



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105384152 B

(45)授权公告日 2017.05.31

(21)申请号 201510903371.5

审查员 江帅

(22)申请日 2015.12.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105384152 A

(43)申请公布日 2016.03.09

(73)专利权人 江苏同悦气体系统有限公司

地址 214443 江苏省无锡市江阴市镇澄路  
2030号

(72)发明人 方炜 解维娜 徐飞

(74)专利代理机构 江阴市同盛专利事务所(普  
通合伙) 32210

代理人 唐纫兰 曾丹

(51)Int.Cl.

C01B 21/04(2006.01)

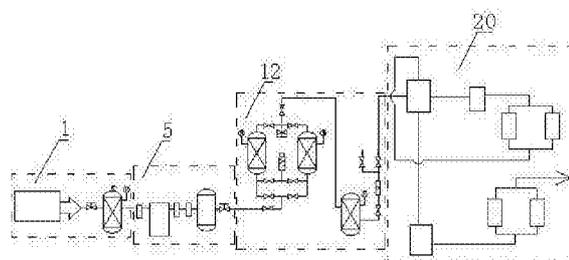
权利要求书2页 说明书6页 附图8页

(54)发明名称

高纯度制氮机及其制氮工艺

(57)摘要

本发明涉及一种高纯度制氮机,其特征在于:该制氮机从前到后依次为空气压缩系统(1)、空气净化系统(5)、变压吸附制氮系统(12)和脱氧系统(20),可用于食品保鲜、电子组装、冶金、化工制药、石油天然气等领域。这种高纯度制氮机制得的氮气纯度较高,纯度可达99.9995%,满足了高纯度的需求;两个吸附塔能快速自动切换使用,制氮效率较高;吸附塔排气管上装有优化设计的消音器,产生的噪音较小;吸附塔内碳分子筛的孔穴做出调整,使得碳分子筛的吸附效果提高。



1. 一种高纯度制氮机,其特征在於:该制氮机从前到后依次为空气压缩系统(1)、空气净化系统(5)、变压吸附制氮系统(12)和脱氧系统(20);

所述空气压缩系统(1)中设有空压机(2),空压机(2)将原料空气压缩后通过球阀(3)控制进入空气贮罐(4)中,原料空气中的气流从空气贮罐(4)通入空气净化系统(5)中;

所述空气净化系统(5)由C级过滤器(6)、冷冻干燥机(7)、T级过滤器(8)、A级过滤器(9)和空气缓冲罐(10)组成,C级过滤器(6)、冷冻干燥机(7)、T级过滤器(8)、A级过滤器(9)和空气缓冲罐(10)从前到后依次串联,从而将空气压缩系统(1)和变压吸附制氮系统(12)连接起来;

空气缓冲罐(10)通过柱塞阀(11)将净化后的空气通入变压吸附制氮系统(12)中,该变压吸附制氮系统(12)包括两个并联设置的吸附塔A(13)和吸附塔B(14),柱塞阀(11)将压缩空气通过电磁气动控制阀一(Y<sub>1</sub>)后分出两根支管,一根支管通过电磁气动控制阀二(Y<sub>2</sub>)与吸附塔A(13)的底部相连,另一根支管通过电磁气动控制阀三(Y<sub>3</sub>)与吸附塔B(14)的底部相连,吸附塔A(13)的底部与吸附塔B(14)的底部之间还连有一根管路,该管路上装有电磁气动控制阀四(Y<sub>4</sub>)和电磁气动控制阀五(Y<sub>5</sub>),所述电磁气动控制阀四(Y<sub>4</sub>)和电磁气动控制阀五(Y<sub>5</sub>)之间设置支管,该支管上设有消音器(15),吸附塔A(13)和吸附塔B(14)的顶部分别通过电磁气动控制阀六(Y<sub>6</sub>)和电磁气动控制阀七(Y<sub>7</sub>)连接在氮气储罐(18)的进气总管上,所述电磁气动控制阀六(Y<sub>6</sub>)和电磁气动控制阀七(Y<sub>7</sub>)的进气口之间通过带针形阀(16)的管路连接,所述氮气储罐(18)的进气总管上还装有电磁气动控制阀八(Y<sub>8</sub>)和单向节流阀(17),氮气储罐(18)的出气管上带有流量计(19);

其中消音器(15)包括筒体(15.1),筒体(15.1)的内部依次套有外消音筒(15.2)、中消音筒(15.3)、内消音筒(15.4),筒体(15.1)的底部与电磁气动控制阀四(Y<sub>4</sub>)和电磁气动控制阀五(Y<sub>5</sub>)之间的支管固定,筒体(15.1)的顶部与大气连通,其中内消音筒(15.4)仅在侧壁的最上方开设网孔,中消音筒(15.3)仅在侧壁的最下方开设网孔,外消音筒(15.2)在其顶部开设网孔,所述外消音筒(15.2)的顶部与筒体(15.1)顶部之间留有间隙,外消音筒(15.2)的外壁与筒体(15.1)内壁之间留有间隙并填充有棕垫(15.5);

所述吸附塔A(13)和吸附塔B(14)中设置有上、下两个碳分子筛,分别为上层碳分子筛(13.1;14.1)和下层碳分子筛(13.2;14.2),上层碳分子筛(13.1;14.1)和下层碳分子筛(13.2;14.2)的表面均开设有微孔孔穴,孔穴的直径均大于氧分子的直径而小于氮分子的直径,其中上层碳分子筛(13.1;14.1)的表面孔穴为均匀布置的菱形孔,菱形孔的直径大小相同,下层碳分子筛(13.2;14.2)由两层碳分子筛组成,两层碳分子筛之间还布有不锈钢丝,所述下层碳分子筛(13.2;14.2)的表面孔穴为均匀布置的圆形孔,其中靠近下层碳分子筛中心的圆形孔直径最小,靠近下层碳分子筛边缘的圆形孔的直径最大,圆形孔的直径从内向外变大,同一圆周上的圆形孔的直径相同,下层碳分子筛(13.2;14.2)的两层碳分子筛重合布置;

所述脱氧系统(20)包括换热器(21)、预加热器(22)、反应塔(23)、冷却器(24)和干燥塔(25),氮气储罐(18)的出气管与换热器(21)的进气口相连,换热器(21)的出气口与预加热器(22)的进气口相连,预加热器(22)的出气口与相互并联的两个反应塔(23)连接,反应塔(23)通过回流管与换热器(21)的进液口连接,换热器(21)的出液口连在冷却器(24)上,冷却器(24)与相互并联的两个干燥塔(25)连接。

2. 如权利要求1所述的一种高纯度制氮机的制氮工艺,其特征在于:

一、空气压缩系统中的空压机将原料空气压缩后通入空气贮罐中,空气贮罐将原料空气中的大部分油、液态水、灰尘附着于容器壁后留到罐底,一部分气流通入空气净化系统中;

二、原料空气在空气净化系统中依次经过C级过滤器进行初级过滤油水,随后通入冷冻干燥机中使压缩空气的压力露点降到2~10℃,随后通过T级过滤器进行微量除水,随后通过A级过滤器进行微量除油,使空气的含油量降至0.001PPm,尘埃过滤到0.01um,最后通入空气缓冲罐中;

三、空气缓冲罐将净化后的空气经过两路分别进入两个装有碳分子筛的吸附塔,先通过柱塞阀调节进气的流速,后经电磁气动控制阀一(Y<sub>1</sub>)、电磁气动控制阀二(Y<sub>2</sub>)由吸附塔A下部进入塔体,经吸附塔中碳分子筛床层吸附,并逐步向上推进,在此过程中,空气中的氧分子被吸附在碳分子筛微孔中,大量氮气及少量氧气由塔上部流出,再经电磁气动控制阀六(Y<sub>6</sub>)、电磁气动控制阀八(Y<sub>8</sub>)、单向节流阀使氮气进入氮气缓冲罐,完成吸附塔A的制氮;

吸附塔A制氮的同时,吸附塔B中吸附的氧分子经电磁气动控制阀五(Y<sub>5</sub>)和消声器排空,完成吸附塔B解吸脱氧;

四、当吸附塔A工作一段时间,吸附塔A中的碳分子筛对氧的吸附接近饱和时,则该吸附塔A停止吸附,此时电磁气动控制阀一(Y<sub>1</sub>)、电磁气动控制阀四(Y<sub>4</sub>)、电磁气动控制阀五(Y<sub>5</sub>)、电磁气动控制阀八(Y<sub>8</sub>)均处于关闭状态,而电磁气动控制阀二(Y<sub>2</sub>)、电磁气动控制阀三(Y<sub>3</sub>)、电磁气动控制阀六(Y<sub>6</sub>)、电磁气动控制阀七(Y<sub>7</sub>)同时处于开启状态,实行吸附塔A、吸附塔B均压,均压时间为1~2秒;

五、两个吸附塔均压后即切换进入吸附塔B吸附,吸附塔A解吸状态,此时压缩空气经电磁气动控制阀一(Y<sub>1</sub>)、电磁气动控制阀三(Y<sub>3</sub>)进入吸附塔B下部,经吸附塔B中的碳分子筛床层吸附,分离出来的氮气经电磁气动控制阀七(Y<sub>7</sub>)、电磁气动控制阀八(Y<sub>8</sub>)、单向节流阀进入氮气贮罐,完成吸附塔B的吸附制氮,吸附塔A、吸附塔B两塔交替吸附、解吸,从而将空气中的大部分氮和少部分氧分离,并将富氧排空,氮气输送到氮气储罐中;

六、氮气储罐通入脱氧系统的换热器的的气体介质进口,换热器将氮气通过预加热器加热后进入反应塔,除去氮气中夹杂的氧,反应塔反应后留下的气液混合物通过回流管进入换热器的液体介质进口,随后通入冷却器中降温冷却,最后通过干燥塔干燥后便得到了高纯度的氮气。

## 高纯度制氮机及其制氮工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种制氮机,具体涉及一种高纯度的PSA(变压吸附)制氮机及其制氮工艺,可用于食品保鲜、电子组装、冶金、化工制药、石油天然气等领域。

### 背景技术

[0002] PSA(变压吸附)制氮是以干净的压缩空气为原料,以碳分子筛为吸附剂,运用变压吸附原理,使充满微孔的碳分子筛对气体分子有选择性的吸附来获得氮气的新型制氮技术。

[0003] 但以往的PSA制氮机存在以下缺陷:

[0004] 1、常规的PSA制氮机制得的氮气纯度不高,无法满足高纯度的需求。

[0005] 2、常规的PSA制氮机的两个吸附塔不能快速自动切换使用,制氮效率降低。

[0006] 3、常规的PSA制氮机中吸附塔排气时产生的噪音较大。

[0007] 4、常规的PSA制氮机中吸附塔的碳分子筛的吸附效果较差。

### 发明内容

[0008] 本发明在于克服上述不足,提供一种能够制得高纯度氮气,制氮效率高,排气噪音小,碳分子筛的吸附效果好的高纯度制氮机及其制氮工艺。

[0009] 本发明的目的是这样实现的:

[0010] 一种高纯度制氮机,该制氮机从前到后依次为空气压缩系统、空气净化系统、变压吸附制氮系统和脱氧系统;

[0011] 所述空气压缩系统中设有空压机,空压机将原料空气压缩后通过球阀控制进入空气贮罐中,原料空气中的气流从空气贮罐通入空气净化系统中;

[0012] 所述空气净化系统由C级过滤器、冷冻干燥机、T级过滤器、A级过滤器和空气缓冲罐组成,C级过滤器、冷冻干燥机、T级过滤器、A级过滤器和空气缓冲罐从前到后依次串联,从而将空气压缩系统和变压吸附制氮系统连接起来;

[0013] 空气缓冲罐通过柱塞阀将净化后的空气通入变压吸附制氮系统中,该变压吸附制氮系统包括两个并联设置的吸附塔A和吸附塔B,柱塞阀将压缩空气通过电磁气动控制阀一 $Y_1$ 后分出两根支管,一根支管通过电磁气动控制阀二 $Y_2$ 与吸附塔A的底部相连,另一根支管通过电磁气动控制阀三 $Y_3$ 与吸附塔B的底部相连,吸附塔A的底部与吸附塔B的底部之间还连有一根管路,该管路上装有电磁气动控制阀四 $Y_4$ 和电磁气动控制阀五 $Y_5$ ,所述电磁气动控制阀四 $Y_4$ 和电磁气动控制阀五 $Y_5$ 之间设置支管,该支管上设有消音器,吸附塔A和吸附塔B的顶部分别通过电磁气动控制阀六 $Y_6$ 和电磁气动控制阀七 $Y_7$ 连接在氮气储罐的进气总管上,所述电磁气动控制阀六 $Y_6$ 和电磁气动控制阀七 $Y_7$ 的进气口之间通过带针形阀的管路连接,所述氮气储罐的进气总管上还装有电磁气动控制阀八 $Y_8$ 和单向节流阀,氮气储罐的出气管上带有流量计;

[0014] 其中消音器包括筒体,筒体的内部依次套有外消音筒、中消音筒、内消音筒,筒体

的底部与电磁气动控制阀四Y<sub>4</sub>和电磁气动控制阀五Y<sub>5</sub>之间的支管固定,筒体的顶部与大气连通,其中内消音筒仅在侧壁的最上方开设网孔,中消音筒仅在侧壁的最下方开设网孔,外消音筒在其顶部开设网孔,所述外消音筒的顶部与筒体顶部之间留有间隙,外消音筒的外壁与筒体内壁之间留有间隙并填充有棕垫;

[0015] 所述吸附塔A和吸附塔B中设置有上、下两个碳分子筛,分别为上层碳分子筛和下层碳分子筛,上层碳分子筛和下层碳分子筛的表面均开设有微孔孔穴,孔穴的直径均大于氧分子的直径而小于氮分子的直径,其中上层碳分子筛的表面孔穴为均匀布置的菱形孔,菱形孔的直径大小相同,下层碳分子筛由两层碳分子筛组成,两层碳分子筛之间还布有不锈钢丝,所述下层碳分子筛的表面孔穴为均匀布置的圆形孔,其中靠近下层碳分子筛中心的圆形孔直径最小,靠近下层碳分子筛边缘的圆形孔的直径最大,圆形孔的直径从内向外变大,同一圆周上的圆形孔的直径相同,下层碳分子筛的两层碳分子筛重合布置;

[0016] 所述脱氧系统包括换热器、预加热器、反应塔、冷却器和干燥塔,氮气储罐的出气管与换热器的进气口相连,换热器的出气口与预加热器的进气口相连,预加热器的出气口与相互并联的两个反应塔连接,反应塔通过回流管与换热器的进液口连接,换热器的出液口连在冷却器上,冷却器与相互并联的两个干燥塔连接。

[0017] 一种高纯度制氮机的制氮工艺:

[0018] 一、空气压缩系统中的空压机将原料空气压缩后通入空气贮罐中,空气贮罐将原料空气中的大部分油、液态水、灰尘附着于容器壁后留到罐底,一部分气流通入空气净化系统中;

[0019] 二、原料空气在空气净化系统中依次经过C级过滤器进行初级过滤油水,随后通入冷冻干燥机中使压缩空气的压力露点降到2~10℃,随后通过T级过滤器进行微量除水,随后通过A级过滤器进行微量除油,使空气的含油量降至0.001PPm,尘埃过滤到0.01um,最后通入空气缓冲罐中;

[0020] 三、空气缓冲罐将净化后的空气经过两路分别进入两个装有碳分子筛的吸附塔,先通过柱塞阀调节进气的流速,后经电磁气动控制阀一Y<sub>1</sub>、电磁气动控制阀二Y<sub>2</sub>由吸附塔A下部进入塔体,经吸附塔中碳分子筛床层吸附,并逐步向上推进,在此过程中,空气中的氧分子被吸附在碳分子筛微孔中,大量氮气及少量氧气由塔上部流出,再经电磁气动控制阀六Y<sub>6</sub>、电磁气动控制阀八Y<sub>8</sub>、单向节流阀使氮气进入氮气缓冲罐,完成吸附塔A的制氮;

[0021] 吸附塔A制氮的同时,吸附塔B中吸附的氧分子经电磁气动控制阀五Y<sub>5</sub>和消声器排空,完成吸附塔B解吸脱氧;

[0022] 四、当吸附塔A工作一段时间,吸附塔A中的碳分子筛对氧的吸附接近饱和时,则该吸附塔A停止吸附,此时电磁气动控制阀一Y<sub>1</sub>、电磁气动控制阀四Y<sub>4</sub>、电磁气动控制阀五Y<sub>5</sub>、电磁气动控制阀八Y<sub>8</sub>均处于关闭状态,而电磁气动控制阀二Y<sub>2</sub>、电磁气动控制阀三Y<sub>3</sub>、电磁气动控制阀六Y<sub>6</sub>、电磁气动控制阀七Y<sub>7</sub>同时处于开启状态,实行吸附塔A、吸附塔B均压,均压时间为1~2秒;

[0023] 五、两个吸附塔均压后即切换进入吸附塔B吸附,吸附塔A解吸状态,此时压缩空气经电磁气动控制阀一Y<sub>1</sub>、电磁气动控制阀三Y<sub>3</sub>进入吸附塔B下部,经吸附塔B中的碳分子筛床层吸附,分离出来的氮气经电磁气动控制阀七Y<sub>7</sub>、电磁气动控制阀八Y<sub>8</sub>、单向节流阀进入氮气贮罐,完成吸附塔B的吸附制氮,吸附塔A、吸附塔B两塔交替吸附、解吸,从而将空气中的

大部分氮和少部分氧分离,并将富氧排空,氮气输送到氮气储罐中;

[0024] 六、氮气储罐通入脱氧系统的换热器的的气体介质进口,换热器将氮气通过预加热器加热后进入反应塔,除去氮气中夹杂的氧,反应塔反应后留下的气液混合物通过回流管进入换热器的液体介质进口,随后通入冷却器中降温冷却,最后通过干燥塔干燥后便得到了高纯度的氮气。

[0025] 本发明高纯度制氮机及其制氮工艺具有以下优点:

[0026] 1、这种高纯度制氮机制得的氮气纯度较高,纯度可达99.9995%,满足了高纯度的需求。

[0027] 2、这种高纯度制氮机的两个吸附塔能快速自动切换使用,制氮效率较高。

[0028] 3、这种高纯度制氮机中吸附塔排气管上装有优化设计的消音器,产生的噪音较小。

[0029] 4、这种高纯度制氮机中吸附塔内碳分子筛的结构做出调整,使得碳分子筛的吸附效果提高。

## 附图说明

[0030] 图1为本发明高纯度制氮机的结构示意图。

[0031] 图2为图1中空气压缩系统和空气净化系统的结构示意图。

[0032] 图3为图1中变压吸附制氮系统的结构示意图。

[0033] 图4为图3中吸附塔A的内部结构示意图。

[0034] 图5为图3中吸附塔B的内部结构示意图。

[0035] 图6为图4中上层碳分子筛的表面结构示意图。

[0036] 图7为图4中下层碳分子筛的表面结构示意图。

[0037] 图8为图3中消音器的结构示意图。

[0038] 图9为图1中脱氧系统的结构示意图。

[0039] 其中:空气压缩系统1、空压机2、球阀3、空气贮罐4、空气净化系统5、C级过滤器6、冷冻干燥机7、T级过滤器8、A级过滤器9、空气缓冲罐10、柱塞阀11、变压吸附制氮系统12、吸附塔A13、上层碳分子筛13.1、下层碳分子筛13.2、吸附塔B14、上层碳分子筛14.1、下层碳分子筛14.2、消音器15、筒体15.1、外消音筒15.2、中消音筒15.3、内消音筒15.4、棕垫15.5、针形阀16、单向节流阀17、氮气储罐18、流量计19、脱氧系统20、换热器21、预加热器22、反应塔23、冷却器24、干燥塔25、电磁气动控制阀一Y<sub>1</sub>、电磁气动控制阀二Y<sub>2</sub>、电磁气动控制阀三Y<sub>3</sub>、电磁气动控制阀四Y<sub>4</sub>、电磁气动控制阀五Y<sub>5</sub>、电磁气动控制阀六Y<sub>6</sub>、电磁气动控制阀七Y<sub>7</sub>、电磁气动控制阀八Y<sub>8</sub>。

## 具体实施方式

[0040] 参见图1至图9,本发明涉及一种高纯度制氮机,该制氮机从前到后依次为空气压缩系统1、空气净化系统5、变压吸附制氮系统12和脱氧系统20,所述空气压缩系统1中设有空压机2,空压机2将原料空气压缩后通过球阀3控制进入空气贮罐4中,原料空气中的大部分油、液态水、灰尘附着于容器壁后留到罐底并定期用排污阀排出,一部分气流从空气贮罐通入空气净化系统5中。

[0041] 所述空气净化系统5由C级过滤器6、冷冻干燥机7、T级过滤器8、A级过滤器9和空气缓冲罐10组成,C级过滤器6、冷冻干燥机7、T级过滤器8、A级过滤器9和空气缓冲罐10从前到后依次串联,从而将空气压缩系统1和变压吸附制氮系统12连接起来,空气净化系统5通过冷冻除湿以及过滤器由粗到精地将压缩空气中的液态水、油及尘埃过滤干净,使压缩空气的压力露点降到2~10℃,含油量降至0.001PPm,尘埃过滤到0.01um,并存放到空气缓冲罐10中,保证了原料气的洁净。

[0042] 空气缓冲罐10通过柱塞阀11将净化后的空气通入变压吸附制氮系统12中,该变压吸附制氮系统12主要由两个并联设置的吸附塔A13和吸附塔B14组成,柱塞阀11将压缩空气通过电磁气动控制阀一Y<sub>1</sub>后分出两根支管,一根支管通过电磁气动控制阀二Y<sub>2</sub>与吸附塔A13的底部相连,另一根支管通过电磁气动控制阀三Y<sub>3</sub>与吸附塔B14的底部相连,吸附塔A13的底部与吸附塔B14的底部之间还连有一根管路,该管路上装有电磁气动控制阀四Y<sub>4</sub>和电磁气动控制阀五Y<sub>5</sub>,所述电磁气动控制阀四Y<sub>4</sub>和电磁气动控制阀五Y<sub>5</sub>之间设置支管,该支管上设有消音器15,吸附塔A13和吸附塔B14的顶部分别通过电磁气动控制阀六Y<sub>6</sub>和电磁气动控制阀七Y<sub>7</sub>连接在氮气储罐18的进气总管上,所述电磁气动控制阀六Y<sub>6</sub>和电磁气动控制阀七Y<sub>7</sub>的进气口之间通过带针形阀16的管路连接,所述氮气储罐18的进气总管上还装有电磁气动控制阀八Y<sub>8</sub>和单向节流阀17,氮气储罐18的出气管上带有流量计19。

[0043] 其中消音器15包括筒体15.1,筒体15.1的内部依次套有外消音筒15.2、中消音筒15.3、内消音筒15.4,筒体15.1的底部与电磁气动控制阀四Y<sub>4</sub>和电磁气动控制阀五Y<sub>5</sub>之间的支管固定,筒体15.1的顶部与大气连通,其中内消音筒15.4仅在侧壁的最上方开设网孔,中消音筒15.3仅在侧壁的最下方开设网孔,外消音筒15.2在其顶部开设网孔,所述外消音筒15.2的顶部与筒体15.1顶部之间留有间隙,外消音筒15.2的外壁与筒体15.1内壁之间留有间隙并填充有棕垫15.5,当吸附塔将剩余氧气彻底从吸附塔释放到空气中时(即解吸),气体从内筒体15.1底部进入,并从内消音筒15.4侧壁最上方的网孔中进入中消音筒15.3,再从中消音筒15.3侧壁最下方的网孔中进入外消音筒15.2,最后从外消音筒15.2顶部网孔进入筒体15.1顶部再排到大气中。

[0044] 所述吸附塔A13和吸附塔B14的吸附压力为0.7~0.8MPa,吸附塔A13和吸附塔B14中设置有上、下两个碳分子筛,分别为上层碳分子筛13.1;14.1和下层碳分子筛13.2;14.2,上层碳分子筛13.1;14.1和下层碳分子筛13.2;14.2的表面均开设有微孔孔穴,孔穴的直径均大于氧分子的直径而小于氮分子的直径,其中上层碳分子筛13.1;14.1的表面孔穴为均匀布置的菱形孔,菱形孔的直径大小相同,下层碳分子筛13.2;14.2由两层碳分子筛组成,两层碳分子筛之间还布有不锈钢丝,所述下层碳分子筛13.2;14.2的表面孔穴为均匀布置的圆形孔,其中靠近下层碳分子筛中心的圆形孔直径最小,靠近下层碳分子筛边缘的圆形孔的直径最大,圆形孔的直径从内向外变大,同一圆周上的圆形孔的直径相同,下层碳分子筛13.2;14.2的两层碳分子筛重合布置。

[0045] 吸附塔内的碳分子筛是由硬煤磨细后,经一系列加工成型烧结所得,经活化成型后的碳分子筛的晶粒体分布着无数微孔孔穴,孔穴直径控制在氧分子直径与氮分子直径之间(注:氧分子直径小于氮分子直径)。对于小于孔穴直径的气体分子能进入孔穴内,把大于孔穴的分子挡在孔外,起着筛分分子的作用。

[0046] 大量的分子筛堆积在吸附塔内,开始工作时,吸附塔内的空气压力为常压(即表压

为0MPa),当0.7~0.8MPa压力的空气进入碳分子床层时,分子筛孔穴内氧气分压力(注:空气压力由各种气体的分压力组成,空气压力越高,对应的气体分压力就越高)与分子筛孔穴外部空气中的氧气分压力形成压力差,外部氧分子就有进入分子筛孔穴内的趋势,在这个作用力的推动下,大量的氧分子以较快的速度进入分子筛孔穴内。(注:压力差越大,氧分子进入分子筛孔穴的扩散速度就越快)大量氧分子进入分子筛孔穴内,而氮分子直径大于分子筛孔穴直径,故进不了分子筛孔穴内,只是在分子筛外的气相中富集,从而将氮气和氧气从空气中分离出来。由于分子筛孔穴内有一定的容积,吸附塔工作一定的时间后,进入分子筛内的氧分子越来越多,分子筛孔穴内部的氧气分压力越来越高,当分子筛孔穴内部的氧气分压力和外部的氧气分压力相等时,氧气此时没有流动的趋势,只在分子筛孔穴内外自由扩散,此时即为分子筛吸附氧气已达到饱和状态。(碳分子筛对氧气的最大平衡吸附量随吸附压力升高而增加,反之则减小,所以吸附压力应控制在较高的压力范围,正常为0.7~0.8MPa,以达到较佳的吸附效果)。吸附塔内的分子筛吸附饱和后,要进行下一次工作需把分子筛孔穴内的氧分子排放出去。工作结束后,吸附塔把废气排出塔外,碳分子筛层的压力通过均压由0.3~0.6MPa降到常压,碳分子筛孔穴内的氧气分压力大于外部氧气分压力,氧气从孔穴内向外流动,就从分子筛孔穴内把吸附的氧分子释放出来。这就是变压吸附制氮过程。

[0047] 这样净化后的空气便经过两路分别进入制氮机的两个吸附塔,通过制氮机上的电磁气动控制阀切换使两个吸附塔进行交替吸附和解吸,从而将空气中的大部分氮和少部分氧分离,并将富氧排空,氮气输送到氮气储罐中。

[0048] 所述脱氧系统20包括换热器21、预加热器22、反应塔23、冷却器24和干燥塔25,氮气储罐18的出气管与换热器21的进气口相连,换热器21的出气口与预加热器22的进气口相连,预加热器22的出气口与相互并联的两个反应塔23连接,该反应塔23用于除去氮气中夹杂的氧,反应塔23通过回流管与换热器21的进液口连接,换热器21的出液口连在冷却器24上,冷却器24与相互并联的两个干燥塔25连接,通过干燥塔25干燥后便能得到高纯度的氮气。

[0049] 这种高纯度制氮机的制氮工艺为:

[0050] 一、空气压缩系统中的空压机将原料空气压缩后通入空气贮罐中,空气贮罐将原料空气中的大部分油、液态水、灰尘附着于容器壁后留到罐底,一部分气流通入空气净化系统中。

[0051] 二、原料空气在空气净化系统中依次经过C级过滤器进行初级过滤油水,随后通入冷冻干燥机中使压缩空气的压力露点降到2~10℃,随后通过T级过滤器进行微量除水,随后通过A级过滤器进行微量除油,使空气的含油量降至0.001PPm,尘埃过滤到0.01um,最后通入空气缓冲罐中。

[0052] 三、空气缓冲罐将净化后的空气经过两路分别进入两个装有碳分子筛的吸附塔,先通过柱塞阀调节进气的流速,后经电磁气动控制阀一Y<sub>1</sub>、电磁气动控制阀二Y<sub>2</sub>由吸附塔A下部进入塔体,经吸附塔中碳分子筛床层吸附,并逐步向上推进,在此过程中,空气中的氧分子被吸附在碳分子筛微孔中,大量氮气及少量氧气由塔上部流出,再经电磁气动控制阀六Y<sub>6</sub>、电磁气动控制阀八Y<sub>8</sub>、单向节流阀使氮气进入氮气缓冲罐,完成吸附塔A的制氮;

[0053] 吸附塔A制氮的同时,吸附塔B中吸附的氧分子经电磁气动控制阀五Y<sub>5</sub>和消声器排

空,完成吸附塔B解吸脱氧。

[0054] 四、当吸附塔A工作一段时间,吸附塔A中的碳分子筛对氧的吸附接近饱和时,则该吸附塔A停止吸附,此时电磁气动控制阀一Y<sub>1</sub>、电磁气动控制阀四Y<sub>4</sub>、电磁气动控制阀五Y<sub>5</sub>、电磁气动控制阀八Y<sub>8</sub>均处于关闭状态,而电磁气动控制阀二Y<sub>2</sub>、电磁气动控制阀三Y<sub>3</sub>、电磁气动控制阀六Y<sub>6</sub>、电磁气动控制阀七Y<sub>7</sub>同时处于开启状态,实行吸附塔A、吸附塔B均压,均压的作用是把A塔外气相中的气体(此气体含氧量少)转移至B塔再利用,均压时间为1~2秒。

[0055] 五、两个吸附塔均压后即切换进入吸附塔B吸附,吸附塔A解吸状态,此时压缩空气经电磁气动控制阀一Y<sub>1</sub>、电磁气动控制阀三Y<sub>3</sub>进入吸附塔B下部,经吸附塔B中的碳分子筛床层吸附,分离出来的氮气经电磁气动控制阀七Y<sub>7</sub>、电磁气动控制阀八Y<sub>8</sub>、单向节流阀进入氮气贮罐,完成吸附塔B的吸附制氮,吸附塔A、吸附塔B两塔交替吸附、解吸,从而将空气中的大部分氮和少部分氧分离,并将富氧排空,氮气输送到氮气储罐中。

[0056] 六、氮气储罐通入脱氧系统的换热器的的气体介质进口,换热器将氮气通过预加热器加热后进入反应塔,除去氮气中夹杂的氧,反应塔反应后留下的气液混合物通过回流管进入换热器的液体介质进口,随后通入冷却器中降温冷却,最后通过干燥塔干燥后便得到了高纯度的氮气。

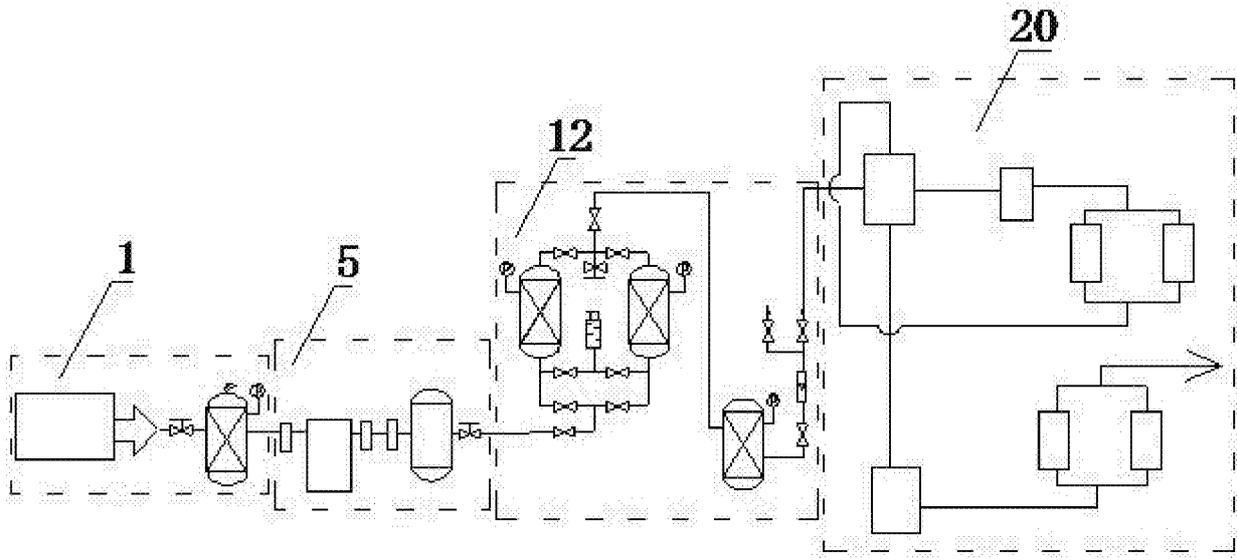


图1

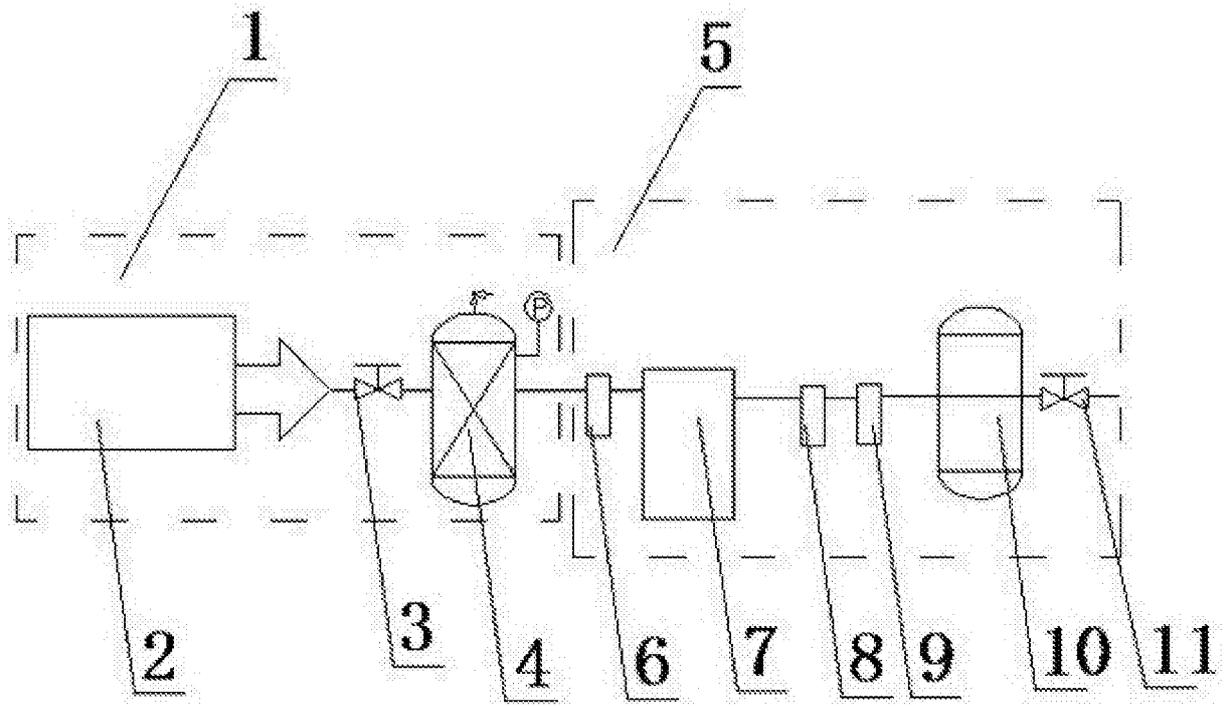


图2

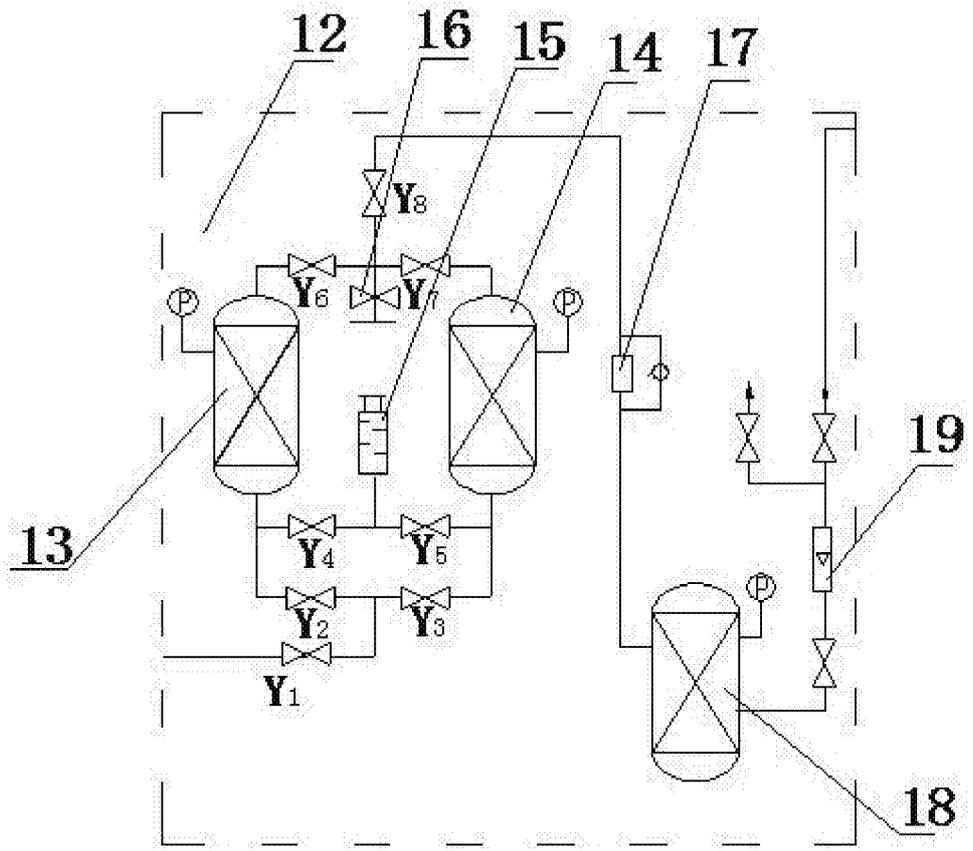


图3

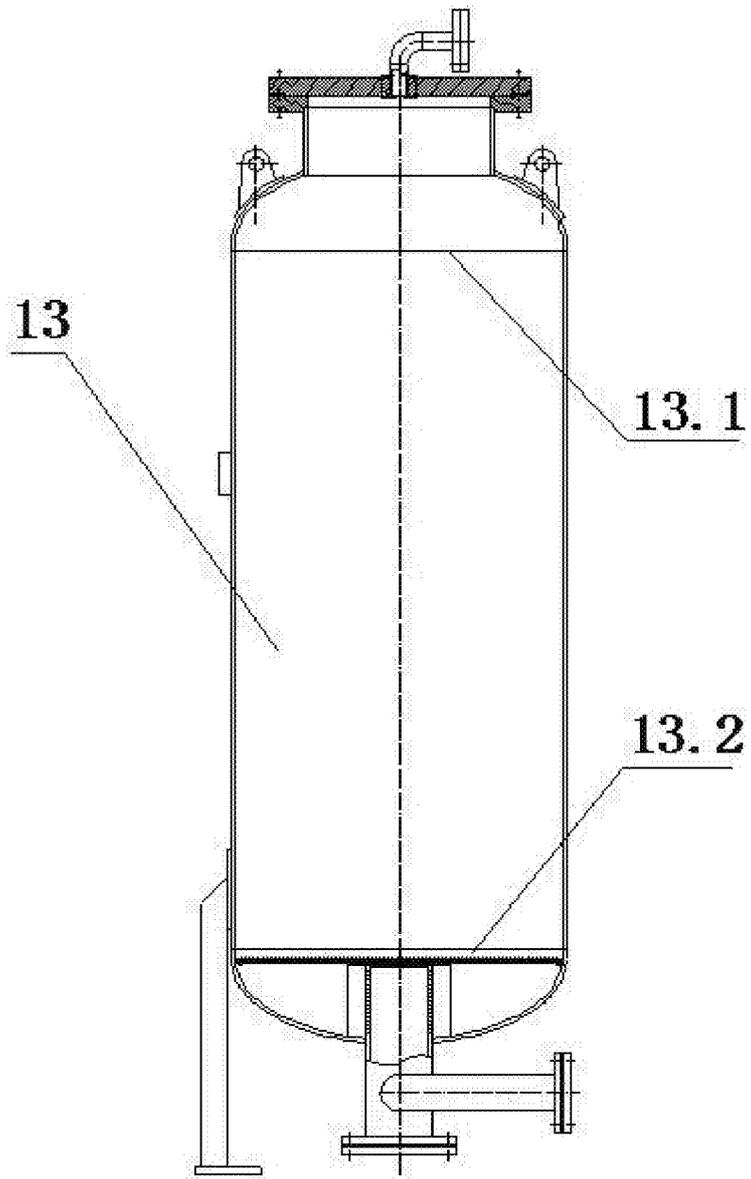


图4

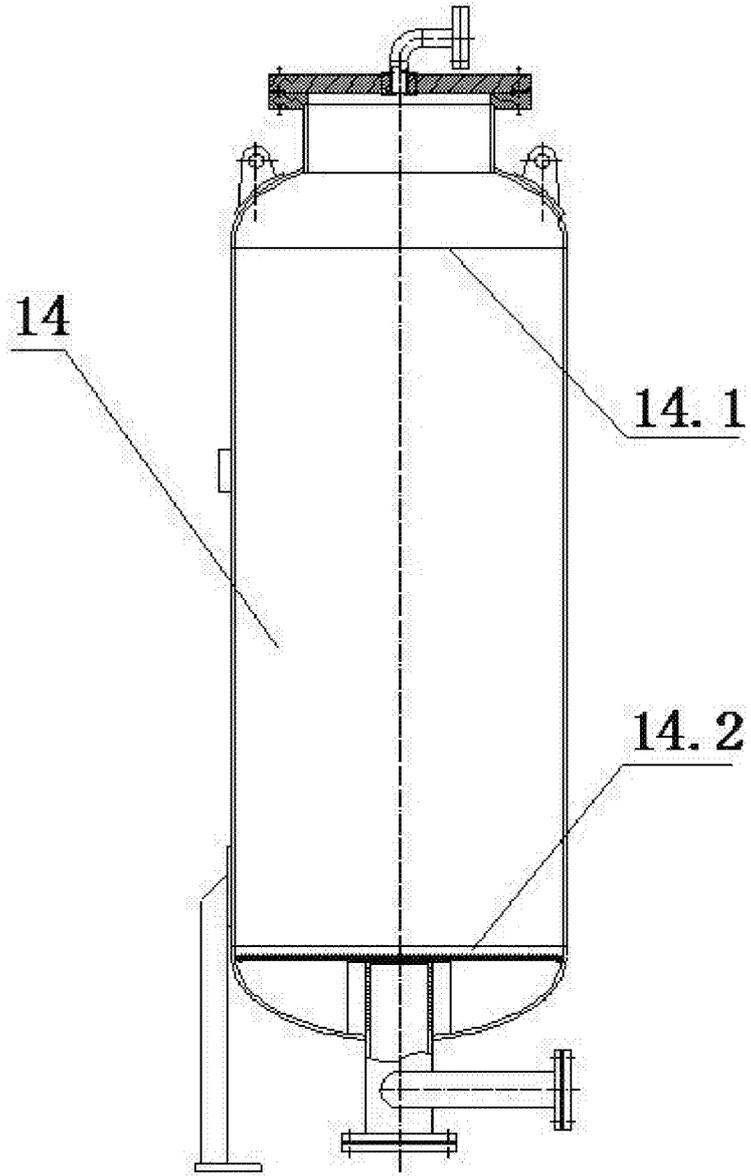


图5

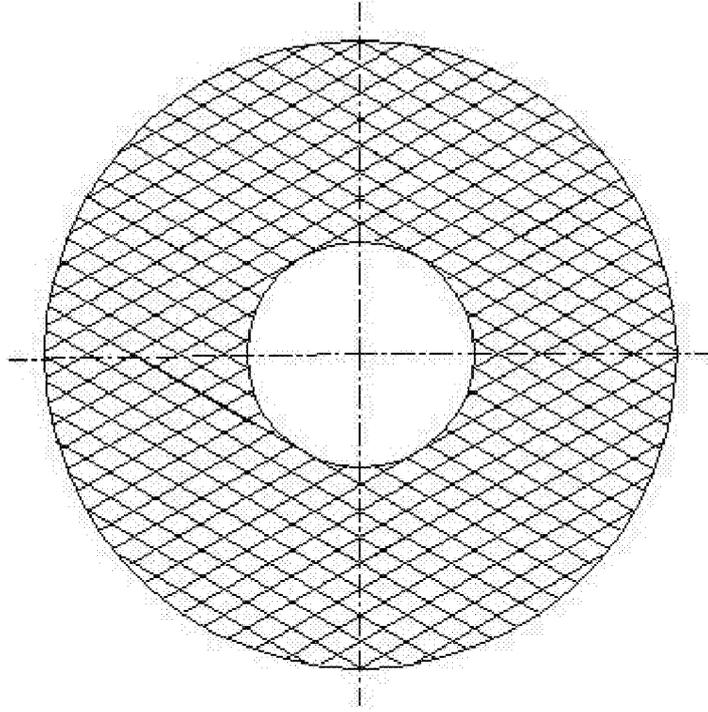


图6

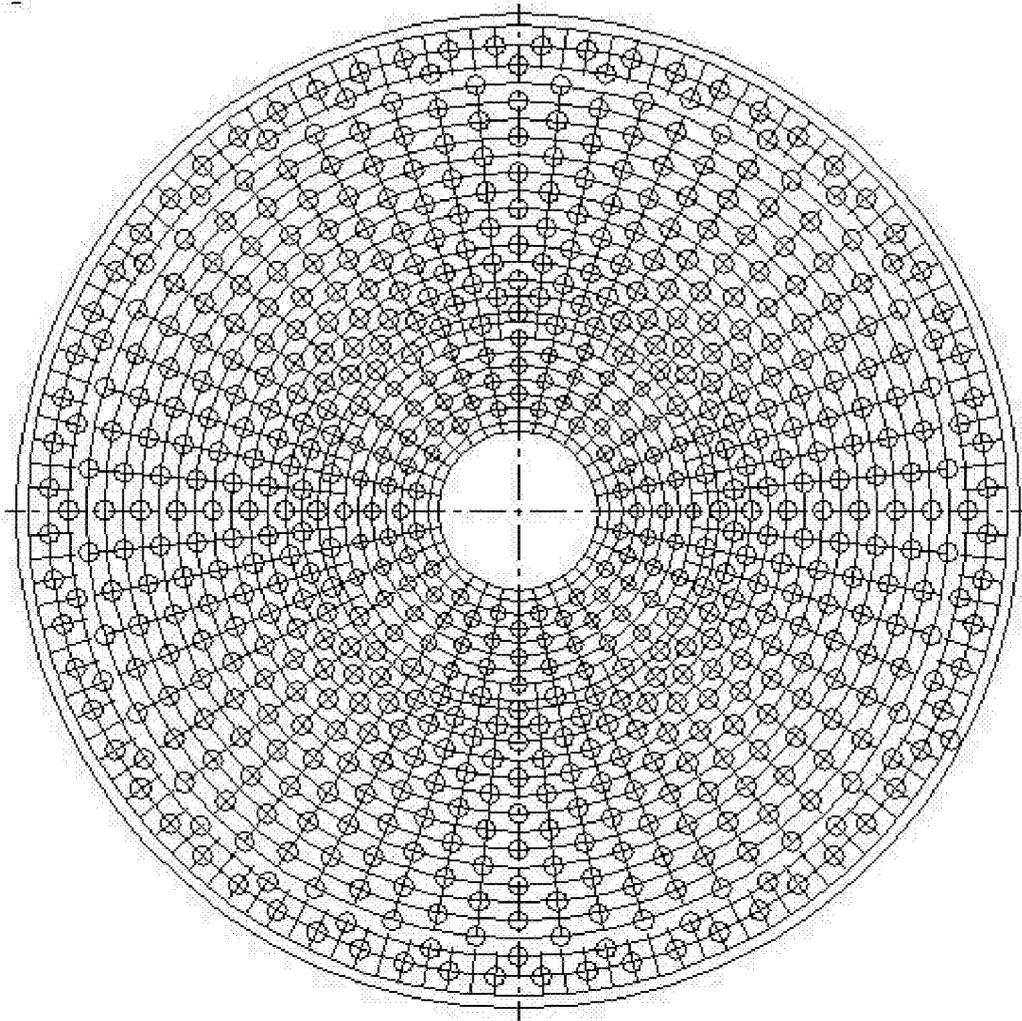


图7

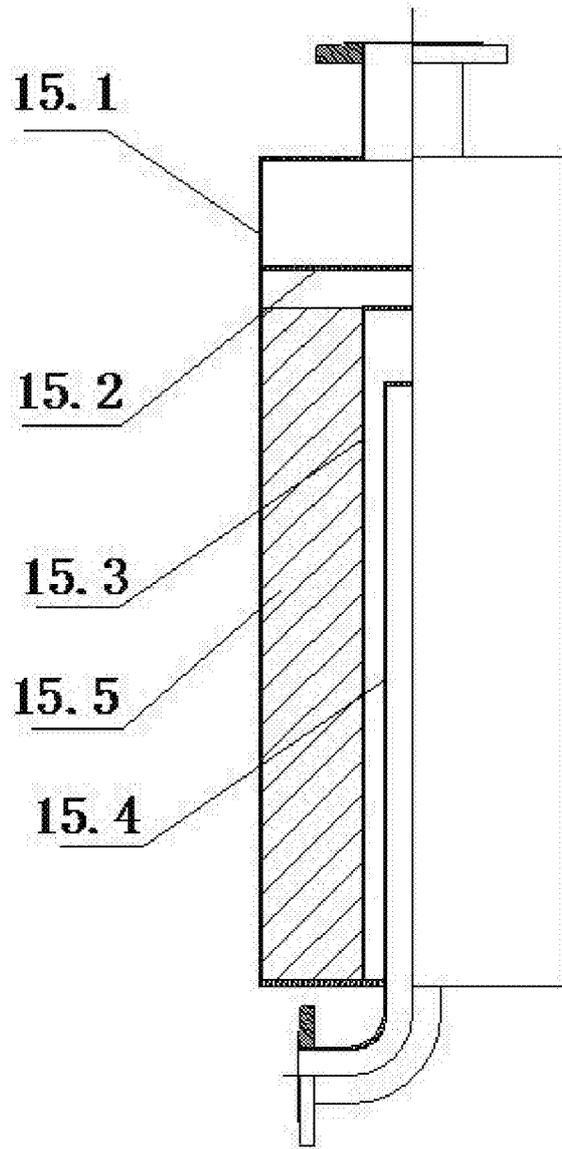


图8

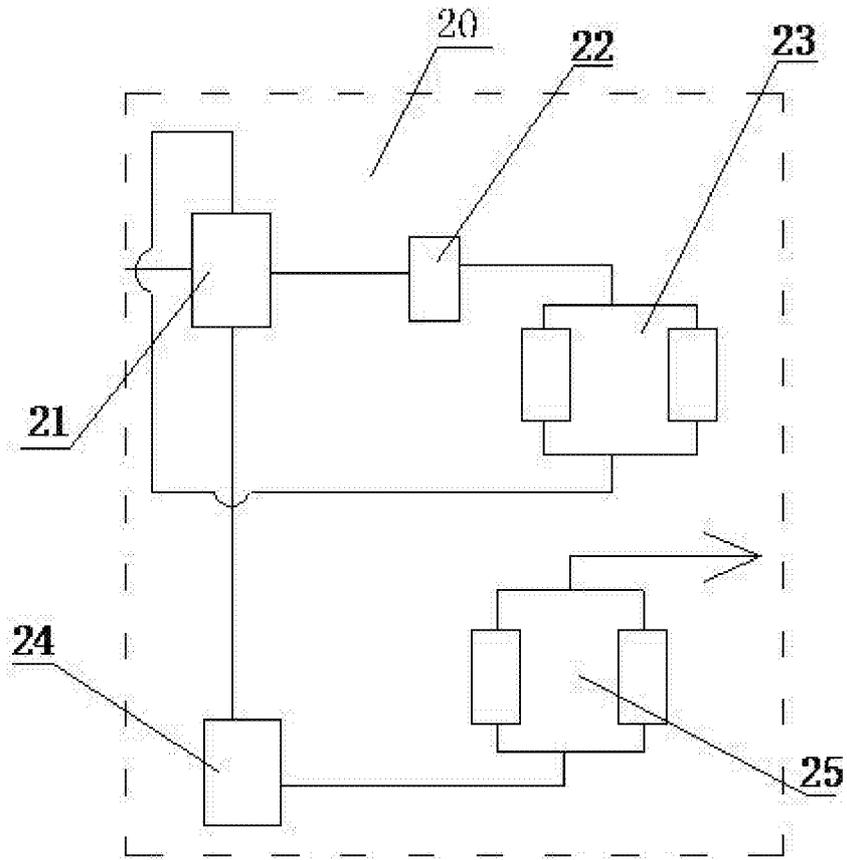


图9