(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114317852 A
(43)申请公布日 2022.04.12

(21)申请号 202210048245.6

(22)申请日 2022.01.17

(71)申请人 新疆八一钢铁股份有限公司
地址 830022 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市头屯河区新钢路1号

(72)发明人 季书民 许晓兵 贾志国

(51)Int.Cl.
C21B 5/00(2006.01)
C21B 5/06(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种2500m^{3}高炉煤气碳循环的低碳炼铁方法

(57)摘要

本发明公开了一种2500m^{3}大型高炉煤气碳循环的低碳冶金炼铁方法，原料由碱性烧结矿、酸性球团矿、碱性或酸性生矿、废钢四种原料按一定的比例均匀分配而成，烧结矿的占比70～75%，球团矿的占比10～15%，生矿的占比3～5%，废钢的占比3～5%，在炉内形成矿石层；焦炭和焦丁或小块焦按比例均匀混合而成，其中，焦炭用量为250～280kg/t铁水；焦丁或小块焦的配加比例按质量百分数为焦炭质量的2～4%，在炉内形成焦炭层；高炉使用的原燃料按照焦炭层和矿石层依次分批循环交替从炉顶加入高炉，从风口喷入的是富氧率在90～99%的冷态氧气，同时配加蒸汽，用以调节理论燃烧温度至2000-2100℃。

CN 114317852 A

1.一种2500m^3大型高炉煤气碳循环的低碳冶金炼铁方法,其特征在于包括如下步骤:

1)、原料由碱性烧结矿、酸性球团矿、碱性或酸性生矿、废钢四种原料按一定的比例均匀分配而成,在所述的原料质量百分比中:烧结矿的占比按质量百分比为原料总质量的70～75%,球团矿的占比按质量百分比为原料总质量的10～15%,生矿的占比按质量百分比为原料总质量的3～5%,废钢的占比按质量百分比为原料总质量的3～5%,在炉内形成矿石层;焦炭和焦丁或小块焦按比例均匀混合而成,其中,焦炭用量为250～280kg/t铁水;焦丁或小块焦的配加比例按质量百分数为焦炭质量的2～4%,在炉内形成焦炭层;

2)、高炉使用的原燃料在槽下称量,通过输送皮带由高炉炉顶装料布料设备,按照焦床层和矿石层从依次分批循环交替从炉顶加入高炉,2500m^3高炉采用平台和漏斗布料模式,确保边缘气流和中心气流的合理分布,通过1.0-1.5m深的漏斗稳定中心气流,同时获得稳定、畅通的边缘气流,料线控制在1.5-1.8m,铁矿石为高还原性铁矿石,包括碱性烧结矿、酸性球团矿、酸或碱性生矿和废钢,其综合入炉品位大于59.5%,配加废钢入炉品位大于59%;3)、所述高炉采用90%以上超高富氧或全氧冶炼,焦炉煤气、欧冶炉脱碳煤气与2500m^3高炉炉顶煤气循环相耦合的工艺,所述2500m^3高炉炉顶煤气经除尘温度达到100-150℃,之后采用换热器将煤气温度降至40-45℃,达到脱碳装置的煤气入口温度要求,换热器换热后产生蒸汽并入蒸汽管网供脱CO_2系统加热煤气使用,高炉炉顶煤气经脱除CO_2需加压至0.55Mpa以上,所述多种煤气介质通过煤气加热炉加热至950-1200℃,脱除CO_2后的还原煤气中的CO_2体积百分含量小于1%,所述2500m^3高炉风口90%以上超高富氧或全氧进行冶炼,以950-1200℃高温煤气的喷入高炉,喷入高温混合煤气使风口前燃烧的碳量减少;

4)、从风口喷入的是富氧率在90～99%的冷态氧气,根据冶炼参数的调整,每冶炼1t生铁耗氧量为300～500Nm^3,蒸汽用量为50～100kg,包含煤气中的水分,混合煤气700-900Nm^3,从风口喷入常温氧气和多种煤气介质,同时配加蒸汽,用以调节理论燃烧温度至2000-2100℃。

一种2500m^{3}高炉煤气碳循环的低碳炼铁方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种2500m^{3}高炉煤气碳循环的低碳炼铁方法，属于高炉低碳炼铁技术领域。

背景技术

[0002] 现代高炉炼铁流程的工艺技术已经发展了几百年，90％的生铁是由传统高炉炼铁工艺生产的，高炉炼铁工序的碳排放占钢铁冶金工业的碳排放的70％以上，传统高炉发展到今天已是极高效率的反应器，在高产、低耗、长寿、效率、优质、环保等理论和技术都已发展到鼎盛时期，其效率和地位都是其它工艺不能完全替代的，如果能在现有的传统高炉上进行技术的突破，使高炉绿色化、低碳化，必将成为传统高炉发展低碳技术创新点，必将是当今世界钢铁工业发展的主旋律，因此发展低碳高炉，降低传统高炉的化石燃料消耗是实现钢铁工业碳减排的主要方向之一。

[0003] 我国90%的流程都是高炉长流程，如果因为碳排放的原因，高炉流程不能继续生产了，那数万亿的高炉长流程资产将归零，这对整个我国钢铁行业资产的保值将会带来巨大压力。所以延续高炉长流程，实现长流程的绿色低碳、最终实现碳中和是钢铁行业现在技术减碳的重点技术工作。

[0004] 现在，钢铁企业已经通过提高焦炭及矿石质量、优化高炉设备设计、强化工艺操作等技术手段，降低高炉燃料比达到降低碳排放目的。然而，传统高炉由于使用高温度的鼓风由高炉风口喷入与高炉内的碳元素反应，由于鼓风中含有79%的N_2，致使高炉内部料柱中还原性煤气中含有大量的N_2，料柱中的铁矿石发生间接还原反应的还原性气体含量不高，间接还原度低，煤气的化学能得不到充分利用，铁矿石在炉身上部的间接还原不足，到达软熔带及炉缸时，仍然含有大量的铁氧化物，这些铁氧化物与焦炭中的碳素发生强烈的直接还原吸热反应，需要消耗大量的焦炭补充铁氧化物还原的热量，传统高炉炼铁燃料已达到极限，因此若不采用技术上的突破，无法继续降低化石燃料焦炭和煤粉的消耗，吨铁碳排放量仍然很高。

发明内容

[0005] 本发明目的在于提供一种2500m^{3}高炉煤气碳循环的低碳冶金炼铁方法，可以解决现有技术中传统高炉炼铁燃料比降低技术有限且吨铁CO_2排放量高的问题，以达到降低高炉固体化石燃料，提升高炉炼铁冶金效率和降低高炉炼铁过程CO_2排放的目的。

[0006] 本发明提供一种2500m^{3}大型高炉煤气碳循环的低碳冶金炼铁方法，包括如下步骤：1、原料由碱性烧结矿、酸性球团矿、碱性或酸性生矿、废钢四种原料按一定的比例均匀分配而成，在所述的原料质量百分比中：烧结矿的占比按质量百分比为原料总质量的70～75％，球团矿的占比按质量百分比为原料总质量的10～15％，生矿的占比按质量百分比为原料总质量的3～5％，废钢的占比按质量百分比为原料总质量的3～5％，在炉内形成矿石层；焦炭和焦丁或小块焦按比例均匀混合而成，其中，焦炭用量为250～280kg/t铁水；焦丁

或小块焦的配加比例按质量百分数为焦炭质量的2～4％，在炉内形成焦炭层；2、高炉使用的原燃料在槽下称量，通过输送皮带由高炉炉顶装料布料设备，按照焦床层和矿石层从依次分批循环交替从炉顶加入高炉，2500m^3高炉采用平台和漏斗布料模式，确保边缘气流和中心气流的合理分布，通过1.0-1.5m深的漏斗稳定中心气流，同时获得稳定、畅通的边缘气流，料线控制在1.5-1.8m，铁矿石为高还原性铁矿石，包括碱性烧结矿、酸性球团矿、酸或碱性生矿和废钢，其综合入炉品位大于59.5％，配加废钢入炉品位大于59％；3、所述高炉采用90%以上超高富氧或全氧冶炼，焦炉煤气、欧冶炉脱碳煤气与2500m^3高炉炉顶煤气循环相耦合的工艺，所述2500m^3高炉炉顶煤气经除尘温度达到100-150℃，之后采用换热器将煤气温度降至40-45℃，达到脱碳装置的煤气入口温度要求，换热器换热后产生蒸汽并入蒸汽管网供脱CO_2系统加热煤气使用，高炉炉顶煤气经脱除CO_2需加压至0.55Mpa以上，所述多种煤气介质通过煤气加热炉加热至950-1200℃，脱除CO_2后的还原煤气中的CO_2体积百分含量小于1％，所述2500m^3高炉风口90%以上超高富氧或全氧进行冶炼，以950-1200℃高温煤气的喷入高炉，喷入高温混合煤气使风口前燃烧的碳量减少；4、从风口喷入的是富氧率在90～99％的冷态氧气，根据冶炼参数的调整，每冶炼1t生铁耗氧量为300～500Nm^3，蒸汽用量为50～100kg，包含煤气中的水分，混合煤气700-900 Nm^3，从风口喷入常温氧气和多种煤气介质，同时配加蒸汽，用以调节理论燃烧温度至2000-2100℃。

[0007] 本发明的效果在于：

1、通过煤气加热炉提高煤气加热的安全性的基础上，使得低温多种煤气介质(混合煤气)以950-1200℃高温煤气的喷入高炉，喷入高温混合煤气可使风口前燃烧的碳量减少，由于在单位生铁热收入不变的条件下热煤气所带入的热量替代了风口前焦碳燃烧的热量，替补部分炉内化学反应及加热炉料所需热量，达到进一步降低固体化石燃料焦碳的消耗。。

[0008] 2、2500m^3高炉超高富氧或全氧风口喷吹加热混合煤气冶炼，从风口喷入的是富氧率在90～99％的冷态氧气，根据冶炼参数的调整，每冶炼1t生铁耗氧量为300～500Nm^3，蒸汽用量为50～100kg(包含煤气中的水分)，混合煤气700-900 Nm^3。从高炉风口喷入常温氧气以后，高炉理论燃烧温度升高，煤气量减少，造成高炉炉缸区域热量过多而炉身部位热量不足。而风口喷入常温氧气和多种煤气介质(混合煤气)，同时配加蒸汽，用以调节理论燃烧温度至2000-2100℃，蒸汽及煤气中的水分蒸发并与炽热的焦炭发生水煤气反应，反应式如下：

$H_2O= O_2+ H_2$

$H_2O+C= H_2+ CO$

$2C+O_2=2CO$

以上两个反应都是强吸热反应，可以有效解决2500m^3高炉超高富氧或全氧炉缸‘下热’的问题，反应产生的大量CO和H_2，包括喷吹的煤气补偿了由于取消N_2入炉而带来的炉缸煤气量减少的问题。同时由于减少了N_2入炉，还原性气体浓度由普通高炉的40％左右变为接近80％(H_2+CO)以上， 还原性强的H_2所占比例与传统高炉相比也有很大提高，从而增强了高炉整体料柱煤气的还原能力。

[0009] $3Fe_2O_3+CO\rightarrow 2Fe_3O_4+CO_2$

$Fe_3O_4+CO\rightarrow 3FeO+CO2$

$FeO+CO \rightarrow Fe+CO_2$

$3Fe_2O_3+H_2 \rightarrow 2Fe_3O_4+H_2O$

$Fe_3O_4+H_2 \rightarrow 3FeO+H_2O$

$FeO+H_2 \rightarrow Fe+H_2O$

3、通过在高炉炉身部位也设置了高温多种煤气介质(混合煤气)入口,解决了2500m^{3}高炉超高富氧或全氧冶炼高炉炉身部位煤气量不足,热量不够的问题,同时还进一步的对铁矿石进行了一定程度的物理预热,使得高炉内部整体热量利用和炉料顺行达到了最佳的优化效果。同时由于解决了2500m^{3}高炉超高富氧或全氧冶炼高炉上冷下热的问题,多种煤气介质(混合煤气)能够实现碳循环更加合理的充分利用,从而使得炉内的焦炭使用量大幅度降低,减少了固体化石燃料焦炭的使用从而降低了工序碳排放。

[0010] 综上所述,传统高炉由于使用高温度的鼓风由高炉风口喷入与高炉内的碳元素反应,由于鼓风中含有79%的N_2,致使高炉内部料柱中还原性煤气中含有大量的N_2,料柱中的铁矿石发生间接还原反应的还原性气体含量不高,间接还原度低,煤气的化学能得不到充分利用,铁矿石在炉身上部的间接还原不足,到达软熔带及炉缸时,仍然含有大量的铁氧化物,这些铁氧化物与焦炭中的碳素发生强烈的直接还原吸热反应,需要消耗大量的焦炭补充铁氧化物还原的热量。本发明提供一种2500m^{3}大型高炉煤气碳循环的低碳冶金炼铁方法,实现全氧鼓风,高炉炉顶煤气中的氮气显著减少,同时将高炉煤气中的CO和CO_2的分离,CO_2回收利用后,剩下的高浓度还原煤气CO+ H_2再通过管道输送到风口和炉身,实现高炉内部CO和H_2重新富集成高还原势的煤气,用于还原铁矿石,实现冶金煤气的碳循环技术。通过这样的不断碳循环,实现煤气中的碳化学能的完全利用。另外利用煤气循环,煤气中大量富氢及含碳物质就不会浪费其化学能,还原性煤气CO+ H_2在高炉内循环,从而降低高炉流程对化石能源的消耗。所以发明的2500m^{3}大型高炉煤气碳循环的低碳冶金炼铁方法是延续高炉长流程技术,实现长流程的碳减排,碳中和的创新重点。本发明的目的是利用高炉本体所产生的煤气,通过本系统的热风炉的技术升级,加热本系统的煤气到900-1200℃,应用于本发明炼铁2500m^{3}大型高炉煤气碳循环的低碳冶金炼铁方法工艺中,用来解决传统高炉炼铁工艺带来的CO_2排放大,环境污染严重,生产率较低等问题;同时,并且可以掺混喷吹欧冶炉脱碳煤气和焦炉富氢煤气,实现欧冶炉、2500m^{3}大型高炉、焦炉的多项耦合,多种煤气介质喷吹的2500m^{3}大型高炉炼铁方法,用于解决现有技术中低碳高炉技术喷吹煤气置换比较低、减碳效果不佳的问题,本2500m^{3}大型高炉同时具有高炉炉顶煤气脱除CO_2,高浓度还原煤气CO+ H_2再通过管道输送到风口和炉身,喷吹至炉内,替代向炉缸喷吹化石燃料煤粉和降低炉内焦炭用量的目的。本发明采用氧气含量为90-99.9%的常温鼓风代替含氧21%的高温热空气鼓风,用本系统的通过煤气加热炉,加热本系统的脱除CO_2后的煤气、欧冶炉脱碳煤气、焦炉煤气,加热至900-1300℃,将加热过的高温还原煤气代替煤粉,一部分喷入2500m^{3}大型高炉风口,一部分喷入炉身下部,提高高炉生产效率,高炉利用系数可达3.0-4.0,化石固体燃料比可降低至280kg/t铁。所述的从2500m^{3}大型高炉风口喷入常温氧气以后,高炉理论燃烧温度升高,配加蒸汽50～100kg/t铁,用以调节理论燃烧温度至2000-2100℃。

附图说明

[0011] 图1为2500m^{3}高炉煤气碳循环的低碳冶金炼铁方法工艺流程示意图。

[0012] 1-2500m^{3}高炉本体;2-除尘装置;3-换热装置;4-加压装置;5-CO_2脱除装置;6-煤气加热炉;7-风口喷吹结构;8-炉身喷吹结构。

具体实施方式

[0013] 一种2500m^{3}大型高炉煤气碳循环的低碳冶金炼铁方法,包括如下步骤:1、原料由碱性烧结矿、酸性球团矿、碱性或酸性生矿、废钢四种原料按一定的比例均匀分配而成,在所述的原料质量百分比中:烧结矿的占比按质量百分比为原料总质量的70～75%,球团矿的占比按质量百分比为原料总质量的10～15%,生矿的占比按质量百分比为原料总质量的3～5%,废钢的占比按质量百分比为原料总质量的3～5%,在炉内形成矿石层;焦炭和焦丁或小块焦按比例均匀混合而成,其中,焦炭用量为250～280kg/t铁水;焦丁或小块焦的配加比例按质量百分数为焦炭质量的2～4%,在炉内形成焦炭层;2、高炉使用的原燃料在槽下称量,通过输送皮带由高炉炉顶装料布料设备,按照焦床层和矿石层从依次分批循环交替从炉顶加入高炉,2500m^{3}高炉采用平台和漏斗布料模式,确保边缘气流和中心气流的合理分布,通过1.0-1.5m深的漏斗稳定中心气流,同时获得稳定、畅通的边缘气流,料线控制在1.5-1.8m,铁矿石为高还原性铁矿石,包括碱性烧结矿、酸性球团矿、酸或碱性生矿和废钢,其综合入炉品位大于59.5%,配加废钢入炉品位大于59%;3、所述高炉采用90%以上超高富氧或全氧冶炼,焦炉煤气、欧冶炉脱碳煤气与2500m^{3}高炉炉顶煤气循环相耦合的工艺,所述2500m^{3}高炉炉顶煤气经除尘温度达到100-150℃,之后采用换热器将煤气温度降至40-45℃,达到脱碳装置的煤气入口温度要求,换热器换热后产生蒸汽并入蒸汽管网供脱CO_2系统加热煤气使用,高炉炉顶煤气经脱除CO_2需加压至0.55Mpa以上,所述多种煤气介质通过煤气加热炉加热至950-1200℃,脱除CO_2后的还原煤气中的CO_2体积百分含量小于1%,所述2500m^{3}高炉风口90%以上超高富氧或全氧进行冶炼,以950-1200℃高温煤气的喷入高炉,喷入高温混合煤气使风口前燃烧的碳量减少;4、从风口喷入的是富氧率在90～99%的冷态氧气,根据冶炼参数的调整,每冶炼1t生铁耗氧量为300～500Nm^3,蒸汽用量为50～100kg,包含煤气中的水分,混合煤气700-900 Nm^3,从风口喷入常温氧气和多种煤气介质,同时配加蒸汽,用以调节理论燃烧温度至2000-2100℃。

[0014] 参考图1,2500m^{3}高炉煤气碳循环的低碳冶金炼铁方法的生产系统具体为:

所述 2500m^{3}高炉煤气碳循环的低碳冶金炼铁方法中工艺系统包括2500m^{3}高炉本体1和炉顶煤气除尘装置2、换热装置3、循环加压装置4、CO_2脱除装置5及煤气加热炉6、风口喷吹结构7,在2500m^{3}高炉本体炉缸上环形设置有风口喷吹结构7,在高炉炉身中部设置有炉身加热煤气炉身喷吹结构8。

[0015] 所述风口喷吹结构用于鼓入纯氧和加热多种煤气介质(混合煤气),蒸汽。风口加热煤气、炉身加热煤气入口用于鼓入从炉顶循环脱除CO_2后采用煤气加热炉加热后的高温煤气。

[0016] 所述2500m^{3}高炉煤气碳循环的低碳冶金炼铁方法高炉顶气循环量不足时可将欧冶炉煤气通过脱碳后,通过压缩机及煤气管道兑入2500m^{3}高炉煤气的炉顶脱碳煤气循环管道。

[0017] 所述2500m^{3}高炉煤气碳循环的低碳冶金炼铁方法高炉顶气循环量不足时可将焦炉煤气通过压缩机及煤气管道兑入2500m^{3}高炉煤气的炉顶脱碳煤气循环管道。

[0018] 通过生产实践，原料由碱性烧结矿、酸性球团矿、碱性或酸性生矿、废钢四种原料按一定的比例均匀分配而成，在所述的原料质量百分比中：烧结矿的占比按质量百分比为原料总质量的75％，球团矿的占比按质量百分比为原料总质量的15％，生矿的占比按质量百分比为原料总质量的5％，废钢的占比按质量百分比为原料总质量的5％。

[0019] 风口喷吹煤气量：800 Nm^3/t铁；

风口喷吹煤气温度850~950℃(根据炉热情况可调)；

炉腹煤气成分：H_2：17.41％CO：81.75％N_2：0.84％；

炉身喷吹煤气量：250 Nm^3/t铁；

炉身喷吹煤气温度1050~1200℃(根据炉热情况可调)；

炉身煤气成分：H_2：11.67％CO：87.49％N_2：0.84％；

蒸汽喷吹煤气量：100kg/t铁；

氧气消耗量：335m^3/t铁；

焦比：273kg/ t铁；

炉腹煤气量：1232m^3/tHM；

理论燃烧温度：2085℃；

炉顶煤气量：1577m^3/tHM；

炉顶煤气成分：H_2：10.11％CO：37.2％CO_2：44.55％ H_2O：7.3％ N_2：0.84％。

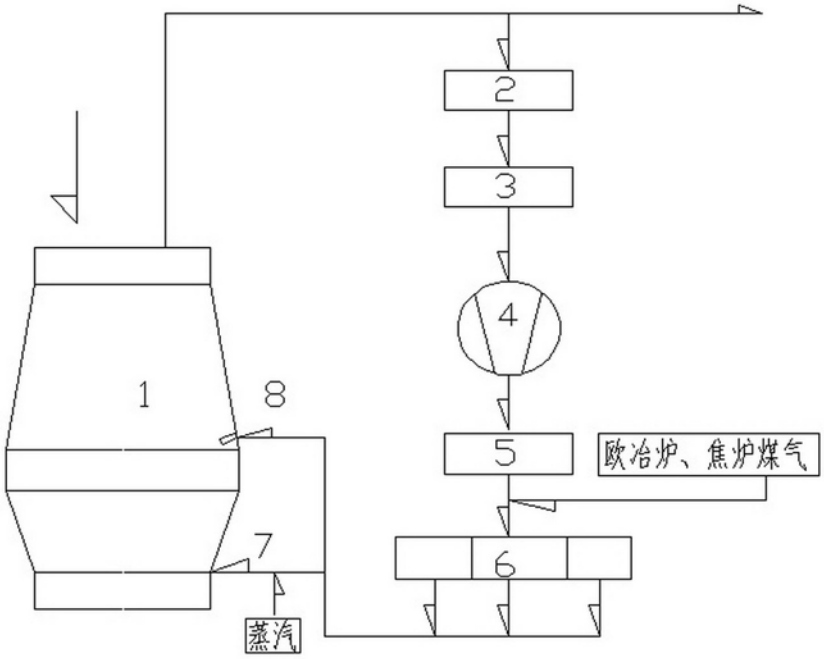

图1