa、22.4MPa;

(5) 扩氢工序:钢板轧后3.5h、温度 $380^{\circ}\text{C}$ 入缓冷坑,焖钢时间2h,焖钢温度为 $310^{\circ}\text{C}$ ;随后以 $49^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的升温速度升温至 $620^{\circ}\text{C}$ ,保温72h,随炉冷却至 $200^{\circ}\text{C}$ 出炉,随炉冷却50h;

(6) 淬火工序:淬火温度为 $850^{\circ}\text{C}$ ,保温时间:PLC+30min,淬火返红温度为 $200^{\circ}\text{C}$ ;

(7) 回火工序:回火温度为 $200^{\circ}\text{C}$ ,保温时间:4.6min/mm;回火后钢板带温切割,切割温度 $90^{\circ}\text{C}$ ,切割后及时堆垛缓冷,堆垛缓冷50h。

[0025] 本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的力学性能见表3。

[0026] 实施例4

本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的厚度为15mm,其化学成分组成及其质量百分含量见表1。

[0027] 本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的生产方法包括冶炼+连铸、电渣重熔、加热、轧制、扩氢、淬火、回火工序,具体工艺步骤如下所述:

(1) 冶炼+连铸工序:钢水先经电炉或转炉冶炼,然后送入LF炉精炼,最后转入VD炉真空脱气处理,真空度66MPa,真空保持时间为15min;冶炼后的钢水进行浇铸,得到连铸坯,铸坯厚度为200mm,连铸坯化学成分组成及其质量百分含量见表2;

(2) 电渣重熔工序:采用自耗电极进行电渣重熔,五元渣系,结晶器断面为640mm,平均溶速在30kg/min,同时采用风冷加速冷却,电渣重熔后钢锭化学成分组成及其质量百分含量为见表1;

(3) 加热工序:温度 $<900^{\circ}\text{C}$ 时,升温速度为 $73^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,在 $900^{\circ}\text{C}$ 保温3.5h;温度 $\geq 900^{\circ}\text{C}$ 时升温速度为 $85^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,在 $1150^{\circ}\text{C}$ 保温4.5h;继续加热至 $1240^{\circ}\text{C}$ 保温,保温时间为9min/cm;

(4) 轧制工序:采用双机架II型控轧工艺,第一阶段为粗轧阶段,开轧温度为 $1050^{\circ}\text{C}$ ,道次压下率10%,累计压下率为30%,前四个道次进行除磷,每个除磷道次除磷水压力分别为21.3MPa、20.0MPa、21.7MPa、21MPa;第二阶段为精轧阶段,开轧温度为 $910^{\circ}\text{C}$ ,累计压下率为70%,轧后水冷,返红温度为 $720^{\circ}\text{C}$ ,精轧阶段前三个道次进行除磷,每个除磷道次除磷水压力分别为20.3MPa、20.0MPa、20.7MPa;

(5) 扩氢工序: 钢板轧后4h、温度390℃入缓冷坑, 焖钢时间2h, 焖钢温度为290℃; 随后以60℃/h的升温速度升温至620℃, 保温72h, 随炉冷却至200℃出炉, 随炉冷却48h;

(6) 淬火工序: 淬火温度为843℃, 保温时间: PLC+22min, 淬火返红温度为100℃;

(7) 回火工序: 回火温度为193℃, 保温时间: 4.2min/mm; 回火后钢板带温切割, 切割温度85℃, 切割后及时堆垛缓冷, 堆垛缓冷50h。

[0028] 本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的力学性能见表3。

[0029] 实施例5

本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的厚度为20mm, 其化学成分组成及其质量百分含量见表1。

[0030] 本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的生产方法包括冶炼+连铸、电渣重熔、加热、轧制、扩氢、淬火、回火工序, 具体工艺步骤如下所述:

(1) 冶炼+连铸工序: 钢水先经电炉或转炉冶炼, 然后送入LF炉精炼, 最后转入VD炉真空脱气处理, 真空度55Pa, 真空保持时间为17min; 冶炼后的钢水进行浇铸, 得到连铸坯, 铸坯厚度为200mm, 连铸坯化学成分组成及其质量百分含量见表2;

(2) 电渣重熔工序: 采用自耗电极进行电渣重熔, 五元渣系, 结晶器断面为640mm, 平均溶速在28kg/min, 同时采用风冷加速冷却, 电渣重熔后钢锭化学成分组成及其质量百分含量为见表1;

(3) 加热工序: 温度<900℃时, 升温速度为77℃/h, 在900℃保温4.5h; 温度≥900℃时升温速度为95℃/h, 在1150℃保温5h; 继续加热至1240℃保温, 保温时间为9.5min/cm;

(4) 轧制工序: 采用双机架II型控轧工艺, 第一阶段为粗轧阶段, 开轧温度为1090℃, 道次压下率15%, 累计压下率为45%, 前四个道次进行除磷, 每个除磷道次除磷水压力分别为21.3MPa、22.1MPa、20.0MPa、20.8MPa; 第二阶段为精轧阶段, 开轧温度为920℃, 累计压下率为60%, 轧后水冷, 返红温度为725℃, 精轧阶段前三个道次进行除磷, 每个除磷道次除磷水压力分别为21.3MPa、20.0MPa、20.8MPa;

(5) 扩氢工序: 钢板轧后3h、温度355℃入缓冷坑, 焖钢时间2h, 焖钢温度为295℃; 随后以54℃/h的升温速度升温至620℃, 保温72h, 随炉冷却至200℃出炉, 随炉冷却55h;

(6) 淬火工序: 淬火温度为848℃, 保温时间: PLC+27min, 淬火返红温度为120℃;

(7) 回火工序: 回火温度为197℃, 保温时间: 4.4min/mm; 回火后钢板带温切割, 切割温度90℃, 切割后及时堆垛缓冷, 堆垛缓冷55h。

[0031] 本实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板的力学性能见表3。

[0032] 表1 实施例1-5钢板及电渣重熔后钢锭化学成分及质量百分含量(%)

实施 例	钢板厚度 mm	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	Al
1	8	0.18	0.61	1.23	0.010	0.002	0.88	0.26	0.21	0.041	0.62
2	25	0.20	0.70	1.45	0.008	0.002	1.01	0.29	0.25	0.051	0.70
3	40	0.22	0.79	1.57	0.005	0.001	1.14	0.34	0.29	0.059	0.80
4	15	0.23	0.60	1.20	0.007	0.002	0.85	0.25	0.20	0.040	0.60
5	20	0.21	0.80	1.60	0.06	0.01	1.15	0.35	0.30	0.060	0.80

上述实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板成分余量为Fe和不可避免的杂质。

[0033] 表2 实施例 1-5连铸坯化学成分及质量百分含量(%)

实施 例	钢板厚度 mm	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	Al
1	8	0.18	0.61	1.26	0.010	0.002	0.88	0.26	0.21	0.041	0.97
2	25	0.20	0.70	1.47	0.008	0.002	1.01	0.29	0.25	0.051	1.04
3	40	0.22	0.79	1.57	0.005	0.001	1.14	0.34	0.29	0.059	1.15
4	15	0.23	0.60	1.20	0.007	0.002	0.85	0.25	0.20	0.040	1.11
5	20	0.21	0.80	1.60	0.06	0.01	1.15	0.35	0.30	0.060	0.95

上述实施例具有耐腐蚀性能耐磨钢板成份余量为Fe和不可避免的杂质。

[0034] 表3 实施例1-5具有耐腐蚀性能耐磨钢板力学性能

实施 例	R <sub>eL</sub> , Mpa	R <sub>m</sub> ,MPa	A <sub>5.6</sub> , %	板厚 1/2 处 -40℃横向冲 击功,J			表面三点硬度, HB			全厚度硬度, HB				
				上 表	上 1/4	1/2	下 1/4	下 表	上 表	上 1/4	1/2	下 1/4	下 表	
1	1230	1460	12	45	51	41	415	443	453	432	418	400	425	451
2	1310	1580	13	60	52	53	432	456	470	447	421	419	433	448
3	1275	1512	10	58	47	41	425	435	461	439	429	401	421	436
4	1285	1482	11	55	49	46	419	432	441	442	427	413	435	443
5	1301	1535	12	53	51	47	439	451	460	435	421	409	436	431

由表3数据可知,本发明方法生产的具有耐腐蚀性能耐磨钢板力学性能优良,钢板满足NB/T 47013.1-2015I级要求,可广泛用于在酸性环境下作业的大型履带式起重机臂、挖掘机等设备的关键部位。

[0035] 以上实施例仅用以说明而非限制本发明的技术方案,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明进行修改或者等同替换,而不脱离本发明的精神和范围的任何修改或局部替换,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。