



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205946906 U

(45)授权公告日 2017.02.15

(21)申请号 201620452330.9

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2016.05.17

(66)本国优先权数据

201520996680.7 2015.12.04 CN

(73)专利权人 周俊麟

地址 350001 福建省福州市东街92号中福
广场28层

专利权人 吴宝健

(72)发明人 不公告发明人

(74)专利代理机构 福州市博深专利事务所(普
通合伙) 35214

代理人 林志峥

(51)Int.Cl.

A01K 61/60(2017.01)

A01K 61/65(2017.01)

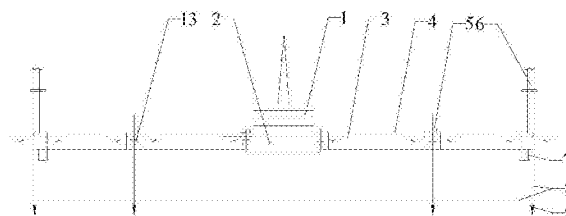
权利要求书1页 说明书11页 附图2页

(54)实用新型名称

一种外海养殖抗风浪型铰接式网箱

(57)摘要

本专利公开了一种外海养殖抗风浪型铰接式网箱。该网箱是由6部分组成:一是由钢质或钢筋混凝土材料构成的环状水密浮式箱体,称为网箱单元;二是将这些网箱单元连接起来的活动连接部件,称为铰接件;三是在环状浮箱的中间水域,设置养殖各类水产品的网具;四是环状浮体中央是一个设有电站、泵舱、油舱、管线等设备及管理人员工作、居住舱的中央浮体,称为中心岛;五是由空气管、压载水系统组成的压载-下潜-起浮系统;六是由锚、锚链、绞车等设备或部件组成的锚泊系统,可将整个网箱系结于海底。这整个系统称为网箱模块。若干这样的网箱模块组成大型渔场。



1. 一种外海养殖抗风浪型铰接式网箱,其特征在于:所述外海养殖抗风浪型铰接式网箱是由网箱单元、铰接件、网具、中心岛、压载-下潜-起浮系统和锚泊系统6个部分组成;所述网箱单元是由钢质或钢筋混凝土材料构成的环状水密浮式箱体;所述铰接件是将所述网箱单元连接起来的活动连接部件,若干个所述网箱单元通过铰接件连接起来,形成一个大环状水密浮式箱体;所述网具用于养殖各类水产品,并且设置在所述的大型环状水密浮式箱体的中间水域;所述中心岛是一个设有机舱、电站、泵舱、油舱、全网箱控制系统、信号系统、压载、下潜与上浮系统、管线及管理人员工作、居住舱的中央浮体,所述中心岛设置在所述的大型环状水密浮式箱体的中央;所述压载-下潜-起浮系统是由压载泵、具有遥控启闭阀的空气管、可通达全网箱各水密舱的压载管系统及遥控阀系统组成;所述锚泊系统是由锚、锚链或锚索、锚机和绞车组成。

2. 根据权利要求1所述的外海养殖抗风浪型铰接式网箱,其特征在于,所述网箱单元,内部分为若干水密舱室,由压载管系统连接起来;根据压载的需要泵入或泵出压载水,以保持所述网箱单元的浮态;所述大型环状水密浮式箱体上部的甲板,作为人行走道或投放饵料小车的通道;在所述大型环状水密浮式箱体上设置锚泊系统和空气管。

3. 根据权利要求1所述的外海养殖抗风浪型铰接式网箱,其特征在于,所述的铰接件,在甲板上由钢缆与系柱所构成,在所述网箱单元的下部是由液压式插销与钢缆所构成;当连接钢缆拉紧时,可将相邻的两个网箱单元连接在一起,在各个网箱单元之间,设有橡胶防撞垫。

4. 根据权利要求1所述的外海养殖抗风浪型铰接式网箱,其特征在于,所述的养殖外海水产品的网具,系结在大型环状水密浮式箱体的下部水域之中,网箱的上部也可用网具覆盖,在将网具下沉到水下一定深度时,仍可维持所养殖鱼类的生存。

5. 根据权利要求1所述的外海养殖抗风浪型铰接式网箱,其特征在于,所述的压载-下潜-起浮系统在特大赤潮或特大风浪来临时,可开启海底阀,将网箱下沉到水下一定深度。

一种外海养殖抗风浪型铰接式网箱

技术领域

[0001] 本专利从技术角度,涉及对船舶及海洋工程技术的综合应用,属于船舶及海洋工程装备类技术领域。该专利主要应用于水产养殖,故也可属于海洋水产养殖工具类技术领域。

背景技术

[0002] 随着我国经济的发展,人们对水产品的需求越来越多,对品质的要求也越来越高。使用渔船到江河湖海打捞天然鱼类已远远不能满足市场需求。现今我国的许多内河、内海、靠近大陆的沿海、近海的海湾,凡是条件较好的水域,都被众多的渔业养殖户的养殖网箱所覆盖。为节约成本,现今渔业养殖户使用的网箱,大多为小型网箱,其材料多为塑料、泡沫、木材等。不具备对外海较大风浪的抗御能力。

[0003] 目前,大面积使用内河、内海及海湾进行水产养殖的行业和技术存在以下缺点:

[0004] (1) 过多水产养殖网箱的开发,占据了大量有限的水域面积,与沿海工业、房地产业、旅游业等产业的开发产生了争夺水域的矛盾,激发了众多的群体事件。

[0005] (2) 内河、内海高密度水产养殖也造成了大面积水域的污染,并引起各类水产品品质的退化。

[0006] 因此,为根本上解决水产养殖占据大面积内海、内河水域的问题,就要实现水产养殖的外海化。

[0007] 水产养殖外海化,可以利用外海取之不尽的浮游生物作为饵料,大幅度降低养殖成本;可以获得优质美味的水产品;此外,外海具有较强的自净功能,可以解决水产养殖污染水域的问题。水产养殖外海化,现已成为水产养殖业的发展方向。

[0008] 实现水产养殖外海化在技术方面的困难主要在于:

[0009] (1) 水产养殖的安全问题

[0010] 我国沿海(尤其是东南沿海),是一个多台风的水域。水产养殖外海化必须解决外海风浪巨大,造成养殖人员作业不安全、网箱易遭破坏的问题。

[0011] (2) 成本高昂问题

[0012] 曾有人提出,将适合于水产养殖的靠近大陆的外海水域,用防波堤围起来,人工创造一片宁静的海湾。这种想法是不切实际的。其理由是:如果是建造固定式防波堤,不仅成本极为高昂,而且会将养殖水域与外界隔开,造成海水不能自由流动,变成围海养鱼,即使将外海变成了内海,也用不了多长时间,又会形成类似于现今渔场有限的水域被网箱覆盖的情况;如果建造浮动式防波堤,不仅网箱成本依然高昂,而且在特大风浪(如大台风来袭)条件下,其浮式防波堤实际防风浪的有效性要大打折扣,而且防波堤本身仍然存在很大的安全风险。

[0013] 故,实现水产养殖外海化的根本出路在于创造一种能抗风浪的 水产养殖网箱。

实用新型内容

[0014] 本专利的目的是针对现有内海养殖所使用的网箱不能抵御外海的风浪,以及与之配套的浮式防波堤在特大台风时实际效果不佳及安全风险很大的问题而提出的、以环状铰接式网箱为核心技术的外海水产养殖技术。

[0015] 本专利技术方案的基本思路:

[0016] 兼顾船舶性能与强度的矛盾:

[0017] 常识告诉我们,一条公园里的小船,不能去大海航行,但大船就可以。其原因是大船的稳性好。但大船在波浪上的总纵弯矩又很大,结构易遭破坏。如果把船舶做成环状,不仅其建造成本可大幅度降低,而且还可以获得较大的水线面惯性矩,就可以获得较大的初稳性高度;如果再把较长的船分成几段,铰接起来,既不易翻沉、又可使结构强度得以保证,这就可兼顾性能与强度的矛盾。本专利提出的“环状铰接式网箱”的基本原理即基于此。

[0018] 关于外海最大设计风级:

[0019] 本专利提出的网箱,具有很强的抗风浪能力,不需要使用防波堤,适用于除了极区(南北极附近)以外的无限海区,尤其适用于水深30~100m的中国沿海大陆架浅水海域。

[0020] 中国沿海水域的特点之一是:台风等灾害性天气出现较为频繁。例如福建沿海中部的罗源、连江一带,根据近海岸观测站(1985-2012)的资料,每年都会出现热带风暴或大台风。在正常天气,其海边年平均风速仅在3.1m/s左右,但大台风等灾害性天气出现时,10分钟最大风速就可达46.7m/s,相当于蒲福风级15级,造成的危害极为严重。由此,本专利的网箱适用的设计风级现定为蒲福16级,即距海面10m高度的风速为53.5m/s。相当于百年一遇。本专利网箱必须在最大设计风力作用下有足够的稳性及结构强度。

[0021] 关于稳性及结构:

[0022] 从设计与计算方法来看,本专利提出的“环状网箱”,实际上是一种中间挖空的船舶,完全符合船级社规范所定义的船舶的特征。因而,有关船舶设计与建造的成熟理论与方法、规范及法规等均可套用,具有很强的实用性。但即使如此,在设计时,仍必须以严格的船模试验加以验证。

[0023] 按船舶工程常用的方法,经初步性能计算,可以证明本专利提出的“环状网箱”稳性很好。其原因在于:这种网箱,水线面惯性矩大、重心低,且受风面积不大,虽风力很大,仍不会倾覆。经初步结构计算的结论是:由于本网箱采用铰接,即将每个部件(“单元”)用短缆与系柱(俗称“缆桩”)连接起来,因而其总纵弯矩、切力将大为减小,可以确保网箱本体结构的安全。承受负荷最大的是系柱与短缆及其结构加强件,属于局部加强范畴。而短缆连接件是船舶常规的系泊设备,可按船舶规范的标准模式套用。只要取一定的安全系数,就可以确保连接安全。

[0024] 船舶结构力学的理论与实践都已证明:对置于波浪上的船舶而言,如果波长 λ 远小于船长 L ,即 $\lambda/L \ll 1$,那么在船长 L 的范围内会有若干个波峰与波谷出现,其波高 $H_{1/3}$ 较小,浮力相对于静水状态变化不大,不会产生较大的波浪附加弯矩;反之,若波长 λ 远大于船长 L ,即 $\lambda/L \gg 1$,虽然波高很大,但在船长 L 范围内,波面也与静水面相差不大,也不可能出现较大的波浪附加弯矩。针对于16级的特大强台风,采用本专利的铰接方式,将网箱最大模块的特征长度 L 变小,即 $\lambda/L \gg 1$,故产生的附加波浪力矩也不大(参见本专利的实例计算)。

[0025] 一种外海养殖抗风浪型铰接式网箱的构成:

[0026] 外海养殖基地:

[0027] 本专利所指的所谓“外海”，一般是指远离大陆的海域。在外海从事水产养殖业，需要自己解决诸如补给、饵料、育种、管理人员的生活与工作条件、设备维护等问题。一般应采用集约化的管理方式，应将网箱组合成一个群体，形成基地。这种基地一般应设在天然鱼群回游、天然饵料较为丰富的外海水域。在基地内，还可以设置一定数量的风力发电站、太阳能发电站、直升机停机坪、旅游景点等。

[0028] 本专利网箱的基本组成(参见图1)：

[0029] 所述外海养殖抗风浪型铰接式网箱是由6大部分组成的。其一，是由钢质或钢筋混凝土材料构造而成的环状水密浮式箱体，称为网箱单元3，在其上设有空气管6；其二，是将这些网箱单元3连接起来的活动连接部件，称为铰接件5和13。若干个这类网箱单元3连接起来，形成一个大型环状浮体；其三，是养殖水产的网具8，在环状浮箱的中间水域，设置养殖各类水产品的网具8；其四，在大型环状浮体的中央，是一个设有电站、泵舱、油舱、管线等设备及管理人员工作、居住舱的中央浮体，称为中心岛1；其五、是由空气管6、压载水泵、压载管系统、遥控阀系统及设在机舱集控室里各种设备组成的压载-下潜-起浮系统；其六，是由锚、锚链、绞车等设备部件组成的锚泊系统10，可将整个网箱系结于海底。这整个系统称为网箱模块。若干个网箱模块连在一起，形成渔业基地。

[0030] “环状浮式箱体”(称为网箱单元3)，

[0031] “环状浮式箱体”，是一个水密结构的浮式箱体。内部分为若干水密舱室，由压载水管系统连接起来。根据压载的需要，可以泵入或泵出压载水，以保持网箱单元3的浮态；在大赤潮或大风浪来袭时，可以使整个网箱模块下潜到水面下一定深度。箱体上部的甲板，可作为人行走道或投放饵料小车的通道；在箱体一定的位置上设置锚泊系统10、空气管6等设备或设施。

[0032] 网箱模块的外形可以是各种形状。本例取为圆形。整个网箱模块在半径方向可分割为数块(本例为2块)，在圆周方向也可分割为数瓣(本例为8瓣)，形成数个“单元”(本例为16个单元)。

[0033] 关于铰接件5和13(参见图2)：

[0034] 本专利提出的网箱单元3连接的方案是用铰接方式组成一种柔性组合式、可拆卸的连接系统，即允许网箱单元3在一个小范围内自由运动，但又不能相互脱开。

[0035] 本例所述的铰接，有两种形式：其一是，甲板上的铰接件是由钢缆与系柱5所构成；在箱体下部的铰接件，是由锁紧钢缆绞车、液压式插销与钢缆15和16所构成。当连接钢缆拉紧之时，可将相邻的两个单元连接在一起。在各个网箱单元3之间，设有橡胶防撞垫11。

[0036] 关于网具8：

[0037] 本专利网箱单元之间的钢缆与系柱5铰接连接方式，是船与船、船与岸之间常用的连接方式，但本专利所用的钢缆可采用绞车液压卷筒予以系紧，系柱可采用液压油缸控制的插销予以锁紧。

[0038] 笔者曾对铰接连接的松紧程度进行过理论探讨和计算验证，证明不同的连接松紧程度对船舶在波浪上的运动及结构强度有较大的影响。应当引起注意。

[0039] 外海养殖水产品的网具8，系结在浮体网箱的下部水域之中，在特大赤潮或特大风浪来临时，网箱的上部也可用网具8覆盖，在将网具8下沉到水下一定深度时，仍可维持所养殖鱼类的生存。

[0040] 根据需要,网具8在侧面与底面可设1层或2层网。外层网可用钢丝绳编成,主要用于防止鲨鱼等凶猛鱼类对网具内养殖的鱼类造成伤害,内层网由尼龙丝编成,用来保护(隔离)养殖鱼类。网具下设重物坠9。

[0041] 关于中心岛1(参见图1):

[0042] 所谓中心岛1,是指在整个大型网箱中央设置的一个较大的浮体,该中心岛1实际是一艘船,船体的主甲板4上设有上层建筑,其内设置人员的住舱、办公室、会议室、研究室及信号设备、空气管6等。

[0043] 船舶主甲板4之下设机舱2。机舱2内设柴油发电机组、舱底泵、总用泵、总配电板、控制室、燃油舱、全船管系、压载、下潜与上浮系统、各种辅助设备等。

[0044] 关于压载-下潜-起浮系统:

[0045] 这是一套类似于潜艇的压载-下潜-起浮系统,是由具有启闭阀的空气管6、压载泵及可通达全网箱各水密舱的压载管系统、遥控阀系统组成。在特大赤潮或特大风浪来临时,开启海底阀,吸入海水,可将网具8下沉到水下一定深度。在正常海况条件下,开启压载泵,排出压载水,网箱即可上浮至正常浮态。由于需要下沉的深度不大,仍属于空气管状态,网箱仍具有一定的稳性。

[0046] 关于锚泊系统10:

[0047] 应根据网箱所在海域的水深情况决定采用何种锚泊方式。对于水深30-150m左右的浅海,可按船舶常规的锚泊方案设计其锚泊系统;该系统是由锚机、锚链或锚索及锚所组成;所用的锚一般采用钢筋混凝土构成的重力锚。

[0048] 对水深达数百米,甚至千米以上的深海海域,可采用动力定位系统。

附图说明

[0049] 图1是本实用新型实施例外海养殖抗风浪型铰接式网箱的结构主视示意图。

[0050] 图2是本实用新型实施例外海养殖抗风浪型铰接式网箱的结构俯视示意图。

[0051] 图3是本实用新型实施例外海养殖抗风浪型铰接式网箱的铰接装置结构示意图。

[0052] 1-中心岛;2-机舱;3-网箱单元;4-主甲板;5-钢缆与系柱;6-空气管;7-动力定位装置(Z推)(DP-1);8-网具;9-网具重物坠;10-锚泊系统;11-橡胶垫块;12-码头;13-液压插销铰接装置;14-大型环状水密浮式箱体;15-锁紧钢缆绞车(或用液压系统);16-系紧锁缆;17-水密围壁;18-导向轮;19-带液压缸的系柱。

具体实施方式

[0053] 图1反映了本专利的主要技术特征:把置于波浪海面上的网箱单元3,用钢缆与系柱5或液压插销铰接装置13形式连接起来,构成一个整体稳定的网箱模块,从而保证了整体结构安全,且稳性良好。管理人员主要在中心岛1内居住及活动,其摇摆幅度较小,工作及生活条件较好。

[0054] 作为实例,其主要尺度如下:

[0055] 中心岛1:长度L(直径) 30.0m

[0056] 宽度B(直径) 30.0m

[0057] 型深 H_0 8.0m

[0058]	吃水 T_0	6.5m
[0059]	铰接式网箱:外径 D_1	$\Phi 200.0m$
[0060]	内径 D_2	$\Phi 30.0m$
[0061]	型深 H	6.5m
[0062]	吃水 T	5.0m

[0063] 图2是笔者推荐的一种铰接形式。用钢缆或纤维缆缠绕系柱(缆桩)作为系泊连接件,再加防撞橡胶垫块11。这是船舶工程界和航运界最常用的一种船与船、船与岸的连接形式。实践证明,此种方式简单且安全可靠,具有缓和波浪冲击、降低结构被损坏概率的作用。

[0064] 下面根据船舶设计原理,给出一个直径为200m的铰接式网箱模块的设计实例,说明具体实施方式:

[0065] 设计依据:

[0066] 网箱使用海区:

[0067] 本网箱适用于台湾海峡福建连江—厦门的“外海”,位置大约为东经 118° — 120° ,北纬 23° — 26.5° (计算实例取为 $25^{\circ}N$,地球自转柯氏力系数: $f=0.22$)的广大海域,此海域为台湾海峡两岸多台风水域。

[0068] 设计风级:

[0069] 蒲福风级16级的特大台风(海面上10m风速, $U_{r\max}=53.5m/s$)。

[0070] 某气象站对一次特大台风的测定数据如下:

[0071] 当地平均大气压 $P_a=1013.6$ 百帕(hPa)

[0072] 台风中心风压: $P_o=914$ 百帕

[0073] 气压差: $\Delta P=P_a-P_o=99.6$ 百帕

[0074] 最大风速半径(距台风中心的距离): $R=27$ 海里=50公里

[0075] 台风移动速度: $U_f=20$ 节= $37.0km/h=13.37m/s$

[0076] 台风区域波浪要素计算:

[0077] 这里所指的波浪要素是指波高 $H_{1/3}$ 、波长 λ 、周期 $T_{1/3}$ 。

[0078] 采用较为通用的Bretschneider(1957)下列经验公式

[0079] 计算16级台风时波浪要素的最大值如下:

[0080] 海面上10m处最大梯度风速 $(U_g)_{\max}$ 为:

[0081] $(U_g)_{\max}=0.868 \times [73 \times 0.1718 \times (\Delta P)^{1/2} - 0.575R \times 0.22]$

[0082] $=105.23$ (节) $=54.14m/s$

[0083] 海面上10m处最大持续风速 U_r (节),由下式得出:

[0084] 对于移动台风:

[0085] $U_{r\max}=0.865 \times (U_g)_{\max} + 0.5U_f = 104.02$ 节= $53.52m/s$

[0086] 此值相当于蒲福风级16级,求得 $U_{r\max}$ 之后,再利用下列二式可以求得该台风形成的深水最大有效波高 $H_{1/3\max}$ 和周期 $T_{1/3\max}$ 。

[0087] $H_{1/3\max}=5.03 \exp(0.000295 \times R \times \Delta P) \times (1+0.208 \times U_f / (U_r)^{(1/2)})$

[0088] $=17.02m$

[0089] $T_{1/3\max}=8.6 \exp(0.000148 \times R \times \Delta P) \times (1+0.104 \times U_f / (U_r)^{(1/2)})$

[0090] $=16.2s$

[0091] 根据深水波浪的周期与计算波长的关系表,可以查得对应于此波浪周期的波长如下:

[0092] $\lambda_{\max}=545.5\text{m}$

[0093] 台风形成后,在台风中心10km范围内称为台风眼,几乎无风。在距离台风中心大约40-50km范围内,风速与 r 成正比增加,此范围称为台风内域。距台风中心40-50km的外缘,往往出现风速的最大值 $U_{r\max}$,称为最大风速半径 R (本例为50km);在此距离之外,直至半径500km,称为外域区,风速大致上按 $1/r^{(1/2)}$ 的比例减小;距离 r 再增大,到800km,可视为台风圈外,风速将比例于 $2/r$ 减小。

[0094] 海上台风引起的波浪也有一个产生、发展、稳定、到逐渐减弱、消失的过程。在此过程中,各种波长、波高及周期的成份波均有可能出现。对船舶(包括网箱)而言,对结构产生破坏力最大的并非是波长最长或较短的波浪,而是波长与船长之比接近于1.0的成份波。因而,在计算网箱稳性时,应按最大风速考虑;而在计算结构受力时,应按波长 λ 与网箱单元的特征长度 L 之比 ≈ 1.0 考虑。

[0095] 选取3个网箱特征长度,计算其波浪要素:

[0096] 其一,取整个网箱(直径)船长, $L_1=200\text{m}$;

[0097] 其二,取网箱中心岛1+内环单元,其直径 $L_2=120\text{m}$;

[0098] 其三,取网箱外环单元长度 $L_3=75\text{m}$;

[0099] 试计算其波浪负荷最大情况的波浪要素:

[0100] 经笔者回归分析,得出按常规风速 U_r 与浪高 $H_{1/3}$ 的关系如下式:

[0101] $H_{1/3}=0.08 \times U_r^{1.55}$

[0102] 再套用其他研究者提出的风速与风级的回归公式:

[0103] $U_r=0.836 \times B^{1.5}$

[0104] 可得: $H_{1/3}=0.08 \times (0.836 \times B^{1.5})^{1.55}=0.0606 \times B^{2.325}$

[0105] 在台风内域,假定波高 $H_{1/3}$ 、周期 $T_{1/3}$ 大致上也按 $1/r^{(1/2)}$ 的比例减小,由此也可以推知其波长时的波高 $H_{1/3}$ 、周期 $T_{1/3}$ 如下表:

[0106] (参见附表2)

[0107] 特定海域台风区风浪要素计算表

[0108]

最大风速 $U_{r\max}=53.52\text{m/s}$								
NO.	距台风中心 r , km	风速 U_r , m/s	波高 $H_{1/3}$, m	周期 $T_{1/3}$, s	波长 λ , m	波浪总纵弯矩比例	波浪切力比例	备注
1	50	53.52	17.02	16.2	545.5			最大值
2	102	37.47	11.91	11.34	200.0	100%	100%	取 λ =网箱直径 D
3	169	29.11	9.25	8.81	120.8	36%	60%	取 λ =中心岛+内环直径
4	260	23.47	7.46	7.10	75.35	14.6%	38.3%	取 λ =外环单元长度

[0109] 附表2:特定海域台风计算(参见《海岸工程中的海浪推算方法》一书)

[0110]

(计算例 1)		最大风速为 16 级的波浪要素计算						
台风中心 纬度	地球自 转柯氏 力系数 f	标准大 气压 Pa, 百 帕	台风中心气压 P0, 百帕	气压差 ΔP, 百 帕	最大风速 半径 R, 海 里	台风移 动速度 Uf, 节	深水有效 波高 H1/3, m	波浪周 期 T1/3, 秒
25°	0.22	1013. 60	914.00	99.60	27.00	26.00	17.93	16.20
蒲福风级 B	16.00	H=0.0606*B^2.325		38.20	公里	m/s	对应波长 λ , m	
		折算为台风波高系数 t=		0.47	50.00	13.37	545.5	
					波陡 H1/3/ λ =		3.29%	
计算公式		海面上 10m 最大持续风速 Ur,					节	m/s

[0111]

海上台风最大风速					
	稳定 台风		$U_r=0.865*(U_g)_{\max}$		
	移动 台风		$U_{r\max}=0.865*(U_g)_{\max}+0.5*U_f$		104.02 53.52
海面上10m最大梯度 风速 $(U_g)_{\max}$, 节		$(U_g)_{\max}=0.868*(73*0.1718*(\Delta P)^{(1/2)})-0.575*R*f$		105.23	54.14
深水有效 波高 $H_{1/3}$, m	$H_{1/3\max}=5.3*\exp(0.000295*R*\Delta P)*(1+0.208*U_f/(U_r)^{(1/2)})$			17.93	m
波浪周期 $T_{1/3}$, 秒	$T_{1/3}=8.6*\exp(0.000148*R*\Delta P)*(1+0.104*U_f/(U_r)^{(1/2)})$			16.20	s
(计算例2)		设定 波长 $\lambda=200\text{m}$ 波浪要素计算			
已知风速与距台风风速最大值在外域区半径 500km 以内, 按 $1/r^{(1/2)}$ 成比例减小					
假定波高与周期也与距台风风速最大值在外域区半径 500km 以内, 按 $1/r^{(1/2)}$ 成比例减小					
距台风中心 R, 海里	27.00	距台风中心 r 处的风速 U_0 , m/s		假设波长 λ , m	
距台风中心 R, km	50.00	$U_0=U_r*(R/r)^{(1/2)}=$		37.47	200
网箱距台风中心 r, km	102.00	距台风中心 r 处的波高 $H_{1/3}$, 周期 $T_{1/3}$			
	假设波高与周期 均与 $(R/r)^{(1/2)}$ 成 正比	$H_{1/3}=H_{1/3\max}*(R/r)^{(1/2)}=$		12.55	对应波长 λ , m
		$T_{1/3}=T_{1/3\max}*(R/r)^{(1/2)}=$		11.34	200
			波陡 $H_{1/3}/\lambda=$	6.28%	
(计算例3)		设定 波长 $\lambda=120\text{m}$ 波浪要素计算			
已知风速与距台风风速最大值在外域区半径 500km 以内, 按 $1/r^{(1/2)}$ 成比例减小					
假定波高与周期也与距台风风速最大值在外域区半径 500km 以内, 按 $1/r^{(1/2)}$ 成比例减小					
距台风中心 R, 海里	27.00	距台风中心 r 处的风速 U_0 , m/s		假设波长 λ , m	
距台风中心 R, km	50.00	$U_0=U_r*(R/r)^{(1/2)}=$		29.11	120
网箱距台风中心 r, km	169.00	距台风中心 r 处的波高 $H_{1/3}$, 周期 $T_{1/3}$			

[0112]

	假设波高与周期 均与 (R/r)^(1/2)成 正比		$H_{1/3}=H_{1/3max}*(R/r)^{(1/2)}=$		9.75	对应波长 λ , m
			$T_{1/3}=T_{1/3max}*(R/r)^{(1/2)}=$		8.81	120.8
					波陡 $H_{1/3}/λ=$	8.07%
(计算例 4)		设定 波长 λ =75m 波浪要素计算				
距台风中心 R, km	50.00	$U0=Ur*(R/r)^{(1/2)}=$			23.47	假设波长 λ , m
网箱距台风中心 r, km	260.0 0	距台风中心 r 处的波高 $H_{1/3}$, 周期 $T_{1/3}$				75
		$H_{1/3}=H_{1/3max}*(R/r)^{(1/2)}=$			7.86	对应波长 λ , m
		$T_{1/3}=T_{1/3max}*(R/r)^{(1/2)}=$			7.10	75.35
					波陡 $H_{1/3}/λ=$	10.43%
计算结果						
最大风速 Ur_{max} , m/s		53.52		风级 B		16
距台风中心距离 r, km	风速 U , m/s	波高 $h_{1/3}$, m	周期 $T_{1/3}$, s	波长 λ , m	波陡 $H/λ$	备 注
50 (最大风速处)	53.52	17.93	16.20	545.50	3.29%	最大波长
102.00	37.47	12.55	11.34	200.00	6.28%	取波长 λ =网箱直 径 D
169.00	29.11	9.75	8.81	120.80	8.07%	取波长 λ =中心岛+内环
260.00	23.47	7.86	7.10	75.35	10.43 %	取波长 λ =网箱单元 外环

[0113] 整体结构与铰接结构受力情况的比较:

[0114] 按台风学者们提供的经验公式,由以上的粗略计算可以看出:在一个台风形成并稳定之后,对海洋工程结构物的结构强度危害最大的并不是在风速最大的区域,因为此时的最大波长 λ_{max} 往往远大于结构物的特征长度L。而是在台风中心移动离开结构物一定距离(如本例的 $r=102km$ 处)时,正好处于 $\lambda_1=L_1$ (在本例中 L_1 =网箱直径D)的情况,此时的波高 $H_{1/3}$ 较高,达到11.91m,本例网箱框架型深仅为6.5m,如果将整体结构中心置于波高为 $H_{1/3}=11.91m$ 、波长为200m的坦谷波上时,附加波浪弯矩是比较大的(由此例说明,如果按船舶常规计算方法,取波高为1/20船长,即取计算波高为10m,是偏于危险的);但是如果将结构铰接起来,最危险状态的波长与波高均会降低下来,例如取 $\lambda_3=75m$,此时,波高 $H_{1/3}=7.46m$,则船舶的结构强度就要安全得多。按船舶的波浪附加总纵弯矩与船长的平方成正比、波浪附加切力与船长成正比的规律,若以网箱整体为100%,则“中心岛+内环”组成的主体与外

环单元铰接,以及中心岛与内环铰接后再与外环单元铰接,三种情况的波浪附加总纵弯矩比是:100%、36%、14.64%;其波浪附加切力比是:100%、60%、38.27%。说明相差是很大的。(参见附表3)

[0115] 附表3:不同尺度组合的网箱单元波浪总纵弯矩与波浪切力的比例关系

[0116]

情况	情况 1	情况 2	情况 3	情况 4	情况 5
	中心岛	内环单元	外环单元	中心岛+内环单元	网箱整体
长度 L(直径 或半径)	30	44.80	39.90	120.00	200
单元弦 长 a	30	45.84	76.53	120.00	200
取大者 L _{max}	30	45.84	76.53	120.00	200
(L _{max}) ²	900	2101.51	5857.05	14400.00	40000.00

[0117]

波浪总纵 弯矩比例	2.25%	5.25%	14.64%	36.00%	100%
波浪切力 比例	15.00%	22.92%	38.27%	60.00%	100%

[0118] 经计算,本专利的实例计算结果如附表1所示。

[0119] 附表1:一种外海养殖抗风浪型铰接式网箱实例(主要参数总结表)

[0120]

NO	主要参数	符号	单位	数值	备注
1	网箱总长	L_{oa}	m	200	
2	网箱总宽	B_{max}	m	200	
3	网箱直径	D_{max}	m	200	
4	中心岛直径	Φ	m	30	
5	内环单元最大半径	r_{max}	m	59.9	
6	内环单元内半径	r_{in}	m	15.1	
7	内环单元最大弦长	a_{min}	m	45.84	
8	外环单元最大半径	R_{max}	m	100	
9	外环单元内半径	R_{min}	m	60.1	
10	外环最大弦长	a_{max}	m	76.5	
11	网箱框架单元型深	H_o	m	6.5	
12	网箱框架单元吃水	T_o	m	5.0	
13	中心岛型深	H	m	8.0	
14	中心岛吃水	T	m	6.5	
15	网箱整体覆盖水域总面积	A_{max}	m^2	31416	
16	网箱框架单元部分覆盖水域面积	A_o	m^2	9032	
17	网箱水域面积	S	m^2	21677	
18	设计水线排水量	Δ	t	50999	
19	中心岛排水量	Δ_o	t	4709	
20	网箱主甲板淹没时排水量	Δ_m	t	65973	
21	网箱整体初稳性高度	h	m	264	
22	在 16 级风条件下网箱整体静倾角	θ_o	度	0.005	
23	在 16 级风条件下网箱整体波倾角	θ	度	2.0	

[0121]

24	网箱空气管高度（下潜深度）	d_o	m	15	
25	舾装数	N		3203	
26	系泊锚数量		个	4	
27	系泊锚重量	W_{an}	t	10.5（每个）	
28	连接短缆直径	Φ	mm	$\Phi 48$	

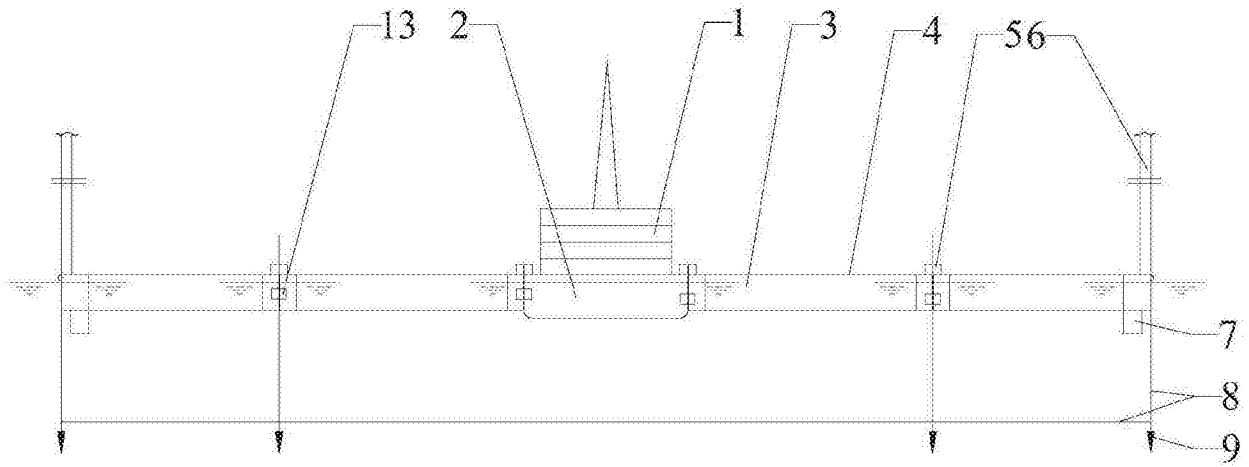


图1

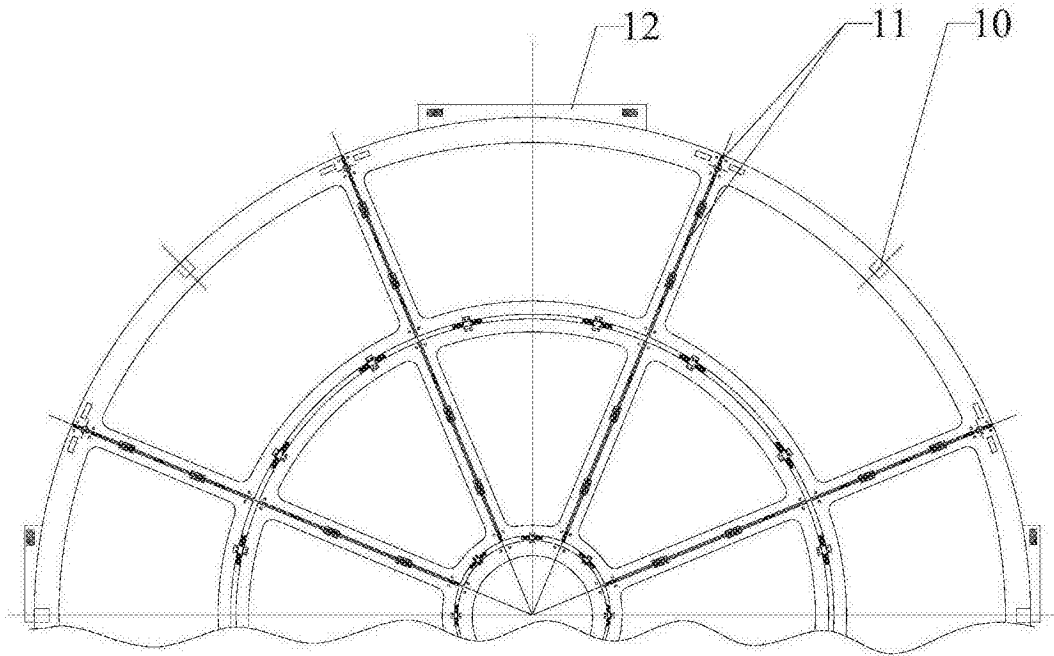


图2

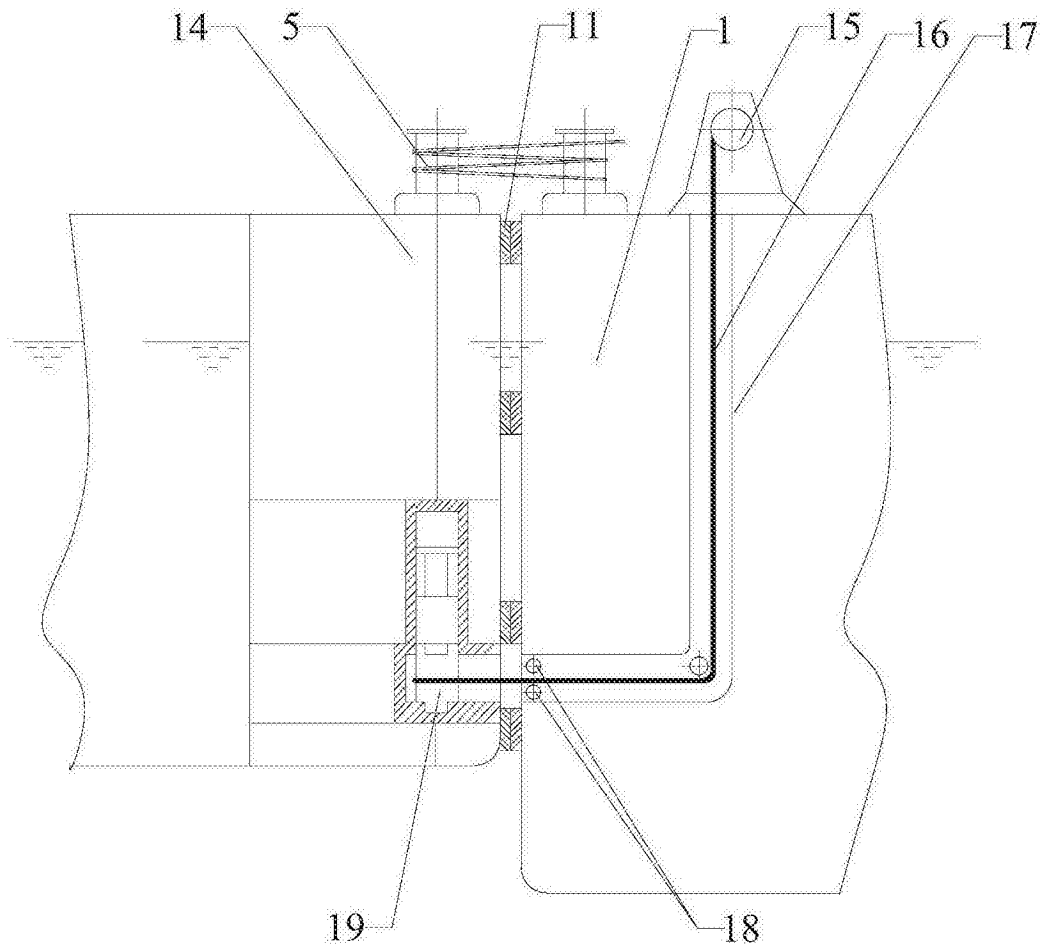


图3