



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109169459 A

(43)申请公布日 2019.01.11

(21)申请号 201811013733.3

(22)申请日 2018.08.31

(71)申请人 中国科学院南海海洋研究所
地址 510301 广东省广州市海珠区新港西路164号

(72)发明人 龙丽娟 袁涛 殷建平 黄晖

(74)专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限公司 44001
代理人 刘明星 王家鸣

(51) Int. Cl.
A01K 61/77(2017.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种生态友好型人工拟态珊瑚礁体

(57)摘要

本发明公开了一种生态友好型人工拟态珊瑚礁体,广泛适用于珊瑚生态点礁构建及珊瑚礁生态系统修复中的礁区三维立体结构重构。面向远海岛礁、潟湖及近海海域的珊瑚礁生态系统的工程修复,通过仿真设计,构建与自然珊瑚礁形态功能高度相似的人工拟态礁体。本拟态礁体采用独特的生态友好型原材料构筑,形态不规则,具有内部空隙大,礁体表面粗糙,表面积大,空间异质性高等诸多结构特征,并具有硬度高,无污染,生物附着率高等优点。本拟态礁体可为珊瑚、砗磲、造礁海藻等珊瑚礁生态系统关键造礁生物提供生长基底,同时为其他护礁生物类群提供生长、栖息与繁殖的空间。



1. 一种生态友好型人工拟态珊瑚礁体,其特征在於:所述人工拟态礁体以环保不饱和树脂添加碳酸钙粉构筑而成,形状为拟圆锥体形,所述人工拟态礁体重心位于礁体竖直中轴线,且高度低于礁体总高度的1/3,礁体内设置有不同规格大小的空隙,所述空隙空间不低于礁体体积的2/3,礁体的表面积体积比不低于30,礁体表面模仿天然珊瑚礁岩表面,构建不同种类造礁石珊瑚钙化生长形成的珊瑚虫杯体、礁体孔隙及毛细孔组成的高仿真结构,礁体侧壁的内部设置有内部支撑架。

2. 根据权利要求1所述的生态友好型人工拟态珊瑚礁体,其特征在於:所述人工拟态礁体的制作方法,包括以下步骤:

以天然礁岩为模板,根据礁体投放海区生态本底情况搭配不同种属的造礁石珊瑚作为构件;

模拟天然礁岩形态并根据不同种属造礁石珊瑚在礁区所处空间位进行组合固定,形成人工拟态礁体的基础母模;

利用模具硅胶经固定灌注制成人工拟态礁体模具,所述硅胶硬度为 30° - 45° ;

根据礁体规格以树脂为外模材料制成分片式模具以加强模具刚性;

在模具中加注由环保不饱和树脂及其他功能组分均匀混合的礁体材料;

待材料固化后,再对礁体进行内部加固和外部修饰。

3. 根据权利要求1所述的生态友好型人工拟态珊瑚礁体,其特征在於:所述空隙为洞穴/通道结构。

4. 根据权利要求1所述的生态友好型人工拟态珊瑚礁体,其特征在於:所述人工拟态礁体的规格为:长度为2500~3000mm,宽度为1600~2000mm,高度为1200~1800mm。

5. 根据权利要求1所述的生态友好型人工拟态珊瑚礁体,其特征在於:所述人工拟态礁体以多种不同造礁石珊瑚天然礁岩为模板组合构建,单个礁体由至少4个属的造礁石珊瑚天然礁岩为模板,根据不同珊瑚种类在不同生态修复海域天然礁岩中的分布比例和活珊瑚生态位情况通过配比组合而成。

6. 根据权利要求5所述的生态友好型人工拟态珊瑚礁体,其特征在於:所述天然礁岩模板包括以下造礁石珊瑚属:鹿角珊瑚属、滨珊瑚属、蜂巢珊瑚属、杯型珊瑚属、蔷薇珊瑚属、角蜂巢珊瑚属、双星珊瑚属、角孔珊瑚属、牡丹珊瑚属。

7. 根据权利要求1所述的生态友好型人工拟态珊瑚礁体,其特征在於:所述人工拟态礁体的侧壁厚度不小于7mm。

8. 根据权利要求1所述的生态友好型人工拟态珊瑚礁体,其特征在於:所述人工拟态礁体运输和贮存的条件为:气温在 -20°C ~ $+50^{\circ}\text{C}$ 之间,湿度在70%~90%之间。

9. 根据权利要求1所述的生态友好型人工拟态珊瑚礁体,其特征在於:所述人工拟态礁体通过固定底架与混凝土基座相连,固定底架包括设置于六个方位的不锈钢条,所述固定底架与所述内部支撑支架相连接,每个方位的不锈钢条设置有两个固定螺栓孔位,可与混凝土基座连接组合固定在指定海床区域。

一种生态友好型人工拟态珊瑚礁体

技术领域

[0001] 本发明专利属于海洋生态环境人工修复技术领域,涉及一种珊瑚礁生态系统中用于生态修复的装置,具体为一种应用于近海、潟湖及远海岛礁的生态友好型拟态珊瑚礁体。

背景技术

[0002] 珊瑚礁生态系统是世界上生产力和生物多样性最高的生态系统之一,海洋中超过30%的生物类群生活于海洋珊瑚礁生态系统中,是人类宝贵的资源库。健康珊瑚礁生态系统具有重要的生态功能,在维持全球生物化学地球循环、护岛保礁、环境净化、丰富渔业资源、保护海洋生物多样性等方面都具有重要作用;且作为一种具有综合效益的海洋生态系统,珊瑚礁渔业资源、药用生物资源及旅游资源的利用可以带来巨大的经济效益。然而,近些年来,随着人类活动引起的海洋污染、生境破坏、过度捕捞等因素,以及全球气候变化引起的极端天气和海洋酸化等因素,导致全球范围内的珊瑚礁生态系统急剧衰退,围填海和珊瑚岛礁开发利用等人类活动也对区域珊瑚礁生态系统的健康状况产生了较大影响。我国管辖海域的珊瑚礁生态系统现状也很不乐观,绝大部分造礁石珊瑚分布海域均出现不同程度的珊瑚礁生态系统退化现象,部分区域造礁石珊瑚覆盖率由十年前的平均30%降至低于1%。由于珊瑚生长普遍缓慢,且具有较高的环境要求,珊瑚礁生态系统的自然恢复速率非常低。在此背景下,针对受损的珊瑚礁生态系统,通过人为干预,构建适合珊瑚礁生态系统健康生长的稳固基底环境,植入珊瑚、砗磲、造礁海藻等关键造/护礁功能生物,促进珊瑚礁生态系统的快速修复与可持续发展,已成为受损珊瑚礁生态系统修复的最新发展趋势。通过对受损珊瑚礁生态系统进行重建与修复,可有效增强珊瑚礁生态系统结构的稳定性,恢复珊瑚礁生态系统的正常服务功能,推动海洋生态系统的稳定与可持续发展,创造出重大的生态、社会与经济效益,助力海洋生态文明建设,保障我国生态安全与国土安全。

[0003] 造/护礁功能生物多属于附着类生物,合适的礁体是它们附着生长的最基础条件。目前,世界上通过人工构筑珊瑚礁基,促进珊瑚附着和生长的做法已经受到普遍认可,但现下常用的珊瑚礁基多采用的事混凝土浇筑的简单几何体,空间异质性低,形态结构、材料材质与自然礁体存在较大差异,导致微动力环境不够丰富,造/护礁功能生物附着率低,附着生物抗风浪能力差,抵御敌害能力弱,生物多样性低等问题,无法有效促进珊瑚礁生态系统的快速修复。

[0004] 发明专利内容

[0005] 本发明为了以恢复区域珊瑚礁生态系统为根本目的,提供一种生态友好型人工拟态珊瑚礁体,用于不同受损程度的区域珊瑚礁生态系统三维立体结构重构或珊瑚生态点礁构建,广泛适用于热带珊瑚礁区礁岩、珊瑚砾石、珊瑚砂质底质的珊瑚礁生态修复工程。

[0006] 为实现以上目的,本发明提出了以下的技术方案:

[0007] 一种生态友好型人工拟态珊瑚礁体,该人工拟态礁体采用以环保不饱和树脂为主,添加碳酸钙粉构筑而成,碳酸钙具体类型包括珊瑚砂、贝壳、珊瑚砂与贝壳混合物等。

[0008] 人工拟态礁体的制作方法为:以天然礁岩为模板,先根据礁体投放海区生态本底

情况搭配不同种属的造礁石珊瑚作为构件,然后模拟天然礁岩形态并根据不同种属造礁石珊瑚在礁区所处空间位进行合理组合固定,形成人工拟态礁体的基础母模。利用模具硅胶经固定灌注工艺制成人工拟态礁体模具(硅胶硬度 30° – 45°),根据礁体规格以树脂为外模材料制成分片式模具以加强模具刚性。然后在模具中加注由环保不饱和树脂及其他功能组分均匀混合的礁体材料,待材料固化后,再对礁体进行内部加固和外部修饰。

[0009] 礁体材料不含有毒重金属、环境内分泌干扰物(EDCs)等对珊瑚等幼虫发育有重要影响的鱼类。人工拟态礁体的制作生产严格执行RoHS-2002/95/EC相关环保检测标准,原料经添加相关处理剂后成型,不释出铅、铜、铁和任何有毒物质,用于大陆沿岸、潟湖、岛礁等开放水体水域不会对水生生物有任何毒副作用。

[0010] 人工拟态礁体形态设计采用无规则几何构型,礁体礁岩规格为:长度2500~3000mm,宽度1600~2000mm,高度1200~1800mm。

[0011] 以结构稳定、内部空隙大,礁体表面粗糙,表面积大,空间异质性高、可组合使用、适用底质类型范围广、水下景观效果突出等为主要设计依据,具体包括:

[0012] (1)人工拟态礁体整体形态为“拟圆锥体”的不规则体,保持礁体重心位于礁体竖直中轴线,且高度低于礁体总高度的 $1/3$ 。

[0013] (2)人工拟态礁体模仿自然珊瑚礁体,内部保留“洞穴式”、“通道式”等不同规格大小的空隙,空隙空间不低于整个礁体对应“拟圆锥体”体积的 $2/3$ 。

[0014] (3)人工拟态礁体的表面积体积比不低于30。礁体表面模仿天然珊瑚礁岩表面,构建不同种类造礁石珊瑚钙化生长形成的珊瑚虫杯体、礁体孔隙及毛细孔组成的高仿真结构。单个礁体的构造组成最少以4个属的造礁石珊瑚天然礁岩为模板,根据分析不同珊瑚种类在不同生态修复海域天然礁岩中的分布比例和活珊瑚生态位情况通过配比组合而成,用于制作人工拟态礁体的天然礁岩模板包括但不限于以下造礁石珊瑚属:鹿角珊瑚属、滨珊瑚属、蜂巢珊瑚属、杯型珊瑚属、蔷薇珊瑚属、角蜂巢珊瑚属、双星珊瑚属、角孔珊瑚属、牡丹珊瑚属。

[0015] (4)人工拟态礁体具有一定抗压和抗撞击的能力,成型拟态礁岩壁厚不小于7mm,以厚度为3mm~5mm的316不锈钢条作为内部固定与支撑支架以提高有效强度,具有良好抗撞击能力(巴科尔硬度标准35以上)。

[0016] (5)本人工拟态礁体适于在气温为 -20°C ~ $+50^{\circ}\text{C}$,湿度为70%~90%的环境条件下运输和贮存,具备抗碱及海水侵蚀的能力,长期浸泡于海水内无崩解蚀化和自然脆化的情况,实体重量视具体礁体规格不予限制。

[0017] 3、礁体固定方式

[0018] 该人工拟态礁体通过固定底架与混凝土基座相连,固定底架包括在6个方位上的3mm厚的316不锈钢条,固定底架与内部支撑支架相连接,每个方位的不锈钢条预留两个扁长型固定螺栓孔位,可与预制混凝土底座连接组合固定在指定海床区域;预制混凝土底座为长方形,重量2000~3000kg,体积根据礁体底面积和底架方位及长度进行定制,底座上方根据底架螺栓孔位预埋316不锈钢螺栓用以连接人工拟态礁体。

[0019] 4、礁体投放的位置和密度,以预选区生物群落调查结果为依据:

[0020] (1)考虑关键生物群落组成和物种生活习性,选定礁体形态和大小。特别是关键生物群落组成和生物种类的生活习性等,包括珊瑚、砗磲、造礁藻类、鱼类、甲壳类、贝类等,设

计不同形状和大小礁体并依据功能需求进行针对性配置。

[0021] (2) 基于前期调查的区域风浪、洋流等环境条件,设计礁体大小,确保礁体的稳固性。

[0022] (3) 人工拟态礁体空间布局包括单体、组合体、礁群、礁带等形式,依据潮流和洋流方向,构建不同微水动力特征的立体栖息环境,满足不同生物需求。

[0023] 5、礁体珊瑚移植方法

[0024] (1) 根据投放海域原有珊瑚礁生态系统群落组成,选择优势珊瑚种类进行移植,根据珊瑚生活习性,将珊瑚粘附在与其自然生境相近的礁体位置,最大化模仿该珊瑚在自然条件下的微生境条件。

[0025] (2) 本发明的人工拟态礁体可作为长期基础礁岩用于珊瑚礁生态系统修复中的珊瑚底播移植和珊瑚繁育,根据所需底播移植密度、珊瑚株的大小、珊瑚种类差异以及礁体大小,在为每株珊瑚预留足够生长空间的基础上,单个人工生态岩礁可供底播移植珊瑚15至35株,具体操作方法如下:1) 根据需要底播移植的珊瑚种类及密度,在岸上用电动手钻在人工拟态礁体表面的预定位置打孔;2) 在预定孔位植入304不锈钢中空膨胀螺栓;3) 将在岸上已植入膨胀螺栓的人工拟态礁体安装在水下指定区域并于膨胀螺栓上安装T型316不锈钢钉,不锈钢钉连横杆外露于拟态礁表面5~6cm;4) 在横杆与礁体表面之间的不锈钢钉上用铝线或铁丝捆绑固定需要底播移植的珊瑚株,移植的珊瑚株必须紧贴礁体表面以保证移植的珊瑚后续能固着生长在礁体表面以提高底播移植的成活率,T型不锈钢钉可帮助珊瑚株固定并防止其移动和滑脱。

[0026] 本发明相较于现有技术,具备以下有益效果:

[0027] 目前国内外用于珊瑚礁生态修复的人工礁体主要分为金属框架礁体、塑料框架礁体以及混凝土基质礁体3大类,本发明的人工拟态礁体相较于以上传统礁体在水下工程操作、生态修复效果、环境友好性等方面具有明显优势:

[0028] (1) 本发明相较于塑料框架礁体在材料耐久性和环境友好性方面有明显的优势,礁体刚性、抗腐蚀、氧化速率、抗机械冲击等性能指标上均优于以PVC管材和塑料板材制作的人工礁体;

[0029] (2) 本发明人工拟态礁体结构外形以自然珊瑚礁岩为模板,具有高仿真性,并在制作中加入碳酸钙粉,无有毒物质析出,可在2至3年后与在外观和生态功能上与天然珊瑚礁岩融为一体,所以在环境友好性和生态修复效果方面优于已有礁体类型;

[0030] (3) 本发明人工拟态礁体所用主要材料为环保不饱和树脂,对比金属框架和混凝土基质礁体在单位面积重量上有明显比较优势,更便于进行路上运输、船舶转运、水下吊装等工程作业,并且在同等重量下可以提供更高的立体结构复杂度和可供珊瑚移植及珊瑚幼体附着的礁体面积。已进行的珊瑚礁生态系统修复实践显示本发明的人工拟态礁体具有更好的造礁石珊瑚群体修复和聚鱼效果,在提高礁体投放区生物量指标上明显优于其他礁体类型。

[0031] (4) 造礁石珊瑚浮浪幼虫对附着基质具有明显的选择性,其首选附着基质为天然珊瑚礁石,其次才为其他材质;而且由某种珊瑚形成的珊瑚礁石表面的微细结构(珊瑚杯体、礁体孔隙及毛细孔等)对同种珊瑚浮浪幼虫的附着行为有明显的诱导作用。本发明的人工拟态礁体以多种不同造礁石珊瑚天然礁岩为模板组合构建,单个礁体的构造组成最少以

4个属的造礁石珊瑚天然礁岩为模板,根据分析不同珊瑚种类在不同生态修复海域天然礁岩中的分布比例和活珊瑚生态位情况通过配比组合而成。用于制作人工拟态礁体的天然礁岩模板包括但不限于以下造礁石珊瑚属:鹿角珊瑚属、滨珊瑚属、蜂巢珊瑚属、杯型珊瑚属、蔷薇珊瑚属、角蜂巢珊瑚属、双星珊瑚属、角孔珊瑚属、牡丹珊瑚属。

[0032] (5) 本发明的人工拟态礁体具有立体三维空间结构丰富和表面积高的特点,相较于其他类型礁体单位体积可以提供更多的珊瑚、碎礁、造礁海藻底播移植位点,为造礁/护礁生物提供更加充裕的后期生长空间;并且人工拟态礁体配合底座高度范围在1400~2000mm,可为底播造礁/护礁生物提供远离原始基底的空间位点,使其获得更适宜生长的水动力、水质以及微生物条件;在砂质和碎屑原始底质区域提高底播珊瑚距离基底的高度还可减少水流带动的碎屑滚动和粉砂再悬浮对珊瑚造成的碰撞、摩擦等机械损伤,降低水中悬浮物覆盖对珊瑚的影响,避免珊瑚因悬浮物覆盖而窒息死亡。

[0033] 本专利旨在发明一种新型的人工拟态礁体,参照自然珊瑚礁特征,利用人工生态礁对塌陷、破碎的珊瑚生态系统进行礁体三维框架结构修复、重建,为造礁石珊瑚及礁栖生物提供适宜的附着生境,加速珊瑚礁生态系统自然恢复的进程,同时在沙质、碎屑等珊瑚礁生态系统难以自然恢复的底质上建立大面积可供珊瑚生长、繁育的人工基底,通过人工拟态礁技术让“珊瑚礁机体”复活,诱导珊瑚礁生态系统自然修复。通过最大程度仿真天然珊瑚礁体,以提高造礁/护礁生物的附着率和生长率,提高生态系统生物多样性和生物量。

附图说明

[0034] 图1是本发明生态友好型人工拟态珊瑚礁体的一种结构示意图。

[0035] 图2是本发明生态友好型人工拟态珊瑚礁体的另一种结构示意图。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图和具体实施方式对本发明的内容做进一步详细说明。

[0037] 本实施案例由中国科学院南海海洋研究所在南海岛礁进行,实施地点选择为相关岛礁的泻湖与礁坡水域,水深5-20米,投放珊瑚礁体占地总面积为2万平方米。本实施案例中投放本发明描述的人工拟态礁体,同时投放传统的金属礁体、混凝土礁体和塑料礁体作为对照。

[0038] 珊瑚礁生态系统修复实验中,修复区不同类型礁体投放一年后的珊瑚幼体附着统计数据显示,本发明的人工拟态礁体在附着珊瑚幼体种类多样性上均优于金属礁体、混凝土礁体和塑料礁体,在上述3种礁体上均只有1种造礁石珊瑚幼体附着,而选择附着在本发明的人工拟态礁体上的造礁石珊瑚幼体有3种;在附着幼体数量这一指标上,本发明的人工拟态礁体附着造礁石珊瑚幼体约为3.4个/ m^2 ,优于混凝土礁体(1.3个/ m^2)和塑料礁体(1.5个/ m^2)。

[0039] 本实施案例应用海域生态受损前属于典型的珊瑚礁地貌,珊瑚礁生态系统稳定且健康,活珊瑚覆盖度在15-20%间,珊瑚礁鱼类隶属于4目25科61属131种,属多样性指数平均值为2.71。因全球变化和人类活动影响,导致该区域的活珊瑚覆盖度下降至小于5%,底质类型由礁石为主,转为珊瑚砂为主,平均鱼类密度从2005年的3.10尾/ m^2 ,下降到2013年1.23尾/ m^2 。

[0040] 本实施案例根据待修复海域的环境特征和生物特征,设计人工拟态礁体体积在1~5立方米之间,共计投放礁体数量120个,移植珊瑚8种(包括壮实鹿角珊瑚、中间鹿角珊瑚、美丽鹿角珊瑚、浪花鹿角珊瑚、埃氏杯形珊瑚、柱状珊瑚、青灰蔷薇珊瑚、箭排孔珊瑚等),移植密度为每个礁体15-20株,移植珊瑚断枝的成活率普遍达到60-70%,部分区域能达到85%以上。

[0041] 对投放初期和投放一年后的该海域进行生物资源调查和礁体质量调查显示,本实施案例投放的拟态礁体能够显著提高修复海域的珊瑚生物多样性,鱼类生物多样性和丰度。

[0042] 上列详细说明是针对本发明可行实施例的具体说明,该实施例并非用以限制本发明的专利范围,凡未脱离本发明所为的等效实施或变更,均应包含于本案的专利范围中。



图1



图2