

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

C10B 53/04

C07C 11/24



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 03138796.9

[45] 授权公告日 2005 年 5 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 1200074C

[22] 申请日 2003.7.3 [21] 申请号 03138796.9

[71] 专利权人 太原理工大学

地址 030024 山西省太原市迎泽西大街 79 号

[72] 发明人 谢克昌 鲍卫仁 吕永康 庞先勇

常丽萍

审查员 经德伍

[74] 专利代理机构 太原市科瑞达专利代理有限公司

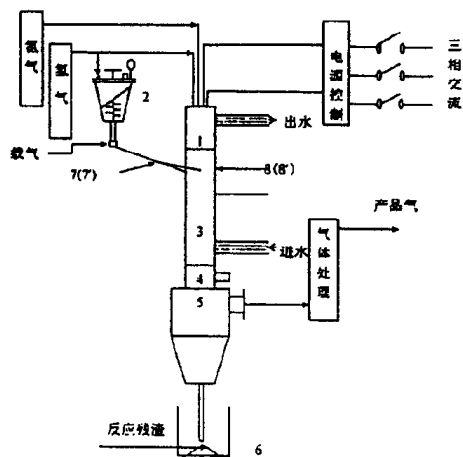
代理人 庞建英

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称 煤与甲烷共热解的方法及装置

[57] 摘要

本发明煤与甲烷共热解的方法及装置涉及煤化工领域，具体地说是煤的洁净转化。采用电弧等离子体热解煤和甲烷，等离子气为氢气；煤粉从反应器上部径向进料口进入，甲烷气是输送煤粉的载气；煤粉和甲烷气同时从各自的进料口进入等离子体射流中热解，通过调节物料进入等离子体射流的方式和进料量的大小，控制物料和热解气在热解反应器中的停留时间和反应器的出口温度，切向进气同时起到热解过程产生的炭碎片和反应器壁间的隔离作用，消除和减弱结焦现象；在热解反应器中有一渐扩段，由于射流卷吸作用，强化了物料与等离子体射流的混合作用，有利于消除边界层现象。热解气体离开反应器后迅速淬冷，淬冷剂为甲烷气。



ISSN 1008-4274

1. 一种煤与甲烷共热解的方法，其特征在于是一种用等离子体射流将煤与甲烷共热解的工艺方法，包括如下步骤：以氮气作起弧气和系统置换气，在直流电弧等离子体发生器中通入氢气，产生氢等离子体射流，将粉煤和热解用甲烷气分别从径向和切向喷入热解反应器，进行热解反应，控制反应器出口温度在 1500℃ 以上，热解气体和固体通过热解反应器端口被淬冷剂淬冷，热解物料淬冷后的温度为 150℃~200℃。

2. 按照权利要求 1 所述的煤与甲烷共热解方法，其特征在于用甲烷气作输送粉煤的载气，将粉煤喷入热解反应器。

3. 按照权利要求 1 所述的煤与甲烷共热解的方法，其特征在于物料在反应器出口进行淬冷的淬冷剂为甲烷气体。

4. 实现权利要求 1 所述的煤与甲烷共热解的方法的装置，其特征在于主要设备由直流电弧等离子体发生器（1）、粉煤供给装置（2）、热解反应器（3）、淬冷器（4）、气固分离器（5）组成，辅助设备有粉煤进料管（7、7'）和热解用甲烷气进料管（8、8'）；主要设备的连接顺序为直流电弧等离子体发生器（1）、热解反应器（3）、淬冷器（4）、气固分离器（5）；直流电弧等离子体发生器（1）垂直安装在热解反应器（3）上，淬冷器（4）、气固分离器（5）依次安装在热解反应器（3）之下；辅助设备进料管（7、7'）在热解反应器上部径向对称安装并与粉煤供给装置（2）相连，进料管（8、

8')在进料管(7、7')的下方并以切向方向在热解反应器的径向对称安装。

5. 按照权利要求4所述的煤与甲烷共热解装置,其特征在于在进料管(8、8')下部,热解反应器(3)轴向上有一渐扩去头锥形段,渐扩角为10度~20度。

## 煤与甲烷共热解的方法及装置

### 技术领域

本发明的内容是煤与甲烷气共热解的方法和装置，是一种等离子体热解的方法，是等离子体技术在煤洁净转化的典型应用，属于煤化工领域。

### 技术背景

乙炔虽然是含有三价化合键的最简单的烃基化合物，却是一种非常重要的化工原料。乙炔化工作为煤化工的重要分支，有着广泛的应用。从化学成分上看，煤中的 C/H 比接近于 1，因此以煤为原料生产乙炔，从理论上来讲是一个理想的方案。

已知的煤等离子体热解制乙炔的方法，在热解过程中，热解反应器粉煤进口处器壁结焦严重，影响过程的进行，若采用化学方法消除结焦，会带来系统不能连续运行的困难，同时物料在反应器的停留时间和反应器的温度控制更多地依赖于理论计算和反应器的结构形式，实际过程难以调节。

### 发明内容

本发明通过改变物料的进料方式，有效地控制热解过程物料在反应器中的停留时间和出口温度，同时通过旋流气的作用，在热解炭碎片和反应器间形成隔离层，减弱或消除反应器壁的结焦现象。

本发明所述煤与甲烷共热解的方法，其特征在于是一种用等离子

体射流将煤与甲烷共热解的工艺方法，包括如下步骤：以氮气作起弧气和系统置换气，在直流电弧等离子体发生器中通入氢气，产生氢等离子体射流，将粉煤和热解用甲烷气分别从热解反应器的径向和切向喷入，进行热解反应，控制反应器出口温度在 1500℃ 以上，热解气体和固体通过热解反应器端口被淬冷剂淬冷，淬冷剂为甲烷气体，热解物料淬冷后的温度为 150℃~200℃。

上述的煤与甲烷共热解方法，其特征在于用甲烷气作输送煤粉的载气。

上述的煤与甲烷共热解方法中两种进料方式相结合可以有效地控制煤与甲烷及热解物在反应器的停留时间和调节反应器的出口温度。

上述的煤与甲烷共热解方法，甲烷气体的切向进入，可以在反应器壁和等离子体射流间形成保护气膜，作为煤热解产生的高温炭碎片与反应器阻隔层，防止或减少反应器壁的结焦。

实现以上所述的煤与甲烷共热解的方法的装置，主要设备由直流电弧等离子体发生器 1、粉煤供给装置 2、热解反应器 3、淬冷器 4、气固分离器 5 组成，辅助设备有进料管 7、7' 和 8、8'；辅助设备粉煤进料管 7、7' 在热解反应器上部径向对称安装并与粉煤供给装置 2 相连，热解用甲烷气进料管 8、8' 以切向方向在热解反应器上部径向对称安装，进料管 8、8' 在进料管 7、7' 下方。

上述的煤与甲烷共热解装置，其特征在于在热解用甲烷气进料管 8、8' 下部，热解反应器 3 有一渐扩去头锥形段，用于物料与等离子体

射流的充分接触，渐扩角为 10 度~20 度。

#### 附图说明

参照装置图来阐述本发明的内容，其中：

图 1 所示为煤与甲烷共热解装置及流程

图 2 所示反应器截面图

图 3 所示反应器上部 B—B 截面图

图 4 所示反应器上部 A—A 截面图

图中标号为：

- 1.直流电弧等离子体发生器
- 2.输送煤粉设备
- 3.热解反应器
- 4.淬冷器
- 5.气固分离器
- 6.反应残渣收集器
- 7、7' 进料管
- 8、8' 进料管

煤与甲烷共热解装置由直流电弧等离子体发生器 1、粉煤供给装置 2、热解反应器 3、淬冷器 4、气固分离器 5 组成，辅助设备有进料管 7、7'和 8、8'。直流可控电源为等离子体发生器提供动力，等离子体发生器垂直安装在热解反应器 3 上；在热解反应器 3 上，有两组对称安装的进料管，一组粉煤进料管 7、7'在反应器 3 径向相对安装并与粉煤供给装置 2 相连，另一组热解用甲烷气进料管 8、8'在径向相对以切向方向与热解反应器 3 相连，粉煤与甲烷气体分别通过这两组进料管进入热解反应器 3 中；在两组进料管下部热解反应器 3 轴向上有一渐扩段，用于物料与等离子体射流的充分接触，渐扩角为 10 度~20 度；热解反应器内衬耐高温石墨材料，热解气体和固体通过反应器出口进入淬冷器 4，在此热解气体被冷却，冷却气体经过气固分离

器 5 后进入后处理过程,经除尘、吸收和解吸得到最终的产品—乙炔。

本发明所述的方法按如下方法,在直流电弧等离子体发生器中通入氢气,产生氢等离子体射流,将粉煤和热解用甲烷气分别从热解反应器的径向和切向喷入,调节两股物料的进料量大小维持反应器的出口温度和停留时间,进行热解反应,控制反应器出口温度在 1500℃以上,热解气体和固体通过热解反应器端口被淬冷剂淬冷,淬冷剂为甲烷气体,热解物料淬冷后的温度为 150℃~200℃。冷却后的产品气经气固分离,固相产物是残渣和炭黑,气相产物经除尘、吸收、解吸等工序得到产品气乙炔。

### 具体实施方式

#### 实施方式 1

在等离子体发生器中,首先通入氮气,在高频脉冲作用下,击穿气体,施加能量,维持等离子体电弧产生。调节到要求的电压和电流时,开通氢气,同时减少氮气流量,直到氮气停止,等离子气为氢气时为止。测试等离子体热解反应器温度,当温度在 1700℃,并保持不变时,打开煤粉和甲烷的输送管路,调节煤粉与甲烷气体进料量,控制反应器出口温度在 1500℃,运行稳定时,检测淬冷前后乙炔含量,根据含量调节两股进气量比例,同时调节淬冷剂甲烷气体的流量,控制淬冷出口热解气温度在 150℃,煤与甲烷共热解,产品气体中乙炔的浓度 10%,乙炔收率大于 18%。

#### 实施方式 2

在等离子体发生器中,首先通入氮气,在高频脉冲作用下,击穿

气体，施加能量，维持等离子体电弧产生。调节到要求的电压和电流时，开通氢气，同时减少氮气流量，直到氮气停止，等离子气为氢气时为止。测试等离子体热解反应器温度，当温度在 1800℃ 并保持不变时，打开煤粉和甲烷的输送管路，调节煤粉与甲烷气体进料量，控制反应器出口温度在 1550℃ 运行稳定时，检测淬冷前后乙炔含量，根据含量调节两股进气量比例，同时调节淬冷剂甲烷气体的流量，控制淬冷出口热解气温度在 180℃，煤与甲烷共热解，产品气体中乙炔的浓度 12%，乙炔收率大于 18%。

### 实施方式 3

在等离子体发生器中，首先通入氮气，在高频脉冲作用下，击穿气体，施加能量，维持等离子体电弧产生。调节到要求的电压和电流时，开通氢气，同时减少氮气流量，直到氮气停止，等离子气为氢气时为止。测试等离子体热解反应器温度，当温度在 1750℃ 以上，并保持不变时，打开煤粉和甲烷的输送管路，调节煤粉与甲烷气体进料量，控制反应器出口温度在 1600℃ 以上，运行稳定时，检测淬冷前后乙炔含量，根据含量调节两股进气量比例。同时调节淬冷剂甲烷气体的流量，控制淬冷出口热解气温度在 200℃ 之间。采用本发明方法，煤与甲烷共热解，产品气体中乙炔的浓度 13%，乙炔收率大于 18%。



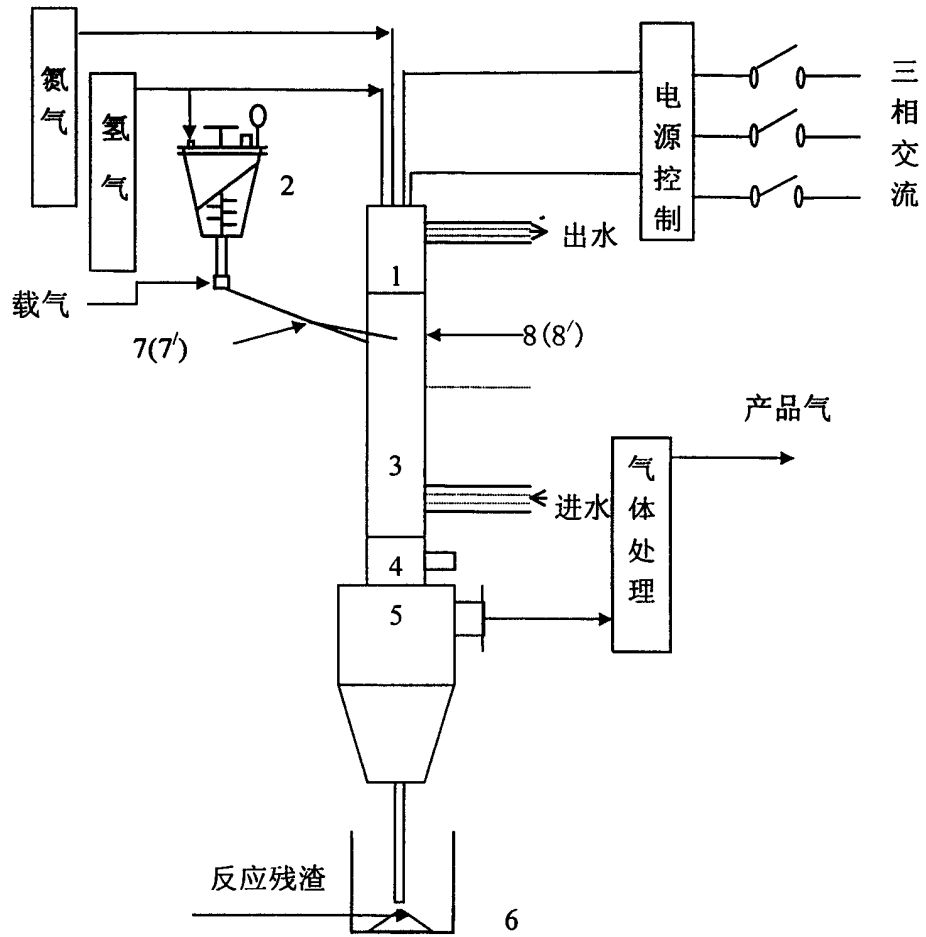


图 1

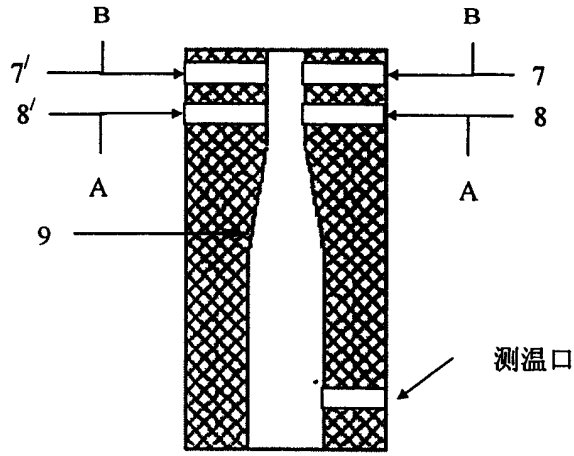


图 2

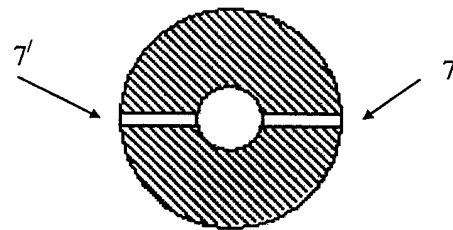


图 3

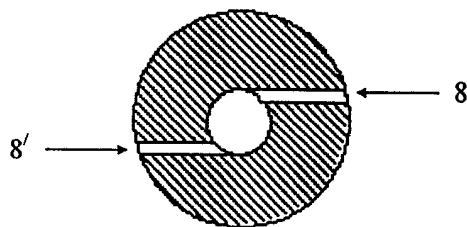


图 4