



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119174994 A

(43) 申请公布日 2024. 12. 24

(21) 申请号 202411683263.7

(22) 申请日 2024.11.22

(71) 申请人 福建伊普思实业有限公司

地址 364300 福建省龙岩市武平县武平工业园区新业路19号

(72) 发明人 王健 王亚军 林培锋

(51) Int. Cl.

B01D 53/26 (2006.01)

B01D 53/04 (2006.01)

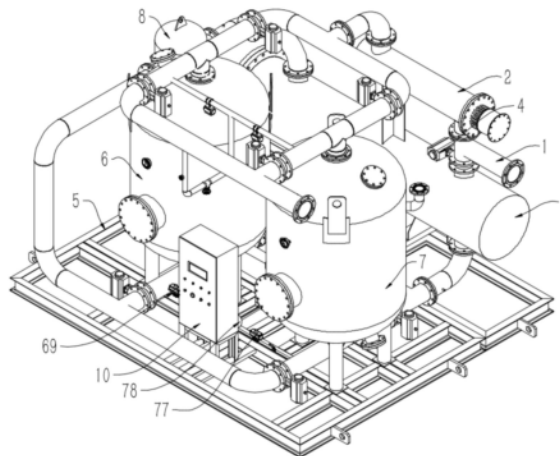
权利要求书2页 说明书15页 附图16页

(54) 发明名称

一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机

(57) 摘要

本发明公开了一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机,包括:主进气管,与所述进气管相连通的加热器与冷却器,设置在所述主进气管上的比例调节阀,通过所述比例调节阀调控气流进入所述加热器与冷却器中的比例;本发明通过A吸附塔和B吸附塔交替使用,吸附塔内部设有多个吸附剂盘,吸附剂盘设计为中部向上弧形凸起和两侧边缘上下弧形弯折,形成不同的吸附区域。普通的微气耗全流量加热吸干机在再生阶段全流量加热,导致加热器功率大幅增加,能量损耗大,难以持续保持低露点。而本发明通过部分气流加热和优化的气流分布,可以在相同露点下更容易达到低露点,并且能够持续保持低露点。



1. 一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机,其特征在於,包括:

主进气管(1),与所述进气管相连通的加热器(2)与冷却器(3),设置在所述主进气管(1)上的比例调节阀(4),通过所述比例调节阀(4)调控气流进入所述加热器(2)与冷却器(3)中的比例;

安装在底座(5)上方的A吸附塔(6)与B吸附塔(7),所述A吸附塔(6)、B吸附塔(7)下方的管口与冷却器(3)通过热再生出气管(72)相连通,所述A吸附塔(6)下方设置有A塔再生出气阀(61),所述B吸附塔(7)下方设置有B塔再生出气阀(71),通过控制所述A塔再生出气阀(61)与B塔再生出气阀(71)的开启/关闭状态,调节所述冷却器(3)与A吸附塔(6)、B吸附塔(7)的连通状态;

输入口与所述冷却器(3)的输出口相连接的气液分离器(8),所述气液分离器(8)的输出口与热再生出气管(72)相连通;

所述A吸附塔(6)、B吸附塔(7)上方的管口与加热器(2)通过排气管(62)相连通,所述A吸附塔(6)与加热器(2)之间设置有A塔再生吹冷阀(66),所述B吸附塔(7)与加热器(2)之间设置有B塔再生吹冷阀(76),通过控制所述A塔再生吹冷阀(66)与B塔再生吹冷阀(76)的开启/关闭状态,调节所述A吸附塔(6)、B吸附塔(7)与加热器(2)的连通状态;

主输出管(11),所述主输出管(11)与A吸附塔(6)、B吸附塔(7)相连通,所述A吸附塔(6)与主输出管(11)之间设置有A塔排气阀(65),所述B吸附塔(7)与主输出管(11)之间设置有B塔排气阀(75),通过控制所述A塔排气阀(65)与B塔排气阀(75)的开启/关闭状态,调节所述A吸附塔(6)、B吸附塔(7)与主输出管(11)的连通状态;

连通所述A吸附塔(6)、B吸附塔(7)上方端口的吹冷管(12),所述吹冷管(12)靠近A吸附塔(6)一侧设置有A塔再生吹冷阀(66),所述吹冷管(12)靠近B吸附塔(7)一侧设置有B塔再生吹冷阀(76),通过切换所述A塔再生吹冷阀(66)或所述B塔再生吹冷阀(76)的开启/关闭状态,控制再生吹冷气流输入A吸附塔(6)/B吸附塔(7);

控制模块(9),所述控制模块(9)与外部供电设备(10)、加热器(2)、冷却器(3)、比例调节阀(4)、A塔再生出气阀(61)、B塔再生出气阀(71)、气液分离器(8)、A塔再生吹冷阀(66)、B塔再生吹冷阀(76)、A塔排气阀(65)、B塔排气阀(75)电连接。

2. 根据权利要求1所述一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机,其特征在於:还包括储液罐(81),所述储液罐(81)与气液分离器(8)相连通,承接存储所述气液分离器(8)分离的液体。

3. 根据权利要求1所述一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机,其特征在於:还包括多组纵向布设在所述A吸附塔(6)内部的吸附剂盘(601),相邻的两个所述吸附剂盘(601)间距区间为13mm-28mm。

4. 根据权利要求3所述一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机,其特征在於:所述吸附剂盘(601)中部向上弧形凸起,形成第一吸附部(602),所述吸附剂盘(601)两侧边的边缘向上弧形弯折,形成第二吸附部(603),所述吸附剂盘(601)两侧边的边缘向下弧形弯折,形成第三吸附部(604),所述第二吸附部(603)与第三吸附部(604)交错布设。

5. 根据权利要求4所述一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机,其特征在於:所述吸附剂盘(601)中包括上盘体(611)、下盘体(612),所述上盘体(611)与下盘体(612)边缘固定连接,所述上盘体(611)与下盘体(612)之间设置有夹层,在所述夹层内填充吸附颗粒(613),

所述上盘体(611)与下盘体(612)上设置有细密的透气孔,所述透气孔的孔径小于吸附颗粒(613)孔径。

6.根据权利要求5所述一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机,其特征在于:所述上盘体(611)与下盘体(612)向下设有若干个弧形内凹结构,所述上盘体(611)内凹深度小于下盘体(612),通过所述上盘体(611)与下盘体(612)的弧形内凹结构配合形成容置空间(614),在所述容置空间(614)内填充吸附颗粒(613)。

7.根据权利要求1所述一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机,其特征在于:所述加热器(2)还包括通入风流的电热管(701),缠绕在所述电热管(701)外环的电热丝(702),套装在所述电热管(701)与电热丝(702)外部的壳体(703),以及连接所述电热丝(702)的导电模块(704),所述导电模块(704)与控制模块(9)电连接。

8.根据权利要求7所述一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机,其特征在于:所述电热管(701)内侧面绕轴布设多组加热片(705),所述加热片(705)朝向入风一端倾斜设置。

9.根据权利要求8所述一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机,其特征在于:所述加热片(705)宽度自与电热管(701)连接处朝向端部逐渐缩小。

一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机

技术领域

[0001] 本发明是一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机,属于压缩热吸干机技术领域。

背景技术

[0002] 压缩热吸干机是一种用于降低压缩空气中水分含量,使其达到更低露点要求的设备。它利用压缩热(即压缩过程中产生的热量)来再生干燥剂,从而大幅度减少在再生过程中消耗的压缩空气量,实现节能高效的空气干燥效果。

[0003] 吸干机运行的基本原理包括两个主要部分:吸附干燥部分和再生加热部分。具体工作流程如下:

吸附干燥:当压缩空气通过装有干燥剂(如分子筛、活性氧化铝等)的干燥塔时,干燥剂会吸附空气中的水分,使得输出的压缩空气具有很低的相对湿度,即较低的露点温度,满足用户对空气质量的要求。

[0004] 再生加热:压缩热吸干机的一个重要特点是在干燥剂的再生过程中利用部分压缩热来加热干燥剂,加速水分从干燥剂中解析出来。这样可以在不大量使用压缩空气作为再生吹扫气源的情况下完成干燥剂的再生,大大降低能耗和气耗。为此,设备通常配备有热交换器,可以有效地收集和利用压缩过程中产生的部分热量。

[0005] 在压缩空气干燥领域,低露点和节能往往是两个相对对立的目标。传统的全流量加热型微气耗压缩热吸附式干燥机就是一个典型例子,它们虽然能够达到较低的露点要求,但在加热器上的功耗较大,导致能效较低。这种全流量再生方式的弊端在于,由于进气温度不高,再生效果不够理想,难以实现更严格的低露点标准。为了达到更低的露点,设备通常需要提高进气再生的温度,而这又意味着更大的装机功率和更高的能耗。

[0006] 此外,全流量再生过程中,所有气流都需要通过加热器,这不仅增加了加热器的负担,还导致整机压降较大,进一步影响了能效。相比之下,普通微气耗压缩热吸干机虽然在再生阶段可以部分利用压缩热,但在全流量加热的情况下,难以持续保持低露点,尤其是在进气温度较低时,再生效果更差。

[0007] 传统干燥机在再生过程中,成品气的消耗也较大,这不仅是能源的浪费,还增加了运行成本。

[0008] 因此,本设计一种如何在保证低露点的同时提高能效,减少能源浪费的低露点节能型微气耗压缩热吸干机是本研究的目的。

发明内容

[0009] 针对现有技术存在的不足,本发明目的是提供一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机,以解决的现有技术的问题。

[0010] 为了实现上述目的,本发明是通过如下的技术方案来实现:

一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机,包括:主进气管,与所述进气管相连通的加热器与冷却器,设置在所述主进气管上的比例调节阀,通过所述比例调节阀调控气流进

入所述加热器与冷却器中的比例；

安装在底座上方的A吸附塔与B吸附塔,所述A吸附塔、B吸附塔下方的管口与冷却器通过热再生出气管相连通,所述A吸附塔下方设置有A塔再生出气阀,所述B吸附塔下方设置有B塔再生出气阀,通过控制所述A塔再生出气阀与B塔再生出气阀的开启/关闭状态,调节所述冷却器与A吸附塔、B吸附塔的连通状态；

输入口与所述冷却器的输出口相连接的气液分离器,所述气液分离器的输出口与热再生出气管相连通；

所述A吸附塔、B吸附塔上方的管口与加热器通过排气管相连通,所述A吸附塔与加热器之间设置有A塔再生吹冷阀,所述B吸附塔与加热器之间设置有B塔再生吹冷阀,通过控制所述A塔再生吹冷阀与B塔再生吹冷阀的开启/关闭状态,调节所述A吸附塔、B吸附塔与加热器的连通状态；

主输出管,所述主输出管与A吸附塔、B吸附塔相连通,所述A吸附塔与主输出管之间设置有A塔排气阀,所述B吸附塔与主输出管之间设置有B塔排气阀,通过控制所述A塔排气阀与B塔排气阀的开启/关闭状态,调节所述A吸附塔、B吸附塔与主输出管的连通状态；

连通所述A吸附塔、B吸附塔上方端口的吹冷管,所述吹冷管靠近A吸附塔一侧设置有A塔再生吹冷阀,所述吹冷管靠近B吸附塔一侧设置有B塔再生吹冷阀,通过切换所述A塔再生吹冷阀或所述B塔再生吹冷阀的开启/关闭状态,控制再生吹冷气流输入A吸附塔/B吸附塔；

控制模块,所述控制模块与外部供电设备、加热器、冷却器、比例调节阀、A塔再生出气阀、B塔再生出气阀、气液分离器、A塔再生吹冷阀、B塔再生吹冷阀、A塔排气阀、B塔排气阀、A塔再生吹冷阀、B塔再生吹冷阀电连接。

[0011] 作为进一步改进的,还包括储液罐,所述储液罐与气液分离器相连通,承接存储所述气液分离器分离的液体。

[0012] 作为进一步改进的,还包括多组纵向布设在所述A吸附塔内部的吸附剂盘,相邻的两个所述吸附剂盘间距区间为13mm-28mm。

[0013] 作为进一步改进的,所述吸附剂盘中部向上弧形凸起,形成第一吸附部,所述吸附剂盘两侧边的边缘向上弧形弯折,形成第二吸附部,所述吸附剂盘两侧边的边缘向下弧形弯折,形成第三吸附部,所述第二吸附部与第三吸附部交错布设。

[0014] 作为进一步改进的,所述吸附剂盘中包括上盘体、下盘体,所述上盘体与下盘体边缘固定连接,所述上盘体与下盘体之间设置有夹层,在所述夹层内填充吸附颗粒,所述上盘体与下盘体上设置有细密透气孔,所述透气孔孔径小于吸附颗粒孔径。

[0015] 作为进一步改进的,所述上盘体与下盘体向下设有若干个弧形内凹结构,所述上盘体内凹深度小于下盘体,通过所述上盘体与下盘体的弧形内凹结构配合形成容置空间,在所述容置空间内填充吸附颗粒。

[0016] 作为进一步改进的,所述加热器还包括电热管,缠绕在所述电热管外环的电热丝,套装在所述电热管与电热丝外部的壳体,以及连接所述电热丝的导电模块,所述导电模块与控制模块电连接。

[0017] 作为进一步改进的,所述电热管内侧面绕轴布设多组加热片,所述加热片朝向入风一端倾斜设置。

[0018] 作为进一步改进的,所述加热片宽度自与电热管连接处朝向端部逐渐缩小。

[0019] 有益效果:

本发明通过A吸附塔和B吸附塔交替使用,吸附塔内部设有多个吸附剂盘,吸附剂盘设计为中部向上弧形凸起和两侧边缘上下弧形弯折,形成不同的吸附区域。

[0020] 而压缩空气通过主进气管进入比例调节阀,比例调节阀根据进气温度和流量调节进入加热器和冷却器的气流比例。

[0021] 加热后的气流和冷却后的气流进入吸附塔(假设为A吸附塔),吸附处理后的干燥空气通过A塔排气阀进入主输出管,进一步处理后输出。

[0022] 比例调节阀调整气流比例,使较小比例的气流进入加热器,加热后的气体通过热再生出气管进入再生塔(假设为B吸附塔),加热塔内的吸附剂使其解吸水分。

[0023] 再生完成后,通过吹冷管向再生塔(假设为B吸附塔)吹入冷气,降低吸附剂的温度,恢复吸附能力。

[0024] 当A吸附塔达到饱和状态时,通过阀门的开关控制,实现A塔和B塔的角色切换。

[0025] 由于吸附剂盘的间距设计确保气流分布均匀,增加气流与吸附剂的接触时间,提高吸附效果。并且令气流在多个路径之间不断切换,减少局部吸附饱和现象。

[0026] 通过比例调节阀和吸附剂盘的设计,减少气流通过加热器和冷却器的阻力,降低整机的压降。再生过程中仅加热部分气流,减少加热器的负担,降低功耗。通过比例调节阀和温度传感器的动态控制,减少不必要的能量消耗。再生和吹冷过程分离,减少成品气的消耗。

[0027] 普通的微气耗全流量加热吸干机在再生阶段全流量加热,导致加热器功率大幅增加,能量损耗大,难以持续保持低露点。而本发明通过部分气流加热和优化的气流分布,可以在相同露点下更容易达到低露点,并且能够持续保持低露点。

[0028] 现有设计全流量加热的吸干机在达到相同的温升时,需要较大的加热器功率,导致装机功率大。本发明通过比例调节阀控制部分气流加热,达到相同的温升时,实际加热功率更低,装机功率也更低。

[0029] 现有设计由于全流量加热,气流通过加热器的阻力大,导致整机的压降增加。本发明通过优化气流分布和阀门控制,减少气流通过加热器和冷却器的阻力,降低整机的压降。

[0030] 现有设计全流量加热导致较高的能源消耗,运行成本高。本发明部分气流加热和优化的气流路径减少能源消耗,运行成本低。

[0031] 现有设计再生和吹冷过程混合进行,影响再生效果和吹冷效率。本发明再生和吹冷过程分离,使用专门的加热气流和冷气流,提高再生效率和吹冷效果,延长吸附剂的使用寿命。

[0032] 现有设计吹冷过程中的噪音较大,影响设备的使用环境。本发明通过消音器降低吹冷过程中的噪音,提供更安静的使用环境。

[0033] 通过上述设计能够显著提高设备的性能和效率,同时降低运行成本,延长设备寿命。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施方式的技术方案,下面将对实施方式中所需要使用

的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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相关的附图。

- [0035] 图1是本发明第一视角的结构示意图。
- [0036] 图2是本发明第二视角侧视的结构示意图。
- [0037] 图3是本发明第三视角的结构示意图。
- [0038] 图4是图3中A处放大内部结构示意图。
- [0039] 图5是本发明一种加热器剖面结构示意图。
- [0040] 图6是本发明第四视角的结构示意图。
- [0041] 图7是本发明一种A塔再生出气阀的设置位置示意图。
- [0042] 图8是本发明一种吸附塔局部剖内部结构示意图。
- [0043] 图9是本发明一种吸附剂盘爆炸结构示意图。
- [0044] 图10是本发明一种吸附剂盘立体结构及局部放大剖面结构示意图。
- [0045] 图11是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的部分模块连接示意图。
- [0046] 图12是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的停机状态的阀门控制示意图。
- [0047] 图13是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的A塔吸附、B塔再生的阀门控制示意图。
- [0048] 图14是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的A塔吸附、B塔一期全流量加热再生的阀门控制示意图。
- [0049] 图15是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的A塔吸附、B塔二期部分流量加热再生的阀门控制示意图。
- [0050] 图16是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的A塔吸附、B塔加热延后的阀门控制示意图。
- [0051] 图17是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的A塔吸附、B塔吹冷再生的阀门控制示意图。
- [0052] 图18是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的A塔吸附、B塔充压的阀门控制示意图。
- [0053] 图19是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的A塔吸附、B塔吸附的阀门控制示意图。
- [0054] 图20是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的B塔吸附、A塔再生的阀门控制示意图。
- [0055] 图21是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的B塔吸附、A塔一期全流量加热再生的阀门控制示意图。
- [0056] 图22是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的B塔吸附、A塔二期部分流量加热再生的阀门控制示意图。
- [0057] 图23是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的B塔吸附、A塔加热延后的阀门控制示意图。
- [0058] 图24是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的B塔吸附、A塔吹冷再生的

阀门控制示意图。

[0059] 图25是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的B塔吸附、A塔充压的阀门控制示意图。

[0060] 图26是本发明一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机的B塔吸附、A塔吸附的阀门控制示意图。

[0061] 1、主进气管;2、加热器;3、冷却器;4、比例调节阀;101、进气温度传感器;102、加热出口温度传感器;5、底座;6、A吸附塔;7、B吸附塔;61、A塔再生出气阀;71、B塔再生出气阀;72、热再生出气管;8、气液分离器;81、储液罐;103、冷却出口温度传感器;62、排气管;63、A塔进气阀;73、B塔进气阀;64、A塔再生进气阀;74、B塔再生进气阀;66、A塔再生吹冷阀;76、B塔再生吹冷阀;11、主输出管;12、吹冷管;65、A塔排气阀;75、B塔排气阀;67、露点仪接口;68、气源处理器接口;9、控制模块;10、供电设备;69、A塔泄压阀;77、B塔泄压阀;78、消音器;104、吹冷尾气温度传感器;105、再生尾气温度传感器;601、吸附剂盘;602、第一吸附部;603、第二吸附部;604、第三吸附部;611、上盘体;612、下盘体;613、吸附颗粒;614、容置空间;701、电热管;702、电热丝;703、壳体;704、导电模块;705、加热片。

具体实施方式

[0062] 为使本发明实施方式的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施方式中的附图,对本发明实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施方式是本发明一部分实施方式,而不是全部的实施方式。基于本发明中的实施方式,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本发明保护的范围。因此,以下对在附图中提供的本发明的实施方式的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施方式。基于本发明中的实施方式,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本发明保护的范围。

[0063] 在本发明的描述中,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0064] 参照图1-11所示,一种低露点节能型微气耗压缩热吸干机,包括:

主进气管1,与所述进气管相连通的加热器2与冷却器3,设置在所述主进气管1上的比例调节阀4,通过所述比例调节阀4调控气流进入所述加热器2与冷却器3中的比例;

其中,所述主进气管1设置有进气温度传感器101,加热器2内设有加热保护温度传感器,加热器2出口处设有加热出口温度传感器102。

[0065] 安装在底座5上方的A吸附塔6与B吸附塔7,所述A吸附塔6、B吸附塔7下方的管口与冷却器3通过热再生出气管72相连通,所述A吸附塔6下方设置有A塔再生出气阀61,所述B吸附塔7下方设置有B塔再生出气阀71,通过控制所述A塔再生出气阀61与B塔再生出气阀71的开启/关闭状态,调节所述冷却器3与A吸附塔6、B吸附塔7的连通状态;

输入口与所述冷却器3的输出口相连接的气液分离器8,所述气液分离器8的输出口与热再生出气管72相连通;

其中,所述冷却器3与气液分离器8连接处设置有冷却出口温度传感器103;

所述A吸附塔6、B吸附塔7上方的管口与加热器2通过排气管62相连通,所述A吸附塔6与加热器2之间设置有A塔再生吹冷阀66,所述B吸附塔7与加热器2之间设置有B塔再生吹冷阀76,通过控制所述A塔再生吹冷阀66与B塔再生吹冷阀76的开启/关闭状态,调节所述A吸附塔6、B吸附塔7与加热器2的连通状态;

主输出管11,所述主输出管11与A吸附塔6、B吸附塔7相连通,所述A吸附塔6与主输出管11之间设置有A塔排气阀65,所述B吸附塔7与主输出管11之间设置有B塔排气阀75,通过控制所述A塔排气阀65与B塔排气阀75的开启/关闭状态,调节所述A吸附塔6、B吸附塔7与主输出管11的连通状态;

其中,所述主输出管11侧面还设有露点仪接口67与气源处理器接口68,分别连接外部的露点仪与气源处理器。

[0066] 连通所述A吸附塔6、B吸附塔7上方端口的吹冷管12,所述吹冷管12靠近A吸附塔6一侧设置有A塔再生吹冷阀66,所述吹冷管12靠近B吸附塔7一侧设置有B塔再生吹冷阀76,通过切换所述A塔再生吹冷阀66或所述B塔再生吹冷阀76的开启/关闭状态,控制再生吹冷气流输入A吸附塔6/B吸附塔7;

控制模块9,所述控制模块9与外部供电设备10、加热器2、冷却器3、比例调节阀4、A塔再生出气阀61、B塔再生出气阀71、气液分离器8、A塔再生吹冷阀66、B塔再生吹冷阀76、A塔排气阀65、B塔排气阀75电连接。其中,控制模块9与供电设备10电连接。

[0067] 其中,所述A吸附塔6上设置有A塔泄压阀69,所述B吸附塔7上设置有B塔泄压阀77,所述吹冷管12与A塔泄压阀69以及B塔泄压阀77相连通,且在所述A塔泄压阀69与B塔泄压阀77之间的吹冷管12还安装有消音器78,所述消音器78与吹冷管12之间设置有吹冷尾气温度传感器104。

[0068] 所述吹冷管12靠近所述A塔再生吹冷阀66与B塔再生吹冷阀76一侧设置有再生尾气温度传感器105。

[0069] 还包括储液罐81,所述储液罐81与气液分离器相连通,承接存储所述气液分离器分离的液体。

[0070] 在使用过程中,吸附过程中压缩空气通过主进气管1进入比例调节阀4。比例调节阀4根据进气温度和流量,调节进入加热器2和冷却器3的气流比例。

[0071] 一部分气流通过加热器2加热后进入当前处于吸附状态的吸附塔(假设为A吸附塔6),另一部分气流通过冷却器3冷却后进入A吸附塔6。

[0072] 经过吸附塔吸附处理后,干燥的压缩空气通过A塔排气阀65进入主输出管11,并通过气源处理器进一步处理后输出。

[0073] 再生过程中比例调节阀4调整气流比例,使较小比例的气流进入加热器2。

[0074] 加热后的气体通过热再生出气管72进入当前处于再生状态的吸附塔(假设为B吸附塔7),加热塔内的吸附剂使其解吸水分。

[0075] 再生气体通过B塔再生出气阀71进入冷却器3,冷却后通过气液分离器8分离出液体。

[0076] 再生气体通过热再生出气管72排出,液体通过气液分离器8进入储液罐81。

[0077] 吹冷过程中,再生完成后,吹冷管12通过A塔再生吹冷阀66或B塔再生吹冷阀76向

再生完毕的吸附塔(假设为B吸附塔7)吹入冷气,以降低吸附剂的温度,使其恢复到适合吸附的状态。

[0078] 吹冷尾气通过吹冷管12排出,经过消音器78降低噪音,同时通过再生尾气温度传感器105监测温度。

[0079] 切换过程中,当A吸附塔6达到饱和状态时,控制模块9切换A吸附塔6和B吸附塔7的角色。

[0080] A吸附塔6进入再生过程,B吸附塔7进入吸附过程。

[0081] 通过关闭A塔排气阀65和A塔再生吹冷阀66,开启A塔再生出气阀61;同时关闭B塔再生出气阀71,开启B塔排气阀75和B塔再生吹冷阀76,实现塔体的切换。

[0082] 比例调节阀4通过调节进入加热器2和冷却器3的气流比例,可以根据进气温度和流量动态调整加热量,减少不必要的能量浪费。温度传感器实时监测进气温度、加热出口温度和冷却出口温度,确保加热和冷却过程的高效进行。

[0083] 温控系统控制模块9根据温度传感器的反馈,自动调节加热器2的功率,确保吸附剂床的温度始终在最佳范围内,提高再生效果,从而实现较低的露点。

[0084] 分段加热通过比例调节阀4,使部分气流直接通过冷却器3,减少加热器2的负担,降低功耗。

[0085] 优化再生过程再生过程中,通过调节气流比例,确保再生气体的温度和流量,提高再生效率,减少再生所需的时间和能量。

[0086] 减小气流阻力通过优化气流分布和阀门控制,减少气流通过加热器2和冷却器3的阻力,从而降低整机的压降。

[0087] 多塔设计A吸附塔6和B吸附塔7交替使用,可以在吸附塔达到饱和状态时及时切换,避免长时间高负荷运行导致的压降增加。

[0088] 再生和吹冷分离再生过程中,通过加热器2加热的气流仅用于再生,吹冷过程中则使用冷气流,减少成品气的消耗。

[0089] 而消音器78和温度传感器通过消音器78降低吹冷过程中的噪音,通过温度传感器监测吹冷尾气的温度,确保吹冷过程的效率。

[0090] 在低露点通过优化加热和冷却过程,确保吸附剂的再生效果,从而实现较低的露点。高能效通过比例调节阀4和温度传感器的动态控制,减少不必要的能量浪费,提高整机的能效。低压降优化气流分布和阀门控制,降低气流通过加热器2和冷却器3的阻力,减少压降。低运行成本通过减少成品气的消耗和降低功耗,减少运行成本。

[0091] 其中,主进气管1上安装有比例调节阀4,用于调控气流进入加热器2和冷却器3的比例。

[0092] 常规工况:加热气流比例35%-45%,冷却气流比例55%-65%,适合进气温度15°C-30°C。

[0093] 低温工况:加热气流比例55%-65%,冷却气流比例35%-45%,适合进气温度0°C-15°C。

[0094] 高温工况:加热气流比例25%-35%,冷却气流比例65%-75%,适合进气温度30°C-45°C。

[0095] 极端低温工况:加热气流比例65%-75%,冷却气流比例25%-35%,适合进气温度-15°C。

C-0°C。

[0096] 极端高温工况:加热气流比例20%-30%,冷却气流比例70%-80%,适合进气温度45°C-60°C。

[0097] 其中控制算法采用PID控制算法或其他先进的控制策略,根据进气温度和流量动态调节比例调节阀4的开度。

[0098] 温度传感器反馈中,进气温度传感器101:监测进气温度,作为调节比例调节阀4的输入参数。

[0099] 加热出口温度传感器102:监测加热后的气体温度,确保加热效果。

[0100] 冷却出口温度传感器103:监测冷却后的气体温度,确保冷却效果。

[0101] 在低露点节能型微气耗压缩热吸干机中,A吸附塔6和B吸附塔7的内部设计相同。特别是考虑到吸附剂盘601的间距,故,还包括多组纵向布设在所述A吸附塔6内部的吸附剂盘601,相邻的两个所述吸附剂盘601间距区间为13mm-28mm。

[0102] 为气流分布均匀,吸附剂盘601之间的间距在13mm至28mm之间,可以确保气流在塔体内分布均匀。如果间距过小,气流可能会形成“短路”,大部分气流会集中在某些路径上,导致吸附剂盘601之间的空气接触不均匀,影响干燥效果。

[0103] 如果间距过大,气流在塔体内流通的路径过长,会增加压降,降低设备的能效,并可能导致部分气流未充分与吸附剂接触,同样影响干燥效果。确保气流在每个吸附剂盘601之间有足够停留时间,使吸附剂能够充分吸附水分。这不仅提高了吸附剂的利用率,还延长了吸附塔的工作时间,减少了再生频率。

[0104] 同时,间距设计保证了气流在每个吸附剂盘601之间的均匀接触,避免了局部吸附剂盘601过早饱和或局部吸附不充分的问题。

[0105] 当吸附剂盘601之间的间距过小会增加气流通过的阻力,导致压降增加。间距适中可以平衡气流阻力和气流分布均匀性,减少压降,提高设备的能效。

[0106] 在再生过程中,加热气流需要均匀地通过吸附剂盘601,以确保吸附剂能够充分解吸水分。间距适中可以保证加热气流在每个吸附剂盘601之间的停留时间,提高再生效果。

[0107] 当吸附剂盘601的间距为13mm,这是吸附剂盘601之间的最小间距。在此间距下,气流分布均匀性较好,但仍能保证较低的压降。适用于较高的进气温度和较低的流量工况。

[0108] 当吸附剂盘601的间距为28mm,这是吸附剂盘601之间的最大间距。在此间距下,气流分布均匀性稍差,但压降较低,适合较低的进气温度和较高的流量工况。

[0109] 另外,低温进气在进气温度较低,高压时,吸附剂的吸附能力较强,可以适当减小间距,以提高吸附效果和气流分布均匀性(建议间距13mm-18mm)。

[0110] 而当高温进气在进气温度较高,低压时,吸附剂的吸附能力较弱,可以适当增大间距,以减少压降并确保气流的充分接触(建议间距23mm-28mm)。

[0111] 其中,低温高压吸附,吸附过程通常在较低温度(例如20°C-30°C)下进行。

[0112] 吸附过程通常在较高压力(例如7-10bar)下进行。

[0113] 高温低压再生,再生过程通常在较高温度(例如150°C-200°C)下进行。再生过程通常在较低压力(例如0.5-1bar)下进行。

[0114] 低温高压吸附时,在吸附过程中,由于气流压力较高,气流速度也较快。设置适当的间距可以确保气流在吸附塔内的分布均匀,避免局部过流导致的吸附不均匀。

[0115] 高温低压再生时,在再生过程中,由于气流温度较高且压力较低,气流速度较慢。适当的间距可以确保加热气流在吸附塔内的均匀分布,避免局部过热,提高再生效率。

[0116] 通过上述间距设计可以将吸附剂利用率最大化,在吸附过程中,适当的间距可以确保气流在每个吸附剂盘601之间的停留时间,使吸附剂能够充分吸附水分,提高吸附剂的利用率。

[0117] 在再生过程中,间距适中可以确保加热气流在每个吸附剂盘601之间的均匀接触,使吸附剂能够充分解吸水分,提高再生效果。

[0118] 在吸附过程中,较高的压力会导致较大的压降。适当的间距可以减少气流通过的阻力,降低压降。

[0119] 在再生过程中,较低的压力意味着气流通过的阻力较小。间距适中可以进一步减少压降,提高系统的能效。

[0120] 例如:综合考虑:1.吸附工况:温度:20°C-30°C,压力:7-10bar,建议间距:15mm-20mm。

[0121] 2.再生工况,温度:150°C-200°C,压力:0.5-1bar,建议间距:23mm-28mm。

[0122] 为将吸附剂利用率最大化,所述吸附剂盘601中部向上弧形凸起,形成第一吸附部602,所述吸附剂盘601两侧边的边缘向上弧形弯折,形成第二吸附部603,所述吸附剂盘601两侧边的边缘向下弧形弯折,形成第三吸附部604,所述第二吸附部603与第三吸附部604交错布设。

[0123] 由于吸附塔中吸附状态时,气流自下而上,因此自下方向上观察,吸附剂盘601下方形成两组凸起的第二吸附区还可用于分流以及两组内凹的第三吸附区和中部的第一吸附区。

[0124] 所述吸附剂盘601中包括上盘体611、下盘体612,所述上盘体611与下盘体612边缘固定连接,所述上盘体611与下盘体612之间设置有夹层,在所述夹层内填充吸附颗粒613,所述上盘体611与下盘体612上设置有细密透气孔,所述透气孔孔径小于吸附颗粒613孔径。用于固定吸附颗粒613不脱离吸附剂盘601。

[0125] 吸附剂盘601中部向上弧形凸起,形成第一吸附部602,其中部向上凸起的设计可以增加吸附剂盘601的表面积,提供更多的吸附位点。气流在通过中部凸起的区域时,会被强制更均匀地分布,增加气流与吸附剂的接触时间,提高吸附效率。

[0126] 吸附剂盘601两侧边的边缘向上弧形弯折,形成第二吸附部603,两侧边缘向上弯折的设计同样增加了吸附剂盘601的表面积,提供了更多的吸附位点。还可以起到分流的作用,将气流分成多股,减少气流短路的可能性,确保气流在吸附塔内的分布更加均匀。

[0127] 吸附剂盘601两侧边的边缘向下弧形弯折,形成第三吸附部604,两侧边缘向下弯折的设计形成了内凹的区域,同样增加了吸附剂盘601的表面积。内凹的区域可以捕获更多气流,进一步提高气流与吸附剂的接触效率,减少气流的直通过径,增加吸附效果。

[0128] 第二吸附部603与第三吸附部604交错布设,交错布设的设计使得气流在通过吸附塔时,会在多个路径之间不断切换,增加气流的路径长度和接触时间。可以最大限度地利用吸附剂的吸附能力,减少局部吸附饱和现象,提高整体吸附效果和吸附剂的利用率。

[0129] 通过凸起和弯折的设计,吸附剂盘601的表面积大大增加,提供了更多的吸附位点,从而提高了吸附剂的吸附效率。凸起和弯折的设计使得气流在吸附塔内的分布更加均

匀,避免了局部过流或短路现象,确保每个吸附区域都能充分利用。并且第二吸附部603的向上弧形弯折设计可以起到分流的作用,将气流分成多股,减少气流在吸附塔内的阻力,降低压降。通过第三吸附部604的向下弧形弯折设计,气流路径得到了优化,减少了气流通过时的阻力,进一步降低压降。

[0130] 在吸附剂盘601设计的凸起和弯折结构使得气流在吸附塔内的负荷更加均匀,减少了局部吸附剂盘601的过早饱和,延长了吸附剂的使用寿命。在再生过程中,这种设计同样有助于气流的均匀分布,提高加热气流的再生效率,确保吸附剂能够彻底解吸水分,恢复吸附性能。

[0131] 气流在通过吸附塔时,会在多个路径之间不断切换,增加了气流与吸附剂的接触时间,从而提高了干燥效果。通过均匀分布和多路径接触,气流中的水分可以被更彻底地吸附,减少水分残留,提高最终干燥气体的质量。

[0132] 所述上盘体611与下盘体612向下设有若干个弧形内凹结构,且上盘体611内凹深度小于下盘体612,通过上盘体611与下盘体612的弧形内凹结构配合形成容置空间614,在该容置空间614内填充吸附颗粒613。上盘体611与下盘体612通过螺栓固定或夹持固定等方式连接。在吸附状态下,气流自下而上输入,下盘体612的内凹结构会形成迎风面的凸起,进而可一边将气流引入内部,同时对气流进行导流。

[0133] 为增加吸附剂填充的均匀性,通过上下盘体612的弧形内凹结构配合,形成多个均匀分布的容置空间614,可以确保吸附颗粒613在每个空间内的填充更加均匀。

[0134] 下盘体612的内凹结构形成迎风面的凸起,可以将气流引导进入各个容置空间614内部,确保气流在吸附塔内的分布更加均匀。可以减少气流在吸附塔内的短路现象,确保气流能够充分接触吸附颗粒613,提高吸附效率。

[0135] 通过弧形内凹结构的设计,增加了吸附颗粒613与气流的接触面积,提高了吸附剂的利用率。气流在通过多个容置空间614时,路径得到优化,增加了气流与吸附剂的接触时间,进一步提高了吸附效果。

[0136] 上盘体611与下盘体612可以通过螺栓固定或夹持固定等方式连接,便于吸附塔的安装和维护,可以快速拆卸和更换吸附剂。二者的组合可以看作一个模块,模块化的设计使得吸附塔的维护和检修更加方便。

[0137] 通过下盘体612的内凹结构形成的凸起,将气流均匀地引导进入每个容置空间614,确保气流与吸附剂的充分接触,提高吸附效率。弧形内凹结构增加了吸附颗粒613的暴露面积,提高了吸附剂的利用率。

[0138] 优化的气流路径减少了气流通过吸附塔的阻力,从而降低了整机的压降,气流在吸附塔内的均匀分布减少了局部过流现象,避免了不必要的压降增加。

[0139] 在再生过程中,下盘体612的内凹结构同样可以将气流均匀地引导进入各个容置空间614,提高再生气体的分布均匀性,从而提高再生效率。通过导流设计,再生气体的温度分布更加均匀,减少了局部过热现象,确保吸附剂的彻底解吸和恢复吸附性能。

[0140] 由于气流在吸附塔内的分布更加均匀,降低了局部吸附剂的过早饱和,延长了吸附剂的使用寿命。再生过程中的温度分布均匀,减少了吸附剂的热损伤,进一步延长了吸附剂的使用寿命。

[0141] 传统的吸附塔设计通常采用平板式的吸附剂盘601,气流分布不均匀,容易出现局

部过流或短路现象,影响吸附效果。通过弧形内凹结构的设计,气流在吸附塔内的分布更加均匀,提高了吸附效率和稳定性。

[0142] 传统设计中的吸附剂利用率较低,容易出现局部吸附饱和,导致总体吸附效果下降。通过增加吸附剂的接触面积和优化气流路径,提高了吸附剂的利用率,实现了更高的吸附效率。

[0143] 传统设计中气流通过吸附塔的阻力较大,导致压降较高,影响系统的能效。通过减少气流阻力和优化气流路径,显著降低了整机的压降,提高了系统的能效。

[0144] 传统设计在再生过程中,气流分布不均匀,容易出现局部过热或再生不彻底的现象,影响再生效果。通过优化的再生气流分布,确保再生气体的温度和流量更加均匀,提高了再生效率,减少了再生所需的时间和能量。

[0145] 传统设计中的吸附剂盘601不易拆卸和更换,维护成本较高。通过模块化设计和方便连接方式,降低了维护和更换的成本,提高了设备的可靠性。

[0146] 通过上下盘体612的弧形内凹结构配合,形成了多个均匀分布的容置空间614,优化了气流的分布和吸附剂的填充,从而提高了吸附效率、降低了压降、延长了吸附剂的使用寿命,并且便于维护和更换。与传统设计相比,本设计在气流分布、吸附剂利用率、压降、再生效率和维护方便性等方面均有显著优势。

[0147] 选择合适的吸附颗粒613材料对于吸附塔的性能和效率至关重要。以下是一些常见的吸附颗粒613材料及其特点:

活性氧化铝特点:

高吸附容量:活性氧化铝具有较高的水汽吸附容量,特别是在高湿度条件下。

[0148] 低压力降:活性氧化铝颗粒结构较为规则,风阻低,适用于高流量的系统。

[0149] 良好的机械强度:耐压、耐磨损,使用寿命较长。

[0150] 再生性能好:可以通过加热或吹扫的方式进行再生,恢复吸附性能。

[0151] 应用:广泛用于压缩空气干燥、气体净化等领域。

[0152] 2. 分子筛

特点:

高选择性:分子筛具有特定的孔径,可以针对性地吸附不同大小的分子,如水分子、二氧化碳分子等。

[0153] 高吸附效率:吸附速度快,吸附容量大,特别是在低湿度条件下表现更佳。

[0154] 良好的热稳定性:耐高温,适合高温再生。

[0155] 多孔结构:内部多孔,增加了与气流的接触面积,提高了吸附效果。

[0156] 应用:适用于压缩空气深度干燥、气体分离和净化等高精度要求的场合。

[0157] 3. 活性炭

特点:

吸附范围广:可以吸附多种有机和无机气体,如水分、油分、异味等。

[0158] 高比表面积:内部多孔结构,提供极大的比表面积,增加了吸附能力。

[0159] 化学性质稳定:不易与其他物质反应,适用于多种气体环境。

[0160] 再生性能较好:可以通过加热或蒸汽再生的方式恢复吸附性能。

[0161] 应用:广泛用于气体净化、空气净化、溶剂回收等场合。

[0162] 在本实施例中,吸附颗粒613采用分子筛。

[0163] 所述加热器2包括电热管701、缠绕在电热管701外环的电热丝702、套装在电热管701与电热丝702外部的壳体703,以及连接电热丝702的导电模块704,导电模块704与控制模块9电连接。电热管701内侧面绕轴布设多组加热片705,加热片705朝向入风一端倾斜设置,且加热片705宽度自与电热管701连接处朝向端部逐渐缩小。

[0164] 电热管701:电热管701是加热器2的主要发热元件,通过电流的热效应产生热量。

[0165] 电热丝702:缠绕在电热管701外环的电热丝702进一步增加了加热面积,提高了热效率。

[0166] 壳体703:套装在电热管701和电热丝702外部的壳体703保护加热元件,防止热量散失,并引导气流通过加热器2。

[0167] 导电模块704连接电热丝702,与控制模块9电连接,实现对加热过程的精细控制。

[0168] 加热片705倾斜设置,加热片705朝向入风一端倾斜设置,有助于气流的引入和引导,减少气流通过加热器2时的阻力。

[0169] 加热片705宽度自与电热管701连接处朝向端部逐渐缩小,使得加热片705对气流的阻拦逐渐减弱,气流可以更加均匀地分布在加热器2的各个区域。

[0170] 在本实施例中一组加热片705设置有3-4个,相邻组之间的加热片705错位布设。且所述相邻组之间的加热片705间距10mm-15mm。在本实施例中采用15mm间距布设。

[0171] 通过在电热管701内侧面绕轴布设多组加热片705,增加了加热面积,提高了热效率,使得气流可以更快地达到所需的温度。电热丝702缠绕在电热管701外环,进一步增加了加热面积,提高了整体的加热效率。

[0172] 通过加热片705的倾斜设置和逐渐缩小的宽度,气流可以更加顺畅地通过加热器2,减少了气流缓流通过加热器2的阻力,从而降低了加热器2的压降。

[0173] 均匀负荷:优化的气流分布减少了局部过流现象,避免了不必要的压降增加。

[0174] 通过优化的加热片705和电热丝702设计,再生气体可以被更加均匀地加热,确保吸附剂在再生过程中的温度分布更加均匀,提高再生效率。

[0175] 传统设计中的加热器2在气流分布上不够均匀,容易出现局部过流现象,影响加热效果。而通过加热片705的倾斜设置和宽度逐渐缩小的设计,优化了气流分布,减少了气流通过加热器2的阻力,确保加热过程的均匀性和高效性。

[0176] 传统设计中的加热器2由于气流分布不均匀,容易造成较高的压降,影响系统的能效。

[0177] 而通过减少气流阻力,显著降低了加热器2的压降,提高了系统的整体能效。

[0178] 通过增加电热管701内的多组加热片705,并将其倾斜设置且宽度逐渐缩小,优化了加热器2的气流分布和热效率,显著降低了压降,提高了再生效率,延长了加热器2的使用寿命。与传统设计相比,本设计在热效率、气流分布、压降、温度控制、再生效率和使用寿命等方面均有显著优势,适用于需要高效、低能耗和较长使用寿命的吸附塔系统。

[0179] 参照图12-26所示,在上述干燥机中,关于低露点节能型微气耗压缩热吸附干燥机工作方法,其步骤包括:

S1:待机状态;

系统状态:A吸附塔6和B吸附塔7的常开阀(V1、V2、V9、V10、V13)保持开启,以保持

系统的稳定性和预设的气流通道。

[0180] 气流状态:通过自然气流维持设备的基础工作状态,系统处于低能耗待机模式,适应后续的运行需求。

[0181] S2:A吸附塔6开始吸附;

系统状态:A吸附塔6开始吸附空气中的水分,B吸附塔7处于待再生状态。

[0182] 阀门操作:关闭V2 (B吸附塔7的进气阀);

关闭V10 (B吸附塔7的出气阀)

气流状态:避免无效气流通入B吸附塔7。

[0183] S3:A吸附塔6完成吸附,B吸附塔7加热再生;

系统状态:A吸附塔6完成吸附,B吸附塔7进行加热再生。

[0184] 阀门操作:开启V6 (B吸附塔7的再生进气阀)、开启V8 (B吸附塔7的再生出气阀);

V13比例调节阀4延时关闭(延时时间可调,以优化气流和能量传输);

气流状态:通过控制阀门的精确开关,调节气流路径和温度,确保再生过程有效,同时减少能耗。

[0185] 加热器2状态:加热器2关闭,采用全流量加热再生。

[0186] S4:A吸附塔6吸附保持,B吸附塔7二期部分流量加热再生;

系统状态:A吸附塔6继续保持吸附状态,B吸附塔7进入二期部分流量加热再生。

[0187] 阀门操作:V13比例调节阀4开启,实现精准的气流调节;

气流状态:通过部分流量加热的方式来维持系统的低能耗运行。

[0188] S5:A吸附塔6吸附保持,B吸附塔7加热延后;

系统状态:A吸附塔6继续保持吸附状态,B吸附塔7的再生需要延迟加热。

[0189] 阀门操作:V6阀门开启、V8阀门开启、V13阀延时关闭(延时时间可调,优化热能的使用);

气流状态:确保A吸附塔6吸附过程中不浪费能源,系统达到节能效果。

[0190] S6:A吸附塔6吸附过程持续,B吸附塔7进行吹冷再生;

系统状态:A吸附塔6吸附过程持续,B吸附塔7进行吹冷再生。

[0191] 阀门操作:V13阀先开启,控制气流进入、V6阀延时关闭、V8阀延时关闭、V12阀开启泄压、V4阀最后打开,进一步完成再生吹冷过程;

气流状态:通过精确的阀门控制,确保温度和压力的平稳过渡,避免过高的能耗。

[0192] S7:A吸附塔6吸附后期,B吸附塔7充压阶段;

系统状态:A吸附塔6处于吸附阶段后期,B吸附塔7开始充压阶段。

[0193] 阀门操作:V12阀关闭

气流状态:系统气流稳定,避免在充压过程中能源的浪费。

[0194] S8:吸附塔切换过程;

系统状态:A吸附塔6和B吸附塔7都进入吸附切换过程。

[0195] 阀门操作:V1阀关闭、V9阀关闭、V2阀关闭、V10阀关闭;

V13阀保持开启或根据需要调整

气流状态:通过精确的阀门控制,维持最佳的吸附效果,保证干燥效果和系统的高效运行。

- [0196] S9:B吸附塔7吸附维持,A吸附塔6待再生
系统状态:B吸附塔7保持吸附状态,A吸附塔6进入待再生状态。
- [0197] 阀门操作:V1阀关闭、V9阀关闭;
气流状态:避免不必要的气流通入A吸附塔6。
- [0198] S10:A吸附塔6加热再生;
系统状态:A吸附塔6进入加热再生阶段。
- [0199] 阀门操作:开启V5 (A吸附塔6的再生进气阀);
开启V7 (A吸附塔6的再生出气阀)、V13阀延时关闭 (延时时间可调,以优化气流和能量传输);
气流状态:通过控制阀门的精确开关,调节气流路径和温度,确保再生过程有效,同时减少能耗。
- [0200] 加热器2状态:加热器2关闭,采用全流量加热再生。
- [0201] S11:A吸附塔6二期部分流量加热再生;
系统状态:A吸附塔6进入二期部分流量加热再生。
- [0202] 阀门操作:V13比例调节阀4开启,实现精准的气流调节;
气流状态:通过部分流量加热方式减少能源浪费,提高能效。
- [0203] S12:A吸附塔6加热延后;
系统状态:A吸附塔6的再生需要延迟加热。
- [0204] 阀门操作:V5阀先开启;
V7阀先开启、V13阀延时关闭 (延时时间可调,达到节能的目的)
气流状态:通过延时关闭V13阀,保持系统的稳定性。
- [0205] S13:A吸附塔6吹冷再生
系统状态:A吸附塔6进行吹冷再生。
- [0206] 阀门操作:V13阀先开启,控制气流进入、V5阀延时关闭、V7阀延时关闭、V11阀开启泄压、V3阀最后打开,完成吹冷再生;
气流状态:通过精确的阀门控制,优化温度和压力控制,确保最低的能量消耗。
- [0207] S14:B吸附塔7吸附后期,A吸附塔6充压
系统状态:B吸附塔7处于吸附后期,A吸附塔6开始充压阶段。
- [0208] 阀门操作:V11阀关闭;
气流状态:通过精确的阀门控制,使气流与压力的变化更加平稳,进一步减少压缩空气的损耗。
- [0209] S15:吸附塔切换完成;
系统状态:B吸附塔7吸附完成后,A吸附塔6维持吸附状态,完成一轮吸附再生循环。
- [0210] 阀门操作:V1阀开启、V9阀开启、V2阀关闭、V10阀关闭、V13阀根据需要调整;
气流状态:通过精确的阀门控制,确保气流和压力的平稳切换,维持系统的高效运行。
- [0211] 其中,V1:A塔排气阀65、V2:B塔排气阀75、V3:A塔再生吹冷阀66、V4:B塔再生吹冷阀76、V5:A塔热再生进气阀、V6:B塔热再生进气阀、V7:A塔热再生出气阀、V8:B塔热再生出

气阀、V9:A塔进气阀63、V10:B塔进气阀73、V11:A塔泄压阀69、V12:B塔泄压阀77、V13:比例调节阀4、T1:进口温度、T2:冷却器3出口温度、T3:吹冷尾气温度、T4:再生尾气温度、T5:加热保护温度、T6:加热出口温度、T7:出口温度、T8:露点温度。

[0212] 需要说明的是,本发明的设备结构和附图主要对本发明的原理进行描述,在该设计原理的技术上,装置的动力机构、供电系统及控制系统等的设置并没有完全描述清楚,而在本领域技术人员理解上述发明的原理的前提下,可清楚获知其动力机构、供电系统及控制系统的具体,申请文件的控制方式是通过控制器来自动控制,控制器的控制电路通过本领域的技术人员简单编程即可实现;

其中所使用到的标准零件均可以从市场上购买,而且根据说明书和附图的记载均可以进行订制,各个零件的具体连接方式均采用现有技术中成熟的螺栓、铆钉、焊接等常规手段,机械、零件和设备均采用现有技术中常规的型号,且本领域技术人员知晓的部件,其结构和原理都为本技术人员均可通过技术手册得知或通过常规实验方法获知。以上所述仅为本发明的优选实施方式而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

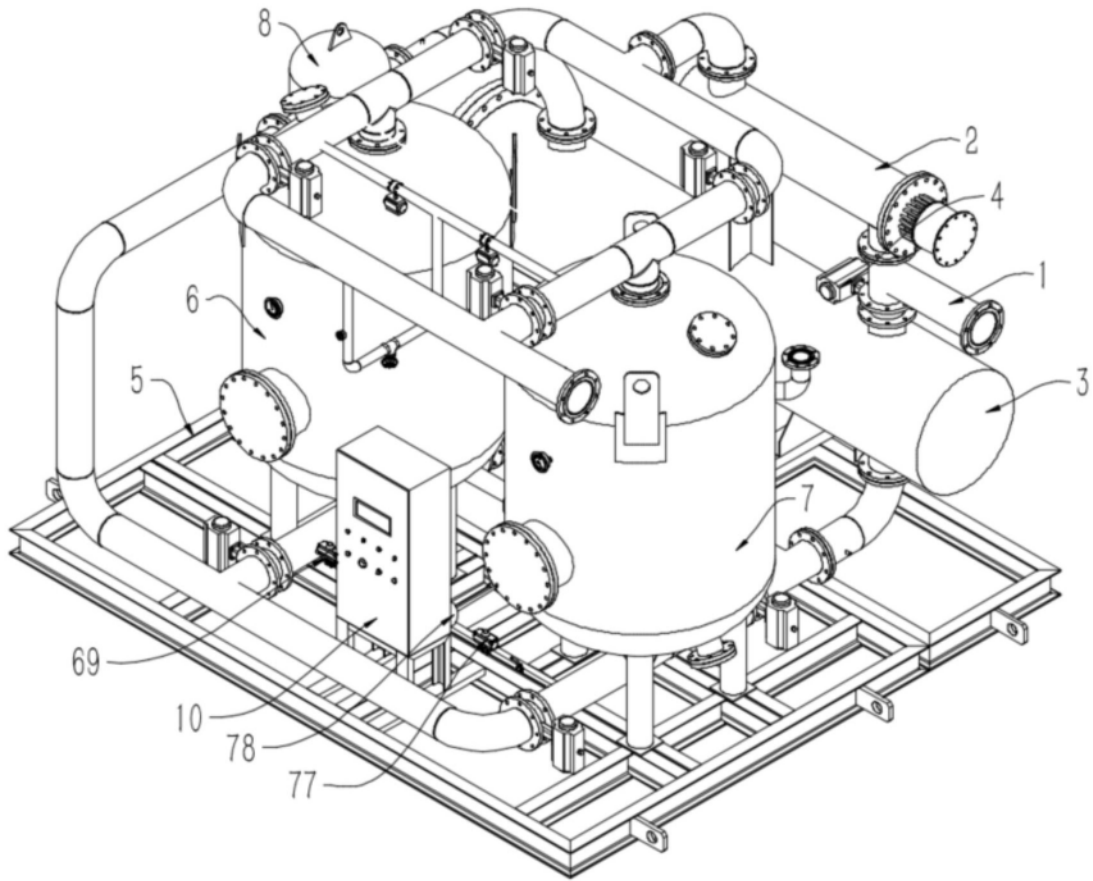


图1

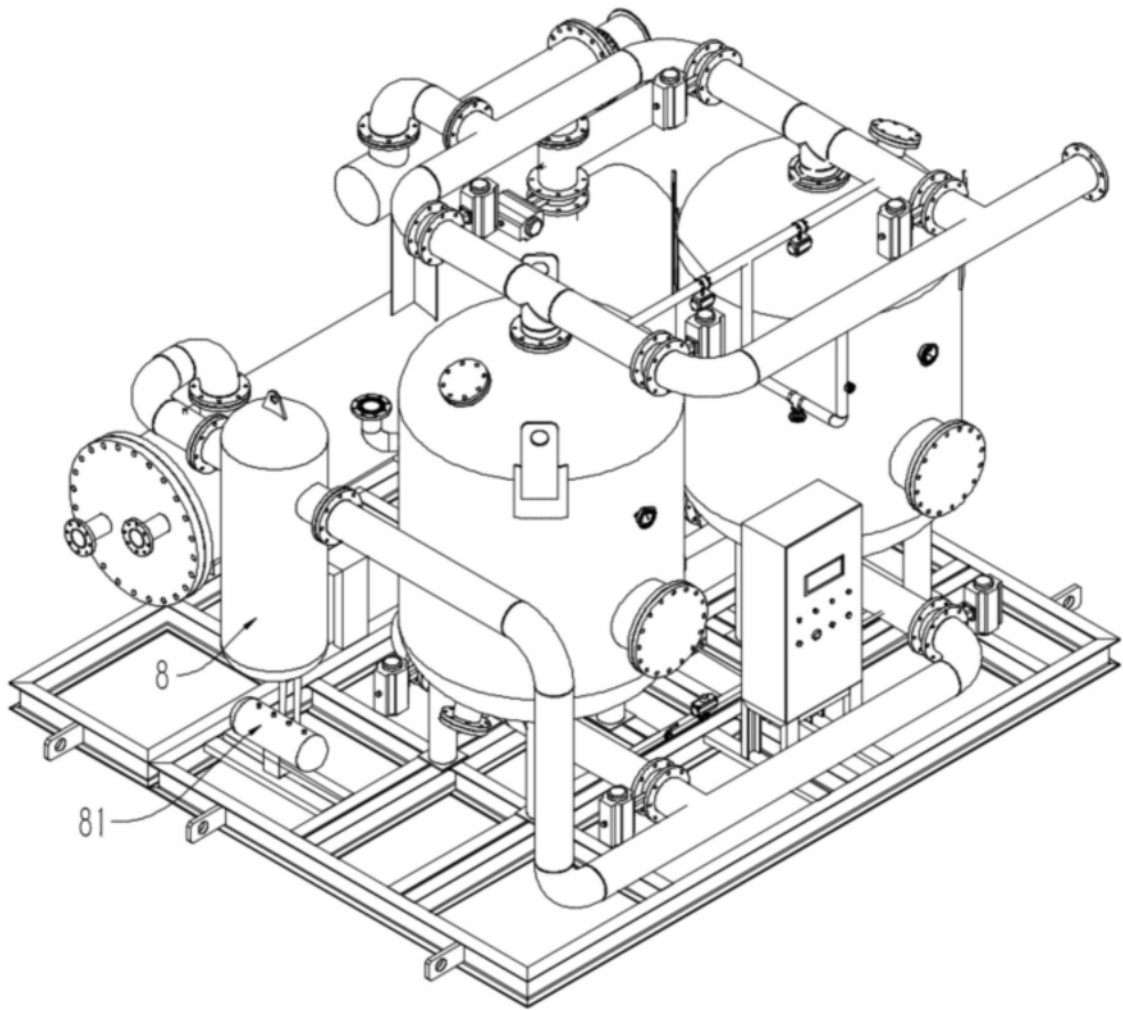


图2

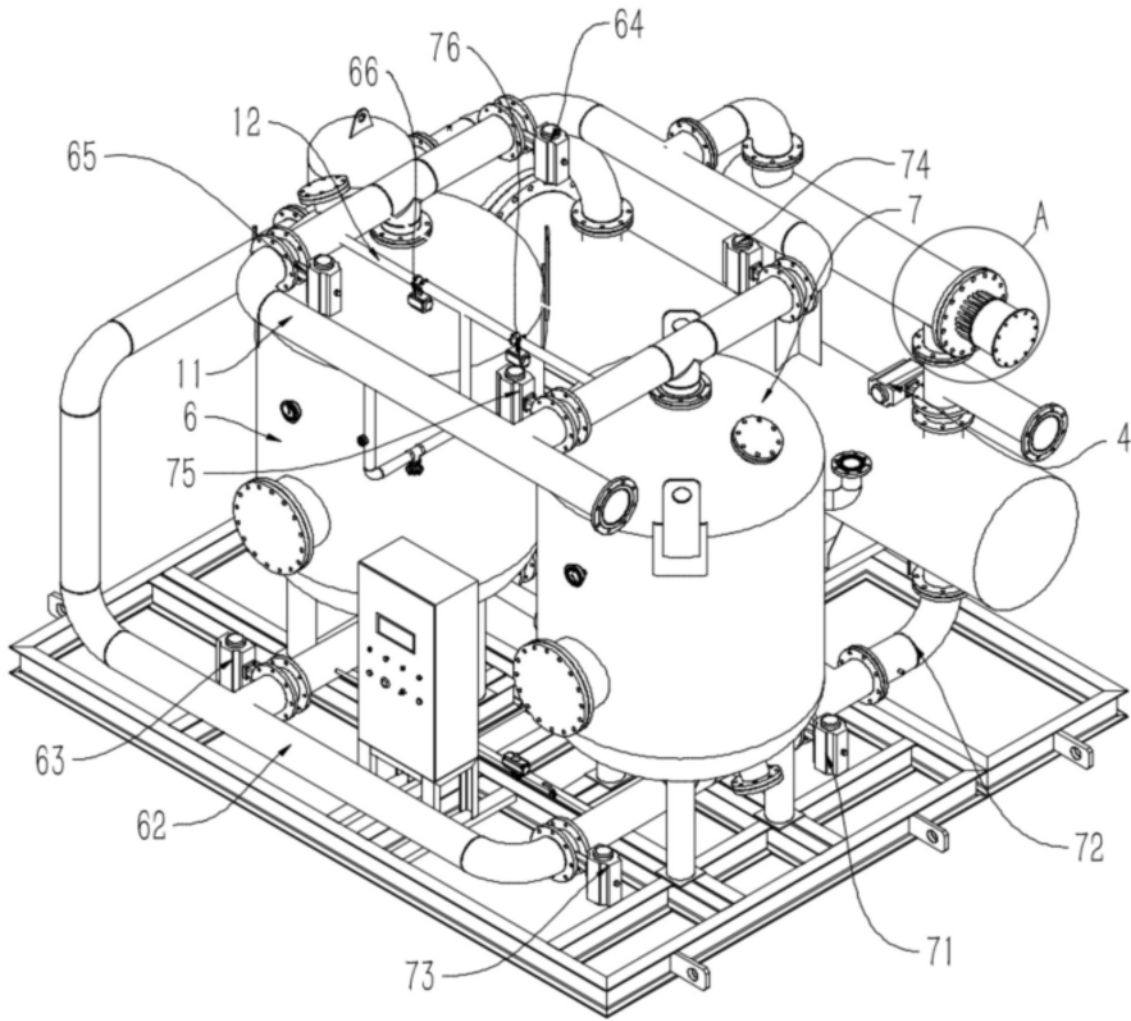


图3

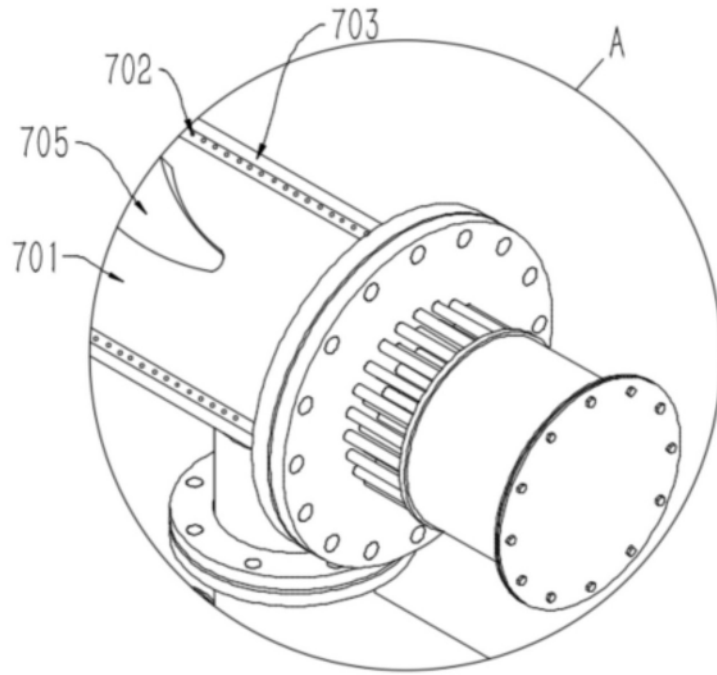


图4

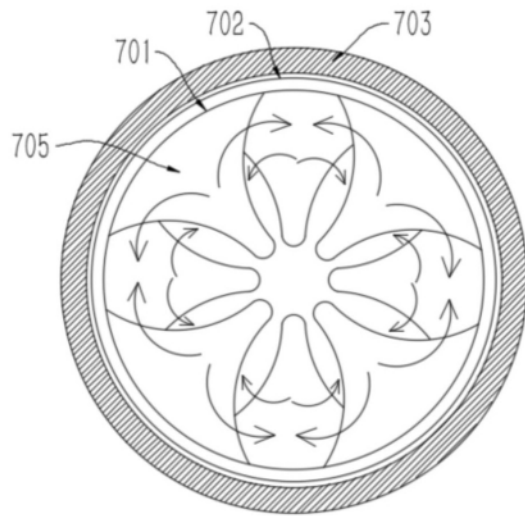


图5

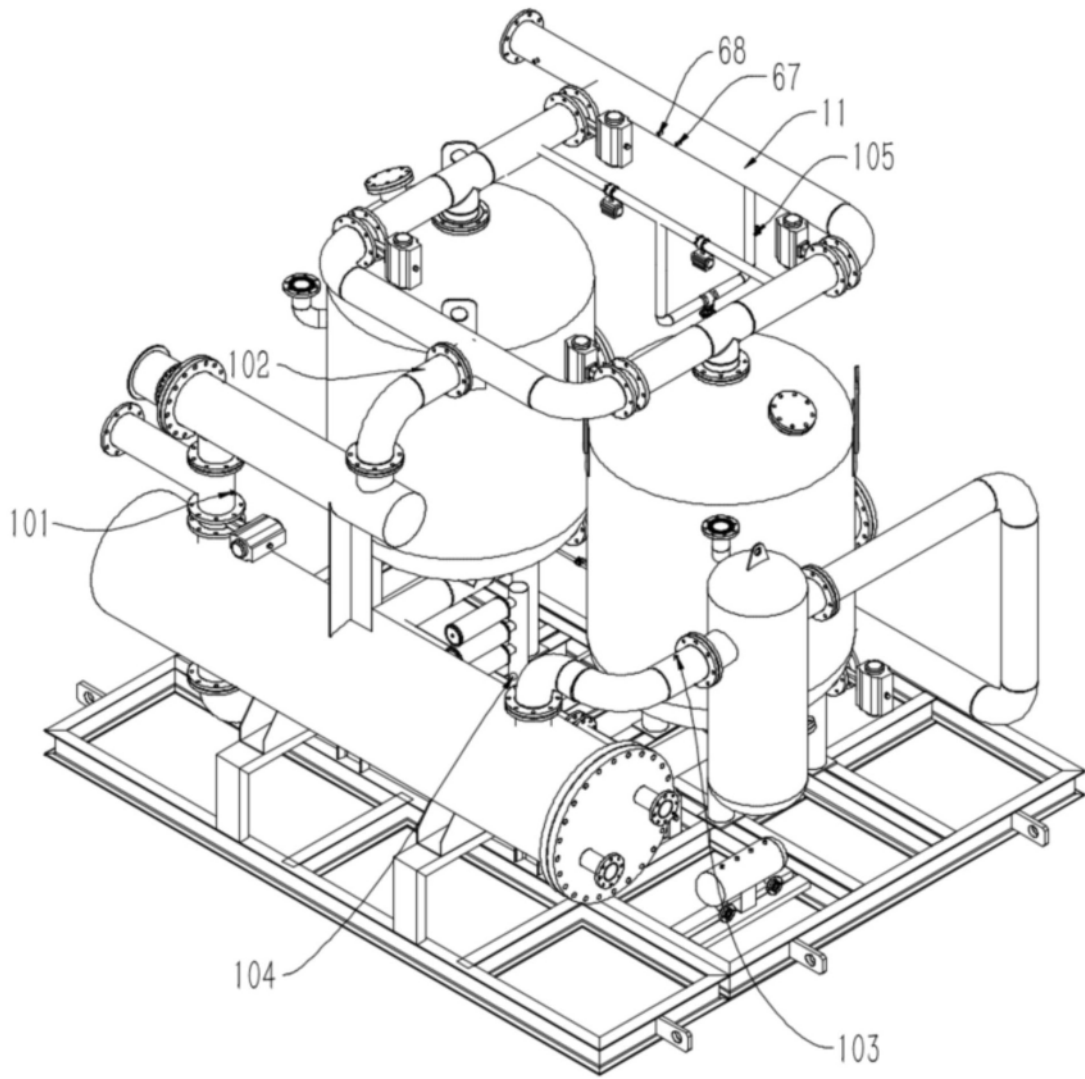


图6

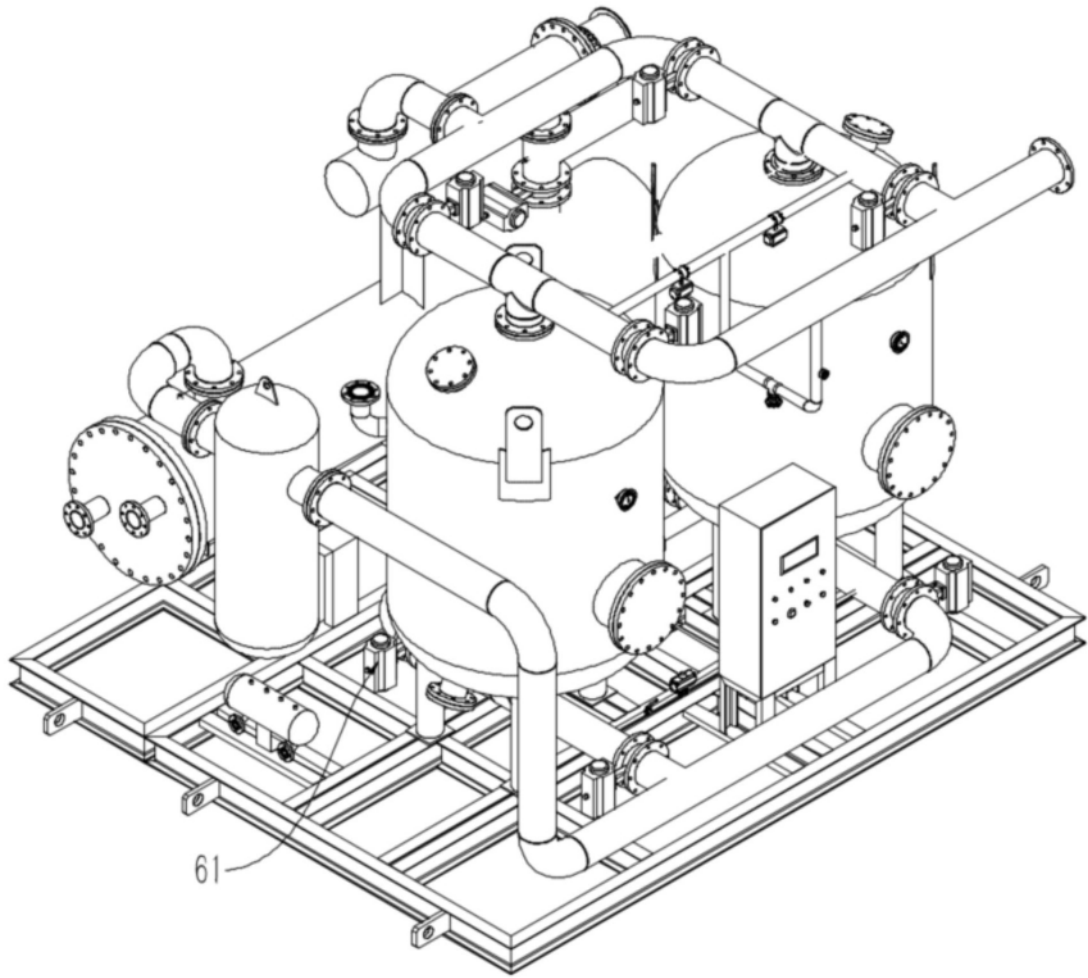


图7

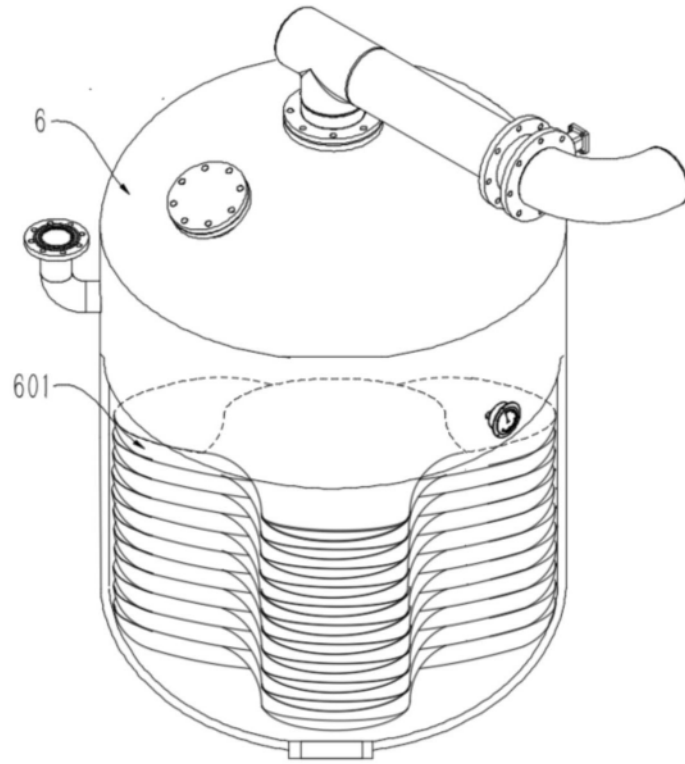


图8

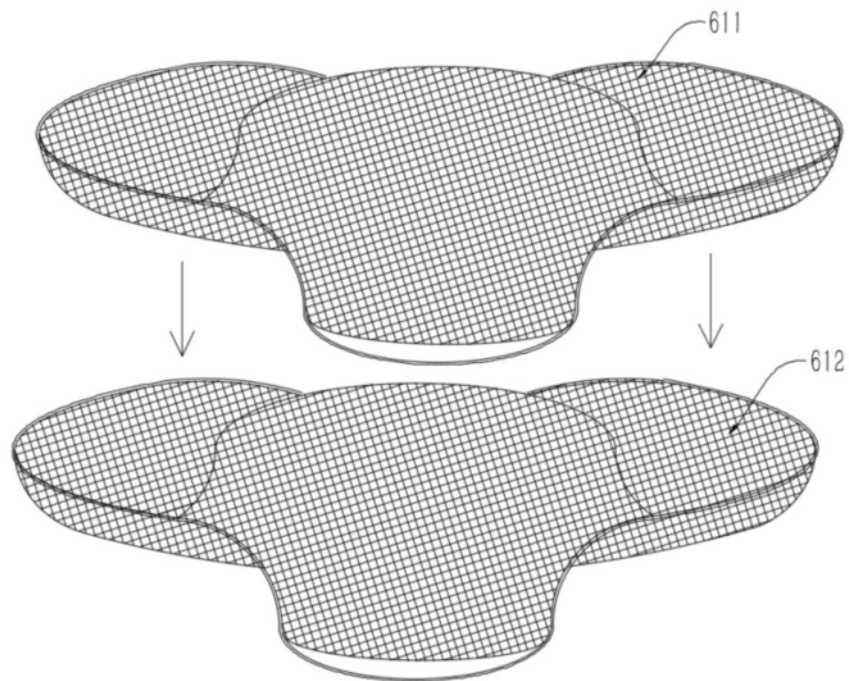


图9

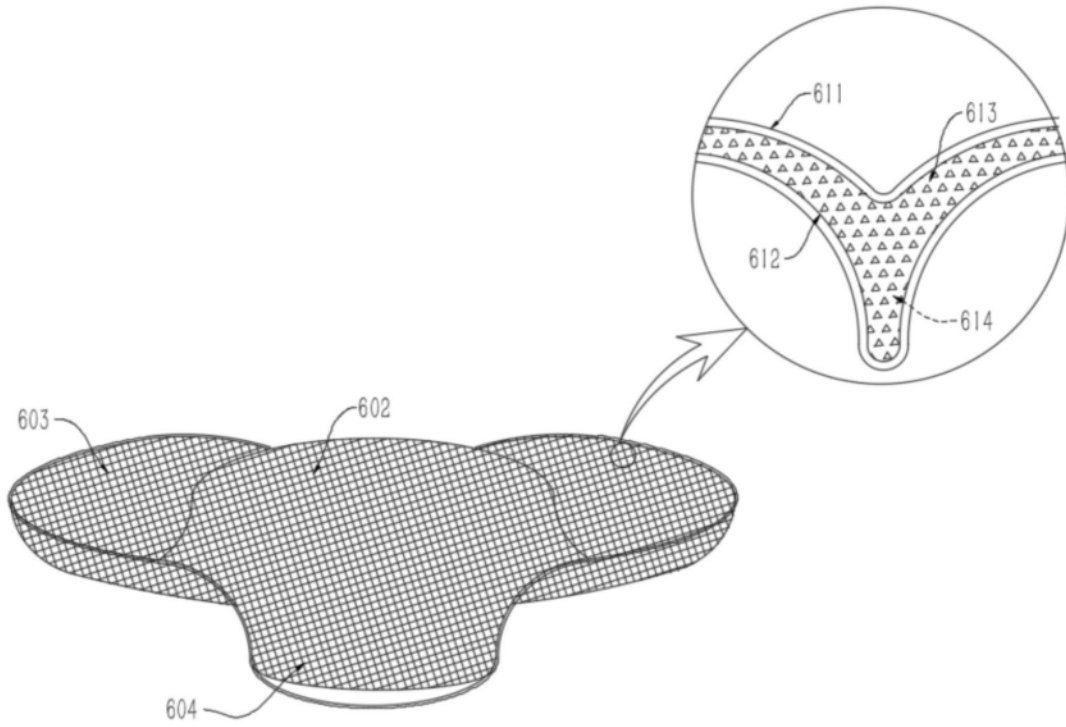


图10

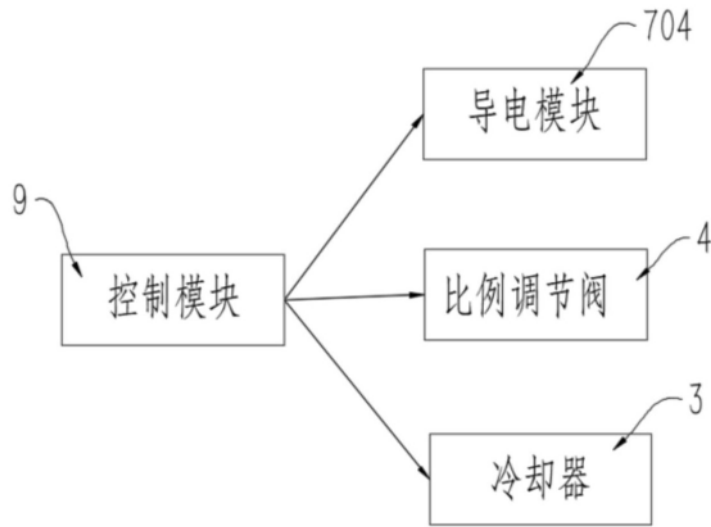


图11

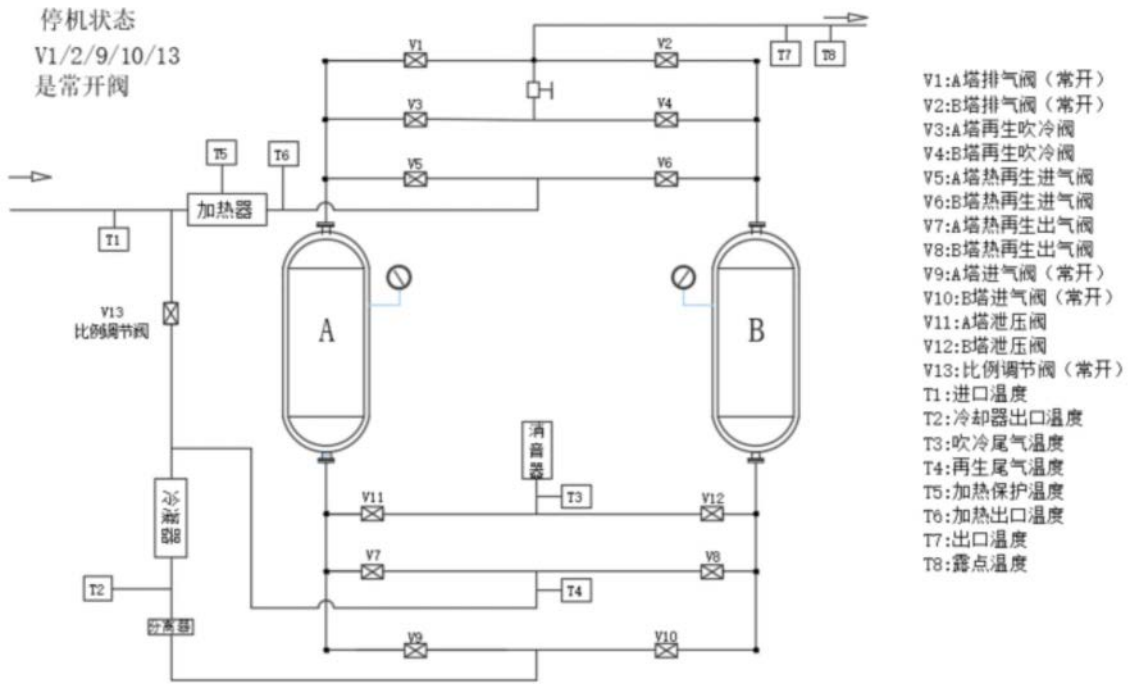


图12

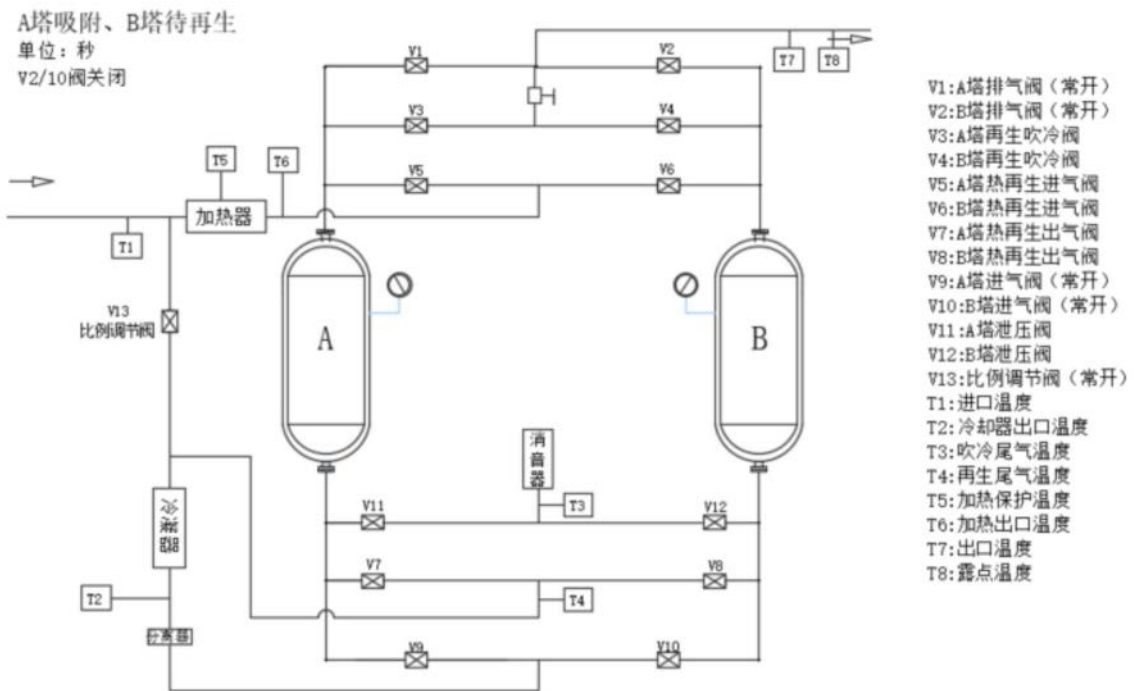
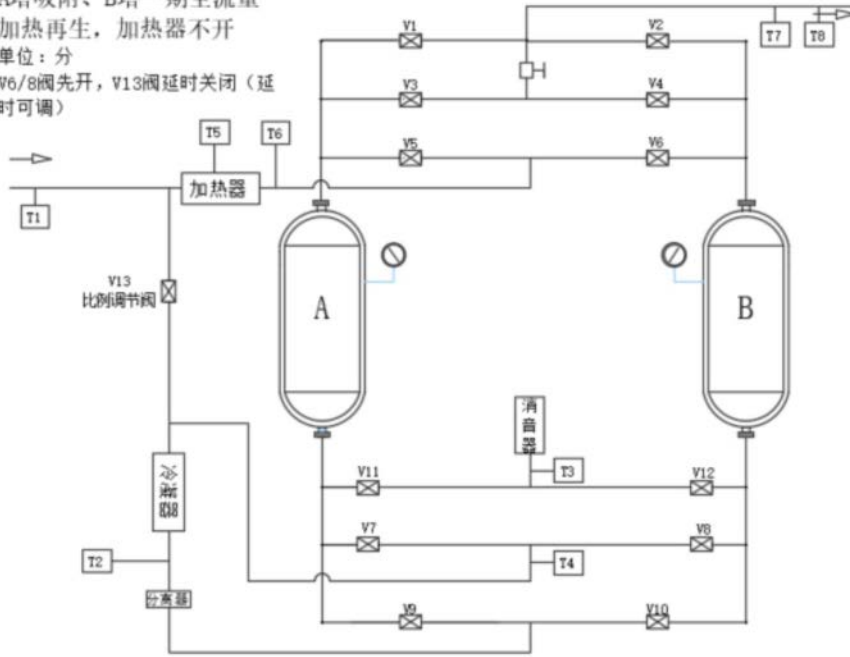


图13

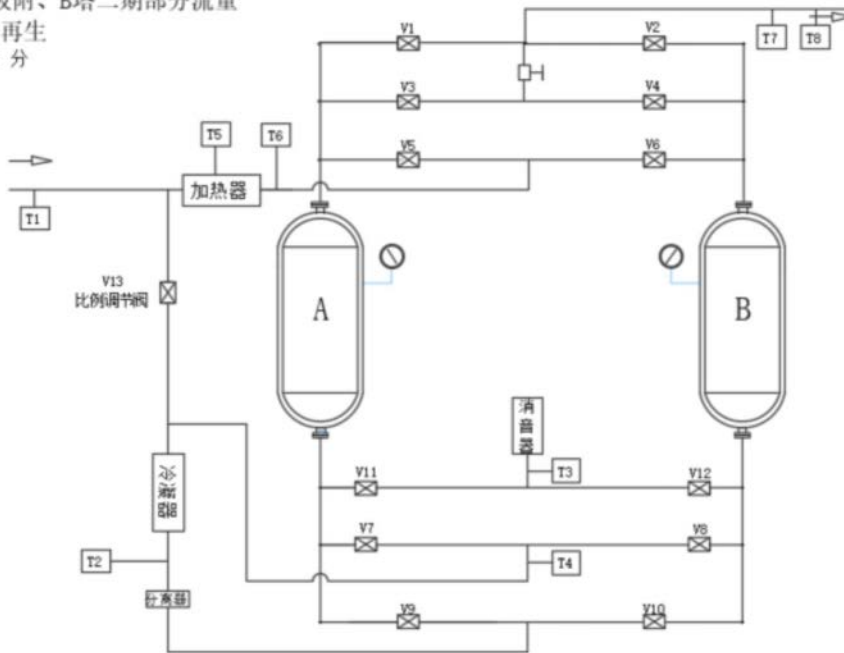
A塔吸附、B塔一期全流量
加热再生，加热器不开
单位：分
V6/8阀先开，V13阀延时关闭（延
时可调）



- V1:A塔排气阀（常开）
- V2:B塔排气阀（常开）
- V3:A塔再生吹冷阀
- V4:B塔再生吹冷阀
- V5:A塔热再生进气阀
- V6:B塔热再生进气阀
- V7:A塔热再生出气阀
- V8:B塔热再生出气阀
- V9:A塔进气阀（常开）
- V10:B塔进气阀（常开）
- V11:A塔泄压阀
- V12:B塔泄压阀
- V13:比例调节阀（常开）
- T1:进口温度
- T2:冷却器出口温度
- T3:吹冷尾气温度
- T4:再生尾气温度
- T5:加热保护温度
- T6:加热出口温度
- T7:出口温度
- T8:露点温度

图14

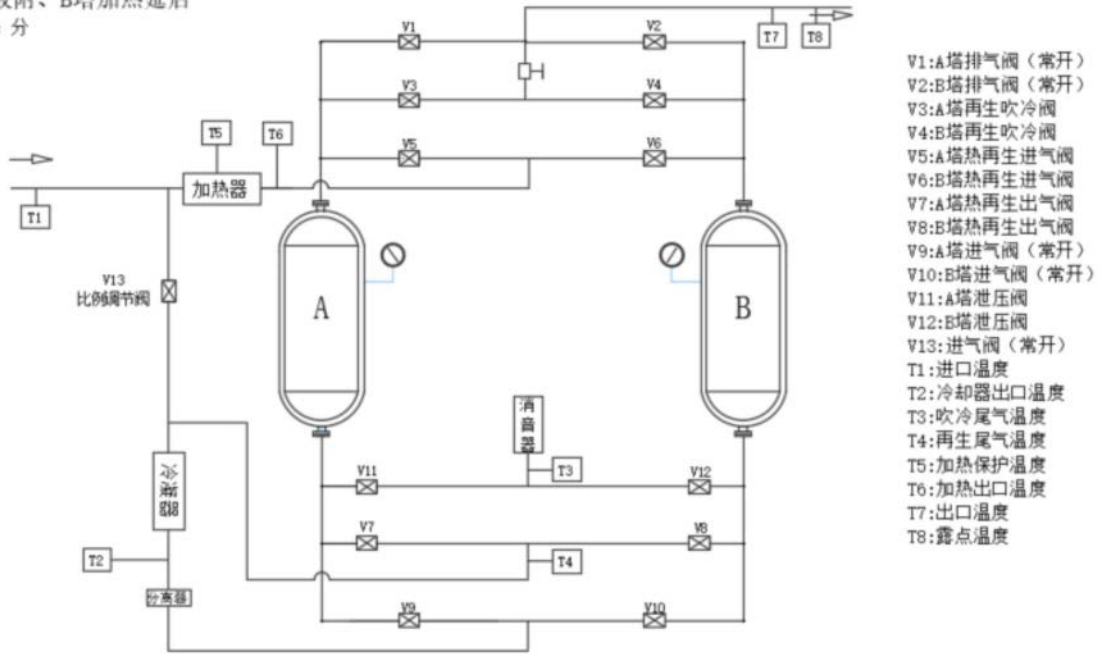
A塔吸附、B塔二期部分流量
加热再生
单位：分



- V1:A塔排气阀（常开）
- V2:B塔排气阀（常开）
- V3:A塔再生吹冷阀
- V4:B塔再生吹冷阀
- V5:A塔热再生进气阀
- V6:B塔热再生进气阀
- V7:A塔热再生出气阀
- V8:B塔热再生出气阀
- V9:A塔进气阀（常开）
- V10:B塔进气阀（常开）
- V11:A塔泄压阀
- V12:B塔泄压阀
- V13:比例调节阀（常开）
- T1:进口温度
- T2:冷却器出口温度
- T3:吹冷尾气温度
- T4:再生尾气温度
- T5:加热保护温度
- T6:加热出口温度
- T7:出口温度
- T8:露点温度

图15

A塔吸附、B塔加热延后
单位：分

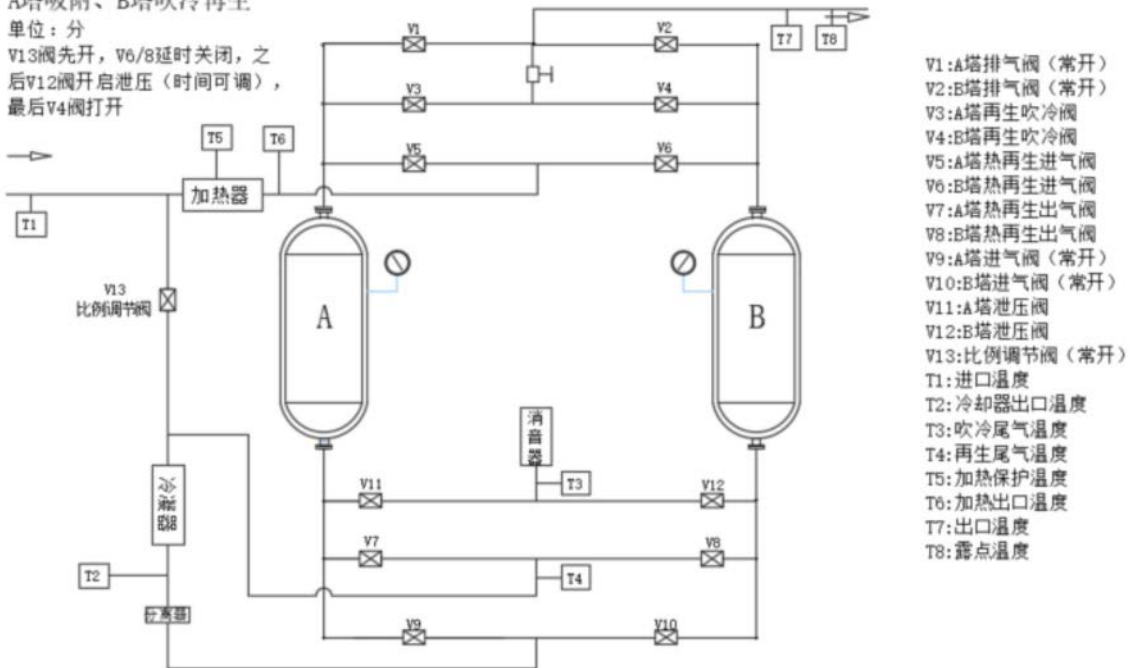


- V1:A塔排气阀 (常开)
- V2:B塔排气阀 (常开)
- V3:A塔再生吹冷阀
- V4:B塔再生吹冷阀
- V5:A塔热再生进气阀
- V6:B塔热再生进气阀
- V7:A塔热再生出气阀
- V8:B塔热再生出气阀
- V9:A塔进气阀 (常开)
- V10:B塔进气阀 (常开)
- V11:A塔泄压阀
- V12:B塔泄压阀
- V13:进气阀 (常开)
- T1:进口温度
- T2:冷却器出口温度
- T3:吹冷尾气温度
- T4:再生尾气温度
- T5:加热保护温度
- T6:加热出口温度
- T7:出口温度
- T8:露点温度

图16

A塔吸附、B塔吹冷再生

单位：分
V13阀先开，V6/8延时关闭，之后V12阀开启泄压（时间可调），最后V4阀打开



- V1:A塔排气阀 (常开)
- V2:B塔排气阀 (常开)
- V3:A塔再生吹冷阀
- V4:B塔再生吹冷阀
- V5:A塔热再生进气阀
- V6:B塔热再生进气阀
- V7:A塔热再生出气阀
- V8:B塔热再生出气阀
- V9:A塔进气阀 (常开)
- V10:B塔进气阀 (常开)
- V11:A塔泄压阀
- V12:B塔泄压阀
- V13:比例调节阀 (常开)
- T1:进口温度
- T2:冷却器出口温度
- T3:吹冷尾气温度
- T4:再生尾气温度
- T5:加热保护温度
- T6:加热出口温度
- T7:出口温度
- T8:露点温度

图17

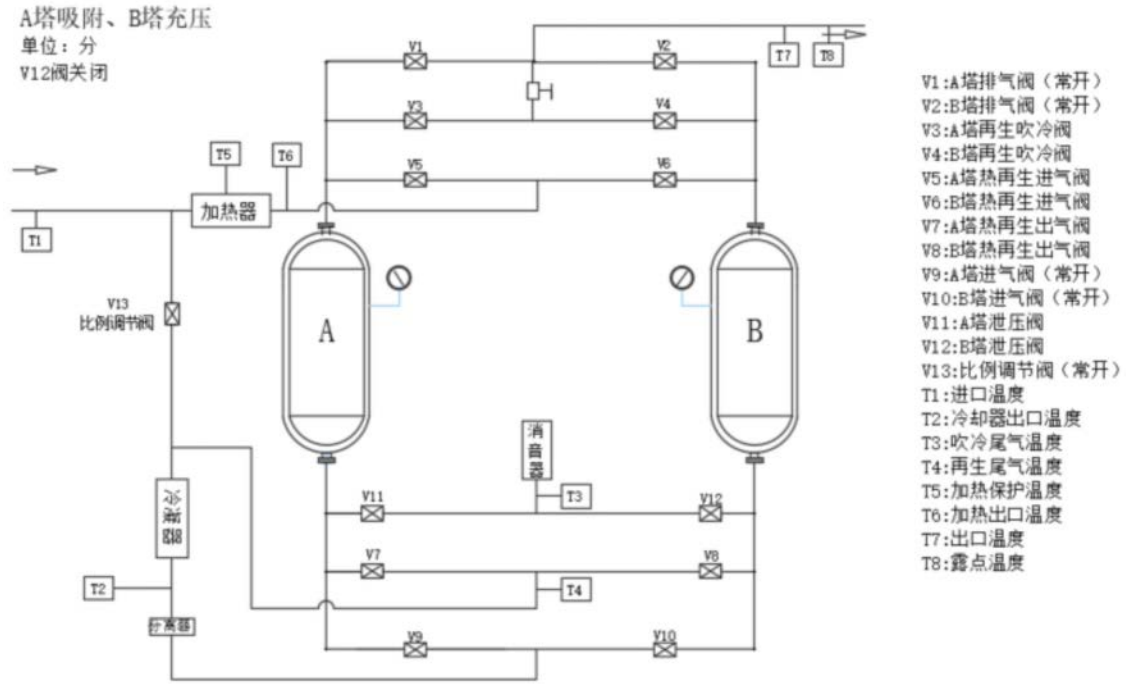


图18

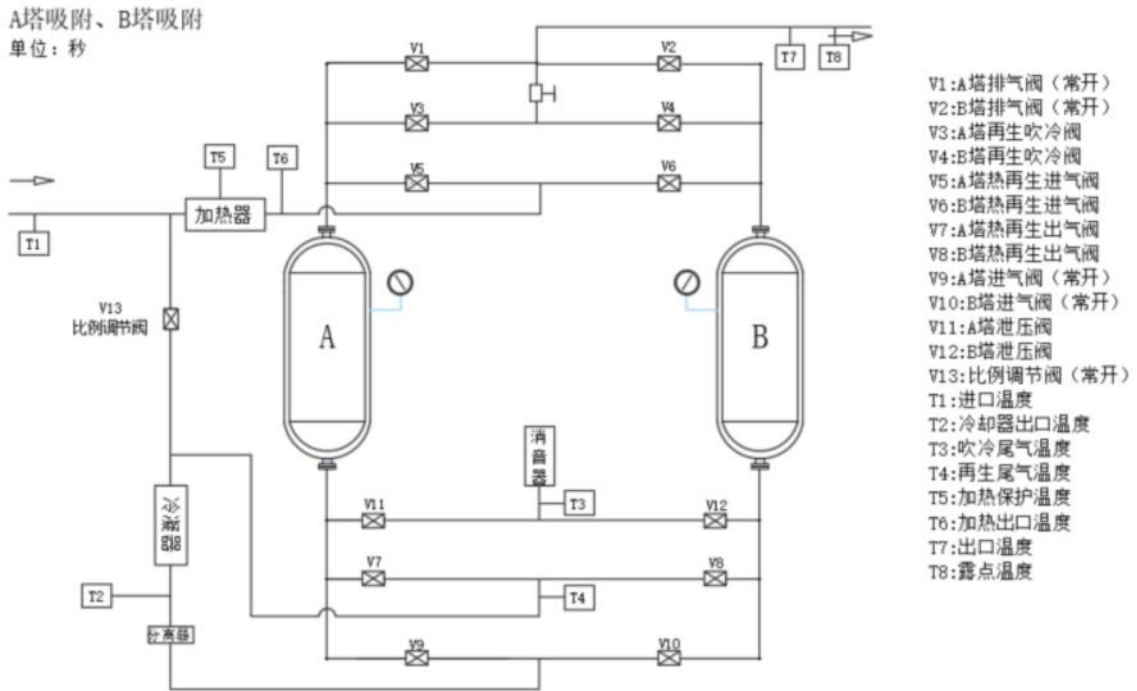


图19

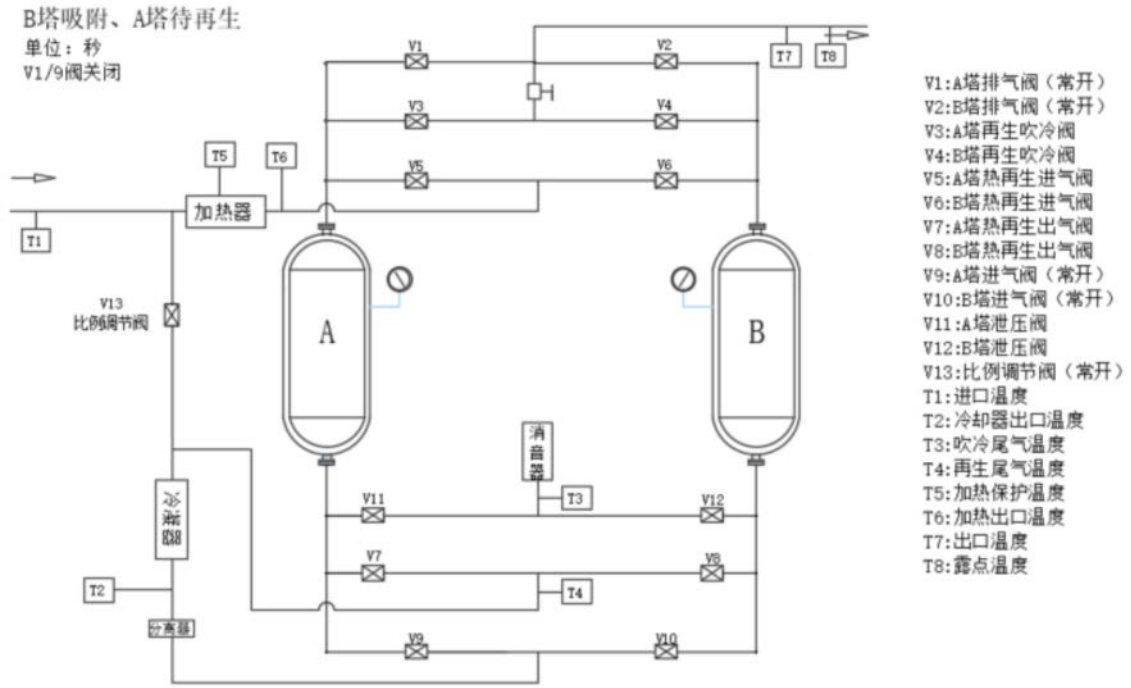


图20

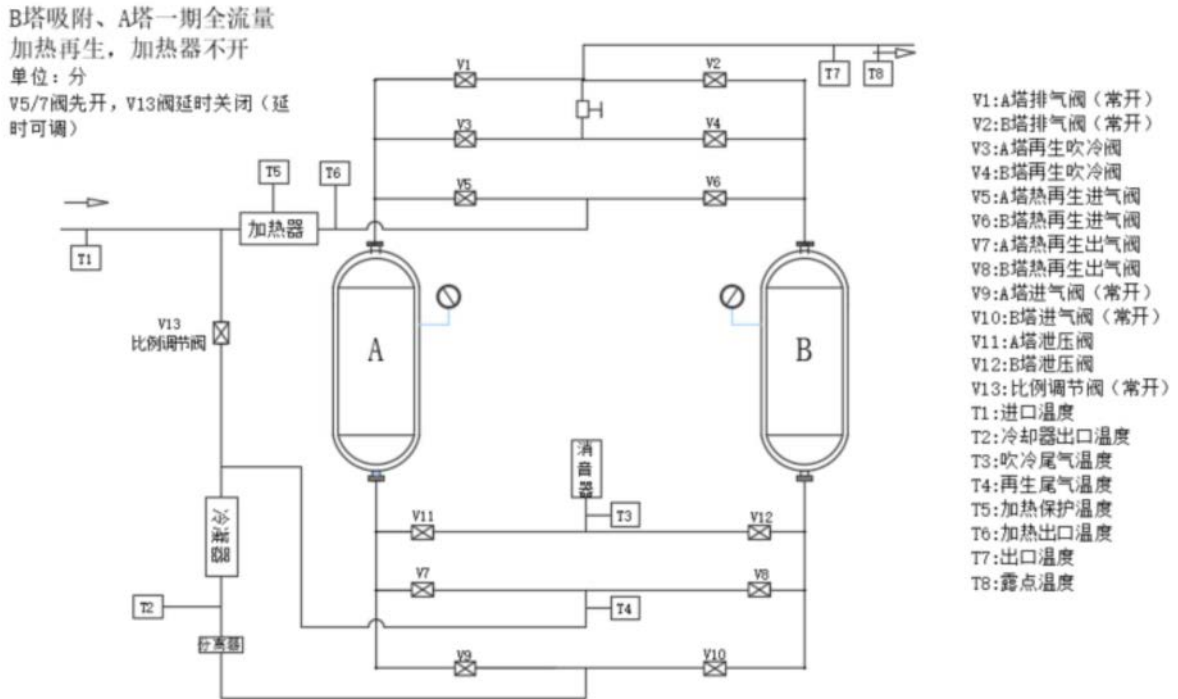


图21

B塔吸附、A塔二期部分流量加热再生
单位：分

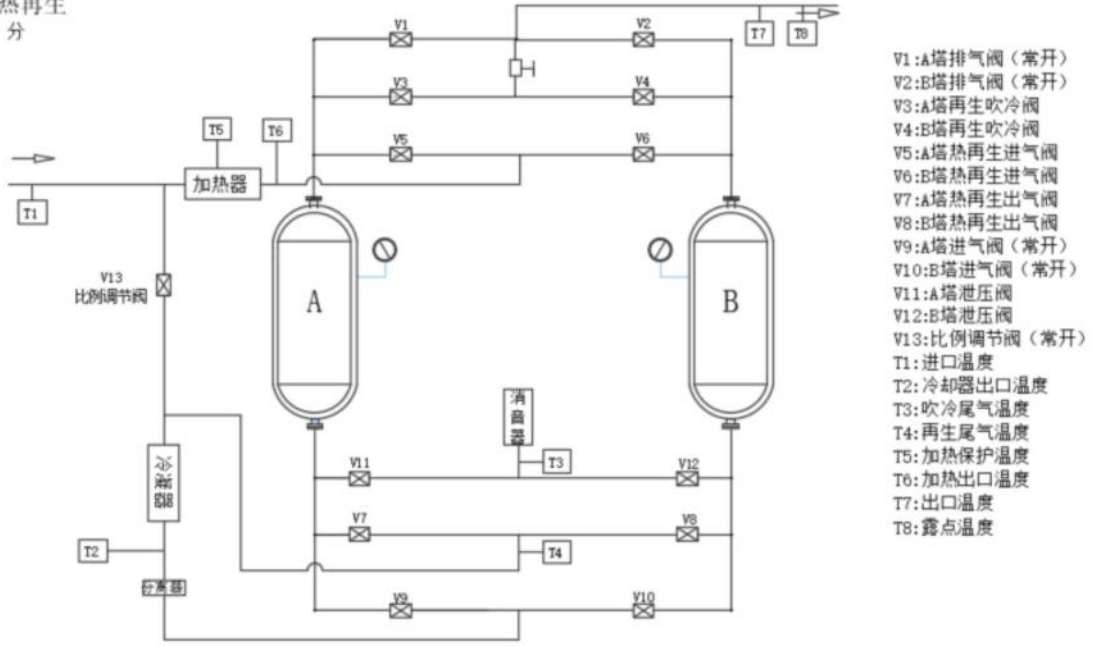


图22

B塔吸附、A塔加热延后
单位：分
V5/7阀先开，V13阀延时关闭 (延时可调)

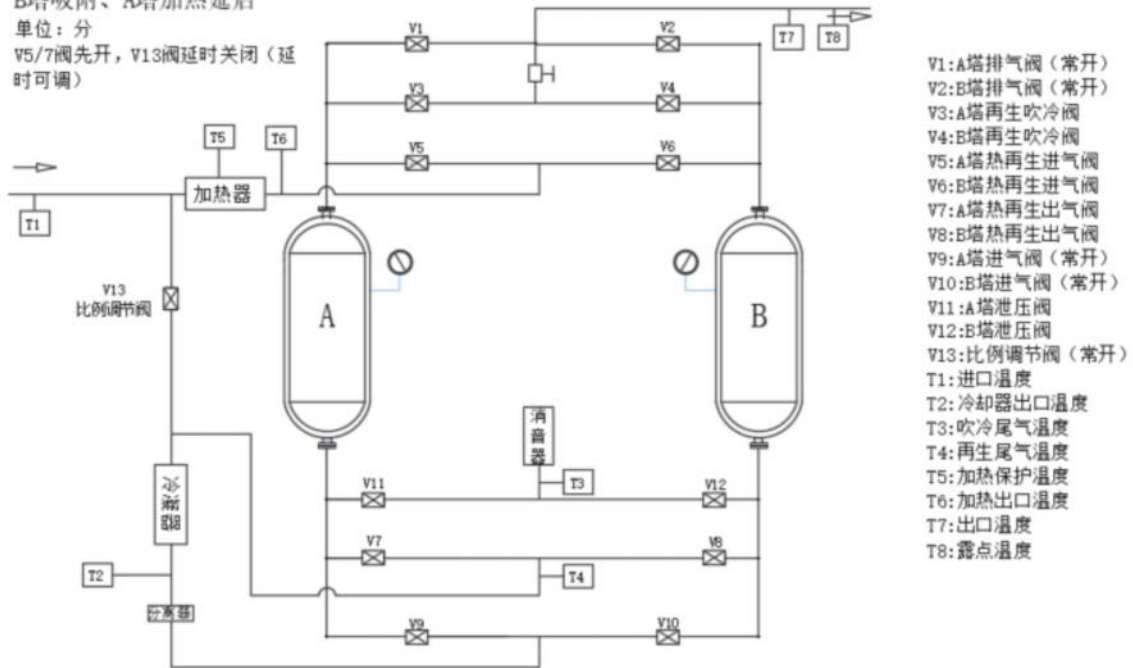


图23

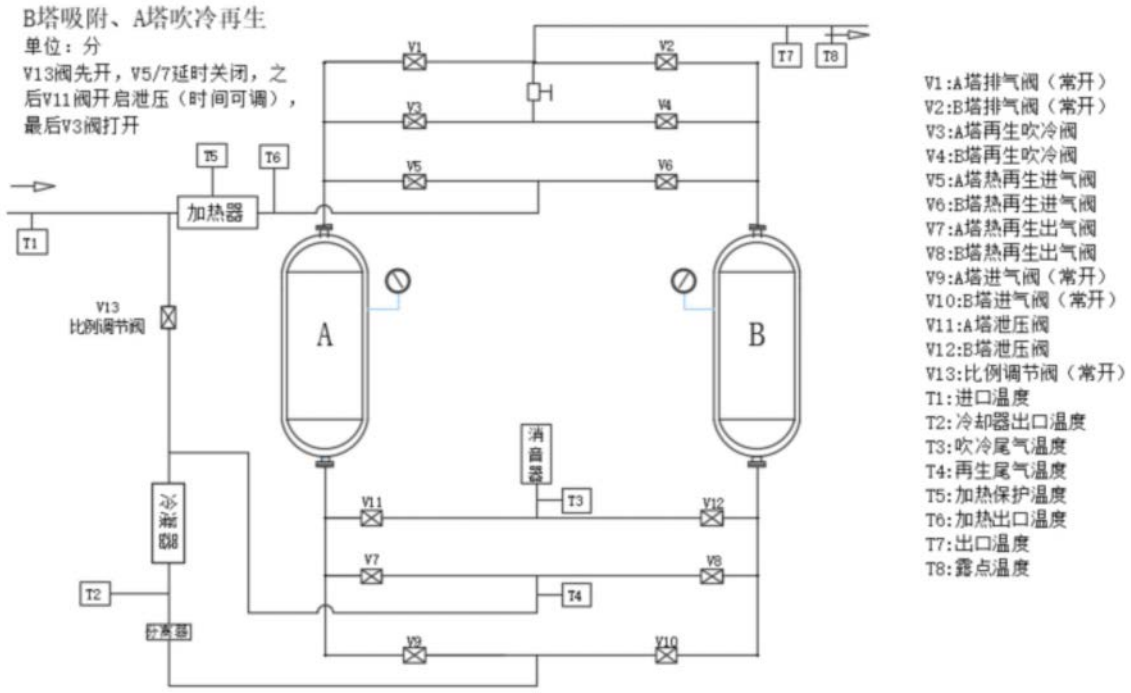


图24

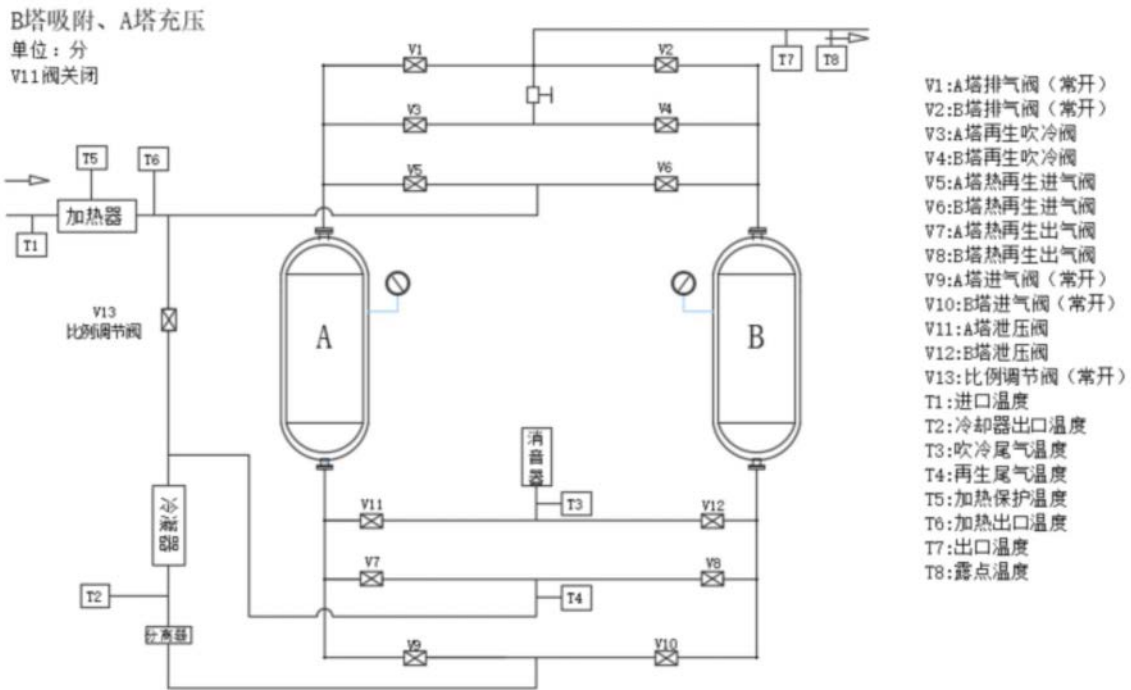
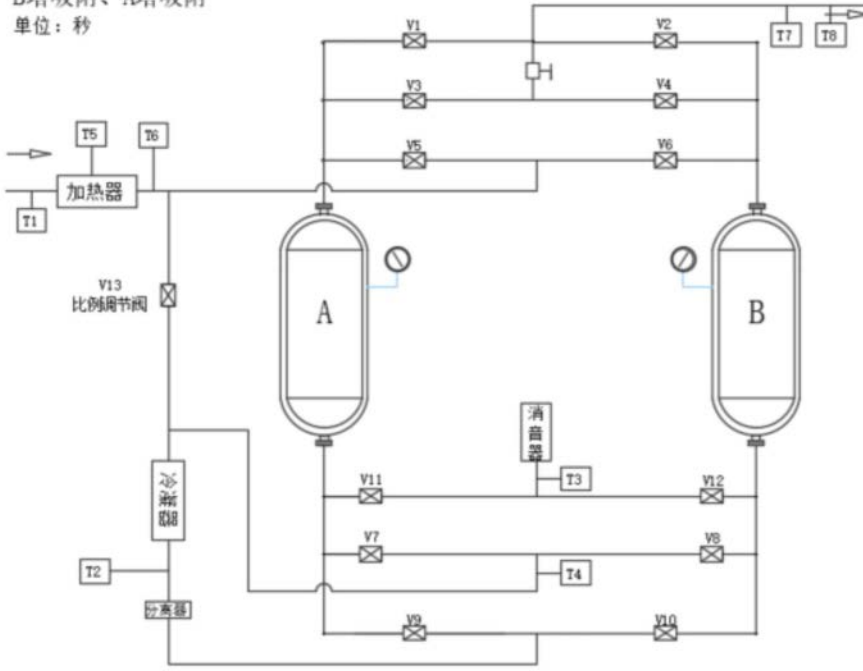


图25

B塔吸附、A塔吸附
单位：秒



- V1:A塔排气阀 (常开)
- V2:B塔排气阀 (常开)
- V3:A塔再生吹冷阀
- V4:B塔再生吹冷阀
- V5:A塔热再生进气阀
- V6:B塔热再生进气阀
- V7:A塔热再生出气阀
- V8:B塔热再生出气阀
- V9:A塔进气阀 (常开)
- V10:B塔进气阀 (常开)
- V11:A塔泄压阀
- V12:B塔泄压阀
- V13:比例调节阀 (常开)
- T1:进口温度
- T2:冷却器出口温度
- T3:吹冷尾气温度
- T4:再生尾气温度
- T5:加热保护温度
- T6:加热出口温度
- T7:出口温度
- T8:露点温度

图26