



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114433638 B

(45) 授权公告日 2023.04.11

(21) 申请号 202210090035.3

(22) 申请日 2022.01.26

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114433638 A

(43) 申请公布日 2022.05.06

(73) 专利权人 宝武集团鄂城钢铁有限公司  
地址 436002 湖北省鄂州市鄂城区武昌大道215号

(72) 发明人 易勋 王成 李拥山 陈英  
余宏伟 鲍海燕 梁宝珠 张渊普  
张欢 欧阳坤

(74) 专利代理机构 黄石市三益专利商标事务所  
42109  
专利代理师 滕金叶

(51) Int.Cl.

B21B 37/28 (2006.01)

B21B 45/00 (2006.01)

B21B 37/74 (2006.01)

B21B 37/16 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 110280601 A, 2019.09.27

CN 111451277 A, 2020.07.28

CN 111922078 A, 2020.11.13

CN 113210421 A, 2021.08.06

JP 2005219075 A, 2005.08.18

JP H11267755 A, 1999.10.05

审查员 陈坪

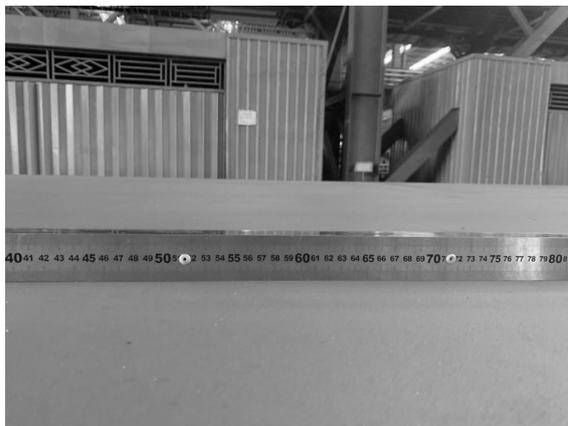
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种控制厚度规格≤50mm热轧钢板横向不平度的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种控制厚度规格≤50mm热轧钢板横向不平度的方法,包括:板坯加热→轧制→矫直机→冷床→雾冷→冷床→下料,并详细公开了各关键步骤的具体工艺参数控制方法,本发明通过工艺设计,一方面保留了高温终轧高效的生产节奏,另一方面较好改善板形平直度,钢板平直度满足交货要求同时更是严于交货标准,大幅提升市场竞争力,解决了前期因板形不良需重新入炉加热进行板形挽救、重新投料补轧等成本浪费、交货期滞后的问题,用户满意度得到大幅提升,经济效益与社会效益显著,具有重大推广意义。



1. 一种控制厚度规格 $\leq 50\text{mm}$ 热轧钢板横向不平度的方法,包括:板坯加热 $\rightarrow$ 轧制 $\rightarrow$ 矫直机 $\rightarrow$ 冷床 $\rightarrow$ 雾冷 $\rightarrow$ 冷床 $\rightarrow$ 下料,其特征在于:

(1) 板坯加热:板坯原料装入加热炉后按 $7\text{-}10\text{min/cm}$ 的加热速率进行加热,出炉温度设置为 $1080\text{-}1150\text{ }^\circ\text{C}$ ;板坯热装时, $T_0 \geq 300\text{ }^\circ\text{C}$ ,均热时间 $t \geq [0.1 \times H - 0.05(T_0 - 300)]\text{min}$ ;板坯冷装时, $T_0 < 300\text{ }^\circ\text{C}$ ,均热时间 $t \geq 0.1 \times H\text{ min}$ ;  $T_0$ 为初始装炉温度, $t$ 为均热时间, $H$ 为铸坯厚度;

(2) 轧制:轧制过程采用热轧工艺,即一个阶段完成轧制,不控轧,控制钢板轧制道次数,道次数满足下述要求:

① 成品板厚 $10 < h \leq 16\text{mm}$ 时,轧制道次为 $10\text{-}14$ 道次,终轧温度 $880\text{ }^\circ\text{C} \leq T_1 \leq 960\text{ }^\circ\text{C}$ , $h$ 为成品板厚;

② 成品板厚 $16 < h \leq 30\text{mm}$ 时,轧制道次为 $10\text{-}14$ 道次,终轧温度 $930\text{ }^\circ\text{C} \leq T_1 \leq 980\text{ }^\circ\text{C}$ ;

③ 成品板厚 $30 < h \leq 50\text{mm}$ 时,轧制道次数为 $10\text{-}14$ 道次,终轧温度 $950\text{ }^\circ\text{C} \leq T_1 \leq 1020\text{ }^\circ\text{C}$ ;

(3) 矫直:钢板完成轧制后采用热矫直机进行矫直,保证上冷床平直度,具体矫直工艺按下述要求进行,确保产生弹塑性变形,消除轧制残余应力:

① 成品板厚 $10 < h \leq 16\text{mm}$ 时,热矫直机入口压下量为 $0.1h + 2 < \Delta h \leq 0.1h + 5$ ;矫直速度:矫直最高速度 $V_M = 1.0\text{-}1.2\text{m/sec}$ ,抛钢速度 $V_F = 0.8\text{m/sec}$ ;  $\Delta h$ 为矫直机压下量;

② 成品板厚 $16 < h \leq 30\text{mm}$ 时,热矫直机入口压下量为 $0.1h + 1 < \Delta h \leq 0.1h + 3$ ;矫直速度:矫直最高速度 $V_M = 0.8\text{-}1.0\text{m/sec}$ ,抛钢速度 $V_F = 0.7\text{m/sec}$ ;

③ 成品板厚 $30 < h \leq 50\text{mm}$ 时,热矫直机入口压下量为 $0.1h - 1.5 < \Delta h \leq 0.1h + 1.5$ ;矫直速度:矫直最高速度 $V_M = 0.6\text{-}0.75\text{m/sec}$ ,抛钢速度 $V_F = 0.5\text{m/sec}$ ;

(4) 雾冷:钢板矫直完成后上1号冷床空冷,冷至 $700\text{-}750\text{ }^\circ\text{C}$ 时进入冷床下钢辊道,此时使用下钢辊道上的雾冷装置对钢板进行冷却,具体雾冷工艺如下:

① 成品板厚 $10 < h \leq 16\text{mm}$ 时,开启3组,水比 $r$ 取 $1.2\text{-}1.3$ ,辊速 $0.8\text{-}1.0\text{m/sec}$ ;所述水比 $r$ 为下水量/上水量;

② 成品板厚 $16 < h \leq 30\text{mm}$ 时,开启4组,水比 $r$ 取 $1.3\text{-}1.5$ ,辊速 $0.6\text{-}0.8\text{m/sec}$ ;

③ 成品板厚 $30 < h \leq 50\text{mm}$ 时,开启6组,水比 $r$ 取 $1.4\text{-}1.7$ ,辊速 $0.4\text{-}0.5\text{m/sec}$ ;

(5) 钢板经辊道雾冷装置冷却至 $550\text{ }^\circ\text{C}$ 以下进入2号冷床,空冷至 $200\text{ }^\circ\text{C}$ 以下,后进入剪切/火切及检查工序。

2. 根据权利要求1所述的一种控制厚度规格 $\leq 50\text{mm}$ 热轧钢板横向不平度的方法,其特征在于:成品板厚 $10 < h \leq 16\text{mm}$ 时,铸坯厚度 $200 \leq H \leq 250\text{mm}$ ;成品板厚 $16 < h \leq 30\text{mm}$ 时,铸坯厚度 $200 \leq H \leq 250\text{mm}$ ;成品板厚 $30 < h \leq 50\text{mm}$ 时,铸坯厚度 $250 \leq H \leq 300\text{mm}$ 。

## 一种控制厚度规格 $\leq 50\text{mm}$ 热轧钢板横向不平度的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属材料制造技术领域,特别是一种控制厚度规格 $\leq 50\text{mm}$ 热轧钢板横向不平度的方法。

### 背景技术

[0002] 随着钢铁产业的多年发展,宽厚板生产面临的问题不再是产量的提高和低价的竞争,而是产品结构的优化调整和产品质量的不断提升。板形质量在当前日益激烈的市场竞争中对于赢得客户特别是高端客户和高端市场尤为重要。对于一般控轧控冷钢板来说,由于终轧温度相对较低,经ACC冷却后,钢板板形特别是横向平直度相对比较稳定,不易发生变形,而对于有些普通热轧的钢种,为提高生产效率往往设计较高的终轧温度,通常在 $900^{\circ}\text{C}$ 以上,由于钢板上冷床温度过高,钢板在冷床上经过上下表面辐射散热及自身相变应力双重作用,导致板形发生变化,形成典型的横向窝形(“ $\sim$ ”),不平度可达 $10\text{-}15\text{mm}/2000\text{mm}$ ,严重超出交货要求。对于未配置冷矫直机及压平机的宽厚板产线,钢板不良板形最终需经热处理高温正火后才能矫平。在本发明前,生产的热轧态高终轧温度中薄规格钢板,普遍存在板形不良问题,需高温热处理挽救矫正板形,严重制约钢板交货周期,成本上升,部分钢板经高温挽救后导致的性能不合还会导致钢板现货,重新补轧,造成巨大浪费,而本发明则可以解决这一系列问题。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是:提供一种控制厚度规格 $\leq 50\text{mm}$ 热轧钢板横向不平度的生产工艺方法,目的是消除上下表面辐射散热及自身相变应力作用产生的钢板横向(即宽度截面)弯曲不良板形,保证钢板热轧后不平度满足交货条件要求。

[0004] 本发明的一种控制厚度规格 $\leq 50\text{mm}$ 热轧钢板横向不平度的方法,包括:板坯加热 $\rightarrow$ 轧制 $\rightarrow$ 矫直机 $\rightarrow$ 冷床 $\rightarrow$ 雾冷 $\rightarrow$ 冷床 $\rightarrow$ 下料,具体是:

[0005] (1)板坯加热:板坯原料装入加热炉后按 $7\text{-}10\text{min}/\text{cm}$ 的加热速率进行加热,出炉温度设置为 $1080\text{-}1150^{\circ}\text{C}$ ;板坯热装时, $T_0 \geq 300^{\circ}\text{C}$ ,均热时间 $t \geq [0.1 \times H - 0.05(T_0 - 300)]\text{min}$ ;板坯冷装时, $T_0 < 300^{\circ}\text{C}$ ,均热时间 $t \geq 0.1 \times H\text{ min}$ ;  $T_0$ 为初始装炉温度, $t$ 为均热时间, $H$ 为铸坯厚度;

[0006] (2)轧制:轧制过程采用热轧工艺,即一个阶段完成轧制,不控轧,控制钢板轧制道次数,道次数满足下述要求:

[0007] ①成品板厚 $10 < h \leq 16\text{mm}$ 时,轧制道次为 $10\text{-}14$ 道次,终轧温度 $880^{\circ}\text{C} \leq T_1 \leq 960^{\circ}\text{C}$ , $h$ 为成品板厚;

[0008] ②成品板厚 $16 < h \leq 30\text{mm}$ 时,轧制道次为 $10\text{-}14$ 道次,终轧温度 $930^{\circ}\text{C} \leq T_1 \leq 980^{\circ}\text{C}$ ;

[0009] ③成品板厚 $30 < h \leq 50\text{mm}$ 时,轧制道次数为 $10\text{-}14$ 道次,终轧温度 $950^{\circ}\text{C} \leq T_1 \leq 1020^{\circ}\text{C}$ ;

[0010] (3)矫直:钢板完成轧制后采用热矫直机进行矫直,保证上冷床平直度,具体矫直

工艺按下述要求进行,确保产生弹塑性变形,消除轧制残余应力:

[0011] ①成品板厚 $10 < h \leq 16\text{mm}$ 时,热矫直机入口压下量为 $0.1h + 2 < \Delta h \leq 0.1h + 5$ ;矫直速度:矫直最高速度 $V_M = 1.0 - 1.2\text{m/sec}$ ,抛钢速度 $V_F = 0.8\text{m/sec}$ ;  $\Delta h$ 为矫直机压下量;

[0012] ②成品板厚 $16 < h \leq 30\text{mm}$ 时,热矫直机入口压下量为 $0.1h + 1 < \Delta h \leq 0.1h + 3$ ;矫直速度:矫直最高速度 $V_M = 0.8 - 1.0\text{m/sec}$ ,抛钢速度 $V_F = 0.7\text{m/sec}$ ;

[0013] ③成品板厚 $30 < h \leq 50\text{mm}$ 时,热矫直机入口压下量为 $0.1h - 1.5 < \Delta h \leq 0.1h + 1.5$ ;矫直速度:矫直最高速度 $V_M = 0.6 - 0.75\text{m/sec}$ ,抛钢速度 $V_F = 0.5\text{m/sec}$ ;

[0014] (4)雾冷:钢板矫直完成后上1号冷床空冷,冷至 $700 \sim 750^\circ\text{C}$ 时进入冷床下钢辊道,此时使用下钢辊道上的雾冷装置对钢板进行冷却,具体雾冷工艺如下:

[0015] ①成品板厚 $10 < h \leq 16\text{mm}$ 时,开启3组,水比(下水量/上水量) $r$ 取 $1.2 - 1.3$ ;辊速 $0.8 - 1.0\text{m/sec}$ ;

[0016] ②成品板厚 $16 < h \leq 30\text{mm}$ 时,开启4组,水比(下水量/上水量) $r$ 取 $1.3 - 1.5$ ;辊速 $0.6 - 0.8\text{m/sec}$ ;

[0017] ③成品板厚 $30 < h \leq 50\text{mm}$ 时,开启6组,水比(下水量/上水量) $r$ 取 $1.4 - 1.7$ ;辊速 $0.4 - 0.5\text{m/sec}$ ;

[0018] (5)钢板经辊道雾冷装置冷却至 $550^\circ\text{C}$ 以下进入2号冷床,空冷至 $200^\circ\text{C}$ 以下,后进入剪切/火切及检查工序。

[0019] 本发明中,成品板厚 $10 < h \leq 16\text{mm}$ 时,铸坯厚度 $200 \leq H \leq 250\text{mm}$ ;成品板厚 $16 < h \leq 30\text{mm}$ 时,铸坯厚度 $200 \leq H \leq 250\text{mm}$ ;成品板厚 $30 < h \leq 50\text{mm}$ 时,铸坯厚度 $250 \leq H \leq 300\text{mm}$ 。

[0020] 本发明技术方案中,加热、轧制、冷却工艺的原理及主要工艺参数控制的理由在于:

[0021] (1)加热工艺是为了保证冷热装板坯均可实现良好加热温度均匀性,减少温度对后续生产及板形控制的影响;故设计板坯原料装入加热炉后按 $7 - 10\text{min/cm}$ 加热速率进行加热,出炉温度按 $1080 - 1150^\circ\text{C}$ ,目标 $1120^\circ\text{C}$ ,板坯热装时, $T_0 \geq 300^\circ\text{C}$  ( $T_0$ 为初始装炉温度),均热时间 $\geq [0.1 \times H - 0.05(T_0 - 300)]\text{min}$ ;板坯冷装时(初始装炉温度 $T_0 < 300^\circ\text{C}$ )均热时间 $\geq 0.1 \times H \text{ min}$  ( $H$ 为铸坯厚度);

[0022] (2)本发明通过工艺设计实现,采用热轧轧制工艺(非两阶段控制轧制),控制不同规格钢板轧制温度是为了实现轧件在再结晶温度之上完成轧制,控制总道次是通过道次间自然温降达到目标终轧温度范围,同时获得良好的板形、尺寸;钢板轧制完成后使用热矫直机矫直,主要方法是设置合适的矫直压下量,形成一定矫直曲率,使钢板在矫直过程发生弹塑性变形,消除残余应力和前工序带来的不平,进而实现钢板矫直目的。本方法针对不同板厚设置了不同的压下量,并辅以变速度矫直工艺,不同厚度设置不同压下量旨在矫直机能力范围内实现大曲率,以实现钢板消应矫平作用,变速度矫直工艺主要是针对钢板尾部板形略差、温度略低特点,采用更低的速度和应变速率实现钢板更佳的矫直效果。钢板矫直后上冷床,在1号冷床下料辊道上温度在 $600^\circ\text{C}$ 以上( $30\text{mm}$ 以上规格可达 $700^\circ\text{C}$ ),此时钢板在对流换热(与空气间的)与相变同时作用下,若不加以控制,会加剧应力不平衡,形成横向窝形(“~”),因此,在1号冷床下料处使用雾化水弱冷装置对钢板进行适当降温冷却,配以合适的水比(平衡上下表面冷却强度及温度),将板温冷却至 $550^\circ\text{C}$ 以下(钢板相变已基本完成)可以显著降低钢板在此期间的应力不平衡导致的横向变形作用,进而达到钢板平直度提升

的目的。

[0023] 本发明的一种控制厚度规格 $\leq 50\text{mm}$ 高终轧温度热轧钢板横向不平度的生产工艺方法具有以下有益效果：

[0024] (1) 本发明生产工艺过程简单易行，不需增设相关辅助冷矫直设备；

[0025] (2) 本发明通过工艺设计，在满足标准的前提下，大幅度提升了钢板实物平直度水平，极大降低了企业成本；

[0026] (3) 本发明适用于宽厚板厂产线50%以上产品的生产，具有普遍推广意义。

[0027] 本发明通过工艺设计，一方面保留了高温终轧高效的生产节奏，另一方面较好改善板形平直度，钢板平直度满足交货要求同时更是严于交货标准，大幅提升市场竞争力，解决了前期因板形不良需重新入炉加热进行板形挽救、重新投料补轧等成本浪费、交货期滞后的问题，用户满意度得到大幅提升，经济效益与社会效益显著，具有重大推广意义。

### 附图说明

[0028] 图1为本发明背景技术中所述的钢板横向窝形(“ $\sim$ ”)效果示意图；

[0029] 图2为对比例2制备的钢板的横向不平度测量图；

[0030] 图3为本发明实施例5制备的钢板的横向不平度测量图。

[0031] 1—钢板(图中显示为钢板宽度方向横截面)，2—为不平度测量尺，a—(不平度尺标准长度)为2000mm，b—不平度。

### 具体实施方式

[0032] 为了更好地解释本发明的技术方案，下面结合具体实施例对本发明的技术方案进行进一步的说明，下述实施例仅仅是示例性的说明本发明的技术方案，并不以任何形式限制本发明。

[0033] 下表1为本发明各实施例钢板及对比例钢板的工艺参数及不平度测量值列表。

[0034] 本发明各实施例的一种控制厚度规格 $\leq 50\text{mm}$ 热轧钢板横向不平度的方法，包括：板坯加热 $\rightarrow$ 轧制 $\rightarrow$ 矫直机 $\rightarrow$ 冷床 $\rightarrow$ 雾冷 $\rightarrow$ 冷床 $\rightarrow$ 下料，具体是：

[0035] (1) 板坯加热：板坯原料装入加热炉后按7-10min/cm的加热速率进行加热，出炉温度设置为1080-1150 $^{\circ}\text{C}$ ；板坯热装时， $T_0 \geq 300^{\circ}\text{C}$ ，均热时间 $t \geq [0.1 \times H - 0.05(T_0 - 300)]\text{min}$ ；板坯冷装时， $T_0 < 300^{\circ}\text{C}$ ，均热时间 $t \geq 0.1 \times H \text{ min}$ ； $T_0$ 为初始装炉温度， $t$ 为均热时间， $H$ 为铸坯厚度；

[0036] (2) 轧制：轧制过程采用热轧工艺，即一个阶段完成轧制，不控轧，控制钢板轧制道次数，道次数满足下述要求：

[0037] ①成品板厚 $10 < h \leq 16\text{mm}$ 时，轧制道次为10-14道次，终轧温度 $880^{\circ}\text{C} \leq T_1 \leq 960^{\circ}\text{C}$ ， $h$ 为成品板厚；

[0038] ②成品板厚 $16 < h \leq 30\text{mm}$ 时，轧制道次为10-14道次，终轧温度 $930^{\circ}\text{C} \leq T_1 \leq 980^{\circ}\text{C}$ ；

[0039] ③成品板厚 $30 < h \leq 50\text{mm}$ 时，轧制道次数为10-14道次，终轧温度 $950^{\circ}\text{C} \leq T_1 \leq 1020^{\circ}\text{C}$ ；

[0040] (3) 矫直：钢板完成轧制后采用热矫直机进行矫直，保证上冷床平直度，具体矫直工艺按下述要求进行，确保产生弹塑性变形，消除轧制残余应力：

[0041] ①成品板厚 $10 < h \leq 16$ mm时,热矫直机入口压下量为 $0.1h + 2 < \Delta h \leq 0.1h + 5$ ;矫直速度:矫直最高速度 $V_M = 1.0 - 1.2$ m/sec,抛钢速度 $V_F = 0.8$ m/sec; $\Delta h$ 为矫直机压下量;

[0042] ②成品板厚 $16 < h \leq 30$ mm时,热矫直机入口压下量为 $0.1h + 1 < \Delta h \leq 0.1h + 3$ ;矫直速度:矫直最高速度 $V_M = 0.8 - 1.0$ m/sec,抛钢速度 $V_F = 0.7$ m/sec;

[0043] ③成品板厚 $30 < h \leq 50$ mm时,热矫直机入口压下量为 $0.1h - 1.5 < \Delta h \leq 0.1h + 1.5$ ;矫直速度:矫直最高速度 $V_M = 0.6 - 0.75$ m/sec,抛钢速度 $V_F = 0.5$ m/sec;

[0044] (4)雾冷:钢板矫直完成后上1号冷床空冷,冷至 $700 \sim 750$ °C时进入冷床下钢辊道,此时使用下钢辊道上的雾冷装置对钢板进行冷却,具体雾冷工艺如下:

[0045] ①成品板厚 $10 < h \leq 16$ mm时,开启3组,水比(下水量/上水量) $r$ 取 $1.2 - 1.3$ ;辊速 $0.8 - 1.0$ m/sec;

[0046] ②成品板厚 $16 < h \leq 30$ mm时,开启4组,水比(下水量/上水量) $r$ 取 $1.3 - 1.5$ ;辊速 $0.6 - 0.8$ m/sec;

[0047] ③成品板厚 $30 < h \leq 50$ mm时,开启6组,水比(下水量/上水量) $r$ 取 $1.4 - 1.7$ ;辊速 $0.4 - 0.5$ m/sec;

[0048] (5)钢板经辊道雾冷装置冷却至 $550$ °C以下进入2号冷床,空冷至 $200$ °C以下,后进入剪切/火切及检查工序。

[0049] 本发明中,成品板厚 $10 < h \leq 16$ mm时,铸坯厚度 $200 \leq H \leq 250$ mm;成品板厚 $16 < h \leq 30$ mm时,铸坯厚度 $200 \leq H \leq 250$ mm;成品板厚 $30 < h \leq 50$ mm时,铸坯厚度 $250 \leq H \leq 300$ mm。

[0050] 表1 本发明各实施例钢板及对比例钢板的化学成分(wt%)取值列表

序号	铸坯厚度/mm	装炉温度/°C	均热时间/min	成品厚度/mm	轧制道次	终轧温度/°C	矫直机压下量/mm	是否采用雾冷	雾冷上下水比	钢板不平度
实施例 1	200	260	20	12	11	960	2.2	是	1.3	3mm/2000mm
实施例 2	250	283	25	12	12	925	3.2	是	1.2	3mm/2000mm
实施例 3	250	433	18	12	14	880	3.6	是	1.3	3mm/2000mm
实施例 4	250	152	32	14	13	923	3.8	是	1.2	2mm/2000mm
实施例 5	250	450	18	16	10	912	4.0	是	1.3	1mm/2001mm
实施例 6	200	110	20	18	11	940	3.8	是	1.3	3mm/2000mm
实施例 7	250	310	25	18	13	930	4.0	是	1.4	4mm/2000mm
实施例 8	200	100	20	30	10	980	4.5	是	1.4	4mm/2000mm
实施例 9	250	468	17	30	12	950	4.8	是	1.4	3mm/2000mm
实施例 10	250	230	25	36	11	950	4.9	是	1.5	3mm/2000mm
实施例 11	250	550	12	36	11	960	5.1	是	1.5	5mm/2000mm
实施例 12	250	110	25	50	11	985	5.5	是	1.6	5mm/2000mm
实施例 13	250	524	14	50	11	1020	6.0	是	1.7	3mm/2000mm
实施例 14	300	540	18	50	12	1000	6.5	是	1.7	4mm/2000mm
对比例 1	200	260	15	12	10	970	2	否	—	14mm/2000mm
对比例 2	250	470	20	30	15	990	3	否	—	15mm/2000mm
对比例 3	250	470	16	30	15	990	3	是	1.8	11mm/2000mm
对比例 4	250	140	25	50	9	980	3	否	—	14mm/2000mm
对比例 5	300	510	12	50	16	1030	5	是	2.0	13mm/2000mm

[0051]

[0052] 从上表1可知,采用本发明工艺步骤及参数制造出来的厚度规格 $\leq 50\text{mm}$ 的钢板,钢板不平度在 $1-5\text{mm}/2000\text{mm}$ ;反观对比例1~5,钢板不平度在 $11\sim 15\text{mm}/2000\text{mm}$ 。

[0053] 结合图1,图2及图3可以看出,对比例制备的钢板横向不平度为 $10-15\text{mm}/2000\text{mm}$ ;采用本发明工艺后,本发明实施例制备的钢板横向不平度已控制至 $1-5\text{mm}/2000\text{mm}$ ,符合交货条件要求,且明显优于同类规格 $8-9\text{mm}/2000\text{mm}$ 的国标要求。

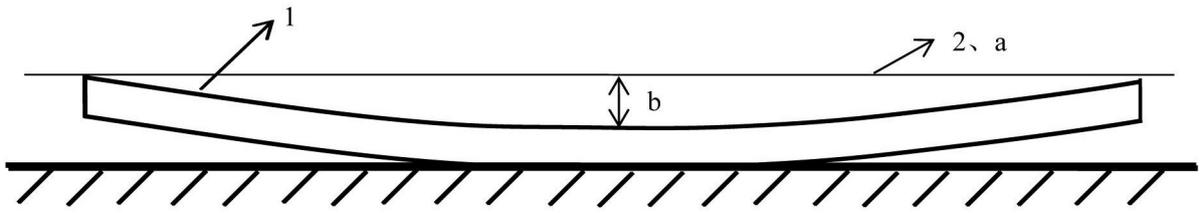


图1



图2

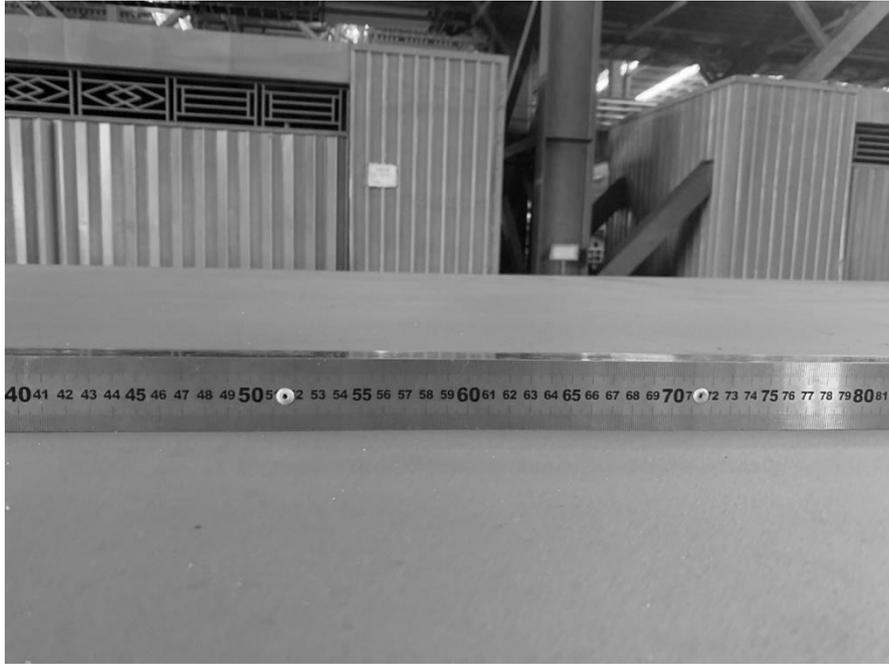


图3