



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105645589 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 08

(21) 申请号 201410644708. 0

(22) 申请日 2014. 11. 14

(71) 申请人 重庆大学

地址 400030 重庆市沙坪坝区沙正街 174 号

(72) 发明人 何强 周健 卿晓霞 王佳乐

龚本洲 李彦澄 王颖慕 温馨

(74) 专利代理机构 重庆华科专利事务所 50123

代理人 康海燕

(51) Int. Cl.

C02F 3/32(2006. 01)

C02F 3/30(2006. 01)

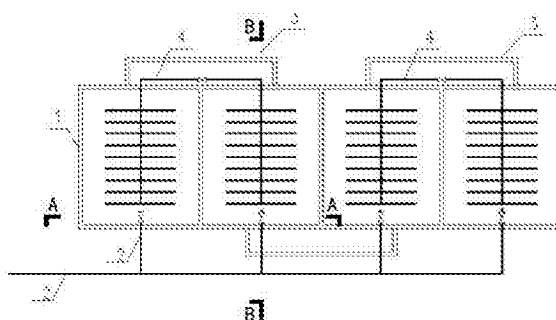
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种可转换运行模式的深床人工湿地反应器

(57) 摘要

本发明公开一种可转换运行模式的深床人工湿地反应器,由池体、进水管、连接管、导流板、砾石填料、填料网柱、水生植物等组成。池体被分隔为至少二格单元,相邻两池由连接管将各池独立的进出水系统相连。各池中填充砾石基质,并在池体上部设置可拆卸更换的填料网柱,网柱中根据设计进出水水质,投加脱氮、除磷或碳源缓释填料。本反应器采用串联单元连续流加间歇排空复氧的运行工况,即周期连续进出水-周期排空闲置,处理雨季合流制排放口溢流的地表初期雨水径流,用单元间歇运行工况,即进水-反应-排水-闲置,处理合流制排放口的旱季污水。本反应器具有运行方式灵活、处理效能高、耐冲击负荷能力强、管理运行简便、占地面积小、投资低、景观效果好等优点。



1. 一种可转换运行模式的深床人工湿地反应器,其特征在于:包括池体(1)、进水管(2)、出水管(3)、连接管(4)、导流板(5)、砾石填料(6)、填料网柱(7)、水生植物(8);所述池体(1)深度为1.5~3米;所述池体(1)内竖向设置隔墙,将池体分隔为至少二格,分别作为一个生物反应单元,每个生物反应单元里平行于池底设有可拆卸的轻质导流板(5),相邻两单元由连接管(4)将各单元独立的进出水系统相连;各单元中设置砾石填料(6),并在池体上部设置可拆卸更换的填料网柱(7),网柱中根据设计进出水需要投加脱氮、除磷或碳源缓释填料;各池均种植四季常绿水生植物(8);所述进水管(2)分别与各生物反应单元的进水口连通,相邻两格生物反应池之间通过连接管(4)连通,每格生物反应单元均设有出水管(3);进、出水管及连接管上均设有电磁阀,通过操控各电磁阀的启闭实现不同水质水量条件下运行模式的转换及反应器进出水位置的改变;

本反应器采用串联单元连续流加间歇排空复氧的运行工况,即周期连续进出水-周期排空闲置,处理雨季合流制排放口溢流的地表初期雨水径流,用单元间歇运行工况,即进水-反应-排水-闲置,处理合流制排放口的旱季污水。

2. 实现权利要求1所述的可转换运行模式的深床人工湿地反应器,其特征在于:所述可拆卸更换的填料网柱直径为30~50cm,深度为30~50cm。

3. 实现权利要求1和2所述的可转换运行模式的深床人工湿地反应器,其特征在于:所述可拆卸导流板采用轻质复合材料,通过反应器池壁的凹槽固定。

4. 根据权利要求1、2和3所述的可转换运行模式的深床人工湿地反应器,其特征在于:反应器通过将上一个周期的进出水单元互换的方式,改变污水进出水位置,使污水交替相向流动。

一种可转换运行模式的深床人工湿地反应器

技术领域

[0001] 本发明属于污水处理、环境保护技术领域，具体涉及一种可转换运行模式的深床人工湿地反应器。

背景技术

[0002] 在城市河流的生态修复中，如何对合流制排放口径分流井分离出的雨季雨水初期径流污水进行低成本高效处理成为难点。特别是在山地城市中，一方面许多合流制排放口附近用地条件受限，传统人工湿地处理技术占地面积大，应用受限；另一方面，旱季流量由于排放口低标高排放，无法接入沿岸高标高处的污水截流干管的问题突出。采用低成本人工湿地处理技术就近处理此种合流制排放口污水是一种比较经济可行处理途径。近年来，用于污水处理的人工湿地技术发展迅速，例如中国专利先后公开的 CN103408197A “一种微污染水处理人工湿地强化脱氮除磷预处理方法及装置”，CN103739081A “一种用于低污染水强化脱氮的潜流湿地装置”、CN103910472A “一种复合型人工湿地处理系统”等。上述人工湿地反应器为了达到较高的处理效能，其工艺流程较长，结构较复杂，占地面积大，且造价及运行管理费用高；后一种反应器虽为垂直流 / 潜流复合人工湿地，但深度仍较浅，占地大、效能低，对水质变化适应性差；且以上几种人工湿地反应器均是针对一般城镇污水，与针对合流制排放口污水尤其是初期地表雨水径流的本人工湿地反应器有较大区别。本反应器深度可达 1.5~3 米，在不同水质水量条件下可通过切换运行模式灵活改变运行方式来应对水质水量变化，具有处理效能高，占地面积小，抗冲击能力强等特点，国内外尚未见相关报道。

发明内容

[0003] 针对现有合流制排放口污水尤其是初期地表雨水径流处理工艺存在的不足，本发明的目的是提供一种可转换运行模式的深床人工湿地反应器，将不同运行模式的反应器有机结合，增强反应器处理效能和对水量水质变化的适应能力；并在反应器上部设置填充强化脱氮除磷填料的可拆卸网柱；以达到简化处理工艺、减少投资、增强反应器处理效能、降低处理成本和减少占地的目的。

[0004] 本发明目的实现的技术方案如下：

一种可转换运行模式的深床人工湿地反应器结构如下：该反应器由池体、进出水管、电磁阀、连接管、导流板、砾石填料、填料网柱、植物等组成。生物处理池体内竖向设置隔墙，将池体分隔为至少二单元格，分别作为一个生物反应单元，每单元内平行于池底设置有可拆卸的轻质导流板，各单元除设有独立的进出水系统外，相邻两单元设有连接管；各单元中设置砾石填料，并在池体上部设置可拆卸更换的特殊填料网柱，网柱中根据设计进出水需要投加脱氮除磷填料；各池均种植四季常绿水生植物；生物反应池各单元均有独立的进、出水管，进、出水管上均设有电磁阀，通过控制电磁阀启闭，可使生物单元实现不同运行方式的结合交替及反应器单元进出水位置的改变。

[0005] 本反应器设计采用串联单元连续流加间歇排空复氧的运行工况(周期连续进出水-周期排空闲置)处理雨季合流制排放口溢流的地表初期雨水径流。即在雨季,反应器处理雨季合流制排放口分流井截流的地表初期雨水径流时,人工湿地反应器各单元采用串联连续流运行模式,同时,进行周期间歇性排空闲置复氧,此外,周期性改变反应器进出水方向。本反应器用单元间歇运行工况(进水-反应-排水-闲置)处理合流制排放口的旱季污水。即在旱季时,反应器各单元采用并联序批式运行模式:进水-反应-排水-排空闲置,处理合流制排放口的旱季污水。

[0006] 与现有技术比较,本发明具有以下特点:

① 可转换运行模式的人工湿地对水质水量变化适应能力强、处理效能高

本反应器通过对反应器运行模式的调控转换,实现了对不同水质、水量污水的处理,使反应器的处理效能最大化,该反应器适合处理旱季、雨季水质水量相差较大的合流制排放口污水。

[0007] 雨季时,反应器主要处理初期地表雨水径流。初期地表雨水径流浓度低、水量大,通过截流井分流的初期雨水径流首先进入具有储存调蓄、沉砂功能的生态塘储存,此后的人工湿地反应器采用连续流运行模式, N 格反应单元串联进出水,一个运行周期后排空闲置复氧。反应器以连续流运行时,污水在 N 格反应单元中交替垂直连续流动,使污水交替处于好氧-缺氧-厌氧的环境中;一个运行周期后,人工湿地被完全排空、闲置复氧,极大地提高了反应器的自然复氧能力,有利于有机物及氮的去除,并且通过反应器内设置的特殊除磷填料,确保除磷效果。同时,试验研究表明,采用砾石填料的深床人工湿地,其污水中的有机质主要被吸附截留在反应器进水部分,且沿污水流动方向填料层中的有机质含量逐渐递减。污水从下往上进入反应池单元时,首先通过的是下端的厌氧段,而作为进水端的填料层有机质含量高,为脱氮反硝化提供了较充足的碳源。此外,一个运行周期完成后,本反应器通过与上一个周期的进出水方向互换的方式,改变了污水进出水位置,使污水反向流动,平衡了整个反应池的负荷,增强碳源利用率,充分发挥了反应器的效能,并减少了填料堵塞的可能。此外,污水通过反应单元中的导流板作用,水流处于垂直流与折流交替的状态,优化了反应器流态,减少了堵塞问题。

[0008] 旱季时,反应器主要处理合流排放口旱季污水。旱季污水流量较小、浓度较高,故采用单池间歇运行方式运行, N 格反应单元交替按进水-反应-排水-闲置运行,并可以针对进出水质变化进行工况调整;此种方式避免了旱季反应器的闲置,提高了对合流排放口的污水处理效率。

[0009] ② 可转换运行模式人工湿地可减少雨季调蓄设施容积、投资低

对于初期雨水径流的处理,在进入处理设施前都要通过调蓄池均化水量,调蓄设施容积一般较大。采用可转换运行模式人工湿地,由于在旱季采用序批式运行模式,反应器变水位运行,定期排空;降雨期间,在雨水径流刚进入处于排空状态的人工湿地,从雨水径流进水至人工湿地装满开始连续流运行的这一时段,反应器提供了一定的调蓄储存初期雨水径流的能力,其调蓄池容即为人工湿地有效容积,因此可以减轻前端雨水调蓄设施的负担,减小调蓄设施的容积,从而减小占地投资。

[0010] ③ 设置可更换特殊填料网柱强化了人工湿地脱氮除磷效果

本反应器中增设了可拆卸更换的填料网柱,网柱中可以根据不同的进出水要求投加不

同的脱氮、除磷或碳源缓释填料,当人工湿地需强化除磷效果时,可在网柱中投加如钢渣、火山岩等富铁富钙填料;出水氨氮去除效果较差时,可通过网柱向反应器中投加沸石;当出水硝氮去除效果受限于碳源时,投加碳源缓释填料等。通过物化途径强化对氮磷的去除,并可定期对失效填料进行更换,以达到稳定处理效能的目的。

[0011] ④ 深床人工湿地占地面积大幅减小

传统人工湿地因自然复氧能力低,通常采用 0.5~1m 池深,导致人工湿地占地面积大,用地条件局限了人工湿地的推广应用。本发明人工湿地通过排空闲置复氧,可强化人工湿地在深度 1.5~3m 这种较大情况时的复氧能力,使得人工湿地占地面积大幅减小,对于用地紧张的山地河流沿岸有更好的适应性。

[0012] ⑤ 工艺流程短、运行管理简便

此种反应器进出水管上均设有电磁阀,通过控制电磁阀启闭即可实现运行模式的切换,加之整个反应器结构简单,不易堵塞,故此种反应器的工艺流程短、运行管理简便。

附图说明

[0013] 图 1:可转换运行模式的深床人工湿地反应器顶层平面图;

图 2:可转换运行模式的深床人工湿地反应器底层平面图;

图 3:可转换运行模式的深床人工湿地反应器 A-A 剖面图;

图 4:可转换运行模式的深床人工湿地反应器 B-B 剖面图。

具体实施方式

[0014] 参见图 1、图 2、图 3 和图 4,本深床人工湿地反应器深度 1.5~3m,包括池体 1、进水管 2、出水管 3、连接管 4、导流板 5、砾石填料 6、填料网柱 7、水生植物 8。所述池体 1 内竖向设置隔墙,将池体分隔为至少二格,分别作为一个生物反应池,每个生物反应池里平行于池底设有导流板 5,各池除设有独立的进出水系统外,相邻两池设有连接管 4。各池中设置砾石填料 6,并在池体上部设置可拆卸更换的特殊填料网柱 7,网柱中根据设计进出水需要投加脱氮除磷填料,填料网柱直径为 30~50cm,深度为 30~50cm。各池均种植四季常绿水生植物 8。所述进水管 2 分别与各生物反应池的进水口连通,相邻两格生物反应池之间通过连接管 4 连通,每格生物反应池均设有出水管 3;进、出水管及连接管上均设有电磁阀,通过操控各电磁阀的启闭实现运行模式的转换及反应器进出水位置的改变。

[0015] 本反应器用于处理合流制排放口截流的地表初期雨水径流和旱季污水,通过运行模式的转换适应不同时段水质的变化,处理过程如下:

污水经进入可转换运行模式的深床人工湿地反应器后,垂直接过人工湿地,反应器通过物化、生物降解及植物吸收作用去除有机物和氮磷。

[0016] 雨季时,反应器主要处理初期地表雨水径流。此时反应器各单元采用串联连续方式运行, N 格反应单元串联进出水,一个运行周期后排空闲置复氧,并在下一个周期将进出水单元调换,从上一周期尾端的出水单元进水。

[0017] 旱季时,反应器主要处理合流排放口旱季污水。此时反应器采用序批方式运行。 N 格反应单元交替按进水—反应—排水—闲置工况周期运行。

[0018] 本发明通过单元人工湿地串联连续运行,使污水交替处于好氧—缺氧—厌氧的环

境中,并周期性采用排空闲置运行方式提高反应器的复氧能力;反应器中污水垂直流与折流交替,优化了反应器流态,避免了短流、堵塞,提高了处理效能;通过交替改变污水进出水方位,使污水反向流动,平衡了整个反应单元的负荷,有利于进水的反硝化效率的提升,减少了填料堵塞问题;同时,增加了可拆卸更换的填料网柱,可以根据不同的进出水要求投加不同除磷脱氮填料,强化处理效果。此外,此种反应器可根据水质水量的变化灵活控制调整该反应器的运行方式,可用于合流排放口的水污染控制,污水及雨水初期径流处理效率高,节地省和运行费用低。

[0019] 主要技术参数:

COD 容积负荷: $50\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d}) \sim 100\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$

结构参数:

反应器规格(L×B×H):(L、B、H 分别代表长、宽、高)

反应器深度 $H=1.5 \sim 3$ (m)

反应区有效水深 $H_1=H-0.2$ (m)

反应池有效容积 $V=Q/m \times n \times M(\text{m}^3)$ (Q 为 Quantity 的简写,即流量,单位: m^3/d , m 为排水比, n 为单格人工湿地池每天反应周期数, M 为生物反应池格数)。

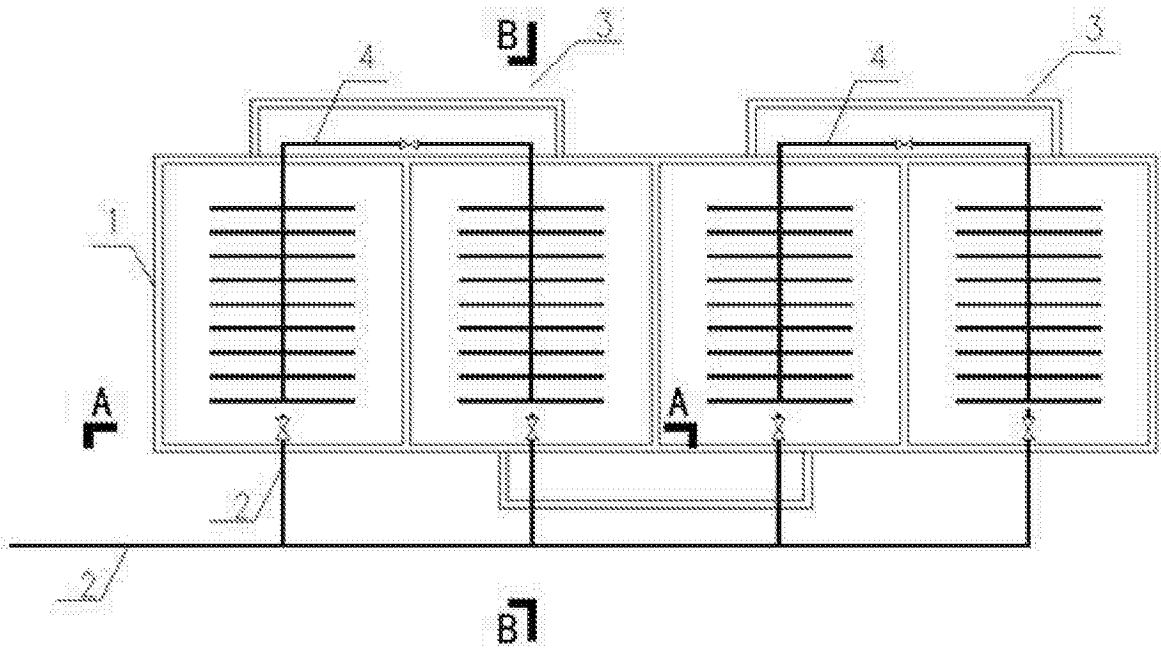


图 1

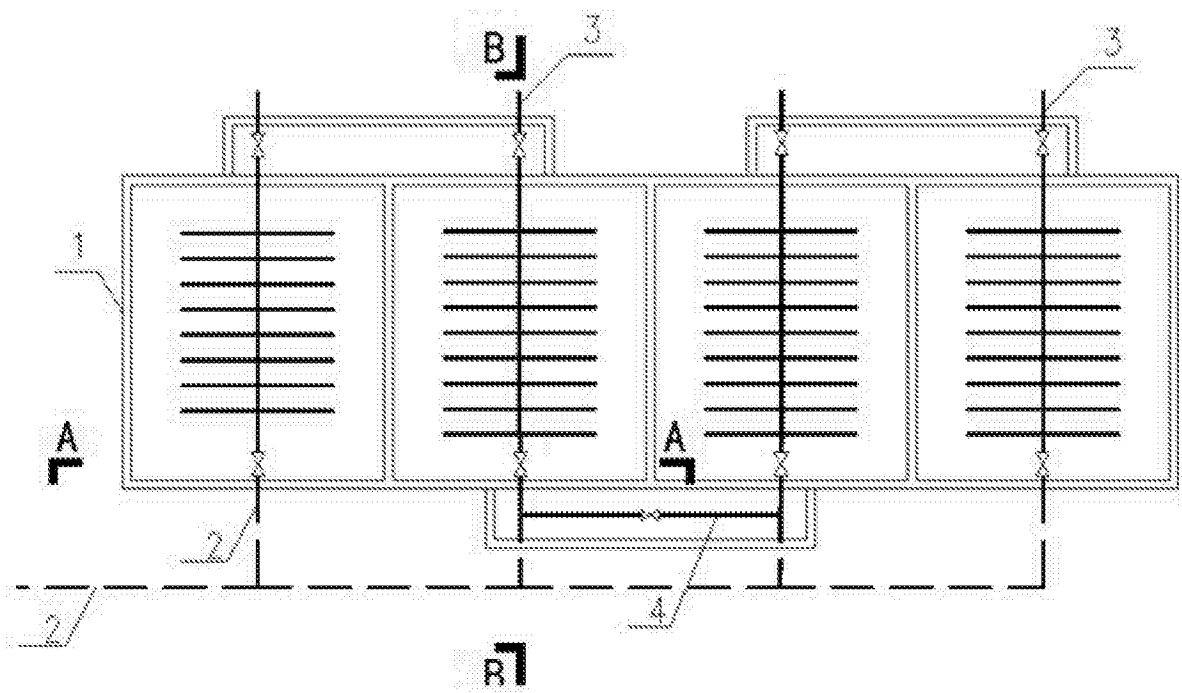


图 2

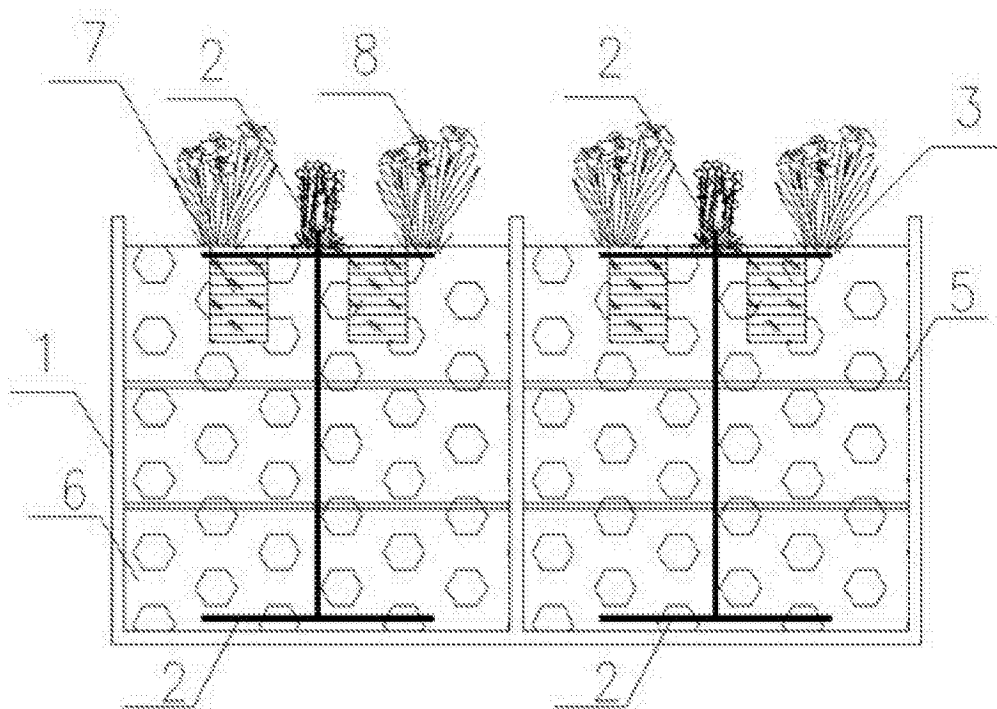


图 3

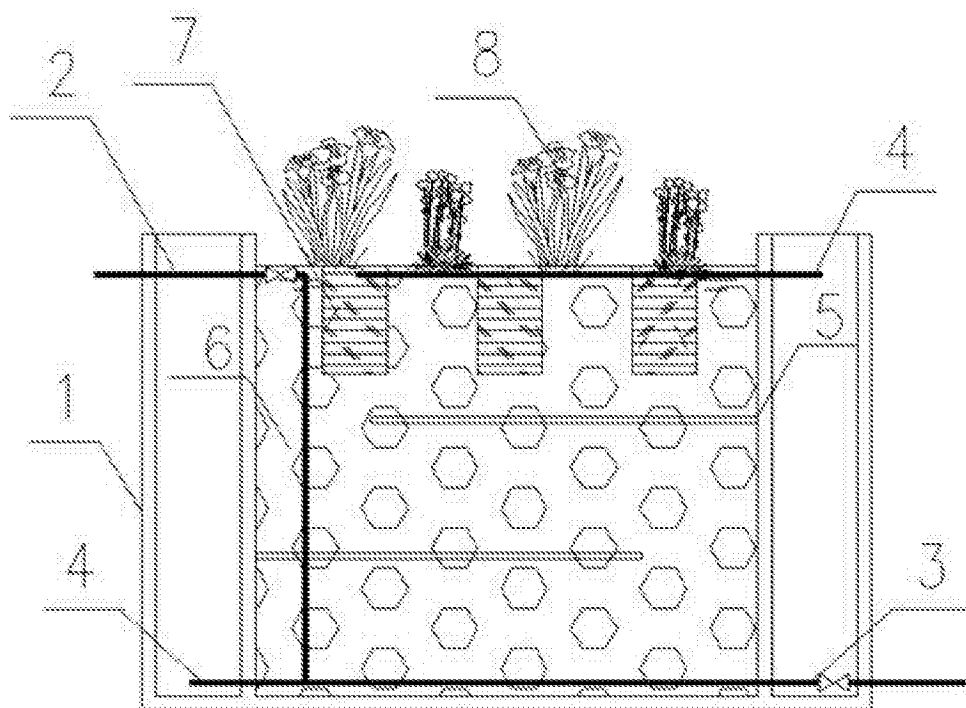


图 4