

AIRSEA System 0 中新型液压缓冲器的设计与分析

于富强

(海军蚌埠士官学校, 安徽 蚌埠 233012)

摘要: 海洋重力测量是在动态环境中进行的。为了提高测量精度, 当前 AIRSEA System 0 在海洋重力传感器吊桶下使用 8 根液压缓冲杆来制衡测量船的扰动, 但仍存在易老化、缓冲差等问题。为此, 利用 4 个新型液压缓冲器置于吊桶底部来代替传统的 8 根液压缓冲杆, 增加传感器在恶劣气候下工作的稳定性。数值仿真模拟计算及海上试验数据证实, 新型液压缓冲器能有效扩大测量范围并获取高精度数据。

关键词: 液压缓冲器; 海洋重力测量; 传感器吊桶; AIRSEA System 0

中图分类号: P222.39 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-1683(2014)02-0175-03

Analysis and Design of New Hydraulic Bumper in AIRSEA System II

YU Fu qiang

(Naval Bengbu Petty Officer Academy, Bengbu 233012, China)

Abstract: Sea gravity measurement is conducted under dynamic conditions. In order to increase the measurement precision, eight hydraulic bumpers were used in the sea gravimeter sensor bucket of AIRSEA system II to decrease the perturbation of the survey boat; however, such problems as easy to aging and poor buffer still exist. Therefore, four new hydraulic bumpers were placed on the bottom of the sensor bucket to improve the stability of the sensor under severe weather conditions. Numerical simulation and experimental data confirmed that the new hydraulic bumper can effectively extend the measurement range and acquire data with high accuracy.

Key words: Hydraulic bumper; Sea gravimetry; Sensor bucket; AIRSEA System 0

1 问题的提出

海洋重力测量不同于陆地环境下的静态测量, 它是将重力仪放置在测量船的测量平台上进行的动态测量。重力传感器被称为海洋重力仪的“大脑”, 直接决定着重力测量的精度。目前, AIRSEA System 0 已经开始应用于我国的海洋重力测量^[1]。为了获取高精度的测量结果, 使海洋重力仪在作业时处于一种平衡状态, 通常在仪器 AIRSEA System 0 的传感器吊桶下方固定 8 个液压缓冲杆, 来减弱外界干扰因素对传感器的影响。但是当前 AIRSEA System 0 所使用的 8 根液压缓冲杆存在很多问题, 比如随着使用时间的累计, 器件的老化, 缓冲效果很难达到预期, 且在零件稍有磨损就容易引起缓冲力严重下降而失效^[2]。为此, 在长期研究液压缓冲器的基础上, 笔者结合海洋重力仪的使用要求, 特设计了一种新型液压缓冲器来代替液压缓冲杆, 测量时将海洋重力仪置于此缓冲器上^[3]。此设计方案的应用可提高恶劣海况下海洋重力测量的精度。

2 设计方案

2.1 设计思想

将 8 根液压缓冲杆换成 4 个新型液压缓冲器, 布置在传感器吊桶的四个边, 具体方案见图 1。这种新型缓冲器改变了传统缓冲装置的设计思想, 使先进的陀螺稳定平台、传感器和吊桶的配合设计更趋合理, 运动更加平稳, 可以克服传统液压缓冲杆易老化、缓冲差的缺点^[2], 进而最终提高海洋重力测量的精度^[4]。

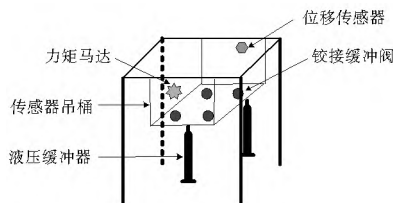


图 1 重力传感器支撑缓冲系统

Fig. 1 The support and buffer system of gravitation sensor

收稿日期: 2013-04-15 修回日期: 2014-03-06 网络出版时间: 2014-03-10

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13476/j.cnki.nsbdtqk.2014.02.001.html>

作者简介: 于富强(1961-), 男, 辽宁沈阳人, 副教授, 主要从事海洋舰船工程教学及技术方法研究。E-mail: yu_fu_qiang@126.com

2.2 结构设计及工作原理

图 2 是新型液压缓冲器的结构设计及工作原理图^[9]。当传感器吊桶下坠作用于活塞杆顶部时, 活塞向下运动。由于内筒上小孔的节流作用, 右腔(缓冲腔)中的油不能畅通流出, 外界冲击能使右腔的液压急剧上升。高压油从小孔以高速喷出, 使大部分压力能转变为热能, 由筒体逸散至大气中^[6]。当缓冲器活塞位移至行程终端之前, 冲击能量已被全部吸收。小孔流出的油返回至活塞左腔(因左腔有活塞杆), 泡沫式贮油元件被油压缩, 以贮存由于两腔体积差而多余的油液。一旦外负载撤去, 在油压力和复位弹簧力使活塞杆伸出的同时, 活塞右腔产生负压, 左腔及贮油元件中的油就返回至右腔, 使活塞复位至端部。防尘圈和杆密封圈为双层密封, 保证不漏油, 以增长其使用寿命^[7]。

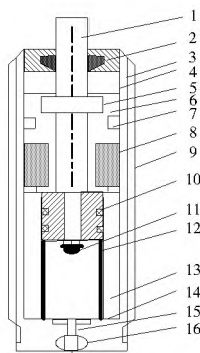


图 2 液压缓冲器的结构

Fig. 2 Structure of hydraulic bumper

2.3 液压缓冲器的最大缓冲能力

当液压缓冲器内部的油受到压缩时会产生很高的压力, 可以有效地吸收传感器吊桶运动产生的动能。当海况良好时, 液压缓冲器负载的质量较小、冲击速度不高, 运动负载的动能可以全部被液压缓冲器吸收; 当海况恶劣时, 液压缓冲器负载的质量较大时, 运动负载的动能不能完全被液压缓冲器吸收, 会发生传感器倒台现象, 此时, 将满足不发生传感器倒台条件下的运动物体的最大动能或动量定义为液压缓冲器的最大吸收能力。因此可以把是否发生传感器倒台作为判断是否达到最大缓冲能力的指标。通常可以用到达行程终点的速度作为衡量是否发生传感器倒台的标准。根据大量的试验和计算结果, 可以将末端冲击速度 $v = 0.05 \text{ m/s}$ 作为液压缓冲器是否发生传感器倒台的标准^[8]。

假设此新型液压缓冲器的活塞直径为 14 mm , 行程为 12 mm , 利用数值仿真模拟计算的方法得到了当达到最大缓冲能量时负荷质量与最大冲击速度、冲击动能和冲击动量的关系(图 3 和图 4)。从图 3 可以看出当负荷质量发生变化时, 最大冲击动能也随之变化; 对于同一个缓冲器, 当冲击质量较小时, 缓冲器可以吸收更多的动能。与之相反, 冲击动量随负载的变化并不显著(图 4), 在某一质量区间内可以看成常数, 即负荷质量与最大冲击速度成反比例关系。在相应的对数坐标中, 负荷质量与最大冲击速度的关系是一条直线, 图 5 中的每一条直线对应同一型号的液压缓冲器。液压缓

冲器的体积越大, 可以吸收的运动负载的动量值越大, 对于同一型号的液压缓冲器, 不同冲击负载所对应的最大冲击动量接近一个常数。这个结论可以用来在试验时指导新型液压缓冲器的选择。

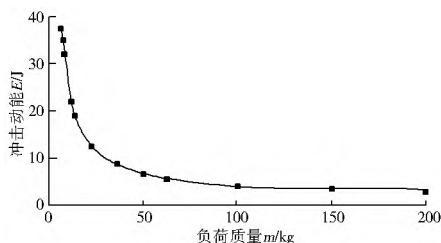


图 3 最大冲击动能和负荷质量的关系

Fig. 3 Relationship between maximum kinetic energy and load weight

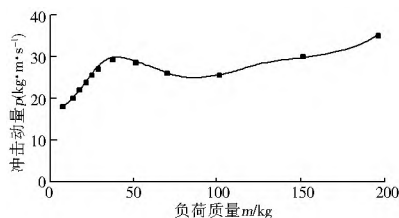


图 4 最大冲击动量和负荷质量的关系

Fig. 4 Relationship between maximum kinetic momentum and load weight

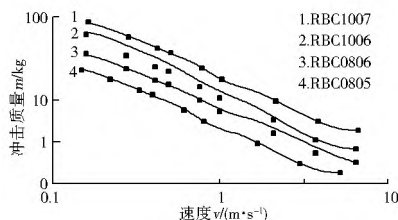


图 5 负荷质量和最大冲击速度的关系

Fig. 5 Relationship between load weight and maximum impact velocity

3 讨论

(1) 海况比较好时, 无论是传统液压缓冲器还是新型液压缓冲器都可以达到比较理想的状态, 重力传感器基本工作于一种平衡状态^[9]; 但当海况比较恶劣时(测量船的水平干扰加速度达到 10 伽以上, 垂直干扰加速度达到 40 伽以上), 如果使用传统液压缓冲器, 重力传感器吊桶会不断碰到重力仪框架, 此时液压缓冲器已不能制衡外部的干扰力了, 测量数据无法满足精度要求^[10]。而使用新型液压缓冲器能够增大恶劣海况下测量数据的有效性, 经过海上试验得出: 测量船的水平干扰加速度在 15 伽以内, 垂直干扰加速度达到 60 伽以内, 海洋重力仪所测得的数据均可满足精度要求。

(2) 新型液压缓冲器在工作时由于油温的升高, 引起油的粘度降低, 气室压力增大, 此时缓冲器性能发生变化。因此, 在新型液压缓冲器设计时必须考虑开始工作时间和温升后的性能差异^[11]。有效的办法是控制温升, 如使缓冲器内贮以足够的油液, 壳体采用导热性能好的材料, 必要时外设散热片。

(3) 液压缓冲器运动特性、内部压力变化和最大吸收动能与传感器吊桶的冲击质量和冲击速度密切相关。对于相同结构和尺寸的小型液压缓冲器,不同质量的冲击负载所对应的最大冲击动量接近一个常数。这个结论可以用来指导液压缓冲器的选型和优化设计。

参考文献(References):

- [1] 易启林,孙毅,边少峰,等.海洋重力仪直接测量纬度技术探讨[J].海洋测绘,2012,(6):30-32.(YI Qi lin,SUN Yi,BIAN Shaofeng,et al. Discussion on Technology of Latitude Measurement by Marine Gravity Meter[J]. Hydrographic Surveying and Charting,2012,(6):30-32.(in Chinese))
- [2] 张宁,席建中,韩成春.一种液压减震器的研制与开发[J].液压与气动,2012,(7):1-2.(ZHANG Ning,XI Jianzhong,HAN Chengchun.R&D of the New Hydraulic Shock Absorber[J]. Chinese Hydraulics & Pneumatics,2012,(7):1-2.(in Chinese))
- [3] 谢清陆,高建尽,李应超.空气阻尼器在海洋重力仪上的应用设计[J].液压与气动,2012,(6):20-21.(XIE Qinglu,DAO Jianjin,LI Yingchao.The Design and Application of Air Damper for Marine Gravimeter[J]. Chinese Hydraulics & Pneumatics,2012,(6):20-21.(in Chinese))
- [4] 赵立业,李宏生,周百令,等.高精度海洋重力测量中厄特弗斯改正误差分析[J].中国惯性技术学报,2008,(4):462-465.(ZHAO Liye,LI Hongsheng,ZHOU Bailing,et al. Analysis on EOTVOS Correction Errors in Marine Gravimetry[J]. Journal of Chinese Inertial Technology,2008,(4):462-465.(in Chinese))
- [5] 汪云峰,谭宗柒.基于AMESim/Matlab的液压缓冲器仿真与优化[J].机床与液压,2008,(3):167-169.(WANG Yurfeng,TAN Zongqi. Simulation and Optimization Shock Absorber

Based on AMESim/Matlab[J]. Machine Tool & Hydraulics,2008,(3):167-169.(in Chinese))

- [6] 凌艺春.高响应温度传感器在液压系统中的应用分析[J].液压与气动,2012,(7):78-79.(LING Yichun.The Analysis of High Response Temperature Sensor in the Hydraulic System Applications[J]. Chinese Hydraulics & Pneumatics,2012,(7):78-79.(in Chinese))
- [7] 梅怡.新型液体静压支承技术在机床导轨上的应用[J].液压与气动,2012,(6):83-86.(MEI Yi.Application of a New Hydrostatic Support Technology on Machine Tool Guide[J]. Chinese Hydraulics & Pneumatics,2012,(6):83-86.(in Chinese))
- [8] 刘洋,李宇力,付英雄,等.基于缓冲力设计的变阻尼后倾缓冲装置特性研究[J].中国工程机械学报,2013,(1):83-87.(LIU Yang,LI Yuli,FU Yingxiang,et al. Property Study on Variable Damping Antir-backward Buffer Based on Buffering Force Design[J]. Chinese Journal Of Construction Machinery,2013,(1):83-87.(in Chinese))
- [9] 孙强,李明叁,景竞,等.海洋测深网质量的检核与评估模型[J].海洋测绘,2011,(6):31-34.(SUN Qiang,LI Mingsan,JING Jing,et al. Models of Check and Evaluation for Sounding Data in Grid Pattern[J]. Hydrographic Surveying And Charting,2011,(6):31-34.(in Chinese))
- [10] 欧阳永忠,陆秀平,米阳,等.通用走航式海洋测量作业平台的设计与实现[J].海洋测绘,2012,(6):1-6.(OUYANG Yongzhong,LU Xiuping,MI Yang,et al. Design and Realization of General Underway Platform for Marine Survey[J]. Hydrographic Surveying And Charting,2011,(6):1-6.(in Chinese))
- [11] 柳云峰,刘源远.液压阻力系数的选取对液压制动装置设计的影响[J].机械工程与自动化,2011,(4):167-168.(LIU Yurfeng,LIU Yuan yuan. Influence of Hydraulic Resistance Coefficient on Hydraulic Arresting Apparatus[J]. Mechanical Engineering & Automation,2011,(4):167-168.(in Chinese))

(上接第156页)

4 结语

根据南水北调中线天津干线的具体特点,经多方案综合比选论证,天津干线采用了全箱涵无压接有压全自流方案。该方案充分利用了地形地势特点,首部较陡段采用了小断面的无压箱涵输水,中、下游地形相对平缓地区则采用低压箱涵输水,并采取了多级保水堰联合运用的方式,既解决了小流量输水时的消能问题,满足了输送不同流量的要求,还避免了工程停水时重复充水的问题,具有一定的创新性。通过前段一定长度的无压流对流量调节时输水系统水力波动的延缓、衰减作用和有压段保水堰对水头的自动调节作用,极

大的简化了调度运行程序,保证了长距离有压流段的运行安全。

参考文献(References):

- [1] 肖智和,李涛.南水北调中线天津干线工程对沿线地下水环境影响[J].南水北调与水利科技,2012,10(1):6-10.(XIAO Zhihe,LI Tao.Effects of Tianjin Trunk Route of the Middle Route of South to North Water Diversion Project on Regional Groundwater Environment[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology,2012,10(1):6-10.(in Chinese))