



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111020124 A

(43)申请公布日 2020.04.17

|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| (21)申请号 201911298468.2     | <i>G21D 8/02</i> (2006.01)  |
| (22)申请日 2019.12.13         | <i>G21D 9/52</i> (2006.01)  |
| (71)申请人 首钢集团有限公司           | <i>G22C 38/02</i> (2006.01) |
| 地址 100041 北京市石景山区石景山路68号   | <i>G22C 38/06</i> (2006.01) |
|                            | <i>G22C 38/22</i> (2006.01) |
|                            | <i>G22C 38/24</i> (2006.01) |
| (72)发明人 徐德超 李学涛 李润昌 罗新龙    | <i>G22C 38/26</i> (2006.01) |
| 赵海峰 滕华湘 王彭涛 张博明            | <i>G22C 38/28</i> (2006.01) |
| 巫雪松 鲍成人 徐海卫 张环宇            | <i>G22C 38/32</i> (2006.01) |
| 李研 王海全                     | <i>G22C 38/34</i> (2006.01) |
| (74)专利代理机构 北京华沛德权律师事务所     | <i>G22C 38/38</i> (2006.01) |
| 11302                      | <i>G23C 2/06</i> (2006.01)  |
| 代理人 马苗苗                    | <i>G23C 2/40</i> (2006.01)  |
| (51)Int.Cl.                | <i>B21B 1/46</i> (2006.01)  |
| <i>G21D 1/18</i> (2006.01) | <i>B21B 37/56</i> (2006.01) |
| <i>G21D 1/26</i> (2006.01) | <i>B21B 37/74</i> (2006.01) |
| <i>G21D 1/74</i> (2006.01) | <i>B21D 22/02</i> (2006.01) |
| <i>G21D 6/00</i> (2006.01) | <i>B21D 37/16</i> (2006.01) |

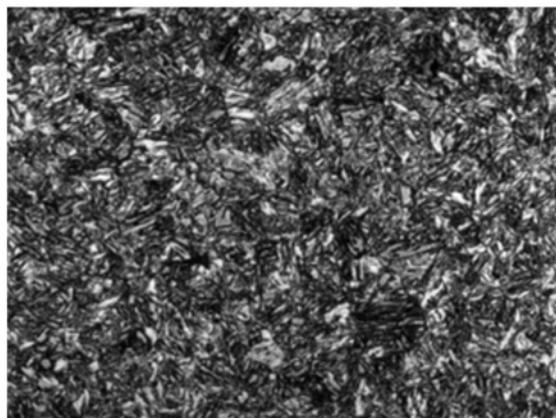
权利要求书1页 说明书11页 附图1页

(54)发明名称

一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢及其制备方法

(57)摘要

本发明涉及一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢及其制备方法,属于冶金材料领域,本发明提供的热冲压用钢,包括如下质量分数的化学成分:C:0.20-0.50%,Si:0.2-2.0%,Al:0.02-2.0%,Mn:2.0-4.0%,Cr:0.1-0.7%,Mo:0.1-0.7%,B:0.001-0.005%,S:≤0.005%,P:≤0.01%,N:≤0.01%,O:≤0.003%.Ti:0.02-0.15%、Nb:0.02-0.15%和V:0.02-0.15%中的至少一种,其余为Fe和不可避免夹杂元素;所述化学成分中,Al和Si的质量分数满足如下条件:1.0%≤Al+Si≤2.5%。



1. 一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢,其特征在于,所述锌基镀层涂覆的热冲压用钢包括如下质量分数的化学成分:C:0.20-0.50%,Si:0.2-2.0%,Al:0.02-2.0%,Mn:2.0-4.0%,Cr:0.1-0.7%,Mo:0.1-0.7%,B:0.001-0.005%,S: $\leq$ 0.005%,P: $\leq$ 0.01%,N: $\leq$ 0.01%,O: $\leq$ 0.003%,Ti:0.02-0.15%、Nb:0.02-0.15%和V:0.02-0.15%中的至少一种,其余为Fe和不可避免夹杂元素;

所述化学成分中,Al和Si的质量分数满足如下条件: $1.0\% \leq Al+Si \leq 2.5\%$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢,其特征在于,所述锌基镀层涂覆的热冲压用钢包括如下体积分数的金相组织:0-5%铁素体,0-10%奥氏体,0-10%贝氏体,其余为马氏体。

3. 一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢的制备方法,其特征在于,用于制备如权利要求1或2所述的锌基镀层涂覆的热冲压用钢,所述方法包括:

按所述质量分数的化学成分调配钢水,将所述调配后的钢水进行冶炼、铸造、铸坯加热、热轧、酸洗、冷轧、热镀锌退火、光整、拉矫、落料、落料料片加热、热冲压成型和淬火,获得锌基镀层涂覆的热冲压用钢。

4. 根据权利要求3所述的一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢的制备方法,其特征在于,所述铸坯加热中,铸坯出炉温度为1100-1280℃。

5. 根据权利要求3所述的一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢的制备方法,其特征在于,所述热轧中,终轧温度750-920℃,卷取温度为500-700℃。

6. 根据权利要求3所述的一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢的制备方法,其特征在于,所述冷轧中,冷轧压下量为30-80%。

7. 根据权利要求3所述的一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢的制备方法,其特征在于,所述热镀锌退火包括如下步骤:

将所述热冲压用钢钢卷在-50-20℃的露点温度下加热到600-800℃,使所述钢卷发生内氧化;

将所述内氧化后的钢卷在H<sub>2</sub>环境下加热至退火温度并保温;所述H<sub>2</sub>环境下,H<sub>2</sub>的体积分数为2-20%,所述退火温度为720-850℃,其中露点温度为-60--10℃;

将所述保温后的钢卷冷却至热浸镀温度后,在所述热浸镀温度下进行热镀锌,获得热镀锌钢卷;所述冷却的速度为3-30℃/s,所述热浸镀温度为400-500℃,所述热镀锌时间为2-20s;

将所述热镀锌钢卷冷却至200℃;所述冷却的速度为10-50℃/s。

8. 根据权利要求3所述的一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢的制备方法,其特征在于,所述落料料片加热中,对落料料片进行加热并保温,所述加热温度为800-1000℃,所述保温时间为3-10分钟。

9. 根据权利要求3所述的一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢的制备方法,其特征在于,所述热冲压成型中,成型温度 $< 720^\circ\text{C}$ ,优选为560-680℃。

10. 根据权利要求3所述的一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢的制备方法,其特征在于,所述淬火中,淬火结束温度 $T_{\text{淬火}}$ 满足如下条件: $M_s-20 \leq T_{\text{淬火}} < M_s$ 。

## 一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于冶金材料领域,特别涉及一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 高强度和超高强度钢的使用对汽车车身轻量化具有积极有效的作用,但随着车身用钢强度不断提高,其塑性出现大幅度下降、成形性能大大降低,成形过程中易产生开裂和回弹,严重影响零件的形状和尺寸精度。热冲压成形技术利用高温下易成型无回弹特性和模具的淬火冷却,可获得大于1300MPa的超高强度零件,可很好的解决冷成型易开裂、回弹严重等问题。

[0003] 然而,由于热成形淬火后全部为马氏体组织,强度高但韧性不足,传统22MnB5、30MnB5、37MnB5Cr等热冲压用钢,热冲压后其强度可以达到1300MPa以上,而延伸率只有4-8%。复杂的载荷条件要求热冲压成形钢不仅有较高的强度而且有好的塑性和韧性。但是,目前还没有较好的成本较低的一种能提高热冲压用钢的塑性且不损害其强度的方法来解决这一问题。如何在不降低强度的情况下,提高钢的塑性成为热成形技术中亟待解决的问题之一。

[0004] 申请号为CN201110269388的中国专利“一种汽车用高强韧性热成形钢板的热处理方法”,公开了一种汽车用高强韧性热成形钢板的热处理方法,属于汽车用高强钢技术领域,为解决目前热成形用钢板在成形后强度高但塑性不好等问题,解决问题的技术措施:将成分质量百分含量为:C:0.2-0.4%、Si:0.1-0.5%、Mn:1.0-2.0%、Cr:0.1-0.5%、B:0.001-0.005%、Ti:0.01-0.05%、Al:0.01-0.1%、P:<0.02%、S:<0.01%、N:<0.01%、O:<0.0030%,余量为铁及不可避免杂质的热成形用钢板在冲压成形后在100-500℃范围内,进行1-5min的回火处理,显著提高热成形钢的塑性,改善热冲压成形后钢板的韧性。该专利介绍了一种钢板的热处理方法,其回火处理时间较长,生产效率较低。

[0005] 专利号CN103255340A提供了一种汽车用高强韧性热成形钢板,主要成分为wt%:C:0.1-0.5, Si:0.5-1.5, Mn:1.2-2.4, Ti:0.01-0.05, B:0.001-0.005, S:≤0.01, P:≤0.01, 其余为Fe;制备方法包括:对具有所述组成的钢板用钢以20-100℃/s的速度加热到奥氏体化温度恒温一段时间后热轧,使奥氏体晶粒细化;以50-120℃/s的速度淬火到50-370℃,获得部分过饱和马氏体和未发生马氏体相变的残余奥氏体;在200-500℃的回火温度等温5-600s,使碳由马氏体向残余奥氏体分配以稳定奥氏体;淬火到室温,获得细化马氏体和残余奥氏体的复相组织。此专利同样需要等温回火过程,较现在已有热冲压线的成本增加,另外未充分考虑Al、Cr等合金元素作用。

[0006] 专利CN106282878A公布了一种热镀锌温成形高强度中锰钢件的制备方法,所述钢板的化学成分重量百分比为:C:0.05-0.50%;Mn:4.0-6.0%;Al:0.015-0.060%;P≤0.015%;S≤0.02%,余下为Fe及不可避免的杂质,实现了温成形中锰钢与热镀锌处理同时完成的复合工艺,简化了工艺流程,提高了效率,并且节省了能源。其屈服强度可达

1300MPa,延伸率10.5%。但其Mn元素含量高,冶炼制造成本高,亦未考虑利用动态碳配分提高塑性。

### 发明内容

[0007] 鉴于上述问题,提出了本发明以便提供一种克服上述问题或者至少部分地解决上述问题的锌基镀层涂覆的热冲压用钢及其制备方法。

[0008] 本发明实施例提供一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢,所述锌基镀层涂覆的热冲压用钢包括如下质量分数的化学成分:C:0.20-0.50%,Si:0.2-2.0%,Al:0.02-2.0%,Mn:2.0-4.0%,Cr:0.1-0.7%,Mo:0.1-0.7%,B:0.001-0.005%,S: $\leq$ 0.005%,P: $\leq$ 0.01%,N: $\leq$ 0.01%,O: $\leq$ 0.003%,Ti:0.02-0.15%、Nb:0.02-0.15%和V:0.02-0.15%中的至少一种,其余为Fe和不可避免夹杂元素;

[0009] 所述化学成分中,Al和Si的质量分数满足如下条件: $1.0\% \leq Al+Si \leq 2.5\%$ 。

[0010] 进一步地,所述锌基镀层涂覆的热冲压用钢包括如下体积分数的金相组织:0-5%铁素体,0-10%奥氏体,0-10%贝氏体,其余为马氏体。

[0011] 基于同一发明构思本发明实施例提供一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢的制备方法,其特征在于,用于制备如权利要求1或2所述的锌基镀层涂覆的热冲压用钢,所述方法包括:

[0012] 按所述质量分数的化学成分调配钢水,将所述调配后的钢水进行冶炼、铸造、铸坯加热、热轧、酸洗、冷轧、热镀锌退火、光整、拉矫、落料、落料料片加热、热冲压成型和淬火,获得锌基镀层涂覆的热冲压用钢。

[0013] 进一步地,所述铸坯加热中,铸坯出炉温度为1100-1280℃。

[0014] 进一步地,所述热轧中,终轧温度750-920℃,卷取温度为500-700℃。

[0015] 进一步地,所述冷轧中,冷轧压下量为30-80%。

[0016] 进一步地,所述热镀锌退火包括如下步骤:

[0017] 将所述热冲压用钢钢卷在-50-20℃的露点温度下加热到600-800℃,使所述钢卷发生内氧化;

[0018] 将所述内氧化后的钢卷在H<sub>2</sub>环境下加热至退火温度并保温;所述H<sub>2</sub>环境下,H<sub>2</sub>的体积分数为2-20%,所述退火温度为720-850℃,其中露点温度为-60--10℃;

[0019] 将所述保温后的钢卷冷却至热浸镀温度后,在所述热浸镀温度下进行热镀锌,获得热镀锌钢卷;所述冷却的速度为3-30℃/s,所述热浸镀温度为400-500℃,所述热镀锌时间为2-20s;

[0020] 将所述热镀锌钢卷冷却至200℃;所述冷却的速度为10-50℃/s。

[0021] 进一步地,所述落料料片加热中,对落料料片进行加热并保温,所述加热温度为800-1000℃,所述保温时间为3-10分钟。

[0022] 进一步地,所述热冲压成型中,成型温度 $< 720^{\circ}\text{C}$ ,优选为560-680℃。

[0023] 进一步地,所述淬火中,淬火结束温度 $T_{\text{淬火}}$ 满足如下条件: $M_s - 20 \leq T_{\text{淬火}} < M_s$ 。

[0024] 本发明实施例中的一个或多个技术方案,至少具有如下技术效果或优点:

[0025] 1、本发明实施例提供的热冲压用钢的屈服强度 $R_{p0.2} \geq 800\text{MPa}$ ,抗拉强度 $R_m \geq 1300\text{MPa}$ ,延伸率 $A_{50\text{mm}} \geq 7\%$ ;

[0026] 2、本发明实施例提供的热冲压用钢经过热冲压工艺获得的热冲压成品钢,可在室温获得精细的马氏体、贝氏体和残余奥氏体的复相组织,其抗拉强度 $\geq 1300\text{MPa}$ ,延伸率 $\geq 7\%$ ,使热冲压用钢具有较好强度和塑性。

[0027] 3、通过控制合金元素的含量和控制冲压成形温度减轻了镀锌热冲压用钢LME问题,最终本发明获得复相组织的工艺简单,且无需改变现有热冲压处理工艺,具有工业实际应用的广泛前景。

[0028] 4、本发明实施例提供的锌基镀层钢无后续抛丸处理,且扩展至基板的裂纹得到了有效控制。

## 附图说明

[0029] 通过阅读下文优选实施方式的详细描述,各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的,而并不认为是对本发明的限制。而且在整个附图中,用相同的参考图形表示相同的部件。在附图中:

[0030] 图1是本发明实施例1中热冲压用钢的金相组织图;

[0031] 图2是本发明实施例1中锌基镀层钢热冲压后镀层SEM图。

## 具体实施方式

[0032] 下文将结合具体实施方式和实施例,具体阐述本发明,本发明的优点和各种效果将由此更加清楚地呈现。本领域技术人员应理解,这些具体实施方式和实施例是用于说明本发明,而非限制本发明。

[0033] 在整个说明书中,除非另有特别说明,本文使用的术语应理解为如本领域中通常所使用的含义。因此,除非另有定义,本文使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属领域技术人员的一般理解相同的含义。若存在矛盾,本说明书优先。

[0034] 除非另有特别说明,本发明中用到的各种原材料、试剂、仪器和设备等,均可通过市场购买得到或者可通过现有方法制备得到。

[0035] 本发明实施例提供一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢,所述锌基镀层涂覆的热冲压用钢包括如下质量分数的化学成分:C:0.20-0.50%,Si:0.2-2.0%,Al:0.02-2.0%,Mn:2.0-4.0%,Cr:0.1-0.7%,Mo:0.1-0.7%,B:0.001-0.005%,S: $\leq 0.005\%$ ,P: $\leq 0.01\%$ ,N: $\leq 0.01\%$ ,O: $\leq 0.003\%$ ,Ti:0.02-0.15%、Nb:0.02-0.15%和V:0.02-0.15%中的至少一种,其余为Fe和不可避免夹杂元素;

[0036] 所述化学成分中,Al和Si的质量分数满足如下条件: $1.0\% \leq \text{Al} + \text{Si} \leq 2.5\%$ 。

[0037] 上述质量分数的化学成分的作用如下:

[0038] C是最有效,最便宜的固溶强化元素,可有效保证热冲压用钢强度级别。同时C是奥氏体稳定化元素,能够最有效地稳定奥氏体。

[0039] Si是铁素体形成元素,当热冲压用钢在加热至奥氏体区( $\gamma$ )区保温时,Si原子固溶于铁素体中。铁素体中Si的溶入使C原子活度提高,促进铁素体中的C原子向外扩散,使周围奥氏体中含碳量增加,随着奥氏体中碳含量的增加,其稳定性也随之增加。在冷却过程中,Si抑制碳化物的析出,确保组织中存在一定量的残余奥氏体。

[0040] Al可使其塑性得到提升,其能够增加奥氏体向贝氏体转变的驱动力,使贝氏体形

成的速度得到了加快,以使C原子在铁素体中的活度明显增大,且能对渗碳体的形成起到抑制作用,进而增加奥氏体中的含碳量、使残余奥氏体的含量得到有效提升。

[0041] Mn用来增加奥氏体区,降低奥氏体化温度,提高淬透性,可实现降低冲压温度。Cr能显著增加淬透性和减轻高温表面出现严重氧化,但其促进贝氏体形成,不宜过高。Mo可细化钢的晶粒,提高淬透性,Nb、Ti、V与C、N结合形成析出物,主要是用来细化奥氏体晶粒,少量的B保证有足够好的淬透性。

[0042] P为在钢液凝固时易形成微观偏析,随后在奥氏体后温度加热时偏聚到晶界,使钢的脆性显著增大,从而使氢致延迟断裂敏感性升高。因此,P含量应控制在0.01%以下。

[0043] S为不可避免的不纯物,形成MnS夹杂物和晶界偏析会恶化钢的韧性,从而降低钢的韧塑性,并使氢致延迟断裂敏感性升高。因此,S含量应控制在0.01%以下。

[0044] N与Al、Ti、Nb、V等结合形成化合物,从而细化晶粒和降低氢致延迟断裂敏感性,但也会偏聚晶界而降低晶界强度。因此,N含量应控制在 $\leq 0.005\%$ 。

[0045] O为有害气体,并影响氢致延迟断裂敏感性,且可能与铝形成粗大的氧化铝夹杂物,恶化钢的韧性。通过多种手段应将[O]含量控制在0.003%以下。

[0046] 本发明实施例提供的锌基镀层涂覆的热冲压用钢提高了Mn含量,进而扩大奥氏体化温度范围,可使热冲压变形温度降低至720℃以下,减轻LME问题,降低锌基镀层钢开裂风险。

[0047] 为保证钢的高强度,本发明实施例提供的热冲压用钢经过热冲压工艺获得的热冲压成品钢的金相组织包括:高密度位错的细板条马氏体组织,贝氏体组织与残余奥氏体组织。通过在奥氏体区热轧以及添加Nb、Ti、V等来控制原始奥氏体晶粒尺寸,通过细化原始奥氏体晶粒尺寸来进一步细化马氏体尺寸与板条间距。其次,通过控制热成形之后的开模温度增加C配分时间以及添加Si、Al元素来获得马氏体板条间的残余奥氏体。最终获得精细的位错型马氏体、贝氏体和残余奥氏体的多相复合组织。其高强度得益于马氏体和复相组织的细晶强化与位错强化,其塑性的提高来源于组织中存在适量的残余奥氏体和部分贝氏体,同时晶粒细化和多相的协调变形对塑性的提高也有所帮助。

[0048] 所述锌基镀层涂覆的热冲压用钢包括如下体积分数的金相组织:0-5%铁素体,0-10%奥氏体,0-10%贝氏体,其余为马氏体。

[0049] 基于同一发明构思本发明实施例提供一种锌基镀层涂覆的热冲压用钢的制备方法,其特征在于,用于制备如权利要求1或2所述的锌基镀层涂覆的热冲压用钢,所述方法包括:

[0050] 按所述质量分数的化学成分调配钢水,将所述调配后的钢水进行冶炼、铸造、铸坯加热、热轧、酸洗、冷轧、热镀锌退火、光整、拉矫、落料、落料料片加热、热冲压成型和淬火,获得锌基镀层涂覆的热冲压用钢。

[0051] 所述铸坯加热中,铸坯出炉温度为1100-1280℃。

[0052] 所述热轧中,终轧温度750-920℃,卷取温度为500-700℃。

[0053] 所述冷轧中,冷轧压下量为30-80%。

[0054] 所述热镀锌退火包括如下步骤:

[0055] 将所述热冲压用钢钢卷在-50-20℃的露点温度下加热到600-800℃,使所述钢卷发生内氧化;

[0056] 将所述内氧化后的钢卷在H<sub>2</sub>环境下加热至退火温度并保温;所述H<sub>2</sub>环境下,H<sub>2</sub>的体积分数为2-20%,所述退火温度为720-850℃,其中露点温度为-60--10℃;

[0057] 将所述保温后的钢卷冷却至热浸镀温度后,在所述热浸镀温度下进行热镀锌,获得热镀锌钢卷;所述冷却的速度为3-30℃/s,所述热浸镀温度为400-500℃,所述热镀锌时间为2-20s;

[0058] 将所述热镀锌钢卷冷却至200℃;所述冷却的速度为10-50℃/s。

[0059] 所述落料料片加热中,对落料料片进行加热并保温,所述加热温度为800-1000℃,所述保温时间为3-10分钟。

[0060] 所述热冲压成型中,成型温度<720℃,优选为560-680℃。

[0061] 所述淬火中,淬火结束温度T<sub>淬火</sub>满足如下条件:Ms-20≤T<sub>淬火</sub><Ms。

[0062] 下面将结合具体实施例对本申请的锌基镀层涂覆的热冲压用钢及其制备方法进行详细说明。

[0063] 实施例1-9

[0064] 表1为本发明实施例1-9的热冲压用钢的化学成分(其余为Fe和不可避免杂质)。

[0065] 表1

[0066]

|       | 热冲压用钢的化学成分 |      |       |     |       |       |      |      |      |        |
|-------|------------|------|-------|-----|-------|-------|------|------|------|--------|
|       | C          | Si   | Al    | Mn  | Ti    | Nb    | V    | Cr   | Mo   | B      |
| 实施例 1 | 0.22       | 0.43 | 0.9   | 2.1 | 0.025 | 0.045 | 0.06 | 0.2  | 0.32 | 0.003  |
| 实施例 2 | 0.23       | 0.73 | 0.64  | 2.4 | 0.04  | 0.045 | -    | 0.15 | 0.31 | 0.003  |
| 实施例 3 | 0.20       | 1.4  | 0.02  | 2.5 | 0.07  | -     | -    | 0.43 | 0.27 | 0.0028 |
| 实施例 4 | 0.22       | 0.22 | 1.48  | 2.2 | 0.04  | 0.035 | 0.03 | 0.3  | 0.26 | 0.0038 |
| 实施例 5 | 0.24       | 0.33 | 1.22  | 3.0 | 0.03  | -     | 0.03 | 0.2  | 0.41 | 0.0029 |
| 实施例 6 | 0.21       | 0.32 | 1.52  | 3.6 | 0.04  | 0.047 | 0.12 | 0.1  | 0.47 | 0.0027 |
| 实施例 7 | 0.25       | 1.32 | 0.045 | 3.5 | -     | -     | 0.07 | 0.11 | 0.17 | 0.0021 |
| 实施例 8 | 0.34       | 0.32 | 1.32  | 3.6 | 0.04  | 0.047 | 0.12 | 0.21 | 0.47 | 0.0027 |
| 实施例 9 | 0.29       | 1.31 | 0.025 | 3.3 | -     | -     | 0.09 | 0.21 | 0.67 | 0.0021 |

[0067] 实施例10

[0068] 本实施例提供的锌基镀层钢,包括锌基镀层和钢基体,该钢基体为含上述实施例1化学成分的热冲压用钢。

[0069] 该锌基镀层钢的制备方法如下:

[0070] 按上述实施例1的化学成分调配钢水,将所述调配后的钢水进行冶炼、铸造、铸坯加热、热轧、酸洗和冷轧,获得热冲压用钢。

[0071] 将所述热冲压用钢进行热镀锌退火、光整、拉矫、落料、落料料片加热、热冲压成型和淬火,获得锌基镀层钢。其Ms点为357℃。

- [0072] 具体的,所述铸坯加热中,铸坯出炉温度为1100℃;
- [0073] 具体的,所述热轧中,终轧温度为880℃,卷取温度为600℃;
- [0074] 具体的,所述冷轧中,冷轧压下量为65%。
- [0075] 具体的,所述热镀锌退火包括如下步骤:
- [0076] 将所述热冲压用钢钢卷在-30℃的露点温度下加热到660℃,使所述钢卷发生内氧化;
- [0077] 将所述内氧化后的钢卷在H<sub>2</sub>环境下加热至退火温度并保温;所述H<sub>2</sub>环境下,H<sub>2</sub>的体积分数为6%,所述退火温度为780℃,其中露点温度为-20℃;
- [0078] 将所述保温后的钢卷冷却至热浸镀温度后,在所述热浸镀温度下进行热镀锌,获得热镀锌钢卷;所述冷却的速度为15℃/s,所述热浸镀温度为440℃,所述热镀锌时间为5s;
- [0079] 将所述热镀锌钢卷冷却至200℃;所述冷却的速度为17℃/s。
- [0080] 具体的,所述落料料片加热中,对落料料片进行加热并保温,所述加热温度为950℃,所述保温时间为5分钟。
- [0081] 具体的,所述热冲压成型中,成型温度为700℃。
- [0082] 具体的,所述淬火中,淬火结束温度 $T_{\text{淬火}}$ 为350℃。
- [0083] 实施例11
- [0084] 本实施例提供的锌基镀层钢,包括锌基镀层和钢基体,该钢基体为含上述实施例1化学成分的热冲压用钢。
- [0085] 该锌基镀层钢的制备方法如下:
- [0086] 按上述实施例1的化学成分调配钢水,将所述调配后的钢水进行冶炼、铸造、铸坯加热、热轧、酸洗和冷轧,获得热冲压用钢。
- [0087] 将所述热冲压用钢进行热镀锌退火、光整、拉矫、落料、落料料片加热、热冲压成型和淬火,获得锌基镀层钢。其 $M_s$ 点为337℃。
- [0088] 具体的,所述铸坯加热中,铸坯出炉温度为1100℃;
- [0089] 具体的,所述热轧中,终轧温度为890℃,卷取温度为640℃;
- [0090] 具体的,所述冷轧中,冷轧压下量为60%。
- [0091] 具体的,所述热镀锌退火包括如下步骤:
- [0092] 将所述热冲压用钢钢卷在-35℃的露点温度下加热到630℃,使所述钢卷发生内氧化;
- [0093] 将所述内氧化后的钢卷在H<sub>2</sub>环境下加热至退火温度并保温;所述H<sub>2</sub>环境下,H<sub>2</sub>的体积分数为7%,所述退火温度为770℃,其中露点温度为-22℃;
- [0094] 将所述保温后的钢卷冷却至热浸镀温度后,在所述热浸镀温度下进行热镀锌,获得热镀锌钢卷;所述冷却的速度为13℃/s,所述热浸镀温度为445℃,所述热镀锌时间为6s;
- [0095] 将所述热镀锌钢卷冷却至200℃;所述冷却的速度为16℃/s。
- [0096] 具体的,所述落料料片加热中,对落料料片进行加热并保温,所述加热温度为930℃,所述保温时间为5分钟。
- [0097] 具体的,所述热冲压成型中,成型温度为680℃。
- [0098] 具体的,所述淬火中,淬火结束温度 $T_{\text{淬火}}$ 为325℃。
- [0099] 实施例12

[0100] 本实施例提供的锌基镀层钢,包括锌基镀层和钢基体,该钢基体为含上述实施例1化学成分的热冲压用钢。

[0101] 该锌基镀层钢的制备方法如下:

[0102] 按上述实施例1的化学成分调配钢水,将所述调配后的钢水进行冶炼、铸造、铸坯加热、热轧、酸洗和冷轧,获得热冲压用钢。

[0103] 将所述热冲压用钢进行热镀锌退火、光整、拉矫、落料、落料料片加热、热冲压成型和淬火,获得锌基镀层钢。其 $M_s$ 点为 $334^{\circ}\text{C}$ 。

[0104] 具体的,所述铸坯加热中,铸坯出炉温度为 $1120^{\circ}\text{C}$ ;

[0105] 具体的,所述热轧中,终轧温度为 $900^{\circ}\text{C}$ ,卷取温度为 $660^{\circ}\text{C}$ ;

[0106] 具体的,所述冷轧中,冷轧压下量为 $62\%$ 。

[0107] 具体的,所述热镀锌退火包括如下步骤:

[0108] 将所述热冲压用钢钢卷在 $-37^{\circ}\text{C}$ 的露点温度下加热到 $670^{\circ}\text{C}$ ,使所述钢卷发生内氧化;

[0109] 将所述内氧化后的钢卷在 $\text{H}_2$ 环境下加热至退火温度并保温;所述 $\text{H}_2$ 环境下, $\text{H}_2$ 的体积分数为 $6\%$ ,所述退火温度为 $750^{\circ}\text{C}$ ,其中露点温度为 $-22^{\circ}\text{C}$ ;

[0110] 将所述保温后的钢卷冷却至热浸镀温度后,在所述热浸镀温度下进行热镀锌,获得热镀锌钢卷;所述冷却的速度为 $12^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ,所述热浸镀温度为 $435^{\circ}\text{C}$ ,所述热镀锌时间为 $4\text{s}$ ;

[0111] 将所述热镀锌钢卷冷却至 $200^{\circ}\text{C}$ ;所述冷却的速度为 $16^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。

[0112] 具体的,所述落料料片加热中,对落料料片进行加热并保温,所述加热温度为 $920^{\circ}\text{C}$ ,所述保温时间为5分钟。

[0113] 具体的,所述热冲压成型中,成型温度为 $670^{\circ}\text{C}$ 。

[0114] 具体的,所述淬火中,淬火结束温度 $T_{\text{淬火}}$ 为 $330^{\circ}\text{C}$ 。

[0115] 实施例13

[0116] 本实施例提供的锌基镀层钢,包括锌基镀层和钢基体,该钢基体为含上述实施例1化学成分的热冲压用钢。

[0117] 该锌基镀层钢的制备方法如下:

[0118] 按上述实施例1的化学成分调配钢水,将所述调配后的钢水进行冶炼、铸造、铸坯加热、热轧、酸洗和冷轧,获得热冲压用钢。

[0119] 将所述热冲压用钢进行热镀锌退火、光整、拉矫、落料、落料料片加热、热冲压成型和淬火,获得锌基镀层钢。其 $M_s$ 点为 $356^{\circ}\text{C}$ 。

[0120] 具体的,所述铸坯加热中,铸坯出炉温度为 $1150^{\circ}\text{C}$ ;

[0121] 具体的,所述热轧中,终轧温度为 $890^{\circ}\text{C}$ ,卷取温度为 $640^{\circ}\text{C}$ ;

[0122] 具体的,所述冷轧中,冷轧压下量为 $60\%$ 。

[0123] 具体的,所述热镀锌退火包括如下步骤:

[0124] 将所述热冲压用钢钢卷在 $-25^{\circ}\text{C}$ 的露点温度下加热到 $630^{\circ}\text{C}$ ,使所述钢卷发生内氧化;

[0125] 将所述内氧化后的钢卷在 $\text{H}_2$ 环境下加热至退火温度并保温;所述 $\text{H}_2$ 环境下, $\text{H}_2$ 的体积分数为 $4\%$ ,所述退火温度为 $810^{\circ}\text{C}$ ,其中露点温度为 $-22^{\circ}\text{C}$ ;

[0126] 将所述保温后的钢卷冷却至热浸镀温度后,在所述热浸镀温度下进行热镀锌,获

- 得热镀锌钢卷;所述冷却的速度为 $13^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ,所述热浸镀温度为 $455^{\circ}\text{C}$ ,所述热镀锌时间为 $5\text{s}$ ;
- [0127] 将所述热镀锌钢卷冷却至 $200^{\circ}\text{C}$ ;所述冷却的速度为 $20^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。
- [0128] 具体的,所述落料料片加热中,对落料料片进行加热并保温,所述加热温度为 $1000^{\circ}\text{C}$ ,所述保温时间为5分钟。
- [0129] 具体的,所述热冲压成型中,成型温度为 $690^{\circ}\text{C}$ 。
- [0130] 具体的,所述淬火中,淬火结束温度 $T_{\text{淬火}}$ 为 $350^{\circ}\text{C}$ 。
- [0131] 实施例14
- [0132] 本实施例提供的锌基镀层钢,包括锌基镀层和钢基体,该钢基体为含上述实施例1化学成分的热冲压用钢。
- [0133] 该锌基镀层钢的制备方法如下:
- [0134] 按上述实施例1的化学成分调配钢水,将所述调配后的钢水进行冶炼、铸造、铸坯加热、热轧、酸洗和冷轧,获得热冲压用钢。
- [0135] 将所述热冲压用钢进行热镀锌退火、光整、拉矫、落料、落料料片加热、热冲压成型和淬火,获得锌基镀层钢。其 $M_s$ 点为 $308^{\circ}\text{C}$ 。
- [0136] 具体的,所述铸坯加热中,铸坯出炉温度为 $1180^{\circ}\text{C}$ ;
- [0137] 具体的,所述热轧中,终轧温度为 $860^{\circ}\text{C}$ ,卷取温度为 $660^{\circ}\text{C}$ ;
- [0138] 具体的,所述冷轧中,冷轧压下量为 $58\%$ 。
- [0139] 具体的,所述热镀锌退火包括如下步骤:
- [0140] 将所述热冲压用钢钢卷在 $-35^{\circ}\text{C}$ 的露点温度下加热到 $630^{\circ}\text{C}$ ,使所述钢卷发生内氧化;
- [0141] 将所述内氧化后的钢卷在 $\text{H}_2$ 环境下加热至退火温度并保温;所述 $\text{H}_2$ 环境下, $\text{H}_2$ 的体积分数为 $8\%$ ,所述退火温度为 $760^{\circ}\text{C}$ ,其中露点温度为 $-22^{\circ}\text{C}$ ;
- [0142] 将所述保温后的钢卷冷却至热浸镀温度后,在所述热浸镀温度下进行热镀锌,获得热镀锌钢卷;所述冷却的速度为 $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ,所述热浸镀温度为 $445^{\circ}\text{C}$ ,所述热镀锌时间为 $7\text{s}$ ;
- [0143] 将所述热镀锌钢卷冷却至 $200^{\circ}\text{C}$ ;所述冷却的速度为 $19^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。
- [0144] 具体的,所述落料料片加热中,对落料料片进行加热并保温,所述加热温度为 $960^{\circ}\text{C}$ ,所述保温时间为5分钟。
- [0145] 具体的,所述热冲压成型中,成型温度为 $650^{\circ}\text{C}$ 。
- [0146] 具体的,所述淬火中,淬火结束温度 $T_{\text{淬火}}$ 为 $300^{\circ}\text{C}$ 。
- [0147] 实施例15
- [0148] 本实施例提供的锌基镀层钢,包括锌基镀层和钢基体,该钢基体为含上述实施例1化学成分的热冲压用钢。
- [0149] 该锌基镀层钢的制备方法如下:
- [0150] 按上述实施例1的化学成分调配钢水,将所述调配后的钢水进行冶炼、铸造、铸坯加热、热轧、酸洗和冷轧,获得热冲压用钢。
- [0151] 将所述热冲压用钢进行热镀锌退火、光整、拉矫、落料、落料料片加热、热冲压成型和淬火,获得锌基镀层钢。其 $M_s$ 点为 $298^{\circ}\text{C}$ 。
- [0152] 具体的,所述铸坯加热中,铸坯出炉温度为 $1200^{\circ}\text{C}$ ;
- [0153] 具体的,所述热轧中,终轧温度为 $860^{\circ}\text{C}$ ,卷取温度为 $660^{\circ}\text{C}$ ;

- [0154] 具体的,所述冷轧中,冷轧压下量为56%。
- [0155] 具体的,所述热镀锌退火包括如下步骤:
- [0156] 将所述热冲压用钢钢卷在-36℃的露点温度下加热到630℃,使所述钢卷发生内氧化;
- [0157] 将所述内氧化后的钢卷在H<sub>2</sub>环境下加热至退火温度并保温;所述H<sub>2</sub>环境下,H<sub>2</sub>的体积分数为12%,所述退火温度为780℃,其中露点温度为-25℃;
- [0158] 将所述保温后的钢卷冷却至热浸镀温度后,在所述热浸镀温度下进行热镀锌,获得热镀锌钢卷;所述冷却的速度为11℃/s,所述热浸镀温度为455℃,所述热镀锌时间为8s;
- [0159] 将所述热镀锌钢卷冷却至200℃;所述冷却的速度为18℃/s。
- [0160] 具体的,所述落料料片加热中,对落料料片进行加热并保温,所述加热温度为990℃,所述保温时间为5分钟。
- [0161] 具体的,所述热冲压成型中,成型温度为640℃。
- [0162] 具体的,所述淬火中,淬火结束温度 $T_{\text{淬火}}$ 为290℃。
- [0163] 实施例16
- [0164] 本实施例提供的锌基镀层钢,包括锌基镀层和钢基体,该钢基体为含上述实施例1化学成分的热冲压用钢。
- [0165] 该锌基镀层钢的制备方法如下:
- [0166] 按上述实施例1的化学成分调配钢水,将所述调配后的钢水进行冶炼、铸造、铸坯加热、热轧、酸洗和冷轧,获得热冲压用钢。
- [0167] 将所述热冲压用钢进行热镀锌退火、光整、拉矫、落料、落料料片加热、热冲压成型和淬火,获得锌基镀层钢。其 $M_s$ 点为270℃。
- [0168] 具体的,所述铸坯加热中,铸坯出炉温度为1220℃;
- [0169] 具体的,所述热轧中,终轧温度为860℃,卷取温度为670℃;
- [0170] 具体的,所述冷轧中,冷轧压下量为50%。
- [0171] 具体的,所述热镀锌退火包括如下步骤:
- [0172] 将所述热冲压用钢钢卷在-33℃的露点温度下加热到650℃,使所述钢卷发生内氧化;
- [0173] 将所述内氧化后的钢卷在H<sub>2</sub>环境下加热至退火温度并保温;所述H<sub>2</sub>环境下,H<sub>2</sub>的体积分数为13%,所述退火温度为740℃,其中露点温度为-22℃;
- [0174] 将所述保温后的钢卷冷却至热浸镀温度后,在所述热浸镀温度下进行热镀锌,获得热镀锌钢卷;所述冷却的速度为12℃/s,所述热浸镀温度为460℃,所述热镀锌时间为7s;
- [0175] 将所述热镀锌钢卷冷却至200℃;所述冷却的速度为17℃/s。
- [0176] 具体的,所述落料料片加热中,对落料料片进行加热并保温,所述加热温度为950℃,所述保温时间为5分钟。
- [0177] 具体的,所述热冲压成型中,成型温度为700℃。
- [0178] 具体的,所述淬火中,淬火结束温度 $T_{\text{淬火}}$ 为350℃。
- [0179] 实施例17
- [0180] 本实施例提供的锌基镀层钢,包括锌基镀层和钢基体,该钢基体为含上述实施例1化学成分的热冲压用钢。

[0181] 该锌基镀层钢的制备方法如下：

[0182] 按上述实施例1的化学成分调配钢水，将所述调配后的钢水进行冶炼、铸造、铸坯加热、热轧、酸洗和冷轧，获得热冲压用钢。

[0183] 将所述热冲压用钢进行热镀锌退火、光整、拉矫、落料、落料料片加热、热冲压成型和淬火，获得锌基镀层钢。其 $M_s$ 点为 $252^{\circ}\text{C}$ 。

[0184] 具体的，所述铸坯加热中，铸坯出炉温度为 $1260^{\circ}\text{C}$ ；

[0185] 具体的，所述热轧中，终轧温度为 $890^{\circ}\text{C}$ ，卷取温度为 $640^{\circ}\text{C}$ ；

[0186] 具体的，所述冷轧中，冷轧压下量为49%。

[0187] 具体的，所述热镀锌退火包括如下步骤：

[0188] 将所述热冲压用钢钢卷在 $-29^{\circ}\text{C}$ 的露点温度下加热到 $740^{\circ}\text{C}$ ，使所述钢卷发生内氧化；

[0189] 将所述内氧化后的钢卷在 $\text{H}_2$ 环境下加热至退火温度并保温；所述 $\text{H}_2$ 环境下， $\text{H}_2$ 的体积分数为10%，所述退火温度为 $810^{\circ}\text{C}$ ，其中露点温度为 $-22^{\circ}\text{C}$ ；

[0190] 将所述保温后的钢卷冷却至热浸镀温度后，在所述热浸镀温度下进行热镀锌，获得热镀锌钢卷；所述冷却的速度为 $22^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ，所述热浸镀温度为 $425^{\circ}\text{C}$ ，所述热镀锌时间为7s；

[0191] 将所述热镀锌钢卷冷却至 $200^{\circ}\text{C}$ ；所述冷却的速度为 $14^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。

[0192] 具体的，所述落料料片加热中，对落料料片进行加热并保温，所述加热温度为 $930^{\circ}\text{C}$ ，所述保温时间为5分钟。

[0193] 具体的，所述热冲压成型中，成型温度为 $620^{\circ}\text{C}$ 。

[0194] 具体的，所述淬火中，淬火结束温度 $T_{\text{淬火}}$ 为 $250^{\circ}\text{C}$ 。

[0195] 实施例18

[0196] 本实施例提供的锌基镀层钢，包括锌基镀层和钢基体，该钢基体为含上述实施例1化学成分的热冲压用钢。

[0197] 该锌基镀层钢的制备方法如下：

[0198] 按上述实施例1的化学成分调配钢水，将所述调配后的钢水进行冶炼、铸造、铸坯加热、热轧、酸洗和冷轧，获得热冲压用钢。

[0199] 将所述热冲压用钢进行热镀锌退火、光整、拉矫、落料、落料料片加热、热冲压成型和淬火，获得锌基镀层钢。其 $M_s$ 点为 $251^{\circ}\text{C}$ 。

[0200] 具体的，所述铸坯加热中，铸坯出炉温度为 $1280^{\circ}\text{C}$ ；

[0201] 具体的，所述热轧中，终轧温度为 $890^{\circ}\text{C}$ ，卷取温度为 $670^{\circ}\text{C}$ ；

[0202] 具体的，所述冷轧中，冷轧压下量为54%。

[0203] 具体的，所述热镀锌退火包括如下步骤：

[0204] 将所述热冲压用钢钢卷在 $-33^{\circ}\text{C}$ 的露点温度下加热到 $620^{\circ}\text{C}$ ，使所述钢卷发生内氧化；

[0205] 将所述内氧化后的钢卷在 $\text{H}_2$ 环境下加热至退火温度并保温；所述 $\text{H}_2$ 环境下， $\text{H}_2$ 的体积分数为13%，所述退火温度为 $780^{\circ}\text{C}$ ，其中露点温度为 $-22^{\circ}\text{C}$ ；

[0206] 将所述保温后的钢卷冷却至热浸镀温度后，在所述热浸镀温度下进行热镀锌，获得热镀锌钢卷；所述冷却的速度为 $13^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ，所述热浸镀温度为 $455^{\circ}\text{C}$ ，所述热镀锌时间为9s；

[0207] 将所述热镀锌钢卷冷却至 $200^{\circ}\text{C}$ ；所述冷却的速度为 $13^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。

[0208] 具体的,所述落料料片加热中,对落料料片进行加热并保温,所述加热温度为850℃,所述保温时间为7分钟。

[0209] 具体的,所述热冲压成型中,成型温度为620℃。

[0210] 具体的,所述淬火中,淬火结束温度 $T_{\text{淬火}}$ 为250℃。

[0211] 实验例1

[0212] 对实施例10-18制得的锌基镀层钢进行力学性能和镀层开裂检测,测试结果如表2所示。

[0213] 表2

[0214]

|       | 抗拉强度 $R_m$ MPa | 屈服强度 $R_{p0.2}$ /MPa | 总延伸率/% |
|-------|----------------|----------------------|--------|
| 实施例10 | 1516           | 895                  | 10.8   |
| 实施例11 | 1565           | 890                  | 9.7    |
| 实施例12 | 1621           | 1001                 | 9.5    |
| 实施例13 | 1387           | 842                  | 12.8   |
| 实施例14 | 1405           | 905                  | 12.1   |
| 实施例15 | 1413           | 903                  | 14.0   |
| 实施例16 | 1683           | 933                  | 13.0   |
| 实施例17 | 1738           | 1106                 | 11.0   |
| 实施例18 | 1860           | 1213                 | 8.0    |

[0215] 最后,还需要说明的是,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0216] 尽管已描述了本发明的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0217] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

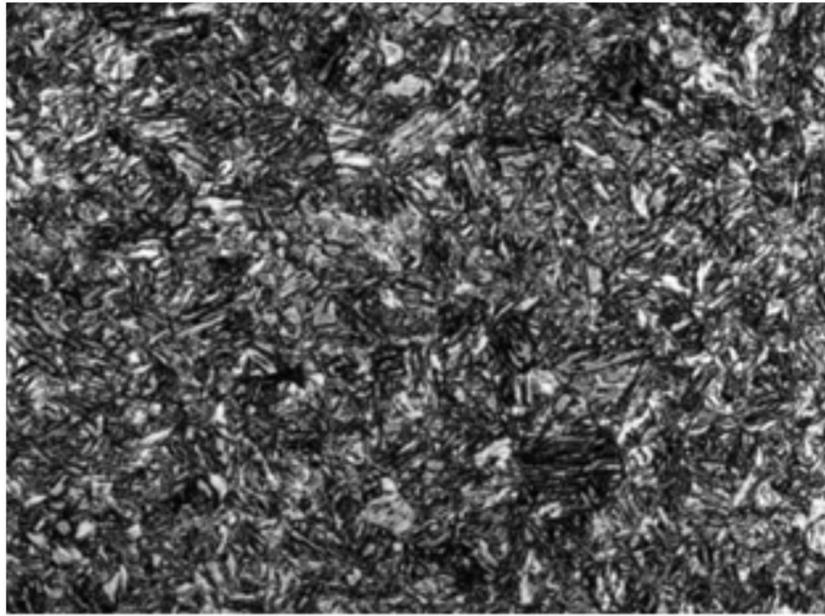


图1



图2