

(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
2021 年 7 月 15 日 (15.07.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/139136 A1

- (51) 国际专利分类号:
C22B 1/16 (2006.01) *F27D 17/00* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/105364
- (22) 国际申请日: 2020 年 7 月 29 日 (29.07.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010020485.6 2020年1月9日 (09.01.2020) CN
- (71) 申请人: 中南大学 (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国湖南省长沙市麓山南路 932 号, Hunan 410083 (CN)。中冶长天国际工程有限责任公司 (ZHONGYE CHANGTIAN INTERNATIONAL ENGINEERING CO., LTO) [CN/CN]; 中国湖南省长沙市麓松路 480 号, Hunan 410000 (CN)。
- (72) 发明人: 甘敏 (GAN, Min); 中国湖南省长沙市麓山南路 932 号, Hunan 410083 (CN)。范晓慧 (FAN, Xiaohui); 中国湖南省长沙市麓山南路 932 号, Hunan 410083 (CN)。季志云 (JI, Zhiyun); 中国湖南省长沙市麓山南路 932 号, Hunan 410083 (CN)。汪国靖 (WANG, Guojing); 中国湖南省长沙市麓山南路 932 号, Hunan 410083 (CN)。

(CN)。周志安 (ZHOU, Zhian); 中国湖南省长沙市麓松路 480 号, Hunan 410000 (CN)。周浩宇 (ZHOU, Haoyu); 中国湖南省长沙市麓松路 480 号, Hunan 410000 (CN)。王兆才 (WANG, Zhaocai); 中国湖南省长沙市麓松路 480 号, Hunan 410000 (CN)。陈许玲 (CHEN, Xuling); 中国湖南省长沙市麓山南路 932 号, Hunan 410083 (CN)。黄晓贤 (HUANG, Xiaoxian); 中国湖南省长沙市麓山南路 932 号, Hunan 410083 (CN)。赵元杰 (ZHAO, Yuanjie); 中国湖南省长沙市麓山南路 932 号, Hunan 410083 (CN)。

- (74) 代理人: 长沙市融智专利事务所 (普通合伙) (CHANGSHA RONG ZHI PATENT AGENCY); 中国湖南省长沙市雨花区人民路 308 号, Hunan 410011 (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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, 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,

(54) Title: EMISSION-REDUCTION-ACCOMPANIED SINTERING METHOD USING ENERGY-CARRYING COMPOSITE GAS MEDIUM

(54) 发明名称: 一种载能复合气体介质烧结的协同减排方法

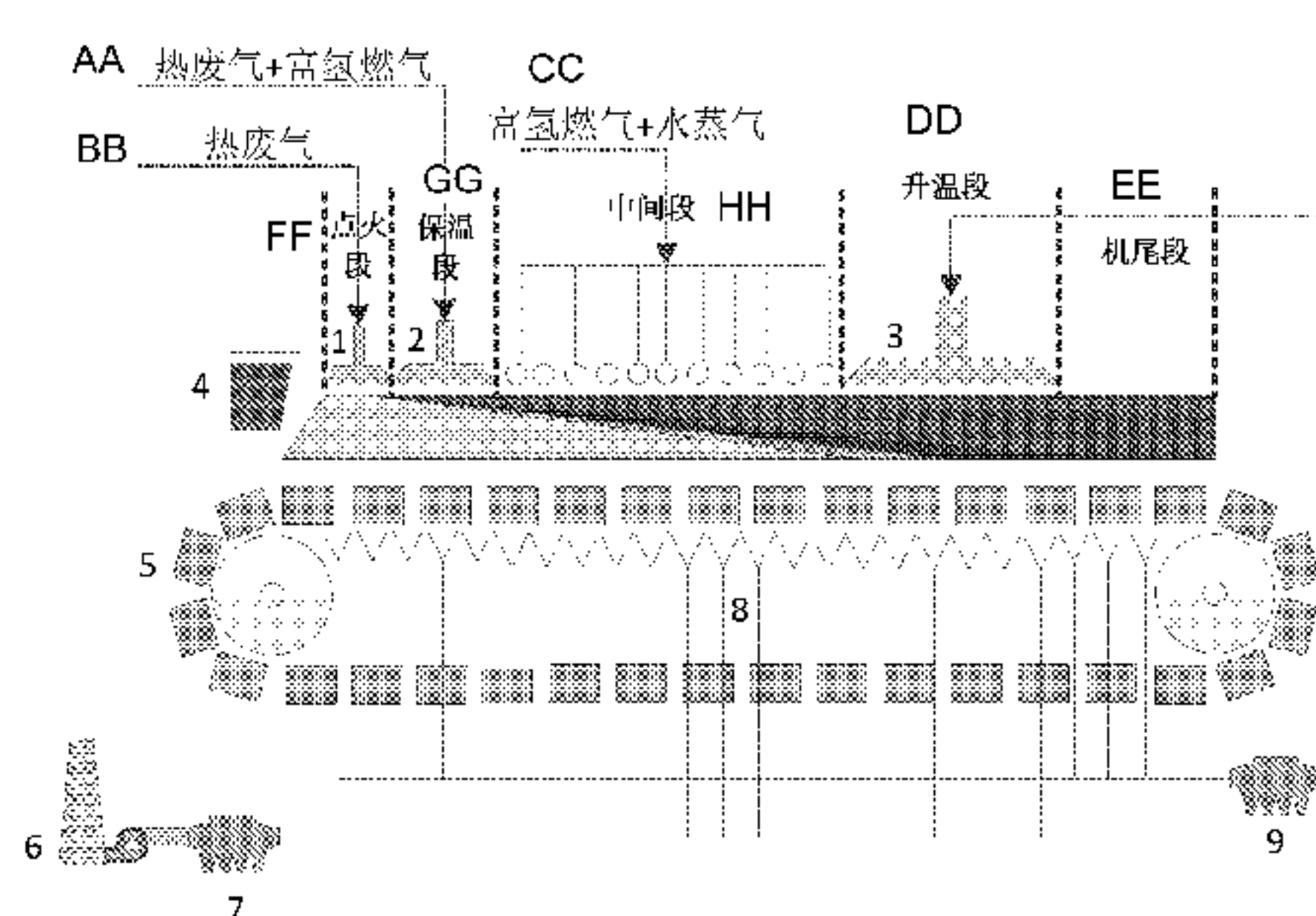


图 1

AA Hot waste gas + hydrogen-rich gas
BB Hot waste gas
CC Hydrogen-rich gas + water vapor
DD Heating section
EE Tail section
FF Ignition section
GG Temperature-maintaining section
HH Middle section

(57) Abstract: Disclosed is an emission-reduction-accompanied sintering method using an energy-carrying composite gas medium, the method involving dividing a sintering material surface, sequentially from the head to the tail of a sintering machine, into an ignition section, a temperature-maintaining section, a middle section, a flue gas heating section and a tail section; and according to the composition and temperature characteristics of flue gas and heat requirements for the different sections, introducing a hot waste gas into the ignition section for ignition, introducing the hot waste gas into the temperature-maintaining section and synchronously spraying a hydrogen-rich gas in a gradient manner, coupling same with gradient spraying of water vapor in the middle section on the basis of the spraying of the hydrogen-rich gas, and circulating the high-temperature flue gas from the tail section and the flue gas from the ignition section and/or the temperature-maintaining section to the heating section. After the emission-reduction-accompanied sintering method using the energy-carrying composite gas is used, the consumption of a solid fossil fuel during sintering can be reduced to a greater extent and the inhibition of the generation of pollutants/decomposition into pollutants can be synchronously achieved. With respect to conventional air-based sintering, an emission reduction of 15-25% of CO₂, 40-50% of CO, 20-40% of NO_x, 5-20% of SO_x, and 50-80% of dioxin can be achieved.

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, 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：本发明公开了一种载能复合气体烧结协同减排的方法，将烧结料面从烧结机的机头到机尾依次分成点火段、保温段、中间段、烟气升温段和机尾段，根据不同区段烟气组成和温度特征以及热量需求，在点火段导入热废气进行点火，在保温段导入热废气并同步梯级喷加富氢燃气，中间段在喷加富氢燃气的基础上耦合梯级喷加水蒸汽，将机尾段高温烟气与点火段和/或保温段的烟气循环至升温段。采用载能复合气体烧结协同减排的方法后，能够同步实现烧结过程固体化石燃料更大程度降耗和抑制污染物生成/分解生成污染物，相对常规空气烧结，可实现减排CO₂15~25%、CO40~50%、NO_x20~40%、SO_x5~20%、二恶英50~80%。

一种载能复合气体介质烧结的协同减排方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种烧结方法，特别涉及一种利用载能复合气体介质烧结的协同减排方法，具体涉及一种将烧结料面划分区段，并根据不同区段特征及热量需求，分别导入不同的载能气体替代传统的空气，以实现节能减排的方法，属于钢铁冶金烧结技术领域。

背景技术

[0002] 高能耗和高污染是制约传统工业可持续性发展的重要因素，钢铁工业体现尤为明显。钢铁工业前端工序——铁矿烧结，因其能耗高、污染负荷大，给钢铁工业绿色制造带来严峻的挑战。传统烧结过程中一般采用焦炭、无烟煤等固体化石燃料作为热量来源，且其占比高达烧结能耗的75%~80%。化石能源的消耗正是烧结烟气中CO₂、SO_x产生的重要来源以及NO产生的主要来源。此外，由于固体燃料燃烧不完全，导致10~15%的碳转化为CO，即浪费了能源又造成了环境污染。因而，降低固体化石燃料消耗和控制燃烧气氛、抑制污染物生成及污染物有效降解，是烧结过程污染物控制的主要手段。

[0003] 近年来，烧结装备大型化水平不断得到提高，以及原燃料优化、高碱度烧结、偏析布料、高料层烧结、低温烧结、小球烧结、燃料分布优化、烧结热风点火助燃、混合料预热等节能措施广泛地应用，均有效地降低了烧结固体燃耗水平。为进一步有效降低固体燃耗水平，企业及科研院所在优化供能结构方面进行了新技术的开发。生物质由于低氮、低硫且可实现碳循环被视为一种清洁燃料，其应用到烧结过程部分替代固体化石燃料，能够有效减少NO_x、SO_x、CO_x排放。热风烧结技术以冷却烧结矿的热废气作为载能热源，将其用高温风机抽出并引入到点火炉后的热风罩内进行烧结，以此改善上部烧结料层热量不足，实现节能降耗。气体燃料喷吹技术是一种在降低固体燃料配比的基础上同时在料层中上部补入气体燃料的烧结技术，该技术能够很好地优化料层热状态，改善成矿条件，实现从优化燃料结构和提质两方面共同降低固体燃耗。

- [0004] 而针对控制烧结燃烧气氛、抑制污染物生成及污染物有效降解方面，水蒸汽喷吹工艺和烟气循环工艺则是相应技术代表。
- [0005] 首钢京唐现场表明（烧结料面喷洒蒸汽提高燃料燃烧效率研究[J]，裴元东），在烧结料层中部区间喷入适宜浓度水蒸汽，能够改善燃烧条件，提高燃烧效率，有效降低CO的排放。但在实际应用过程中，水蒸汽喷吹位置靠前，将对红热层产生不利影响，而喷吹位置靠后，则会对烧结矿带产生不利影响，如此，极大程度限制了水蒸汽喷吹节能减排效果。
- [0006] 为了回收烧结烟气中的热量，并协同考虑烟气污染物的产生与排放，20世纪末国外开始在将烧结过程中产生部分烟气返回到烧结机循环利用方面进行技术开发。目前，国内外有5种典型工业化烟气循环工艺，日本新日铁开发的区域性废气循环工艺、荷兰艾默伊登开发的EOS工艺、德国HKM开发的LEEP工艺、奥钢联公司开发的EPOSINT工艺以及我国宝钢开发的烧结废气余热循环工艺。应用过程中，除烟气排放量减小外，高温烟气进入料层带来更多的热量，燃料配比可适当减少，利于污染物进一步减量排放。此外，文献研究表明：烟气在循环过程中，NO能够得到还原，且抑制固体燃料中N元素向NO_x的转化(Elimination Behaviors of NO_x in the Sintering Process with Flue Gas Recirculation[J]，xiaohui Fan)，而烟气中二恶英在通过燃烧层时则能够被热分解以及CO发生二次燃烧(铁矿烧结烟气循环中SO₂和NO_x过程控制与节能减排的协同优化[D]，于恒)，但不论是EOS工艺的一段式循环，LEEP工艺和EPOSINT工艺的两段式循环，亦或是区域性废气循环工艺和废气余热循环工艺的三段式循环，由于循环烟气中氧含量低和/或水含量高和/或SO₂含量高等不同程度地给烧结过程及烧结矿质量带来了一定的影响。

发明概述

技术问题

- [0007] 针对现有技术存在的缺陷，本发明的目的是在于提供一种利用载能复合气体介质来取代现有技术中常规空气来进行烧结的方法，该方法能够更大程度降低固体燃料消耗并同步实现抑制污染物生成、污染物降解，使CO₂温室气体及CO、NO_x、SO_x、二恶英(Dioxin)等多种污染物得到有效的协同减排，形成一个烧结

全程整体高效节能减排的体系。

问题的解决方案

技术解决方案

[0008] 为了实现上述技术目的，本发明提供了一种载能复合气体介质烧结的协同减排方法，该方法是依据烧结机内不同区段烟气成分和温度特征及对热量需求的不同，在烧结机内不同区域段的烧结料面分别导入不同组成和热量的载能复合气体介质，取代传统空气进行烧结，以实现降低能耗和减排。

[0009] 本发明技术方案通过在烧结机内不同区域的烧结面料导入不同组成和热量的载能复合气体，代替传统空气进行烧结，以满足各区域段对气体组成和热量的需求，使其达到同步实现烧结过程固体化石燃料更大程度降耗，以及抑制污染物生成或分解生成污染物的目的，相对常规的空气烧结，可实现减排CO₂ 15~25%、CO 40~50%、NO_x 20~40%、SO_x 5~20%、二恶英 50~80%。所谓载能复合气体是具有一定的温度，且含有多种组分的气体介质，组分包括可燃组分及助燃组分等。

[0010] 优选的方案，将烧结机内的烧结料面从机头至机尾依次划分为点火段、保温段、中间段、烟气升温段和机尾段。本发明技术方案将烧结机内的烧结料面根据不同区段烟气成分及温度特征和对应料层热量需求的差异，依次划分为五个区域。具体来说主要包括：点火段：风箱烟气温度低、氧含量高、水含量低；保温段：风箱烟气温度低、SO₂含量低、NO_x和CO含量高、水含量高，料层热量需求高；中间段：风箱烟气温度低、SO₂、NO_x和CO含量高、二恶英含量高，水含量高，料层热量需求中等；升温段：风箱烟气温度高、SO₂含量高，粉尘含量高，料层热量需求低；机尾段：风箱烟气温度高、氧含量高、水含量低。更具体来说，点火段占烧结机机头1~2个风箱区域。保温段在点火段之后占烧结机总长的1/6~1/4区域。中间段为保温结束至烟气升温前的区域（占烧结机总长的1/3~5/12）。烟气升温段为烟气温度开始上升至烟气达到最高温的区域。机尾段为烧结机末尾2~3个风箱区域。

[0011] 优选的方案，根据烧结面料不同区段烟气成分和温度特征及热量需求的不同，分别在不同区域段导入不同的载能复合气体介质，以实现各区域段达到最佳烧

结状态，使得节能和减排同时达到最佳水平。具体来说，在点火段烧结料面导入热废气进行点火；在保温段烧结料面导入热废气和富氢燃气复合气体；在中间段烧结料面导入富氢燃气和水蒸汽复合气体；在烟气升温段烧结料面导入机尾段高温烟气与点火段和/或保温段烟气。

[0012] 较优选的方案，在点火段导入温度为250~350℃，氧含量（体积百分比含量）不低于20%的热废气进行点火。利用高含氧量及温度较高的热废气能够有效提高理论燃烧温度，克服因点火煤气热值波动致使点火不充分带来的烧结矿产质量恶化的影响。

[0013] 较优选的方案，在保温段烧结料面导入温度为200~300℃，氧含量（体积百分比含量）不低于20%的热废气，同时采用梯级喷加的方式喷加富氢燃气。两种载能气体共同作用下能够更大程度满足梯级式上部热量需求，利于进一步降低固体化石燃料消耗，此外，热风能够使烧结料面持有一定温度，这在一定程度上能够防止后续水蒸汽喷吹在烧结料面的冷凝。在保温段设置保温罩，向保温罩内导入热废气进行保温，同时在保温罩内采用梯级喷加的方式喷加富氢燃气。

[0014] 较优选的方案，在中间段烧结料面喷加富氢燃气，同时采用梯级喷加的方式喷加温度不低于120℃、压力不低于0.2MPa的水蒸汽，耦合了中间段烟气温度低、SO₂、NO_x、CO含量高、二恶英高，水含量高的特点。通过喷加燃气在燃烧带上方的燃烧能够有效防止低温水蒸汽直接与燃烧带接触，利于水蒸汽喷吹区间提前，更大程度提高燃烧效率，减小CO排放。

[0015] 较优选的方案，在烟气升温段烧结料面导入温度不低于120℃，氧含量（体积百分比含量）不低于17%，CO₂和水蒸汽的含量（体积百分比含量）均不高于4%的由机尾段高温烟气与点火段和/或保温段烟气混合气体。烟气升温段烟气的特点是烟气温度高、SO₂含量高，粉尘含量高，料层热量需求低，通过利用机尾段和点火段或保温段的烟气循环，能够实现在不影响烧结过程及烧结矿质量的基础上对部分烟气再利用且同步有效降解烟气中NO和CO，利于烟气及污染物进一步减量化排放。在烟气升温段设置循环烟罩，将机尾段高温烟气和点火段或保温段的烟气循环至升温段循环烟罩，确保进入升温段料面的气体温度、氧含量及CO₂和水蒸汽的含量，如氧含量不足，则兑入空气补充氧。

- [0016] 进一步优选的方案，在保温段烧结料面采用梯级喷加的方式喷加富氢燃气，富氢燃气体积百分比浓度沿烧结机运动方向从0.5~0.60%均匀降低至0.2~0.30%。燃气采用递减方式的梯级喷加，能够更大程度满足料层由于自蓄热作用从下到上热需求量递增的实际情况，利于均质化烧结。
- [0017] 进一步优选的方案，所述在保温段喷吹的富氢燃气为摩尔分子量不低于16的烃类气体。具体如甲烷、乙烷等。
- [0018] 进一步优选的方案，在中间段烧结料面采用梯级喷加的方式喷加水蒸汽，水蒸汽体积百分比浓度沿烧结机运动方向从0.3~0.4%均匀提升至0.7~0.9%。该方法能够克服水蒸汽因行程过长发生冷凝到达燃烧带参与反应的有效水蒸汽量减小，此外，二恶英在中间段后半区域集中释放，水蒸汽梯级喷加，能够进一步抑制二恶英的生成与转化。水蒸汽为常见的车间水蒸汽，可以来自于钢铁企业自热电厂、余热回收利用锅炉产生的水蒸汽。
- [0019] 较优选的方案，在中间段烧结料面喷加体积百分比浓度为0.20~0.50%的富氢燃气。
- [0020] 较优选的方案，所述富氢燃气包括烃类气体、氢气等燃气中的至少一种。
- [0021] 较优选的方案，所述热废气为烧结矿冷却产生的中低温废气，或者为高炉煤气或转炉煤气燃烧产生的中低温废气。这种热废气的温度和组成都是现有技术中常见的。
- [0022] 优选的方案，通过在烧结每段料面分别导入相应的载能复合气体介质后，可以降低料层中固体燃料的配加量，固体燃料消耗量减少10%~20%。
- [0023] 本发明技术方案针对烧结不同区段烟气成分及温度等特征和热量需求不同，通过合理设计载能复合气体介质取代常规空气来进行烧结，形成烧结料面气体组成均发生改变，以达到最理想的烧结状态，达到协同降低能耗和减排的目的。在点火段导入热废气进行点火，能够有效提高理论燃烧温度，克服因点火煤气热值波动致使点火不充分带来的烧结矿产质量恶化的影响；在保温段导入热废气并同步梯级喷加富氢燃气，二者共同作用下能够更大程度满足梯级式上部热量需求，利于进一步降低固体化石燃料消耗；中间段在喷加富氢燃气的基础上耦合梯级喷加水蒸汽，燃气在燃烧带上方的燃烧能够有效防止低温水蒸汽直接

与燃烧带接触，利于水蒸汽喷吹区间提前，更大程度提高燃烧效率，减小CO排放，此外，二恶英在中间段后半区域集中释放，水蒸汽梯级喷加，能够进一步抑制二恶英的生成与转化；将机尾段2~3个风箱的高温烟气与点火段和/或保温段的烟气循环至升温段的循环烟罩，能够实现在不影响烧结过程及烧结矿质量的基础上对部分烟气再利用且同步有效降解烟气中NO和CO，利于烟气及污染物进一步减量化排放。

发明的有益效果

有益效果

- [0024] 相对现有技术，本发明的技术方案带来的有益技术效果。
- [0025] 1) 本发明技术方案根据烧结面料不同区段的烟气组成（包括相应污染物生成与排放的特征）和温度特征以及热量需求不同，针对性地导入相应的载能燃气、热废气、水蒸汽和燃气等组合气体，通过载能介质和气体介质的耦合以及各区段的耦合作用，达到最佳的烧结状态，实现协同节能减排。
- [0026] 2) 本发明技术方案通过在烧结料面导入载能复合气体介质，以改变烧结料面的燃烧气氛，实现固体燃料的有焰燃烧，并促进燃料燃烧速度和提高热量利用率，减少燃烧过程污染物的产生。
- [0027] 3) 本发明技术方案通过将尾部的温度高、氧含量高、水含量低的烟气与温度低、氧含量高、水含量低点火段烟气以及温度低、SO₂含量低、NO_x和CO含量高、水含量高的保温段烟气组合成温度、水含量适宜的载能复合气体介质，循环至升温段，能够实现在不影响烧结过程及烧结矿质量的基础上对部分烟气再利用且同步有效降解烟气中NO和CO，利于烟气及污染物进一步减量化排放。
- [0028] 4) 与常规烧结相比，采用载能复合气体烧结协同减排技术，可实现减排CO₂ 15~25%、CO 40~50%、NO_x 20~40%、SO_x 5~20%、二恶英 50~80%，减排效果显著，极大程度地减小了末端治理任务难度。

对附图的简要说明

附图说明

- [0029] 图1为本发明载能复合气体烧结协同减排的方法示意图。
- [0030] 图1中：1为点火罩；2为保温罩；3为循环烟罩；4为给料槽；5为蓖条；6为烟

窗；7为除尘器 I；8为风箱；9为除尘器 II。

实施该发明的最佳实施例

本发明的最佳实施方式

[0031] 在此处键入本发明的最佳实施方式描述段落。

发明实施例

本发明的实施方式

[0032] 下面实例是对本发明的进一步说明，而不是限制发明的范围。

[0033] 实施例1。

[0034] 按照混匀铁矿59.81%、白云石4.42%、石灰石5.38%、生石灰3.46%、烧结返矿13.85%、高炉返矿9.23%、焦粉3.85%的质量比配料（获得烧结矿化学成分为TFe56.26%、R1.80、MgO1.80%、CaO10.83%）。烧结机总面积为450m²，共计24个风箱。原料经混匀制粒后，布与烧结台车上，将环冷机热废气（温度250℃，O₂含量20.90%）引入到点火段的点火罩（占烧结机长度2/24）内进行热风点火。向保温段的保温罩（占烧结机长度1/6）内导入热废气（温度200℃，O₂含量20.90%）进行保温，并在保温罩内梯级喷加天然气，沿烧结机长度方向浓度从0.60%均匀降低至0.3%。向中间段（占烧结机长度5/12）喷入0.3%天然气，并梯级喷入水蒸汽（温度120℃、压力0.2MPa），沿烧结机长度方向浓度从0.40%均匀提升至0.90%。分别从烧结机机尾段23~24号风箱与点火段、保温段风箱引出烟气经除尘器 II 除尘后循环至升温段（17~22号风箱）循环烟罩，进入料面气体温度为150℃、O₂含量17.80%、CO₂为3.5%、水蒸汽为4.0%。与普通空气烧结相比，采用载能复合气体烧结协同减排技术，可减小焦粉配比10.71%，减少CO₂15%、CO40%、NO_x30%、SO_x7%、二恶英50%。

[0035] 实施例2。

[0036] 按照混匀铁矿59.81%、白云石4.42%、石灰石5.38%、生石灰3.46%、烧结返矿13.85%、高炉返矿9.23%、焦粉3.85%的质量比配料（获得烧结矿化学成分为TFe56.26%、R1.80、MgO1.80%、CaO10.83%）。烧结机总面积为450m²，共计24个风箱。原料经混匀制粒后，布与烧结台车上，将环冷机热废气和高炉煤气热废气（温度350℃，O₂含量20.0%）引入到点火段的点火罩（占烧结机长度1/24）内

进行热风点火。向保温段的保温罩（占烧结机长度1/4）内导入热废气（温度300℃，O₂含量20.0%）进行保温，并在保温罩内梯级喷加天然气，沿烧结机长度方向浓度从0.50%均匀降低至0.20%。向中间段（占烧结机长度1/3）喷入0.2%天然气，并梯级喷入水蒸汽（温度134℃、压力0.3MPa），沿烧结机长度方向浓度从0.30%均匀提升至0.70%。分别从烧结机机尾段22~24号风箱与点火段、保温段风箱引出烟气经除尘器Ⅱ除尘后循环至升温段（16~21号风箱）循环烟罩，进入料面气体温度为160℃、O₂含量18.0%、CO₂为3.3%、水蒸汽为3.6%。与普通空气烧结相比，采用载能复合气体烧结协同减排技术，可减小焦粉配比10.71%，减少CO₂16%、CO43%、NO_x32%、SO_x8%、二恶英55%。

[0037] 实施例3。

[0038] 按照混匀铁矿60.03%、白云石4.44%、石灰石5.37%、生石灰3.46%、烧结返矿13.85%、高炉返矿9.23%、焦粉3.62%的质量比配料（获得烧结矿化学成分为TFe56.29%、R1.80、MgO1.80%、CaO10.81%）。烧结机总面积为450m²，共计24个风箱。原料经混匀制粒后，布与烧结台车上，将环冷机热废气和高炉煤气燃烧热废气（温度300℃，O₂含量20.40%）引入到点火段的点火罩（占烧结机长度2/24）内进行热风点火。向保温段的保温罩（占烧结机长度1/4）内导入热废气（温度250℃，O₂含量20.40%）进行保温，并在保温罩内梯级喷加天然气，沿烧结机长度方向浓度从0.60%均匀降低至0.30%。向中间段（占烧结机长度1/3）喷入0.50%天然气和氢气混合气体（体积5:1），并梯级喷入水蒸汽（温度144℃、压力0.4MPa），沿烧结机长度方向浓度从0.30%均匀提升至0.80%。分别从烧结机机尾段23~24号风箱与点火段风箱引出烟气经除尘器Ⅱ除尘后循环至升温段（17~22号风箱）循环烟罩，进入料面气体温度为120℃、O₂含量17.0%、CO₂为4%、水蒸汽为4%。与普通烧结相比，采用载能复合气体烧结协同减排技术，可减小焦粉配比16.07%，减少CO₂20%、CO45%、NO_x35%、SO_x10%、二恶英60%。

[0039] 对比例1。

[0040] 按照混匀铁矿59.36%、白云石4.39%、石灰石5.40%、生石灰3.46%、烧结返矿13.85%、高炉返矿9.23%、焦粉4.31%的质量比配料（获得烧结矿化学成分为TFe56.19%、R1.80、MgO1.80%、CaO10.88%）。烧结机总面积为450m²，共计24个风

箱。原料经混匀制粒后，布与烧结台车上，经常规空气点火（点火罩占烧结机长度2/24）后进行常规空气烧结。此时的焦粉配比为4.31%。

[0041] 对比例2。

[0042] 按照混匀铁矿59.36%、白云石4.39%、石灰石5.40%、生石灰3.46%、烧结返矿13.85%、高炉返矿9.23%、焦粉4.31%的质量比配料（获得烧结矿化学成分为TFe56.19%、R1.80、MgO1.80%、CaO10.88%）。烧结机总面积为450m²，共计24个风箱。原料经混匀制粒后，布与烧结台车上，将环冷机热废气（温度350℃，O₂含量20.90%）引入到点火段的点火罩（占烧结机长度2/24）内进行热风点火，然后进行常规空气烧结。与普通烧结相比，采用热风点火，可减小焦粉配比0%，减少CO₂1.5%、CO1.5%、NO_x1.5%、SO_x0.5%、二恶英1.5%。

[0043] 对比例3。

[0044] 按照混匀铁矿59.48%、白云石4.40%、石灰石5.39%、生石灰3.46%、烧结返矿13.85%、高炉返矿9.23%、焦粉4.19%的质量比配料（获得烧结矿化学成分为TFe56.21%、R1.80、MgO1.80%、CaO10.87%）。烧结机总面积为450m²，共计24个风箱。原料经混匀制粒后，布与烧结台车上，采用常规空气点火（点火罩占烧结机长度2/24），向烧结机中部（烧结机长度1/3~3/5处）喷入0.5%水蒸汽。与普通烧结相比，喷吹水蒸汽后，可减小焦粉配比2.68%，减少CO₂4%、CO8%、NO_x4%、SO_x2%、二恶英25%。

[0045] 对比例4。

[0046] 按照混匀铁矿59.59%、白云石4.41%、石灰石5.39%、生石灰3.46%、烧结返矿13.85%、高炉返矿9.23%、焦粉4.08%的质量比配料（获得烧结矿化学成分为TFe56.22%、R1.80、MgO1.80%、CaO10.86%）。烧结机总面积为450m²，共计24个风箱。原料经混匀制粒后，布与烧结台车上，采用常规空气点火（点火罩占烧结机长度2/24），向烧结机中前部（烧结机长度1/6~1/2处）喷入0.40%天然气。与普通烧结相比，喷吹天然气后，可减小焦粉配比5.36%，减少CO₂8%、CO9%、NO_x13%、SO_x4%、二恶英8%。

工业实用性

[0047] 在此处键入工业实用性描述段落。

序列表自由内容

[0048] 在此处键入序列表自由内容描述段落。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种载能复合气体介质烧结的协同减排方法，其特征在于：依据烧结机内不同区段烟气成分和温度特征及对热量需求的不同，在烧结机内不同区域段的烧结料面分别导入不同组成和热量的载能复合气体介质，取代传统空气进行烧结，以实现降低能耗和减排。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的一种载能复合气体介质烧结的协同减排方法，其特征在于：将烧结机内的烧结料面从机头至机尾依次划分为点火段、保温段、中间段、烟气升温段和机尾段。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的一种载能复合气体介质烧结的协同减排方法，其特征在于：
所述点火段占烧结机机头1~2个风箱区域；
所述保温段占烧结机总长的1/6~1/4区域；
所述中间段为保温结束至烟气升温前的区域；
所述烟气升温段为烟气温度开始上升至烟气达到最高温的区域；
所述机尾段为烧结机末尾2~3个风箱区域。
- [权利要求 4] 根据权利要求1~3任一项所述的一种载能复合气体介质烧结的协同减排方法，其特征在于：
在点火段烧结料面导入热废气进行点火；
在保温段烧结料面导入热废气和富氢燃气复合气体；
在中间段烧结料面导入富氢燃气和水蒸汽复合气体；
在烟气升温段烧结料面导入机尾段高温烟气与点火段和/或保温段烟气。
- [权利要求 5] 根据权利要求4所述的一种载能复合气体介质烧结的协同减排方法，其特征在于：
在点火段烧结料面导入温度为250~350℃，氧含量不低于20%的热废气；
在保温段烧结料面导入温度为200~300℃，氧含量不低于20%的热废气，同时采用梯级喷加的方式喷加富氢燃气；

在中间段烧结料面喷加富氢燃气，同时采用梯级喷加的方式喷加温度不低于120℃、压力不低于0.2MPa的水蒸汽；

在烟气升温段烧结料面导入温度不低于120℃，氧含量不低于17%，CO₂和水蒸汽的含量均不高于4%的由机尾段高温烟气与点火段和/或保温段烟气组成的混合气体。

[权利要求 6] 根据权利要求5所述的一种载能复合气体介质烧结的协同减排方法，其特征在于：在保温段烧结料面采用梯级喷加的方式喷加富氢燃气，富氢燃气体积百分比浓度沿烧结机运行方向从0.50~0.6%均匀降低至0.2%~0.30%。

[权利要求 7] 根据权利要求6所述的一种载能复合气体介质烧结的协同减排方法，其特征在于：所述富氢燃气为摩尔分子量不低于16的烃类气体。

[权利要求 8] 根据权利要求5所述的一种载能复合气体介质烧结的协同减排方法，其特征在于：在中间段烧结料面采用梯级喷加的方式喷加水蒸汽，水蒸汽体积百分比浓度沿烧结机运行方向从0.3~0.4%均匀提升至0.7~0.9%；且在中间段烧结料面喷加体积百分比浓度为0.2~0.5%的富氢燃气。

[权利要求 9] 根据权利要求8所述的一种载能复合气体介质烧结的协同减排方法，其特征在于：所述富氢燃气为含烃类气体和/或氢气的燃气。

[权利要求 10] 根据权利要求5所述的一种载能复合气体介质烧结的协同减排方法，其特征在于：所述热废气为烧结矿冷却产生的中低温废气，或者为高炉煤气或转炉煤气燃烧产生的中低温废气。

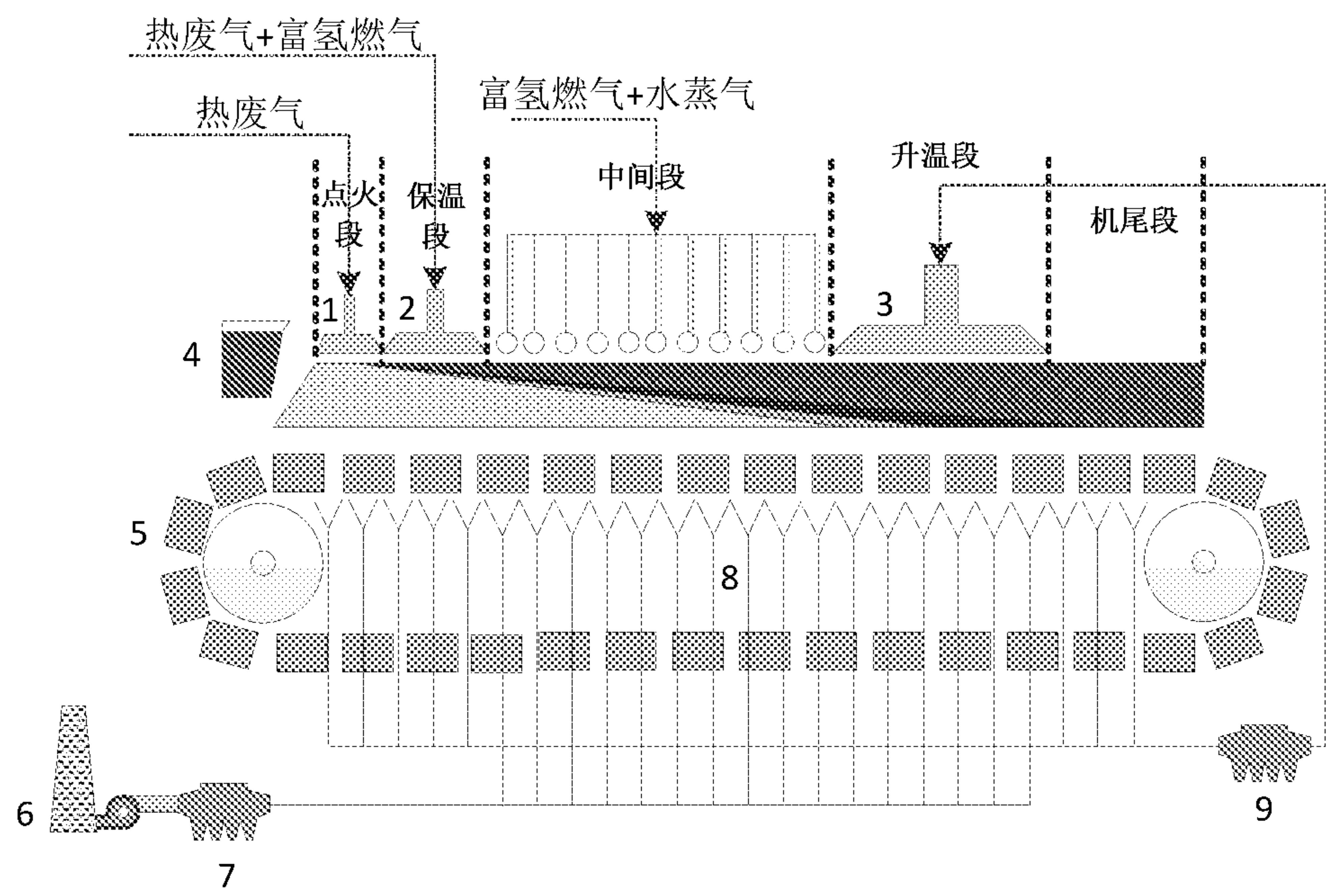


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/105364

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22B 1/16(2006.01)i; F27D 17/00(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)

C22B1/16, F27D17, F27B21

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)

VEN; CNABS; CNTXT; CNKI: 中南大学, 中冶长天国际工程有限责任公司, 甘敏, 范晓慧, 周志安, 周浩宇, 烧结, 节能, 减排, 协同, 燃气, 氢气, 甲烷, 蒸汽, 蒸气, 喷, 吹, 量, 级, gas, methane, steam, vapor, sintering, increas+, energy saving, emission reduction

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 109668444 A (ZENITH STEEL GROUP CORPORATION) 23 April 2019 (2019-04-23) description, paragraphs [0014]-[0020] and figures 1-2	1-3
Y	CN 109668444 A (ZENITH STEEL GROUP CORPORATION) 23 April 2019 (2019-04-23) description, paragraphs [0014]-[0020] and figures 1-2	4
Y	CN 110564952 A (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY et al.) 13 December 2019 (2019-12-13) description, paragraphs [0001]-[0035] and figure 1	4
X	CN 106595327 A (SINOSTEEL ANSHAN RESEARCH INSTITUTE OF THERMO ENERGY CO., LTD.) 26 April 2017 (2017-04-26) description, paragraphs [0001]-[0050] and figures 1-2	1-3
Y	CN 106595327 A (SINOSTEEL ANSHAN RESEARCH INSTITUTE OF THERMO ENERGY CO., LTD.) 26 April 2017 (2017-04-26) description, paragraphs [0001]-[0050] and figures 1-2	4
Y	CN 110592370 A (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) 20 December 2019 (2019-12-20) description, paragraphs [0001]-[0040] and figure 1	4
X	US 2003110891 A1 (CT DE RECH S METALLURG) 19 June 2003 (2003-06-19) description, paragraphs [0001]-[0091] and figure 1	1-3

☒ 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

14 October 2020

Date of mailing of the international search report

21 October 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/105364

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4536211 A (SUMITOMO METAL IND. et al.) 20 August 1985 (1985-08-20) description, columns 1-10 and figure 2	1-3
X	CN 104034175 A (NORTHERN (DALIAN) ENGINEERING & TECHNOLOGY CORPORATION, MCC) 10 September 2014 (2014-09-10) description, paragraphs [0001]-[0035] and figures 1-3	1-3
A	CN 207066129 U (ZHONGYE CHANGTIAN INTERNATIONAL ENGINEERING CO., LTD.) 02 March 2018 (2018-03-02) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/105364

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109668444	A	23 April 2019	None			
CN	110564952	A	13 December 2019	None			
CN	106595327	A	26 April 2017	CN	106595327	B	19 March 2019
CN	110592370	A	20 December 2019	None			
US	2003110891	A1	19 June 2003	WO	0190424	A1	29 November 2001
				BE	1013448	A3	05 February 2002
				AU	5996701	A	03 December 2001
				CA	2407401	A1	29 November 2001
				EP	1287168	A1	05 March 2003
				JP	2003534453	A	18 November 2003
				KR	20020091264	A	05 December 2002
				BR	0111363	A	20 May 2003
US	4536211	A	20 August 1985	IN	162126	B	02 April 1988
				JP	S602597	B2	22 January 1985
				KR	890001042	B1	20 April 1989
				JP	S58200986	A	22 November 1983
				KR	840004570	A	22 October 1984
CN	104034175	A	10 September 2014	CN	104034175	B	30 December 2015
CN	207066129	U	02 March 2018	None			

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2020/105364
A. 主题的分类 C22B 1/16(2006.01)i; F27D 17/00(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) C22B1/16, F27D17, F27B21 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)) VEN;CNABS;CNTXT;CNKI:中南大学, 中冶长天国际工程有限责任公司, 甘敏, 范晓慧, 周志安, 周浩宇, 烧结, 节能, 减排, 协同, 燃气, 氢气, 甲烷, 蒸汽, 蒸气, 喷, 吹, 量, 级, gas, methane, steam, vapor, sintering, increas+, energy saving, emission reduction		
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
X	CN 109668444 A (中天钢铁集团有限公司) 2019年 4月 23日 (2019 - 04 - 23) 说明书第[0014]-[0020]段及附图1-2	1-3
Y	CN 109668444 A (中天钢铁集团有限公司) 2019年 4月 23日 (2019 - 04 - 23) 说明书第[0014]-[0020]段及附图1-2	4
Y	CN 110564952 A (中南大学等) 2019年 12月 13日 (2019 - 12 - 13) 说明书第[0001]-[0035]段及附图1	4
X	CN 106595327 A (中钢集团鞍山热能研究院有限公司) 2017年 4月 26日 (2017 - 04 - 26) 说明书第[0001]-[0050]段及附图1-2	1-3
Y	CN 106595327 A (中钢集团鞍山热能研究院有限公司) 2017年 4月 26日 (2017 - 04 - 26) 说明书第[0001]-[0050]段及附图1-2	4
Y	CN 110592370 A (中南大学) 2019年 12月 20日 (2019 - 12 - 20) 说明书第[0001]-[0040]段及附图1	4
X	US 2003110891 A1 (CT DE RECH S METALLURG) 2003年 6月 19日 (2003 - 06 - 19) 说明书第[0001]-[0091]段及附图1	1-3
☒ 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 2020年 10月 14日		国际检索报告邮寄日期 2020年 10月 21日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(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 张鑫 电话号码 010-62084870

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
X	US 4536211 A (SUMITOMO METAL IND等) 1985年 8月 20日 (1985 - 08 - 20) 说明书第1-10栏及附图2	1-3
X	CN 104034175 A (中冶北方大连工程技术有限公司) 2014年 9月 10日 (2014 - 09 - 10) 说明书第[0001]-[0035]段及附图1-3	1-3
A	CN 207066129 U (中冶长天国际工程有限责任公司) 2018年 3月 2日 (2018 - 03 - 02) 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/CN2020/105364			
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	109668444	A	2019年 4月 23日	无			
CN	110564952	A	2019年 12月 13日	无			
CN	106595327	A	2017年 4月 26日	CN	106595327	B	2019年 3月 19日
CN	110592370	A	2019年 12月 20日	无			
US	2003110891	A1	2003年 6月 19日	W0	0190424	A1	2001年 11月 29日
				BE	1013448	A3	2002年 2月 5日
				AU	5996701	A	2001年 12月 3日
				CA	2407401	A1	2001年 11月 29日
				EP	1287168	A1	2003年 3月 5日
				JP	2003534453	A	2003年 11月 18日
				KR	20020091264	A	2002年 12月 5日
				BR	0111363	A	2003年 5月 20日
US	4536211	A	1985年 8月 20日	IN	162126	B	1988年 4月 2日
				JP	S602597	B2	1985年 1月 22日
				KR	890001042	B1	1989年 4月 20日
				JP	S58200986	A	1983年 11月 22日
				KR	840004570	A	1984年 10月 22日
CN	104034175	A	2014年 9月 10日	CN	104034175	B	2015年 12月 30日
CN	207066129	U	2018年 3月 2日	无			