



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103878178 A

(43) 申请公布日 2014.06.25

(21) 申请号 201410075487.X

B21B 37/46(2006.01)

(22) 申请日 2014.03.04

B21B 45/02(2006.01)

(71) 申请人 河北钢铁股份有限公司唐山分公司

B21C 47/02(2006.01)

地址 063016 河北省唐山市滨河路9号

C22C 38/06(2006.01)

(72) 发明人 宋嗣海 杨晓江 王春峰 栗建辉

吕耀强 李杨 信晓兵 董跃星

马晨 尹国强 安玉超 王纪周

李坤 吕小虎

(74) 专利代理机构 石家庄冀科专利商标事务所

有限公司 13108

代理人 刘伟

(51) Int. Cl.

B21B 1/46(2006.01)

B21B 37/74(2006.01)

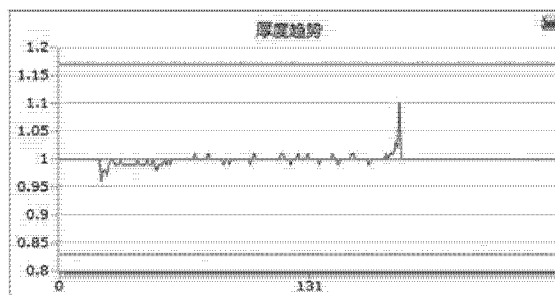
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法,其包括下述工艺步骤:1)炼钢工序;2)连铸工序:将上述钢种通过连铸拉成连铸坯;铸坯拉速控制4.5~4.7米/分,入炉温度935~960℃,铸坯厚度控制为70mm,宽度为1260mm;3)加热工序:所述连铸坯采用三段炉温控制的加热炉进行加热;4)热轧工序:加热后的连铸坯经粗轧机和精轧机轧制成超薄热轧板,控制终轧温度为870℃;5)冷却卷取工序:超薄热轧板通过层流冷却后,卷取机的侧导板使用位置控制,在670℃进行卷取,即可得到超薄热轧板卷。本方法通过合理控制轧制温度、压下制度、稳定穿带技术,从而在薄板坯连铸连轧流程稳定单块轧制1.0mm超薄热轧板卷,实现了1.0mm超薄带钢的批量稳定生产。



1. 一种薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法,其特征在于,其包括下述工艺步骤:
1) 炼钢工序:采用转炉冶炼,并进行炉外精炼对其合金化,控制化学成分及重量百分比为:C 0.18 ~ 0.22%、Mn 0.20 ~ 0.40%、Si \leq 0.15%、S \leq 0.012%、P \leq 0.025%、Als 0.015 ~ 0.035%、B 0.0009 ~ 0.0030%,其余为 Fe 和不可避免的杂质;

2) 连铸工序:将上述钢种通过连铸拉成连铸坯;铸坯拉速控制 4.5 ~ 4.7 米/分,入炉温度 935 ~ 960 $^{\circ}$ C,铸坯厚度控制为 70mm,宽度为 1260mm;

3) 加热工序:所述连铸坯采用三段炉温控制的加热炉进行加热;控制一段炉温 1290 \pm 10 $^{\circ}$ C、二段炉温 1300 \pm 10 $^{\circ}$ C、三段炉温 1300 \pm 10 $^{\circ}$ C,保温段 1260 \pm 10 $^{\circ}$ C;板坯保温时间 24.5 ~ 26 分钟;出炉温度 1250 \pm 10 $^{\circ}$ C;粗轧出口温度 1080 ~ 1090 $^{\circ}$ C,精轧入口温度 1035 ~ 1050 $^{\circ}$ C;

4) 热轧工序:加热后的连铸坯经粗轧机和精轧机轧制成超薄热轧板,控制终轧温度为 870 $^{\circ}$ C;

5) 冷却卷取工序:超薄热轧板通过层流冷却后,卷取机的侧导板使用位置控制,在 670 $^{\circ}$ C 进行卷取,即可得到超薄热轧板卷。

2. 根据权利要求 1 所述的薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法,其特征在于:所述加热工序中采用蓄热式加热炉。

3. 根据权利要求 1 所述的薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法,其特征在于,所述热轧工序中的工艺控制为:控制进入轧机的板坯中心线与轧机中心线偏差在 \pm 5mm 之内;

粗轧高速穿带幅度为 45%,精轧带钢穿带速度为 10.6 ~ 11.4m/s,抛尾速度设定为 10.5m/s,最大轧制速度设定为 14m/s;轧制过程中,FDTC 减速率为 -0.005m/s^2 。

4. 根据权利要求 1 所述的薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法,其特征在于:所述冷却卷取工序中,带钢头部经过层流冷却时,待带钢头部通过后再开始喷射下层流冷却水。

5. 根据权利要求 1 - 4 任意一项所述的薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法,其特征在于:所述超薄热轧板卷的延伸率 \geq 25%、屈服强度 350 ~ 400MPa、抗拉强度 470 ~ 530MPa。

薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种热轧板卷的生产方法,尤其是一种薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法。

背景技术

[0002] 1.0mm 超薄热轧板卷不仅在作为冷轧原料时可以减少冷轧轧制道次,降低生产成本、节约能源,而且重要的是热轧超薄带钢是真正实现以热带冷的特有产品,可以广泛应用于高端制管、机电设备外壳衬板等等领域,具有较高的附加值和广阔的市场前景。

[0003] 目前我国薄板坯连铸连轧生产线 13 条,产品覆盖普碳钢、耐候钢、硅钢、高碳钢等品种,薄规格产品主要集中在 1.3mm 及以上规格,未实现 1.0mm 超薄规格热轧板卷的批量稳定生产,而据国外统计,厚度大于 1.0mm 的热轧带钢可以取代冷轧带钢总量的 34%,1.0mm 超薄规格产品的市场潜力巨大;我国薄板坯连铸机生产 70mm 连铸坯的实际拉速处于 4.0 ~ 4.4m/min 水平,薄板坯连铸机的生产拉速与韩国浦项 7.0m/min 的先进水平具有一定差距。如何发挥薄板坯连铸连轧生产工艺的技术优势,稳定 1.0mm 及以上超薄规格生产,实现以热带冷和节约能源;如何提高薄板坯连铸机的生产拉速,改善作业效率;以及如何实现薄板坯连铸连轧生产工艺特色产品的系列化,成为了未来钢铁工业发展的一个突破口,也是实现技术创新的关键所在。

[0004] 现有的超薄热轧板卷的加工大多采用下述工艺流程:炼钢—连铸—加热—热轧—冷却卷取工序。随着超薄带钢厚度的不断减小,生产中所遇到的主要问题是最大轧制速度以及终轧温度和卷取温度的限制,为确保带钢头部安全地通过精轧机组、穿过输出辊道并顺利喂入卷取机,带钢的速度就不能超过某个极限值。由于超薄带钢生产过程中温降极快,再加上上述最大轧制速度的限制,使到达精轧机的带钢难于满足精轧温度要求。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种流程稳定的薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明所采取的工艺步骤为:1) 炼钢工序:采用转炉冶炼,并进行炉外精炼对其合金化,控制化学成分及重量百分比为:C 0.18 ~ 0.22%、Mn 0.20 ~ 0.40%、Si ≤ 0.15%、S ≤ 0.012%、P ≤ 0.025%、Als 0.015 ~ 0.035%、B 0.0009 ~ 0.0030%,其余为 Fe 和不可避免的杂质;

2) 连铸工序:将上述钢种通过连铸拉成连铸坯;铸坯拉速控制 4.5 ~ 4.7 米/分,入炉温度 935 ~ 960℃,铸坯厚度控制为 70mm,宽度为 1260mm;

3) 加热工序:所述连铸坯采用三段炉温控制的加热炉进行加热;控制一段炉温 1290 ± 10℃、二段炉温 1300 ± 10℃、三段炉温 1300 ± 10℃,保温段 1260 ± 10℃;板坯保温时间 24.5 ~ 26 分钟;出炉温度 1250 ± 10℃;粗轧出口温度 1080 ~ 1090℃,精轧入口温度 1035 ~ 1050℃;

4) 热轧工序:加热后的连铸坯经粗轧机和精轧机轧制成超薄热轧板,控制终轧温度为 870°C ;

5) 冷却卷取工序:超薄热轧板通过层流冷却后,卷取机的侧导板使用位置控制,在 670°C 进行卷取,即可得到超薄热轧板卷。

[0007] 本发明所述加热工序中采用蓄热式加热炉。

[0008] 本发明所述热轧工序中的工艺控制为:控制进入轧机的板坯中心线与轧机中心线偏差在 $\pm 5\text{mm}$ 之内;

粗轧高速穿带幅度为45%,精轧带钢穿带速度为 $10.6 \sim 11.4\text{m/s}$,抛尾速度设定为 10.5m/s ,最大轧制速度设定为 14m/s ;轧制过程中,FDTC减速率为 -0.005m/s^2 。

[0009] 本发明所述冷却卷取工序中,带钢头部经过层流冷却时,待带钢头部通过后再开始喷射下层流冷却水。

[0010] 本发明所述超薄热轧板卷的延伸率 $\geq 25\%$ 、屈服强度 $350 \sim 400\text{MPa}$ 、抗拉强度 $470 \sim 530\text{MPa}$ 。

[0011] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:本发明通过合理控制轧制温度、压下制度、稳定穿带技术,从而在薄板坯连铸连轧流程稳定单块轧制 1.0mm 超薄热轧板卷,实现了 1.0mm 超薄带钢的批量稳定生产。

附图说明

[0012] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0013] 图1是本发明实施例1所得超薄热轧板卷的厚度曲线图;

图2是本发明实施例1所得超薄热轧板卷的平直度曲线图;

图3是本发明实施例1所得超薄热轧板卷的凸度曲线图;

图4是本发明实施例2所得超薄热轧板卷的厚度曲线图;

图5是本发明实施例2所得超薄热轧板卷的平直度曲线图;

图6是本发明实施例2所得超薄热轧板卷的凸度曲线图。

具体实施方式

[0014] 本薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法采用下述具体的工艺步骤:1)炼钢工序:采用转炉冶炼,并进行炉外精炼对其合金化,控制化学成分及重量百分比为:C $0.18 \sim 0.22\%$ 、Mn $0.20 \sim 0.40\%$ 、Si $\leq 0.15\%$ 、S $\leq 0.012\%$ 、P $\leq 0.025\%$ 、Als $0.015 \sim 0.035\%$ 、B $0.0009 \sim 0.0030\%$,其余为Fe和不可避免的杂质;

2)连铸工序:将上述钢种通过连铸拉成连铸坯;铸坯拉速控制 $4.5 \sim 4.7$ 米/分,入炉温度 $935 \sim 960^{\circ}\text{C}$,铸坯厚度控制为 70mm ,宽度为 1260mm ;

3)加热工序:所述连铸坯采用三段炉温控制的加热炉进行加热;控制一段炉温 $1290 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、二段炉温 $1300 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、三段炉温 $1300 \pm 10^{\circ}\text{C}$,保温段 $1260 \pm 10^{\circ}\text{C}$;板坯保温时间 $24.5 \sim 26$ 分钟;出炉温度 $1250 \pm 10^{\circ}\text{C}$;RDT(粗轧出口温度) $1080 \sim 1090^{\circ}\text{C}$,FET(精轧入口温度) $1035 \sim 1050^{\circ}\text{C}$;

所述加热炉为蓄热式加热炉,这样采用加热炉蓄热式燃烧控制技术可以将空气蓄热到 1000°C 以上,并直接送至炉膛内燃烧,排烟温度降到 $120^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$,同时蓄热式燃烧技术

应用后燃烧系统的最大加热能力由原来的 1200℃ 提升到 1350℃, 而且煤气的成本同比例降低 25% ~ 27% 左右, 为实现 1.0mm 超薄带钢批量生产提供了必要的轧制温度条件。

[0015] 4) 热轧工序: 加热后的连铸坯经粗轧机和精轧机轧制成超薄热轧板, 控制终轧温度为 870℃;

A、采用板坯对中精度控制: 铸坯进入轧机时的中线位置偏差对超薄规格带钢轧制状态影响很大, 为此, 控制进入轧机的板坯中心线与轧机中心线偏差在 $\pm 5\text{mm}$ 之内。

[0016] B、采用轧机稳定穿带技术: 在超薄规格带钢的实际生产中, 事故最多的就是头部穿带异常跑偏造成的堆钢, 主要是由于穿带速度、压下制度、温度控制等多方面波动因素的影响。

[0017] 板带钢轧制速度制度的设定包括: 穿带速度的设定; 轧制速度的设定; 抛钢速度的设定; 加速度以及时序的的设定。

[0018] 热轧带钢速度制度的制定既要满足产品性能控制的要求, 又要考虑传动系统安全运行的需要、产量及轧制稳定性的需要, 薄板坯连铸连轧同时还要考虑辊底式加热炉缓冲时间控制的要求。速度制度如果制定不合理, 会导致一系列的生产事故:

① 穿带速度参数设定的过高, 就可能会发生因穿带速度过快、操作人员调整不及时造成跑偏堆钢事故。

[0019] ② 轧制速度参数设定的过低、轧制节奏过慢, 则会造成辊底式加热炉缓冲时间逐步减少、连铸被迫降速, 制约连铸高拉速能力的发挥和产量的提高。

[0020] ③ 轧制速度参数设定偏低, 还有可能因此造成轧制过程中的温降过大、轧机负荷偏高, 进而造成轧制状态的不稳定、不可控, 甚至造成堆钢事故的发生。

[0021] ④ 抛钢速度参数的设定过低, 同样会因尾部温降大造成轧制的不稳定, 而抛钢速度设定过高, 又会造成操作工对尾部的调整不及时, 加剧甩尾次数及甩尾幅度的发生。

[0022] 速度制度的设定及控制还要考虑了切头剪最大剪切速度的限制, 即粗轧穿带完成后, 先要降到剪切速度, 待剪切完成后, 再升到精轧穿带速度, 以保证足够的精轧入口温度。

[0023] 针对现场实际情况, 将粗轧轧制速度做了如下调整:

① 粗轧高速穿带: 在薄规格轧制过程中, 由于中间坯以及达到下极限, 中间坯在 R2 ~ F1 之间 24 米的距离中, 中间坯温度损失较大, 造成精轧机内各个机架温度偏低, 轧制力偏大, 终轧温度无法命中目标等问题。

[0024] 为了解决这一系列问题, 根据规格不同, 将粗轧穿带速度进行了提高, 轧制 1.0mm 时, 粗轧高速穿带幅度为 45%。所述穿带幅度为: 以原始设定穿带速度为基准提高的速度百分比, 例如穿带幅度为 20%, 则实际轧制速度为初始穿带速度的 120%。

[0025] ② 精轧穿带速度: 为了保证薄规格终轧温度和穿带稳定性, 设定 $\leq 1.2\text{mm}$ 规格, F5 机架的带钢穿带速度上限为 11.4m/s, 避免了因穿带速度过高造成的轧机内带钢状态不利于判断的问题, 提高了穿带的稳定性。

[0026] 1.0mm 规格: 穿带速度设定值上限设定为 11.4m/s、穿带速度设定值下限设定为

10.6m/s、穿带速度预设值设定为 11.4m/s。

[0027] ③ 减速率 :在薄规格轧制过程中,终轧温度随着速度的波动而产生上下波动,当轧机降速幅度较大时,轧制稳定性变的较差。使得带钢降速幅度减小,保证高速轧制时的稳定性,将 1.0 规格 FDTC 减速率调整为 -0.005 m/s^2 。所述 FDTC 为 :为终轧温度控制变化速率,表示精轧机出口的终轧温度速度调控的快慢程度。

[0028] ④ 抛尾速度 :为了提高带钢尾部的轧制稳定性、减少甩尾,根据不同规格,设定了不同的抛尾速度,使得带钢尾部轧制状态可控,1.0mm 规格的抛尾速度设定为 10.5m/s。

[0029] ⑤ 最大轧制速度 :在薄规格轧制过程中,最大轧制速度设定过大时,可能造成某架轧机速度达到上极限 ;最大轧制速度设定过小时,可能造成轧制状态的不稳定。将最大轧制速度进行了优化,1.0mm 规格最大轧制速度设定为 14m/s。

[0030] 5) 冷却卷取工序 :采用下述的卷取稳定穿带技术 :

① 稳定层流冷却穿带技术 :为了保证高速运动超薄带钢顺利通过层流冷却,带钢采用滞后给下层流冷却水,即带钢头部经过层流冷却时,头部位置所在冷却组段不喷下冷却水,待带钢头部通过后再下层流冷却水阀给水、开始喷射下层流冷却水 ;这样可以避免由于喷射下层流冷却水使带钢飞翘折叠,从而造成起套卷取无法咬入的堆钢事故。

[0031] ② 卷取侧导板位置控制 :由于超薄 1.0mm 规格带钢强度比较小,为了防止带钢被侧导板刮伤边部或夹停发生产品质量缺陷和穿带堆钢事故,停止使用压力控制,使用位置控制。

[0032] ③ 防止带钢松卷技术 :在保证带钢力学性能的前提下,将带钢卷取温度设定为 670°C 。

[0033] 本方法所得超薄热轧板卷的延伸率 $\geq 25\%$ 、屈服强度 $350 \sim 400\text{MPa}$ 、抗拉强度 $470 \sim 530\text{MPa}$ 。

[0034] 实施例 1 :本薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法以 $1250\text{mm} \times 1.0\text{mm}$ 热轧板卷为实例,其具体工艺如下所述。

[0035] 炼钢工序 :采用转炉冶炼,并进行炉外精炼对其合金化,其化学成分及重量百分比为 :C 0.20%、Mn 0.22%、Si 0.11%、S 0.005%、P 0.019%、Als 0.02%、B 0.0012%,其余为 Fe 和不可避免的杂质。

[0036] 连铸工序 :进行连铸,铸坯拉速控制 4.7 米 / 分,入炉温度 $940 \sim 960^{\circ}\text{C}$,铸坯厚度控制为 70mm,宽度 1260mm。

[0037] 加热工序 :进行蓄热式自动燃烧控制系统均匀加热,一段炉温 $1290 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、二段炉温 $1300 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、三段炉温 $1300 \pm 10^{\circ}\text{C}$,保温段 $1260 \pm 10^{\circ}\text{C}$;板坯保温时间 25 分钟 ;出炉温度 $1250 \pm 10^{\circ}\text{C}$;RDT $1080 \sim 1090^{\circ}\text{C}$ (带钢头部 1120°C),FET $1040 \sim 1050^{\circ}\text{C}$;然后板坯至加热炉保温段板坯对中调整。

[0038] 热轧工序 :进行轧机,控制板坯中心线与轧机中心线偏差在 $\pm 5\text{mm}$ 之内 ;粗轧高速穿带幅度为 45%,精轧带钢穿带速度为 10.6m/s,抛尾速度设定为 10.5m/s,最大轧制速度设定为 14m/s ;FDTC 减速率为 -0.005m/s^2 ;控制终轧温度为 870°C 。

[0039] 冷却卷取工序 :通过层流冷却控制卷取温度为 670°C 、侧导板使用位置控制,进行

卷取即可得到 1.0mm 的超薄热轧板卷。

[0040] 本实施例所得超薄热轧板卷的厚度曲线如图 1 所示,板形如图 2 和图 3 所示;力学性能见表 1。

[0041] 表 1:实施例 1 所得超薄热轧板卷的力学性能

取样位置	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率/%
距尾部 16 米	501	385	30

实施例 2:本薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法以 1250mm*1.0mm 热轧板卷为实例,其具体工艺如下所述。

[0042] 炼钢工序:采用转炉冶炼,并进行炉外精炼对其合金化,其化学成分及重量百分比为:C 0.19%、Mn 0.22%、Si 0.14%、S 0.06%、P 0.018%、Als 0.02%、B 0.0011%,其余为 Fe 和不可避免的杂质。

[0043] 连铸工序:进行连铸,铸坯拉速控制 4.5 米/分,入炉温度 935 ~ 950℃,铸坯厚度控制为 70mm,宽度 1260mm。

[0044] 加热工序:进行蓄热式自动燃烧控制系统均匀加热,一加 1290±10℃、二加 1300±10℃、三加 1300±10℃,保温段 1260±10℃;板坯保温时间 25 分钟;出炉温度 1250±10℃;RDT 1080 ~ 1090℃(带钢头部 1140℃),FET 1035 ~ 1045℃。然后板坯至加热炉保温段板坯对中调整。

[0045] 热轧工序:进行轧机,控制板坯中心线与轧机中心线偏差在 ±5mm 之内;粗轧高速穿带幅度为 45%,精轧带钢穿带速度为 11.4m/s,抛尾速度设定为 10.5m/s,最大轧制速度设定为 14m/s;FDTC 减速率为 -0.005m/s²;控制终轧温度为 870℃。

[0046] 冷却卷取工序:通过层流冷却控制卷取温度为 670℃、侧导板使用位置控制,进行卷取即可得到 1.0mm 的超薄热轧板卷。

[0047] 本实施例所得超薄热轧板卷的厚度曲线如图 4 所示,板形如图 5 和图 6 所示;力学性能见表 2。

[0048] 表 2:实施例 2 所得超薄热轧板卷的力学性能

取样位置	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率/%
距尾部 16 米	503	390	29

实施例 3:本薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法以 1250mm*1.0mm 热轧板卷为实例,其具体工艺如下所述。

[0049] 炼钢工序:采用转炉冶炼,并进行炉外精炼对其合金化,其化学成分及重量百分比为:C 0.18%、Mn 0.20%、Si 0.12%、S 0.10%、P 0.025%、Als 0.015%、B 0.0030%,其余为 Fe 和不可避免的杂质。

[0050] 连铸工序:进行连铸,铸坯拉速控制 4.6 米/分,入炉温度 940 ~ 950℃,铸坯厚度控制为 70mm,宽度 1260mm。

[0051] 加热工序:进行蓄热式自动燃烧控制系统均匀加热,一加 1290±10℃、二加

1300±10℃、三加 1300±10℃，保温段 1260±10℃；板坯保温时间 25 分钟；出炉温度 1250±10℃；RDT 1080～1090℃（带钢头部 1140℃），FET 1040～1045℃。然后板坯至加热炉保温段板坯对中调整。

[0052] 热轧工序：进行轧机，控制板坯中心线与轧机中心线偏差在 ±5mm 之内；粗轧高速穿带幅度为 45%，精轧带钢穿带速度为 11.0m/s，抛尾速度设定为 10.5m/s，最大轧制速度设定为 14m/s；FDTC 减速率为 -0.005m/s²；控制终轧温度为 870℃。

[0053] 冷却卷取工序：通过层流冷却控制卷取温度为 670℃、侧导板使用位置控制，进行卷取即可得到 1.0mm 的超薄热轧板卷。

[0054] 本实施例所得超薄热轧板卷的力学性能见表 3。

[0055] 表 3：实施例 3 所得超薄热轧板卷的力学性能

取样位置	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率/%
距尾部 16 米	499	381	32

实施例 4：本薄板坯连铸连轧生产超薄热轧板卷的方法以 1250mm*1.0mm 热轧板卷为实例，其具体工艺如下所述。

[0056] 炼钢工序：采用转炉冶炼，并进行炉外精炼对其合金化，其化学成分及重量百分比为：C 0.22%、Mn 0.40%、Si 0.15%、S 0.12%、P 0.020%、Als 0.035%、B 0.0009%，其余为 Fe 和不可避免的杂质。

[0057] 连铸工序、加热工序、热轧工序和冷却卷取工序同实施例 3。

[0058] 本实施例所得超薄热轧板卷的力学性能见表 4。

[0059] 表 4：实施例 3 所得超薄热轧板卷的力学性能

取样位置	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率/%
距尾部 16 米	507	394	28

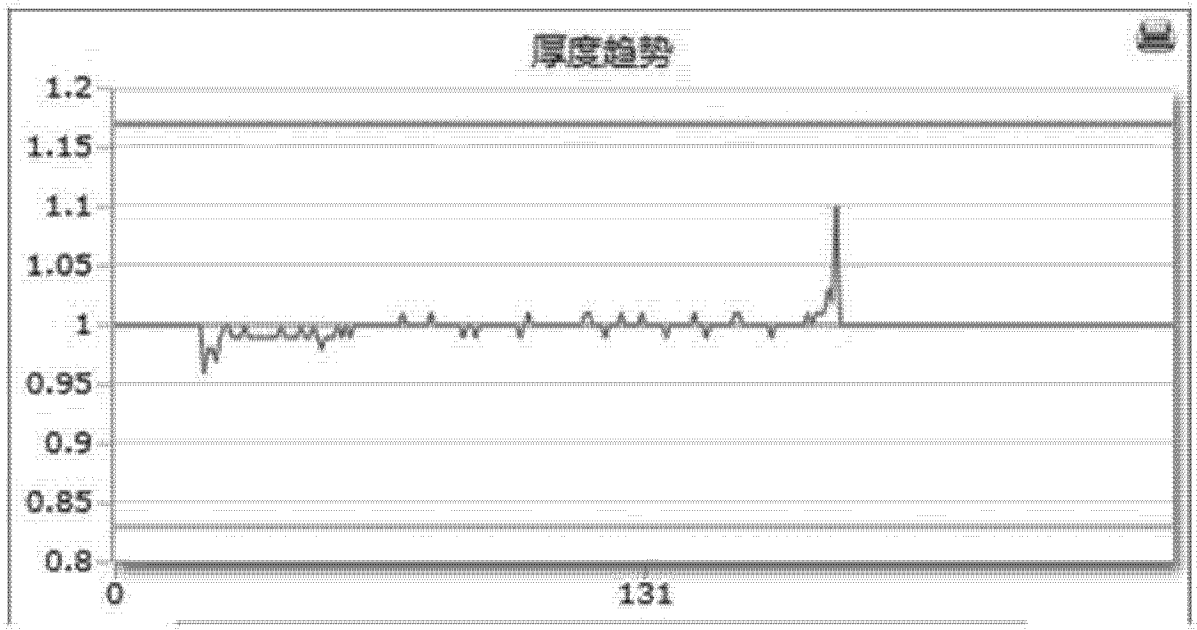


图 1

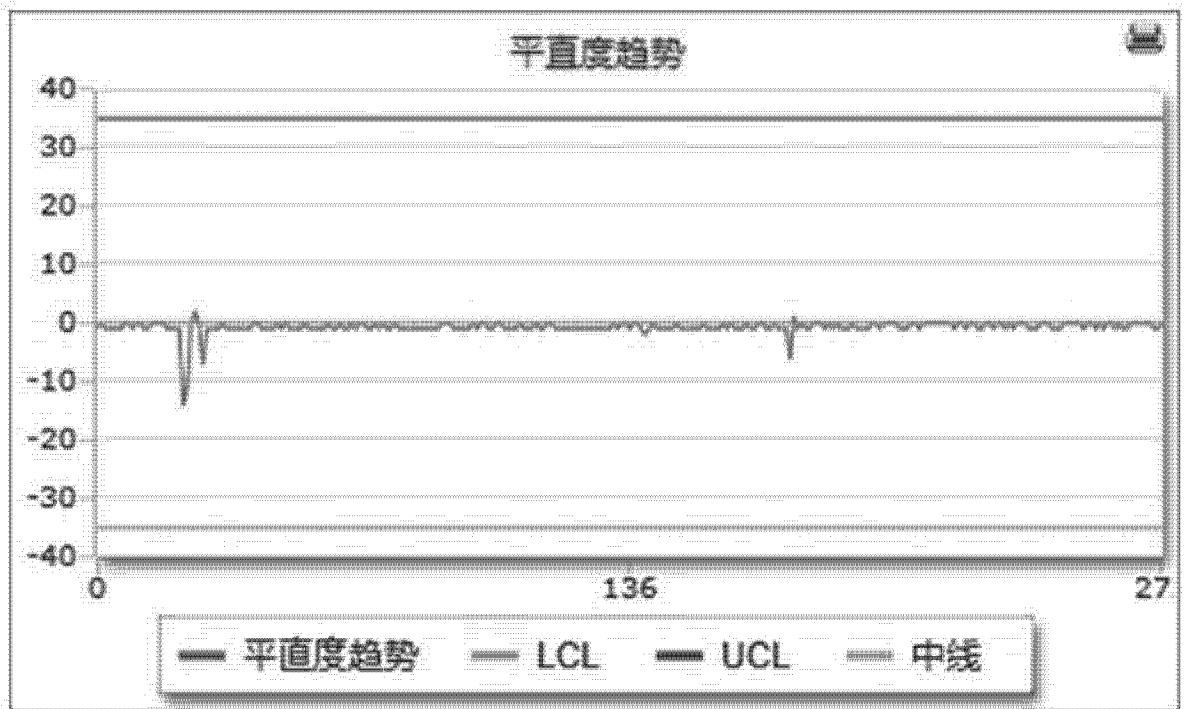


图 2

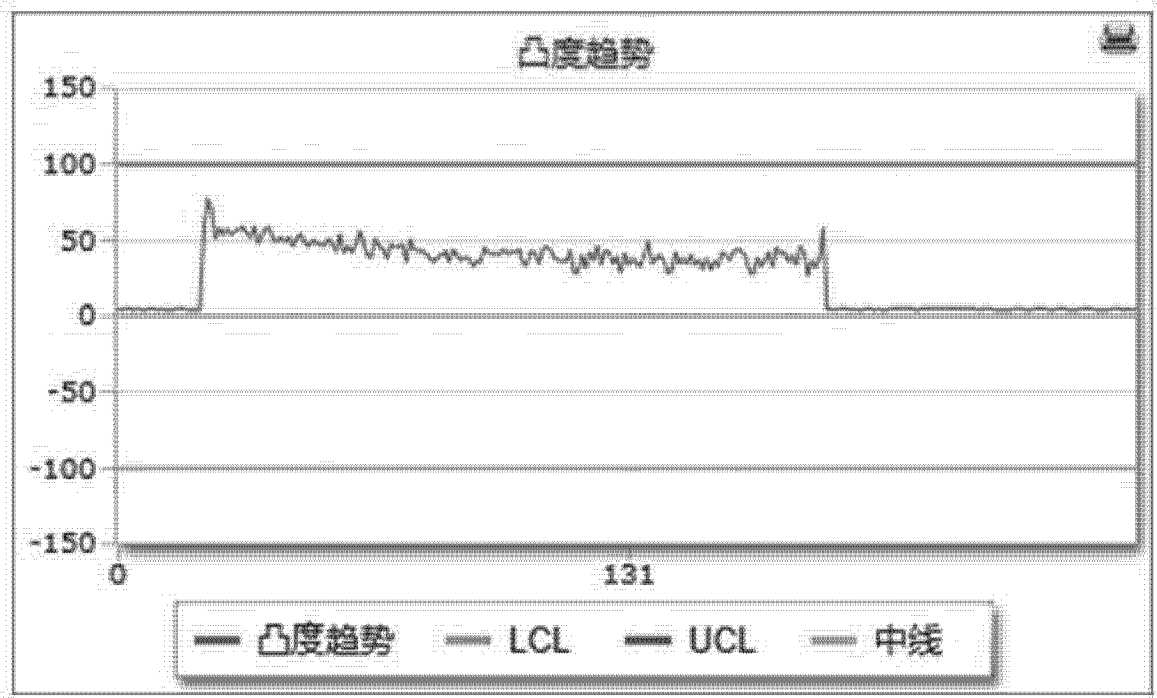


图 3

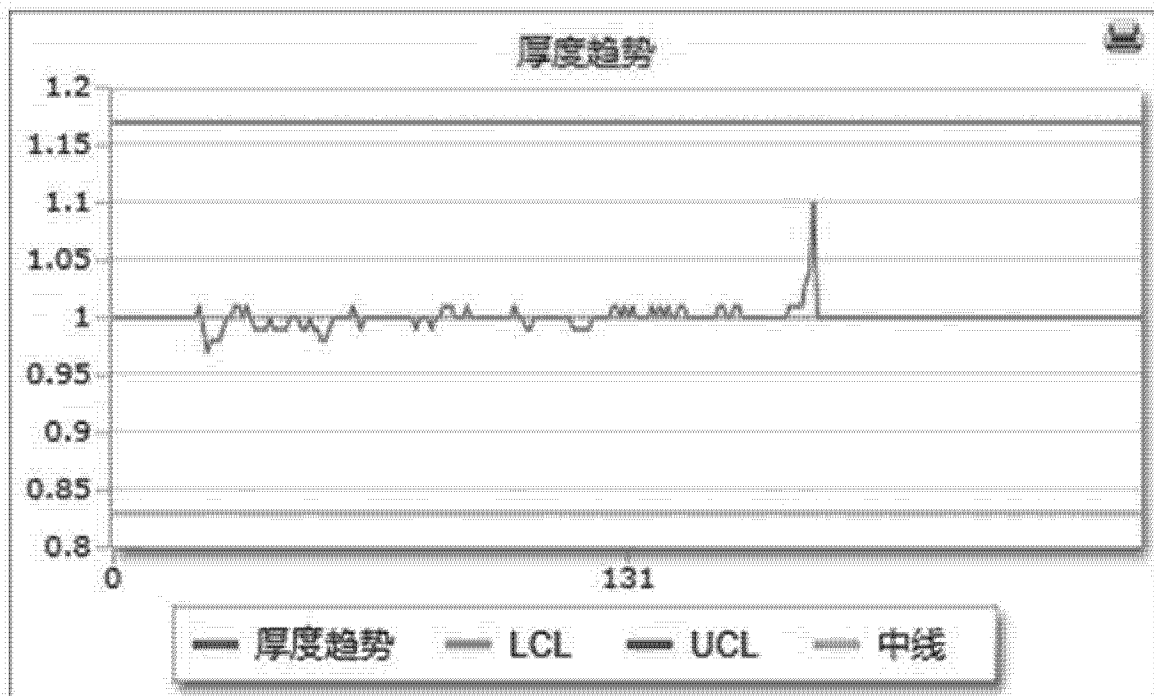


图 4

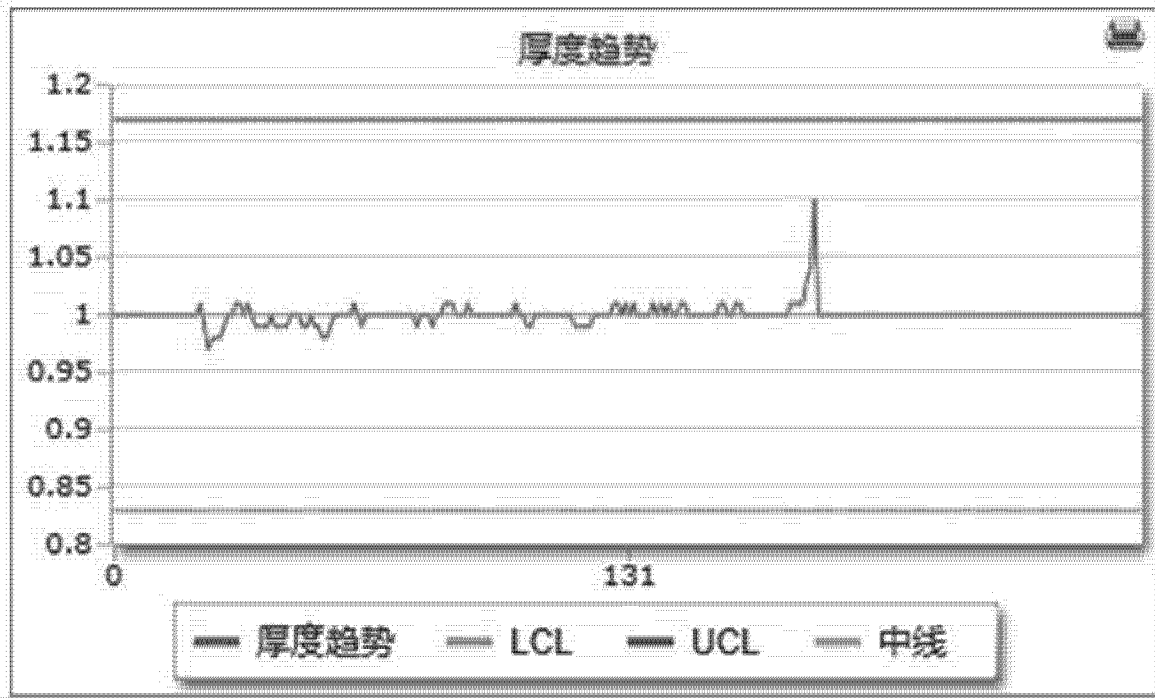


图 5

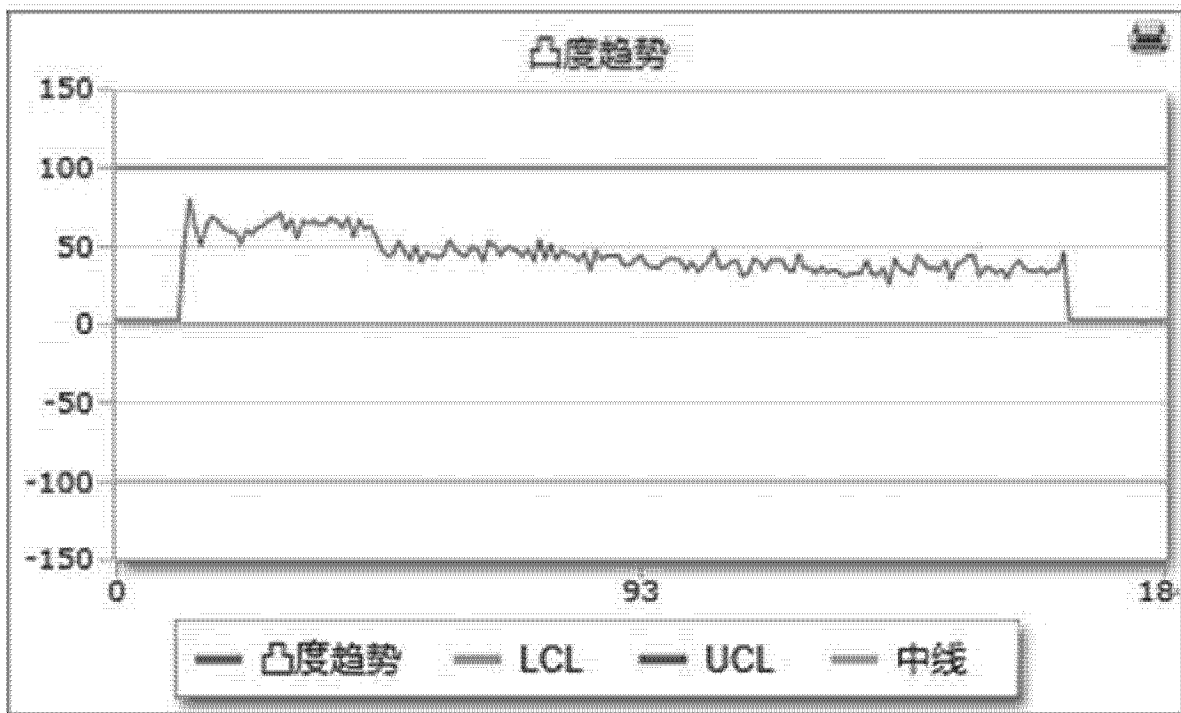


图 6