



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103866118 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 18

(21) 申请号 201410089619. 4

C10K 1/02(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 03. 12

(71) 申请人 内蒙古科技大学

地址 014010 内蒙古自治区包头市阿尔丁大街7号

(72) 发明人 龚志军

(51) Int. Cl.

C22B 1/10(2006. 01)

F27B 19/04(2006. 01)

C10J 3/00(2006. 01)

C10J 3/84(2006. 01)

C10J 3/62(2006. 01)

C10B 53/04(2006. 01)

C10B 57/00(2006. 01)

C10K 1/00(2006. 01)

C10K 1/08(2006. 01)

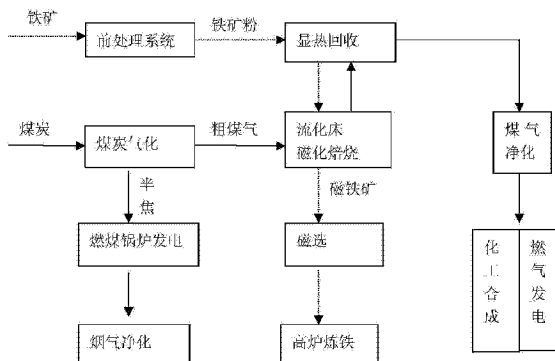
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

难选铁矿石磁化焙烧的多联产系统及方法

(57) 摘要

本发明涉及能源化工与冶金技术领域,公开了一种难选铁矿石磁化焙烧的冶金、化工与动力多联产系统及方法。采用煤炭部分热解气化,热解后的气化煤气在循环流化床反应器进行难选铁矿石的磁化焙烧,难选铁矿石磁化焙烧后通过磁选得到铁品位较高的磁铁矿粉,磁铁矿粉送入冶金高炉进行高炉炼铁;难选铁矿石磁化焙烧后的尾气经过净化处理后进入化工反应器生产化工产品;煤炭热解后的半焦进入燃煤锅炉燃烧发电。通过构建难选铁矿石磁化焙烧的冶金、化工与动力多联产系统,该系统同时完成煤炭资源与铁矿石资源的综合利用,提高了整个系统的效率,实现资源-能源-环境的综合效益。



1. 一种将煤炭和铁矿石资源联合利用的冶金、化工与动力多联产系统,其特征在于:所述系统由以下单元组成:

(1) 气化单元:用于将煤炭进行部分气化制取粗煤气;

(2) 铁矿石磁化焙烧单元:采用气化单元的粗煤气在流化床内对难选铁矿石粉体进行磁化焙烧;

(3) 煤气显热回收单元:用于将磁化焙烧后的焙烧尾气对铁矿石进行换热,回收大部分的焙烧尾气显热并将铁矿石预热;

(4) 化工单元:用于将经过煤气显热回收的气化煤气通过重整反应制取合成气,进而进行化工合成反应制备化工产品;

(5) 半焦动力单元:用于将气化单元中煤炭气化后的半焦在燃煤锅炉内燃烧发电;

(6) 焙烧尾气动力单元:将经过煤气显热回收的气化煤气用于燃料气用作工业用燃气和城市居民燃气以及燃气发电;

(7) 冶金单元:用于将磁化焙烧-磁选后的高品位磁铁矿在冶金高炉内进行炼铁。

2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于:所述气化单元是将煤炭在气化室中于900-1100℃下进行气化。

3. 如权利要求1所述的系统,其特征在于:煤炭通过部分气化后制取的粗煤气,其热值要求大于950Kcal/Nm<sup>3</sup>,所述粗煤气经流化床进行磁化焙烧反应后,仅部分发生了还原反应。

4. 如权利要求1所述的系统,其特征在于:铁矿石磁化焙烧单元是将粗煤气在焙烧室内650-850℃下与难选铁矿石粉体发生还原焙烧反应,焙烧反应的平均停留时间为40-60分钟。

5. 如权利要求1所述的系统,其特征在于:所述系统还包括:煤气净化单元,用于将显热回收后的煤气进行净化处理得到洁净的气化煤气,所述净化处理包括除尘、洗涤、脱除CO<sub>2</sub>的工序。

6. 如权利要求5所述的系统,其特征在于:经煤气净化单元制成的洁净气化煤气由还原性气体CO、H<sub>2</sub>和CH<sub>4</sub>组成,其中,洁净气化煤气中CO+H<sub>2</sub>+CH<sub>4</sub>>93%。

7. 一种将煤炭和铁矿石资源联合利用的冶金、化工与动力多联产方法,其特征在于:所述方法由以下步骤组成:

(1) 铁矿石的资源利用方法:经粉碎的铁矿石粉体由料仓送入旋风换热器,与流化床出来的焙烧尾气进行热交换后,进入流化床反应器中进行磁化焙烧,反应后的高温焙烧矿排入冷却器中,经水冷后磁选得到高品位的磁铁矿,送入冶金高炉进行炼铁;

(2) 煤炭的资源利用方法:煤炭通过部分气化后制取粗煤气,送入流化床内对铁矿石粉体进行还原焙烧,焙烧后的尾气对入炉铁矿石进行热交换,经过煤气显热回收单元与煤气净化单元制成洁净的气化煤气,将气化煤气送入化工反应器进行化工合成制备化工产品,或者将气化煤气用于燃料气用作工业用燃气和城市居民燃气以及燃气发电;煤炭气化后的半焦送入燃煤锅炉燃烧发电,制备化工产品后的尾气送入燃煤锅炉燃烧发电,尾气经除尘净化后排空。

8. 如权利要求7所述的方法,其特征在于:制取粗煤气是将煤炭在气化室中于900-1100℃下进行气化,煤炭通过部分气化后制取得到粗煤气,其热值要求大于950Kcal/

Nm<sup>3</sup>。

9. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于:铁矿石磁化焙烧单元是将粗煤气在焙烧室内 650-850℃下与难选铁矿石粉体发生还原焙烧反应,焙烧反应的平均停留时间为 40-60 分钟。

10. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于:所述煤气净化单元的净化处理包括除尘、洗涤、脱除 CO<sub>2</sub> 的工序,经净化单元制成的洁净气化煤气由还原性气体 CO、H<sub>2</sub> 和 CH<sub>4</sub> 组成,其中,洁净气化煤气中 CO+H<sub>2</sub>+CH<sub>4</sub>>93%。

## 难选铁矿石磁化焙烧的多联产系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明专利涉及能源化工与冶金技术领域,特别涉及褐铁矿、菱铁矿、赤铁矿等难选铁矿石磁化焙烧的多联产系统及方法。

### 背景技术

[0002] 黑色金属矿石选矿试验研究工作是发展我国矿山和钢铁工业的重要组成部分,对高速发展我国钢铁工业所起的作用也是十分重要的。从我国黑色金属矿石资源条件看,随着矿石开采量的增加,较难选的弱磁性铁矿石和多铁矿物铁矿石所占比例日益增多,入选矿石的品位逐渐下降,矿石的矿物成分也愈来愈复杂。但是,随着钢铁工业的发展,黑色金属矿石选矿的技术水平已有很大提高。已用于生产的主要技术革新成果有:铁矿石的自磨;磁选设备永磁化;磁铁矿石的干磨干选;贫赤铁矿石的闭路磁化焙烧;以石油化工产品及其副产品为原料的赤铁矿石浮选药剂;用蒸汽喷射泵强化浮选精矿的过滤;振动溜槽和旋流器等重介质选矿设备;离心选矿机、螺旋选矿机、扇形溜槽和圆锥选矿机等细粒矿石重选设备;各种型式的强磁场磁选机,高压电选机以及在选矿设备上应用铸石、橡胶、锦纶、玻璃钢和铸型尼龙等耐磨材质和新材质等。经过试验取得较好效果的还有:浮选柱、螺旋溜槽和多梯度磁选机等各种选别设备,各种型式的粉矿磁化焙烧炉以及微粒嵌布赤铁矿石的选择性絮凝分选等。选矿的自动化也有了逐步的发展。对各种难选黑色金属矿石开展了选矿与冶金联合方法的研究,许多已用于生产。

[0003] 我国铁矿的工艺矿物特征差异较大,一些铁矿的选矿研究取得了很大的突破。但是还相当多的一部分铁矿,工艺矿物特征复杂,其选矿工作尚处于研究阶段,焙烧磁选法是处理常规选矿方法难以分选提纯的低品位氧化铁矿石的最有效方法之一,最初由美国、德国、日本等国家将其用于低品位铁矿石的回收利用。常用的磁化焙烧法有:竖炉磁化焙烧、回转窑磁化焙烧、沸腾炉磁化焙烧。

[0004] 前苏联于1962年曾建有30台 $\Phi 3.6\text{m}\times\text{L}50\text{m}$ 的回转窑处理克里沃罗格氧化铁矿石(赤铁矿石英岩)。1926年,日本人在我国鞍山建成第一座赤铁矿竖炉焙烧磁选厂,从而出现了“鞍山式焙烧竖炉”,多年来对其进行了数次技术改造。60年代由原来 $50\text{m}^3$ 竖炉扩大到 $100\text{m}^3$ ,应用于酒钢选厂,从而提高了竖炉的台时能力。70年代将原 $50\text{m}^3$ 竖炉改造成横穿梁式竖炉,在不扩大外形尺寸的条件下,改变炉内结构,使炉容扩大到 $70\text{m}^3$ ,台时能力提高74%,热耗降低18%。焙烧工艺方面出现原矿分级入炉焙烧,并利用磁滑轮构成半闭路焙烧工艺,可使精矿回收率提高。

[0005] 鞍山钢铁公司烧结总厂曾采用竖炉还原焙烧炉,对鞍山贫赤铁矿石进行磁化焙烧,生产数十年来,逐步完善和发展,解决了鞍钢急需解决的氧化铁矿石的选矿问题,有效处理了大量的贫赤铁矿。酒泉钢铁公司选矿厂(至今仍继续生产)、包头钢铁公司选矿厂和鞍山钢铁公司齐达山选矿厂也采用焙烧磁选工艺生产铁精矿、建有20台 $50\text{m}^3$ 竖炉焙烧白云鄂博贫氧化矿生产10多年,为这些钢铁公司生产出了大量的合格铁精矿,有效的满足了这些钢铁公司高炉生产的需要。据统计,我国曾有130多台竖炉在进行生产,年处理矿石量

达 1300 多万吨。由于此后强磁机研制成功,可以有效处理上述赤铁矿石,除酒钢外,已先后于 1994 年(包钢)及 2001 年停止了生产使用。

[0006] 60 年代至 70 年代期间,除采用竖炉还原焙烧外,我国还对白八街铁矿石、屯秋铁矿石以及酒钢选厂粉矿进行过半工业回转窑磁化焙烧的研究,并在包钢选厂七系列建成一台中  $3.6 \times 50\text{m}$  的回转窑对白云鄂博贫氧化矿进行过磁化焙烧工业试验研究。与此同时,60 年代开始我国也进行过流态化磁化焙烧的研究,试验规模达  $100\text{t/d}$ ,处理矿石为鞍山钢铁公司和酒泉钢铁公司等矿石。

[0007] 虽然较前两种炉型的焙烧矿指标有所改善,可是在沸腾炉焙烧同样存在着诸多问题,能耗高,焙烧成本高,还原时间长,产品质量仍不理想,运行不稳定,焙烧炉的工艺技术及某些装置及炉型等问题也没有得到彻底的解决,同时由于炉型结构等问题,未应用于工业生产。长沙黑色冶金矿山设计研究院的刘超群同志 1979 年对使用粉煤做燃料和还原剂的广西屯秋铁矿(回转窑焙烧)、云南八街铁矿(回转窑焙烧)及广西八一锰矿(沸腾炉焙烧)进行的焙烧磁选技术经济效果分析表明,当时屯秋铁矿处理每吨原矿选矿加工费较一般铁矿竖炉焙烧磁选厂的加工费高 50%,是强磁选加工费的两倍。因此,沸腾炉焙烧炉型及工艺问题也没有得到彻底的解决,还需进一步研究。以上三种炉型,对氧化铁矿石进行磁化焙烧,由于给矿粒度大,传热传质速度慢,焙烧不均匀,导致焙烧时间长,能耗高,焙烧成本高。

[0008] 本发明针对现有难选铁矿石磁化焙烧的不足,结合煤炭资源的化工-动力多联产技术,提出了一种难选铁矿石磁化焙烧的冶金、化工与动力多联产技术,对焙烧尾气的余热、未反应还原性气体的化学能进行综合利用,降低磁化焙烧过程的能耗,提高其经济性。

## 发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供一种针对难选铁矿石进行磁化焙烧的冶金、化工与动力多联产系统及方法,以降低难选铁矿石磁化焙烧过程能耗高,提高其经济性,实现煤炭资源和铁矿资源的综合利用。

[0010] 本发明提供了一种将煤炭和铁矿石资源联合利用的冶金、化工与动力多联产系统,该系统包括:

- (1) 气化单元:用于将煤炭进行部分气化制取粗煤气;
- (2) 铁矿石磁化焙烧单元:采用气化单元的粗煤气在流化床内对难选铁矿石粉体进行磁化焙烧;
- (3) 煤气显热回收单元:用于将磁化焙烧后的焙烧尾气对铁矿石进行换热,回收大部分的焙烧尾气显热并将铁矿石预热;
- (4) 化工单元:用于将经过煤气显热回收的气化煤气通过重整反应制取合成气,进而进行化工合成反应制备化工产品;
- (5) 半焦动力单元:用于将气化单元中煤炭气化后的半焦在燃煤锅炉内燃烧发电;
- (6) 焙烧尾气动力单元:将经过煤气显热回收的气化煤气用于燃料气用作工业用燃气和城市居民燃气以及燃气发电;
- (7) 冶金单元:用于将磁化焙烧-磁选后的高品位磁铁矿在冶金高炉内进行炼铁。

[0011] 优选地,所述系统还包括:铁矿石前处理单元,用于对铁矿石进行破碎磨细制取铁矿石粉。

[0012] 优选地,所述系统还包括:煤气净化单元,用于将显热回收后的煤气进行净化处理得到洁净的气化煤气,所述净化处理包括除尘、洗涤、脱除 $\text{CO}_2$ 的工序,其中,洁净气化煤气中 $\text{CO}+\text{H}_2+\text{CH}_4>93\%$ 。

[0013] 优选地,所述气化单元是将煤炭在气化室中于 $900\text{--}1100^\circ\text{C}$ 下进行气化。

[0014] 优选地,铁矿石磁化焙烧单元是将粗煤气在焙烧室内 $650\text{--}850^\circ\text{C}$ 下与难选铁矿石粉体发生还原焙烧反应,焙烧反应的平均停留时间为 $40\text{--}60$ 分钟。

[0015] 本发明提供了一种将煤炭和铁矿石资源联合利用的冶金、化工与动力多联产方法,该方法包括:

(1)铁矿石的资源利用方法:经粉碎的铁矿石粉体由料仓送入旋风换热器,与流化床出来的焙烧尾气进行热交换后,进入流化床反应器中进行磁化焙烧,反应后的高温焙烧矿排入冷却器中,经水冷后磁选得到高品位的磁铁矿,送入冶金高炉进行炼铁。

[0016] (2)煤炭的资源利用方法:煤炭通过部分气化后制取粗煤气,送入流化床内对铁矿石粉体进行还原焙烧,焙烧后的尾气对入炉铁矿石进行热交换,经过显热回收与净化单元制成洁净的气化煤气,将气化煤气送入化工反应器进行化工合成制备化工产品,或者将气化煤气用于燃料气用作工业用燃气和城市居民燃气以及燃气发电;煤炭气化后的半焦送入燃煤锅炉燃烧发电,制备化工产品后的尾气送入燃煤锅炉燃烧发电,尾气经除尘净化后放空。

[0017] 本发明方法的优点在于煤气经流化床进行磁化焙烧反应后,仅部分发生了还原反应,焙烧尾气中尚存在大量的还原性气体如 $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ 等,可以通过重整反应制取合成气,进而用于生产化工产品。同时气化煤气的热值较高,其热值要求大于 $950\text{Kcal}/\text{Nm}^3$ ,是一种理想的燃料气,可以作为燃料用作工业用燃气和城市居民燃气以及用于燃气发电。

[0018] 本发明所提供的将煤炭和铁矿石资源联合利用的冶金、化工与动力多联产方法,适于处理铁品位大于 $20\%$ 的贫铁矿,焙烧铁矿石粉体经磁选后,铁精矿铁品位大于 $75\%$ ,铁回收率大于 $90\%$ 。

[0019] 与现有技术相比,本发明有如下优点:

(1)将煤炭气化反应与铁矿石磁化焙烧反应分开,使气化反应及铁矿石磁化焙烧反应都可以在各自最优的条件下进行,提高磁化焙烧效率。

[0020] (2)通过控制煤炭气化过程,使煤炭在优化的条件下完全气化,与传统技术相比,不仅提高了煤炭的利用率,还可避免未反应煤炭颗粒造成的污染。通过合理控制气化温度,使得气化煤气的热值高于传统气化煤气,从而能够满足作为燃料气的需要,进一步提高了煤炭的利用率。

[0021] (3)将气化单元中煤炭气化后的半焦在燃煤锅炉内燃烧发电;将经过煤气显热回收的气化煤气通过重整反应制取合成气,再经过煤气净化单元净化处理得到洁净的气化煤气,从而满足进行化工合成反应制备化工产品的条件。更进一步提高了煤炭的综合利用率,使得煤炭总利用率达到 $90\%$ 以上。

[0022] (4)通过控制焙烧反应的停留时间和焙烧反应温度,使得铁矿石粉体中的 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 基本全部转化为 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,避免了现有技术因停留时间分布过宽而出现的部分还原不足和部分过度还原的问题,提高磁化焙烧效率,进而提高后续磁选效率。

[0023] 附图说明:

图 1 为本发明提供的难选铁矿石磁化焙烧的冶金、化工与动力多联产系统结构示意图。

[0024] 图 2 为本发明提供的难选铁矿石磁化焙烧的冶金、化工与动力多联产系统工业流程图。

[0025] 具体实施方式：

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清晰明白，以下参照附图，对本发明进一步详细说明。

[0026] 图 1 为本发明提供的难选铁矿石磁化焙烧的冶金、化工与动力多联产系统结构示意图，该系统包括气化单元 1，铁矿石前处理单元 2，铁矿石磁化焙烧单元 3，煤气显热回收单元 4，煤气净化单元 5，化工单元 6，动力单元 7，冶金单元 8。其中动力单元包括气化煤气的燃气发电单元，也包括半焦的燃煤发电单元。

[0027] 其中气化单元 1 用于将煤炭在气化炉内部分气化制取粗煤气，并将制得的粗煤气输出给铁矿石磁化焙烧单元 3 作为还原焙烧气体。铁矿石前处理单元 2 用于对铁矿石进行破碎磨细制取铁矿石粉，并将制得的铁矿石粉体输出给铁矿石磁化焙烧单元 3 作为流化床磁化焙烧床料。在铁矿石磁化焙烧单元 3 内利用气化单元 1 制得的粗煤气对铁矿石前处理单元 2 得到的铁矿石粉体进行流化床磁化焙烧处理，将难选铁矿石磁化焙烧为磁铁矿。煤气显热回收单元 4 用于把磁化焙烧后的焙烧尾气对铁矿石前处理单元 2 制取的铁矿石粉体进行换热，回收大部分的焙烧尾气显热并将铁矿石粉体预热。煤气净化单元 5 用于将显热回收后的煤气进行净化处理得到洁净的气化煤气。化工单元 6 用于将气化煤气通过化工重整反应制取合成气，进而进行化工合成生产化工产品。动力单元 7 用于将煤炭气化后的半焦在燃煤锅炉内燃烧发电，或者是气化煤气用于燃料气用作工业用燃气和城市居民燃气以及燃气发电。冶金单元 8 用于将磁化焙烧-磁选后的高品位磁铁矿在冶金高炉内进行炼铁。

[0028] 图 2 为本发明提供的难选铁矿石磁化焙烧的冶金、化工与动力多联产系统工业流程图。其具体工艺流程为：铁矿石 1 经过破碎机 2 处理成为铁矿石粉体 3；煤炭 5 经过煤气气化炉 6 部分气化得到粗煤气 7 和半焦 11；将粗煤气 7 送入流化床 8 内对铁矿石粉体 3 进行磁化还原焙烧，制取磁铁矿 12；焙烧后的尾气 9 在旋风换热器 4 内对铁矿石粉体 3 进行预热，经过显热回收后进入除尘器 10 内进行煤气净化，制取洁净的气化煤气 13；气化煤气 13 送入化工单元 16 进行化工合成制备化工产品，或者将气化煤气用于燃料气用作工业用燃气和城市居民燃气以及燃气发电 17；煤炭气化后的半焦 11 送入燃煤锅炉 14 燃烧发电，尾气经除尘净化 18 后排空；反应后的高温磁铁矿 12 排入冷却器中，经水冷后磁选 15 得到高品位的磁铁矿，送入冶金高炉 19 进行炼铁。

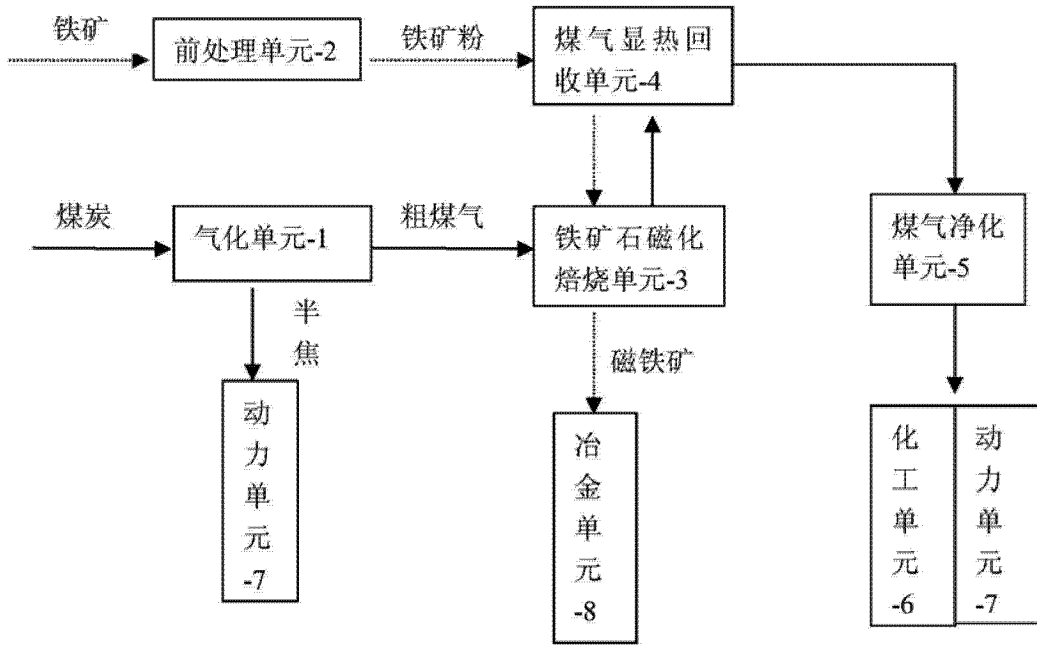


图 1

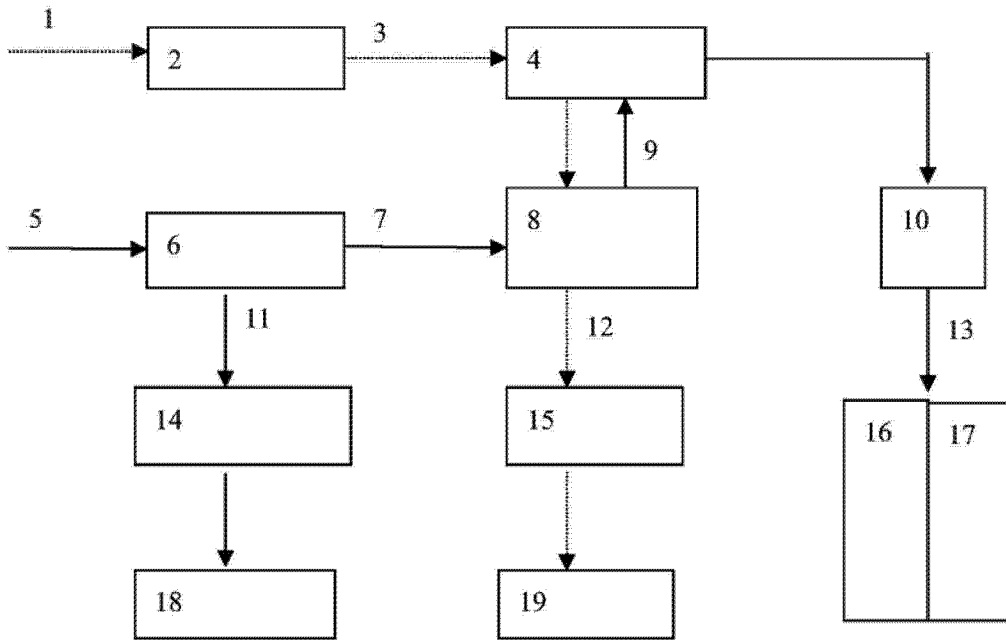


图 2