

风暴潮灾害防治及海堤工程建设

近年,全球气候变暖,海平面上升,风暴潮灾害频繁发生,对人类发展和社会进步构成了严重威胁。我国是世界上遭受风暴潮灾害最严重的国家之一,2001—2007年,我国平均每年风暴潮灾害损失约161亿元,随着经济社会的发展和文明程度的提高,发展与安全的矛盾日益突出,风暴潮灾害正成为我国沿海对外开放和经济社会发展的一大制约因素。为抵御风暴潮灾害的影响,加强海堤工程建设,2008年1月29日,水利部科学技术委员会、国际合作与科技司、水利水电规划设计总院联合举办了“风暴潮灾害防治及海堤工程技术研讨会”。会上水利部副部长胡四一强调,在全球气候变化背景下,风暴潮灾害发生的频率和强度呈不断增加的趋势,对我国经济社会发展和人民生命财产安全的威胁日趋严重,因此,一定要从通过提高防灾减灾能力,提高政府管理水平,加强执政能力建设的高度,充分认识风暴潮灾害防治和海堤工程建设对保障人民群众生命和财产安全的重要意义。会议总结交流了国内外防御风暴潮技术的经验和教训,研讨了防御风暴潮的方法、应急预案、海堤工程建设技术标准等问题。本期将部分专家和学者的有关论点进行集纳,以飨读者。

刘宁(水利部)

海堤工程是防御风暴潮水的侵袭,减轻风暴潮水灾害的重要工程措施。新中国成立以来,沿海各地区都非常重视海堤工程建设,目前我国已建海堤1.35万km,对防御风暴潮灾害起了巨大的作用。但风暴潮灾害防治是一项综合性的工程,涉及基础研究、工程建设、非工程措施、政府管理等各个方面,不可能单独依靠某一项措施来解决全部问题。目前一要加紧国家标准《海堤工程设计规范》的制定。水利行业标准《海堤工程设计规范》,自2006年起已经做了大量工作,开展了调查研究,配合规范编制开展了一些科研工作,完成了征求意见稿,要争取尽快完成国家标准《海堤工程设计规范》的编制工作。二要抓紧科研课题的研究和试验工作。要从工程技术和非工程措施两个方面入手,加强科学研究。在工程技术方面,一是研究风暴潮特性,加深对波浪特性的认识;二是研究海堤工程在波浪和水流共同作用下的受力机理、损毁机理,研究提出适应这些特性的海堤工程断面形式;三是研究各种不同断面型式越浪量的估算方法;四是研究在软土地基上修建海堤工程的稳定等问题。在非工程措施方面,通过比较准确的预警预报系统提前确定风暴潮影响范围,影响时间,影响强度等,加深对风暴潮特性的认识,提高预警预报系统的准确性,有目的有计划地转移人口和重要财产。开展风暴潮风险评价研究,推进风暴潮风险区划试点工作的研究与示范。针对我国沿海地区台风登陆频率较高的地区,在考虑

当地地理位置、不同强度台风登陆的概率、社会经济发展状况、基础设施及防护措施建设情况、承受风暴潮灾害以及灾后恢复的能力等有关因素的基础上,研究制定风暴潮灾害风险区划图。在已有风暴潮风险区划图的基础上,借鉴欧美一些国家的做法,对许多具体的经济指标计算理论与方法,以及灾害评估理论与方法,开展保险制度的相关研究,建立保险制度。我们要以科学发展观为统领,把确保人民群众的生命安全放在第一位,以人为本,更加重视海堤工程建设和风暴潮灾害防治工作,不断提高全社会风险意识和风暴潮风险管理水平,不断完善防灾工程体系和防台风预案体系,不断提升风暴潮预报预警能力和应急管理水平,推动海堤工程建设和风暴潮灾害防治工作登上新的台阶。 ■

孙东亚¹,黄世昌²(1.中国水利水电科学研究院;2.浙江省水利河口研究院)

近年,在海岸工程规划设计方法和技术方面均取得了很大进展。在美国、荷兰、英国和日本等国家,结合最新技术进展,按照综合规划设计理念,已经完成或正在修订一些海堤防护设计方面的技术导则或手册。在传统海岸工程规划设计所考虑的各因素中,补充很多公众所关心的全球气候变化及其影响、海岸生态与环境保护、海岸资源的可持续开发利用等方面的内容。在结构设计方面,修订了一些技术方法,如波浪爬高和越浪量计算、波高计算、防护结构型式、结构可靠性计算方法、软基上筑堤、新材料的应用等等。

我国沿海地区经济一般比较发达,但不同地区之间仍有一定差异,保护对象、工程建设投入模式、行政管理和风暴潮风险管理模式等方面也有很大不同。借鉴国外经验,建议海堤设计规范不宜对防护标准做出硬性规定,应提出一个高潮位重现期参考范围,并允许地方政府根据实际情况对关键建筑物进行论证后确定防潮标准。

我国与美国、英国和荷兰等发达国家在波浪计算参数的计算方法的研究存在差距。这些国家长期进行室内试验、原型观测,积累了大量数据,并进行过不同海堤结构形式的统计分析,手册或导则中所建议的经验公式和设计方法都曾在工程中得到检验。因此,建议我国海堤规范编写要适当借鉴国外先进经验,结合国内已建海堤工程进行论证,同时结合特殊结构型式和波浪条件开展必要的试验予以补充。

根据国外经验,各类标准结构型式的选择和设计宜明确提出设置反滤层和垫层的强制性要求,但具体的设计准则可适当放宽。特别是土工布作为反滤材料时,可由设计人员根据当地材料和有关科研成果论证后选用。对于单一护面块体的稳定性可借鉴防波堤的研究成果和经验公式;但在诸如多向波等复杂波浪条件和特殊结构型式下,护面的稳定性还需通过水槽模型试验进行论证,此类问题的说明需在规范中有所反映。

一些发达国家的海岸工程规划设计手册或技术导则包括生态与环境保护和修复内容。正在编制的《海堤工程设计规范》,将把海岸生态系统与保护作为一项重要内容,特别是在规划设计阶段,要引入利于生态系统保护和修复的方法和技术。 ■

刘志明,李维涛,王府义(水利部水利水电规划设计总院)

沿海地区人口稠密,土地资源匮乏,土地资源的开发利用必然要讲经济效益,以较小的投入获得较大的产出或是高投入高产出,如建设高新技术开发区,房地产开发,水产养殖,经济作物种植等。但现行的《防洪标准》(GB 50201-94)没有对此类防护区作出与之相对应的防洪标准,防护区的防洪安全需求与防洪标准之间存在较大差距。确定此类防护区海堤防潮(洪)标准成为当务之急。

为区别《防洪标准》中提到的各类防护区,在此定义为特殊防护区。为与国家现行标准的规定相互一致,特殊防护区海堤的防潮标准可根据防护对象的类别和规模、重要性确定;海堤工程防护区内防护对象的类别、规模符合国家标准《防洪标准》所列的,可按照《防洪标准》确定;在《防洪标准》中未涉及的防护对象,属于海堤特殊防护区范畴的,海堤工程的防潮标准应在编制的《海堤工程设计规范》中明确。

特殊防护区保护对象分3种类型:养殖业、经济作物、

高新技术企业。在选择保护对象的规模时,以沿海各地最常见的规模为基准。各类防护对象规模的档次划分以最多见的规模为上限:养殖业为10万亩(0.67万 hm^2),农田经济作物为100万亩(6.67万 hm^2),以及特别重要的高新技术区,防护对象的防潮标准约为50年一遇。规模的下限按农田经济作物5万亩(0.33万 hm^2),水产养殖0.5万亩(0.03万 hm^2),以及一般的乡镇企业确定,防潮标准采用较低的标准为20年一遇。

沿海城市建设的高新技术开发区和城市企业迁址于乡村或乡镇的区域,也被定义为特殊防护区的范畴。其规模和重要性各地情况不同,在研究中对此没有提出量化指标,仅提出模糊概念。进行海堤工程设计时,可根据这类防护对象在区域经济发展中的地位和作用,对区域经济发展的贡献率等指标,具体分析确定。

在工程设计中,工程级别是与工程的安全系数取值直接相关的。为与国家现行技术标准协调一致,对特殊防护区海堤的防潮标准档次划分,采用了国家标准《堤防工程设计规范》中的有关指标。 ■

广东省水利厅,广东省水利水电科学研究院

在海堤工程设计中,确定设计条件下波浪要素是计算波浪与海堤相互作用的第一步。波浪要素的确定首先应考虑采用实测波浪资料,然而我国沿海地区波浪站较少,缺乏长系列的波浪观测资料,特别是海堤的近岸波浪资料更加缺乏,给海堤建设和设计带来了困难。

在缺少实测波浪资料的情况下,设计波浪要素的计算往往采用两类方法:当地设计风速,由经验公式推算设计波浪要素,即经验公式法;数学模型进行计算,即数学模型法。

经验公式法。进行外海波要素计算的公式较多,目前应用较广泛的有蒲田风浪公式、布氏和宇氏的台风浪经验公式。蒲田公式在我国海堤工程设计中应用最为广泛,但由于其是通过观测海湾中的波浪得出,在开敞式海岸遇到风区长、受外海影响较大的波浪计算时,计算得到的周期往往较实际波浪短;布氏台风浪经验公式原系计算太平洋台风中心附近最大有效波高和周期的公式,与宇氏公式一起相互参考使用,在计算开敞式海岸外海的波浪要素时,能取得较为可靠的结果。

数学模型法。目前在海岸工程实践中广泛运用的两大类海岸波浪场预测模型分别是能量平衡模型和质量守恒模型。能量平衡模型一般用来预测海洋深水波候(Wave climate),但不能反映由近岸海底地形和建筑物引起的波浪绕射和反射效应。这种模型建立的基础就是依赖于时间的能量平衡方程,通过估算式中的能谱,就能求出有效波高、峰频率和其他参数。目前,能量平衡模型最为完善和著名的是WAM3G模型。质量和动量守恒模型可用于建

立经典的水波理论体系。当前活跃和发展的各类数值模型及其扩展模式有:在对水深无限制条件下,Eckart1952年推导出的著名缓坡方程已广泛应用于海岸工程实践中;目前已出现一大批能考虑各种动力机制的扩展型缓坡方程,有经典缓坡方程、时变缓坡方程、一阶双曲线缓坡方程组、抛物型缓坡方程等。目前,抛物型缓坡方程已成为推算大面积缓坡海域波浪场的有效方法。但当近岸海底地形比较复杂或存在人工岛、防波堤等结构物,而波浪的反射又必须计算时,抛物型缓坡方程不再适用,Boussinesq方程模型则可以用来模拟波浪浅化、折射、绕射和反射的综合现象,特别是结构物附近的波浪场。在工程实践中,可采用抛物型缓坡方程和 Boussinesq 方程相结合的方法,即用抛物型缓坡方程推算天然地形条件下的大面积波浪场,而用 Boussinesq 方程来计算结构物附近的局部波浪场。 ■

刘德辅¹, 庞亮², 谢波涛²(1.中国海洋大学防灾研究所; 2.中国海洋大学工程学院)

由于全球气候变暖、海洋表面温度上升等原因,近年影响西北太平洋以及大西洋海区的高强度台风(飓风)明显增多,为应对这一变化,我国必须构建一套完整的防灾、减灾体系。在国家防汛抗旱总指挥部办公室及国家自然科学基金资助下,我们对中国台风灾害区划及设防标准进行了研究,以多维复合极值分布理论为依据,建立了一个以台风特征联合出现的不同概率预测值为外层、台风致灾因素为内层,针对不同致灾后果严重程度的双层嵌套多目标的联合概率预测模式,用于台风灾害区划及防灾设防标准综合系统的构建及不同重现期风暴潮的概率预测和相应防潮工程设防标准的确定。

多维复合极值分布是一种新型的联合概率分布模式,该分布由泊松分布与多维极值分布复合构成。中心气压差(ΔP)、最大风速半径(R_{max})、台风移动速度(s)、台风中心与影响区域最小距离(δ)和台风移动方向角(θ)五种表示台风特征的变量,再加上台风影响各区域的频次(λ)、台风登陆至消亡的历时(t),七种随机变量的联合概率分析,即为双层嵌套多目标联合概率模式的第一层。基于嵌套模式第一层的概率预测结果,在以不同台风特征为控制因素条件下,合理选择不同区域相应的致灾因素为控制因素,进行多种致灾因素的联合概率预测,即双层嵌套多目标联合概率模式第二层。

双层嵌套多目标联合概率模式在台风灾害区划及风暴增水推算中的应用:

针对不同区域的台风特征及致灾因素的长期资料,按照双层嵌套多目标联合概率模式,即可进行不同区域致灾因素联合概率预测,结合相应的致灾后果及地质、地貌、社会和经济特点,可作为考虑台风灾害区划的基本依据。

致灾因素联合概率预测结果,结合不同区域防灾需求特点和防护工程结构型式,可针对不同灾害区划提出相应的灾害设防标准。对于全国已建成的海岸、河口城市防护工程,以及诸如滨海核电站之类的重大工程设计,有必要使用本理论进一步校核原设计的可靠性。

使用该理论,对于台风诱发次生灾害对居民区、水库(特别是设计不达标的病险水库)、山体滑坡、泥石流易发区域的危险度进行评估,作为灾害区划的参考资料。

系统与天气预警系统结合,可及时、合理地安排人员疏散,减少人员伤亡,避免不合理的疏散、撤离而影响社会的和谐。

该项成果在实际应用中,应以最小经济投入和最大防灾效果为目标不断进行优化完善,即充分考虑防灾工程的经济投入、未来整体破坏或部分损坏出现的概率及相应的人员伤亡、经济损失和不可预见的后果,结合大量工程和灾害实例进行系统优化分析,为创建台风灾害防灾减灾设防标准规范奠定基础。 ■

苗青¹, 江涓²(1.中山大学应用力学与工程系; 2.广东省水利水电科学研究院,广东省水动力学应用研究重点实验室)

波浪爬高是海堤工程设计中重点考虑的因素,为了降低堤顶的高程,节约投资和发挥海堤的景观性能,人们采用了各种消浪措施。目前减少波浪爬高的措施主要有:在静水位附近加平台,增加堤表面的糙渗性,使人射波浪与海堤成一定角度等。

平台的消浪效果。要使平台达到最好的消浪效果,关键在于确定平台的最佳高度和宽度。国内外的学者对带平台复式断面上波浪爬高进行过大量的研究,提出的计算方法大体上有以下三种:一是假想坡度法。这种方法通过单一假想的坡度来代替复式断面,经过试验验证,适用于平台在静水位附近,平台宽度小于1/4波长的情况,该方法是SPM(1984)中采用的方法。在我国《堤防工程设计规范》中,对带有平台的复式斜坡爬高的计算方法是先把坡度换算成折算坡度 m_c ,再按坡度系数为 m_c 的单坡断面确定其爬高值,其适用范围与Saville方法大致相同。二是折减系数法。该方法考虑的断面形式是上下坡度一致的情况,较系统地考虑了平台的影响。三是假想坡度和折减系数相结合的方法。该方法既考虑了上下坡度不一致的断面形式,又较系统地考虑了平台的影响,适用坡度缓于1:1的情况。

堤表面糙渗性的消浪效果。增加堤面的粗糙度可以减小波浪爬高,最大可减小50%左右。这方面的研究始于19世纪50年代,Battjes(1970)给出了不同材料的坡面对应的糙渗折减系数图表,该图表为SPM(1984)采用。

斜向入射波浪的消浪效果。对于长峰波入射,当入射角度小于30°时,波浪爬高值与垂直入射时基本相同,入射

角度大于 30° 时,爬高值迅速减小到垂直入射的 0.6 倍;对于短峰波入射,入射角度影响比较小,当波浪的入射角度为 80° 或 90° 时,爬高减小到垂直入射的 0.8 倍,由此可见,垂直入射的短峰波爬高值比长峰波要大。

虽然计算波浪爬高的公式很多,但各爬高公式均有一定的适用范围。对于带平台的复式断面海堤来说,平台下为陡墙的断面研究成果比较少,不能满足工程上的需要,因此较系统地研究不同海堤断面形式的爬高十分必要。另外,随着经济的发展,人们对海岸的景观要求越来越高,要求尽可能地降低海堤高度,因此,深入探索经济实用的消浪措施是很有必要的。 ■

黄世昌,赵鑫(浙江省水利河口研究院)

浙江省受台风暴潮影响的岸线长达 6600 多 km,每年夏秋季节遭受台风侵袭。1997 年以前,浙江沿海海塘绝大多数为土石塘,护面结构强度不足,嵌固不良,不能抵御波浪冲击或内压力的浮托作用,受损较轻的出现凸起变形,严重的被波浪掀翻。或者越浪水体冲蚀内坡,危及海塘主体。也有些海塘防渗土体厚度不足,在异常高潮位压力下,产生集中渗漏,有些因反滤层失当,土体流失,形成塌陷。通过对浙江海塘损毁情况的分析,认为不合理的塘顶高程和较弱护面结构是造成损毁的主要原因。以后新建的海塘,在保证一定的塘顶出水高度和背水坡采用恰当保护的基础上,采用允许越浪的方法确定塘顶高程。计算塘顶高程时,若按累积率为 13% 的爬高加安全超高来确定,难以达到要求;采用控制允许越浪量的方法,当越浪量小于 $0.05\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$ 时,背坡面砌筑干砌块石即可;越浪量大于该值,采用浆砌块石护面;针对浙东沿海的实际情况,塘顶高程(不含挡浪墙)可取为设计潮位加上 1.5~2.5m。目前,这些海塘经历了多次强台风和一次超强台风的侵袭,护面结构基本完好,证明采用控制允许越浪量确定堤顶高程,加强塘身护面这一方法的合理性。但由于软土地基存在不同程度的沉降,浙江沿海部分海塘顶高程出现低于设计高程、护面开裂凹陷等现象,降低了海塘的防御能力。 ■

周益人,范红霞,杨正己(南京水利科学研究院河港研究所)

影响海堤越浪量的因素众多,我国很多斜坡式海堤都设置防浪墙,防浪墙高度对越浪量影响较大,本研究采用最普遍的典型断面,通过系列物理模型试验,分析影响越浪的各种参数,在此基础上,建立考虑防浪墙高度影响的适用于我国海堤结构型的平均越浪量计算公式。

根据公式分析可知,堤前波浪条件和海堤结构型式对越浪影响很大,结构上很小的变化都可能导致较大的越浪量变化,这主要是由于我国允许越浪标准通常在 $0.01\sim 0.07\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$ 范围,而这个范围的平均越浪量变化非常敏感。

另外,在应用平均越浪量计算公式时,主要有两个方面因素应该考虑:一是堤前波浪动力条件,主要表现为水深的变化和波浪破碎情况;二是海堤结构型式,主要表现为有块体时肩宽影响、护面块体种类、块体重量影响、海堤坡面上设有平台及堤脚处设有护脚和护底影响等。

根据上述影响因素分析及具体工程越浪量试验数据,提出将本次研究得到的平均越浪量计算公式用于具体工程计算时,应对计算结果修正,建议:

破碎波高的影响。对于破碎波高,计算公式中所取的有效波高应有所减小,由收集到的试验资料,波高折减系数约为 0.72。

防浪墙前块体宽度影响。越浪量随防浪墙前块体宽度增大而减小,折减系数为:块体摆放一排取 0.83,两排取 0.74,三排以上(包括三排)取 0.50~0.70。

扭王块体大小的影响。对于 16~24t 块体,越浪量折减系数约为 0.67 和 0.46。

护面型式的影响。双层扭王块体及双层四脚锥体消浪效果较扭王块体略小,本次计算中分别取 α 为 125 和 105, β 为 0.45 和 0.40;抛石消浪系数取值与四脚空心方块相同。

护底及护脚的影响。当护底、护脚高程与静水位相差在 1.5 倍破碎波高以内时,要考虑护底及护脚的影响,反之则忽略其影响。随着护底、护脚高程与静水位之差较小,其作用越来越明显,折减系数为 0.7~0.9,最小可达 0.5。

平台的影响。设置的平台高程与静水位之差一般均在 1 倍有效波高范围之内,平台越宽,消浪效果越好,由本次收集到的试验资料,设置平台(平台宽度在 10~20m)后,越浪量折减系数约为 0.4。

按本次越浪量公式和上述应用建议对本研究收集到的不同工程断面的越浪量进行计算,并与实测值进行比较,计算值总体上与实测值吻合较好,但有些点还是比较离散,主要原因是无法估算水深因素对波浪条件的影响,从而影响到平均越浪量计算结果。 ■

王美茹(中交第一航务工程勘察设计院)

防波堤、护岸和海堤是港口工程、围海造地、海涂围垦、保滩促淤等海岸工程不可缺少的防护性建(构)筑物。由于防护性工程技术十分复杂、风险性大且工程造价高,因此为了防止风暴潮和台风波浪灾害的侵袭,研究探讨海工护堤的合理布置及相应的设计标准、合理的结构型式十分重要。

建筑物设计标准的确定包括设计水位和设计波浪两个方面。海港工程的设计水位包括设计高水位(高潮 1%)和设计低水位(低潮 90%)、极端高水位(50 年一遇)和极端低水位(50 年一遇)。根据海堤和护岸的性质、特点和功能,其设计水位的标准建议采用 100 年一遇。波浪重现期的选

用,建议结合建筑物的使用年限,根据概率论原理,按相关公式确定。

在进行斜坡式、直墙式等不同型式防护性建筑物的强度和稳定性计算时,其设计波浪累积频率标准的确定,建议按下述原则考虑:当计算水深小于20m时,按交通部《海港水文规范》JTJ213-98的有关规定进行确定;当计算水深大于等于20m时,斜坡式防波堤、海堤和护岸的设计波高累积频率应采用 $H_{5\%}$;直墙堤和斜坡式顶部的胸墙,设计波高累积频率标准不变。

改进设计波浪计算方法:一是调整波浪统计系列的年限,将近几年的台风浪补充进去,以使系列年限的重心移后;二是要充分考虑台风出现频次对极值波高概率预测的影响。这种理论被称为复合极值分布。

海堤断面型式的选择,根据现场自然条件、材料来源、施工方法和进度,经技术经济综合比较来确定。从海堤及护岸结构受力特点和对地基的适应性来讲,斜坡式海堤要优于直墙或陡墙式海堤。另外,建议对使用要求很高、建筑物安全等级较高的重要建筑物,按不规则波的爬高计算结果确定堤顶高程,还要注意潮差大时越浪程度的区别和影响。对设有平台的海堤复式断面,由于平台部位常位于波浪的打击区,因此必须加强其波肩部分的受力状况,平台的理论位置应设在计算水位下约1倍设计波高值处。 ■

张闾生(福建省水利建设技术服务中心)

福建省长乐市外文武围垦工程消浪堤位于长乐市东部海滩,地处开敞式海域大浪区,全长403m,波高7.3m,波长109.9m,设计、施工难度极大。经研究后决定,应用消浪堤进行海岸工程的消浪防护,并科学地应用开敞式海域波浪数值计算模型计算波要素,并取得良好效果。

波要素计算。采用深水定常波确定外海起始断面波要素,并利用波浪折射变形系数数学模型计算,同时选加风生波波要素,确定出消浪堤前波要素。

消浪堤设计。由于透空式结构选型及消浪机制比较复杂,迄今其尺度的选择与波浪力的计算仍需依赖理论分析与试验相结合的方式研究,再加上外文武海域波浪作用较强,堤线区域地质条件主要为砂质地基,最终堤型选用斜坡式。由于排洪闸朝向东北,水闸受东北和东北东波浪控制,原抛石围堰位于水闸右侧,朝向东北东,可利用现有围堰抛石棱体由外侧向东北方向延伸,阻挡东北东方向波浪冲击水闸,因此平面布置采用突堤型式。设计拟定堤顶宽7.0m,堤顶高程分别为▽6.0m、▽7.0m、▽8.0m三种情况进行消浪模型试验论证,试验后选定堤顶高程7.0m、顶宽7.0m;按堤顶高程7.0m,消浪堤长度拟分403m及延长50m两种方案进行消浪效果比较分析,规则波作用下模型试验在4.90m水位时,设置消浪堤长度403m,经消浪后闸

前 $H_{1\%}$ 最大为3.56m,满足现有水闸整体稳定要求;消浪堤加长50m后,经消浪后闸前 $H_{1\%}$ 介于2.3~3.0m之间,均小于3.0m,对照水闸现状所能承受的最大波高,消浪堤无需加长,最终消浪堤长度取403m。

该消浪堤2003年4月开工建设,2004年8月建成。工程建成后历经数次台风的考验,消浪堤整体结构坚固可靠,消浪效果显著,水闸安全稳定,完全验证了项目研究中的波要素推算、水工模型试验成果、消浪堤结构设计等多项技术的正确性。 ■

唐巨山,袁文喜,曾甄(浙江省水利水电勘测设计院)

堤顶高程的确定主要有三种方法:①设计高(潮)水位+设计波浪爬高+安全加高;②越浪量控制;③设计高(潮)水位+堤顶超高。不同计算方法所确定的堤顶高程值差别较大,往往是方法①最高,方法②次之,方法③最低。现行的各种规范推荐采用的计算方法也不统一,且在相同计算方法条件下计算结果仍有偏差,如何在海堤工程设计中应用好这些规范值得探讨。

海堤应为广义的涉海堤防工程,防波堤、滨海路堤、连岛交通堤等均为海堤的范畴。因此,在海堤设计中,应首先分清海堤的防护对象,根据不同防护对象的功能要求选择适用的规范。

对于保护陆域土地的海堤工程,工程等级的划分应按照《防洪规范》的要求进行统一,原则上以《堤防工程设计规范》为准。设防标准应根据工程等级,防护对象的重要性以及各省市当地实际情况合理地进行调整。

波浪爬高的计算公式很多,单一斜坡和复式斜坡的波浪爬高计算方法在《堤防工程设计规范》《海港水文规范》和其他地方规范中都进行了推荐。然而,区域自然条件的不同和堤型结构不同都将直接影响波浪爬高公式的可靠性。因此,波浪爬高计算公式的选用应立足于当地实际,特殊堤型或重要堤段的海堤应进行波浪模型试验验证爬高。

《堤防工程设计规范》将堤顶高程的确定按允许越浪和不允许越浪两种划分,实际上不允许越浪并非一点浪也不许超越,而是越浪概率很小。越浪量的计算由于影响因素较多,现行规范中提及的公式均有较大的局限性。因此,对于越浪量控制的海堤应进行波浪模型试验测定越浪量大小。

海堤工程有别于传统的江河堤防工程,按不允许越浪设计堤顶高程既不经济也不合理。应以控制越浪量为准则确定海堤工程的堤顶高程。针对海堤防护区及堤身结构对越浪量的要求明确允许越浪水体的大小,从而反推堤顶高程。对于具有良好抗冲性能的堤身结构,越浪量可大些,以降低堤顶高程。 ■

责任编辑 唐瑾