



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105950984 B

(45)授权公告日 2018.03.27

(21)申请号 201610296984.1

G22C 38/04(2006.01)

(22)申请日 2016.05.06

G22C 38/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G21D 8/02(2006.01)

申请公布号 CN 105950984 A

(56)对比文件

(43)申请公布日 2016.09.21

CN 101880825 A,2010.11.10,

(73)专利权人 武汉钢铁有限公司

EP 1918406 A1,2008.05.07,

地址 430083 湖北省武汉市青山区厂前2号
门股份公司机关

CN 1793401 A,2006.06.28,

(72)发明人 王孟 梁文 刘永前 刘斌

JP 2010508435 A,2010.03.18,

赵江涛 王立新 杨海林 彭涛

CN 104451402 A,2015.03.25,

(74)专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

CN 102953004 A,2013.03.06,

CN 102676926 A,2012.09.19,

代理人 胡镇西

审查员 闫晓明

(51)Int.Cl.

G22C 38/12(2006.01)

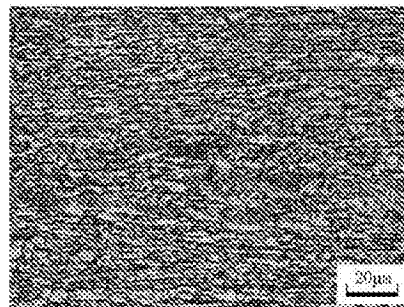
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

抗拉强度650MPa级热轧复相钢及其生产方法

(57)摘要

本发明公开了一种抗拉强度650MPa级热轧复相钢及其生产方法。所述复相钢由以下重量百分比的化学成分构成:C 0.06%~0.10%,Si≤0.3%,Mn 0.90%~1.3%,P≤0.025%,S≤0.008%,Als 0.020%~0.070%,Nb 0.01%~0.03%,余量为Fe及不可避免的杂质。所述复相钢的生产方法,包括如下步骤:1)转炉冶炼,2)吹氩、铝线终脱氧与化学成分调整,3)连铸成坯并对铸坯加热,4)进行分段轧制,5)采用五段式控制冷却工艺。该方法所生产的复相钢的钢板组织含贝氏体、马氏体以及一定数量铁素体,可获得更好的成形性能。



1. 一种抗拉强度650MPa级热轧复相钢,其特征在于,由以下重量百分比的化学成分构成:

C	0.06%~0.10%,
Si	≤0.3%,
Mn	0.90%~1.3%,
P	≤0.025%,
S	≤0.008%,
Als	0.020%~0.070%,
Nb	0.01%~0.03%,

余量为Fe及不可避免的杂质;

其生产方法,包括如下步骤:

- 1) 进行转炉冶炼;
- 2) 在吹氩站进行吹氩,添加铝线终脱氧,并进行其他化学成分的调整;
- 3) 连铸成坯并对铸坯加热,铸坯加热温度控制在1250~1300℃,加热在炉时间160~200min;
- 4) 进行分段轧制:控制粗轧结束温度在1080~1120℃,控制精轧终轧温度在800~880℃;
- 5) 采用五段式控制冷却工艺:第一段冷却速度为80~180℃/s,冷却至680~720℃,第二段冷却速度为3~8℃/s,冷却至630~680℃,第三段冷却速度为30~100℃/s,冷却至410~450℃,第四段冷却速度为3~8℃/s,冷却至380~430℃,第五段冷却速度为30~100℃/s,冷却至100~250℃;其中,第一段、第三段、第五段采用水冷,第二段、第四段采用空冷。

2. 根据权利要求1所述的抗拉强度650MPa级热轧复相钢,其特征在于:所述化学成分中,Mn的重量百分比为1.19%~1.29%。

3. 根据权利要求1所述的抗拉强度650MPa级热轧复相钢,其特征在于:所述化学成分中,Nb的重量百分比为0.019%~0.029%。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的抗拉强度650MPa级热轧复相钢的生产方法,其特征在于,包括如下步骤:

- 1) 进行转炉冶炼;
- 2) 在吹氩站进行吹氩,添加铝线终脱氧,并进行其他化学成分的调整;
- 3) 连铸成坯并对铸坯加热,铸坯加热温度控制在1250~1300℃,加热在炉时间160~200min;
- 4) 进行分段轧制:控制粗轧结束温度在1080~1120℃,控制精轧终轧温度在800~880℃;
- 5) 采用五段式控制冷却工艺:第一段冷却速度为80~180℃/s,冷却至680~720℃,第二段冷却速度为3~8℃/s,冷却至630~680℃,第三段冷却速度为30~100℃/s,冷却至410~450℃,第四段冷却速度为3~8℃/s,冷却至380~430℃,第五段冷却速度为30~100℃/

s,冷却至100~250℃;其中,第一段、第三段、第五段采用水冷,第二段、第四段采用空冷。

5. 根据权利要求4所述的抗拉强度650MPa级热轧复相钢的生产方法,其特征在于,步骤2)中,吹氩时间为:底吹 ≥ 4 min,顶吹 ≥ 5 min。

6. 根据权利要求4所述的抗拉强度650MPa级热轧复相钢的生产方法,其特征在于:步骤3)中,控制铸坯加热温度在1280℃~1300℃,控制在炉时间162~188min。

7. 根据权利要求4所述的抗拉强度650MPa级热轧复相钢的生产方法,其特征在于:步骤4)中,控制粗轧结束温度在1090~1100℃。

8. 根据权利要求4所述的抗拉强度650MPa级热轧复相钢的生产方法,其特征在于:步骤4)中,控制精轧终轧温度在840~865℃。

9. 根据权利要求4所述的抗拉强度650MPa级热轧复相钢的生产方法,其特征在于:步骤5)中,第一段冷却速度为85~110℃/s,第二段冷却速度为4~5℃/s,第三段冷却速度为35~60℃/s,第四段冷却速度为4~5℃/s,第五段冷却速度为35~55℃/s。

10. 根据权利要求4所述的抗拉强度650MPa级热轧复相钢的生产方法,其特征在于:步骤5)中,第一段冷却至680~705℃,第二段冷却至640~655℃,第三段冷却至420~440℃,第四段冷却至395~415℃,第五段冷却至120~160℃。

抗拉强度650MPa级热轧复相钢及其生产方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种复相钢,特别是指一种抗拉强度650MPa级热轧复相钢及其生产方法。

背景技术

[0002] 随着节能减排以及安全性的要求提高,采用高强以及超高强钢实现汽车的轻量化成为现代汽车工业发展的主要趋势。高强度钢中,复相钢以铁素体、贝氏体和马氏体以及析出物组成相,不但具有高强度和足够的成形性,而且具有良好的加工硬化特性以及良好的焊接性能。同时,复相钢具有高的能量吸收能力和高的残余变形变量,特别适合于要求良好抗冲击性能的零件如车门防撞杆、保险杠等安全零件。但由于设备及工艺的限制,国内外鲜有相关钢种生产的报道,世界上也只有蒂森、浦项和宝钢少数钢铁企业具备供货条件。

[0003] 中国专利申请“一种抗拉强度780MPa级复相钢板及制造方法”,申请号200510130899.X,公开了一种拉强度780MPa级复相钢板及制造方法,包括:化学成分按质量百分数为:0.13~0.17%C、0.20~0.40%Si、1.30~1.50%Mn、0.02~0.03%Nb,余量为Fe;组织为粒状贝氏体与马氏体复相组织,其中:粒状贝氏体体积分数为90~95%,马氏体体积分数为10~5%;屈服强度为525~550MPa,抗拉强度为785~795MPa,断后总伸长率为20~25%。通过控轧控冷工艺轧制,控制开轧温度1100~1150℃,终轧温度800~850℃;控制第一段冷却速度40~70℃/s,冷却后温度550~610℃;第二段冷却速度220~360℃/s,卷取温度20~250℃;冷却后进行卷取,控制钢板厚度3~4.5mm。该制造方法获得钢板组织中没有铁素体组织,完全由贝氏体及马氏体组成,成形性能较差。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种成形性能好的抗拉强度650MPa级热轧复相钢及其生产方法。

[0005] 为实现上述目的,本发明所提供的抗拉强度650MPa级热轧复相钢,由以下重量百分比的化学成分构成:C:0.06%~0.10%,Si≤0.3%,Mn:0.90%~1.3%,P≤0.025%,S≤0.008%,Als(酸溶铝含量):0.020%~0.070%,Nb:0.01%~0.03%,余量为Fe及不可避免的杂质。

[0006] 以下对各化学成分的作用进行说明。

[0007] 碳:碳是廉价的固溶强化元素。根据本钢种的应用范围,主要用于汽车零部件,需要进行一定程度的冲压变形加工,因此要求材料在满足强度要求的同时,具有良好的冷成形性能。如果其含量小于0.06%,则不能满足材料强度的要求;如果其含量大于0.10%,则不能满足材料的良好成形性能。所以,将其含量限定在0.06~0.10%范围。

[0008] 硅:硅是廉价而有效的钢液脱氧元素,但过多的硅含量会恶化热轧钢板的表面质量,因此对于硅含量将其含量限定在0.3%以下。

[0009] 锰:锰是提高强度和韧性最有效的元素。如果其含量小于0.90%,则不能满足材料

强度要求;但是添加多量的锰,会导致增加钢的淬透性,由于焊接硬化层的出现而使裂纹敏感性增高,且增加钢材的合金成本。鉴于此,将其上限定为1.3%,所以,将其含量限定在1.00~1.3%范围。

[0010] 磷:为了避免材料的焊接性能、冲压成形性能、韧性、二次加工性能发生恶化,设定其含量上限为0.025%。所以将其含量控制在0.025%以下。

[0011] 硫:硫含量对钢的冷弯性能有较大影响,随着硫含量的增加,钢的冷弯性能降低。钢中的硫常以锰的硫化物形态存在,这种硫化物夹杂对钢的冲击韧性是十分不利的,并造成性能的各向异性,因此,需将钢中硫含量控制得越低越好。基于对钢板冲压成形工艺和制造成本的考虑,将钢中硫含量控制在0.008%以下。

[0012] 铝:铝是为了脱氧而添加的,当Al_s含量不足0.020%时,不能发挥其效果;另一方面,由于添加多量的铝容易形成氧化铝团块,所以,设定Al_s上限为0.070%。因此,Al_s含量限定在0.020~0.070%范围。

[0013] 铌:铌主要通过细化晶粒和沉淀析出强化来提高钢的强度,是强烈的碳、氮化合物形成元素,在钢中主要以Nb(C、N)形式存在,阻止奥氏体晶粒的长大,最终使铁素体晶粒尺寸变小,细化组织。当其含量低于0.01%时,不能满足材料高强度的要求;而加入的铌高于0.03%时,已能满足其强度与成型性能的要求,若再添加,合金成本会显著上升。所以,根据钢种的性能目标要求,将其含量限定在0.01~0.03%范围。

[0014] 除了对以上化学成分及范围作了限定以外,从提高材料成形性、经济性的观点出发,本发明未添加Cu、Ti、Ni、Cr、Mo等贵重合金元素。

[0015] 优选地,所述化学成分中,Mn的重量百分比为1.19%~1.29%。

[0016] 优选地,所述化学成分中,Nb的重量百分比为0.019%~0.029%。

[0017] 上述抗拉强度650MPa级热轧复相钢的生产方法,包括如下步骤:

[0018] 1) 进行转炉冶炼;

[0019] 2) 在吹氩站进行吹氩,添加铝线终脱氧,并进行其他化学成分的调整;

[0020] 3) 连铸成坯并对铸坯加热,铸坯加热温度控制在1250~1300℃,加热在炉时间160~200min;

[0021] 4) 进行分段轧制:控制粗轧结束温度在1080~1120℃,控制精轧终轧温度在800~880℃;

[0022] 5) 采用五段式控制冷却工艺:第一段冷却速度为80~180℃/s,冷却至680~720℃,第二段冷却速度为3~8℃/s,冷却至630~680℃,第三段冷却速度为30~100℃/s,冷却至410~450℃,第四段冷却速度为3~8℃/s,冷却至380~430℃,第五段冷却速度为30~100℃/s,冷却至100~250℃;其中,第一段、第三段、第五段采用水冷,第二段、第四段采用空冷。

[0023] 以下对各步骤的控制原理进行说明。

[0024] 关于进行铸坯加热温度和时间的控制,是本发明的关键工序之一。采取1250~1300℃高温加热是为了保证钢坯中的合金元素完全溶解,在炉加热总时间控制在160~200min是为了保证合金元素的完全溶解。

[0025] 关于进行分段轧制,控制粗轧结束温度在1080~1120℃,并控制精轧终轧温度在800~880℃也是本发明的关键工序。这是因为如果粗轧结束温度低于1080℃,则无法保证

精轧终轧温度达到设定值,增大轧制负荷,增加能耗;如高于1120℃,则会产生较多的氧化铁皮,影响钢材的表面质量。如果精轧终轧温度低于800℃,则会在材料的二相区内进行轧制,造成混晶等缺陷,且轧制压力过大,超过设备能力;如高于890℃,则钢材的原始奥氏体晶粒会过于粗大,降低钢材的强度。

[0026] 关于采用五段式控制冷却工艺:第一段冷却速度为80~180℃/s,冷却至650~700℃,为了保证在钢材的再结晶晶粒还未开始长大时及时进行冷却,避免粗大组织的产生。第二段冷却速度为3~8℃/s,冷却至630~680℃,为了获得一定比例的铁素体组织。第三段冷却速度为30~100℃/s,冷却至410~450℃,第四段冷却速度为3~8℃/s,冷却至380~430℃,为了得到大比例的贝氏体组织。第五段冷却速度为30~100℃/s,冷却至100~250℃,为使基体具有一定的马氏体组织,满足材料较高的强度要求。

[0027] 优选地,步骤2)中,吹氩时间为:底吹 $\geq 4\text{min}$,顶吹 $\geq 5\text{min}$ 。

[0028] 优选地,步骤3)中,控制铸坯加热温度在1280℃~1300℃,控制在炉时间162~188min。

[0029] 优选地,步骤4)中,控制粗轧结束温度在1090~1100℃。

[0030] 优选地,步骤4)中,控制精轧终轧温度在840~865℃。

[0031] 优选地,步骤5)中,第一段冷却速度为85~110℃/s,第二段冷却速度为4~5℃/s,第三段冷却速度为35~60℃/s,第四段冷却速度为4~5℃/s,第五段冷却速度为35~55℃/s。

[0032] 优选地,步骤5)中,第一段冷却至680~705℃,第二段冷却至640~655℃,第三段冷却至420~440℃,第四段冷却至395~415℃,第五段冷却至120~160℃。

[0033] 本发明的有益效果是:所生产的复相钢的钢板组织含贝氏体、马氏体以及一定数量铁素体,可获得更好的成形性能,其下屈服强度550~700MPa,抗拉强度 $\geq 650\text{MPa}$,延伸率能够达到 $A_{80\text{mm}} \geq 15\%$,180°横向弯曲试验 $D=1a$ 合格,且具有良好的表面质量,可由此制造成形复杂、高强度要求的汽车零部件。

附图说明

[0034] 图1为本发明的金相组织图。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0036] 实施例1

[0037] 本实施例提供了一种抗拉强度650MPa级热轧复相钢,由以下重量百分比的化学成分构成:C:0.060%,Si:0.25%,Mn:1.29%,P:0.025%,S:0.006%,Nb:0.030%,Als:0.045%,余量为Fe及不可避免的杂质。

[0038] 上述复相钢的生产方法,其步骤如下:

[0039] 1) 进行转炉冶炼;

[0040] 2) 在吹氩站添加铝线终脱氧,并进行其他成分调整,吹氩时间:底吹 $\geq 4\text{min}$,顶吹 $\geq 5\text{min}$ 。

[0041] 3) 连铸成坯并对铸坯加热,铸坯加热温度控制在1280℃(温度实际会有一定波动,

下同),在炉加热时间160min;

[0042] 4) 进行分段轧制:控制粗轧结束温度在1090℃,控制精轧终轧温度在800℃;

[0043] 5) 采用五段式控制冷却工艺:第一段冷却速度为180℃/s,冷却至720℃,第二段冷却速度为5℃/s,冷却至680℃,第三段冷却速度为100℃/s,冷却至450℃,第四段冷却速度为5℃/s,冷却至430℃,第五段冷却速度为100℃/s,冷却至170℃。其中,第一段、第三段、第五段采用水冷,第二段、第四段采用空冷。

[0044] 6) 进行卷取,控制卷取温度在170℃(卷取温度与第五段冷却温度一致);

[0045] 7) 进行精整及后工序,如矫直、酸洗、清理等。

[0046] 本实施例中复相钢的力学性能检验结果如表3所示,其下屈服强度 R_{eL} :611MPa,抗拉强度 R_m :702MPa,延伸率 A_{80mm} :22%,屈强比:0.87,180°横向弯曲试验:d=1a合格。

[0047] 如图1所示,为本实施例中复相钢的金相组织图,主要由贝氏体,铁素体以及少量马氏体组织组成。

[0048] 实施例2~8

[0049] 各实施例所提供的抗拉强度650MPa级热轧复相钢,由表1中所列重量百分比的化学成分构成(余量为Fe及不可避免的杂质)。其生产步骤与实施例1基本相同,不同之处在于,各步骤采用表2中所列工艺参数。各实施例所得复相钢的力学性能检验结果列于表3中。

[0050] 表1本发明各实施例的取值列表

实施例	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Nb %	Als %
[0051] 1	0.060	0.25	1.29	0.025	0.006	0.030	0.045
2	0.081	0.21	1.30	0.016	0.005	0.029	0.070
3	0.065	0.30	1.27	0.013	0.005	0.028	0.037
4	0.072	0.18	1.25	0.015	0.004	0.026	0.045
[0052] 5	0.075	0.17	1.26	0.017	0.004	0.027	0.046
6	0.077	0.19	1.24	0.018	0.005	0.019	0.020
7	0.079	0.14	0.90	0.019	0.008	0.021	0.047
8	0.10	0.22	1.19	0.020	0.004	0.010	0.044

[0053] 表2本发明各实施例的主要工艺参数列表

[0054]

实施例	加热温度 ℃	在炉时间 min	粗轧结束温度 ℃	终轧温度 ℃	冷却速度(一) ℃/秒	冷却温度 ℃	冷却速度(二) ℃/秒	冷却温度 ℃	冷却速度(三) ℃/秒	冷却温度 ℃	冷却速度(四) ℃/秒	冷却温度 ℃	冷却速度(五) ℃/秒	冷却温度 ℃
1	1280	160	1090	800	180	720	5	680	100	450	5	430	100	170
2	1250	162	1080	865	100	710	4	670	50	430	4	410	50	140
3	1300	167	1100	880	80	700	3	670	30	410	3	380	30	100
4	1290	165	1082	875	85	705	5	655	35	420	5	415	35	120
5	1291	175	1085	850	93	695	8	630	40	415	4	395	40	150
6	1295	189	1092	840	91	690	5	640	45	425	8	395	45	140
7	1298	188	1095	842	99	685	4	645	55	435	4	415	55	160
8	1287	200	1120	853	110	680	4	640	60	440	5	415	60	250

[0055] 表3本发明各实施例力学性能检验结果列表

[0056]

实施例	下屈服强度 R_{eL} MPa	抗拉强度 R_m MPa	延伸率 A_{80mm} %	屈强比	180° 横向 弯曲试验
1	611	702	22	0.87	d=1a 合格
2	605	710	21	0.85	d=1a 合格
3	620	695	17	0.89	d=1a 合格
4	598	699	20	0.86	d=1a 合格
5	588	690	19	0.85	d=1a 合格
6	579	685	23	0.85	d=1a 合格
7	577	687	24	0.84	d=1a 合格
8	550	678	21	0.84	d=1a 合格

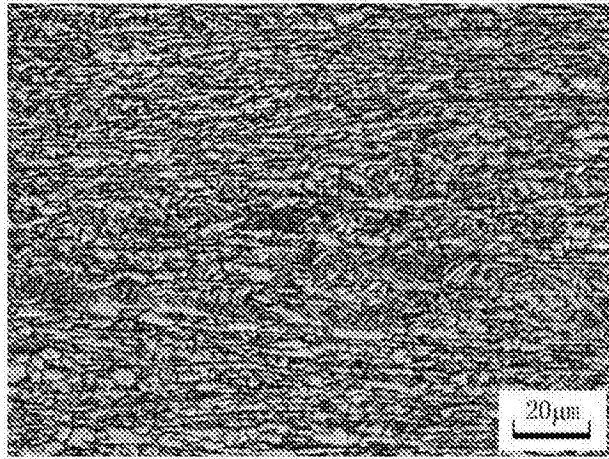


图1