

文章编号:1000 - 0615(2005)04 - 0570 - 04

研究简报 ·

漂浮状态下重力式及碟形网箱锚绳受力特性的比较

李玉成¹, 桂福坤¹, 宋芳², 滕斌¹

(1. 大连理工大学海岸和近海工程重点实验室, 辽宁 大连 116024;

2. 中国科学院力学研究所, 北京 100080)

关键词:重力式网箱;碟形网箱;锚绳;受力特性

中图分类号:S972 文献标识码:A

Comparison on the force characteristics of mooring lines between gravity cage and sea station cage under floating condition

LI Yu-cheng¹, GUI Fu-kun¹, SONG Fang², TENG Bin¹

(1. The State Key Laboratory of Coastal and Offshore Engineering of Dalian University of Technology, Dalian 116024, China;

2. Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: This paper focused on the force characteristics of mooring lines of the common used gravity cage and sea station cage under floating status. In this experiment, total four cage models were designed which included two gravity cage models, one sea station cage model and one quasi-sea station cage model. The gravity cages were made of the same materials but with different weighting system configurations. The sea station cage model and the quasi-sea station cage model were of the same diameter but the latter is 1.4 times in cage height to the former one which attributed greatly to the amplification of effective aquaculture volume up to 2.2 times. Four mooring lines were attached to each cage model on one side and the other side fixed on the bottom of the wave-current tank. Several kinds of experiment conditions were set, including pure current conditions, pure wave conditions and combined wave-current conditions. Forces were measured by four transducers attached to the bottom of the mooring lines respectively. Analysis was based on the resultant forces of the two current-ward or wave-ward mooring lines. Results from this study were presented and statically analyzed revealing that the quasi-sea station cage model suffered from greater forces compared with the other two kinds of cage models, which was more apparent under pure current conditions. It was interesting to find that the mass of the weighting system turned out to be relatively small effect on the forces acting on the gravity cage models under most conditions. Under pure wave conditions, several results of the forces acting on the gravity cage with heavier weighting system configuration were even smaller than those with lighter weighting system configuration. Conclusions were drawn that it was feasible to increase the mass of the weighting system properly to reduce the deformation of the netting system since it will not increase the forces acting on the gravity cages apparently. But it should be kept in mind that the operation of the cage will be affected directly by increasing the mass of the weighting system. As to sea station cage model, given the similar maximum aquaculture volume, results showed that the forces acting on it were approximately the same with that of gravity cages under the same conditions. But its huge size would lead to bad operation directly. Thus, when considering the force characteristics, the performance and management of the cages together with the cage prices, the co-authors recommended that gravity cages were more suitable currently as deep-water aquaculture facilities in China.

Key words: gravity cage; sea station cage; mooring line; force characteristics

深水网箱养殖是海洋牧场建设的重要手段之一,在其发展及应用过程中出现了多种结构形式,其中以重力式和碟形深水网箱应用最为普遍^[1]。国内外关于网箱的水动

力特性已进行了不少研究,但结果存在较大差异。Colbourne^[2]等曾对多种配重形式和锚碇形式的重力式网箱的水动力特性及运动特性进行试验,指出波浪不是网箱

收稿日期:2004-06-11

资助项目:国家自然科学基金资助项目(编号50279002);海洋863计划项目(2001AA623010,2003AA623010)

作者简介:李玉成(1932-),男,浙江宁波人,教授,主要从事海洋工程研究。Tel:0411-84708974, E-mail:liyuch@dlut.edu.cn

荷载的主要因素,而认为水流有可能是不可忽略的。在北美一些国家,比较推崇碟形网箱, Loverich^[3,4]曾通过原型比较试验撰文极力推荐碟形网箱。Fredriksson^[5]也对重力式网箱及碟形网箱的水动力特性及运动特性进行了比较,获得一定成果。李玉成^[6,7]等对碟形及拟碟形网箱的受力特性进行了系列研究,并获得了两种网箱水动力特性的相关成果。章守宇^[8]等提出了碟形网箱的网箱的水动力数值计算方法,获得了特定条件下网箱受力特性的一些认

识。本文将对常见的重力式、碟形及拟碟形深水网箱在各种水流、波浪以及波流组合的条件下锚绳受力特性进行研究,以期能为深水网箱设计及形式选择提供一些参考。

1 模型及试验设计

试验模型共设置 4 组,如表 1 所示。模型的基本布置如图 1 所示。

表 1 试验模型条件

Tab.1 Model test conditions

模型 model	网箱形式 cage style	网箱直径(cm) diameter	网箱高度(cm) height	最大容积(10^5 cm^3) volume	配重(g) weight	配重形式 weight style
I	重力式 gravity	63.7	40	1.27	400	沉子 sinker
II	重力式 gravity	63.7	40	1.27	64.3	沉子 sinker
III	碟形 sea station	100	50	1.31	230	重块 weight
IV	拟碟形 quasi-Sea station	100	70	2.88	230	重块 weight

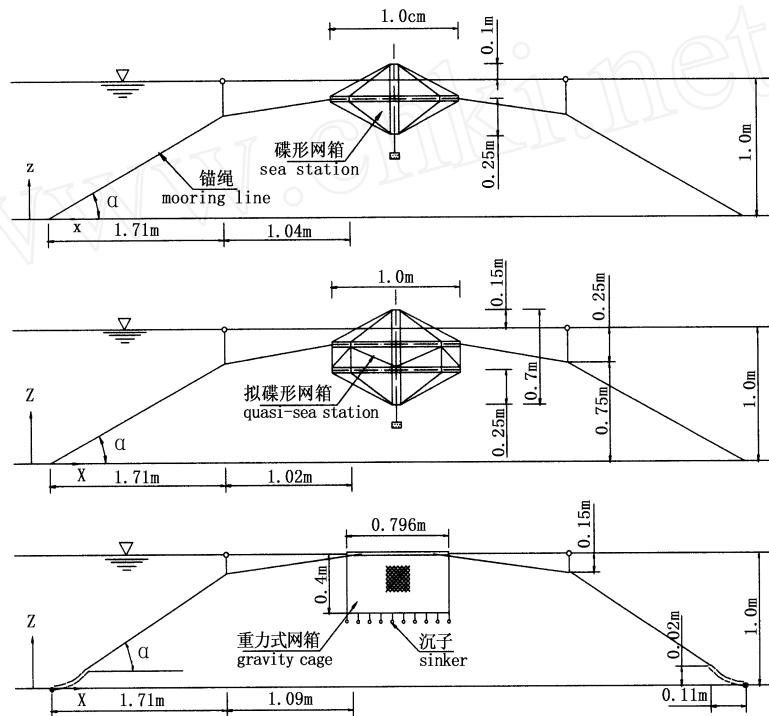


图 1 网箱试验模型布置图

Fig.1 Sketch of cage models

2 试验结果

试验分别在纯流、纯波浪及波浪与水流组合条件下进行。各模型网箱采用四点锚碇形式布设与水槽中,模型沿

纵向及横向对称布置(图 1)。因此可将同一方位的两根锚绳受力叠加,以弥补网箱在水流及波浪作用下由于横向震动而导致同方位两根锚绳的受力大小不同步现象。各试验条件对应结果图 2 - 图 4 所示。

3 讨论

由试验结果可见,水流对于拟碟形网箱锚绳受力的影响要显著的大于其它形式的网箱,这与其结构形式及尺度具有密切关系。但在纯波条件下,拟碟形相对其它网箱的锚绳受力差异有所减小,可见拟碟形网箱具有较好的抗波浪性能。两组重力式网箱的试验结果表明,配重大小对网箱受力的影响相对较小,尤其是在波浪条件下,其影响基本可以忽略。可见适当的增加重力式网箱的配重有利于减小网衣的变形,增加有效养殖体积,而受力却没有大的变化。但配重大小对网箱操作管理具有一定影响,需结合实际合理选择。相同体积条件下的碟形网箱的锚绳受力略大于重力式网箱的受力,但总体差异较小。

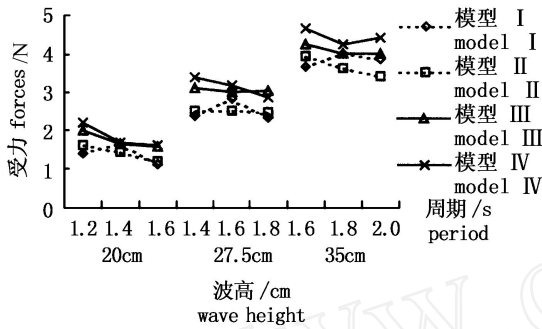


图3 单纯波浪作用下网箱锚绳受力比较
Fig. 3 Comparison on mooring line forces of each model under pure wave conditions

尽管碟形网箱几乎不会产生变形,有利于鱼类生存,但其大尺度结构必然会带来运行管理等一系列的问题。且尺度(网箱高度及直径)相同条件下,其养殖体积仅为重力式网箱的1/3。相比拟碟形网箱,由于其中间圆柱部分对于增加体积具有明显效果,而受力上较之碟形网箱增加幅度小于体积的增加幅度,且操作管理上并不比碟形网箱

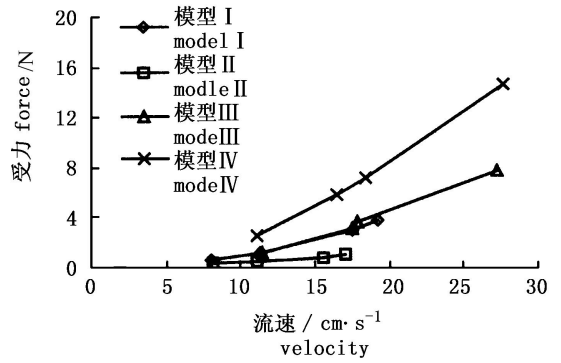


图2 单纯流作用时网箱锚绳受力比较
Fig. 2 Comparison on mooring line forces of each model under pure current

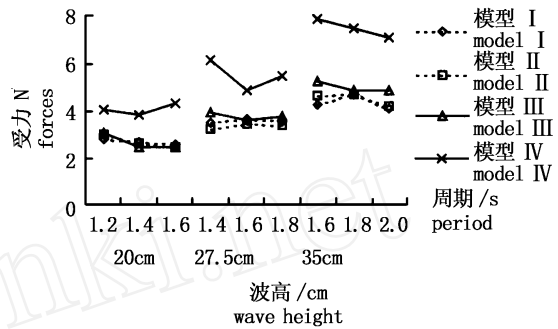


图4 顺流与波浪组合条件下网箱锚绳受力比较
Fig. 4 Comparison on mooring line forces of each model under wave-current conditions

复杂,因此综合比较下,拟碟形应该更优于碟形网箱。深水网箱作为海上养殖设备,其安全性及适用性需要综合评价,网箱设备布置场地、结构形式、规模大小以及锚碇形式的合理选择在很大程度上取决于养殖条件、海况条件、网箱附属设施的配套情况以及更值得权衡的价格因素(表2)。

表2 三种形式深水网箱的综合比较

Tab. 2 General comparison on three styles sea cages

网箱形式 cage style	受力特性 force	运动特性 action	养殖体积 volume	可操作性 operation	价格 price
重力式	相对较小	随波浪运动幅度较大	原始体积较大,但水流作用下易变形	日常管理及换网方便	约5~8万元/台
碟形	较大	由于大部分位于水面以下,运动幅度相对较小	体积小,尺寸大,相同尺度下仅为重力式网箱体积的1/3	投喂不便,换网很困难	约为重力式网箱的4~5倍
拟碟形	最大	运动幅度小	较碟形有很大改善,但尺寸更大	投喂不便,换网很困难	略高于碟形网箱

4 结语

不同结构形式的深水网箱在正常养殖状态下(一般是飘浮状态)受水流及波浪的作用不一样。即使相同结构形式的网箱在不同的配重条件下,其锚绳受力特性也可能表现出很大的差异。通过重力式网箱、碟形网箱及拟碟形网箱在不同海况组合条件下的锚绳受力特性的研究,可为网箱设计及结构形式的选择提供一定的参考依据。波浪和水流对海洋结构物的作用是一种比较复杂水动力学问题,其与网箱这一附带柔性网衣的特种结构物的相互作用更为复杂,仍需深入的基础研究。

参考文献:

- [1] 桂福坤,王炜霞,张怀慧. 网箱工程发展现状及展望[J]. 大连水产学院学报, 2002, 17(1): 70 - 78.
- [2] Colbourne D B, Allen J H. Observations on motions and loads in aquaculture cages from full scale and model scale measurements [J]. Aquacultural Engineering, 2001, 24: 129 - 148.
- [3] Loverich G. A summary of the cage against the use of gravity cages in the sea farming industry [J]. Aquaculture Pacific Exchange Campbell River, 1997, 9: 65 - 78.
- [4] Loverich G, Langley G. The affect of current and waves on several classes of offshore sea cages [J]. Open Ocean Aquaculture, 1997, 4: 32 - 43.
- [5] Fredriksson D. Open ocean fish cage and mooring system dynamics [D]. UMI, United States, Ph. D dissertation, 2001.
- [6] 李玉成, 宋 芳. 碟形网箱水动力特性 [J]. 中国造船, 2003, 44(增刊): 332 - 339.
- [7] 李玉成, 宋 芳, 张怀慧, 等. 拟碟形网箱水动力特性的研究 [J]. 中国海洋平台, 2004, 19(1): 1 - 7.
- [8] 章守宇, 刘洪生. 飞碟形网箱的水动力学数值算法 [J]. 水产学报, 2002, 26(6): 17 - 22.

欢迎订阅 2006 年《中国水产科学》

《中国水产科学》是中国水产科学研究院主办的国家级学术期刊,主要报道水产生物学基础研究、水产生物病害及其防治、水产生物营养及饲料、渔业生态保护及渔业水域环境保护、水产品保鲜与加工综合利用、水产资源、海淡水捕捞、水产养殖与增殖以及渔船、渔业机械与仪器等方面的最新进展、最新成果、最新技术和方法。主要服务对象是科研、教学、科技管理人员以及大专院校师生。是反映水产科研创新成果的窗口和培养人才的园地。它面向水产业,为水产业的持续发展和水产经济建设服务。

本刊为双月刊, A4 开本, 每期 140 页, 单月出版, 国内外公开发行。国内定价 20 元/期, 全年 120 元(含邮费)。邮发代号: 18 - 250, 国内统一刊号: CN 11 - 3446/S, 国际标准刊号: ISSN 1005 - 8737, 国外代号 4639Q。全国各地邮电局(所)办理订阅手续(可破季订阅)。漏订或补订当年和过期刊, 请直接向编辑部订阅。另备有少量合订本, 欢迎购买。

《中国水产科学》1994 - 2003 年光盘 (ISBN 7 - 89995 - 232 - 8/S 004) 已经出版发行, 每套定价 150 元。需要购买光盘的读者, 请将款通过邮局直接寄到编辑部, 款到寄盘, 同时开正式报销发票。欢迎广大读者与编辑部直接联系购买事宜。

编辑部地址: 北京市丰台区青塔村 150 号 (邮编: 100039)

电 话: 010 - 68673921, 传 真: 010 - 68673931

E-mail: jfishok @publica. bj. cninfo. net