



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103627853 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201310645102. 4

G22C 38/04(2006. 01)

(22) 申请日 2013. 12. 05

(56) 对比文件

(73) 专利权人 广东韶钢松山股份有限公司
地址 512123 广东省韶关市曲江区厂南大道
3号广东韶钢松山股份有限公司研究
中心

CN 1597998 A, 2005. 03. 23,
CN 101760581 A, 2010. 06. 30,
JP S496010 B2, 1974. 02. 12,
CN 101343677 A, 2009. 01. 14,

(72) 发明人 张志明 何矿年 丘文生 夏长松
李志坚

审查员 田恩华

(74) 专利代理机构 韶关市雷门专利事务所
44226

代理人 周胜明

(51) Int. Cl.

G21C 7/10(2006. 01)

G21C 7/06(2006. 01)

G21C 7/068(2006. 01)

G21C 5/28(2006. 01)

G22C 38/06(2006. 01)

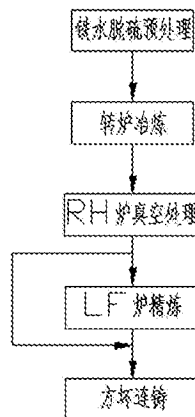
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种低碳低硅钢制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种低碳低硅钢制造方法,通过RH真空处理装置脱碳脱氧来保证低碳低硅钢中低碳、低硅含量的要求,来实现提高炼钢炉终点碳含量,减少后吹,降低钢水的氧化性,减少脱氧合金化成本,提高钢的纯净度;根据钢的质量要求,钢水炉外精炼可采用RH真空处理或RH真空处理+LF炉精炼两种方式。利用真空自然脱碳脱氧,减少了因加铝脱氧生产的脆性Al₂O₃夹杂物,提高了钢的洁净度,且炼钢炉出钢至RH真空处理过程有效地控制钢水增硅,钢中的C、Si易控制且稳定,因脱氧产生的Al₂O₃夹杂物大幅度减少,且进行了合理的Ca变形处理,钢水的可浇性好,避免了连铸浇注该类钢种时水口结瘤的问题。



1. 一种低碳低硅钢制造方法,通过 RH 真空处理装置脱碳脱氧来保证低碳低硅钢中低碳、低硅含量的要求,来实现提高炼钢炉终点碳含量,减少后吹,降低钢水的氧化性,减少脱氧合金化成本,提高钢的纯净度;根据钢的质量要求,钢水炉外精炼可采用 RH 真空处理或 RH 真空处理 +LF 炉精炼两种方式,其特征在于制造步骤如下:

步骤一:铁水脱硫预处理,首先根据铁水中 S 含量及 LF 炉精炼脱硫效果和钢中 S 含量要求,对铁水进行脱硫预处理;

步骤二:转炉冶炼,将脱硫预处理过的铁水兑入转炉内进行冶炼,保证转钢炉终点 C 含量控制在 0.06%~0.1% 范围;如需增加钢中的 Mn 含量,转炉出钢过程采用高碳锰铁合金合金化,出钢过程不加含铝脱氧剂脱氧,如转炉终点实际 C 含量低于控制范围的下限则转炉出钢过程需加适量的含铝脱氧剂粗脱氧;转炉出钢后钢包钢水自由氧含量控制在 200~500ppm 范围;

步骤三:RH 炉真空处理,将第二步冶炼的钢水吊至 RH 炉真空处理工位进行处理,先对钢水进行真空脱碳脱氧处理,保证 RH 真空槽内真空度达到 0.27kpa 及以下高真空状态,槽内真空度达到 0.27kpa 时脱碳脱氧阶段结束,此时用快速定氧偶头测定钢包钢水自由氧含量,并进行测温和取样,根据 RH 炉脱碳脱氧结束时钢中残余自由氧含量及酸溶铝含量要求,通过真空槽向钢包加入铝粒进行深脱氧及增加钢中酸溶铝,如果钢水经 RH 真空处理后直接供连铸浇注,则加铝同时通过真空槽向钢包加入增碳剂增加钢中的 C 含量,加铝和加增碳剂后,保持高真空状态下纯脱气 3~5 分钟,得到 RH 炉真空处理完毕的钢水,然后对钢水进行包括 Ca 处理、软吹的操作,获得直接供连铸浇注的钢水;如果钢水还需 LF 炉精炼处理,则钢水加铝后,保持高真空状态下纯脱气 3~5 分钟,得到 RH 炉真空处理完毕的钢水;

步骤四:LF 炉精炼,将 RH 炉真空处理过的钢水吊至 LF 精炼工位进行通电升温处理,并加入包括合成渣、石灰和萤石的造渣材料造渣,加入包括铝粒、硅钙碳的脱氧剂进行渣面扩散脱氧,脱氧后铝线、碳线调整钢水中的 C、Als 含量;通电结束后再进行包括 Ca 处理、软吹的操作,得到 LF 炉精炼过的钢水;

步骤五:方坯连铸;将经 RH 炉精炼过的钢水和 LF 炉精炼过的钢水进行连铸浇注,即可得到低碳低硅钢坯。

一种低碳低硅钢制造方法

技术领域

[0001] 本发明属于钢铁冶金洁净钢制造技术领域,涉及一种利用 RH 真空处理装置在高真空度条件下脱碳脱氧技术制造低碳低硅钢的低碳低硅钢制造方法。

背景技术

[0002] 低碳低硅系列钢是指化学成分 C 含量在 0.03~0.10% 范围, Si 含量在 0.02~0.10% 范围的钢种,为提高钢的塑性性能,一般钢中要求含一定含量的酸溶铝(Als)。因低碳低硅钢塑性性能好、易加工成型,用途非常广泛。按产品用途分,有用作冲压和面板成形的 SPHC 系列钢、用于制造低强度系列紧固件钢、用于制造五金及镀锌线系列拉丝钢、焊条钢等。

[0003] 低碳低硅钢现有多种冶炼工艺方法,《重钢技术》第 54 卷第 2 期(2011 年 6 月)《低碳低硅钢 SPHC 冶炼工艺及生产实践》介绍了的 SPHC 钢炼钢方法,钢的化学成分内控要求 $C \leq 0.03\%$ 、 $Si \leq 0.02\%$ 、 $Als : 0.02\% \sim 0.055\%$; 炼钢生产流程为 KR 铁水脱硫 → 转炉冶炼 → RH 精炼 → 连铸,转炉终点 C 控制在 0.01%~0.05% 范围、平均为 0.02%; 转炉出钢脱氧合金化后 RH 精炼前 C 含量在 0.01%~0.04% 范围、平均为 0.02%, Si 含量在 0.01%~0.10% 范围、平均为 0.02%, RH 精炼后 C 含量在 0.01%~0.03% 范围、平均为 0.01%, Si 含量在 0.00%~0.02% 范围、平均为 0.01%。《炼钢》第 27 卷第 6 期(2011 年 11 月)《薄板坯连铸低碳低硅钢 SPHC 的成分控制》一文介绍的 SPHC 钢炼钢方法,钢的化学成分内控要求 $C : 0.03\% \sim 0.06\%$ 、 $Si \leq 0.03\%$ 、 $Als : 0.02\% \sim 0.060\%$; 炼钢生产流程为铁水预处理 → BOF → 吹氩 → LF → CC, 转炉终点 C 含量优化后平均控制在 0.055%。《新疆钢铁》2007 年第 3 期《低碳低硅钢 (SPHC) 电炉生产实践》一文介绍的 SPHC 钢炼钢方法,钢的化学成分内控要求 $C \leq 0.10\%$ 、 $Si \leq 0.03\%$ 、 $Als \geq 0.02\%$; 生产流程为 EAF → LF → CC, 电炉终点 C 要求控制在 0.06% 以下,最佳为 0.04%~0.05%, 电炉出钢 Mn 合金化采用低碳锰铁。《山东冶金》第 28 卷第 2 期(2006 年 4 月)《ML08A1 冷镦钢盘条的试制》介绍的 ML08A1 冷镦钢炼钢方法,钢的化学成分标准要求 $C \leq 0.10\%$ 、 $Si \leq 0.10\%$ 、 $Al \geq 0.02\%$; 炼钢生产流程为铁水脱硫 → 转炉 → LF 精炼 → 连铸,转炉终点 C 要求控制在 0.05~0.06% 范围。《炼钢》第 21 卷第 1 期(2005 年 2 月)《Q195-1 低碳低硅钢的生产实践》介绍的低碳拉丝钢炼钢方法,钢的化学成分标准要求 $C \leq 0.08\%$ 、 $Si \leq 0.10\%$; 转炉终点 C 要求必须小于 0.05%。

[0004] 综上所述,现有的低碳低硅钢炼钢方法,归纳起来有以下缺点:由于钢中 C 的控制靠转炉或电炉(统称炼钢炉)拉低 C 出钢,导致炉内钢水氧化性强(见图 1),炼钢炉终点 C 一般要求控制在 0.06% 以下;需加大量的脱氧剂对钢水进行脱氧,导致脱氧产物 Al_2O_3 夹杂多,钢的纯净度低,容易引起连铸水口结瘤;需加碳含量低的合金或纯金属合金化,脱氧合金化成本高,且因炼钢炉内钢水氧化性强,钢水对炼钢炉炉衬侵蚀严重,降低炉衬寿命。

发明内容

[0005] 为了克服现有技术的上述缺点,本发明提供一种利用 RH 真空处理装置在高真空度条件下脱碳脱氧技术制造低碳低硅钢的低碳低硅钢制造方法。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：一种低碳低硅钢制造方法，通过 RH 真空处理装置脱碳脱氧来保证低碳低硅钢中低碳、低硅含量的要求，来实现提高炼钢炉终点碳含量，减少后吹，降低钢水的氧化性，减少脱氧合金化成本，提高钢的纯净度；根据钢的质量要求，钢水炉外精炼可采用 RH 真空处理或 RH 真空处理 +LF 炉精炼两种方式，其制造步骤如下：

[0007] 步骤一：铁水脱硫预处理，首先根据铁水中 S 含量及 LF 炉精炼脱硫效果和钢中 S 含量要求，对铁水进行脱硫预处理；

[0008] 步骤二：转炉冶炼，将脱硫预处理过的铁水兑入转炉内进行冶炼，保证转钢炉终点 C 含量控制在 0.06%~0.1% 范围；如需增加钢中的 Mn 含量，转炉出钢过程采用高碳锰铁合金合金化，出钢过程不加含铝脱氧剂脱氧，如转炉终点实际 C 含量低于控制范围的下限则转炉出钢过程需加适量的含铝脱氧剂粗脱氧；转炉出钢后钢包钢水自由氧含量控制在 200~500ppm 范围；

[0009] 步骤三：RH 炉真空处理，将第二步冶炼的钢水吊至 RH 炉真空处理工位进行处理，先对钢水进行真空脱碳脱氧处理，保证 RH 真空槽内真空度达到 0.27kpa 及以下高真空状态，槽内真空度达到 0.27kpa 时脱碳脱氧阶段结束，此时用快速定氧偶头测定钢包钢水自由氧含量，并进行测温和取样，根据 RH 炉脱碳脱氧结束时钢中残余自由氧含量及酸溶铝含量要求，通过真空槽向钢包加入铝粒进行深脱氧及增加钢中酸溶铝，如果钢水经 RH 真空处理后直接供连铸浇注，则加铝同时通过真空槽向钢包加入增碳剂增加钢中的 C 含量，加铝和加增碳剂后，保持高真空状态下纯脱气 3~5 分钟，得到 RH 炉真空处理完毕的钢水，然后对钢水进行包括 Ca 处理、软吹的操作，获得直接供连铸浇注的钢水；如果钢水还需 LF 炉精炼处理，则钢水加铝后，保持高真空状态下纯脱气 3~5 分钟，得到 RH 炉真空处理完毕的钢水；

[0010] 步骤四：LF 炉精炼，将 RH 炉真空处理过的钢水吊至 LF 精炼工位进行通电升温处理，并加入包括合成渣、石灰和萤石的造渣材料造渣，加入包括铝粒、硅钙碳的脱氧剂进行渣面扩散脱氧，脱氧后铝线、碳线调整钢水中的 C、Als 含量；通电结束后再进行包括 Ca 处理、软吹的操作，得到 LF 炉精炼过的钢水；

[0011] 步骤五：方坯连铸；将经 RH 炉精炼过的钢水和 LF 炉精炼过的钢水进行连铸浇注，即可得到低碳低硅钢坯。

[0012] 本发明的有益效果是：充分利用钢水中碳—氧平衡的原理，通过大气状态向真空状态转变，打破大气状态碳—氧平衡状态，建立在真空状态下的碳—氧平衡，促使钢液中的碳、氧发生反应生成一氧化碳气体，达到去除钢液中绝大部分碳和氧的目的，实现了制造低碳钢的目的；且因为炼钢炉出钢过程不用加入脱氧剂、RH 真空处理过程只加铝脱氧剂，整个过程没有加入含硅材料，保证了钢中低硅含量的要求。本发明正是了 RH 炉真空脱碳脱氧技术，在炼钢冶炼生产低碳低硅，改变了传统的冶炼方法，不再要求炼钢炉低 C 含量出钢，同时合金化使用性价比高的高碳合金，开创了高真空度条件下脱碳脱氧技术制造低碳低硅系列钢的新方法，本发明实施方便，简单易行，但炼钢必须有 RH 或 VD 真空处理炉，冶炼低碳低硅钢，炼钢炉不要求低 C \leq 0.05% 出钢，降低了钢水的氧化性，从而减轻了氧化性强的钢水对炉衬的侵蚀；降低了炼钢炉渣的 FeO 含量，提高了金属收得率；炼钢炉出钢过程不用加价格高的低碳铁合金或金属元素，降低了炼钢成本；利用真空自然脱碳脱氧，减少了因加铝脱氧生产的脆性 Al₂O₃ 夹杂物，提高了钢的洁净度，且炼钢炉出钢至 RH 真空处理过程有效地

控制钢水增硅,钢中的 C、Si 易控制且稳定,因脱氧产生的 Al_2O_3 夹杂物大幅度减少,且进行了合理的 Ca 变形处理,钢水的可浇性好,避免了连铸浇注该类钢种时水口结瘤的问题。

附图说明

[0013] 图 1 转炉炼钢终点 C-O 关系图。

[0014] 图 2 低碳低硅钢炼钢生产工艺流程示意图。

[0015] 参见图 1,当终点 C 含量在 0.02%~0.05% 范围时,钢水中 O 含量高;区域 I 炉次的 O 含量在平衡线附近波动;II 炉次的 O 含量远离平衡线,说明在该区域钢水过氧化性严重。

[0016] 参见图 2,一种低碳低硅钢制造方法,其制作步骤如下:

[0017] 步骤一:铁水脱硫预处理,首先根据铁水中 S 含量及 LF 炉精炼脱硫效果和钢中 S 含量要求,对铁水进行脱硫预处理;

[0018] 步骤二:转炉冶炼,将脱硫预处理过的铁水兑入转炉内进行冶炼,保证转钢炉终点 C 含量控制在 0.06%~0.1% 范围;如需增加钢中的 Mn 含量,转炉出钢过程采用高碳锰铁合金合金化,出钢过程不加含铝脱氧剂脱氧,如转炉终点实际 C 含量低于控制范围的下限则转炉出钢过程需加适量的含铝脱氧剂粗脱氧;转炉出钢后钢包钢水自由氧含量控制在 200~500ppm 范围;

[0019] 步骤三:RH 炉真空处理;将第二步冶炼的钢水吊至 RH 炉真空处理工位进行处理,先对钢水进行真空脱碳脱氧处理,保证 RH 真空槽内真空度达到 0.27kpa 及以下高真空状态,槽内真空度达到 0.27kpa 时脱碳脱氧阶段结束,此时用快速定氧偶头测定钢包钢水自由氧含量,并进行测温和取样,根据 RH 炉脱碳脱氧结束时钢中残余自由氧含量及酸溶铝含量要求,通过真空槽向钢包加入铝粒进行深脱氧及增加钢中酸溶铝,如果钢水经 RH 真空处理后直接供连铸浇注,则加铝同时通过真空槽向钢包加入增碳剂增加钢中的 C 含量,加铝和加增碳剂后,保持高真空状态下纯脱气 3~5 分钟,得到 RH 炉真空处理完毕的钢水,然后对钢水进行包括 Ca 处理、软吹的操作,获得直接供连铸浇注的钢水;如果钢水还需 LF 炉精炼处理,则钢水加铝后保持高真空状态下纯脱气 3~5 分钟,得到 RH 炉真空处理完毕的钢水;

[0020] 步骤四:LF 炉精炼;将 RH 炉真空处理过的钢水吊至 LF 精炼工位进行通电升温处理,并加入包括合成渣、石灰和萤石的造渣材料造渣,加入包括铝粒、硅钙碳的脱氧剂进行渣面扩散脱氧,脱氧后喂铝线、碳线调整钢水中的 C、Als 含量;通电结束后再进行包括 Ca 处理、软吹的操作,得到 LF 炉精炼过的钢水;

[0021] 步骤五:方坯连铸;将经 RH 炉精炼过的钢水和 LF 炉精炼过的钢水进行连铸浇注,即可得到低碳低硅钢坯。

[0022] 实施例 1:

[0023] 一种低碳低硅钢制造方法,120t 转炉炼钢厂制造 SWRCH6A 冷镦钢方坯,钢化学成分控制要求按质量百分数为:C:0.03%~0.06%、Si: \leq 0.04%、Mn:0.20~0.35%、P \leq 0.015%、S \leq 0.010%、Als:0.025~0.045%,余量为 Fe 和不可避免的其它杂质元素;并以 120t 转炉冶炼→RH 炉真空处理→LF 炉精炼→方坯连铸的生产步骤进行制作。

[0024] 转炉终点 C 控制在 0.06%~0.10% 范围,终点温度:1650~1670℃;转炉出钢过程加入 300kg 高碳锰铁合金化;钢水 RH 炉真空处理前自由氧含量控制在 200~480ppm 范围,RH 真空处理 7~8min 真空度达到 0.27Kpa 时,取样分析钢中碳含量降至 0.002%~0.02% 范围、自

由氧含量降至 120~200ppm 范围 ;真空度达到 0.27Kpa 后向钢中加入 60~80kg 铝粒,再真空循环 3~5min,此时钢中自由氧含量降至 2.0~4.0ppm 范围。RH 真空处理后钢液化学成分 :C : 0.002%~0.025%、Si : ≤ 0.005%、Als : 0.015~0.035% ;钢水吊至 LF 炉工序进行精炼,精炼前期加入一定量的铝粒和铝钙碳进行渣液面扩散脱氧,加入石灰、萤石进行造渣 ;中期喂铝线增加钢中酸溶铝含量、加入高碳锰铁微调 Mn 成分,LF 停止通电后喂 500m 钙铁线进行钙处理,钙处理后钢水软吹氩 10~12min,软吹氩后的钢水供 170×170mm 方坯连铸。连铸典型拉速 2.2m/min,一个浇次连浇 8 炉以上,连铸浇注过程未发生水口结瘤现象,钢的熔炼成分范围为 :C : 0.03%~0.05%、Si : 0.015%~0.035%、Mn : 0.25%~0.30%、P ≤ 0.015%、S ≤ 0.008%、Als : 0.028%~0.042%、余量为 Fe 和不可避免的其它杂质元素。

[0025] 实施例 2:

[0026] 一种低碳低硅钢制造方法,120t 转炉炼钢厂制造 Q195LB 低碳拉丝钢方坯,钢化学成分控制要求按质量百分数为 :C : 0.03%~0.08%、Si : 0.02~0.06%、Mn : 0.10%~0.25%、P ≤ 0.025%、S ≤ 0.030%,余量为 Fe 和不可避免的其它杂质元素 ;并以转炉 → RH 炉真空处理 → 方坯连铸的生产步骤进行制作,转炉终点控制 :C : 0.06%~0.10%、熔池温度 : 1680~1700℃ ;转炉出钢过程加入 100kg 高碳锰铁合金化 ;钢水 RH 炉真空处理前自由氧含量 250~500ppm, RH 真空处理 7~8min 真空度达到 0.27KPa,此时钢中碳、氧含量范围分别为 0.010%~0.030%、150~250ppm,真空度达到 0.27Kpa 后向钢中加入 30~40kg 铝粒和少量碳粉,再真空循环 3~5min,此时钢中自由氧含量 2.0~8.0ppm, RH 真空处理结束钢液化学成分为 : C : 0.03%~0.06%、Si : ≤ 0.010%、Mn : 0.15%~0.20%、Als : 0.006%~0.015%、余量为 Fe 和不可避免的其它杂质元素。RH 真空处理后喂 200m 钙铁线进行钙处理,喂线后钢水软吹 10~12min 后供 170×170mm 方坯连铸。连铸典型拉速 2.4m/min,一个浇次连浇 10~15 炉,连铸浇注过程未发生水口结瘤现象,钢的熔炼成分范围为 :C : 0.03%~0.05%、Si : 0.005%~0.025%、Mn : 0.15~0.20%、P ≤ 0.020%、S ≤ 0.020%、Als : 0.003%~0.010%、余量为 Fe 和不可避免的其它杂质元素。

[0027] 本发明充分利用钢水中碳—氧平衡的原理,通过大气状态向真空状态转变,打破大气状态碳—氧平衡状态,建立在真空状态下的碳—氧平衡,促使钢液中的碳、氧发生反应生成一氧化碳气体,达到去除钢液中绝大部分碳和氧的目的,实现了制造低碳钢的目的 ;且因为炼钢炉出钢过程不用加入脱氧剂、RH 真空处理过程只加铝脱氧剂,整个过程没有加入含硅材料,保证了钢中低硅含量的要求。本发明正是了 RH 炉真空脱碳脱氧技术,在炼钢冶炼生产低碳低硅,改变了传统的冶炼方法,不再要求炼钢炉低 C 含量出钢,同时合金化使用性价比高的高碳合金,开创了高真空度条件下脱碳脱氧技术制造低碳低硅系列钢的新方法,本发明实施方便,简单易行,但炼钢必须有 RH 或 VD 真空处理炉,冶炼低碳低硅钢,炼钢炉不要求低 C (C ≤ 0.05%)出钢,降低了钢水的氧化性,从而减轻了氧化性强的钢水对炉衬的侵蚀 ;降低了炼钢炉渣的 FeO 含量,提高了金属收得率 ;炼钢炉出钢过程不用加价格高的低碳铁合金或金属元素,降低了炼钢成本 ;利用真空自然脱碳脱氧,减少了因加铝脱氧生产的脆性 Al₂O₃夹杂物,提高了钢的洁净度,且炼钢炉出钢至 RH 真空处理过程有效地控制钢水增硅,钢中的 C、Si 易控制且稳定。因脱氧产生的 Al₂O₃夹杂物大幅度减少,且进行了合理的 Ca 变形处理,钢水的可浇性好,避免了连铸浇注该类钢种时水口结瘤的问题。

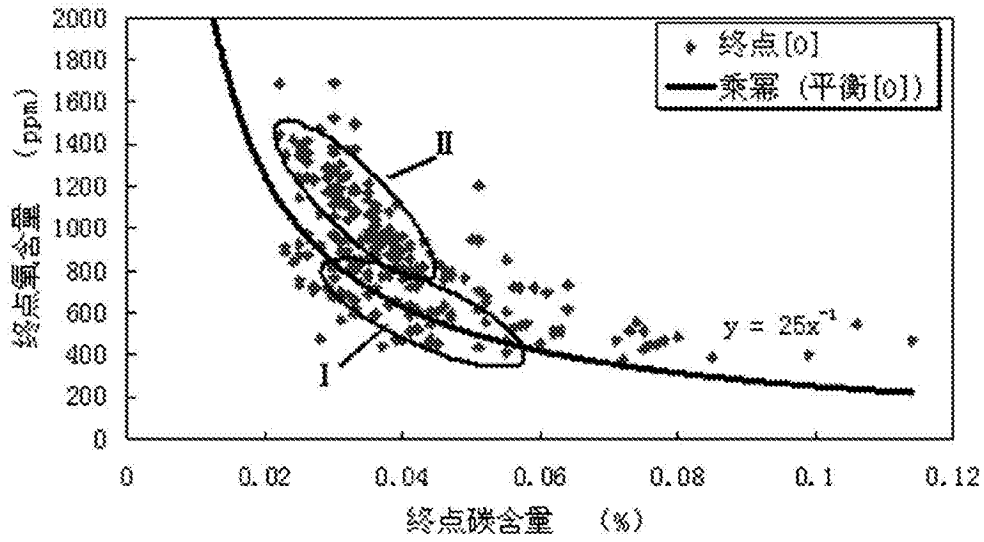


图 1

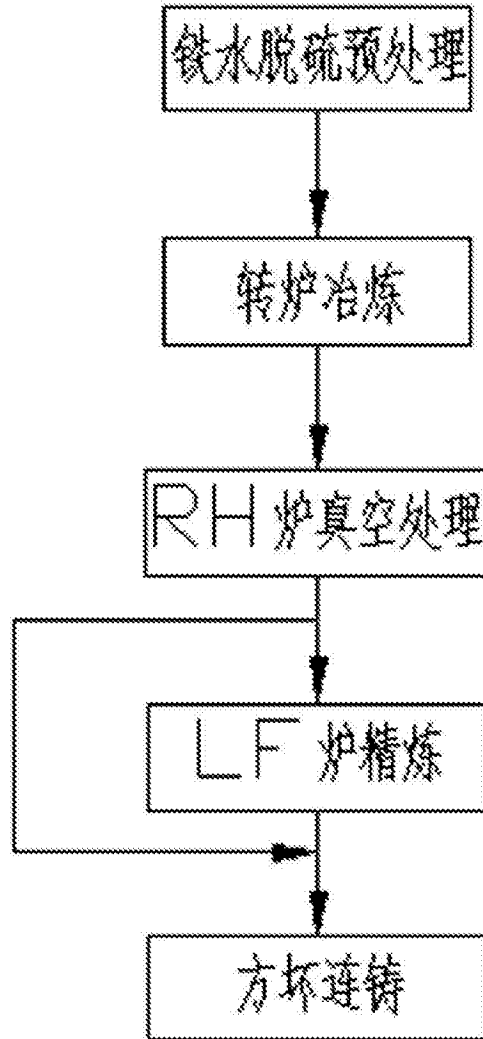


图 2