

浙江省水利厅

浙江省水利厅关于印发《浙江省海塘安澜千亿 工程建设技术指南（2021年版）》的通知

各市、县（市、区）水利（水电、水务）局，各有关单位：

为更好指导全省海塘安澜千亿工程建设前期和设计工作，在现行规范规程基础上，我厅依据《浙江省海塘安澜千亿工程行动计划》《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》，结合我省实际，编制了《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021年版）》。现印发给你们，请结合实际，认真贯彻落实。



浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南

(2021年版)



前 言

为更好指导我省海塘安澜千亿工程建设前期和设计工作，贯彻落实省委、省政府实施海塘安澜千亿工程的决策部署，建设安全可靠、绿色生态、功能综合、运行高效的海塘工程体系，打造我省沿海生命线、风景线、幸福线，在现行规范规程基础上，我厅依据《浙江省海塘安澜千亿工程行动计划》（以下简称《行动计划》）、《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》（以下简称《建设规划》），结合我省实际，编制了本指南。

本指南紧扣新时期发展需求，围绕高质量发展目标，突出生态海堤建设和“安全+”多功能融合理念，结合各地探索创新经验，提出协同推进海塘安全提标、生态提质、融合提升、管护提效四大方面的实现途径、方法，是落实《行动计划》《建设规划》的具体措施，是对现行规范规程有关海塘内容的进一步补充细化。指南主要按照海塘防御标准、风浪潮要素、塘身设计及结构安全、塘脚冲刷、海塘沉降分析及控制、安全监测、数字化建设、生态保护和修复、水文化建设、功能融合、海塘管理等 11 大项分类细化、明确技术要点，鼓励创新。本指南未涉及内容应遵照现行规范规程要求，不再赘述。后续将根据试行情况和相关研究工作进展，适时更新本指南。

本指南起草单位和人员：

浙江省水利厅海塘安澜千亿工程工作专班：涂成杰、俞勇强、叶建军、陈喆谦、胡晓明、刘光生

浙江省水利水电勘测设计院：曾甄、李水泷、袁文喜、邢恩达、吕伟、陈燕萍、王浩军、王开放、夏咏

浙江省水利河口研究院：曾剑、姚文伟、韩宇、张芝永、黄世昌、史英标、唐子文

浙江省钱塘江管理局勘测设计院：沈跃军、王忠权、陈振华、杨艺、吴兴龙

一、指导思想

贯彻《行动计划》《建设规划》要求，践行“创新、协调、绿色、开放、共享”新发展理念和“以人民为中心”思想，切实提高对海塘安澜千亿工程的认识，更新海塘设计理念，提升海塘防潮能力，激发海塘多维价值。

按照“安全提标、生态提质、融合提升、管护提效”四方面任务进行系统谋划、整体设计，将提升海塘防潮标准和结构安全作为首要任务和基本前提，积极探索生态海堤建设，因地制宜与交通、文旅、便民等设施融合共建，实现智慧工地、智慧管护、智慧研判场景。

二、适用范围

本指南适用于指导我省海塘安澜千亿工程建设前期和设计工作。

三、安全提标

(一) 科学合理确定防潮标准

在《建设规划》确定的防潮标准的基础上，对保护区划分、保护要素进一步调查、分析和复核。依据 2035 年保护区人口、经济当量数据，对照规范和《建设规划》要求进行复核，若与《建设规划》不一致，经设计评审确定；对于有特殊要求的企业海塘，还应根据其行业相关规定，结合自身特点分析确定。受地形、地质和规划建设等条件制约、一次性达标有困难的地区，可根据实际情况分期达标，但应做好预留、衔接。

(二) 因地制宜确定“安全+”策略

城镇建成区海塘：海塘建设宜与沿线的城市更新、景观带建设等充分结合，可通过增设消浪平台、塑造微地形、加固路面结构等途径实现提标加固。

城镇规划区海塘：各地应加强部门间会商，按照“共建共享”原则，将规划道路、公园、绿地等基础设施与海塘无缝衔接，建设塘身更宽、结构更强、生态更优、功能更多的高等级海塘，节约土地资源、节省建设资金。

乡村段海塘：宜利用海塘工程的线性特点，将农村公路建设与海塘提标加固相结合，既增加海塘塘身有效宽度，又提高海塘沿线交通网络的畅通性；结合海塘沿线土地综合整治，合理抬高塘后地面高程，既增加海塘塘身有效宽度，又改善原地类功能。

(三) 合理确定风浪潮沙要素

应做好项目所需风浪潮沙基础资料的收集工作，保证资料的完整性、可靠性和连续性，确实缺乏长期连续资料的可与相邻测站资料进行同步相关分析。

当工程地点无长期测波资料时，对受外海涌浪或混合浪为主的岸段，采用代表波浪测站的长期观测资料推求设计波要素；对以风浪为主的海湾和河口段，采用风推浪的方法确定设计波要素。

对于海塘塘脚冲刷重点关注区段应采用实测资料分析、数学模型方法及物理模型试验等方法对塘脚冲刷问题进行综合分析。

(四) 加强塘身结构安全

增加塘身宽度：对于有条件的海塘宜加大塘顶宽度，推荐采取堤路结合、塘身拼宽等措施，增加海塘安全度和抗风险能力。

合理确定塘顶高程：在合理确定风浪潮要素的基础上，进一步合理选择设计断面型式，综合采取塘前消浪、塘身拼宽、塘后排水等措施，实现防御能力大提升、塘顶高程少加高的效果，同时分析和处理相邻海塘高程衔接问题。

加强海塘护面结构：根据各海塘所在区域风浪冲刷情况，以及近海域生物多样性调查，合理选择塘脚防冲、护面防冲结构，可根据实际情况增加护面厚度，积极探索安全和生态协调增效的新型结构。

注重工程耐久性设计：对涉及提高标准的海塘，应采取必要的补强和防止氯离子入侵的保护措施，以达到提高使用年限的耐久性要求。

切实防止沉降变形破坏：应结合实测数据和经验做好施工期沉降和工后预留沉降量的推算工作，加强施工期沉降监测和控制，合理确定完工时塘身断面高程；对于穿堤建筑物与海塘连接部位，应着重分析该部位的差异沉降量并提出可减少差异沉降变形的有效措施。

(五) 加强安全监测

监测内容及要求在现行规范基础上应充分考虑施工埋设的可行性与运行维护的便利性。监测仪器宜采用自动化设备，监测数据的采集、汇集、整理分析等工作须与海塘数字化建设的有关要求相配套。

四、生态提质

（一）保护海塘岸线生态环境

要充分调查海塘沿线滩涂、湿地、动物、植物等生态资源分布、规模、特性等情况，坚持尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，海塘布置尽可能保持岸线自然蜿蜒形态，保护、保留生态环境好的要素，修复存在问题的要素。淤泥质岸滩可采取生境构造和植被引种，提高生态覆盖率；砂砾质岸滩可采取人工补沙、养护和辅助措施，增强岸滩稳定性。植被选择应重点考虑盐度、温度、潮汐、风浪等环境要素，优先种植喜水、耐盐、抗风力强的本土植物。生态措施制定前应开展生物多样性调查，结合海岸带生态本底特征，选择合适的物种和方式，提高生物措施的适宜性。

（二）营造海塘生态空间

在确保安全的前提下，应因地制宜构建塘前岸滩-海塘塘身-塘后缓冲带生态空间系统，提升海塘生态功能，促进生态和减灾协同增效。塘前可采用潜坝、丁坝等工程措施及贝壳礁体营造、植被护滩等生态措施，形成岸滩生境。塘身宜采用生态格栅、生态护面、植被护坡等生态措施，使用绿色环保、生态友好的建筑材料，增加坡面孔隙率和粗糙度，创造植物生长和藻类、贝类等附着环境，促进生物多样性恢复。塘后统筹空间建设生态缓冲带，打造山水林田湖草生态共同体。通过增设水闸、优化调整闸站调度方式，改善水流内外互通性，有条件的地方建设或改造口门湖泊，便于近海生物进入海塘内侧栖息、繁衍。

(三) 构建绿色生态廊道

应注重整体系统布局，充分利用塘身和塘后空间，结合防汛道路、鬯塘等，采取植被种植、绿道系统建设等措施构建海塘岸带生态廊道，满足休憩、亲水、观景等需求。应注重多样性和适宜性，采用多级平台的海塘，可因地制宜构建灌草结合、多种群交错的梯度布局，逐级设计植物种植带；可适当采用植被复绿等措施，丰富防浪墙功能；塘后可根据城市、乡村、田野等区域特色营造相适宜的植物风貌，注重群落结构配置和四季色彩变化。

五、融合提升

(一) 坚持共建共享

应统筹好海塘岸带功能融合方案，在加强海塘安全的基础上，注重公共基础设施的共建共享，统一规划一张蓝图，实现安全、生态、交通、休闲、文化、产业等空间统筹、功能融合。结合区域经济发展需求，可适当开辟观光旅游、公共停车等产业服务设施，发挥海塘综合效益。项目方案应先分析确定区域海塘定位和各类功能总体布局。按照“一个方案两笔账”原则，管理范围内的有关海塘生态、防汛交通、水文化、信息化等建设投资原则上应根据相关专题报告列入水利投资范畴，其余投资单列。

(二) 加强互联互通

强化构建海塘对外交通网络，鼓励城市海塘与市政道路、乡村海塘与“四好农村路”等相结合。与公路结合时，宜采取路堤结合方式实现共建共享，鼓励采取抬高、拼宽等方式，打造高等级海塘。与码头结合时，鼓励为陆海连通创造更好条件，

达到增加安全与提升功能的协同增效。加强绿道建设，应结合省、市以及县（市、区）绿道网规划，在塘顶或塘身内侧因地制宜地设置绿道系统，绿道应与当地自然环境相协调，不宜千篇一律；海塘生态化建设应优先与规划绿道统筹考虑。

（三）打造活力空间

在确保安全的前提下，鼓励海塘建设按都市、城镇、乡村等不同特点，因地制宜融入亲水、亲景元素，合理开辟亲水惠民的活力空间、滨海公园，不断提高人民群众获得感、幸福感、安全感。沿线应配套建设相应公共服务设施。

（四）突出文化建设

海塘是我省沿海防潮防台重要安全屏障，是历代劳动人民勤劳、勇敢、智慧的结晶，是艰苦奋斗的历史见证。应注重海塘文化的传承与发扬，深入挖掘沿塘文物古迹、人文历史、筑塘抗台事件、地方民风民俗等文化元素，做好海塘文物遗存的保护和修复。紧密结合地域特色和当地文旅产业发展，做好海塘文化的建设，鼓励原创，讲好海塘故事，充分展示当地人文历史、民俗风情，让人记得住乡愁；串珠成链，彰显浙塘风采，走出一条海塘文化自信之路，打造浙江文化新标识。

六、管护提效

（一）打造现代化智慧海塘

以保障海塘安澜工程安全高效建设和运行，提高现代化管理水平为根本原则，在项目法人层面全面推行智慧建设管理，在水管理单位层面全面推行智慧运维管理，在此基础上构建、优化面向水行政主管部门的海塘监督管理系统，实现海塘工程全省一张网，打造动态感知、数据互通、智慧研判、自动控制

的现代化智慧管理体系。积极推行海塘 BIM 应用，推行基于北斗定位系统、视频 AI 分析、水下机器人、遥测遥感+物联感知等自动化监测新技术新设备应用。应合理选择海塘监测设施，施工期和运行期监测设施应相结合，监测仪器的布置应考虑到施工埋设、运行管理和维护的便利，恶劣气候条件的适应性，运行期宜以自动化监测为主，海塘沉降、变形等关键参数应实现自动化监测。应增加视频密度和智慧程度。应共建共享水利、海洋、生态环境等自动监测设施和数据。应增加沿线水闸、泵站等自动化控制系统，控制系统应实现与其他信息化模块联动，具备事件联动应急处置能力。

（二）实现海塘标准化管护升级

全面推行海塘工程“三化”管理，构建适应新时代经济社会发展要求的海塘工程管理体制和长效管护机制。加强海塘工程顶层设计，按照“先建机制、后建工程”的要求，统筹考虑海塘工程规划、设计、建设、管理、运营机制，形成全生命周期闭环管理。合理划定海塘工程管理和保护范围，推进确权颁证，进一步明晰工程管护责任主体，保障管护经费到位。积极推行物业化管理模式，引入工程管护市场竞争，培育工程物业管理市场，建立健全物业化管理市场监管体系。海塘数字化建设应与海塘工程一同设计、一同建设、一同验收、一同运行，并与浙水安澜工程运管应用等平台融合。按照应配尽配原则，完善管理设施，如管理房、物资仓库，并配有观测、监控、交通、通信、供电、消防和标牌桩碑等。

附录

- 附录 A: 防御标准确定技术要点
- 附录 B: 风浪潮要素确定技术要点
- 附录 C: 塘身设计及结构安全确定技术要点
- 附录 D: 塘脚冲刷分析技术要点
- 附录 E: 海塘沉降分析和控制技术要点
- 附录 F: 安全监测技术要点
- 附录 G: 数字化建设技术要点
- 附录 H: 生态修复和保护技术要点
- 附录 I: 水文化建设技术要点
- 附录 J: 共建共享技术要点
- 附录 K: 海塘管理技术要点

附录 A

海塘防御标准确定技术要点

A. 1 海塘工程的防潮（洪）标准应根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》的要求确定。对于有特殊要求的工矿企业，还应根据行业相关规定，结合自身特点经分析论证确定。

A. 2 当保护区保护对象涉及产储有毒、放射性等有害物质的工矿企业时，设防标准还应满足《防洪标准》GB 50201 的相关要求，并可根据实际情况适当提高标准；对于影响公共防潮（洪）安全的道路桥梁等防护对象，应按自身和防潮（洪）安全两者中的较高者确定。

A. 3 海塘工程的防护对象应包括整个闭合区内受到潮（洪）水威胁的需要进行保护的对象（包括备塘保护范围）。当保护区内有两种以上的防护对象，且不能分别进行防护时，该保护区的防潮（洪）标准应按要求较高的防护对象确定。

A. 4 要从区域防潮（洪）的角度科学划分保护区，主要河口区原则上以两岸划分封闭的保护区，河口间的岸线原则上按顺直岸线和港湾划分封闭的保护区，海岛以单独岛屿划分封闭保护区。同一封闭保护区内的海塘工程防潮（洪）标准应一致。

A. 5 海塘工程上的闸、涵、泵站等建筑物和其他构筑物的设计防潮（洪）标准，不应低于海塘工程的防潮（洪）标准，并应留有适当的安全裕度。分步实施的海塘提标工程，其闸、涵、泵站等建筑物的设计防潮（洪）标准要求一次提升到位。A. 6 海塘工程的级

别应根据其防潮（洪）标准按照表 A.1 选定。

表 A.1 海塘工程的级别

防潮[洪]标准 【重现期(年)】	≥ 100	<100 且 ≥ 50	<50 且 ≥ 30	<30 且 ≥ 20
海塘工程的级别	1	2	3	4

附录 B

风浪潮要素确定技术要点

B.1 设计潮（水）位及设计波浪的统计分析方法按《海堤工程设计规范》GB/T 51015 执行。设计潮位、风速、波浪所采用的基础资料系列原则上应更新至采用测站的最新年份数据，且连续的资料年份不宜少于 30 年，并应调查历史上曾经出现的极端数值。

B.2 浙江沿海主要潮位站设计高潮位见表 B.1。

表 B.1 各主要潮位站设计高潮位 (1985 国家高程基准)

区域	站点	位置		重现期(年)					
		经度 (°E)	纬度 (°N)	500	300	200	100	50	20
钱塘江河口(含杭州湾)	闻家堰	120.167	30.127	/	9.90	9.60	9.30	9.00	/
	闸口	120.145	30.203	9.40	9.30	8.90	8.70	8.50	/
	七堡	120.266	30.291	9.40	9.30	8.90	8.70	8.40	/
	仓前	120.404	30.286	/	9.40	9.10	8.80	8.40	/
	盐官	120.547	30.402	/	9.00	8.80	8.40	8.00	/
	澉浦	120.906	30.373	/	7.60	7.40	7.10	6.70	/
	乍浦	121.108	30.590	/	6.20	6.10	5.90	5.60	/
	金山	121.358	30.710	/	5.40	5.30	5.10	4.80	/
宁波舟山海域	镇海海洋站	121.748	29.981	/	3.98	3.89	3.72	3.54	3.30
	定海	122.055	30.006	/	/	3.57	3.41	3.24	3.01
	岱山	122.201	30.312	/	/	3.53	3.39	3.24	3.04

区域	站点	位置		重现期(年)					
		经度 (°E)	纬度 (°N)	500	300	200	100	50	20
	大目涂	121.969	29.431	/	/	5.17	4.86	4.56	4.16
台州湾	海门	121.447	28.687	/	/	6.07	5.67	5.34	4.88
	坎门	121.28	28.08			6.03	5.69	5.34	4.89
	健跳	121.63	29.03	/	/	5.82	5.52	5.21	4.82
温州湾	龙湾	120.800	27.950	/	/	6.00	5.65	5.34	4.95
	洞头	121.15	27.83			5.60	5.30	5.02	4.63
	瑞安	120.619	27.786	/	/	5.74	5.46	5.20	4.86
鳌江口	鳌江	120.552	27.596	/	/	5.63	5.39	5.16	4.84
	琵琶门	120.664	27.499	/	/	5.36	5.13	4.89	4.57

B.3 当缺乏长期连续潮（水）位资料，但有不少于连续5年的临时站年最高潮（水）位资料，且临时潮（水）位站与附近不少于连续30年资料的长期潮（水）位站潮汐性质相似、地理位置邻近、受河流径流（包括汛期）的影响相似、受增减水的影响相似时，设计高潮（水）位可采用极值同步差比法与长期潮（水）位站资料进行同步相关分析，计算设计高潮（水）位。

B.4 具有连续3个月以上，包含有增水的短期潮（水）位观测资料，当不宜采用极值同步差比法计算，且临时站与邻近长期站的潮（水）位性质相似时，经过分析论证，可采用相关分析的方法确定待求站的设计潮（水）位。

B.5 设计波浪和设计风速的重现期宜采用与设计高潮（水）位相同的重现期。钱塘江海塘如采用其他设计标准组合时，应经分析

论证。

B.6 当工程地点无长期测波资料时，对开放式水域以受外海涌浪或混合浪为主的岸段，采用嵊山、大陈、南麂三站的长期观测资料分别推求浙北、浙中、浙南海岸的设计波要素。对风区水域内有岛屿或陆地阻挡，以风浪为主的设计波要素。对风区水域内有岛屿或陆地阻挡，以风浪为主的设计波要素。对风区水域内有岛屿或陆地阻挡，以风浪为主的设计波要素。

除不受外海涌浪或混合浪影响的海塘外，对1级～2级海塘工程，宜采用数值计算方法进行波浪浅水变形计算。

嵊山、大陈、南麂不同重现期波要素参见表B.2～B.4。

表B.2 嵊山站重现期波要素（-30m等深线）

重现期(年)	波要素	N	NE	E	SE	S	SW
300	H _{1/10} (m)	6.9	13.0	14.6	11.8	7.0	6.1
	T(s)	14.8	15.5	18.5	18.5	17.1	11.0
200	H _{1/10} (m)	6.7	12.6	14	11.3	6.7	5.7
	T(s)	14.4	15.2	17.9	18.0	16.6	10.7
100	H _{1/10} (m)	6.2	11.4	12.6	10.2	6.1	5.2
	T(s)	13.6	14.4	16.8	16.9	15.3	10.2
50	H _{1/10} (m)	5.7	10.1	11.1	9.0	5.5	4.6
	T(s)	12.7	13.5	15.6	15.7	13.9	9.7
20	H _{1/10} (m)	5	8.3	9.1	7.6	4.7	3.9
	T(s)	11.3	12.2	13.8	13.8	12	8.8
10	H _{1/10} (m)	4.5	6.8	7.5	6.3	4.1	3.3
	T(s)	10.3	11.1	12.3	12.2	10.4	8.1

表 B.3 大陈站重现期波要素 (-20m 等深线)

重现期 (年)	波要素	N	NE	E	SE	S	SW
200	H _{1/10} (m)	13.4	15	14.4	11.4	9.2	7.7
	T(s)	17.1	18.3	16.6	16.1	16.1	12.0
100	H _{1/10} (m)	12.2	13.5	12.8	10.5	8.5	7.1
	T(s)	16.2	17.3	15.9	15.5	15.2	11.5
50	H _{1/10} (m)	10.9	11.8	11.1	9.5	7.7	6.4
	T(s)	15.2	16.2	15.1	14.8	14.2	11.0
20	H _{1/10} (m)	9.3	9.7	9.0	8.2	6.7	5.4
	T(s)	13.9	14.7	14	13.9	12.9	10.2
10	H _{1/10} (m)	7.9	8.0	7.3	7.1	5.8	4.6
	T(s)	12.8	13.4	13.1	13.0	11.8	9.5

表 B.4 南麂站重现期波要素 (-20m 等深线)

重现期 (年)	波要素	N	NE	E	SE	S	SW
200	H _{1/10} (m)	8.7	11.6	14.7	8.7	7.1	5.0
	T(s)	14.5	17.7	17.8	14.9	14.3	9.2
100	H _{1/10} (m)	7.9	10.7	13.2	8.1	6.4	4.6
	T(s)	13.3	16.2	16.8	14.1	13.1	8.7
50	H _{1/10} (m)	7.0	9.7	11.5	7.4	5.6	4.2
	T(s)	12	14.5	15.7	13.2	11.8	8.2
20	H _{1/10} (m)	5.8	8.3	9.3	6.4	4.7	3.7
	T(s)	10.3	12.2	14	12	10.1	7.6
10	H _{1/10} (m)	4.9	7.2	7.6	5.5	3.9	3.2
	T(s)	9.1	10.4	12.7	11	8.7	7.1

B.7 确定塘前波要素时，除分析正向波列外，还需特别重视斜向不利波列（强浪向）对海塘波浪爬高、护面结构安全的影响。对于地形、地貌条件复杂，需考虑波浪折射、绕射、反射等情况的，近岸波浪要素的计算可参考《港口与航道水文规范》JTS145 执行。

B.8 在确定塘顶高程时，应采用设计高潮（水）位时的波浪要素；在确定外海侧海塘护面结构强度时，还应分析相应护面位置不利特征潮（水）位（多年平均高潮位、多年平均潮位等）下的不利波浪要素。

B.9 浙江沿海各潮位站和波浪站位置详见图 B.1。

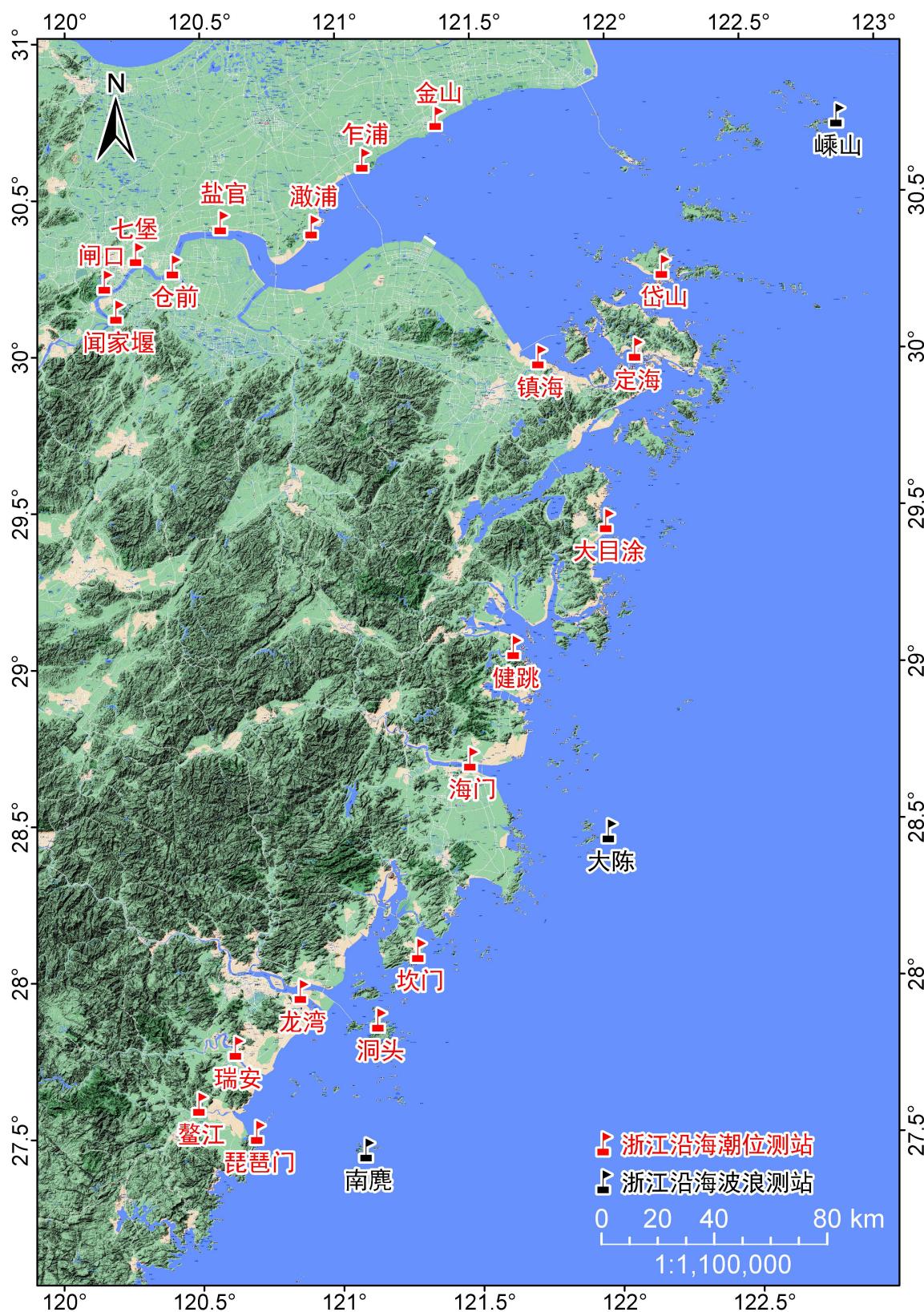


图 B. 1 浙江沿海各潮位站和波浪站位置图

附录 C

塘身设计及结构安全确定技术要点

C.1 除现行规范《海堤工程设计规范》GB/T 51015、《港口与航道水文规范》JTS145 提供的海塘的波浪爬高及越浪量计算公式外，对于多级复合坡结构的海塘，推荐按第 C.10、C.11 条提供的方法计算确定。对于 1 级～2 级允许越浪的海塘，还应通过模型试验验证其允许越浪量及护面结构稳定性。

C.2 海塘塘顶宽度应根据海塘安全及其它功能需求综合考虑后确定。在结构牢靠及排水通畅的条件下，不包括防浪墙的塘顶宽度满足表 C.1 要求的、无后坡（护岸式）或路堤结合的海塘可放宽最大越浪量控制指标至 $0.07\sim0.09\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$ 。对于塘顶拓宽受限的海塘，可不按表 C.1 执行，但其不包括防浪墙的塘顶宽度要求不应小于 1 级 8.0m、2 级 7.0m、3 级及以下 5m，在结构牢靠及排水通畅的条件下，最大越浪量控制指标为 $0.05\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$ 。对于防潮标准 200 年一遇以上的海塘，塘顶宽度宜进一步加大，能宽则宽。鼓励采取堤路结合、增加塘身宽度措施建设高标准海塘，达到不明显加高、安全性能明显提高的效果。

表 C.1 塘顶宽度要求

海塘级别	1 级	2 级	3、4 级
防潮（洪）标准 (重现期：年)	≥ 100	50	20~30
塘顶宽度 (m)	≥ 12	≥ 10	≥ 6

C.3 海塘塘顶应设置合理排水坡度，宜采取防浪墙增设排水孔、塘顶设置越浪排水沟等措施以减小越浪量的破坏影响，增加海塘防御安全

能力。

C.4 塘身护面、镇压层、堤脚的设计应以安全优先，综合生态、经济、景观等因素，采用多空隙、表面粗糙的结构型式。波能强的海区宜采取多种消浪措施（包括设置消浪块体、分级消浪平台、植物消浪措施等），尽可能减小波浪爬高，降低塘顶高程。

C.5 为保证海塘在超设计标准风暴潮作用下护面结构的适度安全性，海塘护面块体、护面厚度按现行规范提供的公式计算后，还应乘以一定的安全系数，安全系数按表 C.2 取用。当计算波高 $H \geq 4.0m$ 时，安全系数可取小值，当计算波高 $H < 4.0m$ 时，安全系数可取大值。

表 C.2 护面块体、护面厚度安全系数

护面结构	护面块体重量	护面厚度
安全系数	1.5~2.0	1.15~1.30

C.6 海塘断面设计要适当考虑亲水性，护面坡度应适当放缓，条件允许的岸段可采取增设阶梯式护面等工程措施。

C.7 对于实体加高、拓宽受限的海塘，可采取设置防洪墙、架空外挑、桩基梁板等结构形式，以达到提高海塘设防标准，拓宽塘顶宽度的目的。对塘顶采用挑台或透空桩基梁板向外海侧拓宽的结构，应重视波浪上托力的破坏作用，参照《防波堤设计与施工规范》JTS 154-1 中透空式防波堤和《高桩码头设计与施工规范》JTS 167-1 的有关规定进行设计。

C.8 海塘工程的耐久性设计应符合《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》SL 654 相关规定。改扩建的海塘涉及提高标准的，海塘原有的混凝土结构应采取必要的补强和防止氯离子入侵的保护措施，

以达到提高使用年限的耐久性要求。

C.9 钱塘江海塘闸口以上等河段由于主要受洪水位控制，塘顶高程考虑相应洪水位期间的设计风速引起的波浪爬高。

C.10 浙东沿海深厚淤泥（淤泥质土厚度 $\geq 15.0\text{m}$ ）软弱地基上的海塘，整体抗滑稳定安全系数难以达到《海堤工程设计规范》（GB/T51015）表10.2.3的要求时，经论证后，安全系数控制值可按其表中对应降低一级别的安全系数要求值控制。

C.11 对于多级复合坡结构的海塘波浪爬高可按下列规定确定。

C.11.1 符合下列条件时，波浪爬高可按第C.11.2款~第C.11.6款计算：

- (1) 斜坡坡度 $1:m$ ，斜坡坡度系数 $m \leq 7$ ；
- (2) 建筑物坡脚前半倍波长处的水深 $d >$ 有效波高 H_s ；
- (3) 建筑物前底坡 $i \leq 1/50$ ；
- (4) 斜坡式建筑物的长度大于1倍波长；
- (5) 波浪平均周期 $\bar{T} < 30\text{s}$ ；
- (6) 波向线与建筑物纵轴线法线的夹角 β ， $0^\circ \leq \beta \leq 67.5^\circ$ 。

C.11.2 单一坡度斜坡式建筑物上的波浪爬高（图C.11-1）可按下列公式计算：

$$R_{1\%} = K_\Delta K_U K_\beta R_0 H_{1\%} \quad (\text{C.11-1})$$

$$R_{F\%} = K_F R_{1\%} \quad (\text{C.11-2})$$

$$K_\Delta = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\Delta,i} \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad (\text{C.11-3})$$

$$K_\beta = \sqrt{\cos \beta} \quad (\text{C.11-4})$$

$$m \leq 1.25 \text{ 时, } R_0 = 1.24 \sqrt{1.5m^2 + 1} \quad (\text{C.11-5})$$

$$m > 1.25 \text{ 且 } \xi_{1\%} \leq 1.4 \text{ 时, } R_0 = 1.6 \xi_{1\%} \quad (\text{C.11-6})$$

$$m > 1.25 \text{ 且 } \xi_{1\%} > 1.4 \text{ 时, } R_0 = 2.66 - 0.5 \frac{1}{\sqrt{\xi_{1\%}}} \quad (\text{C.11-7})$$

$$\xi_{1\%} = \frac{1}{m} \sqrt{L / H_{1\%}} \quad (\text{C.11-8})$$

$$L = (g / 2\pi) \bar{T}^2 \operatorname{th}(2\pi d / L) \quad (\text{C.11-9})$$

式中 $R_{1\%}$ ——累积频率为 1% 的波浪爬高(m);

K_Δ ——位于静水面以下 $0.5H_s$ 到静水面以上 $1.5H_s$ 之间的护面结构的糙渗系数, 按表 C.11-1 选用, 当此区间内有两种及以上护面结构时, 护面糙渗系数按式 (C.11-3) 计算;

K_U ——风速影响系数, 当风向与波浪的传播方向一致时, 按表 C.11-2 选取;

K_β ——斜向波影响系数, 当 $K_\beta < 0.6$ 时, 取 $K_\beta = 0.6$;

R_0 —— $K_U = 1.0$ 且 $K_\Delta = 1.0$ 且 $K_\beta = 1.0$ 时, 单一坡度斜坡式建筑物上的波浪相对爬高;

$H_{1\%}$ ——累积频率为 1% 的波高 (m), $H_{1\%} \approx 1.51H_s$;

H_s ——建筑物坡脚前半倍波长处的有效波高(m);

$R_{F\%}$ ——累积频率为 $F\%$ 的波浪爬高(m);

K_F ——换算系数, 按表 C.11-3 确定;

β ——波向线与建筑物纵轴线法线的夹角($^\circ$), 如图 C.11-2 所示;

$K_{\Delta, i}$ ——第 i 种护面结构的糙渗系数;

l_i ——第 i 种护面结构的外轮廓线长度(m);

m ——斜坡坡度系数;

$\xi_{1\%}$ ——破波参数;

L ——以平均周期 \bar{T} 计算的建筑物前平均波长(m);

g ——重力加速度(m/s^2);

\bar{T} ——波浪平均周期(s);

d ——建筑物坡脚前半倍波长处的水深(m)。

表 C.11-1

糙渗系数 K_A

护面结构型式	K_A	护面结构型式	K_A
整片光滑不透水护面(沥青混凝土)	1.00	抛石(抛填2层)	0.50~0.55
混凝土护面	0.90	混凝土方块(抛填2层)	0.50
草皮护面	0.85~0.90	扭王字块体	0.47
砌石	0.75~0.80	四脚锥体(安放2层)	0.40
块石(安放1层)	0.60~0.65	扭工字块体(安放2层)	0.38
四脚空心块(安放1层)	0.55		

表 C.11-2

风速影响系数 K_U

U/C	≤ 1	2	3	4	≥ 5
K_U	1.00	1.10	1.18	1.24	1.28

注: U -风速(m/s); C -波速(m/s), $C=L/\bar{T}$ 。

表 C.11-3

换算系数 K_F

$F(\%)$	0.1	1	2	4	5	10	13.7	20	30	50
K_F	1.17	1.00	0.93	0.87	0.84	0.75	0.71	0.65	0.58	0.47

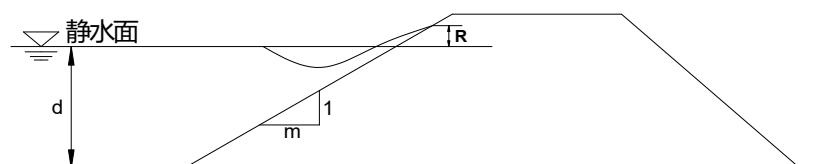


图 C.11-1 单一坡度斜坡式建筑物上的波浪爬高示意图

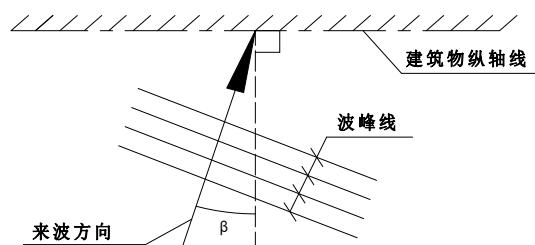


图 C.11-2 波浪斜向入射角示意图

C.11.3 带肩台的斜坡式建筑物上的波浪爬高(图 C.11-3)可按下列公式计算:

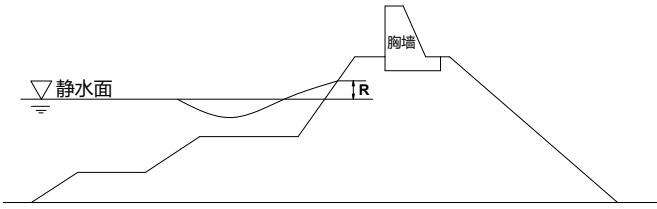


图 C.11-3 带肩台的斜坡式建筑物上的波浪爬高示意图

$$R_{1\%} = K_b K_\Delta K_U K_\beta R_0 H_{1\%} \quad (\text{C.11-10})$$

$$R_{F\%} = K_F R_{1\%} \quad (\text{C.11-11})$$

$$K_\Delta = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\Delta,i} \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad (\text{C.11-12})$$

式中 $R_{1\%}$ ——累积频率为 1% 的波浪爬高(m);

K_b ——肩台折减系数;

K_Δ ——位于静水面以下 $0.5H_s$ 到静水面以上 $1.5H_s$ 之间的护面结构的糙渗系数, 按表 10.2.2 选用, 当此区间内有两种及以上护面结构时, 护面糙渗系数按式 (C.11-12) 计算;

K_U ——风速影响系数, 当风向与波浪的传播方向一致时, 按表 C.11-1 选取;

K_β ——斜向波影响系数, 按式 (C.11-4) 计算;

R_0 —— $K_U=1.0$ 且 $K_\Delta=1.0$ 且 $K_\beta=1.0$ 时, 单一坡度斜坡式建筑物上的波浪相对爬高, 按式 (C.11-5) ~ 式 (C.11-9) 计算;

$H_{1\%}$ ——累积频率为 1% 的波高(m), $H_{1\%} \approx 1.51H_s$;

H_s ——建筑物坡脚前半倍波长处的有效波高(m);

$R_{F\%}$ ——累积频率为 $F\%$ 的波浪爬高(m);

K_F ——换算系数, 按表 C.11-3 确定;

$K_{\Delta,i}$ ——第 i 种护面结构的糙渗系数;

l_i ——第 i 种护面结构的外轮廓线长度(m)。

C.11.4 当断面中存在一个肩台且肩台到静水面的距离 d_B 满足

$-R_0 H_{1\%}/H_s < d_B/H_s < 2$ 时，应考虑该肩台对波浪爬高的折减，其初始肩台折减系数 K_{b0} 和最终的肩台折减系数 K_b 可按下列公式计算：

$$K_{b0} = 1 - \frac{B}{B + m_e H_s + 6H_s} \quad (\text{C.11-13})$$

$$\text{当 } 0 < d_B/H_s < 2 \text{ 时: } K_b = \frac{1 - K_{b0}}{2} \frac{d_B}{H_s} + K_{b0} \quad (\text{C.11-14})$$

$$\text{当 } -0.5 \leq d_B/H_s \leq 0 \text{ 时: } K_b = K_{b0} \quad (\text{C.11-15})$$

$$\text{当 } -R_0 H_{1\%}/H_s < d_B/H_s < -0.5 \text{ 时:}$$

$$K_b = \frac{1 - K_{b0}}{0.5 - R_0 H_{1\%}/H_s} \frac{d_B}{H_s} + \frac{1 - K_{b0}}{1 - 2R_0 H_{1\%}/H_s} + K_{b0} \quad (\text{C.11-16})$$

式中 B ——肩台宽度(m)，如图 C.11-4 所示；

d_B ——肩台到静水面的距离(m)，如图 C.11-4 所示，当肩台在静水

面以下时取正值；肩台在静水面以上时取负值；

m_e ——折算坡度系数。

C.11.5 带肩台的斜坡式建筑物断面的折算坡度系数 m_e 可按下列方法确定：

(1) 当静水面以下 $0.5H_s$ 到静水面以上 $1.5H_s$ 之间存在单一肩台，肩台的上坡坡度系数为 $m_{\text{上}}$ ，下坡坡度系数为 $m_{\text{下}}$ ，当 $m_{\text{上}}=m_{\text{下}}$ 时， $m_e=m_{\text{上}}=m_{\text{下}}$ ；当 $m_{\text{上}} \neq m_{\text{下}}$ 时， m_e 按图 C.11-4 所示确定：在肩台前沿作一条与上坡平行的线，在这条平行线上找到位于静水面以上 $1.5H_s$ 的点，在下坡找到位于静水面以下 $0.5H_s$ 的点，连接两点组成带肩台的斜坡式建筑物断面的折算斜坡，此折算斜坡的坡度系数为 m_e ；

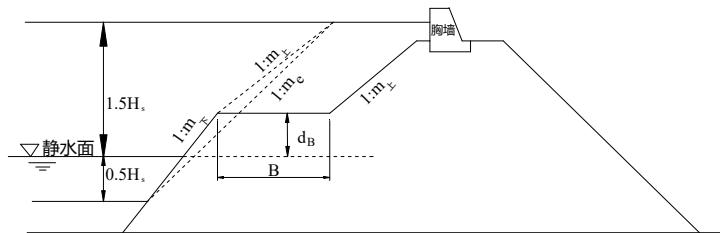


图 C.11-4 单一肩台折算坡度系数 m_e 计算示意图

B —肩台宽度(m); d_B —肩台到静水面的距离(m); H_s —有效波高(m)

(2) 当静水面以下 $0.5H_s$ 到静水面以上 $1.5H_s$ 之间包含多级肩台，各肩台上下坡度不同时，折算坡度系数 m_e 按第(1)项单一肩台方法类推确定；当堤顶坡肩位

于静水面以下 $0.5H_s$ 到静水面以上 $1.5H_s$ 的区间内，胸墙在坡肩以上的高度 H_w 小于 $1.5m$ 时，在计算折算坡度系数和糙渗系数时不考虑胸墙的作用，如图 C.11-5 所示；胸墙在坡肩以上的高度 H_w 大于 $1.5m$ 时，在计算折算坡度系数和糙渗系数时需考虑胸墙的作用，如图 C.11-6 所示。

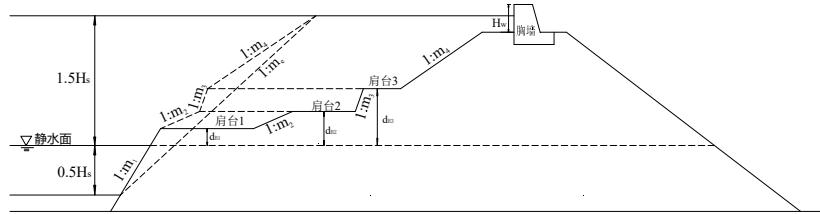


图 C.11-5 3 级肩台折算坡度系数 m_e 计算示意图（不考虑胸墙的作用）

H_w —胸墙在斜坡式建筑物坡肩以上的高度(m)

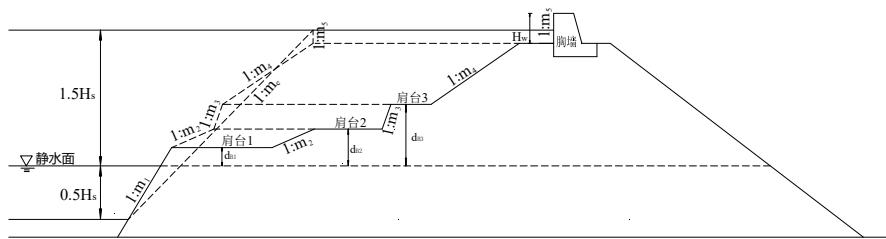


图 C.11-6 3 级肩台折算坡度系数 m_e 计算示意图（考虑胸墙的作用）

C.11.6 带有多级肩台的斜坡式建筑物肩台折减系数 K_b （图 C.11-7）可按下列方法确定：

- (1) 按图 C.11-5 或 C.11-6 的方法计算折算坡度系数 m_e ;
- (2) 按式 (C.11-13) 计算 K_{b0} ，其中式 (C.11-13) 中的 B 为所有参与折减的肩台的宽度之和，即 $B=B_1+B_2+\dots+B_i$;
- (3) 根据每个肩台的 d_{Bi} 按式 (C.11-14) ~ 式 (C.11-16) 分别计算各肩台的折减系数 K_{b1} 、 $K_{b2}\dots,K_{bi}$;
- (4) 对所有肩台折减系数 (K_{b1} 、 $K_{b2}\dots,K_{bi}$) 求加权平均值即得到多级肩台的折减系数 K_b ，即

$$K_b = \sum_{j=1}^i \frac{B_j}{B} K_{bj} \quad (\text{C.11-17})$$

式中 B_j ——第 j 级肩台的宽度(m);

K_{bj} ——第 j 级肩台的肩台折减系数;

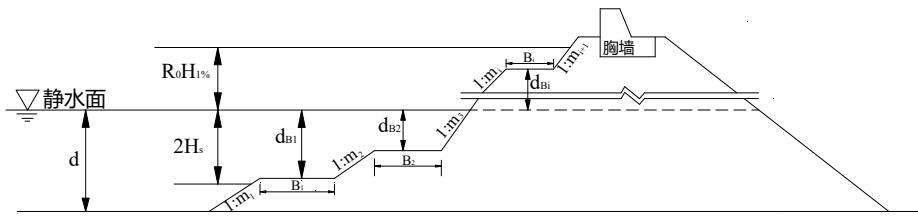


图 C.11-7 多级肩台折减系数 K_b 计算示意图

H_s —有效波高(m); d —建筑物坡脚前半倍波长处的水深(m); i —肩台的级数;
 B_j —第 j 级肩台的宽度(m); m_{j+1} , m_j —第 j 级肩台的上、下坡坡度系数; d_{Bj} —第 j 级肩台到静水面的距离(m), $-R_0H_{1\%}/H_s < d_{Bj}/H_s < 2$

(5) 当堤顶位于肩台折减范围内时, 有胸墙的堤顶坡肩作为肩台计入到肩台折减系数计算中, 无胸墙的堤顶不计入。

C.12 对于多级复合坡结构的海塘塘顶越浪量可按下列规定确定。

C.12.1 如图 C.12-1 所示斜坡式建筑物, 符合下列条件时, 堤顶越浪量可按式 (C.12-1) 和式 (C.12-2) 计算:

- (1) 斜坡坡度 $1:m$, 斜坡坡度系数 $m \leq 7$;
- (2) 建筑物坡脚前半倍波长处的水深 $d >$ 有效波高 H_s ;
- (3) 建筑物前底坡 $i \leq 1/50$;
- (4) 斜坡式建筑物的长度大于 1 倍波长;
- (5) 波浪平均周期 $\bar{T} < 30s$;
- (6) 波向线与建筑物纵轴线法线的夹角 β , $0^\circ \leq \beta \leq 67.5^\circ$ 。

$$m \leq 1.25 \text{ 时, } \frac{Q}{\sqrt{gH_s^3}} = 0.0163 \left(\frac{L_0}{H_s} \right)^{0.5} \frac{R_s}{H_s} \text{Exp} \left(-3.5 \frac{H_c}{R_s} - \frac{7B_w H_c}{R_s^2} \right) \quad (\text{C.12-1})$$

$$m > 1.25 \text{ 时, } \frac{Q}{\sqrt{gH_s^3}} = 0.032 \frac{1}{m} \left(\frac{L_0}{H_s} \right)^{0.5} \frac{R_s}{H_s} \text{Exp} \left[-3.5 \frac{H_c}{R_s} - \left(\frac{3.5B_w}{R_s} + 0.3 \right) \frac{H_w}{H_c} \right] \quad (\text{C.12-2})$$

式中 Q —单位时间单位堤长的越浪量 [$m^3/(s \cdot m)$];

L_0 —以平均周期 \bar{T} 计算的深水波长(m), $L_0 = \frac{g\bar{T}^2}{2\pi}$;

H_s —有效波高(m);

R_s —累积频率为 13% 的波浪爬高(m), 可由式 (C.11-1) ~ 式 (C.11-15)

确定;

H_c ——胸墙顶在静水面以上的高度(m); 当无胸墙时, $H_c=R_c$;

R_c ——堤顶在静水面以上的高度(m); 堤顶在静水面以上时取正值, 在静水面以下时取负值;

B_w ——胸墙的挑檐宽度(m);

g ——重力加速度(m/s^2);

m ——斜坡坡度系数, 斜坡坡度为 $1:m$; 对于带肩台的斜坡式建筑物, m 取折算坡度系数 m_e ;

H_w ——胸墙在斜坡式建筑物坡肩以上的高度(m); 对于堤顶未设置胸墙和全掩护胸墙的断面, $H_w=0$ 。

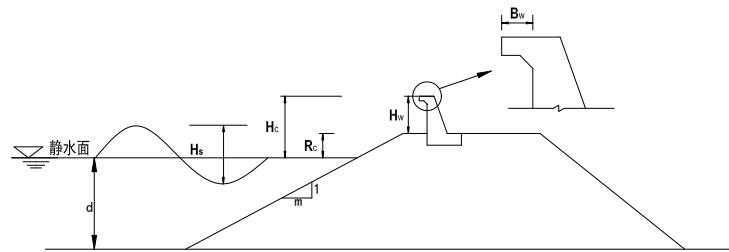


图 C.12-1 斜坡式建筑物堤顶越浪量计算示意图

附录 D

塘脚冲刷分析技术要点

D.1 基本要求

D.1.1 塘脚冲刷设计高程是指海塘防御标准相应水文动力条件下的塘前滩地冲刷高程值。针对同一海塘，不同的防冲条件，其冲刷高程会存在差异。

D.1.2 塘脚冲刷设计高程分析应具备与工程有关的水系分布、水域条件、水文地质、河势演变和冲淤变化等资料。收集的资料应查明其来源、精度、人类活动的影响和存在问题，采用系列应满足可靠性、一致性和代表性的要求。

D.1.3 工程缺乏近塘实测地形资料时，应根据工程需要及时进行近塘地形的测量，比例尺不宜小于 1:1000。对于 1 级和 2 级海塘工程，当缺乏实测水下地形资料时，宜开展定期观测，观测周期不应少于 1 年，年内不少于 4 次，并应包含洪水期和大潮期。

D.1.4 塘脚冲刷设计高程成果应进行历史最低高程、历史最大冲刷幅度、地质资料校核等方法的合理性检查。

D.2 计算方法

D.2.1 钱塘江河口澉浦断面、椒江河口松浦断面、瓯江河口黄华断面、飞云江河口上望断面、鳌江河口狮子口断面等以上河段的河口区，海塘塘前滩地受洪潮动力影响，冲刷问题相对突出，应在工程可行性研究中进行塘脚冲刷分析。

D.2.2 塘脚冲刷研究方法包括实测资料分析法、数学模型方法

及物理模型试验方法。

(1) 实测资料分析方法：运用长系列实测近塘地形资料，结合相应水文动力特征，建立塘脚冲刷与水文动力相关关系，推求设计水文条件下塘脚冲刷高程。

(2) 数学模型方法：通过工程所在河段平面二维水动力泥沙数学模型，计算海塘设防标准相应水文条件下近塘流速、水深参数，运用《堤防工程设计规范》GB 50286 推荐的堤防冲刷经验公式，计算确定设计水文条件下滩地冲刷高程。

(3) 物理模型试验方法：根据物理模型试验相似理论和工程河势变化特点，建立水槽动床模型试验或整体动床模型试验。选择合适模型沙、设计水文条件和初始地形，试验确定设计水文条件下的滩地冲刷高程。

D.2.3 河口区海塘塘脚冲刷重点关注区段之外塘段为一般关注区段，应采用实测资料分析及数学模型方法两种方法进行分析论证。河口区弯道凹岸段、深槽贴岸段及水流条件复杂河段等海塘塘脚冲刷重点关注区段（详见表 D.1 和图 D.1-D.5），宜综合物理模型试验方法进行分析论证。

D.2.4 除河口区外的其它沿海海塘，当存在冲刷问题时，应遵照本规定开展塘脚冲刷分析。

表 D.1 各河口区重点关注区段列表

河口区	重点关注区段
钱塘江河口	北岸：之江防洪堤、四格顺坝、乔司三号大堤、盐仓标准塘、海宁秧田苗-塔山坝段、尖山围垦西顺堤。 南岸：西江塘闻堰段、九上顺坝、九乌大堤，萧围东线、绍围口门丘段北线海塘、上虞世纪新丘北堤
椒江河口	北岸：涌泉堤塘、玉岘堤塘、台电厂堤塘
飞云江河口	北岸：滨江防洪堤（三期）、滨江防洪堤（四期）
瓯江河口	北岸：乌牛堤防、灵昆北口防洪堤（陡门至黄华段） 南岸：鹿城区瓯江绕城高速至卧旗山段防洪堤、江滨路防洪堤、龙湾西片标准堤塘 环岛：江心屿南岸西园和景区防洪堤
鳌江河口	龙港西北塘（朱家站闸下游弯道段），鳌江海塘钱仓段（码头沙场-山垟村），龙港东塘（沿江码头（鳌江一桥下游 1km）-流浦村），鳌江海塘镇区段（雁门村-鳌江渡口），龙港东塘（龙港货运码头-龙达石化）

图 D.1 钱塘江河口海塘脚冲刷分区图

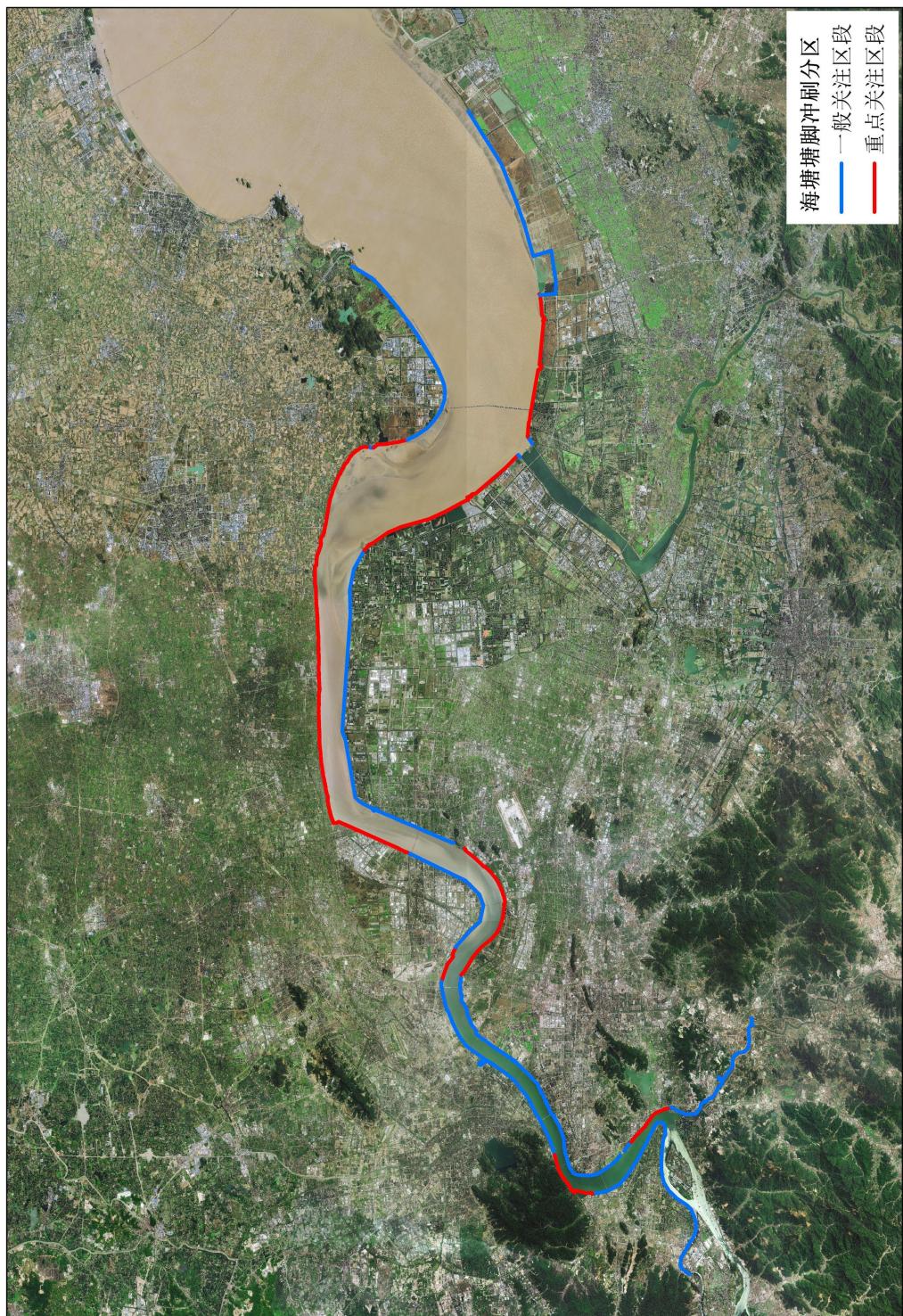


图 D.2 椒江河口海塘脚冲刷分区图



图 D.3 鄱江河口海塘脚冲刷分区图

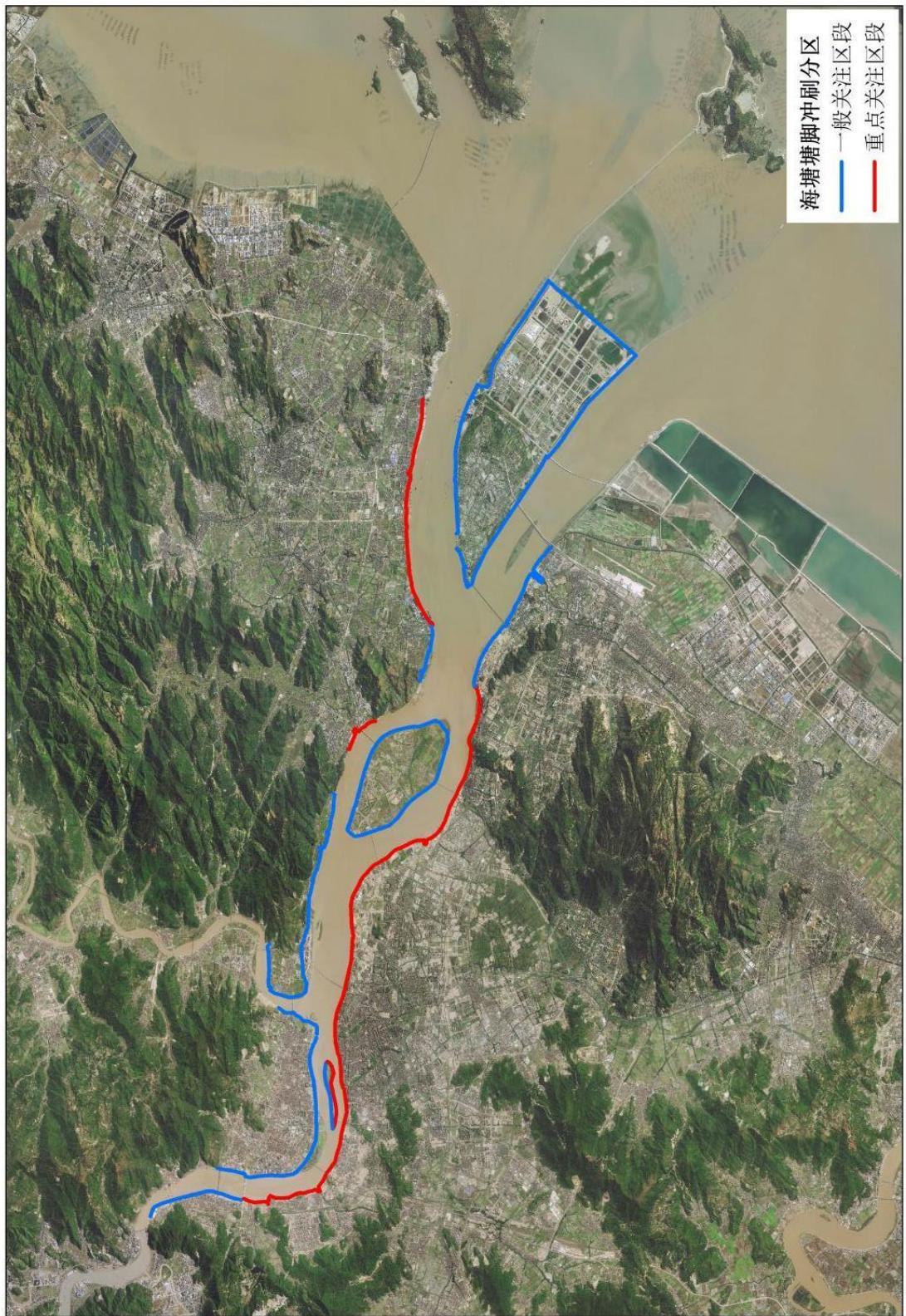
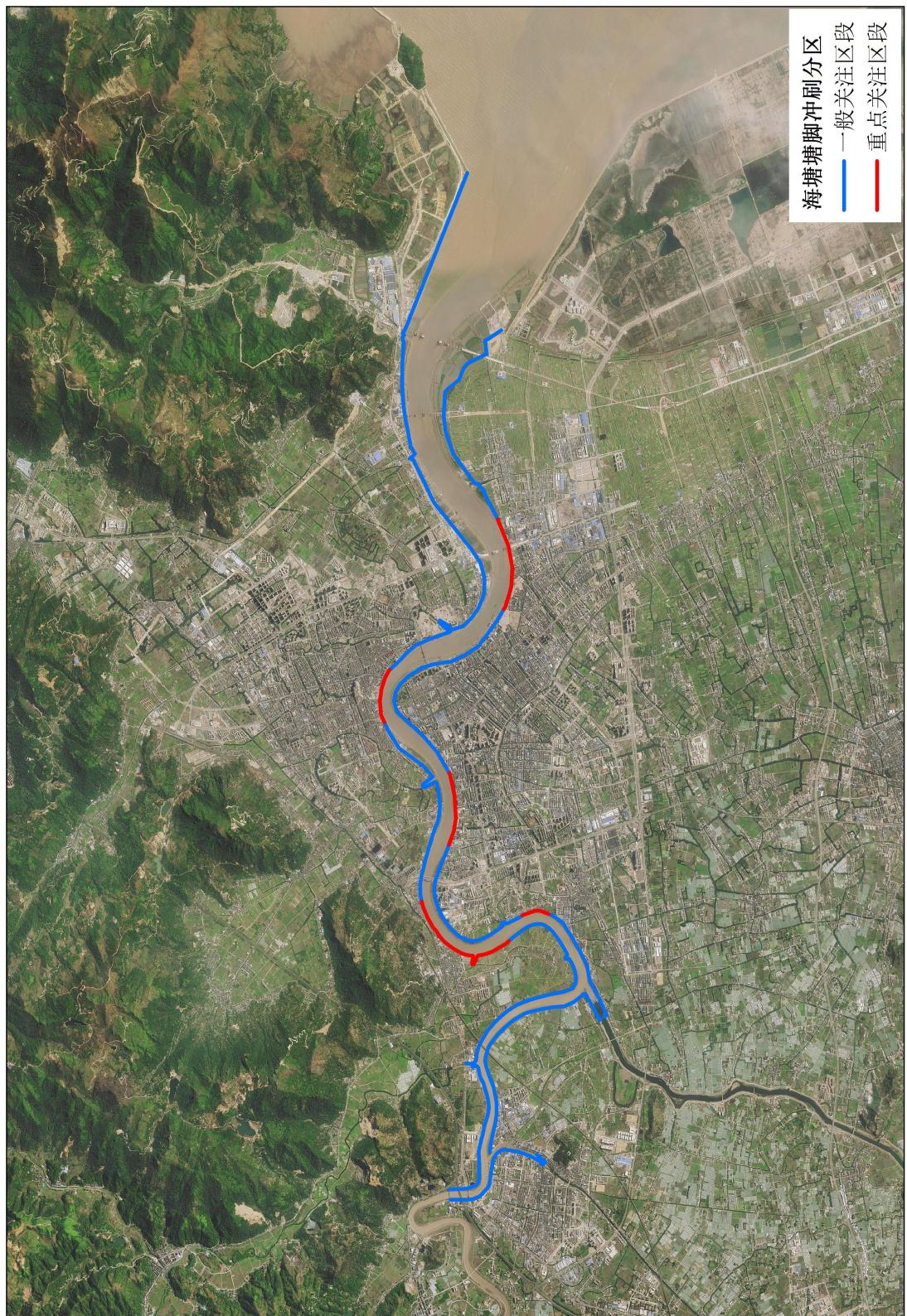


图 D.4 飞云江河口海塘脚冲刷分区图



图 D.5 鳌江河口海塘脚冲刷分区图



附录 E

海塘沉降分析和控制技术要点

E.1 采取分层总和法进行最终沉降计算时，要综合区域内已建海塘沉降实测数据或沉降预留经验，合理确定修正系数 m 的取值。对于软土地基 m 可采用 $1.3\sim1.8$ 。当下卧软弱土层厚度 $\geq 30.0m$ 时，压缩层计算厚度要求计算至附加应力为自重应力的 0.05 倍处。

E.2 海塘的沉降按其建设运行的发生过程可分为施工期沉降和工后沉降。海塘合同工程完工验收时，海塘各部位的高程应高于设计高程加上该部位工后预留沉降量的高程。海塘预留工后沉降量的计算时间可取合同工程完工验收后 15 年，重要海塘预留工后沉降量的计算时间可酌情延长。海塘整体稳定计算应考虑预留超高的工况。

E.3 工后预留沉降量应在设计施工图纸中初步明确，在施工单位预留沉降施工前，必须召开由建设、质检、设计、监理、施工及原位监测单位共同参加的预留沉降量调整的专题会议。设计和原位监测单位应在会前根据海塘实际加荷过程、施工工期变化、分段施工情况以及原位监测数据等进行预留沉降量的反演计算修正，必要时会议可邀请专家共同商量确认。会后设计单位应根据专题会议的要求和反演计算的结论提交海塘分段预留沉降量调整确认的设计变更联系单。分段预留沉降量应包括工后预留沉降量和开始施工至完工时的施工期沉降量两部分。施工单位必须按设计变更联系单进行预留施工。

E.4 加固、改扩建的海塘设计实施中，海塘的沉降量除考虑新增荷载引起的沉降外，还应特别重视老塘的残余沉降问题。残余沉降可通过运行期沉降观测结果结合不同时期的地基勘察成果对比情况进行推算。

E.5 穿堤建构筑物（闸、泵站、涵洞、管道等）与海塘的连接部位，因结构型式和地基处理的方式不同而成为沉降变形的敏感区域，设计阶段应计算分析穿堤建构筑物交接面的差异沉降量，并采取减少差异沉降变形的衔接过渡措施。差异沉降控制可采取下列措施：

E.5.1 地基处理措施：交接段海塘的基础采取真空预压、堆载预压以及真空联合堆载预压处理，也可采取长短桩、刚柔性桩组合的复合地基处理等；

E.5.2 结构措施：交接段海塘采用空箱、轻型混凝土等轻型结构，也可采取延长交接过渡段长度等措施；

E.5.3 施工措施：调整施工程序与进度，减少工后沉降变形差异。

附录 F

安全监测技术要点

F.1 海塘工程安全监测应涵盖海塘工程施工、运行各阶段，监测仪器的布置应考虑到施工埋设，运行管理和维护的便利，并保证在恶劣气候条件下仍然能进行必要项目的监测。施工期监测设施应与运行期监测设施相结合，运行期监测宜以自运化监测为主。同时，海塘安全监测内容及监测要求应符合《海堤工程设计规范》GB/T 51015 和《海塘工程管理规程》DB33/T 596 规定。

F.2 总体布置原则。根据浙江省水利工程标准化管理要求，以及海塘相关观测技术规程、规范，海塘工程监测主要内容包括以下方面（但不限于此）：

- (1) 塘身沉降、位移；
- (2) 水位、潮位；
- (3) 塘身浸润线；
- (4) 表面观测（包括塘身塘基范围内的裂缝、洞穴、滑动、隆起及翻沙涌水等渗透变形现象）。

海塘淤泥质土、砂性土等软弱地基软土厚度在 4m 以上的 1 级～3 级以上海塘工程，应设置以下一般性监测项目，海塘淤泥质土、砂性土等软弱地基软土厚度在 4m 以下或为砂砾石等承载力较高的 1 级～3 级以上海堤工程，以及 4 级以下海塘可作适当简化。

F.3 施工期主要工作内容和布置

F.3.1 一般性监测断面：沿海塘轴线每隔 300m 布置 1 个一般

性监测断面，根据堤身结构布置3~5个地表沉降测点和1~2个位移边桩。单段海塘至少布置3个一般性监测断面。

F.3.2 专门性监测断面：沿海塘轴线每隔1km布置1个专门性监测断面。单段海塘至少布置1个专门性监测断面。每个专门性监测断面主要工作内容如下：

(1) 海塘垂直位移（地表沉降测点）（必测）：每个断面布置3~5个点；

(2) 海塘表面水平位移（位移边桩）（必测）：每个断面布置1~2个点；

(3) 海塘深层水平位移（测斜管）（必测）：2孔，测斜管管底进入持力层；

(4) 海塘浸润线（水位管）（穿堤建筑物必测，其余选测）：穿堤建筑物两侧接触面位置，穿堤建筑物防渗墙上、下游各布置1~2个测点，下游坡面及坡脚位置各布置1个测点，共布置4个测点；

(5) 深层垂直位移（分层沉降）（选测）：3孔，管底进入持力层；

(6) 渗透压力（孔隙水力孔）（选测）：3孔；

(7) 十字板强度（十字板孔）（选测）：3孔。

F.4 运行期主要工作内容和布置

F.4.1 一般性监测断面(可结合施工期)：沿海塘轴线每隔300m布置1个一般性监测断面，根据堤身结构布置3~5个地表沉降测点。单段海塘至少布置3个一般性监测断面。

F.4.2 专门性监测断面（自动化监测断面）：沿海塘轴线每隔2km~5km布置1个专门性监测断面。单段海塘至少布置1个专门

性监测断面。每个专门性监测断面主要工作内容如下：

(1) 海塘表面位移(必测, 自动化监测)：每个断面布置1个点(根据监测精度要求, 可选用水平位移精度 $\pm 2.5 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ ppm}$, 垂直位移精度 $\pm 5 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ ppm}$ 以内的GNSS高精度卫星定位测点进行监测, 每 3km 配置1个基站测点)；

(2) 海塘深层水平位移(测斜管)(必测, 自动化监测)：1孔, 埋设固定式测斜仪和一体化测站实现无线传输, 测斜管管底进入持力层；

(3) 浸润线(水位管)(除采用低渗透性高饱和淤泥质土填筑的闭气土方区域外的海塘塘身、穿堤建筑物及塘身薄弱的必测, 其余选测, 自动化监测)：穿堤建筑物两侧接触面位置, 穿堤建筑物防渗墙上、下游各布置1~2个测点, 下游坡面及坡脚位置各布置1个测点, 共布置4个测点。埋设自记式水位计和一体化测站实现无线传输。

F.4.3 钱塘江河口、瓯江河口、椒江河口、飞云江河口、鳌江河口等海塘塘脚冲刷重点关注区段(详见表D.1和图D.1-D.5)的滩地变化情况, 每季度进行一次人工观测; 其他的滩地冲刷变化情况, 每年度进行一次人工观测。

附录 G

数字化建设技术要点

G.1 总体要求

G.1.1 按“安全、实用”的总体要求，以保障海塘安澜工程安全高效建设和运行、提高智能化运行管理水平为根本原则，贯彻“开放、共享、服务”的理念，统筹工程及其空间的定位和需求，开展海塘安澜工程数字化建设。

G.1.2 工程数字化的开发建设不应以增加工程运行维护工作量为代价，同时避免将系统建成单纯的线上展示系统。

G.1.3 海塘工程各类监测监控设施布置，应充分考虑区位环境条件，对易受破坏的设施，应在设施材质、布置位置合理性、保护措施等方面充分进行设计考虑，保障管理设施安全。

G.1.4 信息系统建设实施要与工程建设进度、管理需求做好衔接，整体数字化建设应与海塘工程建设同步验收、同步投入运行，其中建设期管理相关建设内容应在建设过程中发挥作用。

G.1.5 海塘安澜数字化设计应满足《水利水电工程项目建议书编制规程》（SL/T 617—2021）、《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL/T 618—2021）和《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL/T 619—2021）等各阶段编规规定的章节排布及深度要求。

G.1.6 信息系统应按照浙水安澜综合应用“五统一”（统一用户、统一门户、统一数据、统一地图、统一安全）的建设要求进行

设计和实施，海塘数字化建设总体应与各级水管平台建设做好衔接，建设期数字化建设应与标化文明工地建设、建设管理数字化应用等相关要求做好衔接，运行期数字化建设应与水利工程标准化管理、水利工程三化改革、运行管理数字化应用等相关要求做好衔接。

G.1.7 推行 BIM 技术在工程建设、运行等各阶段的应用，I 级海塘应全面采用 BIM 技术开展数字化建设，重要城镇段、存在规模以上交叉建筑物、地质条件或其他安全性影响因素较复杂、古海塘等特殊塘段、景观生态结合性较高、存在其他复杂交叉设施（桥梁、管线等）等塘段应积极使用 BIM 等数字化技术，其他塘段因地制宜使用 BIM 等数字化技术。

G.1.8 应利用先进的传感、定位、视频、遥感等技术，提升对自然对象、工程对象及工程管理活动等透彻感知能力，鼓励推进电子签章、大数据、人工智能等前沿技术的深度融合。

G.2 监测监控

G.2.1 为保证监测监控体系的完整性，应逐项说明各监测监控要素的需求分析、现状分析、共享路线、建设内容等。

G.2.2 监测监控设备选型须考虑先进性、实用性、稳定性、市场竞争公平性等因素。

G.2.3 水文要素监测。

水文要素监测设施建设应与水文防汛“5+1”工程建设做好统筹衔接，根据现状监测站点布局进行深入分析，因地制宜补充建设相关测站，同时充分发挥设施共建共享优势，确保工程具备雨量、内河水位、潮位等完善的水文要素监测体系。

结合工程定位和特点，与海洋、气象、环保等部门深入协作，

打通潮（水）位、风、浪、泥沙、水质、盐度、降雨等要素监测数据链路，丰富监测要素。

水文要素监测应满足浙江省水文管理中心对水文数据传输、汇聚、管理的要求，重要监测站点可考虑增加雷达、超声波等监测手段、结合北斗等通信技术，实现双测双通保障。

G.2.4 工程安全监测。

海塘工程安全监测数据采集、汇集、管理、及相关应用应做好与数字化建设成果的统筹。

G.2.5 视频监控。

海塘工程实现视频监控全覆盖，对易受风暴潮正面袭击的重点区域和主要城市段的海塘实现视频图像监控全覆盖，每 500 米布设一个视频监控点；其他塘段每 1 公里一个视频监控点；对存在遮挡、弯曲度较大等情况的塘段，以及海塘道口、建筑物等部位，根据实际情况适当加密；对于采用高杆，并结合高分辨率视距远的监控设备，可根据实际适当减小监控点位密度；视频监控图像分辨率不低于 1080P，应通过前端采用智能化设备或采用后台智能分析软件，实现视频监控图像智能分析，可与各类监测、预警设施进行联动，并做好与公安系统的相应用对工作。

视频监控历史数据存储时长不小于 1 个月，重要事件（包括但不限于台风过程、洪潮过程、应急抢险过程等）视频历史数据应单独整理永久性保存。

应根据视频图像质量及点位数据，设计复核传输带宽，对于单个工程监控点位超过 20 个的传输带宽按照 20 个点位同步传输计算带宽，少于 20 个点位的按照实际点位数量同步传输计算带宽。

视频监控点位配套建设语音预警设施；按照一杆多用原则，视频监控立杆与语音预警设施、路灯等立杆须统筹考虑，并与整体景观匹配。

G.2.6 远程自动化控制

II 级及以上海塘沿线水闸、泵站、闸站等全覆盖，其它等级的参照执行。

按照集中远程控制目标要求进行设计，远程控制系统层级及控制权限设置应与管理体系、管理职责权限相配套，其中区县一级应具备对辖区内海塘沿线控制对象远程控制能力，根据管理职责常规情况下区县级只启用监视功能。

远程自动化控制系统应实现与其他管理数字化建设内容的联动，包括但不限于工程及设备安全、调度运行分析等相关内容，相关模块触发事件，远程自动化控制系统具备事件联动自动应急处置能力。

G.2.7 工程建设安全生产监控

G.2.7.1 安全生产监控设施建设应充分考虑永临结合。

G.2.7.2 人员管理

人员管理应覆盖高潮位以下施工区域的所有作业人员和管理人员，技术手段可采用智能安全帽等终端设备，实现人员实时定位、安全帽的佩戴情况、危险情况进行监控和报警。

人员管控数据包括但不限于人员坐标位置信息、历史行为轨迹、基站位置信息、预警信息等，并支持数据共享服务。

人员定位系统应覆盖整个海塘工程施工作业区域，安全帽定位基站要求精度≤3 米。

G.2.7.3 机械管理

机械定位应覆盖高潮位以下施工区域内作业的主要投入机械（以工程实际关注的施工机械为准），可通过机械定位芯片等技术对危险作业区域内施工机械定位、危险情况进行监控和报警。

机械定位数据包括但不限于机械实时坐标位置信息、历史行为轨迹、基站位置信息、预警信息等，并支持数据共享服务。

机械定位系统应覆盖整个海塘工程施工作业区域，安全帽定位基站要求精度≤6米。

G.2.7.4 混凝土拌合站管理

混凝土拌合站（自拌混凝土）结合施工现场实际使用需求进行布设，实现对拌合站的混凝土生产质量实时监控、超标预警、超标处理、数据分析统计。

混凝土拌合站监控数据包括但不限于施工部位、时间、配合比、强度等级、方量、车辆编号、塌落度、原材料名称、原材料用量等，并支持数据共享服务。

G.2.7.5 环境管理

环境监测要求涵盖所有施工工区的生活办公区以及可能受到本工程施工影响的居民区。

应实现对施工作业区噪声和扬尘指标等的实时监控，同时前端监测系统可联动喷淋除尘设备降低工地扬尘。

环境监测数据包括但不限于扬尘（PM2.5、PM10）、噪声、大气温湿度、风速风向等，并支持数据共享服务。

G.2.7.6 视频监控

视频监控应覆盖主要生产管理区、施工作业区、工区及管理区

出入口；施工作业区外部人员密集度较高区域及与主要交通道路临近或交叉的，且未进行工区封闭的，应适当进行监控点位加密，并配套预警设施，同时配套相关智能分析功能。

视频监控传输带宽计算要求与永久视频监控计算方式一致；其他监测数据传输带宽按照实时传输计算带宽。

视频监控存储原则上不少于一个月，施工作业区内视频监控存储应从工程实施全过程记录的角度进行历史数据存储。

G.3 网信能力

G.3.1 网信能力建设应进行分区配置，涉及远程自动化控制相关的划分为控制区，业务管理相关的划分为管理区，对公众发布或其他对外相关的划分为外网区；对于单个工程建设内容中无对应相关分区需求的，可减少分区。

G.3.2 针对每个分区，分别计算分析数据运算、存储能力需求，按照需求分析结果配置计算及存储资源，同时在满足等保要求下应充分考虑跨网区数据交互需求。

G.3.3 原则上当地政务云等能满足应用需求的宜采用政务云模式。

G.3.4 对于有特殊需求的或有工业控制数据中心建设需求的，应以基础设施集约化建设原则，考虑以区县为单位建设，并考虑可扩展性，为区域水利行业其他数字化基础设施需求提供基础。

G.4 网络安全

G.4.1 应根据等保 2.0 要求建立完善的网络安全保障体系，按照“一个中心，三重防御”的思想进行技术和管理建设，建设内容包括但不限于安全物理环境、安全通信网络、安全区域边界、安全

计算环境、安全管理中心、安全管理制度、安全管理机构、安全管理人员、安全建设管理、安全运维管理。

G.4.2 应按照“统筹规划、风险可控、分区分域”原则，明确整套信息化系统的分区、分层、及其边界的安全防护设计方案及技术要求。

G.4.3 工业控制区应单独设置工控网络安全分区，按照安全等保三级要求进行配置，部署针对性防护措施，加强工业装置装备、主机、智能终端等设备安全接入和防护，强化控制网络协议、工业软件等安全保障。

G.4.4 管理区及外网区应按照二级等保要求配置网络安全防护设备。

G.4.5 设备所在机房应按照安全等保相关要求进行设计和建设。

G.5 智慧应用

G.5.1 建设模式

管理应用建设分统建及自建模式，省级统建海塘安澜建设运行管理数字化应用，内容涵盖建设期、运行期相关基础功能应用，用户体系覆盖到省市县级水行政管理部门、建设项目法人、工程运行管理责任主体等。

项目法人、工程运行管理责任主体有内部协同管理需求的，相关应用由工程自行建设，并做好与省统一业务应用的对接；差异化较大的专业分析、BIM 建模相关内容及配套应用功能开发，采用工程自建模式，相关数据分析成果与省统一业务应用做好对接。

G.5.2 设计要求

工程数字化设计中应着重考虑省统一业务应用数据获取实现，

进行深入分析提出工程数据管理方案，并将建设过程中工程数据管理产生的费用纳入工程投资。

自建应用应进行完整的功能设计，并着重分析设计与省统一业务应用衔接关系，包括但不限于用户体系的延伸关系、数据互联互通实现、应用功能联动等。

G.5.3 建设管理应用

总体建设内容应以施工现场管控、建设业务协同，数字化档案管理、专业监测分析等内容为核心业务，根据实际情况可针对性开展大数据可视化、三维虚拟仿真等相关内容建设；鼓励在项目法人自建内部协同的相关应用，全面实现线上管理、无纸化办公、电子签章等功能，提升工程建设数字化水平。

G.5.3.1 进度管理

进度管理应涵盖施工计划、实际进度、计划调整等功能。通过实际进度与施工计划进行对比分析，采用横道图、统计图表等方式，实现进度跟踪、动态展示、目标对比、偏差调整，对施工进度实现全面管控。

G.5.3.2 投资管理

投资管理应涵盖投资计划、投资进度、资金到位、进度款报审、资金支付等功能。基于项目合同，对工程投资完成情况和各类合同的资金支付情况进行管理。

根据省统一业务应用系统需求，提供每月的工程投资进度数据，包括工程部分、专项部分、征地移民补偿的投资完成情况和形象面貌描述等。

G.5.3.3 质量管理

质量管理应涵盖项目划分、质量检测、质量检查、质量缺陷备案、质量评定与验收等功能。结合手机移动端，实现质量检查问题提出、整改、反馈，线上闭环，实现对各质量问题的跟踪与追溯。

对接省质量检测平台检测报告，掌控项目检测情况。

基于项目划分，结合工程建设模式，通过流程配置实现单元、分部、单位工程线上质量评定与验收及其资料管理。

根据省统一业务应用系统需求，提供包括重要隐蔽及关键部位单元、分部工程、单位工程、中间机组启动、合同工程完工等验收数据，以及有关佐证材料。

G.5.3.4 安全管理

安全管理应涵盖安全检查、安全台账、危险源管理等功能。建立安全台账目录，实现建设、监理、施工三方安全台账线上管理。

结合手机移动端，实现安全检查和危险源检查问题提出、整改、反馈，线上闭环，实现对各安全问题和事故隐患的跟踪与追溯。

根据省统一业务应用系统需求，提供工程安全专项方案数据和方案资料，包括基坑支护、降水工程，土方和石方开挖工程，模板工程及支撑体系，起重吊装及安装拆卸工程，脚手架工程，拆除、爆破工程，围堰工程，水上作业工程，沉井工程，临时用电工程等。

G.5.4 运行管理应用

总体建设内容应以多元监测分析、防洪调度支持、日常运维管理等为核心业务，根据实际情况可针对性开展大数据可视化、工程数字孪生等相关内容建设；鼓励在工程管理责任主体自建内部协同的相关应用，利用AI识别、知识图谱、数值计算等技术及手段，提升工程运维数字化水平。同时可根据工程特色，开展“安全+”

智慧应用设计和建设，提升公众服务能力。

G.5.4.1 多元监测分析

整合水雨情、工程安全监测、视频监控等实时监测监控数据，对各类数据进行动态分析和应用挖掘，实现监测点位管理、实时数据查询、统计分析、异常预警等，有条件的可进一步开展故障诊断、分析评价等。

G.5.4.2 防洪调度支持

结合实时水雨潮情及调度规则，对于可调控节点工程，按照规范流程执行调度操作任务，实现防汛形势预判、操作指令下达、联动预警、调度过程跟踪及记录等功能。

G.5.4.3 日常运维管理

根据工程运行管理规程、工程管理模式、工程人员配置等，覆盖工程全部运维事项，实现所有运维事项的闭环化管理，为运维痕迹（台账、记录）提供全过程留存，实现工程检查、维修养护、应急管理、设备管理等功能。

G.6 其他设施

海塘工程可结合后续工程管理需求，配备水下地形及冲淤监测设备、无人机等，相关设备应以工程管理单位为单元进行配置。

海塘运行期数字化建设可根据海塘管理需求、海塘功能定位及岸带空间发展需求等，配套完善网络通讯、配电设施等基础设施建设；鼓励工程实施过程中结合区域发展需求，通过多部门协作推动海塘岸带空间 5G 基站、物联网基础设施、充电桩等新型基础设施建设。

对于景观、文化等要素融合度高的塘段，以及主要城市段的海

塘，可配套建设宣传大屏系统、智慧化交互节点，节点宜设置在景观、文化等节点或其他人员密集区域；根据区域实际，可因地制宜设置海塘数字化展厅或海塘数字化博物馆等。

附录 H

生态修复和保护技术要点

H.1 根据海塘所处的区域海岸自然环境、相关规划等，海塘布置应尽可能遵循海岸原有走势与岸线形态，保留和修复原有海岸植被。生态修复和保护设计主要开展塘前岸滩防护、塘身断面生态化、塘后生态空间营造，适时构建塘内侧防护林、湖泊湿地、塘外高滩湿地、近岸动物栖息繁衍地、规模化植物群落等多条带的生态廊道。

H.2 岸滩防护

H.2.1 海塘工程应根据塘前滩地冲淤、潮汐、波浪等因素，采取相应的措施恢复岸滩原始形态、防止岸滩侵蚀。

H.2.2 对塘前废弃或者影响海塘安全和海岸生态功能的近岸构筑物应清理整治，通过拆除违法养殖塘、废弃临时堤坝等设施，恢复海塘岸滩原生形态，改善水动力环境条件，恢复和提升岸滩生态功能。对现状淤积严重，需恢复原始地貌的岸滩，应进行岸滩清淤疏浚整治，改善岸滩冲淤环境，改善近岸水环境质量和生态功能。原有工程影响砂质岸滩稳定的，应进行养护，有条件的地区可设置人工沙滩。

H.2.3 对于受波浪、水流、潮汐作用可能发生或已发生冲蚀破坏的侵蚀性岸滩，应在充分收集历史资料和分析海岸侵蚀原因的基础上，采用工程措施、生物措施或两者相结合的防护措施防治岸滩侵蚀。防护范围和措施应满足海塘稳定安全的要求，必要时可通过模型试验分析论证确定其防护范围和措施。

H.2.4 工程措施主要有修建丁坝、顺坝（离岸坝）、丁顺坝组合运用及抛石促淤等；生物措施主要包括潮间带植被恢复和生物礁体营造。工程措施与生物措施可相互结合，先通过工程措施营造堤前生境，再采用生物措施保滩防护。同时，防护措施应充分考虑与周边环境的协调性，兼顾生态需求，优先选择自然恢复为主的技术方法。

H.2.5 以潮（洪）流为主要侵蚀动力的岸段，宜筑丁坝。以风浪为主要侵蚀动力的岸段，宜筑顺坝。但顺坝应辅以丁坝（隔坝），以防止岸滩冲刷形成沿岸潮沟。

H.2.6 生物措施的研究与确定，应针对塘前岸滩开展生物多样性调查，重点掌握潮间带大型底栖生物、植被物种分布和群落特征，评价生物措施的适宜性，分析生境营造、植被修复、生物礁体等措施的科学可行性。

H.2.7 岸滩防护植被选取应重点考虑盐度、温度、潮汐、风浪等环境要素，优先种植喜水、耐盐、抗风力强的本土植物。我省可选择的植被物种主要有适宜在风浪较小的中潮滩及以上区域生长的海三菱藨草、红树物种秋茄等，适宜在高潮滩及以上区域生长的栓柳、盐地碱蓬、芦苇、木麻黄等。

H.3 塘身断面生态化

H.3.1 塘身防护应从安全、生态和功能等方面综合考虑，因地制宜地采用生态格栅、生态护面、植被护坡等生态措施。

H.3.2 塘身填筑材料应体现生态和景观需求，宜采用生物类、天然石料类等绿色环保、生态友好的建筑材料，增加坡面孔隙率和粗糙度，利于植物生长和藻类、贝类附着，促进生物多样性恢复。

H.3.3 塘脚及镇压层生态化改造可采取下列措施:

(1) 在不危及塘脚和基础安全的前提下，镇压层前沿水下可采用人工鱼礁、贝壳+块石等生态设计，为鱼类、贝类等提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所。

(2) 宜选用高孔隙率且具有一定粗糙度的天然块体作为镇压层结构材料，构建适宜海洋生物附着的栖息地。

H.3.4 迎水坡生态化改造可采取下列措施:

(1) 对于受海流、波浪影响较小的堤段，塘前滩地基本稳定且呈现淤涨趋势，经稳定论证，迎水坡可采用植物护面，宜选取防风抗浪、耐盐碱的本土植物物种进行种植和养护。迎水侧存在多级平台的，可因地制宜地构建灌草结合、多种群交错的梯度布局，逐级设计植物种植带。

(2) 对于受海流、波浪影响较大，不具备植物护坡条件的堤段，在加强护面结构强度的前提下，可抛设如干砌块石等适宜海洋生物附着生长的材料，培植贝、藻生物，营造护面生物群落。

H.3.5 塘顶生态化改造可采取下列措施:

(1) 结合功能需求，塘顶宜采取植被种植、绿道系统建设等措施构建生态廊道，满足休憩、亲水、娱乐、观景等需求。允许部分越浪的海塘，堤顶应满足抗冲的要求。

(2) 堤路结合并有通车要求的塘顶，应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37、《城市道路绿化规划与设计规范》CJJ75 的规定。

(3) 防浪墙应根据结构形式，结合迎水坡生态建设措施，在满足防浪功能的基础上，可适当采用植被复绿等措施，丰富防浪墙功能。

H.3.6 背水坡生态化改造可采取下列措施：

(1) 在满足稳定及防渗要求的前提下，背水坡应采取生物措施，充分体现生态、景观方面的要求，并融合海绵城市的建设理念。允许部分越浪的海塘，背水坡应满足抗冲的要求。

(2) 背水坡可采用预置螺母块、混凝土连锁块、雷诺护垫、植物护坡等生态护坡形式，植物种植宜采用本地植物，营造适合当地生态系统的滨海生态景观带。

H.4 塘后生态空间营造。应结合塘后陆（水）域空间，因地制宜建设农田、森林、草地、湿地、聚落型等生态缓冲带。宜林地段应结合海塘防护营造防护林带。城中区、村庄、田野等不同区域宜营造不同的植物风貌，注重群落结构配置和四季色彩变化。

附录 I

水文化建设技术要点

I.1 总体要求

I.1.1 要准确把握总书记关于文化建设重要指示的深刻内涵，充分认识浙江海塘的重要地位，实现“世界海塘看中国，中国海塘看浙江”。

I.1.2 以钱塘江和浙东沿海形成浙江海塘文化精华之“链”，保护传承优秀文化，讲好浙江海塘故事，展现“浙塘”文化魅力，充分展现海塘历史文化的韵味。

I.1.3 要摸清底数，加强海塘物质文化和非物质文化的研究与建设，加强对海塘沿线的文化遗址遗存、非遗和古村镇街区的保护，挖掘海塘的文化、生态、水利、交通、旅游等多重价值，努力把浙江海塘海潮文化带打造成历史文化的传承区、文化创意产业的集聚区、美丽浙江的重要生态带、诗画浙江的靓丽风景线。

I.2 目标手段

I.2.1 发挥钱塘江海塘水文化遗产的经济效益、社会效益和生态效益。重视体现钱塘江海塘地域水文化特质的重要古代海塘史迹、海塘遗产、海塘海潮文化景观、海塘建筑技术、与海塘相关的文化遗产等保护与活化利用。海塘文化属于文化旅游资源，除具有传承、科研、教育、游憩利用价值外，还具有可供人们将来和子孙后代利用的存在价值、遗产价值和选择价值。将海塘文明汇流成河，充分展现海塘咏史怀古诗般的韵味，走出一条世代传承的海塘文化自信

之路。

I.2.2 海塘文化建设与开发要通过传统与现代手段呈现出清晰的文脉和深厚的内涵，将不同时空的一种或多种海塘文化元素集合在一起，通过科技手段、娱乐项目、景观营造的等方式，解释和传递海塘文化；对旅游者精神生活需求的注重，提供对海塘海潮文化的感性和理性的体验场所。

I.2.3 结合地域风貌和当地民俗风情，塘与潮相结合，打造一批海塘历史文化场馆、公园、教育基地等，从人物雕塑、文物复原、场景再现等方面入手，塑造浙江海塘文化“客厅”形象。

I.2.4 对已经不存在的重点古海塘文化遗产，可考虑进行文化艺术性复原展示。

I.2.5 打造有海塘文化记忆、健康生态等主题的便民休闲设施及互联网+的海塘导视系统。

I.3 阶段过程

各地在海塘安澜工程规划设计中，尤其在规划、项目建议书及可行性研阶段，应有海塘文化的布局及内容。

附录 J

共建共享技术要点

J.1 交通共建共享

J.1.1 海塘建设与公路结合时，宜采取路堤结合方式实现共建共享。对于现状有塘后公路的塘段，采取抬高、拼宽等手段，打造高等级海塘；对于海塘附近有规划公路的，宜优化调整规划线路与塘身结合，达到增加安全性、提高景观性的双重效果。

J.1.2 海塘建设与水运交通结合时，应重视码头前沿与海塘的衔接、应急封闭等，在确保海塘安全的前提下，为陆海连通创造更好的空间和功能。

J.2 绿道建设

J.2.1 新建、加固及改扩建的海塘，应结合省、市以及县（市、区）绿道网规划，因地制宜地设置绿道系统。

J.2.2 海塘生态化建设应优先与规划绿道统筹考虑，绿道设计需符合住房城乡建设部《绿道规划设计导则》及《浙江省绿道规划设计导则》的相关规定。

J.2.3 海塘绿道宜设置在塘顶或塘身内坡，若要设置在迎水坡，其运行管理应符合海塘管理相关规定。

J.3 活力设施建设

J.3.1 在确保安全的前提下，因地制宜地融入亲水、亲景元素，合理开辟亲水惠民的活力空间。

J.3.2 都市区段海塘宜布设开放程度高、融合功能多、体验感好

的滨海滨江公园等。城镇区段海塘布设宜居、宜业、宜游的生态空间，打造特色城市绿廊。郊野段海塘宜布设滩地公园、湿地公园、浴场、钓场、观鸟基地、露营基地等休闲、康养空间等。海塘沿线应配套相应公共服务设施。

J.3.3 有上部建筑的交叉建建筑物应作为构建海塘安澜“风景线”、“幸福线”的重要节点，在建筑物造型、空间划分、设施设备配置等方面结合景观美学、维养管护、便民休憩、文化展示、水利科普、智能体验等功能进行打造。

J.4 产业融入

在符合法律法规和行政管理许可的基础上，结合需求，适当在海塘塘身及护塘地（河）开辟相应的产业服务带（如公共停车场、夜市等经营租赁场地），融入区域经济发展，发挥海塘综合效益。

附录 K

海塘管理技术要点

海塘工程管理设计应贯彻浙江省水利工程管理产权化、物业化、数字化改革相关要求，结合各工程实际情况，参照《堤防工程管理设计规范》（SL/T171-2020）落实落细相关要求。

K.1 管理机制设计要点

海塘工程应遵循“先建机制、后建工程”的原则，在前期报告中明确管理机制。

可研阶段，基本确定工程运行管理机制和管理单位机构设置方案、人员编制，说明管理单位的职责，调查说明工程管理范围内各类资产的产权归属和行政隶属关系。基本确定物业化管理事项及其内容。

初设阶段，明确工程运行管理机制和管理机构设置及人员编制等内容，说明管理单位的职责，复核工程管理范围内各类资产的产权归属和行政隶属关系。明确物业化管理事项及其内容。

对于“安全+”综合功能的海塘工程，应明确由统一的项目建设法人负责建设，由统一的管护单位负责管护，鼓励建设项目法人和管护单位合二为一，鼓励公司化运作。

K.2 工程管理范围和保护范围设计要点

可研阶段，在不缩小已划界海塘管理范围、保护范围的基础上，研究扩大海塘管理范围、保护范围的必要性，并明确管理范围坐标。调查管理范围内各类资产及其产权现状情况，根据征迁、地类变更、管理范围调整等情况，确定管理范围内各类资产及其产权情况，并按照安全、共享、共管原则，分类提出管理要求。

初设阶段，复核工程管理范围和保护范围；复核管理范围内各类资产及其产权情况，并分类细化管理要求。

K.3 管理设施设计要点

可研阶段，确定管理房、物资仓库、涌潮观测站（如有必要）等的位置、面积及用地数量，提出工程管理区规划设计方案；确定工程管理单位辅助生产、办公及生活的用房面积；确定监测设施、视频监控、交通设施、通讯设施、供电设施、消防设施、标识牌及数字化管理设备等设施配置、建设内容，并说明现有设施及使用情况。

初设阶段，对上述管理设施进行设计。明确管理生产生活区建设内容，包括办公用房、生产生活用房、庭院建设、附属设施等。明确安全监测项目、设施，提出维护管理要点和技术要求，应选择稳定可靠、技术先进、实用方便的监测仪器、设备。鼓励采用卫星遥感、无人机、水下机器人、智能巡检等先进技术手段。

K.4 管理事项设计要点

根据工程自身特点建立相应管理制度，明确管理内容、管理要

求。

K.4.1 安全运行设计要点

可研阶段，工程应简述调度运用原则和调度方式。设有沿塘水闸、泵站、旱闸、口门、涵洞、涵管、涵闸等交叉建筑物的，应说明相应交叉建筑物的控制运用方案及所采用的水（潮）位站名称、位置。

初设阶段，工程应确定海塘工程调度运用规程，说明工程主要建筑物和设施的操作运用规程要点。设有沿塘水闸、泵站的，说明相应交叉建筑物的控制运用方案及所采用的水（潮）位站名称、位置；设有沿塘旱闸、口门通道、涵洞、涵管、涵闸等交叉建筑物的，说明在潮水涨落过程或台风影响期间操作的具体要求。

K.4.2 工程观测设计要点

可研阶段，应说明水文监测、工程安全监测等主要设施设备的建设内容，工程应设置水位、垂直位移、裂缝、堤脚冲刷等监测。必要时可增加水平位移、渗透变形、滩地冲淤、固结观测以及其他监测项目。

初设阶段，应核定水文监测、工程安全监测等的设施及设备数量，提出设施及设备的选择与布置原则。分类说明开展的监测项目、监测设施布置、监测频次、监测方法、监测精度等要求。说明开展隐患探测（含水下检查、蚁害检查）的条件及裂缝发现后的工作要求等。

K.4.3 应急管理设计要点

可研阶段，应结合海塘日常管理和应急抢险需要，在工程设计时须设置能满足工程防汛抢险需要的防汛道路、上塘道路、避回车点和抢险堆场等应急抢险设施，以满足机械化抢险要求。

按照共建共享原则，在初设阶段，应设置应急物资储备仓库，可结合辖区内已有应急物资仓库，补充完善工程应急抢险物资。按当地防汛抢险要求及相关规定储备防汛物资或明确防汛物资来源。

K.5 管理保障设计要点

可研阶段，根据海塘工程管理范围、内容、要求等估算管理经费，说明经费来源渠道。管护经费原则上由产权人负责筹集，受益人合理承担。承担公益性任务的水利工程所需运行管护经费，按照海塘工程隶属关系，由同级财政承担，列入本级公共财政预算。经营性部分工程管护经费由产权人或工程经营者自行承担。

初设阶段，根据海塘工程管理范围、内容、要求等、测算管理经费，在工程总体经济评价的基础上，提出工程初期运行和正常运行所需年运行管理费用。借鉴将海塘拼宽与堤后农田改造相结合，盘活海塘资产，拓宽投融资渠道等先进经验，提出多渠道筹集海塘工程运行管护资金的建议，积极推动海塘工程资源化、资产化、资本化。