

用于制油的生物质合成气负压净化工艺方法和系统配置

技术领域

- [1] 本发明涉及一种用于制油的 生物质合成气负压净化工艺方法和系统配置。

背景技术

- [2] 随着化石燃料逐渐枯竭，生物质可再生清洁能源的开发利用日益受到关注，并处于快速发展之中。生物质制气、制油是新能源开发领域的重要研究课题。
- [3] 同煤制气一样，生物质制气也须经历冷却、洗涤等净化过程。目前，有关生物质气化方法的研究成果很多，但关于生物质合成气如何净化的研究却较少，多是沿用传统煤气冷却、洗涤的老办法，如果忽视生物质制气出口烟温比煤制气出口烟温高得多的具体情况，照搬照套煤气初冷的工艺方法显然是不合适的，从炭化室出来的粗煤气温度在 650℃，而本工艺的气化炉出口合成气的温度高达1000℃，因此在冷却方面的技术必须有所创新。
- [4] 传统的煤气初冷方式分为间接初冷、直接初冷、间直接初冷三种，初冷主要是指煤气从炭化室出来在进入电捕焦油器之前将其冷却到 22 ~ 35℃。
- [5] 间接初冷时煤气与冷却介质不直接接触，两相只间接传热，不进行传质过程。煤气冷却、净化效果好。
- [6] 直接初冷时煤气与喷洒氨水直接接触进行传质和传热过程。与间接初冷相比，具有煤气冷却效率高、阻力小、设备造价低、动力消耗大的特点。
- [7] 间直接初冷是煤气先经过间接冷却器再经过直接冷却器的组合工艺方法，其特点是发挥两者的长处。
- [8] 煤气除尘的方法也有很多，包括沉降、过滤、旋风除尘、电除尘、水洗或文丘里除尘等，不同的方式，除尘效果和阻力消耗差别也较大。
- [9] 煤气除焦油的设备主要是电捕焦油器。
- [10] 不同的原料及气化工艺，合成气的特性不尽相同，要达到先进的净化指标和经济指标，应采用有针对性的工艺方法和系统配置。
- [11] 传统煤制气的净化方法，系统复杂、流程长、能耗高、效率低、稳定性、经济

性差，用于生物质合成气的处理时，须经优化和改进。

- [12] 本申请人的科研人员，结合生物质高温气化和合成气的理化特性，对其冷却、净化方法，做了大量的试验研究，形成了本发明的内容。

对发明的公开

技术问题

- [13] 本发明的目的在于，提供一套适用于制油的生物质合成气负压净化工艺方法和系统配置。通过采取优化的有针对性的工艺方案和流程设计，配置合理的工艺设备，控制适当的工艺参数，解决传统煤化工净化方法系统复杂、流程长、能耗高、效率低、稳定性和经济性差、针对性差的问题，实现技术与经济性的统一。

问题的解决方案

技术解决方案

- [14] 针对生物质固定床等离子高温气化工工艺及合成气的特点（气温度高达1000~1100°C、粉尘含量小于20g/Nm³、焦油含量小于3g/Nm³），在参考煤制气冷却、净化工艺的基础上，拟定了本方案：一种用于制油的生物质合成气负压净化方法，其特征在于，自气化炉引出的高温合成气，采用高温水冷烟道连接，水冷式激冷塔加喷水部分激冷凝渣，水管式余热炉+热管式余热炉两段、双压余热回收，副产中压、低压蒸汽对外供出，热管式余热炉凝结回收重质焦油后，进行无填料文丘里洗涤塔洗气降温除尘，湿式电除尘器深度除尘、除焦油雾，然后经煤气风机抽出，送入湿式气柜储存或供下游工段使用的负压流程，设定并控制适当的工艺参数，实现合成气的分段冷却，余热梯级回用，逐级除尘和除焦油的目标，达到出口成品气粉尘和焦油含量均<10mg/Nm³、温度<45°C、显热回收率大于80%的指标。

- [15] 本发明的方案中，自气化炉顶引出的温度1000~1100°C、粉尘含量小于20g/Nm³、焦油含量小于3g/Nm³的高温合成气，经高温水冷烟道，送入水冷式激冷塔喷水激冷至800±20°C，凝出熔渣后，进入水管式余热炉回收中温余热，水管式余热炉产生的中压蒸汽对外供出，出水管式余热炉的合成气450±20°C，送入热管式余热炉回收低温余热，产生的低压蒸汽对外供汽，合成气在热管式余热炉中降

温冷却的同时，析出的部分重质焦油，通过槽斗收集除去；出热管式余热炉时，合成气降温至 $200\pm 10^{\circ}\text{C}$ ，送入无填料文丘里洗涤塔，洗涤除尘并进一步降温，合成气中的绝大部分粉尘、焦油滴及水溶性气体进入洗涤液除去；洗涤后的合成气温 $45\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，再送入湿式电除尘器进行深度除尘、除焦油后，合成气达到粉尘和焦油含量均 $< 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、温度 $< 45^{\circ}\text{C}$ ，显热回收率大于80%，合格的合成气经煤气风机，抽送至湿式气柜储存或供下游工段使用，所述的湿式气柜并联燃放火炬，对废气进行燃烧处理。

[16] 本发明的方案中，高温水冷烟道、水冷式激冷塔均采用膜式水冷管结构，以减轻重量，消除耐火材料脱落的问题，提高运行的可靠性。它们与热管式余热炉串连成一个水循环系统，解决了循环水的冷却问题，实现热量的全量回收利用。

[17] 本发明的方案中，高温合成气在水冷式激冷塔喷水激冷，温度降至 $800\pm 20^{\circ}\text{C}$ ，凝出的熔渣，从塔底排出，避免余热锅炉受热面的结渣污染，保证余热炉的换热性能稳定。

[18] 本发明的方案中，余热锅炉分成高、低温两段设置，高温段用水管式余热炉，出口合成气温度 $450\pm 20^{\circ}\text{C}$ ，控制在重质焦油的凝点以上，避免焦油在此凝结。高温段余热炉采用水管结构，设计压力1.6MPa或以上，以提高蒸汽温度品质，满足相应化工用汽需求。低温段出口合成气温度控制在 200°C 以下，以使重焦油在此段凝结，通过槽斗收集处理。低温段余热炉采用热管式余热炉，提高换热功效。设计压力为0.5MPa，产生的低压蒸汽供湿式电除尘器等设备吹扫使用。

[19] 生物质合成气粉尘、焦油量较低，初除尘配置无填料文丘里除尘器，既达到除尘、降温的目的，又能洗去合成气中的 H_2S 、 NH_3 和HCN等有害气体。

[20] 末级配置湿式电除尘器，确保达到除尘、除焦油的控制指标。

发明的有益效果

有益效果

[21] 本发明与现有技术相比，突出解决了以下问题，优势十分明显。

[22] 适配于绝热型高温气化炉，解决了水冷或成品气冷方式时，气化炉结构复杂，炉体尺寸大，壁面易挂渣，水侧易结垢；耗气量大，电耗高的技术问题，在提

高气化稳定性的同时，还节省了气化主设备的造价。

- [23] 采用高温水冷连接烟道，解决了绝热烟道笨重、膨胀、支吊不好解决、烟道内衬易垮脱、使用寿命短的问题。
- [24] 采用炉外喷水激冷方式，对气化操作无干扰，控制部分激冷程度，能兼顾凝渣效果和系统的热利用效率。
- [25] 两级、双压余热锅炉的设置，实现了重质焦油的集中收集处理，余热梯级回用，提高了装置的热效率。
- [26] 配置文丘里洗涤塔(无填料)洗气除尘，湿式电除尘器除焦、除尘，实现了合成气的逐级除尘、除焦的净化目标。
- [27] 采用风机后置负压系统，能防止合成气外漏，方便检测、报警、联锁仪器仪表的设置，提高了操作控制的安全性。
- [28] 本发明系统简捷、工艺流畅、能耗低、效率高、安全稳定、经济效益好，应用前景较好。

对附图的简要说明

附图说明

- [29] 图1是本发明的用于制油的生物质合成气负压净化工艺流程图。

实施该发明的最佳实施例

本发明的最佳实施方式

- [30] 以下结合附图对本发明的用于制油的生物质合成气负压净化工艺流程图进一步的描述：
- [31] 如图1所示，本方案的主工艺系统设备包括：高温水冷烟道1，水冷式激冷塔2，水管式余热炉3，热管式余热炉4，文丘里洗涤塔(无填料)5，湿式电除尘器6，煤气风机7，湿式气柜8，燃放火炬9等设备。
- [32] 其参数和工艺流程为：1000~1100℃的高温合成气，自气化炉顶引出，经高温水冷烟道1，送入水冷式激冷塔2，喷水激冷至 $800\pm 20^{\circ}\text{C}$ ，凝出熔渣后，进入水管式余热炉3，回收中温余热，水管式余热炉产生中压蒸汽对外供出，出水管式余热炉的合成气温度 $450\pm 20^{\circ}\text{C}$ ，送入热管式余热炉4，回收低温余热，产生低压蒸汽对外供汽。合成气在热管式余热炉中降温冷却的同时，会有部分重质焦油

析出，通过槽斗收集除去。出热管式余热炉时，合成气降温至200℃以下，送入文丘里洗涤塔(无填料)5，洗涤除尘并进一步降温，合成气中的绝大部分粉尘、焦油滴及水溶性气体进入洗涤液除去。洗涤后的合成气温约45℃，再送入湿式电除尘器6，进行深度除尘、除焦油。通过上述冷却、净化过程，合成气达到粉尘和焦油含量均 $<10\text{mg/Nm}^3$ 、温度 $<45^\circ\text{C}$ ，显热回收率大于80%，完全满足后续工段的用气要求，合格的合成气经煤气风机7，抽送至湿式气柜8储存或供下游工段使用。与气柜并联的是燃放火炬9，它是在系统启动、合成气成份超标时，对废气进行燃烧处理的重要设备。

- [33] 以上是合成气冷却、洗涤的主工艺流程及相关设备，在激冷塔喷水、两级余热炉给水、冷却洗涤塔循环水、湿式电除尘器冲洗水、湿式气柜的水封等辅助系统上，还有一些标准和非标设备，它们通过管道、阀门组成各自的子系统，为相关设备服务，进而完成本生物质合成气冷却、洗涤的总流程。

权利要求书

- [权利要求 1] 1、一种用于制油的生物质合成气负压净化方法，其特征在于，自气化炉引出的高温合成气，采用高温水冷烟道连接，水冷式激冷塔加喷水部分激冷凝渣，水管式余热炉+热管式余热炉两段、双压余热回收，副产中压、低压蒸汽对外供出，热管式余热炉凝结回收重质焦油后，进行无填料文丘里洗涤塔洗气除尘，湿式电除尘器深度除尘、除焦油雾，然后经煤气风机抽出，送入湿式气柜储存或供下游工段使用。
- [权利要求 2] 2、如权利要求1所述的用于制油的生物质合成气负压净化方法，其特征在于，温度 $1000\sim 1100^{\circ}\text{C}$ 、粉尘含量小于 $20\text{g}/\text{Nm}^3$ 、焦油含量小于 $3\text{g}/\text{Nm}^3$ 的高温合成气，自气化炉顶引出，经高温水冷烟道（1），送入水冷式激冷塔（2）喷水激冷至 $800\pm 20^{\circ}\text{C}$ ，凝出熔渣后，进入水管式余热炉（3）回收中温余热，水管式余热炉产生的中压蒸汽对外供出，出水管式余热炉的合成气 $450\pm 20^{\circ}\text{C}$ ，送入热管式余热炉（4）回收低温余热，产生的低压蒸汽对外供汽，合成气在热管式余热炉中降温冷却的同时，析出的部分重质焦油，通过槽斗收集除去；出热管式余热炉时，合成气降温至 $200\pm 10^{\circ}\text{C}$ ，送入无填料文丘里洗涤塔（5），洗涤除尘并进一步降温，合成气中的绝大部分粉尘、焦油滴及水溶性气体进入洗涤液除去；洗涤后的合成气温 $45\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，再送入湿式电除尘器（6），进行深度除尘、除焦油后，合成气达到粉尘和焦油含量均 $< 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、温度 $< 45^{\circ}\text{C}$ ，显热回收率大于80%，合格的合成气经煤气风机（7），抽送至湿式气柜（8）储存或供下游工段使用，湿式气柜（8）并联燃放火炬（9），对废气进行燃烧处理。
- [权利要求 3] 3、如权利要求2所述的用于制油的生物质合成气负压净化方法，其特征在于，所述的高温水冷烟道（1）和水冷式激冷塔（2）均采用膜式水冷管结构。
- [权利要求 4] 4、如权利要求2所述的用于制油的生物质合成气负压净化方法，

其特征在于，所述的水管式余热炉（3）设计压力1.6MPa或以上，出口合成气温度 $450\pm 20^{\circ}\text{C}$ 。

[权利要求 5]

5、如权利要求2所述的用于制油的生物质合成气负压净化方法，其特征在于，所述的热管式余热炉(4)出口合成气温度控制在 200°C 以下，以使重焦油在此段凝结，通过槽斗收集处理。

[权利要求 6]

6、如权利要求 2 所述的用于制油的生物质合成气负压净化的方法，其特征在于，所述的热管式余热炉 (4) 设计压力为 0.5MPa，产生的低压蒸汽供湿式电除尘器（6）吹扫使用。