



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101670372 B

(45) 授权公告日 2011. 01. 26

(21) 申请号 200910093663. 1

JP 特表 2008-545060 T, 2008. 12. 11,

(22) 申请日 2009. 09. 25

JP 特开平 9-201608 A, 1997. 08. 05,

(73) 专利权人 首钢总公司

审查员 董伟

地址 100041 北京市石景山区石景山路 68 号

(72) 发明人 王晓东 赵林 李飞 刘建辉
张鹏程 李明 余威 金永春
武军宽 潘辉 周德光 马耀峰
李彬 孟宪堂

(74) 专利代理机构 首钢总公司专利中心 11117
代理人 张镝

(51) Int. Cl.

B21B 37/28 (2006. 01)

G21D 8/02 (2006. 01)

C21D 9/663 (2006. 01)

B21D 1/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1864879 A, 2006. 11. 22,

CN 1940108 A, 2007. 04. 04,

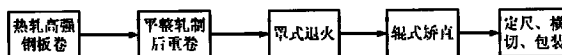
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种消除热轧高强钢板形缺陷的方法

(57) 摘要

一种消除热轧高强钢板形缺陷的方法, 将平整轧制、罩式退火与辊式矫直工艺组合引入规格范围为厚度 3 ~ 18. 4mm × 宽度 900 ~ 1800mm, 屈服强度 ≥ 600MPa 的热连轧高强钢卷板生产加工的过程, 消除热连轧高强钢内应力, 显著改善板形质量, 并使得用户获得良好的板形稳定性, 能够满足用户对平坦度小于等于 2mm/m 的严格要求。



1. 一种消除热轧高强钢板形缺陷的方法,生产流程步骤包括:连铸板坯加热→粗除鳞→定宽压力机→粗轧→飞剪切头尾→精除鳞→6机架或7机架四辊轧机精轧→轧后层流冷却→卷取成钢卷→冷却到室温,其特征在于:对热连轧高强钢卷首先进行平整轧制加工,然后进行罩式炉退火,最后在辊式矫直机上进行定尺横切成钢板;

平整工艺参数设定范围:

轧制力:0~1500吨

延伸率范围:0~3%

工作辊弯辊:单侧最大弯辊力±60吨

串辊长度:0~400mm

最大张力:前张力42MPa、后张力20MPa;

罩式炉退火工艺参数:

炉内气体环境:氮气

退火温度(T1)范围:520~560℃

升温时间(t1):200~300分钟

保温时间(t2):1300~1500分钟

第一随炉缓冷时间(t3):250~350分钟

第一随炉缓冷重点温度(T2):360~420℃

换冷却罩进行风冷时间(t4):420~600分钟

出炉温度(T3):90~120℃;

矫直开平过程中矫直机工艺参数设定采用压下从大到小的方式:

入口压辊间隙: $h \pm 2\text{mm}$ h:为带钢的厚度

出口压辊间隙: $h+10 \pm 2\text{mm}$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种消除热轧高强钢板形缺陷的方法,其特征在于,热轧高强钢的化学成分:

C:0.04-0.12wt. % ;Si:0.05-0.30wt. % ;Mn:1.3-2.1wt. % ; $P \leq 0.025\text{wt. } \%$;
 $S \leq 0.015\text{wt. } \%$;Al:0.015-0.045wt. % ;Nb:0.03-0.08wt. % ;Ti:0.04-0.15wt. % ;Mo:
0.05-0.20wt. % ,其余为Fe和不可避免的残余元素;

热连轧高强钢卷板的规格范围:厚度3~18.4mm×宽度900~1800mm;屈服强度 $\geq 600\text{MPa}$ 。

一种消除热轧高强钢板形缺陷的方法

技术领域

[0001] 本发明属于钢材加工方法技术领域,涉及一种消除热轧高强钢板形缺陷的方法,特别适用于消除屈服强度大于 600MPa 的高强钢的轧制过程、层流冷却过程及其卷取和后续冷却过程中产生的残余应力导致的潜在板形缺陷,改善热轧高强钢板形质量。

背景技术

[0002] 热轧带钢板形是用户要求越来越高的一个质量指标,影响带材开平、切割下料及后续焊接过程的加工效率及其最终的产品质量。严重的板形缺陷可能导致用户使用时候延迟生产、损伤加工设备、焊接困难等问题。尤其是船板、高强工程机械用钢和汽车大梁板等产品,更加需要对最终板卷的板形进行控制,提供给用户的产品具有高质量的板形。随着工业化进程的加快,工程上使用的钢材高强度趋势越来越明显,而且用量也在持续增大。带钢强度越高,带钢的内应力会越大,导致轧后开平过程和使用过程出现大的变形,尤其是 600MPa 级别以上的高强钢,残余应力问题是关系到此类产品开发成功与否的一个关键工艺环节,需要进行从机械加工与热处理结合的方法消除内应力,解决开平板最终板形问题。

[0003] 具体对高强度带钢而言,在轧制、开平、热处理等工艺中都可能产生残余应力,残余应力的存在将影响板料的成形性能和产品质量,残余应力的松弛还影响板料尺寸的稳定性。残余应力是当无任何工作载荷作用的情况下存在于构件内部且在整个构件内部保持平衡的应力。当裁剪钢板的时候,剪开的金属板件内的残余应力得到释放,所以金属板件就会出现变形。热轧带钢内部残余应力问题实质上是板形问题,通常存在如下四种情况:

[0004] A) 理想板形

[0005] 理想的板形指的是当带材横向内部应力相等的纯理论情况。这种理想的平整板形在外张力去除并将带材切成条后仍然保持着。

[0006] B) 潜在板形

[0007] 潜在的板形相当于带材横向内部应力不等,但带材的截面模数又大得足以抵抗瓢曲变形时的情况。具有潜在板形的带材没有外部张力时是平直的。然而,切成条的带材,释放了潜应力,形状就参差不齐了。

[0008] C) 表观板形

[0009] 当带材横向内部应力不相等,同时带材的截面模量不能大到足以抵抗瓢曲变形时,出现表观的板形,导致局部的弹性瓢曲。在适当的外张力下,整体压应力可以减弱到表现的板形转化成潜在的板形的水平上。另一方面,除去外部张力并切成条,就会显示出表观的板形。

[0010] D) 双重板形

[0011] 双重的板形是带材的一部分具有潜在的板形,而另一部分具有表观的板形的情況。带材一侧边浪或四分之一瓢曲是这种板形形式的典型例子。

[0012] 用户所希望得到的是内应力均匀分布,板形良好的带材。提高热轧带钢的板形质量可以减少带钢使用过程中由于形变带来的附加工序,提高生产效率。面对日益激烈的市

市场竞争,提高热轧带钢的板形质量同时也可以使得热轧带钢生产厂家处于有利位置。解决板带生产中板形质量问题是一项具有巨大经济意义并具有非常重要的社会意义。

[0013] 热连轧生产高强板生产流程主要步骤:连铸板坯加热→粗除鳞→定宽压力机→粗轧→飞剪切头尾→精除鳞→精轧(6到7机架四辊轧机)→轧后层流冷却→卷取成钢卷→矫直→定尺横切。在轧机机型一定的前提下,轧制过程中的板形控制是通过辊形设计、二级控制模型、轧制温度、合理负荷分配等工艺过程的优化来保证。轧后冷却过程中由于横向温度分布均匀性和冷却速率的影响,板形还会发生变化,可以通过边部遮蔽、边部加热和补偿轧制控制策略来进行轧后冷却过程中板形变化的控制。上述过程涉及板形质量的影响因素众多,不确定因素多,而且操作人员的操作水平和经验也是一个重要的要素,导致在轧制过程中控制热轧板带的板形质量良好仍然是一个非常困难和复杂的课题。另外,热轧带钢层流冷却后要进入卷取机被卷成钢卷,由于,高强钢卷取温度较低,导致带钢卷取过程中产生附加的纵向弯曲变形内应力。在竞争激烈的市场,用户需要并得到很平的钢板或分切的钢卷。这就需要在热轧高强钢板卷轧后的加工过程中如何去除内应力,获得板形良好的高品质高强板是实现高强钢稳定批量供货的前提条件。国内关于如何控制热连轧高强钢的专利主要为高强钢的冶金成分设计及生产过程等方面,但并没有涉及具体如何控制最终产品板形质量,如专利 200810030617.2 公开了一种基于薄板坯连铸连轧流程生产低碳贝氏体高强钢的方法;专利 200610051132.2 给出了一种高强钢的复合强化生产方法;专利 200610051936.2 涉及一种 1100Mpa 级非调质高强钢及其生产方法;专利 200510027399.3 给出超高强带钢及其生产方法。关于如何控制热连轧高强钢板形质量的专利很少,如申请号为 200810141499.2 的专利是一种中厚板轧机轧制的高强钢板的板形控制方法,主要从加热和压下制度上进行合理设计,进行板形控制;专利 200510110981.6 给出了一种热连轧高强钢板残余应力的测试方法,为矫直工艺设定做参考和指导。

[0014] 在国内外常规的金属材料加工厂,大多数平板轧制的钢卷加工操作使用某种辊式矫平技术,也就是基本上都采用辊式矫直机组对热轧板卷进行矫平、横切定尺。涉及辊式矫直技术的专利也较多,如专利 01128973 提出一种变辊距矫直机,扩大了加工板材的规格和强度范围;专利 87105049 给出了矫直机辊径及其间距的设计基本原则和公式;专利 200580025171 给出了一种带材矫直方法。

[0015] 热轧高强钢板卷的板形缺陷类型主要包括:

[0016] A) 上下表面间的长度差异导致的卷形和横弯缺陷。

[0017] B) 宽度方向上一侧与另一侧长度的差异导致的边浪、中浪、镰刀弯和瓢曲等缺陷。

[0018] 辊式矫平技术对 A) 类板形缺陷具有消除作用,而对 B) 类型缺陷不能做到彻底的消除,不能获得平整并稳定的板形质量。如果要做到完全消除上述两类板形缺陷,拉弯矫直机或平整机组是一个很好的工具,但目前也只是在冷轧带钢生产过程中大量使用,如 200620092768.7、200510024681.6 等涉及到平整或者拉矫工艺的专利。

发明内容

[0019] 本发明的目的在于提供一种消除热轧高强钢板形缺陷的方法,解决的问题是:

[0020] 1) 消除宽带钢热连轧生产线生产的高强钢板卷的板形缺陷;

[0021] 2) 改善热连轧高强钢的表面质量;

[0022] 3) 使得屈服强度 600MPa 级别以上高强工程机械用钢和汽车大梁钢等热轧板卷矫平高强度板具有高精度板形质量,满足用户最终使用的要求。

[0023] 本发明的技术解决方案是:

[0024] 一种消除热轧高强度板形缺陷的方法,生产流程包括以下步骤:连铸板坯加热→粗除鳞→定宽压力机→粗轧→飞剪切头尾→精除鳞→6 机架或 7 机架四辊轧机精轧→轧后层流冷却→卷取成钢卷→冷却到室温,其特征在于:对热连轧高强度钢卷首先进行平整轧制加工,然后进行罩式炉退火,最后在辊式矫直机上进行定尺横切成钢板;

[0025] 本发明把热连轧高强度钢卷运送到板卷库,经过正常空气冷却到室温后,采用平整轧制工艺消除热轧过程中导致的浪形、镰刀弯和瓢曲等复杂的板形缺陷,并改善热轧高强度板的表面质量和机械性能。

[0026] 平整工艺参数设定范围:

[0027] 轧制力:0 ~ 1500 吨

[0028] 延伸率范围:0 ~ 3%

[0029] 工作辊弯辊:单侧最大弯辊力 ±60 吨

[0030] 串辊长度:0 ~ 400mm

[0031] 最大张力:前张力 42MPa、后张力 20MPa。

[0032] 本发明为了进一步消除热轧高强度板卷的轧制和平整过程产生的内应力和平整后卷取造成的回弹应力,对板卷进行罩式炉去应力退火。平整加工过的带钢存在着一定的加工硬化,并且由于平整轧制后的钢卷要重新卷成卷,钢卷内部存在较大的附加弯曲应力,导致在后道工序开卷时候松卷,钢卷内部回弹,导致表面划伤严重。为了进一步消除内应力,稳定平整后板形质量,进行罩式炉退火,避免在矫平的板子上面出现分切后板形失稳和松卷导致的表面划伤现象。

[0033] 具体退火工艺参数:

[0034] 炉内气体环境:氮气

[0035] 退火温度 (T1) 范围:520 ~ 560℃

[0036] 升温时间 (t1):200 ~ 300 分钟

[0037] 保温时间 (t2):1300 ~ 1500 分钟

[0038] 第一随炉缓冷时间 (t3):250 ~ 350 分钟

[0039] 第一随炉缓冷重点温度 (T2):360 ~ 420℃

[0040] 换冷却罩进行风冷时间 (t4):420 ~ 600 分钟

[0041] 出炉温度 (T3):90 ~ 120℃。

[0042] 本发明最后采用辊式矫直机组对罩式炉退火后的钢卷进行矫直开平,消除横弯和卷取过程产生的纵向弯曲两种卷形缺陷,并定尺、横切成钢板。

[0043] 矫直机工艺参数设定采用压下从大到小的方式:

[0044] 入口压辊间隙: $h \pm 2\text{mm}$ h:为带钢的厚度

[0045] 出口压辊间隙: $h+10 \pm 2\text{mm}$

[0046] 所述热轧高强度钢的化学成分:

[0047] C:0.04-0.12wt. % ;Si:0.05-0.30wt. % ;Mn:1.3-2.1wt. % ;P ≤ 0.025wt. % ;S ≤ 0.015wt. % ;Al:0.015-0.045wt. % ;Nb:0.03-0.08wt. % ;Ti:0.04-0.15wt. % ;Mo:

0.05-0.20wt.%,其余为Fe和不可避免的残余元素。

[0048] 热连轧高强钢卷板的规格范围:厚度3~18.4mm×宽度900~1800mm;屈服强度 $\geq 600\text{MPa}$ 。

[0049] 该发明的思路是:

[0050] 1、以热连轧高强工程机械用钢SQ600MCD为试验钢种,规格为厚度6.0mm×宽度1400mm,设计了4种工艺路线的试验方案,来找出最佳的消除内应力、改善最终产品使用板形质量的工艺方案。

[0051] 工艺路线方案:

[0052] 1) 轧制后→保温坑缓冷→辊式矫直机组矫直开平→取样→进行板形测量→切分试验→板形测量

[0053] 2) 轧制后→正常冷却→平整轧制→切分两个子卷→第一子卷→矫直开平→取样→进行板形测量→切分试验→板形测量

[0054] 3) 轧制后→正常冷却→平整轧制→切分两个子卷→第一子卷→矫直开平→取样→进行平板退火→矫直→板形测量→切分试验→板形测量

[0055] 4) 轧制后→正常冷却→平整轧制→切分两个子卷→第二子卷→罩式炉退火→矫直开平→取样→板形测量→切分试验→板形测量

[0056] 2、对每一种工艺路线后的钢板进行取样,并进行切分测量板形试验,根据最终试验结果确定出了本发明专利的核心技术是热连轧高强钢板卷经过空冷到室温,首先进行在平整机上进行平整轧制,卷取成卷后进罩式炉进行去应力退火,退火后的板卷进行辊式矫直机开平、定尺和横切成钢板。采用此工艺过程,可以彻底消除热连轧高强钢板卷的内应力,使得采用此工艺生产的高强钢板具有稳定的平整板形质量,满足用户高精度板形质量的要求。

[0057] 3、对热轧高强钢板卷进行平整轧制,在改善了热轧板的表面质量同时,由于在厚度方向有一定的塑性加工,可以使得带钢内应力分布均匀性得到改善,消除浪形、横弯、瓢曲和镰刀弯等板形缺陷;

[0058] 4、对平整轧制过的热轧高强钢板卷进行罩式退火炉进行去应力退火,消除平整轧制过程中出现的加工硬化和降低内应力,解决热轧高强钢板卷平整后直接矫直出现的松卷导致表面出现划伤的问题;

[0059] 5、对罩式去应力退火后的热连轧高强钢板卷进行辊式矫直、定尺横切,通过平整轧制、罩式炉退火和辊式矫直三种工艺结合的方式,消除热连轧高强钢板卷的残余内应力,使得热轧高强钢板具有平整、并直到切分下料一直保持稳定的板形质量,能够满足工程机械等用户的高精度板形质量要求。

[0060] 本发明的原理如下:

[0061] 1、本发明专利涉及的热轧高强钢主要规格范围为厚度3~18.4mm×宽度900~1800mm,屈服强度 $\geq 600\text{MPa}$,主要用于工程机械吊臂、混凝土泵车、汽车大梁等关键部件,具有强度高、板形质量要求高的特点。

[0062] 2、本发明专利涉及的生产流程包括以下步骤:连铸板坯加热→粗除鳞→定宽压力机→粗轧→飞剪切头尾→精除鳞→6机架或7机架四辊轧机精轧→轧后层流冷却→卷取成钢卷→冷却到室温→平整轧制→罩式炉退火→辊式矫直→定尺横切成钢板。

[0063] 3、把热连轧高强钢卷运送到板卷库,经过正常空气冷却到室温后,进行后续的消除板形缺陷的工艺流程加工,如图 1 所示。

[0064] 4、采用平整轧制工艺消除热轧过程中导致的浪形、镰刀弯和瓢曲等复杂的板形缺陷,并改善了热轧高强板的表面质量和机械性能,如图 2 所示。

[0065] 1) 平整轧制主要工艺流程为:

[0066] 天车将钢卷放到运卷小车上,然后由运卷小车将钢卷自动对中并装卡在开卷机 1 的芯轴上;

[0067] 钢卷头部被剥离爪打开后,经过 6 辊矫直机 2,带钢被送入 4 辊平整机 3;

[0068] 由横切剪 4 对带钢头部进行齐头;

[0069] 钢卷头部卡入卷取机 5 的芯轴上;

[0070] 带钢升速至额定速度并进行平整和卷取,此时投入的自动对中控制和自动边部控制分别控制开卷机和卷取机,使得带钢良好对中。

[0071] 2) 平整工艺参数设定范围:

[0072] 6 辊矫直机辊缝设定: $-2 \sim 0$ 、 $-1 \sim 1$ 、 $0 \sim 2\text{mm}$

[0073] 轧制力: $0 \sim 1500$ 吨

[0074] 延伸率范围: $0 \sim 3\%$

[0075] 工作辊弯辊:单侧最大弯辊力 ± 60 吨

[0076] 串辊长度: $0 \sim 400\text{mm}$

[0077] 最大张力:前张力 42MPa 、后张力 20MPa 。

[0078] 3) 平整机参数:

[0079] 矫直辊尺寸: $\text{Ø}220 \times 2250\text{mm}$

[0080] 支撑辊尺寸: $\text{Ø}1000 \sim 1100 \times 2200\text{mm}$

[0081] 工作辊尺寸: $\text{Ø}500 \sim 550 \times 2700\text{mm}$

[0082] 5、为了进一步消除热轧高强板卷的轧制和平整过程产生的内应力和平整后卷取造成的回弹应力,对板卷进行罩式炉去应力退火。平整加工过的带钢存在着一定的加工硬化,并且由于平整轧制后的钢卷要重新卷成卷,钢卷内部存在较大的附加弯曲应力,导致在后道工序开卷时候松卷,钢卷内部回弹,导致表面划伤严重。为了进一步消除内应力,稳定平整后板形质量,进行罩式炉退火,避免在矫平的板子上面出现分切后板形失稳和松卷导致的表面划伤现象。具体的退火工艺制度,如图 3 所示。

[0083] 具体退火工艺参数:

[0084] 炉内气体环境:氮气

[0085] 退火温度 (T1) 范围: $520 \sim 560^\circ\text{C}$

[0086] 升温时间 (t1): $200 \sim 300$ 分钟

[0087] 保温时间 (t2): $1300 \sim 1500$ 分钟

[0088] 第一随炉缓冷时间 (t3): $250 \sim 350$ 分钟

[0089] 第一随炉缓冷重点温度 (T2): $360 \sim 420^\circ\text{C}$

[0090] 换冷却罩进行风冷时间 (t4): $420 \sim 600$ 分钟

[0091] 出炉温度 (T3): $90 \sim 120^\circ\text{C}$ 。

[0092] 6、最后采用辊式矫直机组对罩式炉退火后的钢卷进行矫直开平,消除横弯和卷取过程产生的纵向弯曲两种卷形缺陷,并定尺、横切成钢板,如图4所示。

[0093] 1) 辊式矫直主要工艺流程为:

[0094] 天车将钢卷放到运卷小车上,然后由运卷小车将钢卷自动对中并装卡在开卷机6的芯轴上;

[0095] 钢卷头部被剥离爪打开后,经过5辊粗矫直机7和大活套8,带钢被送入9辊精矫直机9;

[0096] 由横切剪10对带钢头部进行齐头;

[0097] 带钢升速至额定速度并进行定尺、横切。

[0098] 2) 矫直机工艺参数设定采用压下从大到小的方式,如图5所示:

[0099] 入口压辊间隙: $h \pm 2\text{mm}$ h :为带钢的厚度

[0100] 出口压辊间隙: $h+10 \pm 2\text{mm}$

[0101] 3) 矫直机参数:

[0102] 矫直辊尺寸: $\text{Ø}220 \sim 250 \times 2250\text{mm}$

[0103] 辊间距:240 ~ 285mm

[0104] 支撑辊尺寸: $\text{Ø}230 \sim 265 \times 2250\text{mm}$

[0105] 7、对横切的钢板进行堆垛、打标签、进行捆带包装,准备发货给用户。

[0106] 8、采用平整轧制、罩式炉退火与辊式矫直机矫平的工艺路线生产热连轧高强钢板,具有显著的板形改善效果,能够满足用户对平坦度小于等于2mm/m的严格要求,同时还可以使得高强钢表面光亮,并具有良好的机械性能。

[0107] 本发明的经济意义和社会意义及其技术效果:

[0108] 随着用户对热连轧高强钢板的强度级别要求越来越高,需求量的增大,同时对板形质量的要求也是非常严格。解决热连轧高强钢板形质量问题,是高强钢稳定为用户供货占领市场的前提。本发明采用SQ600MCD作为试验钢种,进行了消除热连轧高强钢板形缺陷的工艺方法,效果显著,使得产品板形质量达到用户的严格要求,满足了用户的板形质量要求,并提高了生产效率和成才率,此技术具有重大的社会意义,并具有如下技术效果:

[0109] 1) 首次将平整轧制、罩式退火与辊式矫直工艺组合成引入到热连轧高强钢卷板生产加工的过程中,消除热连轧高强钢内应力,显著改善板形质量,并使得用户获得良好的板形稳定性。

[0110] 2) 平整轧制过程消除热连轧高强钢的浪形、镰刀弯和瓢曲等复杂板形缺陷,同时还可以改善带钢的表面质量和机械性能,解决了热轧高强钢表面存在黑灰严重的问题,这是传统的单纯依靠辊式矫直机加工热连轧高强钢板所不能达到的效果。

[0111] 3) 采用罩式炉退火,去除平整轧制后的内应力,消除热连轧高强钢板卷的回弹应力,并使得钢板具有更好的板形稳定性。

[0112] 4) 采用平整轧制、罩式炉退火与辊式矫直机矫平的工艺路线生产热连轧高强钢板,具有显著的板形改善效果,能够满足用户对平坦度小于等于2mm/m的严格要求。

附图说明

[0113] 图1是消除热连轧高强钢板形缺陷的工艺流程图;

- [0114] 图 2 是平整机组设备简图；
- [0115] 图 2 中：1、开卷机，2、6 辊矫直机，3、4 辊平整机，4、横切剪，5，卷取机
- [0116] 图 3 是罩式炉去应力退火工艺图；
- [0117] 图 4 是辊式矫直机组简图；
- [0118] 图 4 中：6、开卷机，7、5 辊粗矫直机，8、大活套，9、9 辊精矫直机，10、横切剪
- [0119] 图 5 是矫直机辊缝设定图；
- [0120] 图 6 是切分试验试验加工示意图；
- [0121] 图 7 是几种工艺路线切分试验比较结果图。

具体实施方式

[0122] 2009 年 5 月份，在首钢迁钢进行了热连轧高强钢板卷残余应力消除的试验工作。在首钢迁钢 2250mm 热连轧生产线上进行了 2 卷 SQ600MCD 的轧制，规格为厚度 6× 宽度 1400mm，包括温度、压下制度等，各种轧制条件均一致。具体板形情况也接近：两个钢卷在轧制时均是头部有 100 到 300IU 的中浪板形，后续是边浪板形。

[0123] 对薄规格的钢卷，设计了 4 种残余应力消除的工艺路线试验：

[0124] 1) 轧制后→保温坑缓冷→辊式矫直机组矫直开平→取样→进行板形测量→切分试验→板形测量

[0125] 2) 轧制后→正常冷却→平整轧制→切分两个子卷→第一子卷→矫直开平→取样→进行板形测量→切分试验→板形测量

[0126] 3) 轧制后→正常冷却→平整轧制→切分两个子卷→第一子卷→矫直开平→取样→进行平板退火→矫直→板形测量→切分试验→板形测量

[0127] 4) 轧制后→正常冷却→平整轧制→切分两个子卷→第二子卷→罩式炉退火→矫直开平→取样→板形测量→切分试验→板形测量

[0128] 相关工艺路线中的参数设定：

[0129] 1) 保温坑缓冷工艺参数：进坑温度为 520 ~ 550℃，缓冷到 100 ~ 150℃后出保温坑。

[0130] 2) 平整过程具体的参数设定：

[0131] 6 辊矫直机设定辊缝：0、1、2mm

[0132] 张力设定：前张力 38MPa、后张力 15MPa

[0133] 延伸率：0.8%

[0134] 轧制力：300t

[0135] 弯辊力：-60t

[0136] 3) 9 矫直机开平工艺参数设定：

[0137] 入口压辊间隙：7mm

[0138] 出口压辊间隙：17mm

[0139] 4) 罩式炉退火工艺参数设定：

[0140] 炉内气体环境为氮气

[0141] 退火温度 (T1) 范围：545℃

[0142] 升温时间 (t1)：240 分钟

[0143] 保温时间 (t₂) :1300 分钟

[0144] 第一随炉缓冷时间 (t₃) :250 分钟

[0145] 第一随炉缓冷重点温度 (T₂) :390℃

[0146] 换冷却罩进行风冷时间 (t₄) :400 分钟

[0147] 出炉温度 (T₃) :90℃

[0148] 对所取的试样进行初始板形测量,主要包括厚度方向翘曲、宽度和长度方向的不平度、还有镰刀弯,并做好记录。对试验进行三等分纵向切条,切割方式,如图 6 所示,采用切割工具为等离子水下切割机床。

[0149] 切分试验结果:

[0150] 1) 保温坑缓冷 + 矫直开平

[0151] 从钢板传动侧到操作侧顺序编号为 1#、2# 和 3# 窄条,每一条的板形测量结果:

[0152] 1#: 镰刀弯 = 2mm ;宽度方向不平度 = 3mm ;长度方向不平度 = 7mm ;边部翘曲厚度方向 :28mm

[0153] 2#: 镰刀弯 = 3mm ;宽度方向不平度 = 2mm ;长度方向不平度 = 5mm ;边部翘曲厚度方向 :30mm

[0154] 3#: 镰刀弯 = 3mm ;宽度方向不平度 = 3mm ;长度方向不平度 = 2mm ;边部翘曲厚度方向 :24mm

[0155] 2) 轧后空冷 + 平整 + 矫直开平

[0156] 从钢板传动侧到操作侧顺序编号为 1#、2# 和 3# 窄条,每一条的板形测量结果:

[0157] 1#: 镰刀弯 = 0mm ;宽度方向不平度 = 0mm ;长度方向不平度 = 27mm ;边部翘曲厚度方向 :40mm

[0158] 2#: 镰刀弯 = 0mm ;宽度方向不平度 = 0mm ;长度方向不平度 = 28mm ;边部翘曲厚度方向 :43mm

[0159] 3#: 镰刀弯 = 0mm ;宽度方向不平度 = 0mm ;长度方向不平度 = 24mm ;边部翘曲厚度方向 :34mm

[0160] 3) 轧后空冷 + 平整 + 卷取 + 矫直 + 板退火 + 冷矫

[0161] 从钢板传动侧到操作侧顺序编号为 1#、2# 和 3# 窄条,每一条的板形测量结果:

[0162] 1#: 镰刀弯 = 5mm ;宽度方向不平度 = 0.5mm ;长度方向不平度 = 3.5mm ;边部翘曲厚度方向 :8mm

[0163] 2#: 镰刀弯 = 1mm ;宽度方向不平度 = 2.5mm ;长度方向不平度 = 4mm ;边部翘曲厚度方向 :9mm

[0164] 3#: 镰刀弯 = 1mm ;宽度方向不平度 = 1mm ;长度方向不平度 = 3mm ;边部翘曲厚度方向 :14.5mm

[0165] 4) 轧后空冷 + 平整 + 卷取 + 罩式退火 + 矫直

[0166] 从钢板传动侧到操作侧顺序编号为 1#、2# 和 3# 窄条,每一条的板形测量结果:

[0167] 1#: 镰刀弯 = 0mm ;宽度方向不平度 = 0.5mm ;长度方向不平度 = 0.5mm ;边部翘曲厚度方向 :2.5mm

[0168] 2#: 镰刀弯 = 0mm ;宽度方向不平度 = 1mm ;长度方向不平度 = 1mm ;边部翘曲厚度方向 :3mm

[0169] 3#:镰刀弯 = 0mm ;宽度方向不平度 = 0.5mm ;长度方向不平度 = 1mm ;边部翘曲厚度方向 :3.5mm

[0170] 比较最终四种工艺路线后的板形测量结果,如图 7 所示,从中可以看出,第四种工艺路线最有效,也就是平整轧制→罩式炉退火→辊式矫直机矫平的工艺路线是最优的,可以满足最终用户要求的 2mm/m 的板形质量,而且,表面质量好,没有其它几种工艺后的表面黑灰现象。头部稍微有点上翘,是为了防止运输过程中由于重力作用导致板子两端下扣的板形,在矫直过程中特意压出来的稍微上翘形状,用户使用时候,正好是平的板形。热连轧高强钢采用此工艺进行轧后加工,可以实现批量的高品质板形质量的钢板的生产 and 供货,而且由于板形问题的解决,成材率更加提高,用户反馈良好,效益显著。



图 1

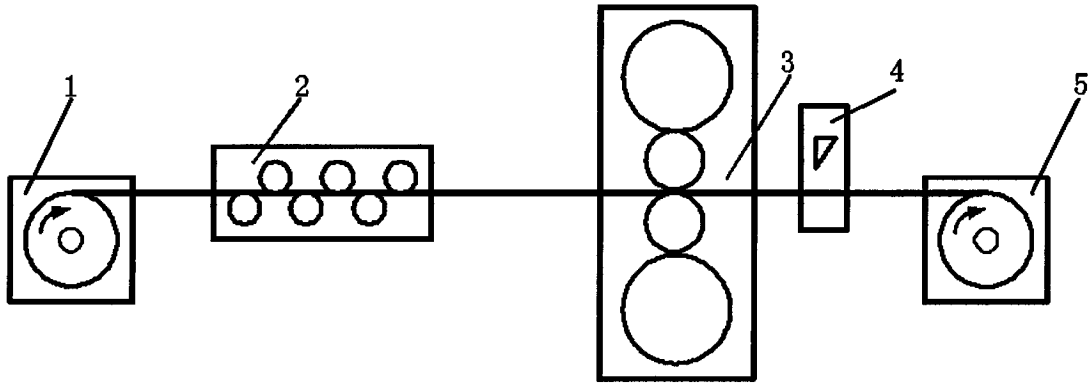


图 2

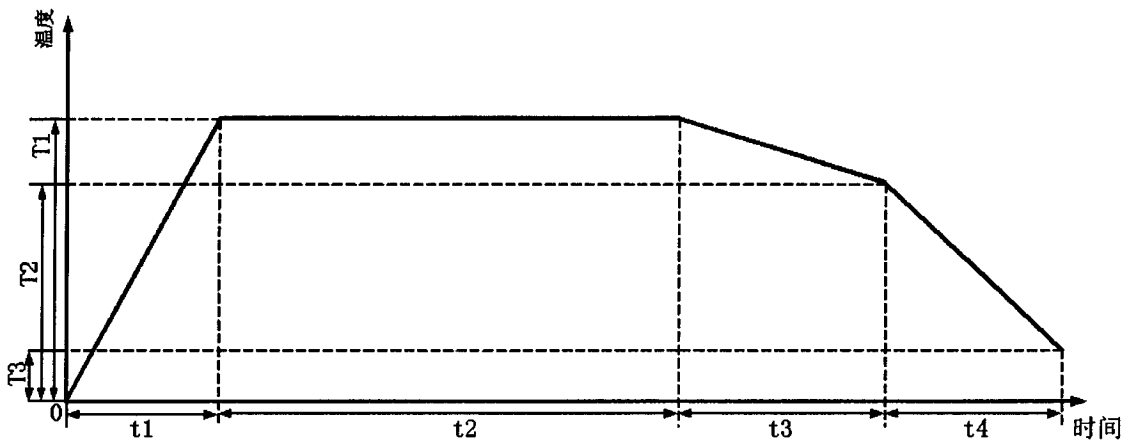


图 3

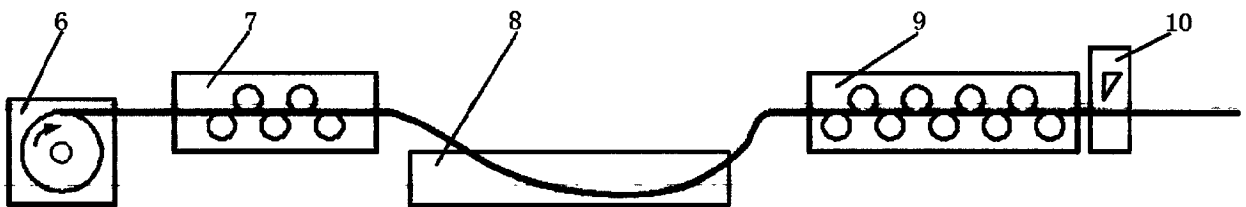


图 4

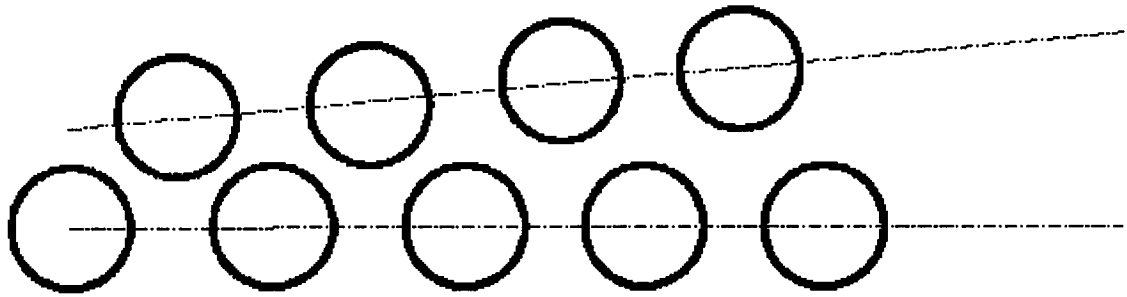


图 5

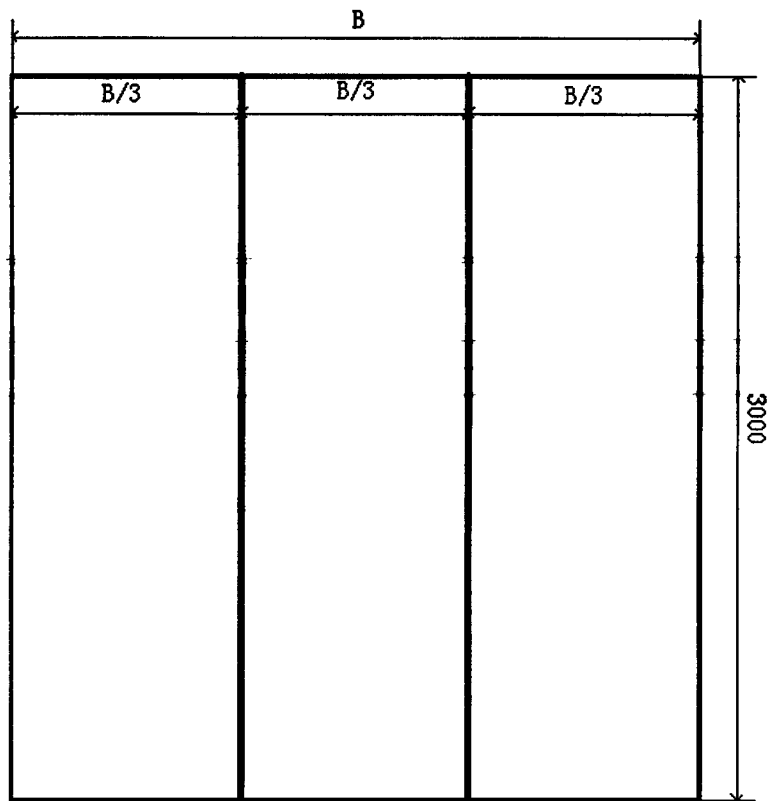


图 6

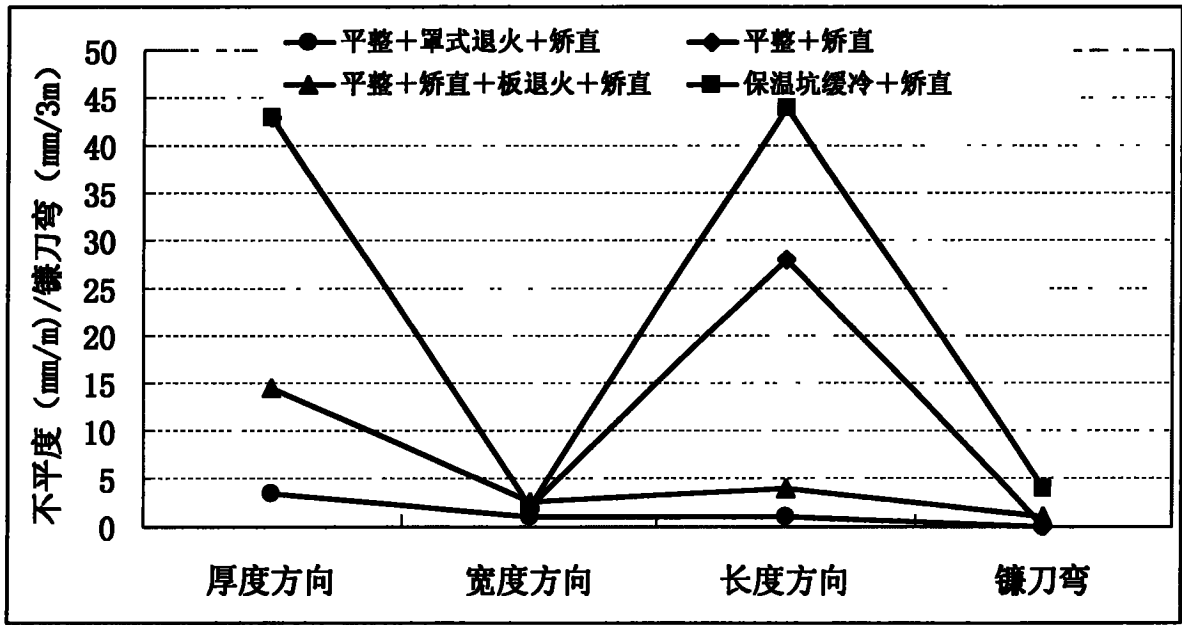


图 7