

警戒潮位核定中建立年极值水位序列的方法研究

李健, 刘清容, 连喜虎, 焦艳, 黎舸

(国家海洋局北海预报中心 青岛 266061)

摘要: 文章以山东省警戒潮位核定为基础, 对其沿岸验潮站的实测数据情况进行分类; 根据不同类别, 分别采用相关分析、数值模拟等方法补充实测数据, 获得年极值水位序列, 并采用极值 I 型方法计算重现期高潮位。在警戒潮位核定中建立年极值水位序列所使用方法的顺序是, 有实测数据优先采用实测数据、没有实测数据利用相关关系、没有相关关系再使用数值模拟和调和分析的方法进行。值得注意的是, 在使用相关关系建立年极值水位序列中, 计算重现期高潮位时一定要满足潮汐性质相同、所受风暴潮过程相似等条件; 在使用数值模拟建立年极值水位序列中, 须与其全年天文潮最大值进行对比。

关键词: 年极值水位序列; 警戒潮位; 海洋灾害; 风暴潮; 数值模拟; 调和分析

中图分类号: P741; X43

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2017)06-0077-04

Precautions on the Establishment of Annual Extreme Water Level Series for Approved Warning Water Level

LI Jian, LIU Qingrong, LIAN Xihu, JIAO Yan, LI Ge

(North China Sea Marine Forecasting Center, SOA, Qingdao 266061, China)

Abstract: Accurate warning water level can effectively reduce disaster losses in storm surge hazards. In order to clarify the establishment of annual extreme water level series for approved warning water level, this paper classified the actual data of coastal tidal stations based on approved warning water level in Shandong Province and used correlation analysis, numerical simulation and other methods to supplement the different classification actual data which used to compute annual extreme water level series, respectively. Extreme-value type I method of the series was used to calculate High Tide Level in the return period. The order of the method used to establish the annual extreme water level sequence in the monitoring of the tide level is that the measured data are preferentially measured with the measured data, then is the correlation if there is no measured data, and the last is the use of numerical simulation and reconciliation analysis if there is no correlation. It is worth noting that in the use of the correlation between the establishment of the annual extreme water level sequence, the calculation of the high tide level of the reproduction must meet the same tidal nature, similar to the storm surge process and other conditions; the use of numerical simulation to establish the annual extreme water level sequence, should be compared

收稿日期: 2016-12-15; 修订日期: 2017-05-19

基金项目: 北海分局科技项目(2015B06)。

作者简介: 李健, 工程师, 硕士, 研究方向为风暴潮预报, 电子信箱: ylijian7@126.com

with its annual maximum value of astronomical tide.

Key words: Annual extreme water level series, Warning water level, Marine disaster, Storm surge, Numerical simulation, Harmonic analysis

1 引言

警戒潮位是防护区沿岸可能出现险情或潮灾时,需进入戒备或救灾状态的潮位既定值。其高低与当地防潮工程紧密相关,当潮位达到这一既定值时,标志着防护区沿岸可能出现险情,须进入戒备状态^[1]。警戒潮位的设定是做好风暴潮灾害监测、预报、警报的基础工作,能够为各级政府开展防灾减灾工作提供决策支持和科学依据。重现期高潮位是多年一遇的极值潮位值,通常采用统计每年潮位极值、建立年极值水位序列、利用极值方法计算的方式获得,本研究采用的极值方法是极值 I 型计算方法。

山东省位于我国东部,是海洋灾害的频发区域。据不完全统计,2010—2014 年山东省海洋灾害造成直接经济损失达 77.32 亿元,其中风暴潮灾害损失占 52.3%^[2]。准确的警戒潮位核定能有效减少风暴潮造成的灾害损失并对防灾减灾具有重要意义。但由于山东省位于黄海、渤海之间,岸线复杂变迁^[3],潮汐系统多样,沿海各验潮站缺乏实测数据,给警戒潮位核定工作带来诸多不便。本研究根据《警戒潮位核定规范》(GB/T17838—2011)要求,对不同实测数据情况进行分类,根据不同类别分别利用相关分析、数值模拟等手段进行警戒潮位核定。

2 警戒潮位核定方法和数值模式

2.1 警戒潮位核定方法

按照《警戒潮位核定规范》^[1]要求,核定 4 色警戒潮位,只需确定蓝色和红色警戒潮位值,而黄色和橙色警戒潮位值则采用平分蓝色和红色警戒潮位值的方法确定。警戒潮位的计算方法是:

$$H = h + \Delta h \quad (1)$$

式中: H 代表蓝色或红色警戒潮位值(cm)。当 H 代表蓝色警戒潮位值时, h 为 2~5 年重现期高潮位;当 H 代表红色警戒潮位值时,有岸堤岸段 h 取核定岸段所有防潮海堤的实际防潮标准所对应重现期高潮位的最小值,无岸堤岸段 h 取核定岸段历

次重大风暴潮灾害期间高潮位的最低值。 Δh 代表修正值,其核定应综合分析历次潮灾的风、浪、潮等自然因子,实际防潮能力及社会、经济等情况,通常 Δh 值比 h 值至少小 1 个数量级。

在山东省警戒潮位核定中,有岸堤岸段红色警戒潮位通常选择 20 年或 50 年一遇的重现期高潮位,无岸堤岸段则利用历史灾害性最低综合潮位确定。通过核定式(1)发现,核定警戒潮位的主要环节是确定重现期高潮位,而计算重现期高潮位的关键在于建立年极值水位序列。但由于核定岸段情况不同,所具有的实测数据量也不同,使得建立年极值水位序列所使用的方法也不同^[4]。

2.2 数值模式

在山东省警戒潮位核定中,采用的风暴潮数值模式是 FVCOM (An Unstructured Grid, Finite-Volume Coastal Ocean Model) 海洋模式。由于风暴潮是一种全海域的强迫响应,山东省海域风暴潮不只是该海域自身对局地气压场和风场等的响应,大的灾害性风暴潮往往是由黄海、东海海水涌入和近海局地增水的共同作用^[5]而形成的。因此,计算区域选定为渤海、黄海和东海(图 1),并在山东省沿岸区域进行网格加密,水平分辨率最小为 30 m,网格节点数为 89 541、有限元网格数为 168 373;模式时间步长外模态为 1.5 s、内模态为 15 s,模式垂向平均分为 10 层^[6]。

模式使用的风场是 WRF (Weather Research and Forecasting Model)^[7]同化后的模拟风场^[6],台风风场采用 Jelesnianski 2 的模型风场^[6,8]。FVCOM 模式不考虑潮汐与风暴潮的耦合。

3 建立年极值水位序列

根据《警戒潮位核定规范》和山东省警戒潮位核定的具体情况,对其建立年极值水位序列所使用的方法进行总结,主要包括 4 类。①有 20 年以上实测数据的,直接计算极值,代表验潮站有日照、五号码头、小麦岛、芝罘岛、蓬莱、龙口、羊角沟;②不足

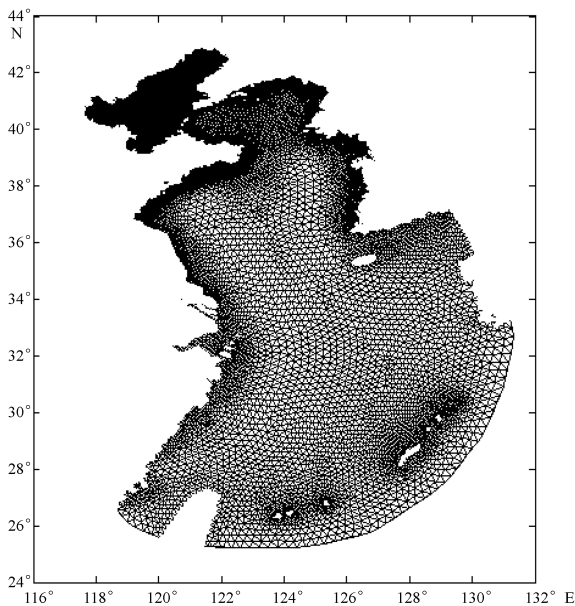


图 1 山东省警戒潮位核定数值模拟网格

20 年实测数据但附近有高潮相关性较好的长期验潮站的,采用相关分析方法,代表验潮站有潍坊港、石岛、岚山;③不足 20 年实测数据且无相关性较好的长期验潮站的,采用数值模拟和调和分析方法,代表验潮站有黄河海港、下营港;④无实测数据的,采用数值模拟和调和分析方法,代表验潮站有滨州、文登、乳山等。

由于山东省海岸线较长、潮汐性质各异、长期验潮站分布不均匀,为核定警戒潮位共使用验潮站 26 个,其中包括临时验潮站 10 个。按类型举例说明各种方法的建立过程。

3.1 类型 1

日照验潮站实测数据年限是 1970—2012 年,时间跨度大于 20 年,可以直接计算年极值水位。具体方法是:筛选出此核定验潮站每年实测数据高潮最大值,建立年极值水位序列;利用极值 I 型^[9]计算其重现期高潮位(图 2);核定警戒潮位。

3.2 类型 2

岚山验潮站实测数据年限是 2004—2012 年,时间跨度不足 20 年,但其与日照验潮站在地理位置上十分接近,潮汐性质相同(均是正规半日潮且潮汐性质比接近),所受风暴潮基本一致,因此采用相关分析方法补充建立年极值水位序列。具体方法是:计算相关关系,通过 2011—2012 年二站实测高潮位

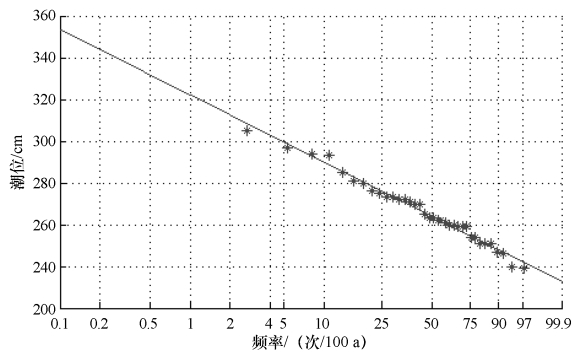


图 2 日照验潮站重现期高潮位

进行相关分析(图 3),结果显示,其相关率达到 99.55%,满足核定要求;利用此相关关系,将日照验潮站 1970—2003 年的年极值水位序列转化成岚山验潮站对应年份的年极值水位序列;计算 2004—2012 年岚山验潮站实测数据年极值,与相关关系转化的年极值水位构成岚山验潮站的年极值水位序列;利用极值 I 型计算其重现期高潮位,进而核定警戒潮位。

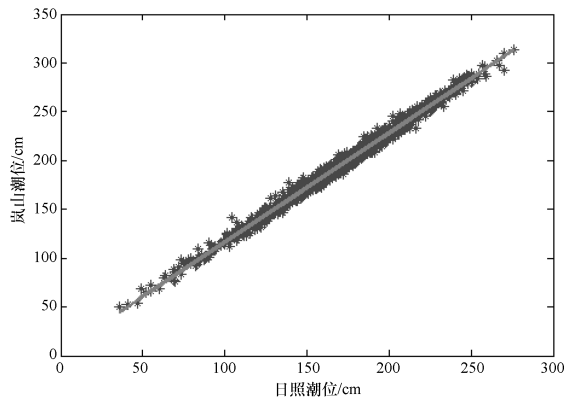


图 3 日照验潮站与岚山验潮站的相关关系

3.3 类型 3 和类型 4

这 2 种类型均是实测潮位数据较少或没有,且附近没有相关性较好的长期验潮站,建立年极值水位序列主要是利用模拟的风暴潮和调和分析^[10]的天文潮进行线性叠加获取综合潮位计算的。其中,风暴潮模拟是在没有实测数据或实测数据不全的年份,选取 3~5 个重要的风暴潮过程进行模拟;而天文潮数据是验潮站 1 年或临时验潮站 1 个月以上的实测数据通过调和分析获得全年数据。以黄河海港验潮站和文登验潮站为例,介绍这 2 种类型的

计算方法。

3.3.1 类型 3——黄河海港验潮站

实测数据年限是 2008—2012 年,时间跨度不足 20 年,且潮汐性质是正规日潮,附近没有潮汐性质一致的长期验潮站,因此采用数值模拟和调和分析手段建立年极值水位序列。具体方法是:在 1982—2007 年中,以年为单位选取黄河海港验潮站附近长期验潮站(龙口和塘沽验潮站)实测潮位较大或增水较大的 3~5 个过程进行模拟;根据不同过程,针对临近长期验潮站,通过调整风场方法调试模拟结果,使其模拟结果与实测风暴潮结果差值在 20 cm 以内,同时提取黄河海港验潮站风暴潮模拟结果;利用黄河海港验潮站 2008—2012 年实测潮位数据,通过调和分析获得 1982—2007 年天文潮结果;按照不同年份,分别将模拟风暴潮与天文潮叠加获得综合潮位,计算综合潮位的最大值作为此年的年极值水位,再与 2008—2012 年实测年极值水位形成黄河海港验潮站年极值水位序列;余下核定警戒潮位的步骤与类型 1 相同。

3.3.2 类型 4——文登验潮站

2012 年前没有实测潮位数据,只能采用数值模拟和调和分析方法建立年极值水位序列。具体方法与黄河海港验潮站类似,值得一提的是,在天文潮计算中所使用的实测数据来自临时观测。根据《警戒潮位核定规范》要求,临时观测数据须连续观测 1 个月以上,但由于以 1 个月的潮位数据计算获得的调和常数缺少长周期部分,采用附近石岛验潮站(潮汐性质与文登相同)的长期调和常数进行补充,这样可在一定程度上减少由于缺少长期调和常数而造成的天文潮误差。

4 注意事项

在使用数值模拟和调和分析方法获取年极值水位序列时应注意,模拟获得的综合潮位最大值应与此年预测天文潮最大值进行对比,选取其中较大者作为此年潮位极值。如出现模拟综合潮位最大值低于全年天文潮最大值的现象,其原因可能是在选取模拟过程中主要依据附近长期验潮站实测潮位较大或增水较大进行,但由于核定验潮站与长期

验潮站位置不同,导致潮时存在差异,从而造成天文潮与增水叠加的综合潮位结果偏小。这也在一定程度上说明数值模拟在核定警戒潮位中存在缺陷。

5 结语

通过对在山东省警戒潮位核定中建立年极值水位序列的研究发现,其采用方法的顺序是:在尊重实测数据的原则基础上,采用有实测数据优先采用实测数据、没有实测数据利用相关关系、没有相关关系再使用数值模拟和调和分析的方法进行。本研究根据实测数据的不同情况,将警戒潮位核定中所使用的验潮站数据分成 4 类,同时对应 4 种建立年极值水位序列的方法。值得注意的是,在使用相关关系建立年极值水位序列中,计算重现期高潮位时一定要满足潮汐性质相同、所受风暴潮过程相似等条件;在使用数值模拟建立年极值水位序列中,须与其全年天文潮最大值进行对比。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家标准 GB/T17839—2011 警戒潮位核定规范[S].北京:中国标准出版社,2012.
- [2] 温连杰,江崇波,马兆江,等.山东省 2010—2014 年海洋灾害概况及防御对策建议[J].海洋开发与管理,2016,33(6):98—104.
- [3] 叶小敏,丁静,徐莹,等.渤海湾近 30 年海岸线变迁与分析[J].海洋开发与管理,2016,33(2):56—62.
- [4] 黄锦林,张婷,李嘉琳.沿海警戒潮位核定技术问题探讨[J].海洋预报,2015,32(1):26—32.
- [5] 王秀芹,钱成春,王伟.计算域的选取对风暴潮数值模拟的影响[J].青岛海洋大学学报(自然科学版),2001(3):319—324.
- [6] 黄娟,赵鹏,高松,等.风险分析和危机反应中的信息技术[C]//中国灾害防御协会风险分析专业委员会第六届年会论文集.2014.
- [7] 王晓君,马浩.新一代中尺度预报模式(WRF)国内应用进展[J].地球科学进展,2011(11):1191—1199.
- [8] 关芬呈,于斌,林少奕,等.南海北部风暴潮数值计算中的圆对称台风风场模式[J].广东气象,2000(S1):44—49.
- [9] 王喜年,陈祥福.我国部分测站台风潮重现期的计算[J].海洋预报服务,1984,1(1):18—25.
- [10] 方国洪.潮汐和潮流的分析和预报[M].北京:海洋出版社,1986.