



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104975117 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 14

(21) 申请号 201510417109. X

(22) 申请日 2015. 07. 15

(71) 申请人 南京凯盛开能环保能源有限公司

地址 210036 江苏省南京市建邺区奥体大街
69 号新城科技大厦 01 幢 3 层

(72) 发明人 宋纪元 侯宾才 方明 刘亚雷
王朝雄 刘木堂

(74) 专利代理机构 南京知识律师事务所 32207
代理人 李媛媛

(51) Int. Cl.

C21B 3/08(2006. 01)

C21B 5/00(2006. 01)

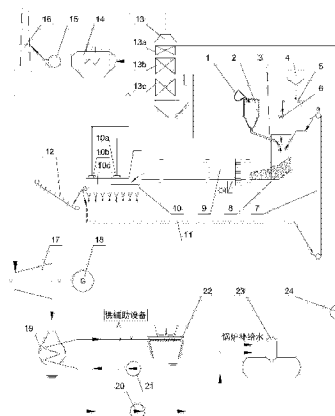
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种高炉渣综合处理及显热回收发电系统及方法

(57) 摘要

本发明提出一种高炉渣综合处理及显热回收发电系统及方法,属于钢铁冶金炉渣处理及余能回收技术领域。本发明的系统包括接渣装置、石灰石给料装置、炉渣综合处理装置、渣料冷却装置、冷渣料循环单元、余热回收发电装置以及废气净化处理装置。利用独特的炉渣综合处理装置先对高炉渣进行调质、改性并使其破碎成块状渣料,然后通过篦冷机对其冷却产生热废气,热废气通过余热锅炉产生过热蒸汽,推动汽轮发电机组做功发电。本发明有效地解决了高炉渣的显热回收,在不影响高炉渣的后续利用价值基础上,能高效、充分回收利用炉渣高温余热资源。



1. 一种高炉渣综合处理及显热回收发电系统,包括接渣装置、石灰石给料装置、炉渣综合处理装置、渣料冷却装置、冷渣料循环单元、余热回收发电装置以及废气净化处理装置,其特征在于:

所述接渣装置由接渣罐(1)、储渣罐(2)和炉渣溜槽(3)组成;

所述石灰石给料装置由石灰石贮仓(4)、给料称重机(5)以及球磨机(6)组成;

所述炉渣综合处理装置由缓冲罐(8)和回转窑(9)组成,所述缓冲罐(8)出口与所述回转窑(9)入口相连;所述缓冲罐(8)入口与炉渣溜槽(3)相连;所述缓冲罐(8)入口还通过管道分别与球磨机(6)出口和斗式提升机(7)出口相连;

所述渣料冷却装置主要包括篦冷机(10)和链式输送机(12),所述篦冷机入口与所述渣回转窑(9)出口相连;所述篦冷机的余风口(10b)前方设置有挡风墙(10c);所述链式输送机(12)与篦冷机(10)出口相连;

所述冷渣料循环单元主要包括冷渣粒输送管线(11)和斗式提升机(7);所述冷渣粒输送管线(11)入口与所述篦冷机(10)出口相连;所述冷渣粒输送管线(11)出口与斗式提升机(7)入口相连;

所述余热回收发电装置主要包括余热锅炉(13)、汽轮机(17)、发电机(18)、凝汽器(19)、凝结水泵(20)、循环冷却水泵(21)、冷却塔(22)、除氧器(23)和给水泵(24);所述篦冷机的取风口(10a)通过风管与余热锅炉(13)入口相连接;

所述废气净化处理装置包括除尘器(14)、引风机(15)和烟囱(16),所述余热锅炉(13)出口及篦冷机余风口(10b)与除尘器(14)入口相连,除尘器(14)出口与引风机(15)入口相连,引风机(15)出口与烟囱(16)相连。

2. 根据权利要求1所述的一种高炉渣综合处理及显热回收发电系统,其特征在于,所述接渣罐(1)和储渣罐(2)的外表均敷设绝热保护层。

3. 根据权利要求1所述的一种高炉渣综合处理及显热回收发电系统,其特征在于,所述缓冲罐(8)的外侧敷设绝热保护层,其内侧敷设高温耐磨层。

4. 根据权利要求1所述的一种高炉渣综合处理及显热回收发电系统,其特征在于,所述余热锅炉(13)为下进风带内置沉降室式余热锅炉。

5. 根据权利要求1至4之一所述的一种高炉渣综合处理及显热回收发电系统,其特征在于,所述余热锅炉(13)内从上而下设置有省煤器(13a)、蒸发器(13b)和过热器(13c);所述过热器(13c)通过主蒸汽母管与汽轮机(17)的主汽门连接,所述汽轮机(17)与发电机(18)相连;所述汽轮机(17)的乏汽出口与凝汽器(19)相连,凝汽器(19)的热井与凝结水泵(20)的入口相连;所述冷却塔(22)的下部水池与循环冷却水泵(21)相连,循环冷却水泵(21)与所述凝汽器(19)的冷却水入口相连,所述凝汽器(19)的冷却水出口与冷却塔(22)的上部相连;所述凝结水泵(20)的出口与除氧器(23)的入口连接,同时锅炉补给水管也与所述除氧器(23)的入口连接,除氧器(23)的出口与给水泵(24)的入口相连,给水泵(24)的出口与所述省煤器(13a)入口相连。

6. 利用如权利要求1所述一种高炉渣综合处理及显热回收发电系统的发电方法,其特征在于,包括以下过程:

(a) 高炉炼铁工艺过程中,排出1400-1600℃的熔融高炉渣,高炉渣经接渣罐(1)盛接并运输至储渣罐(2),然后再通过储渣罐底部的炉渣溜槽(3)将炉渣引至缓冲罐(8)内;

(b) 通过给料称重机 (5) 从石灰石贮仓 (4) 中称取一定重量的石灰石, 送入球磨机 (6) 中研磨出一定细度的石灰石, 然后将石灰石通过输送管道也送入缓冲罐 (8) 中;

(c) 将斗式提升机 (7) 送来的部分冷渣料也送入缓冲罐 (8) 中, 与高炉渣以及石灰石在缓冲罐 (8) 中初步混合;

(d) 初步混合后的渣料进入回转窑 (9) 充分混匀, 通过控制进入的石灰石量对高炉渣进行调质, 使得混匀后的渣料碱度 R 在 $2.0 \sim 2.1$, 氧化镁重量百分比 $\leq 10\%$, 并使得改性后的渣料在冷却过程中不需要急速冷却, 也能保持相当的活性, 不影响其作为水泥原料的使用价值; 同时通过控制进入的冷渣料量, 对高温高炉渣进行冷却, 使其破碎为块状渣料;

(e) 经回转窑 (9) 充分混匀、调质后的块状渣料落在篦冷机 (10) 上, 与从下方鼓入的冷却空气进行换热, 经充分冷却后的渣料输出篦冷机 (10), 温度降至 150°C 以下。

(f) 从篦冷机 (10) 排出的渣料分成两部分: 一部分通过链式输送机 (12) 输送至成品库; 另一部分粒度合适的渣料则通过冷渣料循环单元送入缓冲罐 (8), 与高温高炉渣接触换热, 起到冷却和破碎高温高炉渣的作用;

(g) 冷却空气在篦冷机 (10) 中与高温渣料换热后变成热废气; 中温废气从篦冷机取风口 (10a) 通过风管送入余热锅炉 (13) 换热后产生过热蒸汽, 推动汽轮机 (17) 和发电机 (18) 实现热能转换为电能; 篦冷机的余风从余风口 (10b) 排出, 并与余热锅炉尾部排气汇合后, 依次经过除尘器 (14)、引风机 (15) 以及烟囱 (16) 一起排入大气。

一种高炉渣综合处理及显热回收发电系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于钢铁冶金炉渣处理及余能回收技术领域，特别是涉及一种高炉渣综合处理及显热回收发电系统及方法。

背景技术

[0002] 钢铁工业是国民经济的支柱产业，也是能源和资源密集型产业。提高能源与资源的利用效率一直是钢铁工业的工作重心。在高炉冶炼过程中，从炉顶加入的铁矿石、熔剂和焦炭，在炉内高温燃烧区变成液相，形成的熔融高炉渣浮在铁水上方，通过排渣口排出炉体，高炉渣的出炉温度一般在 $1400 \sim 1550^{\circ}\text{C}$ 之间，每吨渣含 $(1260 \sim 1880) \times 10^3 \text{kJ}$ 的显热，相当于 60kg 标准煤的热值。在我国现有的炼铁技术下，每生产 1 吨生铁副产 0.3 吨高炉渣。2014 年中国生铁产量达到 7.12 亿吨，占世界总产量的 60.4%，折合产生 2.14 亿吨的高炉渣，其显热量相当于 1284 万吨标准煤，回收高炉渣余热的效益相当可观。

[0003] 为了回收高炉渣中所含的大量高品位余热，国外从上个世纪 80 年代就开始研究开发利用干法处理高炉渣，在各国研究的干式粒化方法中，主要包括风淬粒化工艺、转鼓粒化技术、Merotec 法、机械搅拌粒化工艺、连铸连轧工艺、干式离心粒化法等，但至今都没有进行工业化地应用。对各种干式粒化工艺进行了综合分析，能生产满足水泥工业这类高附加值的高炉渣颗粒的工艺包括：转鼓粒化法、风淬法和干式离心粒化法。其中，转鼓粒化法在转鼓上粘结的薄渣片必须用刮板刮下来，这使得设备的作用效率较低，不适合连续大量地处理高温熔渣。产生的渣成片状，需要后续的破碎才能作为水泥的原料，这会造成额外的能源消耗。风淬法能产生高附加值的炉渣颗粒，也具有较高炉渣热回收率。但是在粒化过程中风机动力消耗很大，综合运行成本高，且整个系统的占地面积较大，导致建筑选址难，所以该工艺没有后续利用的报道。而离心粒化法仍处于理论研究或小型模拟实验阶段，还没有出现有效工业化的炉渣急冷粒化及余热回收的方法与技术。目前，离心粒化法在熔融炉渣粒化效果较好，但在急冷效果以及炉渣余热回收热效率方面很不理想。而且在长时间高温条件下，离心粒化装置的传动以及润滑问题没有得到很好的解决。

[0004] 目前，熔融炉渣的余热是钢铁企业中唯一没有被有效利用的高温余热资源。高效、高品质地回收冶金熔融高炉渣余热将成为钢铁企业降低综合能耗的一个重要手段。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种高炉渣综合处理及显热回收发电系统及方法，对熔融高炉渣进行了综合处理并充分回收了高炉渣的高温显热，降低高炉渣处理过程中的能耗，处理后的高炉渣可以直接作为水泥的原料。

[0006] 为实现上述发明目的，本发明采用的技术方案如下：

[0007] 一种高炉渣综合处理及显热回收发电系统，包括接渣装置、石灰石給料装置、炉渣综合处理装置、渣料冷却装置、冷渣料循环单元、余热回收发电装置以及废气净化处理装置；

- [0008] 所述接渣装置由接渣罐、储渣罐和炉渣溜槽组成；
- [0009] 所述石灰石给料装置由石灰石贮仓、给料称重机以及球磨机组成；
- [0010] 所述炉渣综合处理装置由缓冲罐和回转窑组成，所述缓冲罐出口与所述回转窑入口相连；所述缓冲罐入口与炉渣溜槽相连；所述缓冲罐入口还通过管道分别与球磨机出口和斗式提升机出口相连；
- [0011] 所述渣料冷却装置主要包括篦冷机和链式输送机，所述篦冷机入口与所述渣回转窑出口相连；所述篦冷机的余风口前方设置有挡风墙；所述链式输送机与篦冷机出口相连；
- [0012] 所述冷渣料循环单元主要包括冷渣粒输送管线和斗式提升机；所述冷渣粒输送管线入口与所述篦冷机出口相连；所述冷渣粒输送管线出口与斗式提升机入口相连；
- [0013] 所述余热回收发电装置主要包括余热锅炉、汽轮机、发电机、凝汽器、凝结水泵、循环冷却水泵、冷却塔、除氧器和给水泵；所述篦冷机的取风口通过风管与余热锅炉入口相连接，余热锅炉内从上而下设置有省煤器、蒸发器和过热器；所述余热锅炉的过热器通过主蒸汽母管与汽轮机的主汽门连接，所述汽轮机与发电机相连；所述汽轮机的乏汽出口与凝汽器相连，凝汽器的热井与凝结水泵的入口相连；所述冷却塔的下部水池与循环冷却水泵相连，循环冷却水泵与所述凝汽器的冷却水入口相连，所述凝汽器的冷却水出口与冷却塔的上部相连；所述凝结水泵的出口与除氧器的入口连接，同时锅炉补给水管也与所述除氧器的入口连接，除氧器的出口与给水泵的入口相连，给水泵的出口与所述余热锅炉的省煤器入口相连；
- [0014] 所述废气净化处理装置包括除尘器、引风机和烟囱，所述余热锅炉出口及篦冷机余风口与除尘器入口相连，除尘器出口与引风机入口相连，引风机出口与烟囱相连。
- [0015] 进一步的，所述接渣罐和储渣罐的外表均敷设绝热保护层。
- [0016] 进一步的，所述缓冲罐的外侧敷设绝热保护层，其内侧敷设高温耐磨层。
- [0017] 进一步的，所述余热锅炉为下进风带内置沉降室式余热锅炉。
- [0018] 本发明利用上述发电系统的发电方法，包括以下过程：
- [0019] (a) 高炉炼铁工艺过程中，排出 1400–1600℃ 的熔融高炉渣，高炉渣经接渣罐盛接并运输至储渣罐，然后再通过储渣罐底部的炉渣溜槽将炉渣引至缓冲罐内；
- [0020] (b) 通过给料称重机从石灰石贮仓中称取一定重量的石灰石，送入球磨机中研磨出一定细度的石灰石，然后将石灰石通过输送管道也送入缓冲罐中；
- [0021] (c) 将斗式提升机送来的部分冷渣料也送入缓冲罐中，与高炉渣以及石灰石在缓冲罐中初步混合；
- [0022] (d) 初步混合后的渣料进入回转窑充分混匀，通过控制进入的石灰石量对高炉渣进行调质，使得混匀后的渣料碱度 R 在 2.0 ~ 2.1，氧化镁重量百分比 $\leq 10\%$ ，并使得改性后的渣料在冷却过程中不需要急速冷却，也能保持相当的活性，不影响其作为水泥原料的使用价值；同时通过控制进入的冷渣料量，对高温高炉渣进行冷却，使其破碎为块状渣料；
- [0023] (e) 经回转窑充分混匀、调质后的块状渣料落在篦冷机上，与从下方鼓入的冷却空气进行换热，经充分冷却后的渣料输出篦冷机，温度降至 150℃ 以下。
- [0024] (f) 从篦冷机排出的渣料分成两部分：一部分通过链式输送机输送至成品库；另一部分粒度合适的渣料则通过冷渣料循环单元送入缓冲罐，与高温高炉渣接触换热，起到

冷却和破碎高温高炉渣的作用；

[0025] (g) 冷却空气在篦冷机中与高温渣料换热后变成热废气；中温废气从篦冷机取风口通过风管送入余热锅炉换热后产生过热蒸汽，推动汽轮机和发电机实现热能转换为电能；篦冷机的余风从余风口排出，并与余热锅炉尾部排气汇合后，依次经过除尘器、引风机以及烟囱一起排入大气。

[0026] 本发明利用独特的炉渣综合处理装置对高炉渣进行调质、改性并使其破碎成块状渣料，然后通过篦冷机对其冷却产生热废气，热废气通过余热锅炉产生过热蒸汽，推动汽轮发电机组做功发电。具体的优点如下：

[0027] 1. 本发明首先利用石灰石对高炉渣进行调质、改性，使得改性后的渣料在冷却过程中不需要急速冷却，也能保持相当的活性，不影响其作为水泥原料的使用价值；

[0028] 2. 由于不需要急冷，与传统的干式处理方法相比，大大降低了系统的处理能耗，提高了系统的经济效益；

[0029] 3. 与传统的水淬处理方法相比，节省了大量的水资源，同时避免了大量的气态硫化物 SO_2 和 H_2S 的排放，环保效益显著；

[0030] 4. 本发明有效地解决了高炉渣的显热回收，在不影响高炉渣的后续利用价值基础上，能高效、充分回收利用炉渣高温余热资源。

附图说明

[0031] 图 1 是本发明一种高炉渣综合处理及显热回收发电系统流程图。

[0032] 上述图中除已经标明的文字外，1- 接渣罐，2- 储渣罐，3- 炉渣溜槽，4- 石灰石贮仓，5- 給料称重机，6- 球磨机，7- 斗式提升机，8- 缓冲罐，9- 回转窑，10- 篦冷机，10a- 取风口，10b- 余风口，10c- 挡风墙，11- 冷渣粒输送管线，12- 链式输送机，13- 余热锅炉，13a- 省煤器，13b- 蒸发器，13c- 过热器，14- 除尘器，15- 引风机，16- 烟囱，17- 汽轮机，18- 发电机，19- 凝汽器，20- 凝结水泵，21- 循环冷却水泵，22- 冷却塔，23- 除氧器，24- 给水泵。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步详细说明。

[0034] 如图所示，本发明的高炉渣综合处理及显热回收发电系统，包括接渣装置、炉渣综合处理装置、石灰石給料装置、渣料冷却装置、冷渣料循环单元、余热回收发电装置以及废气净化处理装置。

[0035] 接渣装置由接渣罐 1、储渣罐 2 和炉渣溜槽 3 组成，带有内保温的接渣罐 1 将高炉炼铁后排出的熔融高炉渣盛接，集中并汇至同样具有外保温的储渣罐 3，然后再通过储渣罐底部的炉渣溜槽 3 将炉渣引至缓冲罐 8 内；

[0036] 石灰石給料装置由石灰石贮仓 4、給料称重机 5 以及球磨机 6 组成。通过給料称重机 5 从石灰石贮仓 4 中称取一定量的石灰石，送入球磨机 6 中研磨出一定细度的石灰石，然后将石灰石通过输送管道也送入缓冲罐 8 中。

[0037] 炉渣综合处理装置由缓冲罐 8 和回转窑 9 组成，所述缓冲罐 8 出口与所述回转窑 9 入口相连；所述缓冲罐 8 入口与炉渣溜槽 3 相连；所述缓冲罐 8 入口通过管道与球磨机 6 出口、斗式提升机 7 出口相连。将斗式提升机 7 送来的部分冷渣料也送入缓冲罐 8 中，与高

炉渣以及石灰石在缓冲罐 8 中初步混合,然后初步混合后的渣料再进入回转窑 9 充分混匀,通过控制进入的石灰石量对高炉渣进行调质,使得混匀后的渣料碱度 R 在 $2.0 \sim 2.1$,氧化镁重量百分比 $\leq 10\%$,使得改性后的渣料在冷却过程中不需要急速冷却,也能保持相当的活性,不影响其作为水泥原料的使用价值;同时通过控制进入的冷渣料量,对高温高炉渣进行冷却,使其破碎为块状渣料。

[0038] 渣料冷却装置主要包括篦冷机 10 和链式输送机 12,所述篦冷机 10 入口与所述渣回转窑 9 出口相连;所述篦冷机 10 的余风口前面设置有挡风墙 10c;所述链式输送机 12 与篦冷机 10 出口相连。经回转窑 9 充分混匀、调质后的块状渣料落在篦冷机 10 上,与从下方鼓入的冷却空气进行换热,经充分冷却后的渣料输出篦冷机 10,温度降至 150°C 以下,篦冷机 10 内还设置挡风墙 10c,将中后部的相对低温的废气与前部隔开,避免将高温废气与其直接混合而造成余热整体品位降低。

[0039] 冷渣料循环单元主要包括冷渣粒输送管线 11 和斗式提升机 7;所述冷渣粒输送管线 11 入口与所述篦冷机 10 出口相连;所述冷渣粒输送管线 11 出口与斗式提升机 7 入口相连。从篦冷机 10 排出的渣料分成两部分:一部分通过链式输送机输送至成品库;另一部分粒度合适的渣料则通过冷渣料循环单元送入缓冲罐 8,与高温高炉渣接触换热,起到冷却和破碎高温高炉渣的作用;

[0040] 余热回收发电装置主要包括余热锅炉 13、汽轮机 17、发电机 18、凝汽器 19、凝结水泵 20、循环冷却水泵 21、冷却塔 22、除氧器 23 和给水泵 24;余热锅炉内从上而下设置有省煤器 13a、蒸发器 13b 和过热器 13c;中温废气从篦冷机取风口 10a 通过风管送入余热锅炉 13 换热后产生过热蒸汽。过热蒸汽通过主蒸汽母管进入汽轮机 17 膨胀做功后,排至凝汽器 19。乏汽在凝汽器 19 中凝结成水后,汇入热水井,然后由凝结水泵 20 送往除氧器 23 除氧,再经给水泵 24 泵入省煤器 13a 循环使用;循环冷却水泵 21 将水池中冷却水打入凝汽器 19 后,再排往冷却塔 22 进行冷却,经过冷却的水最后回到水池循环利用。

[0041] 废气净化处理装置包括除尘器 14、引风机 15 和烟囱 16,余热锅炉出口及篦冷机余风口 10b 与除尘器 14 入口相连,除尘器 14 出口与引风机 15 入口相连,引风机 15 出口与烟囱 16 相连。余热锅炉 13 的排烟与篦冷机 10 的尾部余风混合后,经过除尘器 14 处理后,由引风机 15 送入烟囱 16 并排入大气。

[0042] 以上所述仅为本发明的一个实施方式,并不构成对本发明保护范围的限定。任何在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的权利要求保护范围之内。

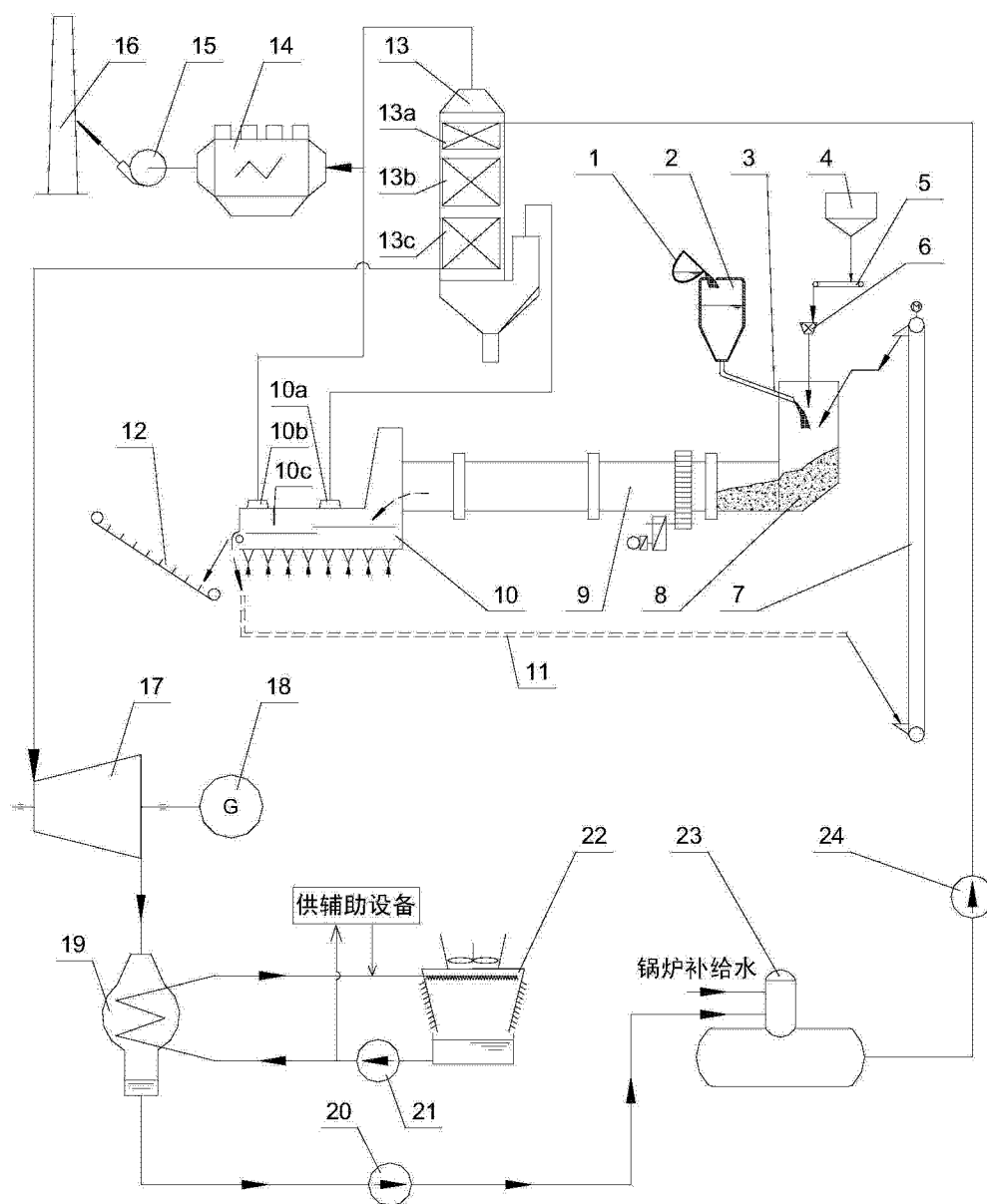


图 1