



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106390491 A

(43)申请公布日 2017. 02. 15

(21)申请号 201610917360.7

(22)申请日 2016.10.20

(71)申请人 常州博睿杰能环境技术有限公司  
地址 213022 江苏省常州市新北区常澄路  
888号

(72)发明人 刘军 侯超 张钰 张俊浩  
蔺雪军

(74)专利代理机构 常州市科谊专利代理事务所  
32225

代理人 孙彬

(51)Int.Cl.

B01D 1/00(2006.01)

B01D 1/28(2006.01)

B01D 1/30(2006.01)

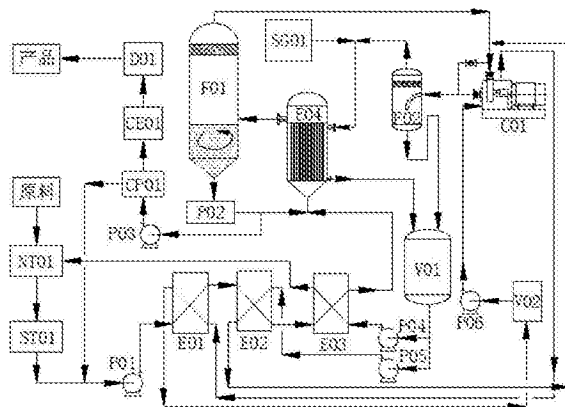
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种中和法生产冷却结晶型产品的工艺系统

(57)摘要

本发明公开了一种中和法生产冷却结晶型产品的工艺系统,工艺系统包括中和合成单元、蒸发浓缩单元、结晶单元和干燥单元;蒸发浓缩单元包括分离部分、压缩冷凝循环部分和喷水循环部分,分离部分用于将水蒸气从原料液中分离出来,压缩冷凝部分用于将分离部分产生的水蒸气压缩为高温高压的饱和蒸汽,同时产生的冷凝水通过喷水循环部分完成对原料液的预热后,冷凝水进行降温喷水。本发明涉及工艺系统及压缩机的余热梯级利用,全部回收了二次蒸汽、冷凝水及循环水的余热,显著提高了系统的综合热利用效率,同时通过可调控喷水,提高了容积式压缩机的绝热效率和容积效率,降低了工艺系统单位耗能,进而更加节能。



1. 一种中和法生产冷却结晶型产品的工艺系统,其特征在于:所述工艺系统包括中和合成单元、蒸发浓缩单元、结晶单元和干燥单元,所述中和合成单元与蒸发浓缩单元相连接,蒸发浓缩单元与结晶单元相连接,结晶单元与干燥单元相连接;

所述中和合成单元用于原料的投放、反应及沉淀;

所述蒸发浓缩单元包括分离部分、压缩冷凝循环部分和喷水循环部分,所述分离部分用于将水蒸气从原料液中分离出来,所述压缩冷凝部分用于将分离部分产生的水蒸气压缩为高温高压的饱和蒸汽,同时产生的冷凝水通过喷水循环部分完成对原料液的预热后,冷凝水进行降温喷水;

所述结晶单元用于将从蒸发浓缩单元出来的原料液冷却结晶;

所述干燥单元用于将结晶出的半成品干燥成为合格产品。

2. 根据权利要求1所述的一种中和法生产冷却结晶型产品的工艺系统,其特征在于:所述中和合成单元包括依次连接的原料投放部分、中和反应部分、沉淀部分,其中原料投放部分为液体酸或碱储罐,中和反应部分为中和搅拌反应罐(NT01),沉淀部分为沉淀池(ST01)。

3. 根据权利要求2所述的一种中和法生产冷却结晶型产品的工艺系统,其特征在于,所述蒸发浓缩单元包括:

预热部分,包括依次连接的进料泵(P01)、一级预热器(E01)、二级预热器(E02)、三级预热器(E03)构成的通路;

浓缩循环部分,包括加热器(E04)、气液分离器(F01)、循环泵(P02)依次相连构成的循环通路,其中气液分离器(F01)构成了分离部分,预热部分的三级预热器(E03)的液体出口与浓缩循环部分的加热器(E04)底部的液体进口连接;

压缩冷凝循环部分,包括容积式压缩机(C01)、二次分离器(F02)、加热器(E04)、冷凝水罐(V01)依次相连构成的循环通路,其中气液分离器(F01)的气体出口与容积式压缩机(C01)的气体进口连接,经容积式压缩机(C01)压缩后形成高温高压的蒸汽,经加热器(E04)对循环料液进行加热,产生的冷凝水进入冷凝水罐(V01),加热器(E04)构成了水蒸气加热部分;

喷水循环部分,包括冷凝水罐(V01)、水泵(P05)、二级预热器(E02)、容积式压缩机(C01)、二次分离器(F02)依次相连构成的循环通路,通过调节喷水量和喷水温度提高容积式压缩机(C01)的绝热效率和容积效率,二次分离器(F02)和冷凝水罐(V01)通过液封装置相连接,多余喷水回流至冷凝水罐(V01)。

4. 根据权利要求3所述的一种中和法生产冷却结晶型产品的工艺系统,其特征在于,所述蒸发浓缩单元还包括:

浓缩液排出部分,包括依次连接的循环管道和出料泵(P03),出料泵(P03)与浓缩循环部分的循环泵(P02)的出口连接;

冷凝水余热利用部分,包括依次连接的冷凝水泵(P04)、三级预热器(E03)、中和反应部分(NT01)构成的通路,冷凝水泵(P04)与冷凝水罐(V01)的出口连接,利用冷凝水余热加热三级进料,并将冷凝水最终排入中和反应部分(NT01);

循环水余热循环利用部分,包括循环水罐(V02)、循环水泵(P06)、容积式压缩机(C01)、一级预热器(E01)依次相连构成的循环通路。

5. 根据权利要求4所述的一种中和法生产冷却结晶型产品的工艺系统,其特征在于:所

述结晶单元包括结晶池 (CP01), 结晶池 (CP01) 上设有用于将部分母液回流至系统内的出口, 该出口与进料泵 (P01) 连接。

6. 根据权利要求5所述的一种中和法生产冷却结晶型产品的工艺系统, 其特征在于, 所述干燥单元包括离心机 (CE01) 和/或干燥器 (D01), 所述离心机 (CE01) 的进口与结晶池 (CP01) 的出口连接。

## 一种中和法生产冷却结晶型产品的工艺系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及工业蒸发领域中的一种高效节能工艺系统,特别涉及一种中和法生产冷却结晶型产品的工艺系统。

### 背景技术

[0002] 目前我国能源的消耗主要集中在工业蒸发操作单元上,在医药、化工、食品、环保等领域的能源消耗非常大;传统的蒸发工艺多采用多效蒸发技术,其占地面积大、能耗高,并采用水蒸汽加热,主要为煤锅炉燃烧制得水蒸气,其燃烧效率低、硫化物或氮化物排放量大、二氧化碳排放量大、污染严重。

[0003] CN94111803.7和CN200810122701.7分别公开了采用水蒸汽加热蒸发浓缩,进而冷却结晶得到磷酸铵、氯化铵;CN201110029274.X公开了一种低温多效蒸发结晶过滤工艺方法,采用四效蒸发器装置进行蒸发、浓缩、冷却结晶的方法;CN201210329385.7公开了一种用湿法磷酸生产磷酸一铵联产N-P二元复合肥的方法,采用两效蒸发器装置进行蒸发、浓缩、冷却结晶;CN201320214944.X和CN201310103497.5公开了一种容积式压缩机MVR热泵蒸发系统。

[0004] 当前现有的蒸发、浓缩、冷却结晶系统存在效率低下、能耗高、系统复杂、不科学、仍然对蒸汽有一定的依赖等诸多缺点,未能很好地考虑系统的余热梯级利用,造成系统综合热利用效率不高,容积式压缩机效率不高等诸多问题。

### 发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是:克服现有技术存在的不足,提出一种更加高效节能的中和法生产冷却结晶型产品的工艺系统,该系统通过预热后降温喷水来调控容积式压缩机的喷水量及喷水温度,提高了容积式压缩机的绝热效率和容积效率,降低了系统单位耗能,因而减少了水蒸气的消耗和余热浪费而进行节能。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明的技术方案是:一种中和法生产冷却结晶型产品的工艺系统,所述工艺系统包括中和合成单元、蒸发浓缩单元、结晶单元和干燥单元,所述中和合成单元与蒸发浓缩单元相连接,蒸发浓缩单元与结晶单元相连接,结晶单元与干燥单元相连接;

[0007] 所述中和合成单元用于原料的投放、反应及沉淀;

[0008] 所述蒸发浓缩单元包括分离部分、压缩冷凝循环部分和喷水循环部分,所述分离部分用于将水蒸气从原料液中分离出来,所述压缩冷凝部分用于将分离部分产生的水蒸气压缩为高温高压的饱和蒸汽,同时产生的冷凝水通过喷水循环部分完成对原料液的预热后,冷凝水进行降温喷水;

[0009] 所述结晶单元用于将从蒸发浓缩单元出来的原料液冷却结晶;

[0010] 所述干燥单元用于将结晶出的半成品干燥成为合格产品。

[0011] 进一步,所述中和合成单元包括依次连接的原料投放部分、中和反应部分、沉淀部

分,其中原料投放部分为液体酸或碱储罐,中和反应部分为中和搅拌反应罐(NT01),沉淀部分为沉淀池(ST01)。

[0012] 进一步,所述蒸发浓缩单元包括:

[0013] 预热部分,包括依次连接的进料泵(P01)、一级预热器(E01)、二级预热器(E02)、三级预热器(E03)构成的通路;

[0014] 浓缩循环部分,包括加热器(E04)、气液分离器(F01)、循环泵(P02)依次相连构成的循环通路,其中气液分离器(F01)构成了分离部分,预热部分的三级预热器(E03)的液体出口与浓缩循环部分的加热器(E04)底部的液体进口连接;

[0015] 压缩冷凝循环部分,包括容积式压缩机(C01)、二次分离器(F02)、加热器(E04)、冷凝水罐(V01)依次相连构成的循环通路,其中气液分离器(F01)的气体出口与容积式压缩机(C01)的气体进口连接,经容积式压缩机(C01)压缩后形成高温高压的蒸汽,经加热器(E04)对循环料液进行加热,产生的冷凝水进入冷凝水罐(V01),加热器(E04)构成了水蒸气加热部分;

[0016] 喷水循环部分,包括冷凝水罐(V01)、水泵(P05)、二级预热器(E02)、容积式压缩机(C01)、二次分离器(F02)依次相连构成的循环通路,通过调节喷水量和喷水温度提高容积式压缩机(C01)的绝热效率和容积效率,二次分离器(F02)和冷凝水罐(V01)通过液封装置相连接,多余喷水回流至冷凝水罐(V01)。

[0017] 进一步,所述蒸发浓缩单元还包括:

[0018] 浓缩液排出部分,包括依次连接的循环管道和出料泵(P03),出料泵(P03)与浓缩循环部分的循环泵(P02)的出口连接;

[0019] 冷凝水余热利用部分,包括依次连接的冷凝水泵(P04)、三级预热器(E03)、中和反应部分(NT01)构成的通路,冷凝水泵(P04)与冷凝水罐(V01)的出口连接,利用冷凝水余热加热三级进料,并将冷凝水最终排入中和反应部分(NT01);

[0020] 循环水余热循环利用部分,包括循环水罐(V02)、循环水泵(P06)、容积式压缩机(C01)、一级预热器(E01)依次相连构成的循环通路。

[0021] 进一步,所述结晶单元包括结晶池(CP01),结晶池(CP01)上设有用于将部分母液回流至系统内的出口,该出口与进料泵(P01)连接。

[0022] 进一步,所述干燥单元包括离心机(CE01)和/或干燥器(D01),所述离心机(CE01)的进口与结晶池(CP01)的出口连接。

[0023] 采用了上述技术方案后,本发明具有以下有益效果:

[0024] 1) 本发明在蒸发浓缩单元中增设了分离部分、压缩冷凝循环部分和喷水循环部分,通过可调控喷水,有效地调节喷水量及喷水温度,从而提高了容积式压缩机的绝热效率和容积效率,降低了系统单位耗能,因而减少了水蒸气的消耗和余热浪费,进而更加节能;

[0025] 2) 本发明将从气液分离器出来原本需要用冷却水冷凝的稀薄二次蒸汽经体积压缩后使其温度随之升高,从而实现将低温、低压的饱和蒸汽变成高温高压的饱和蒸汽,进而可以作为热源再次加热需要被蒸发的原料液,进一步达到循环回收利用蒸汽的目的;

[0026] 3) 本发明能够完全循环回收利用冷凝水及循环水的余热,显著提高了系统的综合热利用效率;

[0027] 4) 相对传统多效蒸发及现有的MVR热泵蒸发系统而言,采用本发明的系统更加经

济、节能,投资费用适中,且完全不需要任何形式的补热,只需要电即可完全正常运转,能够产生巨大的经济效益,比其他系统更为科学,更加高效节能,具有运行成本低、工作稳定等优点。

### 附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明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发明的一些实施例,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。

[0029] 图1为本发明的一种中和法生产冷却结晶型产品的工艺系统;

[0030] 图中代号分别表示如下:

[0031] 中和反应部分 (NT01)、沉淀部分 (ST01)、进料泵 (P01)、一级预热器 (E01)、二级预热器 (E02)、三级预热器 (E03)、加热器 (E04)、气液分离器 (F01)、强制循环泵 (P02)、容积式压缩机 (C01)、二次分离器 (F02)、蒸汽源或蒸汽发生器 (SG01)、冷凝水罐 (V01)、水泵 (P05)、出料泵 (P03)、冷凝水泵 (P04)、循环水罐 (V02)、循环水泵 (P06)、结晶池 (CP01)、离心机 (CE01)、干燥器 (D01)。

### 具体实施方式

[0032] 为了使本发明的内容更容易被清楚地理解,下面根据具体实施例并结合附图,对本发明作进一步详细的说明。

[0033] 如图1所示,一种中和法生产冷却结晶型产品的工艺系统,所述工艺系统包括中和合成单元、蒸发浓缩单元、结晶单元和干燥单元,所述中和合成单元与蒸发浓缩单元相连接,蒸发浓缩单元与结晶单元相连接,结晶单元与干燥单元相连接;

[0034] 所述中和合成单元用于原料的投放、反应及沉淀;

[0035] 所述蒸发浓缩单元包括分离部分、压缩冷凝循环部分和喷水循环部分,所述分离部分用于将水蒸气从原料液中分离出来,所述压缩冷凝部分用于将分离部分产生的水蒸气压缩为高温高压的饱和蒸汽,同时产生的冷凝水通过喷水循环部分完成对原料液的预热后,冷凝水进行降温喷水;

[0036] 所述结晶单元用于将从蒸发浓缩单元出来的原料液冷却结晶;

[0037] 所述干燥单元用于将结晶出的半成品干燥成为合格产品。

[0038] 如图1所示,所述中和合成单元包括依次连接的原料投放部分、中和反应部分、沉淀部分,其中原料投放部分为液体酸或碱储罐,中和反应部分为中和搅拌反应罐NT01,沉淀部分为沉淀池ST01。

[0039] 优选地,如图1所示,所述蒸发浓缩单元包括:

[0040] 预热部分,包括依次连接的进料泵P01、一级预热器E01、二级预热器E02、三级预热器E03构成的通路;

[0041] 浓缩循环部分,包括加热器E04、气液分离器F01、循环泵P02依次相连构成的循环通路,其中气液分离器F01构成了分离部分,其内部带有自旋流分离和丝网填料分离,预热部分的三级预热器E03的液体出口与浓缩循环部分的加热器E04底部的液体进口连接;

[0042] 压缩冷凝循环部分,包括容积式压缩机C01、二次分离器F02、加热器E04、冷凝水罐V01依次相连构成的循环通路,二次分离器F02内部带有丝网填料分离,其中气液分离器F01的气体出口与容积式压缩机C01的气体进口连接,经容积式压缩机C01压缩后形成高温高压的蒸汽,经加热器E04对循环料液进行加热,产生的冷凝水进入冷凝水罐V01,加热器E04构成了水蒸气加热部分,蒸汽源或蒸汽发生器SG01在二次分离器F02之后,加热器E04之前对工艺系统进行启动预热;

[0043] 喷水循环部分,包括冷凝水罐V01、水泵P05、二级预热器E02、容积式压缩机C01、二次分离器F02依次相连构成的循环通路,通过调节喷水量和喷水温度提高容积式压缩机C01的绝热效率和容积效率,二次分离器F02和冷凝水罐V01通过液封装置相连接,多余喷水回流至冷凝水罐V01。

[0044] 优选地,如图1所示,所述蒸发浓缩单元还包括:

[0045] 浓缩液排出部分,包括依次连接的循环管道和出料泵P03,出料泵P03与浓缩循环部分的循环泵P02的出口连接;

[0046] 冷凝水余热利用部分,包括依次连接的冷凝水泵P04、三级预热器E03、中和反应部分NT01构成的通路,冷凝水泵P04与冷凝水罐V01的出口连接,利用冷凝水余热加热三级进料,并将冷凝水最终排入中和反应部分NT01;

[0047] 循环水余热循环利用部分,包括循环水罐V02、循环水泵P06、容积式压缩机C01、一级预热器E01依次相连构成的循环通路。

[0048] 可选地,如图1所示,所述结晶单元包括结晶池CP01,结晶池CP01上设有用于将部分母液回流至系统内的出口,该出口与进料泵P01连接,结晶池可根据需要设置有若干个,本实施例以一个结晶池为例,结晶池可以为自然冷却结晶或水冷却结晶。

[0049] 可选地,如图1所示,所述干燥单元包括依次连接的离心机CE01和干燥器D01,所述离心机CE01的进口与结晶池CP01的出口连接;也可根据需要只选用离心机CE01进行离心干燥,最终得到产品,进行包装。

[0050] 在本实施例中,以原料液体硝酸和固体碳酸钠进行进一步说明:

[0051] 以硝酸和碳酸钠按2:1比例投放至中和搅拌反应罐NT01进行反应,使用烟气吸收处理反应产生的大量热及雾气,沉淀部分为沉淀池ST01,由于碳酸钠内含有杂质需要进行沉淀,将反应后的硝酸钠溶液通入沉淀池,进行沉淀,会有一部分碳酸亚铁沉淀下来,以及部分硝酸钠晶体。

[0052] 经过沉淀后的硝酸钠淡绿色母液(上清液)经过进料泵P01依次通过一级预热器E01、二级预热器E02、三级预热器E03进行预热后,进入强制循环泵P02进口,随循环液一起进入加热器E04,进行加热蒸发,强制循环泵P02通过变频调控循环量大小;从加热器E04管程出来的气液混合物进入气液分离器F01进行旋流分离,随后通过丝网填料分离后的二次蒸汽进入容积式压缩机C01进行压缩,同时调控最佳喷水量及喷水温度进行喷水,多余喷水通过二次分离器F02和冷凝水罐V01之间相连接的液封装置回流至冷凝水罐V01;压缩后蒸汽通过二次分离器F02内部自带的丝网填料分离进入加热器E04壳程对循环液进行加热冷凝,冷凝水不断收集于冷凝水罐V01;大部分冷凝水通过冷凝水泵P04、三级预热器E03完成冷凝水余热利用,进入中和反应部分NT01重新利用,冷凝水余热主要用于加热三级进料;少部分冷凝水通过水泵P05、二级预热器E02对容积式压缩机C01进行喷水调控;循环水主要

通过依次连接的循环水罐V02、循环水泵P06、容积式压缩机C01、一级预热器E01完成循环水余热利用,循环水余热主要用于加热一级进料。

[0053] 浓缩液不断循环蒸发浓缩,沸点温升达到15~18度后,经循环管道、出料泵P03进行持续排料,进入结晶池CP01,此处为自然风冷却结晶,随后进行离心干燥,最终得到硝酸钠产品,进行包装,部分硝酸钠母液回流到系统内部重新蒸发、浓缩。若设置两个结晶池,两个结晶池进行切换结晶。

[0054] 本发明在蒸发浓缩单元中增设了分离部分、压缩冷凝循环部分和喷水循环部分,通过可调控喷水,有效地调节喷水量及喷水温度,从而提高了容积式压缩机C01的绝热效率和容积效率,降低了系统单位耗能,因而减少了水蒸气的消耗和余热浪费,进而更加节能。

[0055] 本发明将从气液分离器F01出来原本需要用冷却水冷凝的稀薄二次蒸汽经体积压缩后使其温度随之升高,从而实现将低温、低压的饱和蒸汽变成高温高压的饱和蒸汽,进而可以作为热源再次加热需要被蒸发的原料液,进一步达到循环回收利用蒸汽的目的。

[0056] 本发明能够完全循环回收利用冷凝水及循环水的余热,显著提高了系统的综合热利用效率。

[0057] 相对传统多效蒸发及现有的MVR热泵蒸发系统而言,采用本发明的系统更加经济、节能,投资费用适中,且完全不需要任何形式的补热,只需要电即可完全正常运转,能够产生巨大的经济效益,比其他系统更为科学,更加高效节能,具有运行成本低、工作稳定等优点。

[0058] 本发明适用于酸碱中和法反应生成的盐类产品,且其属于冷却结晶过程的物料,如硝酸盐、硫酸盐、氟硅酸盐等。本发明涉及工艺系统及压缩机的余热梯级利用,全部回收了二次蒸汽、冷凝水及循环水的余热,显著提高了系统的综合热利用效率,同时通过可调控喷水,提高了容积式压缩机的绝热效率和容积效率,降低了工艺系统单位耗能。

[0059] 以上所述的具体实施例,对本发明解决的技术问题、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



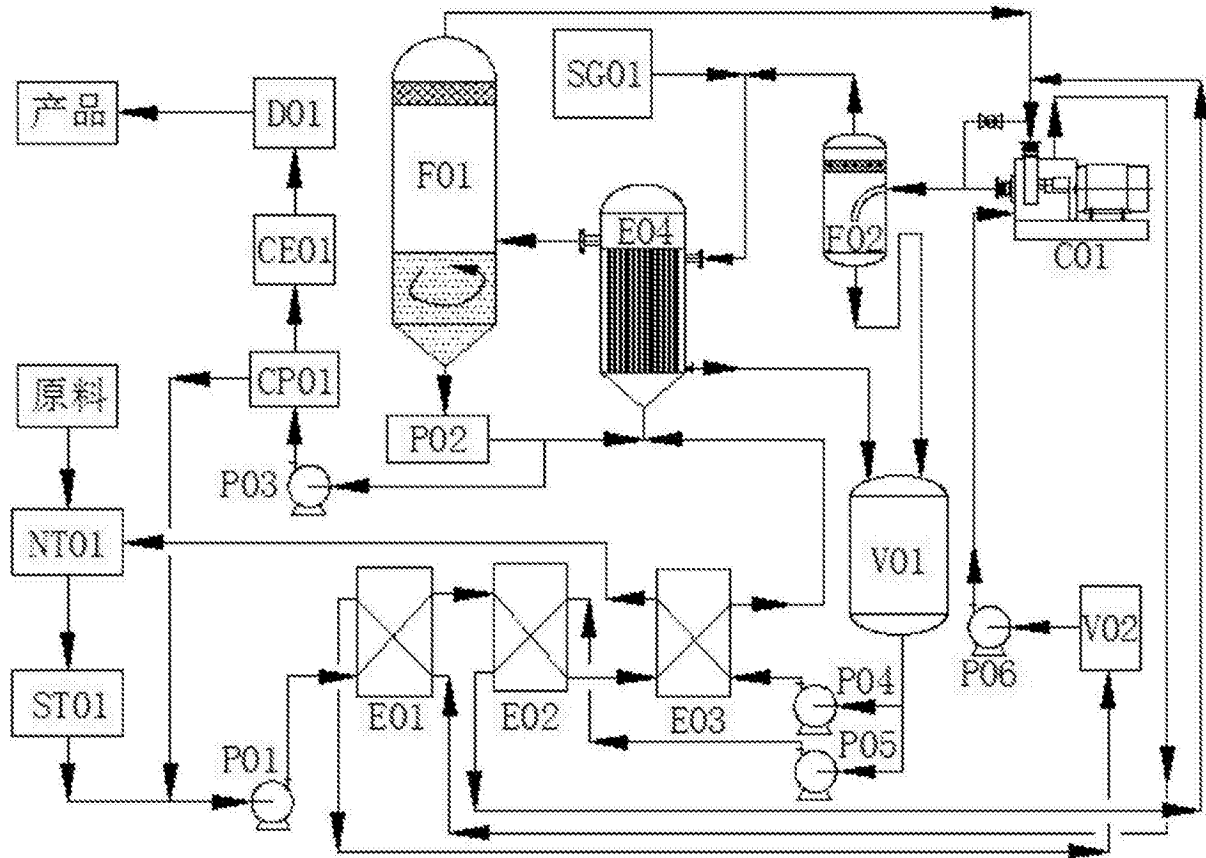


图1