



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103769412 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 07

(21) 申请号 201410070596. 2

C02F 9/14 (2006. 01)

(22) 申请日 2014. 02. 28

(71) 申请人 天津市环境保护科学研究院

地址 300191 天津市南开区复康路 17 号

(72) 发明人 马建立 邓小文 李晓光 霍宁

(74) 专利代理机构 天津市三利专利商标代理有限公司 12107

代理人 王蕴华

(51) Int. Cl.

B09C 1/06 (2006. 01)

B01D 50/00 (2006. 01)

B01D 53/14 (2006. 01)

B01D 53/77 (2006. 01)

B01D 53/02 (2006. 01)

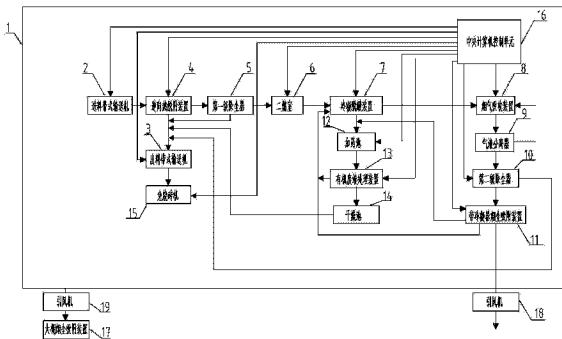
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

对环境不产生二次污染的有机污染土壤热脱附系统

(57) 摘要

本发明涉及一种对环境不产生二次污染的有机污染土壤热脱附系统，包括逆向热脱附装置、依次连的第一级除尘器、二燃室、冷凝脱酸装置、烟气吸收装置、气液分离器、第二级除尘器、带冷凝器烟尘吸附装置、中央计算机控制单元，特征是冷凝脱酸装置出水口通过加药池连有机废水处理装置进水口，有机废水处理装置出水口连冷凝脱酸装置进水口、出泥口连干燥池；气液分离器出水口连烟气吸收装置进水口；烟尘吸附回收装置出水口连加药池进水口、冷却水出水口连冷凝脱酸装置冷却水进水口、排气口连通大气；逆向热脱附装置出料口、第一、二级除尘器固体粉尘出口、干燥池干燥泥出口连免烧砖机；免烧砖机、加药池、有机废水处理装置连中央计算机控制单元。



1. 一种对环境不产生二次污染的有机污染土壤热脱附系统，包括处理有机污染土壤的逆向热脱附装置及其烟气出口通过烟气管路依次连接的第一级除尘器、二燃室、冷凝脱酸装置、烟气吸收装置、气液分离器、第二级除尘器、带冷凝器烟尘吸附装置及控制整个系统运行的中央计算机控制单元，其特征在于在所述冷凝脱酸装置的废水出水口通过一加药池连接一有机废水处理装置的进水口，所述有机废水处理装置的出水口连接冷凝脱酸装置的冷却水进水口、有机废水处理装置的出泥口连接一干燥池的进泥口；所述气液分离器的出水口连接所述烟气吸收装置的进水口；所述带冷凝器烟尘吸附装置的废水出水口连接所述加药池的废水进水口、其冷却水出水口连接冷凝脱酸装置的冷却水进水口、其排气口连通大气以排放达标烟气；所述逆向热脱附装置的出料口、第一级除尘器及第二级除尘器的固体粉尘出口、干燥池的干燥泥出口均连至一免烧砖机的进料口；所述免烧砖机、加药池及有机废水处理装置的控制端口分别连接所述中央计算机控制单元。

2. 根据权利要求 1 所述的对环境不产生二次污染的有机污染土壤热脱附系统，其特征在于所述系统设置在气承大棚中。

3. 根据权利要求 2 所述的对环境不产生二次污染的有机污染土壤热脱附系统，其特征在于在所述气承大棚外设有一吸附棚内空间气体的大棚烟尘吸附装置。

对环境不产生二次污染的有机污染土壤热脱附系统

技术领域

[0001] 本发明涉及有机污染土壤修复领域，尤其涉及一种对环境不产生二次污染的有机污染土壤热脱附系统。

背景技术

[0002] 随着社会技术经济的发展，人们生活水平、健康水平的不断提高，对实现绿色环境提出了更高要求，治理环境污染也成为城市建设的重要课题。目前由于钢铁、化工、农药等高污染企业的影响，存留了大量高污染风险土壤，其危害性在于存在于这些土壤中的有机物会污染周边的大气和水，给人类生活、健康带来危害。因此有机污染土壤的修复治理成为环境保护的重要内容。热脱附技术为目前普遍采用的一种有机污染土壤修复技术，其原理是通过直接或间接的热交换加热土壤使土壤中污染物分解或使其转化为气相从土壤表面或孔隙中脱附出来，再通过焚烧、吸附或化学反应等方式对脱附出来的有机物进行处理。

[0003] 现有的有机污染土壤热脱附系统主要包括处理有机污染土壤的逆向热脱附装置及其烟气出口通过烟气管路依次连接的第一级除尘器、二燃室、冷凝脱酸装置、烟气吸收装置、气液分离器、第二级除尘器、带冷凝器烟尘吸附装置及控制整个系统运行的中央计算机控制单元，实际运行中，污染土壤经传送装置送入逆向热脱附装置，热空气与土壤逆向接触，将其所含的有机污染物加热使其挥发，热脱附后除尘分离出的固体颗粒物，也即修复后的土壤，由逆向热脱附装置出料口通过传送装置输出用作回填土；烟气则通入第一级除尘器，除尘后烟气送入二燃室，加热后将烟气送入烟气处理系统，依次经过冷凝脱酸装置、烟气吸收装置、气液分离器、第二级除尘器及带冷凝器烟尘吸附装置。由该带冷凝器烟尘吸附装置通过引风机引出的净化后达标气体经烟囱排入大气。

[0004] 现有的有机污染土壤热脱附系统存在的主要技术缺陷是：未对烟气净化后产生的废水及经过第一级除尘器、第二级除尘器除尘后的固体粉尘进行处理，又进入周边环境中，产生二次污染。此外，整个系统是在开放环境下运行，因此在开挖土壤及系统运行过程中由于系统泄漏产生的气体及飞散的固体粉尘也都会对周围环境造成污染。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于针对上述问题，提供一种对环境不产生二次污染的有机污染土壤热脱附系统，实现在修复污染土壤的同时对烟气净化后产生的废水以及经过烟气处理系统除尘后的固体粉尘也进行处理，避免了对环境产生二次污染。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：

[0007] 一种对环境不产生二次污染的有机污染土壤热脱附系统，包括处理有机污染土壤的逆向热脱附装置及其烟气出口通过烟气管路依次连接的第一级除尘器、二燃室、冷凝脱酸装置、烟气吸收装置、气液分离器、第二级除尘器、带冷凝器烟尘吸附装置及控制整个系统运行的中央计算机控制单元，其特征在于在所述冷凝脱酸装置的废水出水口通过一加药池连接一有机废水处理装置的进水口，所述有机废水处理装置的出水口连接冷凝脱酸装置。

的冷却水进水口、有机废水处理装置的出泥口连接一干燥池的进泥口；所述气液分离器的出水口连接所述烟气吸收装置的进水口；所述带冷凝器烟尘吸附装置的废水出水口连接所述加药池的废水进水口、其冷却水出水口连接冷凝脱酸装置的冷却水进水口、其排风口连通大气以排放达标烟气；所述逆向热脱附装置的出料口、第一级除尘器及第二级除尘器的固体粉尘出口、干燥池的干燥泥出口均连至一免烧砖机的进料口；所述免烧砖机、加药池及有机废水处理装置的控制端口分别连接所述中央计算机控制单元。

[0008] 所述系统设置在气承大棚中。

[0009] 在所述气承大棚外设有一吸附棚内空间气体的大棚烟尘吸附装置。

[0010] 本发明的有益效果是：本发明提供的有机污染土壤热脱附系统在完成有机污染土壤修复的同时解决了后续烟气净化处理中产生的固体粉尘及废液的处理，在有机土壤修复过程中，修复土壤包括逆向热脱附装置及后续烟气净化处理中产生的固体颗粒物及固体粉尘以及有机废水处理后获得的干燥泥均通过免烧砖机统一进行了资源化处置，烟气经过净化后达标排放，并将经有机废水处理装置进行去除有机物处理的废水净化后循环使用。尤其整个系统设置在气承大棚中，棚外还设有一吸附棚内空间气体的大棚烟尘吸附装置，从而，在开挖土壤进行处理过程中，有效避免产生的含污染物扬尘、系统泄漏的烟气及固体粉尘对环境的二次污染，达到环境保护的目的。

附图说明

[0011] 图1是本发明的系统结构框图。

[0012] 图中：1 气承大棚，2 进料带式输送机，3 出料带式输送机，4 逆向热脱附装置，5 第一级除尘器，6 二燃室，7 冷凝脱酸装置，8 烟气吸收装置，9 气液分离器，10 第二级除尘器，11 带冷凝器烟尘吸附装置，12 加药池，13 有机废水处理装置，14 干燥池，15 免烧砖机，16 中央计算机控制单元，17 大棚烟尘吸附装置，18-19 引风机。

具体实施方式

[0013] 以下结合附图和实施例对本发明详细说明。

[0014] 图1示出一种对环境不产生二次污染的有机污染土壤热脱附系统，包括处理有机污染土壤的逆向热脱附装置4及其烟气出口通过烟气管路依次连接的第一级除尘器5、高温处理烟气的二燃室6、冷凝脱酸装置7、烟气吸收装置8、气液分离器9、第二级除尘器10、带冷凝器烟尘吸附装置11及控制整个系统运行的中央计算机控制单元16。本发明的特征在于在所述冷凝脱酸装置7的废水出水口通过一加药池12连接一有机废水处理装置13的进水口，所述有机废水处理装置13的出水口连接冷凝脱酸装置7的冷却水进水口、有机废水处理装置的出泥口连接一干燥池14的进泥口；所述气液分离器9的出水口连接所述烟气吸收装置8的进水口；所述带冷凝器烟尘吸附装置11的废水出水口连接所述加药池12的废水进水口，其冷却水出水口连接冷凝脱酸装置7的冷却水进水口，其排风口通过引风机18连通大气以排放达标烟气；所述逆向热脱附装置4的出料口、第一级除尘器5及第二级除尘器10的固体粉尘出口、干燥池14的干燥泥出口均连至一免烧砖机15的进料口；所述免烧砖机15、加药池12及有机废水处理装置13的控制端口分别连接所述中央计算机控制单元16。

[0015] 如图1所示,在实际实施中,有机污染土壤通过进料带式输送机2与逆向热脱附装置4的进料口相连,逆向热脱附装置出料口通过出料带式输送机3与免烧砖机15相连,逆向热脱附装置4的烟气出口与第一级除尘器5的烟气进口相连,第一级除尘器5的烟气出口与二燃室6的烟气进口相连,二燃室的烟气出口与冷凝脱酸装置7的烟气进口相连,冷凝脱酸装置的烟气出口与烟气吸收装置8的烟气进口相连,烟气吸收装置的烟气出口与气液分离器9的烟气进口相连,气液分离器9的烟气出口与第二级除尘器10的烟气进口相连,第二级除尘器的烟气出口与带冷凝器烟尘吸附装置11的烟气进口相连,带冷凝器烟尘吸附装置11的烟气出口通过引风机18进入烟囱排入大气。

[0016] 冷凝脱酸装置7的废水出水口及带冷凝器烟尘吸附装置11的废水出水口都与加药池12进水口相连,加药池12的出水口接入有机废水处理装置13。

[0017] 出料带式输送机3将来自逆向热脱附装置4、第一级除尘器5、第二级除尘器10及干燥池14的完成修复的土壤一同送往免烧砖机15的进料口。上述进料带式输送机2,出料带式输送机3,逆向热脱附装置4,二燃室6,冷凝脱酸装置7,烟气吸收装置8,第二级除尘器10,带冷凝器烟尘吸附装置11,加药池12,有机废水处理装置13,免烧砖机15的控制端口都与中央计算机控制单元16相连接。系统运行中,中央计算机控制单元16对上述各装置的运行进行监控,以实现对各工序参数的精确控制调节。

[0018] 本发明的又一特征是上述有机污染土壤热脱附系统设置在气承大棚1中。在所述气承大棚外还设有一吸附棚内空间气体的大棚烟尘吸附装置17。由图1可以看出,系统中的整套设备以及修复场地都在气承大棚1的覆盖下。安装在大棚外的大棚烟尘吸附装置17通过引风机19连通气承大棚内空间的气体并将处理后达标烟气排放到大气中。

[0019] 本实施例中,上述逆向热脱附装置4采用了市售型号为HGTΦ1.6×10.5m的逆向热脱附装置,为滚筒式加热结构,使用柴油作为燃料。它是通过柴油燃烧器将高温气体送入旋转的滚筒中对物料进行加热的装置。

[0020] 免烧砖机15采用了市售型号为YXQ3-15的免烧砖机。该设备是通过液压成型工艺将修复后土壤压制成固体砖块,在制砖过程中免烧制,对环境无污染。

[0021] 二燃室6采用了RTO-800型市售废气焚烧炉,通过燃烧所产生的高温气流将逆向热脱附装置排出的烟气中的有害组分焚毁。二燃室的焚烧温度为800-1200℃。有效避免了二噁英的生成。

[0022] 冷凝脱酸装置7采用了市售常规设备如立式急冷塔,装置中通过喷射冷凝水对烟气进行冷却和除酸净化,该设备配有螺旋喷嘴,冷凝水通过水泵加压后送入螺旋喷嘴,在螺旋喷嘴作用下将冷却水打散成雾滴状态,加大了反应面积,使酸性气体溶于水中,同时加快了冷却速度。

[0023] 烟气吸收装置8采用了市售WFJ-2-4废气净化塔,通过喷射碱性吸收液对烟气中酸性有害成分进行中和,是在冷凝脱酸装置处理之后进一步进行除酸处理达到净化烟气的目的。

[0024] 气液分离器9采用了市售KD型直立式叶片除雾器,该装置安装在烟气吸收装置之后,用于去除烟气在该装置运行过程中夹带的微小粒径水滴,以避免对下游设备运行造成影响。叶片式除雾器主要设有波形叶片组,雾沫状烟气与波形叶片碰撞而被积聚成液滴,大到其自身重力超过气体的上升力与液体表面张力的合力时,液滴就从波形叶片表面上被分

离下来。除雾器波形叶片的多折向结构增加了雾沫被捕集的机会,未被除去的雾沫在下一个转弯处经过相同的作用而被捕集,这样反复作用,大大提高了除雾效率。分离后的冷凝水返回烟气吸收装置 8 循环使用。烟气继续进入第二级除尘器 10。

[0025] 带冷凝器烟尘吸附装置 11 采用了市售型号为 SXF-50 的活性炭吸附装置,该设备采用活性碳纤维作为吸附材料,吸附剂在使用一段时间吸附了一定量的有机溶剂后,通过该装置上设置的高温蒸汽入口将高温蒸汽喷入装置底部,把活性炭中吸附的有机溶剂蒸出,再送入内设的冷凝器,在冷凝器内通入冷却水将冷凝形成的废水送入加药池进行后续净化,剩余冷却水送入冷凝脱酸装置循环使用。

[0026] 加药池 12 为常规使用的混合设备,本实施例中采用了浆板式加药池,浆板式搅拌机能调节转速,混合效果好,加药池的作用为在碱性药剂作用条件下通过搅拌使池中酸性废水发生中和反应,达到中和 PH 值的目的。反应完成后再将中和后废水送入有机废水处理装置中进行后续处理。

[0027] 有机废水处理装置 13 采用了本申请人的在先专利 ZL201020567397.X《生活污水处理用复合式生物膜一体型反应器》,该专利基于悬浮载体的动态生物膜固定技术,装置设有依次连接的升流式生物接触氧化滤池、竖流式沉淀池及下流式曝气生物滤池,升流式生物接触氧化滤池底部设有可调式间歇曝气装置,环行布水管,溢流管,悬浮填料床;竖流式沉淀池设有中心排水管,排泥管,中心排水管与溢流管连通;下流式曝气生物滤池内设有上、下段蛭石滤料床,上段蛭石滤料床下方设置反冲洗曝气装置。工作时,依次通过启动升流式生物接触氧化滤池运行、竖流式沉淀池运行、升流式生物接触氧化滤池间歇曝气、下流式曝气生物滤池运行,实现同步脱氮除磷且效率较高,可有效去除废液中的 COD、氨氮、总氮、总磷。

[0028] 第一级除尘器 5 采用了市售 CLT 型旋风除尘器。

[0029] 第二级除尘器 10 采用了市售型号为 DMC192 的脉冲袋式除尘器。脉冲袋式除尘器是一种干式滤尘装置。它适用于捕集细小、干燥、非纤维性粉尘。其滤袋采用纺织的滤布或非纺织的毡制成,利用纤维织物的过滤作用对含尘气体进行过滤,使粉尘被阻留,烟气得到净化。并通过控制系统自动清灰,使积附在滤袋表面的粉尘脱落,滤袋得到再生。清下来的粉尘落入灰斗,经排灰阀排出。过滤后烟气进入带冷凝器烟尘吸附装置 11,而滤出的固体粉尘则通过固体粉尘出口送入免烧砖机完成资源化利用。

[0030] 气承大棚 1 采用的是市售的气承大棚。该设备是利用比大气压高 0.2%-0.3% 的空气压形成的圆形态的空气棚。内部设有支柱和骨架形成圆形空间。棚膜使用寿命 5 年左右,且可回收再利用。

[0031] 在气承大棚外还设有一吸附棚内空间气体的大棚烟尘吸附装置 17。由于棚内空间中烟尘浓度比较低,大棚烟尘吸附装置 17 采用了不带冷凝器的市售型号为 SXF-25 的活性炭吸附装置,这样,能达到在工作区域开挖有机污染土壤进行处理过程中,有效避免产生的含污染物扬尘、系统泄漏的气体及固体粉尘散发到外界对周边环境形成二次污染,达到环境保护的目的。

[0032] 本发明的工作过程及原理如下:

[0033] 如图 1 所示,在中央计算机控制单元 16 的控制下,系统完成下述处理过程:在污染土壤经过破碎后通过进料带式输送机 2 送入逆向热脱附装置 4 中,热脱附温度为

450–650℃，处理时间 20–35 分钟。在装置中，热空气与土壤逆向接触，将其所含的有机污染物加热使其挥发出来，热脱附后分离出的固体颗粒物，也即修复后的土壤，由逆向热脱附装置出料口通过出料带式输送机 3 送入免烧砖机 15 进行资源化处置。而热脱附后产生的含大量固体粉尘的烟气通入第一级除尘器 5 即旋风除尘器，经除尘分离出的固体粉尘也送入免烧砖机 15 进行资源化处置。除尘后的烟气送入二燃室 6，加热至 800–1200℃，靠燃烧的高温气体对废气中有害组分进行焚烧后依次送入烟气处理系统各个设备进行净化，包括：冷凝脱酸装置 7、烟气吸收装置 8、气液分离器 9、第二级除尘器 10、带冷凝烟尘吸附装置 11，净化后气体经烟囱排放。在冷凝脱酸装置 7 中，使烟气进行冷却和酸性气体溶于水中的除酸净化。分离后的废水送入加药池 13 进行后续净化。烟气继续进入烟气吸收装置 8 即废气净化塔中进一步通过喷射的碱性吸收液对烟气中酸性有害成分进行中和达到进一步除酸净化的目的。由于烟气中夹带微小粒径水滴，为避免对下游设备运行造成影响。接着进入气液分离器 9 即叶片式除雾器中，将液滴分离出来。分离后的冷凝水返回烟气吸收装置 8 循环使用。进行雾液分离后的烟气进入第二级除尘器 10 即脉冲袋式除尘器，进一步将残余的细小粉尘分离并送入免烧砖机资源化处置。此时，将二次除尘后的烟气送入带冷凝器烟尘吸附装置 11 也即 SXF-50 活性炭吸附装置，用活性炭作为吸附剂吸附烟尘，吸附剂饱和后，从装置底部喷入高温蒸汽将有机溶剂蒸出，高温有机蒸汽再经冷凝器冷凝成含有机物的废水，通入加药池进行后续净化。其余冷却水送入冷凝脱酸装置 7 中循环使用。

[0034] 上述冷凝脱酸装置 7 排出的废水、带冷凝器烟尘吸附装置 11 脱附分离出的废水统一进入加药池 13 中，加药池在碱性药剂作用条件下通过搅拌使池中酸性废水发生中和反应，达到中和 PH 值的目的。调整酸碱值后的废水再进入有机废水处理装置 13 中去除有机物，基于该装置悬浮载体的动态生物膜固定技术，可有效去除废水中 COD、氨氮、总氮、总磷。净化后水体作为冷却水返回冷凝脱酸装置循环使用。有机废水处理装置排出的污泥，经过干燥池 14 进行干燥处理成干燥泥送入免烧砖机资源化处置。

[0035] 综上所述，本发明提供的有机污染土壤热脱附系统在完成有机污染土壤修复的同时解决了后续烟气净化处理中产生的固体粉尘及废液的处理，在有机土壤修复过程中，修复土壤包括逆向热脱附装置及后续烟气净化处理中产生的固体颗粒物及固体粉尘以及有机废水处理后获得的干燥泥均通过免烧砖机统一进行了资源化处置，烟气经过净化后达标排放，并将经有机废水处理装置进行去除有机物处理的废水净化后循环使用。尤其整个系统设置在气承大棚中，棚外还设有一吸附棚内空间气体的大棚烟尘吸附装置，从而，在开挖土壤进行处理过程中，有效避免产生的含污染物扬尘，系统泄漏的烟气及固体粉尘对环境的二次污染，达到环境保护的目的。

[0036] 以上所述，仅是本发明的优选实施例而已，并非对本发明的结构作任何形式上的限制。凡是依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本发明技术方案的范围内。

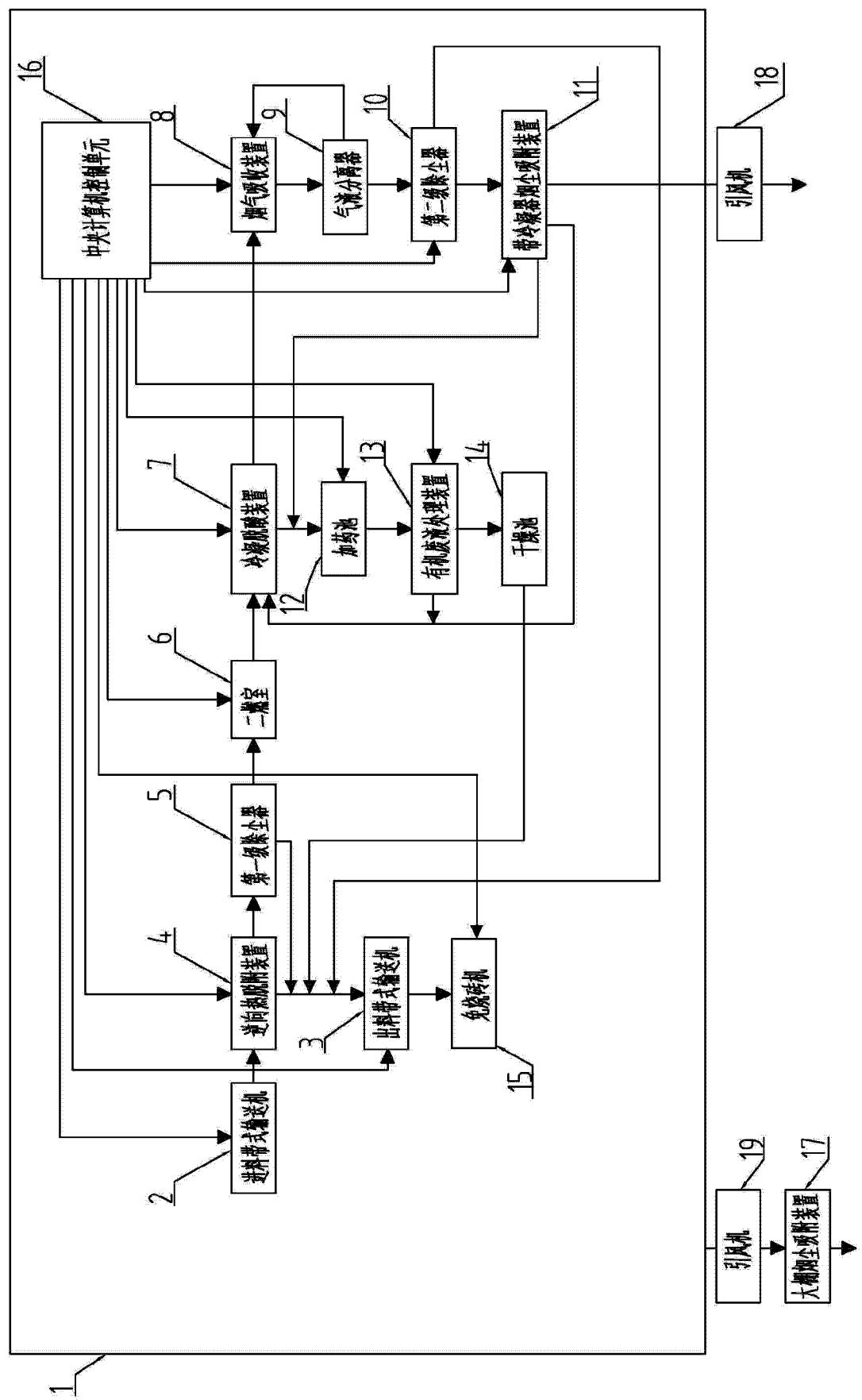


图 1