



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104195434 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201410486275. 0

(22) 申请日 2014. 09. 22

(71) 申请人 武汉钢铁(集团)公司

地址 430080 湖北省武汉市武昌区友谊大道
999号A座15层

(72) 发明人 胡宽辉 田德新 彭涛 刘祥东
冯冠文 周诗正 刘海军 杨新泉
桂洲

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限
公司 42104

代理人 胡镇西 杨柳林

(51) Int. Cl.

C22C 38/14 (2006. 01)

C21D 8/02 (2006. 01)

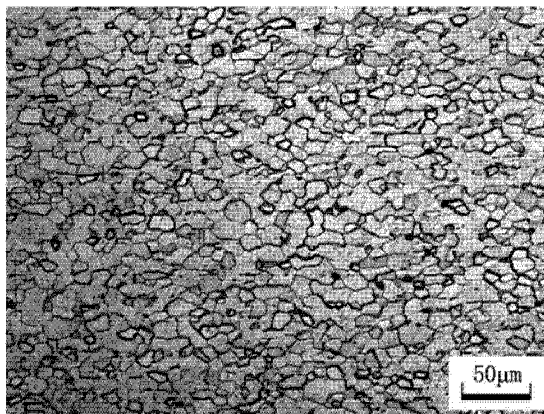
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌
高强钢及其生产方法

(57) 摘要

本发明公开了一种抗拉强度 390MPa 级轿
车内部结构件用热镀锌高强度钢。其化学成分
按重量百分比计为 :C :0. 0027 ~ 0. 0035 % , Si :
0. 071 ~ 0. 095 % , Mn :0. 78 ~ 0. 95 % , P :0. 060 ~
0. 075 % , S ≤ 0. 003 % , Als :0. 015 ~ 0. 030 % ,
Nb :0. 040 ~ 0. 045 % , Ti :0. 039 ~ 0. 045 % , B :
0. 0008 ~ 0. 0014 , N ≤ 0. 003 % , O ≤ 0. 002 % ,
余量为 Fe 及不可避免的杂质。其生产方法, 依次
包括以下步骤 :铁水脱硫, 转炉冶炼, 炉外精炼,
连铸, 精整, 板坯加热, 热连轧, 层流冷却, 卷取, 酸
洗, 冷连轧, 连续退火 + 热镀锌, 光整, 精整。该钢
具有高强度的力学性能和良好的成形性、高的有
利织构含量、良好的耐蚀性及较好的表面质量要
求。



1. 一种抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌高强钢,其特征在于:该钢的化学成分按重量百分比计为:C:0.0027~0.0035%,Si:0.071~0.095%,Mn:0.78~0.95%,P:0.060~0.075%,S≤0.003%,Als:0.015~0.030%,Nb:0.040~0.045%,Ti:0.039~0.045%,B:0.0008~0.0014,N≤0.003%,O≤0.002%,余量为 Fe 及不可避免的杂质。

2. 根据权利要求 1 所述的抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌高强钢,其特征在于:该钢的化学成分按重量百分比计为:C:0.0030~0.0033%,Si:0.078~0.090%,Mn:0.80~0.85%,P:0.065~0.072%,S≤0.003%,Als:0.020~0.030%,Nb:0.040~0.045%,Ti:0.039~0.045%,B:0.0008~0.0014,N≤0.003%,O≤0.002%,余量为 Fe 及不可避免的杂质。

3. 权利要求 1 所述抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌高强钢的生产方法,依次包括以下步骤:

铁水脱硫,转炉冶炼,炉外精炼,连铸,精整,板坯加热,热连轧,层流冷却,卷取,酸洗,冷连轧,连续退火+热镀锌,光整,精整;其特征在于:所述炉外精炼时真空处理的时间为 30~40min,板坯加热温度为 1260~1280℃,终轧温度为 935~955℃,热轧层流冷却速度 25~35℃/s,卷取温度为 680~700℃。

4. 根据权利要求 3 所述抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌高强钢的生产方法,其特征在于:所述退火加热温度为 790~810℃,退火保温时间为 55~60s,退火冷却速度为 50~60℃/s。

5. 根据权利要求 3 或 4 所述抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌高强钢的生产方法,其特征在于:所述光整延伸率为 1.25~1.50%。

抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌高强钢及其生产方法

技术领域

[0001] 本发明属于轿车用钢技术领域,具体是指一种抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌高强钢及其生产方法。

背景技术

[0002] 随着全球气候变暖,减少汽车排放是今后一段相当长的时期内持续进行的课题,轻量化是汽车技术发展的一个重要趋势,受到越来越多的关注和重视。然而实现这一目标的重要途径之一就是车身用材的减薄,但是汽车的安全性还必须要得到保证,因此汽车生产厂家对车身用钢铁材料的强度要求越来越高。但是随着强度的不断提高,钢板的成形性能越来越差,尤其是车身的一些变形复杂的结构件,它们既要求具有较高的强度,又必须能够满足复杂变形的需要,即钢板在具有较高强度的同时,必须具有良好的成形性能。同时,随着轻量化车身的发展,要求车身的内部安全件和结构件需要高的强度,以保证驾乘人员的安全。另外,汽车用钢板应具有耐大气腐蚀和盐雾腐蚀的能力。且早在 80 年代中期,美国汽车制造商就提出将汽车车体的耐蚀期提高,即要求一般乘用车 5 年表面不发生点腐蚀,10 年不发生穿孔腐蚀,用涂漆冷轧钢板做车体已不能满足耐腐蚀方面的要求,因此耐蚀性优良且成本低廉的热镀锌高强钢受到汽车厂家的青睐。因此,汽车用钢板向经过涂镀处理的高强化方向发展,既具有高强度、又有良好耐蚀性的轿车内部结构件及内部复杂结构件用热镀锌高强度钢板的应用越来越广泛。

[0003] 抗拉强度 390MPa 级成形性优良的热镀锌高强度钢兼有较高的强度和良好的成形性能、高的有利织构含量,以及优异的耐蚀性和抗冲撞性、抗二次加工性能,因此越来越多的用于车身的内部结构件等变形较复杂、强度要求较高的零件,逐渐成为汽车车身用钢的主流。国内外的一些钢铁企业和研究机构也正在开展此类产品的研究工作,以满足汽车工业的需要。

[0004] 本发明之前,申请号为 200810012978.4 的中国发明专利,公开了“一种高强度表面质量好的全硬热镀锌钢板及其生产方法”,该钢的化学成分为:C:0.02~0.15%,Si≤0.05%,Mn:0.15~1.50%,Ti 和(或)Nb:0.02~0.10%,其余为 Fe 和不可避免的杂质。该全硬热镀锌钢板具有良好的耐蚀性,但其成型性能较差,只能用于制作形状简单的结构件。

[0005] 申请号为 201210338992.X 的中国发明专利,公开了“一种汽车用热镀锌钢板及其生产方法”,该钢的化学成分质量百分数为:C:0.001~0.003%,Mn:0.05~0.15%,Si≤0.03%,P≤0.02%,S:0.008~0.015%,Al:0.02~0.07%,Ti:0.05~0.09%,B:0.002~0.010%,N≤0.004%,余量为 Fe 和微量元素。该汽车用热镀锌钢板具有良好的耐蚀性和成形性能,但其强度较低,不能够满足车身轻量化的要求,且合金含量高。

发明内容

[0006] 本发明的目的是,为满足轿车轻量化对车身内部结构件和复杂结构件强度、高成形性能、高表面质量和耐蚀性的技术要求,充分利用现有的生产设备条件,开发出一种抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌高强度钢。该钢具有高强度的力学性能和良好的成形性、高的有利织构含量、良好的耐蚀性及较好的表面质量要求。

[0007] 为实现上述目的,本发明的抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌高强钢,化学成分按重量百分比计为 :C :0.0027 ~ 0.0035%, Si :0.071 ~ 0.095%, Mn :0.78 ~ 0.95%, P :0.060 ~ 0.075%, S ≤ 0.003%, Als :0.015 ~ 0.030%, Nb :0.040 ~ 0.045%, Ti :0.039 ~ 0.045%, B :0.0008 ~ 0.0014, N ≤ 0.003%, O ≤ 0.002%, 余量为 Fe 及不可避免的杂质。

[0008] 优选地,该钢化学成分按重量百分比计为 :C :0.0030 ~ 0.0033%, Si :0.078 ~ 0.090%, Mn :0.80 ~ 0.85%, P :0.065 ~ 0.072%, S ≤ 0.003%, Als :0.020 ~ 0.030%, Nb :0.040 ~ 0.045%, Ti :0.039 ~ 0.045%, B :0.0008 ~ 0.0014, N ≤ 0.003%, O ≤ 0.002%, 余量为 Fe 及不可避免的杂质。

[0009] 本发明所述抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌高强钢的生产方法,依次包括以下步骤:

[0010] 铁水脱硫,转炉冶炼,炉外精炼,连铸,精整,板坯加热,热连轧,层流冷却,卷取,酸洗,冷连轧,连续退火 + 热镀锌,光整,精整;其中,所述炉外精炼时真空处理的时间为 30 ~ 40min,板坯加热温度为 1260 ~ 1280℃,终轧温度为 935 ~ 955℃,热轧层流冷却速度 25 ~ 35℃/s,卷取温度为 680 ~ 700℃。

[0011] 优选地,所述退火加热温度为 790 ~ 810℃,退火保温时间为 55 ~ 60s,退火冷却速度为 50 ~ 60℃/s。

[0012] 进一步地,所述光整延伸率为 1.25 ~ 1.50%。

[0013] 下面对本发明的抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌高强度钢的理想化学成分和工艺控制原理进一步详细说明。

[0014] (1) 化学成分

[0015] 碳通过间隙固溶强化,可显著提高钢的强度,但是钢中的碳含量高对成形性能极为不利。故将其含量限定在 0.0027 ~ 0.0035% 范围,优选为 0.0030 ~ 0.0033%。

[0016] 硅有较强的固溶强化效果,可提高钢的强度,但是钢中加入过多的硅元素不仅对成形性能不利,而且影响热镀锌后的表面质量。所以,将其含量限定在 0.071 ~ 0.095% 范围,优选为 0.078 ~ 0.090%。

[0017] 锰也是固溶强化元素,可提高钢的强度,但较高的锰含量对成形性能不利,尤其是钢中的固溶碳、氮原子较多时,锰对成形性能的严重损害是由于锰与间隙原子之间的交互作用而导致的。在本发明钢中,由于碳、氮原子完全被固定,所以锰的不良影响减少。考虑到实际情况,所以,将其含量限定在 0.78 ~ 0.95% 范围,优选为 0.80 ~ 0.85%。

[0018] 磷是廉价的固溶强化元素,是提高铁素体强度最高的元素。并且钢中加入适量的磷元素,其在提高钢的强度的同时,不降低钢的成形性能。但是,较高的磷元素会使有利织构减弱,降低钢的 r 值。考虑磷元素对钢性能的综合影响,将其限定在 0.060 ~ 0.075% 范围,优选为 0.065 ~ 0.072%。

[0019] 铝是作为脱氧剂加入的,保证钢水的纯净,但过多的铝含量会形成氧化铝夹杂。综

合考虑钢中的 Al_s 含量控制在 0.015 ~ 0.030% 之间, 优选为 0.020 ~ 0.030%。

[0020] 钛、铌是强 C、N 化物形成元素, 钢中加入钛和铌的目的是固定钢中的间隙原子 C 和 N, 净化铁素体基体, 从而使本发明钢种具有良好的成形性能。同时, 铌、钛的加入可起到析出强化和细化晶粒的作用, 并且铌、钛的复合添加利于钢板表面的热镀锌。所以, 将其含量限定在钛 :0.039 ~ 0.045%; 铌 :0.040 ~ 0.045%。

[0021] 硫在本发明钢中属于控制元素, 其含量越低越好, 考虑到实际冶炼成本。故将钢中硫含量控制在 0.003% 以下。

[0022] 硼加入钢中的作用是阻碍磷在晶界偏析, 避免磷元素在晶界偏析从而降低钢的抗二次加工脆性能力。所以, 将其含量限定在 0.0008 ~ 0.0014% 范围。

[0023] 氮在钢中是有害元素, 影响钢的成形性能, 故将其含量控制在 0.003% 以下。

[0024] 氧在本发明钢中属于控制元素, 其含量越低越好, 较高的氧含量会增加钢中的夹杂物含量, 影响钢的成形性能和表面质量, 考虑到生产时间, 将其含量限定在 0.002% 以下。

[0025] 本发明采用相对其它专利更低的合金成本设计, 既保证了钢板具有较高的强度, 又保证了钢板具有良好的成形性能、高的抗二次加工脆性、良好的耐蚀性能, 并且钢板表面具有良好的锌层附着性。

[0026] (2) 生产工艺

[0027] 本发明钢的生产过程中, 产品在转炉进行冶炼, 采用脱硫铁水, 硫含量要求越低越好, 精确控制转炉终点碳、氧及磷和硫含量, 并保证碳—温协调, 在出钢过程中加入铝铁→硅铁→锰铁; 然后进行真空处理, 同时在真空进行成分微调, 成分微调合金加入顺序: 铝丸→金属锰→硅铁→磷铁→铌铁, 最后加入钛铁和硼铁。确保产品的熔炼化学成分在设计要求的范围内, 同时尽可能的降低钢中的硫和氮, 保证钢质纯净度。熔炼出符合要求的钢水后, 采用连铸方法进行浇铸, 其板坯采用热送的方式送到热轧厂进行轧制。

[0028] 板坯经加热后在单相奥氏体区进行热连轧, 轧制后通过控制冷却得到织构充分发展且第二相粒子细小弥散析出的合理匹配, 以及晶粒较细的热轧板, 以便为最终产品的高强度和良好成形性能提供保证。经轧制后的热轧钢卷送冷轧厂进行酸洗+冷连轧, 然后经再结晶退火、热镀锌、光整及精整, 得到热镀锌板卷, 此过程中通过冷轧压下率和再结晶退火、光整工艺的合理匹配, 以及热镀锌锌锅温度、锌液成分以及入锌锅带钢温度的合理控制, 得到具有高表面质量、成形性能优良、高耐蚀性且具有较高强度的产品。

[0029] 所以, 本发明在钢种的化学成分设计上, 采用超低碳、超低硫、超低氧和低的合金成本设计, 既要保证产品具有 390MPa 及以上的较高强度, 又要保证具有良好的成形性能和较好的抗二次加工脆性。工艺设计上, 采用合适的轧制和退火以及热镀锌工艺, 从而保证产品具有较高的有利织构含量、良好的耐蚀性特征。将热镀锌后的产品按国标加工成 80mm 标距拉伸试样 (原始标距长度 $L_0 = 80\text{mm}$, $b = 20\text{mm}$), 并按国标进行拉伸试验, 产品的力学性能为: 屈服强度 $R_{p0.2}$: 260 ~ 300MPa, 抗拉强度 R_m : 390 ~ 440MPa, 延伸率 $A_{80\text{mm}} \geq 32\%$, $r_{90} \geq 1.7$, $n_{90} \geq 0.17$ 。而且产品的单面锌层重量达到 40 ~ 70g/m²。

[0030] 由此可见, 本发明开发出的抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌高强度钢与现有的 390MPa 级热镀锌高强钢相比, 产品既具有较高强度, 满足汽车工业对车身内部结构件强度和刚度的要求, 又具有良好的成形性能, 较高的有利织构含量, 能顺利完成复杂变形, 同时, 本发明的产品具有高的抗二次加工脆性, 和良好的耐腐蚀性能。

附图说明

[0031] 图 1 为本发明钢产品的金相组织结构图。

具体实施方式

[0032] 以下结合附图和具体实施例对本发明的抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌高强度钢及其生产方法做进一步详细说明。

[0033] 表 1 列出了本发明用于生产抗拉强度 390MPa 级轿车内部结构件用热镀锌高强度钢的六种具体实例的化学成分。这六种具体实施例钢的生产方法如下：在炼钢厂 90 吨转炉上进行顶底复合吹炼，采用铁水脱硫技术，使铁水中的 $S \leq 0.002\%$ ；炉后出钢 1/3 时开始加铁合金，出钢 2/3 时加入完毕，合金化顺序：铝铁→硅铁→锰铁；然后进行真空处理，并进行成分微调，成分微调合金加入顺序：铝丸→金属锰→硅铁→锰铁→磷铁→铌铁。最后加入钛铁和硼铁。使钢中的化学成分满足设计的要求，余量为 Fe 及不可避免的夹杂；再将各实施例成分的钢水浇注成 210～250mm×700～1550mm 断面的板坯。然后将板坯送至热轧厂进行热连轧，将其轧制成热轧卷。再将热轧卷送至冷轧厂进行酸洗+冷连轧，之后在冷轧厂进行热镀锌退火、光整和精整成 0.70～2.0mm 厚度规格的热镀锌板卷。

[0034] 各实施例钢的具体生产工艺参数分别见表 2 所示。

[0035] 表 1 本发明钢的化学成分 (wt. %)

[0036]

实施例	C	Si	Mn	P	S	Als	Nb	Ti	B	N	O
1	0.0032	0.071	0.83	0.070	0.0020	0.025	0.044	0.042	0.0009	0.0020	0.0018
2	0.0029	0.082	0.90	0.067	0.0024	0.015	0.042	0.039	0.0013	0.0029	0.0015
3	0.0027	0.095	0.78	0.065	0.0016	0.017	0.045	0.043	0.0014	0.0030	0.0013
4	0.0035	0.090	0.80	0.060	0.0025	0.028	0.043	0.040	0.0008	0.0017	0.0020
5	0.0030	0.078	0.95	0.072	0.0022	0.030	0.041	0.045	0.0010	0.0024	0.0014
6	0.0033	0.085	0.85	0.075	0.0017	0.020	0.040	0.041	0.0012	0.0015	0.0017

[0037] 表 2 各实施例的工艺

[0038]

实施例	铁水硫含量 (%)	真空处理时间 (min)	板坯加热温度 (°C)	终轧温度 (°C)	热轧层流冷却速度 (°C/s)	卷取温度 (°C)	退火加热温度 (°C)	退火保温时间 (s)	冷却速度 (°C/s)	光整延伸率 (%)

[0039]

1	0.0013	35	1262~1267	939~945	27	685~693	798~802	54	56	1.25~1.35
2	0.0020	37	1269~1274	948~954	28	680~689	800~805	58	54	1.32~1.37
3	0.0018	33	1266~1271	940~946	25	691~698	792~797	55	59	1.28~1.33
4	0.0016	39	1274~1279	943~949	30	687~693	795~801	57	53	1.35~1.40
5	0.0010	38	1268~1273	947~955	32	682~688	806~811	62	55	1.42~1.47
6	0.0014	32	1271~1277	945~952	29	688~694	797~802	60	57	1.30~1.35

[0040] 本发明各实施例钢的力学性能试验结果分别对应列于表 3, 从表 3 反映出的性能来看, 厚度为 0.70 ~ 2.0mm 各成分的产品具有抗拉强度为 390MPa 级、伸长率达到 32% 以上、 r 值达到 1.70 以上、有利织构 (111) 晶面所占比例达到 30% 以上, 单面镀锌层重量为 40 ~ 70g/m² 的效果, 都能满足汽车工业对高强度、良好成形性、高的表面质量和良好的耐腐蚀性要求。本发明钢的最终产品的显微组织为铁素体, 如图 1 所示。

[0041] 表 3 : 各实施例钢的力学性能试验结果。

[0042]

实施例	厚度 mm	屈服 强度 R _{p0.2} MPa	抗拉 强度 R _m MPa	伸长 率 A _{80mm} %	r_{90}	n_{90}	有利织 构 (111) 晶面所 占百分 比 (%)	盐雾 试验 h	单面镀层 重量 (三 点平均) g/m ²	二次加工脆 化温度 (°C)
1	0.9	280	400	34	1.85	0.19	33	120	70	<-60
2	1.4	285	405	33	1.80	0.18	30	96	62	<-60
3	1.2	290	410	33	1.90	0.18	33	96	54	<-60
4	2.0	295	430	32	1.80	0.17	31	96	53	<-60
5	1.7	275	395	33	1.80	0.18	32	96	44	<-60
6	0.7	270	390	34	1.90	0.19	34	96	40	<-60

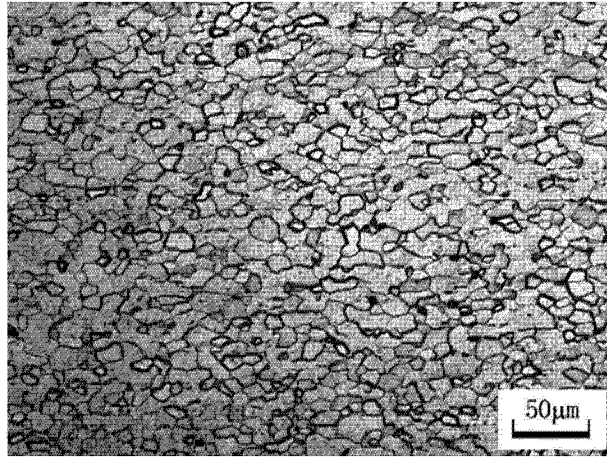


图 1