

人工岛海冰荷载测试系统

王建国 隋吉学 许羽中

(国家海洋环境监测中心, 大连 116023)

摘要 本文介绍了在水深浅、潮差大的结冰海区刚性结构物上实施海冰荷载原位监测的测试系统, 论述了实现海冰平面荷载实测的系统结构和功能, 并对海冰的动荷载实测的实现与动态响应做了初步探索。经过3个月的连续实测证明, 该系统具有较高的精度、较好的重现性和优良的长期稳定性。

关键词 海冰荷载 测试 传感器

环渤海、特别是辽东湾北部, 是海冰灾害的重点区域, 盖州滩海区是我国海冰冰情最严重的海区之一。海冰灾害、海冰环境和海冰荷载是寒冻条件下工程结构物稳定性和强度设计的最主要控制因素。工程海冰设计条件研究, 以确定海冰设计参数和冰情为主要目标, 以海冰与结构物之间的相互作用和冰荷载强度为指标体系, 是工程海冰环境的主要研究内容之一。1994~1995年度冬季, 在辽河油田盖州滩葵花一号人工岛上, 进行了海冰平面荷载的实地测试, 获得了国内首批大量的平面冰荷载实测资料, 解决了工程海冰设计条件研究关键技术问题。

海冰荷载实测一直是国际国内正在探索的测试技术中的关键问题之一, 海冰对平面结构的作用机制、特征和力学参数等是工程海冰学科中的热点问题。平整海冰在与平面结构物相互作用时的破碎机制、作用力、作用点、冰爬坡堆积等问题, 都必须由现场原位实验获取研究资料和相互作用现象、过程与结果。

1 海冰平面荷载测试系统

1.1 自然环境

盖州滩葵花一号人工岛位于辽东湾顶部, 其地理坐标为 $40^{\circ} 37' 28''$ N, $121^{\circ} 53' 05''$ E。该海区为典型的滩涂地形, 冬季最大潮高 4.1 m, 最低潮高 -1.0 m, 最大潮差达 5.1 m。本地区流冰以沿等深线分布并随潮流往复运动为主要特征, 流冰的速度一般在 0.25~0.5 m/s 左右。该海区冰情严重, 流冰期长, 流冰速度较大, 具有典型代表性。一号人工岛外径 64 m, 外壁为 8 mm 钢板衬面的垂直钢筋混凝土墙, 外壁表面平整度较好, 壁高(低潮线以上)12 m。

1.2 实测系统组成与功能

经结构功能和性能价格比较, 荷载测试选择钢弦式应力传感器(刘宝有, 1986)为测试元件, 其特点为结构简单可靠, 制做安装方便, 零点稳定, 重复性好, 温漂与零漂小, 适宜长期测试, 易于解决密封防水问题, 价格低廉。流冰范围、流向、流冰速度等

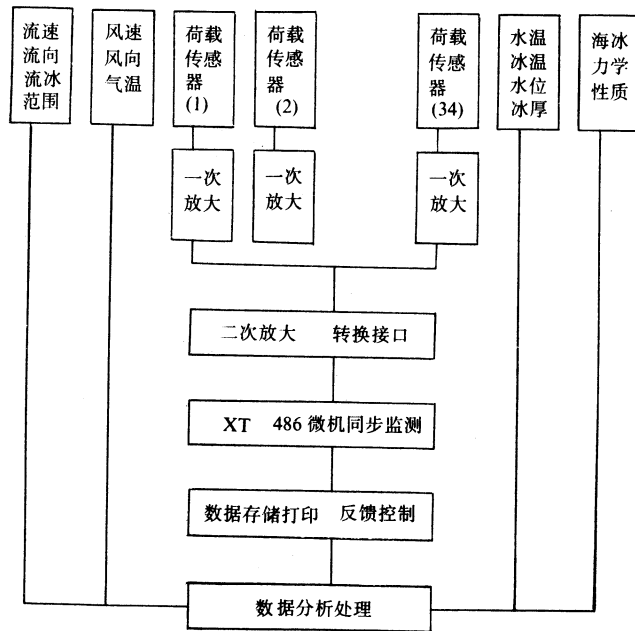


图 1 系统工作框图

Fig.1 The framework of the system

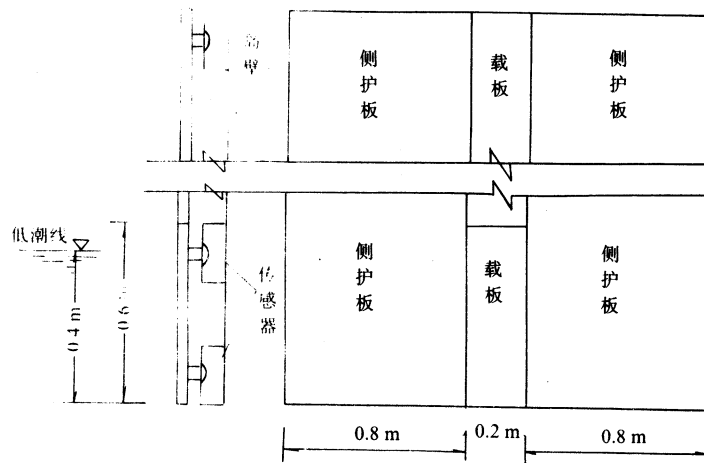


图 2 载板结构示意图

Fig.2 Diagrammatic sketch of the carrier plate structure

用 RM1070a 型雷达监测; 风向、风速用风向风速仪监测记录; 水温、冰温用热电偶监测记录; 水位、冰厚用人工实测记录。该系统框图如图 1 所示。

测试系统采用结构方式消除荷载板侧壁剪力影响, 每块受力载板用两个应力传感器以简支梁形式连接在岛壁上。主潮流方向(W)纵向布置 7 块载板, 总高 4.2 m, 辅助方向(E)纵向布置 3 块载板, 总高 1.8 m。主潮流方向载板的结构如图 2 所示。侧护板焊接在岛壁上, 荷载传感器和载板用螺栓固定在底座上, 底座焊固在岛壁上。

1.3 荷载监测系统的组成和标定

该系统中的荷载传感器是由我们与丹东电器仪表厂自行设计的。系统连接前, 传感器完成了老化检验和静载标定, 系统组成后, 进行了动态标定与可靠性检验。该系统在监测过程中分两次进行了现场标定。结冰期前, 进行了空载(空气中)与水中静载的反复标定; 终冰期后, 进行了同样的多次标定。

2 系统运行分析

经过连续 3 个月实际测试, 该系统实现了海冰荷载平面动力的实测功能, 显示了良好的长期重现性和可靠性。

2.1 典型实测结果

该系统采用微机实时多通道同步采样方法, 以频率计数方式反映荷载变化, 其最大误差仅为 0.5 个脉冲计数值, 小于总力的 $1/2500$ 。其动态响应在低频(50Hz 以下)范围内具有较好的动荷性能, 实测的典型受力过程如图 3 所示。

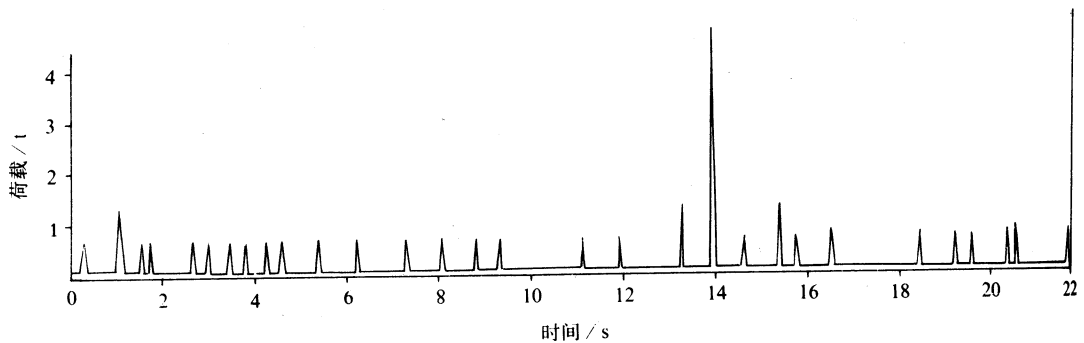


图 3 实测动荷载典型过程线

Fig.3 The typical process of measured dynamic load

2.2 系统特点

该测试系统具有精度高、零点漂移小、温差影响小和动态响应好的特点。单块载板在实测中测得的最大碰撞力为 35 t, 传感器及变送装置还经受了 9 级风浪的考验, 除了个别传感器因传输线损坏而失效以外, 都处于稳定的工作状态, 显示了良好的水密性

能。以微机为主控的该系统同时具有瞬时多路跟踪和单点控制、上下限设定、定时采样、自动跟踪采样、超限报警和即时处理存储等多种功能。采用二次放大电路设计,使远距离信号传输和抗干扰性能有明显的提高。以键盘操作完成系统测试的各种需求使操作简单,数据采集率高于60%,该系统在整个冬季共采集近4000组实测数据。部分传感器现场标定结果见表1。

表1 传感器零点漂移比较表(Hz)

Table 1 The comparison of zero drift of sensor

传感器 编 号	1994年 12月16日	1994年 12月26日	1995年 2月11日	绝 对 差 值	相对差值 (%)
I ₁₂	1667	1673	1670	+7	0.46
I ₁₇	1727	1734	1735	+8	0.46
I ₂₄	1552	1547	1539	-13	0.84
I ₃₆	1627	1635	1621	-14	0.86

经过连续3个月的实测后标定,传感器的归零误差小于1%,证实该系统所获测试数据是可靠的。

3 结论

本系统以海冰动荷载实测为目标,在国内首次实现了流冰对平面结构作用力的长期连续测量,获取了宝贵的实测资料,显示了系统整体功能的诸多优点,为海冰动荷载研究提供了关键技术手段。荷载传感器信号的远距离传输和保护问题,有待于进一步改进提高。

参 考 文 献

刘宝有. 1986. 钢弦式传感器及其应用. 中国铁道出版社.

The Artificial Island Sea Ice Load Measuring System

Wang Jianguo, Sui Jixue and Xu Yuzhong

(The National Marine Environment Monitoring Centre, Dalian, 116023)

Abstract

This paper introduces the system for in-situ measuring the load for from sea ice acting on the rigid structures in the icing sea zone with shallow water and large tide range, and discusses the structure and problems of the achievement and response of the ice load measurements. The higher precision, better repeatability, and fine long-term stability of the system had been confirmed by the continuous measuring results for three months.

Key words: Sea ice load, measuring, Sensor