

张孝奎, 魏樊, 冯立超, 等. 国土空间规划视角下滨海城市韧性防潮体系构建研究[J]. 灾害学, 2022, 37(4): 52–56.  
[ZHANG Xiaokui, WEI Fan, FENG Lichao, et al. Study on the Construction of Resilient Protection Against the Tide System from the Perspective of Spatial Planning of National Land: the Core Area of Fuzhou Binhai New Town[J]. Journal of Catastrophology, 2022, 37(4): 52–56. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2022.04.009.]

# 国土空间规划视角下滨海城市韧性 防潮体系构建研究<sup>\*</sup>

——以福州滨海新城核心区为例

张孝奎<sup>1</sup>, 魏樊<sup>2</sup>, 冯立超<sup>1</sup>, 陈智睿<sup>2</sup>, 崔晓莉<sup>1</sup>, 秦瑜洁<sup>2</sup>

(1. 北京清华同衡规划设计研究院有限公司, 北京 100086;

2. 福州市规划设计研究院集团有限公司, 福建 福州 350108)

**摘要:** 分析了福州滨海核心区面临的防潮安全风险, 介绍了国外滨海城市防潮安全案例和防潮安全保护思路变化, 提出了基于韧性理念的防潮安全体系: 在规划防潮堤基础上, 结合核心区地形地貌和用地规划布局, 从国土空间规划角度, 增加构建三道防潮防线, 形成两道工程防线加两道管理防线的多道防线的韧性防潮体系: ①充分利用沿海自然高地, 构建核心区第二道防潮防线; ②合理布局重要设施用地, 构建核心区第三道防潮防线; ③科学设计重要地段和重要设施建筑方案, 构建核心区第四道防潮防线。

**关键词:** 国土空间规划; 韧性城市; 多道防线; 防潮体系; 防潮堤; 福州滨海新城

**中图分类号:** X43; X915.5; TV213.4; TU984.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2022)04-0052-05

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2022.04.009

随着全球气候变化的加剧, 风暴潮灾害出现频率和强度增加, 威胁着沿海地区安全<sup>[1]</sup>。建设防潮堤是我国沿海地区预防风暴潮灾害的通常做法。然而, 灾害经验表明, 在极端灾害面前, 单纯依靠防潮堤的做法蕴藏着巨大风险<sup>[2-3]</sup>。本文基于安全韧性理念, 结合福州滨海新城核心区未来建设条件, 站在全面统筹国土空间资源角度, 通过优化国土空间规划布局, 提出了形成多道防线的韧性防潮体系, 可在不大幅提高整体建设成本的基础上, 较大幅提高滨海新城核心区防潮安全水平。相关做法和经验, 可供沿海地区面临类似问题城市借鉴。

## 1 城市概况

为贯彻“东进南下”的发展战略构想, 福州在福州沿江、沿海两条轴线交叉的核心区域, 面向东海, 开发建设滨海新城。将其建设成为国际化新城、居住及产业新城和区域的科研中心、金融

中心、交通枢纽。滨海新城分为三部分: 北部以长乐国际机场为核心的空港城组团、南部以港口为核心的海港城组团和中部核心区, 规划总面积 188 km<sup>2</sup>, 规划总人口 130 万人(图 1)。



图 1 福州滨海新城鸟瞰图

福州滨海新城核心区由 CBD 及滨海文化休闲组团、大数据产业科技创新组团、火车福州东站及高端制造业组团构成, 面积 86 km<sup>2</sup>, 规划人口 70 万人(2070 年)<sup>[4]</sup>。核心区未来将主要依托高校、大数据中心、交通枢纽等发展科研创新及配套服务、总部经济、金融商务和先进制造等产业(图 2)。

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2022-03-10 修回日期: 2022-08-05

基金项目: 国家重点研发计划专项项目(2018YFE0101100)

第一作者简介: 张孝奎(1979-), 男, 汉族, 湖北大悟人, 教授级高级工程师, 注册城市规划师, 主要从事防灾减灾规划研究。

E-mail: zhxkui@163.com



图2 核心区用地规划图



图4 滨海新城核心区规划高程

## 2 防潮安全风险分析

### 2.1 海堤与竖向规划

根据规划<sup>[5]</sup>,南澳山-松下牛头湾段现有海堤保护滨海新城核心区,海堤长度约 15.0 km。随着滨海新城的开发建设,滨海新城核心区规划海堤工程防潮标准采用 100 年一遇设计高潮位,设计波浪和设计风速采用同频率重现期,海堤工程级别为 1 级。海堤现状和规划如表 1 所示,海堤分布如图 3 所示。



图3 福州滨海新城核心区海堤现状与规划

为保障福州滨海核心区防潮和内涝安全,根据规划<sup>[6]</sup>,滨海新城核心区建设地块高程将控制在 4.6 ~ 16.5 m,规划区内重要交通、市政及公共服务设施、生命线通道按 50 ~ 100 年内涝防治标准控制高程(图 4)。

### 2.2 福州滨海新城核心区防潮风险

福州滨海新城核心区直面东海,受台风灾害影响较大<sup>[5]</sup>。据统计,其所在的长乐市自 1955 - 2015 年,影响或登陆台风达 260 余次,平均 4 ~ 5 次/年,造成较重灾害的台风有 40 余次。台风经常带来暴雨和狂涛巨浪,并造成内河水位和外江外海潮位相互顶托,使沿江沿海水闸无法泄洪,造成决堤、毁堤。因此,防潮安全是未来核心区面临的重要风险之一。

据调查,滨海新城核心区附近海域历史调查高潮位为 5.09 m(1919 年 8 月 25 日),历史实测最高潮位为 5.26 m(2013 年),100 年一遇海平面高程为 5.38 m,200 年一遇海平面高程为 5.61 m。根据《福州滨海新城防潮防洪排涝规划》防潮规划方案<sup>[5]</sup>,滨海新城核心区未来防潮安全主要依赖于防潮堤建设。

假如滨海新城核心区防潮堤在风暴潮袭击下溃堤,甚至在“风、雨、潮三碰头”的极端情形下溃堤,失去唯一防潮屏障的核心区将遭受巨大损失。据分析,假如核心区防潮堤在 100 年一遇高潮位时决堤,则核心区将有 59.4 km<sup>2</sup> 被淹没,占核心区面积的 69.07%。同时,核心区救灾指挥中心和大部分消防站、医院都将被淹没,届时,核心区救灾功能将基本处于瘫痪状态(图 5)。



图5 福州滨海核心区在 100 年一遇高潮位决堤风险分析



表 1 福州滨海新城核心区海堤现状及规划

名称	长度/m	保护对象	现状标准	海堤级别	规划标准
机场段海堤	2 716	长乐机场	100 年一遇高潮位 加同频率风浪组合	2	
三营海堤	2 438	漳港镇	100 年一遇高潮位	2	100 年一遇高 潮位加同频率 风浪组合, 海 堤级别 1 级
百户段海堤	1 570	漳港镇	100 年一遇高潮位	2	
滨海堤防工程	4 189	漳港镇	100 年一遇高潮位	2	
外文武海堤	3 952	滨海新城	50 年一遇高潮位加 50 年一遇风浪组合	3	

可以看出, 滨海新城核心区整体地势较低, 面临台风、大潮正面袭击, 危险性较高。而滨海新城核心区防潮安全规划属于只有一道防线的脆性系统, 一旦作为唯一防线的防潮堤失守, 将使核心区面临重大安全风险。

### 3 韧性防潮体系规划

#### 3.1 韧性与防潮安全

韧性是近年来城市安全与防灾减灾领域一个重要研究方向。2015 年联合国减灾署发布《2015 – 2030 年仙台减少灾害风险框架》后<sup>[7]</sup>, 我国安全韧性研究进入了一个高潮, 专家学者从韧性概念的内涵、韧性城市指标体系构建、韧性规划编制实践等不同方面进行了研究, 得出了很多有价值的研究成果<sup>[8-11]</sup>。

建造防潮堤是滨海地区保护城市安全的常用手段。但随着全球气候变化的加剧, 人们从实践经验中越来越认识到这种依赖防潮堤坝单一防潮工程思路的风险与不足。因此, 防潮安全是较早引入韧性理念的领域之一<sup>[12-13]</sup>。荷兰全境地势低洼, 受海潮威胁比较大。为了安全, 修建了大量海堤。但荷兰在实践中发现, 这种扩张型、“硬工程”防洪模式在带来安全的同时, 带来的问题也越来越多。从 20 世纪 90 年代后期开始, 荷兰逐步转变防护理念, 引入“沙引擎”(Sand Engine)等韧性防护手段, 利用自然力量来防控海洋灾害<sup>[14]</sup>。美国纽约在 2012 年桑迪飓风后, 编制了《更强壮、更韧性纽约》规划, 将韧性理念全面贯彻于城市恢复重建过程中<sup>[15]</sup>。如通过“人工坡地 + 活动墙体 + 防洪建筑”的组合模式, 形成“防护 + 景观 + 娱乐”为一体的滨海防护体系; 通过“生命防洪堤”建设, 降低海浪高度和动能, 减小海浪破坏力等。通过这些措施, 将原来单一防护体系转变为多道防线的防护体系。可以看出, 韧性概念的引入, 改变了过去单纯依赖海堤保护防潮安全的状况, 让防潮安全从单一工程性防护理念提升到社会、工程和管理等多维度综合防护理念。

#### 3.2 规划目标及原则

根据相关规划, 滨海新城是未来福州市的副中心, 核心区未来会承担建设国家东南大数据中心等一些非常重要的功能。因此, 核心区未来防潮安全应达到: 一般灾害情况下, 核心区整体具备不低于 100 年一遇的防潮能力; 当遭遇极端潮灾时, 核心区不发生大规模的人员伤亡, 城市能维持主要基本服务功能, 救灾功能不瘫痪。

核心区防潮规划方案应遵循以下基本原则:

①安全底线原则。从空间规划的角度, 对极端灾害有应对措施, 防止巨灾情景下的多米诺效应, 构建本质安全型空间。②多道防线原则。改变现有防潮规划方案只有防潮堤单一防线的脆性防潮体系现状, 构建基于韧性理念的多道防潮安全防线。③安全目标与经济投入相平衡原则。充分考虑安全目标与经济投入之间的关系, 寻找二者之间的合理平衡点。

#### 3.3 韧性防潮体系规划

根据核心区地形地貌和未来城市建设情况, 为提高核心区防潮安全水平, 主要从以下三个方面构建核心区除防潮堤以外的三道防线, 形成具有四道防线的韧性防潮体系。

(1) 利用沿海自然高地, 构建核心区除防潮堤外的第二道防潮防线。地形分析显示, 核心区东部和南部有自然地势相对较高区域, 部分高程甚至超过 200 年一遇的防潮标准标高 (5.61 m) (图 6), 而核心区东面为机场高速, 其高程也满足 100 年一遇防潮标准<sup>[8]</sup>。因此, 适当提高机场高速与 CBD 北部部分区域地面高程至 100 年一遇标准, 便可形成满足 100 年一遇防潮标准的第二道防潮防线。



图 6 核心区超过 100 年一遇高程范围

根据相关规划<sup>[9]</sup>, ①提高沙尾路北段的竖向高程, 按照不低于 100 年一遇高潮位高程 (5.38 m) 进行建设。②新建十八孔闸应维持挡潮排涝功能, 其挡潮能力达到 100 年一遇标准。③在第一道防线和第二道防线之间用地, 根据工程具体情况综合采取建筑措施和应急管理手段 (表 2), 提高防潮安全水平 (图 7)。

表2 第一、二道防线间用地建设要求

建设情况	用地性质	防护措施
在建	商业	加强防洪意识教育、制定建筑本体防护措施
未建	商业/商务/科研/娱乐康体/文化	建筑设计方案宜采用利于行洪底层架空的建筑形式



图7 福州滨海核心区第二道防潮防线规划

(2)合理布局重要设施用地,构建核心区第三道防潮防线。为保证极端情况下的核心区能维持基本救灾功能,将重要救灾功能用地尽量布置在自然高程超过100年一遇范围。①区行政中心建议调整至核心区北部200年一遇安全区域;②消防指挥中心建议与松下消防站位置对调,保障消防指挥功能选址在200年一遇安全区域(图8)。



图8 福州滨海核心区重要救灾机构位置调整建议

(3)从保障防潮安全出发,加强对重要地段和重要设施的防潮安全管理,构建核心区第四道防潮防线。根据规划,未来核心区建设用地高程将在4.6 m以上,而100年一遇高潮位为5.38 m。因此,①城市运营管理中心主体建筑应满足200年一遇防洪要求,或将其放置于受暴雨影响相对较小的楼层;②临河、低洼易积水地段的建筑采用一层架空的建筑形式,并结合周边景观和建筑物

的功能,将一层架空可作为停车设施或其它开敞空间,增加行洪空间,降低潮水对建构筑物的影响;③重要建筑、重要地下空间采用临时防汛设施等手段降低影响,需要重点保护的建筑,储备应急防汛物资,提高安全性。

## 4 结语

防潮安全是滨海新城核心区面临的重要威胁之一,目前的防潮规划只有防潮堤一道防线,不能很好保障新城核心区防潮安全。基于韧性理念,结合核心区地形地貌和用地规划布局,从国土空间规划角度,在规划防潮堤基础上,增加三道防潮防线,形成两道工程防线加两道管理防线的多道防线的韧性防潮体系:①充分利用沿海自然高地,构建核心区第二道防潮防线;②合理布局重要设施用地,构建核心区第三道防潮防线;③加强重要地段和重要设施防潮安全管理,构建核心区第四道防潮防线。相关思路可供其它滨海地区参考。

## 参考文献:

- [1] 张孝奎,冯立超,崔晓莉. 气候变化视角下的我国沿海地区防潮设计标准研究:以福州滨海新城为例[J]. 灾害学, 2022, 37(1): 102-106.
- [2] 张孝奎,万汉斌,杨润林,等. 城市灾后恢复与重建规划[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [3] FRANCES FRAGOS TOWNSEND. The Federal Response to Hurricane Katrina: Lessons Learned[EB/OL]. (2006-02-23)[2021-10-21]. [https://www.globalsecurity.org/security/library/report/2006/katrina-lessons\\_wh\\_060223.htm](https://www.globalsecurity.org/security/library/report/2006/katrina-lessons_wh_060223.htm).
- [4] 福州市规划设计研究院. 福州市滨海新城核心区分区规划纲要[R]. 福州:福州市自然资源和规划局,2017.
- [5] 河海大学设计研究院有限公司. 福州滨海新城防潮防洪排涝规划[R]. 福州:福州市自然资源和规划局,2017.
- [6] 福州市规划设计研究院. 福州滨海新城核心区竖向工程专项规划[R]. 福州:福州市自然资源和规划局,2017.
- [7] United Nations. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030[R]. Geneva, September 2015.
- [8] 张孝奎,冯立超,崔晓莉. 郑州“7.20”暴雨情景下城市韧性内涝防治体系构建研究:以福州滨海新城核心区为例[J]. 灾害学, 2022, 37(2): 79-83.
- [9] 戴慎志. 增强城市韧性的安全防灾策略[J]. 北京规划建设, 2018(2): 14-17.
- [10] 谭卓琳,陆明. 预警、响应与恢复:韧性城市视角下应对突发公共卫生事件的规划策略研究[J]. 西部人居环境学刊, 2021, 36(4): 59-65.
- [11] 郭小东,费智涛,王志涛. 城市灾害应对的刚性、弹性与韧性[J]. 城乡规划, 2021(3): 35-42.
- [12] 王江波,张凌云,苟爱萍. 超强台风背景下滨海城市海岸线安全防护策略的国际经验与启示[J]. 防灾科技学院学报, 2020, 22(3): 60-68.
- [13] 王晓东,王冠军,姜付仁. 卡特里娜飓风的影响及启示[J]. 水利发展研究, 2005, 5(12): 8-13.
- [14] 王静,朱光鑫,黄献明. 基于雨洪韧性的荷兰城市水系统设计实践[J]. 科技导报, 2020, 38(8): 66-76.
- [15] 张孝奎. 防灾减灾视角下的城市空间布局规划:以唐山市为例[J]. 灾害学, 2018, 33(1): 89-95.

## Study on the Construction of Resilient Protection Against the Tide System from the Perspective of Spatial Planning of National Land: the Core Area of Fuzhou Binhai New Town

ZHANG Xiaokui<sup>1</sup>, WEI Fan<sup>2</sup>, FENG Lichao<sup>1</sup>, CHEN Zhirui<sup>2</sup>, CUI Xiaoli<sup>1</sup>, QIN Yujie<sup>2</sup>

(1. *Beijing Tsinghua Tongheng Planning & Design Institute, Beijing 100086, China;*

2. *Fuzhou Planning and Design Institute Group Co., Ltd., Fujian 350108, China)*

**Abstract:** Based on analysis on the protection against the tide security risks faced by the coastal core area of Fuzhou, and by introducing the protection against the tide security cases of foreign coastal cities and the changes of protection against the tide security protection ideas, a protection against the tide security system based on the concept of resilience is put forward; on the basis of planning the protection against the tide embankment, and combined with the terrain and land planning layout of the core area, three protection against the tide defense lines are built from the perspective of spatial planning of national land. A flexible system of tide defense and two management lines of defense is formed; ①make full use of coastal natural highlands to build a second protection against the tide defense line in the core area. ②Reasonably arrange the land for important facilities and build the third protection against the tide defense line in the core area. ③Scientifically design the construction scheme of important sections and important facilities, and build the fourth protection against the tide defense line in the core area.

**Keywords:** spatial planning of national land; resilient city; multiple lines of defense; protection against the tide; dike of protection against the tide; Fuzhou Binhai New Town

(上接第 36 页)

## Application of SVM Image Classification Technology Based on Feature Extraction in Seismic Damage Identification of Buildings by UAV Remote Sensing

ZHANG Ying<sup>1</sup>, GUO Hongmei<sup>1</sup>, YIN Wengang<sup>2</sup>, ZHAO Zhen<sup>1</sup>,  
LU Changjiang<sup>1</sup>, XIAO Benfu<sup>1</sup>

(1. *Sichuan Earthquake Administration, Chengdu 610041, China;* 2. *College of Armed Police Officer, Chengdu 610213, China)*

**Abstract:** In the existing ways of obtaining earthquake damage information of buildings, compared with the traditional field investigation method, UAV remote sensing system has the advantages of flexibility, speedy and efficiency. And has become an important means of obtaining earthquake damage information presently. When recognizing earthquake damage of buildings in remote sensing images, the commonly used manual visual interpretation and existing computer automatic recognition methods have some defects, such as low efficiency and insufficient accuracy. Therefore, combined with the latest progress of machine learning, we apply SVM image classification technology based on feature extraction to UAV remote sensing building earthquake damage recognition. After extracting image features through scale invariant feature transformation (SIFT), the visual word bag is used to construct the feature vector label Library of UAV remote sensing image of building earthquake damage, which is the basis of SVM image classification. Taking the Luxian M6.0 earthquake on September 16, 2021 as an example, the feasibility of the method is verified. The results show that this method can quickly and accurately identify the earthquake damage of buildings from the UAV remote sensing images, and provide effective information support for the government and industry departments to carry out emergency disposal in time.

**Keywords:** scale invariant feature transformation; feature vector tag library; support vector machine; Image classification technology; UAV remote sensing; earthquake damage identification of buildings; Sichuan Luxian M6.0 earthquake