



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103194246 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 22

(21) 申请号 201310127815. 1

(22) 申请日 2013. 04. 12

(73) 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 刘加勋 姜雪 刘建国 韩向新
姜秀民

(74) 专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限公司 31220

代理人 丁惠敏 郑立

(51) Int. Cl.

C10B 53/02(2006. 01)

C10B 49/22(2006. 01)

C10B 49/10(2006. 01)

C10B 21/12(2006. 01)

C10B 57/00(2006. 01)

C10G 1/00(2006. 01)

(56) 对比文件

EP 2302017 A2, 2011. 03. 30, 说明书第 [0016] 段、[0018] 段、[0019]~[0020] 段、[0030] 段、[0033] 段、图 1 和图 3.

WO 2004072207 A1, 2004. 08. 26, 全文.

EP 2428546 A1, 2012. 03. 14, 全文.

CN 102517065 A, 2012. 06. 27, 全文.

岑可法. 燃烧理论与污染控制.《燃烧理论与污染控制》. 机械工业出版社, 2004, 第 422~423 页.

审查员 谢聰

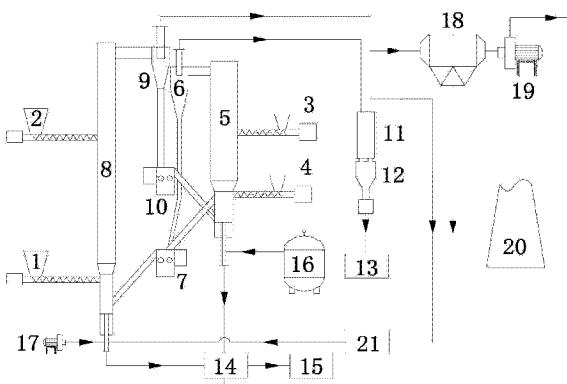
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法

(57) 摘要

本发明公开一种大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法, 其将颗粒状大型海藻投入到干馏炉中, 大型海藻在干馏炉中经过干馏生成的干馏气送出干馏炉外, 再经过冷凝器凝结获得大型海藻生物油和不冷凝气, 获得的大型海藻生物油与大型海藻不冷凝气分别进行储存。本发明实现了大型海藻生物质干馏能量自平衡制生物油, 高效清洁地利用了丰富的大型海藻资源, 也能一定程度上促进海洋生态建设, 保护和合理利用海洋生物资源, 能够充分合理地利用我国特有的海洋优势, 对推动国民经济的发展具有重要的经济与战略意义。



1. 一种大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统，其特征在于，包括：
燃料启动装置，用于燃料以将制油系统启动并稳定运行；
空分装置，用于分离出干馏介质，并将其作为流化风送入循环流化床干馏炉；
循环流化床干馏炉，用于对大型海藻进行干馏产油，并生成海藻半焦及不冷凝气；
干馏炉旋风分离器，用于分离固体颗粒，通过干馏炉返料器送入循环流化床燃烧炉，所述固体颗粒包括床料与海藻半焦；
干馏炉床料螺旋给料器，用于为干馏炉补充床料；
大型海藻螺旋给料器，用于将大型海藻样品送入循环流化床干馏炉；
鼓风机，用于将流化风送入循环流化床燃烧炉；
循环流化床燃烧炉，用于燃烧海藻半焦及不冷凝气，为海藻干馏提供热量；
燃烧炉旋风分离器，用于通过燃烧炉返料器将分离出的高温床料送入循环流化床干馏炉，作为干馏热源；
燃烧炉床料螺旋给料器，用于为燃烧炉补充床料；
冷凝回收系统，用于将经干馏炉旋风分离器分离出的气体产物分离出大型海藻生物油和不冷凝气，其中，不冷凝气送入不凝气储罐进行储存，海藻生物油送入液体储罐进行储存；
除尘器，用于对烟气进行净化处理，其中，分离下的飞灰，连同海藻灰及底灰一同送入灰渣仓，洁净烟气经引风机加压送入烟囱排入大气中；
其中，所述燃料启动装置与所述循环流化床燃烧炉密相区出口连接；所述燃烧炉床料螺旋给料器与所述循环流化床燃烧炉上部稀相区连接；所述鼓风机经风道与所述燃烧炉风室相连；所述循环流化床燃烧炉尾部出口连接所述燃烧炉旋风分离器，下部经所述燃烧炉返料器与所述循环流化床干馏炉密相区相连；所述燃烧炉旋风分离器出口经风道与所述除尘器连接，经所述引风机连入烟囱；所述循环流化床干馏炉密相区另外一侧连接所述大型海藻螺旋给料器，上部稀相区连接所述干馏炉螺旋给料器；所述干馏炉旋风分离器与所述循环流化床干馏炉尾部相连，下部经所述干馏炉返料器与所述循环流化床燃烧炉密相区相连；所述空分装置经风道与所述干馏炉下部风室连接；所述干馏炉旋风分离器出口连接所述冷凝回收系统，下部连接液体储罐；所述燃烧炉与所述干馏炉下部均经放灰管与灰渣仓连接。

2. 一种采用权利要求 1 所述的大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统的制油方法，其特征在于，包括以下步骤：

第一步：通过启动燃料将系统启动并进行预热，使整套大型海藻生物质制油系统稳定运行；

第二步：将来自循环流化床燃烧炉旋风分离器的 750 ~ 850°C 的循环热灰通过燃烧炉返料器送入循环流化床干馏炉；

第三步：将大型海藻生物质经干燥破碎机破碎成 0 ~ 40mm 的颗粒，利用螺旋给料器送入干馏炉，并与循环灰充分混合换热，在干馏介质的作用下，经过 15 ~ 30 分钟完成大型海藻生物质的干馏；

第四步：将步骤三中产生的温度为 450 ~ 550°C 的产物，送入密闭的气固分离装置中，分离出的气体产物进入冷凝回收系统，气体产物冷却至 80°C 以下，分离出大型海藻油和不

冷凝气；

第五步：所述不冷凝气送入不凝气储罐进行储存，然后不凝气部分或全部加压后作为干馏炉返料装置的返料风，和大型海藻半焦及部分床料一起进入循环流化床燃烧炉，半焦和煤气在循环流化床燃烧炉中流化燃烧，燃烧温度在 $850 \sim 900^{\circ}\text{C}$ ，燃烧在空气不足的情况下进行，空气不足的情况是指过量空气系数 $\alpha = 0.89 \sim 0.95$ ；

第六步：海藻半焦在循环流化床燃烧炉的燃烧过程中，烟气携带的一部分颗粒进入旋风分离器进行气固分离，分离的循环热灰由燃烧炉返料器进入干馏炉，作为干馏热源；燃烧炉产生的烟气经除尘器分离下来飞灰后，由引风机加压送入烟囱排入大气中；

第七步：循环流化床燃烧炉及干馏炉内充分燃烧、干馏形成的海藻灰、底灰，以及经除尘器分离下来飞灰送入灰渣仓。

3. 根据权利要求 2 所述大型海藻生物质干馏能量自平衡制油方法，其特征在于：步骤三中产生的温度为 $450 \sim 550^{\circ}\text{C}$ 的产物包括干馏煤气、大型海藻油气和半焦。

4. 根据权利要求 2 所述大型海藻生物质干馏能量自平衡制油方法，其特征在于：循环流化床燃烧炉燃烧产生的高温床料及海藻灰作为循环流化床干馏炉的干馏热载体。

5. 根据权利要求 2 所述大型海藻生物质干馏能量自平衡制油方法，其特征在于：步骤六中飞灰的含碳量小于 2%。

6. 根据权利要求 2 所述大型海藻生物质干馏能量自平衡制油方法，其特征在于：步骤七中，底灰和飞灰的含碳量小于 2%。

7. 根据权利要求 2 所述大型海藻生物质干馏能量自平衡制油方法，其特征在于：步骤三中的干馏介质为氮气。

一种大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法

技术领域

[0001] 本发明属于海洋生物质资源利用技术领域，具体地，涉及一种大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法。

背景技术

[0002] 目前能源和环境问题已成为全球关注的焦点。随着化石能源的日益枯竭和环境恶化问题的日趋严重，开发洁净可再生能源已经成为 21 世纪全球紧迫的问题。自然界蕴藏着一种丰富的“绿色”可再生能源—生物质能源，其占世界能源总消耗的 14%，仅次于石油、煤炭和天然气（“生物质能源应用研究现状与发展前景”，《林产化学与工业》，2002 年，第 22 卷第 2 期，75～80 页）。然而，在某些情况下，用粮食作物等制造生物燃料有可能增加温室气体排放，且会引起粮食价格上涨。因此，发展生物质能要处理好能源与粮食的关系，开发新型的能源植物显得尤其重要。

[0003] 当今世界范围内，各国对海洋生物质的研究还比较少，而海洋生物资源开发的潜力巨大，其中海藻植物约有一万多种，尤其我国有广阔的海疆，海岛沿岸 14200 多公里，生长着三四千种海藻，包括红藻、褐藻及绿藻等种群，部分海藻产量居世界首位（《中国海藻志》，科学出版社，2004 年）。海藻相对于陆上生物质有其独特优势：生长在海里，不占用土地资源；海藻整个藻体都可用于能源利用，没有无用生物量；而且其生长速度快，便于养殖。海藻种类繁多，各类海藻生长季节不单一，可以交替大量繁殖，保证全年资源充足，解决了生物质资源分散和受季节限制等大规模应用的瓶颈问题。我国沿海很多经济发达地区，适合因地制宜地开发当地海藻生物质能源作为补充能源解决当地的能源供应与能源短缺问题。除此之外，一些海藻在特定的季节会在近海海域大量聚集疯长，对于巨大的海藻量，肥料出口、食品等加工品的消耗能力有限，可以考虑能源利用，进行废弃物综合处理。

[0004] 海藻除了上述用途外，它还对海洋环境具有生态修复功能（“海藻在海洋生态修复和海水综合养殖中的应用研究简况”，《渔业现代化》，2005 年，第 4 期，15～16 页）。近年来随着我国近海海域污染的加剧，局部海域富营养化问题日益突出，大规模有害赤潮频繁发生。海藻是海洋生态环境的生态修复者，大力发展海藻养殖，可以减少海洋富营养化，修复已遭到破坏的海洋生态系统，保护海洋生物资源。

[0005] 海藻的能源转化方法较多，可以直接燃烧供热、发电，干馏制油，生物法，化学合成法等。相比较而言，用化学方法合成生物柴油缺点是成本高、工艺复杂、设备腐蚀严重、废酸不易处理、排放时环境污染大、副反应多及副产物处理困难等。利用生物技术（包括酶技术）把生物质转化为乙醇的主要缺点是菌种的选择较严格，转换速度太慢，投资较大，成本相对较高。直接燃烧区域性限制较大，但相对而言技术最完善。循环流化床技术更是能将低品位的热值充分合理利用的成熟技术。常规的干馏制取生物燃油容易调整控制干馏工况，转换速度快，缺点是热量需要外部提供。因此如果能够在干馏制油时实现热量自供给平衡，将更具优势。

[0006] 目前世界上化石资源日益缺乏，但如果我们将充分合理利用我国的特有海洋优

势,实施可持续发展战略,高效、清洁、合理地利用丰富的海藻资源,对于我国在日后国际能源竞争中占据有利的地位有重大的理论意义与工程应用价值,也能一定程度上促进海洋生态建设,保护和合理利用海洋生物资源,可以在我国沿海主要海藻分布区进行推广应用。

发明内容

[0007] 有鉴于现有技术的上述缺陷,本发明所要解决的技术问题是提供一种大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法,其以循环流化床燃烧大型海藻干馏产物海藻半焦及不冷凝气作为干馏炉热源、以燃烧炉高温床料及海藻灰作为循环流化床干馏炉干馏热载体的集成系统,可实现大型海藻生物质干馏制油的能量自平衡,无需额外热量供给,提供了一种大型海藻制油、气化、发电、供热、农用肥料的全方位综合利用方法。

[0008] 为实现上述目的,本发明提供了一种大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统,其包括:

- [0009] 燃料启动装置,用于燃料以将制油系统启动并稳定运行;
- [0010] 空分装置,用于分离出干馏介质,并将其作为流化风送入循环流化床干馏炉;
- [0011] 循环流化床干馏炉,用于对大型海藻进行干馏产油,并生成海藻半焦及不冷凝气;
- [0012] 干馏炉旋风分离器,用于分离固体颗粒,通过干馏炉返料器送入循环流化床燃烧炉,所述固体颗粒包括床料与海藻半焦;
- [0013] 干馏炉床料螺旋给料器,用于为干馏炉补充床料;
- [0014] 大型海藻螺旋给料器,用于将大型海藻样品送入循环流化床干馏炉;
- [0015] 鼓风机,用于将流化风送入循环流化床燃烧炉;
- [0016] 循环流化床燃烧炉,用于燃烧海藻半焦及不冷凝气,为海藻干馏提供热量;
- [0017] 燃烧炉旋风分离器,用于通过燃烧炉返料器将分离出的高温床料送入循环流化床干馏炉,作为干馏热源;
- [0018] 燃烧炉床料螺旋给料器,用于为燃烧炉补充床料;
- [0019] 冷凝回收系统,用于将经干馏炉旋风分离器分离出的气体产物分离出大型海藻生物油和不冷凝气,其中,不冷凝气送入不凝气储罐进行储存,海藻生物油送入液体储罐进行储存;
- [0020] 除尘器,用于对烟气进行净化处理,其中,分离下的飞灰,连同海藻灰及底灰一同送入灰渣仓,洁净烟气经引风机加压送入烟囱排入大气中;
- [0021] 其中,所述燃料启动装置与所述循环流化床燃烧炉密相区出口连接;所述燃烧炉床料螺旋给料器与所述循环流化床燃烧炉上部稀相区连接;所述鼓风机经风道与所述燃烧炉风室相连;所述循环流化床燃烧炉尾部出口连接所述燃烧炉旋风分离器,下部经所述燃烧炉返料器与所述循环流化床干馏炉密相区相连;所述燃烧炉旋风分离器出口经风道与所述除尘器连接,经所述引风机连入烟囱;所述循环流化床干馏炉密相区另外一侧连接所述大型海藻螺旋给料器,上部稀相区连接所述干馏炉螺旋给料器;所述干馏炉旋风分离器与所述循环流化床干馏炉尾部相连,下部经所述干馏炉返料器与所述循环流化床燃烧炉密相区相连;所述空分装置经风道与所述干馏炉下部风室连接;所述干馏炉旋风分离器出口连接所述冷凝回收系统,下部连接液体储罐;所述燃烧炉与所述干馏炉下部均经放灰管与灰渣仓连接。

渣仓连接。

[0022] 同时,本发明还提供一种采用上述的大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统的制油方法,其包括以下步骤:

[0023] 第一步:通过启动燃料将系统启动并进行预热,使整套大型海藻生物质制油系统稳定运行;

[0024] 第二步:将来自循环流化床燃烧炉旋风分离器的750~850°C的循环热灰通过燃烧炉返料器送入循环流化床干馏炉;

[0025] 第三步:将大型海藻生物质经干燥破碎机破碎成0~40mm的颗粒,利用螺旋给料器送入干馏炉,并与循环灰充分混合换热,在干馏介质的作用下,经过15~30分钟完成大型海藻生物质的干馏;

[0026] 第四步:将步骤三中产生的温度为450~550°C的产物,送入密闭的气固分离装置中,分离出的气体产物进入冷凝回收系统,气体产物冷却至80°C以下,分离出大型海藻油和不冷凝气;

[0027] 第五步:所述不冷凝气送入不凝气储罐进行储存,然后不凝气部分或全部加压后作为干馏炉返料装置的返料风,和大型海藻半焦及部分床料一起进入循环流化床燃烧炉,半焦和煤气在循环流化床燃烧炉中流化燃烧,燃烧温度在850~900°C,燃烧在空气不足的情况下进行;

[0028] 第六步:海藻半焦在循环流化床燃烧炉的燃烧过程中,烟气携带的一部分颗粒进入旋风分离器进行气固分离,分离的循环热灰由燃烧炉返料器进入干馏炉,作为干馏热源;燃烧炉产生的烟气经除尘器分离下来飞灰后,由引风机加压送入烟囱排入大气中;

[0029] 第七步:循环流化床燃烧炉及干馏炉内充分燃烧、干馏形成的海藻灰、底灰,以及经除尘器分离下来飞灰送入灰渣仓。

[0030] 根据上述大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法,其中:步骤三中产生的温度为450~550°C的产物包括干馏煤气、大型海藻油气和半焦。

[0031] 根据上述大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法,其中:循环流化床燃烧炉燃烧产生的高温床料及海藻灰作为循环流化床干馏炉的干馏热载体。

[0032] 根据上述大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法,其中:步骤五中,空气不足的情况是指过量空气系数 $\alpha=0.89\sim0.95$ 。

[0033] 根据上述大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法,其中:步骤六中飞灰的含碳量小于2%。

[0034] 根据上述大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法,其中:步骤七中,底灰和飞灰的含碳量小于2%。

[0035] 根据上述大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法,其中:步骤三中的干馏介质为氮气。

[0036] 因此,本发明的大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法的相较于现有技术具有以下有益的技术效果:

[0037] 1)将循环流化床干馏炉与循环流化床燃烧炉有机的结合为一体,大型海藻生物质干馏所需的固体热载体直接源于循环流化床锅炉燃烧产生的高温床料及海藻灰,而循环流化床锅炉的燃料源于干馏后的半焦及部分或全部不冷凝气,实现了大型海藻生物质干馏制

油的热量自平衡,所有热量均由大型海藻生物质自身提供,无需外加热量即可提取大型海藻生物质油;

[0038] 2) 循环流化床锅炉运行温度为 850 ~ 900℃,属于低温燃烧,有效控制了热力型 NOx 的生成与排放,由于循环海藻灰中碱金属的自脱硫作用,从而减少了脱硫剂石灰石的使用,而且有利于保持灰渣的活性,此外,循环流化床燃烧效率高,半焦固定碳可以得到充分利用,海藻灰可作为建材原料制作建筑砌块、水泥、以及肥料等高附加值产品;

[0039] 3) 由于采用固体热载体法干馏,原大型海藻生物质颗粒粒径小,且与热载体循环热灰充分混合,传热传质速率快,传热效率高,干馏时间短,只需 15 ~ 30 分钟,资源利用率高、油收率高、不冷凝干馏煤气热值高,既可以直接作为燃料送入锅炉内燃烧发电,亦可单独送入内燃机燃烧发电,实现多发电渠道;

[0040] 4) 采用循环流化床燃烧技术燃用大型海藻半焦,提高了燃烧效率;解决了大量种植大型海藻后的多余海藻问题,形成了生态修复与能源利用产业链,更加合理、充分地利用了大型海藻资源;

[0041] 5) 大型海藻种类繁多,各类大型海藻生长季节不单一,可以交替大量繁殖,保证全年资源充足,解决了生物质资源分散和受季节限制等大规模应用的瓶颈问题。解决了用粮食作物等制造生物燃料有可能增加温室气体排放以及引发粮食价格上涨等问题,提供了一条能源与粮食协同发展的生物质能利用方式。

附图说明

[0042] 图 1 为本发明的大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统的结构示意图。

具体实施方式

[0043] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明,以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

[0044] 本发明的大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法采用双循环流化床系统,充分利用大型海藻生物质自身热量,实现大型海藻生物质干馏能量自平衡制油,其综合考虑资源、环境、经济与社会效益,实现科学利用大型海藻生物质资源,为大型海藻生物质高效、洁净、经济、合理的综合利用提供了一条有效途径。

[0045] 具体地,本发明采用循环流化床干馏与循环流化床燃烧联合工艺,通过把循环流化床燃烧锅炉燃烧加热后的高温床料及海藻灰作为固体热载体,将大型海藻生物质与炽热的高温床料和海藻灰以及干馏介质送入循环流化床干馏炉干馏制取干馏煤气和大型海藻生物油;干馏煤气热值高,部分或全部作为干馏炉返料装置的返料风和大型海藻半焦一起进入循环流化床锅炉燃烧,而剩余的部分送入内燃机直燃发电;循环流化床锅炉燃烧释放的热量通过锅炉的受热面传递给水,将水加热成过热蒸汽作为外供热源和 / 或送入汽轮机作功发电;循环流化床燃烧后的底灰和飞灰含碳量小于 2%,因此无需再进行焙烧,可直接作为建材原料。

[0046] 本发明大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法具体工艺流程如下:

[0047] (1) 通过启动燃料将系统预热,使其稳定运行;

[0048] (2) 来自循环流化床燃烧炉旋风分离器的 750 ~ 850℃ 的循环热灰通过燃烧炉返

料器送入循环流化床干馏炉；

[0049] (3) 将大型海藻生物质经干燥破碎机破碎成 0 ~ 40mm 的颗粒, 利用螺旋给料器送入干馏炉, 与循环灰充分混合换热, 在干馏介质的作用下, 经过 15 ~ 30 分钟完成大型海藻生物质的干馏；

[0050] (4) 温度为 450 ~ 550℃的产物, 如干馏煤气、大型海藻油气和半焦进入密闭的气固分离装置中, 分离出的气体产物进入冷凝回收系统, 气体产物被冷却至 80℃以下, 分离出大型海藻油和不冷凝气；

[0051] (5) 不冷凝气送入不凝气储罐进行储存, 然后气部分或全部加压后作为干馏炉返料装置的返料风, 和大型海藻半焦等固体物质一起进入循环流化床燃烧炉, 半焦和煤气在循环流化床燃烧炉中流化燃烧, 燃烧温度在 850 ~ 900℃, 燃烧在空气不足的情况下进行(过量空气系数 $\alpha = 0.89 \sim 0.95$), 燃烧温度不宜过高, 过高会导致海藻灰熔融, 由于循环海藻灰中碱金属的自脱硫作用, 从而减少了脱硫剂石灰石的使用；

[0052] (6) 燃烧过程中, 烟气携带的一部分颗粒进入旋风分离器进行气固分离, 分离的循环热灰由燃烧炉返料器进入干馏炉, 作为干馏热源; 燃烧炉产生的烟气经除尘器分离下来飞灰(含碳量小于 2%) 后, 由引风机加压送入烟囱排入大气中；

[0053] (7) 循环流化床燃烧炉及干馏炉内充分燃烧、干馏形成的海藻灰、底灰(含碳量小于 2%), 以及经除尘器分离下来飞灰(含碳量小于 2%) 送入灰渣仓, 之后运往建材厂作为建材原料, 可生产建筑砌块、水泥、陶粒等产品, 也可送入肥料厂作肥料, 从而实现大型海藻生物质的科学综合优化利用。

[0054] 图 1 为本发明的大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统。其中, 1 为启动燃料, 2 为燃烧炉床料螺旋给料器, 3 为干馏炉床料螺旋给料器, 4 为大型海藻螺旋给料器, 5 为循环流化床干馏炉, 6 为干馏炉旋风分离器, 7 为干馏炉返料器, 8 为循环流化床燃烧炉, 9 为燃烧炉旋风分离器, 10 为燃烧炉返料器, 11 为冷凝回收系统, 12 为液体储罐, 13 为炼油厂, 14 为灰渣仓, 15 为肥料 / 建材厂, 16 为空分装置, 17 为鼓风机, 18 为除尘器, 19 为引风机, 20 为烟囱, 21 为不凝气储罐。具体地, 各个部件的功能如下:

[0055] 燃料启动装置, 用于燃料以将制油系统启动并稳定运行；

[0056] 空分装置 16, 用于分离出干馏介质, 并将其作为流化风送入循环流化床干馏炉；

[0057] 循环流化床干馏炉 5, 用于对大型海藻进行干馏产油, 并生成海藻半焦及不冷凝气；

[0058] 干馏炉旋风分离器 6, 用于分离固体颗粒, 通过干馏炉返料器送入循环流化床燃烧炉, 所述固体颗粒包括海藻半焦；

[0059] 干馏炉床料螺旋给料器 3, 用于为干馏炉补充床料；

[0060] 大型海藻螺旋给料器 4, 用于将大型海藻样品送入循环流化床干馏炉；

[0061] 鼓风机 17, 用于将流化风送入循环流化床燃烧炉；

[0062] 循环流化床燃烧炉 8, 用于燃烧海藻半焦及不冷凝气, 为海藻干馏提供热量；

[0063] 燃烧炉旋风分离器 9, 用于通过燃烧炉返料器将分离出的高温床料送入循环流化床干馏炉, 作为干馏热源；

[0064] 燃烧炉床料螺旋给料器 2, 用于为燃烧炉补充床料；

[0065] 冷凝回收系统 11, 用于将经干馏炉旋风分离器分离出的气体产物分离出大型海藻

生物油和不冷凝气，其中，不冷凝气送入不凝气储罐进行储存，海藻生物油送入液体储罐进行储存；

[0066] 除尘器 18，用于对烟气进行净化处理，其中，分离下的飞灰，连同海藻灰及底灰一同送入灰渣仓，洁净烟气经引风机加压送入烟囱排入大气中。

[0067] 其中，燃料启动装置与循环流化床燃烧炉 5 下部密相区连接；燃烧炉床料螺旋给料器 2 与循环流化床燃烧炉 5 上部悬浮区连接；鼓风机 17 经风道与燃烧炉风室相连；循环流化床燃烧炉 8 尾部出口连接燃烧炉旋风分离器 9，下部经燃烧炉返料器 10 与循环流化床干馏炉 5 密相区相连；燃烧炉旋风分离器 9 出口经风道与除尘器 18 连接，经引风机 19 连入烟囱；循环流化床干馏炉 5 密相区另外一侧连接大型海藻螺旋给料器 4，上部悬浮区连接干馏炉螺旋给料器 3；干馏炉旋风分离器 6 与循环流化床干馏炉 5 尾部相连，下部经干馏炉返料器 7 与循环流化床燃烧炉 8 密相区相连；空分装置 16 经风道与干馏炉下部风室连接；干馏炉旋风分离器 6 出口连接冷凝回收系统 11，下部连接液体储罐 12；燃烧炉与干馏炉下部均经放灰管与灰渣仓连接。

[0068] 如图 1 所示，本发明的大型海藻生物质干馏能量自平衡制油系统及其方法的具体操作如下：将启动燃料 1 加入燃烧炉进行系统启动，送入空分装置 16 分离出的干馏介质氮气及鼓风机 17 鼓入的流化风，逐步由燃烧炉床料螺旋给料器 2 及干馏炉床料螺旋给料器 3 加入床料，至系统稳定运行，由大型海藻螺旋给料器螺旋给料器 4 将大型海藻生物质送入循环流化床干馏炉 5 中进行干馏，经过 15 ~ 30 分钟完成大型海藻生物质的干馏；温度为 450 ~ 550℃ 的干馏产物煤气、大型海藻生物油气和大型海藻半焦进入密闭的干馏炉旋风分离器 6 中，分离出的气体产物进入冷凝回收系统 11，煤气被冷却至 80℃ 以下，分离出大型海藻生物油和不冷凝气；不冷凝气送入不凝气储罐 21 进行储存，然后部分或全部加压后循环送入流化床燃烧炉作为燃烧介质，提供部分热能；大型海藻生物油进入液体储罐 12 进行储存，预处理后送入炼油厂 13 精炼加工后进入流通市场使用；分离出的干馏固体产物大型海藻半焦通过干馏炉返料器 7 进入循环流化床燃烧炉 8 进行流化燃烧，燃烧温度在 850 ~ 900℃，燃烧在空气不足的情况下进行（过量空气系数 $\alpha = 0.89 \sim 0.95$ ），燃烧温度不宜过高，过高会导致海藻灰熔融，燃烧释放的热量加热床料及大型海藻灰，经燃烧炉旋风分离器 9 进行气固分离，分离后的高温床料及海藻灰由燃烧炉返料器 10 送入循环流化床干馏炉 5，为大型海藻生物质的干馏制油提供热源；分离后的烟气经除尘器 18 分离下来飞灰（含碳量小于 2%）后，由引风机 19 加压送入烟囱 20 排入大气中；剩余的海藻灰、底灰和飞灰送入灰渣仓 14，之后运往肥料 / 建材厂 15 作为建材原料，可生产建筑砌块、水泥等高附加值产品，亦可用来作肥料等，从而实现大型海藻生物质的科学综合优化利用。

[0069] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解，本领域的普通技术无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此，凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案，皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

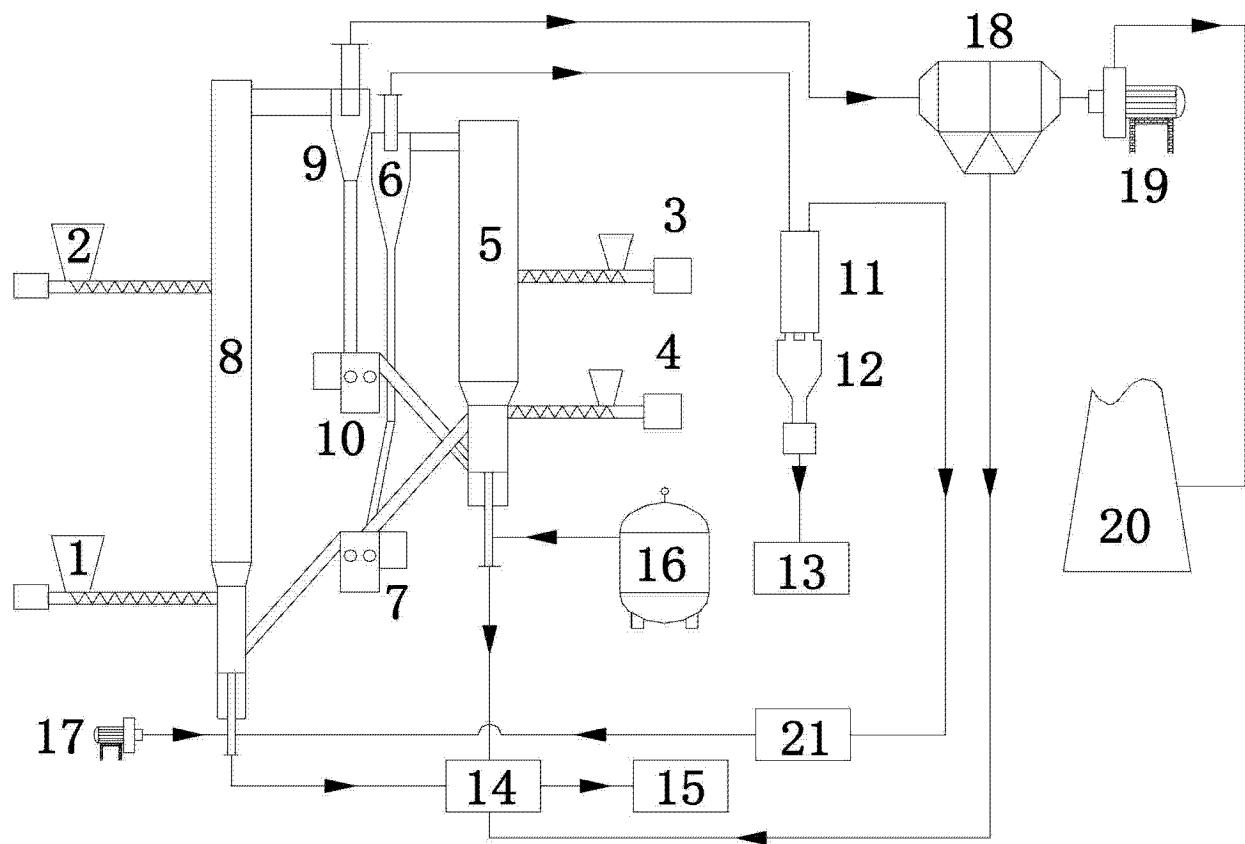


图 1