**海南省海上风电场工程规划**

**环境影响报告书**

**（征求意见稿简本）**

|  |  |
| --- | --- |
| 规划编制单位： | 海南省发展和改革委员会 |
| 规划环评单位： | 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司 |

2 0 2 4 年 6 月

# 规划概述

## 规划规模

海南省海上风电场工程规划11个海上风电场，规划场址编号为CZ1～CZ10和PFS，规划面积约1902km2，规模为1230万kW。

## 规划时段

海南省海上风电场工程规划以2020年为基准年，规划展望至2035年。

## 规划原则

### 规划总体原则

* + - * 1. 坚持总体规划与有序推进相统一。
        2. 坚持开发建设与生态环境保护相融合。
        3. 坚持开发建设与产业培育相促进。

### 规划场址选择原则

* + - * 1. 明确禁止开发区域
        2. 控制场址避让距离
        3. 优选“十四五”满足经济开发需要的区域
        4. 提出鼓励开发区域

### 登陆点选择原则

* + - * 1. 全年风浪比较平稳，海、潮流比较弱的沿海，近海及沿岸没有暗礁，没有突然深陷的地点，海岸浅滩较短，方便海缆登陆施工。
        2. 沿岸无流沙，不易发生火山、地震、海啸和洪水灾害的区域。
        3. 海洋渔业活动和水产养殖较少的区域。
        4. 近海和登陆滩附近无大型建筑设施和海底障碍，如：港口、码头、锚地、厂矿、油气管线及其它海缆等。
        5. 有进出多条海底电缆的海上路径通道，且较宽阔，距海岛及礁石较远，适合海底电缆尽快垂直登陆，减少与岸线平行敷设的长度。

### 路由规划原则

* + - * 1. 综合考虑海底电缆管道路由的海域自然环境适宜性及对海洋生态环境的友好，针对生态敏感区，强化底线约束，严格落实生态环境保护制度，促进海域合理开发和可持续利用。
        2. 坚持集约节约，整合在用、废弃和拟建海底电缆管道路由空间，进行科学开发和有效利用，不断提高空间资源的集约节约利用水平。科学预测各行业用海需求和建设时序，合理确定管线廊道范围，划定开发利用的引导管控边界，为今后管线建设用海留有余地，同时兼顾其他海洋开发活动的用海需求。
        3. 选择在工程地质稳定、水下地形平坦的沉积区。避开地震多发带、断裂构造带、海底沉积环境不稳定及不良地质区。避开强底层流区，选择弱流区。避开海底地形急剧起伏变化的地区，尽量避开岛礁、暗礁、粗粒沉积物分布区和大片连续基岸裸露区。
        4. 充分考虑海域环境因素与风电场区域规划，尽量避免锚地、港口、保护区等规划设置，减少与航道与管线的交叉。

## 规划布局

### 规划风电场布局

海南省海上风电场工程规划的11个场址平均水深11m～90m，离岸距离10km～47km，具体情况见下表。

表1.4-1 海南省海上风电场工程规划场址情况一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 区域 | 面积  km2 | 装机规模  万 kW | 平均水深  m | 中心离岸距离  km |
| CZ1 | 临高西北部 | 96 | 60 | 11 | 25 |
| CZ2 | 儋州西北部 | 192 | 120 | 14 | 26 |
| CZ3 | 192 | 120 | 18 | 27 |
| CZ4 | 192 | 120 | 25 | 36 |
| CZ5 | 东方西部 | 185 | 120 | 36 | 36 |
| CZ6 | 185 | 120 | 35 | 47 |
| CZ7 | 195 | 150 | 20 | 36 |
| CZ8 | 80 | 50 | 10 | 12 |
| CZ9 | 东方、乐东西部 | 240 | 150 | 20 | 28 |
| CZ10 | 乐东西部 | 185 | 120 | 42 | 39 |
| PFS(漂浮式) | 万宁东南部 | 160 | 100 | 90 | 33 |
| 综合 | | 1902 | 1230 | / | / |

### 规划送出海缆路由布局

规划阶段共设置6个送出海缆路由廊道，分别为CZ1送出海缆路由廊道、CZ2～CZ4送出海缆路由廊道、CZ5～CZ6送出海缆路由廊道、CZ7～CZ9送出海缆路由廊道、CZ10送出海缆路由廊道、PFS送出海缆路由廊道。

## 规划开发时序

“十四五”期间优先开发CZ1、CZ2、CZ3、CZ7、CZ8、CZ9、PFS项目。

# 规划符合性和协调性分析结论

规划符合《中华人民共和国自然保护区条例》《中华人民共和国野生动物保护法》《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》《海南省珊瑚礁和砗磲保护规定》《海南省红树林保护规定》《海南经济特区海岸带保护与利用管理实施细则》等法律法规。

规划符合《海南省国土空间规划(2021-2035年)》和相关市(县)国土空间总体规划，符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《海南省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二О三五年远景目标纲要》《“十四五”现代能源体系规划》《“十四五”可再生能源发展规划》《海南省“十四五”能源发展规划》《海南省海洋经济发展“十四五”规划》《“十四五”海洋生态环境保护规划》《海南省“十四五”生态环境保护规划》《中华白海豚保护行动计划(2017-2026年)》《农业农村部关于进一步加强珍贵濒危水生野生动物保护管理工作的通知》，规划符合国家、海南省产业政策。

规划与《海南岛渔港建设规划(2020-2025年》《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030 年)》《海南省养殖水域滩涂规划(2021-2030年)修编》相协调。规划项目风场区不占用生态保护红线，送出海缆路由线性穿越生态保护红线，符合生态保护红线管理相关规定和要求，符合海南省三线一单分区管控单元管控要求。

# 环境现状

## 海水水质和沉积物

2022年，海南省近岸海域表层水体拖网漂浮垃圾平均个数为689个/km2，海滩垃圾平均个数为234932个/km2，海底垃圾平均个数为2743个/km2。采集到的垃圾主要为泡沫残渣、塑料碎片、渔线、食品包装袋等塑料类垃圾，海上未发现特大块、大块漂浮垃圾。

根据海水与海洋沉积物监测成果，临高-儋州海域、东方-乐东海域、万宁海域各调查站位海水水质各监测项目在春季、秋季均能够符合《海水水质标准》(GB3097-1997)第一类海水水质标准，各站位表层沉积物各监测要素(硫化物、有机碳、石油类、砷、汞、锌、铜、镉、铅和铬)均符合第一类海洋沉积物质量标准。

## 声环境和电磁环境

### 声环境

2022年，海南省声环境质量总体较好，功能区声环境保持稳定。

根据声环境补充监测成果，临高-儋州海域水上环境噪声等效连续A声级主要分布在35.6dB～49.8dB之间，平均值为44.3dB；水下环境背景噪声峰值声压级约在146dB～169dB之间，变化范围较大(约23dB)，平均值为161.8dB；20Hz～20kHz频带内的总声压级约103dB～148dB，变化范围较大(约45dB)，平均值为126.6dB。

东方-乐东海域水上环境噪声等效连续A声级约34dB～43dB，平均值为38.1dB；水下环境背景噪声峰值声压级约128dB～131dB，变化范围较小(约3dB)，平均值为132.1dB；20Hz～20kHz频带内的总声压级约108dB～113dB，变化范围较小(约5dB)，平均值为111.0dB。

万宁海域水上环境噪声等效连续A声级约49.3dB～61.7dB，平均值为52.8dB；水下环境背景噪声峰值声压级约156dB～169dB，变化范围约10dB，平均值为163.6dB；20Hz～20kHz频带内的总声压级约109dB～135dB，变化范围较大(约26dB)，平均值为122.5dB。

### 电磁环境

2022年，海南省各环境质量监测点的电磁辐射水平，以及监测的输变电工程、中波发射台周围环境监测点的电磁辐射水平均低于《电磁环境控制限值》规定的公众曝露控制限值。根据电磁环境监测成果，临高-儋州海域工频电场强度为0.06V/m～0.09V/m，工频磁场强度为0.0062μT～0.0099μT；东方-乐东海域工频电场强度为0.08V/m～0.40V/m，工频磁场强度为0.0077μT～0.0136μT；万宁海域工频电场强度为0.08V/m～0.35V/m，工频磁场强度为0.0067μT～0.0126μT；均低于《电磁环境控制限值》规定的限值要求。

## 海洋生态环境

* + - * 1. 海洋生态

根据2021年～2022年海洋生态调查成果，临高-儋州海域春季调查到浮游植物4门40属116种、浮游动物10类55属70种、大型底栖生物7门58科92种，潮间带采获12个生物类别中的117科235种生物；秋季调查到浮游植物3门42属103种、浮游动物9类44属63种、大型底栖生物7门52科104种，潮间带采获10个生物类别中的102科222种生物。东方-乐东海域春季调查到浮游植物5门58属179种、浮游动物13类71属98种、大型底栖生物10门117科224种，采获6个生物类别中的37科64种生物；秋季调查到浮游植物3门42属103种、浮游动物11类66属94种、大型底栖生物9门105科196种，潮间带采获8个生物类别中的47科85种生物。万宁海域春季调查到浮游植物3门37属112种、浮游动物10类48属58种、大型底栖生物8门65科103种，潮间带采获7个生物类别中的30科40种生物；秋季调查到浮游植物5门38属97种、浮游动物8类49属58种、大型底栖生物7门51科95种，潮间带采获6个生物类别中的29科41种生物。

* + - * 1. 渔业资源

2021年～2022年，临高-儋州海域春季共捕获游泳动物12目49科96种，其中鱼类81种，头足类1种，甲壳类14种；秋季共捕获游泳动物于14目50科102种，其中鱼类64种，头足类3种，甲壳类35种。东方-乐东海域春季共渔捕获游泳动物23目79科172种，其中鱼类126种，头足类6种，甲壳类40种；秋季共捕获游泳动物22目84科187种，其中鱼类134种，头足类4种，甲壳类49种。万宁海域春季共捕获游泳动物13目48科89种，其中鱼类8目38科61种，甲壳类2目6科22种，头足类3目4科6种；秋季共捕获游泳动物14目54科105种，其中鱼类10目46科77种，甲壳类2目6科26种，头足类2目2科2种。

规划CZ1～CZ3、CZ8、PFS场址位于南海北部幼鱼繁育场保护区内，规划CZ4、CZ5、CZ7、CZ9、CZ10场址部分位于南海北部幼鱼繁育场保护区，规划CZ6场址则不涉及南海北部幼鱼繁育场保护区。规划CZ1、CZ2、PFS场址位于南海中上层鱼类产卵场内，规划CZ3场址部分位于南海中上层鱼类产卵场，规划CZ4~CZ10场址则不涉及南海中上层鱼类产卵场。规划CZ5～CZ7场址位于南海底层、近底层鱼类产卵场内、规划CZ9、CZ10、PFS场址部分位于南海底层、近底层鱼类产卵场内，规划CZ1～CZ4、CZ8场址则不涉及南海底层、近底层鱼类产卵场。规划11个海上风电场场址均不涉及南海国家及省级渔业品种保护区。

* + - * 1. 珊瑚、海草、白蝶贝资源

根据珊瑚礁、海草、白蝶贝专项调查成果显示，临高-儋州海域分布有海草1科2属3种，分布在儋州黄沙港、儋州-临高新盈湾、临高的黄龙港及博纵沿岸港湾及潟湖，珊瑚礁资源分布不均匀且珊瑚健康状况整体很差，未调查到白蝶贝资源；东方-乐东海域调查站位底质类型（砂、淤泥为主）和水域生态环境不适合石珊瑚和软珊瑚类的生长，只有少量而且耐受性较强的柳珊瑚生长，未发现海草分布；万宁海域调查站位底质均为砂质，未发现珊瑚、海草分布。

* + - * 1. 大型海洋哺乳动物

根据文献资料、鲸豚搁浅资料、渔民调查问卷结果表明，海南岛周边海域分布的鲸豚类为瓶鼻海豚(瓶鼻海豚和印太瓶鼻海豚)、小抹香鲸、侏儒抹香鲸、糙齿海豚、热带斑海豚、太平洋短吻海豚、中华白海豚和印太江豚等，海南西南部海域存在一个中华白海豚定居种群。根据中国科学院深海科学与工程研究所2014年~2024年5月对海南西南部近岸(距离岸边15公里范围内)海域(出海327天次)和自然资源部第四海洋研究所(出海8天次)、广西科学院(出海18天次)的野外调查成果，规划CZ8项目风场区东南角涉及中华白海豚主要活动范围，规划CZ1~CZ7、CZ9、CZ10、PFS项目风场区未目击到中华白海豚。根据中华白海豚主要在距离岸边20km、水深20m~30m以浅浅水海域活动，规划CZ5、CZ6、CZ7、CZ9、CZ10项目风场区中华白海豚出没可能性较低，规划CZ1~CZ4、PFS项目风场区及周边海域没有中华白海豚。

## 鸟类现状调查

海南省海上风电项目选址区域位于东亚-澳大利西亚候鸟迁徙路线，是众多鸟类的重要中途停歇点和越冬地。

海南岛鸟类资源丰富，记录有野生鸟类452种，记录的野生鸟类中，留鸟占36%，旅鸟占30%，冬候鸟占29%，夏候鸟占4%。2021年～2023年的鸟类调查成果显示，临高-儋州、东方-乐东、万宁海域共记录到鸟类物种15目48科144种（海域区域鸟类9目19科43种，沿岸区域鸟类14目43科123种），包括国家一级重点保护野生动物2种，国家二级重点保护野生动物20种，海南省省级重点保护野生动物70种。调查到的鸟类主要隶属于鸻形目、雀形目等，鸻形目与雀形目合计占比69%，在调查区鸟类群落物种组成中占主体地位。在万宁东部海域的鸟类数量整体较少，在临高-儋州北部海域和东方西北部海域的鸟类数量分布相对较高。

# 主要环境影响

## 水文动力环境影响

规划项目对潮流场的影响主要来自于风机桩柱的阻水作用。规划项目实施后风机桩柱不改变附近海域流场的整体分布，较明显的流速变化基本局限在风机附近，主要表现为在风机背水面的流速有所减小。

临高-儋州海域，规划风电场及其附近区域没有出现流速的大范围显著增大或减小现象，流速变化超过0.01m/s的区域均在风场区外8km范围内。规划项目实施后岸滩附近流速变化很小，变化幅度小于0.5%。

东方-乐东海域，规划CZ5、CZ6风电场实施后，风机周围的流速会发生一定的变化。涨潮时，流速变化范围远大于落潮，表层流速减幅大于0.03m/s的范围为：迎水面基本为桩前0～600m，背水面最远影响到桩后18km左右，影响范围则相对较大；落潮时，表层流速减幅大于0.03m/s的范围为：迎水面基本为桩前0～300m，背水面最远影响到桩后6km左右，影响范围相对较大。规划CZ7～CZ10风电场实施后，涨潮时，表层流速减幅大于0.03m/s的范围为：迎水面基本为桩前0～200m，背水面最远影响到桩后7km左右，影响范围相对较大；落潮时，流速改变区域小于涨潮时期，表层流速减幅大于0.03m/s的范围为：迎水面基本为桩前0～200m，背水面最远影响到桩后8km左右，影响范围相对较大。

PFS场区风机为浮式结构，吃水小于20m，工程区水深在90m左右，其对规划海域水动力的影响基本局限在上部水域。SW向流，表层流速减幅大于0.03m/s的范围为：迎水面基本为桩前250m～700m，背水面范围则相对较大，最远影响到桩后7km左右；流速增加范围主要集中在桩基两侧。NW向流，表层流速减幅大于0.03m/s的范围为迎水面基本为桩前0m～80m，背水面范围则相对较大，最远影响到桩后900m左右。

## 对地形地貌与冲淤环境的影响

临高-儋州海域，风电场附近海域冲淤变化主要发生在南侧边缘向南的5km范围内，5km以外海域地形无明显变化。

东方-乐东海域，CZ5～CZ6风电场附近海域的冲淤厚度基本在-1.5m～2m之间，整个风电场区以淤积为主；CZ7～CZ10风电场附近海域的冲淤厚度基本在-0.6～1m之间，整个风电场区以淤积为主。

万宁海域PFS项目（漂浮式）实施对海域地形影响较小。

## 对海水水质的影响

施工期可能造成海水水质影响的主要是桩基施工和海缆铺设产生的悬浮泥沙扩散污染。规划项目施工过程中引起的悬浮泥沙对水质的影响分布在管线和桩基附近的小范围内。悬浮泥沙扩散对底层水体的影响相对较大，对中层、表层水体的影响依次减小。

## 对沉积物的影响

风机、海上升压站桩基、海底电缆铺设施工悬浮泥沙来源于原有的海底沉积物，并没有混入其他污染物，将沉降在风场区和电缆周边，与影响范围内的原有沉积物理化指标基本相同，不会对附近海域沉积物环境质量造成不利影响。

运营期，部分规划项目桩基防腐措施为牺牲阳极的阴极保护法，有少量锌溶解。锌易随海水扩散进入大范围的循环，也是海水中的最常见的物质之一，不易形成稳定物质持续累积，对区域海洋沉积物环境不会有明显的不利影响。类比国内其他规模海上风电场验收监测，未发现有沉积物锌超标的现象。

## 噪声影响

* + - * 1. 水上噪声

海域水上无声环境敏感目标。施工船舶噪声是局部的、短期的。运营期风电场多台风机之间噪声的叠加仅是影响范围的扩大，基本不增加强度，总体上风机组产生的叠加噪声影响很小。运营期风机运行、220kV海上升压站对周围声环境影响较小。

* + - * 1. 水下噪声

施工期间水下噪声源强主要为冲击式水下打桩噪声。根据预测，直径(7.5m～10m)钢管桩风机基础海上打桩施工时，距离桩基334m内范围应设置为危险区域，距离桩基13.9km内范围应设置为警告区域；钢管桩直径(2.8m～3.2m)海上打桩时，距离桩基80m内范围应设置为危险区域，距离桩基3.3km内范围应设置为警告区域。对于中华白海豚，规划CZ8项目施工时，距离桩基44m内范围应设置为危险(听觉损伤)区域，距离桩基最大7306m内范围应设置为警告区域；其他项目施工时，距离桩基52m内范围应设置为危险区域，距离桩基11160m内范围应设置为警告区域(行为影响)。考虑到鱼类、海洋哺乳动物可以游离水下噪声干扰区，水下施工噪声对动物的实际影响程度一般小于预测影响程度。

类比国内外已建成风电场水下噪声监测结果，以及考虑风机技术迭代，噪声源强较之前更小，影响程度更小，运营期风机运行时产生的水下噪声对鲸类动物和鱼类影响较小。

## 电磁环境影响

电磁场强度随着距离的增加而迅速减弱，风电场海底电缆的电磁影响范围主要为电缆附近10m范围内，对海洋生物的影响程度较小。通过类比可知，海上升压站外工频电场强度≤4kV/m、工频磁感应强度≤100μT，满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)限值要求。电缆及其电缆交叉处的电磁感应强度较低，叠加影响很小。

## 海洋生态环境影响

### 海洋生态环境影响

施工期，规划项目风机基础建设和海底电缆铺设过程中产生的悬浮泥沙将对海洋生物资源产生一定的负面影响。初步估算：本规划风机基础占压造成的底栖生物损失量为22.522t、海底电缆铺设占压造成的底栖生物损失量为406.184t；悬浮泥沙扩散造成浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔鱼、游泳生物的损失量分别为41.438×1013cells、56.363t、104.194×107粒、107.472×107尾、28.214t。规划项目施工期近岸段采用非开挖定向钻工艺，对潮间带生物影响较小。

运营期，风机桩基、海上升压站等永久设施将占用底栖生物生境，与此同时，风机、海上升压站基础有“人工鱼礁”效应，在一定程度上可增加基础结构及周边区域藻类、贝类和鱼类数量。

### 对鲸豚类的影响

规划项目施工及运营对评价海域范围内的中华白海豚等鲸豚动物有一定的影响。同时，风电桩基的“人工鱼礁”效应也会引起鱼群聚集，中华白海豚等鲸豚类受食物资源驱动，规划风电场区域可能成为其活动水域。

根据欧洲、我国大陆和台湾省等海上风电项目对小型鲸类的影响和保护相关研究经验，在采取“避让、减缓、恢复、补偿”措施后，规划项目实施对中华白海豚等鲸类动物的影响可以得到减缓并达到可控的程度。

## 对鸟类及其栖息地的影响

规划项目风场区距海南省重要候鸟迁徙通道重点区域均超过15km。规划CZ8项目风场区距离岸线为10km，其余规划项目风场区距离岸线均超过18km。

施工期，规划项目对鸟类的影响主要为施工噪声和灯光。海上施工区域离岸较远，工期较短，随着风机安装和海底电缆铺设结束，影响随之消失。

运营期，规划项目对鸟类的影响主要为噪声、光照和碰撞效应。碰撞风险主要来自风机叶片。研究表明，鸟类通常能避开风机叶片，实际撞击概率较低。大部分鸟类一般沿海岸线迁徙，鸟类数量随离岸变远而减少，规划风场区对沿海岸线飞行的候鸟影响较小；对于飞越北部湾或者南海进入或离开海南岛的鸟类可能会产生一定的影响。规划风电场项目之间至少有2km的间距，在采取相应的生态环保措施后，多个风电场的叠加效应对鸟类迁徙产生影响是可控的。

总体来看，规划项目实施对鸟类的影响有限。

## 环境风险评价

规划项目潜在的主要环境风险为船舶之间、船舶与风机碰撞导致的溢油风险；升压站倒塌内部油料泄漏风险。当发生溢油时，应当及时采取必要的消油或围油措施，防止溢油扩散，控制和减轻溢油事故所造成的损害程度，最大限度地降低溢油污染对海洋环境的影响。

## 重要环境敏感区和环境保护目标影响

规划CZ1项目送出海缆路由线性穿越海南白蝶贝省级自然保护区实验区，其余规划项目风场区和送出海缆路由与自然保护地相距较远。规划CZ1项目对自然保护区及周边生态环境影响可控，已经取得海南省林业局复函。

规划项目采取生态环保措施后，对珊瑚礁、海草、白蝶贝、鱼类“三场一通道”的影响相对较小。

# 规划方案综合论证与优化调整建议

## 规划方案综合论证

在考虑氢能产业消纳、外送电量、煤电灵活性改造和需求侧响应等多种消纳措施后，本规划海上风电规模是合理的。

规划项目场址均不占用生态保护红线、自然保护区和其他类型自然保护地，风场区选址已避让生态保护红线、港口和倾倒区等。初步估算，规划实施后可相应减少烟尘、二氧化硫、氮氧化物、二氧化碳排放量分别为1051t/a、3678t/a、5255t/a、1950.93万t/a。

## 优化调整建议

根据环境现状调查、环境影响预测分析和综合论证结论，规划项目风场区距海南省重要候鸟迁徙通道重点区域较远，规划CZ8项目离岸为10km，其余规划项目场址离岸均超过18km，对沿海岸线飞行的候鸟影响较小，对于途经海南岛的鸟类，可能会产生一定的影响，但影响有限。

自规划编制阶段至2024年5月，CZ8项目风场区进行了三轮优化布局调整方案。CZ8项目风场区面积由79.7km2缩减至39.14km2，风场区与北侧生态保护红线的距离由150m调远至1110m；与南侧生态保护红线的距离由160m调远至1690m，优化后的风场区不涉及中华白海豚主要活动范围，严格落实相应的环保措施后对鲸豚的影响总体可控。CZ8项目风场区面积缩减为鸟类的迁徙预留了更宽的通道，也为规划CZ7、CZ9项目送出海缆路由预留通道，可减少线性穿越生态保护红线的面积约599hm2。因此，从生态环境保护角度判断，优化布局后CZ8项目场址是合理的。

综上所述，评价认为规划CZ1、CZ2、CZ3、CZ7、CZ9、PFS项目是环境合理的；规划优化调整后的CZ4、CZ5、CZ6、CZ8、CZ10项目是环境合理的。因此，将优化调整后的规划方案作为推荐方案。

# 环境影响减缓对策和措施

## 环境管理

落实环境准入要求，严格项目审批制度。建立环境保护数据库。强化生态监管、信息公开和宣传计划。建议加强开展鸟类、鲸豚类跟踪监测和研究工作。

## 环境减缓措施

规划CZ8项目优化风机布局缩减风场区用海面积，优化后的风场区不涉及中华白海豚主要活动范围，从空间上进行避让中华白海豚。

### 施工期

合理安排施工进度与作业时间，4月~8月(中华白海豚等海洋哺乳动物繁殖高峰期)海南西南部海域应尽可能避免进行打桩作业。海缆登陆段采用非开挖定向钻施工工艺。在经济技术合理的情形下优先采用负压桶基础(无打桩噪声)、高频液压振动打桩方式。施工前对海域内鲸类动物、鸟类实施声驱法驱赶；打桩时采用软启动方式，即打桩时预先轻轻敲打几下，以驱赶撞击周围的鱼类和鲸类动物。采用气泡帷幕等措施，减缓对鸟类、鲸豚类及其鱼类的影响。施工时加强海洋哺乳动物、鸟类的观察和瞭望。施工船舶速度控制在10节以内。

将风机叶片尖端涂上警戒色、荧光色，减少鸟类与风力涡轮机碰撞的可能性。夜间施工，减少使用红色闪光灯和钠蒸汽灯，对光源进行遮蔽，减小对鸟类的影响。施工期间对生态环境进行跟踪监测，加强施工人员管理及生态保护教育培训，禁止捕杀野生动物。

### 运营期

运营期船舶污染物按要求进行收集处理。落实海洋生物资源补偿措施，开展鱼类、白蝶贝增殖放流，开展珊瑚礁修复、海草床修复、岸线修复，持续开展鸟类、鲸豚类跟踪监测，开展海洋生态环境跟踪监测。风机涂装警示色，利用雷达、摄像机和传感器等设备对鸟类、鲸豚类活动进行实时动态监测，对鸟类、鲸豚类进行风险评估，制定出防止鸟类撞击的风机调度方案(如在鸟类迁飞高峰时段使用雷达和GPS提前预判迁飞区域或鲸豚类动物迁徙期间，临时关闭该区域的涡轮机)，减缓其影响。加强运营期的风机基础、海底电缆冲刷检测监控。根据生态环境跟踪监测成果，及时调整环境减缓对策和措施，定期开展规划环境影响跟踪评价。加强社会环境保护教育，加强科普宣传教育引导。

### 环境风险防范与应急措施

规划项目实施单位应制定突发环境风险应急预案、溢油环境风险专项应急预案，完善应急管理体系，配备应急管理物资，定期开展应急演练。规划项目建设单位应与地方海事部门、生态环境部门和周边地区具有救援队伍的单位等建立联动机制，成立专业救援队伍，队伍由应急中心统一指挥。

# 规划所包含建设项目环评要求

规划阶段仅主要针对选址、规模进行论证，具体项目阶段需要进一步对风机布局、间距、轮毂高度等进行比选论证。规划项目送出海缆路由穿越自然保护区、生态保护红线等环境敏感区时，在项目阶段应依照法律法规要求办理相关手续。

# 评价结论

《海南省海上风电场建设工程规划》与国家、海南省国民经济和社会发展规划，能源领域相关规划，《海南省国土空间规划(2021-2035年)》和相关市(县)国土空间总体规划，生态环境保护规划相符合。规划与《海南岛渔港建设规划(2020-2025年》《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》《海南省养殖水域滩涂规划(2021-2030年)修编》相协调。规划符合生态保护红线管理要求和海南省三线一单分区管控单元管控要求。

规划实施对海洋水文动力、冲淤环境、海水水质、海洋渔业资源、海洋沉积物、电磁环境影响较小。规划项目风场区不占用自然保护区、生态保护红线，但规划项目送出海缆路由近岸段分布有自然保护区、生态保护红线、自然保护地等，海南省位于东亚-澳大利西亚候鸟迁徙路线上，海南西南部海域有中华白海豚种群活动，这些都对海南省海上风电项目提出了更高的生态环境保护要求。严格落实本报告中提出的优化调整建议、生态环境保护和风险防范措施、加强环境跟踪监测与评价，规划实施对鸟类和中华白海豚的影响整体可控。从生态环境保护角度分析，《海南省海上风电场建设工程规划》是可行的。