



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112326716 A

(43) 申请公布日 2021. 02. 05

(21) 申请号 202011227650.1

(22) 申请日 2020.11.06

(71) 申请人 赵金岷

地址 130012 吉林省长春市朝阳区繁荣路  
威尼斯花园12栋

(72) 发明人 赵金岷 魏国铭

(74) 专利代理机构 长春市东师专利事务所  
22202

代理人 张铁生 刘莹

(51) Int. Cl.

G01N 25/00 (2006.01)

G01N 5/04 (2006.01)

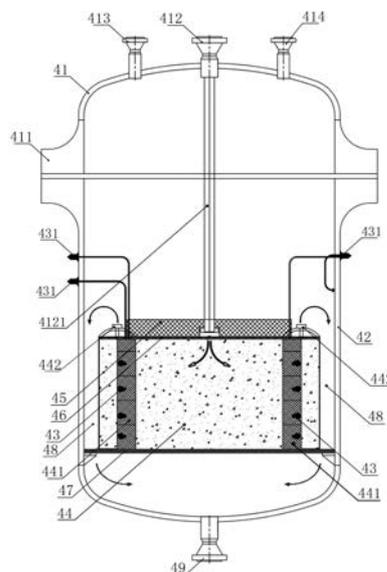
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

油页岩热解模拟试验装置和试验系统及其方法

(57) 摘要

本发明公开了油页岩热解模拟试验装置和试验系统及其方法,油页岩热解模拟试验装置包括:反应罐上盖和反应罐本体,反应罐上盖上分别设有烟气入口;反应罐本体中设有反应区、油气流出夹层、油气出口;烟气入口通过热风管连接到反应区上部;反应区与反应罐本体的罐内设有油气流出夹层;油气出口设在反应罐本体本体底部。油页岩热解模拟试验系统,是由空压机、燃气控制柜、燃烧装置、油页岩热解模拟试验反应装置、冷却装置、回收装置依次串联连接;通过本发明进行模拟实验,开展不同温度、压力和流量以及不同载体气组份条件下的油页岩热裂解的物理模拟试验,监测油页岩加热热解效果,结合油气产物的收率、组分与物化特性分析,得到最优工艺参数。



1. 油页岩热解模拟试验装置,其包括:反应罐上盖(41)和反应罐本体(42),其特征在于:所述的反应罐上盖(41)上分别设有烟气入口(412);反应罐本体(42)中设有反应区(44)、油气流出夹层(48)、油气出口(49);烟气入口(412)通过热风管(4121)连接到反应区(44)上部;反应区(44)与反应罐本体(42)的罐内设有油气流出夹层(48);油气出口(49)设在反应罐本体(42)本体底部。

2. 根据权利要求1所述的油页岩热解模拟试验反应装置,其特征在于:反应罐本体(42)中还设有:热电偶(43)、上压盖层(45)、陶粒层(46)、下撑托层(47);热电偶(43)设在反应区(44)中;上压盖层(45)压盖在陶粒层(46)上;陶粒层(46)压盖在反应区(44)顶部;反应区(44)边侧设有油气流出口(442);下撑托层(47)为撑托反应区(44)的隔离架;下撑托层(47)中设有过滤陶粒砂,下撑托层(47)边缘设有透滤油气的孔隙。

3. 油页岩热解模拟试验系统,它包括:空压机(1)、燃气控制柜(2)、燃烧装置(3)、冷却装置(5)、回收装置(6),所述的空压机(1)、燃气控制柜(2)和燃烧装置(3)串联连接;冷却装置(5)和回收装置(6)相连接;其特征在于:燃烧装置(3)和冷却装置(5)通过反应装置(4)相连接。

4. 油页岩热解模拟试验系统,其特征在于:所述的空压机(1)输送端设有输送阀V1;输送阀V1与输送管连接,输送管上设有第一压力变送器P1和第一温度传感器T1;输送管分接为助燃气体管和载热气体管;助燃气体管上设有助燃气体流量计F1,助燃气体流量计F1两端分别通过控制阀V4和控制阀V5串接在助燃气体管中;载热气体管上设有载热气体流量计F2,载热气体流量计F2两端分别通过控制阀V6和控制阀V7串接在载热气体管中;燃烧装置(3)与反应装置4间的连接管路上还接有温度传感器T3;的冷却装置(5)和回收装置(6)之间的连接管路上还接有阀门V10、温度传感器T4、第二压力变送器P2、阀门V12;阀门V10、温度传感器T4、第二压力变送器P2和阀门V12串联连接;回收装置(6)一端接有阀门V13;回收装置(6)另一端依次连接阀门V14、阀门V15、气体流量计F3、阀门V16;阀门V16通过三通分别与阀门V17和阀门V18连接。

5. 根据权利要求4所述的油页岩热解模拟试验系统,其特征在于:所述的反应装置(4)为权利要求1所述的油页岩热解模拟试验装置。

6. 油页岩热解模拟试验系统的实验方法,具体流程如下:

1)、打压试漏;试验开始之前进行打压试漏,关闭阀V2、V9、V13、V17及V18,其余阀均打开,启动空压机,逐步提升压力至5MPa,用泡沫水对整个装置进行试漏,确保整套装置无漏点,关闭空压机,泄压;

2)、供风;关闭阀V2、V9、V13及V17,其余阀均打开,启动空压机,逐步提升压力至2MPa,通过调节阀V4、V5、V6、V7及将F1和F2流量调节至所需要的流量,其中F1即为助燃气体流量,F2即为载热气体流量;

3)、供气;启动燃气控制柜,调节控制柜压力至2MPa以上,打开阀V2,通过燃气控制柜将燃气流量调节至点火所需流量;

4)、点火;启动燃烧装置点火,将在燃烧装置中混合的助燃气体和燃气点燃,并在燃烧装置中稳定燃烧;

5)、油页岩热解;载热气体将燃烧装置中燃烧产生的热量带入到反应装置,对反应装置中的油页岩进行加热,使油页岩热解,并产生油和气;

6)、冷却及回收;油页岩热解产物及载热气体从反应装置中流出,进入到冷却装置,将其降温,然后进入到回收装置,分别通过液相出口及气相出口回收。

## 油页岩热解模拟试验装置和试验系统及其方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于油页岩开采技术领域,具体涉及油页岩热解模拟试验装置和试验系统及其方法。

### 背景技术

[0002] 对于油页岩储层中的有机质进行原位转化与开采,又被称为地下干馏工艺,即直接对地下的油页岩进行干馏,从而使油气通过生产井直接从地下导出至地面上。根据加热方式不同,主要分为传导加热(电加热、燃烧加热)、流体对流加热、辐射加热和地下燃烧对流加热方法。

[0003] 利用对流加热方式加热页岩矿层,现有的对流加热为直排式。直排式分为两种,1、水平井直排式,它是在加热井和生产井之间设置水平井,热量经水平井进入生产井,热量从生产井井口直接排出。2、水平压裂直排式,是对油页岩矿层进行压裂形成裂缝,热量经裂缝进入生产井,热量从生产井井口直接排出。

[0004] 特别是水平井直排式对流原位开采页岩油刚刚起步,基础理论研究薄弱。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供了油页岩热解模拟试验系统装置及其方法,通过米级油页岩注气燃烧原位裂解模拟试验,进行油页岩原位裂解的载体气组分和载气量以及烟气增压回注安全指标动态测试,获取高传热介质、低能耗和高收油率的工艺参数。

[0006] 油页岩热解模拟试验装置,其包括:反应罐上盖41和反应罐本体42,其特征在于:所述的反应罐上盖41上分别设有烟气入口412;反应罐本体42中设有反应区44、油气流出夹层48、油气出口49;烟气入口412通过热风管4121连接到反应区44上部;反应区44与反应罐本体42的罐内设有油气流出夹层48;油气出口49设在反应罐本体42本体底部。

[0007] 反应罐本体42中还设有:热电偶43、上压盖层45、陶粒层46、下撑托层47;热电偶43设在反应区44中;上压盖层45压盖在陶粒层46上;陶粒层46压盖在反应区44顶部;反应区44边侧设有油气流出口442;下撑托层47为撑托反应区44的隔离架;下撑托层47中设有过滤陶粒砂,下撑托层47边缘设有透滤油气的孔隙。

[0008] 油页岩热解模拟试验系统,它包括:空压机1、燃气控制柜2、燃烧装置3、冷却装置5、回收装置6,所述的空压机1、燃气控制柜2和燃烧装置3串联连接;冷却装置5和回收装置6相连接;其特征在于:燃烧装置3和冷却装置5通过反应装置4相连接。

[0009] 所述的空压机1输送端设有输送阀V1;输送阀V1与输送管连接,输送管上设有第一压力变送器P1和第一温度传感器T1;输送管分接为助燃气体管和载热气体管;助燃气体管上设有助燃气体流量计F1,助燃气体流量计F1两端分别通过控制阀V4和控制阀V5串接在助燃气体管中;载热气体管上设有载热气体流量计F2,载热气体流量计F2两端分别通过控制阀V6和控制阀V7串接在载热气体管中;燃烧装置3与反应装置4间的连接管路上还接有温度传感器T3;的冷却装置5和回收装置6之间的连接管路上还接有阀门V10、温度传感器T4、第

二压力变送器P2、阀门V12；阀门V10、温度传感器T4、第二压力变送器P2和阀门V12串联连接；回收装置6一端接有阀门V13；回收装置6另一端依次连接阀门V14、阀门V15、气体流量计F3、阀门V16；阀门V16通过三通分别与阀门V17和阀门V18连接。

[0010] 所述的反应装置4为前述的油页岩热解模拟试验装置。

[0011] 油页岩热解模拟试验系统的实验方法，具体流程如下：

1)、打压试漏；试验开始之前进行打压试漏，关闭阀V2、V9、V13、V17及V18，其余阀均打开，启动空压机，逐步提升压力至5MPa，用泡沫水对整个装置进行试漏，确保整套装置无漏点，关闭空压机，泄压；

2)、供风；关闭阀V2、V9、V13及V17，其余阀均打开，启动空压机，逐步提升压力至2MPa，通过调节阀V4、V5、V6、V7及将F1和F2流量调节至所需要的流量，其中F1即为助燃气体流量，F2即为载热气体流量；

3)、供气；启动燃气控制柜，调节控制柜压力至2MPa以上，打开阀V2，通过燃气控制柜将燃气流量调节至点火所需流量；

4)、点火；启动燃烧装置点火，将在燃烧装置中混合的助燃气体和燃气点燃，并在燃烧装置中稳定燃烧；

5)、油页岩热解；载热气体将燃烧装置中燃烧产生的热量带入到热解模拟试验装置，对热解模拟试验装置中的油页岩进行加热，使油页岩热解，并产生油和气；

6)、冷却及回收；油页岩热解产物及载热气体从热解模拟试验装置中流出，进入到冷却装置，将其降温，然后进入到回收装置，分别通过液相出口及气相出口回收。

[0012] 本发明公开了油页岩热解模拟试验系统装置及其方法，其热解模拟试验装置中包括：反应罐上盖41和反应罐本体42，所述的反应罐上盖41上分别设有烟气入口412；反应罐本体42中设有反应区44、油气流出夹层48、油气出口49；烟气入口412通过热风管4121连接到反应区44上部；反应区44与反应罐本体42的罐内设有油气流出夹层48；油气出口49设在反应罐本体42本体底部。油页岩热解模拟试验系统，为依次串联的空压机1、燃气控制柜2、燃烧装置3、油页岩热解模拟试验热解模拟试验装置、冷却装置5、回收装置6，通过本发明进行模拟实验，开展不同温度、压力和流量以及不同载体气组份条件下的油页岩热裂解的物理模拟试验，监测油页岩加热热解效果，结合油气产物的收率、组分与物化特性分析，得到最优工艺参数。

## 附图说明

[0013] 图1是本发明油页岩热解模拟试验装置示意图；

图2是本发明油页岩热解模拟试验系统示意图；

空压机1，燃气控制柜2，燃烧装置3，反应装置4，冷却装置5，回收装置6，反应罐上盖41，连接法兰411，反应罐本体42，烟气入口412，安全阀413，压力表414，热风管4121，热电偶43，反应区44，上压盖层45，陶粒层46，下撑托层47，油气流出夹层48，油气出口49，油气流出口442，烟气入口412。

## 具体实施方式

[0014] 实施例1油页岩热解模拟试验装置

参见图1所示,油页岩热解模拟试验装置,其为圆形罐体,热解模拟试验装置包括:反应罐上盖41和反应罐本体42,反应罐上盖41通过连接法兰411密封连在反应罐本体42上;

反应罐上盖41上分别设有烟气入口412、安全阀413、压力表414;烟气入口412内侧设有热风管4121;

反应罐本体42中设有热电偶43、反应区44、上压盖层45、陶粒层46、下撑托层47、油气流出夹层48、油气出口49;

所述的反应罐本体42中罐内的中下方设有反应区44,反应区44中设有隔热衬里441,热电偶43设在隔热衬里441内侧;隔热衬里441内侧设有多个热电偶43,热电偶43上设有热电偶电气连接端431,热电偶电气连接端431装设在反应罐本体42侧壁上;

所述的热风管4121下管口设在反应区44上部;

所述的上压盖层45压盖在陶粒层46上;陶粒层46压盖在反应区44顶部;反应区44边侧设有油气流出口442;

所述的陶粒层46为过滤陶粒砂;

所述的下撑托层47为撑托反应区44的隔离架;下撑托层47中设有过滤陶粒砂,下撑托层47边缘设有透滤油气的孔隙;

所述的反应区44与反应罐本体42的罐内设有油气流出夹层48;

燃烧装置输出的高温介质从顶部的烟气入口412进入,为反应器内的油页岩试样提供热源和载体气;

在反应区44内裂解后的油气混合物通过反应罐本体42下方的油气出口49引出。

#### [0015] 实施例2油页岩热解模拟试验系统

参见图1所示,油页岩热解模拟试验系统,它包括:空压机1、燃气控制柜2、燃烧装置3、反应装置4、冷却装置5、回收装置6;

所述的空压机1和燃气控制柜2连接到燃烧装置3;燃烧装置3、反应装置4、冷却装置5、回收装置6串联连接;

所述的空压机1为热风型送风空压机;空压机1的输送风量为:20-100Nm<sup>3</sup>/h;

所述的空压机1的输送风温度<60℃;

所述的空压机产出压缩空气分为主风和套风两路进入燃烧装置,主风和套风分别实时监测流量、温度和压力;主风为燃烧装置提供助燃剂,套风和氮气、二氧化碳气体混合进入燃烧装置换热;

所述的空气压缩机流量100Nm<sup>3</sup>/h、工作压力5.0MPa;

所述的空压机1输送端设有输送阀V1,输送阀V1与输送管连接,输送管上设有第一压力变送器P1和第一温度传感器T1;

第一压力变送器P1通过控制阀V2连接在输送管上;

第一温度传感器T1接在输送管中;

所述的输送管分接为助燃气体管和载热气体管;

助燃气体管上设有助燃气体流量计F1,助燃气体流量计F1两端分别通过控制阀V4和控制阀V5串接在助燃气体管中;

载热气体管上设有载热气体流量计F2,载热气体流量计F2两端分别通过控制阀V6和控制阀V7串接在载热气体管中;

所述的燃气控制柜2为控制燃气流量的设备,燃气控制柜2中设有燃气缓冲罐和燃气车,燃气控制柜2为燃烧装置提供实时计量的高压燃气;

所述的燃气控制柜2调节控制柜压力至2MPa以上;

所述的燃烧装置3中,主风和燃气在燃烧装置配烧放热,套风和氮气、二氧化碳气体混合在燃烧装置换热;燃烧装置输出的高温介质,为反应器内的油页岩试样提供热源和载体气;燃烧装置输出的高温介质冷却后实时监测氧气含量;

燃烧装置为米级油页岩注气燃烧原位裂解模拟实验动态测试平台的热源装置,主风和燃气在燃烧装置中配烧放热,套风和氮气、二氧化碳气体混合在燃烧装置换热升温;

所述的燃烧装置3与反应装置4间的连接管路上还接有温度传感器T3;

所述的反应装置4为实施例1所述的热解模拟试验装置;

所述的反应装置4为圆形反应装置罐,反应装置4上包括:反应罐上盖41和反应罐本体42,反应罐上盖41通过连接法兰411密封连在反应罐本体42上;

反应罐上盖41上分别设有烟气入口412、安全阀413、压力表414;烟气入口412内侧设有热风管4121;

反应罐本体42中设有热电偶43、反应区44、上压盖层45、陶粒层46、下撑托层47、油气流出夹层48、油气出口49;

所述的反应罐本体42中罐内的下方设有反应区44,反应区44中设有隔热衬里441,热电偶43设在隔热衬里441内侧;隔热衬里441内侧设有多个热电偶43,热电偶43上设有热电偶电气连接端431,热电偶电气连接端431装设在反应罐本体42侧壁上;

所述的上压盖层45压盖在陶粒层46上;陶粒层46压盖在反应区44上;反应区44边侧设有油气流出口442;

所述的陶粒层46为过滤陶粒砂;

所述的下撑托层47为撑托反应区44的隔离架;下撑托层47中设有过滤陶粒砂,下撑托层47边缘设有透滤油气的孔隙;

所述的反应区44与反应罐本体42的罐内设有油气流出夹层48,

燃烧装置输出的高温介质从反应装置4顶部的烟气入口412进入,为反应器内的油页岩试样提供热源和载体气;

在反应区44内裂解后的油气混合物通过反应罐本体42下方的油气出口49引出;

所述的反应装置4与冷却装置5之间的连接管路上还接有温度传感器T4;

所述的冷却装置5和回收装置6主要是由介质冷却器由冷却水箱和换热管构成,介质冷却器由换热水箱和排管构成;反应器输出介质流经排管后于水箱中的冷却水换热降温;高温介质流经换热管与冷却水进行换热降温;反应器出口高温介质经介质冷却器冷却后进入介质回收装置进行三相分离;分离后的气相经流量计计量后根据试验进程放空或并入空压机进气口进行回注,油页岩油和水分别收集、计量;

所述的冷却装置5和回收装置6之间的连接管路上还接有阀门V10、温度传感器T4、第二压力变送器P2、阀门V12;阀门V10、温度传感器T4、第二压力变送器P2和阀门V12串联连接;

所述的回收装置6一端接有阀门V13;回收装置6另一端依次连接阀门V14、阀门V15、气体流量计F3、阀门V16;阀门V16通过三通分别与阀门V17和阀门V18连接。

[0016] 实施例3油页岩热解模拟试验系统的实验方法

具体流程如下：

1)、打压试漏；试验开始之前进行打压试漏，关闭阀V2、V9、V13、V17及V18，其余阀均打开，启动空压机，逐步提升压力至5MPa，用泡沫水对整个装置进行试漏，确保整套装置无漏点，关闭空压机，泄压；

2)、供风；关闭阀V2、V9、V13及V17，其余阀均打开，启动空压机，逐步提升压力至2MPa，通过调节阀V4、V5、V6、V7及将F1和F2流量调节至所需要的流量，其中F1即为助燃气体流量，F2即为载热气体流量；

3)、供气；启动燃气控制柜，调节控制柜压力至2MPa以上，打开阀V2，通过燃气控制柜将燃气流量调节至点火所需流量；

4)、点火；启动燃烧装置点火，将在燃烧装置中混合的助燃气体和燃气点燃，并在燃烧装置中稳定燃烧；

5)、油页岩热解；载热气体将燃烧装置中燃烧产生的热量带入到热解模拟试验装置，对热解模拟试验装置中的油页岩进行加热，使油页岩热解，并产生油和气；

6)、冷却及回收；油页岩热解产物及载热气体从热解模拟试验装置中流出，进入到冷却装置，将其降温，然后进入到回收装置，分别通过液相出口及气相出口回收；

工艺流程：

试验首先将样品放入反应器内，启动空气压缩机送风、启动燃气控制系统输出可燃气体，并在燃烧装置中点燃可燃气体，燃烧装置输出高温载体气作为油页岩样品裂解的热源和产物载体气；调整载体气组份时氮气、二氧化碳等气体在空气压缩机出口工艺管道预留阀门并入。热解结束后，收集液体产物进行油页岩油和水的分离，称重后密封保存，产出气体检测组份并计量气量；

选用在地下深处高效加热试验所用各类流体，主要为氮气、空气、二氧化碳等不同试验气体和不同的配比的载体气，开展不同条件下的油页岩热裂解试验；开展不同温度、压力和流量条件下，以及不同载体气组份的物理模拟试验，通过大量的温度、压力传感器动态监测油页岩加热热解效果，结合油气产物的收率、组分与物化特性分析，得到最优工艺参数。

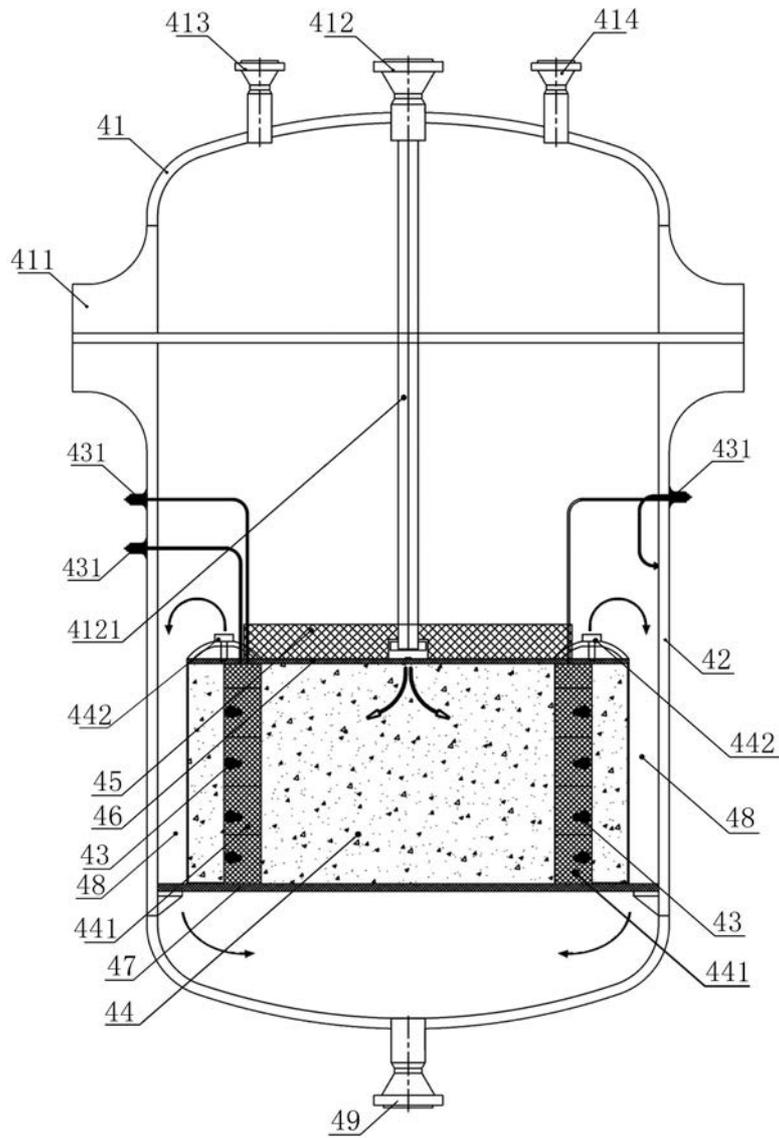


图1

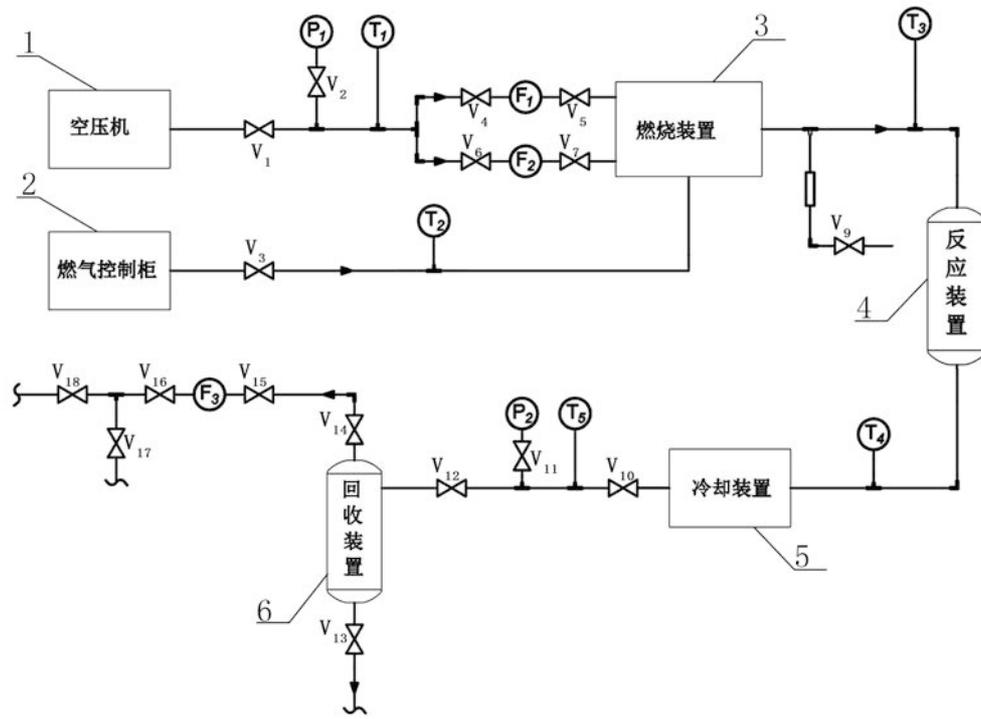


图2