

深海畸形波的数值研究

王展

中国科学院力学研究所, 北京北四环西路15号, 100190

畸形波是指在一列海洋周期波中突然发生的波高大于两倍周围波高的波动现象(英文称为rogue waves, freak waves, killer waves, extreme waves或者abnormal waves)。畸形波虽不常见,但它们的发生几乎不可预测,没有任何征兆,并能够产生极大的破坏力,因此对于海上大型船只具有相当大的危害。

目前关于二维深水畸形波的产生机理的研究主要集中在弱非线性理论中,利用聚焦型的三阶非线性薛定谔方程及Benjamin-Feir不稳定性来解释其成因。事实上畸形波是一种强非线性波,弱非线性理论 - 非线性薛定谔方程及其修正方程(Dysthe方程) - 只适用于波陡较小的情形。因此严格来讲,我们对于畸形波的科学计算应该从原始的Euler方程出发进行探讨。

在本文中,我们对于二维Euler方程设计高效高精度的数值计算方法,系统研究深水非线性周期波在小扰动下的不稳定性,以及产生畸形波的过程。以此确定非线性薛定谔方程的适用范围。同时我们还将探讨“波-平均流”相互作用、“波-剪切流”相互作用对于畸形波生成机制及波高的影响。

关键词: 畸形波; 环境力学; 重大灾害; Euler方程