

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C22C 38/14 (2006.01)
C21D 8/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810013481.4

[43] 公开日 2010年3月31日

[11] 公开号 CN 101684533A

[22] 申请日 2008.9.27

[21] 申请号 200810013481.4

[71] 申请人 鞍钢股份有限公司

地址 114021 辽宁省鞍山市铁西区鞍钢厂区内

[72] 发明人 于宁 刘嵩 王春刚 安晓光
赵永悦 何毅 丛劲松 王越
杨卫 黄秋菊

权利要求书2页 说明书8页

[54] 发明名称

具有优良成形性的高强度冷轧板及其生产方法

[57] 摘要

本发明提供一种具有优良成形性的高强度冷轧板，其化学成分： $C \leq 0.0040\%$ 、 $Si: 0.02\% \sim 0.15\%$ 、 $Mn: 0.20\% \sim 1.00\%$ 、 $P: 0.02\% \sim 0.09\%$ 、 $Ti: 0.015\% \sim 0.06\%$ 、 $Nb: 0.01\% \sim 0.05\%$ ，余量为Fe。其生产方法包括冶炼、连铸、热轧、冷轧、连续退火，热轧的钢坯加热温度 $1170 \sim 1270^\circ\text{C}$ ，热轧终轧温度 $850^\circ\text{C} \sim 960^\circ\text{C}$ ，卷取温度 $650 \sim 760^\circ\text{C}$ ；冷轧压下率为 $60\% \sim 82\%$ ；退火温度 $760 \sim 880^\circ\text{C}$ ，保温时间 $60 \sim 210\text{s}$ ，缓冷段温度 $630 \sim 700^\circ\text{C}$ ，快冷段出口温度 $300 \sim 500^\circ\text{C}$ ；平整延伸率 $0.5\% \sim 1.0\%$ 。本发明含磷高强度钢板具有超低碳、微合金化、钢质纯净等特点。在钢中添加一定的Nb、Ti合金，使钢具有高的塑性。采用相应的轧制和退火工艺，使钢的性能指标达到高强度汽车冲压件的要求。

1. 一种具有优良成形性的高强度冷轧板，其特征在于该钢的化学成分重量百分比为：C \leq 0.0040%、Si：0.02%~0.15%、Mn：0.20%~1.00%、P：0.02%~0.09%、S \leq 0.025%、AL_S \leq 0.06%、Ti：0.015%~0.06%、Nb：0.01%~0.05%、N \leq 0.005%，余量为Fe和不可避免的杂质。
2. 根据权利要求1所述的高强度冷轧板，其特征在于该钢的化学成分重量百分比为：Si：0.02%~0.10%、Mn：0.20%~0.55%、P：0.02%~0.05%、Ti：0.015%~0.045%、Nb：0.01%~0.04%。
3. 根据权利要求1所述的高强度冷轧板，其特征在于该钢的化学成分重量百分比为：Si：0.02%~0.10%、Mn：0.30%~0.70%、P：0.05%~0.07%、Ti：0.03%~0.06%、Nb：0.01%~0.04%。
4. 根据权利要求1所述的高强度冷轧板，其特征在于该钢的化学成分重量百分比为：Si：0.04%~0.15%、Mn：0.70%~1.00%、P：0.05%~0.09%、Ti：0.03%~0.06%、Nb：0.02%~0.05%。
5. 根据权利要求1、2、3或4所述的高强度冷轧板，其特征在于钢中还含有B，其重量百分比为0.0003%~0.0015%。
6. 一种权利要求1~5中任一项所述高强度冷轧板的生产方法，包括冶炼、连铸、热轧、冷轧、连续退火、精整，其特征在于所述热轧的钢坯加热温度为1170~1270℃，热轧终轧温度为850~960℃，卷取温度为650~760℃；冷轧压下率为60%~82%；退火温度为760℃~880℃，保温时间60~210s，缓冷段温度630~700℃，快冷段出口温度300~500℃；平整延伸率0.5%~1.0%。
7. 根据权利要求6所述的高强度冷轧板的生产方法，其特征在于所述的冷轧压下率为70%~75%。

-
8. 根据权利要求6所述的高强度冷轧板的生产方法,其特征在於所述的退火温度为800~820°C,保温时间为120~180s。

具有优良成形性的高强度冷轧板及其生产方法

技术领域

本发明属于钢铁产品技术领域，尤其涉及一种成形性优良的高强度冷轧板及其生产方法。

背景技术

国内外汽车厂普遍采用 St13 和 St14 等软钢做汽车的冲压件，这类钢在冲压过程中钢板很容易变形，但由于强度低，其抗碰撞和凹陷的能力低，安全性能不好，所以不利于保护驾乘人员。

采用高强钢板不仅可以解决此类问题，同时，由于钢的强度的增加，钢板的厚度也可降低，从而减轻汽车的重量，在能源紧张的今天，就能有效降低油品消耗，提高资源利用率，也有利于汽车厂占领销售市场。

目前，采用磷作为主要强化元素生产高强钢的工艺国内外都有报道，虽然工艺相似，但是实现方式有着明显的区别。

有的设计采用高锰含量，其缺点是钢的各向异性大。例如，申请号为 99118334.7，名为“高强度加磷钢及其制造方法”的中国专利，该专利采用的设计方案是高碳、加磷，不添加合金元素，通过磷在晶界处的偏析，达到晶粒细化的目的，实现钢的强度的提高，采用该方式生产的产品塑性指标不好，造成深加工时，钢的成形性不好。还如申请号为 200510051717.X，名为“高强度冷轧钢板及其制造方法”的中国专利，该专利采用的是高 Mn，高 Als，Als 含量为 0.1%~1.0%，冶炼时需要添加大量的铝铁，使成本增加。

发明内容

本发明的目的在于克服上述现有技术所存在的缺陷，提供一种能够满足汽车工业需要，具有优良成形性的高强度冷轧板及其生产方法。

本发明是这样实现的：该具有优良成形性的高强度冷轧板的化学成分重量百分比： $C \leq 0.0040\%$ 、 $Si: 0.02\% \sim 0.15\%$ 、 $Mn: 0.20\% \sim 1.00\%$ 、 $P: 0.02\% \sim 0.09\%$ 、 $S \leq 0.025\%$ 、 $Al_s \leq 0.06\%$ 、 $Ti: 0.015\% \sim 0.06\%$ 、 $Nb: 0.01\% \sim 0.05\%$ 、 $N \leq 0.005\%$ ，余量为 Fe 和不可避免的杂质。

本发明高强度冷轧板的化学成分重量百分比优选可以是： $C \leq 0.0040\%$ 、 $Si: 0.02\% \sim 0.10\%$ 、 $Mn: 0.20\% \sim 0.55\%$ 、 $P: 0.02\% \sim 0.05\%$ 、 $Ti: 0.015\% \sim 0.045\%$ 、 $Nb: 0.01\% \sim 0.04\%$ ，余量为 Fe 和不可避免的杂质；也可以是： $C \leq 0.0040\%$ 、 $Si: 0.02\% \sim 0.10\%$ 、 $Mn: 0.30\% \sim 0.70\%$ 、 $P: 0.05\% \sim 0.07\%$ 、 $Ti: 0.03\% \sim 0.06\%$ 、 $Nb: 0.01\% \sim 0.04\%$ ，余量为 Fe 和不可避免的杂质；还可以是： $C \leq 0.0040\%$ 、 $Si: 0.04\% \sim 0.15\%$ 、 $Mn: 0.70\% \sim 1.00\%$ 、 $P: 0.05\% \sim 0.09\%$ 、 $Ti: 0.03\% \sim 0.06\%$ 、 $Nb: 0.02\% \sim 0.05\%$ ，余量为 Fe 和不可避免的杂质。本发明钢中还可以添加 B，其含量重量百分比为 $0.0003\% \sim 0.0015\%$ 。

本发明所述具有优良成形性的高强度冷轧板的生产方法包括冶炼、连铸、热轧、冷轧、连续退火、精整，其特点是所述热轧的钢坯加热温度为 $1170 \sim 1270^\circ\text{C}$ ，热轧终轧温度为 $850 \sim 960^\circ\text{C}$ ，卷取温度为 $650 \sim 760^\circ\text{C}$ ；冷轧压下率为 $60\% \sim 82\%$ ；退火温度为 $760 \sim 880^\circ\text{C}$ ，保温时间 $60 \sim 210\text{s}$ ，缓冷段温度 $630 \sim 700^\circ\text{C}$ ，快冷段出口温度 $300 \sim 500^\circ\text{C}$ ；平整延伸率 $0.5\% \sim 1.0\%$ 。

本发明高强度冷轧板所述的冷轧压下率优选为 $70\% \sim 75\%$ ；所述的退火温度优选为 $800 \sim 820^\circ\text{C}$ ，保温时间优选为 $120 \sim 180\text{s}$ 。

本发明成分设计理由：

本发明含磷高强度钢板具有超低碳、微合金化、钢质纯净等特点，具有较低的屈服强度和较高的抗拉强度，同时，在钢中添加了一定的 Nb、Ti 合金，使钢中的 C、N 以第二相的形式在钢中存在，使钢具有高的塑

性。钢中添加了 P、Mn、Si 含量能使钢的强度提高，但塑性指标会降低，因此，必须制定合理的成份设计方案。

Ti 含量添加过多将在钢中以固溶形式存在，同时，在高温时 Ti 容易与钢中的 P 反应，生成化合态的 FePTi，FePTi 降低了磷的固溶强化作用，对钢的强度降低和 r 值降低，因此，应适量控制钢中的 Ti 含量。Ti 含量低，钢中的 C、N 原子不能完全固定，对钢的塑性不利；Ti 含量高造成生产成本的浪费。本发明 Ti 含量控制在 0.015%~0.06%。

为了降低 Ti 钢的各向异性，钢中需要添加一定的 Nb，在 Ti+Nb 处理的高强 IF 钢板中，过量 Nb 的加入将使钢中固溶的 Nb 原子量增多，不利于再结晶进行，使钢的再结晶温度和时间延长。Nb 含量低，钢中的 C、N 原子不能完全固定。本发明将 Nb 含量控制在 0.01%~0.05%。

考虑到钢中 FePTi 的析出温度低于钢中的 C、N 与 Ti、Nb 反应的析出温度，在成分设计上理论上应考虑到 Ti、Nb 的添加应符合 $Ti=4*C+3.43*N+1.5S$ 及 $Nb=7.76*C$ ，在 Ti 的最大添加量上，应保证 Ti 与钢中的 C 反应形成析出相后，剩余的固溶 C 能够与钢中的 Nb 反应，以析出相形式存在。

P：是一种有害元素，会增加钢的脆性，但在低碳钢中适当增加磷含量，对钢的成形性能影响不大，但可大大提高钢的强度。磷含量添加过低，对钢的强度影响不大，过高则钢的脆性和偏析，影响塑性，因此，P 含量设计范围为 0.02%~0.09%。

Mn 在钢中是固溶强化元素，能改善钢的强度，同时，Mn 能够与钢中的 S、Ti、C、N 以复合第二相的形式析出，使钢中的析出相增大，改善钢的塑性。Mn 含量设计范围为：0.20%~1.00%，根据钢的强度级别来调整钢中 Mn 含量上、下限。

Si 在钢中是固溶强化元素，改善钢的强度，但 Si 含量过高将影响钢

的塑性。Si 含量设计范围为：0.02%~0.15%，根据钢的强度级别来调整钢中 Si 含量上、下限。

A1：抑制氮在铁素体内的固溶，消除应变时效，提高低温塑性。

B：在超低碳钢中，P 元素容易在晶界处偏析，添加少量 B 后，由于 B 在 IF 钢中聚集于晶界，使晶界结合力得以增强，同时，B 抑制了 P 在晶界处的偏析，克服了晶界脆性。复合添加 B 与 Nb 可使含 Ti 的 IF 钢退火组织晶粒明显细化。B 元素添加少，起不到上述的作用，B 元素添加过量，容易造成钢板硬化，影响塑性。

本发明采用了在钢中添加了一定的 Nb、Ti 合金及 P、Mn、Si 等固溶强化元素，使钢具有低的屈服强度和高的抗拉强度及较好的塑性，适合汽车表面件和内部结构件的使用，同时，即便该产品在生产中出现问题时也容易改判其它产品，能够降低损失。

本发明工艺路线：铁水预处理→转炉→精炼(RH)→连铸→热连轧→冷轧酸洗机组→冷轧→连续退火→精整机组→包装。

本发明工艺设计理由：

本发明热轧钢坯加热温度为 1170~1270℃，热轧终轧温度为 850~960℃，采用高温卷取，卷取温度为 650~760℃，这是为了确保钢能够在再结晶温度以上热轧形成细小均匀的铁素体和大而均匀分布的二相粒子。

本发明冷轧工艺通过合理的压下率，在获得高的 R 值的同时，能够获得高的延伸率。冷轧压下率的增加，使冷轧后的组织中破碎的再结晶贮能增加，在冷轧退火过程中，再结晶形核质点增加，再结晶开始时间提前。在随后的保温阶段，晶粒长大的时间相对延长，有利于得到大的晶粒及第二相的析出、聚集，形成有利织构，获得好的延伸率和 R 值有利，但是如果冷轧采用的压下率过大，会造成钢中再结晶形核质点过多，

而晶粒长大的驱动力主要来自于晶界之间的界面能，界面能界差异增大，这样，容易造成钢内部晶粒不均匀，影响钢的延伸率。本发明将冷轧压下率控制在 60%~82%，最佳的压下率为 70%~75%，此时，可以获得高的 R 值和高的延伸率。

退火保温阶段对深冲性能至关重要的纤维组织也在此阶段形成，因此，退火工艺对高强 IF 钢的深冲性能起决定作用。随着退火温度的提高，晶粒增大。这说明了退火温度越高，再结晶及再结晶晶粒长大越充分，对深冲性能越有利，但钢的屈服强度和抗拉强度将降低，而延伸率和 R 值、n 值增加。因此，需要制定合理的热处理温度，既能获得高的屈服强度又能获得好的延伸率和 R 值、n 值是生产含磷钢热处理的关键。

本发明退火温度为 760℃~880℃，最佳的退火温度为 800℃~820℃；合理的保温时间是 60~210s，最佳的保温时间为 120~180s，能够获得强度和塑性等综合性指标都非常好的效果。含磷钢不能够重新退火，因为重新退火后，将使钢中的 FeTiP 相的析出，TiNbCN 较大的复合二相粒子，发生回熔。保温时间过短，将使再结晶不充分，二相粒子不能充分的聚集。使晶粒过细，影响钢的延伸率。保温时间的增加为二相粒子的均匀长大和偏聚提供了时间，钢中会出现 TiNbCN 较大的复合二相粒子。但是，随着保温时间的继续增加，钢中细小的二相粒子，呈现偏聚现象，因此对晶界的钉扎作用较大，阻碍位错运动，对退火织构的发展不利，阻碍再结晶织构的发展，影响钢的延伸率。

本发明将缓冷段温度控制在 630~700℃，快冷段出口温度控制在 300~500℃，平整延伸率为 0.5%~1.0%，这有利于获得好的性能。

本发明含磷高强度钢板具有超低碳、微合金化、钢质纯净等特点，在钢中添加了一定的 Nb、Ti 合金，使钢中的 C、N 以第二相的形式在钢中存在，使钢具有高的塑性，而且钢的各向异性比通常的超低碳钢小。

采用相应的热轧、冷轧和退火工艺，生产出的钢具有良好的成形性和很高的强度，能满足高强度汽车冲压件性能指标的要求。本发明成本增加不大，但效果稳定，经济效益显著。

具体实施方式

下面通过实施例对本发明作进一步的描述。

表 1 为本发明实施例钢板的化学成分。

表 2 为本发明实施例的轧制工艺参数。

表 3 为本发明实施例的连续退火工艺参数。

表 4 为本发明实施例钢板的检测性能。

表 1 本发明实施例钢板的化学成分 (wt,%)

实施例	C	Si	Mn	P	S	Als	Ti	N	Nb	B
1	0.0021	0.05	0.52	0.045	0.010	0.035	0.043	0.0024	0.030	-
2	0.0025	0.03	0.54	0.041	0.011	0.033	0.025	0.0034	0.040	-
3	0.0019	0.09	0.31	0.024	0.009	0.029	0.042	0.0034	0.038	-
4	0.0017	0.08	0.33	0.046	0.007	0.027	0.045	0.0018	0.039	-
5	0.0027	0.08	0.60	0.063	0.007	0.027	0.047	0.0018	0.031	-
6	0.0017	0.05	0.58	0.055	0.012	0.042	0.041	0.0028	0.037	-
7	0.0028	0.08	0.63	0.067	0.012	0.042	0.045	0.0022	0.030	-
8	0.0015	0.04	0.68	0.069	0.012	0.042	0.055	0.0029	0.017	-
9	0.0023	0.09	0.92	0.062	0.018	0.039	0.042	0.0035	0.038	-
10	0.0021	0.12	0.88	0.069	0.013	0.039	0.049	0.0017	0.028	-
11	0.0018	0.11	0.76	0.083	0.008	0.029	0.053	0.0017	0.025	-
12	0.0024	0.09	0.25	0.039	0.011	0.048	0.044	0.0032	0.032	0.0009
13	0.0018	0.06	0.51	0.032	0.010	0.037	0.055	0.0025	0.024	0.0012
14	0.0016	0.08	0.92	0.055	0.009	0.042	0.033	0.0025	0.044	0.0006

表2 本发明实施例轧制工艺参数

实施例	加热温度 (°C)	热轧终轧温度 (°C)	热轧卷取温度 (°C)	冷轧压下率 (%)
1	1202	901	708	68
2	1245	889	697	81
3	1190	924	727	66
4	1233	920	713	73
5	1201	904	702	72
6	1241	897	735	73
7	1239	902	701	70
8	1270	929	715	69
9	1255	915	712	64
10	1228	917	705	69
11	1264	933	723	69
12	1236	905	722	73
13	1192	897	735	72
14	1180	899	702	68

表3 本发明实施例连续退火工艺参数

实施例	退火温度 (°C)	保温时间 (S)	缓冷段出口温度 (°C)	快冷段出口温度 (°C)	平整延伸率 (%)
1	812	88	653	402	0.6
2	815	194	644	387	0.65
3	796	121	655	409	0.70
4	828	76	669	428	0.6
5	821	132	667	416	0.7
6	817	115	650	397	0.7
7	815	144	642	399	0.6
8	822	124	646	392	0.92
9	799	133	655	422	0.5

10	820	160	673	404	0.8
11	809	95	677	427	0.7
12	812	149	687	403	0.7
13	817	105	649	396	0.5
14	809	172	692	422	0.8

表4 本发明实施例钢板性能

实施例	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %	r	n
1	198	354	39	2.02	0.23
2	191	347	40	2.12	0.24
3	207	367	39	2.09	0.23
4	210	356	38	1.95	0.25
5	242	390	35	1.79	0.20
6	229	374	37	1.86	0.22
7	248	392	36	1.83	0.24
8	252	387	35	1.79	0.19
9	274	423	34		
10	269	437	35		
11	283	441	33		
12	212	362	38	2.09	0.24
13	244	397	36	2.02	0.22
14	281	429	33		