



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109136779 B

(45)授权公告日 2020.05.19

(21)申请号 201810924896.0

(22)申请日 2018.08.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109136779 A

(43)申请公布日 2019.01.04

(73)专利权人 山东建筑大学
地址 250101 山东省济南市历城区临港开发区凤鸣路1000号

(72)发明人 景财年 丁啸云 邢兆贺

(51)Int.Cl.

G22C 38/04(2006.01)

G22C 38/02(2006.01)

G22C 38/06(2006.01)

G22C 38/12(2006.01)

G21D 8/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 106893832 A,2017.06.27,

CN 103361547 A,2013.10.23,

CN 104532126 A,2015.04.22,

JP H01279709 A,1989.11.10,

审查员 张芳

权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种马氏体基体1100MPa级稀土Q&P钢制备方法

(57)摘要

本发明涉及一种马氏体基体1100MPa级稀土Q&P钢制备方法,其成分为C:0.15~0.22%,Si:0.60~1.70%,Mn:1.10~2.40%,Mo:0.1~0.5%,Al:0.1~0.5%,V:0.05~0.11%,Y:0.01~0.05%,P:0.02~0.04%,S≤0.005%,Nb:0.040~0.0700%,N≤0.0060%,B:0.001~0.006%,余量为Fe和不可避免的杂质。配料后经转炉冶炼,真空炉精炼、连铸得到铸坯,后在电弧熔炼炉中加入微量合金元素粉末,得到二次铸坯,加热后热轧;酸洗后冷轧;随后加热到双相区保温;碳配分及回火得到最终组织。本发明通过适量多种有益合金元素,降低了传统钢种中C、Si、Mn等元素的含量,增强了焊接性和耐蚀性,细化晶粒,生产的钢板具备良好的综合力学性能,有利于汽车轻量化和节能减排。

1. 一种基于淬火马氏体制备1100MPa级稀土合金Q&P钢制备方法,其特征在于化学成分的重量百分比含量为:C:0.15~0.22%,Si:0.60~1.70%,Mn:1.10~2.40%,Mo:0.1~0.5%,Al:0.1~0.5%,V:0.05~0.11%,Y:0.01~0.05%,P:0.02~0.04%, $S \leq 0.005\%$,Nb:0.040~0.0700%, $N \leq 0.0060\%$,B:0.001~0.006%,余量为Fe和不可避免的杂质;具体制备步骤如下:

(1) 冶炼过程:按照成分配方,配料后经过转炉冶炼,真空炉二次精炼、铸造得到铸坯;

(2) 微量元素熔入过程:在电弧熔炼炉中加入微量Mo、Al、V、Y、Nb、N、B合金元素粉末,得到二次铸坯;

(3) 热轧过程:将铸坯使用加热炉加热到1100~1150℃并进行保温1~3h,随后进行热轧,终轧温度为820~880℃,卷取温度550~650℃,所获得的钢板厚度为1.5~3.0mm,后水淬到室温;

(4) 冷轧过程:酸洗后进行多道次冷轧,获得厚度为1.2~1.5mm的钢板;

(5) 两相区锰配分过程:将材料以10~30℃/s加热到 A_{C3} 和 A_{C1} 之间某一温度并保温3~15min后水淬至室温;

(6) 一次碳配分过程:将材料在 M_s 与 M_f 之间某一温度 T_0 进行保温10~300s,后将材料水淬至室温;

(7) 二次碳配分过程:将材料在 M_s 与 M_f 之间某一低于 T_0 的温度 T_1 ,保温10~300s,后将材料水淬至室温。

2. 根据权利要求1中所述一种基于淬火马氏体制备1100MPa级稀土合金Q&P钢制备方法,其特征是:所述的将材料水淬至室温,其冷却速率及所用冷却介质由具体配方的马氏体临界冷却速率所决定。

3. 根据权利要求1中所述一种基于淬火马氏体制备1100MPa级稀土合金Q&P钢制备方法,其特征是:第一次碳配分温度略高于第二次碳配分的温度。

一种马氏体基体1100MPa级稀土Q&P钢制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种钢铁冶金及制造领域,特别涉及一种马氏体基体1100MPa级稀土Q&P钢制备方法。

背景技术

[0002] 根据公安部数据,截至2017年底,全国机动车保有量达3.10亿辆。2017年在公安交通管理部门新注册登记的机动车3352万辆,创历史新高。汽车保有量达2.17亿辆,与2016年相比,全年增加2304万辆,增长11.85%。汽车占机动车的比率持续提高,近五年占比从54.93%提高至70.17%,已成为机动车构成主体。同时,相关试验表明,汽车的质量每减轻10%,油耗可下降6%~8%,同时排放量下降4%。

[0003] 目前,我国虽然连续9年获得世界汽车销量第一,可是千人均汽车保有量才140辆,与发达国家相差甚远,仍有巨大空间。因此对先进高强钢提出了更高的要求。先进高强度钢则在传统强化手段的基础上充分发挥了相变强化的作用,同时配合以适当的热处理工艺手段,获得含有马氏体、贝氏体、铁素体和残余奥氏体的两相或更多相的复相组织,使得各相组织充分发挥自身特点,而各自的缺点或不足则由于其它相的存在而被削弱或消除,从而达到提高钢材综合性能的目的。近年研究开发的具有代表性的先进高强钢包括马氏体(M)钢、双相(DP)钢、相变诱发塑性(TRIP)钢、无碳化物贝氏体/马氏体复相(CFB/M)钢,孪晶诱发塑性(TWIP)钢及纳米贝氏体(B)钢等。Q&P钢作为具有良好综合力学性能的先进高强钢被广泛的关注与研究。

[0004] 现行的Q&P钢生产工艺具有以下问题:(1)多为将现有钢种进行完全退火后进行淬火-配分处理,即材料会经过两次完全奥氏体化,一方面会造成极大的能源浪费,另一方面在完全退火过程中也会浪费大量的时间;(2)为了降低成本,仅仅通过调控C元素的含量,并利用Mn、Si元素进行简单地组织调整。但是,过高的C元素含量在增加脆性的同时会严重影响焊接性能;(3)部分高强钢只注重了强度或者塑性,强塑积较低,无法满足现代汽车的需求;(4)热处理工艺复杂,生产技术要求较高,实现产业化需要购入价格高昂的新型仪器,设备管理维护成本也相对较高。

发明内容

[0005] 为了改善和解决上述不足,本发明通过对钢铁原始成分和处理工艺的合理设计,提供一种马氏体基体1100MPa级稀土Q&P钢制备方法,可大幅提高综合力学性能,减少工艺步骤节约能源,具有成本低,生产效率高的特点。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采取的技术方案为:

[0007] 本发明成分设计如下:C:0.15~0.22%,Si:0.60~1.70%,Mn:1.10~2.40%,Mo:0.1~0.5%,Al:0.1~0.5%,V:0.05~0.11%,Y:0.01~0.05%,P:0.02~0.04%,S≤0.005%,Nb:0.040~0.0700%,N≤0.0060%,B:0.001~0.006%,余量为Fe和不可避免的杂质。

[0008] 成分设计原理如下:

[0009] C:含碳量越高,钢的硬度和强度就越高,但是它的可塑性和韧性就越差.当碳量超过0.23%时,钢的焊接性能会出现显著的下降,同时碳量的提高还会降低钢的耐大气腐蚀能力,在露天料场的高碳钢就易锈蚀;此外,碳能增加钢的冷脆性和时效敏感性.因此,本发明设计的C元素含量为0.15~0.22%;

[0010] Si:硅是炼钢时作为脱氧剂而加入钢中的元素.硅与钢水中的FeO能结成密度较小的硅酸盐炉渣而被除去,因此硅是一种有益的元素.硅在钢中溶于铁素体内使钢的强度、硬度增加,塑性、韧性降低.硅能显著提高钢的弹性极限,屈服点和抗拉强度.由于钢中硅含量不超过0.5%时,对钢性能影响不大,因此本发明设计的Si元素含量为0.60~1.70%;

[0011] Mn:锰是炼钢时作为脱氧剂加入钢中的.由于锰可以与硫形成高熔点(1600℃)的MnS,一定程度上消除了硫的有害作用.锰具有很好的脱氧能力,能够与钢中的FeO成为MnO进入炉渣,从而改善钢的品质,特别是降低钢的脆性,提高钢的强度和硬度.因此,锰在钢中是一种有益元素,加入0.70%以上时可以有效地提高钢的淬性,改善钢的热加工性能.但是,锰量过高,减弱钢的抗腐蚀能力,降低焊接性能,因此本发明设计的Mn元素含量为1.10~2.40%;

[0012] Mo:可明显的提高钢的淬透性和热强性,防止回火脆性,提高剩磁和矫顽力,使钢的晶粒细化,在高温时保持足够的强度和抗蠕变能力.钢中加入钼,能提高机械性能,还可以抑制合金钢由于回火而引起的脆性,一定程度上还可以提升抗腐蚀能力,因此,本发明设计的Mo元素含量为0.1~0.5%;

[0013] Al:能细化钢的晶粒组织,阻抑低碳钢的时效.提高钢在低温下的韧性,还能提高钢的抗氧化性,提高钢的耐磨性和疲劳强度等.因此,本发明设计的Al元素含量为0.1~0.5%;

[0014] V:细化晶粒作用强,可提高钢的强度和韧性,减小过热敏感性,提高热稳定性.提高M体的回火稳定性.一般VC的弥散度很高,且极稳定.所以可以脱氧、脱气.得到致密细晶组织,提高塑性、韧性及高强度,其冲击性能和疲劳强度都较无V钢高,在高温及低温(<0℃)均有高强度、韧性.由于碳化钒的高度分散阻止焊缝晶粒粗大,所以可改善钢的可焊性能,但加热到VC溶解温度后即会引起钢晶强烈长大,因此本发明设计的V元素含量为0.05~0.11%;

[0015] Y:有脱气、脱硫和消除其他有害杂质作用,改善钢的铸态组织,极低的含量可提高抗氧化性、高温强度及蠕变强度,增加耐蚀性,因此,本发明设计的Y元素含量为0.01~0.05%;

[0016] N:铁素体溶解氮的能力很低.当钢中溶有过饱和的氮,在放置较长一段时间后或随后在200~300℃加热就会发生氮以氮化物形式的析出,并使钢的硬度、强度提高,塑性下降,发生时效.钢液中加入Al、Ti或V进行固氮处理,使氮固定在AlN、TiN或VN中,可消除时效倾向.因此本发明设计的N元素含量为0.006%;

[0017] S:硫来源于炼钢的矿石与燃料焦炭.它是钢中的一种有害元素.硫以硫化铁(FeS)的形态存在于钢中,FeS和Fe形成低熔点(985℃)化合物.而钢材的热加工温度一般在1150~1200℃以上,所以当钢材热加工时,由于FeS化合物的过早熔化而导致工件开裂,这种现象称为“热脆”.含硫量愈高,热脆现象愈严重,故必须对钢中含硫量进行控制.因此本

发明设计的S元素含量为 $\leq 0.005\%$;

[0018] B:当钢中含有微量的(0.001—0.005%)硼时,钢的淬透性可以成倍的提高,此时对其它性能等无影响或影响甚小,但是含B量超过0.007%时,容易引起脆性,因此,本发明设计的B元素含量为0.001~0.006%。

[0019] 一种马氏体基体1100MPa级稀土Q&P钢制备方法,其步骤如下:

[0020] (1)冶炼过程:按照本发明所给出的成分配方,配料后经过转炉冶炼,真空炉二次精炼、连铸得到铸坯,所述铸坯的化学成分及重量百分含量为:C:0.15~0.22%,Si:0.60~1.70%,Mn:1.10~2.40%,Mo:0.1~0.5%,Al:0.1~0.5%,P:0.02~0.04%,S $\leq 0.005\%$,N $\leq 0.0060\%$,余量为Fe和不可避免的杂质;

[0021] (2)微量元素熔入过程:在电弧熔炼炉中加入微量合金元素粉末,得到二次铸坯,所得铸坯的化学成分近重量百分比含量为:C:0.15~0.22%,Si:0.60~1.70%,Mn:1.10~2.40%,Mo:0.1~0.5%,Al:0.1~0.5%,V:0.05~0.11%,Y:0.01~0.05%,P:0.02~0.04%,S $\leq 0.005\%$,Nb:0.040~0.0700%,N $\leq 0.0060\%$,B:0.001~0.006%,余量为Fe和不可避免的杂质;

[0022] (3)热轧过程:将铸坯使用加热炉加热到1100—1150℃并进行保温一段时间,随后进行热轧,后水淬到室温;

[0023] (4)冷轧过程:酸洗后进行多道次冷轧,获得目标厚度的钢板;

[0024] (5)两相区锰配分过程:将材料以一定速率加热到 A_{c3} 和 A_{c1} (双相区)之间某一温度并保温一段时间后水淬至室温;

[0025] (6)一次碳配分过程:将材料在 M_s 与 M_f 之间某一温度 T_0 进行保温一段时间,后将材料水淬至室温;

[0026] (7)二次碳配分过程:将材料在 M_s 与 M_f 之间某一温度 T_1 (T_1 温度比 T_0 稍低)进行保温一段时间,后将材料水淬至室温。

[0027] 所述的一种马氏体基体1100MPa级稀土Q&P钢制备方法的步骤(1)中铸造过程采用连续铸造工艺;

[0028] 所述的一种马氏体基体1100MPa级稀土Q&P钢制备方法的步骤(2)中合金粉末主要成分为Mo、Al、V、Y、Nb、N、B;

[0029] 所述的一种马氏体基体1100MPa级稀土Q&P钢制备方法的步骤(3)中终轧温度为820—880℃,卷取温度550—650℃,所获得的钢板厚度为1.8—2.0mm;

[0030] 所述的一种马氏体基体1100MPa级稀土Q&P钢制备方法的步骤(4)中冷轧所获得的钢板厚度为1.2—1.5mm,优选的,酸洗步骤如下:第一步酸洗→流水洗→第二步酸洗→流水洗→转入下道工序;

[0031] 所述的一种马氏体基体1100MPa级稀土Q&P钢制备方法的步骤(5)中 A_{c3} 和 A_{c1} 由热膨胀仪试验得出并将误差考虑在内;

[0032] 所述的一种马氏体基体1100MPa级稀土Q&P钢制备方法的步骤(5)(6)(7)步骤中的冷却速率由热膨胀仪测定的静态CCT曲线(膨胀量—温度曲线)决定,通过静态CCT曲线可以得到马氏体相变的临界冷却速率;

[0033] 所述的一种马氏体基体1100MPa级稀土Q&P钢制备方法的步骤(6)(7)中保温一段时间为10~300 s。

[0034] 本发明的有益效果如下：

[0035] (1) 在热轧淬火状态下，冷轧后直接进行Q&P工艺，而非一般性的先进行一部完全退火获得珠光体为主的组织。取消一步完全退火，一方面节省了能源，另一方面免除了退火冷却的长时间等待；

[0036] (2) 加入适量的微量合金元素，一方面促进晶粒细化，利用细晶强化增强了钢板的综合力学性能；另一方面降低了碳锰元素含量，降低钢板的焊接难度；

[0037] (3) 通过两次马氏体相变过程，切割晶粒，达到晶粒细化的效果，同时促进C元素的分配过程并强化残余奥氏体的稳定性；

[0038] (4) 采用连铸工艺，冷却速度快、连续拉坯、浇铸条件可控、稳定，因此铸坯内部组织均匀、致密、偏析少、性能也稳定；

[0039] (5) 采用两次碳配分，使碳元素获得充足的利用，充分稳定残余奥氏体，获得良好的综合力学性能。

附图说明

[0040] 图1是本发明热处理工艺流程图。

[0041] 图2是本发明的实施例1的金相组织照片。

[0042] 图中，1、冶炼熔铸过程，2、微量合金元素熔入过程，3、加热保温过程，4、热轧过程，5、冷轧过程，6、双相区碳锰综合配分，7、一次碳配分过程，8、二次碳配分过程，9、Ac₃线代表加热时铁素体转变为奥氏体的终了温度，10、Ac₁线代表加热时珠光体转变为奥氏体的温度，11、M_f线表示马氏体转变终了温度，12、M_s线表示马氏转变开始温度。

[0043] 具体实施方式：

[0044] 下面结合附图和实施例详细说明具体实施方式，如附图1-2所示。

[0045] 本发明实施例中的金相试样在光学显微镜下拍摄而获得微观组织照片；拉伸试样按照ASTME8标准制得，并利用WDW-100E型电子万能试验机在室温下以1mm/min的拉伸速率进行拉伸测试，经测试并计算获得各试样的抗拉强度、断后伸长率和强塑性。

[0046] 实施例1

[0047] 实际生产中采用的材料成分与重量百分比为C:0.18%，Si:0.80%，Mn:1.70%，Mo:0.30%，Al:0.20%，V:0.05%，Y:0.01%，P:0.02%，S≤0.005%，Nb:0.040%，N≤0.0060%，B:0.001%，余量为Fe和不可避免的杂质，其工艺过程包含如下步骤：

[0048] (1) 冶炼过程：按照本发明所给出的成分配方，配料后经过转炉冶炼，真空炉二次精炼、连铸得到铸坯，所述铸坯的化学成分及重量百分含量为：C:0.18%，Si:0.80%，Mn:1.70%，Mo:0.30%，Al:0.20%，P:0.02%，S≤0.005%，N≤0.0060%，余量为Fe和不可避免的杂质；

[0049] (2) 微量元素熔入过程：在电弧熔炼炉中加入微量合金元素粉末，得到二次铸坯，所得铸坯的化学成分近重量百分比含量为：C:0.18%，Si:0.80%，Mn:1.70%，Mo:0.30%，Al:0.20%，V:0.05%，Y:0.01%，P:0.02%，S≤0.005%，Nb:0.040%，N≤0.0060%，B:0.001%，余量为Fe和不可避免的杂质；

[0050] (3) 热轧过程：将铸坯使用加热炉加热到1100℃并进行保温1.5 h，随后进行热轧，终轧温度为860℃，卷取温度650℃钢板厚度为1.8mm，后水淬到室温；

[0051] (4) 冷轧过程:酸洗后进行六道次冷轧,获得目标厚度1.2 mm钢板;

[0052] (5) 两相区锰配分过程:将材料以10℃每分钟的速率加热到770℃并保温200 s后水淬至室温;

[0053] (6) 一次碳配分过程:将材料以10℃每分钟的速率加热到300℃并保温120 s,后将材料水淬至室温;

[0054] (7) 二次碳配分过程:将材料以10℃每分钟的速率加热到280℃并保温90 s,后将材料水淬至室温。

[0055] 图2为金相组织图片,可判断处理后组织由马氏体、粒状铁素体和残余奥氏体组成。断后伸长率达到21.08 %,抗拉强度1141.06 MPa,强塑积23.9 GPa%。

[0056] 实施例2

[0057] 实际生产中采用的材料成分与重量百分比为C:0.18%,Si:1.10%,Mn:1.90%,Mo:0.1%,Al:0.18%,V:0.05%,Y:0.02%,P:0.03%,S≤0.005%,Nb:0.050%,N≤0.0060%,B:0.001%,余量为Fe和不可避免的杂质,其工艺过程包含如下步骤:

[0058] (1) 冶炼过程:按照本发明所给出的成分配方,配料后经过转炉冶炼,真空炉二次精炼、连铸得到铸坯,所述铸坯的化学成分及重量百分含量为:C:0.18%,Si:1.10%,Mn:1.90%,Mo:0.1%,Al:0.18%,P:0.03%,S≤0.005%,N≤0.0060%,余量为Fe和不可避免的杂质;

[0059] (2) 微量元素熔入过程:在电弧熔炼炉中加入微量合金元素粉末,得到二次铸坯,所得铸坯的化学成分近重量百分比含量为:C:0.18%,Si:1.10%,Mn:1.90%,Mo:0.1%,Al:0.18%,V:0.05%,Y:0.02%,P:0.03%,S≤0.005%,Nb:0.050%,N≤0.0060%,B:0.001%,余量为Fe和不可避免的杂质;

[0060] (3) 热轧过程:将铸坯使用加热炉加热到1100℃并进行保温100 min,随后进行热轧,终轧温度为860℃,卷取温度680℃钢板厚度为1.8mm,后水淬到室温;

[0061] (4) 冷轧过程:酸洗后进行六道次冷轧,获得目标厚度1.2 mm钢板;

[0062] (5) 两相区锰配分过程:将材料以10℃每分钟的速率加热到780℃并保温200 s后水淬至室温;

[0063] (6) 一次碳配分过程:将材料以10℃每分钟的速率加热到280℃并保温60 s,后将材料水淬至室温;

[0064] (7) 二次碳配分过程:将材料以10℃每分钟的速率加热到260℃并保温40 s,后将材料水淬至室温。

[0065] 断后伸长率达到20.38 %,抗拉强度1180.06 MPa,强塑积24.0 GPa%。

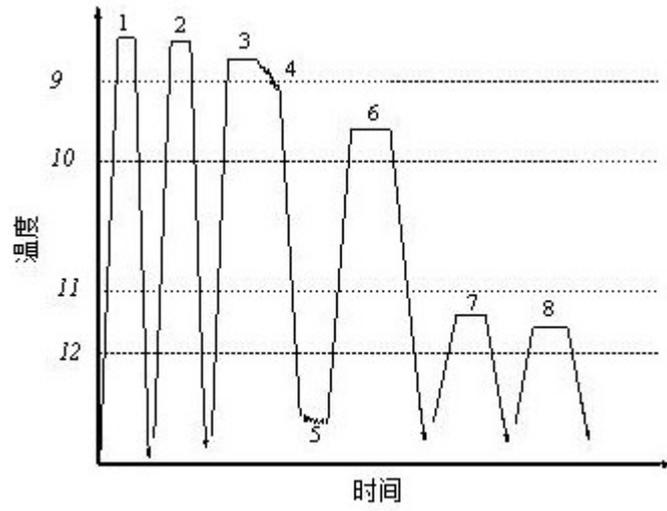


图1



图2