

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2019年5月23日 (23.05.2019)



(10) 国际公布号  
**WO 2019/096143 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*C10B 55/00* (2006.01) *C10G 9/00* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/115326
- (22) 国际申请日: 2018年11月14日 (14.11.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201711119034.2 2017年11月14日 (14.11.2017) CN
- (71) 申请人: 中国石油化工股份有限公司 (CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORPORATION) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区朝阳门北大街22号, Beijing 100728 (CN)。中国石油化工股份有限公司大连石油化工研究院 (DALIAN RESEARCH INSTITUTE OF

PETROLEUM AND PETROCHEMICALS, SINOPEC CORP.) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市旅顺口区南开街96号, Liaoning 116045 (CN)。

- (72) 发明人: 初人庆(CHU, Renqing); 中国辽宁省大连市旅顺口区南开街96号, Liaoning 116045 (CN)。方向晨(FANG, Xiangchen); 中国辽宁省大连市旅顺口区南开街96号, Liaoning 116045 (CN)。郭丹(GUO, Dan); 中国辽宁省大连市旅顺口区南开街96号, Liaoning 116045 (CN)。宋永一(SONG, Yongyi); 中国辽宁省大连市旅顺口区南开街96号, Liaoning 116045 (CN)。刘继华(LIU, Jihua); 中国辽宁省大连市旅顺口区南开街96号, Liaoning 116045 (CN)。勾连忠(GOU, Lianzhong); 中国辽宁省大连市旅顺口区南开街96号, Liaoning 116045 (CN)。矫德卫(JIAO, Dewei); 中国辽宁省大连市旅顺口区南开街96号, Liaoning 116045 (CN)。

(54) Title: COKING SYSTEM AND COKING METHOD

(54) 发明名称: 一种焦化系统和焦化方法

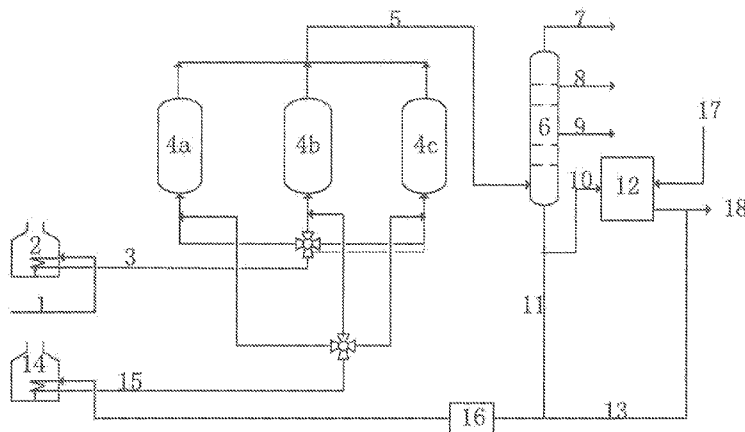


图1

(57) Abstract: The present invention relates to a coking system and a corresponding coking method. The coking system comprises 1st to m-th heating units and 1st to n-th coke drums; each of the m heating units is communicated with the n coke drums, respectively; each of the n coke drums is communicated with one or more separation columns, respectively; the one or more separation columns are communicated with the m-th heating unit and is optionally connected with the i-th heating unit; and m, n and i are defined as in the description. The described coking system can at least produce high-quality needle coke with stable performance using petroleum or coal-based raw materials.

(57) 摘要: 本发明涉及一种焦化系统以及相应的焦化方法。所述焦化系统包含第1个至第m个加热单元和第1个至第n个焦炭塔, 所述m个加热单元中的每一个分别与所述n个焦炭塔连通, 所述n个焦炭塔中每一个焦炭塔分别与一个或多个分离塔连通, 所述一个或多个分离塔与所述第m个加热单元连通并任选与第i个加热单元连通, 数值m、n和i如说明书所述定义。所述焦化系统至少能够利用石油系或煤系原料生产性能稳定的高品质针状焦。

WO 2019/096143 A1

武云 (WU, Yun); 中国辽宁省大连市旅顺口区  
南开街96号, Liaoning 116045 (CN)。

(74) 代理人: 北京安杰律师事务所 (ANJIE LAW FIRM);  
中国北京市朝阳区东方东路19号亮马桥外交办  
公大楼D1座19层, Beijing 100600 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家  
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,  
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,  
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,  
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,  
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,  
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,  
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区  
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,  
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,  
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,  
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,  
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,  
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

## 一种焦化系统和焦化方法

### 技术领域

5 本发明涉及一种焦化系统，具体地说涉及一种生产针状焦的焦化系统。本发明还涉及一种焦化方法。

### 背景技术

针状焦主要用于生产高功率、超高功率石墨电极。随着钢铁时代的发展，废钢产量逐渐增加，推动了电炉钢的发展，必然增加石墨电极特别是高功率、超高功率电极的用量，针状焦的需求量也将不断增加。

10 CN200810017110.3 公开了一种针状焦的制备方法，将富含芳烃的馏分或渣油，经一定升温程式的延迟焦化处理之后，对所得生焦进行煅烧，制得中间相含量高、针形结构发达的针状焦。

CN201110449286.8 公开了一种生产均质石油针状焦的方法，将生产针状焦原料经加热炉加热至相对较低温度 400~480℃后进入焦化塔，焦化原料形成可以流动的中间相液晶；低温新鲜原料进料阶段完成后，逐渐升高加热炉出口温度，同时将焦化加热炉进料改为新鲜原料和分馏塔出来的重馏分油；当焦化塔内物料达到固化生焦温度后，将焦化加热炉进料改为反应过程中产生的焦化中间馏分油，同时提高焦化加热炉进料温度，使焦化塔内温度达到 460~510℃，石油焦完成高温固化获得针状焦产品。

20 US4235703 公开了一种用渣油生产优质焦的方法，该方法先将原料经加氢脱硫、脱金属后再经过延迟焦化工艺生产高功率电极石油焦。

US4894144 公开了一种同时制造针状焦和高硫石油焦的方法，它采用加氢处理工艺对直馏重油进行预处理，加氢过的渣油分成两部分分别经焦化后再煅烧制得针状焦和高硫石油焦。

25 CN1325938A 公开了一种用含硫常压渣油生产针状石油焦的方法，在该方法中原料依次经过加氢精制、加氢脱金属、加氢脱硫后，分离加氢生成油得到的

加氢重馏分油进入延迟焦化装置，在生产针焦的条件下得到针焦。

上述方法都是采用常规一炉两塔延迟焦化方式生产针状焦，都没有解决针状焦生产过程变温变压引起的操作波动大问题，普遍存在着针状焦产品性能不稳定的问题。因此，如何制造出性能均一的优质针状焦产品，一直是研发人员追求的目标。

## 发明内容

本发明的发明人发现，现有技术的生产针状焦的延迟焦化工程，加热单元普遍采用变温控制，在延迟焦化的生产周期内，加热单元循环进行着升温-恒温-降温-升温过程，变温范围宽并且平稳操作困难；甚至某些延迟焦化工艺中加热单元需要经历不同的加热阶段对不同的原料加热，例如在不同的充焦阶段对新鲜原料、新鲜原料与焦化蜡油混合料及中间馏分油进行加热，加热单元进料性质差异较大，且不同进料阶段拉生比控制又不同，带来加热单元进料量变化大。

另外，本发明的发明人通过多年研究发现，制造条件对于针状焦的性能有重要影响，条件的微小变化就有可能影响产品流线型纹理的形成、影响热膨胀系数，上述充焦过程中的加热单元变温、变压、变进料量等操作上的不可避免的微小误差是造成产品质量存在较大差异的主要原因，并在此发现的基础上完成了本发明。

具体而言，本发明涉及以下方面的内容。

1. 一种焦化系统，包含第 1 个至第  $m$  个（共计  $m$  个）加热单元（优选换热器或加热炉，更优选加热炉）和第 1 个至第  $n$  个（共计  $n$  个）焦炭塔， $m$  是 2 至  $n-1$  的任意整数， $n$  是 3 以上的任意整数（优选 3 至 20 的任意整数，更优选 3 至 5 的任意整数，更优选 3），所述  $m$  个加热单元中的每一个分别与所述  $n$  个焦炭塔连通，所述  $n$  个焦炭塔中每一个焦炭塔（优选塔上部和/或塔顶）分别与一个或多个（优选一个）分离塔（优选精馏塔、闪蒸塔、蒸发塔或分馏塔，更优选分馏塔）连通，所述一个或多个分离塔（优选塔下部和/或塔底）与所述第  $m$  个加热单元连通并任选与第  $i$  个加热单元（ $i$  为大于 1 且小于  $m$  的任意整数）连

通（优选不与所述第 1 个加热单元连通）。

2. 前述或后述任一方面所述的焦化系统，还包含控制单元，设所述  $n$  个焦炭塔中第  $h$  个（ $h$  是 1 至  $n$  的任意整数）焦炭塔的起始充焦时刻为  $T_0$ ，终止充焦时刻为  $T_e$ ，则所述控制单元被构造为能够从所述时刻  $T_0$  开始，按照从所述第 1 个加热单元至所述第  $m$  个加热单元的顺序顺次启动和终止每个加热单元向所述第  $h$  个焦炭塔的物质输送，在所述时刻  $T_e$ ，终止所述第  $m$  个加热单元向所述第  $h$  个焦炭塔的物质输送。

3. 前述或后述任一方面所述的焦化系统，还包括在至少一个所述加热单元（优选所述第  $m$  个加热单元，并任选第  $i$  个加热单元，其中  $i$  为大于 1 且小于  $m$  的任意整数）的入口和/或出口设置的至少一个过滤装置。

4. 前述或后述任一方面所述的焦化系统，还包括至少一个生焦原料储罐，其中所述至少一个生焦原料储罐与所述第 1 个加热单元连通并任选与第  $i$  个加热单元（ $i$  为大于 1 且小于  $m$  的任意整数）连通（优选不与所述第  $m$  个加热单元连通）。

6. 一种焦化方法，包括利用  $m$  个加热单元和  $n$  个焦炭塔进行焦化的步骤，其中  $m$  是 2 至  $n-1$  的任意整数， $n$  是 3 以上的任意整数（优选 3 至 20 的任意整数，更优选 3 至 5 的任意整数，更优选 3），所述  $m$  个加热单元中的每一个分别与所述  $n$  个焦炭塔以物质输送方式连通，设所述  $n$  个焦炭塔中第  $h$  个（ $h$  是 1 至  $n$  的任意整数）焦炭塔的起始充焦时刻为  $T_0$ ，终止充焦时刻为  $T_e$ ，则从所述时刻  $T_0$  开始，按照从所述第 1 个加热单元至所述第  $m$  个加热单元的顺序顺次启动和终止每个加热单元向所述第  $h$  个焦炭塔的物质输送，在所述时刻  $T_e$ ，终止所述第  $m$  个加热单元向所述第  $h$  个焦炭塔的物质输送。

7. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中在所述时刻  $T_e$ ，所述第 1 个至第  $m$  个加热单元向所述第  $h$  个焦炭塔的物质输送量之和等于所述第  $h$  个焦炭塔的目标充焦容量。

8. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中在一个物质输送循环周期内，

所述第 1 个至第 m 个加热单元中的每一个加热单元仅向所述第 h 个焦炭塔输送物料一个批次，或者在一个物料输送循环周期内的任意时刻，所述第 h 个焦炭塔或者 (i) 不接受输送物料或者 (ii) 只接受来自于所述第 1 个至第 m 个加热单元中仅一个加热单元的输送物料。

5 9. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中在一个物料输送循环周期结束之后，对所述第 h 个焦炭塔进行吹扫和除焦操作，然后或者 (i) 所述第 h 个焦炭塔处于备用状态；或者 (ii) 针对所述第 h 个焦炭塔开始下一个物料输送循环周期。

10 10. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中所述第 1 个至第 m 个加热单元中的每一个将其输送物料加热至所述第 h 个焦炭塔对该输送物料要求的进料温度。

11. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中所述第 1 个加热单元将其输送物料（称为第 1 个输送物料）加热至进料温度  $W_1$  为  $400^{\circ}\text{C}$ - $480^{\circ}\text{C}$ （优选  $420^{\circ}\text{C}$ - $460^{\circ}\text{C}$ ），并且所述第 1 个输送物料使得所述第 h 个焦炭塔的塔内气速  $G_1$  达到  
15  $0.05$ - $0.25\text{m/s}$ （优选  $0.05$ - $0.10\text{m/s}$ ），所述第 m 个加热单元将其输送物料（称为第 m 个输送物料）加热至进料温度  $W_m$  为  $460^{\circ}\text{C}$ - $530^{\circ}\text{C}$ （优选  $460^{\circ}\text{C}$ - $500^{\circ}\text{C}$ ），并且所述第 m 个输送物料使得所述第 h 个焦炭塔的塔内气速  $G_m$  达到  $0.10$ - $0.30\text{m/s}$ （优选  $0.15$ - $0.20\text{m/s}$ ），第 i 个加热单元（i 为大于 1 且小于 m 的任意整数）将其输送物料（称为第 i 个输送物料）加热至进料温度  $W_i$ （ $W_1 \leq W_i \leq W_m$ ），并且  
20 所述第 i 个输送物料使得所述第 h 个焦炭塔的塔内气速  $G_i$  达到  $G_1 \leq G_i \leq G_m$ ，和/或，所述第 1 个加热单元对其输送物料的升温速率  $V_1$  为  $1$ - $30^{\circ}\text{C/h}$ （优选  $1$ - $10^{\circ}\text{C/h}$ ），所述第 m 个加热单元对其输送物料的升温速率  $V_m$  为  $30$ - $150^{\circ}\text{C/h}$ （优选  $50$ - $100^{\circ}\text{C/h}$ ），第 i 个加热单元（i 为大于 1 且小于 m 的任意整数）对其输送物料的升温速率  $V_i$  满足关系式  $V_1 \leq V_i \leq V_m$ 。

25 12. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中将所述 n 个焦炭塔中每一个焦炭塔的塔上部物料和/或塔顶物料（优选塔顶物料）输送至一个或多个（优选

一个)分离塔(优选精馏塔、闪蒸塔、蒸发塔或分馏塔,更优选分馏塔),并且在所述一个或多个分离塔中,所述物料至少被分离为所述分离塔的塔顶物料和所述分离塔的塔底物料。

13. 前述或后述任一方面所述的焦化方法,其中所述一个或多个分离塔的操作条件包括:塔顶压力 0.01-0.8MPa,塔顶温度 100-200°C,塔底温度 280-400°C,和/或,所述 n 个焦炭塔的操作条件彼此相同或不同,各自独立地包括:塔顶压力 0.01-1.0MPa,塔顶温度 300-470°C,塔底温度 350-510°C。

14. 前述或后述任一方面所述的焦化方法,其中所述第 1 个加热单元以(优选仅以)生焦原料作为输送物料,所述第 m 个加热单元以(优选仅以)拉焦原料(优选至少包含所述分离塔的塔底物料)作为输送物料,第 i 个加热单元(G 为大于 1 且小于 m 的任意整数)以选自所述生焦原料和所述拉焦原料中的至少一种作为输送物料。

15. 前述或后述任一方面所述的焦化方法,其中所述生焦原料选自煤系原料和石油系原料中的至少一种(优选硫含量<0.6wt%,更优选<0.5wt%,并且胶质和沥青质含量<10.0wt%,优选<5.0wt%,更优选<2.0wt%),优选选自煤焦油、煤焦油沥青、石油重油、乙烯焦油、催化裂化渣油或热裂化渣油中的至少一种,并且其生焦率(称为生焦率 A)为 10-80%(优选 20-70%,更优选 30-60%),和/或,所述分离塔的塔底物料的 10%馏出点温度为 300°C-400°C(优选 350°C-380°C)、90%馏出点温度为 450°C-500°C(优选 460°C-480°C),和/或,所述拉焦原料选自煤系原料和石油系原料中的至少一种(优选选自焦化蜡油、焦化柴油、乙烯焦油和热裂化重油中的至少一种,更优选硫含量<1.0wt%,更优选<0.6wt%),并且其生焦率(称为生焦率 B)为 1-40%(优选 1-20%,更优选 1-10%),前提是生焦率 A>生焦率 B。

16. 前述或后述任一方面所述的焦化方法,其中在一个物料输送循环周期内,向第 h 个(h 是 1 至 n 的任意整数)焦炭塔输送的拉焦原料总量与生焦原料总量的重量比例为 0.5-4.0(优选 1.0-2.0)。

17. 前述或后述任一方面所述的焦化方法, 其中设  $T_e - T_0 = T$ , 则所述第  $h$  个焦炭塔的充焦周期  $T$  为 10-60 小时 (优选 24-48 小时), 或者, 所述  $n$  个焦炭塔的充焦周期  $T$  彼此相同或不同 (优选彼此相同), 各自独立地为 10-60 小时 (优选 24-48 小时)。

5 18. 前述或后述任一方面所述的焦化方法, 其中在一个物料输送循环周期内, 设所述一个物料输送循环周期为  $TC$  (单位是小时), 设所述第 1 个至第  $m$  个加热单元向所述第  $h$  个焦炭塔各自的物料输送时间分别为  $D_1$  至  $D_m$  (单位是小时), 则  $D_1/TC=10-90\%$  或  $30-70\%$ ,  $D_2/TC=10-90\%$  或  $30-70\%$ , ...,  $D_m/TC=10-90\%$  或  $30-70\%$ , 并且  $TC/2 \leq D_1 + D_2 + \dots + D_m \leq TC$  (优选  $D_1 + D_2 + \dots + D_m = TC$ ), 或者,  
10  $D_1 = D_2 = \dots = D_m = TC/m = T/m$ , 并且  $D_1 + D_2 + \dots + D_m = TC = T$ , 其中  $T$  为所述第  $h$  个焦炭塔的充焦周期。

19. 前述或后述任一方面所述的焦化方法, 其中设所述  $n$  个焦炭塔中任意编号相邻 (编号 1 与编号  $n$  被定义为编号相邻) 的两个焦炭塔分别为第  $a$  个焦炭塔和第  $b$  个焦炭塔 (其中  $a$  是 1 至  $n$  的任意整数,  $b$  是 1 至  $n$  的任意整数, 但  $a \neq b$ ), 则在结束第  $j$  个加热单元 ( $j$  为 1 至  $m$  的任意整数) 向所述第  $a$  个焦炭塔  
15 的物料输送的时刻, 开始所述第  $j$  个加热单元向所述第  $b$  个焦炭塔的物料输送。

20. 前述或后述任一方面所述的焦化方法, 其中选自所述生焦原料和所述拉焦原料中的至少一种物料 (优选所述拉焦原料, 更优选所述分离塔的塔底物料) 在进入加热单元之前和/或在进入焦炭塔之前 (优选在进入加热单元之前, 更优  
20 选在进入所述第  $m$  个加热单元之前, 并任选在进入第  $i$  个加热单元之前, 其中  $i$  为大于 1 且小于  $m$  的任意整数) 进行过滤, 由此将所述物料的焦粉颗粒浓度控制在 0-200mg/L (优选 0-100mg/L, 更优选 0-50 mg/L)。

21. 前述或后述任一方面所述的焦化方法, 其中将所述  $n$  个焦炭塔中的每一个焦炭塔的塔上部物料和/或塔顶物料 (优选塔顶物料) 的至少一部分 (比如 10wt%  
25 以上, 20wt% 以上, 30wt% 以上, 40wt% 以上, 50wt% 以上, 60wt% 以上, 70wt% 以上, 80wt% 以上, 90wt% 以上或 100wt%) 输送至一个或多个 (优选一个) 分



离塔（优选精馏塔、闪蒸塔、蒸发塔或分馏塔，更优选分馏塔），并且将所述一个或多个分离塔的塔下部物料和/或塔底物料的至少一部分（比如 10wt%以上，20wt%以上，30wt%以上，40wt%以上，50wt%以上，60wt%以上，70wt%以上，80wt%以上，90wt%以上或 100wt%）输送至所述第  $m$  个加热单元以及任选输送至第  $i$  个加热单元（ $i$  为大于 1 且小于  $m$  的任意整数），优选不输送至所述第 1 个加热单元。

22. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中设  $m=2$ ， $n=3$ ，3 个焦炭塔分别记为焦炭塔 a、焦炭塔 b 和焦炭塔 c，2 个加热单元分别记为加热单元 a 和加热单元 b，所述 3 个焦炭塔中每一个焦炭塔的塔顶物料（油气）与一个所述分离塔以物料输送方式连通，所述加热单元 a 输送并加热生焦原料，所述加热单元 b 输送并加热拉焦原料，

所述焦化方法至少包括以下步骤：

(1) 向所述焦炭塔 a 进料生焦原料，焦炭塔 a 产生的油气进入所述分离塔，至少分离出焦化蜡油；

(2) 当所述焦炭塔 a 的进料持续时间达到所述焦炭塔 a 的充焦周期  $T$  的 30-70%（优选约 50%）时，终止生焦原料向所述焦炭塔 a 的进料，同时开始生焦原料向所述焦炭塔 b 的进料和开始所述拉焦原料向所述焦炭塔 a 的进料，焦炭塔 b 产生的油气进入所述分离塔，至少分离出焦化蜡油；

(3) 当所述焦炭塔 b 的进料持续时间达到所述焦炭塔 b 的充焦周期  $T$  的 30-70%（优选约 50%）时，终止生焦原料向所述焦炭塔 b 的进料，同时开始生焦原料向所述焦炭塔 c 的进料、开始所述拉焦原料向所述焦炭塔 b 的进料和终止所述拉焦原料向所述焦炭塔 a 的进料，焦炭塔 c 产生的油气进入所述分离塔，至少分离出焦化蜡油；

(4) 对所述焦炭塔 a 进行水蒸气吹扫和除焦操作；

(5) 当所述焦炭塔 c 的进料持续时间达到所述焦炭塔 c 的充焦周期  $T$  的 30-70%（优选约 50%）时，终止生焦原料向所述焦炭塔 c 的进料，同时开始生

焦原料向所述焦炭塔 a 的进料、开始所述拉焦原料向所述焦炭塔 c 的进料和终止所述拉焦原料向所述焦炭塔 b 的进料，焦炭塔 a 产生的油气进入所述分离塔，至少分离出焦化蜡油；

(6) 对所述焦炭塔 b 进行水蒸气吹扫和除焦操作；

5 (7) 当所述焦炭塔 a 的进料持续时间达到所述焦炭塔 a 的充焦周期 T 的 30-70% (优选约 50%) 时，终止生焦原料向所述焦炭塔 a 的进料，同时开始生焦原料向所述焦炭塔 b 的进料、开始所述拉焦原料向所述焦炭塔 a 的进料和终止所述拉焦原料向所述焦炭塔 c 的进料，焦炭塔 b 产生的油气进入所述分离塔，至少分离出焦化蜡油；

10 (8) 对所述焦炭塔 c 进行水蒸气吹扫和除焦操作；和

(9) 重复所述步骤 (3) 至所述步骤 (8)。

23. 一种焦化系统，包括三个焦炭塔、两套加热炉、分馏塔和拉焦原料储罐，三个焦炭塔分别记为焦炭塔 a、焦炭塔 b、焦炭塔 c；两套加热炉分别记为加热炉 a、加热炉 b，所述任一焦炭塔同两套加热炉相连接，所述任一焦炭塔的塔顶  
15 与分馏塔入口通过管线相连接，所述分馏塔的塔底出口同拉焦原料储罐相连接，所述拉焦原料储罐同加热炉 b 相连接将来自于拉焦原料储罐的物料加热至焦化塔的进料温度，所述加热炉 a 同原料罐相连接将焦化原料加热至焦化塔的进料温度。

24. 前述任一方面所述的焦化系统，其中所述拉焦原料储罐和加热炉 b 之间  
20 设置过滤装置。

25. 一种焦化方法，其中所述焦化方法采用的焦化装置包括三个焦炭塔、两套加热炉、分馏塔和拉焦原料储罐，三个焦炭塔分别记为焦炭塔 a、焦炭塔 b、焦炭塔 c；两套加热炉分别记为加热炉 a、加热炉 b，所述任一焦炭塔同两套加热炉相连接，所述任一焦炭塔的塔顶与分馏塔入口通过管线相连接，所述分馏  
25 塔的塔底出口同拉焦原料储罐相连接，所述加热炉 b 同拉焦原料储罐相连接将来自于拉焦原料储罐的物料加热至焦化塔的进料温度，所述加热炉 a 同原料罐

相连接用于将新鲜原料加热至焦化塔的进料温度；

具体操作过程如下：

5 (1) 焦化原料经加热炉 a 加热进入焦化塔 a，生成的油气进入分馏塔，分馏得到气体、焦化汽油、焦化柴油及塔底焦化蜡油，其中，塔底焦化蜡油引入设置的拉焦原料储罐；

(2) 当步骤 (1) 中焦炭塔 a 进料持续时间占总生焦周期的 30-70%时，将焦炭塔 a 焦化进料切换至焦炭塔 b，对焦炭塔 b 重复步骤 (1) 中的焦炭塔 a 充焦过程，焦炭塔 a 则由拉焦原料经过加热炉 b 加热继续充焦；

10 (3) 当步骤 (2) 中焦炭塔 b 进料持续时间占总生焦周期的 30-70%时，将焦炭塔 b 焦化进料切换至焦炭塔 c，对焦炭塔 c 进行步骤 (1) 中的焦炭塔 a 充焦过程，将经过加热炉 b 加热至相对较高温度的拉焦原料切换至焦炭塔 b，焦炭塔 a 此时则进行水蒸气吹扫、除焦操作过程，并使之安装完毕处于待充焦状态；

15 (4) 当步骤 (3) 中焦炭塔 c 进料持续时间占总生焦周期的 30-70%时，焦炭塔 c 焦化进料切换至焦炭塔 a，焦炭塔 a 重复上述步骤 (1) 过程，将经过加热炉 b 加热至相对较高温度的拉焦原料切换至焦炭塔 c，焦炭塔 b 此时则进行水蒸气吹扫、除等操作过程，并使之安装完毕处于待充焦状态；

20 (5) 当步骤 (4) 中焦炭塔 a 进料持续时间占总生焦周期的 30-70%时，将焦炭塔 a 焦化进料切换至焦炭塔 b，对焦炭塔 b 重复步骤 (1) 中的焦炭塔 a 充焦过程，将经过加热炉 b 加热至相对较高温度的拉焦原料切换至焦炭塔 a，焦炭塔 c 此时则进行水蒸气吹扫、除焦操作过程，并使之安装完毕处于待充焦状态；

(6) 重复上述步骤 (3)、步骤 (4)、步骤 (5) 过程。

26. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中所述的焦炭塔生焦周期为 24-48h，所述生焦周期为单个焦化塔中焦化原料和拉焦原料充焦总时间。

25 27. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中焦化原料进料持续时间占总生焦周期的 30-70%时，将焦炭塔的焦化进料切换至另一焦炭塔。

28. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中加热炉 a 出口温度范围为

400℃-460℃，此时焦炭塔内气速控制为 0.05-0.25m/s；加热炉 b 出口温度范围为 460℃-530℃，此时焦炭塔内气速控制为 0.10-0.30m/s。

29. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中加热炉 a 出口温度范围为 420℃-450℃，此时焦炭塔内气速控制为 0.05-0.10m/s；加热炉 b 出口温度范围为 460℃-500℃，此时焦炭塔内气速控制为 0.15-0.20m/s。

30. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中加热炉 a 升温速率为 1-30℃/h，加热炉 b 升温速率为 30-150℃/h。

31. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中加热炉 a 升温速率为 1-10℃/h，加热炉 b 升温速率为 50-100℃/h。

32. 前述或后述任一方面 3 所述的焦化方法，其中焦化蜡油的 10%馏出点温度为 300℃-400℃，90%馏出点温度为 450℃-500℃。

33. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中焦化蜡油的 10%馏出点温度为 350℃-380℃，90%馏出点温度为 460℃-480℃。

34. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中拉焦原料（特别是焦化蜡油）对焦炭塔充焦过程，拉生比控制为 0-4.0。

35. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中所述拉焦原料（特别是焦化蜡油）进加热炉前，经过滤装置除去焦粉颗粒，过滤后的拉焦原料的焦粉浓度控制为 0-200mg/L。

36. 前述或后述任一方面所述的焦化方法，其中焦化原料为煤系原料或石油系原料。

37. 前述任一方面所述的焦化方法，其中焦化原料为煤焦油或煤焦油沥青、石油重油、乙烯焦油、催化裂化渣油或热裂化渣油中的一种或几种。

### 技术效果

根据本发明的焦化系统和焦化方法，可以实现如下技术效果中的至少一个：

- (1) 能够利用石油系或煤系原料生产性能稳定的高品质针状焦。
- (2) 通过对同一个焦炭塔设置多个加热单元，每个加热单元针对其进料物

性及处理量设计，缩小单个加热单元进料物性、进料量、变温变压变化对产品性质的影响。

(3) 多加热单元多焦炭塔操作，可以为原料储罐中的新鲜原料创造最佳条件在焦炭塔内生成广域中间相结构，当焦炭塔内广域中间相结构发展到一定程度，就要进行必要的“拉焦”过程，因此，后期升温阶段改为不易结焦的拉焦原料（比如焦化蜡油）完全充焦，拉焦原料只起对焦炭塔内已经形成的广域中间相提温和“拉焦”作用，限制各向同性焦炭的生成，将原料储罐中的新鲜原料生成广域中间相过程与拉焦原料提温拉焦过程分开实施，分别创造各个阶段需要的最佳条件，可有效提高针状焦产品的性能，降低针状焦热膨胀系数。

(4) 通过在拉焦原料（特别是焦化蜡油）进入加热单元之前，经过滤装置除去焦粉颗粒，有利于系统的长周期操作及针状焦质量的提高。

(5) 通过多加热单元多焦炭塔操作的延迟焦化，能够满足工业延迟焦化系统连续操作的要求。

(6) 所制造的针状焦具有稳定的流线型纹理、低热膨胀系数等优点，符合大规格超高功率石墨电极用针状焦要求。

#### 附图说明

图1为本发明一种焦化系统的示例性示意图，但本发明并不限于此。

在图1中，1为生焦原料（有时也称为新鲜原料或焦化原料），2为加热炉b，3为加热后的生焦原料，4为焦炭塔（a、b、c），5为油气管线，6为分馏塔，7为焦化气体，8为焦化石脑油，9为焦化柴油，10为焦化蜡油，11为循环的焦化蜡油，12为拉焦原料储罐，13为补充拉焦原料管线，14为加热炉a，15为加热后的拉焦原料，16为焦粉过滤装置。拉焦原料储罐12用于储存来自于管线10的焦化蜡油和/或来自于管线17的其他拉焦原料，也可以将其中储存的物料通过管线18排出至外界和/或将该物料作为补充拉焦原料通过管线13在与来自于管线11的循环的焦化蜡油按照预定的比例混合之后输送至焦粉过滤装置16。根据情况，来自于管线10的焦化蜡油与来自于管线17的其他拉焦原料也可以

在所述拉焦原料储罐 12 中混合而形成混合拉焦原料。在此，所述其他拉焦原料可以是外供（比如来自于其他的焦化系统或裂解系统），也可以来自于本发明的焦化系统，比如可以是来自于所述分馏塔 6 的焦化蜡油或焦化柴油。

图 2 为现有技术的一炉两塔切换焦化系统。

5 在图 2 中，17 为新鲜原料，18 为加热炉，19 为加热后的新鲜原料，20 为焦炭塔（a、b），21 为油气管线，22 为分馏塔，23 为焦化气体，24 为焦化石脑油，25 为焦化柴油，26 为焦化蜡油，27 为循环的焦化蜡油。

在本发明的上下文中，所述焦化蜡油和所述循环的焦化蜡油有时不加区分而统称为焦化蜡油，并且所述混合拉焦原料、所述其他拉焦原料和所述补充拉焦原料有时不加区分而统称为拉焦原料。

### 具体实施方式

下面对本发明的具体实施方式进行详细说明，但是需要指出的是，本发明的保护范围并不受这些具体实施方式的限制，而是由附录的权利要求书来确定。

15 本说明书提到的所有出版物、专利申请、专利和其它参考文献全都引于此供参考。除非另有定义，本说明书所用的所有技术和科学术语都具有本领域技术人员常规理解的含义。在有冲突的情况下，以本说明书的定义为准。

20 当本说明书以词头“本领域技术人员公知”、“现有技术”或其类似用语来导出材料、物质、方法、步骤、装置或部件等时，该词头导出的对象涵盖本申请提出时本领域常规使用的那些，但也包括目前还不常用，却将变成本领域公认适用于类似目的的那些。

在本发明的上下文中，生焦率是在温度 500℃、压力（表压）0.5MPa 和焦化持续时间为 10min 的条件下在 10L 釜式焦化反应装置中测量的。以所述焦化反应结束时所述焦化反应装置内的残留固体与反应原料（比如生焦原料或拉焦原料）的重量比为生焦率。

25 在本发明的上下文中，所谓“物料输送方式连通”指的是彼此之间可以单向或双向输送物料，比如通过输送管道等本领域技术人员常规已知的任何方式。

在没有明确指明的情况下，本说明书内所提到的所有百分数、份数、比率等都是重量为基准的，除非以重量为基准时不符合本领域技术人员的常规认识。

在本说明书的上下文中，本发明的任何两个或多个实施方式都可以任意组合，由此而形成的技术方案属于本说明书原始公开内容的一部分，同时也落入本发明的保护范围。

根据本发明的一个实施方式，涉及一种焦化系统，包含第 1 个至第  $m$  个（共计  $m$  个）加热单元和第 1 个至第  $n$  个（共计  $n$  个）焦炭塔。在此， $m$  是 2 至  $n-1$  的任意整数，而  $n$  是 3 以上的任意整数，优选 3 至 20 的任意整数，更优选 3 至 5 的任意整数，更优选 3。

根据本发明的一个实施方式，所述  $m$  个加热单元中的每一个分别与所述  $n$  个焦炭塔连通。该连通可以利用本领域技术人员常规已知的任何方式实现，比如多通路阀，特别是四通阀（如图 1 所示），但本发明并不限于此。

根据本发明的一个实施方式，所述  $n$  个焦炭塔中每一个焦炭塔分别与一个或多个分离塔连通。优选的是，所述焦炭塔的塔上部和/或塔顶（优选塔顶）与所述分离塔连通。

根据本发明的一个实施方式，所述一个或多个分离塔与所述第  $m$  个加热单元连通。优选的是，所述一个或多个分离塔的塔下部和/或塔底（优选塔底）与所述第  $m$  个加热单元连通。

根据本发明的一个实施方式，根据情况，所述一个或多个分离塔还可以进一步与第  $i$  个加热单元连通。在此， $i$  为大于 1 且小于  $m$  的任意整数。优选的是，所述一个或多个分离塔的塔下部和/或塔底（优选塔底）与所述第  $i$  个加热单元连通。

根据本发明的一个实施方式，为了在本发明的基础上进一步改善针状焦的性能并使所述焦化系统的焦化操作过程更为平稳，所述一个或多个分离塔不与所述第 1 个加热单元连通。在此，所述连通包括通过管线直接连通和中间介入

其他装置比如储罐或过滤器等而间接连通的情况。

在本发明的上下文中，作为所述连通，一般指的是物料输送方式连通，特别是单向物料输送方式连通。

根据本发明的一个实施方式，对所述加热单元的类型没有特别的限定，只要是可以将输送通过该单元的物料加热至预定温度的任何加热装置都可以使用，具体比如可以举出换热器或加热炉等，优选加热炉。

根据本发明的一个实施方式，对所述分离塔的类型没有特别的限定，只要是可以将输送至该分离塔的物料按照预定要求分离为多个组分的任何分离装置都可以使用，具体比如可以举出精馏塔、闪蒸塔、蒸发塔或分馏塔等，优选分馏塔。

根据本发明的一个实施方式，对所述分离塔的数量没有特别的限定，具体比如可以举出 1-10 个、1-5 个、1-3 个或者 1 个。

根据本发明的一个实施方式，所述焦化系统是一种焦化装置，包括三个焦炭塔、两套加热炉、分馏塔和拉焦原料储罐。如果将所述三个焦炭塔分别记为焦炭塔 a、焦炭塔 b、焦炭塔 c，所述两套加热炉分别记为加热炉 a、加热炉 b，则所述任一焦炭塔同所述两套加热炉相连接，所述任一焦炭塔的塔顶与所述分馏塔入口通过管线相连接，所述分馏塔的塔底出口同所述拉焦原料储罐相连接。另外，所述拉焦原料储罐同所述加热炉 b 相连接将来自于所述拉焦原料储罐的物料加热至焦化塔的进料温度。而且，所述加热炉 a 同原料罐相连接将焦化原料加热至焦化塔的进料温度。

根据本发明的一个实施方式，在所述焦化装置中，在所述拉焦原料储罐和所述加热炉 b 之间设置过滤装置。

根据本发明的一个实施方式，所述焦化系统还可以包含控制单元。

根据本发明的一个实施方式，设所述 n 个焦炭塔中第 h 个焦炭塔的起始充焦时刻为  $T_0$ ，终止充焦时刻为  $T_e$ ，则所述控制单元被构造为能够从所述时刻  $T_0$  开始，按照从所述第 1 个加热单元至所述第 m 个加热单元的顺序顺次启动和



终止每个加热单元向所述第 h 个焦炭塔的物质输送，在所述时刻  $T_e$ ，终止所述第 m 个加热单元向所述第 h 个焦炭塔的物质输送。在此，h 是 1 至 n 的任意整数。

根据本发明的一个实施方式，在所述时刻  $T_e$ ，所述第 1 个至第 m 个加热单元向所述第 h 个焦炭塔的物质输送量之和等于所述第 h 个焦炭塔的目标充焦容量。在本发明的上下文中，所谓“目标充焦容量”，指的是该焦炭塔允许的最大安全充焦容量。

在本发明的上下文中，从所述时刻  $T_0$  至所述时刻  $T_e$ ，完成从所述第 1 个加热单元至所述第 m 个加热单元向所述第 h 个焦炭塔的物质输送，将其称之为一个物料输送循环周期。

根据本发明的一个实施方式，在一个物料输送循环周期内，所述第 1 个至第 m 个加热单元中的每一个加热单元仅向所述第 h 个焦炭塔输送物料一个批次。在此，所述输送可以按照连续、半连续或间歇方式进行。

根据本发明的一个实施方式，在一个物料输送循环周期内的任意时刻，所述第 h 个焦炭塔不接受输送物料。

根据本发明的一个实施方式，在一个物料输送循环周期内的任意时刻，所述第 h 个焦炭塔只接受来自于所述第 1 个至第 m 个加热单元中仅一个加热单元的输送物料。

根据本发明的一个实施方式，在一个物料输送循环周期结束之后，对所述第 h 个焦炭塔进行吹扫和除焦操作，然后所述第 h 个焦炭塔处于备用状态。

根据本发明的一个实施方式，在一个物料输送循环周期结束之后，对所述第 h 个焦炭塔进行吹扫和除焦操作，然后针对所述第 h 个焦炭塔开始下一个物料输送循环周期。

根据本发明的一个实施方式，所述第 1 个至第 m 个加热单元中的每一个均被构造为能够将其输送物料加热至所述第 h 个焦炭塔对该输送物料要求的进料温度。

根据本发明的一个实施方式,所述第 1 个加热单元将其输送物料(称为第 1 个输送物料)加热至进料温度  $W_1$  为  $400^{\circ}\text{C}$ - $480^{\circ}\text{C}$ (优选  $420^{\circ}\text{C}$ - $460^{\circ}\text{C}$ )。

根据本发明的一个实施方式,所述第 1 个输送物料使得所述第 h 个焦炭塔的塔内气速  $G_1$  达到  $0.05$ - $0.25\text{m/s}$ , 优选  $0.05$ - $0.10\text{m/s}$ 。

5 根据本发明的一个实施方式,所述第 m 个加热单元将其输送物料(称为第 m 个输送物料)加热至进料温度  $W_m$  为  $460^{\circ}\text{C}$ - $530^{\circ}\text{C}$ , 优选  $460^{\circ}\text{C}$ - $500^{\circ}\text{C}$ 。

根据本发明的一个实施方式,所述第 m 个输送物料使得所述第 h 个焦炭塔的塔内气速  $G_m$  达到  $0.10$ - $0.30\text{m/s}$ , 优选  $0.15$ - $0.20\text{m/s}$ 。

10 根据本发明的一个实施方式,第 i 个加热单元将其输送物料(称为第 i 个输送物料)加热至进料温度  $W_i$ , 其中  $W_1 \leq W_i \leq W_m$ 。在此, i 为大于 1 且小于 m 的任意整数。

根据本发明的一个实施方式,所述第 i 个输送物料使得所述第 h 个焦炭塔的塔内气速  $G_i$  达到  $G_1 \leq G_i \leq G_m$ 。

15 根据本发明的一个实施方式,所述第 1 个加热单元对其输送物料的升温速率  $V_1$  为  $1$ - $30^{\circ}\text{C/h}$ , 优选  $1$ - $10^{\circ}\text{C/h}$ 。在达到相应的进料温度之后,恒温保持。

根据本发明的一个实施方式,所述第 m 个加热单元对其输送物料的升温速率  $V_m$  为  $30$ - $150^{\circ}\text{C/h}$ , 优选  $50$ - $100^{\circ}\text{C/h}$ 。在达到相应的进料温度之后,恒温保持。

20 根据本发明的一个实施方式,第 i 个加热单元对其输送物料的升温速率  $V_i$  满足关系式  $V_1 \leq V_i \leq V_m$ 。在此, i 为大于 1 且小于 m 的任意整数。在达到相应的进料温度之后,恒温保持。

根据本发明的一个实施方式,所述 n 个焦炭塔中每一个焦炭塔的塔上部和/或塔顶(比如塔顶)与所述一个或多个分离塔以物料输送方式连通。换句话说,将所述 n 个焦炭塔中每一个焦炭塔的塔上部物料和/或塔顶物料(比如塔顶物料)输送至所述一个或多个分离塔。

25 根据本发明的一个实施方式,在所述一个或多个分离塔中,所述每一个焦炭塔的塔顶物料至少被分离为所述分离塔的塔顶物料和所述分离塔的塔底物料,

比如该塔顶物料可以被分离为塔顶物料(一般称为焦化气体)、多个塔侧物料(比如包括石脑油和焦化柴油)和塔底物料。在本发明的上下文中,分离塔的塔底物料有时也称为焦化蜡油。

根据本发明的一个实施方式,所述焦化蜡油的 10%馏出点温度为  
s 300°C-400°C,优选 350°C-380°C,并且 90%馏出点温度为 450°C-500°C,优选 460°C-480°C。

根据本发明的一个实施方式,所述一个或多个分离塔的操作条件包括:塔顶压力 0.01-0.8MPa,塔顶温度 100-200°C,塔底温度 280-400°C。

根据本发明的一个实施方式,所述 n 个焦炭塔的操作条件彼此相同或不同,  
10 各自独立地包括:塔顶压力 0.01-1.0MPa,塔顶温度 300-470°C,塔底温度 350-510°C。

根据本发明的一个实施方式,所述第 1 个加热单元以生焦原料作为输送物料。为此,为了平稳操作起见,所述焦化系统一般还可以包括至少一个生焦原料储罐(有时也称为原料罐)。

15 根据本发明的一个实施方式,所述至少一个生焦原料储罐与所述第 1 个加热单元连通,以便将所述至少一个生焦原料储罐中的生焦原料输送至所述第 1 个加热单元。

根据本发明的一个实施方式,为了在本发明的基础上进一步改善针状焦的性能并使所述焦化系统的焦化操作过程更为平稳,所述第 1 个加热单元仅以生焦原料作为输送物料,而不以拉焦原料特别是不以所述分离塔的塔底物料或焦化蜡油作为输送物料,即使是作为其输送物料的一部分也不可以。换句话说,  
20 所述至少一个生焦原料储罐不与所述第 m 个加热单元连通。在此,所述连通包括通过管线直接连通和中间介入其他装置比如储罐或过滤器等而间接连通的情况。

25 根据本发明的一个实施方式,所述第 m 个加热单元以拉焦原料作为输送物料。优选的是,所述拉焦原料至少包含所述一个或多个分离塔的塔底物料。在

此，本发明对于所述塔底物料在所述拉焦原料中所占的比例（一般称为补充比）并没有特别的限定，但一般可以是 0-80%，优选 30%-70%，更优选 50%-70%。

根据本发明的一个实施方式，为了在本发明的基础上进一步改善针状焦的性能并使所述焦化系统的焦化操作过程更为平稳，所述至少一个生焦原料储罐  
5 不与所述第  $m$  个加热单元连通。在此，所述连通包括通过管线直接连通和中间介入其他装置比如储罐或过滤器等而间接连通的情况。换句话说，所述第  $m$  个加热单元仅以所述拉焦原料作为输送物料，而不以所述生焦原料作为输送物料。

根据本发明的一个实施方式，第  $i$  个加热单元以选自所述生焦原料和所述拉焦原料中的至少一种作为输送物料。为此，取决于第  $i$  个加热单元的物料输送种  
10 类，所述至少一个生焦原料储罐可以与所述第  $i$  个加热单元连通（在以生焦原料为输送物料时），也可以不连通（在以其他作为输送物料时）。在此， $i$  为大于 1 且小于  $m$  的任意整数。

根据本发明的一个实施方式，所述生焦原料选自煤系原料和石油系原料中的至少一种，优选选自煤焦油、煤焦油沥青、石油重油、乙烯焦油、催化裂化  
15 渣油或热裂化渣油中的至少一种。

根据本发明的一个实施方式，所述生焦原料的生焦率（称为生焦率  $A$ ）一般为 10-80%，优选 20-70%，更优选 30-60%。

根据本发明的一个实施方式，所述生焦原料的硫含量一般  $<0.6\text{wt}\%$ ，优选  $<0.5\text{wt}\%$ 。为此，所述生焦原料通常是经过精制的。

20 根据本发明的一个实施方式，所述生焦原料的胶质和沥青质含量一般  $<10.0\text{wt}\%$ ，优选  $<5.0\text{wt}\%$ ，更优选  $<2.0\text{wt}\%$ 。在此，所述胶质和沥青质含量是根据标准 SH/T05094-2010 测量的。

根据本发明的一个实施方式，所述一个或多个分离塔的塔底物料的 10%馏  
25 出点温度为  $300^{\circ}\text{C}$ - $400^{\circ}\text{C}$ ，优选  $350^{\circ}\text{C}$ - $380^{\circ}\text{C}$ ，并且 90%馏出点温度为  $450^{\circ}\text{C}$ - $500^{\circ}\text{C}$ ，优选  $460^{\circ}\text{C}$ - $480^{\circ}\text{C}$ 。

根据本发明的一个实施方式，所述拉焦原料选自煤系原料和石油系原料中

的至少一种，优选选自焦化蜡油、焦化柴油、乙烯焦油和热裂化重油中的至少一种。在此，所述拉焦原料（特别是焦化蜡油）可以来自于前述的分离塔（比如作为所述分离塔的塔底物料），也可以来自于其他来源，比如市售或者按照本领域已知的任何方法制造的，并没有特别的限定。

5 根据本发明的一个实施方式，所述拉焦原料至少包含所述一个或多个分离塔的塔底物料。在此，本发明对于所述塔底物料在所述拉焦原料中所占的比例（一般称为补充比）并没有特别的限定，但一般可以是 0-80%，优选 30%-70%，更优选 50%-70%。

10 根据本发明的一个实施方式，所述拉焦原料的生焦率（称为生焦率 B）一般为 1-40%，优选 1-20%，更优选 1-10%。

根据本发明的一个实施方式，生焦率 A > 生焦率 B。

根据本发明的一个实施方式，所述拉焦原料的硫含量一般 < 1.0wt%，优选 < 0.6wt%。

15 根据本发明的一个实施方式，在一个物料输送循环周期内，向第 h 个焦炭塔输送的拉焦原料总量与生焦原料总量的重量比例（称为拉生比）一般为 0.5-4.0，优选 1.0-2.0。在此，h 是 1 至 n 的任意整数。

根据本发明的一个实施方式，设  $T_e - T_0 = T$ ，则所述第 h 个焦炭塔的充焦周期 T 为 10-60 小时，优选 24-48 小时。

20 根据本发明的一个实施方式，所述 n 个焦炭塔的充焦周期 T 彼此相同或不同（优选彼此相同），各自独立地为 10-60 小时，优选 24-48 小时。

根据本发明的一个实施方式，在一个物料输送循环周期内，设所述一个物料输送循环周期为 TC（单位是小时），设所述第 1 个至第 m 个加热单元向所述第 h 个焦炭塔各自的物料输送时间分别为 D1 至 Dm（单位是小时），则  $D_1/TC = 10-90\%$  或  $30-70\%$ ， $D_2/TC = 10-90\%$  或  $30-70\%$ ，...， $D_m/TC = 10-90\%$  或  $30-70\%$ ，并且  $TC/2 \leq D_1 + D_2 + \dots + D_m \leq TC$ ，优选  $D_1 + D_2 + \dots + D_m = TC$ 。

25 根据本发明的一个实施方式， $D_1 = D_2 = \dots = D_m = TC/m = T/m$ ，并且

$D1+D2+\dots+Dm=TC=T$ , 其中  $T$  为所述第  $b$  个焦炭塔的充焦周期。

根据本发明的一个实施方式, 设所述  $n$  个焦炭塔中任意编号相邻 (编号 1 与编号  $n$  被定义为编号相邻) 的两个焦炭塔分别为第  $a$  个焦炭塔和第  $b$  个焦炭塔, 所述控制单元被构造为能够启动和终止第  $j$  个加热单元向所述第  $a$  个焦炭塔  
5 的物料输送, 然后启动和终止所述第  $j$  个加热单元向所述第  $b$  个焦炭塔的物料输送。在此,  $j$  为 1 至  $m$  的任意整数。另外,  $a$  是 1 至  $n$  的任意整数,  $b$  是 1 至  $n$  的任意整数, 但  $a \neq b$ 。或者说, 设所述  $n$  个焦炭塔中任意编号相邻的两个焦炭塔分别为第  $a$  个焦炭塔和第  $b$  个焦炭塔, 则在结束第  $j$  个加热单元向所述第  $a$  个焦炭塔  
10 的物料输送的时刻, 开始 (根据情况, 在经过必要的延迟时间之后) 所述第  $j$  个加热单元向所述第  $b$  个焦炭塔的物料输送。

根据本发明的一个实施方式, 还涉及一种焦化方法, 该方法包括利用  $m$  个加热单元和  $n$  个焦炭塔进行焦化的步骤。或者, 该方法包括利用本发明前文所述的焦化系统进行焦化的步骤。除了以下具体说明的内容之外, 针对该焦化方法所有未明确的事项或内容, 可以直接适用前文针对焦化系统的相应描述, 在  
15 此不再赘述。

根据本发明的一个实施方式, 在所述焦化方法中, 将所述  $n$  个焦炭塔中的每一个焦炭塔的塔上部物料和/或塔顶物料 (比如塔顶物料) 的至少一部分输送至所述一个或多个分离塔, 并且将所述一个或多个分离塔的塔下部物料和/或塔底物料的至少一部分输送至所述第  $m$  个加热单元, 并任选输送至第  $i$  个加热单  
20 元。在此,  $i$  为大于 1 且小于  $m$  的任意整数。另外, 所谓“至少一部分”指的是比如 10wt%以上, 20wt%以上, 30wt%以上, 40wt%以上, 50wt%以上, 60wt%以上, 70wt%以上, 80wt%以上, 90wt%以上或 100wt%。

根据本发明的一个实施方式, 为了在本发明的基础上进一步改善针状焦的性能并使所述焦化系统的焦化操作过程更为平稳, 所述一个或多个分离塔的塔  
25 下部物料和/或塔底物料 (即使是其至少一部分) 不输送至所述第 1 个加热单元。

根据本发明的一个实施方式, 所述焦化方法采用的焦化装置包括三个焦炭

塔、两套加热炉、分馏塔和拉焦原料储罐，三个焦炭塔分别记为焦炭塔 a、焦炭塔 b、焦炭塔 c；两套加热炉分别记为加热炉 a、加热炉 b，所述任一焦炭塔同两套加热炉相连接，所述任一焦炭塔的塔顶与分馏塔入口通过管线相连接，所述分馏塔的塔底出口同拉焦原料储罐相连接，所述加热炉 b 同拉焦原料储罐相连接将拉焦原料储罐中的物料加热至焦化塔的进料温度，所述加热炉 a 同原料罐相连接用于将新鲜原料加热至焦化塔的进料温度；

具体操作过程如下：

(1) 焦化原料经加热炉 a 加热进入焦化塔 a，生成的油气进入分馏塔，分馏得到气体、焦化汽油、焦化柴油及塔底焦化蜡油，其中，塔底焦化蜡油引入设置的拉焦原料储罐；

(2) 当步骤 (1) 中焦炭塔 a 进料持续时间占总生焦周期的 30-70%时，将焦炭塔 a 焦化进料切换至焦炭塔 b，对焦炭塔 b 重复步骤 (1) 中的焦炭塔 a 充焦过程，焦炭塔 a 则由拉焦原料经过加热炉 b 加热继续充焦；

(3) 当步骤 (2) 中焦炭塔 b 进料持续时间占总生焦周期的 30-70%时，将焦炭塔 b 焦化进料切换至焦炭塔 c，对焦炭塔 c 进行步骤 (1) 中的焦炭塔 a 充焦过程，将经过加热炉 b 加热至相对较高温度的拉焦原料切换至焦炭塔 b，焦炭塔 a 此时则进行水蒸气吹扫、除焦操作过程，并使之安装完毕处于待充焦状态；

(4) 当步骤 (3) 中焦炭塔 c 进料持续时间占总生焦周期的 30-70%时，焦炭塔 c 焦化进料切换至焦炭塔 a，焦炭塔 a 重复上述步骤 (1) 过程，将经过加热炉 b 加热至相对较高温度的拉焦原料切换至焦炭塔 c，焦炭塔 b 此时则进行水蒸气吹扫、除等操作过程，并使之安装完毕处于待充焦状态；

(5) 当步骤 (4) 中焦炭塔 a 进料持续时间占总生焦周期的 30-70%时，将焦炭塔 a 焦化进料切换至焦炭塔 b，对焦炭塔 b 重复步骤 (1) 中的焦炭塔 a 充焦过程，将经过加热炉 b 加热至相对较高温度的拉焦原料切换至焦炭塔 a，焦炭塔 c 此时则进行水蒸气吹扫、除焦操作过程，并使之安装完毕处于待充焦状态；

(6) 重复上述步骤 (3)、步骤 (4)、步骤 (5) 过程。

根据本发明的一个实施方式，设  $m=2$ ， $n=3$ ，3 个焦炭塔分别记为焦炭塔 a、焦炭塔 b 和焦炭塔 c，2 个加热单元分别记为加热单元 a 和加热单元 b，所述 3 个焦炭塔中每一个焦炭塔的塔顶物料（称为油气）与一个所述分离塔以物料输送方式连通，所述加热单元 a 输送并加热生焦原料，所述加热单元 b 输送并加  
5 热拉焦原料，

所述焦化方法至少包括以下步骤：

(1) 向所述焦炭塔 a 进料生焦原料，焦炭塔 a 产生的油气进入所述分离塔，至少分离出焦化蜡油；

(2) 当所述焦炭塔 a 的进料持续时间达到所述焦炭塔 a 的充焦周期 T 的  
10 30-70%（优选约 50%）时，终止生焦原料向所述焦炭塔 a 的进料，同时开始生焦原料向所述焦炭塔 b 的进料和开始所述拉焦原料向所述焦炭塔 a 的进料，焦炭塔 b 产生的油气进入所述分离塔，至少分离出焦化蜡油；

(3) 当所述焦炭塔 b 的进料持续时间达到所述焦炭塔 b 的充焦周期 T 的  
15 30-70%（优选约 50%）时，终止生焦原料向所述焦炭塔 b 的进料，同时开始生焦原料向所述焦炭塔 c 的进料，开始所述拉焦原料向所述焦炭塔 b 的进料和终止所述拉焦原料向所述焦炭塔 a 的进料，焦炭塔 c 产生的油气进入所述分离塔，至少分离出焦化蜡油；

(4) 对所述焦炭塔 a 进行水蒸气吹扫和除焦操作；

(5) 当所述焦炭塔 c 的进料持续时间达到所述焦炭塔 c 的充焦周期 T 的  
20 30-70%（优选约 50%）时，终止生焦原料向所述焦炭塔 c 的进料，同时开始生焦原料向所述焦炭塔 a 的进料、开始所述拉焦原料向所述焦炭塔 c 的进料和终止所述拉焦原料向所述焦炭塔 b 的进料，焦炭塔 a 产生的油气进入所述分离塔，至少分离出焦化蜡油；

(6) 对所述焦炭塔 b 进行水蒸气吹扫和除焦操作；

(7) 当所述焦炭塔 a 的进料持续时间达到所述焦炭塔 a 的充焦周期 T 的  
25 30-70%（优选约 50%）时，终止生焦原料向所述焦炭塔 a 的进料，同时开始生



焦原料向所述焦炭塔 b 的进料、开始所述拉焦原料向所述焦炭塔 a 的进料和终止所述拉焦原料向所述焦炭塔 c 的进料,焦炭塔 b 产生的油气进入所述分离塔,至少分离出焦化蜡油;

(8) 对所述焦炭塔 c 进行水蒸气吹扫和除焦操作;

5 (9) 重复所述步骤 (3) 至所述步骤 (8)。

根据本发明的一个实施方式,选自所述生焦原料和所述拉焦原料的至少一种物料在进入相应的加热单元和/或进入相应的焦炭塔之前进行过滤。通过该过滤,将所述物料的焦粉颗粒浓度一般控制在 0-200mg/L,优选 0-100mg/L,更优选 0-50 mg/L。在此,作为所述过滤方法,比如可以举出精细过滤、离心分离和  
10 絮凝分离等,优选精细过滤。这些过滤方法可以单独使用一种,或者以任意的比例组合使用多种。作为所述物料,优选所述拉焦原料,更优选所述一个或多个分离塔的塔底物料或焦化蜡油。优选的是,所述物料在进入相应的加热单元之前进行所述过滤,更优选所述物料(特别是所述焦化蜡油)在进入所述第 m 个加热单元之前进行所述过滤,和/或,所述物料(特别是所述焦化蜡油)在进  
15 入第 i 个加热单元之前进行所述过滤。在此,i 为大于 1 且小于 m 的任意整数。

根据本发明的一个实施方式,所述焦化系统还任选包括在至少一个所述加热单元的入口和/或出口设置的至少一个过滤装置。优选的是,在所述第 m 个加热单元的入口和/或出口设置所述至少一个过滤装置。任选的是,在第 i 个加热单元的入口和/或出口设置所述至少一个过滤装置。在此,i 为大于 1 且小于 m  
20 的任意整数。本发明对于所述过滤装置没有特别的限定,可以使用本领域常规使用任何过滤装置,只要可以达到预期的过滤目标即可,具体比如可以举出精细过滤装置、离心分离装置或者絮凝分离装置等。在此,所述入口指的是输送物料入口,所述出口则指的是输送物料出口。

根据本发明的一个实施方式,所述焦化系统包括至少三个焦炭塔、两个加  
25 热单元,所述任一焦炭塔同至少两个加热单元连通,所述两个加热单元分别用于加热原料 1 和原料 2 至进料温度,所述任一焦炭塔同分馏塔连通。在此,所

述原料 1 一般是焦化新鲜原料,所述原料 2 一般是拉焦原料(特别是焦化蜡油)。

根据本发明的一个实施方式,所述焦化系统包括三个焦炭塔、两套加热炉、分馏塔和拉焦原料储罐,三个焦炭塔分别记为焦炭塔 a、焦炭塔 b、焦炭塔 c;两套加热炉分别记为加热炉 a、加热炉 b,所述任一焦炭塔同两套加热炉连通,所述任一焦炭塔的塔顶与分馏塔入口通过管线连通,所述分馏塔的塔底出口同拉焦原料储罐连通,所述拉焦原料储罐同加热炉 b 连通将拉焦原料储罐中的物料加热至焦炭塔的进料温度,所述加热炉 a 同原料罐连通将焦化原料加热至焦炭塔的进料温度。

根据本发明的一个优选实施方式,所述焦化系统包括三个焦炭塔、两个加热炉,所述三个焦炭塔分别记为焦炭塔 a、焦炭塔 b、焦炭塔 c,所述两个加热炉分别记为加热炉 1、加热炉 2,所述任一焦炭塔同至少两个加热炉连通,所述两个加热炉分别用于加热原料 1 和原料 2 至进料温度,所述任一焦炭塔同一个分馏塔连通。在此,所述原料 1 一般是新鲜原料,所述原料 2 一般是拉焦原料(特别是焦化蜡油)。

根据本发明的该优选实施方式,所述焦化系统的具体操作过程如下:

(1) 原料 1 经加热炉 1 加热后进入焦炭塔 a,生成的油气进入分馏塔,分馏得到气体、焦化汽油、焦化柴油及塔底焦化蜡油;

(2) 当步骤 (1) 中焦炭塔 a 进料持续时间占充焦周期的 30-70%时,将经加热炉 1 加热的原料 1 切换至焦炭塔 b,对焦炭塔 b 重复步骤 (1) 中的焦炭塔 a 充焦过程,焦炭塔 a 则由经过加热炉 b 加热的原料 2 继续充焦;

(3) 当步骤 (2) 中焦炭塔 b 进料持续时间占充焦周期的 30-70%时,将经加热炉 1 加热的原料 1 切换至焦炭塔 c,对焦炭塔 c 进行步骤 (1) 中的焦炭塔 a 充焦过程,将经过加热炉 b 加热的原料 2 切换至焦炭塔 b,焦炭塔 a 此时则进行水蒸气吹扫、除焦操作过程,并使之安装完毕处于待充焦状态;

(4) 当步骤 (3) 中焦炭塔 c 进料持续时间占充焦周期的 30-70%时,将经加热炉 1 加热的原料 1 切换至焦炭塔 a,焦炭塔 a 重复上述步骤 (1) 过程,将

经过加热炉 b 加热的原料 2 切换至焦炭塔 c, 焦炭塔 b 此时则进行水蒸气吹扫、除操作过程, 并使之安装完毕处于待充焦状态;

(5) 当步骤 (4) 中焦炭塔 a 进料持续时间占充焦周期的 30-70%时, 将经加热炉 1 加热的原料 1 切换至焦炭塔 b, 对焦炭塔 b 重复步骤 (1) 中的焦炭塔 a 充焦过程, 将经过加热炉 b 加热的原料 2 切换至焦炭塔 a, 焦炭塔 c 此时则进行水蒸气吹扫、除焦操作过程, 并使之安装完毕处于待充焦状态;

(6) 重复上述步骤 (3)、步骤 (4)、步骤 (5) 过程。

根据本发明的一个实施方式, 在所述焦化系统中, 焦炭塔的充焦周期为 24-48h, 所述充焦周期为单个焦炭塔中生焦原料和拉焦原料 (比如焦化蜡油) 充焦总时间。

根据本发明的一个实施方式, 在所述焦化系统中, 生焦原料进料持续时间占充焦周期的 30-70%时, 将焦炭塔的焦化进料切换至另一焦炭塔。

根据本发明的一个实施方式, 在所述焦化系统中, 加热炉 a 出口温度范围为 400°C-460°C, 优选 420°C-450°C, 此时焦炭塔内气速控制为 0.05-0.25m/s, 优选 0.05-0.10m/s。

根据本发明的一个实施方式, 在所述焦化系统中, 加热炉 a 升温速率为 1-30°C/h, 优选 1-10°C/h。

根据本发明的一个实施方式, 在所述焦化系统中, 加热炉 b 出口温度范围为 460°C-530°C, 优选 460°C-500°C, 此时焦炭塔内气速控制为 0.10-0.30m/s, 优选 0.15-0.20m/s。

根据本发明的一个实施方式, 在所述焦化系统中, 加热炉 b 升温速率为 30-150°C/h, 优选 50-100°C/h。

根据本发明的一个优选实施方式, 所述焦化方法所采用的焦化系统包括三个焦炭塔、两套加热炉、一个分馏塔和一个拉焦原料储罐, 三个焦炭塔分别记为焦炭塔 a、焦炭塔 b、焦炭塔 c; 两套加热炉分别记为加热炉 a、加热炉 b, 所述任一焦炭塔同两套加热炉连通, 所述任一焦炭塔的塔顶与分馏塔入口通过管

线连通，所述分馏塔的塔底出口同拉焦原料储罐连通，所述加热炉 b 同拉焦原料储罐连通将拉焦原料储罐中的物料加热至焦炭塔的进料温度，所述加热炉 a 同原料罐连通常用于将新鲜原料加热至焦炭塔的进料温度。

根据本发明的该优选实施方式，所述焦化方法的具体操作过程如下：

5 (1) 生焦原料经加热炉 a 加热进入焦炭塔 a，生成的油气进入分馏塔，分馏得到气体、焦化汽油、焦化柴油及塔底焦化蜡油，其中，塔底焦化蜡油引入设置的拉焦原料储罐；

(2) 当步骤 (1) 中焦炭塔 a 进料持续时间占充焦周期的 30-70%时，将焦炭塔 a 焦化进料切换至焦炭塔 b，对焦炭塔 b 重复步骤 (1) 中的焦炭塔 a 充焦  
10 过程，焦炭塔 a 则由拉焦原料经过加热炉 b 加热继续充焦；

(3) 当步骤 (2) 中焦炭塔 b 进料持续时间占充焦周期的 30-70%时，将焦炭塔 b 焦化进料切换至焦炭塔 c，对焦炭塔 c 进行步骤 (1) 中的焦炭塔 a 充焦过程，将经过加热炉 b 加热至相对较高温度的拉焦原料切换至焦炭塔 b，焦炭塔 a 此时则进行水蒸气吹扫、除焦操作过程，并使之安装完毕处于待充焦状态；

15 (4) 当步骤 (3) 中焦炭塔 c 进料持续时间占充焦周期的 30-70%时，焦炭塔 c 焦化进料切换至焦炭塔 a，焦炭塔 a 重复上述步骤 (1) 过程，将经过加热炉 b 加热至相对较高温度的拉焦原料切换至焦炭塔 c，焦炭塔 b 此时则进行水蒸气吹扫、除等操作过程，并使之安装完毕处于待充焦状态；

(5) 当步骤 (4) 中焦炭塔 a 进料持续时间占充焦周期的 30-70%时，将焦  
20 炭塔 a 焦化进料切换至焦炭塔 b，对焦炭塔 b 重复步骤 (1) 中的焦炭塔 a 充焦过程，将经过加热炉 b 加热至相对较高温度的拉焦原料切换至焦炭塔 a，焦炭塔 c 此时则进行水蒸气吹扫、除焦操作过程，并使之安装完毕处于待充焦状态；

(6) 重复上述步骤 (3)、步骤 (4)、步骤 (5) 过程。

根据本发明的一个实施方式，在所述焦化方法中，焦炭塔的充焦周期为  
25 24-48h，所述充焦周期为单个焦炭塔中生焦原料和拉焦原料（比如焦化蜡油）充焦总时间。

根据本发明的一个实施方式，在所述焦化方法中，生焦原料进料持续时间占充焦周期的 30-70%时，将焦炭塔的焦化进料切换至另一焦炭塔。

根据本发明的一个实施方式，在所述焦化方法中，加热炉 a 出口温度范围为 400°C-460°C，优选 420°C-450°C，此时焦炭塔内气速控制为 0.05-0.25m/s，  
5 选 0.05-0.10m/s。

根据本发明的一个实施方式，在所述焦化方法中，加热炉 a 升温速率为 1-30°C/h，优选 1-10°C/h。

根据本发明的一个实施方式，在所述焦化方法中，加热炉 b 出口温度范围为 460°C-530°C，优选 460°C-500°C，此时焦炭塔内气速控制为 0.10-0.30m/s，  
10 选 0.15-0.20m/s。

根据本发明的一个实施方式，在所述焦化方法中，加热炉 b 升温速率为 30-150°C/h，优选 50-100°C/h。

下面结合附图对本发明进行进一步的详细说明，但本发明并不限于此。

如图 1 所示：

15 (1) 原料 1 经加热炉 2 先向焦炭塔 4a 进料生焦原料，焦炭塔 4a 产生的油气经管线 5 进入分离塔 6，分离出气体 7、汽油 8、柴油 9 出装置，焦化蜡油由塔底出分离塔；

(2) 焦炭塔 4a 的进料持续时间达到焦炭塔 4a 的充焦周期 T 的 30-70%时，终止生焦原料向所述焦炭塔 4a 的进料，同时开始生焦原料向焦炭塔 4b 的进料  
20 和开始拉焦原料储罐 12 中的补充拉焦原料通过管线 13 进入滤装置 16，并经加热炉 14 加热后向焦炭塔 4a 的进料，焦炭塔 4a、4b 产生的油气进入分离塔 6，分离出气体 7、汽油 8、柴油 9 出装置，焦化蜡油由塔底一部分经管线 10 进入拉焦原料储罐 12，一部分经管线 11 与来自管线 13 的补充拉焦原料混合后循环回焦炭塔 4a；

25 (3) 当焦炭塔 4b 的进料持续时间达到焦炭塔 4b 的充焦周期 T 的 30-70%时，终止生焦原料向焦炭塔 4b 的进料，同时开始生焦原料向焦炭塔 4c 的进料、

开始拉焦原料向焦炭塔 4b 的进料和终止拉焦原料向焦炭塔 4a 的进料，焦炭塔 4b、焦炭塔 4c 产生的油气进入分离塔 6，分离出气体 7、汽油 8、柴油 9 出装置，焦化蜡油由塔底一部分经管线 10 进入拉焦原料储罐 12，一部分经管线 11 与来自管线 13 的补充拉焦原料混合后循环回焦炭塔 4b；

5 (4) 对所述焦炭塔 4a 进行水蒸气吹扫和除焦、备用操作；

(5) 当焦炭塔 4c 的进料持续时间达到焦炭塔 4c 的充焦周期 T 的 30-70% 时，终止生焦原料向焦炭塔 4c 的进料，同时开始生焦原料向焦炭塔 4a 的进料、开始拉焦原料向焦炭塔 4c 的进料和终止拉焦原料向所述焦炭塔 4b 的进料，焦炭塔 4a、4c 产生的油气进入分离塔 6，分离出气体 7、汽油 8、柴油 9 出装置，  
10 焦化蜡油由塔底一部分经管线 10 进入拉焦原料储罐 12，一部分经管线 11 与来自管线 13 的补充拉焦原料混合后循环回焦炭塔 4c；

(6) 对炭塔 4b 进行水蒸气吹扫和除焦、备用操作；

(7) 当焦炭塔 4a 的进料持续时间达到炭塔 4a 的充焦周期 T 的 30-70% 时，终止生焦原料向焦炭塔 4a 的进料，同时开始生焦原料向焦炭塔 4b 的进料、开始拉焦原料向焦炭塔 4a 的进料和终止所述拉焦原料向所述焦炭塔 4c 的进料，焦炭塔 4a、4b 产生的油气进入分离塔 6，分离出气体 7、汽油 8、柴油 9 出装置，  
15 焦化蜡油由塔底一部分经管线 10 进入拉焦原料储罐 12，一部分经管线 11 与来自管线 13 的补充拉焦原料混合后循环回焦炭塔 4a；

(8) 对所述焦炭塔 4c 进行水蒸气吹扫和除焦、备用操作；

20 (9) 重复所述步骤 (3) 至所述步骤 (8)。

如图 2 所示，针状焦新鲜原料 17 经加热炉 18 加热后经管线 19 进入焦炭塔 20，生成的油气经管线 21 进入分馏塔 22，分离出焦化气体、石脑油和焦化柴油、焦化蜡油分别经管线 23、24、25、26 出装置，循环的焦化蜡油经管线 27 进入焦炭塔 20，针状焦产品由焦炭塔底出装置。其中焦炭塔 20a、20b 采用间歇切换  
25 操作，即当其中一个焦炭塔进料量达到最大安全充焦量，切换为另一个焦炭塔继续进料，另一个焦炭塔则进行水蒸气吹扫、除焦、备用步骤。

## 实施例

以下将通过实施例和对比例对本发明进行进一步的详细描述，但本发明不限于以下实施例。

在本发明的上下文中，包括在实施例和对比例中，热膨胀系数按照国际标准 5 准 GB/T3074.4《石墨电极热膨胀系数（CTE）测定方法》测定，挥发分按照石油化工标准 SH/T0313《石油焦检验法》测定，真密度按照国际标准 GB/T6155《碳素材料真密度测定方法》测定，电阻率按照 GB24525-2009《炭素材料电阻率测定方法》测定，针状焦外观流线型纹理通过肉眼直接评价。

### 实施例 1

10 以某炼厂精制后的催化油浆为焦化原料，油浆具体性质分析见表 1，焦化塔顶压力为 0.5MPa，焦化生焦周期为 32h，按照本发明提供的三塔切换方法操作，步骤（1）中加热炉 1 出口温度为 420℃-440℃升温-恒温过程，升温速率为 5℃/h，恒温时间 12h，焦炭塔内气速控制为 0.05-0.08m/s，步骤（2）中加热炉 2 出口温度为 460℃-490℃升温-恒温过程，升温速率为 10℃/h，恒温时间 13h，焦炭 15 塔内气速控制为 0.13-0.18m/s，步骤（1）至（5）中焦化蜡油的 10%馏出点温度为 350℃，90%馏出点温度为 460℃，拉焦原料对焦炭塔的充焦过程，拉生比控制为 1.0，拉焦原料的焦粉浓度控制为  $\geq 20\text{mg/L}$ ，三塔工艺得到的不同批次针状焦性质见表 2。

具体而言，以某炼厂催化油浆为针状焦生焦原料，油浆具体性质分析见表 1， 20 其生焦率 A 为 40%。补充拉焦原料是来自于分离塔 6 的焦化蜡油（经拉焦原料储罐 12 临时储存），其 10%馏出点温度为 350℃，90%馏出点温度为 460℃，其生焦率 B 为 10%。焦炭塔充焦周期 T 为 32h。具体实施过程如下：

（1）原料 1 经加热炉 2 加热后向焦炭塔 4a 进料生焦原料，加热炉 2 出口采用变温-恒温控制，变温范围为 420℃-440℃，升温速率为 5℃/h，焦炭塔 4a 25 塔顶压力为 0.5MPa，焦炭塔 4a 产生的油气经管线 5 进入分离塔 6，分馏塔 6 塔顶压力为 0.5MPa，塔顶温度 150℃，塔底温度 350℃，分离出气体 7、汽油 8、

柴油 9 出装置，焦化蜡油由塔底出分离塔；

(2) 焦炭塔 4a 的进料持续时间达到焦炭塔 4a 的充焦周期 T 的 50% 时，终止生焦原料向所述焦炭塔 4a 的进料，同时开始生焦原料向焦炭塔 4b 的进料和开始拉焦原料储罐 12 中的补充拉焦原料通过管线 13 进入滤装置 16，控制拉焦原料的焦粉浓度为  $\geq 20\text{mg/L}$ ，并经加热炉 14 加热后向焦炭塔 4a 的进料，加热炉 14 出口温度为  $460^{\circ}\text{C}$ - $490^{\circ}\text{C}$  升温-恒温过程，升温速率为  $10^{\circ}\text{C/h}$ ，焦炭塔 4a、4b 塔顶压力控制为  $0.5\text{MPa}$ ，焦炭塔 4a、4b 产生的油气进入分离塔 6，分馏塔 6 塔顶压力为  $0.5\text{MPa}$ ，塔顶温度  $150^{\circ}\text{C}$ ，塔底温度  $350^{\circ}\text{C}$ ，分离出气体 7、汽油 8、柴油 9 出装置。根据情况，焦化蜡油由塔底一部分经管线 10 进入拉焦原料储罐 12，一部分经管线 11 与来自管线 13 的补充拉焦原料混合后循环回焦炭塔 4a，拉生比控制 1.0；

(3) 当焦炭塔 4b 的进料持续时间达到焦炭塔 4b 的充焦周期 T 的 50% 时，终止生焦原料向焦炭塔 4b 的进料，同时开始生焦原料向焦炭塔 4c 的进料、加热炉 2 出口采用变温-恒温控制，变温范围为  $420^{\circ}\text{C}$ - $440^{\circ}\text{C}$ ，升温速率为  $5^{\circ}\text{C/h}$ ，开始拉焦原料向焦炭塔 4b 的进料和终止拉焦原料向焦炭塔 4a 的进料，加热炉 14 出口出口温度为  $460^{\circ}\text{C}$ - $490^{\circ}\text{C}$  升温-恒温过程，升温速率为  $10^{\circ}\text{C/h}$ ，焦炭塔 4b、焦炭塔 4c 塔顶压力为  $0.5\text{MPa}$ ，焦炭塔 4b、焦炭塔 4c 产生的油气进入分离塔 6，分馏塔 6 塔顶压力为  $0.5\text{MPa}$ ，塔顶温度  $150^{\circ}\text{C}$ ，塔底温度  $350^{\circ}\text{C}$ ，分离出气体 7、汽油 8、柴油 9 出装置。根据情况，焦化蜡油由塔底一部分经管线 10 进入拉焦原料储罐 12，一部分经管线 11 与来自管线 13 的补充拉焦原料混合后循环回焦炭塔 4b，拉生比控制 1.0；

(4) 对所述焦炭塔 4a 进行水蒸气吹扫和除焦、备用操作；

(5) 当焦炭塔 4c 的进料持续时间达到焦炭塔 4c 的充焦周期 T 的 50% 时，终止生焦原料向焦炭塔 4c 的进料，同时开始生焦原料向焦炭塔 4a 的进料、开始拉焦原料向焦炭塔 4c 的进料和终止拉焦原料向所述焦炭塔 4b 的进料，加热炉 2 出口采用变温-恒温控制，变温范围为  $420^{\circ}\text{C}$ - $440^{\circ}\text{C}$ ，升温速率为  $5^{\circ}\text{C/h}$ ，加热炉



14 出口出口温度为 460℃-490℃升温-恒温过程,升温速率为 10℃/h,焦炭塔 4a、4c 塔顶压力为 0.5MPa,焦炭塔 4a、4c 产生的油气进入分离塔 6,分馏塔 6 塔顶压力为 0.5MPa,塔顶温度 150℃,塔底温度 350℃,分离出气体 7、汽油 8、柴油 9 出装置。根据情况,焦化蜡油由塔底一部分经管线 10 进入拉焦原料储罐 12,一部分经管线 11 与来自管线 13 的补充拉焦原料混合后循环回焦炭塔 4c,拉生比控制为 1.0;

(6) 对炭塔 4b 进行水蒸气吹扫和除焦、备用操作;

(7) 当焦炭塔 4a 的进料持续时间达到炭塔 4a 的充焦周期 T 的 50%时,终止生焦原料向焦炭塔 4a 的进料,同时开始生焦原料向焦炭塔 4b 的进料、开始拉焦原料向焦炭塔 4a 的进料和终止所述拉焦原料向所述焦炭塔 4c 的进料,加热炉 2 出口采用变温-恒温控制,变温范围为 420℃-440℃,升温速率为 5℃/h,加热炉 14 出口出口温度为 460℃-490℃升温-恒温过程,升温速率为 10℃/h,焦炭塔 4a、4b 塔顶压力为 0.5MPa,焦炭塔 4a、4b 产生的油气进入分离塔 6,分馏塔 6 塔顶压力为 0.5MPa,塔顶温度 150℃,塔底温度 350℃,分离出气体 7、汽油 8、柴油 9 出装置。根据情况,焦化蜡油由塔底一部分经管线 10 进入拉焦原料储罐 12,一部分经管线 11 与来自管线 13 的补充拉焦原料混合后循环回焦炭塔 4a;

(8) 对所述焦炭塔 4c 进行水蒸气吹扫和除焦、备用操作;

(9) 重复所述步骤 (3) 至所述步骤 (8),开始针状焦稳定生产。

三塔工艺得到的不同批次针状焦性质见表 2。

#### 对比例 1

采用与实施例 1 相同的生焦原料,充焦周期 T 为 32h,按图 2 所示的常规两塔切换操作。针状焦新鲜原料 17 经加热炉 18 加热后经管线 19 进入焦炭塔 20,加热炉 18 出口采用变温-恒温控制,变温范围为 420℃-440℃,升温速率为 5℃/h,焦炭塔 20 塔顶压力为 0.5MPa,生成的油气经管线 21 进入分馏塔 22,分馏塔 22

塔顶压力为 0.5MPa，塔顶温度 150℃，塔底温度 350℃，分离出焦化气体、石脑油和焦化柴油、焦化蜡油分别经管线 23、24、25、26 出装置，循环的焦化蜡油经管线 27 进入焦炭塔 20，拉生比为 1.0；当对焦炭塔的进料持续时间达到焦炭塔的充焦周期 T 的 50%时，加热炉 18 出口温度开始 440℃升温至 500℃，升温速率 5℃/h，当对焦炭塔的进料持续时间达到焦炭塔的充焦周期 T 的 100%时，切换为另一个焦炭塔开始充焦，并重复上述过程，针状焦产品由焦炭塔底出装置，得到的不同批次针状焦性质见表 2。

表 1 原料性质

分析项目	催化油浆
密度 g/cm <sup>3</sup>	1.0758
灰分 %	0.01
C %(w)	90.08
H %(w)	7.69
S %(w)	0.21
N ppm	1800
四组分%(w)	
饱和份	17.67
芳香份	75.96
胶质	6.34
沥青质	0.04
金属含量 ppm	
Ni	3.39
V	2.96

10

表 2 实施例 1 及对比例 1 生产的针状焦性质

分析项目	实施例 1			对比例 1		
	第 1 批	第 2 批	第 3 批	第 1 批	第 2 批	第 3 批
热膨胀系数, 10 <sup>-6</sup> /°C	1.0	1.1	1.0	1.2	1.6	1.9
挥发分, w%	8.5	8.2	8.5	9.8	9.5	8.8
电阻率, μΩ·m	7.8	7.0	7.6	8.0	10.5	14.5
真密度, g/cm <sup>3</sup>	2.12	2.12	2.12	2.10	2.12	2.09
外观流线纹理	明显	明显	明显	明显	不明显	不明显

## 实施例 2

采用与实施例 1 相同的装置和针状焦生焦原料。补充拉焦原料是来自于分离塔 6 的焦化蜡油(经拉焦原料储罐 12 临时储存),其 10%馏出点温度为 330℃,

90%馏出点温度为 480°C，其生焦率 B 为 20%。焦炭塔充焦周期 T 为 40h，焦炭塔顶压力为 0.8MPa，加热炉 2 出口温度为 400°C-460°C升温-恒温过程，升温速率为 4°C/h，加热炉 2 对焦炭塔充焦过程，焦炭塔内气速控制为 0.07-0.10m/s，加热炉 14 出口温度为 470-510°C，升温速率为 10°C/h，加热炉 14 对充焦过程焦炭塔内气速控制为 0.18-0.25m/s，拉焦原料（比如焦化蜡油）对焦炭塔的充焦过程，拉生比控制为 2.0，拉焦原料的焦粉浓度控制为 >10mg/L，分馏塔塔顶压力为 0.2MPa，塔顶温度 100°C，塔底温度 330°C，其它条件与实施例 1 相同，三塔工艺得到的不同批次针状焦性质见表 3。

对比例 2

10 采用与实施例 2 相同的生焦原料，充焦周期 T 为 40h，加热炉 18 出口采用变温-恒温控制，变温范围为 420°C-460°C，升温速率为 4°C/h，焦炭塔 20 塔顶压力为 0.8MPa，分馏塔塔顶压力为 0.2MPa，塔顶温度 100°C，塔底温度 330°C，拉生比为 0.5；当对焦炭塔的进料持续时间达到焦炭塔的充焦周期 T 的 50%时，加热炉 18 出口温度开始 460°C升温至 500°C，升温速率 4°C/h，其它条件同对比例 1，得到的不同批次针状焦性质见表 3。

表 3 实施例 2 及对比例 2 生产的针状焦性质

分析项目	实施例 2			对比例 2		
	第 1 批	第 2 批	第 3 批	第 1 批	第 2 批	第 3 批
热膨胀系数, 10 <sup>-6</sup> /°C	1.1	1.0	1.0	1.4	1.9	1.5
挥发分, w%	8.8	8.6	8.8	9.6	10.5	12.3
电阻率, Ω·m	7.0	7.2	7.0	9.5	16.3	15.4
真密度, g/cm <sup>3</sup>	2.12	2.12	2.12	2.12	2.08	2.12
外观流线纹理	明显	明显	明显	不明显	不明显	不明显

## 权利要求书

1. 一种焦化系统，包含第 1 个至第  $m$  个（共计  $m$  个）加热单元（优选换热器或加热炉，更优选加热炉）和第 1 个至第  $n$  个（共计  $n$  个）焦炭塔， $m$  是 2 至  $n-1$  的任意整数， $n$  是 3 以上的任意整数（优选 3 至 20 的任意整数，更优选 3 至 5 的任意整数，更优选 3），所述  $m$  个加热单元中的每一个分别与所述  $n$  个焦炭塔连通，所述  $n$  个焦炭塔中每一个焦炭塔（优选塔上部和/或塔顶）分别与一个或多个（优选一个）分离塔（优选精馏塔、闪蒸塔、蒸发塔或分馏塔，更优选分馏塔）连通，所述一个或多个分离塔（优选塔下部和/或塔底）与所述第  $m$  个加热单元连通并任选与第  $i$  个加热单元（ $i$  为大于 1 且小于  $m$  的任意整数）连通（优选不与所述第 1 个加热单元连通）。

2. 权利要求 1 所述的焦化系统，还包含控制单元，设所述  $n$  个焦炭塔中第  $h$  个（ $h$  是 1 至  $n$  的任意整数）焦炭塔的起始充焦时刻为  $T_0$ ，终止充焦时刻为  $T_e$ ，则所述控制单元被构造为能够从所述时刻  $T_0$  开始，按照从所述第 1 个加热单元至所述第  $m$  个加热单元的顺序顺次启动和终止每个加热单元向所述第  $h$  个焦炭塔的物质输送，在所述时刻  $T_e$ ，终止所述第  $m$  个加热单元向所述第  $h$  个焦炭塔的物质输送。

3. 权利要求 1 所述的焦化系统，还包括在至少一个所述加热单元（优选所述第  $m$  个加热单元，并任选第  $i$  个加热单元，其中  $i$  为大于 1 且小于  $m$  的任意整数）的入口和/或出口设置的至少一个过滤装置。

4. 权利要求 1 所述的焦化系统，还包括至少一个生焦原料储罐，其中所述至少一个生焦原料储罐与所述第 1 个加热单元连通并任选与第  $i$  个加热单元（ $i$  为大于 1 且小于  $m$  的任意整数）连通（优选不与所述第  $m$  个加热单元连通）。

5. 一种焦化系统，包括三个焦炭塔、两套加热炉、分馏塔和拉焦原料储罐，三个焦炭塔分别记为焦炭塔 a、焦炭塔 b、焦炭塔 c；两套加热炉分别记为加热炉 a、加热炉 b，所述任一焦炭塔同两套加热炉相连接，所述任一焦炭塔的塔顶与分馏塔入口通过管线相连接，所述分馏塔的塔底出口同拉焦原料储罐相连接，

所述拉焦原料储罐同加热炉 b 相连接将来自于拉焦原料储罐的物料（比如焦化蜡油）加热至焦化塔的进料温度，所述加热炉 a 同原料罐相连接将焦化原料加热至焦化塔的进料温度。

6. 一种焦化方法，包括利用 m 个加热单元和 n 个焦炭塔进行焦化的步骤，  
5 其中 m 是 2 至 n-1 的任意整数，n 是 3 以上的任意整数（优选 3 至 20 的任意整数，更优选 3 至 5 的任意整数，更优选 3），所述 m 个加热单元中的每一个分别与所述 n 个焦炭塔以物料输送方式连通，设所述 n 个焦炭塔中第 h 个（h 是 1 至 n 的任意整数）焦炭塔的起始充焦时刻为  $T_0$ ，终止充焦时刻为  $T_e$ ，则从所述时刻  $T_0$  开始，按照从所述第 1 个加热单元至所述第 m 个加热单元的顺序顺次启动  
10 和终止每个加热单元向所述第 h 个焦炭塔的物料输送，在所述时刻  $T_e$ ，终止所述第 m 个加热单元向所述第 h 个焦炭塔的物料输送。

7. 权利要求 6 所述的焦化方法，其中在所述时刻  $T_e$ ，所述第 1 个至第 m 个加热单元向所述第 h 个焦炭塔的物料输送量之和等于所述第 h 个焦炭塔的目标充焦容量。

8. 权利要求 6 所述的焦化方法，其中在一个物料输送循环周期内，所述第  
15 1 个至第 m 个加热单元中的每一个加热单元仅向所述第 h 个焦炭塔输送物料一个批次，或者在一个物料输送循环周期内的任意时刻，所述第 h 个焦炭塔或者  
(i) 不接受输送物料或者 (ii) 只接受来自于所述第 1 个至第 m 个加热单元中仅一个加热单元的输送物料。

9. 权利要求 6 所述的焦化方法，其中在一个物料输送循环周期结束之后，  
20 对所述第 h 个焦炭塔进行吹扫和除焦操作，然后或者 (i) 所述第 h 个焦炭塔处于备用状态；或者 (ii) 针对所述第 h 个焦炭塔开始下一个物料输送循环周期。

10. 权利要求 6 所述的焦化方法，其中所述第 1 个至第 m 个加热单元中的每一个将其输送物料加热至所述第 h 个焦炭塔对该输送物料要求的进料温度。

11. 权利要求 6 所述的焦化方法，其中所述第 1 个加热单元将其输送物料（称为第 1 个输送物料）加热至进料温度  $W_1$  为  $400^{\circ}\text{C}$ - $480^{\circ}\text{C}$ （优选  $420^{\circ}\text{C}$ - $460^{\circ}\text{C}$ ），  
25

并且所述第 1 个输送物料使得所述第 h 个焦炭塔的塔内气速  $G_1$  达到 0.05-0.25m/s (优选 0.05-0.10m/s), 所述第 m 个加热单元将其输送物料 (称为第 m 个输送物料) 加热至进料温度  $W_m$  为 460°C-530°C (优选 460°C-500°C), 并且所述第 m 个输送物料使得所述第 h 个焦炭塔的塔内气速  $G_m$  达到 0.10-0.30m/s (优选 0.15-0.20m/s), 第 i 个加热单元 (i 为大于 1 且小于 m 的任意整数) 将其输送物料 (称为第 i 个输送物料) 加热至进料温度  $W_i$  ( $W_1 \leq W_i \leq W_m$ ), 并且所述第 i 个输送物料使得所述第 h 个焦炭塔的塔内气速  $G_i$  达到  $G_1 \leq G_i \leq G_m$ , 和/或, 所述第 1 个加热单元对其输送物料的升温速率  $V_1$  为 1-30°C/h (优选 1-10°C/h), 所述第 m 个加热单元对其输送物料的升温速率  $V_m$  为 30-150°C/h (优选 50-100°C/h), 第 i 个加热单元 (i 为大于 1 且小于 m 的任意整数) 对其输送物料的升温速率  $V_i$  满足关系式  $V_1 \leq V_i \leq V_m$ .

12. 权利要求 6 所述的焦化方法, 其中将所述 n 个焦炭塔中每一个焦炭塔的塔上部物料和/或塔顶物料 (优选塔顶物料) 输送至一个或多个 (优选一个) 分离塔 (优选精馏塔、闪蒸塔、蒸发塔或分馏塔, 更优选分馏塔), 并且在所述一个或多个分离塔中, 所述物料至少被分离为所述分离塔的塔顶物料和所述分离塔的塔底物料。

13. 权利要求 6 或 12 所述的焦化方法, 其中所述一个或多个分离塔的操作条件包括: 塔顶压力 0.01-0.8MPa, 塔顶温度 100-200°C, 塔底温度 280-400°C, 和/或, 所述 n 个焦炭塔的操作条件彼此相同或不同, 各自独立地包括: 塔顶压力 0.01-1.0MPa, 塔顶温度 300-470°C, 塔底温度 350-510°C。

14. 权利要求 12 所述的焦化方法, 其中所述第 1 个加热单元以 (优选仅以) 生焦原料作为输送物料, 所述第 m 个加热单元以 (优选仅以) 拉焦原料作为输送物料 (优选至少包含所述分离塔的塔底物料), 第 i 个加热单元 (i 为大于 1 且小于 m 的任意整数) 以选自所述生焦原料和所述拉焦原料中的至少一种作为输送物料。

15. 权利要求 14 所述的焦化方法, 其中所述生焦原料选自煤系原料和石油

系原料中的至少一种（优选硫含量 $<0.6\text{wt}\%$ ，更优选 $<0.5\text{wt}\%$ ，并且胶质和沥青质含量 $<10.0\text{wt}\%$ ，优选 $<5.0\text{wt}\%$ ，更优选 $<2.0\text{wt}\%$ ），优选选自煤焦油、煤焦油沥青、石油重油、乙烯焦油、催化裂化渣油或热裂化渣油中的至少一种，并且其生焦率（称为生焦率 A）为 10-80%（优选 20-70%，更优选 30-60%），和/或，  
s 所述分离塔的塔底物料的 10%馏出点温度为  $300^{\circ}\text{C}$ - $400^{\circ}\text{C}$ （优选  $350^{\circ}\text{C}$ - $380^{\circ}\text{C}$ ），90%馏出点温度为  $450^{\circ}\text{C}$ - $500^{\circ}\text{C}$ （优选  $460^{\circ}\text{C}$ - $480^{\circ}\text{C}$ ），和/或，所述拉焦原料选自煤系原料和石油系原料中的至少一种（优选选自焦化蜡油、焦化柴油、乙烯焦油和热裂化重油中的至少一种，更优选硫含量 $<1.0\text{wt}\%$ ，更优选 $<0.6\text{wt}\%$ ），并且其生焦率（称为生焦率 B）为 1-40%（优选 1-20%，更优选 1-10%），前提是生  
10 焦率 A $>$ 生焦率 B。

16. 权利要求 14 所述的焦化方法，其中在一个物料输送循环周期内，向第 h 个（h 是 1 至 n 的任意整数）焦炭塔输送的拉焦原料总量与生焦原料总量的重量比例为 0.5-4.0（优选 1.0-2.0）。

17. 权利要求 6 所述的焦化方法，其中设  $T_e - T_0 = T$ ，则所述第 h 个焦炭塔的  
15 充焦周期 T 为 10-60 小时（优选 24-48 小时），或者，所述 n 个焦炭塔的充焦周期 T 彼此相同或不同（优选彼此相同），各自独立地为 10-60 小时（优选 24-48 小时）。

18. 权利要求 6 所述的焦化方法，其中在一个物料输送循环周期内，设所述一个物料输送循环周期为 TC（单位是小时），设所述第 1 个至第 m 个加热单元  
20 向所述第 h 个焦炭塔各自的物料输送时间分别为  $D_1$  至  $D_m$ （单位是小时），则  $D_1/TC=10-90\%$ 或  $30-70\%$ ， $D_2/TC=10-90\%$ 或  $30-70\%$ ，...， $D_m/TC=10-90\%$ 或  $30-70\%$ ，并且  $TC/2 \leq D_1 + D_2 + \dots + D_m \leq TC$ （优选  $D_1 + D_2 + \dots + D_m = TC$ ），或者， $D_1 = D_2 = \dots = D_m = TC/m = T/m$ ，并且  $D_1 + D_2 + \dots + D_m = TC = T$ ，其中 T 为所述第 h 个焦炭塔的充焦周期。

25 19. 权利要求 6 所述的焦化方法，其中设所述 n 个焦炭塔中任意编号相邻（编号 1 与编号 n 被定义为编号相邻）的两个焦炭塔分别为第 a 个焦炭塔和第 b 个

焦炭塔（其中  $a$  是 1 至  $n$  的任意整数， $b$  是 1 至  $n$  的任意整数，但  $a \neq b$ ），则在结束第  $j$  个加热单元（ $j$  为 1 至  $m$  的任意整数）向所述第  $a$  个焦炭塔的物质输送的时刻，开始所述第  $j$  个加热单元向所述第  $b$  个焦炭塔的物质输送。

20. 权利要求 14 所述的焦化方法，其中选自所述生焦原料和所述拉焦原料中的至少一种物料（优选所述拉焦原料，更优选所述分离塔的塔底物料）在进入加热单元之前和/或在进入焦炭塔之前（优选在进入加热单元之前，更优选在进入所述第  $m$  个加热单元之前，并任选在进入第  $i$  个加热单元之前，其中  $i$  为大于 1 且小于  $m$  的任意整数）进行过滤，由此将所述物质的焦粉颗粒浓度控制在 0-200mg/L（优选 0-100mg/L，更优选 0-50 mg/L）。

21. 权利要求 6 所述的焦化方法，其中将所述  $n$  个焦炭塔中的每一个焦炭塔的塔上部物料和/或塔顶物料（优选塔顶物料）的至少一部分（比如 10wt% 以上，20wt% 以上，30wt% 以上，40wt% 以上，50wt% 以上，60wt% 以上，70wt% 以上，80wt% 以上，90wt% 以上或 100wt%）输送至一个或多个（优选一个）分离塔（优选精馏塔、闪蒸塔、蒸发塔或分馏塔，更优选分馏塔），并且将所述一个或多个分离塔的塔下部物料和/或塔底物料的至少一部分（比如 10wt% 以上，20wt% 以上，30wt% 以上，40wt% 以上，50wt% 以上，60wt% 以上，70wt% 以上，80wt% 以上，90wt% 以上或 100wt%）输送至所述第  $m$  个加热单元以及任选输送至第  $i$  个加热单元（ $i$  为大于 1 且小于  $m$  的任意整数），优选不输送至所述第 1 个加热单元。

22. 权利要求 6 所述的焦化方法，其中设  $m=2$ ， $n=3$ ，3 个焦炭塔分别记为焦炭塔 a、焦炭塔 b 和焦炭塔 c，2 个加热单元分别记为加热单元 a 和加热单元 b，所述 3 个焦炭塔中每一个焦炭塔的塔顶物料（油气）与一个所述分离塔以物料输送方式连通，所述加热单元 a 输送并加热生焦原料，所述加热单元 b 输送并加热拉焦原料（比如焦化蜡油），

所述焦化方法至少包括以下步骤：

(1) 向所述焦炭塔 a 进料生焦原料，焦炭塔 a 产生的油气进入所述分离塔，



至少分离出焦化蜡油；

(2) 当所述焦炭塔 a 的进料持续时间达到所述焦炭塔 a 的充焦周期 T 的 30-70% (优选约 50%) 时, 终止生焦原料向所述焦炭塔 a 的进料, 同时开始生焦原料向所述焦炭塔 b 的进料和开始所述拉焦原料向所述焦炭塔 a 的进料, 焦炭塔 b 产生的油气进入所述分离塔, 至少分离出焦化蜡油;

(3) 当所述焦炭塔 b 的进料持续时间达到所述焦炭塔 b 的充焦周期 T 的 30-70% (优选约 50%) 时, 终止生焦原料向所述焦炭塔 b 的进料, 同时开始生焦原料向所述焦炭塔 c 的进料、开始所述拉焦原料向所述焦炭塔 b 的进料和终止所述拉焦原料向所述焦炭塔 a 的进料, 焦炭塔 c 产生的油气进入所述分离塔, 至少分离出焦化蜡油;

(4) 对所述焦炭塔 a 进行水蒸气吹扫和除焦操作;

(5) 当所述焦炭塔 c 的进料持续时间达到所述焦炭塔 c 的充焦周期 T 的 30-70% (优选约 50%) 时, 终止生焦原料向所述焦炭塔 c 的进料, 同时开始生焦原料向所述焦炭塔 a 的进料、开始所述拉焦原料向所述焦炭塔 c 的进料和终止所述拉焦原料向所述焦炭塔 b 的进料, 焦炭塔 a 产生的油气进入所述分离塔, 至少分离出焦化蜡油;

(6) 对所述焦炭塔 b 进行水蒸气吹扫和除焦操作;

(7) 当所述焦炭塔 a 的进料持续时间达到所述焦炭塔 a 的充焦周期 T 的 30-70% (优选约 50%) 时, 终止生焦原料向所述焦炭塔 a 的进料, 同时开始生焦原料向所述焦炭塔 b 的进料、开始所述拉焦原料向所述焦炭塔 a 的进料和终止所述拉焦原料向所述焦炭塔 c 的进料, 焦炭塔 b 产生的油气进入所述分离塔, 至少分离出焦化蜡油;

(8) 对所述焦炭塔 c 进行水蒸气吹扫和除焦操作; 和

(9) 重复所述步骤 (3) 至所述步骤 (8)。

23. 一种焦化方法, 所采用的焦化装置包括三个焦炭塔、两套加热炉、分馏塔和拉焦原料储罐, 三个焦炭塔分别记为焦炭塔 a、焦炭塔 b、焦炭塔 c; 两套

加热炉分别记为加热炉 a、加热炉 b，所述任一焦炭塔同两套加热炉相连接，所述任一焦炭塔的塔顶与分馏塔入口通过管线相连接，所述分馏塔的塔底出口同拉焦原料储罐相连接，所述加热炉 b 同拉焦原料储罐相连接将来自于拉焦原料储罐的物料（比如焦化蜡油）加热至焦化塔的进料温度，所述加热炉 a 同原料

5 罐相连接用于将新鲜原料加热至焦化塔的进料温度；

具体操作过程如下：

（1）焦化原料经加热炉 a 加热进入焦化塔 a，生成的油气进入分馏塔，分馏得到气体、焦化汽油、焦化柴油及塔底焦化蜡油，其中，塔底焦化蜡油引入设置的拉焦原料储罐；

10 （2）当步骤（1）中焦炭塔 a 进料持续时间占总生焦周期的 30-70%时，将焦炭塔 a 焦化进料切换至焦炭塔 b，对焦炭塔 b 重复步骤（1）中的焦炭塔 a 充焦过程，焦炭塔 a 则由拉焦原料（比如焦化蜡油）经过加热炉 b 加热继续充焦；

（3）当步骤（2）中焦炭塔 b 进料持续时间占总生焦周期的 30-70%时，将焦炭塔 b 焦化进料切换至焦炭塔 c，对焦炭塔 c 进行步骤（1）中的焦炭塔 a 充

15 焦过程，将经过加热炉 b 加热至相对较高温度的拉焦原料（比如焦化蜡油）切换至焦炭塔 b，焦炭塔 a 此时则进行水蒸气吹扫、除焦操作过程，并使之安装完毕处于待充焦状态；

（4）当步骤（3）中焦炭塔 c 进料持续时间占总生焦周期的 30-70%时，焦炭塔 c 焦化进料切换至焦炭塔 a，焦炭塔 a 重复上述步骤（1）过程，将经过加

20 热炉 b 加热至相对较高温度的拉焦原料（比如焦化蜡油）切换至焦炭塔 c，焦炭塔 b 此时则进行水蒸气吹扫、除等操作过程，并使之安装完毕处于待充焦状态；

（5）当步骤（4）中焦炭塔 a 进料持续时间占总生焦周期的 30-70%时，将焦炭塔 a 焦化进料切换至焦炭塔 b，对焦炭塔 b 重复步骤（1）中的焦炭塔 a 充

25 焦过程，将经过加热炉 b 加热至相对较高温度的拉焦原料（比如焦化蜡油）切换至焦炭塔 a，焦炭塔 c 此时则进行水蒸气吹扫、除焦操作过程，并使之安装完毕处于待充焦状态；

(6) 重复上述步骤 (3)、步骤 (4)、步骤 (5) 过程。

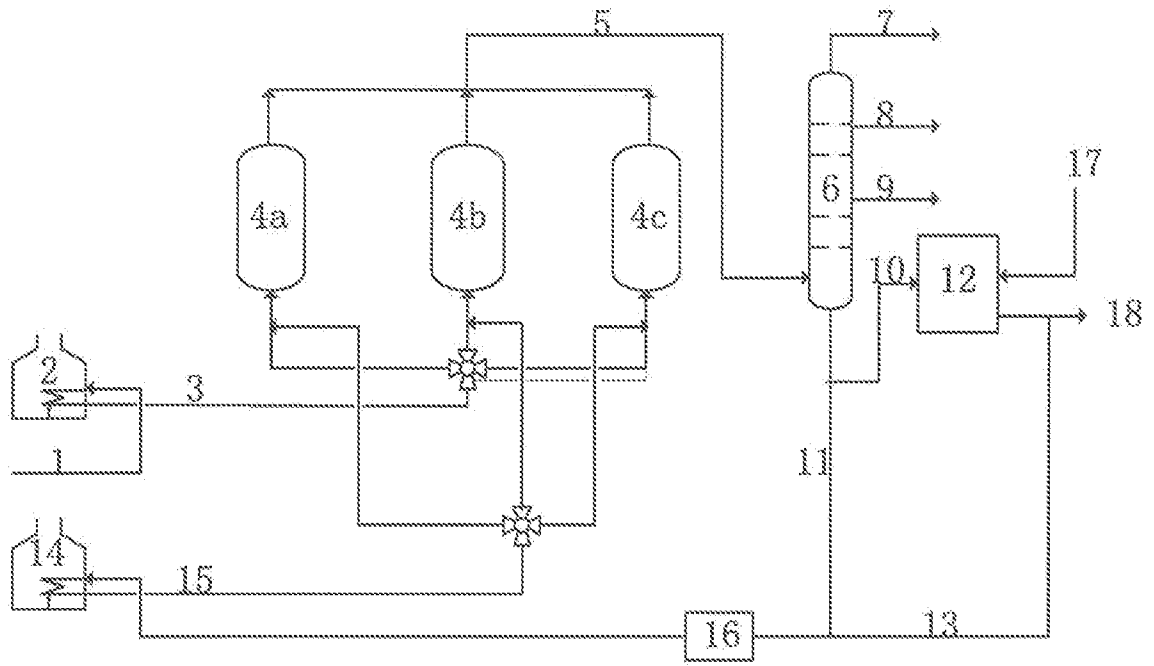


图 1

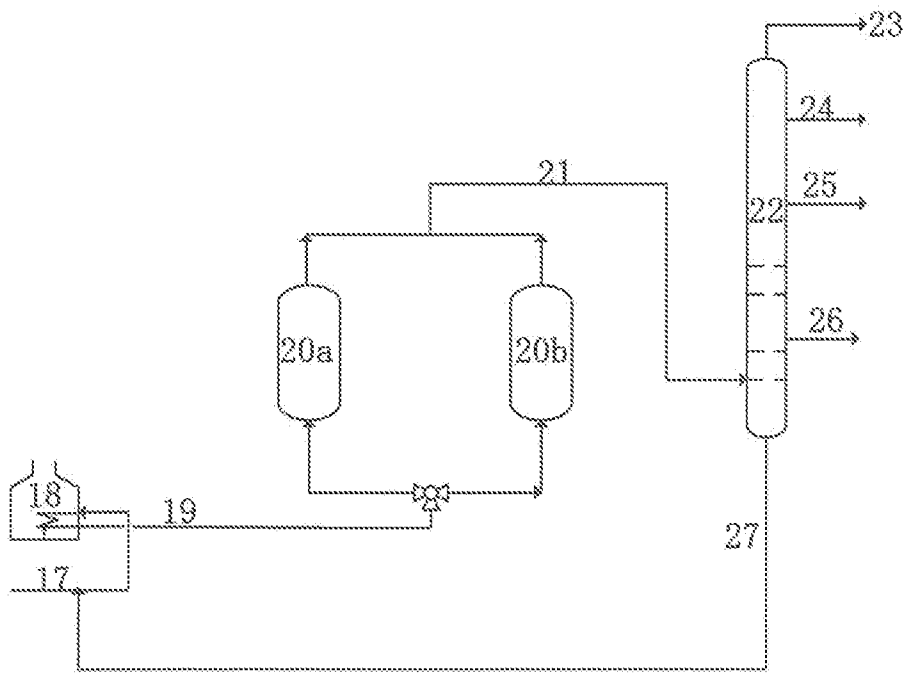


图 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/115326

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

C10B 55/00(2006.01)i; C10G 9/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C10B, C10G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNKI, DWPI, VEN: 焦化, 延迟焦化, 焦炭塔, 加热炉, 加热, 管式, 分馏塔, 分离, coke, coking, delayed, coke tower, heat+, heating furnace, tubular, distilling tower, fractionating

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 108587661 A (ANSHAN XINGDE ENGINEERING TECHNOLOGY CO., LTD. ET AL.) 28 September 2018 (2018-09-28) claims 1-9, embodiments 1-9, and figure 1	1-23
A	CN 87102308 A (SINOPEC RESEARCH INSTITUTE OF PETROLEUM PROCESSING) 12 October 1988 (1988-10-12) claims 1-7, description, embodiments 1-3 and page 6, last paragraph to page 7, paragraph 2, and figure 1	1-23
A	US 5389234 A (LUMMUS CREST INC.) 14 February 1995 (1995-02-14) claim 1, figure 1, and description, column 1, line 56 to column 3, line 6	1-23

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 February 2019

Date of mailing of the international search report

19 February 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing  
100088  
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2018/115326**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108587661	A	28 September 2018	None			
CN	87102308	A	12 October 1988	CN	1011416	B	30 January 1991
US	5389234	A	14 February 1995	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/115326

<p><b>A. 主题的分类</b> C10B 55/00(2006.01)i; C10G 9/00(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																										
<p><b>B. 检索领域</b> 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) C10B, C10G</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS, CNKI, DWPI, VEN:焦化, 延迟焦化, 焦炭塔, 加热炉, 加热, 管式, 分馏塔, 分离, coke, coking, delayed, coke tower, heat+, heating furnace, tubular, distilling tower, fractionating</p>																										
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 108587661 A (鞍山兴德工程技术有限公司等) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 权利要求1-9, 实施例1-9, 图1</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 87102308 A (中国石油化工总公司石油化工科学研究院) 1988年 10月 12日 (1988 - 10 - 12) 权利要求1-7, 实施例1-3, 说明书第6页倒数第一段至说明书第7页第2段, 图1</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 5389234 A (LUMMUS CREST INC) 1995年 2月 14日 (1995 - 02 - 14) 权利要求1, 图1, 说明书第1栏第56行至第3栏第6行</td> <td>1-23</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文件的具体类型:</td> <td>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</td> </tr> <tr> <td>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</td> <td>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</td> </tr> <tr> <td>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</td> <td>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</td> </tr> <tr> <td>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</td> <td>“&amp;” 同族专利的文件</td> </tr> <tr> <td>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</td> <td></td> </tr> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 108587661 A (鞍山兴德工程技术有限公司等) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 权利要求1-9, 实施例1-9, 图1	1-23	A	CN 87102308 A (中国石油化工总公司石油化工科学研究院) 1988年 10月 12日 (1988 - 10 - 12) 权利要求1-7, 实施例1-3, 说明书第6页倒数第一段至说明书第7页第2段, 图1	1-23	A	US 5389234 A (LUMMUS CREST INC) 1995年 2月 14日 (1995 - 02 - 14) 权利要求1, 图1, 说明书第1栏第56行至第3栏第6行	1-23	* 引用文件的具体类型:	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件	“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性	“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性	“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)	“&” 同族专利的文件	“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件		“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 108587661 A (鞍山兴德工程技术有限公司等) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 权利要求1-9, 实施例1-9, 图1	1-23																								
A	CN 87102308 A (中国石油化工总公司石油化工科学研究院) 1988年 10月 12日 (1988 - 10 - 12) 权利要求1-7, 实施例1-3, 说明书第6页倒数第一段至说明书第7页第2段, 图1	1-23																								
A	US 5389234 A (LUMMUS CREST INC) 1995年 2月 14日 (1995 - 02 - 14) 权利要求1, 图1, 说明书第1栏第56行至第3栏第6行	1-23																								
* 引用文件的具体类型:	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件																									
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性																									
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性																									
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)	“&” 同族专利的文件																									
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件																										
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件																										
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																									
2019年 2月 1日	2019年 2月 19日																									
ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员																									
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	王涛																									
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62084750																									

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/115326

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	108587661	A	2018年 9月 28日	无			
CN	87102308	A	1988年 10月 12日	CN	1011416	B	1991年 1月 30日
US	5389234	A	1995年 2月 14日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)