(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
2018 年 11 月 8 日 (08.11.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/201552 A1

(51) 国际专利分类号:
C21C 5/35 (2006.01) *C21C 5/40* (2006.01)
C21C 5/38 (2006.01) *C21C 7/064* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/087812

(22) 国际申请日: 2017 年 6 月 9 日 (09.06.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710301930.4 2017年5月2日 (02.05.2017) CN

(71) 申请人: 北京科技大学(UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING) [CN/CN]; 中国北京市海淀区学院路30号, Beijing 100083 (CN)。
西安建筑科技大学 (XI'AN UNIVERSITY OF ARCHITECTURE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国陕西省西安市雁塔路中段13号, Shaanxi 710055 (CN)。

(72) 发明人: 朱荣 (ZHU, Rong); 中国北京市海淀区学院路30号, Beijing 100083 (CN)。 吕明 (LV, Ming); 中国北京市海淀区学院路30号, Beijing 100083 (CN)。 王雪亮 (WANG, Xueliang); 中国北京市海淀区学院路30号, Beijing 100083 (CN)。 武文合 (WU, Wenhe); 中国北京市海淀区学院路30号, Beijing 100083 (CN)。

(74) 代理人: 北京金智普华知识产权代理有限公司 (BEIJING JINZHIPUHUA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD); 中国北京市海淀区北三环西路43号青云当代大厦1809室, Beijing 100083 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) **Title:** METHOD AND APPARATUS FOR HIGH-EFFICIENCY DEPHOSPHORIZATION BY MASS-ENERGY CONVERSION CYCLING AND MULTI-COMPONENT BLOWING FOR DEPHOSPHORIZATION CONVERTER GAS

(54) **发明名称**: 脱磷转炉煤气质能转换循环多元喷吹高效脱磷方法和装置

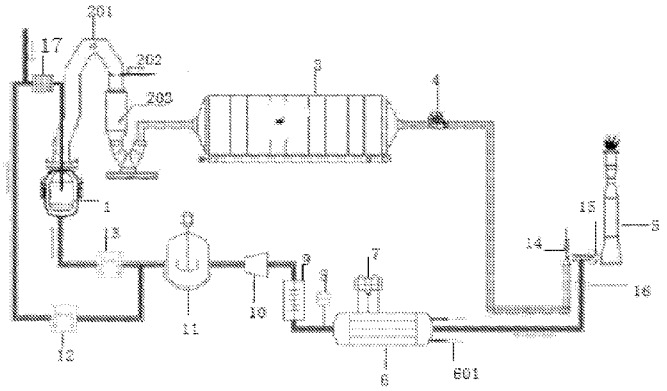


图1

(57) **Abstract:** A method and an apparatus for high-efficiency dephosphorization by mass-energy conversion cycling and multi-component blowing for a dephosphorization converter gas. A dephosphorization converter gas is introduced into a combustion chamber (6) after cooling and dust removal, the CO component in the gas is converted to CO_2 in the combustion chamber (6), and heat generated by combustion is recovered, realizing mass-energy conversion of the dephosphorization converter gas. The converted gas flows through a dephosphorization converter top blowing system (12) to realize multi-component gas O_2-N_2-CO_2 blowing dephosphorization, and the mass-energy converted gas is subjected to bottom blowing and agitation by using a bottom blowing system (13), so as to control the multi-component blowing process in stages. The method and the apparatus are suitable for dephosphorization converters of 30-350 tons, and strong agitation of N_2 and CO_2 in the mass-energy converted gas and temperature control are utilized to provide good thermodynamic and kinetic conditions for dephosphorization, increasing dephosphorization rates by more than 5%, yielding a dephosphorized gas of 10-50 Nm^3/t steel, and recovering steam of 5-20 kg/t steel.

WO 2018/201552 A1

[见续页]

LR, LS, 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, SA, 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, ST, 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, KM, 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))。

(57) 摘要：一种脱磷转炉煤气质能转换循环多元喷吹高效脱磷的方法和装置，将脱磷转炉煤气经过降温、除尘后进入燃烧室（6），在燃烧室（6）中将煤气CO组分转换为CO_2，同时回收燃烧产生的热量，实现脱磷转炉煤气质能转换，转换后的气体通过脱磷转炉顶吹系统（12）实现多元气体O_2-N_2-CO_2喷吹脱磷、通过底吹系统（13）实现质能转换气底吹搅拌，分阶段控制多元喷吹过程。该方法和装置适用于30-350吨脱磷转炉，利用质能转换气中N_2、CO_2的强搅拌及控温作用，为脱磷提供良好的热力学和动力学条件，提高脱磷率5％以上，资源化利用脱磷煤气10-50Nm^3/t钢，回收蒸汽量5-20kg/t钢。

脱磷转炉煤气质能转换循环多元喷吹高效脱磷方法和装置

技术领域

本发明属于钢铁冶金工艺及节能减排领域，尤其是炼钢脱磷预处理方面，特别涉及一种适用于双联炼钢工艺中的 30-350 吨脱磷转炉煤气质能转换循环应用于脱磷过程多元顶吹及底吹、实现高效脱磷及煤气资源循环利用的方法和装置。

背景技术

转炉炼钢过程脱磷主要在冶炼前期的低温条件下进行，若供氧流量大，脱磷反应易受脱硅反应后熔池迅速升温的热力学条件限制，造成吹炼过程温度不易控制、脱磷率不稳定，若供氧流量小，熔池搅拌动力学条件较差。为生产高品质钢种，日本新日铁、我国宝钢、首钢京唐等企业采用转炉双联冶炼工艺，在双联炼钢脱磷转炉内，为控制熔池温度，通常采用低流量供氧造渣控温，实现高效脱磷，但脱磷转炉内搅拌动力学条件较差，钢液过氧化严重导致炉渣发泡，脱磷速度和效率受到限制。若能提高脱磷过程的熔池搅拌能力，将有利于提高脱磷率。

脱磷转炉每生产 1 吨钢可产生煤气 20-40m^3，煤气中含 CO 5%-30%，$CO_2$10%-30%，其余主要为 N_2 以及微量 O_2，由于脱磷转炉煤气热值偏低，不具备回收利用的经济价值，目前国内外钢铁企业均采用放散处理，既造成资源和能源浪费，又污染环境。若能将脱磷转炉煤气进行质能转换，作为资源循环应用于脱磷转炉的冶炼过程，将有利于强化脱磷动力学条件，提高脱磷率，同时有利于减少废气排放。

发明内容

为解决上述问题，本发明提供一种转炉双联炼钢工艺的脱磷转炉煤气质能转换循环多元喷吹高效脱磷的方法和装置，将脱磷转炉煤气通过燃烧的方式实现物质和能量转换，利用质能转换气体中 N_2、CO_2 的强搅拌及控温作用，为脱磷反应提供良好的热力学和动力学条件，实现脱磷转炉煤气质能转化后循环利用、达到高效脱磷的目的。

本发明是通过以下技术方案实现的：

一种脱磷转炉煤气质能转换循环多元喷吹高效脱磷的方法，所述方法为：在双联炼钢的脱磷转炉内，将脱磷转炉放散煤气经过降温、除尘后利用助燃剂燃烧，将放散煤气中的 CO 组分燃烧转变为 CO_2，同时回收燃烧产生的热量，实现脱磷转炉煤气质能转换得到质能转换气，质能转换气通过降温、加压后，一部分进入脱磷转炉底吹系统作为底吹气体，另一部分和氧气混合后进入脱磷转炉顶吹系统作为顶吹气体，实现多元气体 O_2-N_2-CO_2 喷吹脱磷、及通过底吹系统实现质能转换气底吹搅拌，替代现有脱磷转炉顶吹部分 O_2 及底吹 Ar/N_2，实现转换气循环利用于高效脱磷。

进一步地，质能转换气体喷吹脱磷时各冶炼阶段气体流量不同，具体为：

吹炼前期，熔池氧化反应升温有利于造渣，顶吹质能转换气强度 0-0.5 $Nm^3/min/t$，顶吹 O_2 强度 1.0-2.5 $Nm^3/min/t$，底吹质能转换气强度 0.05-0.3 $Nm^3/min/t$；

吹炼中期，提高质能转换气强度，控制脱磷温度并强化搅拌，顶

吹质能转换气强度 0.2-1.0 $Nm^3/min/t$，顶吹 O_2 强度 0.8-1.8 $Nm^3/min/t$，底吹质能转换气强度 0.1-0.5 $Nm^3/min/t$；

吹炼后期，均匀熔池温度和成分，进一步脱磷，顶吹质能转换气强度 0.1-0.6 $Nm^3/min/t$，顶吹 O_2 强度 1.0-2.0 $Nm^3/min/t$，底吹质能转换气强度 0.05-0.4 $Nm^3/min/t$；

装料、出钢及等待过程，停止顶吹质能转换气，底吹质能转换气强度为 0.03-0.15 $Nm^3/min/t$，保护底吹元件。

进一步地，所述的助燃剂为 O_2，助燃剂用量随脱磷转炉放散煤气中 CO 含量变化而变化，为保证煤气质能转换充分，应保持流量比 O_2:CO=0.5-1.5:1。

进一步地，质能转换气与氧气混合过程中，保证质能转换气压力高于氧气压力 0.01-0.5 MPa。

进一步地，降温、除尘后的放散煤气在燃烧室燃烧，所述燃烧室包括助燃剂喷嘴和点火装置，燃烧室内衬采用耐火材料、外壳采用汽化冷却管道，汽化冷却管道连接蒸汽汽包，回收燃烧过程产生的热量。

进一步地，所述质能转换气可接入转炉顶吹系统、除尘系统和加料系统的氮封管道，完全代替 N_2 用于脱磷转炉顶吹喷枪、除尘烟罩、加料系统设备的密封，防止空气进入烟道。

一种脱磷转炉煤气质能转换循环多元喷吹高效脱磷的装置，所述装置包括双联炼钢的脱磷转炉、冷却装置一、除尘装置、放散烟囱；双联炼钢的脱磷转炉与冷却装置相连，除尘装置与冷却装置相连，放散烟囱与除尘装置相连；双联炼钢的脱磷转炉包括顶吹系统和底吹系

统；顶吹系统和底吹系统分别从转炉顶部和底部吹入顶吹气体和底吹气体实现脱磷过程，脱磷过程中产生的煤气依次通过冷却装置、除尘装置进行冷却、除尘后进入放散烟囱前的管道；

所述装置还包括燃烧室、冷却装置二、压缩机、缓冲装置和混匀装置；

所述燃烧室的进气口和除尘装置及放散烟囱间的管道相连；

所述燃烧室的出气口和冷却装置二相连；

冷却装置二、压缩机、缓冲装置依次相连；

缓冲装置设有两个出口，其中一个出口和底吹系统相连，另一个出口和混匀装置的入口相连；

混匀装置的入口还连接有供氧装置；

混匀装置和顶吹系统相连；

经冷却除尘的煤气进入燃烧室，将放散煤气中的 CO 组分燃烧转变为 CO_2 得到质能转换气，质能转换气经冷却加压进入缓冲装置，随后质能转换气一部分进入脱磷转炉底吹系统作为底吹气体，另一部分和氧气混合后进入脱磷转炉顶吹系统作为顶吹气体。

进一步地，燃烧室包括助燃剂喷嘴和点火装置，燃烧室内衬采用耐火材料、外壳采用汽化冷却管道，汽化冷却管道连接蒸汽汽包，回收燃烧过程产生的热量。

进一步地，所述燃烧室的出气口处设置有气体分析仪。

进一步地，所述除尘装置内设有气体分析仪。

本发明的有益技术效果：该方法适用于 30-350 吨脱磷转炉，吨

钢煤气质能转换量为 10-50Nm^3，同时利用燃烧室的汽化冷却装置可回收蒸汽量 5-20kg，N_2、CO_2 的强搅拌及控温作用为脱磷转炉提供良好的热力学和动力学条件，提高脱磷率 5%以上。

附图说明

图1脱磷转炉煤气质能转换循环多元喷吹高效脱磷的装置示意图；

图中，1. 转炉、201. 汽化冷却烟道、202. 冷却器喷嘴、203. 蒸发冷却器、3. 电除尘器、4. 风机、5. 放散烟囱、6. 燃烧室、601. 助燃器喷嘴、7. 回收蒸汽装置、8. 气体分析仪、9. 气体冷却器、10. 压缩机、11. 缓冲装置、12. 顶吹系统、13. 底吹系统、14. 放散侧钟型阀、15. 切换阀一、16. 切换阀二、17. 混合装置。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细描述。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用于解释本发明，并不用于限定本发明。

相反，本发明涵盖任何由权利要求定义的在本发明的精髓和范围上做的替代、修改、等效方法以及方案。进一步，为了使公众对本发明有更好的了解，在下文对本发明的细节描述中，详尽描述了一些特定的细节部分。对本领域技术人员来说没有这些细节部分的描述也可以完全理解本发明。

实施例 1

一种脱磷转炉煤气质能转换循环多元喷吹高效脱磷的方法，

所述方法为:

在双联炼钢的脱磷转炉内，将脱磷转炉放散煤气经过降温、除尘后利用助燃剂在燃烧室燃烧，将放散煤气中的 CO 组分燃烧转变为 CO_2，燃烧室包括助燃剂喷嘴和点火装置，燃烧室内衬采用耐火材料、外壳采用汽化冷却管道，汽化冷却管道连接蒸汽汽包，回收燃烧过程产生的热量，实现脱磷转炉煤气质能转换得到质能转换气；

质能转换气通过降温、加压后，一部分进入脱磷转炉底吹系统作为底吹气体实现质能转换气底吹搅拌，另一部分和氧气混合后进入脱磷转炉顶吹系统作为顶吹气体，实现多元气体 O_2-N_2-CO_2 喷吹脱磷，替代现有脱磷转炉顶吹部分 O_2 及底吹 Ar/N_2，实现转换气循环利用于高效脱磷。

质能转换气体喷吹脱磷时各冶炼阶段气体流量不同，具体为：

吹炼前期，熔池氧化反应升温造渣，顶吹质能转换气强度 0-0.5 Nm^3/min/t，顶吹 O_2 强度 1.0-2.5 Nm^3/min/t，底吹质能转换气强度 0.05-0.3 Nm^3/min/t；

吹炼中期，提高质能转换气强度，控制脱磷温度并强化搅拌，顶吹质能转换气强度 0.2-1.0 Nm^3/min/t，顶吹 O_2 强度 0.8-1.8 Nm^3/min/t，底吹质能转换气强度 0.1-0.5 Nm^3/min/t；

吹炼后期，均匀熔池温度和成分，进一步脱磷，顶吹质能转换气强度 0.1-0.6 Nm^3/min/t，顶吹 O_2 强度 1.0-2.0 Nm^3/min/t，底吹质能转换气强度 0.05-0.4 Nm^3/min/t；

装料、出钢及等待过程，停止顶吹质能转换气，底吹质能转换气

强度为 0.03-0.15 Nm^3/min/t，保护底吹元件。

所述的助燃剂为 O_2，助燃剂的量随脱磷转炉放散煤气中 CO 含量变化而变化，为保证煤气质能转换充分，应保持流量比 O_2:CO=0.5-1.5:1。

质能转换气与氧气混合过程中，保证质能转换气压力高于氧气压力 0.01-0.5MPa 以上。

同时，所述质能转换气可接入转炉顶吹系统、除尘系统和加料系统的氮封管道，完全代替 N_2 用于脱磷转炉顶吹喷枪、除尘烟罩、加料系统设备的密封，防止空气进入烟道，其中的转炉顶吹系统、除尘系统和加料系统的氮封管道是现有技术转炉既有的。

一种脱磷转炉煤气质能转换循环多元喷吹高效脱磷的装置，所述装置包括双联炼钢的脱磷转炉 1、冷却装置一、除尘装置、放散烟囱 5。

其中，冷却装置一包括依次相连的汽化冷却烟道 201、冷却器喷嘴 202、蒸发冷却器 203；除尘装置采用电除尘器 3，电除尘器中包括气体分析仪。

双联炼钢的脱磷转炉 1 与汽化冷却烟道 201 相连，电除尘器 3 与蒸发冷却器 203 相连，放散烟囱 5 与电除尘器 3 相连；双联炼钢的脱磷转炉 1 包括顶吹系统 12 和底吹系统 13；顶吹系统 12 和底吹系统 13 分别从转炉 1 的顶部和底部吹入顶吹气体和底吹气体实现脱磷过程，脱磷过程中产生的煤气依次通过汽化冷却烟道 201、冷却器喷嘴 202、蒸发冷却器 203、电除尘器 3 进行冷却、除尘后进入放散烟囱 5

前的管道。

电除尘器 3 与放散烟囱 5 间通过管道连接，管道靠近电除尘器 3 侧设置有风机 4，靠近放散烟囱 4 侧设置有放散侧钟型阀 14，放散侧钟型阀 14 与放散烟囱 5 设有两个切换阀 15、16，当脱磷转炉煤气中 CO 和 CO_2 总量小于 18%时，切换阀 15 使通过放散侧钟型阀 14 的煤气进入放散烟囱 5，通过放散烟囱 5 排出，当煤气中 CO 和 CO_2 总量大于 18%时，切换阀 16 使通过放散侧钟型阀 14 的煤气进入另一管道。

所述装置还包括燃烧室 6、冷却装置二、压缩机 8、缓冲装置 11 和混匀装置 17；冷却装置二采用气体冷却器 9。

所述燃烧室 6 的进气口和上述另一管道相连，所述燃烧室 6 的出气口和气体冷却器 9 相连，气体冷却器 9、压缩机 10、缓冲装置 11 依次相连。

缓冲装置 11 设有两个出口，其中一个出口和底吹系统 13 相连，另一个出口和顶吹系统 12 相连；顶吹系统 12 设置有混匀装置 17，混匀装置 17 的入口还连接有供氧装置。

经冷却除尘的煤气进入燃烧室，将放散煤气中的 CO 组分燃烧转变为 CO_2 得到质能转换气，质能转换气经冷却加压进入缓冲装置，随后质能转换气一部分进入脱磷转炉底吹系统作为底吹气体，另一部分和氧气混合后进入脱磷转炉顶吹系统作为顶吹气体在混匀装置内将质能转换气与氧气混合，混合后得到多元气体 O_2-N_2-CO_2，顶吹进入转炉 1。

混匀后的多元气体 O_2-N_2-CO_2 通过 3-7 孔超音速顶吹喷枪喷入脱

磷转炉 1 内；底吹质能转换气可通过 4-16 支环缝式或多孔塞式或套管式底吹元件吹入脱磷转炉 1 内。

燃烧室 6 包括助燃剂喷嘴 601 和点火装置，燃烧室内衬采用耐火材料、外壳采用汽化冷却管道，汽化冷却管道连接蒸汽汽包 7，回收燃烧过程产生的热量。

助燃剂经喷嘴 601 喷入燃烧室 6，助燃剂采用氧气，助燃剂用量依据除尘后煤气成分而变化，保持流量比 O_2:CO=0.5-1.5:1，保证煤气质能转换充分。

为了监控经燃烧室排出气体的成分，所述燃烧室 6 的出气口处设置有气体分析仪 8。

因混匀装置 17 混合时氧气的量显著高于质能转换气，经压缩机 8 压缩后的质能转换气的压力比供氧装置内氧气高 0.01-0.5MPa，以保证质能转换气顺利和氧气在混匀装置 17 内混合。

本发明的原理是：双联炼钢的脱磷转炉冶炼过程是磷和碳的选择性氧化过程，为实现“脱磷保碳”，顶吹 O_2 流量较小且温度较低，脱碳反应受到限制，煤气中 CO 含量仅为 5%-30%、CO_2 含量为 10%-30%，煤气热值偏低，不具备回收利用的经济价值，CO 含量较低，煤气品质差，不具备作为燃料回收的价值，目前钢铁企业均对脱磷转炉煤气进行放散处理，既造成资源和能源浪费，又污染环境。

本发明利用燃烧室中设置的助燃剂喷嘴喷吹 O_2，发生反应 $2CO+O_2=2CO_2$，将低品质脱磷转炉煤气中的 CO 转化为 CO_2，同时回收燃烧产生的能量，实现质能转换。质能转换气主要成分为 CO_2、

N_2及少量残余 O_2，其中 CO_2含量达到 35%以上，CO_2属于弱氧化性物质，在炼钢温度下，与铁水中 C、Fe、Si、Mn 元素均能发生氧化反应，且与 C、Fe 元素反应是吸热反应，有利于控制脱磷温度，同时CO_2与熔池元素反应产生的大量CO气泡上浮具有强烈的化学搅拌力，强化脱磷动力学条件；质能转换气中的 N_2不和熔池元素反应，但可加强脱磷熔池搅拌，促进脱磷反应进行。

实施例 2

本实施例采用实施例 1 中方法和装置，具体条件为：

对于 300t 脱磷转炉，吹炼过程煤气含量变化如表 1 所示。煤气瞬时流量为 160000-190000Nm^3/h，煤气经过汽化冷却烟道及干法除尘系统降温、除尘后，通过放散管道进入燃烧室，采用 8 支燃烧喷嘴喷吹助燃剂，助燃剂流量随脱磷转炉煤气成分变化如下表 1 所示。

表 1 脱磷转炉煤气和助燃剂流量

吹炼时间（min)	脱磷转炉煤气成分（%）				助燃剂流量（Nm^3/h）
	CO	O_2	CO_2	N_2	
1.0	1.50	2.31	15.05	81.14	放散
2.0	10.15	0.31	19.15	70.39	11177.5
3.0	14.56	0.27	22.5	62.67	14076.0
4.0	18.41	0.28	23.8	57.51	17348.5
5.0	21.25	0.25	19.96	58.54	19762.5
6.0	25.67	0.35	19.55	54.43	24369.5

利用压缩机将质能转换气加压至 2.2 MPa 以上储存于缓冲装置

中，平均成分为 CO_2:39%，N_2：59.25%，其余为少量残余气体。将质能转换气以喷射方式吹入多元气体总管，并和氧气通过气体混匀装置，混匀后的多元气体 O_2-N_2-CO_2 通过 4 孔超音速顶吹喷枪喷入脱磷转炉内；底吹质能转换气通过 16 支环缝式底吹元件吹入脱磷转炉内。

具体吹炼包括以下步骤：

吹炼前期，应提高氧气喷吹比例，有利于熔池升温及快速成渣，顶吹质能转换气强度 0.2 Nm^3/min/t，顶吹 O_2 强度 1.8 Nm^3/min/t，顶吹多元气体比例为 CO_2:N_2:O_2=1:1.5:23，底吹质能转换气强度 0.2Nm^3/min/t；

吹炼中期，要求强化熔池搅拌，控制脱磷熔池温度，因此应提高质能转换气喷吹强度，顶吹质能转换气强度 0.9 Nm^3/min/t，顶吹 O_2 强度 0.9 Nm^3/min/t，顶吹多元气体比例为 CO_2:N_2:O_2=1:1.5:2.6，底吹质能转换气强度 0.3 Nm^3/min/t；

吹炼后期，均匀熔池温度和成分，进一步脱磷，适当降低转换气强度，顶吹质能转换气强度 0.4 Nm^3/min/t，顶吹 O_2 强度 1.4 Nm^3/min/t，顶吹多元气体比例为 CO_2:N_2:O_2=1:1.5:9，底吹质能转换气强度 0.3 Nm^3/min/t；

装料、出钢及等待过程，停止顶吹质能转换气，底吹质能转换气强度为 0.05Nm^3/min/t，保护底吹元件。

将本发明的方法应用于 300 脱磷转炉，吨钢煤气质能转换量为 45Nm^3，同时利用燃烧室的汽化冷却装置可回收蒸汽量 12kg，提高脱磷率 7.5%，本发明的质能转换气可完全代替 N_2 用于脱磷转炉附属设

备的密封。

1、一种脱磷转炉煤气质能转换循环多元喷吹高效脱磷的方法，其特征在于，所述方法为：

在双联炼钢的脱磷转炉内，将脱磷转炉放散煤气经过降温、除尘后利用助燃剂燃烧，将放散煤气中的 CO 组分燃烧转变为 CO_2，同时回收燃烧产生的热量，实现脱磷转炉煤气质能转换得到质能转换气；

质能转换气通过降温、加压后，一部分进入脱磷转炉底吹系统作为底吹气体进入转炉内实现质能转换气底吹搅拌，另一部分和氧气混合后进入脱磷转炉顶吹系统作为顶吹气体进入转炉内实现多元气体 O_2-N_2-CO_2 喷吹脱磷，替代现有脱磷转炉顶吹部分 O_2 及底吹 N_2，实现转换气循环利用于高效脱磷；多元喷吹高效脱磷采用分阶段的控制方式。

2、如权利要求 1 所述方法，其特征在于，质能转换气体喷吹脱磷时各冶炼阶段气体流量不同，具体为：

吹炼前期，熔池氧化反应升温造渣，顶吹质能转换气强度 0-0.5Nm^3/min/t，顶吹 O_2 强度 1.0-2.5 Nm^3/min/t，底吹质能转换气强度 0.05-0.3 Nm^3/min/t；

吹炼中期，提高质能转换气强度，控制脱磷温度并强化搅拌，顶吹质能转换气强度 0.2-1.0 Nm^3/min/t，顶吹 O_2 强度 0.8-1.8 Nm^3/min/t，底吹质能转换气强度 0.1-0.5 Nm^3/min/t；

吹炼后期，均匀熔池温度和成分，进一步脱磷，顶吹质能转换气强度 0.1-0.6 Nm^3/min/t，顶吹 O_2 强度 1.0-2.0 Nm^3/min/t，底吹质能转换气强度 0.05-0.4 Nm^3/min/t；

装料、出钢及等待过程，停止顶吹质能转换气，底吹质能转换气强度为 0.03-0.15 Nm^3/min/t，保护底吹元件。

3、如权利要求 1 所述方法,其特征在于，所述的助燃剂为 O_2，助燃剂用量随脱磷转炉放散煤气中 CO 含量变化而变化，为保证煤气质能转换充分，应保持流量比 O_2:CO=0.5-1.5:1。

4、如权利要求 1 所述方法，其特征在于，质能转换气与氧气混合过程中，保证质能转换气压力高于氧气压力 0.01-0.5MPa。

5、如权利要求 1 所述方法，其特征在于，降温、除尘后的放散煤气在燃烧室燃烧，所述燃烧室包括助燃剂喷嘴和点火装置，燃烧室内衬采用耐火材料、外壳采用汽化冷却管道，汽化冷却管道连接蒸汽汽包，回收燃烧过程产生的热量。

6、如权利要求 1 所述方法，其特征在于，所述质能转换气可接入转炉顶吹系统、除尘系统和加料系统的氮封管道，完全代替 N_2 用于脱磷转炉顶吹喷枪、除尘烟罩、加料系统设备的密封，防止空气进入烟道。

7、一种脱磷转炉煤气质能转换循环多元喷吹高效脱磷的装置，所述装置包括双联炼钢的脱磷转炉、冷却装置一、除尘装置、放散烟囱；双联炼钢的脱磷转炉与冷却装置相连，除尘装置与冷却装置相连，放散烟囱与除尘装置相连；双联炼钢的脱磷转炉包括顶吹系统和底吹系统；顶吹系统和底吹系统分别从转炉顶部和底部吹入顶吹气体和底吹气体实现脱磷过程，脱磷过程中产生的煤气依次通过冷却装置、除尘装置进行冷却、除尘后进入放散烟囱前的管道；其特征在于，

所述装置还包括燃烧室、冷却装置二、压缩机、缓冲装置和混匀装置；

所述燃烧室的进气口和除尘装置及放散烟囱间的管道相连；

所述燃烧室的出气口和冷却装置二相连；

冷却装置二、压缩机、缓冲装置依次相连；

缓冲装置设有两个出口，其中一个出口和底吹系统相连，另一个出口和混匀装置的入口相连；

混匀装置的入口还连接有供氧装置；

混匀装置和顶吹系统相连；

经冷却除尘的煤气进入燃烧室，将放散煤气中的 CO 组分燃烧转变为 CO_2 得到质能转换气，质能转换气经冷却加压进入缓冲装置，随后质能转换气一部分进入脱磷转炉底吹系统作为底吹气体，另一部分和氧气混合后进入脱磷转炉顶吹系统作为顶吹气体。

8、如权利要求 7 所述装置，其特征在于，燃烧室包括助燃剂喷嘴和点火装置，燃烧室内衬采用耐火材料、外壳采用汽化冷却管道，汽化冷却管道连接蒸汽汽包，回收燃烧过程产生的热量。

9、如权利要求 7 所述装置，其特征在于，所述燃烧室的出气口处设置有气体分析仪。

10、如权利要求 7 所述装置，其特征在于，所述除尘装置内设有气体分析仪。

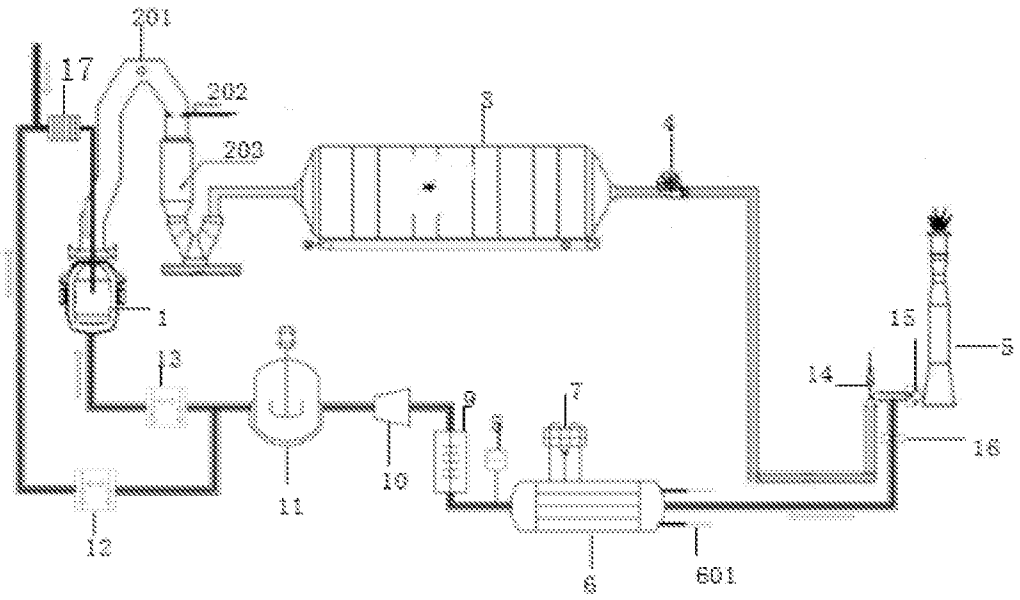


图1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/087812

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21C 5/35 (2006.01) i; C21C 5/38 (2006.01) i; C21C 5/40 (2006.01) i; C21C 7/064 (2006.01) i

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)

C21C 5/-; C21C 7/-; C10J 1/-

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)

CNABS, CNTXT, CNKI, DWPI, PATENTICS: 北京科技大学, 西安建筑科技大学, 朱荣, 吕明, 刘润藻, 武文合, 王雪亮, 双联, 炼钢, 转炉, 脱磷, 煤气, 燃烧, 顶吹, 底吹, 喷吹, 电弧炉, CO, CO2, 回收, 循环, 转换, 降温, 冷却, 除尘, 搅拌, 氧, 助燃, 加压, converter?, dephophorizat+, gas, carbon, monoxide, dioxide, top, bottom, blow +, lance?, burn+, combust+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101818227 A (UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY BEIJING), 01 September 2010 (01.09.2010), description, paragraphs [0002] and [0004]-[0021], and figures 1-3	1-10
Y	SU 1032023 A2 (UKR METAL WKS. DES.), 30 July 1983 (30.07.1983), abstract, and figure accompanying the abstract	1-10
A	CN 201809374 U (UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY BEIJING), 27 April 2011 (27.04.2011), entire document	1-10
A	CN 1664118 A (UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY BEIJING), 07 September 2005 (07.09.2005), entire document	1-10
A	CN 104928439 A (UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY BEIJING), 23 September 2015 (23.09.2015), entire document	1-10
A	US 3998626 A (PENNSYLVANIA ENG. CORP.), 21 December 1976 (21.12.1976), entire document	1-10
A	JP 55104416 A (NIPPON STEEL CORP.), 09 August 1980 (09.08.1980), entire document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 January 2018	31 January 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer HOU, Jinwei Telephone No. (86-10) 53962874

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/087812

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101818227 A	01 September 2010	None	
SU 1032023 A2	30 July 1983	None	
CN 201809374 U	27 April 2011	None	
CN 1664118 A	07 September 2005	None	
CN 104928439 A	23 September 2015	CN 104928439 B	17 November 2017
US 3998626 A	21 December 1976	None	
JP 55104416 A	09 August 1980	JP S55104416 A	09 August 1980

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2017/087812

A. 主题的分类

C21C 5/35(2006.01)i；C21C 5/38(2006.01)i；C21C 5/40(2006.01)i；C21C 7/064(2006.01)i

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)

C21C 5/-;C21C 7/-;C10J 1/-

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））

CNABS，CNTXT，CNKI，DWPI，PATENTICS: 北京科技大学，西安建筑科技大学，朱荣，吕明，刘润藻，武文合，王雪亮，双联，炼钢，转炉，脱磷，煤气，燃烧，顶吹，底吹，喷吹，电弧炉，CO,CO2,回收，循环，转换，降温，冷却，除尘，搅拌，氧，助燃，加压，converter?,dephophorizat+,gas,carbon,monoxide,dioxide,top,bottom,blow+,lance?,burn+,combust+

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	CN 101818227 A (北京科技大学) 2010年 9月 1日 (2010-09-01) 说明书第[0002]段，第[0004]段-第[0021]段、附图1-3	1-10
Y	SU 1032023 A2 (UKR METAL WKS. DES.) 1983年 7月 30日 (1983-07-30) 说明书摘要、摘要附图	1-10
A	CN 201809374 U (北京科技大学) 2011年 4月 27日 (2011-04-27) 全文	1-10
A	CN 1664118 A (北京科技大学) 2005年 9月 7日 (2005-09-07) 全文	1-10
A	CN 104928439 A (北京科技大学) 2015年 9月 23日 (2015-09-23) 全文	1-10
A	US 3998626 A (PENNSYLVANIA ENG. CORP.) 1976年 12月 21日 (1976-12-21) 全文	1-10
A	JP 55104416 A (NIPPON STEEL CORP.) 1980年 8月 9日 (1980-08-09) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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）

“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

“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

“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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2018年 1月 12日	2018年 1月 31日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 候金伟 电话号码 (86-10)53962874

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/087812

检索报告引用的专利文件	公布日（年/月/日）	同族专利	公布日（年/月/日）
CN 101818227 A	2010年 9月 1日	无	
SU 1032023 A2	1983年 7月 30日	无	
CN 201809374 U	2011年 4月 27日	无	
CN 1664118 A	2005年 9月 7日	无	
CN 104928439 A	2015年 9月 23日	CN 104928439 B	2017年 11月 17日
US 3998626 A	1976年 12月 21日	无	
JP 55104416 A	1980年 8月 9日	JP S55104416 A	1980年 8月 9日