

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014年1月23日 (23.01.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/012302 A1

- (51) 国际专利分类号:
C21C 7/00 (2006.01) C21C 7/072 (2006.01)
C21C 7/06 (2006.01) C21C 7/10 (2006.01)
C21C 7/064 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2012/082978
- (22) 国际申请日: 2012年10月15日 (15.10.2012)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210251784.6 2012年7月19日 (19.07.2012) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **中国科学院金属研究所 (INSTITUTE OF METAL RESEARCH CHINESE ACADEMY OF SCIENCES)** [CN/CN]; 中国辽宁省沈阳市沈河区文化路72号, Liaoning 110016 (CN)。
- (72) 发明人; 及
- (71) 申请人 (仅对美国): **李殿中 (LI, Dianzhong)** [CN/CN]; 中国辽宁省沈阳市沈河区文化路72号, Liaoning 110016 (CN)。 **傅排先 (FU, Paixian)** [CN/CN]; 中国辽宁省沈阳市沈河区文化路72号, Liaoning 110016 (CN)。 **刘宏伟 (LIU, Hongwei)** [CN/CN]; 中国辽宁省沈阳市沈河区文化路72号, Liaoning 110016 (CN)。 **夏立军 (Xia, Lijun)** [CN/CN]; 中国辽宁省沈阳市沈河区文化路72号, Liaoning 110016 (CN)。 **李依依 (LI, Yiyi)** [CN/CN]; 中国辽宁省沈阳市沈河区文化路72号, Liaoning 110016 (CN)。
- (74) 代理人: **沈阳优普达知识产权代理事务所 (特殊普通合伙) (SHENYANG UPDATE INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY)**; 中国辽宁省沈阳市浑南新区三义街6-1号天水e城1918室, Liaoning 110180 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A SEGREGATION OF STEEL INGOTS BY PURIFICATION OF MOLTEN STEEL

(54) 发明名称: 一种通过钢水净化控制钢锭A偏析的方法

(57) Abstract: A method for controlling A segregation of steel ingots by purification of molten steel comprises the following steps: requiring the content of P to be less than or equal to 0.005wt% during the tapping of an electric furnace, to prevent steel slag from entering a ladle; pre-deoxidizing molten metal by using a vacuum carbon deoxidizing process, wherein conventional aluminum deoxidant is used at a small amount or is not used to reduce the amount of impurities; performing deep desulfuration by utilizing an LF, removing the impurities, controlling oxygen content and requiring the content of sulphur to be less than or equal to 0.005wt%; and deoxidizing and degassing under high vacuum to remove the impurities and control the purification of the molten metal, so that the content of full oxygen is less than or equal to 15 ppm, and an ideal value thereof is less than or equal to 10 ppm. By using the purified smelting and pouring control technology, the method reduces the content of the impurities and particularly oxides in the molten metal effectively, thereby solving the problem of A segregation of steel ingots and continuous casting blanks, and significantly improving the internal quality of the steel ingots. The method is applicable to the manufacturing of round ingots and flat steels of various specifications as well as ordinary continuous casting blanks and large-section vertical continuous casting blanks of various specifications.

(57) 摘要: 一种通过钢水净化控制钢锭A偏析的方法, 包括以下步骤: 电炉出钢时要求P含量 $\leq 0.005\text{wt}\%$, 避免钢渣进入钢包内; 金属液预脱氧采用真空碳脱氧工艺, 少用或避免采用常规的铝脱氧剂, 减少夹杂物数量; 利用LF进行深脱硫、去除夹杂物、控制氧含量, 要求硫的含量 $\leq 0.005\text{wt}\%$; 再通过高真空进行脱氧、脱气去除夹杂, 实现金属液净化控制, 最后使全氧含量 $\leq 15\text{ppm}$, 理想值 $\leq 10\text{ppm}$ 。该方法通过净化冶炼和浇注控制技术, 减少金属液中的夹杂物, 特别是有效减少氧化物含量, 消除了钢锭、连铸坯料中A偏析问题, 显著提高钢锭的内部质量。该方法可应用于各种规格的圆锭、扁钢, 以及各种规格普通连铸坯料、垂直大断面连铸坯料的制备。

WO 2014/012302 A1

一种通过钢水纯净化控制钢锭 A 偏析的方法

技术领域

本发明涉及所有碳钢、合金钢等黑色金属材料的冶炼与浇注，具体为一种通过钢水纯净化控制钢锭 A 偏析的方法，应用于各种规格的圆锭、扁钢以及各种规格的普通连铸坯料、垂直大断面连铸坯料的制备。

背景技术

钢锭制造过程中通常存在宏观偏析、大型非金属夹杂物、中心缩孔疏松等铸造缺陷，这些缺陷将严重影响锻件质量。宏观偏析特别是 A 偏析（连铸通常为 V 偏析，以下同）是最严重的缺陷，显著影响产品性能，而且无法通过后续工艺消除，因此迫切需要一种简单而实用的解决方法。近几年，国内炼钢设备不断升级与改进，但随着产品规格越来越大，对锻件质量要求也在不断提高，因此产品合格率并没有大幅度提高，重要产品的合格率反而下降了，导致这种结果的最主要原因是钢锭或坯料中存在 A 偏析。A 偏析区域存在大量的夹杂物，因此解决钢锭中的夹杂物缺陷意义重大。对于某些钢种（例如转子用钢），A 偏析中的 Al_2O_3 加 MnS 夹杂物将严重影响材料力学性能，成为裂纹源，因此减轻钢锭中的 A 偏析将有助于提高锻件质量。

钢锭 A 偏析区富集 C、S、P、氧化物、硫化物以及气体等，钢锭锻造后进行内部质量检测时，A 偏析区往往成为缺陷区域，难以达到检测要求，从而增加了锻件的报废率，给生产钢锭、坯料的企业带来沉重的经济负担。按照国际现有理论，解决钢锭中 A 偏析的方法一般为：加入外来冷却物质、外场处理或通过加强钢锭的外部冷却，实现钢锭或坯料的快速凝固，以达到减轻 A 偏析目的。但这些方法操作难度大，在大型钢锭或坯料制备过程难以实施。另外，这些方法在操作过程中可能带入外来大型夹杂物，直接能引起钢锭报废。因此，针对大型钢锭或者大断面连铸坯料，必须突破技术瓶颈，采用新技术解决 A 偏析问题。中国科学院金属研究所通过计算机模拟、X 射线实时观察和实物解剖等可视化方法，发现 A 偏析的起源是夹杂物，主要为 Al_2O_3 加 MnS，枝晶间流体缓慢流动将促进 A 偏析形成，但不是 A 偏析的根源。因此，通过钢水纯净化可以抑制 A 偏析。

发明内容

本发明的目的在于提供一种通过钢水纯净化控制钢锭 A 偏析的方法，解决钢锭制造过程中最主要宏观偏析缺陷问题，同时对控制黑色合金材料的夹杂物含量、分布、尺寸，减少金属液中的气体含量都具有很好的效果，最终显著减少直至消除钢锭中 A 偏析缺陷。

本发明的技术方案是：

一种通过钢水纯净化控制钢锭 A 偏析的方法，包括以下步骤：

- 1) 电炉出钢时，要求 $P \leq 0.005\text{wt}\%$ ，严禁冶炼钢渣进入钢包内；同时，有害元素总含量 $\leq 100\text{ppm}$ ；钢水出炉过程中，添加氧化钙 3-15kg/t 钢水，同时添加铝 $\leq 0.5\text{kg/t}$ 钢水，防止金属液沸腾；
- 2) 金属液预脱氧采用真空碳脱氧工艺，避免采用常规的铝脱氧剂，减少夹杂物，特别是氧化物夹杂的数量；
- 3) 利用 LF 炉精炼渣脱硫技术进行深脱硫，去除夹杂物，控制氧含量，要求 $S \leq 0.005\text{wt}\%$ ；
- 4) 再通过 VD 真空脱气炉进行高真空脱气、尤其是脱氧去除夹杂，实现金属液冶炼纯净化，全氧含量 $\leq 15\text{ppm}$ ，理想值 $\leq 10\text{ppm}$ ；浇注过程采用惰性气体保护，或者在真空条件下浇注，进一步脱氧或者不增氧。

所述步骤 1) 中，电炉出钢前应保证 $P \leq 0.005\text{wt}\%$ ，同时保证在 10-20min 内没有 P 升高的现象，同时喷碳粉 0.1-2kg/t 钢水进行微脱氧。

所述步骤 1) 中，有害元素为 As、Sn、Sb、Bi、Pb。

- 15 所述步骤 1) 中，钢水出炉过程中，添加铝小于 0.5kg/t 钢水，或不添加铝。

所述步骤 1) 中，钢水出钢时采用偏心底出钢，或者倒换底漏包的方式进行，防止钢渣进入精炼钢包。

所述步骤 1) 中，钢水出炉时添加的氧化钙与铝材料干燥，分 2-10 次进行添加。

- 20 所述步骤 2) 中，预脱氧采用真空碳脱氧的工艺为：将出钢后形成的钢渣全部去除后，按每吨钢水计，添加白灰 CaO 5-15kg/t 钢水，C 粉 1-4kg/t 钢水，萤石 0.5-5kg/t 钢水，造新渣。

所述步骤 2) 中，真空碳脱氧前钢包温度控制在 1610-1650℃；其中，真空度达到 0.25-5 毛，并且保持 10-30min，真空保持过程中钢包氩气流量调整到 30-100L/min。

- 25 所述步骤 3) 中，进行预脱氧以后，利用 LF 精炼炉进行深脱硫工艺；其中，渣的化学成分与重量比例为 CaO: 50-70%，SiO₂: 6-10%，CaF₂: 10-30%，Al₂O₃: 1-3%，MgO < 6%，(FeO+MnO) < 0.9%，Fe 余量；出钢前保证钢渣中 (FeO+MnO) 总含量小于 0.9% 的时间保持在 30min 以上，同时要求 $S \leq 0.005\text{wt}\%$ ；若冶炼过程达不到上述要求，则进行第二次真空碳脱氧。

- 30 所述步骤 4) 中，将经过 LF 炉精炼之后的金属液进入 VD 真空脱气炉内冶炼，VD 真空脱气炉的真空度为 0.25-2 毛，真空下利用 40-100L/min 的流量，从钢包底部吹氩气进行搅拌，净化金属液，处理时间为 20-40min；在浇注过程中，对于重量在 30 吨以上的特大型钢锭，

采用真空浇注方式，达到进一步脱氧和脱气的目的；对于常压浇注，采用惰性气体进行封闭保护，防止增氧。

本发明具有如下有益效果：

1. 本发明通过对金属液进行纯净化控制，减少金属液中的夹杂和有害元素，同时降低了金属液中的硫含量、磷含量与氧含量，采用真空碳脱氧方法在真空下用碳进行脱氧，少铝或者无铝脱氧，避免了氧化产物，从而抑制或消除 A 偏析。这是提高钢锭质量的一种简单而实用的操作方法。

2. 本发明通过严格控制金属液的冶炼过程，防止冶炼钢渣进入精炼包而避免了精炼过程的回磷现象，防止磷含量的上升。通过本发明的精炼渣能够实现深脱硫工艺，将硫的含量控制在 0.005% (wt%，下同) 以下，并且有利于降低冶炼时间。通过本发明的真空脱气炉 (VD) 冶炼工艺有利于降低金属液中的气体含量。通过上述技术的运用提高了金属液的纯净度，消除或抑制 A 偏析。与其它控制 A 偏析的方法相比，此方法实际操作性更强，是一种创新方法，对大断面钢锭和连铸坯具有特殊意义。

3. 本发明适用于所有吨位钢锭，连铸坯料的制备，对大断面、大吨位钢锭和坯料尤其有效。本发明运用范围广，显著提高钢锭以及坯料的内部质量。

总之，通过本发明中的纯净化冶炼和浇注控制技术，减少金属液中的夹杂物以及气体含量，提高钢水纯净度，实现减轻或消除 A 偏析的目的，适用于所有碳钢、合金钢等黑色金属材料的冶炼，以及各种规格的圆锭、方锭以及各种规格的连铸坯料、垂直大断面连铸坯料的制备。

附图说明

图 1 为 500kg 材质为 45# 钢锭低倍检验结果。

图 2 为 60 吨材质为 12Cr2Mo1 钢锭低倍检验结果。

图 3 为 45 吨材质为 12Cr2Mo1 钢锭低倍检验结果。

图 4 为 100 吨材质为 30Cr2Ni4 钢锭低倍检验结果。

具体实施方式

本发明通过钢水纯净化控制钢锭 A 偏析缺陷，开发纯净化冶炼控制技术，减少了金属液中的夹杂物，特别是氧化物，可有效解决钢锭、连铸坯料中的 A 偏析问题，提高坯料的内部质量，该方法主要包括：

1) 电炉出钢时要求 $P \leq 0.005\text{wt}\%$ ，避免钢渣进入钢包内。同时，对 As、Sn、Sb、Bi、Pb 等有害元素进行控制，其总含量 $\leq 100\text{ppm}$ ，每种有害元素含量 $\leq 0.006\text{wt}\%$ 。

2) 金属液预脱氧采用真空碳脱氧工艺, 避免采用常规的铝脱氧剂, 减少夹杂物数量。

3) 利用 LF (精炼炉) 进行深脱硫, 去除夹杂物, 控制氧含量, 要求 $S \leq 0.005\text{wt}\%$ 。

4) 再通过 VD (真空脱气炉) 高真空进行脱氧、脱气、去除夹杂, 实现金属液纯净化控制, 使全氧含量 $\leq 15\text{ppm}$, 理想值 $\leq 10\text{ppm}$ 。

5 实施例 1

浇注 500kg 砂型钢锭, 材料为 45#, 采用真空电炉熔炼, 电炉出钢前 $P=0.003\text{wt}\%$, 同时 15min 内没有 P 含量升高的现象, 添加 0.5kg/t (千克/吨) 钢水的碳粉进行预脱氧。As、Sn、Sb、Bi、Pb 等有害元素总含量为 80ppm, 每种元素含量均 $\leq 0.005\text{wt}\%$ 。钢水出炉时, 添加氧化钙 12kg/t 钢水。钢水出炉时添加的氧化钙要求干燥, 分 4 次进行添加。形成钢渣后, 进行扒渣。将出钢后形成的钢渣全部去除, 按每吨钢水计, 添加白灰 (CaO) 10kg/t 钢水, C 粉 2kg/t 钢水, 萤石 1.5kg/t 钢水, 造新渣。钢包温度控制在 1610°C 进行真空碳脱氧工艺。其中, 真空度达到 0.25 托, 保持 15min, 真空保持过程中钢包氩气流量调整到 30L/min (升/分钟)。进行预脱氧以后, 利用 LF 进行深脱硫工艺, 其中渣的化学成分与重量含量为 CaO: 55%, SiO₂: 8%, CaF₂: 15%, Al₂O₃: 1%, MgO: 4%, (FeO+MnO): 0.6%, Fe 余量; 出钢前钢渣在 30min 时 (FeO+MnO) 总含量为 0.7%, 硫的含量为 0.005wt%。将经过 LF 精炼之后的金属液进入 VD 真空脱气炉内冶炼, VD 的真空度为 0.5 托, 真空下利用 70L/min 的流量底吹氩气进行搅拌, 净化金属液, 处理时间为 25min。真空浇注后, 通过钢锭解剖结果可知, 钢锭内部不存在 A 偏析, 钢锭全氧量平均为 8ppm, 如图 1 所示。

实施例 2

20 浇注 60t 钢锭, 材料为 12Cr2Mo1, 采用偏心底电炉出钢, 避免钢渣进入钢包, 电炉出钢前 $P=0.003\text{wt}\%$, 同时 15min 内没有 P 含量升高的现象, 喷 0.5kg/t 钢水的碳粉进行预脱氧。As、Sn、Sb、Bi、Pb 等有害元素总含量为 80ppm, 每种元素含量均 $\leq 0.005\text{wt}\%$ 。钢水出炉过程中, 添加氧化钙 10kg/t 钢水, 铝 0.2kg/t 钢水。钢水出炉时添加的氧化钙与铝材料要求干燥, 分 3 次进行添加。形成钢渣后, 进行扒渣。将出钢后形成的钢渣全部去除, 按每吨钢水计, 添加白灰 (CaO) 10kg/t 钢水, C 粉 1kg/t 钢水, 萤石 1kg/t 钢水, 造新渣。钢包温度控制在 1620°C 进行真空碳脱氧工艺。其中, 真空度达到 1 托, 保持 20min, 真空保持过程中钢包氩气流量调整到 50L/min。进行预脱氧以后, 利用 LF 进行深脱硫工艺, 其中渣的化学成分与重量含量为 CaO: 50%, SiO₂: 7%, CaF₂: 15%, Al₂O₃: 2%, MgO: 4%, (FeO+MnO): 0.7%, Fe 余量; 出钢前钢渣在 30min 时 (FeO+MnO) 总含量为 0.7%, 硫的含量为 0.004wt%。30 将经过 LF 精炼之后的金属液进入 VD 真空脱气炉内冶炼, VD 的真空度为 1 托, 真空下利用

70L/min 的流量底吹氩气进行搅拌, 净化金属液, 处理时间为 25min。真空浇注后, 通过钢锭解剖结果可知, 钢锭内部不存在 A 偏析, 钢锭全氧量平均为 10ppm, 如图 2 所示。

实施例 3

浇注 45t 钢锭, 材料为 12Cr2Mo1, 采用偏心底电炉出钢, 避免钢渣进入钢包, 电炉出钢前 P 的含量为 0.004wt%, 同时 11min 内没有 P 含量升高的现象, 喷碳粉 0.8kg/t 钢水进行预脱氧。As、Sn、Sb、Bi、Pb 等有害元素总含量为 70ppm, 每种元素含量均 \leq 0.004wt%。钢水出炉过程中, 添加氧化钙 12kg/t 钢水, 铝 0.3kg/t 钢水。钢水出炉时添加的氧化钙与铝材料要求干燥, 分 4 次进行添加。形成钢渣后, 进行扒渣。将出钢后形成的钢渣全部去除, 按每吨钢水计, 添加白灰 (CaO) 9kg/t 钢水, C 粉 2kg/t 钢水, 萤石 2kg/t 钢水, 造新渣。钢包温度控制在 1640 $^{\circ}$ C 进行真空碳脱氧工艺。其中, 真空度达到 1.5 托, 保持 23min, 真空保持过程中钢包氩气流量调整到 60L/min。进行预脱氧以后, 利用 LF 进行深脱硫工艺, 其中渣的化学成分与重量含量为 CaO: 55%, SiO₂: 9%, CaF₂: 20%, Al₂O₃: 2%, MgO: 5%, (FeO+MnO): 0.8%, Fe 余量; 出钢前钢渣在 35min 时 (FeO+MnO) 总含量为 0.8%, 硫的含量为 0.005wt%。将经过 LF 精炼之后的金属液进入 VD 真空脱气炉内冶炼, VD 的真空度为 0.5 托, 真空下利用 70L/min 的流量底吹氩气进行搅拌, 净化金属液, 处理时间为 20min。通过钢锭解剖结果可知, 钢锭内部不存在 A 偏析, 钢锭全氧量平均为 9ppm, 如图 3 所示。

实施例 4

浇注 100t 钢锭, 材料为 30Cr2Ni4, 采用偏心底电炉出钢, 避免钢渣进入钢包, 电炉出钢前 P 的含量为 0.005wt%, 同时 15min 内没有 P 含量升高的现象, 碳粉喷 3kg/t 钢水进行预脱氧。As、Sn、Sb、Bi、Pb 等有害元素总含量 60ppm, 每种元素含量均 \leq 0.005wt%。钢水出炉过程中, 添加氧化钙 15kg/t 钢水, 铝 0.25kg/t 钢水。钢水出炉时添加的氧化钙与铝材料要求干燥, 共分 4 次进行添加。形成钢渣后 20min 后进行扒渣。将出钢后形成的钢渣全部去除, 按每吨钢水计, 添加白灰 (CaO) 12kg/t 钢水, C 粉 1kg/t 钢水, 萤石 4kg/t 钢水, 造新渣。钢包温度控制在 1630 $^{\circ}$ C 进行真空碳脱氧工艺。其中, 真空度达到 1 托, 保持 25min, 真空保持过程中钢包氩气流量调整到 80L/min。进行预脱氧以后, 利用 LF 进行深脱硫工艺, 其中渣的化学成分与重量含量为 CaO: 60%, SiO₂: 7%, CaF₂: 20%, Al₂O₃: 2%, MgO: 4%, (FeO+MnO): 0.7%, Fe 余量; 出钢前钢渣在 30min 时 (FeO+MnO) 总含量为 0.7%, 硫的含量 0.003wt%。将经过 LF 精炼之后的金属液进入 VD 真空脱气炉内冶炼, VD 的真空度为 0.5 托, 真空下利用 80L/min 的流量底吹氩气进行搅拌, 净化金属液, 处理时间为 25min。通过钢锭解剖结果可知, 钢锭内部不存在 A 偏析, 钢锭全氧量平均为 10ppm, 如图 4 所示。

本发明工作过程及结果:

5 本发明通过对金属液的纯净化控制,减少金属液中的夹杂与气体含量,特别是氧化物含量。通过控制措施防止冶炼钢渣进入精炼包,避免了精炼过程的回磷现象,防止磷含量的上升。采用真空碳脱氧的方式避免了脱氧产物,减少了夹杂物含量,通过本发明的精炼渣能够实现深脱硫工艺,将硫的含量控制在 0.005wt%以下,并且有利于降低冶炼时间。通过本发明的 VD 冶炼工艺有利于降低气体含量。通过上述技术的运用提高了金属液的纯净度,消除或抑制 A 偏析。

10 实施例的结果表明,与其它控制 A 偏析的方法相比,此方法在大型件中实际操作性更强。通过控氧纯净化冶炼技术,减少了金属液中的夹杂物,特别是氧化物含量,可有效抑制或消除钢锭、连铸坯料中的 A 偏析缺陷,提高坯料的内部质量,是提高钢锭或者坯料质量的一种简单而实用的操作方法。本发明为大断面、大吨位钢锭和大断面连铸坯料 A 偏析控制提供了新途径,突破了 A 偏析控制的技术瓶颈,也有利于凝固偏析理论的发展。

权 利 要 求

1、一种通过钢水纯净化控制钢锭 A 偏析的方法，其特征在于，包括以下步骤：

1) 电炉出钢时，要求 $P \leq 0.005\text{wt}\%$ ，严禁冶炼钢渣进入钢包内；同时，有害元素总含量 $\leq 100\text{ppm}$ ；钢水出炉过程中，添加氧化钙 3-15kg/t 钢水，同时添加铝 $\leq 0.5\text{kg/t}$ 钢水，防止金属液沸腾；

2) 金属液预脱氧采用真空碳脱氧工艺，避免采用常规的铝脱氧剂，减少夹杂物，特别是氧化物夹杂的数量；

3) 利用 LF 炉精炼渣脱硫技术进行深脱硫，去除夹杂物，控制氧含量，要求 $S \leq 0.005\text{wt}\%$ ；

4) 再通过 VD 真空脱气炉进行高真空脱气、尤其是脱氧去除夹杂，实现金属液冶炼纯净化，全氧含量 $\leq 15\text{ppm}$ ，理想值 $\leq 10\text{ppm}$ ；浇注过程采用惰性气体保护，或者在真空条件下浇注，进一步脱氧或者不增氧。

2、按照权利要求 1 所述的通过钢水纯净化控制钢锭 A 偏析的方法，其特征在于，所述步骤 1) 中，电炉出钢前应保证 $P \leq 0.005\text{wt}\%$ ，同时保证在 10-20min 内没有 P 升高的现象，同时喷碳粉 0.1-2kg/t 钢水进行微脱氧。

3、按照权利要求 1 所述的通过钢水纯净化控制钢锭 A 偏析的方法，其特征在于，所述步骤 1) 中，有害元素为 As、Sn、Sb、Bi、Pb。

4、按照权利要求 1 所述的通过钢水纯净化控制钢锭 A 偏析的方法，其特征在于，所述步骤 1) 中，钢水出炉过程中，添加铝小于 0.5kg/t 钢水，或不添加铝。

5、按照权利要求 1 所述的通过钢水纯净化控制钢锭 A 偏析的方法，其特征在于，所述步骤 1) 中，钢水出钢时采用偏心底出钢，或者倒换底漏包的方式进行，防止钢渣进入精炼钢包。

6、按照权利要求 1 所述的通过钢水纯净化控制钢锭 A 偏析的方法，其特征在于，所述步骤 1) 中，钢水出炉时添加的氧化钙与铝材料干燥，分 2-10 次进行添加。

7、按照权利要求 1 所述的通过钢水纯净化控制钢锭 A 偏析的方法，其特征在于，所述步骤 2) 中，预脱氧采用真空碳脱氧的工艺为：将出钢后形成的钢渣全部去除后，按每吨钢水计，添加白灰 CaO 5-15kg/t 钢水，C 粉 1-4kg/t 钢水，萤石 0.5-5kg/t 钢水，造新渣。

8、按照权利要求 1 所述的通过钢水纯净化控制钢锭 A 偏析的方法，其特征在于，所述步骤 2) 中，真空碳脱氧前钢包温度控制在 1610-1650℃；其中，真空度达到 0.25-5 托，并且保持 10-30min，真空保持过程中钢包氩气流量调整到 30-100L/min。

9、按照权利要求 1 所述的通过钢水纯净化控制钢锭 A 偏析的方法，其特征在于，所述

步骤3)中,进行预脱氧以后,利用LF精炼炉进行深脱硫工艺;其中,渣的化学成分与重量比例为CaO: 50-70%, SiO₂: 6-10%, CaF₂: 10-30%, Al₂O₃: 1-3%, MgO<6%, (FeO+MnO)<0.9%, Fe余量;出钢前保证钢渣中(FeO+MnO)总含量小于0.9%的时间保持在30min以上,同时要求S≤0.005wt%;若冶炼过程达不到上述要求,则进行第二次真空碳脱氧。

- 5 10、按照权利要求1所述的通过钢水纯净化控制钢锭A偏析的方法,其特征在于,所述步骤4)中,将经过LF炉精炼之后的金属液进入VD真空脱气炉内冶炼,VD真空脱气炉的真空度为0.25-2毛,真空下利用40-100L/min的流量,从钢包底部吹氩气进行搅拌,净化金属液,处理时间为20-40min;在浇注过程中,对于重量在30吨以上的特大型钢锭,采用真空浇注方式,达到进一步脱氧和脱气的目的;对于常压浇注,采用惰性气体进行封闭保护,
- 10 防止增氧。

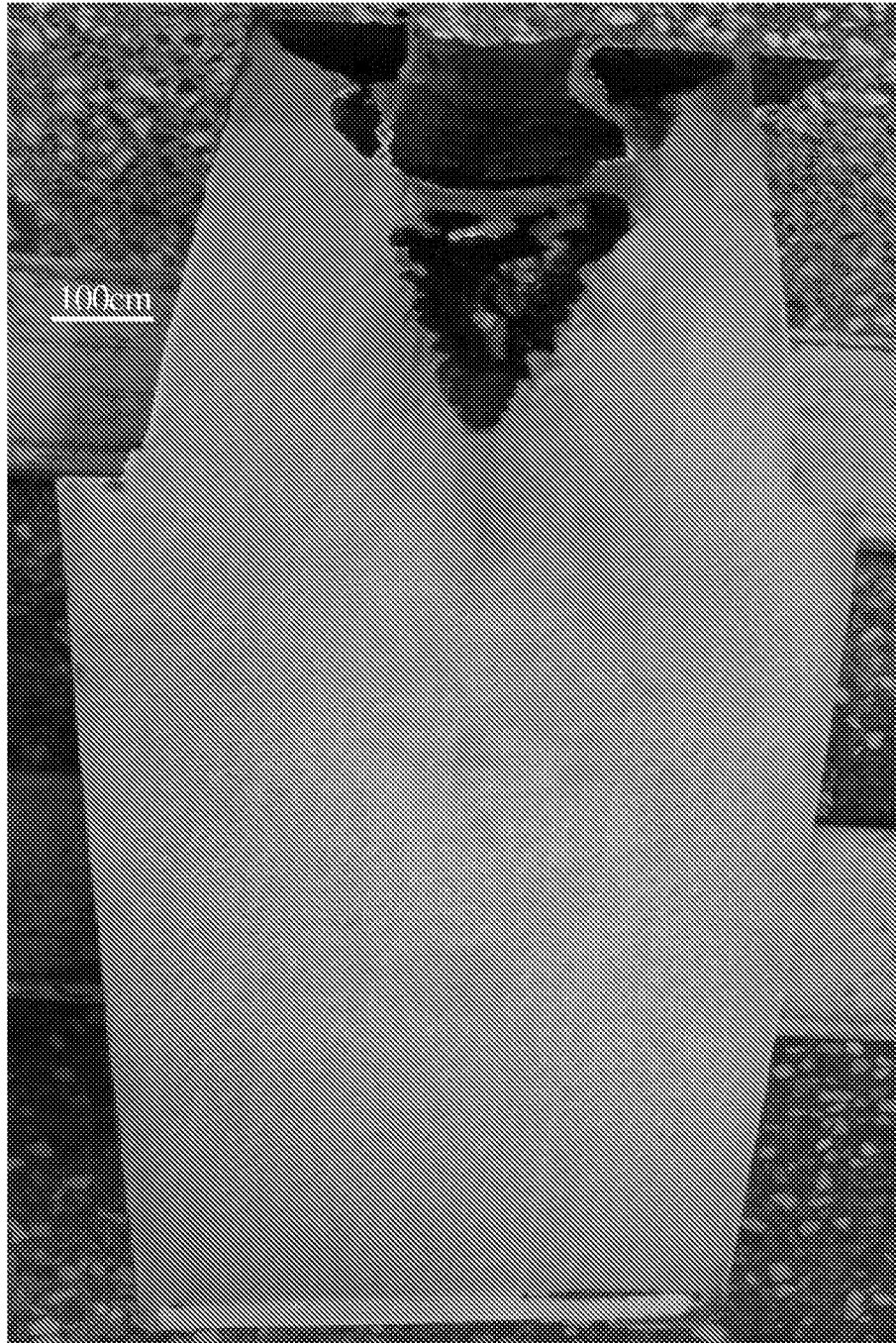


图 1



图 2

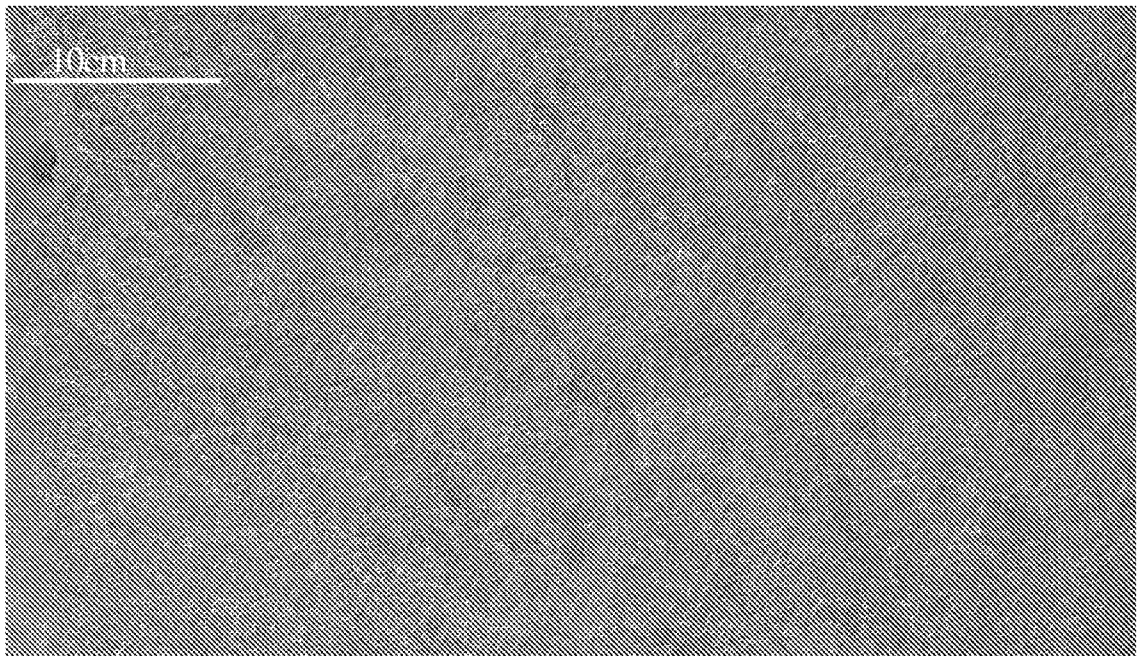


图 3

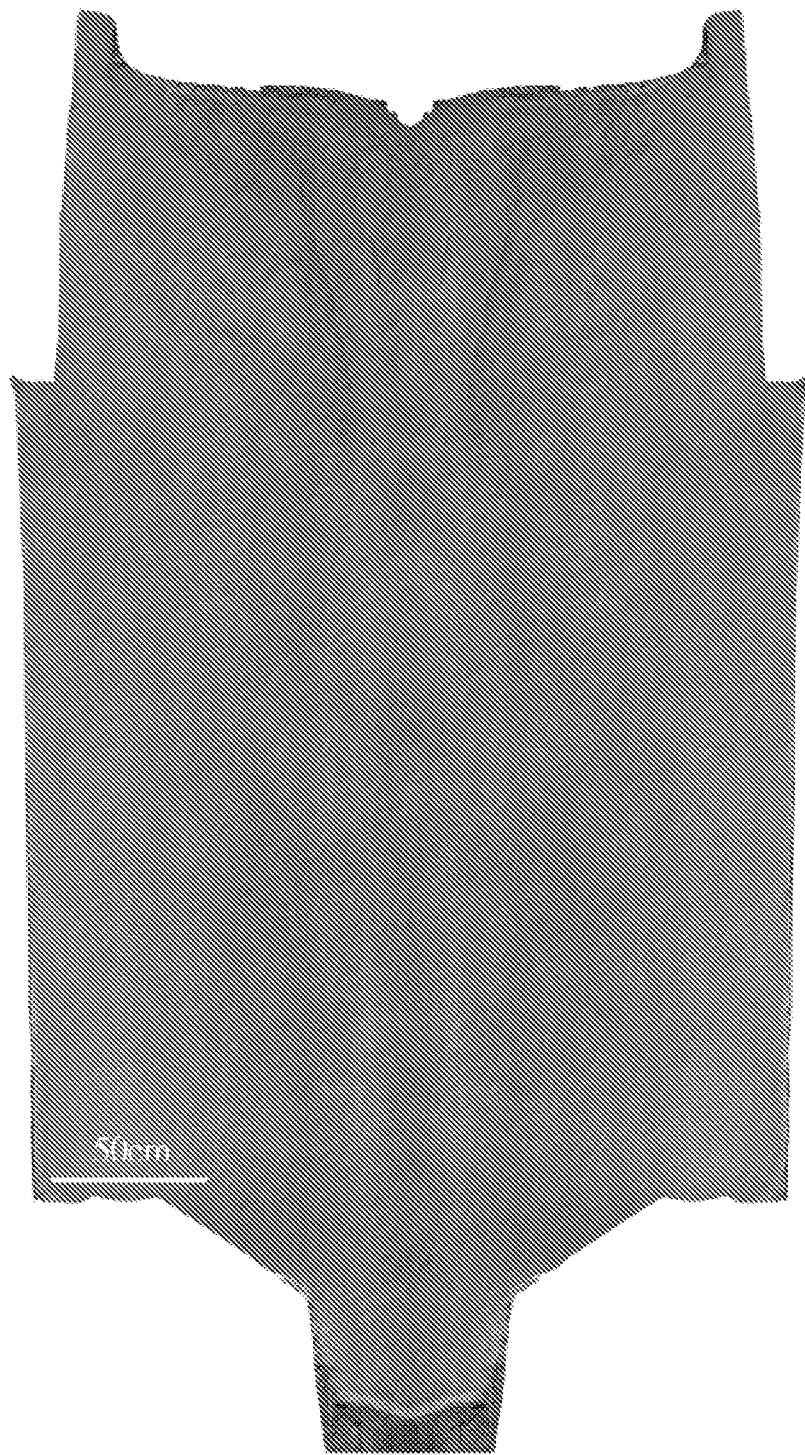


图4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2012/082978

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: C21C; B22D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, CNKI, EPODOC, CN-PAT: MACROSEGREGAT+, MACRO W SEGREGAT+, CHANNEL 1D SEGREGAT+, (V OR A) 1W
SEGREGAT+, (CENTRAL OR CENTER+) W SEGREGAT+, INCLUSION?, Al₂O₃, ALUMINA, ALUMINUM W OXIDE, REFIN+,
PURIF+, DEOXID+, OXYGEN+, VACUUM, VD, RH, DEPHOSPHOR+, PHOSPHOR+, "P", "S", DESULFUR+,
SULFUR, DEOXID+, OXYGEN+, "O", CAST+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101565801 A (BAOSHAN IRON & STEEL CO LTD) 28 October 2009 (28.10.2009) description, page 13, lines 19 to 25, page 14, line 26 to page 17, line 8	1-10
Y	QI, Junjie et al. Forming Mechanisms and Influencing Factors of A-Segregation in Heavy Ingots. Heavy Casting and Forging. May 2010, no. 3, page 43, left column, lines 26 to 32	1-10
Y	SUSUMU, SAWAND et al. Zhenkong Tantuoyanggang Zai Daxing Duanjian Zhong De Yingyong. Heavy Casting and Forging. 1979, no. 1, page 78, lines 14 to 21	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&"document member of the same patent family</p>
---	--

<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p style="text-align: center;">29 March 2013 (29.03.2013)</p>	<p>Date of mailing of the international search report</p> <p style="text-align: center;">18 April 2013 (18.04.2013)</p>
<p>Name and mailing address of the ISA</p> <p>State Intellectual Property Office of the P. R. China</p> <p>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao</p> <p>Haidian District, Beijing 100088, China</p> <p>Facsimile No. (86-10) 62019451</p>	<p>Authorized officer</p> <p style="text-align: center;">XU, Jianfeng</p> <p>Telephone No. (86-10) 60284043</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2012/082978

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002322509 A (NIPPON STEEL CORP) 08 November 2002 (08.11.2002) the whole document	1-10
A	JP 62050403 A (KOBE STEEL LTD) 05 March 1987 (05.03.1987) the whole document	1-10
A	JP 6246425 A (SUMITOMO METAL IND LTD) 06 September 1994 (06.09.1994) the whole document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2012/082978

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101565801 A	28.10.2009	None	
JP 2002322509 A	08.11.2002	None	
JP 62050403 A	05.03.1987	JP 63031525 B	24.06.1988
		JP 1629796 C	20.12.1991
JP 6246425 A	06.09.1994	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/082978

Continuation of: second sheet, A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21C 7/00 (2006.01) i

C21C 7/06 (2006.01) i

C21C 7/064 (2006.01) i

C21C 7/072 (2006.01) i

C21C 7/10 (2006.01) i

A. 主题的分类		
参见附加页		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
IPC:C21C, B22D		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
WPI,CNKI,EPODOC,CN-PAT: V 偏析, A 偏析, 宏观偏析, 通道偏析, 中心偏析, 净化, 夹杂, 除杂, 精炼, Al2O3, 氧化铝, 三氧化二铝, 氧化物, 全氧, 真空, VD, RH, 脱硫, "S", 脱氧, 全氧, 总氧, "O", 脱磷, "P", 铸造, 浇注, MACROSEGREGAT+, MACRO W SEGREGAT+, CHANNEL 1D SEGREGAT+, (V OR A) 1W SEGREGAT+, (CENTRAL OR CENTER+) W SEGREGAT+, INCLUSION?, ALUMINA, ALUMIN?UM W OXIDE, REFIN+, PURIF+, DEOXID+, OXYGEN+, VACUUM, VD, RH, DEPHOSPHOR+, PHOSPHOR+, DESUL??UR+, SUL??UR, DEOXID+, OXYGEN+, CAST+		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN101565801A(宝山钢铁股份有限公司) 28.10 月 2009 (28.10.2009) 说明书第 13 页第 19-25 行, 第 14 页第 26 行至第 17 页第 8 行	1-10
Y	亓俊杰 等, 大型钢锭 A 偏析的形成机理及影响因素, 大型铸锻件, 5 月 2010, 第 3 期, 第 43 页, 左栏第 26-32 行	1-10
Y	SUSUMU Sawand 等, 真空碳脱氧钢在大型锻件中的应用, 大型铸锻件, 1979, 第 1 期, 第 78 页, 第 14-21 行	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型:		“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件		“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利		“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)		“&” 同族专利的文件
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件		
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件		
国际检索实际完成的日期 29.3 月 2013 (29.03.2013)	国际检索报告邮寄日期 18.4 月 2013 (18.04.2013)	
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451	授权官员 徐建锋 电话号码: (86-10) 62084043	

C(续). 相关文件		
类 型	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	JP2002322509A (NIPPON STEEL CORP) 08.11 月 2002 (08.11.2002) 全文	1-10
A	JP62050403A (KOBE STEEL LTD) 05.3 月 1987 (05.03.1987) 全文	1-10
A	JP6246425A (SUMITOMO METAL IND LTD) 06.9 月 1994 (06.09.1994) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2012/082978

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101565801A	28.10.2009	无	
JP2002322509A	08.11.2002	无	
JP62050403A	05.03.1987	JP63031525B	24.06.1988
		JP1629796C	20.12.1991
JP6246425A	06.09.1994	无	

续：第 2 页，A. 主题的分类

C21C 7/00(2006.01)i

C21C 7/06(2006.01)i

C21C 7/064(2006.01)i

C21C 7/072(2006.01)i

C21C 7/10(2006.01)i