



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201710580 A

(43)公開日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：105130354

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 24 日

(51)Int. Cl. : *E02B3/12 (2006.01)* *E02D31/00 (2006.01)*
C02F3/32 (2006.01)

(30)優先權：2015/03/24 中國大陸 CN201510130624.X

(71)申請人：中國林業科學研究院林業新技術研究所(中國大陸) RESEARCH INSTITUTE OF
FORESTRY NEW TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF FORESTRY (CN)
中國大陸

(72)發明人：崔麗娟(CN)；趙欣勝(CN)；李偉(CN)；張曼胤(CN)；雷茵茹(CN)

(74)代理人：黃瑞賢

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：4 項 圖式數：14 共 27 頁

(54)名稱

一種用於藻類水華生態防治的人工水域系統

(57)摘要

本發明“一種用於藻類水華生態防治的人工水域系統”，屬於生態工程技術領域，包括構建在選定需要對藻類水華進行防治的水域的岸邊水域的工程區，在前述工程區內，包括構建的水深為0-30cm的常水位以下區域，常水位以下區域指從岸邊向水域內延伸5-15m的範圍，該區域用於種植挺水植物；構建在前述工程區內的至少一個圍堰；沉水植物區，係指自常水位以下區域的邊界起向水域內延伸至圍堰內側的區域，水深不超過2m，用於種植沉水植物。可有效抑制藻類水華的發生，同時收集藻類“水華”過後產生的大量有害藻類，也能攔截有害藻類擴散到近岸，消除對近岸水體水質、島上空氣環境以及景觀的不利影響。

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 1 . . . 常水位以下區域
 - 2 . . . 圍堰
 - 3 . . . 沉水植物區
 - 4 . . . 水岸

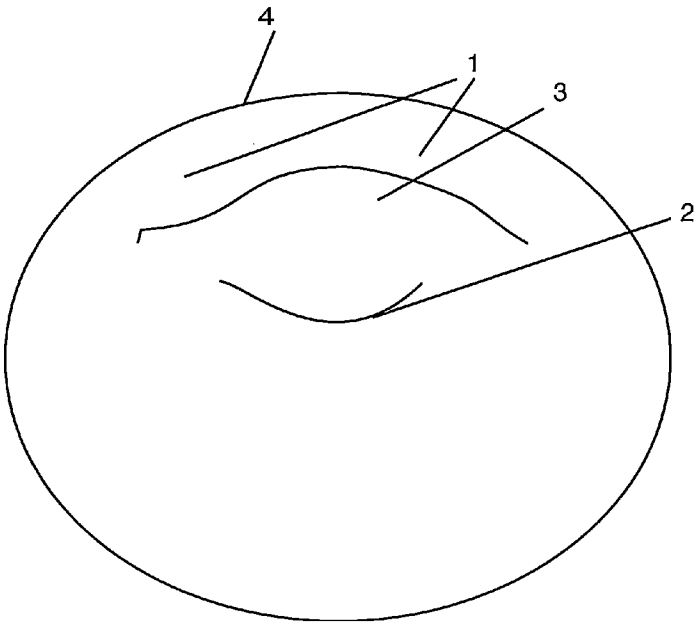


圖 6

201710580

發明摘要

※ 申請案號：105130354 (由105204141改請)

※ 申請日：105/03/24

※IPC 分類：**E02B 3/12** (2006.01)
E02B 31/00 (2006.01)
G02F 3/32 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

一種用於藻類水華生態防治的人工水域系統

【中文】

本發明 “一種用於藻類水華生態防治的人工水域系統”，屬於生態工程技術領域，包括構建在選定需要對藻類水華進行防治的水域的岸邊水域的工程區， 在前述工程區內，包括構建的水深為0-30cm的常水位以下區域，常水位以下區域指從岸邊向水域內延伸5-15m的範圍，該區域用於種植挺水植物；構建在前述工程區內的至少一個圍堰；沉水植物區，係指自常水位以下區域的邊界起向水域內延伸至圍堰內側的區域，水深不超過2m，用於種植沉水植物。可有效抑制藻類水華的發生，同時收集藻類“水華”過後產生的大量有害藻類，也能攔截有害藻類擴散到近岸，消除對近岸水體水質、島上空氣環境以及景觀的不利影響。

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖6

【本代表圖之符號簡單說明】：

1…常水位以下區域

2…圍堰

3…沉水植物區

4…水岸

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

一種用於藻類水華生態防治的人工水域系統

【技術領域】

【0001】 本發明屬於生態工程技術領域，尤其是關於一種用於藻類水華生態防治的人工水域系統。

【先前技術】

【0002】 近10年來，濕地水體富營養化和藻類水華現象頻頻發生。作為“地球之腎”的濕地水體富營養化、生物多樣性降低和生物鏈脆弱化問題一直是濕地學領域探討的熱點和難點。隨著人類社會經濟的發展和生活水準的提高，人們的生活用水、工農業用水急劇增加，濕地水體富營養化日趨嚴重，藻類水華現象頻發，如2007年太湖藍藻水華和2010年巢湖藍藻水華等都給當地生產生活帶來了負面影響，嚴重干擾區域用水安全。雖然採取各種措施來控制濕地水體富營養化和減緩藻類水華爆發頻率，但無論是源頭控制(如面源污染控制和底泥疏浚等)消減營養負荷，還是採用各種除藻措施(如人工打撈和投放殺藻劑等)，均未能取得預期的效果或只在短期內有效，有的因採用不當的物理或化學方法反而加劇了原本脆弱的濕地生態系統的崩潰。

【0003】 目前國內外在湖泊水華防治治理技術方法上，大體可以歸結

為物理法、生物法和化學法。物理方法成本高、不經濟，不能從根本上排除營養成分對藻類的刺激作用。比如曝氣增氧設備，要求動力大、費用高，對封閉水體比較有效。解層混合只有在深度是透光區水深兩倍以上的水體中才有效；在水資源緊缺狀況下，大量引水沖刷不可採用；收藻設備受動力和活動範圍及效率的影響較大。化學法是通過篩選或合成化學藥劑來控制水中藻類的繁殖，將某一種或幾種合成的性能安全的化學產品以安全可靠的劑量進行投放，從而可以迅速達到殺滅藻類的目的，並可在一定時間段內對藻類產生抑制生長的作用。但化學法容易造成藥劑殘留，在改善水環境的同時也能產生二次污染，對水環境造成破壞。生物法主要從生態的角度，通過生物間的營養競爭和牧食關係來控制水華。生物方法強調的是從整個生態系統的管理，從營養環節來控制藻類，目前主要採用微生物法防治、食藻生物、水生植物抑制等方法。生物法優點是方法簡單。但目前的生物生態方法都難以有效抑制藻類水華的發生。

【發明內容】

【發明所欲解決之問題】

【0004】 根據上述領域的需求和不足，本發明提供一種基於微地形改造的藻類水華生態控制系統、控制藻類水華的生態方法及應用。本發明的藻類水華生態控制系統及生態方法不僅可有效抑制藻類水華的發生，同時收集藻類“水華”過後產生的大量有害藻類，也能攔截有害藻類擴散到近岸，消除對近岸水體水質、島上空氣環境以及景觀的不利影響。

【技術手段】

【0005】 本發明的技術手段如下：

一種用於藻類水華生態防治的人工水域系統的構建方法，包括如下步驟：

- (1) 選定需要對藻類水華進行防治的水域的岸邊水域為工程區，
- (2) 在前述工程區內，構建常水位以下區域，包括從岸邊向水域內延伸 5-15m 的範圍，水深為 0-30cm，用於種植挺水植物；
- (3) 在前述工程區構建至少一個圍堰；
- (4) 包括對自常水位以下區域邊界起向水域內延伸至圍堰內側的區域進行地形改造使得水深不超 2m，種植沉水植物；

前述挺水植物包括蘆葦、茭草。

前述沉水植物包括菹草、金魚藻、狐尾藻。

前述的構建方法，還包括對岸邊的坡形地帶以及前述常水位以下區域進行岸帶護坡工程；前述岸帶護坡工程採用木樁護坡、塊石護坡、生態袋護坡和／或生態磚護坡；

前述木樁護坡指，將木樁成排垂直於水面緊密打入較陡的斜坡中；前述塊石護坡指，在臨近水邊處的坡面下層以塊石鋪設；前述生態袋護坡指，按照岸坡方向分層碼放裝滿填充基質的生態袋。

【0006】 前述的構建方法，步驟(1)中的前述構建以及步驟(4)中的前述地形改造包括構建用於種植植物的基質構建工程，前述基質構建工程包括分層回填、種植坑回填和／或種植槽回填；

前述分層回填指，在土壤貧瘠的開闊區分層回填符合濕地植物生長需要的土壤；前述種植坑回填指，在植被恢復區域內挖掘種植坑回填壤土；

前述種植槽回填指，在土壤貧瘠的岸帶，挖掘種植槽並回填壤土。

【0007】 前述的構建方法，進一步包括對步驟（1）中所構建的區域以及步驟（4）中前述區域進行水系改造；

前述水系改造包括擴挖小水面、溝通小水面、局部深挖、區域滯水；前述擴挖小水面指，對小水面的岸邊進行挖掘以擴大水面浸潤區域；前述溝通小水面指，將相鄰的小水面進行連通；前述局部深挖指，在水體較淺的區域進行局部深挖；前述區域滯水指，在下游地帶修建小型滯水、留水結構。

【0008】 一種用於藻類水華生態防治的人工水域系統，包括構建在選定需要對藻類水華進行防治的水域的岸邊水域的工程區， 在前述工程區內，包括

構建的水深為 0-30cm 的常水位以下區域，常水位以下區域指從岸邊向水域內延伸 5-15m 的範圍，該區域用於種植挺水植物；

構建在前述工程區內的至少一個圍堰；

地形改造的沉水植物區，自常水位以下區域的邊界起向水域內延伸至圍堰內側的區域，水深不超過2m，用於種植沉水植物。

【0009】 前述常水位以下區域以及其邊界起至水域內延伸至圍堰內側的區域進行過用於種植植物的基質構建工程，前述基質構建工程包括分層回填、種植坑回填和／或種植槽回填；

前述分層回填指，在土壤貧瘠的開闊區分層回填符合濕地植物生長需要的土壤；

前述種植坑回填指，在植被恢復區域內挖掘種植坑回填壤土；

前述種植槽回填指，在土壤貧瘠的岸帶，挖掘種植槽並回填壤土。

【0010】 前述的人工水域系統，前述常水位以下區域以及其至水域內延伸至圍堰內側的區域進行過水系改造工程，

前述水系改造包括擴挖小水面、溝通小水面、局部深挖、區域滯水；

前述擴挖小水面指，對小水面的岸邊進行挖掘以擴大水面浸潤區域；

前述溝通小水面指，將相鄰的小水面進行連通；

前述局部深挖指，在水體較淺的區域進行局部深挖；

前述區域滯水指，在下游地帶修建小型滯水、留水結構。

【0011】 任一前述的人工水域系統，還包括前述工程區對應的岸邊區域，前述岸邊區域進行過護坡工程；前述護坡工程採用木樁護坡、塊石護坡、生態袋護坡和／或生態磚護坡；

前述木樁護坡指，將木樁成排垂直於水面緊密打入較陡的斜坡中；

前述塊石護坡指，在臨近水邊處的坡面下層以塊石鋪設；

前述生態袋護坡指，按照岸坡方向分層碼放裝滿填充基質的生態袋。

【0012】 本發明提供的用於藻類水華生態防治的人工水域系統的構建方法，在所有的實施例中，包括以下共同特徵步驟，以下步驟不分先後：

（1）選定需要對藻類水華進行防治的水域的岸邊水域為工程區，

（2）在前述工程區內，構建水深為 0-30cm 的常水位以下區域，前述常水位以下區域從岸邊向水域內延伸 5-15m 的範圍，該區域用於種植挺水植物；該區域能夠淨化岸上雨水徑流帶來的污染物，同時又能起到美化環境的作用。

（3）在前述工程區構建至少一個圍堰；

(4) 對自常水位以下區域邊界起至水域內延伸至圍堰內側的區域進行地形改造使得水深不超過 2m，該區域種植沉水植物。

【0013】 本發明的構建方法應用了地形改造、濕地生態護岸、濕地植物優化配置、生物鏈恢復以及水力聯通等多種技術，具體工程包括水岸設計、水系改造、動物和植物恢復等，利用水流運動作用實現收集藻類“水華”過後產生的大量有害藻類，通過人工措施進行無害化處理；工程也能攔截有害藻類擴散到近岸，消除對近岸水體水質、島上空氣環境以及景觀的不利影響。

【0014】 前述方法首先利用挖掘機將河體的底泥挖出堆積形成多個圍堰，然後在不同圍堰內種植不同的水生植物；自水岸與水體交接處延伸至水體中5-15m距離，構建成水深在0~30cm的常水位以下區域，種植挺水植物；自挺水植物區邊界起向圍堰中間的區域構建成水深不超過2m的區域，種植沉水植物。

【0015】 本發明利用水流運動作用實現收集藻類“水華”過後產生的大量有害藻類，通過人工措施進行無害化處理；本發明也能攔截有害藻類擴散到近岸，消除對近岸水體水質、島上空氣環境以及景觀的不利影響。本發明的方法採用到以下技術：

【0016】 水系改造(水文聯通技術)：水文聯通技術主要應用於水文條件遭到破壞的退化濕地。水文聯通技術是透過工程措施對水體形狀、規模、空間佈局進行調整，穩定水域面積，優化濕地恢復區域內水資源配置格局，重新建立起水體之間良好的水準聯繫和垂直聯繫（也就是使各水體之間相互連通），改善濕地生態環境，保證濕地生態系統營養物質的正常輸入輸

出，調節濕地生物群落的水分條件。水文聯通技術主要包括：擴挖小水面、溝通小水面、局部深挖和區域滯水四種方法。

【0017】 擴挖小水面技術：透過對過小水面的岸邊進行挖掘，擴大水面浸潤區域，增加淹水面積。

【0018】 溝通小水面技術：透過對相鄰的過小水面進行連通，構築階梯形串式水泡系統，增強水體間自然滲透，建立水準方向的水文聯通，增加水體穩定性。

【0019】 局部深挖技術：透過對水體較淺的區域進行局部深挖，增強與潛水層之間垂直方向的水文聯通，增加濕地局部水量。

【0020】 區域滯水技術：在區域下游地帶修建小型滯水、留水設施，控制水的流失，增加區域水體面積以及水量的穩定性。

【0021】 地形改造技術：地形改造技術主要應用於退化濕地地形地貌的改造，營造濕地生物生存的適宜環境。透過工程措施削低過陡或過高的地貌、平整局部地形（適合鳥類等需要）、營造生境島、規整小型水面的形狀，改善和營造濕地植被和水鳥的生存環境，增加濕地生境的異質性和穩定性。地形改造主要包括：營建淺灘濕地、規整小型水面和營造生境島。

【0022】 淺灘濕地營建技術：透過對臨近水面起伏不平的開闊地段進行局部土地平整，削平過高的地勢，營造適宜濕地植被生長和水鳥棲息的開闊環境。

【0023】 小型水面規整技術：透過對小型水面的形狀進行規整，增加濕地的穩定性。

【0024】 生境島營造技術：針對不同種類水鳥的棲息環境要求，在距

離岸邊一定距離的開闊水面處營造適宜水鳥棲息的島嶼。

【0025】 基質構建技術：該項技術是為濕地植物以及生物鏈恢復提供優良的棲息環境，即構建好的基質能促進生物的生長繁衍，主要涉及土壤較為貧瘠或缺少壤質土的退化濕地的恢復。透過工程措施對營養貧瘠區域進行回填壤質土，增強濕地基質儲存水分和營養物質的能力，完善濕地生態系統營養物質的傳遞途徑，為土壤生物提供繁殖場所，為植被提供良好的營養條件，為鳥類等動物提供棲息地。基質構建技術主要包括：分層回填壤質土、種植坑回填壤質土和種植槽回填壤質土。

【0026】 分層回填技術：在土壤貧瘠的開闊區，分層回填符合濕地植被生長要求的土壤，恢復濕地基質。

【0027】 種植坑回填技術：在恢復區範圍內，挖掘不同規格的種植坑回填壤土。

【0028】 種植槽回填技術：在土壤貧瘠的岸帶，挖掘植物種植槽，回填壤土。

【0029】 濕地植被種植技術，如圖3所示：主要是濕地植物優化配置並應用於植被覆蓋率較低或無植被覆蓋的退化濕地。透過種植適宜的濕地植物，構建優化的濕地植被群落結構，適度調控濕地植物群落演替方向，營造適宜濕地動物生存的環境，修復退化的濕地生物鏈。濕地植被種植技術主要包括：恢復小型水面植被、恢復大型水面植被、恢復常水位出露灘地植被、恢復常水位以下植被、恢復濱水帶植被、恢復隔離帶植被和恢復固坡岸帶植被。

【0030】 小型水面植被恢復技術：以自然恢復為主。

【0031】 大型水面植被恢復技術：以適量撒播沉水和浮水植物的繁殖體為主，如狐尾藻、眼子菜、荇菜等。

【0032】 常水位出露灘地植被恢復技術：以種植低矮濕生植物的幼苗為主。

【0033】 常水位以下植被恢復技術：以種植高大挺水植物的幼苗或繁殖體為主。

【0034】 濱水帶植被恢復技術：以種植濕生灌木的繁殖體或幼苗為主。

【0035】 隔離帶植被恢復技術：以種植高大喬木和灌木為主。

【0036】 固坡及岸帶植被恢復技術：以種植根系發達的灌木為主。

【0037】 濕地岸帶護坡技術：主要應用於容易受到水流衝擊及容易塌陷的地段。透過配置天然石塊、木樁（部分活木樁）、生態磚等天然固定材料，鄰水側種植根系較發達能夠固著土壤的水生植物，增強岸帶抗水流衝擊及抗塌陷能力，保證坡岸穩固以及植被的快速恢復。岸帶護坡技術主要包括：木樁護坡、塊石護坡、生態袋護坡和生態混凝土磚護坡。

【0038】 木樁護坡技術如圖1和圖2所示：木樁護坡以柳木樁成排垂直於水平面緊密打入較陡的斜坡。木樁護坡可以是單排木樁，也可以是雙排木樁。部分樁體可成活，形成綠籬，加強護坡效果。坡面覆淺層土壤，種植根系發達的多年生草本植物和小型灌木。

【0039】 塊石護坡技術，如圖4所示：塊石護坡技術，主要是在需要穩固的坡面臨近水邊處的下層以碎石鋪設，之上鋪設兩圈、兩層30-50cm的塊石，以塊石的重力作用固著壤土，防止水流衝擊侵蝕，坡面上覆淺層土

壤，並種植以紫穗槐、沙棘和杞柳為主的護坡植物固著坡面。

【0040】 生態袋護坡技術如圖5所示：主要應用於容易受水流淘蝕的濱岸地帶，按照岸坡方向分層碼放裝滿填充基質的生態袋，生態袋與生態袋之間用鎖扣相連，生態袋內可填充沙土、壤土等基質，並可在生態袋上劃開不同規格的十字型開口，可撒播濕地植物種子或濕地植物的繁殖幼體。

【0041】 生態混凝土磚護坡技術：主要應用於容易受水波沖蝕容易坍塌的岸帶區域，採用生態磚碼放，利用其重力作用固著岸帶，阻擋水流的進一步沖蝕，並可選擇種植根系發達的濕地植物，營造濕地生境，增加濕地景觀效果。

【0042】 本發明進一步請求保護採用上述構建方法構建而得的人工水域系統，其空間佈局特點為：包括構建在選定的需要對藻類水華進行防治的水域的岸邊水域的工程區， 在前述工程區內，構建有水深為0-30cm的常水位以下區域，常水位以下區域包括從岸邊向水域內延伸5-15m的範圍，該區域種植挺水植物；在前述工程區內構建有至少一個圍堰；自挺水植物區邊界起至水域內延伸至圍堰內側的區域水深不超過2m，該區域種植沉水植物。

【發明之效果】

【0043】 本發明基於微地形改造的藻類水華生態控制系統之功效：
本發明可以利用水流運動作用實現收集藻類“水華”過後產生的大量有害藻類，透過人工措施進行無害化處理；工程也能攔截有害藻類擴散到岸上，消除對近岸水體水質、島上空氣環境以及景觀的不利影響。

【圖式簡單說明】**【0044】****【圖 1】**單排木樁護坡之示意圖；**【圖 2】**雙排木樁護坡之示意圖；**【圖 3】**植被護坡之示意圖；**【圖 4】**礫石塊石護坡之示意圖；**【圖 5】**生態帶護坡之示意圖；

【圖 6】本發明用於藻類水華生態防治的人工水域系統的區域構成之示意圖；

【圖 7】採用本發明用於藻類水華生態防治的人工水域系統的太湖工程區之佈置圖；

【圖 8】本發明實施例1處理後的水體的SD變化趨勢圖；其中橫坐標表示2010年1月－2013年12月48個月的48個檢測時間；縱坐標表示：水體的pH；

【圖 9】本發明實施例1處理後的水體的pH變化趨勢圖；其中橫坐標表示2010年1月－2013年12月48個月的48個檢測時間；縱坐標表示：水體的SD；

【圖 1 0】本發明實施例1處理後的水體的TN變化趨勢圖；其中橫坐標表示2010年1月－2013年12月48個月的48個檢測時間；縱坐標表示：水體的TN含量；

【圖 1 1】本發明實施例1處理後的水體的TP變化趨勢圖；其中橫坐標表示2010年1月－2013年12月48個月的48個檢測時間；縱坐標表示：水體的TP含量；

【圖 1 2】本發明實施例1處理後的水體的CODMn變化趨勢圖；其中橫坐標表示2010年1月－2013年12月48個月的48個檢測時間；縱坐標表示：水體的CODMn含量；

【圖 1 3】本發明實施例1處理後的水體的Chla變化趨勢圖；其中橫坐標表示2010年1月－2013年12月48個月的48個檢測時間；縱坐標表示：水體的Chla含量；

【圖 1 4】本發明實施例1處理後的水體於2013年期間藍藻暴發期間藻類消除量變化圖。

【實施方式】

【0045】 提供下述實施例是為了更容易地進一步理解本發明，並不局限於所述最佳實施方式，不對本發明的內容和保護範圍構成限制，任何人在本發明的教示下或是將本發明與其他現有技術的特徵進行組合而得出的任何與本發明相同或相近似的產品，均落在本發明的保護範圍之內。

【0046】 若未特別指明，實施例中所用的技術手段為本領域技術人員所熟知的常規手段。本發明中所用的材料，如無特殊說明，均為商業途徑獲得，或者以常規實驗方法配製；實施例中所用試驗方法，如無特殊說明，均為本領域技術人員熟知的常規實驗方法。

【0047】 實施例1. 在太湖水體採用本發明的方法構建的用於藻類水華生態防治的人工水域系統2009年11月20日開始動工。

【0048】 控制工程設計基本包括：藻類“水華”綜合控制系統集成應用了地形改造、濕地生態護岸、濕地植物優化配置、生物鏈恢復以及水系聯

通等多種技術，具體工程包括水岸設計、水系改造、動物和植物恢復等。工程分為六個處理單元，利用水流運動作用實現收集藻類“水華”過後產生的大量有害藻類，通過人工措施進行無害化處理；工程也能攔截有害藻類擴散到三山島近岸，消除對近岸水體水質、島上空氣環境以及景觀的不利影響。

【0049】 首先利用挖掘機將太湖的底泥挖出堆積形成多個圍堰²，然後在不同圍堰²內種植不同的水生植物。其中，工程區中包括構建的單元①和單元②（圖7）為常水位以下區域¹，該區域中的主要植物群落為人工種植的蘆葦、茭草等挺水植物，自圍堰岸帶與水體交接處延伸至水體中5-15m距離，此處水深約0~30cm，該區域能夠淨化岸上雨水徑流帶來的污染物，同時又能起到美化環境的作用。

【0050】 沉水植物區³包括構建的單元③和單元④（圖7）為大型水面區域，即向自挺水植物區邊界起，向水體中間水深不超2m的地方，其中有大量茳草、金魚藻、狐尾藻等沉水植物，該區域能夠淨化水體中的污染物，同時起到富集週邊水體藻類的作用。

【0051】 圍堰²上種植濕生或者喜濕植物，該區域為常水位出露灘地。

【0052】 單元⑤和單元⑥（圖7）處於圍堰²的外側，距離湖岸較遠，為未經工程干擾的太湖水域，亦為大型水面區域，其中沉水植物稀少，部分靠近圍堰的地方有少量荇菜等浮葉植物，該區域也可淨化水體中的污染物，同時又能使得週邊水體藻類向單元⑤和⑥富集。單元⑧為工程區外圍，屬於工程對照區。

【0053】 在構建單元①、②、③和④的工程中，涉及到基質構建工程

和水系改造工程，前述基質構建工程包括分層回填、種植坑回填和／或種植槽回填；前述分層回填指，在土壤貧瘠的開闊區分層回填符合濕地植物生長需要的土壤；前述種植坑回填指，在植被恢復區域內挖掘種植坑回填壤土；前述種植槽回填指，在土壤貧瘠的岸帶，挖掘種植槽並回填壤土。皆為已知技術。

【0054】 前述水系改造包括擴挖小水面、溝通小水面、局部深挖、區域滯水； 前述擴挖小水面指，對小水面的岸邊進行挖掘以擴大水面浸潤區域；前述溝通小水面指，將相鄰的小水面進行連通；前述局部深挖指，在水體較淺的區域進行局部深挖；前述區域滯水指，在下游地帶修建小型滯水、留水結構。皆為已知技術。

【0055】 （2）防治效果測試

【0056】 於2010年1月至2013年12月，在6個處理單元和對照區共設置21個採樣點，同時對水體水質進行逐月定點跟蹤監測，每個站位採表層水樣（深度小於0.5 m），具體資料如下：

【0057】 透明度（SD）變化規律：

由圖8可以看出，2010年1月至2013年12月，隨著季節的變化，單元①的水體透明度（SD）變化範圍為0.57～1.24cm，但整體上透明度呈上升的趨勢。自2012年1月到2013年12月， 6～10月份期間水體透明度顯著高於其他月份；單元②和對照也具有同樣的規律，但單元3變化規律不明顯，其各月間水體透明度基本沒有變化，對比分析顯示，自2010年1月以後，單元1水體的透明度顯著高於其他單元以及對照區($p<0.01$)。

【0058】 pH時間變化規律：

圖9表明，單元①的pH值變化處於6.90~8.10之間，隨時間有所上升。2012年4~10月各單元pH顯著高於其他月份。單元1的pH與其他單元差異顯著 ($p<0.01$)，而單元②、單元③和對照差異不顯著 ($p>0.05$)。監測表明，儘管隨著季節變換水溫不斷變化，當圍隔內當水華藻類得以很好控制後，以沉水植物為主的生態系統生產力更高，水體二氧化碳固定量隨之增高，導致水體pH相對圍隔外更高。

【0059】 營養元素變化規律：

圖10和圖11表明，在未進行生態修復之前，圍隔內、外水體TN濃度同屬於V類地表水質標準限值；工程實施期間圍隔內水體中的總氮濃度由初始的1.50 mg/L下降至0.55 mg/L，對照區水體中總氮含量變化不大0.78 mg/L至1.62 mg/L。自2009年1月以後，圍隔內顯著低於圍隔外($p<0.01$)；至2013年12月，單元①水體總氮濃度比圍隔外下降了68.0%。沉水植物建立過程中，工程區內水體總磷濃度也呈下降趨勢。初期圍隔內水體和圍隔外水體總磷濃度分別為0.06和0.05 mg/L，均處於II類地表水質標準。對比分析顯示，圍隔內水體總磷濃度在2013年1月至9月均顯著低於圍隔外($p<0.01$)。截至2013年12月，圍隔外總磷濃度為0.04 mg/L，圍隔內總磷濃度為0.02 mg/L，總磷降低了50.0%。

【0060】 COD變化規律：

圖12表明，圍隔建立初期，位於圍隔內和圍隔外水體中CODMn的濃度分別為12.6和12.7 mg/L，處於同樣水準。透過放養人工馴化的大型枝角類，水體沉水植物的自淨作用，2013年3月至9月，圍隔內CODMn含量極顯著低於對照區水體 ($p<0.01$)，特別是單元①，顯著低於對照區。至2013年

12月，圍隔外水體中 COD_{Mn} ，的含量與初始階段並無差異（ $p>0.05$ ），為4.8 mg/L，而圍隔內水體的 COD_{Mn} 含量下降至4.4 mg/L，同比下降了70.9%。

【0061】 Chla變化和藻類處理量：

圖13顯示，單元①在2009年和2010年的每年6-9月份，其Chla含量還存在一個波峰，而2011年以後其變化不明顯。而單元①與單元②、單元③以及對照區其Chla含量存在明顯差異（ $p<0.01$ ），而單元②、單元③以及對照區其Chla含量也存在明顯差異（ $p<0.01$ ）。

圖14顯示，4~6月每天能夠處理0.2~0.3t的藻類重量（濕重）；7~9月每天能夠處理1t左右的藻類重量（濕重）；10月每天能夠處理0.5t左右的藻類重量（濕重），7~9月處理量增加充分說明該月藻類水華發生現象嚴重。

【0062】 以上詳細描述了本發明的較佳的具體的實施例。應當理解，本領域普通技術人員無需付出創造性的勞動就可以根據本發明的構思作出諸多修改和變化。因此，凡是本領域技術人員依照本發明的構思在現有技術的基礎之上通過邏輯分析、推理或者是有限次的實驗可以得到的技術手段，皆應在本發明申請專利範圍所確定的保護範圍之內。

【符號說明】

【0063】

1...常水位以下區域

2...圍堰

3...沉水植物區

4...水岸

①...常水位以下區域1，該區域中的主要植物群落為人工種植的蘆葦、

茭草等挺水植物，包括從水岸與水體交接處延伸至水體中5-15m距離區域，水深約0～30cm

②…常水位以下區域1，該區域中的主要植物群落為人工種植的蘆葦、茭草等挺水植物，包括從水岸與水體交接處延伸至水體中5-15m距離區域，水深約0～30cm

③…沉水植物區3，自挺水植物區邊界起至圍堰2的內側，南北寬度約150m，其中有大量菹草、金魚藻、狐尾該區域能夠淨化水體中的污染物，同時起到富集週邊水體藻類的作用

④…沉水植物區3，自挺水植物區邊界起至圍堰2的內側，南北寬度約150m，其中有大量菹草、金魚藻、狐尾該區域能夠淨化水體中的污染物，同時起到富集週邊水體藻類的作用

⑤…處於圍堰2外側距離水岸1較遠的一側

⑥…處於圍堰2外側距離水岸1較遠的一側

⑧…工程區週邊，屬於工程對照區

申請專利範圍

1. 一種用於藻類水華生態防治的人工水域系統，其特徵係包括構建在選定需要對藻類水華進行防治的水域的岸邊水域的工程區， 在前述工程區內，包括：

構建的水深為 0-30cm 的常水位以下區域，常水位以下區域指從岸邊向水域內延伸 5-15m 的範圍，該區域用於種植挺水植物；

構建在前述工程區內的至少一個圍堰；

沉水植物區，指自常水位以下區域的邊界起向水域內延伸至圍堰內側的區域，水深不超過2m，用於種植沉水植物。

2. 如申請專利範圍第1項所記載之人工水域系統，其中，前述常水位以下區域以及其邊界起至水域內延伸至圍堰內側的區域進行過用於種植植物的基質構建工程，前述基質構建工程包括分層回填、種植坑回填和／或種植槽回填；

前述分層回填係指，在土壤貧瘠的開闊區分層回填符合濕地植物生長需要的土壤；

前述種植坑回填係指，在植被恢復區域內挖掘種植坑回填壤土；

前述種植槽回填係指，在土壤貧瘠的岸帶，挖掘種植槽並回填壤土。

3. 如申請專利範圍第1項所記載之人工水域系統，其中，前述常水位以下區域以及其邊界起至水域內延伸至圍堰內側的區域進行過水系改造工程，

前述水系改造包括擴挖小水面、溝通小水面、局部深挖、區域滯水；

前述擴挖小水面係指，對小水面的岸邊進行挖掘以擴大水面浸潤區域；

前述溝通小水面係指，將相鄰的小水面進行連通；

前述局部深挖係指，在水體較淺的區域進行局部深挖；

前述區域滯水係指，在下游地帶修建小型滯水、留水結構。

4. 如申請專利範圍第1至3項中任一項所記載之人工水域系統，其中，進一步包括前述工程區對應的岸邊區域，前述岸邊區域進行過護坡工程；前述護坡工程採用木樁護坡、塊石護坡、生態袋護坡和／或生態磚護坡；

前述木樁護坡係指，將木樁成排垂直於水面緊密打入較陡的斜坡中；

前述塊石護坡係指，在臨近水邊處的坡面下層以塊石鋪設；

前述生態袋護坡係指，按照岸坡方向分層碼放裝滿填充基質的生態袋。

圖式

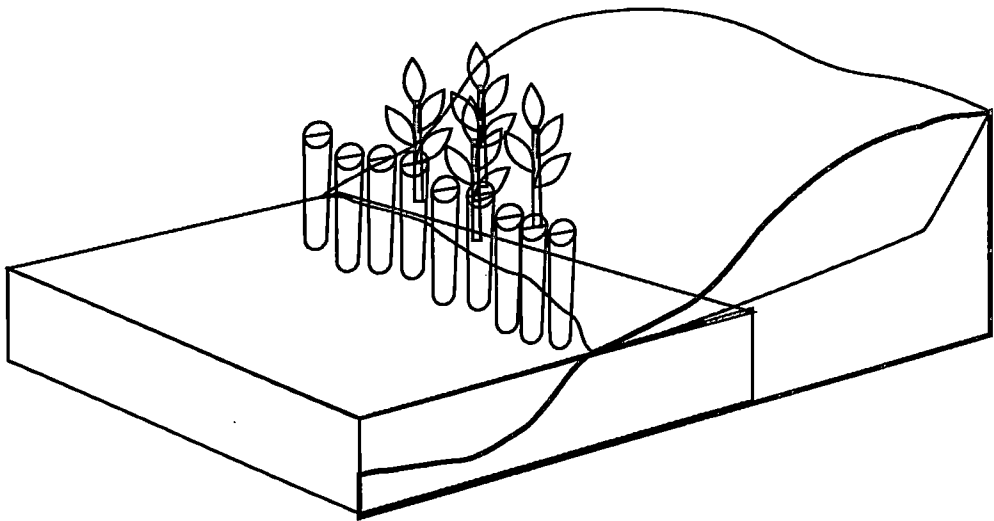


圖 1

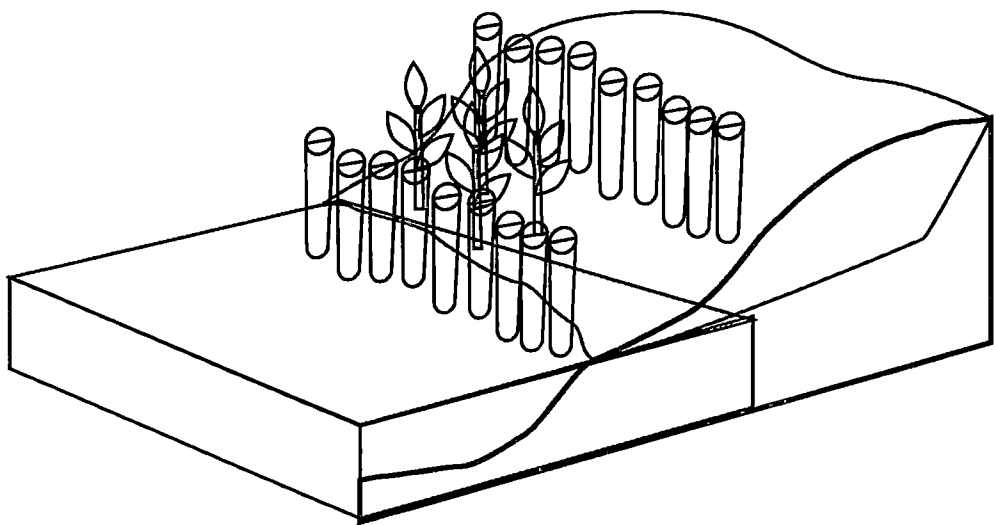


圖 2

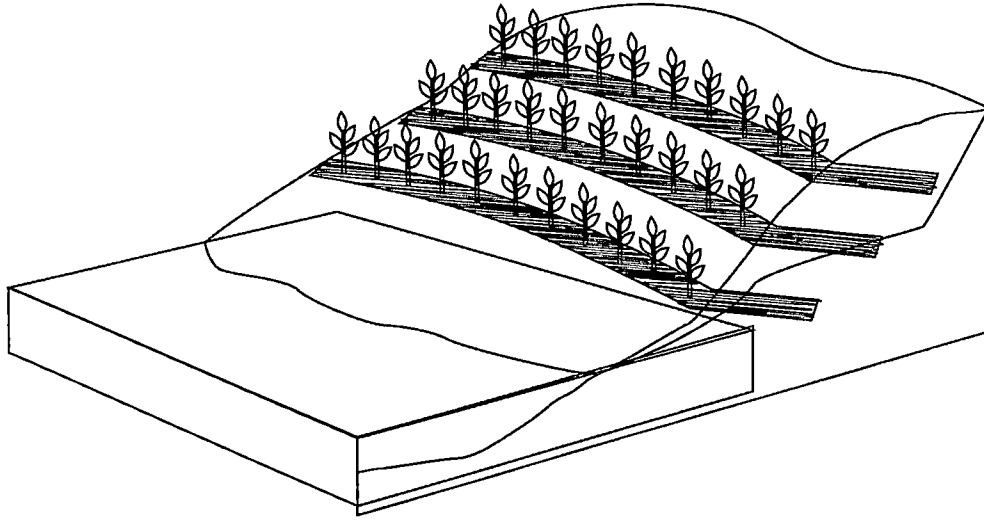


圖 3

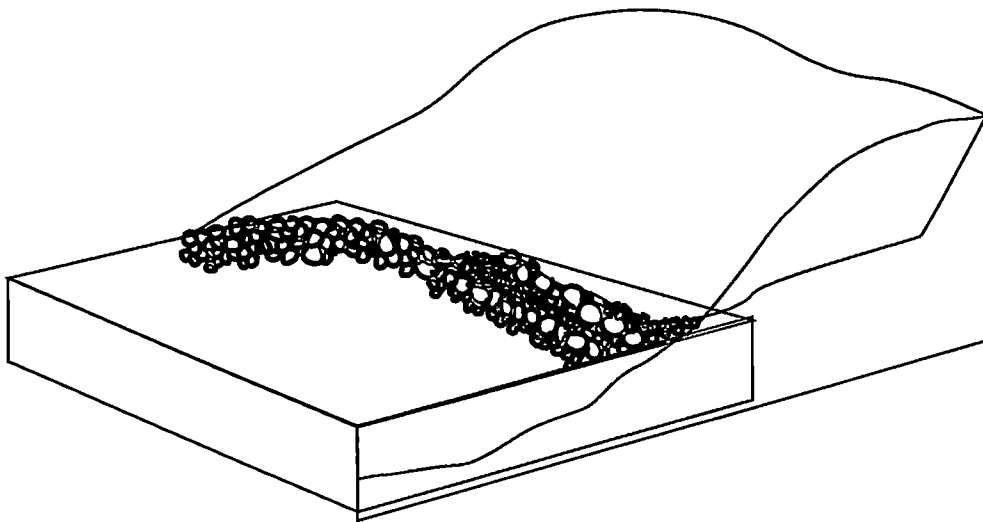


圖 4

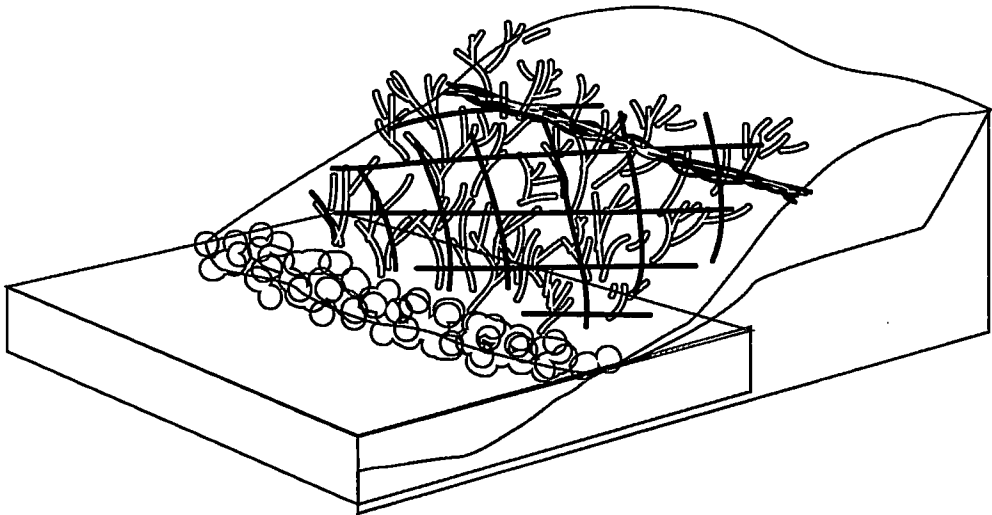


圖 5

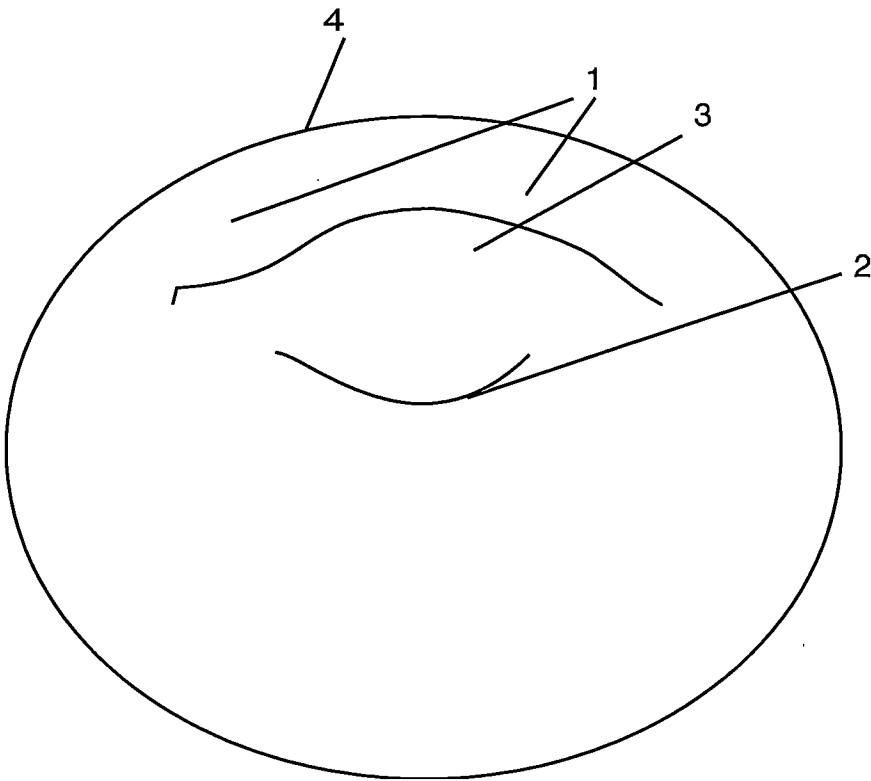


圖 6

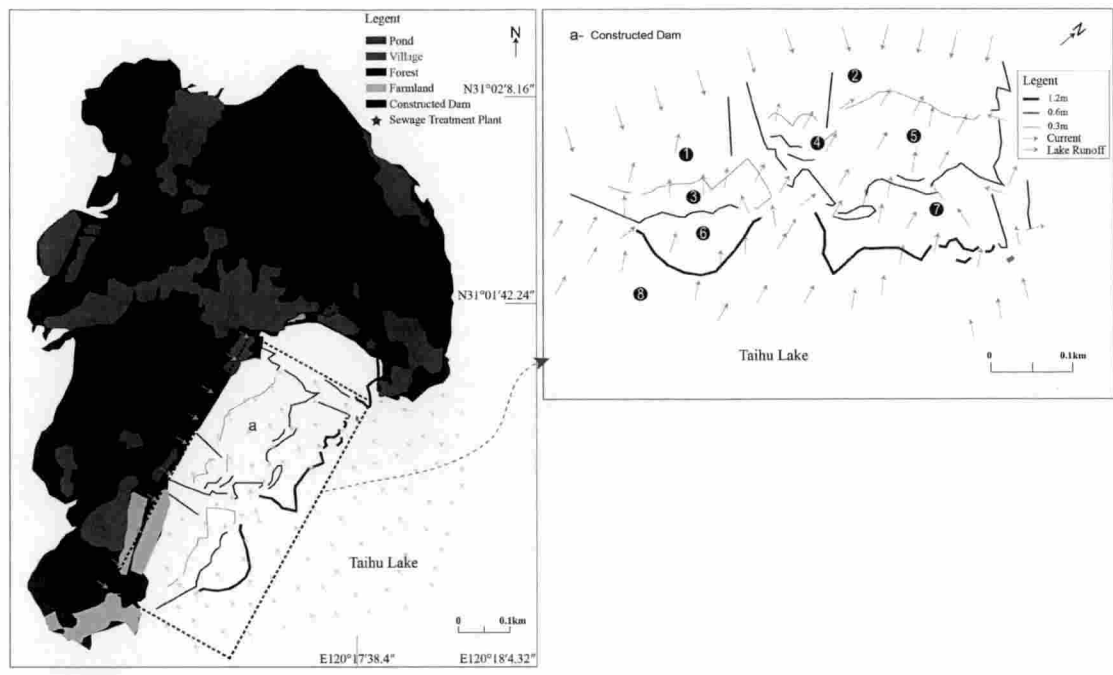


圖 7

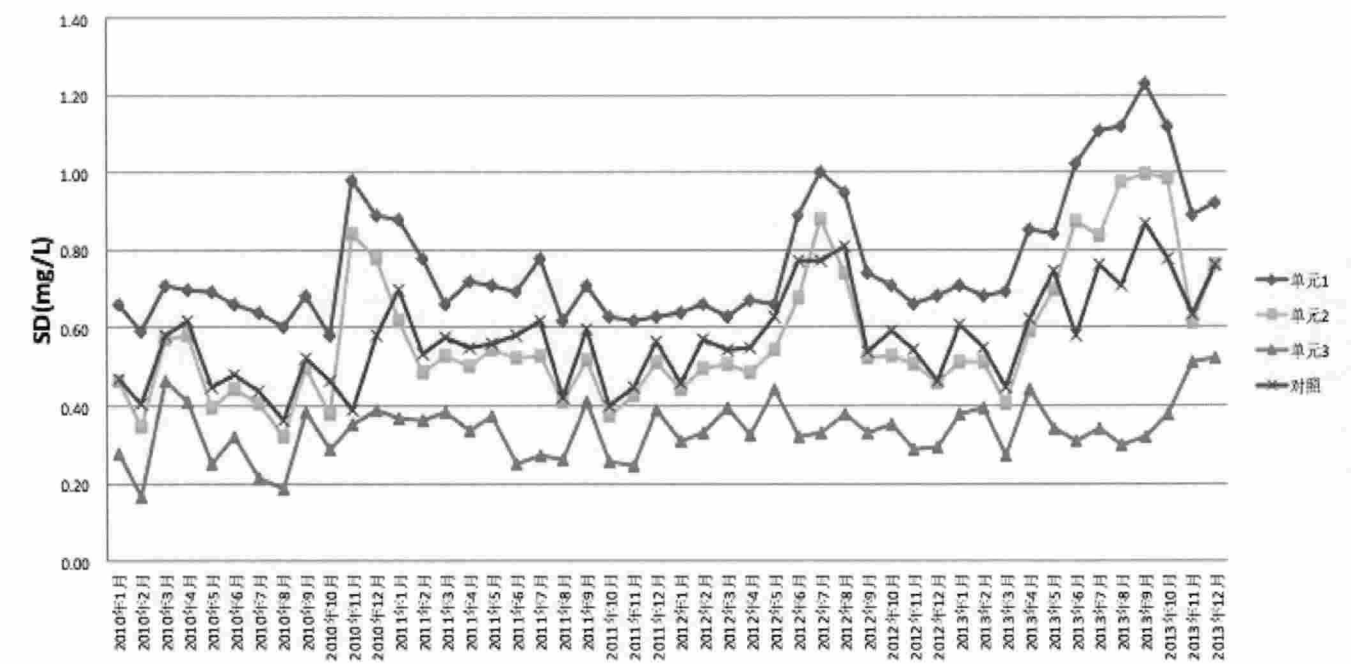


圖 8

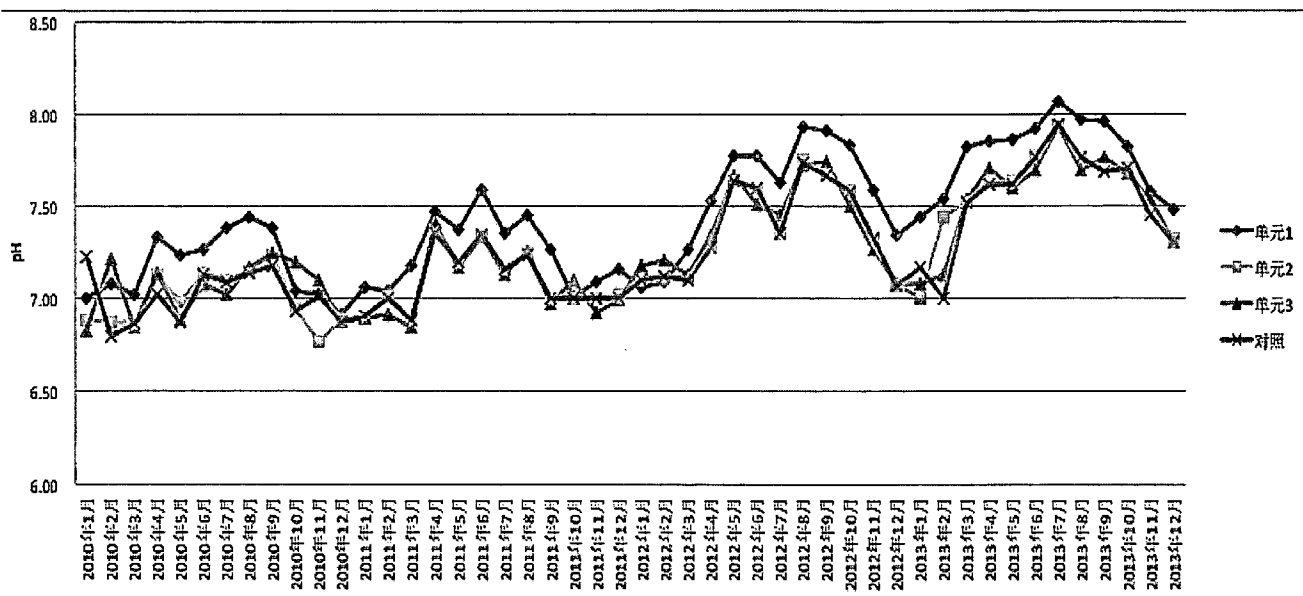


圖 9

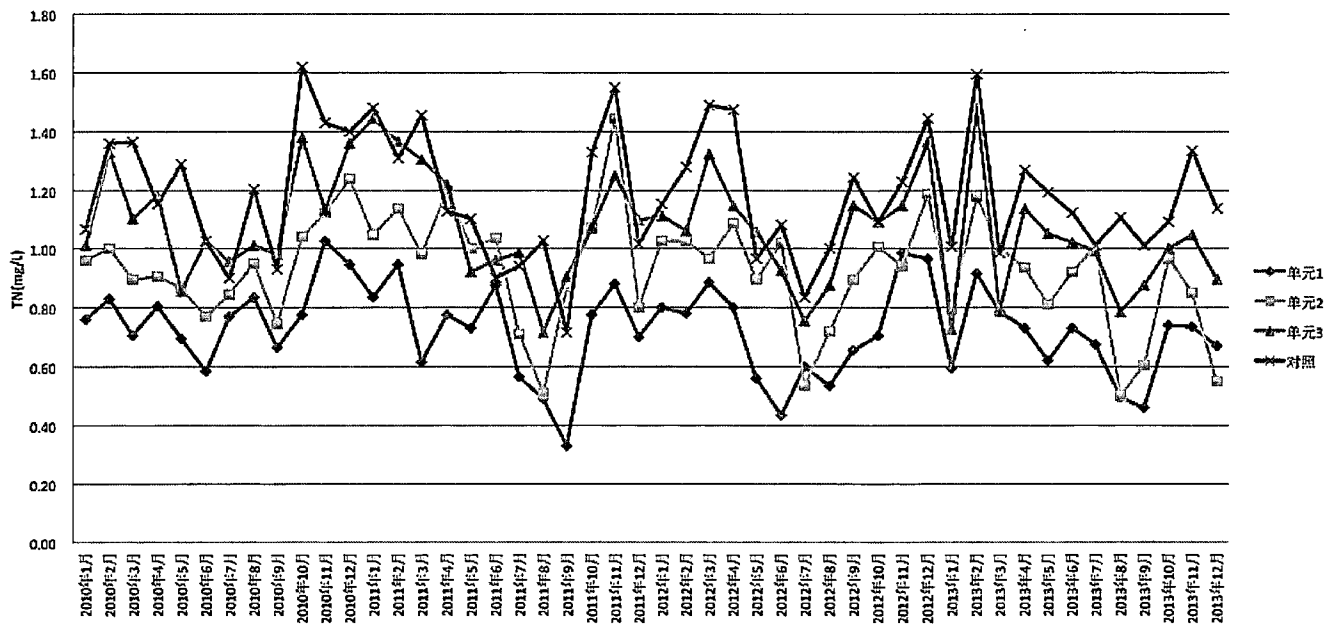


圖 10

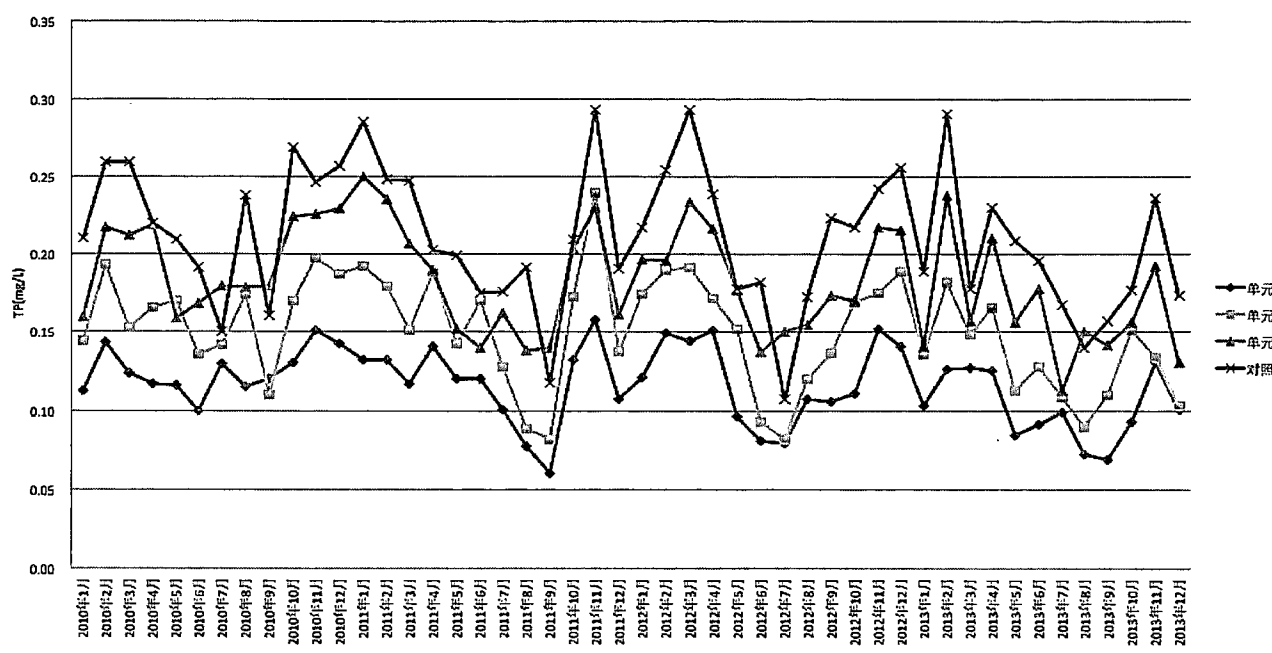


圖 1 1

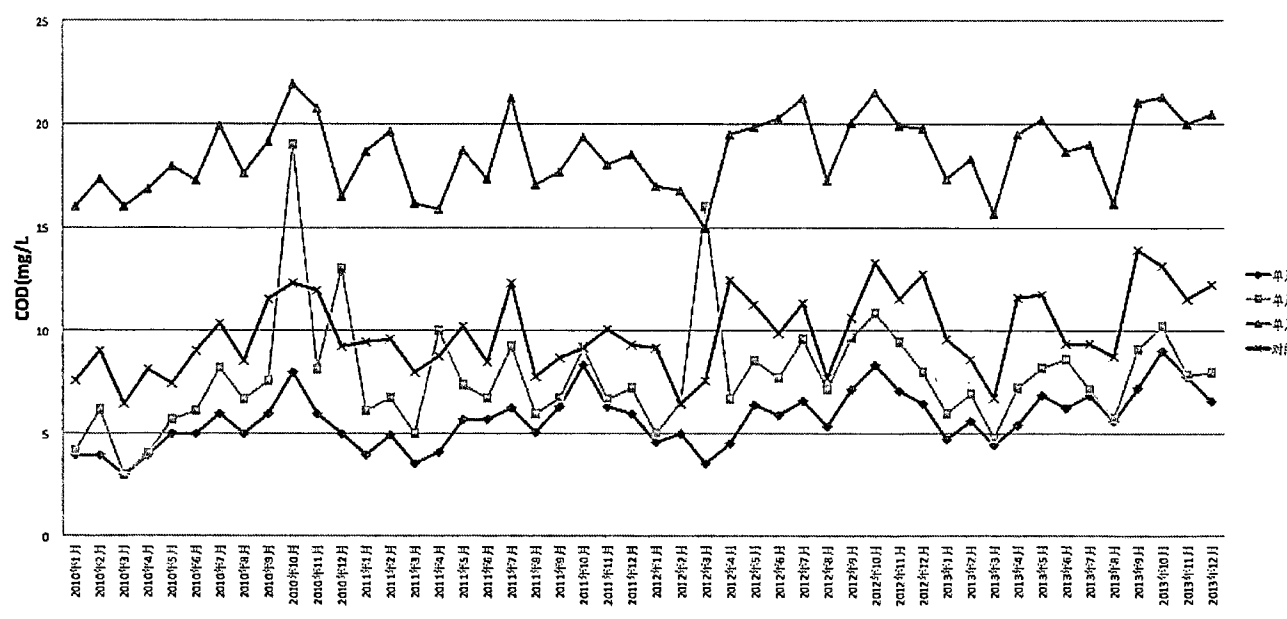


圖 1 2

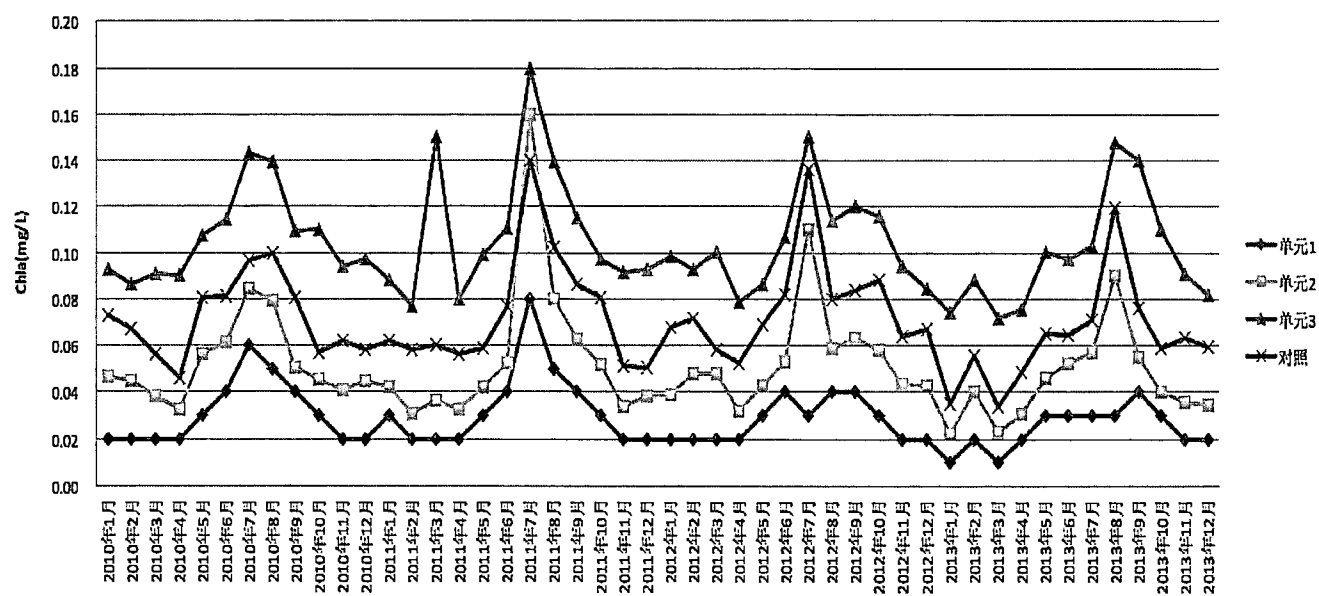


圖 1 3

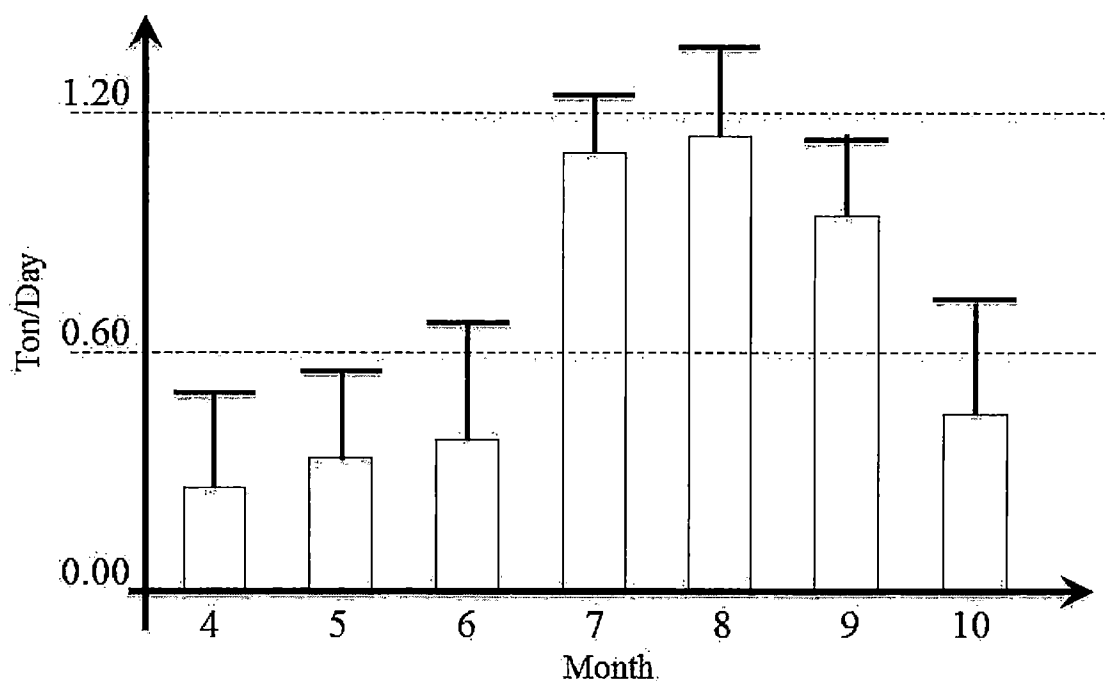


圖 1 4