



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208741956 U

(45)授权公告日 2019.04.16

(21)申请号 201821267924.8

(22)申请日 2018.08.07

(73)专利权人 新能能源有限公司

地址 014300 内蒙古自治区鄂尔多斯市达旗王爱召镇园子圪卜村

(72)发明人 芦涛 史丽娟 武恒 刘雷 李克忠 霍学斌

(51)Int.Cl.

B01D 1/22(2006.01)
B01D 1/26(2006.01)
B01D 1/30(2006.01)

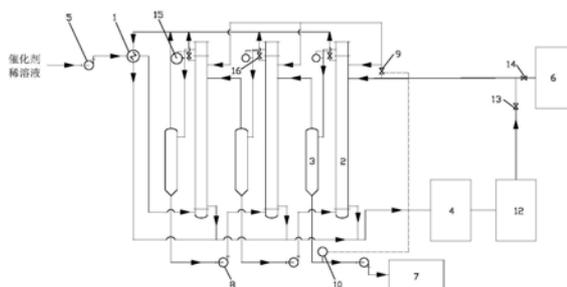
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)实用新型名称

催化剂溶液浓缩装置

(57)摘要

本实用新型公开了一种催化剂溶液浓缩装置,其包括预热器和至少两组蒸发浓缩装置;蒸发浓缩装置包括蒸发器和气液分离罐,蒸发器的蒸发溶液出口与气液分离罐的气液混合入口连接;相邻两组蒸发浓缩装置中上一组蒸发浓缩装置的气液分离罐的分离溶液出口通过浓缩管道与下一组蒸发浓缩装置的蒸发器的蒸发溶液入口连接,上一组蒸发浓缩装置的蒸发器的第一蒸汽入口与下一组蒸发浓缩装置的气液分离罐的气体出口连接。本实用新型的优点在于,催化剂稀溶液经过多组蒸发浓缩装置进行浓缩,浓缩过程中不断有新的催化剂稀溶液通入预热器,浓缩过程连续,工作效率高;对蒸汽进行了多级利用,充分利用了蒸汽的热能,提高了蒸汽的利用率,降低了蒸汽成本。



CN 208741956 U

1. 催化剂溶液浓缩装置,其特征在于,其包括预热器和至少两组蒸发浓缩装置;

所述蒸发浓缩装置包括蒸发器和气液分离罐,所述蒸发器的蒸发溶液出口与所述气液分离罐的气液混合入口通过分离管道连接;相邻两组所述蒸发浓缩装置中上一组所述蒸发浓缩装置的所述气液分离罐的分离溶液出口通过浓缩管道与下一组所述蒸发浓缩装置的所述蒸发器的蒸发溶液入口连接,上一组所述蒸发浓缩装置的所述蒸发器的第一蒸汽入口与下一组所述蒸发浓缩装置的所述气液分离罐的气体出口连接;

每个所述蒸发器的二次蒸汽出口、第一组所述蒸发浓缩装置的所述气液分离罐的所述气体出口均通过蒸汽管道与所述预热器的预热蒸汽入口连接;所述预热器的预热蒸汽出口、每个所述蒸发器的蒸汽凝液出口均通过蒸汽凝液回收管道与蒸汽凝液回收罐连接;所述预热器的预热溶液入口连接有溶液泵,所述预热器的预热溶液出口与第一组所述蒸发浓缩装置的所述蒸发器的所述蒸发溶液入口连接;最后一组所述蒸发浓缩装置的所述蒸发器的所述第一蒸汽入口通过气源管道与低压蒸汽源的原始蒸汽出口连接,最后一组所述蒸发浓缩装置的所述气液分离罐的所述分离溶液出口通过回收管道与催化剂罐的入口连接,在所述浓缩管道和所述回收管道上分别设有输送泵;

其还包括起始供气管道,所述起始供气管道的进气端与所述气源管道连通,所述起始供气管道的出气端分别与每组所述蒸发浓缩装置的所述蒸发器的第二蒸汽入口连通,在所述起始供气管道的进气侧设有起始供气电控阀;在所述回收管道上设有流量传感器,所述流量传感器与所述起始供气电控阀信号连接。

2. 根据权利要求1所述的催化剂溶液浓缩装置,其特征在于,在所述蒸汽凝液回收罐进口侧的所述蒸汽凝液回收管道上设有蒸汽凝液冷却器。

3. 根据权利要求1所述的催化剂溶液浓缩装置,其特征在于,其还包括加热器,所述加热器的入口与所述蒸汽凝液回收罐的出口通过管道连接,所述加热器的出口与所述气源管道通过加热管道连通,在所述加热管道上设有加热电控阀,在所述加热管道出气端至所述低压蒸汽源出气端之间的所述气源管道上设有热源电控阀,所述加热器、所述加热电控阀和所述热源电控阀分别与所述流量传感器信号连接。

4. 根据权利要求1所述的催化剂溶液浓缩装置,其特征在于,在所述蒸发器的所述蒸发溶液出口设有电控调节阀,在所述分离管道上设有温度传感器,所述温度传感器与所述电控调节阀信号连接。

## 催化剂溶液浓缩装置

### 技术领域：

[0001] 本实用新型涉及煤催化气化技术领域，具体涉及一种催化剂溶液浓缩装置。

### 背景技术：

[0002] 煤催化气化技术是煤在催化剂的作用下和气化介质反应生成富含甲烷的煤气的过程。碱金属催化剂特别是钾催化剂能够很好地促进煤催化气化过程的进行，但是钾催化剂易与煤中的矿物质发生反应生成金属络合物从而导致催化剂失活。采取水洗吸收的方法回收气化煤渣中的钾催化剂，需要加入大量的水分作为溶剂，在置换剂的作用下，对失活的催化剂进行回收再利用。由于大量水分的加入，回收后的催化剂溶液浓度较低，催化效果差，所以需要催化剂溶液进行浓缩。

[0003] 现有的催化剂浓缩方法为催化剂稀溶液在导热油炉内进行加热，使水蒸气蒸发，从而达到浓缩的目的。在这个浓缩过程中，需要外界提供大量的热源加热导热油，再通过导热油对催化剂稀溶液进行加热，导热油在高温时才能保证流动性，因此导热油的热量不能被充分利用；而且蒸发出的水蒸气直接排到外界，没有实现水的循环利用，成本较高；使用导热油炉对催化剂稀溶液进行浓缩为一级浓缩，每次只能对固定体积的催化剂稀溶液进行浓缩，浓缩完成后才能进行下一次的浓缩工作，导致浓缩过程不连续，工作效率低。

### 实用新型内容：

[0004] 本实用新型的目的在于提供一种可以实现催化剂稀溶液的浓缩过程连续、工作效率高，并且提高蒸汽热能利用率的催化剂溶液浓缩装置。

[0005] 本实用新型由如下技术方案实施：催化剂溶液浓缩装置，其包括预热器和至少两组蒸发浓缩装置；

[0006] 所述蒸发浓缩装置包括蒸发器和气液分离罐，所述蒸发器的蒸发溶液出口与所述气液分离罐的气液混合入口通过分离管道连接；相邻两组所述蒸发浓缩装置中上一组所述蒸发浓缩装置的所述气液分离罐的分离溶液出口通过浓缩管道与下一组所述蒸发浓缩装置的所述蒸发器的蒸发溶液入口连接，上一组所述蒸发浓缩装置的所述蒸发器的第一蒸汽入口与下一组所述蒸发浓缩装置的所述气液分离罐的气体出口连接；

[0007] 每个所述蒸发器的二次蒸汽出口、第一组所述蒸发浓缩装置的所述气液分离罐的所述气体出口均通过蒸汽管道与所述预热器的预热蒸汽入口连接；所述预热器的预热蒸汽出口、每个所述蒸发器的蒸汽凝液出口均通过蒸汽凝液回收管道与蒸汽凝液回收罐连接；所述预热器的预热溶液入口连接有溶液泵，所述预热器的预热溶液出口与第一组所述蒸发浓缩装置的所述蒸发器的所述蒸发溶液入口连接；最后一组所述蒸发浓缩装置的所述蒸发器的所述第一蒸汽入口通过气源管道与低压蒸汽源的原始蒸汽出口连接，最后一组所述蒸发浓缩装置的所述气液分离罐的所述分离溶液出口通过回收管道与催化剂罐的入口连接，在所述浓缩管道和所述回收管道上分别设有输送泵；

[0008] 其还包括起始供气管道，所述起始供气管道的进气端与所述气源管道连通，所述

起始供气管道的出气端分别与每组所述蒸发浓缩装置的所述蒸发器的第二蒸汽入口连通,在所述起始供气管道的进气侧设有起始供气电控阀;在所述回收管道上设有流量传感器,所述流量传感器与所述起始供气电控阀信号连接。

[0009] 进一步的,在所述蒸汽凝液回收罐进口侧的所述蒸汽凝液回收管道上设有蒸汽凝液冷却器。

[0010] 进一步的,其还包括加热器,所述加热器的入口与所述蒸汽凝液回收罐的出口通过管道连接,所述加热器的出口与所述气源管道通过加热管道连通,在所述加热管道上设有加热电控阀,在所述加热管道出气端至所述低压蒸汽源出气端之间的所述气源管道上设有热源电控阀,所述加热器、所述加热电控阀和所述热源电控阀分别与所述流量传感器信号连接。

[0011] 进一步的,在所述蒸发器的所述蒸发溶液出口设有电控调节阀,在所述分离管道上设有温度传感器,所述温度传感器与所述电控调节阀信号连接。

[0012] 本实用新型的优点:1、使用蒸汽对催化剂稀溶液进行加热,温度降低后也不影响蒸汽的流动性,后一组蒸发浓缩装置的气液分离罐排出的高温蒸汽供前一组蒸发浓缩装置的蒸发器加热待浓缩的催化剂溶液,每一组蒸发浓缩装置的蒸发器壳程排出的蒸汽供预热器对催化剂溶液进行初步预热,对蒸汽进行了多级利用,充分利用了蒸汽的热能,提高了蒸汽的利用率,降低了蒸汽成本;2、蒸发浓缩装置中各设备产生的蒸汽凝液均收集到蒸汽凝液回收罐中;将蒸汽凝液进一步冷凝后可以回收利用,节省了用水量;蒸汽凝液具有一定的热量,进一步加热后通入低压蒸汽源,可以节省低压蒸汽源的能量消耗;3、催化剂稀溶液经过多组蒸发浓缩装置进行浓缩,最后一组蒸发浓缩装置的气液分离罐排出的催化剂溶液的浓度能够达到使用要求,浓缩过程中不断有新的催化剂稀溶液通入预热器,浓缩过程连续,工作效率高。

#### 附图说明:

[0013] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本实用新型的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0014] 图1为实施例1的结构示意图;

[0015] 图2为实施例2的结构示意图。

[0016] 预热器1,蒸发器2,气液分离罐3,蒸汽凝液回收罐4,溶液泵 5,低压蒸汽源6,催化剂罐7,输送泵8,起始供气电控阀9,流量传感器10,蒸汽凝液冷却器11,加热器12,加热电控阀13,热源电控阀14,温度传感器15,电控调节阀16。

#### 具体实施方式:

[0017] 下面将结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本实用新型保护的范围。

[0018] 实施例1:

[0019] 如图1所示,催化剂溶液浓缩装置,其包括预热器1和三组蒸发浓缩装置;

[0020] 蒸发浓缩装置包括蒸发器2和气液分离罐3,蒸发器2的蒸发溶液出口与气液分离罐3的气液混合入口通过分离管道连接;相邻两组蒸发浓缩装置中上一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3的分离溶液出口通过浓缩管道与下一组蒸发浓缩装置的蒸发器2的蒸发溶液入口连接,上一组蒸发浓缩装置的蒸发器2的第一蒸汽入口与下一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3的气体出口连接;

[0021] 每个蒸发器2的二次蒸汽出口、第一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3的气体出口均通过蒸汽管道与预热器1的预热蒸汽入口连接;预热器1的预热蒸汽出口、每个蒸发器2的蒸汽凝液出口均通过蒸汽凝液回收管道与蒸汽凝液回收罐4连接;预热器1的预热溶液入口连接有溶液泵5,预热器1的预热溶液出口与第一组蒸发浓缩装置的蒸发器2的蒸发溶液入口连接;最后一组蒸发浓缩装置的蒸发器2的第一蒸汽入口通过气源管道与低压蒸汽源6的原始蒸汽出口连接,最后一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3的分离溶液出口通过回收管道与催化剂罐7的入口连接,在浓缩管道和回收管道上分别设有输送泵8;

[0022] 其还包括起始供气管道,起始供气管道的进气端与气源管道连通,起始供气管道的出气端分别与每个蒸发器2的第二蒸汽入口连通,在起始供气管道的进气侧设有起始供气电控阀9;在回收管道上设有流量传感器10,流量传感器10与起始供气电控阀9信号连接。

[0023] 在蒸汽凝液回收罐4进口侧的蒸汽凝液回收管道上设有蒸汽凝液冷却器11。

[0024] 在蒸发器2的蒸发溶液出口设有电控调节阀16,在分离管道上设有温度传感器15,温度传感器15与电控调节阀16信号连接。

[0025] 工作原理:

[0026] 在催化剂稀溶液进入预热器1之前,流量传感器10未检测到回收管道内有催化剂浓溶液流动,起始供气电控阀9为开启状态,低压蒸汽源6给每个蒸发器2的第二蒸汽入口通入高温蒸汽,蒸发器2内的高温蒸汽通过蒸汽管道进入预热器1。将催化剂稀溶液通过溶液泵5泵入预热器1内进行预热,预热后的催化剂稀溶液进入第一组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部与蒸汽进行换热;

[0027] 在第一组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部,催化剂稀溶液吸热后,部分水分以水蒸气的形式析出,蒸汽换热后部分冷凝成蒸汽凝液,蒸汽凝液从蒸发器2的蒸汽凝液出口排出进入蒸汽凝液回收管道,未冷凝的蒸汽从蒸发器2的二次蒸汽出口排出进入蒸汽管道;初步浓缩的催化剂稀溶液与析出的水蒸气一起进入第一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3,在气液分离罐3内部初步浓缩的催化剂稀溶液与析出的水蒸气分离,初步浓缩后的催化剂稀溶液从气液分离罐3的分离溶液出口排出进入第二组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部与蒸汽进行换热,析出的水蒸气从气液分离罐3的气体出口排出进入蒸汽管道;

[0028] 在第二组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部,初步浓缩后的催化剂稀溶液吸热后,又有部分水分以水蒸气的形式析出,蒸汽换热后部分冷凝成蒸汽凝液,蒸汽凝液从蒸发器2的蒸汽凝液出口排出进入蒸汽凝液回收管道,未冷凝的蒸汽从蒸发器2的二次蒸汽出口排出进入蒸汽管道;二次浓缩后的催化剂稀溶液与析出的水蒸气一起进入第二组蒸发浓缩装置的气液分离罐3,在气液分离罐3内部二次浓缩后的催化剂稀溶液与析出的水蒸气分离,二次浓缩后的催化剂稀溶液从气液分离罐3排出进入第三组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部与蒸

汽进行换热,析出的水蒸气从气液分离罐3排出后作为高温介质进入第一组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部,后一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3排出的高温气体供前一组蒸发浓缩装置的蒸发器2加热待浓缩的催化剂溶液,充分利用了热能;

[0029] 在第三组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部,二次浓缩后的催化剂稀溶液吸热后,又有部分水分以水蒸气的形式析出,蒸汽换热后部分冷凝成蒸汽凝液,蒸汽凝液从蒸发器2的蒸汽凝液出口排出进入蒸汽凝液回收管道,蒸汽凝液回收管道内的蒸汽和蒸汽凝液通过蒸汽凝液冷却器11冷却后全部变为冷凝水,冷凝水进入蒸汽凝液回收罐4内部,可以进行进一步利用,节省了用水量。未冷凝的蒸汽从蒸发器2的二次蒸汽出口排出进入蒸汽管道;三次浓缩后的催化剂稀溶液与析出的水蒸气一起进入第三组蒸发浓缩装置的气液分离罐3,在气液分离罐3内部三次浓缩后的催化剂稀溶液与析出的水蒸气分离,三次浓缩后的催化剂稀溶液从气液分离罐3排出进入催化剂罐7,析出的水蒸气从气液分离罐3排出后作为高温介质进入第二组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部,后一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3排出的高温蒸汽供前一组蒸发浓缩装置的蒸发器2加热待浓缩的催化剂溶液,而第三组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部的高温介质直接由低压蒸汽源6提供,保证了每一组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部催化剂溶液与高温介质之间都存在较大的温差,从而保证更好的换热效果。

[0030] 流量传感器10检测到回收管道内有催化剂浓溶液流动后,向起始供气电控阀9发送关闭信号,起始供气电控阀9关闭,低压蒸汽源6停止向各蒸发器2的第二蒸汽入口通入高温蒸汽,后一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3排出的高温蒸汽供前一组蒸发浓缩装置的蒸发器2加热待浓缩的催化剂溶液,每一组蒸发浓缩装置的蒸发器2壳程排出的蒸汽供预热器1对催化剂溶液进行初步预热,对蒸汽进行了多级利用,充分利用了蒸汽的热能,提高了蒸汽的利用率,降低了蒸汽成本。

[0031] 在蒸发器2的蒸发溶液出口设有电控调节阀16,在分离管道上设有温度传感器15,温度传感器15与电控调节阀16信号连接;当蒸发器2排出的催化剂溶液温度过低时,温度传感器15向电控调节阀16发送开度调小信号,电控调节阀16开度调小,延长催化剂溶液在蒸发器2内的停留时间,便于催化剂溶液与高温蒸汽充分换热;当蒸发器2排出的催化剂溶液温度过高时,温度传感器15向电控调节阀16发送开度调大信号,电控调节阀16开度调大,缩短催化剂溶液在蒸发器2内的停留时间,调高浓缩效率。

[0032] 使用蒸汽对催化剂稀溶液进行加热,温度降低后也不影响蒸汽的流动性,能够保证换热效果,充分利用蒸汽的热能。催化剂稀溶液经过多组蒸发浓缩装置进行浓缩,最后一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3排出的催化剂溶液的浓度能够达到使用要求,浓缩过程中不断有新的催化剂稀溶液通入预热器1,浓缩过程连续,工作效率高。

[0033] 实施例2:

[0034] 如图2所示,催化剂溶液浓缩装置,其包括预热器1和三组蒸发浓缩装置;

[0035] 蒸发浓缩装置包括蒸发器2和气液分离罐3,蒸发器2的蒸发溶液出口与气液分离罐3的气液混合入口通过分离管道连接;相邻两组蒸发浓缩装置中上一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3的分离溶液出口通过浓缩管道与下一组蒸发浓缩装置的蒸发器2的蒸发溶液入口连接,上一组蒸发浓缩装置的蒸发器2的第一蒸汽入口与下一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3的气体出口连接;

[0036] 每个蒸发器2的二次蒸汽出口、第一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3的气体出口均

通过蒸汽管道与预热器1的预热蒸汽入口连接;预热器1的预热蒸汽出口、每个蒸发器2的蒸汽凝液出口均通过蒸汽凝液回收管道与蒸汽凝液回收罐4连接;预热器1的预热溶液入口连接有溶液泵5,预热器1的预热溶液出口与第一组蒸发浓缩装置的蒸发器2的蒸发溶液入口连接;最后一组蒸发浓缩装置的蒸发器2的第一蒸汽入口通过气源管道与低压蒸汽源6的原始蒸汽出口连接,最后一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3的分离溶液出口通过回收管道与催化剂罐7的入口连接,在浓缩管道和回收管道上分别设有输送泵8;

[0037] 其还包括起始供气管道,起始供气管道的进气端与气源管道连通,起始供气管道的出气端分别与每个蒸发器2的第二蒸汽入口连通,在起始供气管道的进气侧设有起始供气电控阀9;在回收管道上设有流量传感器10,流量传感器10与起始供气电控阀9信号连接。

[0038] 其还包括加热器12,加热器12的入口与蒸汽凝液回收罐4的出口通过管道连接,加热器12的出口与气源管道通过加热管道连通,在加热管道上设有加热电控阀13,在加热管道出气端至低压蒸汽源6出气端之间的气源管道上设有热源电控阀14,加热器12、加热电控阀13和热源电控阀14分别与流量传感器10信号连接。

[0039] 在蒸发器2的蒸发溶液出口设有电控调节阀16,在分离管道上设有温度传感器15,温度传感器15与电控调节阀16信号连接。

[0040] 工作原理:

[0041] 在催化剂稀溶液进入预热器1之前,流量传感器10未检测到回收管道内有催化剂浓溶液流动,起始供气电控阀9为开启状态,低压蒸汽源6给每个蒸发器2的第二蒸汽入口通入高温蒸汽,蒸发器2内的高温蒸汽通过蒸汽管道进入预热器1。将催化剂稀溶液通过溶液泵5泵入预热器1内进行预热,预热后的催化剂稀溶液进入第一组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部与蒸汽进行换热;

[0042] 在第一组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部,催化剂稀溶液吸热后,部分水分以水蒸气的形式析出,蒸汽换热后部分冷凝成蒸汽凝液,蒸汽凝液从蒸发器2的蒸汽凝液出口排出进入蒸汽凝液回收管道,未冷凝的蒸汽从蒸发器2的二次蒸汽出口排出进入蒸汽管道;初步浓缩的催化剂稀溶液与析出的水蒸气一起进入第一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3,在气液分离罐3内部初步浓缩的催化剂稀溶液与析出的水蒸气分离,初步浓缩后的催化剂稀溶液从气液分离罐3的分离溶液出口排出进入第二组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部与蒸汽进行换热,析出的水蒸气从气液分离罐3的气体出口排出进入蒸汽管道;

[0043] 在第二组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部,初步浓缩后的催化剂稀溶液吸热后,又有部分水分以水蒸气的形式析出,蒸汽换热后部分冷凝成蒸汽凝液,蒸汽凝液从蒸发器2的蒸汽凝液出口排出进入蒸汽凝液回收管道,未冷凝的蒸汽从蒸发器2的二次蒸汽出口排出进入蒸汽管道;二次浓缩后的催化剂稀溶液与析出的水蒸气一起进入第二组蒸发浓缩装置的气液分离罐3,在气液分离罐3内部二次浓缩后的催化剂稀溶液与析出的水蒸气分离,二次浓缩后的催化剂稀溶液从气液分离罐3排出进入第三组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部与蒸汽进行换热,析出的水蒸气从气液分离罐3排出后作为高温介质进入第一组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部,后一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3排出的高温气体供前一组蒸发浓缩装置的蒸发器2加热待浓缩的催化剂溶液,充分利用了热能;

[0044] 在第三组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部,二次浓缩后的催化剂稀溶液吸热后,又有部分水分以水蒸气的形式析出,蒸汽换热后部分冷凝成蒸汽凝液,蒸汽凝液从蒸发器2的蒸

汽凝液出口排出进入蒸汽凝液回收罐4内部。未冷凝的蒸汽从蒸发器2的二次蒸汽出口排出进入蒸汽管道；三次浓缩后的催化剂稀溶液与析出的水蒸气一起进入第三组蒸发浓缩装置的气液分离罐3，在气液分离罐3内部三次浓缩后的催化剂稀溶液与析出的水蒸气分离，三次浓缩后的催化剂稀溶液从气液分离罐3排出进入催化剂罐7，析出的水蒸气从气液分离罐3排出后作为高温介质进入第二组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部，后一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3排出的高温蒸汽供前一组蒸发浓缩装置的蒸发器2加热待浓缩的催化剂溶液，而第三组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部的高温介质直接由低压蒸汽源6提供，保证了每一组蒸发浓缩装置的蒸发器2内部催化剂溶液与高温介质之间都存在较大的温差，从而保证更好的换热效果。

[0045] 流量传感器10检测到回收管道内有催化剂浓溶液流动后，向起始供气电控阀9发送关闭信号，起始供气电控阀9关闭，低压蒸汽源6停止向各蒸发器2的第二蒸汽入口通入高温蒸汽，后一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3排出的高温蒸汽供前一组蒸发浓缩装置的蒸发器2加热待浓缩的催化剂溶液，每一组蒸发浓缩装置的蒸发器2壳程排出的蒸汽供预热器1对催化剂溶液进行初步预热，对蒸汽进行了多级利用，充分利用了蒸汽的热能，提高了蒸汽的利用率，降低了蒸汽成本。流量传感器10向加热器12、加热电控阀13发送开启信号，向热源电控阀14发送关闭信号，加热器12对蒸汽凝液回收罐4排出的有一定热量的蒸汽和蒸汽凝液进行加热，使其变成高温蒸汽，通入气源管道内部给第三组蒸发浓缩装置的蒸发器2提供高温介质，可以节省低压蒸汽源6的能量消耗。

[0046] 在蒸发器2的蒸发溶液出口设有电控调节阀16，在分离管道上设有温度传感器15，温度传感器15与电控调节阀16信号连接；当蒸发器2排出的催化剂溶液温度过低时，温度传感器15向电控调节阀16发送开度调小信号，电控调节阀16开度调小，延长催化剂溶液在蒸发器2内的停留时间，便于催化剂溶液与高温蒸汽充分换热；当蒸发器2排出的催化剂溶液温度过高时，温度传感器15向电控调节阀16发送开度调大信号，电控调节阀16开度调大，缩短催化剂溶液在蒸发器2内的停留时间，调高浓缩效率。

[0047] 使用蒸汽对催化剂稀溶液进行加热，温度降低后也不影响蒸汽的流动性，能够保证换热效果，充分利用蒸汽的热能。催化剂稀溶液经过多组蒸发浓缩装置进行浓缩，最后一组蒸发浓缩装置的气液分离罐3排出的催化剂溶液的浓度能够达到使用要求，浓缩过程中不断有新的催化剂稀溶液通入预热器1，浓缩过程连续，工作效率高。

[0048] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例而已，并不用以限制本实用新型，凡在本实用新型的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本实用新型的保护范围之内。

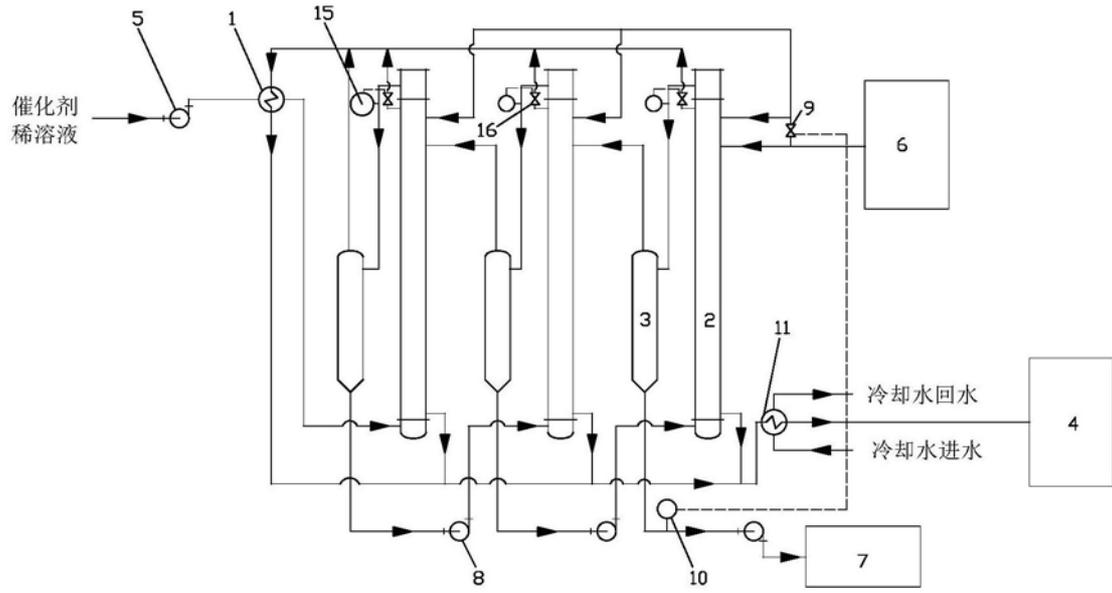


图1

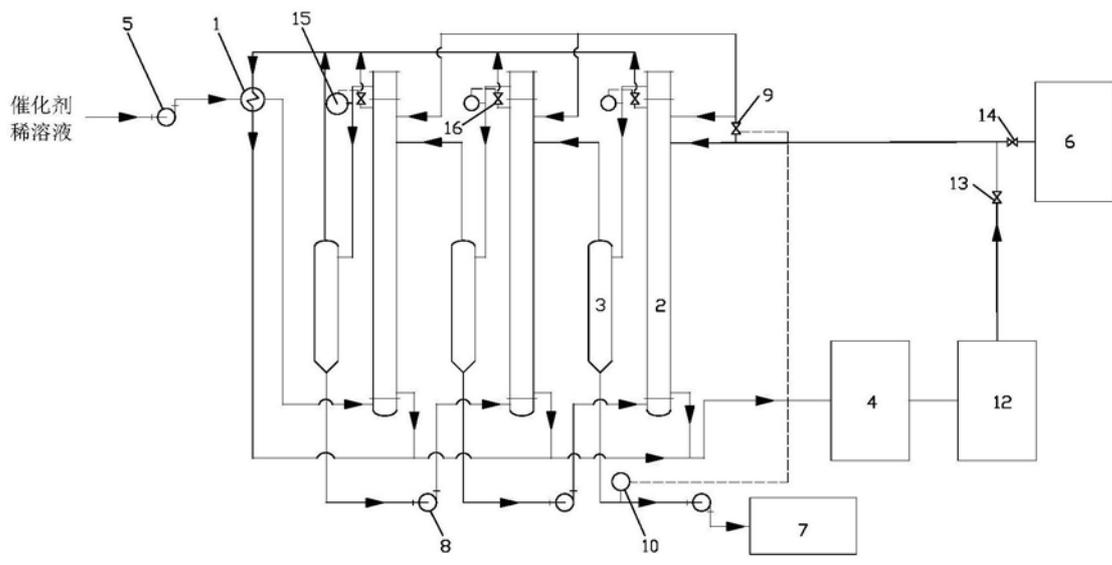


图2