



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105384264 B

(45)授权公告日 2018.05.15

(21)申请号 201510807886.5

(22)申请日 2015.11.20

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105384264 A

(43)申请公布日 2016.03.09

(73)专利权人 中国科学院地球化学研究所  
地址 550081 贵州省贵阳市南观山湖区林  
城西路99号

(72)发明人 陈敬安 兰晨

(74)专利代理机构 北京方圆嘉禾知识产权代理  
有限公司 11385

代理人 董芙蓉

(51)Int.Cl.  
C02F 7/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 102241442 A,2011.11.16,

D. F. McGinnis等.Interaction between  
a bubble plume and the near field in a  
stratified lake.《WATER RESOURCES  
RESEARCH》.2004,第40卷

兰晨等.深水湖泊增氧理论与技术研究进  
展.《地球科技进展》.2015,第30卷(第10期),

审查员 黄翠芳

权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复  
方法

(57)摘要

本发明公开了一种气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复方法,采用水体分层期间在湖底安置羽流增氧喷射装置,羽流增氧喷射装置气源为纯氧,羽流增氧喷射装置中喷射出的气泡与引入水流形成气水混合物后上升,随着气泡不断溶解、消失,气水混合物上升至热分层前到达最大高度,因密度差异会形成下沉羽流,羽流下沉至平衡深度后富氧水体向四周扩散并进入远处水体环境中,给湖下层直接增氧,气水混合物上升流速为0.12m/s-0.17m/s。本发明的针对性强;上升气泡溶解快,氧转移效率高,增氧效果好,极大简化了操作及施工难度;具有不扰动热分层,不破坏湖底冷水鱼类生长环境,可行性高,实施风险低,水质修复效果好的特点。



1. 一种气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复方法,其特征在于,所述气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复方法采用水体分层期间在湖底安置羽流增氧喷射装置,羽流增氧喷射装置气源为纯氧,羽流增氧喷射装置中喷射出的气泡与引入水流形成气水混合物后上升,随着气泡不断溶解、消失,气水混合物上升至热分层前到达最大高度,因密度差异会形成下沉羽流,羽流下沉至平衡深度后富氧水体向四周扩散并进入远处水体环境中,给湖下层直接增氧,气水混合物上升流速为0.12m/s-0.17m/s;增氧过程在温跃层以下完成,上升羽流不会扰动水体热分层;对所述羽流增氧装置喷射出的原始上升气泡形成的原始气泡半径小于3mm,

所述气源气态氧纯度应大于90%,90%为体积比;

所述羽流增氧装置应安置在水深大于25m的湖泊中;

所述羽流增氧喷射装置设置有可切换气源和氧气输气管,包括支撑杆、分气盘、环形孔、氧气进气口、分气管、三通管、微孔曝气管、微孔曝气管孔、大孔曝气管、大孔曝气管孔、吊杆上焊接盘、吊杆下焊接盘、牢固金属吊杆、固定栓和支撑底座;

所述可切换气源连接外部供气设备,氧气输气管通过氧气进气口连接分气盘,氧气进气口位于分气盘下部,所述分气盘通过环形孔与分气管连接,分气管端头设有三通管,三通管通过三通管出气口螺纹连接微孔曝气管,微孔曝气管上开有微孔曝气管孔,大孔曝气管固定在分气管上,大孔曝气管上开有大孔曝气管孔;所述支撑杆焊接于分气盘上部,所述支撑杆中上部位置设有吊杆上焊接盘,所述分气管外端处设有吊杆下焊接盘,两处焊接牢固金属吊杆,所述牢固金属吊杆焊接于支撑杆与分气盘之间,所述吊杆下焊接盘两两连接,连接处中部设有固定栓,支撑底座焊接在分气盘底部;

所述分气管各端头连接两根长度为0.5米微孔曝气管,所述分气管设置为长1300mm,厚度为1.5mm的分气管;

所述分气盘中部每隔60度开环形孔,分气管为6个;所述固定栓设置四个,按不同方位分布,所述牢固金属吊杆设置为6根;

微孔曝气管设置为圆管型,由圆管型微孔橡胶膜片、双凹槽特制曝气支撑内管组成,圆管型橡胶膜片采用EPDM或者硅胶材料,橡胶膜片上开有微孔曝气管孔;所述大孔曝气管设置为圆管型软管,采用纳米橡胶材质;

还包括卡箍、三通管出气口和进气孔,通过卡箍将大孔曝气管固定在分气管上,所述三通管出气口设为外丝螺纹口,与所述微孔曝气管内丝相接,所述进气孔设置为长度为150mm,孔径为DN40,厚度为2.5mm不锈钢管,并通过氧气进气口与分气盘连接;

所述大孔曝气管孔半径设置0.3mm的大孔曝气管孔,所述微孔曝气管为RAUBIOXON PLUS 64-500,1-1/4"内螺纹微孔曝气管,微孔曝气管孔设置半径为70-80微米的圆孔;

所述分气盘直径设置为350mm,高度为75mm,壁厚4mm的圆形盘,环形孔直径设置为DN35圆孔,所述分气管管径为DN35不锈钢管。

2. 如权利要求1所述的气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复方法,其特征在于,所述气水混合物上升流速为0.15m/s。

## 一种气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于环保技术领域,涉及一种深水湖泊水质恶化的治理技术,特别是涉及一种修复深水湖泊水质,改善湖下层常年缺氧环境,控制湖泊底泥中磷等污染物释放,治理水体富营养化状况的深水湖泊增氧技术,适用于水深较深、分层明显的深水湖泊和水库。

### 背景技术

[0002] 湖泊表层水体产生的藻类等有机质不断沉降至深层水体,伴随着有机质降解等耗氧过程,下层水体溶解氧含量逐步下降,从而导致深层水体处于缺氧状态。在深水湖泊中(水深一般大于10-15m),温跃层的形成阻碍了上层水体中氧气向下转移,下部静水层缺氧情况更为严重(溶解氧 $<2\text{mg/L}$ )。深水湖泊一旦形成严重缺氧环境,就会形成“下层水体缺氧→沉积物磷等内源污染物释放增强→湖泊初级生产力提高→下层水体缺氧加剧”的正反馈效应,湖泊水质将明显恶化,主要表现为水体富营养化加剧、有毒气体硫化氢含量超标、有害重金属含量超标等,危害水生态系统,危及饮用水安全。近年来,因下层水体缺氧所导致的突发性水质恶化事件时有发生,直接威胁着区域供水及生态环境的安全,湖泊水环境生态系统保护、综合功能修复以及水资源可持续利用俨然已成为目前我国经济建设和社会发展迫切需要解决的热点问题。国内深水湖泊水质修复的传统方法主要是采用人工去分层、底泥疏浚等方法。人工去分层增氧技术是根据上下层水体混合增氧原理研发出的一种单气源深水层增氧技术,其因原理简单及成本较低的特点曾被大量使用,但较低的增氧效率,操作的局限性,特别是去分层混合后湖下层升温对冷水鱼类生长的巨大影响严重制约了其在深水湖泊增氧领域的发展;底泥疏浚虽能从湖体将污染物从底泥中永久性去除,但一些湖泊疏浚后良好的水质并不能长期保持,疏浚项目投资费用巨大,风险巨大,且可能破坏原有的底栖生物群落,挖出的污泥处理不当易造成二次污染。因此,寻求一种针对性强、不破坏热分层、可行性高、实施风险低、改善效果好的新型深水湖泊水质修复技术具有十分重大的现实意义。国内外对浅水湖泊的水质修复技术研究已积累了一定经验和成果,但由于对深水湖泊深水层研究和基础数据的缺乏,目前对其研究进展比较缓慢。国外在20世纪40年代已经开始对深水湖泊的水质修复技术进行研究,而我国近些年才有学者陆续开展对深水湖泊水质修复理论和技术的研究探索,理论和技术尚处于起步阶段。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复方法,旨在提供气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复技术,为我国中大城市的主要供水水源湖泊和水库的水质改善提供一种修复技术。

[0004] 本发明是这样实现的,一种气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复方法,所述气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复方法采用水体分层期间在湖底安置羽流增氧喷射装置,羽流增氧喷射装置气源为纯氧,羽流增氧喷射装置中喷射出的气泡与引入水流形成气水混合物后上升,随着气泡不断溶解、消失,气水混合物上升至热分层前到达最大高度,因密度差

异会形成下沉羽流,羽流下沉至平衡深度后富氧水体向四周扩散并进入远处水体环境中,给湖下层直接增氧,气水混合物上升流速为0.12m/s-0.17m/s;增氧过程在温跃层以下完成,上升羽流不会扰动水体热分层;对所述羽流增氧装置喷射出的原始上升气泡形成的原始气泡半径小于3mm。

[0005] 进一步,所述气源气态氧纯度应大于90%,90%为体积比。

[0006] 进一步,所述羽流增氧装置喷射出的原始上升气泡半径应小于3mm。

[0007] 进一步,所述羽流增氧装置应安置在水深大于25m的湖泊中。

[0008] 进一步,所述气水混合物上升流速为0.15m/s。

[0009] 进一步,所述羽流增氧喷射装置设置有可切换气源和氧气输气管,包括支撑杆、分气盘、环形孔、氧气进气口、分气管、三通管、微孔曝气管、微孔曝气管孔、大孔曝气管、大孔曝气管孔、吊杆上焊接盘、吊杆下焊接盘、牢固金属吊杆、固定栓和支撑底座;

[0010] 所述可切换气源连接外部供气设备,氧气输气管通过氧气进气口连接分气盘,氧气进气口位于分气盘下部,所述分气盘通过环形孔与分气管连接,分气管端头设有三通管,三通管通过三通管出气口螺纹连接微孔曝气管,微孔曝气管上开有微孔曝气管孔,大孔曝气管固定在分气管上,大孔曝气管上开有大孔曝气管孔;所述支撑杆焊接于分气盘上部,所述支撑杆中上部位置设有吊杆上焊接盘,所述分气管外端处设有吊杆下焊接盘,两处焊接牢固金属吊杆,所述牢固金属吊杆焊接于支撑杆与分气盘之间,所述吊杆下焊接盘两两连接,连接处中部设有固定栓,支撑底座焊接在分气盘底部。

[0011] 进一步,所述分气管各端头连接两根长度为0.5米微孔曝气管,所述分气管设置为长1300mm,厚度为1.5mm的分气管;

[0012] 所述分气盘中部每隔60度开环形孔,分气管为6个;所述固定栓设置四个,按不同方位分布,所述牢固金属吊杆设置为6根;

[0013] 微孔曝气管设置为圆管型,由圆管型微孔橡胶膜片、双凹槽特制曝气支撑内管组成,圆管型橡胶膜片采用EPDM或者硅胶材料,橡胶膜片上开有微孔曝气管孔;所述大孔曝气管设置为圆管型软管,采用纳米橡胶材质。

[0014] 进一步,还包括卡箍、三通管出气口和进气孔,通过卡箍将大孔曝气管固定在分气管上,所述三通管出气口设为外丝螺纹口,与所述微孔曝气管内丝相接,所述进气孔设置为长度为150mm,孔径为DN40,厚度为2.5mm不锈钢管,并通过氧气进气口与分气盘连接;

[0015] 所述大孔曝气管孔半径设置0.3mm的大孔曝气管孔,所述微孔曝气管为RAUBIOXON PLUS 64-500,1-1/4"内螺纹微孔曝气管,微孔曝气管孔设置半径为70-80微米的圆孔;

[0016] 所述分气盘直径设置为350mm,高度为75mm,壁厚4mm的圆形盘,环形孔直径设置为DN35圆孔,所述分气管管径为DN35不锈钢管。

[0017] 与现有技术相比,本发明具有以下优势:

[0018] 1、针对性强,是一种专门针对深水湖泊的增氧技术。

[0019] 2、本发明原始气泡体表比(体积/表面积)大,上升气泡溶解快,氧转移效率高,增氧效果好。

[0020] 3、本发明原始上升气泡由于设计体积足够小,远不足以扰动湖泊和水库温跃层,在工程实施过程中可一直维持水体热分层。

[0021] 4、本发明以氧气作为气源代替传统增氧技术的空气气源,因而不会发生随着增氧

进程的发展水体逐渐开始出现氮含量过饱和现象,野外实施风险低。

[0022] 5、本发明相比其他技术而言,本发明水下施工操作难度不高,施工工程量相对较小,因此本发明的可行性高。

[0023] 6、本发明的前期投资成本和后期运行成本之和比环保疏浚改善湖泊水质技术的初期投资成本要低的多,是一种非常经济的深水湖泊水质修复技术。

[0024] 7、气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复技术实施过程中在湖底无需牵拉电源,水中不需要通电,并极大简化了操作及施工难度。

## 附图说明

[0025] 图1是本发明实施例提供的气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复方法流程图。

[0026] 图2是本发明实施例提供的泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复方法原理示意图。

[0027] 图3是本发明实施例提供的羽流增氧装置结构示意图。

[0028] 图4是本发明实施例提供的图3中单根分管结构示意图。

[0029] 图5是本发明实施例提供的图3中A-A剖面结构示意图。

[0030] 图中:1、羽流增氧装置;2、原始气泡;3、引入水流;4、气水混合物;5、上升过程中的气泡;6、上升水柱;7、平衡深度;8、水平扩散富氧水体;9、下沉羽流;10、羽流弧顶;11、上升到最大高度的气泡;12、最大上升高度;13、湖底沉积物;14、湖面;15、气源;16、不锈钢气管;17、支撑杆;18、吊杆上焊接盘;19、分气盘;20、曝气分管;21、大孔曝气管;22、吊杆;23、吊杆下焊接盘;24、外丝螺纹口;25、三通;26、微孔曝气管;27、支撑底座;28、氧气进气口。

## 具体实施方式

[0031] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0032] 本发明通过对原始气泡尺寸、原始气体流量、羽流上升流速等重要参数的精确控制,形成气泡羽流增氧现象,以达到直接给深水湖泊深水层充氧,抑制湖泊底泥中污染物释放;不破坏水体热分层,不破坏湖底冷水鱼类生长环境的目的。同时具有针对性强、不扰动热分层、可行性高、实施风险低、水质改善效果好的技术优点,是一种高效经济的深水湖泊水质修复技术。

[0033] 下面结合附图对本发明的应用原理作详细的描述。

[0034] 如图1所示,本发明实施例的气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复方法包括以下步骤:

[0035] S101:羽流增氧装置被安置在离湖底0.6-1米位置,经不锈钢通气管与气源连接,气体通过所述不锈钢管进入所述羽流增氧装置,形成的微小上升气泡产生动力带动周边水体,形成气水混合物后上浮;

[0036] S102:随着上升气泡逐渐变小,其到达羽流弧顶时溶解达到极限,羽流动量降为零,此时达到最大上升高度,此后羽流下沉,到达平衡深度后富氧水体向远处网状扩散。

[0037] 所使用的氧气气源气态氧纯度应控制在90%以上(体积比)。所述羽流增氧装置喷射出的原始上升气泡半径应小于上限3mm,以确保气泡中氧溶解率达95%以上。羽流增氧装

置应被安置在水深大于25m的湖泊中,否则可能会扰动热分层。

[0038] 下面结合附图2对本发明的应用原理作详细的说明。

[0039] 如图2所示,羽流增氧装置1被安置在离湖底130.6-1米位置,经不锈钢通气管16与气源15连接,气体通过所述不锈钢管进入所述羽流增氧装置,喷出的微小上升气泡5产生动力带动周边水体3,形成气水混合物4后上浮。随着所述上升气泡逐渐溶解变小、消失,在升至温跃层前羽流到达弧顶高度10,溶解达到极限,羽流动量为零,此时达到最大上升高度12,之后羽流下沉9,到达平衡深度7后富氧水体8向远处扩散。对由所述羽流增氧装置喷射出的原始上升气泡2尺寸要求较高,形成的原始气泡半径应小于3mm,此尺寸气泡表体比表面积/体积较大,因而气泡中氧溶解率可达95%以上。所述增氧过程在温跃层以下完成,上升羽流不会扰动水体热分层。所述上升气水混合物到达最大高度时逸出的少数零散气泡继续上升,由于气泡体积足够小,仍远不足以扰动湖泊水体热分层。若要形成所述气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复技术,若以氧气作为所述气源,所述羽流增氧装置应被安置在水深大于25m的湖泊中,否则可能扰动热分层。由所述羽流增氧装置喷射出的所述原始上升气泡,带动周围水体形成气水混合物,气水混合物上浮过程中形成上升水柱6。由所述羽流增氧装置喷射出的所述原始上升气泡中气态氧不断溶解,气泡内压力不断变化,气泡体积不断变小,至极限高度后最终消失,消失前所述气水混合物所达到的高度为所述最大上升高度,消失前所述气水混合物中气泡为上升到最大高度的气泡11。所述气水混合物到达最大高度后,由于此时气泡溶解,动量为零,羽流水体密度大于周围水体密度,形成所述下沉羽流,当下沉至与周围水体密度相当时,停止下沉,此时到达的深度即为所述平衡深度,之后所述富氧水体向四周网状扩散,进入远处的水体环境中。所述气水混合物上升流速应介于0.12-0.17m/s之间,流速过大或者过小对传质过程均会产生较大影响。在湖泊水体分层较为明显时采用此技术,所述气源为氧气,气态氧纯度应在90%以上。所述气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复技术实施过程中在所述湖底无需牵拉电源,可行性高,并极大简化了操作及施工难度。

[0040] 如图3、4、5:羽流增氧装置设置有可切换气源和氧气输气管,所述气泡羽流充氧水质修复装置包括支撑杆17、分气盘19、环形孔、氧气进气口28、分气管20、三通管25、微孔曝气管26、微孔曝气管孔、大孔曝气管21、大孔曝气管孔、吊杆上焊接盘18、吊杆下焊接盘23、牢固金属吊杆22、固定栓和支撑底座27;

[0041] 所述可切换气源连接外部供气设备,氧气输气管通过氧气进气口28连接分气盘19,氧气进气口位于分气盘下部,所述分气盘通过环形孔与分气管20连接,分气管端头设有三通管25,三通管通过三通管出气口24螺纹连接微孔曝气管26,微孔曝气管26上开有微孔曝气管孔,大孔曝气管21固定在分气管上,大孔曝气管上开有大孔曝气管孔;所述支撑杆焊接于分气盘上部,所述支撑杆中上部位置设有吊杆上焊接盘18,所述分气管外端处设有吊杆下焊接盘23,两处焊接牢固金属吊杆22,所述牢固金属吊杆焊接于支撑杆与分气盘之间,所述吊杆下焊接盘两两连接,连接处中部设有固定栓,支撑底座27焊接在分气盘底部。

[0042] 所述气泡羽流充氧水质修复装置还包括卡箍、三通管出气口24,通过卡箍将大孔曝气管固定在分气管上,所述三通管出气口设为外丝螺纹口,与所述微孔曝气管内丝相接。

[0043] 所述分气盘中部每隔60度开环形孔,分气管为6个;所述固定栓设置四个,按不同方位分布,所述牢固金属吊杆设置为6根。

[0044] 所述分气盘中部焊接六根分气管,所述分气管上固定大孔曝气管,所述分气管各端头连接两根微孔曝气管,所述微孔曝气管长度为0.5米。

[0045] 所述分气管上固定大孔曝气管,所述可切换气源可以随时进行气源切换,提供氧气或空气。

[0046] 所述气泡羽流充氧水质修复装置及方法主框架结构均为不锈钢304材质,所述吊杆材质为不锈钢304。

[0047] 所述吊杆焊接于支撑杆与分气盘之间,共六根,用于稳定装置,所述吊杆上焊接盘厚度25mm,直径204mm,距支撑管顶部距离175mm,所述支撑管长度为500mm,直径100mm,厚度为4mm,所述吊杆下焊接盘厚度30mm,直径90mm,距分气盘距离为1030mm,吊杆焊接与两处之间。

[0048] 所述大孔曝气管结构为圆管型圆形软管,纳米橡胶材质,由卡箍固定于所述分气管上部,所述大孔曝气管上部打孔,产生半径为1cm左右的气泡,所述分气管每根长1300mm,分气管厚度1.5mm。

[0049] 所述微孔曝气管结构类型为圆管型,由圆管型微孔橡胶膜、双凹槽特制曝气支撑内管等组成。圆管型橡胶膜片采用硅胶(Si)材料制造生产。橡胶膜片为圆管型,牢固地紧贴支撑内管安装。橡胶膜片上开有微孔,膜表面特殊的打孔方式,既可以使所述微孔曝气管排出的气泡直径维持在毫米级别。同时膜片具有自闭功能,橡胶膜片上的微孔会自行关闭,水体不会进入到曝气管中去,光滑的硅胶橡胶膜片表面可以防止污泥堵塞。

[0050] 所述微孔曝气管为RAUBIOXON PLUS 64-500,1-1/4"内螺纹连接,长度为500mm,气量范围1-6Nm<sup>3</sup>/h/支,最大过载通气量10Nm<sup>3</sup>/h,产生气泡半径为1mm左右。

[0051] 所述分气盘直径为350mm,高度为75mm,壁厚4mm,其中部每隔60度打环形孔,打孔孔洞直径为DN35,与所述分气管连接,所述分气管管径为DN35,其端头设有三通DN32,三通出气口处设为外丝螺纹口,与所述微孔曝气管内丝相接,微孔曝气管内丝相接处尺寸为DN32。

[0052] 所述进气孔长度为150mm,孔径为DN40,厚度2.5mm,所述不锈钢输气管焊接规格为R-25-40变径管,所述变径管与所述不锈钢输气管连接方式为双法兰连接,所述不锈钢输气管管径为DN25,不锈钢支撑底座焊接在分气盘底部。

[0053] 所述分气管吊杆下焊接盘处两两连接,连接处中部设有固定栓,共四个(如图东北、西北、东南、西南)。

[0054] 所述不锈钢氧气输气管气源来自可切换气源,所述可切换气源设备流量为45Nm<sup>3</sup>/h,可切换气源中所提供的气态氧气纯度为93±3%。

[0055] 所述气源放置于拼接式浮筒水上平台之上,浮筒平台采用交叉抛锚法固定,输气管从浮筒中往下延伸,连接曝气装置,气源设备供电使用380V电源及220V电源,防水电缆固定于排成线型的浮筒之上。所述气泡羽流充氧水质修复装置安装过程中在湖底无需牵拉电源。

[0056] 下面结合具体实施例对本发明的应用原理作进一步的说明。

[0057] 本发明针对浅水湖泊全年、深水湖泊冬季对流期使用空气作为气源,所依附的修复机理是通过形成较大空气气泡,形成的上升羽流使上下水体混合,从而完成对水体的增氧;本发明对深水湖泊夏季分层期使用氧气作为气源,所依附的修复机理是通过对系统原

始气泡尺寸、原始气体流量、羽流上升流速等重要参数的精确控制,形成气泡羽流增氧现象,以达到能给深水湖泊深水层直接充氧,控制湖泊底泥磷释放,又不破坏水体热分层的目的。

[0058] 本发明是通过对原始气泡尺寸、原始气体流量、羽流上升流速等重要参数的精确控制,形成气泡羽流增氧现象,以达到直接给深水湖泊深水层充氧,控制湖泊底泥中污染物释放,又不破坏水体热分层,不破坏湖底冷水鱼类生长环境的目的。该技术是一种高效的深水湖泊水质修复技术。

[0059] 应首先通过合理精确的计算和设计,结合湖泊环境和目标要求,确定制氧设备及羽流增氧装置的结构组成:确定增氧装置不锈钢通气管道尺寸和材质,确定支撑、吊拉辅助金属的固定位置、数量和材质,确定增氧装置分气方式,确定装置进气方式,确定装置固定方式,确定增氧装置受力情况,确定装置气体中喷射材料和数量,确定喷射材料合理空间排布,确定羽流增氧装置的水下安装施工方式。

[0060] 具体包括以下步骤:

[0061] 1.对目标湖泊进行水质监测和湖底环境调查。通过现场分层水质监测,记录各层磷含量、溶解氧数据,具体分层数目根据具体情况而定,通过现场实地考察,测定拟开展增氧区域的湖底坡降、水温等边界条件状况;

[0062] 2.明确治理目标湖泊周边环境情况。通过现场实地考察方式了解湖泊周边环境情况,了解湖泊水位涨落高低和时期,为后续沿岸制氧设备的安置选好地点;

[0063] 3.明确目标湖泊湖底水体所需增氧量。根据步骤(1)中所监测水质分层溶解氧含量数据及我方目标水质要求,推算拟需要制氧设备制氧量及其他相关要求;

[0064] 4.确定所需制氧设备,并制定设备运行开停计划。根据步骤(3)可确定所需制氧设备制氧量及其他相关要求,此时可根据制氧设备耗电量、我方年运行成本预算、目标湖泊湖底水体所需增氧量、湖底耗氧速率推算制氧设备工作区间,制定设备开停计划。通过计算预测羽流上升流速为0.15m/s左右为最佳,核算曝气量;

[0065] 5.确定羽流增氧装置的增氧方式及结构组成。根据步骤(4)中核算确定后的制氧量确定羽流增氧装置的增氧方式及结构组成,确定增氧装置分气方式;

[0066] 6.确定羽流增氧装置气体喷射管。根据步骤(5)所确定的增氧方式、结构组成以及对原始气泡半径的尺寸要求可确定装置中气体喷射管材料和数量,再通过精确精算,合理设计确定喷射材料的空间排布。形成原始气泡半径在1mm左右为最佳,此时原始气泡溶解率可达97%;

[0067] 7.根据步骤(5)和步骤(6)确定支撑、吊拉辅助金属材料的焊接位置、数量和材质,出羽流增氧施工图;

[0068] 8.确定装置进气和固定方式。确定增氧装置进气方式并确定增氧装置与气源输送气不锈钢管之间衔接口的连接方式(法兰或焊接)和尺寸,计算此时所设计增氧装置的浮力和重力,确定装置固定方式,确定混凝土锚固墩抛向位置及数量;

[0069] 9.确定羽流增氧装置的水下安装施工方式。此步骤可由专业水下工程施工公司完成;

[0070] 10.现场连续水质监测及后续事宜。

[0071] 至此,已完成了所述气泡羽流扩散增氧深水湖泊水质修复技术的一个具体实施

例。所述方法野外实施后,氧气经不锈钢通气管进入所述羽流增氧装置,形成的微小上升气泡产生动力带动周边水体,形成气水混合物后上浮。随着所述上升气泡逐渐变小、消失,其到达羽流弧顶时溶解达到极限,羽流动量降为零,此时达到最大上升高度,此后羽流下沉,到达平衡深度后富氧水体向远处网状扩散,此现象重复循环出现,从而不断给湖下层缺氧水体直接充氧。

[0072] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

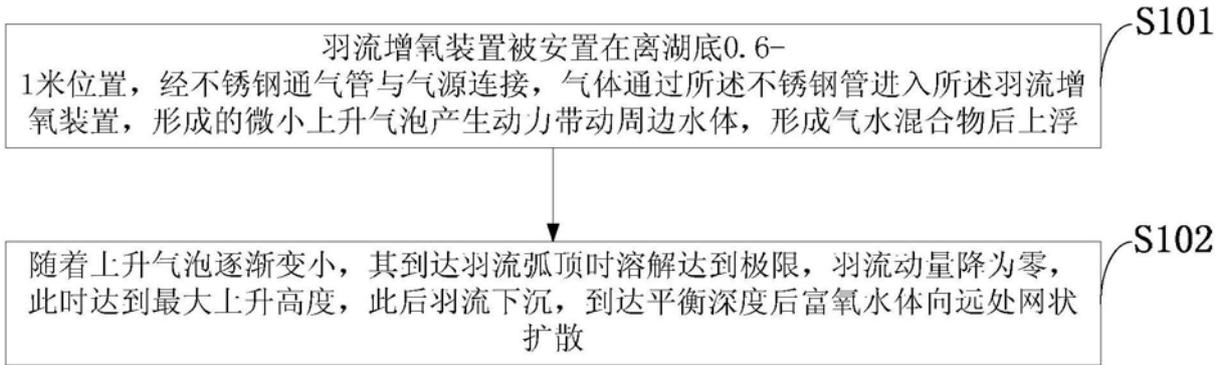


图1

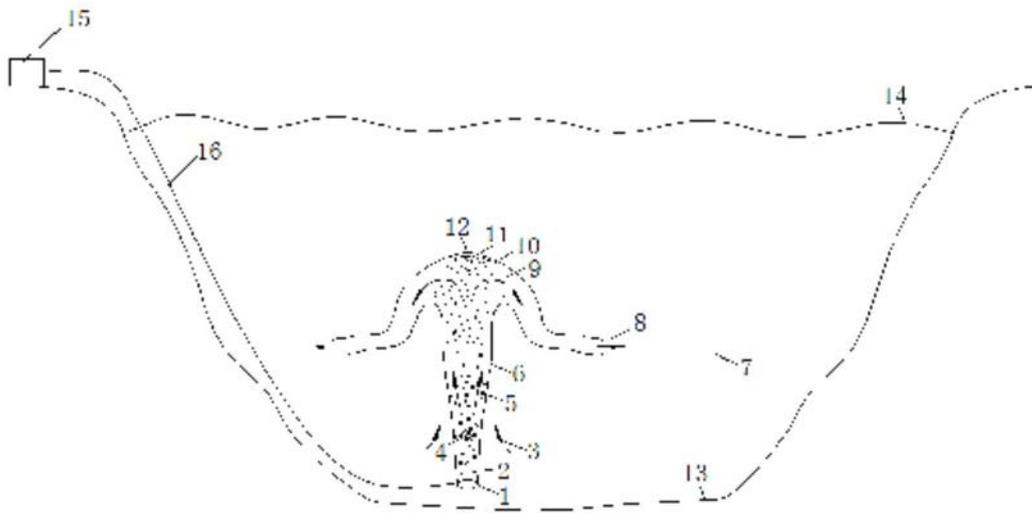


图2



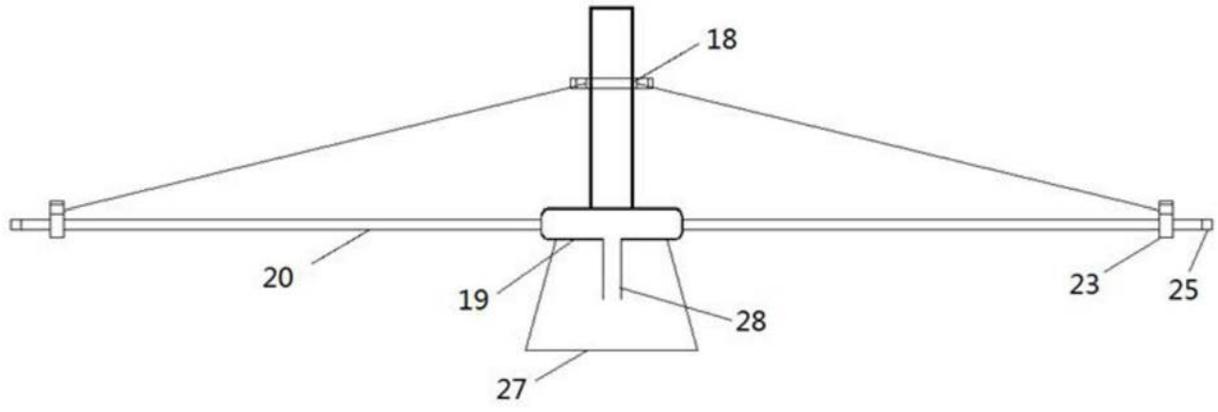


图5