

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510022333.5

B21B 1/22 (2006.01)
B21B 37/58 (2006.01)
B21B 37/74 (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 10 月 31 日

[11] 授权公告号 CN 100345639C

[22] 申请日 2005.12.21

[21] 申请号 200510022333.5

[73] 专利权人 攀钢集团攀枝花钢铁研究院

地址 617000 四川省攀枝花市建设路 1 号

共同专利权人 攀枝花新钢钒股份有限公司

[72] 发明人 宋立秋 左 军 刘 勇 杨金成
李正荣

[56] 参考文献

CN1450180A 2003.10.22

CN1431059A 2003.7.23

WO02/46486A1 2002.6.13

CN1614067A 2005.5.11

JP2002-348638A 2002.12.4

审查员 刘 龙

[74] 专利代理机构 成都虹桥专利事务所

代理人 王建国

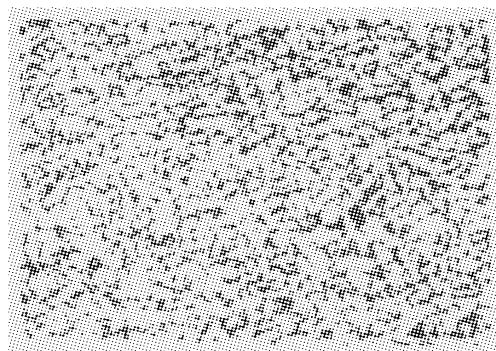
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称

超细晶粒薄规格热轧钢板的制造方法及其制造的热轧钢板

[57] 摘要

本发明公开了一种超细晶粒薄规格热轧钢板的制造方法及其制造的热轧钢板，可通过传统的热连轧机进行生产制造。采用 C-Mn 钢，其化学成份的重量百分比为：C：0.10~0.18%，Si：0.01~0.10%，Mn：0.70~1.00%，P：≤0.025%，S：≤0.025%，Al：0.015~0.10%；通过对精轧机六机架的变形量和变形温度、第六机架的出口速度、钢板的卷取温度的控制，在传统热连轧机上获得了显微组织为铁素体和珠光体的超细晶粒的 2.0mm~3.0mm 薄规格的热轧钢板。铁素体平均晶粒尺寸为 3.0~5.0 μm，体积分数为 80%~90%。该热轧钢板具有强度高、延伸率高和冷弯成型性能好等良好的综合性能。



1、超细晶粒薄规格热轧钢板的制造方法，将 C—Mn 钢的连铸板坯加热至 1200~1300℃，对所述连铸板坯在 950~1050℃ 的范围内经过六道次粗轧后进行精轧，其特征是：精轧的精轧机入口温度为 920~980℃，卷取温度为 550~600℃，精轧机第六机架的板材出口速度 8~12m/s，控制精轧机六个机架的压下量和轧制温度如下表所示：

	第一机架	第二机架	第三机架	第四机架	第五机架	第六机架
精轧机各机架压下量，%	40~50	40~50	30~35	25~30	15~20	10~15
精轧机各机架轧制温度，℃	920~980	900~960	870~930	840~900	820~870	800~850

上表中，其精轧机各机架压下量，为该机架出口板坯的厚度与进入该机架的板坯的厚度的百分比，实际压下量通过以下公式计算：

实际压下量 = 进入该机架的板坯的厚度 × 压下量。

2、如权利要求 1 所述的超细晶粒薄规格热轧钢板的制造方法，其特征是：经过粗轧后的中间板坯厚度为 25~35mm。

3、采用权利要求 1 所述的超细晶粒薄规格热轧钢板的制造方法制造的热轧钢板，其钢板厚度为 2.0~3.0mm，为 C—Mn 钢的化学成份，其重量百分比为：C：0.10~0.18%，Si：0.01~0.10%，Mn：0.70~1.00%，P：≤0.025%，S：≤0.025%，Al：0.015~0.10%，其显微组织为铁素体和珠光体，所述铁素体的平均晶粒尺寸为 3.0~5 μm。

4、如权利要求 3 所述的热轧钢板，其特征是：铁素体的体积分数为 80~90%。

超细晶粒薄规格热轧钢板的制造方法及其制造的热轧钢板

背景技术

为了提高钢铁材料的强度，同时使钢材具有优良的综合性能，近年来世界各国研究者不断地探索细化晶粒的方法。对于铁素体/珠光体钢晶粒超细化研究，日本和韩国等国家主要研究了在实验室条件下，将低碳锰钢的铁素体晶粒尺寸细化到 $1\mu\text{m}$ 的方法。如日本的 Yada 等利用应变诱导相变和铁素体动态再结晶方法在实验室模拟轧机上将 C—Si—Mn 钢的铁素体晶粒细化到了 $2\sim 3\mu\text{m}$ ；所谓应变诱导相变的方法，是在稍高于相变点 A_{r3} 温度进行单道次或多道次变形，变形中奥氏体能量升高，促使奥氏体向铁素体转变的方法；所谓铁素体动态再结晶的方法，是在变形过程中，晶体的晶粒发生了再结晶并释放了应变储存能，通过控制再结晶过程，使再结晶晶核数量增加，从而获得细小的再结晶晶粒的方法。韩国的 W.Y.Choo 等针对 0.15% C—0.4% Si—1.5% Mn 化学成分的 C—Si—Mn 钢，研究了实验室在平衡点温度 A_{e3} 和相变点温度 A_{r3} 附近之间进行大变形时，其铁素体晶粒尺寸可以细化到 $2\mu\text{m}$ 的方法；澳大利亚的 P.D.Hodgson 等人采用 C—Si—Mn 钢成分在实验室单机架轧机上采用热扭转方法，在 A_{r3} 温度附近大变形得到接近 $1\mu\text{m}$ 的细晶铁素体的薄带钢板。所谓热扭转方法，是在加热的同时进行扭转变形，使材料获得较大变形量，从而使晶粒细化的方法。国内部分钢厂采用低碳高锰钢成分工业生产出了显微组织为铁素体、珠光体和贝氏体组织的厚度为 $4\text{mm}\sim 6\text{mm}$ 的热轧钢板。目前，国内外还未见在大工业生产条件下，在传统的热连轧机上用 C—Mn 钢成分生产厚度为 $2.0\text{mm}\sim 3.0\text{mm}$ 的具有超细晶粒的显微组织为铁素体和珠光体的热轧钢板及其制造方法的报道。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是提供一种在传统的热连轧机上，获得超细晶粒薄规格热轧钢板的制造方法及其制造的热轧钢板。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：超细晶粒薄规格热轧钢板的制造方法，将 C—Mn 钢的连铸板坯加热至 $1200\sim 1300^{\circ}\text{C}$ ，对所述连铸板坯在 $950\sim 1050^{\circ}\text{C}$ 的范围内经过六道次粗轧后进行精轧，其特征是：控制精轧机六

个机架的压下量和轧制温度如下表所示，精轧的精轧机入口温度为 920~980℃，卷取温度为 550~600℃，精轧机第六机架的板材出口速度 8~12m/s。通过出口速度、压下量和轧制温度的共同组合调节来实现超细晶粒。

	第一机架	第二机架	第三机架	第四机架	第五机架	第六机架
精轧机各机架压下量，%	40~50	40~50	30~35	25~30	15~20	10~15
精轧机各机架轧制温度，℃	920~980	900~960	870~930	840~900	820~870	800~850

其表中的精轧机各机架压下量（%），为该机架出口板坯的厚度与进入该机架的板坯的厚度的百分比，实际压下量通过以下公式计算：

实际压下量=进入该机架的板坯的厚度×压下量（%）。

利用超细晶粒薄规格热轧钢板的制造方法制造的热轧钢板，其钢板厚度为 2.0~3.0mm，为 C—Mn 钢的化学成份，其重量百分比为：C：0.10~0.18%，Si：0.01~0.10%，Mn：0.70~1.00%，P：≤0.025%，S：≤0.025%，Al：0.015~0.10%，其显微组织为铁素体和珠光体，所述铁素体的平均晶粒尺寸为 3.0~5 μm。

进一步的是，上述热轧钢板的铁素体的体积分数为 80~90%。

本发明的有益效果是：通过对精轧机六机架的变形量和变形温度进行控制，特别是控制第一、第二机架大的变形量，第三机架较大的变形量，第四、第五和第六机架较小的变形量，使轧制变形主要集中在前三机架，同时控制第二~第六机架的变形温度，控制精轧机第六机架的出口速度，控制热轧钢板的卷取温度在传统的热连轧机上，获得了超细晶粒的铁素体和珠光体组织的 C—Mn 成分的 2.0mm~3.0mm 薄规格的热轧钢板。热轧钢板的力学性能和工艺性能为：屈服强度≥400MPa，抗拉强度≥510MPa，热轧钢板具有高的延伸率和良好的冷弯性能，延伸率≥30%，冷弯：试样宽度=35mm，弯曲角度=180°，弯心直径=0，合格。热轧钢板的显微组织为铁素体和珠光体，铁素体平均晶粒尺寸为 3.0~5.0 μm，铁素体体积分数为 80%~90%。

附图说明

图 1 是本发明中 2.5 mm 厚度规格的超细晶粒热轧钢板的显微组织照片。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

本发明的超细晶粒的薄规格热轧钢板的的生产方法，是将转炉冶炼的 C—Mn 钢，采用连铸方法浇铸成规格为 200×(800~1200)×11000mm 的连铸板

坯，将连铸板坯加热，出炉温度控制在 1200~1300℃之间，板坯在 950~1050℃范围内进行六道次粗轧，粗轧后中间坯厚度最好控制在 25~35mm。然后将中间坯送入六机架精轧机进行精轧，控制六机架精轧机的各机架的变形量和变形温度，尤其要控制前三机架的变形量和变形温度，其控制精轧机各机架的变形量和变形温度如表 1 所示。控制精轧机第六机架出口速度 $\geq 8\text{m/s}$ ，例如控制在 8~12m/s 的范围，通过出口速度、压下量和轧制温度的共同组合调节来实现超细晶粒。精轧的精轧机入口温度为 920~980℃，热轧钢板的卷取温度为 550~600℃。在精轧机前三机架大的变形量、合理的变形温度范围、较快的轧制速度以及较低的卷取温度共同作用下，得到具有超细晶粒的 2.0mm~3.0mm 厚度规格的热轧钢板。

表 1 精轧机各机架的变形量和变形温度

	第一机架	第二机架	第三机架	第四机架	第五机架	第六机架
精轧机各机架压下量，%	40~50	40~50	30~35	25~30	15~20	10~15
精轧机各机架轧制温度，℃	920~980	900~960	870~930	840~900	820~870	800~850

其表 1 中的精轧机各机架压下量（%），为该机架出口板坯的厚度与进入该机架的板坯的厚度的百分比，实际压下量通过以下公式计算：

实际压下量=进入该机架的板坯的厚度×压下量（%）。

利用上述超细晶粒的薄规格热轧钢板的生产方法制造的热轧钢板，其钢板厚度为 2.0~3.0mm，采用 C-Mn 钢的化学成份，其重量百分比为：C: 0.10~0.18%，Si: 0.01~0.10%，Mn: 0.70~1.00%，P: $\leq 0.025\%$ ，S: $\leq 0.025\%$ ，Al: 0.015~0.10%，其显微组织为铁素体和珠光体，铁素体的平均晶粒尺寸为 3.0~5 μm ，并可使铁素体的体积分数达到 80~90%。所谓铁素体的体积分数，是在显微组织中铁素体所占显微组织的体积百分比。热轧钢板的力学性能和工艺性能为：屈服强度 $\geq 400\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 510\text{MPa}$ ，热轧钢板具有高的延伸率和良好的冷弯性能，延伸率 $\geq 30\%$ ，冷弯：试样宽度=35mm，弯曲=180°，弯心直径=0，合格。

实施例：本发明的超细晶粒的薄规格热轧钢板的生产方法，是将转炉冶炼的 C-Mn 钢，其 C-Mn 钢的化学成份的重量百分比为：C: 0.10~0.18%，Si: 0.01~0.10%，Mn: 0.70~1.00%，P: $\leq 0.025\%$ ，S: $\leq 0.025\%$ ，Al: 0.015~0.10%，采用常规连铸方法浇铸成规格为 200×(800~1200)×11000mm 的连铸板坯，控制连铸板坯加热出炉温度在 1200~1300℃之间，板坯在 950~1050

℃范围内进行六道次粗轧，粗轧后的中间坯厚度控制在 25~35mm。然后将中间坯送入六机架精轧机进行精轧，精轧入口温度为 920~980℃，精轧出口温度 800~850℃，精轧机各机架的变形量分别为 40~50%、40~50%、30~35%、25~30%、15~20%、10~15%，精轧机各机架的变形温度范围分别为 920~800℃、900~960℃、870~930℃、840~900℃、820~870℃、800~850℃，精轧机第六机架出口速度 8~12m/s，热轧钢板的卷取温度为 550~600℃，得到具有超细晶粒的 2.0mm~3.0mm 厚度规格的热轧钢板。热轧钢板的显微组织为铁素体和珠光体，铁素体的平均晶粒尺寸为 3.0~5 μm，铁素体的体积分数达到 80~90%。热轧钢板的力学性能和工艺性能为：屈服强度 ≥ 400MPa，抗拉强度 ≥ 510MPa，热轧钢板具有高的延伸率和良好的冷弯性能，延伸率 ≥ 30%，冷弯：试样宽度=35mm，弯曲角度=180°，弯心直径=0，合格。2.5mm 厚度规格的超细晶粒热轧钢板的 400X 显微组织照片如图 1 所示。

超细晶粒的薄规格热轧钢板具有强度高、延伸率高和冷弯成型性能好等良好的综合性能。工业生产的超细晶粒的薄规格热轧钢板的力学性能和工艺性能如表 2 所示，工业生产超细晶粒的薄规格热轧钢板的组织状态如表 3 所示，2.5mm 薄规格超细晶粒热轧钢板的化学成分和力学性能实例如表 4 所示，2.5mm 薄规格超细晶粒热轧钢板的精轧机各机架压下量和温度控制实例如表 5 所示。

表 2 工业生产的超细晶粒的薄规格热轧钢板的力学性能和工艺性能

厚度 mm	化学成分 (%)						力学性能			冷弯 d=0 B=35mm α=180°	精轧机第 六机架出 口速度 m/s
	C	Si	Mn	P	S	Al	ReL /MPa	Rm /MPa	A /MPa		
2.0	0.10	0.02	0.77	0.015	0.012	0.043	440	565	35	合格	12
2.5	0.14	0.03	0.85	0.017	0.010	0.026	425	540	32	合格	10
3.0	0.17	0.05	0.87	0.013	0.009	0.052	415	535	32	合格	8
2.0 ~ 3.0 实际 成分 和性 能	0.10 ~ 0.18	0.01 ~ 0.10	0.70 ~ 1.00	≤ 0.025	≤ 0.025	0.015 ~0.10	≥ 400	≥ 510	≥30	合格	8~12

表3 工业生产超细晶粒热轧钢板的组织状态

组织状态 钢板厚度/mm	显微组织	铁素体晶粒 尺寸/ μm	铁素体体积 分数/%	精轧机第六 机架出口速 度 m/s
2.0	铁素体+珠光体	3.5	87	12
2.5	铁素体+珠光体	4.0	85	10
3.0	铁素体+珠光体	4.5	81	8

表4 薄规格超细晶粒热轧钢板的化学成分和力学性能实例

厚度 /mm	化学成分/ %						力学性能			冷弯 d=0 B=35mm $\alpha=180^\circ$ 合格
	C	Si	Mn	P	S	Al	ReL /MPa	Rm /MPa	A /%	
2.5	0.14	0.03	0.85	0.017	0.010	0.026	425	540	32	

表5 薄规格超细晶粒热轧钢板的精轧机各机架压下量和温度控制实例

厚度 /mm	中间坯 厚度/ mm	种 类	第一机 架 F1	第二机 架 F2	第三机 架 F3	第四机 架 F4	第五机 架 F5	第六机 架 F6	精轧机 第六机 架出口 速度 m/s
2.5	29	精轧机各机 架压下量, %	48	48	35	28	20	14	10
		精轧机各机 架温度, $^\circ\text{C}$	930	900	870	850	830	810	



图 1