

广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场  
示范区人工鱼礁建设项目  
施工图设计说明书  
(修定稿)

建设单位：阳江市农业农村局

建设地点：广东省阳江市山外东海域

编制单位：北京大洋碧海渔业规划设计院有限责任公司

编制时间：二〇二二年七月

**编制单位：**北京大洋碧海渔业规划设计院有限责任公司

**报告审核：**王清泉（高级工程师）

**项目负责：**黄 琼（工程师）

**报告编写：**黄 琼（工程师）

蒋耀苇（工程师）

赵亚琴（助理工程师）



# 工 程 设 计 资 质 证 书

证书编号: A111011523

有效期: 至2022年12月27日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

企业名称: 北京大洋碧海渔业规划设计院

经济性质: 全民所有制

资质等级: 农林行业(渔港、渔业工程)专业甲级。

可从事资质证书许可范围内相应的建设工程总承包业务以及项目管理和相关的技术与管理服务。\*\*\*\*\*

发证机关



2017年12月27日

No.AZ0051567

编号: 1 05316535



# 营业执照

(副本) (1-1)

统一社会信用代码 91110106736480211W

名称 北京大洋碧海渔业规划设计院有限责任公司  
类型 有限责任公司(法人独资)  
住所 北京市丰台区青塔村150号  
法定代表人 刘年飞  
注册资本 300万元  
成立日期 2002年03月15日  
营业期限 2019年01月30日 至 长期  
经营范围 工业与民用建筑设计的技术咨询、技术开发、技术服务; 专业承包(未取得《建筑业企业资质证书》前不得开展经营活动); 工程咨询(不含中介服务); 企业管理咨询(不含中介服务); 建筑工程设计; 农林行业(渔业)甲级工程设计; 技术咨询、技术服务; 经济信息咨询。(企业依法自主选择经营项目, 开展经营活动; 依法须经批准的项目, 经相关部门批准后依批准的内容开展经营活动; 不得从事本市产业政策禁止和限制类项目的经营活动。)



在线扫码获取详细信息

提示: 每年1月1日至6月30日通过企业信用信息公示系统报送上一年度年度报告并公示。

登记机关



企业信用信息公示系统网址: [qyxy.baic.gov.cn](http://qyxy.baic.gov.cn)

中华人民共和国国家工商行政管理总局监制

## 名称变更通知

北京大洋碧海渔业规划设计院:

北京大洋碧海渔业规划设计院于2019年1月30日经我局核准, 名称变更为北京大洋碧海渔业规划设计院有限责任公司。

特此通知



# 目 录

第 1 章 设计依据.....	1
1.1 编制依据.....	1
1.2 项目背景.....	4
1.3 建设内容及规模.....	5
1.4 礁区布置.....	6
第 2 章 设计内容.....	7
第 3 章 设计条件.....	8
3.1 自然条件.....	8
3.2 生物资源条件.....	27
3.3 生态旅游资源.....	31
3.4 所在海域海洋牧场基础设施建设现状.....	31
第 4 章 鱼礁单体设计.....	34
4.1 礁体设计要求.....	34
4.2 鱼礁单体方案设计.....	34
4.3 礁体单体结构设计与计算.....	35
第 5 章 单位鱼礁群布置.....	40
5.1 布置原则.....	40
5.2 总平面布置.....	40
第 6 章 礁区布置.....	41
6.1 礁区选址.....	41
6.2 总平面布置.....	42
第 7 章 在线自动监控系统.....	44
7.1 项目概述.....	44
7.2 建设目的.....	44
7.3 设计依据.....	47
7.4 在线自动监控系统监测指标.....	47
7.5 在线自动监控系统布局.....	50
7.6 系统设计技术方案.....	51

7.7 设备主要技术指标要求.....	52
7.8 施工安装及运维.....	62
7.9 其他说明.....	62
第 8 章 辅助设施设计.....	63
8.1 导助航设施.....	63
8.2 礁区陆地警示牌（标示牌和石碑）.....	63
8.3 礁体标志牌.....	64
第 9 章 预制出运场地.....	66
第 10 章 主要材料性能指标.....	67
第 11 章 主要工程数量.....	68
第 12 章 主要施工程序.....	71
12.1 人工鱼礁施工方法及投放工艺流程.....	71
12.2 在线自动监控系统施工方案.....	72
12.3 工期.....	72
第 13 章 施工技术要求.....	73
13.1 总体施工技术要求.....	73
13.2 人工鱼礁施工技术要求.....	73
13.3 环境保护对策措施.....	75
13.4 安全措施.....	76
第 14 章 质量检测标准.....	78
第 15 章 其他.....	79
附件一：工可批复.....	80

# 第 1 章 设计依据

## 1.1 编制依据

### 1.1.1 依据规范

- (1) 《海洋牧场分类》（SC/T9111-2017）；
- (2) 《港口工程荷载规范》（JTS144-1-2010）；
- (3) 《水运工程地基设计规范》（JTS147-2017）；
- (4) 《水运工程混凝土结构设计规范》（JTS151-2011）；
- (5) 《广东省人工鱼礁建设技术规程》（试行）2002 年；
- (6) 《建筑结构可靠性设计统一标准》（GB50068-2018）；
- (7) 《工程结构可靠度设计统一标准》（GB50153-92）；
- (8) 《钢结构设计规范》（GB50017-2017）；
- (9) 《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）；
- (10) 《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）；
- (11) 《人工鱼礁建设技术规范》（SCT9416-2014）；
- (12) 《人工鱼礁资源养护效果评价技术规范》（SC/T9417-2015）；
- (13) 《人工鱼礁建设技术规范》（SC/T9416-2014）。

### 1.1.2 依据文件

- (1) 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》（2015 年 5 月 5 日）；
- (2) 《生态文明体制改革总体方案》（2015 年 9 月 11 日中共中央政治局会议审议通过）；
- (3) 《国务院关于促进海洋渔业持续健康发展的若干意见》（国发〔2013〕11 号）；
- (4) 《国务院关于广东省海洋功能区划（2011—2020 年）的批复》（国函〔2012〕182 号）；
- (5) 《国务院关于广东海洋经济综合试验区发展规划的批复》（国函〔2011〕81 号）；



- (6) 《国务院关于印发中国水生生物资源养护行动纲要的通知》（国发〔2006〕9号）；
- (7) 《关于调整国内渔业捕捞和养殖业油价补贴政策促进渔业持续健康发展的通知》（财建〔2015〕499号）；
- (8) 《关于做好中央渔业油价补贴专项转移支付人工鱼礁建设项目储备申报工作的通知》（农渔资环便〔2017〕318号）；
- (9) 《农业部关于创建国家级海洋牧场示范区的通知》（农渔发〔2015〕18号）；
- (10) 《农业部办公厅关于支持贫困县开展统筹整合使用财政涉农资金试点工作的通知》（农办财〔2016〕50号）；
- (11) 《农业部关于加快推进渔业转方式调结构的指导意见》（农渔发〔2016〕1号）；
- (12) 《农业部关于印发<中长期渔业科技发展规划（2006-2020年）>的通知》（农渔发〔2007〕28号）；
- (13) 《农业部关于促进休闲渔业持续健康发展的指导意见》（农渔发〔2012〕35号）；
- (14) 《国家级海洋牧场示范区名单（第三批）》（中华人民共和国农业部公告第2605号，2017年11月13日）；
- (15) 《中共广东省委广东省人民政府关于充分发挥海洋资源优势，努力建设海洋经济强省的决定》（2012年7月20日）；
- (16) 《广东省人民代表大会常务委员会关于批准省人民政府<关于建设人工鱼礁保护海洋资源环境议案办理情况的报告>的决议》（2014年3月27日）；
- (17) 《转发广东省人大常委会关于建设人工鱼礁保护海洋资源环境的决议的通知》（粤府〔2002〕9号）；
- (18) 《广东省人民政府关于广东省海洋生态红线的批复》（粤府函〔2017〕275号）；
- (19) 《广东省人民政府关于推动海洋渔业转型升级提高海洋渔业发展水平的意见》（粤府〔2013〕67号）；
- (20) 《广东省人民政府关于印发<广东省海洋功能区划（2011—2020年）>文本的通知》（粤府〔2013〕9号）；

(21) 《广东省水生生物资源养护行动实施方案》（粤办函〔2010〕475号）；

(22) 《广东省人民政府办公厅转发国务院办公厅关于进一步规范招标投标活动的若干意见的通知》（粤府力〔2004〕97号）；

(23) 《广东省人民政府印发广东省环境保护规划纲要（2006—2020年）的通知》（粤府〔2006〕35号）；

(24) 《关于下达2018年中央财政渔业发展与船舶报废拆解更新补助资金（渔船报废拆解、更新改造和渔业装备设施建设部分）的通知》（粤财工〔2018〕177号）；

(25) 《关于加强人工鱼礁建设有关问题的通知》（粤海渔〔2007〕151号）；

(26) 《关于人工鱼礁礁体安装和礁区附近设置标志牌的通知》（粤海渔函〔2005〕44号）；

(27) 《关于设置人工鱼礁警示牌的通知》（粤海渔函〔2005〕259）；

(28) 《转发农业部关于创建国家级海洋牧场示范区的通知》（广东省海洋与渔业局，2015年6月2日）；

(29) 《广东省沿海人工鱼礁建设规划（2018—2030）》（报批稿）（广东省农业农村厅，2018年10月）；

(30) 《广东省沿海人工鱼礁建设规划报告书（2001-2010）》（广东省海洋与渔业局，2000年）；

(31) 《广东省水生生物资源增殖放流规划（2016—2020年）》（粤海渔〔2017〕8号）；

(32) 《广东省“十三五”现代渔业发展规划》（广东省海洋与渔业局，2016年）；

(33) 《关于广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目可行性研究报告的批复》（阳发改农经〔2021〕7号）阳江市发展和改革局。

### 1.1.3 依据资料

(1) 《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》；

(2) 《广东海洋经济综合试验区发展规划》；

(3) 《广东省现代渔业发展“十三五”规划》；

- (4) 《广东省海洋环境保护“十三五”规划》；
- (5) 《广东省生态旅游发展规划（2011-2020年）》；
- (6) 《广东省海洋生态环境保护“十三五”规划（2017-2020年）》；
- (7) 《阳江市沿海人工鱼礁建设规划（2002-2011）》（阳江市海洋与渔业局，2000年）。

## 1.2 项目背景

阳江市地处广东省西南沿海，是广东渔业大市。阳江紧邻珠三角，扼粤西要冲，地处南海三省区水陆交通要道，位于“粤西海洋经济重点发展区”核心地带，区位优势突出。海陵岛位于阳江市西南沿海，是国内外不可多得的自然生态海岛，山外东海域紧邻海陵岛。建设阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区，将发挥重要示范带动作用。

阳江港湾众多，海岸风光秀丽，滩广沙洁，沿海生态环境极具多样性，海域饵料生物丰富，是鱼虾蟹贝繁殖生长的理想场所。山外东海域毗邻有“南方北戴河”、“东方夏威夷”和“中国十大最美海岛”之称的海陵岛，成为发展海滨游泳和休闲娱乐观光的天然优良场所。

随着阳江周边沿岸工农业的飞速发展和极强过度捕捞等人类活动对海洋生态的胁迫，给山外东海域生物资源造成重大压力，海洋生态环境已发生很大改变，海底荒漠化，渔业资源衰退严重，优质种类渔获率下降，渔获物小型化、低龄化、低值化明显。另一方面，由于石油价格上涨，渔船捕捞成本增加，捕捞产量抵不上捕捞成本的情况越来越普遍，在多种因素影响下，渔民失业和返贫现象开始出现，表明山外东海域的传统捕捞作业方式，已不适应现代渔业产业发展方向。

发展海洋牧场，已成为我国保护海洋生态环境、养护渔业资源、转型升级渔业产业结构的重要国策。目前阳江山外东海域海洋牧场建设已形成一定规模，经济效益、生态效益和社会效益日益显著，进一步建设的工作基础良好、可行性强。但也存在引导投入不足、整体规模偏小、管理体制不健全等问题。加强广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区建设，重要而紧迫。

表 1.1 广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区选址位置

序号	示范区地理位置		海域面积 (km <sup>2</sup> )
	北纬	东经	
1	21°41'39.988"N	111°58'34.987"E	68
2	21°44'29.993"N	112°03'15.028"E	
3	21°42'29.874"N	112°07'30.039"E	
4	21°39'39.988"N	112°02'49.987"E	

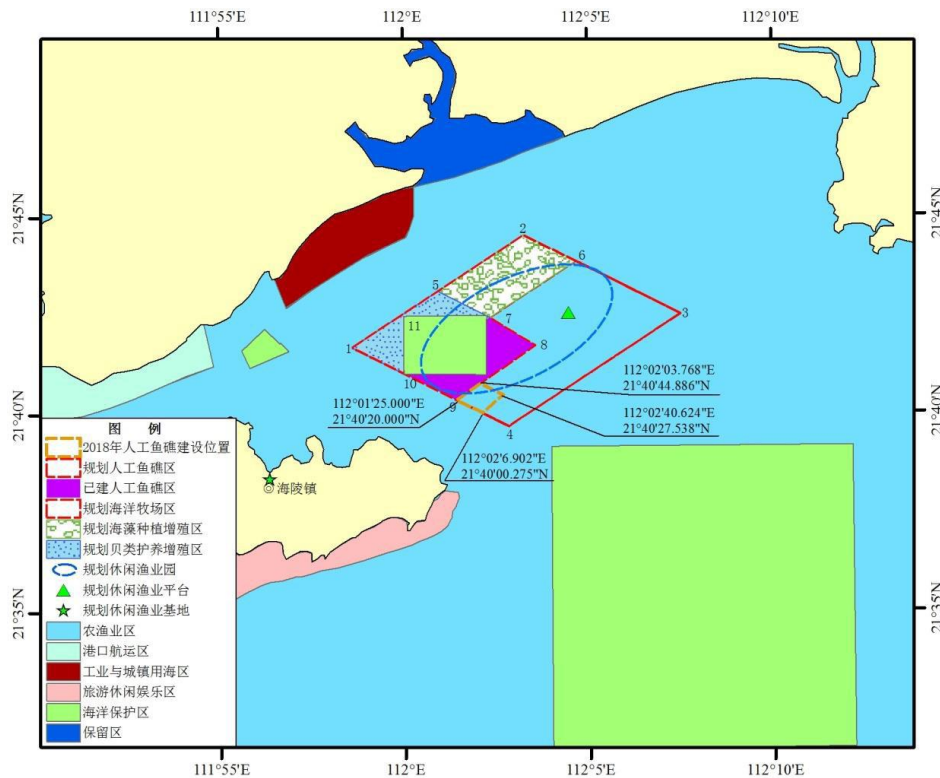


图 1.1 广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区地理位置图

### 1.3 建设内容及规模

广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目总投资为 2600 万元。计划在示范区内建设人工鱼礁区 1 座，预制运输投放人工鱼礁礁体一批，形成礁体总空方量 46656m<sup>3</sup>，覆盖海域面积 1.5km<sup>2</sup>；建设礁区警示浮标 4 座；礁区陆地警示牌（标示牌和标示石碑）2 座；建设礁区在线自动监控系统 1 套。建设规模满足工可立项文件（附件 1）的要求。

## 1.4 礁区布置

### 1.4.1 礁区总平面布置方案

根据水文气象资料，示范区海域潮流长轴方向近似为 NW-SE 向分布，为了尽量发挥鱼礁的最大流态效应，本次礁区整体布置走势呈 NW-SE 向。根据工程区域的水深地形条件以及综合考虑已建工程对本工程的影响，在本次人工鱼礁工程区域内分散布置 4 座单位鱼礁群，采用单一尺寸矩形单位鱼礁群布置，单位鱼礁群长轴与海流涨落潮方向垂直，即单位鱼礁群的最大迎流面与海流垂直，使海流进入单位鱼礁群后马上形成上升流，同时在礁群范围内产生多种形态的涡流，激起沉淀海床的养料，吸引鱼类的群聚。单位鱼礁群尺寸分别为 280m×240m，单位鱼礁群间距为 300~400m。

### 1.4.2 单位鱼礁群布置方案

单位鱼礁群平面尺寸为 280×240m，单位鱼礁群由 13 个鱼礁群组成，鱼礁群间距 20~70m。在单位鱼礁型号的具体选择上着重考虑所放置位置的地形和地质条件，因为礁区平时水深大部分在 10m 左右，所以此次我们设计了较高的礁体来投放，且预留出一定的沉降高度。29~39 个鱼礁单体间隔错落布置组成鱼礁群，同一鱼礁群基本考虑选用同一型号的鱼礁单体布置。

单位鱼礁群鱼礁单体个数为 432 个，其中 156 个 GDS07 礁体、96 个 GDC013 礁体、90 个 GDC006 及 90 个 GDS05 礁体。单位鱼礁群布置顺应海流通过障碍物时的流态规律，使海流进入鱼礁群后马上形成上升流，同时在礁群范围内产生多种形态的涡流，激起沉淀海床的养料，吸引鱼类的群聚。

## 第 2 章 设计内容

我公司负责广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目施工图文件的编制，设计内容主要包括 1728 个构造礁体的陆上制作、陆水运输和水上投放，礁区在线自动监测系统采用政府采购。

## 第3章 设计条件

### 3.1 自然条件

#### 3.1.1 工程地理位置

本项目建设地点在广东省阳江山外东海域。阳江市地处广东省西南沿海，是广东渔业大市。阳江紧邻珠三角，扼粤西要冲，地处南海三省区水陆交通要道，位于“粤西海洋经济重点发展区”核心地带，区位优势突出。海陵岛位于阳江市区西南沿海，是国内外不可多得的自然生态海岛，山外东海域紧邻海陵岛。

本工程建设地点具备广阔的海域条件和良好的岸基与海岛港口条件，可满足示范区人工鱼礁建设的用海需要。

本项目的人工鱼礁建设用海，符合广东省生态红线区要求，符合广东省和阳江市海洋功能区划，与其他功能的用海没有冲突。



图 3.1 工程地理位置图

#### 3.1.2 气象

阳江地处亚热带，属热带季风性气候。夏半年受来自海洋的夏季风影响，温

暖多雨，且受台风影响，暴雨频繁；冬半年受西伯利亚吹来的冬季风影响，干燥少雨，强冷空气可入侵工程区域，偶有霜冻。本项目濒临南海，台风是主要的灾害天气，5~11月是热带气旋发生季节，其中7~9月是热带气旋盛行期。

#### 3.1.2.1 气温

根据闸坡海洋站统计资料，本区域全年气温较高，多年年平均气温为 23.1℃，气温年变幅不大，平均年较差为 5.4℃。最热的月份出现在 6~8 月份，多年月平均气温为 28.2℃以上；9 月次之，多年月平均气温为 27.6℃；最冷的月份出现在 1 月，多年月平均气温为 15.5℃。平均最高气温出现在 8 月份为 31.9℃，平均最低气温出现在 1 月份为 13.2℃，历年最高气温为 36.2℃，出现在 1986 年 09 月 01 日，1983 年 08 月 14 日 1989 年 07 月 16 日；历年最低气温为 4.0℃，出现在 1993 年 01 月 18 日。

#### 3.1.2.2 降水

根据多年统计资料，区域年降水量充沛，累年平均降水量为 1824.3 毫米，年际变化较大，最多年降水量为 3224.8 毫米（2001 年），最少年降水量为 1232.9 毫米（2003 年）。季节变化也非常明显，有雨季和旱季之分。每年的 4~9 月为雨季，累年月平均降水量均在 131 毫米以上，受季风和热带气旋影响，8 月降水最多，累年月平均降水量为 317.9 毫米，整个雨季平均降水量共 1519.6 毫米，占全年降水量的 83%。10 月至翌年 3 月为旱季，平均降水量总共为 304.7 毫米，只占全年降水量的 17%。

本海域日降水量（ $R \geq 0.1\text{mm}$ ）的年平均降水日数为 122.6 天，年最多为 152 天（2012 年），年最少为 98 天（2004 年）。降水日数的月际变化与降水量变化基本一致，夏季降水日数较多，冬季较少。

#### 3.1.2.3 雾

闸坡海洋站海域累年年平均雾日 8 天，雾日的年际变化较大，年最多雾日数 16 天（出现年份 1992 年），最长连续雾日数 4 天（出现年份 2005 年）。夏季和秋季极少有雾。

#### 3.1.2.4 相对湿度

本海域年平均相对湿度 81%，各月平均相对湿度，2~9 月较大，均在 82%以上，其中 4 月最大，达到 88%；10 月至翌年 1 月较小，均在 80%以下，其中 11 月最小，为 69%。各月最小相对湿度，10 月至翌年 3 月均小到 23%以下，其中 12 月份最小，为 12%。1992 年至 2009 年 10 月间闸坡站极端最小相对湿度 12%，



出现在 2005 年 12 月 22 日。

### 3.1.2.5 风

闸坡海洋站地处季风区，累年平均风速 4.3m/s，年主导风向为东北和北北东向，出现频率均为 20%和 17%，风向和风速随季节变化明显。累年极端最大风速 35.4m/s。

各月风向变化呈三阶段型，9 月至翌年 3 月盛行 N~ENE 向风；3~6 月盛行 ESE 向风；6~8 月盛行 SSE~SSW 向风。强冷空气影响下的大风天气在全年大风天气中的比例，各年均均在 42~56%，最大风力 8~9 级，强风天气过程持续时间长。台风影响下测得最大风速 41m/s。年均大风（大于 6 级）日数 7 天，年大风（大于 6 级）最多日数 15 天。

全年 6 级以上、7 级以上和 8 级以上大风出现的平均日数分别为 27、7 和 2 天，最多日数分别为 46、15 和 7 天，闸坡站（111° 50' E，21° 35' N）多年风况观测资料（1965~1996 年）统计具体见下表所示。

**表 3.1 闸坡各月盛行风向和最多风向频率及年内变化（1965~1996 年）**

月份 风向	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
N-NE	61	54	39	24	17	14	9	15	38	52	65	64	37.7
E-SE	24	33	46	56	39	26	22	25	28	28	20	22	30.8
SE-S	7	8	11	21	41	46	49	33	16	9	3	7	20.9
最多风向	NE	NE	ESE	ESE	ESE	S	S	S	NE	NE	NE	NE	NE
频率	30	25	25	29	18	25	25	16	21	33	40	33	26.7

### 3.1.3 海洋水文

#### 3.1.3.1 水温

2012 年 11 月调查，阳江山外东海域各站点表层水温变化范围为 23.53~24.16℃，平均值为 23.82℃；底层水温变化范围为 23.85~24.14℃，平均值为 23.96℃。

#### 3.1.3.2 盐度

2012 年 11 月调查，阳江山外东海域各站点表层海水盐度变化范围为 30.19~31.88‰，平均值为 30.86‰，最高值出现在 3 号站，最低值出现在 2 号站；底层海水盐度变化范围为 31.04~32.30‰，平均值为 31.86‰，最高值出现在 3 号

站，最低值出现在 2 号站。底层海水盐度略高于表层海水。

### 3.1.3.3 潮汐及水位

(1) 本区潮汐类型属于不正规半日潮，即每一太阴日有二次涨潮二次落潮，一个潮高一个潮低（日不等），每月二次大潮中，一次较大，一次较小（月不等）。潮差不大，多年平均为 1.56m，潮差自湾口（闸坡口）至吉树（港址）有递增的趋势，但数值很小。

该海域潮汐类型为不规则型半日潮，每一太阳日有两次涨潮两次落潮，每月两次大潮。海陵岛实测历年最高潮位（黄海高程）3.99m，最低潮位 0.16m，平均高潮水位 2.9m，平均低潮水位 1.33m，平均潮差 1.57m。浪高一般达 1~2m，台风期时可达 6~8m。潮流性质属不规则半日混合潮流。涨潮时潮流向港内，落潮时潮流向港外，往复流特征明显。余流则受沿岸流控制，冬季偏西，夏季偏东，余流流速大小的垂直分布较有规律，随深度增加而依次减弱。

(2) 设计潮位（当地理论最低潮面）

设计高水位（高潮累积频率 10%）：3.45m

设计低水位（低潮累积频率 90%）：0.65m

极端高水位（五十年一遇）：4.99m

极端低水位（五十年一遇）：-0.23m

### 3.1.3.4 海流

2012 年，中国水产科学研究院南海水产研究所和广东省海洋与渔业环境监测中心系统地开展过阳江山外东人工鱼礁区海域的海流本底调查。

2012 年 11 月 14 日 12 时至 15 日 12 时，在阳江山外东人工鱼礁区及对比区分别设置 2 个观测站，分别使用声学多普勒 Flowquest 型、Sontek 型自容式海流剖面仪连续进行了 25 小时海流观测。结果表明，阳江山外东人工鱼礁区两测站的流向和流速的特征较为相似。流向受到地形的影响，两测站落潮流向主要为偏西向，涨潮流向主要为偏东向。两测站表层实测海流流速最大，其次为中层，底层实测流速较小。两测站表、底层的涨潮流均比落潮流大，中层的落潮流比涨潮流大。涨急时刻，两测站流向为 SE 向；落急时刻，两测站流向为 NW 向。

该海区表层海流主要受到风向、地形及南海环流的影响，中、底层海流受地形及南海环流的影响，表层海流中风海流占有较大的优势。表、中层最大流速均出现在阳江山外东人工鱼礁区测站，流速、流向分别为：30.9cm/s, 140°；27.3cm/s,

124°。底层最大流速出现在对比区测站，流速、流向分别为：16.7cm/s，178°。

### 3.1.3.5 波浪

按照闸坡站 2012 年各向浪出现次数、累积次数、累积频率统计，闸坡站常浪向为 NNE 向，出现频率为 15.83%，强浪向为 SSW 向，大于 2m 的波高出现的频率为 0.07%。次常浪向为 S 向，出现频率为 15.54%。

**表 3.2 闸坡测站 H1%波高分频分级统计表 (%)**

波高	0-0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	合计
N	0	0	0	0	0	0
NNE	11.99	3.65	0.2	0	0	15.83
NE	12.68	2.23	0.16	0.07	0	15.14
ENE	4.17	0.3	0.03	0.03	0	4.53
E	4.66	0.1	0.03	0	0	4.8
ESE	2.69	0.2	0.03	0	0	2.92
SE	5.09	0.3	0.03	0	0	5.42
SSE	2.4	0.1	0.07	0	0	2.56
S	11.93	3.19	0.36	0.07	0	15.54
SSW	11.01	3.52	0.76	0.07	0.07	15.41
SW	7.98	4.01	0.72	0.03	0	12.75
WSW	1.61	0.59	0.26	0.03	0	2.5
W	0.76	0.46	0	0	0	1.22
WNW	0.26	0.03	0	0	0	0.3
NW	0.26	0.03	0.07	0	0	0.36
NNW	0.56	0.13	0.03	0	0	0.72
合计	78.06	18.82	2.76	0.3	0.07	100

### 3.1.3.6 泥沙

海陵湾上游无大河注入，最大的为其北部的丰头河，它由几条山溪小河汇集而成，且上游多筑山塘水库，所以径流与来沙相对较小；因海陵湾有较大的纳潮量，潮汐能量是海湾及潮汐通道地形演变的主要动力。海陵岛东北侧的漠阳江流域，年降雨量较大，洪水流量大，每年约有 116 万吨泥沙向海输送，除部分落淤在河口段汊河三角洲外，大部分悬移质随落潮向外扩散。海陵山湾泻湖通道被海陵岛分为东西两湾口，海陵大堤建成前，东口水流活跃，漠阳江泥沙从东口进入湾内，在湾口附近沉积显著。大堤建成后，切断了漠阳江泥沙来源。由于落潮流大于涨潮流，泻湖通道落潮流向湾口外扩散输移的泥沙是主要来源之一。

由于拟建区域未开展泥沙专题研究报告，依据海陵岛闸坡渔港从 1973 年建设至今已有近 40 年时间，港内地形变化较少，除 1998~2000 年对港内进行了约 2.5 米深度的局部清淤外，地形变化小，全港平均年淤积强度约 0.03 米，进港航道的淤积较轻。仅在个别潮流较弱的区域，淤积相对较大，达到 0.1 米，总的说来，由于来港泥沙来源少，外海水体含沙量较少，一般仅有 0.025kg/m<sup>3</sup> 左右，因此，本港自然原因造成的淤积较轻，示范区海域水深条件良好，在 6~19m 之间，其中建礁海域水深均大于 10m，水流畅通，不属强流区或弱流区，透明度大于 2m，受强风大浪影响小，适宜建设人工鱼礁。

### 3.1.3.7 海流测定

2012 年，中国水产科学研究院南海水产研究所和广东省海洋与渔业环境监测中心系统地开展过阳江山外东人工鱼礁区海域的海流本底调查。

本次分析示范区海流的测定资料，采用中国水产科学研究院南海水产研究所和广东省海洋与渔业环境监测中心于 2012 年 11 月 14 日 12 时至 15 日 12 时，在附近海域所做两个观测站（5 和 6）的现场海流观测资料。结果表明，流向受到地形的影响，两测站落潮流向主要为偏西向，涨潮流向主要为偏东向。5、6 两测站表层实测海流流速最大，其次为中层，底层实测流速较小。两测站表、底层的涨潮流均比落潮流大，中层的落潮流比涨潮流大。涨急时刻，两测站流向为 SE 向；落急时刻，两测站流向为 NW 向。中、底层海流受地形及南海环流的影响，表层海流中风海流占有较大的优势。表、中层最大流速均出现在 5 号站，流速、流向分别为：30.9cm/s，140°；27.3cm/s，124°。底层最大流速出现在 6 号站，流速、流向分别为：16.7cm/s，178°。两测站 5 号站表、中层的流速稍大，6 号站底层流速稍大。

表 3.3 阳江山外东人工鱼礁区实测各站流速表

测站	层次	最大流速 (cm/s)	流向(°)	平均流速 (cm/s)	流向(°)
5	表层	30.9	140	17.8	192
	中层	27.3	124	15.0	202
	底层	13.8	229	9.6	192
6	表层	28.6	335	14.6	249
	中层	23.4	338	14.3	222
	底层	16.7	178	5.5	192

### 3.1.4 水质

根据《2016年广东省海洋环境状况公报》，2016年，全省海域开展了春季、夏季、秋季和冬季四个航次的海水环境质量监测，监测项目包括：pH值、盐度、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、（包括亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氨氮）、油类、叶绿素a、活性磷酸盐、总氮、总磷、铜、铅、锌、镉、汞、砷等项目。

监测结果表明，2016年全省近岸海域水质大部分为清洁或较清洁，符合第一、二类海水水质标准的面积比例为85.2%，监测的海洋功能区水质达标率为62.8%。2016年，粤西近岸海域大部分海域为清洁或较清洁海域，海水符合第一、二类海水水质标准；与2015年相比，粤西近岸海域海水水质状况总体变化不大，阳江海陵湾局部海域无机氮和活性磷酸盐指标有所增加，局部海域（不在阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区范围内）无机氮和活性磷酸盐指标符合第三类海水水质标准。表明阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区的海水水质符合第一、二类海水水质标准。

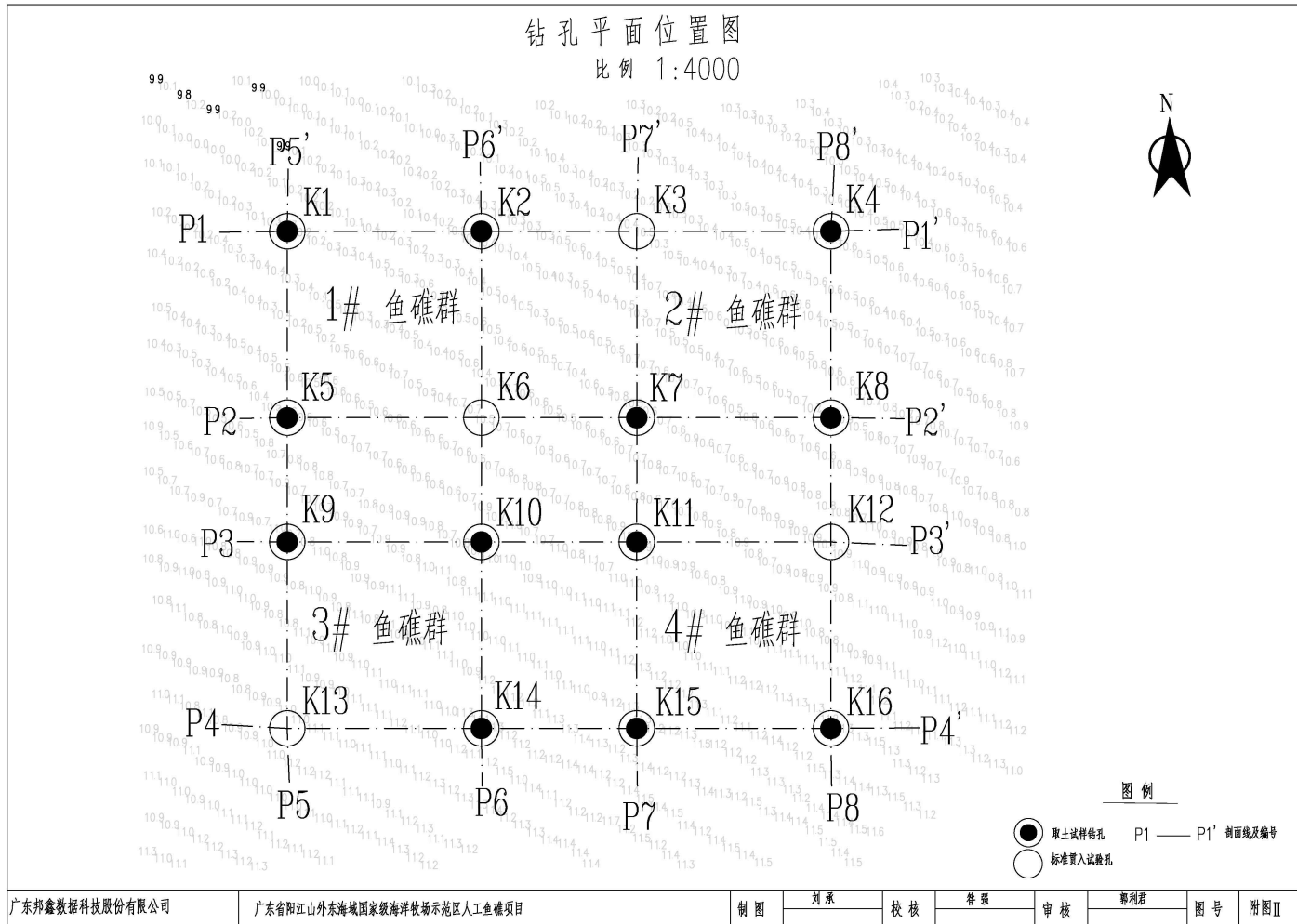
### 3.1.5 沉积物

据阳江市海洋与渔业环境监测站监测，2016年，山外东海域沉积物质量监测项目主要为：铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油类、滴滴涕、多氯联苯、硫化物、有机碳和粒度。

监测结果表明，2016年阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区海域沉积物质量良好，各项指标均符合第一类海洋沉积物质量标准。

### 3.1.6 海底地质

依据广东邦鑫数据科技股份有限公司的地质钻探勘察报告（2021年8月），本次勘察共布置钻孔16个，具体钻孔如下图所示。



### 3.1.6.1 工程地质条件状况

#### 1、地形地貌

阳江丘陵面积占 25.57%，山地面积占 41.97%，平原面积占 21.77%。东与恩平市、台山市交界，北同云浮市的罗定市、新兴县及茂名市的信宜市接壤，西接茂名市的高州市、电白县，南临南海。地势由北向南倾斜，依山傍海，东北有天露山屏障，西北有云雾山环绕。场地施工区水深约 13 米，钻孔孔口标高-11.26~-10.12 米，场区水下地形较平坦，场地地貌为海相沉积地貌。

#### 2、区域地质

经查阅中国地质调查局地质云 1: 20 万地质图（F4915 图幅），本场区地层主要为第四系大湾镇组及花岗岩，拟建项目本次勘察深度范围内未发现断裂带。如图

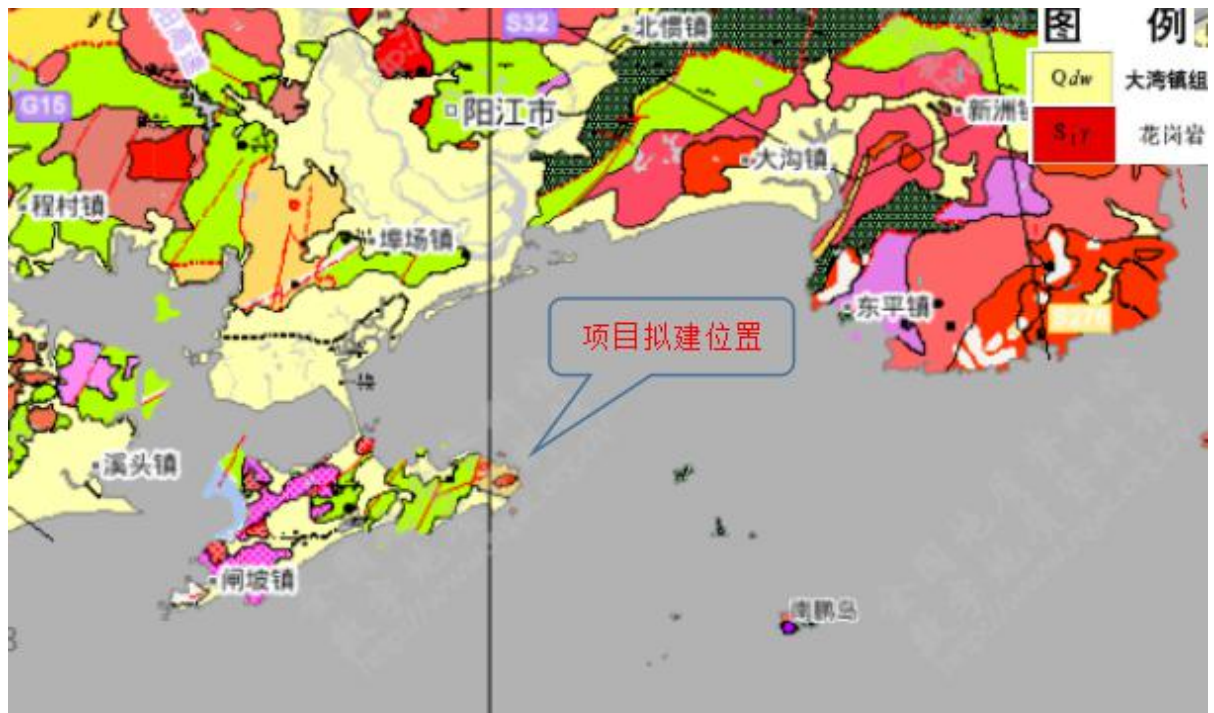


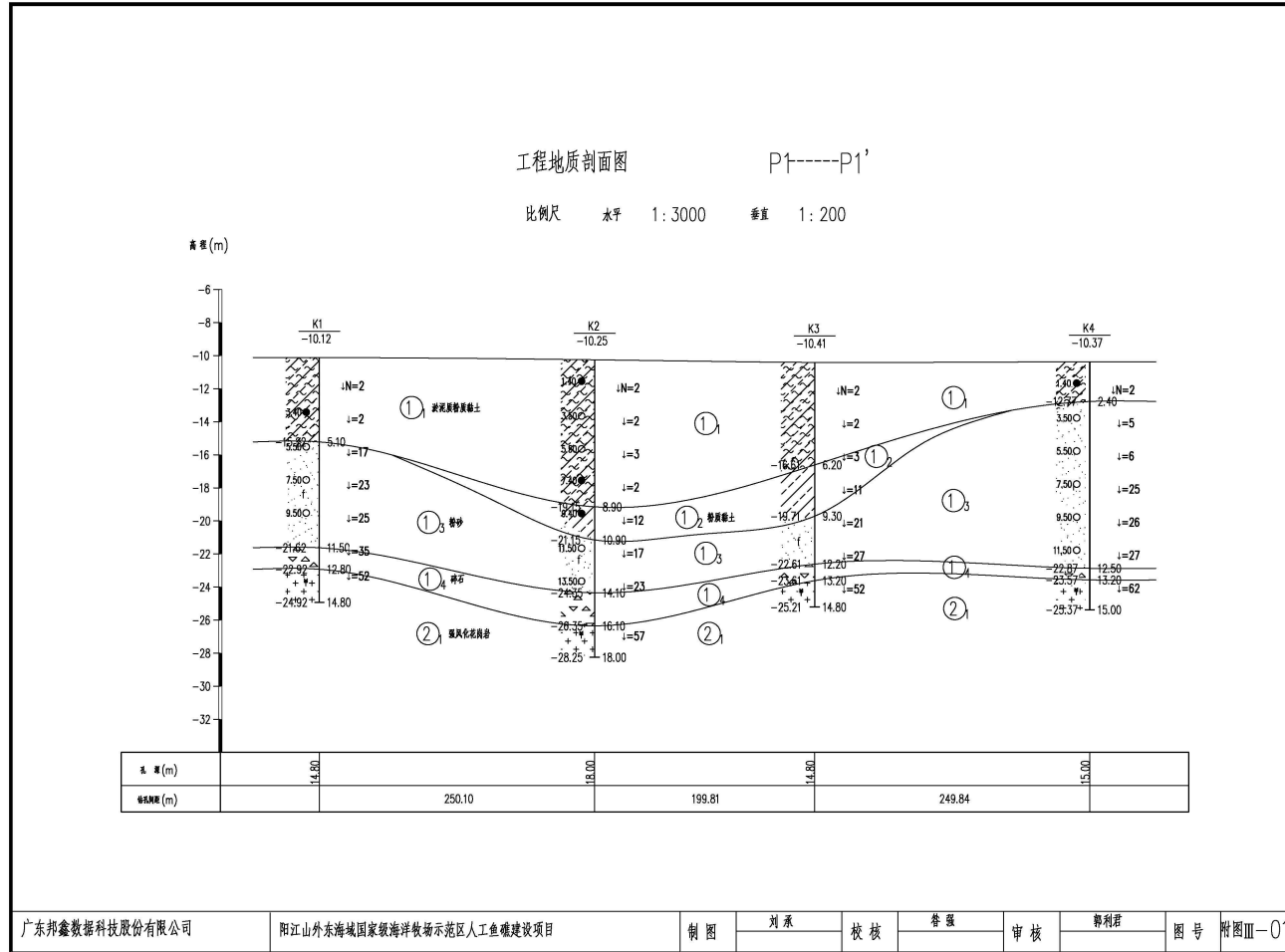
图 3.2 场区区域地质图

本图来源于中国地质调查局地质云 1: 20 万地质图（F4915 图幅）。

### 3.1.6.2 场地工程地质条件

#### 1、岩土层岩性及分布

根据本次钻探揭露，工程区岩土层自上而下依次划分为第四系海相沉积层（Q4m）和燕山期花岗岩（S1γ）。典型钻孔柱状图、工程地质剖面图如下图所示。



广东邦鑫数据科技股份有限公司

阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目

制图

刘承

校核

岑强

审核

郭利君

图号

附图III-01





场地岩土层主要分层情见表：

**表 3.4 岩土分层表**

序号	岩土名称	状态	时代成因	地层编号
1	淤泥质粉质黏土	流塑	Q <sub>4</sub> <sup>m</sup>	① <sub>1</sub>
2	粉质黏土	可塑，局部软塑	Q <sub>4</sub> <sup>m</sup>	① <sub>2</sub>
3	粉砂	中密	Q <sub>4</sub> <sup>m</sup>	① <sub>3</sub>
4	碎石	中密	Q <sub>4</sub> <sup>m</sup>	① <sub>4</sub>
5	强风化花岗岩	半土半岩状	S <sub>1γ</sub>	② <sub>1</sub>

**(1) 第四系海相沉积层 (Q<sub>4</sub>m)**

①<sub>1</sub> 淤泥质粉质黏土：灰黑色，流塑，土质不均，黏性一般，手捏有滑腻感，含少量砂粒。

该层在场地内广泛分布，在所有钻孔中均有揭露。揭露平均层顶标高-10.73m（-11.26~-10.12m），揭露平均厚度 6.07m（1.00~10.50m）。

该层进行标准贯入试验 43 次，实测击数 N=2~3 击，平均 2.4 击；标贯修正击数 N=1.4~2.2 击，平均 1.7 击。

主要物理力学指标如下：天然含水率平均值 W=39.0%，液性指数平均值 I<sub>L</sub>=1.33，压缩系数平均值 a<sub>v1-2</sub>=0.67MPa<sup>-1</sup>，压缩模量平均值 E<sub>s1-2</sub>=3.46MPa；直剪快剪黏聚力标准值 C=7.62kPa，内摩擦角标准值 Φ=7.03°，固结快剪黏聚力标准值 C<sub>cq</sub>=12.21kPa，内摩擦角标准值 Φ<sub>cq</sub>=10.10°。

承载力特征值 f<sub>ak</sub>=45kPa。

①<sub>2</sub> 粉质黏土：灰黄色、灰黑色，可塑，局部软塑，干强度中等，韧性中等，土质不均，黏性一般。

该层在场地广泛分布，共 9 个钻孔有揭露。揭露平均层顶标高-16.89m（-20.16~-11.75m），平均层顶深度 6.16m（1.00~8.90m），平均厚度 2.83m（0.90~4.10m）。

该层进行标准贯入试验 12 次，实测击数 N=4~12 击，平均 8.0 击；标贯修正击数 N=2.8~8.4 击，平均 5.6 击。

主要物理力学指标如下：天然含水率平均值 W=33.6%，液性指数平均值 I<sub>L</sub>=0.83，压缩系数平均值 a<sub>v1-2</sub>=0.45MPa<sup>-1</sup>，压缩模量平均值 E<sub>s1-2</sub>=4.85MPa；直剪快剪黏聚力平均值 C=18.43kPa，内摩擦角平均值 Φ=8.40°，固结快剪黏聚力平均

值  $C_{cq}=39.2\text{kPa}$ ，内摩擦角平均值  $\Phi_{cq}=21.1^\circ$ 。

承载力特征值  $f_{ak}=120\text{kPa}$ 。

①3 粉砂：灰黄色，饱和，中密，局部松散及稍密，分选性一般，级配不良，成份以石英、长石为主，局部夹黏性土。

该层在场地普遍分布，共 15 个钻孔有揭露。揭露平均层顶标高-18.18m（-22.56~-12.77m），平均层顶深度 7.47m（2.40~11.30m），平均厚度 4.39m（1.40~10.10m）。

该层进行标准贯入试验 34 次，实测击数  $N=5\sim 27$  击，平均 20.6 击；标贯修正击数  $N=3.6\sim 18.9$  击，平均 14.4 击。

承载力特征值  $f_{ak}=160\text{kPa}$ 。

①4 碎石：灰黄色、灰白色，饱和，中密，分选性一般，级配不良，局部良好，成份以石英、长石为主，局部夹及黏性土。

该层在场地较广泛分布，共 10 个钻孔有揭露。揭露平均层顶标高-22.34m（-24.71~-20.75m），平均层顶深度 11.75m（10.20~14.10m），平均厚度 1.71m（0.70~4.90m）。

该层进行标准贯入试验 5 次，实测击数  $N=27\sim 35$  击，平均 29.8 击；标贯修正击数  $N=18.9\sim 24.5$  击，平均 20.9 击。

承载力特征值  $f_{ak}=400\text{kPa}$ 。

## （2）燕山期花岗岩（S1γ）

②1 强风化花岗岩：灰白色，灰黄色，岩石风化强烈，结构大部破坏，岩芯多呈半土半岩状，局部为碎块状、块状，岩质极软，岩体破碎。

该层在场地广泛分布，在所有钻孔中均有揭露，受本次勘察技术要求限制，该层在部分钻孔中未揭穿。揭露平均层顶标高-23.57m（-26.35~-21.52m），揭露平均厚度 1.82m（1.30~2.70m）。

承载力特征值  $f_{ak}=600\text{kPa}$ 。

岩土层的描述、分布特征详见“附图IV-钻孔柱状图”及“附表II-地层统计表”。

岩土层的物理力学性质详见附表IV“各岩土层物理力学性质统计表”及岩土工试验报告。

## 2、场区水文地质条件

### （1）地表水

勘察范围地表水为海水，钻探期间实测水深 11.00m~13.00m，受海水涨退影响，海水面高程变化幅度一般为 1.0~2.0m。

### （2）地下水

地下水主要赋存于第四系地层①3 粉砂、①4 碎石中，均为强透水层，含水量较为丰富、透水性强，地下水与海水连通性好，地下水位与地表水密切相关，随着地表水水位的变化而变化。根据各孔揭露地层情况，拟建场地存在淤泥质粉质黏土层和粉质黏土层，其透水性差，具隔水层作用。

### （3）场地水腐蚀性评价

依据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）附录 G 及第 12 章有关规定判定，场地环境类型为 II 类；地层渗透性为 A 类（直接临水）。

本次勘察过程中共取 3 组海水水样，进行水质腐蚀性分析。按《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）第 12 章有关规定，场地水在 A 类界质（直接临水）和 II 类环境中对砼结构具中等腐蚀性，在干湿交替环境下对钢筋砼结构中的钢筋具强腐蚀性，在长期浸水环境下对钢筋砼结构中的钢筋具弱腐蚀性。按《水运工程岩土勘察规范》（JTS 133-2013）第 11 章的有关规定，综合判定场地海水对钢结构具中等腐蚀性。

分析结果详见表：

表 3.5 场地水质分析成果表

取样	分析项目	指标		水对砼结构的腐蚀性		水对钢筋砼结构中钢筋的腐蚀性	
		单位	含量	II类环境	直接临水	长期浸水	干湿交替
高潮	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	2885.82	中	/	/	/
	Mg <sup>2+</sup>	mg/L	941.33	微	/	/	/
	总矿化度	mg/L	31951.06	弱	/	/	/
	pH 值	/	8.26	/	微	/	/
	侵蚀性 CO <sub>2</sub>	mg/L	0.00	/	微	/	/
	Cl <sup>-</sup>	mg/L	16419.78	/	/	弱	强
平潮	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	2885.82	中	/	/	/
	Mg <sup>2+</sup>	mg/L	1065.19	微	/	/	/
	总矿化度	mg/L	33575.79	弱	/	/	/
	pH 值	/	8.28	/	微	/	/
	侵蚀性 CO <sub>2</sub>	mg/L	0.00	/	微	/	/
	Cl <sup>-</sup>	mg/L	17430.77	/	/	弱	强
低潮	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	2910.92	中	/	/	/
	Mg <sup>2+</sup>	mg/L	1208.87	微	/	/	/
	总矿化度	mg/L	32284.00	弱	/	/	/
	pH 值	/	8.31	/	微	/	/
	侵蚀性 CO <sub>2</sub>	mg/L	0.00	/	微	/	/
	Cl <sup>-</sup>	mg/L	16768.4	/	/	弱	强
高潮	pH=8.26	Cl <sup>-</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> >500 mg/L		对钢结构具中等腐蚀性			
平潮	pH=8.28	Cl <sup>-</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> >500 mg/L		对钢结构具中等腐蚀性			
低潮	pH=8.31	Cl <sup>-</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> >500 mg/L		对钢结构具中等腐蚀性			

### 3、场地的地震效应

#### (1) 抗震设防分类

根据国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》(GB50223-2008)，按使用功

能的重要性，建议本工程建筑的抗震设防类别为标准设防类：丙类，考虑项目的特性，建议宜采用适度设防类：丁类。

### (2) 建筑场地类别

根据场地土的岩土类型和性状，参照国家标准《水运工程抗震设计规范》(JTS146-2012)的波速范围，选取代表性钻孔，依《水运工程抗震设计规范》(JTS 146-2012)中的土层等效剪切波速公式(4.1.5-1)进行估算。

场地 20m 范围内的土层等效波速取值如下：

①1 淤泥质粉质黏土为软弱土、Vs 取 80m/s；

①2 粉质黏土为中软土、Vs 取 160 m/s；

①3 粉砂为中软土、Vs 取 160 m/s；

①4 碎石为中硬土、Vs 取 260m/s；

(2) 场地 20m 范围内选取钻孔 K1、K6、K16 具有代表性的钻孔计算如下：

K1 孔： $V_{se} = d_0/t = 12.8 / (5.1/80 + 6.4/160 + 1.3/160) = 114.4$  (m/s)

K6 孔： $V_{se} = d_0/t = 15.3 / (6.4/80 + 3.7/160 + 4/160 + 1.2/260) = 115.3$  (m/s)

K16 孔： $V_{se} = d_0/t = 12.3 / (5.2/80 + 5.1/160 + 2/260) = 117.6$  (m/s)

根据估算结果及钻探揭露地层，选取②1 强风化花岗岩顶面至地面厚度为场地覆盖层厚度，按《水运工程抗震设计规范》(JTS 146-2012)第 4.1.2 条判定：场地土类型为软弱场地土。

场地覆盖层厚度基本处于 5~15m， $0 < V_{se} \leq 150$ ，按《水运工程抗震设计规范》(JTS 146-2012)第 4.1.6 条判定：场区建筑场地类别为 II 类。

### (3) 抗震设防烈度

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)附录 C 与附录 D、《水运工程抗震设计规范》(JTS146-2012)及《建筑抗震设计规范》(GB50011-2016)附录 A 判定，场地地震动峰值加速度为 0.10g，场地特征周期值为 0.35s，本地区抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第一组。

### (4) 砂土液化判别

本地区抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g。根据《水运工程抗震设计规范》(JTS 146-2012)第 4.2.1 条，本项目按抗震设防烈度为 7 度进行液化判别。

本次钻探资料，勘察区在 20m 范围内揭露到的饱和砂土为①3 粉砂层，本次勘察按《水运工程抗震设计规范》(JTS 146-2012)第 4.2.4 条规定进行液化判

别验算，其液化临界击数按下式计算：

$$N_{cr} = N_0 \beta [\ln(0.6d_s + 1.5) - 0.1d_w] \sqrt{\frac{3}{\rho_c}}$$

式中： $N_{cr}$ —液化判别标准贯入锤击数临界值；

$d_s$  — 为标准贯入点深度(m)；

$d_w$  — 为地下水位深度(m)，报告中取钻孔静止水位埋深；

$\beta$  — 调整系数，本区段设计地震分组为第一组，取值 0.80；

$\rho_c$ — 为粘粒含量百分量，当小于 3 时采用 3；

$N_0$  — 为标准贯入锤击数基准值，本区段取值 7。

当饱和土标准贯入锤击数(未经杆长修正)小于液化判别标准贯入锤击数临界值时，应判为液化土。

根据《水运工程抗震设计规范》（JTS 146-2012）第 4.2.6 条需判别的每个钻孔液化指数按下述公式确定，并按规范表 4.3.5 综合划分地基的液化等级。

$$I_{LE} = \sum_{i=1}^n (1 - \frac{N_i}{N_{cri}}) d_i W_i$$

式中： $I_{LE}$ —液化指数；

$n$ —判别深度范围内每一个钻孔标准贯入试验点的总数；

$N_i$ 、 $N_{cri}$ —分别为  $i$  点标准贯入锤击数的实测值和临界值。

$d_i$ — $i$  点所代表的土层厚度；

$W_i$ — $i$  土层考虑单位土层厚度的层位影响权函数值。

判别结果如下：

场地地面下 20m 深度范围内的①3 粉砂在 K4 钻孔区域具有中等液化趋势；在 K9 钻孔区域具有轻微液化趋势，详见附表 V。

#### （5）地段类别

勘察场区存在广泛的软弱土及液化砂土，按《水运工程抗震设计规范》（JTS 146-2012）第 4.1.1 进行划分，建筑场地地段类别为建筑抗震不利地段。

#### 4、特殊性岩土及不良地质

本次勘察场地揭露到的特殊性岩土为软土以及风化岩。

软土：①1 淤泥质粉质黏土，流塑状，含少量有机质，其具有含水率高、压缩性高、孔隙比大，灵敏度高、稳定性极差，地基承载力低等特点。

风化岩：②1 强风化花岗岩，其土质不均，遇水易软化崩解，承载力降低等特点。

本次勘察场区范围内除发现有液化砂土之外，未发现其它不良地质作用。

### 5、场地周边环境及稳定性、适宜性评价

本次勘察场区所在区域地质构造简单、场区范围内未见有褶皱和断裂分布，且并无地震等活动特征，拟建项目场地稳定。

本次勘察场区场地稳定，地下水对场地的影响较小，适宜本工程建设。

#### 3.1.6.3 工程地质条件评价

##### 1、地基承载力评价

根据钻孔揭露，拟建工程岩土特性，分别评价如下：

①1 淤泥质粉质黏土，流塑状为主，含少量有机质，场地存在厚度较大区域，其具有含水率高、压缩性高、孔隙比大，灵敏度高、稳定性极差，地基承载力低。

①2 粉质黏土，可塑状，局部软塑，中等压缩性，分布不连续，土层物理力学性质一般，工程特性一般。

①3 粉砂，中密状，分布连续，埋藏较深，土层物理力学性质较差，稳定性较差，易发生砂土液化。

①4 碎石，中密状，分布不连续，埋藏较深，土层物理力学性质一般，稳定性较差。

②1 强风化花岗岩：半土半岩状，承载力特征值 $f_{ak}=600\text{kPa}$ ，承载力较高，层厚较厚，连续分布，可作为基础持力层。

##### 2、基础选型

需根据拟建场地浅部土层类型、性质及基底承载力、滑移稳定性、倾覆稳定性，选择相应的礁体结构型式，以保证鱼礁稳定性和使用寿命。

考虑拟建场区局部存在较厚软土层，基底承载力低、滑移稳定性及抗倾覆稳定性均较低的特点。对基底承载力较小的拟投海域，鱼礁制作时不宜选择密度很大的鱼礁材料，应采用高度较小、与基底有较大接触面积的礁体结构型式。对于滑移稳定性较低的拟投海域，制作时应应对礁体底面进行一定处理（如在礁体底面焊接钢筋等），以增大基底摩擦系数，或选用宽度较小的礁体结构型式，以减小礁体所受的波流作用力。对于倾覆稳定性较低的拟投海域，制作时应适当改变礁体结构型式，或通过减小礁体的高度，增大礁体的长度以增加稳定性。

##### 3、岩土层主要设计参数建议值



表 3.6 各岩土层主要设计参数建议值一览表

地层编号	岩土名称	状态	地基承载力特征值 (fak)	压缩模量 $E_{s1-2}$	抗剪强度 (直接快剪)		抗剪强度 (固结快剪)		基底摩擦系数
					黏聚力	内摩擦角	黏聚力	内摩擦角	
					C(kPa)	$\Phi(^{\circ})$	C(kPa)	$\Phi(^{\circ})$	
			kPa	MPa	a)				$\mu$
① <sub>1</sub>	淤泥质粉质黏土	流塑	45	3.46	7.62	7.03	12.21	10.10	0.10
① <sub>2</sub>	粉质黏土	可塑	120	4.85	18.4 3	8.40	39.20	21.10	0.20
① <sub>3</sub>	粉砂	松散	160	*12	--	--	--	--	0.25
① <sub>4</sub>	碎石	中密	400	--	--	--	--	--	0.40
② <sub>1</sub>	强风化花岗岩	半土半岩状	600	--	--	--	--	--	0.45

注：上表中带“\*”的为变形模量。

#### 3.1.6.4 结论与建议

##### 1、结论

(1) 本项目工程重要性等级为二级（一般工程，后果严重）；场地等级为二级（中等复杂场地）；地基等级为二级（中等复杂地基），综合判断本次岩土工程勘察等级为乙级。

(2) 拟建场地未发现不良的地质作用，场地较为稳定，适宜本工程建设。

(3) 场地水在 A 类界质（直接临水）和 II 类环境中对砼结构具中等腐蚀性，在干湿交替环境下对钢筋砼结构中的钢筋具强腐蚀性，在长期浸水环境下对钢筋砼结构中的钢筋具弱腐蚀性；场地海水对钢结构具中等腐蚀性。

(4) 本地区抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计特征周期为 0.35s，设计地震分组为第一组，场地建筑场地类别属 II 类。

(5) 本次勘察场地揭露到的特殊性岩土为软土、风化岩。

(6) 场地地面下 20m 深度范围内的①<sub>3</sub> 粉砂在 K4 钻孔区域具有中等液化趋势；在 K9 钻孔区域具有轻微液化趋势。

##### 2、建议

(1) 场地常年受台风影响，其中 6~9 月较频繁，设计时应考虑台风对工程的影响。勘察施工时，场地涌浪极大，浪高一般 1.5~2.5 米，设计时应考虑涌浪

对工程的影响。

(2) 场区周边海域可能存在大量的水下暗礁，设计施工时应注意其不利影响。

(3) 人工鱼礁工程投放施工，应经当地海事部门批准，发布航行通告，确保施工海域安全。

(4) 如条件允许，可先进行试投。

## 3.2 生物资源条件

2012年，中国水产科学研究院南海水产研究所和广东省海洋与渔业环境监测中心系统地开展过阳江山外东人工鱼礁区海域的生物资源本底调查。

本次根据2012年广东省海洋与渔业环境监测中心和中国水产科学研究院南海水产研究所完成的阳江山外东人工鱼礁区本底调查报告，对阳江山外东国家级海洋牧场示范区海域的海洋生物环境本底情况作综合叙述。

### 3.2.1 建设地点的海洋生物条件

调查期间，表层叶绿素a含量的变化范围为0.64~1.10mg/m<sup>3</sup>，平均值为0.83mg/m<sup>3</sup>，以1号站最高，5号站最低。底层叶绿素a在0.47~0.72mg/m<sup>3</sup>之间变化，均值0.60mg/m<sup>3</sup>，以3号站最高，5号站最低。调查海域表层叶绿素a含量高于底层，各站相差较小。总体而言，调查海域表底层叶绿素a水平较低。调查海域各站表层初级生产力水平的变化范围为17.94~37.78mg·C/m<sup>2</sup>·d，平均值为25.22mg·C/m<sup>2</sup>·d，表层初级生产力最大值出现在3号站，最小值出现在5号。底层初级生产力水平的变化范围为13.11~25.87mg·C/m<sup>2</sup>·d，均值18.13mg·C/m<sup>2</sup>·d，底层初级生产力最大值出现在3号站，最小值出现在5号站。总体而言，调查海域初级生产力水平较低。

### 3.2.2 浮游植物

人工鱼礁区位于阳江山外东海域，出现的浮游植物以沿岸广布种为主，呈现显著的热带—亚热带沿岸种群区系特征。本海域浮游植物经初步鉴定有硅藻、甲藻和蓝藻共3大门类17科53种，以硅藻类的种类最多，其次为甲藻类；礁区海区浮游植物平均密度为54.60×10<sup>4</sup>cells/m<sup>3</sup>，最高密度出现在A站，最低出现在C站；浮游植物密度在礁区站位及对照点均以硅藻类占优势地位；礁区浮游植物Shannon-Weaner多样性指数平均为2.91，种类均匀度为0.66；对照点多样性指数和均匀度指数分别为2.50和0.57，多样性指数和均匀度均属中等水平，说明本海域生态环境较好；本次调查优势种高度集中，最大优势种是旋链角毛藻，占

绝对优势地位。

### 3.2.3 浮游动物

山外东海域浮游动物经初步鉴定有 9 生物类群，共 59 个种，其中以桡足类的种类最多，其次是浮游幼虫类；本海区浮游动物平均密度为  $335.20\text{ind}/\text{m}^3$ ；本海区浮游动物 Shannon-Weaner 多样性指数平均为 3.98；本海区种类均匀度平均为 0.85。总的来说，生物多样性指数及均匀度属于中上水平，说明本海区海水清洁，生态环境良好。最大优势种是桡足类的丹氏纺锤水蚤，优势地位突出，其次是精致真刺水蚤，优势特征也十分明显。

### 3.2.4 底栖生物

山外东海域共鉴定出底栖生物 6 门 13 目 16 科 19 种。其中多毛类 4 科 5 种；软体动物 7 科 9 种；节肢动物 2 科 2 种；蠕虫类、纽虫类和棘皮动物各 1 科 1 种。底栖生物的总平均生物量为  $233.37\text{g}/\text{m}^2$ ，平均栖息密度为  $241.67\text{尾}/\text{m}^2$ 。生物量的组成以软体动物为主，其生物量为  $222.47\text{g}/\text{m}^2$ ；出现的 6 类生物中，以纽虫类动物的生物量最低。栖息密度的组成，也以软体动物最高，其次为多毛类动物，最低的为纽虫类。调查海域内各站位底栖生物的生物量差异较大，最高生物量出现在 B 号站，其生物量为  $620.20\text{g}/\text{m}^2$ ；其次为 D 号站，生物量为  $404.00\text{g}/\text{m}^2$ ；最低生物量出现在 C 号站，生物量仅为  $19.80\text{g}/\text{m}^2$ ；栖息密度方面，最高出现 B 号站，栖息密度为  $360.00\text{尾}/\text{m}^2$ ，其次为 D 号站，栖息密度为  $290.00\text{尾}/\text{m}^2$ ，最低的出现在 C 号站，为  $130.00\text{尾}/\text{m}^2$ 。本海区采泥底栖生物多样性指数变化范围较大，在 1.9409~2.8198 之间，平均为 2.4479，多样性指数最高出现在 E 号站，其次为 B 号站，最低的为 D 号站；均匀度分布范围在 0.6913~0.8839 之间，整个海区均匀度指数的平均值为 0.8218。本次调查海区底栖生物多样性和均匀度均属较高水平。

### 3.2.5 鱼卵和仔稚鱼

调查共捕获鱼卵 61 枚、仔稚鱼 5 尾，经鉴定隶属于 1 门 1 纲 4 目 10 科 12 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类，主要是鳀科、石首鱼科、鲷科、狗母鱼科、鲹科、带鱼科、鰺科、马鲛科、篮子鱼科和鲱科。整个调查海区鱼卵捕获数量范围为 4~25 枚/网，平均为 10.17 枚/网。6 站密度变化范围为  $32.39\times 10^{-3}\text{枚}/\text{m}^3\sim 202.43\times 10^{-3}\text{枚}/\text{m}^3$ ，平均为  $82.32\times 10^{-3}\text{枚}/\text{m}^3$ 。整个调查海区仔稚鱼捕获数量范围为 0~3 尾/网，平均为 0.83 尾/网。6 站密度变化范围为  $0\times 10^{-3}\text{枚}/\text{m}^3\sim 24.29\times 10^{-3}\text{枚}/\text{m}^3$ ，平均为  $6.75\times 10^{-3}\text{枚}/\text{m}^3$ 。整个调查海区鱼卵、

仔稚鱼总捕获数量范围为 4~25 尾（枚）/网，平均为 11.00 尾（枚）/网。6 站鱼卵、仔稚鱼总密度变化范围为  $32.39 \times 10^{-3}$  尾（枚）/ $m^3$ ~ $202.43 \times 10^{-3}$  尾（枚）/ $m^3$ ，平均为  $89.07 \times 10^{-3}$  尾（枚）/ $m^3$ 。本次调查，多样性指数变化范围为 1.4591~2.8849，平均值为 2.0839；均匀度的变动幅度为 0.9206~0.9700，平均值为 0.9532。本次调查鱼卵仔鱼多样性指数和均匀度均属较高水平。

### 3.2.6 渔业资源

山外东海洋牧场调查，游泳生物共出现 11 目 28 科 57 种；其中鱼类 8 目 21 科 37 种，虾类 1 目 1 科 7 种，蟹类 1 目 4 科 9 种，虾蛄类 1 目 1 科 3 种，头足类 1 目 1 科 1 种。底栖贝类出现 4 目 6 科 7 种。

礁区内虾拖网渔获游泳生物种类共 16 种，总渔获量为 0.597kg，总渔获尾数为 47 尾，总现存资源密度为  $147.263 \text{kg}/\text{km}^2$ ，总尾数现存资源密度为  $11601.4$  尾/ $\text{km}^2$ 。各类型的渔获量及现存资源密度由大到小分别为鱼类、蟹类、虾蛄类、头足类和虾类。鱼类渔获 7 种，渔获量为 0.399kg，渔获尾数为 13 尾，现存资源密度为  $98.488 \text{kg}/\text{km}^2$ ，尾数现存资源密度为  $3208.9$  尾/ $\text{km}^2$ ；鱼类中渔获量及现存资源密度最高的是黄鳍东方鲀。蟹类渔获 4 种，渔获量为 0.072kg，渔获尾数为 28 尾，现存资源密度为  $17.822 \text{kg}/\text{km}^2$ ，尾数现存资源密度为  $5183.6$  尾/ $\text{km}^2$ ；蟹类中渔获量及现存资源密度最高的是豆形拳蟹。虾蛄类渔获 2 种，渔获量为 0.055kg，渔获尾数为 8 尾，现存资源密度为  $13.576 \text{kg}/\text{km}^2$ ，尾数现存资源密度为  $1974.7$  尾/ $\text{km}^2$ ；虾蛄类中渔获量及现存资源密度最高的是黑斑口虾蛄。头足类渔获杜氏枪乌贼 1 种，渔获量为 0.037kg，渔获尾数为 1 尾，现存资源密度为  $9.133 \text{kg}/\text{km}^2$ ，尾数现存资源密度为  $246.8$  尾/ $\text{km}^2$ 。虾类渔获 2 种，渔获量为 0.033kg，渔获尾数为 4 尾，现存资源密度为  $8.244 \text{kg}/\text{km}^2$ ，尾数现存资源密度为  $987.4$  尾/ $\text{km}^2$ ；虾类中渔获量及现存资源密度最高的是墨吉对虾。游泳生物中单种渔获量及现存资源密度较高的有黄鳍东方鲀、棕斑腹刺鲀、豆形拳蟹、黄斑蓝子鱼、杜氏枪乌贼、墨吉对虾等，其中黄鳍东方鲀的渔获量为 0.225kg、现存资源密度为  $55.538 \text{kg}/\text{km}^2$ 、渔获尾数为 1 尾、尾数现存资源密度为  $246.8$  尾/ $\text{km}^2$ ，平均体重为 225.000g/尾；棕斑腹刺鲀的渔获量为 0.065kg、现存资源密度为  $16.044 \text{kg}/\text{km}^2$ 、渔获尾数为 4 尾、尾数现存资源密度为  $987.3$  尾/ $\text{km}^2$ ，平均体重为 16.250g/尾。礁区内虾拖网渔获底栖贝类 2 种，总渔获量为 1.129kg，总现存资源密度为  $278.581 \text{kg}/\text{km}^2$ ，总渔获尾数为 744.0 尾，总尾数现存资源密度为  $183647.0$  尾/ $\text{km}^2$ ，平均体重为 1.517g/尾。

对比站内虾拖网渔获游泳生物种类共 25 种，总渔获量为 4.031kg，总渔获尾数为 722 尾，总现存资源密度为  $1055.278 \text{kg}/\text{km}^2$ ，总尾数现存资源密度为  $189017.6$

尾/km<sup>2</sup>。各种类的渔获量及现存资源密度由大到小分别为蟹类、虾蛄类、鱼类、虾类和头足类。蟹类渔获 8 种，渔获量为 1.658kg，渔获尾数为 457 尾，现存资源密度为 434.138kg/km<sup>2</sup>，尾数现存资源密度为 119641.3 尾/km<sup>2</sup>；蟹类中渔获量及现存资源密度最高的是豆形拳蟹。虾蛄类渔获 3 种，渔获量为 1.541kg，渔获尾数为 113 尾，现存资源密度为 403.430kg/km<sup>2</sup>，尾数现存资源密度为 29583.1 尾/km<sup>2</sup>；虾蛄类中渔获量及现存资源密度最高的是黑斑口虾蛄。鱼类渔获 8 种，渔获量为 0.590kg，渔获尾数为 20 尾，现存资源密度为 154.539g/km<sup>2</sup>，尾数现存资源密度为 5235.9 尾/km<sup>2</sup>；鱼类中渔获量及现存资源密度最高的是龙头鱼。虾类渔获 6 种，渔获量为 0.241kg，渔获尾数为 132 尾，现存资源密度为 63.172g/km<sup>2</sup>，尾数现存资源密度为 34557.2 尾/km<sup>2</sup>；虾类中渔获量及现存资源密度最高的是近缘新对虾。本次拖网调查在对比区未渔获到头足类。游泳生物单种中渔获量及现存资源密度较高的有黑斑口虾蛄、豆形拳蟹、口虾蛄、龙头鱼、红星梭子蟹、日本蟳等，其中黑斑口虾蛄渔获量为 1.100kg、现存资源密度为 287.977kg/km<sup>2</sup>、渔获尾数为 84.0 尾、尾数现存资源密度为 21991.0 尾/km<sup>2</sup>，平均体重为 13.095g/尾；龙头鱼渔获量为 0.387kg、现存资源密度为 101.316kg/km<sup>2</sup>、渔获尾数为 11 尾、尾数现存资源密度为 2879.8 尾/km<sup>2</sup>，平均体重为 35.182g/尾。对比区内虾拖网渔获底栖贝类共 7 种，总渔获量为 3.022kg，总现存资源密度为 791.204kg/km<sup>2</sup>，总渔获数为 1475 粒，总尾数现存资源密度为 386150.9 粒/km<sup>2</sup>。单种的渔获量及现存资源密度最高的是棒锥螺，渔获量为 1.920kg，现存资源密度为 502.651kg/km<sup>2</sup>，渔获尾数为 1088 粒，尾数现存资源密度为 284835.4 粒/km<sup>2</sup>，平均体重为 1.765g/粒。

礁区内流刺网渔获游泳生物种类共 9 种，总渔获量为 27.847kg，总渔获尾数为 197 尾，总渔获率为 23.574kg/hm<sup>2</sup>h，总尾数渔获率为 166.8 尾/hm<sup>2</sup>h。本次刺网调查只渔获到鱼类，鱼类渔获 9 种、占游泳生物总种数的 100.000%，渔获量为 27.847kg，渔获尾数为 197 尾，渔获率为 23.574kg/hm<sup>2</sup>h、占总渔获率的 100.000%，尾数渔获率为 166.8 尾/hm<sup>2</sup>h、占总尾数渔获率的 100.000%；鱼类中渔获量及渔获率最高的是长蛇鲻。游泳生物单种中渔获量及现存资源密度较高的有长蛇鲻、带鱼、凤鲚、浅色黄姑鱼等，其中长蛇鲻渔获量为 25.808kg，渔获率为 21.848kg/hm<sup>2</sup>h，渔获尾数为 160 尾，尾数渔获率为 135.4 尾/hm<sup>2</sup>h，平均体重为 161.300g/尾；带鱼渔获量为 0.881kg，渔获率为 0.746kg/hm<sup>2</sup>h，渔获尾数为 7 尾，尾数渔获率为 5.9 尾/hm<sup>2</sup>h，平均体重为 125.857g/尾。

对比区内流刺网渔获游泳生物种类共 23 种，总渔获量为 22.698kg，总渔获尾数为 795 尾，总渔获率为 18.040kg/hm<sup>2</sup>h，总尾数渔获率为 631.9 尾/hm<sup>2</sup>h。各种类的渔获量及渔获率由大到小分别为鱼类、虾类。鱼类渔获 22 种、占游泳生

物总种数的 95.652%，渔获量为 22.690kg，渔获尾数为 794 尾，渔获率为 18.034kg/hm<sup>2</sup>h、占总渔获率的 99.967%，尾数渔获率为 631.1 尾/hm<sup>2</sup>h、占总尾数渔获率的 99.873%；鱼类中渔获量及渔获率最高的是无斑圆鲀。虾类渔获 1 种、占游泳生物总种数的 4.348%，渔获量为 0.008kg，渔获尾数为 1 尾，渔获率为 0.006kg/hm<sup>2</sup>h、占总渔获率的 0.033%，尾数渔获率为 0.8 尾/hm<sup>2</sup>h、占总尾数渔获率的 0.127%。本次刺网调查在对比区未渔获到蟹类、虾蛄类和头足类。游泳生物单种中渔获量及渔获率较高的有无斑圆鲀、龙头鱼、六指马鲛、皮氏叫姑鱼、丽叶鲹等，其中无斑圆鲀渔获量为 15.392kg，渔获率为 12.233kg/hm<sup>2</sup>h，渔获尾数为 480 尾，尾数渔获率为 381.5 尾/hm<sup>2</sup>h，平均体重为 32.067g/尾，龙头鱼渔获量为 3.864kg，渔获率为 3.071kg/hm<sup>2</sup>h，渔获尾数为 112 尾，尾数渔获率为 89.0 尾/hm<sup>2</sup>h，平均体重为 34.500g/尾。

### 3.3 生态旅游资源

阳江市山海兼优，旅游资源十分丰富。阳江濒临南海，有可供开发的滨海沙滩 20 多处，总长 51.8km。这些海滩水质优、沙质净、形态美、类型丰富，其中海陵岛的大角湾、马尾岛、十里银滩、北洛湾，阳西县的月亮湾，阳东县的东平珍珠湾等海滩在东南亚堪称一流。

阳江山外东周边的旅游资源主要有南面的海陵岛，享有“南方北戴河”和“东方夏威夷”之美称，被誉为“一块未经雕琢的翡翠”。海陵岛是广东的第四大岛，从 2005 年起到 2007 年连续 3 年被“中国国家地理”杂志社评为“中国十大最美海岛”之一。岛上拥有众多的自然景观和人文景观，除宋太傅张世杰庙址和陵墓、古炮台、镇海亭、北帝庙、灵谷庙、观音岩、新石器文化遗址等名胜古迹外，还有大角湾、马尾岛风景区、十里银滩风景区及金沙湾风景区。1989 年 5 月，大角湾—马尾岛风景区被省人民政府批准为广东省风景名胜区；1994 年，十里银滩海滨浴场被上海大世界吉尼斯总部评为中国最大的海滨浴场，入选大世界吉尼斯之最；1994 年 5 月，海陵岛又被列为广东省首批省级旅游度假区。

示范区发展海洋牧场休闲渔业具有得天独厚的优良条件。

### 3.4 所在海域海洋牧场基础建设现状

#### 3.4.1 海藻种植增殖和贝类护养增殖现状

阳江山外东海域通过引进新品种，采用新技术，逐步实现从近海捕捞、传统海水养殖向现代鱼、贝、藻类生态立体增养殖的海洋牧场化转变，初步形成了以鱼类、虾类产品为主，波纹巴非蛤、菲律宾蛤仔、牡蛎、扇贝等特色贝类以及

龙须菜、海带等大型经济海藻类为辅的多品种、高附加值的增养殖业结构。

阳江针对不同海产养殖类型、不同养殖环境污染程度、不同养殖品种，因地制宜构建基于“生物耦联”原理的立体生态修复与资源化利用模式。



图 3.3 海藻种植增殖和贝类护养增殖

### 3.4.2 增殖放流情况

在农业部渔业资源保护项目以及广东省渔业资源保护项目的支持下，阳江市持续在阳江山外东海域邻近海域开展了增殖放流。2017年，增殖放流规格4cm以上的黄鳍鲷和黑鲷鱼苗共20万尾，斑节对虾苗共1250万尾，平均体重0.3斤的中国鲎苗1000只。



图 3.4 海洋牧场鱼虾类增殖放流

### 3.4.3 休闲渔业等发展现状

阳江市以滨海旅游产业园区建设为抓手，充分发挥竞争性扶持资金的引导激励作用，突出抓好项目建设，改善旅游环境，加大旅游区的宣传促销推介力度，

使旅游经济呈现逐年增长的良好发展态势。

2016年阳江旅游业总收入214.06亿元，比上年增长18.07%，其中旅游外汇收入4203.15万美元，比上年增长12.7%，国内旅游收入211.27亿元，比上年增长18.03%，旅游业增加值为96.32亿元，约占全市国内生产总值(GDP)的7.3%，约占第三产业增加值的17.62%。阳江海陵岛5A景区，游客充足，酒店生意红火。



图 3.5 阳江山外东海域休闲渔业



## 第 4 章 鱼礁单体设计

### 4.1 礁体设计要求

人工鱼礁礁体使用寿命 30 年以上。经礁体稳性和强度的验证，强度不低于 C25。礁体材料应环保。礁体设计应充分考虑到水域自然条件和目的生物的生理、生态和行为特点，确定最有效的形状与结构。鱼礁结构应满足运输、安装和使用过程中的强度、稳定性和刚度要求。

### 4.2 鱼礁单体方案设计

#### 4.2.1 GDS07 鱼礁单体

GDS07 礁体，为 3.0m×3.0m×3.0m 钢筋混凝土框架结构，底面加设了钢筋混凝土板，空方量为 27m<sup>3</sup>。

GDS07 礁体为庇护型鱼礁单体。鱼礁具有保护鱼类的本能，鱼礁区的存在可以使得大型渔具不敢靠近，鱼礁区自然而然地成了禁渔区和鱼类避难所，从而保护了礁区的鱼类和各种生物资源。鱼类具有避敌的本能。鱼类在幼体阶段，随时都有被吞食的可能，因此鱼类除了摄食的行动以外还需时刻注意着栖息避敌环境。庇护型鱼礁为鱼类营造了安全、良好的居室和庇护所。

#### 4.2.2 GDS05 鱼礁单体

GDS05 礁体，为 3.0m×3.0m×3.0m 钢筋混凝土框架结构，底面加设了钢筋混凝土板，空方量为 27m<sup>3</sup>。

GDS05 礁体为饵料型鱼礁单体。人工鱼礁的饵料效应主要基于附着生物、底栖生物和浮游生物的数量及丰度。很多物质，无论是木、铁、塑料还是其他物体，投放海里一段时间后在其表面上都会附着许多附着生物。附着生物的种类多、数量大、生长迅速，其除了能诱集鱼类外，还大大增加了海域的次级生产力，加速了海域有机物的积累和循环。而大多数附着生物的摄饵方式是滤食的，直接滤食水中的硅藻和其他微生物，食物链短，处于 1~2 级链环。

#### 4.2.3 GDC006 鱼礁单体

GDC006 礁体，为 3.0m×3.0m×3.0m 钢筋混凝土框架结构，中间隔梁之间增设混凝土预制管，底面加设了钢筋混凝土板，空方量为 27m<sup>3</sup>。

GDC006 礁体是繁育型的人工鱼礁单体，在原有通用设计型号 GDC006 礁体基础上，利用圆形管状预制件营造出自然的生态环境，达到吸引、诱集周边鱼类

聚集，同时自然形成空洞效应，可使穴居鱼种来此聚集并成幼鱼庇护场所。在结构尺寸基本不变的情况下，进一步丰富礁体内部的复杂程度。在礁体的外型上增加了圆形和柱体的样式。

#### 4.2.4 GDC013 鱼礁单体

GDC013 礁体是饵料型鱼礁单体，兼顾繁育型。该礁体主框架为 3.0m×3.0m×3.0m 钢筋混凝土框架结构，底面加设了钢筋混凝土板，空方量为 27m<sup>3</sup>，礁体表面积为 104.2m<sup>2</sup>。

该款礁体系在原设计 GDC005 礁体的基础上进行改进，在礁体中部扁梁上放置陶罐，其独特的内槽成为一些物种（例如龙虾和鲍鱼等）优选的繁育场所。

### 4.3 礁体单体结构设计与计算

#### 4.3.1 设计规范与资料

《阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目岩土工程勘察报告》（2021年8月）由广东邦鑫数据科技股份有限公司提供。以地基土的第一层（淤泥质粉质粘土）为持力层。

$$f_{ak} = 45kPa, E_{s1-2} = 3.46MPa$$

依据《码头结构设计规范（JTS 167 - 2018）》，钢筋混凝土的水上重度取 25kN/m<sup>3</sup>，海水的重度为 10.25kN/m<sup>3</sup>，故水下重度取 14.75kN/m<sup>3</sup>。

GDC013 礁体为钢筋混凝土框架结构，水上总重 110.3kN，水下总重 65.08kN，底面积约 9.0m<sup>2</sup>，实体体积约 4.412m<sup>3</sup>，梁、柱混凝土强度等级为 C40。

GDS07 礁体为钢筋混凝土框架结构，水上总重 107.45kN，水下总重 63.40kN，底面积约 9.0m<sup>2</sup>，实体体积约 4.298m<sup>3</sup>，梁、柱混凝土强度等级为 C40。

GDS05 礁体为钢筋混凝土框架结构，水上总重 115.6kN，水下总重 68.2kN，底面积约 9.0m<sup>2</sup>，实体体积约 4.624m<sup>3</sup>，梁、柱混凝土强度等级为 C40。

GDC006 礁体为钢筋混凝土框架结构，水上总重 109.93kN，水下总重 64.86kN，底面积约 9.0m<sup>2</sup>，实体体积约 4.397m<sup>3</sup>，梁、柱混凝土强度等级为 C40。

#### 4.3.2 结构计算

##### ①地基承载力验算

根据《水运工程地基设计规范》（JTS147-2017），地基承载力应按下述极限状态设计表达式验算：

$$\gamma_0 V_d = 1.0 \times \frac{65.08}{9.0} = 7.23 \leq \frac{1}{\gamma_R} F_K = \frac{1}{2.5} \times 45 = 18 \text{ kpa}$$

式中：

$\gamma_0$  ——重要性系数，安全等级为一级、二级、三级的建筑物分别取 1.1、1.0、1.0；

$V_d$  ——作用于计算面上竖向合力的设计值（KN/m）；

$\gamma_R$  ——抗力分项系数；

$F_K$  ——计算面上地基承载力的竖向合力标准值（KN/m）。

故 GDC013 礁体地基承载力满足要求。

同理：

$$\gamma_0 V_d = 1.0 \times \frac{63.4}{9.0} = 7.04 \leq \frac{1}{\gamma_R} F_K = \frac{1}{2.5} \times 45 = 18 \text{ kpa}$$

$$\gamma_0 V_d = 1.0 \times \frac{68.2}{9.0} = 7.58 \leq \frac{1}{\gamma_R} F_K = \frac{1}{2.5} \times 45 = 18 \text{ kpa}$$

$$\gamma_0 V_d = 1.0 \times \frac{64.86}{9.0} = 7.21 \leq \frac{1}{\gamma_R} F_K = \frac{1}{2.5} \times 45 = 18 \text{ kpa}$$

GDS07 礁体、GDS05 礁体、GDC006 礁体地基承载力满足要求。

## ②沉降验算

最终沉降量按《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）（5.3.5）进行计算：

$$S = \psi_s S' = \psi_s \sum_{i=1}^n \frac{P_0}{E_{si}} \left( Z_i \bar{\alpha}_i - Z_{i-1} \bar{\alpha}_{i-1} \right)$$

式中： $S$  ——地基最终变形量（mm）；

$S'$  ——按分层总和法计算出的地基变形量（mm）；

$\psi_s$  ——沉降计算经验系数，根据地区沉降观测资料及经验确定，无地区

经验时可根据变形计算深度范围内压缩模量的当量值（ $\bar{E}_s$ ）；

$n$ ——地基变形计算深度范围内所划分的土层数，依据《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）图 5.3.5；

$P_0$ ——相应于作用的准永久组合时基础底面处附加压力（kPa）；

$E_{si}$ ——基础底面下第  $i$  层土的压缩模量（MPa），应取土的自重压力至土的自重压力与附加压力之和的压力段计算；

$Z_i$ 、 $Z_{i-1}$ ——基础底面至第  $i$  层土、第  $i-1$  层土底面的距离（m）；

$\bar{a}_i$ 、 $\bar{a}_{i-1}$ ——基础底面计算点至第  $i$  层土、第  $i-1$  层土底面范围内平均附加应力系数，可按《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）附录 K 采用。

由  $E_{s1-2} = 3.46MPa$ ，可取  $\psi_s = 1.336$

$Z_1 = 0.50m$ ， $l = 3.0m$ ， $b = 3.0m$ ， $l/b = 1.0$ ， $Z_1/b = 0.167$ ， $\alpha = 0.250$ ，

$Z_2 = 1.5m$ ， $l = 3.0m$ ， $b = 3.0m$ ， $l/b = 1.0m$ ， $Z_2/b = 0.5$ ， $\alpha = 0.230$ ，

$$S = 1.336 \times 11.53 \times \left[ \frac{(1.50 \times 0.23 - 0.50 \times 0.25)}{3.46} + \frac{0.5 \times 0.25}{3.46} \right] = 1.499mm \leq 500mm$$

故 GDC013 礁体基础最终沉降量满足规范要求。

同理：

$$S = 1.336 \times 11.22 \times \left[ \frac{(1.50 \times 0.23 - 0.50 \times 0.25)}{3.46} + \frac{0.5 \times 0.25}{3.46} \right] = 1.495mm \leq 500mm$$

$$S = 1.336 \times 12.08 \times \left[ \frac{(1.50 \times 0.23 - 0.50 \times 0.25)}{3.46} + \frac{0.5 \times 0.25}{3.46} \right] = 1.610mm \leq 500mm$$

$$S = 1.336 \times 11.49 \times \left[ \frac{(1.50 \times 0.23 - 0.50 \times 0.25)}{3.46} + \frac{0.5 \times 0.25}{3.46} \right] = 1.531mm \leq 500mm$$

GDS07 礁体、GDS05 礁体、GDC006 礁体基础最终沉降量满足规范要求。

### ③稳定性计算（施工强度验算）

方案：采用四点起吊，按三点计算

柱子拉应力验算：

$$l = 3.0m$$

$$N = F \times 1.3 = G / 3 \times 1.3 = 101 / 3 \times 1.3 = 43.77 \text{ KN}$$

钢筋选用 HRB400,  $f_y=360$  (N/mm<sup>2</sup>), 配筋:  $4\Phi 12$ ,  $A_s = 452 \text{ mm}^2$

由《水运工程混凝土结构设计规范》(JTS151-2011)式(5.4.1)可求得:

$$N < f_y A_s + f_{py} A_p = 360 \times 452 = 162.72 \text{ KN}$$

GDC013 礁体、GDS07 礁体、GDS05 礁体、GDC006 礁体柱子拉应力满足要求。设计可行。

#### ④礁体投放后抗倾验算

参考《码头结构设计规范》(JTS167-2018)相关规定进行计算:

$$\frac{G_{\text{浮}} L}{2} = \frac{63.974 \times 1.5}{2} = 47.98 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$G_{\text{浮}} = \gamma_{\text{浮}} V = 14.5 \times 4.412 = 63.974 \text{ KN}$$

其中 M—作用在计算底面的侧向水压力标准值对计算面的倾覆力矩;

G 浮—礁体的有效重力;

K—安全系数, 抗倾覆取 1.5, 抗滑取 1.2;

L—礁体的重心离墙址的水平距离。

$$M = PZ = 2.057 \times 2 = 4.114 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$KM = 1.5 \times 4.114 = 6.117 \text{ KN} \cdot \text{m} \leq 47.98 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$P = (\alpha_{02} \rho_2 Q_2 v_2 - \alpha_{01} \rho_1 Q_1 v_1) \times B \times H = 1025 \times 7.995 \times 0.167 \times 0.167 \times 3 \times 3 = 2.057 \text{ KN}$$

$$\alpha = 1 \quad V_1 = 0 \quad Q = A \times V \quad V_2 = 0.167 \text{ m/s (底层洋流速)}$$

其中 P—侧向水压力;

Z—侧向水压力作用点到计算底面的高度, 取 2m。

经计算, GDC013 礁体抗倾稳定计算满足要求。

同理:

$$P = (\alpha_{02} \rho_2 Q_2 v_2 - \alpha_{01} \rho_1 Q_1 v_1) \times B \times H = 1025 \times 6.224 \times 0.167 \times 0.167 \times 3 \times 3 = 1.60 \text{ KN}$$

$$M = PZ = 1.60 \times 2 = 3.2 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$KM = 1.5 \times 3.2 = 4.8 KN \cdot m$$

$$G_{\text{浮}} = \gamma_{\text{浮}} V = 14.5 \times 4.298 = 62.321 KN$$

$$KM \leq \frac{G_{\text{浮}} L}{2} = \frac{62.321 \times 1.5}{2} = 46.741 KN \cdot m$$

GDS07 礁体抗倾稳定计算满足要求。

$$P = (\alpha_{02} \rho_2 Q_2 v_2 - \alpha_{01} \rho_1 Q_1 v_1) \times B \times H = 1025 \times 5.76 \times 0.167 \times 0.167 \times 3 \times 3 = 1.482 KN$$

$$M = PZ = 1.482 \times 2 = 2.964 KN \cdot m$$

$$KM = 1.5 \times 2.964 = 4.446 KN \cdot m$$

$$G_{\text{浮}} = \gamma_{\text{浮}} V = 14.5 \times 4.624 = 67.048 KN$$

$$KM \leq \frac{G_{\text{浮}} L}{2} = \frac{67.048 \times 1.5}{2} = 50.286 KN \cdot m$$

GDS05 礁体抗倾稳定计算满足要求。

$$P = (\alpha_{02} \rho_2 Q_2 v_2 - \alpha_{01} \rho_1 Q_1 v_1) \times B \times H = 1025 \times 3.72 \times 0.167 \times 0.167 \times 3 \times 3 = 0.957 KN$$

$$M = PZ = 0.957 \times 2 = 1.914 KN \cdot m$$

$$KM = 1.5 \times 1.914 = 2.871 KN \cdot m$$

$$G_{\text{浮}} = \gamma_{\text{浮}} V = 14.5 \times 4.397 = 63.757 KN$$

$$KM \leq \frac{G_{\text{浮}} L}{2} = \frac{63.757 \times 1.5}{2} = 47.82 KN \cdot m$$

GDC006 礁体抗倾稳定计算满足要求。

### 4.3.3 结构计算结论

通过计算，此次设计的礁体承载力、强度、抗倾抗滑稳定计算均满足要求，设计可行，能够安全投放，有效使用。

## 第5章 单位鱼礁群布置

### 5.1 布置原则

鱼礁的投放和单位鱼礁群的设置应以矩阵分布为宜，并尽量选择不同形状、类型和材料的礁体有序的间隔分布，这样有利于发挥各类礁体的优势，因为在一个水域投放单一材料或单一形状的人工鱼礁其实践效果相对较差。此外，单位鱼礁群的长轴应与海流方向垂直，使得单位鱼礁群的迎流面面积最大，人工鱼礁（上升流礁）在迎面流附近产生涌升流，这种涌升流将海洋底层低温而营养丰富的海水带上来，使海洋浮游动植物在人工鱼礁礁体及区域内增殖，从而为鱼类等水生生物提供大量饵料。

### 5.2 总平面布置

单位鱼礁群平面尺寸为 280×240m，单位鱼礁群由 13 个鱼礁群组成，鱼礁群间距 20~70m。在鱼礁群型号的具体选择上着重考虑所放置位置的地形和地质条件，因为礁区平时水深大部分在 10m 左右，所以此次我们设计了较高的礁体来投放，且预留出一定的沉降高度。29~39 个鱼礁单体间隔错落布置组成鱼礁群，同一鱼礁群基本考虑选用同一型号的鱼礁单体布置。

单位鱼礁群鱼礁单体个数为 432 个，其中 156 个 GDS07 礁体、96 个 GDC013 礁体、90 个 GDC006 及 90 个 GDS05 礁体。鱼礁群布置顺应海流通过障碍物时的流态规律，使海流进入鱼礁群后马上形成上升流，同时在礁群范围内产生多种形态的涡流，激起沉淀海床的养料，吸引鱼类的群聚。

## 第 6 章 礁区布置

### 6.1 礁区选址

#### 6.1.1 礁区选址原则

(1) 避开航道、港区、锚地、通航密集区、军事禁区和海底电缆管道（油、气、水管道）通过区域，以及其他主管机关经评定后认为影响海域安全的区域，不影响各类船只海上交通航道的畅通；

(2) 避开海洋倾倒区；

(3) 避开游钓作业难度大的强流区和自净能力差的浅水弱流区；

(4) 避开影响礁体搬运的强风区和易损坏礁体的台风浪冲击区；

(5) 经济种类产卵场和有利于保护幼鱼、幼虾、幼贝的区域优先；

(6) 具备较好的渔业资源本底条件区域优先；

(7) 底质较硬、底坡平缓、附近有自然礁区或岩岸地形地貌条件的区域优先；

(8) 有利于开发游钓渔业和观光旅游的区域优先。

#### 6.1.2 人工鱼礁建设选址

广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区地质条件较好，示范区内海床平缓，除部分地区存在淤泥外，基层大部分以黏土层、砂质层为主，可保证人工鱼礁的摆放平稳，没有过大沉降，是天然良好的基础持力层，且示范区水深均大于 10m，适宜建造人工鱼礁区。经综合考虑，本项目的人工鱼礁建设区域，计划选址在广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区西南部海域（图 6.1），面积为 1.5km<sup>2</sup>，相对集中地开展人工鱼礁建设工作，可使新建人工鱼礁区、已建人工鱼礁区相互作用形成规模效应，增强修复海洋环境生态系统的效果，改善海域生态环境，营造海洋生物栖息的良好环境。



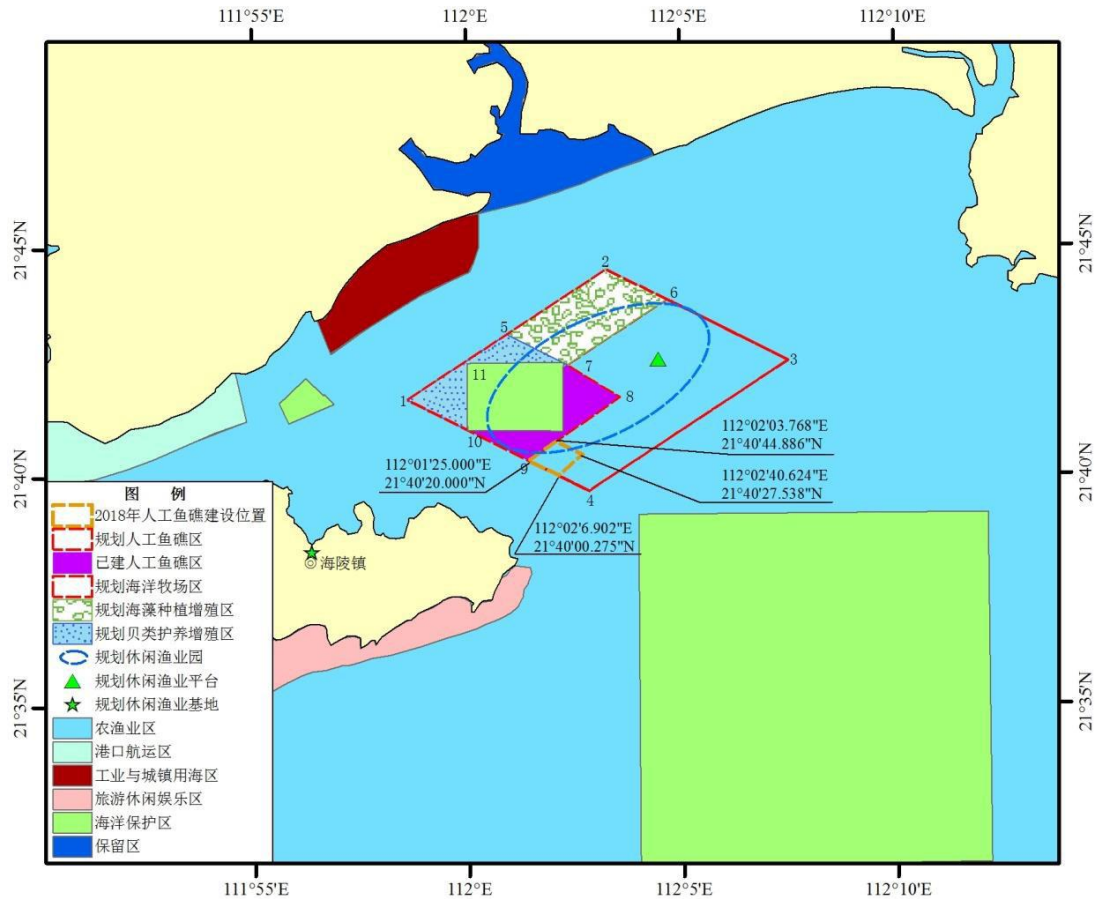


图 6.1 人工鱼礁建设区域示意图

## 6.2 总平面布置

### 6.2.1 总平面布置原则

(1) 依据礁区鱼类资源对象的习性进行布局，以达到鱼礁适应鱼类的不同需要；

(2) 礁体的高度必须考虑礁区的水深、底质及船舶的航行安全；

(3) 鱼礁的布局考虑水流的作用和产生的效应；

(4) 礁区由不同型号的鱼礁单体组合成单位鱼礁，由若干单位鱼礁形成鱼礁群，再由几个鱼礁群组成鱼礁区；

(5) 鱼礁根据功能不同可分为繁育型、饵料型和庇护型，不同类型的单位鱼礁交叉布置，在功能和作用上形成互补；

(6) 礁区的选址应符合国家和地方的海域利用总体规划及有关法律、法规的规定。

## 6.2.2 总平面布置方案

根据水文气象资料，示范区海域潮流长轴方向近似为 NW-SE 向分布，为了尽量发挥鱼礁的最大流态效应，本次礁区整体布置走势呈 NW-SE 向。根据工程区域的水深地形条件以及综合考虑已建工程对本工程的影响，在本次人工鱼礁工程区域内分散布置 4 座鱼礁群，采用单一尺寸矩形鱼礁群布置，鱼礁群长轴与海流涨落潮方向垂直，即鱼礁群的最大迎流面与海流垂直，使海流进入鱼礁群后马上形成上升流，同时在礁群范围内产生多种形态的涡流，激起沉淀海床的养料，吸引鱼类的群聚。单座鱼礁群尺寸分别为 280m×240m，鱼礁群间距为 300~400m。

## 第 7 章 在线自动监控系统

### 7.1 项目概述

建设现代化海洋牧场，是开拓渔业发展空间，实现高质量发展的必由之路。现代化海洋牧场作为一种新兴的渔业产业形态，在降低海洋捕捞强度、海水养殖密度的同时，拓展渔业发展新空间，推动水产养殖从浅海走向深海，从近岸走向离岸，从单一走向多元。通过延伸拓展产业链条，不断提升附加值，推动海洋渔业高质量发展，加快实现由传统的“规模数量型”向“质量效益型”转变。

建设现代化海洋牧场，是深入推进供给侧结构性改革、增加优质水产品有效供给的现实需要。海产品蛋白质含量是谷物的 2 倍多，比肉禽蛋高 5 成。随着消费结构的转型升级，人民群众对优质海产品的需求日益增长。加快建设现代化海洋牧场，不仅能够缓解粮食安全压力，为人民群众的饭碗里增添更加丰富的海洋食品，而且能够改善营养膳食结构，提升国民身体素质。

当前，建设智慧型海洋牧场是信息时代所趋，是渔业现代化发展的必然要求。目前，海洋环境在线监控系统已经是建设智慧海洋牧场示范区的重要有机组成部分，是智慧海洋牧场示范区建设、日常跟踪调查、评估、管理、以及绩效评价等工作的有效技术手段，对海洋牧场建设，促进渔业资源恢复有着重要作用，必须建好管好！

### 7.2 建设目的

海洋牧场礁区在线自动监控系统是利用物联网、智能传感和自动控制技术对海洋牧场区域的海底环境监控管理的应用系统。建设海底生态环境在线测监控系统，通过自动化、信息化等技术手段更加科学、准确、实时地掌握重点海底的水质数据、掌握海域质量状况，科学的管理牧场具有十分重要的意义。

实现海洋牧场水域环境实时、可视、全面监控，持续、实时掌握水质变化情况，为海洋牧场水域环境维护保护提供科学依据；

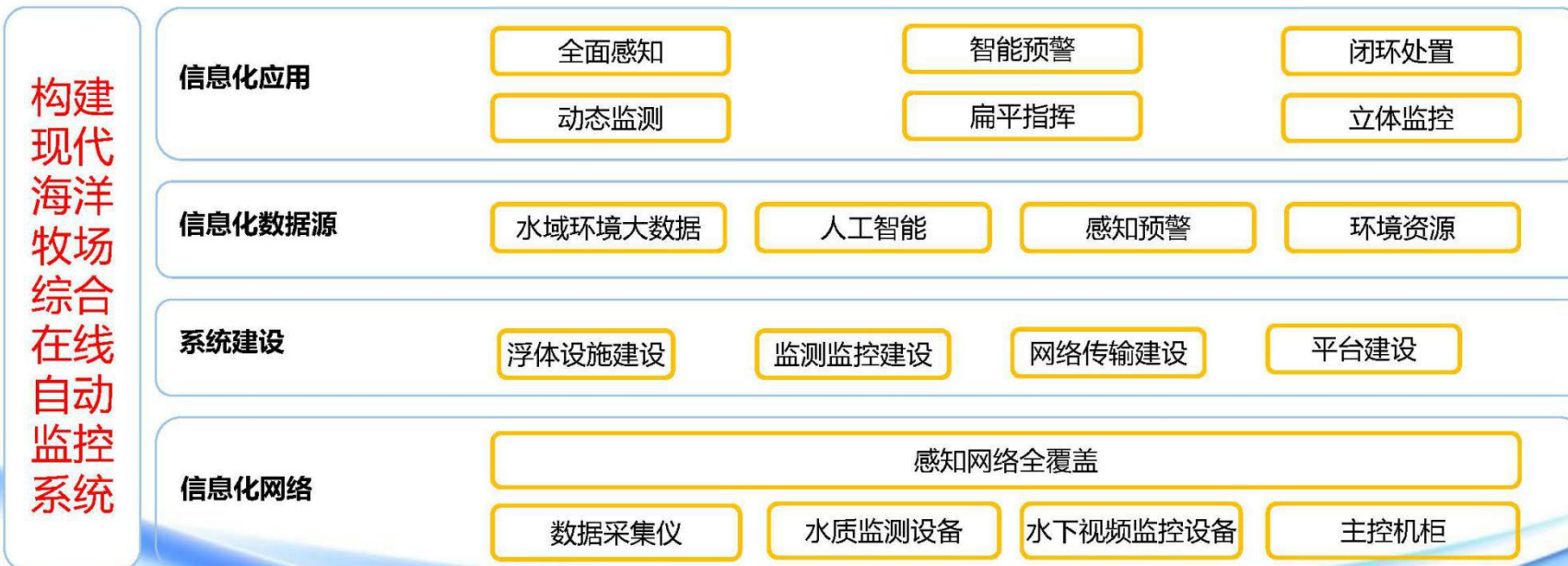
实现鱼群在海洋牧场水下随时处于可视状态，持续展示渔业资源变动情况，为海洋牧场渔业资源管理和开发利用提供可靠依据；

持续、可视、实时掌握海洋牧场区域的气象变化情况、水上船舶和水上活动安全动态情况，为保障海洋牧场安全管护、安全生产提供依据。

总体设计图和系统构成如下图所示：

# 总体设计

建设在线自动监控系统1套，实现海洋牧场海底温度、盐度、深度、溶解氧、叶绿素、pH值、浊度等参数，海表面气温、气压、湿度、风速、风向、降雨量等气象参数，周围过往船舶(AIS)的实时在线监测，以及水上周边情况和水下人工鱼礁周围环境和生物生活习性的实况视频监控，同时对观测数据和视频进行网络同步展示发布、备份存储及统计分析。



# 系统构成

- ✓ 水文、水质在线监测平台
- ✓ 数据采集传输系统
- ✓ 现场监测仪器
- ✓ 集成仪器柜
- ✓ 监测载体
- ✓ 供电系统
- ✓ 取样系统
- ✓ 监测系统软件



## 7.3 设计依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》；
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》；
- (3) 《海滨观测规范》（GBT14914-2006）；
- (4) 《安全防范系统雷电防护要求及检测技术规范》；
- (5) 《海洋仪器海上试验规范》（HYT 141-2011）；
- (6) 《海洋水质监测》（GB 3097-1997）；
- (7) 《海上用太阳能电池组件总规范》（GBT 14008-92）；
- (8) 《浮标通用技术条件》（JTT760 2009）；
- (9) 《浮标锚链》（JT/T 100-2005）；
- (10) 《海上移动平台入级规范》（中国船级社，参考）；
- (11) 《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
- (12) 《海上用太阳能电池组件总规范》（GBT 14008-92）；
- (13) 《小型海洋环境监测浮标》（HYT 143-2011）；
- (14) 《中国海区水上助航标志》（GB 4696-1999）；
- (15) 《中国海区水上助航标志形状显示规定》（GB/T 16161-1996）；
- (16) 《航标灯通用技术条件》（JT/T 761-2009）；
- (17) 《自然保护区管护基础设施建设技术规范》。

## 7.4 在线自动监控系统监测指标

### 7.4.1 在线自动监控系统监测指标：

- (1) 最大布放深度：30m；
- (2) 监控设备：水下监控视频 4 套、水上视频监控 1 套；水下视频供电要求满足不小于 30 天，自主采集和存储，每个单位鱼礁群各布置 1 套。
- (3) 监测浮标 1 套：浮身直径 3.0 米。包含卸扣、旋转环锚链。
- (4) 水质水文观测要素：盐度、溶解氧、叶绿素、PH 值、浊度；
- (5) 气象监测要素及频次：气温、气压、相对湿度、风速、风向、降雨量。
- (6) 岸基控制系统 1 套（站房由业主提供，拟定阳江市农业农村局）需展示

环境监测数据，室内配备机房设备和微波传输系统。

(7) 系统平台：包括软件监测平台、虚拟服务器、微信小程序、硬盘刻录机及 SIM 卡等相关匹配设备。

(8) 水质监测采用抽水式采样监测。

## 7.4.2 在线自动监控系统主要设备清单

表 7.1 主要设备清单表

序号	设备名称	型号参数	数量	单位
一	海上监测平台			
1	监测浮标	浮体材质：浮体材质钢板，表面涂船舶专用油漆，钢板厚度不小于 4mm。工艺：浮身与封头外部平焊，内部分段焊，焊缝必须满焊。 浮身：直径 3.0m， 塔架高不小于 2000mm，装配标准雷达反射器，反射距离 10KM。 沉石重量：5T 数量 3 个；包含卸扣、旋转环 锚链直径：34mm，长度：高潮时水深的 1.5 倍。	1	个
2	光伏供电系统	容量：12000Ah 太阳能板采用 8 块 18V180W，蓄电池 8 块 12V120AH。 配备控制器、逆变器等。	1	套
二	安全防护系统			
3	警示灯	控制反应时间<1S；工作温度：-10℃--+65℃，工作湿度：10%--90%；防水等级：IP66；	1	个
4	雷达反射器	反射角：360° 频率：<8Ghz 反射面积：35 m² 承重：80Kg 直径：414mm 总高：450mm 重量：25Kg	1	个
5	AIS	支持标准：IEC 62287-1、IEC 61162-1、IEC 61162-2； 频道：161.975MHz(Ch87B)、162.025MHz(Ch88B)，同时接收； 频率稳定度 ±2.5ppm； 调制方式：GMSK/FM 阻抗：≤50Ω 环境温度：-20 C~+60 C 输入：GPS，IEC61162：2000(4，800bps/RMC，GGA，GNS，GLL)输出：RS232/RS-422/LAN(38，400bps，NMEA-0183) 传输速率 ≥38000bps 范围：[MHz]：156-164MHz 驻波比：1.5：1 方向：水平 360°，垂直 62° 增益：3dBi 极化方式：垂直 接口形式：UHF-F 额定功率：100W 阻抗：≤50Ω	1	个
三	监测设备			
6	气象在线监测设备	温度 测量范围 -20~60° C (扩展：-40~80° C) 精确性 ±0.3° C 长期稳定性 ±1° C/Year 相对湿度 测量范围 0~100%RH 相对湿度 精确性 ±3%RH 相对湿度	1	套

		长期稳定性 $\pm 1\%RH/Year$ 气压 测量范围 10~1000 百帕 精确性 $\pm 1$ 百帕 ( $25^{\circ}C$ ) 风向 超声波 测量范围 $0\sim 360^{\circ}$ 精确性 $\pm 3^{\circ}$ 采样频率 最大 10Hz 风速 原理超声波 测量范围 $0\sim 75$ 米/秒 精确性 $\pm 0.3m/s$ 或 $\pm 3\%$ ( $0\sim 30m/s$ ), $\pm 5\%$ ( $>35m/s$ ) RMS 采样频率 最大 10Hz 雨量 原理: 光学散射当有雨滴击中外表面时, 内部光敏器件能得到光束强度的变化, 通过对不同光束的变化输出脉冲计数值, 反映雨滴的大小。 输出分辨率: 0.01mm 精度: 3% 量程: $0\sim 200mm/h$ , 超出测量范围会降低测量精度 基本信息 电源电压 $5\sim 28VDC$ 工作湿度范围 $0\sim 100\%RH$ 工作温度范围 $-20\sim 60^{\circ}C$ (标准), 扩展为 $-50\sim 80^{\circ}C$ 防护 IP66		
7	pH 在线监测设备	测量范围: 2.00~16.00pH; TEMP $-30.0^{\circ}C\sim 130.0^{\circ}C$ 解析度: 0.01pH 确精度: $\pm 0.01 \pm 1digit$	1	个
8	浊度在线监测设备	测量范围: 0-500NTU; 分辨率: 0.01 确精度: 小于读值的 $\pm 5\%$	1	个
9	叶绿素在线监测设备	测量范围: 0-5ug/l, 0-50ug/l, 0-500ug/l; 精确度: 1bbp 若丹明 WT 染料的水准对应值的 $\pm 5\%$	1	个
10	溶解氧在线监测设备 (含水温)	测量范围: 0.00~25.00mg/L 分辨率: 0.01mg/L	1	个
11	盐度在线监测设备	精度: $\pm 0.0003S/m$ , 分辨率: 0.00001S/m	1	个
12	鱼探仪	显示器分辨率: 1024 x 600 屏幕亮度: $> 1200 nits$ 屏幕尺寸: 7 寸多触点触摸屏 屏幕视角: 上下左右角度 $80^{\circ}$ 工作电压: 12 V DC (10 - 17 V DC min - max) 最大耗电: 33.12W 建议保险丝额定值: 直流电压为 12 V 时, 电流为 3.5 A NMEA2000 端口: 1 个 声纳口: 2 个 模拟视频口: 1 个	1	个
13	水下视频系统	能够实现近距离广角和远距离清晰成像 (或另有 10 倍、20 倍光学镜头可选), 1080P 感光器件, 4 颗 LED 强光灯, 远距离照亮, 确保获得清晰的全彩色视频图像, LED 灯可以遥控开关, 自动感应开关或常开, 适应不同观测场景需要	4	个
14	水上视频系统	即插即用模式, 通电有 4G/3G 信号即可远程。 机器内置存储卡, 支持本机录像存储, 远程可以调看录像, 可 $360^{\circ}$ 查看。 采用低照度感光芯片, 夜视效果优秀。 使用 4 颗大功率红外灯, 保证户外红外夜视效果, 有一定的透雾能力, 鱼眼机没有红外功能。 内置最先进的网络安防摄像机内部的防雷模块, 是对摄像机的电源、信号及视频的全角度保护。 定时抓拍功能, 可设置间隔时间是 $0\sim 99999$ 秒。	1	个
15	水下接驳盒	光电接驳, 声学定位信标	4	套
16	水下支架	不锈钢材质, 水下支架	2	个
17	抽水水泵	功率 25W 的不锈钢抽水泵	1	台
18	数据采集模块	数据采集	1	个



四	岸基控制系统			
19	机房设备	电脑配置: CPU 类型: Core/酷睿 i7; 型号: i7-12700F; 硬盘容量: 1T; 固态硬盘容量: 512G; 屏幕尺寸: 27 英寸。	1	套
20	供电系统	当地市电供电	1	套
21	微波传输系统	W-Jet 专用协议, 2x2 MiMo; 工作模式: 点对点 ; 工作频段: 5.15 - 5.915 GHz ; 信道带宽: 20, 40 MHz; 最高发射功率: 28 (+/-2) dBm; 调制模式: BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM; 接收灵敏度: 根据不同调制模式和信道带宽在-94 到-72dBm 之间变化; 纠错方式: FEC, 选择性 ARQ; 双工模式: 动态时分双工;	1	套
五	系统平台			
22	软件监测平台	自主开发软件平台 (定制)	1	套
23	虚拟服务器	内存: 8T, 租期: 5 年。	1	台
24	微信小程序	手机 APP	1	套
25	硬盘刻录机	摄像头免布电源线, 免用交换机; 可接入符合 ONVIF 等主流摄像机; APP 无线远程; 异常入侵状况实时远程告警; 8 盘位, 满足多监控, 长时间录制需求; 自动循环录像, 断电数据不丢失; Smart265 编码; 支持萤石/Ehome/gb28181 协议; 型号: DS-8832N-R8/DS-8864N-R8; 视频输入接口: HDMI VGA; 清晰度: 4K; 压缩格式: H.265, 容量: 1T	1	台
26	SIM 卡	4 张 SIM 卡	5	年
六	施工安装及运维	陆上运输, 海岛二次运输; 设备施工安装; 系统调试; 监测设备校准; 日常运行维护保养。	1	项

## 7.5 在线自动监控系统布局



图 7.1 系统拓扑图

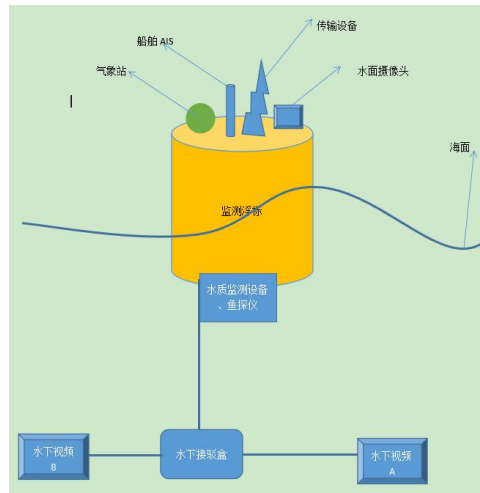


图 7.2 监测设备布局图

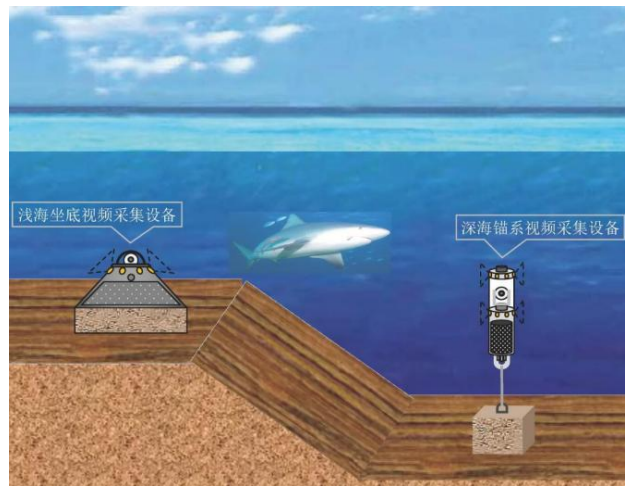


图 7.3 水下视频应用示意图

## 7.6 系统设计技术方案

### 7.6.1 系统组成

- (1) 海上监测平台：监测浮标和光伏供电系统。
- (2) 安全防护系统：包含警示灯、雷达反射器、AIS。
- (3) 监测设备：气象在线监测设备、pH 在线监测设备、浊度在线监测设备、叶绿素在线监测设备、溶解氧在线监测设备（含水温）、盐度在线监测设备、鱼探仪、水下视频系统、水上视频系统、水下接驳盒、水下支架、抽水水泵、数据采集模块
- (4) 岸基控制系统：机房设备、供电系统、微波传输系统
- (5) 系统平台：软件监测平台、虚拟服务器、微信小程序、硬盘刻录机、

SIM 卡

## 7.7 设备主要技术指标要求

### 一、海上监测平台

#### 1. 监测浮标

浮体材质：浮体材质钢板，表面涂船舶专用油漆，钢板厚度不小于 4mm。

工艺：浮身与封头外部平焊，内部分段焊，焊缝必须满焊。

浮身：直径 3.0m。

塔架高不小于 2000mm，装配标准雷达反射器，反射距离 10KM。

沉石重量：5T，数量 3 个；包含卸扣、旋转环。

锚链直径：34mm；长度：高潮时水深的 1.5 倍。

设计/使用寿命：设计寿命 $\geq 8$  年；使用寿命 $\geq 5$  年。

#### 2. 光伏供电系统

供电系统采用太阳能电池和蓄电池组合供电方式，由太阳能电池板、蓄电池和充电控制器、逆变器等组成，包括 8 块 18V180W 太阳能板和 8 块 12V120AH 蓄电池，容量为 12000Ah，满足所有设备在阴雨天气下正常工作 7 天。其中太阳能板和蓄电池主要要求如下：

##### 太阳能电池板

(1) 采用太阳能电池对蓄电池同时充电，采用多路供电系统对所有分系统进行供电。

(2) 选用单晶硅太阳能电池板，充电控制器的效率在 90%以上。在不同纬度、不同季节时，阳光强弱、角度、规律不同，应使太阳能电池板的功率最大化。

(3) 太阳能电池板和其他电源设备须具有防腐、防盐雾措施等，安装结构应便于进行除污和维护。

(4) 最大利用浮标甲板面积，同时兼顾设备安装及维护空间安全。

##### 蓄电池

(1) 蓄电池采用固定式阀控免维护密封胶体铅酸蓄电池，并且能够保证在无日照的情况下检测浮标的所有设备能够保证 7 天阴雨天气使用要求。

(2) 蓄电池布置在仪器舱底部，外壳结构采用密封式结构设计，所有接线采用水密连接器，设计寿命大于 2 年，防护等级 IP65。

## 光伏供电系统工作环境与保护装置

(1)供电系统工作环境要求 $-20^{\circ}\text{C}\sim+65^{\circ}\text{C}$ 。

(2)供电系统要设置有过充、过放、负载短路等保护装置，设置有瞬时冲击、干扰（如雷电、瞬间短路等）的消除装置。

(3)供电系统设置有电源总开关。



图 7.4 监测浮标示意图

## 二、安全防护系统

### 1.警示灯

控制反应时间 $<1\text{s}$ ；工作温度： $-10^{\circ}\text{C}\sim+65^{\circ}\text{C}$ ，工作湿度： $10\%\sim90\%$ ；防水等级：IP66；

### 2.雷达反射器

型号：SRR-414；反射角： $360^{\circ}$ ；频率： $<8\text{GHz}$ ；反射面积： $35\text{m}^2$ ；承重： $80\text{Kg}$ ；直径： $414\text{mm}$ ；总高： $450\text{mm}$ ；重量： $25\text{Kg}$ 。

### 3.AIS（自动收集过往船舶资料信息设备）

AIS 设备符合国际海事组织 A-126 规范要求，提供了接口与其外围设备实现通信控制（通信口可根据用户需求进行配置），采用内置锂电池、太阳能和直流  $12\text{V}$  电源供电。可收集和存储过往船舶资料信息，并自动将信息发送至数据库信

息中心（系统平台）。过往船舶将自动搜取一定范围内 AIS 设备信号，并在船载雷达显示渔业助航标志信息。

#### 功能概述：

自带彩色显示屏，可以实时显示船舶的位置信息，收到其它船只的 AIS 信息可以通过船舶列表及 AIS 雷达图显示屏直观的显示。

**GPS 定位功能：**在 GPS 定位屏实时显示船舶（或助航标志）的位置、航向、航速信息。

**AIS 船舶列表功能：**在 AIS 船舶列表屏中显示，当前收到的 AIS 船只总数、AIS 目标船只的 MMSI 号及距离本船(或助航标志)的距离信息；

**AIS 船舶雷达图显示功能：**在 AIS 雷达图显示列表中，可以显示 5 海里范围内，目标 AIS 船只的数量、航向信息，目标船只用圆圈表示。

**会遇报警功能：**根据目标船只距离本船舶（或助航标志）的距离、航速及航向等信息，自动判断会遇的时间和距离，当在用户设置的最短会遇时间或者最短会遇距离内时，设备发出报警提示声音。

**GSM 公网通讯功能：**内置 GSM 通讯模块，可通过该网络将 AIS 信息中的 DM 数据(其它船只的动态和静态信息)发送到岸基控制中心。

**不间断连续供电功能：**内置锂电池供电，同时当内置锂电池断电后，可以使用太阳能持续工作。

### 三、监测设备

#### 1.气象在线监测设备

##### 温度

测量范围：-20~60°C（扩展：-40~80°C）；

精确性：±0.3°C；

长期稳定性：±1°C/Year；

##### 相对湿度

测量范围：0~100%RH 相对湿度；

精确性：±3%RH 相对湿度；

长期稳定性：±1%RH/Year；

##### 气压

测量范围：10~1000 百帕；

精确性：±1 百帕（25°C）；

### 风向

测量范围：0-360°；

精确性：±3°；

采样频率：最大 10Hz；

### 风速

测量范围：0~75 米/秒；

精确性：±0.3m/s 或±3%（0~30m/s），±5%(>35m/s)RMS；

采样频率：最大 10Hz；

### 雨量

输出分辨率：0.01mm；

精度：3%；

量程：0~200mm/h，超出测量范围会降低测量精度。

### 设备基本信息

电源电压：5~28VDC；

工作湿度范围：0~100%RH；

工作温度范围：-20~60°C（标准），扩展为-50~80°C。

防护：IP66

## 2.pH 在线监测设备

测量范围：2.00~16.00pH；

温度：-30.0°C~130.0°C；

解析度：0.01pH；

确精度：±0.01 ±1digit。

## 3.浊度在线监测设备

测量范围：0-500NTU；

分辨率：0.01；

确精度：小于读值的±5%

## 4.叶绿素在线监测设备

测量范围：0-5ug/l，0-50ug/l，0-500ug/l；

精确度：1bbp 若丹明 WT 染料的信号水准对应值的±5%

#### 5.溶解氧在线监测设备（含水温）

测量范围：0.00~25.00mg/L；

分辨率：0.01mg/L

#### 6.盐度在线监测设备

精度：±0.0003S/m；分辨率：0.00001S/m

#### 7.鱼探仪

显示器分辨率：1024 × 600；

屏幕亮度：>1200 nits；

屏幕尺寸：7寸多触点触摸屏；

屏幕视角：上下左右角度80°；

工作电压：12V DC (10 - 17V DC min - max)；

最大耗电：33.12W；

建议保险丝额定值：直流电压为12V时，电流为3.5A；

NMEA2000 端口：1个；

声纳口：2个；

模拟视频口：1个。

#### 8.水下视频系统

能够实现近距离广角和远距离清晰成像，1080P感光器件，4颗LED强光灯，远距离照亮，确保获得清晰的全彩色视频图像，LED灯可以遥控开关，自动感应开关或常开，适应不同观测场景需要。

水下视频采集采用电池供电，全自主工作，设备投放在指定海域后，按照设定的时段录像，存储在大容量固态硬盘上。

针对不同的水下应用场景，系统设计了用于浅海的视频采集设备，浅海环境下，为防止渔网拖拽造成设备被破坏，采用坐底式布设方式，设备整体采用圆锥体结构，外观光滑无突起，设备底部固定在配重水泥底座上，投放后下沉坐在海底工作，有效避免被渔网刮蹭损坏。本项目鱼礁投放区平均水深为10m，故在线监控系统就考虑浅海坐地视频采集设备。

设备采用视频高压压缩算法，1080P 高清录像一天只需 8G 内存空间，采用 1T 大容量固态硬盘，可连续存储 30 天录像，存储满后可选择循环覆盖或停止保护。摄像机支持灵活的录像时间设置，支持在 1 周时间内（7 天），每天设置最多 24 个不同的录像时段。可以选择主动捕捉拍摄模式，在设定时间内，先开启搭载的探鱼声呐设备探测周围是否有海洋生物活动，待捕捉到附近的海洋生物目标后再开启摄像机和 LED 灯进行抓拍、录像，由此可最大限度的延长水下监测时间，并获取有效的海洋生物视频。每段录像或抓拍自动按时间生成日志，便于搜索查看，数据存储在大容量固态硬盘内。设备打捞回收后，可以遥控打开设备 WIFI 热点，无线读取磁盘录像或抓拍日志，系统专门设计了设备同步软件，可以方便的获取录像日志，搜索并选择下载内容。

1.工作时间：设备使用可充电电池供电，设备可以设定拍摄时段。支持 1 周内每天设定多个不同的拍摄时段，可以最大限度的延长水下拍摄的期限。设备采用大容量磁盘和高能环保蓄电池供电，设计连续工作时间 30 天，通过开启录像计划，设定每周的拍摄时段。

2.回收方案：(1)设备上配备示位信标，周期性发送水声定位信号或在设定时间后开始发送信号，由水声打捞设备搜索定位水下设备大致区域（定位 10 米），再使用专门配套的水下机器人带绳钩勾住设备，从船上捞起设备。(2)设备上配备水声信号接收器，监听特定的水声激活信号，收到激活信号后开始检测约定编码，检测通过后启动释放器脱离水泥配重，之后依靠自身浮力浮出水面。水声遥控半径 1km 左右。

设备回收后，连接 USB 接口，用配备的视频同步软件获取录像日志，选择并下载需要的视频数据。设备采用高能蓄电池供电，可充电后重复使用。

3.防生物附着：为保护视频采集设备长期部署过程中，受生物附着影响，设备已专门设计了主、被动式相结合的防生物附着措施：

(1)主动防生物附着方法：摄像机透明罩内安装主动防生物附着紫外光灯，驱离或灭杀附着在透明罩外的微生物或海洋生物，防止摄像机镜头被遮挡；

(2)被动防生物附着方法：利用铜离子对海洋生物的驱离或灭杀功能，镜头罩外壳采用铜圈或铜壳固定，在海水中持续缓慢分解产生铜离子，达到驱离水下海洋生物，防止镜头被附着的目的。

#### 4.坐底式视频采集设备



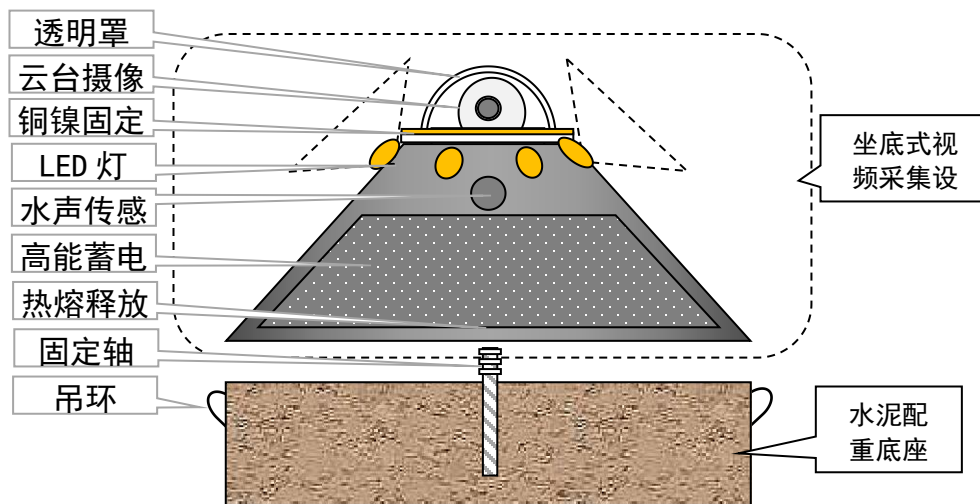


图 7.5 坐底式视频采集设备结构图（参考）

海底视频采集设备底座结构图仅供参考，由于礁体未投放，实际施工以投放后的礁体实际情况来确定。

### 9. 水上视频系统

即插即用模式，通电有 4G/3G 信号即可远程。机器内置存储卡，支持本机录像存储，远程可以调看录像，可 360° 查看。采用低照度感光芯片，夜视效果优秀。使用 4 颗大功率红外灯，保证户外红外夜视效果，有一定的透雾能力，鱼眼机没有红外功能。内置最先进的网络安防摄像机内部的防雷模块，是对摄像机的电源、信号及视频的全角度保护。定时抓拍功能，可设置间隔时间是 0~99999 秒。

技术参数：

传感器类型：1/3" 高清 CMOS 传感器；

最低照度：彩色 0.1Lux @(F1.2, AGC ON), 0 LUX with IR 黑白, 0.1Lux @(F1.2, AGC ON), 0 LUX with IR;

日夜转换模式：IR-CUT;

镜头：标配 3.6mm;

角度：手动调节;

视频压缩标准：H.264 HighProfile, JPEG 抓图;

压缩输出码率：32 Kbps~6Mbps 可调;

音频压缩标准：G.711a;

图像最大图像尺寸：1920\*1080；

图像设置：饱和度，亮度，对比度通过客户端或者 IE 浏览器可调；

存储功能：可内置 64G 内存卡/NVR/IPSAN/网络存储；

智能报警：移动侦测，视频丢失，网线断，IP 地址冲突；

支持协议：TCP/IP，HTTP，DHCP，DNS，DDNS，PPPoE，SMTP，NTP，onvif；

通用功能：防闪烁，双码流，心跳，密码保护；

通讯接口：1 个 RJ45 10M/100M 自适应以太网口；

工作温度和湿度：-40℃~65℃，湿度小于 90%(无凝结)；

电源供应：DC9V-22V /3A±10%；

功耗：20W MAX，15W 平均；

红外照射距离：4 颗 红外：30-120 米，与镜头搭配；

尺寸(mm)：420 mm \*147 mm \*101 mm；

重量：2350g。

#### 10. 水下接驳盒

光电接驳，声学定位信标。

#### 11. 水下支架

不锈钢材质，水下支架。

#### 12. 抽水水泵

功率 25W 的不锈钢抽水泵

#### 13. 数据采集模块

无线通讯系统实现采集水质、水文数据，并传输应用服务器，具备远距离，带宽大，上传下载速率快等技术要求。可实现工业现场多种设备的数据接入的转发推送功能，具有 2 路网口和 4 路串口，每路端口均可做为采集或者转发通道，灵活配置实现多点采集转发，具有现代远程协助功能，可随时随地将千里之外的现场设备虚拟到您身边，实现设备诊断，极大的降低了传统模式所带来的维护管理成本。

### 四、岸基控制系统

#### 1. 机房设备

需购买一台电脑设备用于数据展示。

CPU 类型：Core/酷睿 i7；

型号：i7-12700F；

硬盘容量：1T；

固态硬盘容量：512G；

屏幕尺寸：27 英寸。

## 2.供电系统

当地市电供电，由建设单位提供。

## 3.微波传输系统

W-Jet 专用协议，2x2 MiMo；

工作模式：点对点；

工作频段：5.15 - 5.915 GHz ；

信道带宽：20, 40 MHz；

最高发射功率：28 (+/-2) dBm；

调制模式：BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM；

接收灵敏度：根据不同调制模式和信道带宽在-94 到-72dBm 之间变化；

纠错方式：FEC, 选择性 ARQ；

双工模式：动态时分双工；

## 五、系统平台

### 软件监测平台

云服务器数据展示分析系统通过配套运行一系列人机交互软件及后台应用软件，负责进行日常维护操作，实现监测数据接收、存储、预处理以及视频解码、存储、网络直播等功能，主要包括后台监测控制软件、在线展示网站、视频处理软件等，在数据接入的数据驱动具备一定的二次开发能力，可与省系统平台对接。同时支持手机微信小程序。

主要功能如下：

备份存储：能够进行不低于 1 年的观测数据与视频备份存储；

远程控制：能够远程实时对水下各仪器设备进行电源管理与数据采集控制；

数据展示：能够以曲线、表格等形式在线网络展示发布生态环境数据、气象数据等；

状态监控：能够对多参数水质仪、摄像头等仪器设备的电压温度信息进行展示；对水温、溶解氧、叶绿素等进行变化趋势在线预测；

预警报：能够对水温、溶解氧、叶绿素、PH 值等观测异常变化数据进行预

警报并通知；

视频点直播：能够在线观测播放海底高清实况视频。

系统信息设置：能录入并管理上多个水处理系统、多个监测站点和同一站点多个监测断面的常规信息。

监测参数设置：包括各种监测因子种类的设置和通信参数的设置，允许多种监测设备接入。

实时监测：可以实时监测或巡测各污水处理系统的多个水质监测因子的数据变化情况（每隔 30 秒一组数据），和水质监测仪器的运行情况，并能对多个监测站点同时进行监测。

历史数据查询：能查询和显示由用户指定日期指定监测站点的各种历史监测数据，全部按图形或列表方式显示。其中图形方式为管理人员对水质发展趋势的分析、判断提供依据。

统计上报：系统具有自动上报功能；通过图形、表格的方式对特定时间段内指定的监测数据进行统计分析，把汇总的数据以文件形式保存，随时供中心站使用，并根据需要打印出实时监测报表、日报表、月报表、年度报表。

系统维护：由管理员对系统中心用户和数据库进行维护，并对监测站点设备的运行状态实现远程维护。通过分级授权体制和口令校验，对基本数据的安全性、一致性、完整性进行管理和维护。

自动报警：如某监测点现场设备掉电、异常和某些水质参数连续 5 分钟采样值超过了设定的上下限值（可以根据实际情况设定水质各类参数报警的上下值及方式），系统便自动记录并预警或报警。报警形式采用被监测站点的图标改变颜色和蜂鸣。

保密功能：全球通移动通讯系统本身就具有良好的保密性，系统在数据包用密钥进行了加密。

### 虚拟服务器

虚拟主机（英语：**virtual hosting**）或称共享主机（**shared web hosting**），又称虚拟服务器，是一种在单一主机或主机群上，实现多网域服务的方法，可以运行多个网站或服务的技术。虚拟主机之间完全独立，并可由用户自行管理，虚拟并非指不存在，而是指空间是由实体的服务器延伸而来，其硬件系统可以是基于服务器群，或者单个服务器。其技术是互联网服务器采用的节省服务器硬件成本的技术，虚拟主机技术主要应用于 HTTP，FTP，EMAIL 等多项服务，将一台服务器的某项或者全部服务内容逻辑划分为多个服务单位，对外表现为多个服务器，

从而充分利用服务器硬件资源。如果划分是系统级别的，则称为虚拟服务器。本项目虚拟服务器的内存为 8T，租期为 5 年。

### 微信小程序

手机 APP。

### 硬盘刻录机

摄像头免布电源线，免用交换机；可接入符合 ONVIF 等主流摄像机；APP 无线远程；异常入侵状况实时远程告警；8 盘位，满足多监控，长时间录制需求；自动循环录像，断电数据不丢失；Smart265 编码；支持萤石/Ehome/gb28181 协议；型号：DS-8832N-R8/DS-8864N-R8；视频输入接口：HDMI VGA；清晰度：4K；压缩格式：H.265，容量：1T。

### SIM 卡

4 张 SIM 卡。租期为 5 年。

## 7.8 施工安装及运维

在海洋牧场单位配合下，派遣当地有经验的、对周围水下地形环境熟悉的潜水员，前往人工鱼礁区进行现场选址勘察；组织专业施工队，完成海洋牧场在线自动监控系统现场组装调试；接入控制系统及数据展示分析系统，进行全系统全链路联调测试，并投入试运行。系统经过调试后运行正常后，达到功能规格需求书进行最终验收。由业主组建验收小组，对项目进行验收，验收测试合格后，双方签署验收合格意见，系统进入业务化运行期，产品提供 1 年质保期（时间从设备验收合格算起），质量保证期内，应保证备件的供应。质量保证期满后，应及时告知相关备件备品相关情况。

## 7.9 其他说明

本项目礁区在线自动监控系统是结合理论方案成效、建设单位的建设需求以及现有设备进行初步方案设计，由于该系统有其特殊的功能要求，具体方案由施工单位结合施工后人工鱼礁的实际效益、上级主管部门建设需求以及现行相关规范要求完成成品定制施工，以确保监测系统能发挥最大的效果。在实际施工过程中若礁区在线自动监控系统与本说明中的方案不一致，需征得设计单位和建设单位同意后予以施工。

## 第 8 章 辅助设施设计

### 8.1 导助航设施

为标示广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目人工鱼礁区的边界位置，方便海洋渔业部门对示范区行使管理职能，同时对过往船只起到警示作用。按渔业行业相关标准，在人工鱼礁区的 A、B、C、D4 个边界节点分别设置 1 座海上警示浮标。本项目海上警示浮标采用直径 1.5m、高 1.0m 的浮鼓，水平高 1.62m 的塔身，塔顶配渔业礁区标牌及太阳能警示灯。浮标标身根据航标规定为黄色。海上警示浮标按设计图纸的要求成套购买并安装。浮鼓配备相应锚链和锚块，整体装配如下图所示：

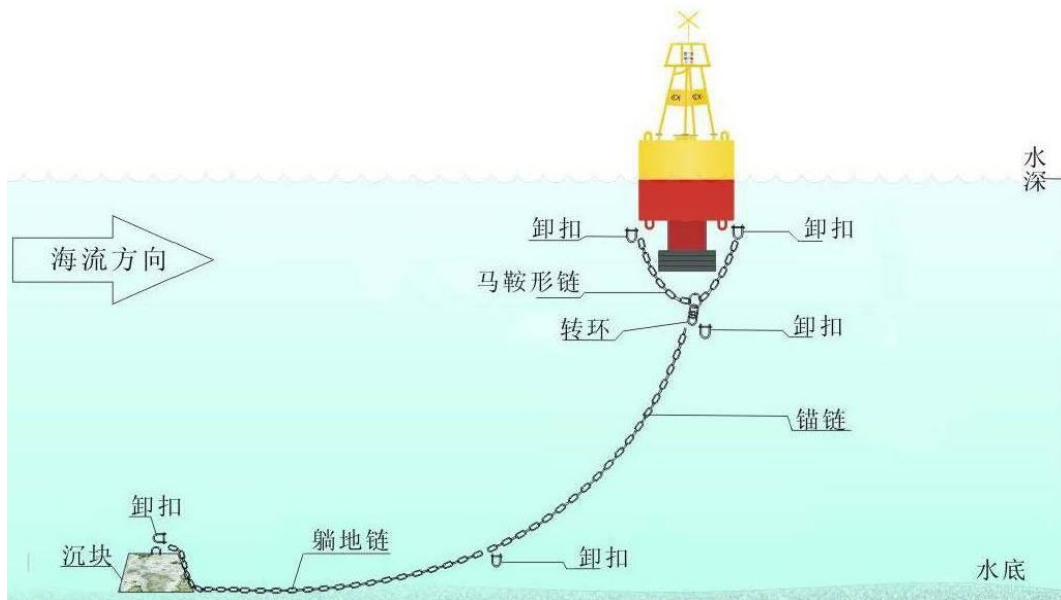


图 8.1 浮标效果图

### 8.2 礁区陆地警示牌（标示牌和石碑）

海洋牧场陆上标示牌和石碑，制作竖立于海洋牧场所在海域附近陆地显著位置，宣示示范区位置、人工鱼礁建设情况等情况，以加强礁区保护和社会宣传，也利于保障通航的安全。

参照《关于公布国家级海洋牧场示范区标示牌和石碑式样的函》（农渔资环便〔2017〕280号）的国家级海洋牧场示范区标示牌式样、国家级海洋牧场示范区石碑式样，进行海洋牧场标示牌和石碑建设。标示牌采用白底上下带蓝色海浪的设计模式，长 0.9m、宽 0.7m，标明示范区名称、公布示范区的农业部公告以及公告发布日期。标示牌由国家级海洋牧场示范区管理维护单位按照统一式样自

主制作并保存展示。

石碑拟采用底座加碑体的设计模式，底座高 0.85 米、宽 1.75 米、中间厚 15 厘米，上下端厚 35 厘米，雕刻海浪图案；碑体高 1 米，宽 1.5 米、厚 15 厘米，正面标明示范区名称、公布示范区的农业部公告以及公告发布日期，反面对海洋牧场相关情况进行简单介绍，包括海洋牧场是什么、有哪些作用、国家级海洋牧场示范区创建情况以及该示范区覆盖海域面积、经纬度四至范围、投礁建设、藻场建设、养护对象、增殖品种和管理维护单位等信息，石碑碑体采用花岗岩材质。石碑由示范区管理维护单位按照统一式样自主制作并负责管理维护，石碑制作完成后竖立于国家级海洋牧场示范区所在海域附近陆地显著位置。

本项目在海洋牧场附近陆上选址设置标示牌 1 块和石碑 1 个。

### 8.3 礁体标志牌

每个人工鱼礁礁体上部表面设置一个铁质贴牌。标志牌尺寸为 150mm×150mm，标明投礁区域、投放日期，以便后期调查研究，为人工鱼礁的研究及投礁效果跟踪后评价提供资料。

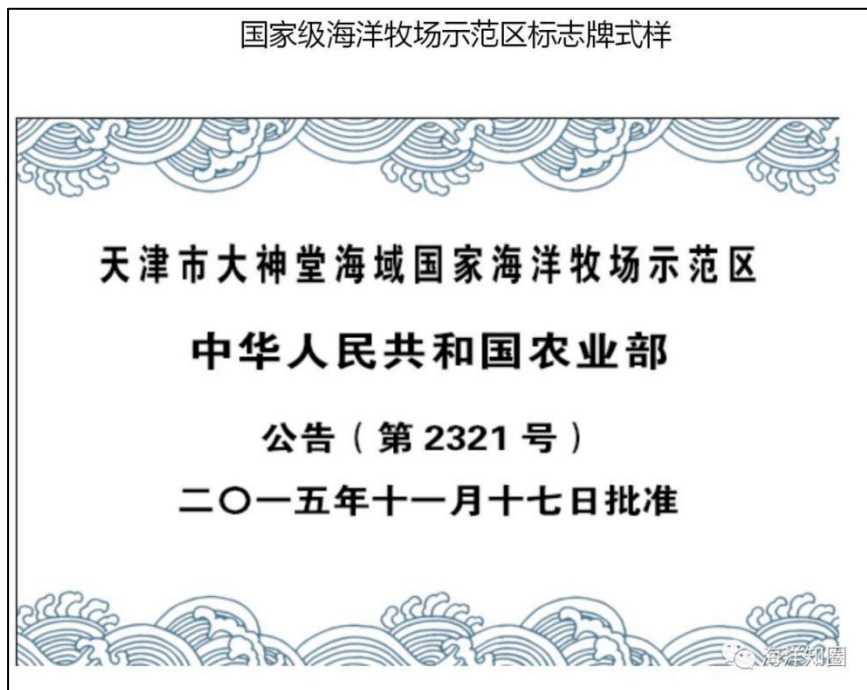


图 8.2 国家级海洋牧场示范区标示牌式样（农渔资环便（2017）280 号）



图 8.3 国家级海洋牧场示范区石碑式样（正面）（农渔资环便〔2017〕280号）



图 8.4 礁体标志牌示意图



## 第 9 章 预制出运场地

经建设单位在工程建设地附近了解,本项目预制场租用已建成并正在运营的大飞洋预制场。对比本礁区投放位置以及预制场地和出运码头间的距离,考虑外海运距 40km,陆上运距 2km。本工程共计 1728 个礁体,5 批次制作,考虑临时预制场面积为 6000m<sup>2</sup>,临时预制场施工方案:场地整平→铺设 150mm 厚的混合碎石垫层→面层现浇 100mm 厚 C40 混凝土。

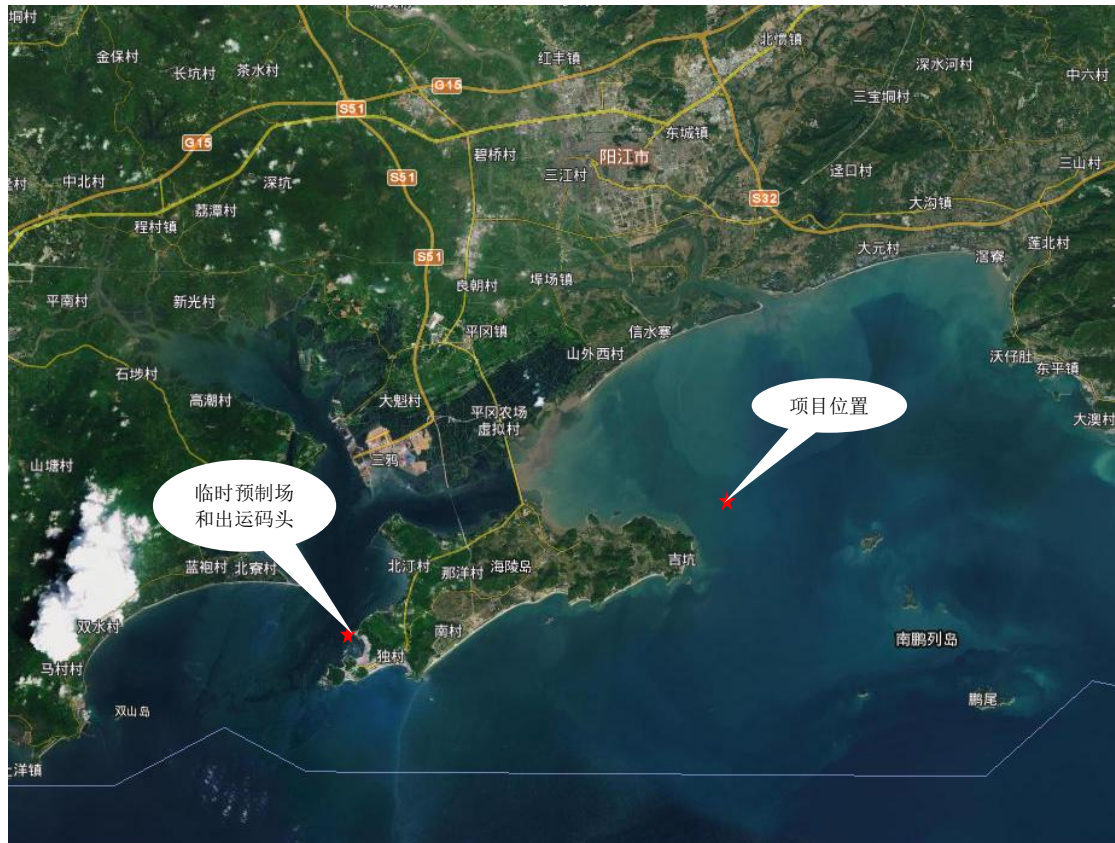


图 9.1 临时预制场和出运码头地理位置图

## 第 10 章 主要材料性能指标

1、混凝土应按《水运工程混凝土施工规范》（JTS202-2011）的规定和步骤进行配合比设计，经试验合格，并经监理工程师批准后方可用于施工。

### 2、混凝土最小水泥用量

钢筋混凝土允许的水泥最小用量的要求，详见下表。如果采取规范规定的措施，允许的水泥最小用量可根据规范相关规定调整。

**表 10.1 最低水泥用量标准**

部位	最低水泥用量（kg/m <sup>3</sup> ）
大气区	360
浪溅区	400
水位变动区	360
水下区	300

3、混凝土浇注前，应检查模板的准确性，清除模板内木屑、泥水和其它遗留物。

4、混凝土浇筑应连续进行，因故中断时，其允许间歇时间不大于 1.5 小时。

5、混凝土养护是确保质量的重要环节，特别是在高温、干燥的环境中，更应当加强混凝土的潮湿养护，潮湿养护时间不得少于 15 天。

6、承包人应严格按《水运工程混凝土施工规范》（JTS202-2011）的相关规定进行施工。

## 第 11 章 主要工程数量

表 11.1 主要工程数量

序号	工程名称	单位	数量
1	人工鱼礁礁体	空方	46656
2	在线自动监控系统	套	1
3	礁区警示浮标	座	4
4	标示牌	座	1
5	石碑	座	1

表 11.2 人工鱼礁工程主要工程数量

序号	建设内容	单位	工程数量
1	预制 人工鱼礁 (m <sup>3</sup> ) 商品混凝土 C40	m <sup>3</sup>	7022.52
2	钢筋加工	t	801.096
3	二次倒运及堆放 人工鱼礁 陆上运距: 2km	件	1728
4	人工鱼礁 驳运安装 水上运距: 40km	块	1728
5	陆上压路机场地碾压 压路机碾压	m <sup>2</sup>	6000
6	铺筑垫层 碾压 铺筑在场地上 碎(卵)石 碾压: 8 遍	m <sup>3</sup>	900
7	陆上现浇 商品混凝土 C40	m <sup>3</sup>	600
8	人工鱼礁标志牌制安	个	1728
9	陆地标示牌购买安装	块	1
10	石碑购买安装	座	1
11	海上警示浮标购买制作安装	套	4
12	临时预制场租用	项	1
13	陶罐制安	个	3072

表 11.3 海上警示浮标主要工程数量

序号	分部分项工程名称	单位	工程数量
1	安装浮鼓锚坠 安装 锚坠体积 (m <sup>3</sup> ) 10	套	4
2	预制 锚体 单件体积 (m <sup>3</sup> ) 5 商品混凝土 C40	m <sup>3</sup>	51.168
3	钢筋加工 非预应力构件 锚体	t	1.18
4	系链环制作安装 制作安装	t	0.632
5	购买 HF1.5-D2 浮标(含航标灯、太阳能电池、蓄电池、电池箱等)	座	4

表 11.4 石碑主要工程数量

序号	分部分项工程名称	单位	工程数量
1	人力挖运土方 运距 50m 土壤类别 I~II	m <sup>3</sup>	2.75
2	陆上铺筑垫层 不碾压 碎(卵)石	m <sup>3</sup>	0.6
3	陆上现浇 垫层 商品混凝土 C40	m <sup>3</sup>	0.22
4	陆上现浇 基础 矩形 商品混凝土 C40	m <sup>3</sup>	0.56
5	陆上场地回填 推土机碾压	m <sup>3</sup>	1.37
6	陆上安装石碑 其他小型构件	件	1
7	购买石碑	座	1

表 11.5 陆上标示牌主要工程数量

序号	分部分项工程名称	单位	工程数量
1	陆上安装标示牌	件	1
2	标示牌购买	座	1

表 11.6 在线自动监控系统主要工程数量

序号	设备名称	数量	单位
一	海上监测平台		
1	监测浮标	1	个
2	光伏供电系统	1	套
二	安全防护系统		
3	警示灯	1	个
4	雷达反射器	1	个
5	AIS	1	个
三	监测设备		
6	气象在线监测设备	1	套
7	pH 在线监测设备	1	个
8	浊度在线监测设备	1	个
9	叶绿素在线监测设备	1	个
10	溶解氧在线监测设备(含水温)	1	个
11	盐度在线监测设备	1	个

12	鱼探仪	1	个
13	水下视频系统	4	个
14	水上视频系统	1	个
15	水下接驳盒	4	套
16	水下支架	2	个
17	抽水水泵	1	台
18	数据采集模块	1	个
四	岸基控制系统		
19	机房设备	1	套
20	供电系统	1	套
21	微波传输系统	1	套
五	系统平台		
22	软件监测平台	1	套
23	虚拟服务器	1	台
24	微信小程序	1	套
25	硬盘刻录机	1	台
26	SIM 卡	5	年
六	施工安装及运维	1	项

## 第 12 章 主要施工程序

### 12.1 人工鱼礁施工方法及投放工艺流程

#### 12.1.1 施工方法及投放工艺流程

##### (1) 鱼礁制作

鱼礁礁体制作应先确定混凝土配合比，浇筑混凝土前，应检查模板、支架钢筋和预埋件位置的正确性，应将模板内的木屑、水泥和钢筋埋件上的灰浆、油污清除干净。

混凝土浇筑完毕后应及时加以覆盖，结硬后保湿养护 10 天以上。加挂钢筋所涉的钢筋焊接均采用双面搭接满焊，焊接质量应符合钢筋混凝土施工规范中对钢筋焊接的相关要求。

##### (2) 鱼礁存放

预制件的存放场地应符合靠近制作点或场地势平坦，有足够存放面积和承载力。

##### (3) 鱼礁投放

鱼礁单体采用吊运安装投放。礁体未吊装上船前，所有工作人员必须全部配备救生衣、安全帽等安全工具才能进入施工现场。在装运安过程中，礁体必须达到设计强度才能吊运安装。吊运时必须清理鱼礁上所有杂物。投放时船上所有工作人员穿好安全衣、戴好安全帽。投放时，鱼礁单体所有吊装过程必须采用 4 点吊，由投放船上的 GPS 定好全方位，投放时再由施工人员利用手动 GPS 定位仪定位，投放误差不大于 5m，礁体下落到水底不再下沉后才能脱钩。

#### 12.1.2 人工鱼礁建设工艺流程

##### 1、钢筋砼礁体

预制场地平整→模板钢筋加工→礁体预制→礁体养护→礁体出运装船

##### 2、鱼礁投放方法

船舶定位抛锚→安设解钩装置→礁体定位→安放鱼礁→检查调整

船舶定位抛锚：船舶到达现场后在施工范围内先进行锚泊，使用 GPS 卫星

定位仪，小艇配合，再定点投放锚，系上浮标，基本圈定投放范围。在每一投点，按施工图标示的坐标进行精确定位；

**安设解钩装置：**为加快投放速度，在陆地装驳时，可以安装自动解钩装置，提高投放速度；

**礁体定位：**按图纸设计要求，逐个定位投放，起锚时先起锚头，避免锚缆扫到已安放好的人工鱼礁；

**安放鱼礁：**注意安全措施，慢起轻放，严防人工鱼礁碰撞，六级以上风力停止作业，严格按照拖轮作业技术要求，确保航行安全；

**检查调整：**礁体投放后，潜水检查，发现倾斜、倒置、移位等情况要及时调整处理。

## 12.2 在线自动监控系统施工方案

在海洋牧场单位配合下，派遣当地有经验的、对周围水下地形环境熟悉的潜水员，前往人工鱼礁区进行海底观测平台布设点现场选址勘察；

组织专业施工队，完成海底观测平台现场组装调试，不要采用海底电缆；

通过微波链路接入平台基控制系统及数据展示分析系统，进行全系统全链路联调测试，并投入试运行。

## 12.3 工期

本工程设计建设期限为 10 个月。

项目建设工程进度安排，详见下表。

**表 12.1 施工进度表**

		2022					2023				
		八月	九月	十月	十一月	十二月	一月	二月	三月	四月	五月
1	施工准备	■									
2	礁体预制		■	■	■	■	■	■	■	■	
3	礁体投放			■		■		■		■	■
4	礁区警示浮标			■							
5	陆上标志牌							■	■	■	
6	标示石碑							■	■	■	
7	竣工验收准备										■

## 第 13 章 施工技术要求

### 13.1 总体施工技术要求

1、严格按照施工设计图纸和有关各项施工技术要求进行施工，未经设计单位、监理单位和业主认可不得任意变更。

2、施工图纸未明确的以施工技术规范要求为准，二者均未明确的执行现行相关规范标准。

### 13.2 人工鱼礁施工技术要求

#### 13.2.1 一般要求

1、鱼礁体制作应先确定混凝土配合比，混凝土强度应满足设计要求。

2、鱼礁预制件的存放场地应靠近制作点，且存放现场应地势平坦，有足够存放面积和承载力。

3、鱼礁单体采用吊运安装，鱼礁单体结构强度必须达到设计强度要求才能吊运安装。

4、吊运预制礁体时，须采取必要的保护措施，不得对构件造成损坏。

5、鱼礁单体所有吊装过程必须采用 4 点吊，投放时施工单位必须配备 GPS 定位仪，投放误差不大于 5m，且礁体下落到水底不再下沉后才能脱钩。

#### 13.2.2 鱼礁制作要求

##### 1、材料要求

(1) 混凝土采用 C40 混凝土，混凝土强度应符合《水运工程混凝土结构设计规范》（JTS151-2011）的规定；

(2) 礁体框架、柱采用 HRB400 级直径为 12mm 的钢筋，箍筋采用 HPB300 级直径为 6mm 的钢筋，混凝土侧板采用 HPB300 级直径为 10mm 的钢筋，顶板和底板采用 HPB300 级直径为 8mm 的钢筋，吊环采用 HPB300 级直径为 20mm 的钢筋，钢筋强度应符合《水运工程混凝土结构设计规范》（JTS151-2011）的规定。



## 2、施工技术要求

(1) 框梁、柱及混凝土板钢筋保护层厚度为 40mm；

(2) 鱼礁体制作应先确定配合比，浇筑混凝土前，应检查模板、支架钢筋和预埋件位置的正确性，应将模板内的木屑、水泥和钢筋埋件上的灰浆、油污清除干净；为了便于脱模，模板安装前，用喷雾器喷涂或用海绵将化学脱模剂均匀抹在模板表面，在脱模剂干燥后才安装模板，防止污染钢筋，影响礁体质量；

(3) 所涉的钢筋除了吊环采用双面搭接满焊外，其余钢筋均采用机械连接，机械连接应符合《水运工程混凝土结构设计规范》（JTS151-2011）中的有关规定；

(4) 混凝土浇筑完毕后应及时加以覆盖，结硬后保湿养护 10 天以上；

(5) 模板拆除前要有混凝土强度报告，并核验混凝土结构达到的强度；3m 以上高处拆模应搭设牢固操作台。

### 13.2.3 鱼礁存放要求

预制件的存放场地应符合靠近制作点或场地势平坦，有足够存放面积和承载力。

### 13.2.4 鱼礁投放要求

鱼礁单体采用吊运安装投放。礁体未吊装上船前，所有工作人员必须全部配备救生衣、安全帽等安全工具才能进入施工现场。在装运安过程中，礁体必须达到设计强度才能吊运安装。吊运时必须清理鱼礁上所有杂物。投放时船上所有工作人员穿好安全衣、戴好安全帽。投放时，鱼礁单体所有吊装过程必须采用 4 点吊，由投放船上的 GPS 定好全方位，投放时再由施工人员利用手动 GPS 定位仪定位，投放误差不大于 5m，且礁体下落到水底不再下沉后才能脱钩。

### 13.2.5 施工验收

1、礁体制作与验收按照《广东省人工鱼礁建设技术规范》、《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）和《水运工程质量检验标准》（JTS257-2008）的要求实施；

2、鱼礁单体投放于验收按照《广东省人工鱼礁建设技术规范》的要求实施。

### 13.3 环境保护对策措施

#### 13.3.1 施工期环境保护对策措施

##### (1) 施工期水污染防治措施

①在施工过程中应尽量减少对水体的扰动，避免泥沙的扩散和再悬浮。

②水下工程施工作业期间应同步进行监测，并利用监测结果反过来约束水下工程作业，尽量减少水下工程施工对临近水体的海洋动植物所产生的影响。

③及时维护和修理施工机械和船只，避免机油的跑冒滴漏，禁止废机油随意倾倒，应做好回收利用工作。

④施工期的各种生产、生活污水由各施工单位负责回收、处理，不得随意排放。各施工单位应负责使得污水处理达到环保要求。

##### (2) 施工期大气污染防治措施

①施工单位尽量选用性能良好的施工机械，禁止不符合国家废气排放标准的机械进入工区。同时，施工车辆在工区内缓速行驶，减少扬尘。

②在施工工区内外表土裸露地面及施工车辆行驶比较频繁的路面经常清扫、洒水，保持清洁和一定的湿度。

③在施工工区周围设立简易隔离屏，将施工工区与外环境隔离，减少施工粉尘对空气环境的不利影响。

④垃圾中的可燃物，如废纸、废木料、废包装袋等，禁止就地焚烧处理。施工垃圾应及时清运、适量洒水，以减少扬尘。

##### (3) 施工期噪声污染防治措施

①选取低声、低振动的施工机械和运输车辆，加道机械、车辆的维修、保养工作，使其始终保持正常运行。

②做好随工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作，禁止车辆各类违规鸣笛，降低交通噪声。

③在声源附近的施工人员佩戴防噪声耳罩，施工单位合理安排人员，使他们有条件轮流操作，减少接触噪音时间，有足够的时间恢复体力。

##### (4) 施工期固体废弃物污染防治措施

①施工产生的固体废弃物尽量回用，不能利用的废弃物应堆放至指定的区

域。施工单位应加强施工工区生活垃圾的管理，分片、分类设置垃圾箱，并定期予以清运，以防生活垃圾经雨水冲刷后，随地表径流带入附近河道。

②施工单位应加强施工管理和环保教育，施工期垃圾由各施工单位负责处理，不得随意抛弃或填埋。

③建设工程竣工后，施工单位应尽快将工地的剩余建筑垃圾等处理干净，建设单位应负责督促。

### 13.3.2 加强生态环境本底调查

为保护海洋环境及资源，掌握工程建设对周围生态环境的影响程度，应加强生态环境本底调查。调查内容包括：叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物以及高等水生植物等。

### 13.3.3 环境监测和管理

施工期环境管理工作由建设单位、施工单位和监理单位共同承担，其主要职责是对工程施工期的环境保护工作进行管理，按照项目规定负责落实从工程施工开始至结束的一系列环境保护措施，并配合地方环保部门共同做好工程环境监管和检查工作。施工单位负责具体落实工程建设过程中的各项环保措施，建设单位、监理单位对其环保措施落实情况、工作进度等方面进行指导、监督和管理。

运行期间环境管理职能则由本工程的管理机构承担，安排专职人员对运行期环境保护工作统一管理。

## 13.4 安全措施

项目在实施过程中，应严格贯彻执行劳动部颁发的有关劳动安全条例，按照工程项目劳动安全卫生的原则将项目各种有害因素控制在规定范围内。

为了使项目实施过程中符合劳动安全和职业卫生要求，保障劳动者的安全健康，必须采用先进工艺、技术、设备和必要的安全措施，为安全生产提供保证。

(1) 给从事焊接加工的操作人员发放的防护眼镜、劳保手套、防护面罩等劳保用品。

(2) 对从事焊接加工的人员，采用防护耳塞，减轻噪声侵害。对从事各类机械设备操作的人员和其他人员，按规定发放劳保用品。

(3) 对电工、起重工、重型汽车驾驶员、轮船船员、潜水员等特殊工种和技术性较强的工种，严格执行岗位资格制度，只有取得（岗位合格证）的人员，才

能上岗，杜绝无证上岗的现象发生。

(4) 选择适宜的天气和时间，进行人工鱼礁运输投放和其他海上作业或潜水作业。运输必须经过的重点地段和投放点，用明显标记予以标明。以保证安全运行，达到预期的投放效果。

(5) 设立专职安全生产管理人员，建立安全生产管理制度，加强对各类人员的安全教育，经常检查各种安全措施的实施，杜绝人为事故的发生。

## 第 14 章 质量检测标准

本工程水工结构质量检验、检测主要遵照以下规范有关规定。

- (1) 《水运工程质量检验标准》（JTS257-2008）。
- (2) 《水运工程结构耐久性设计标准》（JTS153-2015）。
- (3) 其它现行相关规范要求。

## 第 15 章 其他

(1) 建议建设单位、主管单位与有关职能部门应密切协作，精心组织，做到各期工作有机衔接，加强项目实施进度控制和质量控制，确保项目的整体效益。

(2) 本项目礁区在线监控系统方案属于理论初步方案，施工单位要结合实际效果来确定监测系统设备最后定制和安装方案，以确保监测系统能发挥最大的效果。

(3) 项目在施工过程中需严格按照设计图纸进行施工，若发现实际施工条件与设计图纸不一致，需征得设计单位与监理单位同意后方可施工。

(4) 严格按照国家现行规范要求施工，构件质量与施工质量等内容需满足国家现行的验收标准。

(5) 本设计中不明之处依据国家现行规范执行。

附件一：工可批复

# 阳江市发展和改革局

阳发改农经（2021）7号

## 关于广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场 示范区人工鱼礁建设项目可行性研究 报告的批复

市农业农村局：

报来《关于审批广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目可行性研究报告的函》（阳农农函（2021）143号）及有关资料收悉。经研究，现批复如下：

一、为推进海域生态保护，建设海洋牧场示范区，同意建设广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁项目。

二、项目建设地点：广东省阳江市山外东海域。

三、项目主要建设内容：建设人工鱼礁区1座，预制运输投放人工鱼礁礁体一批，形成礁体总空方量46656m<sup>3</sup>，覆盖海域面积1.5km<sup>2</sup>；建设礁区警示浮标4座；礁区陆地警示牌2座；礁区在线自动监控系统1套。

四、投资估算及资金筹措：项目估算总投资2600万元，资金来源为中央财政和省财政补助资金。

五、项目批复或者同意变更决定之日起 2 年未开工建设，需要延期开工建设的，请项目建设业主单位在 2 年期限届满的 30 个工作日内，向我局申请延期开工建设。

六、项目工程招标请严格按国家和省、市的有关规定执行（招标核准意见见附表）。

附件：阳江市工程招标核准意见表





附件

## 阳江市工程招标核准意见表

建设工程名称：广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目

	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用 招标方式
	全部 招标	部分 招标	自行 招标	委托 招标	公开 招标	邀请 招标	
勘察、设计							核准
建筑工程	核准			核准	核准		
安装工程							
监理							核准
设备							
重要材料							
其他							

审批部门核准意见说明：



2021年6月21日