



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105824252 B

(45)授权公告日 2018.07.20

(21)申请号 201510006735.X

(22)申请日 2015.01.06

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105824252 A

(43)申请公布日 2016.08.03

(73)专利权人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街
114号

(72)发明人 王景扬 李永民 邹涛 曹宇
庞强 郑东梁 杜德伟

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002
代理人 许宗富 周秀梅

(51)Int.Cl.

G05B 19/04(2006.01)

(56)对比文件

- CN 102980983 A, 2013.03.20,
- CN 203054582 U, 2013.07.10,
- CN 103910399 A, 2014.07.09,
- CN 103539319 A, 2014.01.29,
- CN 103230928 A, 2013.08.07,
- CN 102276057 A, 2011.12.14,
- KR 2001-0065008 A, 2001.07.11,

审查员 刘亦非

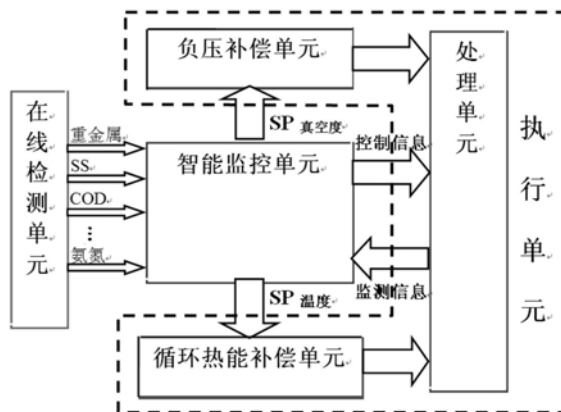
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种节能高效的生活垃圾渗沥液处理系统及方法

(57)摘要

本发明涉及一种节能高效的生活垃圾渗沥液处理系统,包括智能控制单元以及与其连接的在线监测单元、负压补偿单元、循环热能补偿单元和处理单元。方法包括:在线监测单元分析得到渗沥液组分信息;智能控制单元根据渗沥液组分信息采用MPC算法对负压补偿单元、循环热能补偿单元进行优化控制;将垃圾填埋场的沼气经预处理后,通过循环热能补偿单元实现两段式循环供热;通过负压补偿单元使处理单元形成负压环境,实现渗沥液的低温蒸发处理。本发明实现系统整体的智能优化运行,从而实现垃圾渗沥液处理过程的增效、降耗、减故障。



1. 一种节能高效的生活垃圾渗沥液处理系统,其特征在于:包括智能控制单元以及与其连接的在线监测单元、负压补偿单元、循环热能补偿单元和处理单元;

智能控制单元用于根据来自在线监测单元的渗沥液组分信息并对负压补偿单元、循环热能补偿单元、处理单元进行监控;

在线监测单元用于分析渗沥液组分并将得到的渗沥液组分信息发送至智能控制单元;

负压补偿单元用于根据智能控制单元的控制指令使处理单元内部形成需要的负压环境;

循环热能补偿单元根据智能控制单元的控制指令,利用垃圾填埋场沼气资源对处理单元工作所需的热蒸汽进行两段式循环供热;

处理单元用于进行渗沥液低温蒸发处理,并将水蒸汽温度、蒸汽流量和渗沥液蒸发温度参数反馈给智能控制单元。

2. 根据权利要求1所述的一种节能高效的生活垃圾渗沥液处理系统,其特征在于所述循环热能补偿单元包括风道、风机、换热器和甲烷燃烧台;

风道内设有风机,风道两端分别设有换热器,一级换热器底部设有对换热器加热的甲烷燃烧台,甲烷燃烧台连接用于预处理的沼气收集室;二级换热器连接尾气处理装置;

一级换热器的蒸汽管道出口连接处理单元的热蒸汽管道入口,二级换热器的蒸汽管道入口连接处理单元的热蒸汽管道出口,一级换热器的蒸汽管道入口与二级换热器的蒸汽管道出口连接。

3. 一种节能高效的生活垃圾渗沥液处理方法,其特征在于包括以下步骤:

1) 在线监测单元分析得到渗沥液组分信息;

2) 智能控制单元根据渗沥液组分信息采用MPC算法对负压补偿单元、循环热能补偿单元和处理单元进行优化控制;

3) 将垃圾填埋场的沼气经预处理后,通过循环热能补偿单元实现两段式循环供热;

4) 通过负压补偿单元使处理单元内部形成负压环境,实现渗沥液的低温蒸发处理;

所述智能控制单元根据渗沥液组分信息采用MPC算法对负压补偿单元、循环热能补偿单元和处理单元进行优化控制包括以下步骤:

智能控制单元接收在线监测单元的渗沥液组分信息,根据各组分不同数值所对应的参数设定值的对应关系得到参数设定值,作为MPC算法的输入,通过MPC算法实时得到渗沥液蒸发温度、水蒸汽温度、蒸汽流量的设定值;

将渗沥液蒸发温度的设定值转换成真空度设定值并对负压补偿单元进行闭环控制,将水蒸汽温度、蒸汽流量的设定值分别转换为电流信号对循环热能补偿单元内甲烷燃烧台的供气阀、处理单元入口处的蒸汽阀进行闭环控制。

4. 根据权利要求3所述的一种节能高效的生活垃圾渗沥液处理方法,其特征在于所述将渗沥液蒸发温度的设定值转换成真空度设定值通过下式得到:

$$\ln P=A-B/(T+C)$$

其中,P为真空度设定值,A、B、C为Antoine常数,T为渗沥液蒸发温度的设定值。

5. 根据权利要求3所述的一种节能高效的生活垃圾渗沥液处理方法,其特征在于所述通过循环热能补偿单元实现两段式循环供热包括以下步骤:

甲烷燃烧台利用沼气收集室的沼气对一级换热器进行供热,将一级换热器蒸汽管道内

的水加热成水蒸汽;含有热值的燃烧尾气通过风机传送到二级换热器并对二级换热器蒸汽管道内的水蒸汽进行二次加热;热值达到阈值的水蒸汽进入处理单元;甲烷燃烧尾气经过二次换热冷却后通过尾气处理装置输出。

一种节能高效的生活垃圾渗沥液处理系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生活垃圾渗沥液处理的技术领域,特别涉及一种节能高效的生活垃圾渗沥液处理系统及方法。

背景技术

[0002] 渗沥液处理技术主要有:吸附法、沉淀法、光催化法、反渗透法、蒸发法等方法。目前,国内垃圾渗沥液处理过程中主要存在能耗高、设备维护费高、缺乏对渗沥液成分的快速有效检测分析手段等几方面问题,这些为实现垃圾渗沥液处理过程的高效节能目标带来了一定的难度。

[0003] 垃圾渗沥液的上述特性导致传统单纯生化污水处理方法已经无法满足指标要求,针对这种情况,国内外专家从物化处理角度对深度处理技术进行了很多有益的探索研究并取得了宝贵成果:

[0004] (1) 吸附法:M.Heavev等用爱尔兰Kyl eta les ha填埋场的垃圾渗沥液进行煤渣吸附实验,处理后使COD平均为625mg/L、BOD平均为190mg/L、氨氮平均为218mg/L的渗沥液COD去除69%、BOD去除96.6%、氨氮去除95.5%,目前吸附法由于处理费用高昂大多为实验室规模,还需进一步研究后才能用于实际;

[0005] (2) 沉淀法:赵庆良等探讨了采用 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 和 $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ 使 $NH_4^+ - N$ 生成磷酸铵镁的化学沉淀去除法,有效地去除了垃圾渗沥液中的高浓度氨氮,并且避免了传统吹脱法造成的吹脱塔内碳酸盐结垢问题,结果表明,当 $Mg^{2+} : NH_4^+ : PO_4^{3-}$ 为1:1:1时,在最佳pH值为8.5~9的条件下,渗沥液中的氨氮可以由5618mg/L降低到65mg/L,化学沉淀法操作简单,但沉淀物可能含有有毒有害物质,对环境有潜在危害;

[0006] (3) 光催化法:D.E.Meeroff等用 TiO_2 作催化剂进行光催化氧化垃圾渗沥液实验,垃圾渗沥液经过4h的紫外光催化氧化后,COD去除率达到86%,B/C从0.09提高到0.14,氨氮去除率为71%,色度去除率为90%,反应完成后85%的 TiO_2 可被回收,催化氧化操作简单、能耗低、耐负荷、无污染,但要投入实际运行还需要研究反应器的类型和设计、催化剂的效率和寿命、光能的利用率等问题;

[0007] (4) 反渗透法:Fangyue Li等采用一种螺旋状的RO膜处理德国Kolenfeld填埋场的垃圾渗沥液,COD从3100mg/L降至15mg/L,氯化物由2850mg/L降至23.2mg/L,氨氮从1000mg/L降至11.3mg/L, Al^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 等金属离子的去除率均超过99.5%,但是RO膜对氨氮的去除效果受pH影响较大,且膜成本较高,容易被污染结垢和堵塞,导致处理效率急剧下降;

[0008] (5) 蒸发法:广东省建筑设计研究院陈伟雄等采用MVC+DI方法,使SS去除率达到了92.8%、COD去除率达到了99.1%、BOD去除率达到了99.4%、氨氮去除率达到了98.6%、色度去除率达到了99.1%、浓缩液10%左右,所有指标全部到达《生活垃圾填埋场污染控制标准》(DB16889-2008)要求,但是由于高温环境下蒸汽中的高氯对金属材质腐蚀严重(MVC压力1.2MPa,蒸汽温度105℃),所以需要钛合金等贵金属才能保证其使用寿命,设备造价、维

护费昂贵,且作为核心设备的空压机的耗能巨大——处理能力5吨/时的MVC空压机耗电量约50KWH左右;同济大学的杨琦等采用负压蒸发法,各种主要污染物的去除率均超过90%、浓缩液5%左右,且避免了高温蒸汽腐蚀设备的问题,但是由于蒸发器需要真空泵保持负压状态以及空压机产生蒸汽,所以耗能巨大。

发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种生活垃圾渗沥液处理系统及方法。

[0010] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:一种节能高效的生活垃圾渗沥液处理系统,包括智能控制单元以及与其连接的在线监测单元、负压补偿单元、循环热能补偿单元和处理单元;

[0011] 智能监控单元用于根据来自在线监测单元的渗沥液组分信息并对负压补偿单元、循环热能补偿单元、处理单元进行监控;

[0012] 在线监测单元用于分析渗沥液组分并将得到的渗沥液组分信息发送至智能控制单元;

[0013] 负压补偿单元用于根据智能监控单元的控制指令使处理单元内部形成需要的负压环境;

[0014] 循环热能补偿单元根据智能检测单元的控制指令,利用垃圾填埋场沼气资源对处理单元工作所需的热蒸汽进行两段式循环供热;

[0015] 处理单元用于进行渗沥液低温蒸发处理,并将水蒸汽温度、蒸汽流量和渗沥液蒸发温度参数反馈给智能监控单元,实现渗沥液的精确化低温蒸发处理。

[0016] 所述循环热能补偿单元包括风道、风机、换热器和甲烷燃烧台;

[0017] 风道内设有风机,风道两端分别设有换热器,一级换热器底部设有对换热器加热的甲烷燃烧台,甲烷燃烧台连接用于预处理的沼气收集室;二级换热器连接尾气处理装置;

[0018] 一级换热器的蒸汽管道出口连接处理单元的热蒸汽管道入口,二级换热器的蒸汽管道入口连接处理单元的热蒸汽管道出口,一级换热器的蒸汽管道入口与二级换热器的蒸汽管道出口连接。

[0019] 一种节能高效的生活垃圾渗沥液处理方法,包括以下步骤:

[0020] 1) 在线监测单元分析得到渗沥液组分信息;

[0021] 2) 智能控制单元根据渗沥液组分信息采用MPC算法对负压补偿单元、循环热能补偿单元和处理单元进行优化控制;

[0022] 3) 将垃圾填埋场的沼气经预处理后,通过循环热能补偿单元实现两段式循环供热;

[0023] 4) 通过负压补偿单元使处理单元内部形成负压环境,实现渗沥液的低温蒸发处理。

[0024] 所述智能控制单元根据渗沥液组分信息采用MPC算法对负压补偿单元、循环热能补偿单元和处理单元进行优化控制包括以下步骤:

[0025] 智能监控单元接收在线检测单元的渗沥液组分信息,根据各组分不同数值所对应的参数设定值的对应关系得到参数设定值,并作为MPC算法的输入,通过MPC算法实时得到渗沥液蒸发温度、水蒸汽温度、蒸汽流量的设定值;

[0026] 将渗沥液蒸发温度的设定值转换成真空度设定值并对负压补偿单元进行闭环控制,将水蒸汽温度、蒸汽流量的设定值分别转换为电流信号对循环热能补偿单元内甲烷燃烧台的供气阀、处理单元入口处的蒸汽阀进行闭环控制。

[0027] 所述将渗沥液蒸发温度的设定值转换成真空度设定值通过下式得到:

[0028] $\ln P = A - B / (T + C)$

[0029] 其中,P为真空度设定值,A、B、C为Antoine常数,T为渗沥液蒸发温度的设定值。

[0030] 所述通过循环热能补偿单元实现两段式循环供热包括以下步骤:

[0031] 甲烷燃烧台利用沼气收集室的沼气对一级换热器进行供热,将一级换热器蒸汽管道内的水加热成水蒸汽;含有热值的燃烧尾气通过风机传送到二级换热器并对二级换热器蒸汽管道内的水蒸汽进行二次加热;热值达到设定值的水蒸汽进入处理单元;如果水蒸气热值达不到阈值,则通过旁路管道重新流回以及换热器进行重新加热;甲烷燃烧尾气经过二次换热冷却后通过尾气处理装置输出。

[0032] 本发明具有以下有益效果及优点:

[0033] 1、本发明结合我国渗沥液水质复杂、水质波动大、在线检测能力薄弱、有机物及氨氮等浓度高等具体特点,保证了技术的适用性、通用性。

[0034] 2、本发明能够能直观明了的判断微生物活性程度,避免繁杂的数据转换,突破了难以实时在线快速检测分析的困难。

[0035] 3、本发明针以渗沥液组分在线检测单元得出的组分构成作为前馈指导,对渗沥液处理设备真空度、温度等关键参数进行优化设定,通过智能监控单元对负压补偿单元和循环热能补偿单元的控制,再根据处理效果对运行参数进行反馈校正,实现系统整体的智能优化运行,从而实现垃圾渗沥液处理过程的“增效、降耗、减故障”。

[0036] 4、本发明的沼气能两段式循环加热技术能够利用沼气能实现处理过程的节能,以及降低对环境的污染。

[0037] 5、本发明根据智能控制单元的温度给定值,利用Antoine公式将其转换成所需的真空度,控制真空泵的工作,实现对渗沥液的低温蒸发处理,避免了对处理设备的腐蚀。

附图说明

[0038] 图1为本发明的系统体系结构图;

[0039] 图2为在线检测单元结构示意图;

[0040] 图3为循环热补偿单元工作示意图;

[0041] 图4为优化控制方法原理框图。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0043] 如图1所示,一种生活垃圾渗沥液处理系统,包括用于分析渗沥液组分的在线检测单元、渗沥液处理单元、负压补偿单元和循环热能补偿单元及智能监控单元。渗沥液组分在线检测单元,用于实现渗沥液组分的快速准确分析;渗沥液处理单元,用于实现渗沥液的低温(20℃~60℃)蒸发处理;负压补偿和循环热能补偿单元,用于实现渗沥液处理供能过程的节能;智能监控单元,用于实现渗沥液处理全流程的精确控制。其中,负压补偿单元为真

空泵。

[0044] 在线检测单元的结构和工作原理均为现有技术,可采用专利《一种污水生物毒性在线监测分析仪及监测系统》(申请号201210499312.2,申请公布号CN102980983A)中附图1的装置(主生化反应器1、预处理器2、进水泵3、污泥泵4、清水阀5、污泥浓度传感器6、液位计7、流量计8、恒温加热器9、DO传感器10、通讯系统11),其中渗沥液反应器即主生化反应器1对垃圾渗沥液进入处理单元之前进行反应实验,渗沥液反应器为活性污泥降解渗沥液的实验场所,配有进水口、清水口、高位出水口、低位出水口和溢流口,主生化反应器内还固定安装有污泥浓度传感器、溶解氧(DO)传感器、温度传感器、搅拌器以及恒温加热器,主生化反应器底部完全覆盖安装有微孔盘式曝气器。

[0045] 如图2所示,所述垃圾渗沥液经泵4进入组分分析仪的主生化反应器1,经清水阀5放清水清洗和配置至设定的生化污泥浓度,污泥浓度由污泥浓度传感器6实时检测,活性污泥在主生化反应器1中得到恒定曝气和搅拌,实际渗沥液经进水泵3周期性定量注入预处理器2预曝气处理后重力流入主生化反应器1与活性污泥反应,DO传感器10实时在线采集反应体系的DO数据,并经确定的R485转232数据传输协议传送至专家数据库进行特征比对分析,从而得出渗沥液组分。

[0046] 渗沥液处理单元是垃圾渗沥液的处理场所,利用热蒸汽管道内的蒸汽进行加热,利用真空泵将处理单元腔体内抽成真空。处理单元为圆筒形结构,有蒸发腔和横向冷凝内管2个主要构造;渗沥液经过组分分析后,通过进液口进入蒸发腔,蒸发腔通过真空泵保持接近真空的低压状态,蒸发腔体均匀布设雾化喷嘴,上部为蒸汽收集口,处理单元的配套装置有真空泵和蒸汽压缩机。蒸发腔体内部设有温度计、真空压力计,用于检测渗沥液蒸发温度,根据智能监控单元发出的设定值对真空泵进行闭环控制;依据Antoine方程(公式1),结合实验数据对Antoine常数进行参数寻优最终确定各组分的饱和蒸汽压曲线,从而根据渗沥液的组份分析结果实现最优的低温蒸发净化处理。

[0047] $\ln P = A - B / (T + C)$ (1)

[0048] P为真空度设定值,A、B、C为Antoine常数,T为渗沥液蒸发温度设定值。与一级换热器出口连接的处理单元蒸汽管道入口内设有蒸汽流量计和温度计,蒸汽流量计用于反馈蒸汽流量对处理单元入口处的蒸汽阀进行控制,温度计用于检测温度和热值,处理单元腔体内设有真空压力计用于反馈腔体真空度,对处理过程进行闭环控制。处理单元内部的蒸汽管道内还设有温度传感器,用于反馈水蒸汽温度并对甲烷燃烧台的供气阀进行闭环控制。

[0049] 如图3,循环热能补偿单元利用垃圾填埋场丰富的沼气资源作为动力来源,所述循环热补偿技术采用两段式循环供热,高所述温烟气通过一次换热装置对工作用循环蒸汽进行加热,热交换后的烟气仍含有较高热值,通过风机,所述将其引入二次换热装置对回流蒸汽进行预加热,从而大大提高热能使用效率。

[0050] 智能监控单元为人机界面,与在线检测单元连接,也可以采用专利《一种污水生物毒性在线监测分析仪及监测系统》(申请号201210499312.2,申请公布号CN 102980983A)中的控制系统,接收分析完成的渗沥液组分信息,包括COD、BOD、氨氮、重金属、CL、S等。所述控制系统包括PLC控制模块、电气元件、WINCC上位机模块,所述WINCC上位机模块通过WINCC上位机软件编写控制程序,所述PLC控制模块执行控制指令向设备发出电控信号,实现对湿式生化反应系统和气液输送系统的自动化控制,所述PLC模块包括CPU、开关量输出模块、模拟

量输入模块以及模拟量输出模块。

[0051] 本发明生活垃圾渗沥液处理方法,具体包括如下步骤:

[0052] 第一步:在线检测单元根据微生物呼吸速率特征曲线分析,建立专家知识库,通过实时数据与规则库信息比对实现渗沥液组分的在线检测;

[0053] 第二步:通过MPC算法(Model Predictive Control)对渗沥液进行低温条件下的精确控温加热蒸发实现低成本高效率稳定运行;

[0054] 第三步:利用垃圾填埋场丰富的沼气资源作为动力来源,并通过循环热补偿技术实现两段式循环供热,从而大大提高热能使用效率;甲烷燃烧台利用沼气收集室的沼气对一级换热器进行供热,将一级换热器蒸汽管道内的水加热成水蒸汽;含有热值的燃烧尾气通过风机传送到二级换热器并对二级换热器蒸汽管道内的水蒸汽进行二次加热;热值达到设定值的水蒸汽进入处理单元;如果水蒸气热值达不到阈值,则通过旁路管道重新流回以及换热器进行重新加热;甲烷燃烧尾气经过二次换热冷却后通过尾气处理装置输出。

[0055] 第四步:通过气(沼气)电混合式真空泵使处理单元形成负压环境,利用真空井式低温蒸发技术减少对设备的腐蚀并提高处理效率。

[0056] 如图4所示,优化控制算法包括工作参数优化和底层控制回路精确控制两个部分:1)在线检测单元的分析结果传送给智能监控单元,智能监控单元根据分析结果对负压补偿单元、循环热补偿单元、处理单元的控制参数进行设定;2)针对渗沥液自身的时变以及处理过程的时滞等特性,采用“确定性等价原理”和“分离设计原则”来设计MPC控制器实现对底层控制回路的智能化精确控制,所述系统以渗沥液组分在线检测单元得出的组分构成作为前馈指导,具体为预先根据实验得到各组分不同数值时所对应的参数设定值,再将参数设定值作为MPC算法的输入,本实施例中参数设定值可包括渗沥液蒸发温度、水蒸汽温度、蒸汽流量的设定值即目标值;例如:智能监控单元根据实验数据预先设置了不同氯含量对应的蒸发温度设定值,根据在线检测单元测得的氯含量智能控制单元选择对应的蒸发温度设定值,再根据Antoine公式将蒸发温度转换成对应的真空压力,通过真空泵实现抽真空过程。对渗沥液处理设备真空度、温度等关键参数进行优化设定,通过智能监控单元对负压补偿单元和循环热能补偿单元的控制,再根据处理效果对运行参数进行反馈校正,实现系统整体的智能优化运行,从而实现垃圾渗沥液处理过程的“增效、降耗、减故障”。

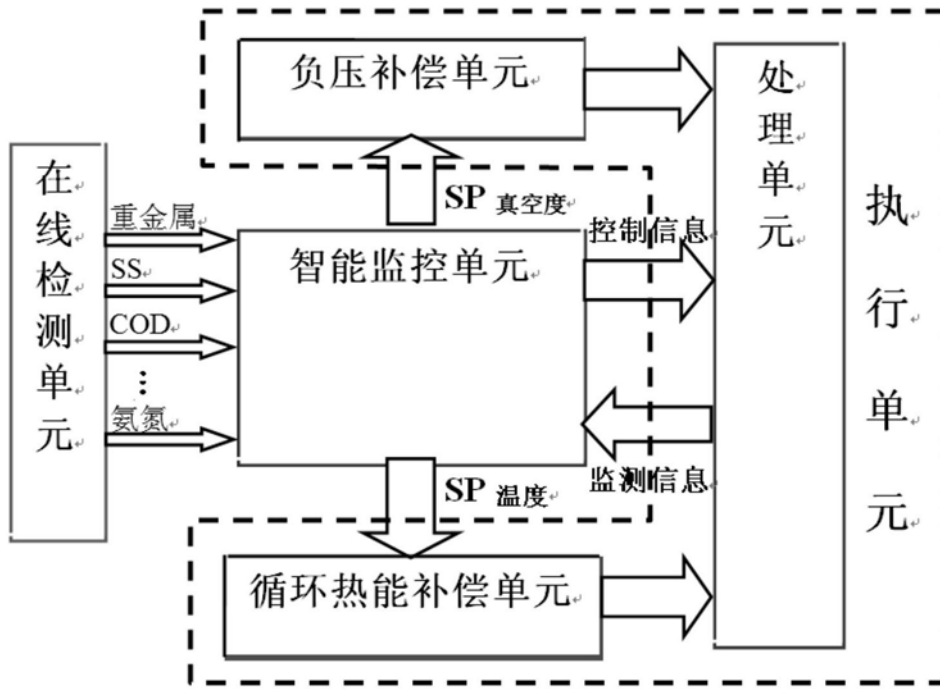


图1

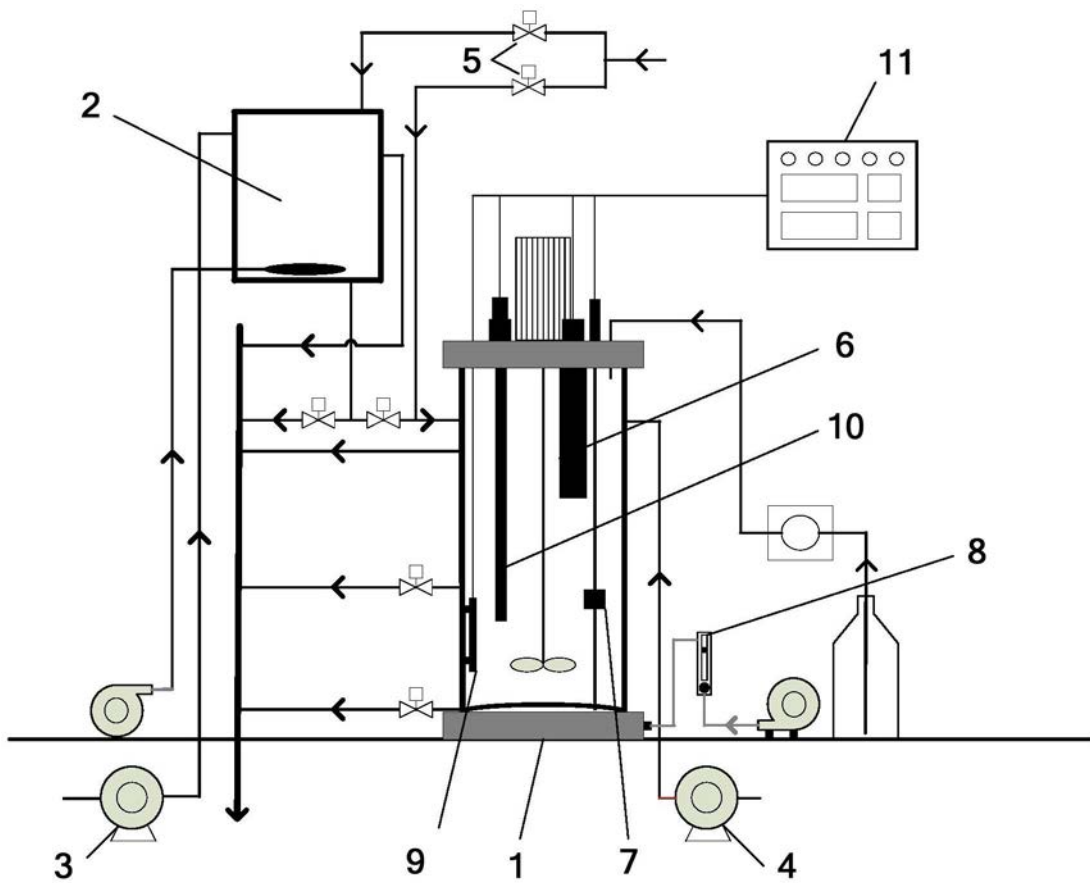


图2

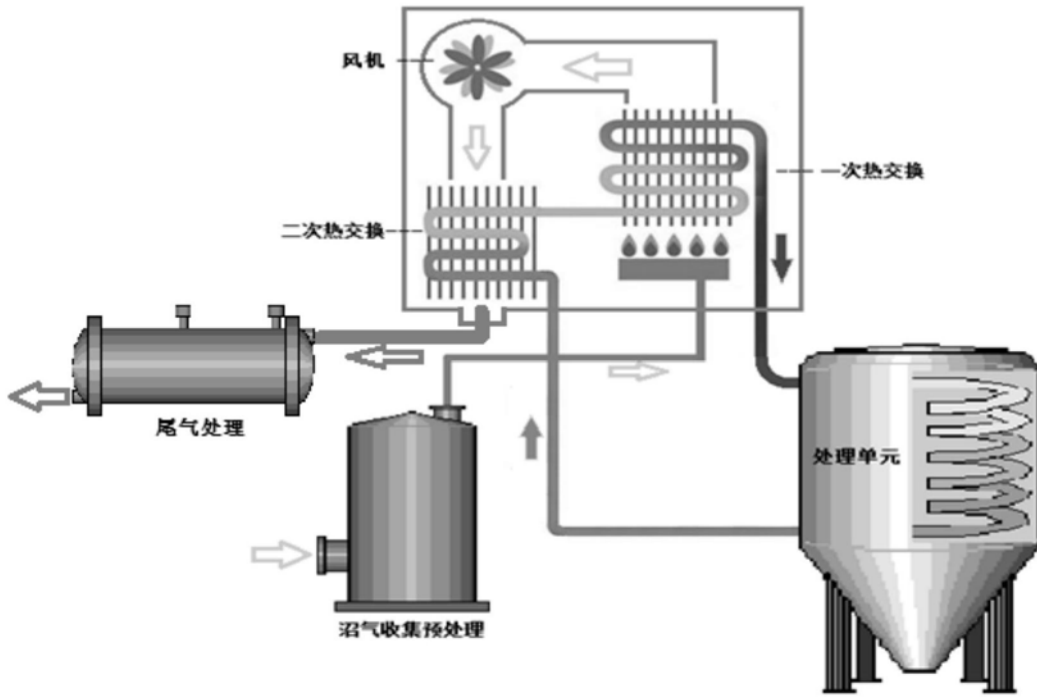


图3

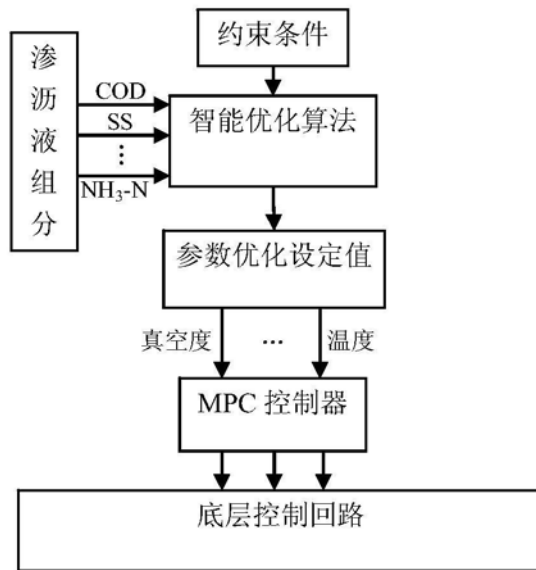


图4