(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 112457894 A
(43)申请公布日 2021.03.09

(21)申请号 202011547620.9

(22)申请日 2020.12.24

(71)申请人 河南莱帕克化工设备制造有限公司
地址 450001 河南省郑州市高新技术产业开发区黄杨街电子电器产业园5号

(72)发明人 侯扬飞 张秀涛 赵丽静 陈俭春 杨宁宁 姬东旭 陈媛媛 谢智博 张子谦

(74)专利代理机构 郑州德勤知识产权代理有限公司 41128
代理人 王鹏

(51)Int.Cl.
C10L 1/02(2006.01)
C10G 2/00(2006.01)
C11C 3/10(2006.01)

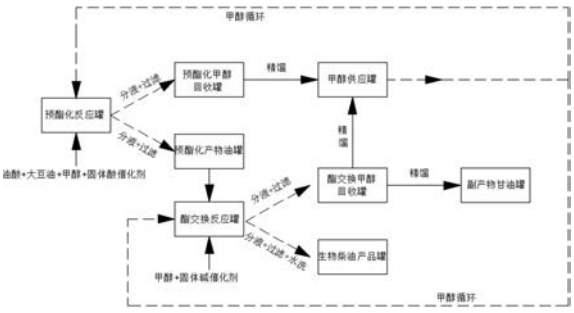
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

固体酸碱催化生物柴油制备生产线

(57)摘要

本发明提供了一种固体酸碱催化生物柴油制备生产线，包括甲醇供应系统、预酯化模块和酯交换模块，所述甲醇供应系统为所述预酯化模块和所述酯交换模块提供反应所需的高纯度甲醇，所述甲醇供应系统收集所述预酯化模块和所述酯交换模块反应后的甲醇混合液，所述预酯化模块的产品输出端连通所述酯交换模块的原料输入端。该固体酸碱催化生物柴油制备生产线具有生产成本低、产物容易分离、催化剂易于回收、反应体系无腐蚀性、反应常压、原料适应性强、工艺可多样性的优点。



CN 112457894 A

1.一种固体酸碱催化生物柴油制备生产线,其特征在于:包括甲醇供应系统、预酯化模块和酯交换模块,所述甲醇供应系统为所述预酯化模块和所述酯交换模块提供反应所需的高纯度甲醇,所述甲醇供应系统收集所述预酯化模块和所述酯交换模块反应后的甲醇混合液,所述预酯化模块的产品输出端连通所述酯交换模块的原料输入端。

2.根据权利要求1所述的固体酸碱催化生物柴油制备生产线,其特征在于:所述预酯化模块包括原料油储罐、预酯化反应罐、第一加热装置、第一袋滤器和预酯化产物油罐,所述原料油储罐的出料口通过管路连通所述预酯化反应罐的进料口,所述甲醇供应系统的出液口连通所述预酯化反应罐的进液口,所述第一加热装置为所述预酯化反应罐提供反应温度,所述预酯化反应罐的反应液出口连通所述第一袋滤器的进料口,所述第一袋滤器的出料口通过带阀门支管分别连通所述预酯化产物油罐和所述甲醇供应系统的回液口。

3.根据权利要求2所述的固体酸碱催化生物柴油制备生产线,其特征在于:所述酯交换模块包括酯交换原料油储罐、酯交换反应罐、第二加热装置、第二袋滤器和产品收集罐,所述预酯化产物油罐的出料口通过管路连通所述酯交换原料油储罐的进料口,所述酯交换原料油储罐的出料口通过管路连通所述酯交换反应罐的进料口,所述甲醇供应系统的出液口连通所述酯交换反应罐的进液口,所述第二加热装置为所述酯交换反应罐提供反应温度,所述酯交换反应罐的反应液出口连通所述第二袋滤器的进料口,所述第二袋滤器的出料口通过带阀门支管分别连通所述产品收集罐和所述甲醇供应系统的回液口。

4.根据权利要求3所述的固体酸碱催化生物柴油制备生产线,其特征在于:所述甲醇供应系统包括甲醇回收罐、精馏塔、甲醇供应罐、水储罐和副产物甘油罐,所述甲醇回收罐的回液口分别连通所述第一袋滤器的出料口和所述第二袋滤器的出料口,所述甲醇回收罐的出液口连通所述精馏塔的进液口,所述精馏塔的上端出液口经过一冷凝器后分别通过带阀门支管连通所述甲醇供应罐和所述水储罐,所述甲醇供应罐的出液口分别连通所述预酯化反应罐和所述酯交换反应罐的进液口,所述精馏塔的下端出液口连通所述副产物甘油罐。

5.根据权利要求4所述的固体酸碱催化生物柴油制备生产线,其特征在于:所述甲醇供应系统还包括预酯化甲醇供应罐、酯交换甲醇供应罐、预酯化甲醇回收罐和酯交换甲醇回收罐,所述预酯化甲醇供应罐连通在所述甲醇供应罐与所述预酯化反应罐之间的管路上,所述酯交换甲醇供应罐连通在所述甲醇供应罐与所述酯交换反应罐之间的管路上,所述预酯化甲醇回收罐连通在所述第一袋滤器的出料口与所述甲醇回收罐之间的管路上,所述酯交换甲醇回收罐连通在所述第二袋滤器的出料口与所述甲醇回收罐之间的管路上。

6.根据权利要求5所述的固体酸碱催化生物柴油制备生产线,其特征在于:它还包括公共模块、上部管廊和下部管廊,所述公共模块包括真空抽气泵、真空缓冲罐和冷却水系统,所述上部管廊包括自来水进水管、抽真空管、冷却水进水管和冷却水出水管,所述下部管廊包括排污管和若干物料管,所述真空抽气泵通过所述真空缓冲罐连通所述抽真空管,所述抽真空管为系统提供负压,所述冷却水进水管和所述冷却水出水管连通在所述冷却水系统上,所述冷却水进水管和所述冷却水出水管为系统提供冷却水,所述自来水进水管为系统提供自来水,所述排污管用于系统排污,若干所述物料管为系统提供物料转移和供给。

7.根据权利要求6所述的固体酸碱催化生物柴油制备生产线,其特征在于:所述预酯化反应罐上和所述酯交换反应罐上均安装有反应罐冷凝管,所述冷却水进水管和所述冷却水出水管接通两个所述反应罐冷凝管和所述冷凝器的进出水口;所述抽真空管分别连通所述

预酯化产物油罐、所述预酯化甲醇回收罐、所述甲醇回收罐、所述副产物甘油罐、所述酯交换原料油储罐、所述酯交换甲醇回收罐和所述产品收集罐;所述自来水进水管连通所述酯交换反应罐。

8.根据权利要求7所述的固体酸碱催化生物柴油制备生产线,其特征在于:所述第一袋滤器出料口连通的出料总管上和所述第二袋滤器出料口连通的出料总管上分别设置有视盅。

9.根据权利要求8所述的固体酸碱催化生物柴油制备生产线,其特征在于:所述预酯化反应罐材质、所述酯交换反应罐材质和所述视盅材质均采用透明玻璃。

10.根据权利要求9所述的固体酸碱催化生物柴油制备生产线,其特征在于:所述预酯化反应罐的反应罐冷凝管顶端出口和所述酯交换反应罐的反应罐冷凝管顶端出口均连通有安全液封。

固体酸碱催化生物柴油制备生产线

技术领域

[0001] 本发明涉及一种生物柴油生产装置，具体的说，涉及了一种固体酸碱催化生物柴油制备生产线。

背景技术

[0002] 餐厨废油的主要成分为甘油三酯，作为废油直接排放会对环境造成污染，目前常用的回收利用方式是通过化学反应将其制备为生物柴油，从而变废为宝。

[0003] 目前常用的生物柴油制备装置主要采用酶催化法、酸催化法和碱催化法，其中酶催化法反应效果最好，但酶具有价格高、易失活、反应时间长等缺点；酸催化法目前主要采用均相酸(如浓硫酸、盐酸)催化酯交换反应，酸催化反应条件易于实现、原料适应性好，但是副反应多、产品难分离、环境污染严重、反应时间长、对反应设备也有较高的耐腐蚀要求；碱催化法目前主要采用均相碱(如氢氧化钠、氢氧化钾)催化酯交换反应，碱催化反应速度快、效率高，但对原料适应性差(如原料酸值过高会发生皂化反应等降低转化率)，且均相催化剂反应后难回收、产生大量的废水会对设备造成腐蚀等问题。

[0004] 为了解决以上存在的问题，人们一直在寻求一种理想的技术解决方案。

发明内容

[0005] 本发明的目的是针对现有技术的不足，从而提供一种生产成本低、产物容易分离、催化剂易于回收、反应体系无腐蚀性、反应常压、原料适应性强、工艺可多样性的固体酸碱催化生物柴油制备生产线。

[0006] 为了实现上述目的，本发明所采用的技术方案是：一种固体酸碱催化生物柴油制备生产线，包括甲醇供应系统、预酯化模块和酯交换模块，所述甲醇供应系统为所述预酯化模块和所述酯交换模块提供反应所需的高纯度甲醇，所述甲醇供应系统收集所述预酯化模块和所述酯交换模块反应后的甲醇混合液，所述预酯化模块的产品输出端连通所述酯交换模块的原料输入端。

[0007] 基于上述，所述预酯化模块包括原料油储罐、预酯化反应罐、第一加热装置、第一袋滤器和预酯化产物油罐，所述原料油储罐的出料口通过管路连通所述预酯化反应罐的进料口，所述甲醇供应系统的出液口连通所述预酯化反应罐的进液口，所述第一加热装置为所述预酯化反应罐提供反应温度，所述预酯化反应罐的反应液出口连通所述第一袋滤器的进料口，所述第一袋滤器的出料口通过带阀门支管分别连通所述预酯化产物油罐和所述甲醇供应系统的回液口。

[0008] 基于上述，所述酯交换模块包括酯交换原料油储罐、酯交换反应罐、第二加热装置、第二袋滤器和产品收集罐，所述预酯化产物油罐的出料口通过管路连通所述酯交换原料油储罐的进料口，所述酯交换原料油储罐的出料口通过管路连通所述酯交换反应罐的进料口，所述甲醇供应系统的出液口连通所述酯交换反应罐的进液口，所述第二加热装置为所述酯交换反应罐提供反应温度，所述酯交换反应罐的反应液出口连通所述第二袋滤器的

进料口，所述第二袋滤器的出料口通过带阀门支管分别连通所述产品收集罐和所述甲醇供应系统的回液口。

[0009] 基于上述，所述甲醇供应系统包括甲醇回收罐、精馏塔、甲醇供应罐、水储罐和副产物甘油罐，所述甲醇回收罐的回液口分别连通所述第一袋滤器的出料口和所述第二袋滤器的出料口，所述甲醇回收罐的出液口连通所述精馏塔的进液口，所述精馏塔的上端出液口经过一冷凝器后分别通过带阀门支管连通所述甲醇供应罐和所述水储罐，所述甲醇供应罐的出液口分别连通所述预酯化反应罐和所述酯交换反应罐的进液口，所述精馏塔的下端出液口连通所述副产物甘油罐。

[0010] 基于上述，所述甲醇供应系统还包括预酯化甲醇供应罐、酯交换甲醇供应罐、预酯化甲醇回收罐和酯交换甲醇回收罐，所述预酯化甲醇供应罐连通在所述甲醇供应罐与所述预酯化反应罐之间的管路上，所述酯交换甲醇供应罐连通在所述甲醇供应罐与所述酯交换反应罐之间的管路上，所述预酯化甲醇回收罐连通在所述第一袋滤器的出料口与所述甲醇回收罐之间的管路上，所述酯交换甲醇回收罐连通在所述第二袋滤器的出料口与所述甲醇回收罐之间的管路上。

[0011] 基于上述，它还包括公共模块、上部管廊和下部管廊，所述公共模块包括真空抽气泵、真空缓冲罐和冷却水系统，所述上部管廊包括自来水进水管、抽真空管、冷却水进水管和冷却水出水管，所述下部管廊包括排污管和若干物料管，所述真空抽气泵通过所述真空缓冲罐连通所述抽真空管，所述抽真空管为系统提供负压，所述冷却水进水管和所述冷却水出水管连通在所述冷却水系统上，所述冷却水进水管和所述冷却水出水管为系统提供冷却水，所述自来水进水管为系统提供自来水，所述排污管用于系统排污，若干所述物料管为系统提供物料转移和供给。

[0012] 基于上述，所述预酯化反应罐上和所述酯交换反应罐上均安装有反应罐冷凝管，所述冷却水进水管和所述冷却水出水管接通两个所述反应罐冷凝管和所述冷凝器的进出水口；所述抽真空管分别连通所述预酯化产物油罐、所述预酯化甲醇回收罐、所述甲醇回收罐、所述副产物甘油罐、所述酯交换原料油储罐、所述酯交换甲醇回收罐和所述产品收集罐；所述自来水进水管连通所述酯交换反应罐。

[0013] 基于上述，所述第一袋滤器出料口连通的出料总管上和所述第二袋滤器出料口连通的出料总管上分别设置有视盅。

[0014] 基于上述，所述预酯化反应罐材质、所述酯交换反应罐材质和所述视盅材质均采用透明玻璃。

[0015] 基于上述，所述预酯化反应罐的反应罐冷凝管顶端出口和所述酯交换反应罐的反应罐冷凝管顶端出口均连通有安全液封。

[0016] 本发明相对现有技术具有突出的实质性特点和显著的进步，具体的说，本发明利用所述甲醇供应系统用于供应高纯度甲醇以及收集甲醇混合液，利用所述预酯化模块先进行固体酸催化预酯化反应，从而提高对原料的适应性，固体酸催化剂分离容易，再利用所述酯交换模块进行固体碱催化酯交换反应，反应速度快、反应产率高，且固体碱催化剂也很容易分离，由于酸碱催化剂均为固体且容易分离，对容器也不具有腐蚀性，与传统的酸催化法相比成本更低、不易失效，其具有生产成本低、产物容易分离、催化剂易于回收、反应体系无腐蚀性、反应常压、原料适应性强、工艺可多样性的优点。

[0017] 进一步地，采用所述第一袋滤器和所述第二袋滤器过滤固体酸碱催化剂，拆卸方便；所述精馏塔对收集到的甲醇混合液分离，得到高纯度的甲醇储存于所述甲醇供应罐中进行二次利用，不仅节约了甲醇用量，而且减少了环境污染；所述公共模块利用真空抽气系统和冷却水系统集中向所述甲醇供应系统、所述预酯化模块和所述酯交换模块提供真空和冷却水，所述上部管廊和所述下部管廊的设置，使各管路布局更加整齐合理；所述视盅方便观察出液情况，配合真空导料可以排净管路死区的残存液体；所述预酯化反应罐材质、所述酯交换反应罐材质和所述视盅材质均采用透明玻璃，方便观察反应以及后处理中的产物分液操作；所述安全液封的设置保证了所述预酯化反应罐和所述酯交换反应罐的安全性。

[0018] 本固体酸碱催化生物柴油制备生产线更适用于教学和实践实训，教学和实践实训时可采用大豆油和油酸组合作为模型化合物来模拟餐厨废油，这使得原料的酸值可调，可进行模拟不同酸值条件下的原料油来进行制备生物柴油，原料易得，针对不同酸值原料油工艺可以进行多样化，且观察非常方便。该生物柴油制备生产线中涉及液体输送、加热、分液、水洗和精馏等多种化工操作，液体输送方式包括重力输送、负压输送和泵体输送多种液体输送方式，可充分锻炼实验人员动手操作能力。公用模块使实验人员充分了解制冷循环和真空环境在生产中的应用方式。该生物柴油制备生产线各模块可以共同使用进行生物柴油制备实训，也可以各模块分开使用进行强化学习，使用模式更加多样化，实践实训和教学的内容和形式丰富。

附图说明

[0019] 图1是本发明中固体酸碱催化生物柴油制备生产线的原理框图。

[0020] 图2是本发明中公共模块的结构示意图。

[0021] 图3是本发明中预酯化模块的结构示意图。

[0022] 图4是本发明中甲醇供应系统的结构示意图。

[0023] 图5是本发明中酯交换模块的结构示意图。

[0024] 图中：1．制冷循环泵；2．冷却水水罐；3．循环水泵；4．真空缓冲罐；5．真空抽气泵；6．原料油储罐；7．原料油泵；8．第一加热装置；9．预酯化反应罐；10．第一袋滤器；11．安全液封；12．甲醇进液泵；13．预酯化甲醇供应罐；14．预酯化产物油罐；15．预酯化甲醇回收罐；16．视盅；17．水储罐；18．甲醇供应罐；19．甲醇回收罐；20．回收液进液泵；21．冷凝器；22．精馏塔；23．副产物甘油罐；24．酯交换原料油储罐；25．第二加热装置；26．酯交换甲醇供应罐；27．酯交换原料油泵；28．酯交换反应罐；29．第二袋滤器；30．酯交换甲醇回收罐；31．产品收集罐；32．馏分器；33．回流泵。

具体实施方式

[0025] 下面通过具体实施方式，对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

[0026] 如图1-5所示，一种固体酸碱催化生物柴油制备生产线，包括公共模块、甲醇供应系统、预酯化模块和酯交换模块，所述公共模块包括真空抽气泵5、真空缓冲罐4、冷却水系统、上部管廊和下部管廊，所述冷却水系统包括制冷循环泵1、冷却水水罐2和循环水泵3，所述上部管廊包括自来水进水管、抽真空管、冷却水进水管和冷却水出水管，所述下部管廊包括排污管和若干物料管。所述真空抽气泵5通过所述真空缓冲罐4连通所述抽真空管，真空

缓冲罐4可防止倒吸，所述抽真空管为系统提供负压；制冷循环泵1为冷却水水罐2降温，冷却水水罐2连通所述冷却水进水管和所述冷却水出水管，所述冷却水进水管和所述冷却水出水管为系统提供冷却水，循环水泵3为冷却水提供循环动力；所述自来水进水管为系统提供自来水，所述排污管用于系统排污，若干所述物料管为系统提供物料转移和供给。

[0027] 所述甲醇供应系统包括甲醇回收罐19、精馏塔22、甲醇供应罐18、水储罐17、副产物甘油罐23、预酯化甲醇供应罐13、酯交换甲醇供应罐26、预酯化甲醇回收罐15和酯交换甲醇回收罐30，预酯化甲醇回收罐15用于收集所述预酯化模块生成的甲醇混合液，酯交换甲醇回收罐30用于收集所述酯交换模块生成的甲醇混合液，汇集于甲醇回收罐19内，甲醇供应罐18分别向预酯化甲醇供应罐13和酯交换甲醇供应罐26供液，预酯化甲醇供应罐13向所述预酯化模块提供反应所需的高纯度甲醇，酯交换甲醇供应罐26向所述酯交换模块提供反应所需的高纯度甲醇。

[0028] 所述甲醇回收罐19的出液口连通所述精馏塔22的进液口，通过回收液进液泵20提供动力，所述精馏塔22的上端出液口经过一冷凝器21后分别通过带阀门支管连通所述甲醇供应罐18和所述水储罐17，所述精馏塔22的下端出液口连通所述副产物甘油罐23；回收来的甲醇混合液经过精馏塔22的精馏分离，沸点小的水和甲醇从上端出液口流出，根据出液温度的不同，经过冷凝器21的冷却后，将水储存于储水罐17中，精馏后的甲醇储存于甲醇供应罐18内，沸点高的甘油收集入副产物甘油罐23内，实现对甲醇的回收利用和副产物的收集。精馏塔22的上端出液口连接的出液总管上还设置有馏分器32，出液总管还通过回流泵33连通精馏塔22塔内。

[0029] 所述预酯化模块具体包括原料油储罐6、预酯化反应罐9、第一加热装置8、第一袋滤器10和预酯化产物油罐14，所述原料油储罐6的出料口通过管路连通所述预酯化反应罐9的进料口，其中管路上设置有原料油泵7提供动力；预酯化甲醇供应罐13通过管路连通预酯化反应罐9的进液口，其中管路上设置有甲醇进液泵12提供动力；所述第一加热装置8为所述预酯化反应罐9提供反应温度，第一加热装置8具体采用恒温水浴；所述预酯化反应罐9的反应液出口连通所述第一袋滤器10的进料口，所述第一袋滤器10的出料口通过带阀门支管分别连通所述预酯化产物油罐14和预酯化甲醇回收罐15，预酯化反应罐9内的预酯化反应结束后反应液静置分层，经过第一袋滤器10过滤掉固体酸催化剂，通过带阀门支管的切换，将反应产物分入预酯化产物油罐14，甲醇混合液分入预酯化甲醇回收罐15。

[0030] 所述酯交换模块具体包括酯交换原料油储罐24、酯交换反应罐28、第二加热装置25、第二袋滤器29和产品收集罐31，所述预酯化产物油罐14的出料口通过管路连通所述酯交换原料油储罐24的进料口，所述酯交换原料油储罐24的出料口通过管路连通所述酯交换反应罐28的进料口，其中管路上设置有酯交换原料油泵27提供动力；酯交换甲醇供应罐26通过管路连通所述酯交换反应罐28的进液口，其中管路上设置有甲醇进液泵12提供动力；所述第二加热装置25为所述酯交换反应罐28提供反应温度，第二加热装置25具体也采用恒温水浴；所述酯交换反应罐28的反应液出口连通所述第二袋滤器29的进料口，所述第二袋滤器29的出料口通过带阀门支管分别连通所述产品收集罐31和所述酯交换甲醇回收罐30，酯交换反应罐28内的酯交换反应结束后反应液静置分层，经过第二袋滤器29过滤掉固体碱催化剂，通过带阀门支管的切换，将反应产物分入品收集罐31，甲醇混合液分入酯交换甲醇回收罐30。

[0031] 所述预酯化反应罐9上和所述酯交换反应罐28上均安装有反应罐冷凝管，所述冷却水进水管和所述冷却水出水管接通两个所述反应罐冷凝管和所述冷凝器的进出水口，以提供冷凝所需的冷却水；所述抽真空管分别连通所述预酯化产物油罐14、所述预酯化甲醇回收罐15、所述甲醇回收罐19、所述副产物甘油罐23、所述酯交换原料油储罐24、所述酯交换甲醇回收罐30和所述产品收集罐31，用于真空导料；所述自来水进水管连通所述酯交换反应罐28，用于产品的水洗。

[0032] 为了便于观察反应和反应后产物后续的分液操作，所述预酯化反应罐9材质、所述酯交换反应罐28材质和所述视盅19材质均采用透明玻璃；为了便于排净管路死区内的残存液体，配合真空系统，所述第一袋滤器10出料口连通的出料总管上和所述第二袋滤器29出料口连通的出料总管上分别设置有视盅16。

[0033] 为了保证反应安全性，所述预酯化反应罐9和所述酯交换反应罐28上均连通有安全液封11，安全液封11具体安装在反应罐冷凝管顶端，一方面可使反应罐内压力保持常压范围，保证反应的安全性，另一方面可以对溢出的甲醇蒸汽进行吸收，避免流入空气中污染环境。

[0034] 具体使用时，可将该固体酸碱催化生物柴油制备生产线用于实训教学，可采用大豆油和油酸组合物来模拟餐厨废油，原料的酸值可调，这样就可以模拟不同酸值条件下的原料油，从而大大提高了实训范围。预酯化反应时，首先将原料油储罐6和预酯化甲醇供应罐13按照比例分别向预酯化反应罐9内泵入质量比为1:2的大豆油和高纯度甲醇，后加入一定量的油酸(油酸与大豆油的质量比为1:20)和固体酸催化剂(固体酸催化剂与大豆油的质量比为1:25)；然后开启搅拌、冷却水循环和第一加热装置8，在温度为60℃的条件下反应3h后，从预酯化反应罐9底取下层油样滴定分析，油样的酸值小于2mg/KOH/(每克油)时，反应结束；最后将反应液静置分层，用第一袋滤器10将固体酸催化剂过滤，在真空导料下，将下层液体分入预酯化产物油罐14，上层液体分入预酯化甲醇回收罐15。酯交换反应时，首先将酯交换原料油储罐24和酯交换甲醇供应罐26按照比例分别向酯交换反应罐28中泵入质量比为1:1的预酯化产物和高纯度甲醇，后加入一定量的固体碱催化剂(固体碱催化剂与预酯化产物油的质量比为1:25)；然后开启搅拌、冷却水循环和第二加热装置25，在温度为60℃的条件下反应2h后，反应结束；经过第二袋滤器29将固体碱催化剂过滤，在真空导料下，将下层液体分入酯交换甲醇回收罐30中；用所述自来水进水管向罐内通入自来水对产品搅拌水洗，水洗后的下层液体直接排污，水洗后的上层产品分入产品收集罐31中，回收来的甲醇混合液再经过填料精馏塔22精馏回收后进行二次利用，精馏塔塔釜同时可收集到纯度较高的甘油副产物。

[0035] 最后应当说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制；尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员应当理解：依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者对部分技术特征进行等同替换；而不脱离本发明技术方案的精神，其均应涵盖在本发明请求保护的技术方案范围当中。

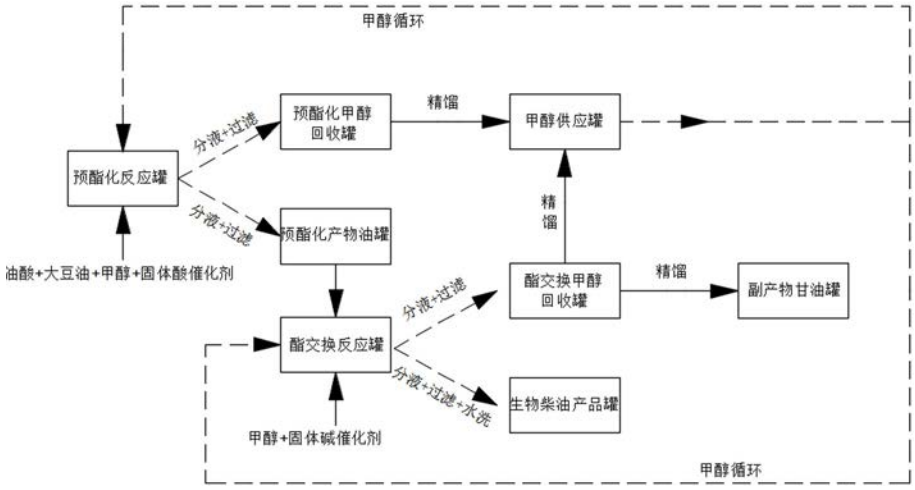

甲醇循环
预酯化甲醇回收罐
精馏
甲醇供应罐
分液+过滤
预酯化反应罐
分液+过滤
预酯化产物油罐
精馏
油酸+大豆油+甲醇+固体酸催化剂
酯交换甲醇回收罐
精馏
副产物甘油罐
分液+过滤
酯交换反应罐
分液+过滤+水洗
生物柴油产品罐
甲醇+固体碱催化剂
甲醇循环

图1

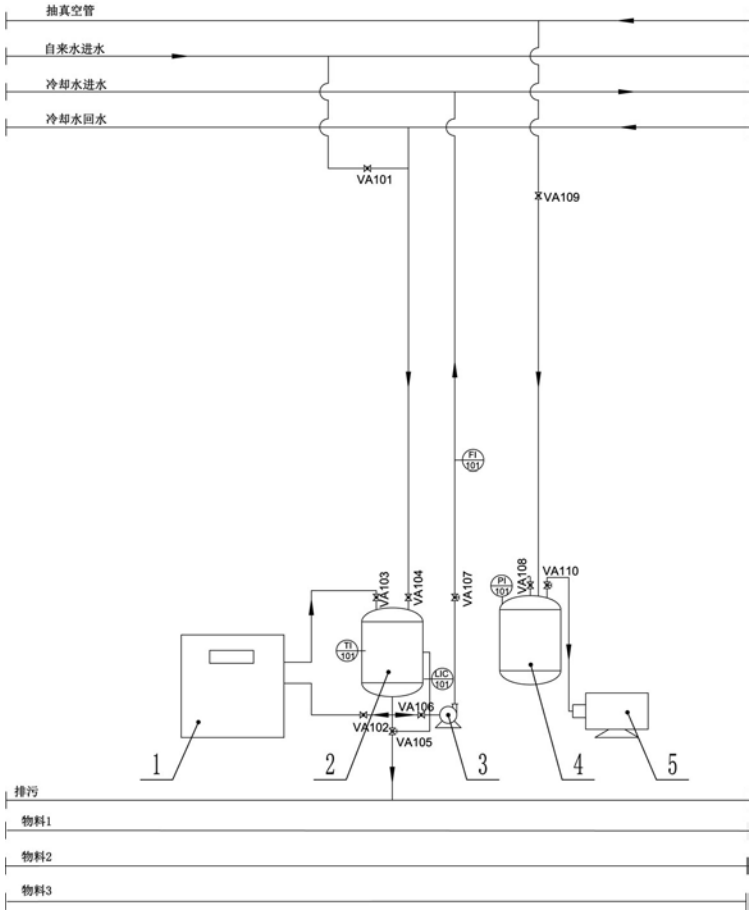

抽真空管
自来水进水
冷却水进水
冷却水回水
VA101
VA109
FI 101
VA103
VA104
VA107
PI 101
VA108
VA110
TI 101
LIC 101
VA106
VA102
VA105
1
2
3
4
5
排污
物料1
物料2
物料3

图2

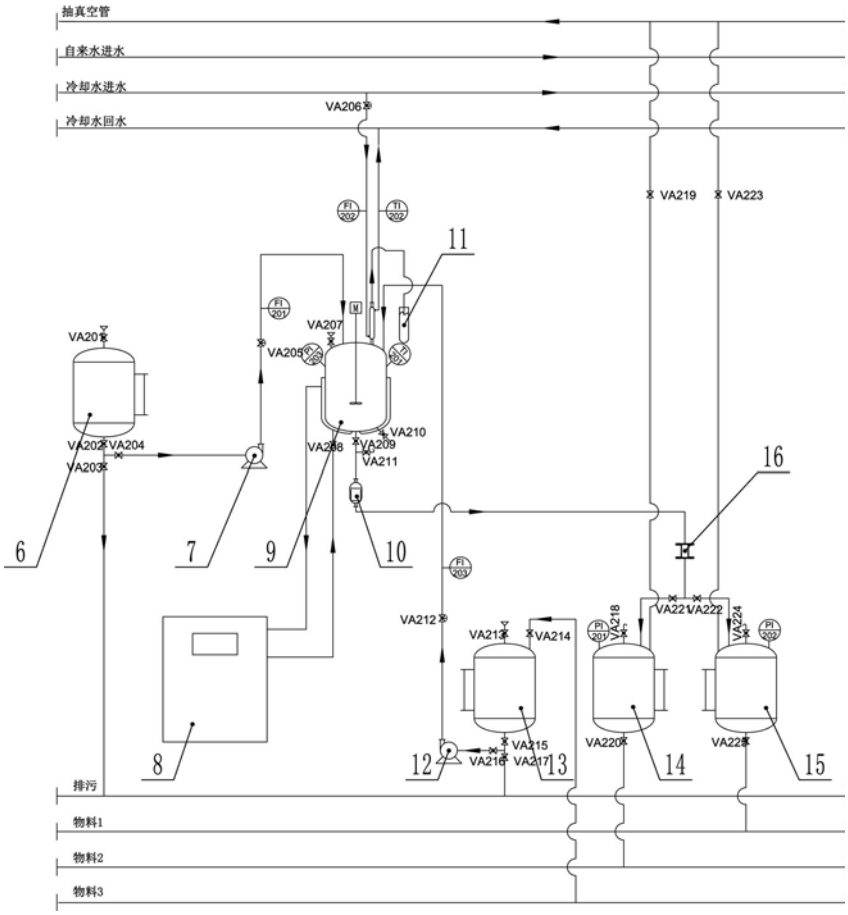

抽真空管
自来水进水
冷却水进水
冷却水回水
VA206
VA219
VA223
FI 202
TI 202
11
FI 201
VA207
VA205
VA201
VA202
VA204
VA203
VA208
VA209
VA210
VA211
16
6
7
9
10
FI 203
VA212
VA213
VA214
PI 201
VA218
VA221
VA222
VA224
PI 202
VA220
VA225
8
12
VA215
VA216
VA217
13
14
15
排污
物料1
物料2
物料3

图3

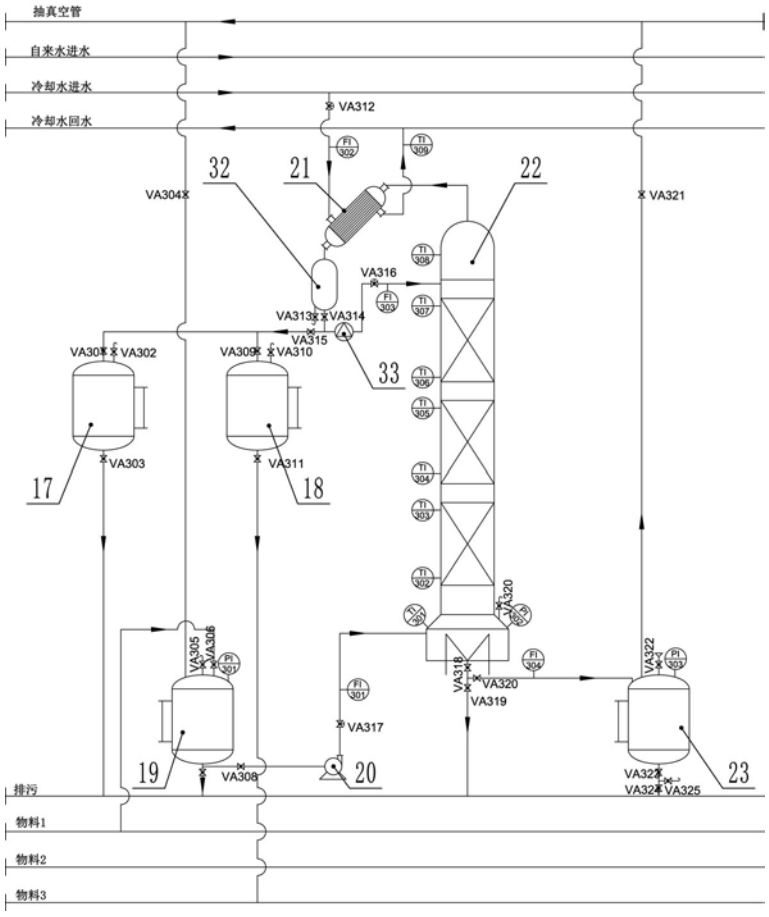

抽真空管
自来水进水
冷却水进水
冷却水回水
排污
物料1
物料2
物料3
VA312
VA304
VA321
VA316
VA313
VA314
VA315
VA301
VA302
VA309
VA310
VA303
VA311
VA305
VA306
VA308
VA317
VA318
VA319
VA320
VA322
VA324
VA325
32
21
22
33
17
18
19
20
23

图4

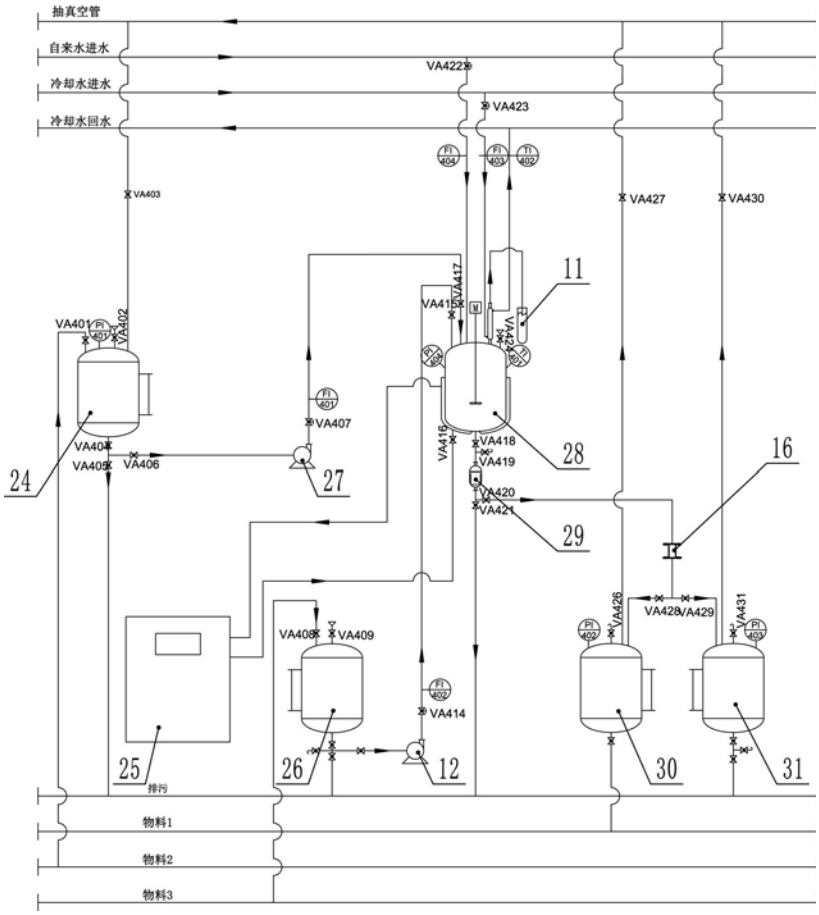

抽真空管
自来水进水
冷却水进水
冷却水回水
VA422
VA423
VA403
VA427
VA430
11
VA417
VA415
VA401
VA402
VA407
VA416
VA418
VA419
28
16
24
VA404
VA405
VA406
27
VA420
VA421
29
VA426
VA428
VA429
VA431
VA408
VA409
VA414
25
排污
26
12
30
31
物料1
物料2
物料3

图5