



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107879513 A

(43)申请公布日 2018.04.06

(21)申请号 201711235677.3

(22)申请日 2017.11.30

(71)申请人 东南大学成贤学院

地址 210088 江苏省南京市浦口区东大路6号

(72)发明人 朱清

(74)专利代理机构 南京思拓知识产权代理事务所(普通合伙) 32288

代理人 吕鹏涛

(51)Int.Cl.

C02F 9/04(2006.01)

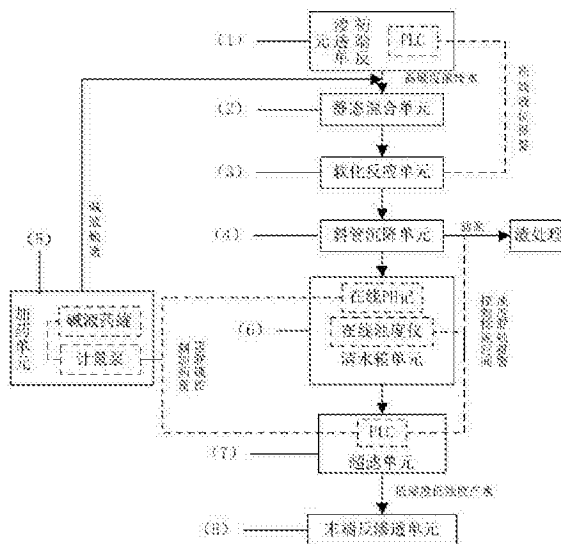
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置

(57)摘要

本发明涉及一种高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置,属于废水处理领域。本发明的装置包括初端反渗透单元、静态混合单元、软化反应单元、斜管沉降单元、加药单元、清水箱单元和超滤单元。其中,初端反渗透单元的出水口通过管路与所述静态混合单元入水口相连接,加药单元的出液口也通过管路与所述静态混合单元入水口相连接,静态混合单元的出水口连接至所述软化反应单元的进水口,所述软化反应单元的出水口通过管路与所述斜管沉降单元的入水口连接,斜管沉降单元的出水口由管路引至清水箱单元的入水口连接,清水箱单元的出水口与所述超滤单元的入水口连接。本发明智能自动化程度高、运行便捷、硬度去除效果好,在水处理领域有很好的应用前景。



1. 一种高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置，其特征在于，它包括初端反渗透单元、静态混合单元、加药单元、软化反应单元、斜管沉降单元、清水箱单元和超滤单元，所述初端反渗透单元的出水口通过管路与所述静态混合单元入水口相连接，所述加药单元的出水口也通过管路与所述静态混合单元入水口相连接，所述静态混合单元的出水口连接至所述软化反应单元的进水口，所述软化反应单元的出水口通过管路与所述斜管沉降单元的入水口连接，所述斜管沉降单元的出水口由管路引至清水箱单元的入水口连接，所述清水箱的出水口与所述超滤单元的入水口连接。

2. 根据权利要求1所述的高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置，其特征在于，它还包括末端反渗透单元和渣处理系统，所述超滤单元的出水口通过管路与所述末端反渗透单元的入水口连接；所述斜管沉降单元的出渣口通过排渣导管与渣处理系统的入渣口连接。

3. 根据权利要求1所述的高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置，其特征在于，所述初端反渗透单元含有一个PLC系统；所述超滤单元也含有另一个PLC系统。

4. 根据权利要求1所述的高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置，其特征在于，所述加药单元包括用来装药剂的加药罐、装在加药罐中用来搅拌药剂的减速搅拌机和控制药剂量的计量泵。

5. 根据权利要求3所述的高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置，其特征在于，所述软化反应单元包括软化反应罐、液位报警器、第二减速搅拌机和提升泵。

6. 根据权利要求5所述的高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置，其特征在于，所述液位报警器安装在软化反应罐的罐体中部，所述液位报警器与所述初段反渗透单元的PLC系统通过导线相连接；所述第二减速搅拌机安装在软化反应罐中用来搅拌高硬度的浓排水和药剂；所述提升泵安装在软化反应罐上通过管路用以输送浓排水和药剂。

7. 根据权利要求1所述的高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置，其特征在于，所述斜管沉降单元包括斜管沉降池、安装在斜管沉淀池底部的漏斗型集泥槽和安装在斜管沉淀池底部的排泥导管；所述斜管沉降池为钢或钢砼结构，斜管断面为正六边形，斜管倾斜角度 60° 。

8. 根据权利要求1所述的高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置，其特征在于，所述清水箱单元包括清水箱、在线pH计和在线浊度仪；所述在线pH计安装在清水箱内，该在线pH计通过导线与所述超滤单元的PLC系统相连接；所述在线浊度仪安装在清水箱内，所述在线浊度仪通过导线与所述超滤单元的PLC系统相连接。

9. 根据权利要求1所述的高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置，其特征在于，所述超滤单元含有过滤精度为 $0.01\sim 0.1\mu\text{m}$ 的超滤膜，所述超滤膜用来去除微小悬浮物和胶体杂质，使超滤后水浊度 $<0.2\text{ NTU}$ ；所述超滤膜的膜元件为管式、中空纤维式或板式膜元件；所述超滤膜为过滤精度为 $0.03\mu\text{m}$ 的外压式中空纤维有机膜。

10. 根据权利要求1所述的高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置，其特征在于，所述的超滤单元的膜通量可为 $20\sim 70\text{ L/m}^2\cdot\text{h}$ ，超滤单元运行周期时间为 $40\sim 60\text{ min}$ ；所述超滤单元的运行周期包括：过滤产水时间为 $40\sim 60\text{ min}$ ，气擦洗时间为 $30\sim 90\text{ s}$ ，反洗时间为 $30\sim 60\text{ s}$ ，正洗时间为 $20\sim 60\text{ s}$ ，反洗时在反洗管道上投加盐酸，调节反洗水pH值为 $2\sim 4$ 。

一种高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及废水处理领域,具体而言,涉及高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置。

背景技术

[0002] 中国可开发利用的水资源大部分已开发利用,新增水源不是开发难度大,就是开发成本高,水资源紧缺形势日趋严峻。而且每年大量工业废水和生活污水的排放,不仅污染了环境,也浪费了宝贵水资源。因此必须在整体上提高水的循环利用率,减少对水资源总量的需求,实现废水资源化,提高膜分离技术在再制造、资源化和产业链生态延伸等方面的贡献度。

[0003] 利用双膜法处理中水使之达到回用标准在当前形势下越来越重要,且为了进一步节约资源,目前很多工艺设计都要求提高中水回用率,这就必然要用到多级反渗透。来水的硬度对反渗透的运行稳定性具有很大的影响,高硬度反渗透浓排水为中水被反渗透膜浓缩后的富含有机物、无机物的杂排水。反渗透膜失效的机制是膜结垢造成污堵,而膜结垢又分为有机物污堵和无机盐结垢。有机物污堵可以通过加杀菌剂等方式解决。无机盐结垢主要是由于难溶盐如 CaCO_3 , CaSO_4 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等在膜表面沉积而引起的,只有去除水中的无机杂质,反渗透膜结垢的风险才能大大降低。

[0004] 多段反渗透装置之间常需投加阻垢剂或设置软化工艺,以确保后续反渗透膜正常运行。投加阻垢剂只在来水硬度不是较高时有效,且没有根本上降低水的硬度,反渗透膜在对水进行多次浓缩后,硬度也相对应的成倍增长,此时只能采用软化工艺,才能防止反渗透膜结垢。双膜法水处理中最常用的软化工艺为离子交换、混凝沉淀等。但是,离子交换存在快速饱和,需要频繁再生,且离子再生过程中产生的废水形成二次污染,非常不经济环保;混凝沉淀操作繁杂,自动化程度低,需要耗费人力物力,且出水水质不稳定难达到反渗透膜进水要求。

发明内容

[0005] 本发明的目的是在现有技术的基础上,提供一种高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置,可以防止多段反渗透中的末端反渗透膜因进水硬度过高易形成无机垢污染,利用石灰纯碱软化、斜管沉淀、全自动PLC联锁和超滤膜分离技术使得整个工段紧凑合理,效果优异,自动化程度高便于操作管理,且出水达到反渗透膜进水要求。

[0006] 本发明的技术方案如下:

一种高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置,它包括初端反渗透单元、静态混合单元、加药单元、软化反应单元、斜管沉降单元、清水箱单元和超滤单元,所述初端反渗透单元的出水口通过管路与所述静态混合单元入水口相连接,所述加药单元的出液口也通过管路与所述静态混合单元入水口相连接,所述静态混合单元的出水口连接至所述软化反应单元的进水口,所述软化反应单元的出水口通过管路与所述斜管沉降单元的入水口连接,所

述斜管沉降单元的出水口由管路引至清水箱单元的入水口连接,所述清水箱的出水口与所述超滤单元的入水口连接。

[0007] 本装置还包括末端反渗透单元,所述超滤单元的出水口通过管路与末端反渗透单元的入水口连接。

[0008] 本装置还包括渣处理系统,所述斜管沉降单元的出渣口通过排渣导管与渣处理系统的入渣口连接。

[0009] 本装置中的初端反渗透单元含有一个PLC系统。

[0010] 本装置中的超滤单元也含有另一个PLC系统。

[0011] 本装置中的加药单元包括用来装药剂的加药罐、装在加药罐中用来搅拌药剂的减速搅拌机和控制药剂量的计量泵。加药罐可以为碱液药罐。

[0012] 本装置中的软化反应单元包括软化反应罐、液位报警器、第二减速搅拌机和提升泵。

[0013] 液位报警器安装在软化反应罐的罐体中部,该液位报警器与所述初段反渗透单元的PLC系统通过导线相连接。

[0014] 第二减速搅拌机安装在软化反应罐中用来搅拌高硬度的浓排水和药剂。提升泵安装在软化反应罐上通过管路用以输送浓排水和药剂。

[0015] 本装置中的斜管沉降单元包括斜管沉降池、安装在斜管沉淀池底部的漏斗型集泥槽和安装在斜管沉淀池底部的排泥导管。

[0016] 斜管沉降池为钢或钢砼结构,斜管断面为正六边形,斜管倾斜角度 60° ,倾斜方向不应受到水流直冲,流速为 $1\sim 4$ mm/s;斜管顶部清水区高度为 $1.0\sim 1.5$ m,底部配水区高度不小于 1.0 m。

[0017] 本装置中的清水箱单元包括清水箱、在线pH计和在线浊度仪。

[0018] 在线pH计安装在清水箱内,该在线pH计通过导线与所述超滤单元的PLC系统相连接。

[0019] 在线浊度仪也安装在清水箱内,所述在线浊度仪通过导线与所述超滤单元的PLC系统相连接。

[0020] 本装置可以通过PLC连锁控制来适时调节加药和水处理情况,该PLC连锁控制包括以下几个方面:(1) 软化反应单元中的液位报警器安装在软化反应罐的罐体中部,该液位报警器与所述初段反渗透单元的PLC系统通过导线相连接,然后将液位信号变送至外部的控制室工控机,有低液位报警鸣叫的作用,有利于及时发现和处理。(2) 清水箱单元的在线浊度仪也安装在清水箱内,所述在线浊度仪通过导线与所述超滤单元的PLC系统相连接,同时PLC将浊度信号变送至外部的控制室工控机,严格控制产水浊度 < 40 NTU。当产水浊度 ≥ 40 NTU时即刻报警,提示需要排泥。(3) 清水箱单元的在线pH计安装在清水箱内,该在线pH计通过导线与所述超滤单元的PLC系统相连接,同时加药单元的计量泵通过导线与所述超滤单元的PLC系统相连接,将在线pH计与加药单元的计量泵连接在一起,以产水的在线pH为依据,自动精准投加药量。通过各单元的PLC连锁,使得软化整个步骤操作管理简便,同时软化效果稳定高效,硬度去除率在75%以上。

[0021] 本装置中的初端反渗透单元采取错流过滤方法,排出25%~40%的浓排水。

[0022] 本装置中的静态混合单元可以采用SK型静态混合器,水平放置,让碱液和浓排水

混合。

[0023] 本装置中的超滤单元采用过滤精度为 $0.01\sim 0.1\mu\text{m}$ 的超滤膜,去除微小悬浮物和胶体杂质,使超滤后水浊度 $<0.2\text{ NTU}$ 。

[0024] 超滤膜可选用无机膜或有机膜,超滤膜的膜元件为管式、中空纤维式或板式膜元件。

[0025] 优选地,超滤膜为过滤精度为 $0.03\mu\text{m}$ 的外压式中空纤维有机膜。

[0026] 本装置中的超滤单元的膜通量可为 $20\sim 70\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{h}$,超滤单元运行周期时间为 $40\sim 60\text{min}$ 。

[0027] 本装置中的超滤单元的运行周期包括:过滤产水时间为 $40\sim 60\text{min}$,气擦洗时间为 $30\sim 90\text{s}$,反洗时间为 $30\sim 60\text{s}$,正洗时间为 $20\sim 60\text{s}$,反洗时在反洗管道上投加盐酸,调节反洗水pH值为 $2\sim 4$ 。

[0028] 本发明还可自动调节药剂投加量来适应不同的水质。

[0029] 采用本发明的技术方案,优势如下:

本发明提供一种高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置,可以防止多段反渗透中的末端反渗透膜因进水硬度过高易形成无机垢污染,自动化程度高、操作简便、易于管理。

[0030] 本发明自动调节药剂投加量来适应不同的水质,对水质硬度的去除效果优异,出水达到反渗透进水要求,不产生二次污染。

[0031] 本发明重在利用石灰纯碱软化法,斜管沉淀,全自动的PLC联锁和超滤膜分离技术使得整个工段紧凑合理,经济便捷。

附图说明

[0032] 图1是一种高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置流程图。

具体实施方式

[0033] 通过以下实施例并结合附图对本发明的一种高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置作进一步的说明,但这些实施例不对本发明构成任何限制。

[0034] 如图1所示,本发明的一种高硬度反渗透浓水处理的全自动软化的装置,它包括初端反渗透单元、静态混合单元、加药单元、软化反应单元、斜管沉降单元、清水箱单元和超滤单元。

[0035] 其中,初端反渗透单元的出水口通过管路与所述静态混合单元入水口相连接,加药单元的出液口也通过管路与所述静态混合单元入水口相连接,静态混合单元的出水口连接至所述软化反应单元的进水口,所述软化反应单元的出水口通过管路与所述斜管沉降单元的入水口连接,斜管沉降单元的出水口由管路引至清水箱单元的入水口连接,清水箱的出水口与所述超滤单元的入水口连接。

[0036] 本装置还包括末端反渗透单元,超滤单元的出水口通过管路与末端反渗透单元的入水口连接。

[0037] 本装置还包括渣处理系统,所述斜管沉降单元的出渣口通过排渣导管与渣处理系统的入渣口连接。

[0038] 初端反渗透单元采取错流过滤方法,排出25%~40%的浓排水。初端反渗透单元含有一个PLC系统。

[0039] 本装置中的静态混合单元可以采用SK型静态混合器,水平放置,让药剂和浓排水混合。

[0040] 加药单元包括用来装药剂的加药罐、装在加药罐中用来搅拌药剂的减速搅拌机和控制药剂量的计量泵。所述加药罐可以为碱液药罐。

[0041] 软化反应单元包括软化反应罐、液位报警器、第二减速搅拌机和提升泵。液位报警器安装在软化反应罐的罐体中部,该液位报警器与所述初段反渗透单元的PLC系统通过导线相连接。第二减速搅拌机安装在软化反应罐中用来搅拌高硬度的浓排水和药剂。提升泵安装在软化反应罐上通过管路用以输送浓排水和药剂。

[0042] 本装置中的斜管沉降单元包括斜管沉降池、安装在斜管沉降池底部的漏斗型集泥槽和安装在斜管沉降池底部的排泥导管。斜管沉降池为钢或钢砼结构,斜管断面为正六边形,斜管倾斜角度 60° ,倾斜方向不应受到水流直冲,流速为 $1\sim 4\text{ mm/s}$;斜管顶部清水区高度为 $1.0\sim 1.5\text{ m}$,底部配水区高度不小于 1.0 m 。

[0043] 本装置中的清水箱单元包括清水箱、在线pH计和在线浊度仪。在线pH计安装在清水箱内,该在线pH计通过导线与所述超滤单元的PLC系统相连接。在线浊度仪也安装在清水箱内,所述在线浊度仪通过导线与所述超滤单元的PLC系统相连接。

[0044] 本装置可以通过PLC联锁控制来适时调节加药和水处理情况,该PLC联锁控制包括以下几个方面:(1) 软化反应单元中的液位报警器安装在软化反应罐的罐体中部,该液位报警器与所述初段反渗透单元的PLC系统通过导线相连接,然后将液位信号变送至外部的控制室工控机,有低液位报警鸣叫的作用,有利于及时发现和处理。(2) 清水箱单元的在线浊度仪也安装在清水箱内,所述在线浊度仪通过导线与所述超滤单元的PLC系统相连接,同时PLC将浊度信号变送至外部的控制室工控机,严格控制产水浊度 $< 40\text{ NTU}$ 。当产水浊度 $\geq 40\text{ NTU}$ 时即刻报警,提示需要排泥。(3) 清水箱单元的在线pH计安装在清水箱内,该在线pH计通过导线与所述超滤单元的PLC系统相连接,同时加药单元的计量泵通过导线与所述超滤单元的PLC系统相连接,将在线pH计与加药单元的计量泵连接在一起,以产水的在线pH为依据,自动精准投加药量。通过各单元的PLC连锁,使得软化整个步骤操作管理简便,同时软化效果稳定高效,硬度去除率在75%以上。

[0045] 本装置中的初端反渗透单元采取错流过滤方法,排出25%~40%的浓排水。

[0046] 本装置中的超滤单元采用过滤精度为 $0.01\sim 0.1\mu\text{m}$ 的超滤膜,去除微小悬浮物和胶体杂质,使超滤后水浊度 $< 0.2\text{ NTU}$ 。所述超滤膜可选用无机膜或有机膜,超滤膜的膜元件为管式、中空纤维式或板式膜元件。

[0047] 优选地,所述超滤膜为过滤精度为 $0.03\mu\text{m}$ 的外压式中空纤维有机膜。

[0048] 本装置中的超滤单元的膜通量可为 $20\sim 70\text{ L/m}^2\cdot\text{h}$,超滤单元运行周期时间为 $40\sim 60\text{ min}$ 。

[0049] 本装置中的超滤单元的运行周期包括:过滤产水时间为 $40\sim 60\text{ min}$,气擦洗时间为 $30\sim 90\text{ s}$,反洗时间为 $30\sim 60\text{ s}$,正洗时间为 $20\sim 60\text{ s}$,反洗时在反洗管道上投加盐酸,调节反洗水pH值为 $2\sim 4$ 。

[0050] 本发明还可自动调节药剂投加量来适应不同的水质。

[0051] 本装置的运行过程如下：原水通过管路进入初端反渗透单元进行反渗透处理，从初端反渗透单元的出水口进入静态混合单元，加药单元的药剂也通过加药单元的出液口进入静态混合单元，与原水在静态混合单元混合后进入软化反应单元。原水和药剂混合物再从软化反应单元的出水口进入斜管沉降单元，在斜管沉降单元的斜管沉降池中沉降后，沉降池底部的盐泥通过排泥导管进入渣处理系统，沉降池上部的浓排水从斜管沉降单元的出水口进入清水箱单元，经清水箱单元的出水口进入超滤单元进行超滤处理，最后将低硬度和低浊度的产水通过管路进入末端反渗透单元进行反渗透处理。

[0052] 实施例1：

目前以山东某大型林浆造纸一体化企业的生化二沉池尾水为原水，利用膜分离技术进行中水回用中试试验。制浆造纸企业废水的特点为水量大、有机物含量高、废水中的纤维悬浮物多、硬度高，而且含二价硫，并有硫醇类恶臭气味。全自动软化工艺设置在一段反渗透和二段反渗透之间。一段反渗透浓排水硬度为2000~2200mg/L，废水水量为2m³/h，pH值为7.0~7.5。碱液药剂采用石灰纯碱法，浓排水与碱液反应时间为30min。利用PLC联锁控制斜管沉降池出水pH值为10.9~11.2。超滤膜采用材质为聚偏氟乙烯、过滤精度为0.10μm的外压式中空纤维有机膜，超滤膜通量设为50 L/m²·h，过滤产水时间为45min，气擦洗时间为60s，反洗时间为50s，正洗时间为40s。反洗水pH值设为2.5，气擦洗压力0.10Mpa，进气量为9 Nm³/h/支膜。设备系统运行稳定，超滤膜出水浊度<0.20 NTU，对硬度的去除率为78%~80%，保证了后续反渗透膜的长时间稳定运行，减少反渗透膜清洗频率。具体水样检测指标见表1。

[0053] 表1 水样检测指标

日期	初端反渗透浓排水硬度(mg/L)	斜管沉降池出水 pH 值	清水箱出水硬度(mg/L)	软化对硬度去除率(%)	超滤膜出水浊度(NTU)
2016.6.10	2196	11.2	463	78.92	0.19
2016.6.20	2085	10.9	438	78.99	0.12
2016.7.10	2128	11.1	465	78.15	0.15
2016.7.20	2180	11.0	436	80.00	0.11
2016.8.10	2098	11.2	420	79.98	0.16
2016.8.20	2115	10.9	465	78.01	0.15
2017.9.10	2120	11.1	450	78.77	0.19
2017.9.20	2066	10.9	419	79.72	0.12

实施例2：

徐州某大型化工企业为节约水资源，对生化二沉池尾水进行膜法中水回用。工艺采用两段反渗透膜系统，反渗透回收率分别为75%和60%。初端反渗透浓水因硬度较高，无法直接进入末端反渗透，采用药剂软化法处理后在进入末端反渗透，避免反渗透结垢污堵。初端反渗透高硬度浓水量为15m³/h，COD含量为200~300 mg/L，电导5000~6000μs/cm，硬度1600~

1900mg/L, pH为7.0~7.6。软化中采用的碱液药剂为熟石灰溶液和碳酸钠溶液。斜管沉降池产水管道内安插在线pH计和在线浊度仪,通过PLC连锁控制沉降池出水pH值为10.6~11.2。超滤膜采用聚偏氟乙烯材质外压式中空纤维有机膜,过滤精度为0.03 μ m,超滤膜通量为30 L/m²·h,设备系统运行稳定,超滤膜出水浊度 \leq 0.10 NTU,对硬度的去除率为75%以上,为末端反渗透进水水质提供保证。具体水样检测指标见表2。

[0054] 表2 水样检测指标

日期	初端反渗透浓排水硬度(mg/L)	斜管沉降池出水 pH 值	清水箱出水硬度(mg/L)	软化对硬度去除率(%)	超滤膜出水浊度(NTU)
2015.8.12	1650	11.0	388	76.48	0.08
2015.8.15	1885	10.6	417	77.88	0.10
2015.8.18	1729	11.1	431	75.07	0.09
2015.8.25	1662	10.8	365	78.04	0.05
2015.8.30	1855	11.0	386	79.19	0.07
2015.9.10	1890	10.6	439	76.77	0.10
2015.9.15	1787	11.2	407	77.22	0.09
2015.9.20	1759	10.9	384	78.17	0.10

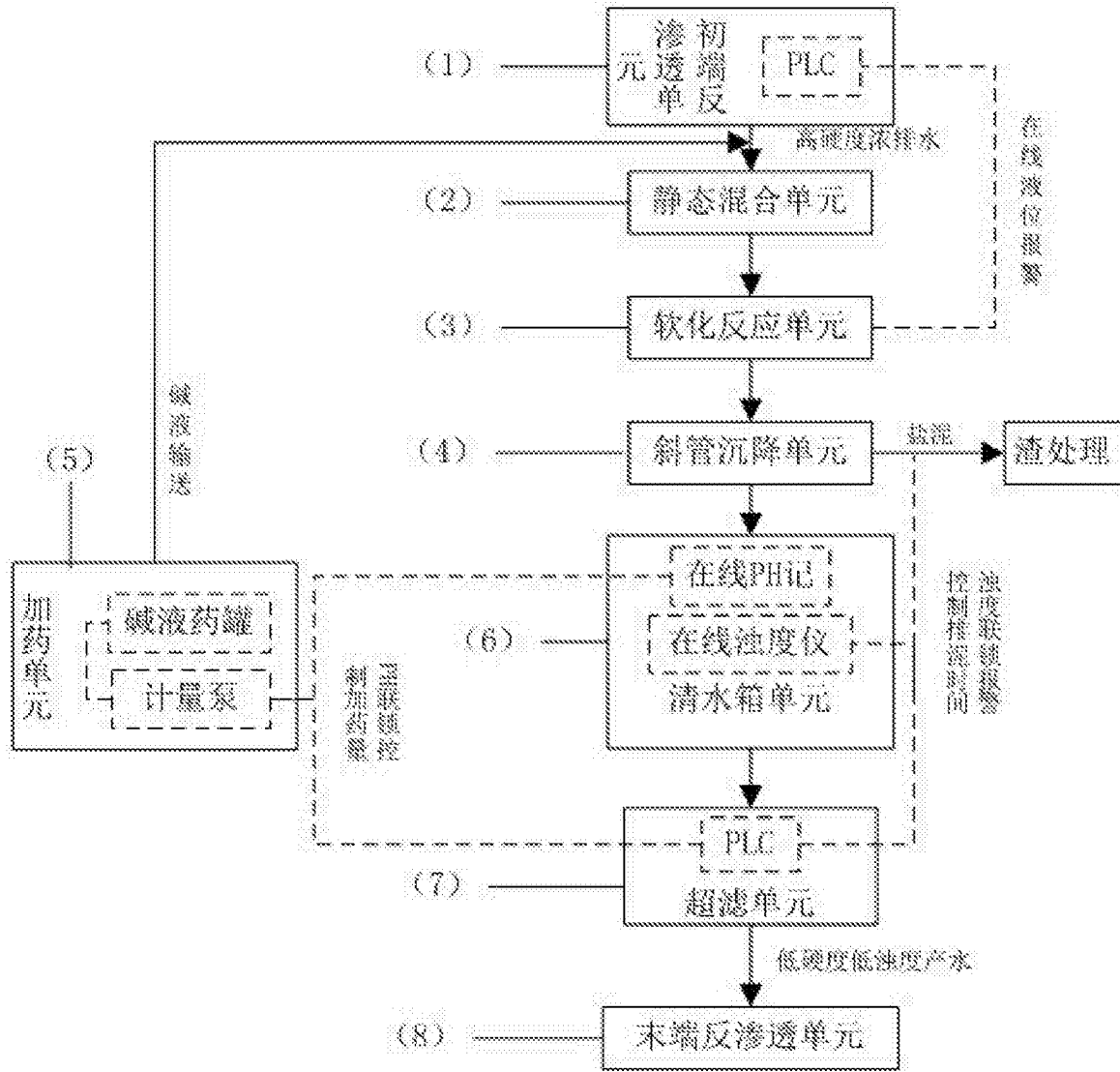


图1