(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104087329 A
(43)申请公布日 2014.10.08

(21)申请号 201410357909.2

(22)申请日 2014.07.25

(71)申请人 樊金鑫
地址 114001 辽宁省鞍山市铁东区槐林路7号楼二单元13号

(72)发明人 樊金鑫 吴小平 陈洪霞 孙文龙

(74)专利代理机构 鞍山贝尔专利代理有限公司 21223
代理人 乔丽艳

(51)Int.Cl.
C10B 53/06(2006.01)
C10B 49/02(2006.01)
C10B 57/02(2006.01)
C10B 57/00(2006.01)

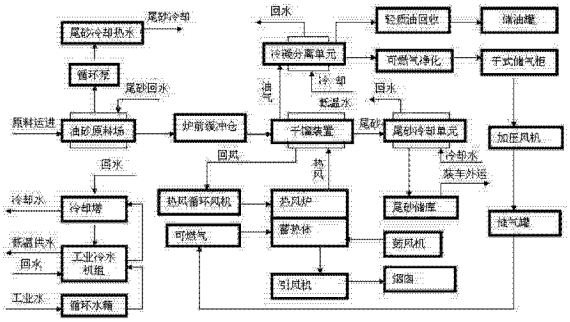
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统

(57)摘要

本发明涉及一种联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，包括原料干燥单元、热解干馏单元、蓄热旋流热风单元、冷凝分离单元以及尾砂冷却单元，其特征在于：热解干馏单元采用联动螺旋三回程干馏装置，联动螺旋三回程干馏装置由加热箱和设于加热箱中的多组三回程螺旋机组成，三回程螺旋机由首尾相连通且由上至下垂直布置的预热螺旋机、热解螺旋机和干馏螺旋机组成，预热螺旋机和热解螺旋机之间、热解螺旋机和干馏螺旋机之间分别设有热风导流隔板，在加热箱内形成三条首尾相通的上、中、下热风换热通道，加热箱壳体下表面和上表面分别设有进风口和出风口，加热介子高温热风由蓄热旋流热风单元提供。其运行可靠、气、固、液三种产品分离稳定、彻底。



CN 104087329 A

1. 一种联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，包括原料干燥单元、热解干馏单元、蓄热旋流热风单元、冷凝分离单元以及尾砂冷却单元，其特征在于：所述热解干馏单元采用联动螺旋三回程干馏装置，所述联动螺旋三回程干馏装置由加热箱和设于加热箱中的多组相互平行的三回程螺旋机组成，每组三回程螺旋机由首尾相连通且由上至下垂直布置的预热螺旋机、热解螺旋机和干馏螺旋机组成，所述预热螺旋机管体一端设有伸出加热箱壳体上表面的进料口，所述干馏螺旋机管体远离进料口的一端设有伸出加热箱壳体下表面的出料口，所述预热螺旋机和热解螺旋机之间设有热风导流隔板Ⅰ，所述热解螺旋机和干馏螺旋机之间设有热风导流隔板Ⅱ，所述热风导流隔板Ⅰ、Ⅱ在加热箱内形成三条首尾相通的上、中、下热风换热通道，所述加热箱壳体下表面和上表面分别设有与热风导流通道相通的进风口和出风口，相邻的两组三回程螺旋机之间沿其轴向设有多根集气竖管，所述集气竖管与其对应的预热螺旋机、热解螺旋机和干馏螺旋机管壳之间分别利用支管连通，各集气竖管顶部伸出加热箱壳体后连接有通向蓄热旋流热风单元或冷凝分离单元的集气横管。

2. 根据权利要求 1 所述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，其特征在于：所述蓄热旋流热风单元包括热风炉、热风循环风机、燃烧系统鼓、引风机和四通换向阀，所述燃烧室内设有旋流管式换热装置，所述旋流管式换热装置由平行、错列布置的换热管束、设于换热管束两端的连管端板组成，所述换热管束通过两端的连管端板分别与热风炉低温热风入口管路、高温热风出口管路封闭连接并连通，所述高温热风出口管路与联动螺旋三回程干馏装置的进风口相连接，所述低温热风入口管路与热风循环风机出风口相连接，所述热风循环风机的吸风口与联动螺旋三回程干馏装置的出风口相连接形成闭式热风系统，所述热风炉炉体两侧均布置有两组燃烧系统用新风 / 烟气联箱，同一侧的上、下部两组新风 / 烟气联箱分别对应换热管束的两端，且新风 / 烟气联箱与所述燃烧室之间分别设置蜂窝式高铝蓄热体作为隔断墙体，每组所述新风 / 烟气联箱上部分别设有引出箱外的法兰短管，所述四通换向阀的数量为两个且分别布置于热风炉炉体两侧，所述四通换向阀的两个纵向管口分别与同侧的两组新风 / 烟气联箱的法兰短管相连，四通换向阀的两个横向管口分别与燃烧系统鼓风机的出风口和引风机的吸风口相连，所述燃烧室两侧分别设有燃气喷嘴，所述燃气喷嘴的燃气接口端穿过蜂窝式高铝蓄热体和新风 / 烟气联箱与外部储气罐相连接。

3. 根据权利要求 1 所述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，其特征在于：所述三回程螺旋机的传动机构由分别安装于所述预热螺旋机首部和干馏螺旋机尾部的主动链轮、分别安装于所述预热螺旋机尾部和干馏螺旋机首部的中间链轮、安装于所述热解螺旋机首、尾部的从动链轮、连接于所述预热螺旋机尾部中间链轮与所述热解螺旋机尾部从动链轮间的传动链条、连接于所述干馏螺旋机首部中间链轮与所述热解螺旋机首部从动链轮间的传动链条组成。

4. 根据权利要求 1 所述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，其特征在于：所述预热螺旋机、热解螺旋机和干馏螺旋机的管壳外侧沿其长度方向均匀布置有多组换热筋片，每组换热筋片沿管壳周向均匀分布。

5. 根据权利要求 1 所述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，其特征在于：所述加热箱壳体由内到外依次由耐热不锈钢板、耐热隔热层和 Q235 钢板组成。

6. 根据权利要求 1 所述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，其特征在于：所述联动螺旋三回程干馏设备螺旋总承均匀设有四道滑环。

7. 根据权利要求 1 所述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，其特征在于：所述进风口与热风导流通道之间设有进风布风箱，所述出风口与热风导流通道之间设有回风布风管。

8. 根据权利要求 2 所述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，其特征在于：所述燃烧室上部两侧分别设有脱硝剂喷嘴。

9. 根据权利要求 2 所述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，其特征在于：所述换热管束采用不锈钢管，且其内设有长螺距螺旋片，所述螺旋片的螺距为 100mm-200mm。

10. 根据权利要求 2 所述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，其特征在于：所述热风炉外壳采用钢板，壳体内壁设有三层耐火材料构筑的隔热层。

联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统

技术领域

[0001] 本发明涉及物料干馏综合利用技术，特别是一种联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统。

背景技术

[0002] 随着全球能源市场不断增长，特别是石油产品的市场需求巨增，开发石油替代品新型能源技术产品已成为世界各国开发研究的主要课题。目前国内、外油砂抽提技术主要有热碱水法、溶剂萃取法、热解干馏法。前两种工艺法因受技术本身使用局限性而少用于工业化生产。世界发达国家均对油砂干馏技术有不同程度的开发研究，美国、加拿大、巴西、德国、日本等国家均有各自代表性的工艺技术，多数处在工业试验初期，工业规模化应用还不成熟。

[0003] 国内现有油砂抽提工艺技术有以下几种形式：抚顺式干馏炉技术工艺、气燃式干馏炉技术工艺、大工新法干馏技术工艺、上海博生干馏技术工艺、吉林全循环干馏技术工艺和回转外热干馏技术工艺。上述干馏技术工艺在油页岩干馏行业应用较成熟的为抚顺式干馏炉技术工艺。其它工艺方法在油页岩干馏分离行业应用较少，在油砂干馏分离行业应用均处在工业性试验阶段。而现行的油砂干馏分离技术工艺应用存在的问题如下：1、采用直燃换热干馏工艺存在炉内氧化燃烧过程难以控制、原料油气分离回收率较低、工艺过程复杂、能耗高、污染重且设备单台产能低的缺陷；2、采用外热回转窑干馏技术工艺，物料在窑内滚动前行、热烟气在窑外筒环绕前行，热介子烟气与被加热物料为非接触式换热，受换热筒壁面积限制，使筒内物料换热效率较低，受热不均，常出现物料粘壁现象；物料热分解速度较慢，单台设备产能较低；加热介子为热烟气，在窑筒外壁运行时，会对外壁污染结垢，增加热阻，降低传热效率；同时烟气在物料入口侧外壁会因冷物料而结露形成酸化腐蚀。综上，现行油砂干馏分离技术工艺尚处于工业化试验成长阶段，不能满足现代工业化生产要求。

发明内容

[0004] 本发明的目的是为油砂干馏分离综合利用提供一种联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，其运行可靠、气、固、液三种产品分离稳定、彻底。

[0005] 本发明的技术方案是：

一种联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，包括原料干燥单元、热解干馏单元、蓄热旋流热风单元、冷凝分离单元以及尾砂冷却单元，其特征在于：所述热解干馏单元采用联动螺旋三回程干馏装置，所述联动螺旋三回程干馏装置由加热箱和设于加热箱中的多组相互平行的三回程螺旋机组成，每组三回程螺旋机由首尾相连通且由上至下垂直布置的预热螺旋机、热解螺旋机和干馏螺旋机组成，所述预热螺旋机管体一端设有伸出加热箱壳体上表面的进料口，所述干馏螺旋机管体远离进料口的一端设有伸出加热箱壳体下表面的出料口，所述预热螺旋机和热解螺旋机之间设有热风导流隔板Ⅰ，所述热解螺旋机和干馏螺旋机之

间设有热风导流隔板Ⅱ，所述热风导流隔板Ⅰ、Ⅱ在加热箱内形成三条首尾相通的上、中、下热风换热通道，所述加热箱壳体下表面和上表面分别设有与热风导流通道相通的进风口和出风口，相邻的两组三回程螺旋机之间沿其轴向设有多根集气竖管，所述集气竖管与其对应的预热螺旋机、热解螺旋机和干馏螺旋机管壳之间分别利用支管连通，各集气竖管顶部伸出加热箱壳体后连接有通向蓄热旋流热风单元或冷凝分离单元的集气横管。

[0006] 上述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，所述蓄热旋流热风单元包括热风炉、热风循环风机、燃烧系统鼓、引风机和四通换向阀，所述燃烧室内设有旋流管式换热装置，所述旋流管式换热装置由平行、错列布置的换热管束、设于换热管束两端的连管端板组成，所述换热管束通过两端的连管端板分别与热风炉低温热风入口管路、高温热风出口管路封闭连接并连通，所述高温热风出口管路与联动螺旋三回程干馏装置的进风口相连接，所述低温热风入口管路与热风循环风机出风口相连接，所述热风循环风机的吸风口与联动螺旋三回程干馏装置的出风口相连接形成闭式热风系统，所述热风炉炉体两侧均布置有两组燃烧系统用新风／烟气联箱，同一侧的上、下部两组新风／烟气联箱分别对应换热管束的两端，且新风／烟气联箱与所述燃烧室之间分别设置蜂窝式高铝蓄热体作为隔断墙体，每组所述新风／烟气联箱上部分别设有引出箱外的法兰短管，所述四通换向阀的数量为两个且分别布置于热风炉炉体两侧，所述四通换向阀的两个纵向管口分别与同侧的两组新风／烟气联箱的法兰短管相连，四通换向阀的两个横向管口分别与燃烧系统鼓风机的出风口和引风机的吸风口相连，所述燃烧室两侧分别设有燃气喷嘴，所述燃气喷嘴的燃气接口端穿过蜂窝式高铝蓄热体和新风／烟气联箱与外部储气罐相连接。

[0007] 上述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，所述三回程螺旋机的传动机构由分别安装于所述预热螺旋机首部和干馏螺旋机尾部的主动链轮、分别安装于所述预热螺旋机尾部和干馏螺旋机首部的中间链轮、安装于所述热解螺旋机首、尾部的从动链轮、连接于所述预热螺旋机尾部中间链轮与所述热解螺旋机尾部从动链轮间的传动链条、连接于所述干馏螺旋机首部中间链轮与所述热解螺旋机首部从动链轮间的传动链条组成。以采用链条联结传动方式，在实现传动比的同时，利于动力机与工作机之间隔热，保证了动力机的工作温度环境；另外，采用双主动链轮驱动的方式避免了单台驱动装置因螺旋总承过长使螺旋总承扭拒过大而增大螺旋轴几何尺寸，减少螺旋管内有效流通面积，降低输料能力。

[0008] 上述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，所述预热螺旋机、热解螺旋机和干馏螺旋机的管壳外侧沿其长度方向均匀布置有多组换热筋片，每组换热筋片沿管壳周向均匀分布。以强化螺旋机管壳热风侧的换热面积和换热效率，保证热风中的热能通过换热筋片有效、稳定、可靠的传递到螺旋机内的物料。

[0009] 上述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，所述加热箱壳体由内到外依次由耐热不锈钢板、耐热隔热层和 Q235 钢板组成。

[0010] 上述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，所述联动螺旋三回程干馏设备螺旋总承均匀设有四道滑环，以避免螺旋轴过长产生下弯变形现象，确保螺旋总承在管内正常运转。

[0011] 上述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，所述进风口与热风导流通道之间设有进风布风箱，所述出风口与热风导流通道之间设有回风布风管。

[0012] 上述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，所述燃烧室上部两侧分别设有脱硝剂

喷嘴，以采用 SMCR 脱硝工艺进行炉内脱硝，确保烟气达标排放，减污环保。

[0013] 上述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，所述换热管束采用不锈钢管，且其内设有长螺距螺旋片，螺距为 100mm-200mm，以保证热风在管束内呈螺旋贴壁流型进、出管束，增大传热系数。

[0014] 上述的联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统，所述热风炉外壳采用钢板，壳体内壁设有三层耐火材料构筑的隔热层，以达到隔热、保温的目的。

[0015] 本发明的有益效果是：

1、该系统工艺流程简单，油砂原料在联动螺旋三回程干馏装置内经过预热螺旋机（第一行程）被加热，经过热解螺旋机（第二回程）被热解，经过干馏螺旋机（第三回程）被干馏。油砂原料经过联动螺旋三回程干馏装置干馏分离出气液两相组份以气相形态析出，经管道进入横管冷凝分离单元，在冷却介子冷却水作用下，油气中的液相组份被冷凝还原为液相轻质油，除去液相组份的气体成为单纯的可燃气体；被干馏后的尾砂经尾砂冷却单元冷却后可用于改性沥青基料和建材配料；干馏加热的介子为由蓄热旋流热风装置提供的高温热风，循环加热使用，在蓄热旋流热风装置中燃烧加热热风的燃料为油砂原料干馏分离出来经过冷却净化处理后的可燃气体。油砂原料通过本工艺系统干馏后生产出油砂轻质油、可燃气、尾矿三种产品，具有运行可靠、气、固、液三种产品分离稳定、彻底的优点。

[0016] 2、由于采用联动螺旋三回程干馏装置，其整合性能优良，物料在其中完成加热、热解、干馏三个工况过程，完成气、固、液三种产品的生产过程。物料在干馏装置中依次经过预热螺旋机、热解螺旋机和干馏螺旋机推动运行，既保证物料前行的可靠性，又保证了物料与螺旋机管壁充分接触达到换热目的，同时三回程螺旋机并联极大的增加了换热面积和物料接触面积，显著增强了换热效果。

[0017] 3、由于联动螺旋三回程干馏装置中布置有集气竖管和集气横管，及时将物料在加热、热解、干馏工艺过程中分离出的气相组份全部及时排出三回程螺旋机外，减少了螺旋机内气相组份的分压力，利于物料中气相组份的析出分离。

[0018] 4、由于联动螺旋三回程干馏装置中布置了两层热风导流隔板，则自下而上形成三条首尾相通的下、中、上热风导流通道，从而形成自下而上三个不同温度场，即预热螺旋机、热解螺旋机和干馏螺旋机分别处于不同的温度场，使物料在三个回程的螺旋机中具有不同的物质形态，利于传质换热，实现物料气、固、液三态转化分离。

[0019] 5、由于联动螺旋三回程干馏装置采用三回程螺旋机，使物料从进料口到出料口经过长距离换热过程（长度约 60m），延长了物料加热分解的时间，同时物料因采用螺旋机强制推进，从而避免了物料粘壁、滞料现象，保证了物料在螺旋机内稳定、均匀前行换热，实现加热、热解、干馏工艺过程。

[0020] 6、由于联动螺旋三回程干馏装置采用三回程螺旋机，三回程干馏设备加热物料长度大于 60m，但设备整体长度小于 24m，设备长宽比合理，利于设备总图平面布置，节约占地面积和厂房空间。

[0021] 7、采用联动螺旋三回程干馏装置在转速 60 转 / 分，物料水平速度 2.5m/min 条件下，加热处理油砂物料达 50t/h·台以上，年处理油砂物料达 36 万吨 / 年（工作 300 天）比国内回转窑干馏设备（Φ3000）生产能力 20 万吨 / 年增加 16 万吨 / 年，生产能力提高 80%。同时设备外型几何尺寸小于回转窑干馏设备，生产能力最大。

[0022] 8、联动螺旋三回程干馏装置加热干馏油砂物料适应性强，特别是物料粒度适应性更强，不会因物料粒度偏大不均，在窑内受热时间不够长，温度场不均匀而使部分物料热解分离不彻底，半原料出窑，影响生产作业率和物料加热分离率。

[0023] 9、蓄热旋流热风炉采用了燃烧效率最优的蓄热式燃烧工艺和气一气换热效率最优的旋流管式烟气一空气换热技术。使本生产工艺加热热源热风的供应得到保证，确保联动螺旋三回程干馏装置稳定安全可靠运行。

[0024] 10、蓄热旋流热风炉生产热风为洁净热空气，传热系数大，热阻小，在进入干馏装置的热风换热通道时利于换热，流通阻力小，不会因尘垢粘壁增加热阻影响传热进行，使螺旋机管壳内物料稳定均匀受热，达到加热、热解、干馏工艺目的。

[0025] 11、蓄热旋流热风炉采用蓄热燃烧工艺和旋流管换热技术，使炉内温度场均匀可靠，利于烟气和空气换热，不需过氧燃烧而产生氮氧化物，排放污染环境，不需过氧减少鼓、引风机轴功率，节省电能；采用高铝耐热蓄热体装置，使燃烧用新风和排烟显热在经过蓄热体装置时被加热和吸热，得到有效回收利用，利于炉内燃烧、降低排烟温度、减少排烟热损失、节能减排。

附图说明

[0026] 图 1 是本发明的工艺流程图；

图 2 是本发明的联动螺旋三回程干馏装置的结构示意图；

图 3 是图 2 中 A-A 向剖面图；

图 4 是本发明的蓄热旋流热风炉的结构示意图；

图 5 是图 4 的左视图。

[0027] 图中序号说明：1 加热箱、2 预热螺旋机、3 热解螺旋机、4 干馏螺旋机、5 进料口、6 主动链轮、7 热风导流隔板Ⅰ、8 从动链轮、9 料通管、10 中间链轮、11 进风布风箱、12 进风口、13 出料口、14 主动链轮、15 热风导流隔板Ⅱ、16 从动链轮、17 料通管、18 中间链轮、19 出风口、20 回风布风管、21 散热筋片、22 集气竖管、23 支管、24 集气横管、25 热风炉外壳、26 低温热风入口管路、27 旋流管式换热装置、2701 换热管束、2702 连管端板、28 新风／烟气联箱、29 蓄热体、30 燃气喷嘴、3001 燃气接口端、31 高温热风出口管路、32 热风炉炉体、33 法兰短管、34 燃烧室、35 四通换向阀、3501 纵向管口、3502 横向管口。

具体实施方式

[0028] 如图所示，该联动螺旋回程式油砂干馏工艺系统由原料干燥单元、热解干馏单元、蓄热旋流热风单元、冷凝分离单元、尾砂冷却单元及相应公辅配套单元组成。热解干馏单元和蓄热旋流热风单元为本系统的关键设备。

[0029] 其中，所述热解干馏单元采用联动螺旋三回程干馏装置，所述联动螺旋三回程干馏装置由加热箱 1 和设于所述加热箱 1 中的多组相互平行的三回程螺旋机组成，所述三回程螺旋机由首尾相连通且由上至下垂直布置的预热螺旋机 2、热解螺旋机 3 和干馏螺旋机 4 组成，所述预热螺旋机 2 和热解螺旋机 3 的管壳之间、热解螺旋机 3 和干馏螺旋机 4 的管壳之间分别利用料通管 17、9 连接并连通。所述预热螺旋机 2 管体一端设有伸出所述加热箱 1 壳体上表面的进料口 5，所述干馏螺旋机 4 管体远离所述进料口 5 的一端设有伸出所述

加热箱 1 壳体下表面的出料口 13。所述三回程螺旋机的传动机构由分别安装于所述预热螺旋机 2 首部和干馏螺旋机 4 尾部的主动链轮 6、14、分别安装于所述预热螺旋机 2 尾部和干馏螺旋机 4 首部的中间链轮 18、10、安装于所述热解螺旋机 3 首、尾部的从动链轮 8、16、连接于所述预热螺旋机 2 尾部中间链轮 18 与所述热解螺旋机 3 尾部从动链轮 16 间的传动链条、连接于所述干馏螺旋机 4 首部中间链轮 10 与所述热解螺旋机 3 首部从动链轮 8 间的传动链条组成。所述预热螺旋机 2 和热解螺旋机 3 之间设有热风导流隔板Ⅰ 7，所述热解螺旋机 3 和干馏螺旋机 4 之间设有热风导流隔板Ⅱ 15，所述热风导流隔板Ⅰ、Ⅱ 7、15 在加热箱 1 内形成三条首尾相通的上、中、下热风导流通道，所述加热箱 1 壳体下表面和上表面分别设有与热风导流通道相通的进风口 12 和出风口 19，所述进风口 12 与热风导流通道之间设有进风布风箱 11，所述出风口 19 与热风导流通道之间设有回风布风管 20。为加强换热效果，所述预热螺旋机 2、热解螺旋机 3 和干馏螺旋机 4 的管壳外侧沿其长度方向均匀布置有多组散热筋片 21，每组所述散热筋片 21 沿管壳周向均匀分布。所述加热箱 1 壳体由内到外依次由耐热不锈钢板、耐热隔热层和 Q235 钢板组成。相邻的两组所述三回程螺旋机之间沿其轴向设有多根集气竖管 22，所述集气竖管 22 与其对应的预热螺旋机 2、热解螺旋机 3 和干馏螺旋机 4 管壳之间分别利用支管 23 连通，各所述集气竖管 22 顶部伸出加热箱 1 壳体后连接有通向蓄热旋流热风单元或冷凝分离单元的集气横管 24。其中，部分集气竖管 22 仅与预热螺旋机 2 连接用于将预热螺旋机 2 中干燥物料产生的水蒸汽输送给蓄热旋流热风单元的热风系统加湿热风，部分集气竖管 22 与预热螺旋机 2 后程、热解螺旋机 3 和干馏螺旋机 4 同时连通(参见图 3)，部分集气竖管 22 与热解螺旋机 3 和干馏螺旋机 4 同时连通，用于将高温混合气体送入冷凝分离单元实现液相轻质油和可燃气体的分离。

[0030] 本实施例中，采用三组三回程螺旋机，三组三回程式螺旋机中心距为 700mm，每组三回程螺旋机的管壳内径为 Φ500 mm，进、出料口中心线距离 20m，上、中、下三台螺旋机的轴距分别为 700mm。在预热螺旋机 2、热解螺旋机 3 和干馏螺旋机 4 的管壳外侧分别沿长度方向布置有 24 组换热筋片 21，换热筋片 21 绕圆周均布，换热筋片 21 高度为 80 mm、厚度为 12 mm。集气竖管 22 的管径为 Φ100mm，两侧分别用 Φ50mm 的支管 23 与各螺旋机外壳连通，集气竖管 22 沿螺旋机长度方向每间隔 2m 布置一个，集气横管 24 的管径为 Φ200mm，每个集气竖管 22 与集气横管 24 相连通。

[0031] 所述蓄热旋流热风单元包括热风炉、热风循环风机、燃烧系统鼓、引风机和四通换向阀 35，所述燃烧室 34 内设有旋流管式换热装置 27，所述旋流管式换热装置 27 由平行、错列布置的换热管束 2701、设于换热管束 2701 两端的连管端板 2702 组成，所述换热管束 2701 通过两端的连管端板 2702 分别与热风炉低温热风入口管路 26、高温热风出口管路 31 封闭连接并连通，所述高温热风出口管路 31 与联动螺旋三回程干馏装置的进风口 12 相连接，所述低温热风入口管路 26 与热风循环风机出风口相连接，所述热风循环风机的吸风口与联动螺旋三回程干馏装置的出风口 19 相连接形成闭式热风系统。所述热风炉炉体 32 两侧均布置有两组燃烧系统用新风 / 烟气联箱 28，同一侧的上、下部两组新风 / 烟气联箱 28 分别对应换热管束 2701 的两端，且新风 / 烟气联箱 28 与所述燃烧室 34 之间分别设置蜂窝式高铝蓄热体 29 作为隔断墙体，每组所述新风 / 烟气联箱 28 上部分别设有引出箱外的法兰短管 33，所述四通换向阀 35 的数量为两个且分别布置于热风炉炉体 32 两侧，所述四通换向阀 35 的两个纵向管口 3501 分别与同侧的两组新风 / 烟气联箱 28 的法兰短管 33 相连，

四通换向阀 35 的两个横向管口 3502 分别与燃烧系统鼓风机的出风口和引风机的吸风口相连，所述燃烧室 34 两侧分别设有燃气喷嘴 30，所述燃气喷嘴 30 的燃气接口端 3001 穿过蜂窝式高铝蓄热体 29 和新风 / 烟气联箱 28 与外部储气罐相连接，所述燃烧室 34 上部两侧分别设有脱硝剂喷嘴。所述热风炉外壳 25 采用钢板，壳体内壁设有三层耐火材料构筑的隔热层。

[0032] 本实施例中，所述热风炉炉体 32 有效容积尺寸长、宽、高为 3000×2400×2400，旋流管式换热装置 27 结构尺寸为 3000×1400×2000。所述换热管束 2701 采用不锈钢管，且其内设有长螺距螺旋片，本实施例中不锈钢管直径为 76mm，壁厚为 3 mm，螺旋片的螺距为 100mm-200mm。

[0033] 所述原料干燥单元为在原料储库底层设置的换热排管系统，接受来自尾砂冷却单元的被加热的热水将换热排管加热，油砂物料堆放后，接受热水热量而将油砂进行生产前干燥处理，析出水份。换热排管内的热水在加热物料冷却后经水泵、管道再送至尾砂冷却单元冷却尾砂，吸热升温后再返回原料干燥单元如此循环工作。

[0034] 所述冷凝分离单元主要由横管间接冷却器及相应配套水泵、阀门和管道组成，全部采用现有技术标准配置。其中，横管间接冷却器为直立长方体外壳，冷却水管与水平面呈 3° 角横向布置，管板外侧管箱与冷却水管连通，构成冷却水通道，分为上、下两段供水。上段为循环冷却水，下段为低温冷却水。冷凝气体从冷却器上部进入、经过两段降温换热后，气体中的液相组份被冷凝分离出来，冷凝液集中沉入冷却器底部集液池，经泵抽出送入相应储油罐。分离后的气相组份经管道进入气体净化系统处理后送入干式储气柜，经加压风机装入储气罐。冷凝分离单元的冷却水和低温水分别由公辅部分工业冷水机组和冷却塔提供循环使用，工业冷水机组采用双效溴化锂制冷机组，热源采用本工艺油砂分离出的洁净可燃气体。

[0035] 所述尾砂冷却单元主要由双螺旋冷砂装置及相应的水泵、阀门、管道等组成，全部采用现有技术标准系统配置。其冷却水管道与原料干燥单元的换热排管系统形成一个闭式系统，冷砂换热升温后的热水经管道送入原料干燥单元的换热排管系统用于干燥油砂原料，放热降温后再返回尾砂冷却单元，循环使用。

[0036] 工艺流程：

油砂原料由运输车运至工厂油砂原料场地下储库，原料在储库底层的换热排管系统作用下被预热干燥除去部分水份。干燥后的油砂原料由斗提机提升至地面设备层上的皮带输送机将原料输送到干馏设备前储料仓。储料仓内原料经仓出口电动给料阀将原料送至计量皮带输送机上，经计量后通过炉前缓冲仓落入炉前螺旋给料机，由此送入联动螺旋三回程干馏装置。

[0037] 油砂原料经三回程螺旋机的进料口 5 进入预热螺旋机 2 内，在螺旋片推动下贴壁缓慢前行，吸收管壁导热和管内对流热而逐渐加热升温，原料中自由水分陆续析出蒸发，水蒸气经过仅与预热螺旋机 2 连通的集气竖管、集气横管排出机外经管道送入热风系统加湿热风，当物料温度达到 100℃ -150℃时，原料中自由水分全部析出蒸发，完成物料干燥过程。

[0038] 干燥后的物料在预热螺旋机 2 尾部通过料通管进入热解螺旋机 3 内，在螺旋片推动下贴壁缓慢前行，吸收管壁导热和管内对流热而加热升温，当物料温度达到 200℃以上

时，原料中相关混合物组份相连的化学结合水受热发生脱水反应，物料分子结构发生变化，由化学结合水相连接的混合物转化成游离无定形的相关氧化物（胶质组份、沥青组份、烃类组份、钙质组份等），并以相关氧化物理化特性形成游离软化物料，随着加热温度升高，软化物料中的挥发组分全部挥发析出，陆续由集气竖管 22 导入集气横管 24 送入冷凝分离单元，烃类组份完全液化形成固液混合物，完成物料热解过程。

[0039] 固液混合物料在热解螺旋机 3 尾部通过料通管 9 进入干馏螺旋机 4 内，在螺旋片推动下贴壁缓慢前行，吸收管壁导热和管内对流热而继续加热升温，当物料温度达到 500℃以上时，固液混合物料中的液相组份全部挥发转化为气相组份，通过集气竖管 22 和集气横管 24 排出机外送入冷凝分离单元，完成物料干馏过程，固液分离后的固态组份（尾砂）经出料口排出机外送入尾砂冷却单元。

[0040] 从热解干馏单元分离出的高温混合气体经管道进入冷凝分离单元的横管间接冷却器上部，在冷却水作用下，混合气体降温，部分气体达到冷凝温度被冷凝为液相组份，余下混合气体继续下行，在低温水进一步冷却作用下，混合气体中液相组份全部被冷凝成为液体组份，上、下冷凝液在冷凝器底部集液槽中集中由输油泵送入储油罐储存待外运；经过冷凝分离单元冷凝分离后的余下气体组份经管道送入可燃气体净化脱水处理后送入干式储气柜储存待用。

[0041] 从热解干馏单元分离出来的高温尾砂经管道送入尾砂冷却单元中的双螺旋冷砂装置中，在冷却水作用下降温冷却排出机外，由皮带输送机送至尾砂场待运综合利用；冷却水吸收尾砂显热升温后通过管道送到原料干燥库换热排管系统，加热干燥油砂原料，放出热能降温后由循环水泵经管道送入双螺旋冷砂装置冷却尾砂，如此循环工作。

[0042] 热解干馏单元的加热介子高温热风由蓄热旋流热风单元提供，从热解干馏单元加热物料降温后的低温热风经热风循环风机加压后由风管送入热风炉内旋流管式换热装置 27，在换热管内螺旋片导流下呈旋流流型穿过换热管束 2701 吸收炉膛热能，升温后经管道送入热解干馏单元加热物料，降温后返回热风炉循环工作。其中，热风炉燃烧系统采用蓄热式燃烧工艺。当炉内烟气在引风机引力作用下排出炉膛时流经蓄热体 29，烟气中显热被蓄热体 29 充分吸收降温，经管道送入烟囱高空排放。燃烧用新风由鼓风机经管道送入燃烧室 34 流经蓄热体 29 时被高温蓄热体 29 迅速加热膨胀快速进入燃烧室 34，与从燃气喷口 30 喷入炉内的可燃气体充分混合氧化燃烧、放出热能、加热换热管束 2701 内的循环热风。新风、烟气通过四通换向阀 35 周期循环，经过蓄热体 29 进、出燃烧室 34，保证燃烧室 34 可燃气充分氧化燃烧，形成稳定均匀的温度场，保证热风温度。热风炉加热燃料洁净可燃气由本工艺油砂热解干馏分离出来的净化可燃气体供应。

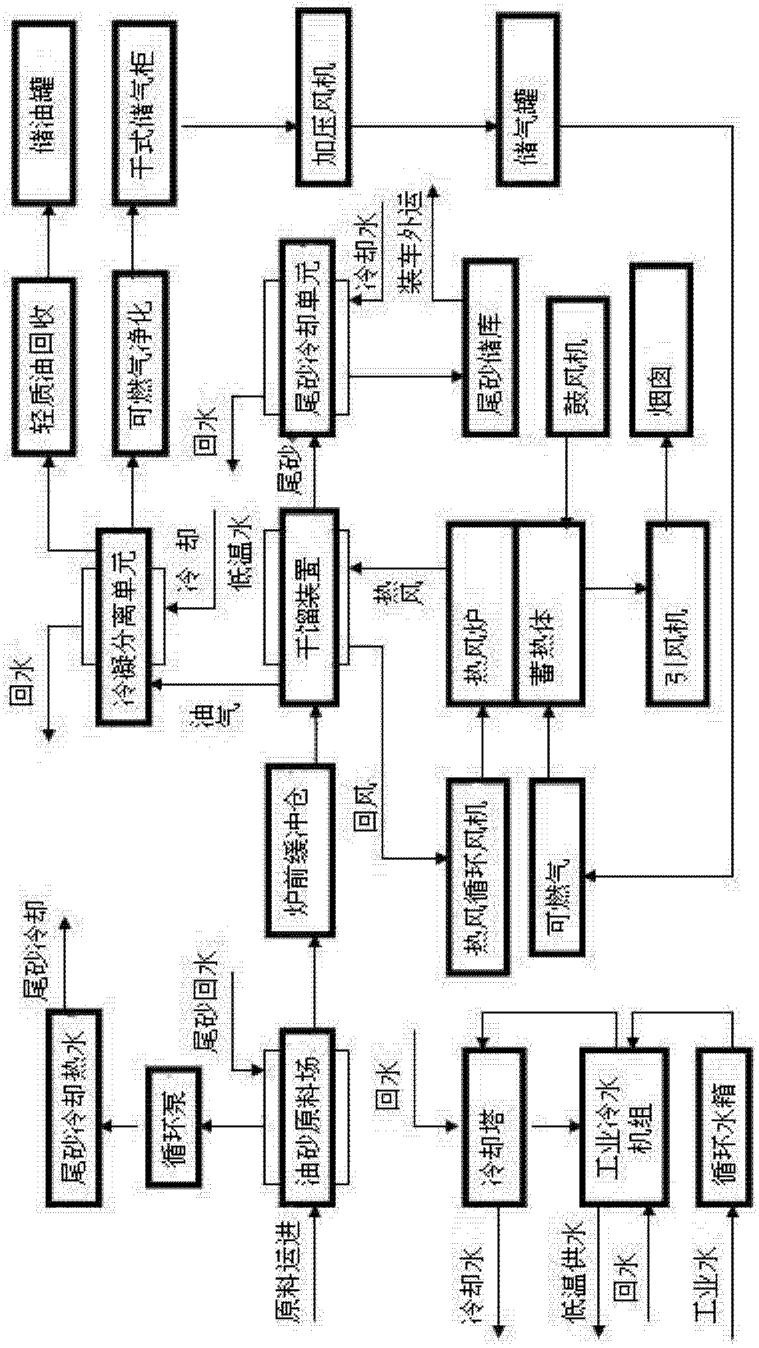

储油罐
干式储气柜
加压风机
储气罐
轻质油回收
可燃气净化
尾砂冷却单元
冷却水
装车外运
尾砂储库
鼓风机
烟囱
回水
尾砂
冷凝分离单元
冷却
低温水
干馏装置
热风
热风炉
蓄热体
引风机
回水
油气
炉前缓冲仓
回风
热风循环风机
可燃气
尾砂冷却
尾砂回水
尾砂冷却热水
循环泵
油砂原料场
回水
冷却塔
工业冷水机组
循环水箱
原料运进
冷却水
低温供水
回水
工业水

图 1

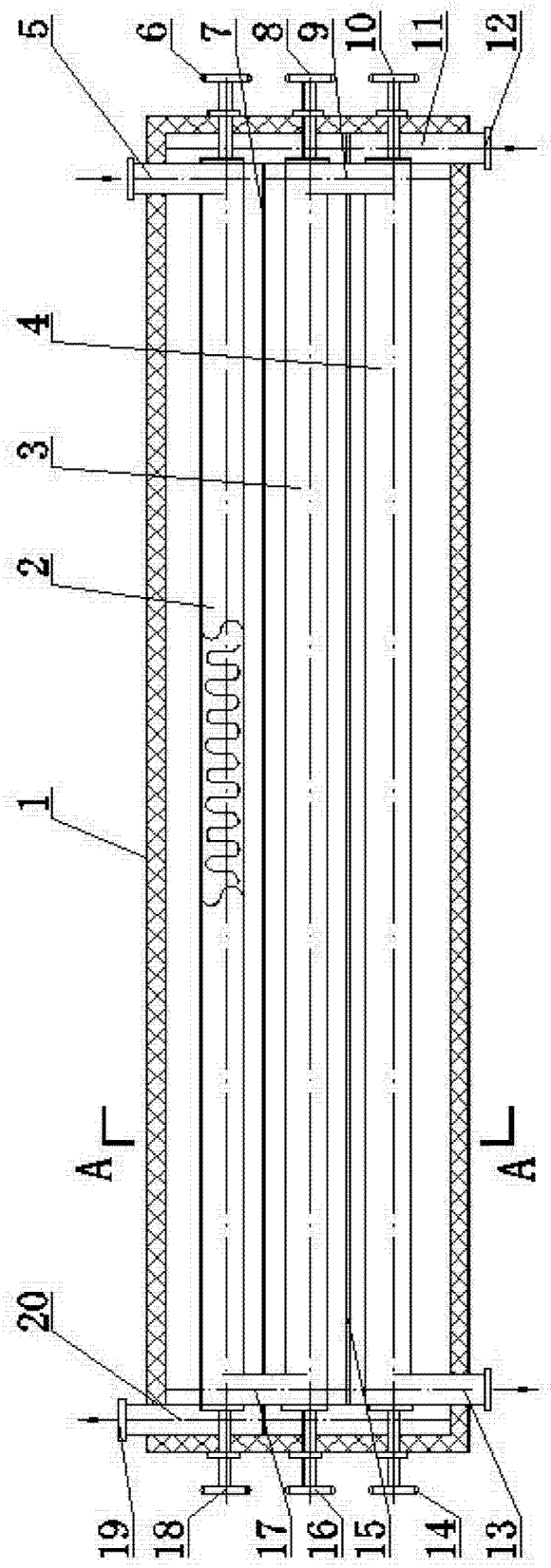


图 2

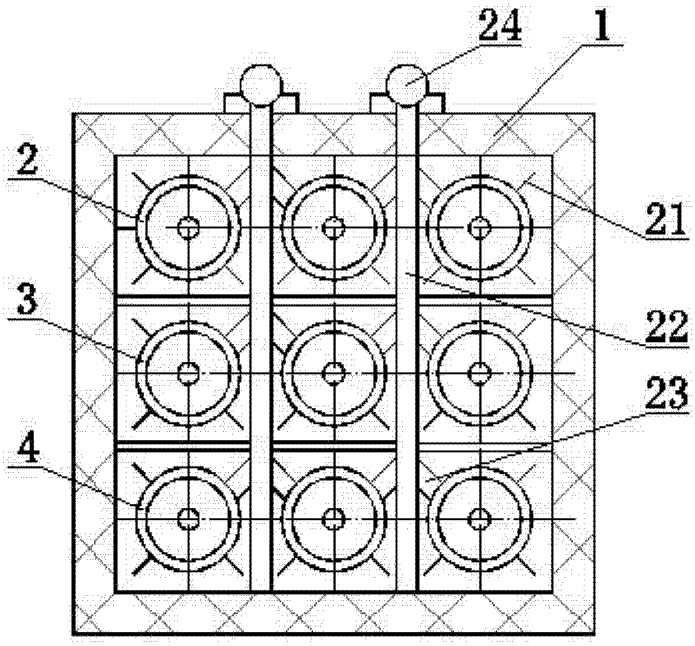


图 3

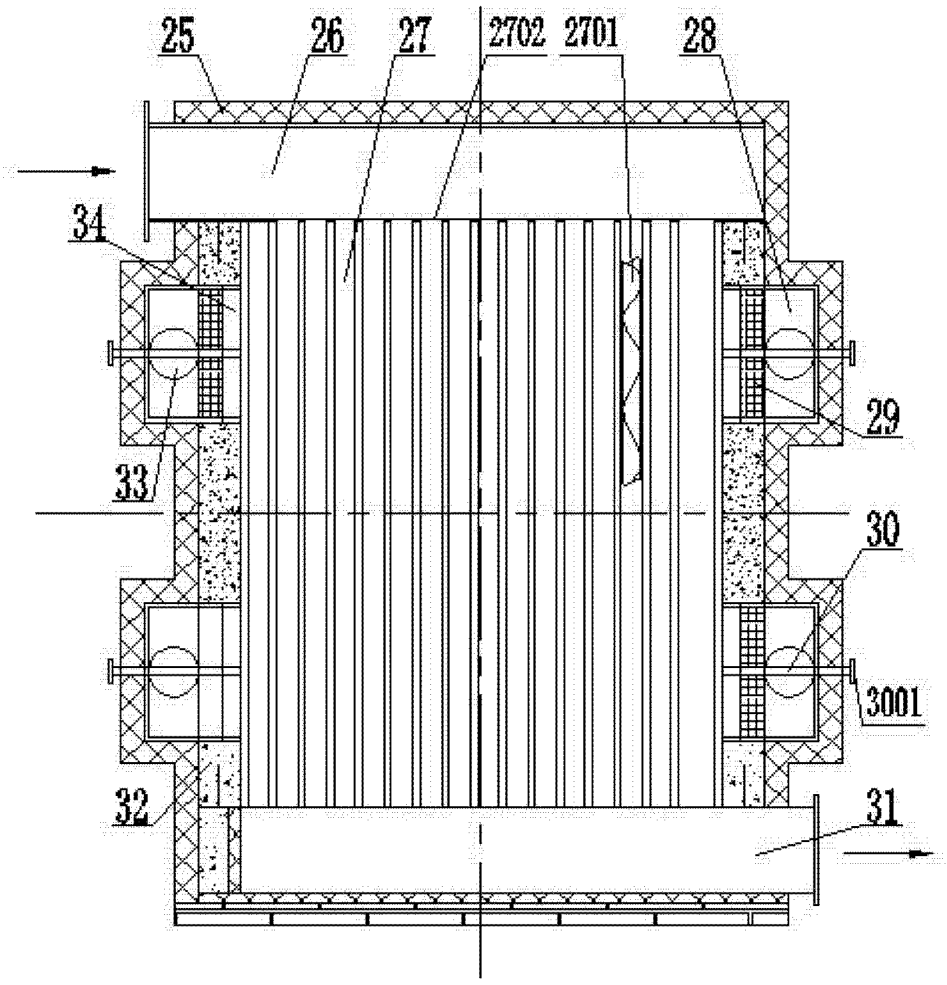


图 4

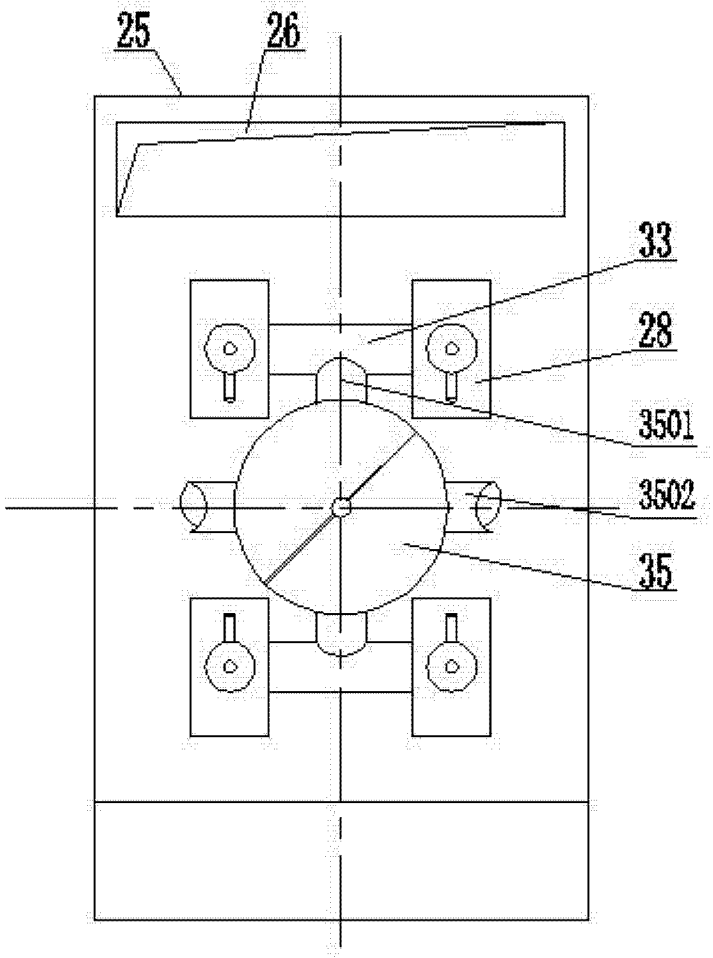


图 5