

**综合能源岛陆上试验基地项目（二期工程）**

# **环境影响报告书**

**建设单位：中广核新能源（陆丰）有限公司**

**编制单位：广州材高环保科技有限公司**

**2026年6月**

## 目 录

<b>1. 概述</b>	<b>1</b>
1.1 项目由来及特点	1
1.2 环境影响评价工作过程	3
1.3 分析判定相关情况	4
1.4 关注的主要环境问题及环境影响	4
1.5 主要结论	5
<b>2. 总则</b>	<b>8</b>
2.1 编制依据	8
2.1.1 法律依据	8
2.1.2 全国性法规及部门规章	8
2.1.3 地方法规、规划及政策	10
2.1.4 评价技术规范	11
2.1.5 项目相关文件及资料	12
2.2 环境影响因素识别和评价因子筛选	12
2.2.1 环境影响因素识别	12
2.2.2 评价因子筛选	13
2.3 环境功能区划	13
2.3.1 地表水环境功能区划	13
2.3.2 地下水环境功能区划	14
2.3.3 环境空气功能区划	14
2.3.4 声环境功能区划	14
2.3.5 生态环境功能区划	14
2.4 评价标准	21
2.4.1 环境质量标准	21
2.4.2 污染物排放标准	25
2.5 评价工作等级及评价范围	27
2.5.1 地表水环境	27
2.5.2 地下水环境	28
2.5.3 大气环境	30
2.5.4 声环境	30
2.5.5 土壤环境	31
2.5.6 环境风险	32
2.5.7 生态环境	33
2.5.8 电磁环境	33
2.5.9 小结	33
2.6 环境保护目标	34
2.6.1 地表水环境	34
2.6.2 地下水环境	34
2.6.3 大气环境	34
2.6.4 声环境	34

2.6.5	土壤环境	34
2.6.6	生态环境	35
<b>3.</b>	<b>建设项目工程分析</b>	<b>38</b>
3.1	试验基地项目概况	38
3.1.1	总体概况	38
3.1.2	一期工程概况	46
3.1.3	二期工程概况	49
3.2	二期工程内容	49
3.2.1	工程组成	49
3.2.2	试验方案	51
3.2.3	原辅材料	53
3.2.4	主要设备	53
3.2.5	公用工程	55
3.2.6	劳动定员及工作制度	56
3.2.7	平面布置	56
3.3	二期工程影响因素分析	63
3.3.1	制氢工艺	63
3.3.2	海洋气候模拟试验	73
3.3.3	浮动摇摆试验	76
3.3.4	除盐水制备工艺	79
3.3.5	产排污节点汇总	83
3.3.6	物料平衡	83
3.3.7	水平衡	85
3.4	二期工程污染源源强核算	94
3.4.1	废气	94
3.4.2	废水	95
3.4.3	噪声	98
3.4.4	固废	99
3.4.5	污染物汇总	103
3.5	污染物排放量“三本账”	104
3.6	总量控制	105
3.7	与相关政策、法规、规划符合性分析	106
3.7.1	与产业政策相符性分析	106
3.7.2	与相关规划相符性分析	106
3.7.3	与相关法规、规定的相符性分析	117
3.7.4	与“三线一单”相符性分析	123
3.7.5	项目选址合理性分析	140
3.7.6	结论	140
<b>4.</b>	<b>环境现状调查与评价</b>	<b>141</b>
4.1	自然环境现状调查与评价	141
4.1.1	地理位置	141
4.1.2	地形地貌	141
4.1.3	水文状况	141

4.1.4	气候气象	142
4.1.5	地震地质	142
4.1.6	植被资源	143
4.1.7	矿产资源	143
4.1.8	渔业资源	143
4.2	环境空气质量现状调查与评价	144
4.3	地表水环境质量现状调查与评价	144
4.4	地下水环境质量现状调查与评价	149
4.4.1	监测布点	149
4.4.2	监测项目	149
4.4.3	监测时间与频次	151
4.4.4	分析方法	151
4.4.5	评价标准	154
4.4.6	评价方法	154
4.4.7	监测结果及评价	155
4.5	声环境质量现状监测与评价	157
4.5.1	监测布点	157
4.5.2	监测时间和频率	158
4.5.3	评价标准	158
4.5.4	评价方法	158
4.5.5	监测结果及评价	159
4.6	土壤环境质量现状监测与评价	159
4.6.1	监测点位及监测项目	159
4.6.2	监测频次与采样、分析方法	162
4.6.3	评价标准	164
4.6.4	评价方法	164
4.6.5	土壤理化特性	164
4.6.6	监测结果及评价	165
4.7	生态环境现状调查与评价	165
4.8	区域主要污染源	165
<b>5.</b>	<b>环境影响预测与评价</b>	<b>171</b>
5.1	施工期环境影响评价	171
5.1.1	扬尘	171
5.1.2	噪声	171
5.1.3	固体废物	172
5.1.4	生态环境	172
5.1.5	小结	172
5.2	营运期环境影响预测与评价	172
5.2.1	营运期大气环境影响评价	172
5.2.2	营运期地表水环境影响评价	173
5.2.3	营运期地下水环境影响预测与评价	174
5.2.4	营运期声环境影响预测与评价	186
5.2.5	营运期固体废物环境影响评价	194
5.2.6	营运期土壤环境影响预测与评价	196

5.2.7	营运期生态环境影响简单分析.....	205
5.3	环境风险评价.....	205
5.3.1	评价依据.....	205
5.3.2	环境敏感目标调查.....	208
5.3.3	环境风险识别.....	208
5.3.4	环境风险分析.....	218
5.3.5	环境风险防范措施.....	220
5.3.6	环境风险应急措施.....	223
5.3.7	环境风险评价结论.....	224
<b>6.</b>	<b>环境保护措施及其可行性论证.....</b>	<b>226</b>
6.1	施工期污染防治措施及其可行性论证.....	226
6.1.1	大气污染防治措施.....	226
6.1.2	噪声污染防治措施.....	226
6.1.3	固体废物污染防治措施.....	227
6.1.4	生态环境保护措施.....	227
6.2	营运期污染防治措施及其可行性论证.....	228
6.2.1	废气污染防治措施.....	228
6.2.2	废水污染防治措施.....	228
6.2.3	噪声污染防治措施.....	228
6.2.4	固体废物污染防治措施.....	229
6.2.5	地下水污染防治措施.....	231
6.2.6	土壤污染防治措施.....	234
6.3	环境风险防范与应急措施.....	235
<b>7.</b>	<b>环境影响经济损益分析.....</b>	<b>236</b>
7.1	环保投资估算.....	236
7.2	环境影响损益分析.....	236
7.3	社会经济效益分析.....	237
7.4	综合评价.....	237
<b>8.</b>	<b>环境管理与监测计划.....</b>	<b>238</b>
8.1	环境管理.....	238
8.1.1	环境管理目标.....	238
8.1.2	环境管理机构及职责.....	238
8.1.3	健全环境管理制度.....	239
8.1.4	环境管理台账要求.....	239
8.2	环境监测计划.....	240
8.2.1	污染源监测计划.....	240
8.2.2	环境质量监测计划.....	241
8.3	排污口规范化.....	242
8.4	污染物排放清单.....	243
8.5	排污许可制度.....	244
8.6	竣工环境保护验收.....	244
8.7	企业信息公开.....	245

<b>9. 环境影响评价结论</b>	<b>247</b>
9.1 项目概况	247
9.2 环境质量现状评价结论	247
9.3 污染物排放情况	248
9.4 主要环境影响	249
9.4.1 大气环境影响	249
9.4.2 地表水环境影响	249
9.4.3 地下水环境影响	249
9.4.4 声环境影响	250
9.4.5 固体废物环境影响	250
9.4.6 土壤环境影响	250
9.4.7 生态环境影响	251
9.4.8 环境风险影响	251
9.5 环境保护措施	251
9.5.1 大气环境保护措施	251
9.5.2 地表水环境保护措施	252
9.5.3 声环境保护措施	252
9.5.4 固体废物环境保护措施	252
9.5.5 地下水环境保护措施	252
9.5.6 土壤环境保护措施	253
9.5.7 环境风险防范措施	253
9.6 环境影响经济损益分析	253
9.7 环境管理与监测计划	253
9.8 综合结论	253



# 1. 概述

## 1.1 项目由来及特点

陆地占地球表面积的 29%，海洋占 71%。海洋空间广袤，资源丰富，向海洋求发展，向海洋要空间，向海洋要资源，成为当前世界发展的趋势和方向。海洋可再生能源种类繁多，包括潮汐能、波浪能、海流能、温差能和盐度差能等。全球可供发电的海洋潮汐能约有 20 多亿千瓦；波浪能资源多达 700 亿千瓦，其中可开发利用的约为 20—30 亿千瓦；海流能约为 0.5 亿千瓦；海洋热能（温差能）约为 20 亿千瓦；盐度差能约 26 亿千瓦。然而，尽管海洋能源资源丰富，其开发利用仍面临诸多挑战。一方面，海洋能分散于全球大洋水体，单位面积、长度或体积内的能源储量（密度）较低，难以有效利用。另一方面，开发海洋能的设备必须建在海洋中，需面临深海高压、波浪冲击、海流冲刷，以及海水强腐蚀和海洋生物污损等问题，这无疑增加了海洋能开发的成本和难度。

丹麦率先提出了海上“能源岛”（Energy Island）的概念。该概念的核心在于构建海上能源枢纽，集成发电、储能及制氢等多项功能。能源岛采用辐射式布局，通过链接远海大型风机机组，高效开发利用海上风能资源，同时，在能源岛宏观设计时横向相连，可以向更远的海域继续探索，为进一步拓展远海风电开发项目打下基础。

随着“双碳”战略的推进，未来三四十年间，我国将大幅度提高清洁绿色能源的在总能源结构中的占比。我国海上新能源开发以海上风电为主，历经数十年的发展，风电装备呈现出向大型化、离岸化以及深海化迈进的趋势。未来，海洋资源的开发需向资源更加丰富的深远海区域拓展。然而，深远海的高温、高湿、高盐雾、强降水、强雷电、强台风等气候条件，使得海上风能资源开发难度显著高于近海海域。此外，单一形式的深远海海上风电平台存在开发成本高、风机支撑基础利用率低、海域资源利用率低及商业化运营的经济性欠佳等弊端。因此，基于海上综合能源岛，将深远海丰富的风、光、波等自然资源转化为电能，并进一步将电能就地转换为氢、氨等资源，再通过液态氢氨船输送到陆地，可以实现深远海风、光、波等海洋能源大规模综合开发，为未来我国实现“双碳”战略目标提供重要支撑。

深远海海上综合能源岛建设被中国科协列为 2024 十大重大工程技术难题，如何解决在复杂海况下建设稳固的平台基础，如何实现能源的稳定、高效转换与大规模存储，如何建立智能化的运维系统和安全管理体系等都是亟待解决的关键问题。

在此背景下，中广核和红海湾实验室建设广东省海水能源岛产业科技创新平台，打造全国首个集海上“风光波-绿电-氢氨储运一体化”的绿色能源岛产业科技创新平台，支撑深远海能源资源开发，加快海洋新型产业的发展，建立完善能源岛标准规范体系，促进能源岛产业与科技深度融合。该平台首期项目将建设**综合能源岛陆上试验基地**，重点开展能源岛总体规划与设计、能源岛多能发电关键技术、新型筑岛技术、电解海水制氢合成氨技术、海上氢氨储运技术等方面的研究，以及能源岛关键技术与装备的试验基地建设，打造全国首个集海上风电、光伏等多能发电、筑岛技术、海上氢氨制储运于一体的综合能源岛陆上试验基地，填补国内在该领域的多项技术空白，引领产业科技互促双强。

根据《广东省发展改革委 广东省能源局关于印发广东新型能源体系产业科技互促双强重点工程清单的通知》（粤发改能源函〔2025〕37号），**综合能源岛陆上试验基地项目**属于广东新型能源体系产业科技互促双强重点工程，牵头单位为红海湾实验室。根据《汕尾市人民政府办公室关于印发红海湾实验室转型工作方案的通知》（汕府办函〔2024〕78号），红海湾实验室由先进能源科学与技术广东省实验室汕尾分中心更名而来。

根据《广东新型能源体系产业科技互促双强重点工程任务书》，**综合能源岛陆上试验基地项目**将由中广核新能源（陆丰）有限公司和中广核汕尾新能源有限公司共同出资，与红海湾实验室共同建设，由红海湾实验室负责科研项目以及测试平台运行。

2025年3月31日，中广核新能源（陆丰）有限公司获得《汕尾市发展和改革局关于综合能源岛陆上试验基地项目核准的批复》（汕发改核准〔2025〕16号）；2025年7月11日，中广核新能源（陆丰）有限公司获得《汕尾市发展和改革局关于综合能源岛陆上试验基地项目核准变更的复函》（汕发改核准〔2025〕36号），该项目核准变更后的建设规模和内容：建设风电装机 50MW（5台 10MW 风力发电机组），配置制氢、制氨试验及储能设备，制氢规模 700Nm<sup>3</sup>/h（碱性电解水制氢规模 500Nm<sup>3</sup>/h、PEM 电解水制氢规模 200Nm<sup>3</sup>/h），储氢规模 3000kg，开展绿氨制储运试验，主要建设内容包括：升压站、风电机组、试验设备、储能电池和电缆等。项目配套建设分布式光伏，按备案程序另行办理。

其中《综合能源岛陆上试验基地项目（一期工程）环境影响报告表》已对《汕尾市发展和改革局关于综合能源岛陆上试验基地项目核准变更的复函》（汕发改核准〔2025〕36号）中的“升压站、风电机组、储能电池和电缆”的环境影响以及整个项目的施工期环境影响进行评价，已于2025年10月28日获得《汕尾市生态环境局关于综合能源岛陆上试验基地项目（一期工程）环境影响报告表的批复》，目前一期工程正在进行施工阶段的筹备工作；本次评价为“综合能源岛陆上试验基地项目（二期工程）”，环境影响评价对象主要为“汕发改核准〔2025〕36号”中的试验设备，包括制氢试验设备、储氢设备，同时配套建设用氢供氢设备以及海洋气候模拟环境舱、浮动摇摆试验平台等试验设备，不包含绿氨制储运试验。

综合能源岛陆上试验基地项目（二期工程）位于汕尾市陆丰市碣石镇后埔村核电路西侧，详见图1.1-1。本工程建设性质为新建，本工程总投资4244万元，配置2种电解槽制氢试验（500Nm<sup>3</sup>/h ALK 电解槽、200Nm<sup>3</sup>/h PEM 电解槽）、年制氢量70万Nm<sup>3</sup>、总储氢规模1050kg，设置燃料电池用于发电测试、加氢机向氢燃料电池车辆供氢，同时配置海洋气候模拟环境舱、浮动摇摆试验平台等试验设备。

## 1.2 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等有关规定，综合能源岛陆上试验基地项目（二期工程）须执行环境影响评价制度。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，具体分析如下：

①本工程涉及电解水制氢试验，为研发中试阶段；属于“二十三、化学原料和化学制品制造业”第44项中的“基础化学原料制造261”、“全部（含研发中试；不含单纯物理分离、物理提纯、混合、分装的）”，应编制环境影响报告书。

②本工程涉及氢燃料电池发电，属于“四十一、电力、热力生产和供应业”第90项中的“其他电力生产4419”、“陆地利用地热、太阳能热等发电”，应编制环境影响报告表。

③本工程涉及海洋气候模拟环境舱、浮动摇摆试验平台，为专业实验室，属于“四十五、研究和试验发展”第98项“专业实验室、研发（试验）基地”、“其他（不产生实验废气、废水、危险废物的除外）”，应编制环境影响报告表。

综上，综合能源岛陆上试验基地项目（二期工程）应编制环境影响报告书。因此，中广核新能源（陆丰）有限公司（以下简称“建设单位”）委托广州材高环保科技有限公司承担综合能源岛陆上试验基地项目（二期工程）（以下简称“本工程”“本项目”等）的环境影响评价工作。评价单位在接受委托后，经过认真现场调查、资料收集和研究论证，依据环境影响评价导则的有关要求，编制了《综合能源岛陆上试验基地项目（二期工程）环境影响报告书》。

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016），环境影响评价工作一般分为三个阶段，即调查分析和工作方案制定阶段，分析论证和预测评价阶段，环境影响报告书编制阶段。具体流程见图 1.2-1。

### 1.3 分析判定相关情况

本工程建设符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》《市场准入负面清单（2025 年版）》等产业政策要求；同时符合《“十四五”现代能源体系规划》《“十四五”可再生能源发展规划》《氢能产业发展中长期规划（2021~2035 年）》《汕尾市能源发展“十四五”规划》《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》《汕尾市水生态环境保护“十四五”规划》《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《汕尾（陆丰）临港产业带发展总体规划（2023-2030 年）》《汕尾（陆丰）临港产业园综合发展规划》《陆丰市碣石海工基地控制性详细规划（扩园第二次修编）》《关于加强高耗能、高排放建设项目生态环境源头防控的指导意见》《广东省发展改革委关于印发〈广东省坚决遏制“两高”项目盲目发展的实施方案〉的通知》《广东省大气污染防治条例》《广东省水污染防治条例》《广东省固体废物污染环境防治条例》《广东省土壤和地下水污染防治“十四五”规划》《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订版）》等文件的规定。

### 1.4 关注的主要环境问题及环境影响

根据工程特点，本次评价关注的主要环境问题及环境影响如下：

#### （1）废水

本工程所在地集中污水处理设施尚未投运，关注本工程运行产生的各类废水是否得到有效处置，是否会对区域水环境造成明显影响；

（2）噪声

关注本工程运行产生的设备噪声是否可稳定达标排放，是否会对区域声环境造成明显影响；

（3）固废

关注本工程运行产生的固体废物是否得到有效处置，是否会对区域环境造成明显影响；

（4）环境风险

关注本工程运行期间危险物质泄漏以及火灾爆炸引发的伴生/次生污染物排放的环境风险是否可控，环境风险防范措施是否有效。

## 1.5 主要结论

综合能源岛陆上试验基地项目（二期工程）符合当前产业政策、相关法律法规及规划；选址合理；提出的环境保护措施切实可行，噪声达标排放，废水、固体废物得到有效综合处置，区域环境质量不会有明显变化，对区域环境影响较小；环境风险在可控制范围。

在全面加强监督管理，执行环境保护“三同时”制度和认真落实各项环保措施的前提下，从环境保护角度而言，本工程的建设是可行的。

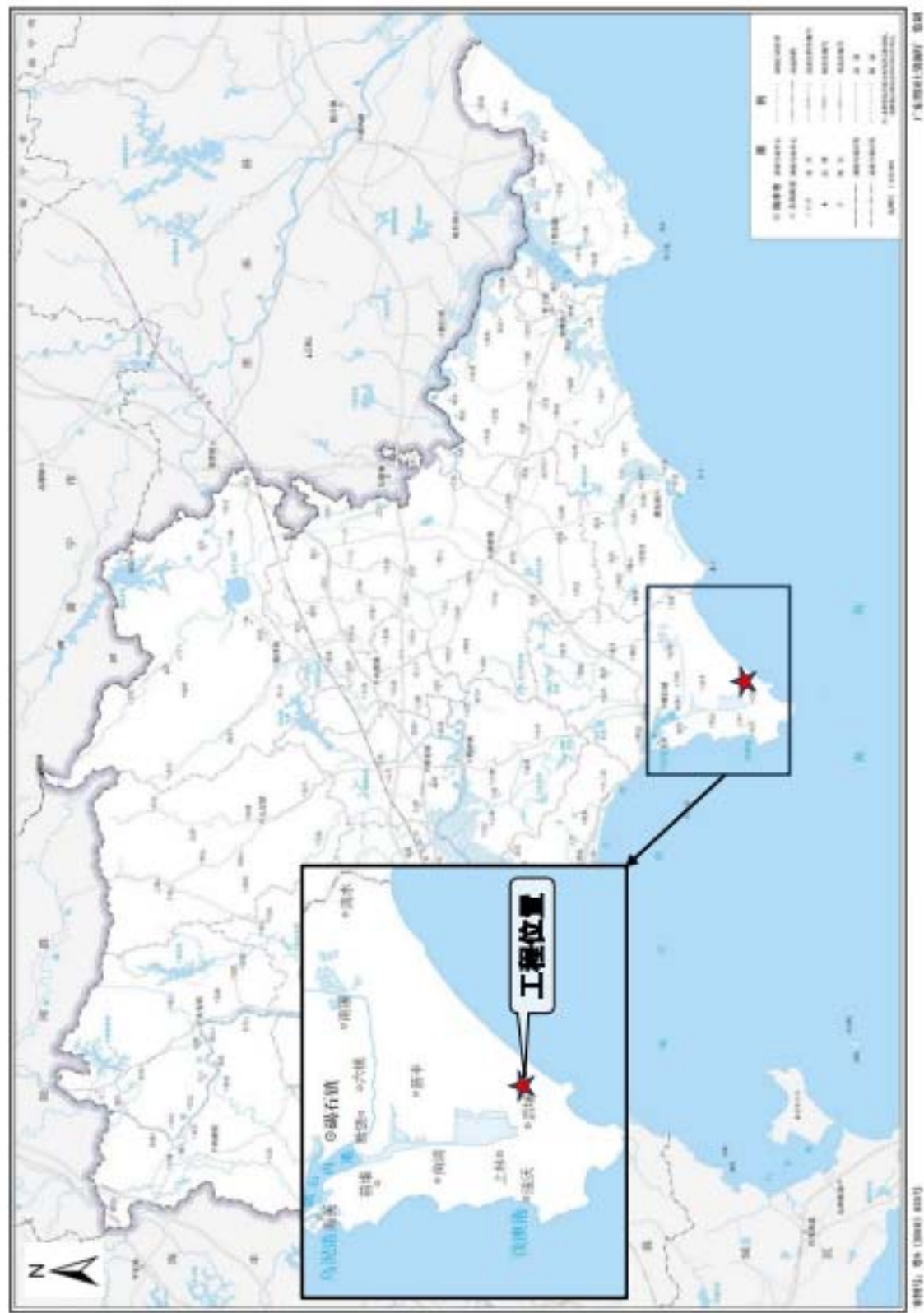


图 1.1-1 本工程地理位置图

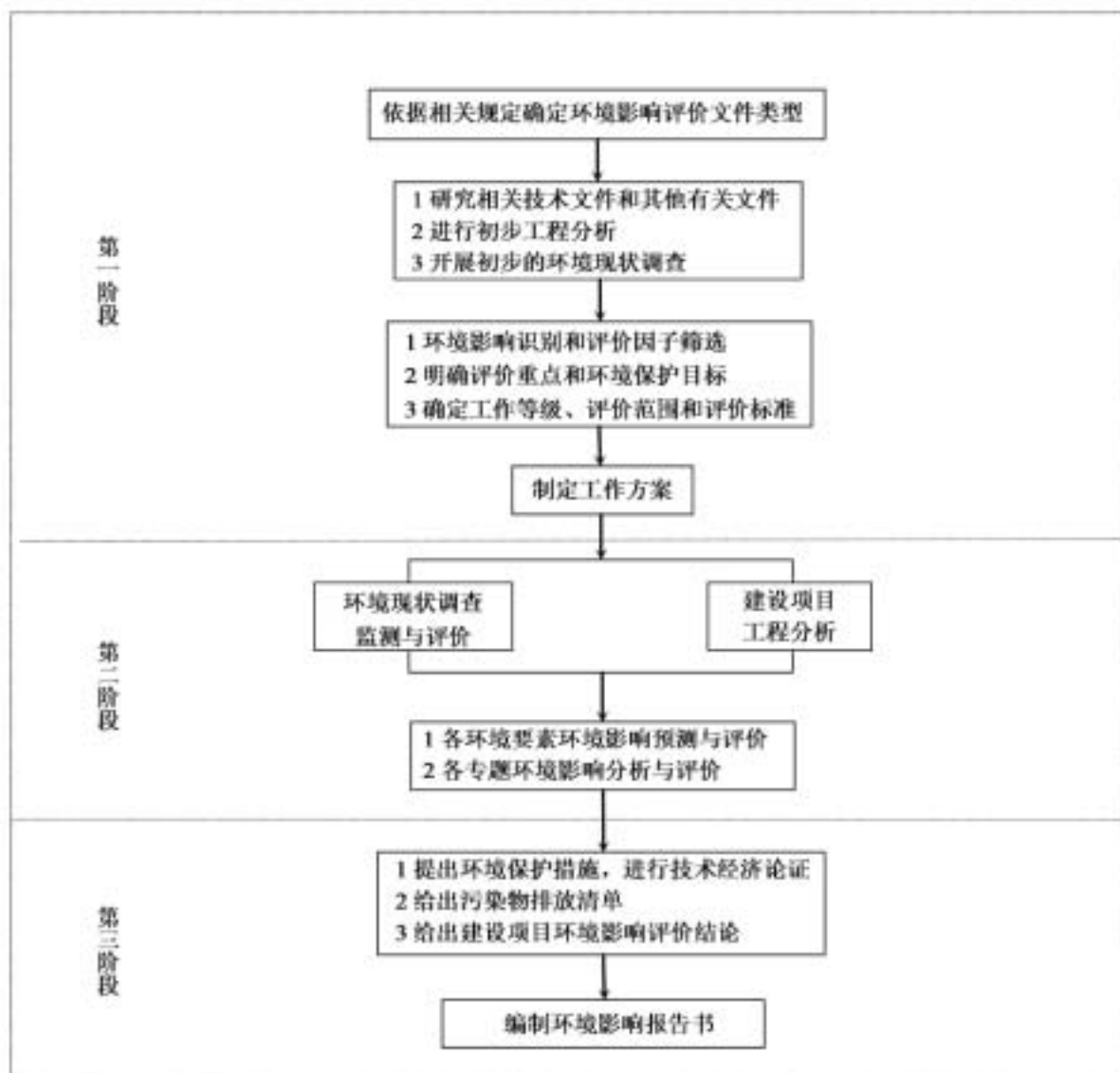


图 1.2-1 本项目环评工作流程图

## 2. 总则

### 2.1 编制依据

#### 2.1.1 法律依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014年4月24日修订，自2015年1月1日起施行；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018年12月29日修订并施行；
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018年10月26日修订并施行；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》，2017年6月27日修订，自2018年1月1日起施行；
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修订，自2020年9月1日起施行；
- (6) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022年6月5日施行；
- (7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019年1月1日起施行；
- (8) 《中华人民共和国水法》，2016年7月2日修订并施行；
- (9) 《中华人民共和国土地管理法》，2019年8月26日修订，自2020年1月1日起施行；
- (10) 《中华人民共和国可再生能源法》，2009年12月26日修订，自2010年4月1日起实施；
- (11) 《中华人民共和国循环经济促进法》，2018年10月26日修正并施行；
- (12) 《中华人民共和国节约能源法》，2018年10月26日修正并施行。

#### 2.1.2 全国性法规及部门规章

- (1) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院第682号令），2017年10月1日实施；
- (2) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部 部令第16号），2021年1月1日起施行；
- (3) 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部 部令第4号，2019年1月1

- 日）；
- (4) 《关于发布<环境影响评价公众参与办法>配套文件的公告》（公告 2018 年第 48 号）；
  - (5) 《关于印发<建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）>的通知》（环办[2013]103 号），2013 年 11 月 14 日；
  - (6) 《国务院办公厅关于印发突发事件应急预案管理办法的通知》（国办发[2013]101 号），2013 年 10 月 25 日；
  - (7) 《关于印发<建设项目环境影响评价信息公开机制方案>的通知》（环发〔2015〕162 号）；
  - (8) 《建设项目环境保护事中事后监督管理办法（试行）》（环发〔2015〕163 号）；
  - (9) 《关于落实大气污染防治行动计划严格环境影响评价准入的通知》（环办[2014]30 号）；
  - (10) 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》（2015 年 4 月 25 日）
  - (11) 《危险化学品目录》（2015 版）；
  - (12) 《危险化学品安全管理条例》（国务院令 591 号，修订后 2013 年 12 月 7 日起施行）；
  - (13) 《国家危险废物名录（2025 年版）》（生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号），2025 年 1 月 1 日起施行；
  - (14) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号），2012 年 7 月 3 日；
  - (15) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98 号），2012 年 8 月 8 日；
  - (16) 《产业结构调整指导目录》（2024 年本），国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日施行；
  - (17) 《国民经济行业分类与代码》（GB/T 4754-2017）及其修改单（国统字[2019]66 号）；
  - (18) 《市场准入负面清单（2025 年版）》（发改体改规〔2025〕466 号），2025 年 4 月 16 日；

- (19) 《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发〔2013〕37号），2013年9月10日；
- (20) 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》，国发〔2015〕17号，2015年4月2日；
- (21) 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》，国发〔2016〕31号，2016年5月31日；
- (22) 《建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法》，环发〔2014〕197号，2014年12月30日；
- (23) 《关于发布〈一般工业固体废物管理台账制定指南(试行)〉的公告》，生态环境部公告2021年第82号，2021年12月30日；
- (24) 《关于发布〈建设项目危险废物环境影响评价指南〉的公告》，环境保护部公告2017年第43号，2017年8月29日；
- (25) 《危险废物转移管理办法》，生态环境部、公安部、交通运输部令第23号，2022年1月1日起施行；
- (26) 《关于发布国家固体废物污染控制标准《环境保护图形标志—固体废物贮存(处置)场》(GB15562.2-1995)修改单的公告》，生态环境部公告2023年第5号，2023年7月1日起实施；
- (27) 《关于加强高耗能、高排放建设项目生态环境源头防控的指导意见》，环环评〔2021〕45号。

### 2.1.3 地方法规、规划及政策

- (1) 《广东省环境保护条例》，2022年11月30日修订并施行；
- (2) 《关于同意实施广东省地表水环境功能区划的批复》（粤府函〔2011〕29号）；
- (3) 《关于印发〈广东省地表水环境功能区划〉的通知》（粤环〔2011〕14号）；
- (4) 《关于同意广东省地下水功能区划的复函》（粤办函〔2009〕459号）；
- (5) 《广东省大气污染防治条例》（2019年3月1日施行）；
- (6) 《广东省水污染防治条例》（2021年1月1日施行）；
- (7) 《广东省固体废物污染环境防治条例》，2018年11月29日修订，自2019年3月1日起施行；
- (8) 《广东省“两高”项目管理目录（2022年版）》（粤发改能源函〔2022〕1363

- 号)；
- (9) 《广东省生态环境厅审批环境影响报告书(表)的建设项目名录(2024 年本)》(粤环函(2024)394号)；
  - (10) 《汕尾市生态环境局关于优化建设项目环境影响评价文件审批层级的通知》，2024年12月27日；
  - (11) 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(粤府(2020)71号)；自2020年12月29日起施行；
  - (12) 《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案(修订版)》(汕环(2024)154号)；
  - (13) 《汕尾市声环境功能区区划方案》(汕环(2021)109号)；
  - (14) 《广东省生态环境保护“十四五”规划》；
  - (15) 《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》；
  - (16) 《陆丰市生态环境保护“十四五”规划》；
  - (17) 《广东省国土空间规划(2021-2035年)》；
  - (18) 《汕尾市国土空间总体规划(2021-2035年)》；
  - (19) 《陆丰市国土空间总体规划(2021-2035年)》。

#### 2.1.4 评价技术规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；
- (2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)；
- (3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)；
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)；
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)；
- (8) 《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)；
- (9) 《污染源源强核算技术指南 准则》(HJ884-2018)；
- (10) 《排污许可证申请与核发技术规范 总则》(HJ942-2018)；
- (11) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)；
- (12) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)；

- (13) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）；
- (14) 《固体废物鉴别标准通则》（GB34330-2017）；
- (15) 《危险废物鉴别技术规范》（HJ298-2019）；
- (16) 《危险废物鉴别标准通则》（GB5085.7-2019）；
- (17) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）
- (18) 《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013）；
- (19) 《固体废物处理处置工程技术导则》（HJ2035-2013）；
- (20) 《消防给水及消防栓系统技术规范》（GB50974-2014）。

### 2.1.5 项目相关文件及资料

- (1) 环评委托书；
- (2) 《综合能源岛陆上试验基地项目可行性研究报告》（中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司，2026年1月）；
- (3) 建设单位提供的其他有关资料。

## 2.2 环境影响因素识别和评价因子筛选

### 2.2.1 环境影响因素识别

根据工程特点及所在区的环境特征，确定本工程属于污染影响型项目。本次评价施工期主要为设备安装，影响较小，仅进行简单分析；主要对营运期的环境影响进行评价。营运期的各种行为对环境影响要素的影响情况见表 2.2-1。

表 2.2-1 环境影响因素识别表

时段	环境要素	影响性质	影响程度	影响时期	影响方式	影响范围	可逆性
营运期	环境空气	不利	轻微	短期	直接	局部	可逆
	地表水环境	不利	一般	长期	间接	局部	可逆
	地下水环境	不利	较小	短期	直接	局部	可逆
	声环境	不利	一般	长期	直接	局部	可逆
	土壤环境	不利	较小	短期	直接	局部	可逆
	固体废物	不利	一般	长期	直接	局部	可逆
	生态环境	不利	轻微	长期	间接	局部	可逆
	环境风险	不利	较小	短期	直接	局部	可逆

## 2.2.2 评价因子筛选

项目评价因子见表 2.2-2。

表 2.2-2 项目评价因子

环境要素	现状评价因子	影响评价因子
环境空气	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、TSP	定性分析
地表水环境 (近岸海域)	pH、无机氮、活性磷酸盐、石油类、DO、COD <sub>Mn</sub> 、铜、汞、镉、铅	定性分析
地下水环境	K <sup>+</sup> 、Na <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> 、CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、挥发性酚类、耗氧量、氨氮、总大肠菌群、细菌总数、亚硝酸盐、硝酸盐、氯化物、氟化物、汞、砷、镉、铬（六价）、铅、阴离子表面活性剂	pH、氯化物
声环境	等效连续 A 声级	等效连续 A 声级
土壤环境	pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ）、钒	pH、钒、NaCl、KOH、V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
固体废物	/	定性分析
生态环境	定性分析	定性分析
环境风险	/	定性分析

## 2.3 环境功能区划

### 2.3.1 地表水环境功能区划

本工程不涉及生活污水，劳动定员由一期工程调配，员工生活污水已计入一期工程，生活污水经处理后回用绿化不外排。本工程试验期间产生的废水部分回用，部分交由有处理能力的废水处理机构处理，不直接排放。

本工程位于沿海地区，根据《广东省生态环境厅关于同意调整广东陆丰核电近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2021〕634号）、《广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕421号），工程所在区域周边近岸海域功能区情况见表 2.3-1、图 2.3-1。

本工程与汕尾市地表水环境功能区划位置关系见图 2.3-2。本工程所在地不涉及饮用水水源保护区，与周边饮用水水源保护区的相对位置关系详见图 2.3-3。

### 2.3.2 地下水环境功能区划

根据《关于印发广东省地下水功能区划的通知》（粤水资源〔2009〕19号），项目所在地的地下水环境功能属于“韩江及粤东诸河汕尾沿海地质灾害易发区（H084415002S01）”，水质保护目标为Ⅲ类，本工程所在区域地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的Ⅲ类标准，本工程地下水功能区划见图 2.3-4。

### 2.3.3 环境空气功能区划

根据《汕尾市环境保护规划纲要（2008-2020年）》，本工程所在区域属于环境空气质量二类功能区，环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准。本工程所在区域环境空气功能区划详见图 2.3-5。

### 2.3.4 声环境功能区划

根据《汕尾市声环境功能区划方案》（汕环〔2021〕109号）《汕尾市生态环境局关于<汕尾市声环境功能区划方案>的补充说明》（汕尾市生态环境局，2024年1月8日），本工程所在区域属于2类声环境功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类标准。由于项目用地红线紧邻碣田公路，但东南围墙厂界线距离用地红线约10米，故东南围墙厂界线与碣田公路相距约10米；碣田公路为城市主干道，为4a类声环境功能区；城市主干道相邻区域为2类声环境功能区，距离为35m范围内的区域划分为4a类声环境功能区；因此，本工程东南厂界按照4a类声环境功能区进行评价，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中4a类标准。本工程所在区域声环境功能区划详见图 2.3-6。

### 2.3.5 生态环境功能区划

根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订版）》（汕环〔2024〕154号），项目位于“ZH44158120008 陆丰市重点管控单元 02（广东陆丰东海经济开发区）”，不涉及生态保护红线及一般生态空间，不涉及大气和水环境优先保护区，见图 2.3-7。

表 2.3-1 本工程周边近岸海域环境功能区划情况

标识号	功能区名称	范围	面积 (km <sup>2</sup> )	主要功能	水质目标	控制点坐标 (CGCS2000)	批复文件
403A	湖东养殖区、渔业功能区	海域 T-U-V-W-X 所包围的区域	13.28	渔业	二类（水温指标执行三类标准）	A: 115°51'46.86"E, 22°47'15.76"N. C: 115°53'20.10"E, 22°46'36.56"N. D: 115°51'58.95"E, 22°44'35.35"N. E: 115°49'35.30"E, 22°43'20.06"N. I: 115°46'55.81"E, 22°45'45.45"N. J: 115°48'05.43"E, 22°45'55.30"N. O: 115°49'42.92"E, 22°45'20.47"N. Q: 115°52'17.37"E, 22°45'02.87"N. R: 115°53'05.83"E, 22°45'26.34"N. S: 115°53'24.04"E, 22°45'49.45"N. T: 115°54'12.87"E, 22°46'19.89"N. U: 115°54'12.47"E, 22°47'21.96"N. V: 115°57'05.51"E, 22°48'11.85"N. W: 115°57'05.84"E, 22°47'29.62"N. X: 115°55'59.01"E, 22°46'54.20"N.	《广东省生态环境厅关于同意调整广东陆丰核电近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2021〕634号）
405A	田尾山生态功能区	海域 A-C-Q-R-S-T-U 所包围的区域	10.00	海洋生态保护	二类（水温指标执行三类标准）		
405B	碣石港口工业功能区	海域 A-C-D-E-O 所包围的区域	23.53	港口、工业	三类		
406A	碣石浅澳港口、工业功能区	海域 I-J 至西澳农场	15.85	港口、工业	三类		
406B	碣石浅澳工业功能区	海域 Q-I-R-I-S-I-TI-VI-WI 所包围的区域除去 406C 部分	14.90	工业	三类	AI: 115°46'54.160"E, 22°47'18.488"N BI: 115°46'38.518"E, 22°47'18.298"N CI: 115°46'29.500"E, 22°47'17.300"N DI: 115°45'46.994"E, 22°47'09.006"N EI: 115°45'37.591"E, 22°47'01.147"N FI: 115°45'31.644"E, 22°46'53.285"N	《广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局海海域近岸海域环境功能区划的函》

406C*	陆丰核电站冷却水排污稀释混合区	陆丰核电站温排水口周围海域 d1-d6 所包围的区域	3.17	排污稀释混合区	除水温不执行水质标准外，其他指标执行三类标准	G1: 115°45'27.626"E, 22°46'49.318"N H1: 115°45'24.199"E, 22°46'39.940"N I1: 115°45'12.236"E, 22°46'09.584"N J1: 115°45'01.303"E, 22°45'14.036"N K1: 115°45'06.415"E, 22°44'43.991"N L1: 115°45'14.875"E, 22°44'19.331"N M1: 115°45'46.973"E, 22°43'41.228"N N1: 115°46'35.184"E, 22°43'11.723"N O1: 115°47'10.838"E, 22°42'58.748"N P1: 115°47'43.944"E, 22°42'50.123"N Q1: 115°49'35.299"E, 22°43'20.060"N R1: 115°47'39.959"E, 22°43'39.810"N S1: 115°46'08.350"E, 22°44'16.760"N T1: 115°46'09.880"E, 22°45'38.660"N U1: 115°46'55.808"E, 22°45'45.450"N V1: 115°48'05.429"E, 22°45'55.300"N W1: 115°49'42.920"E, 22°45'20.470"N d1: 115°47'35.110"E, 22°44'09.244"N d2: 115°47'54.074"E, 22°43'44.054"N d3: 115°49'05.891"E, 22°43'31.580"N d4: 115°49'17.141"E, 22°43'52.154"N d5: 115°48'38.311"E, 22°44'21.235"N d6: 115°47'52.566"E, 22°44'29.256"N	划的函》（粤环函〔2024〕421号）
412-1	碣石湾东工矿用海区	海域 A1-U1 所包围的区域	20.29	工业	一类（水温指标执行三类标准）		
412	碣石湾浅海渔业功能区	碣石湾内浅海	249.70	渔场作业区	一类		

备注：对于“406C 陆丰核电站冷却水排污稀释混合区”，广东陆丰核电站温排水排放口海水温升 4℃包络线超出本功能区，但不超过周边三类近岸海域环境功能区时，超出区域参照本功能区管理。

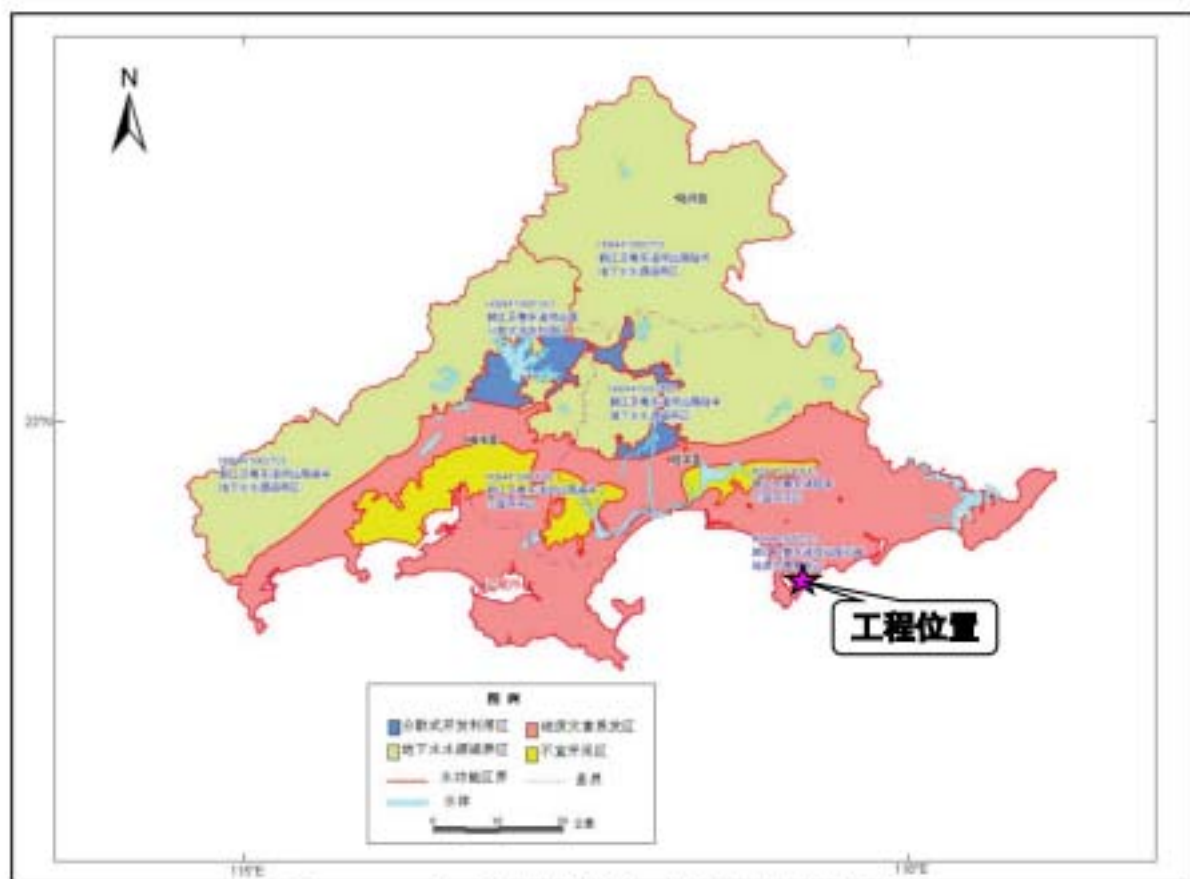




图 2.3-2 本工程所在地水环境功能区划图



图 2.3-3 本工程所在地饮用水水源保护区分布图



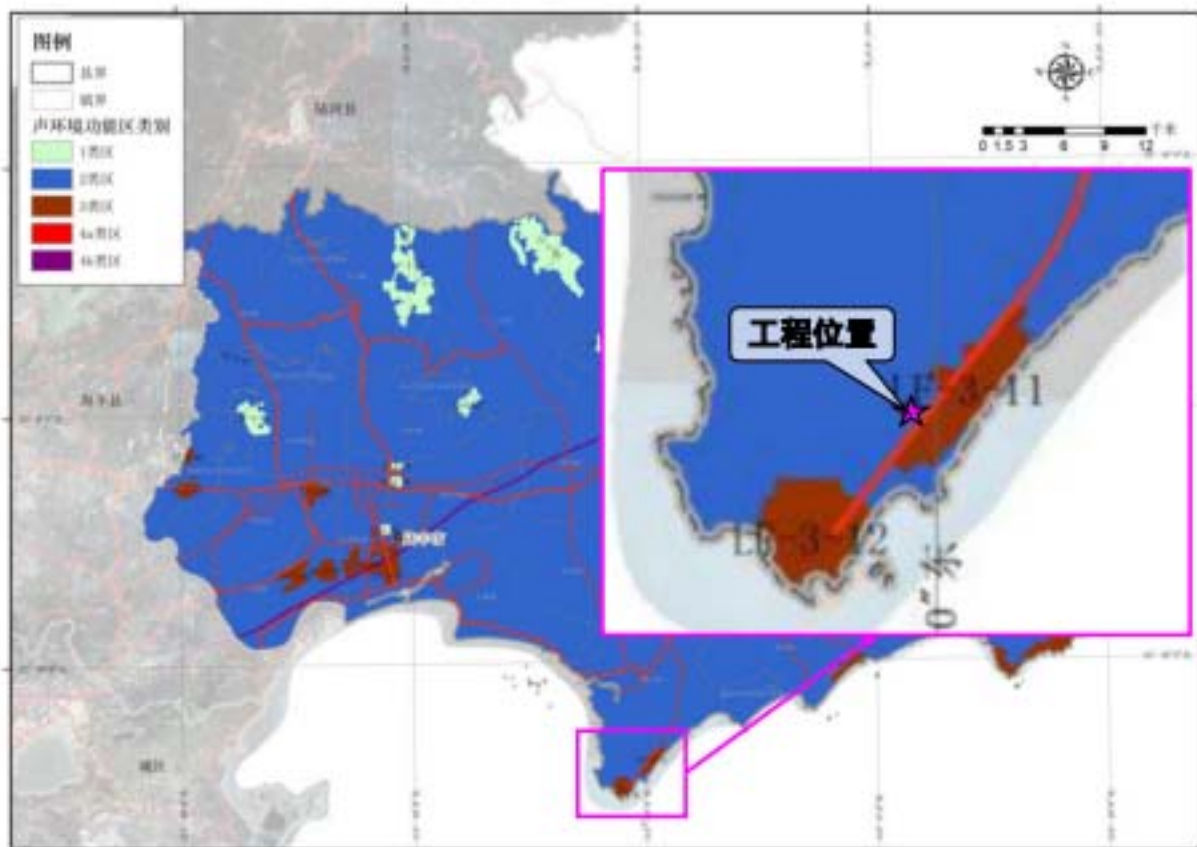


图 2.3-6 本工程所在地声环境功能区划图

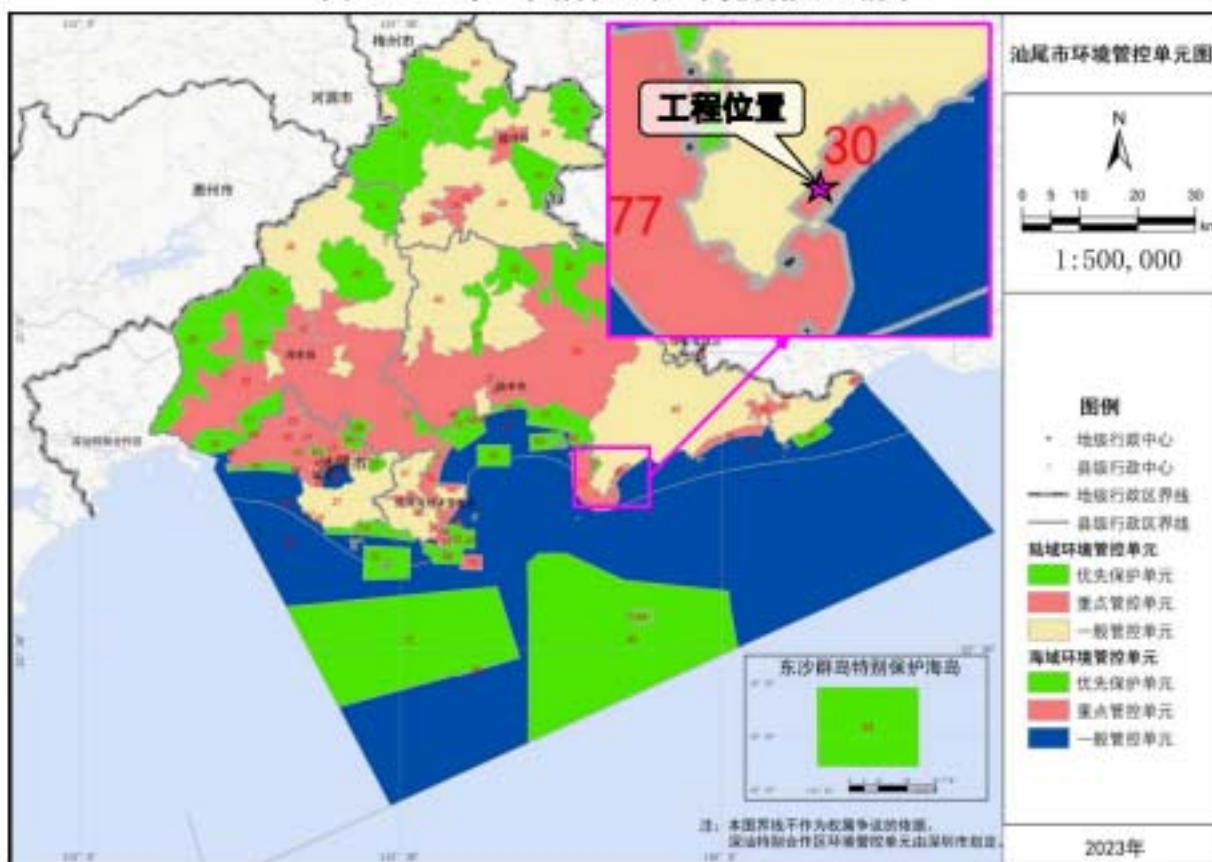


图 2.3-7 本工程所在地环境管控单元图

## 2.4 评价标准

### 2.4.1 环境质量标准

#### 2.4.1.1 地表水环境质量标准

本工程周边海域水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应标准限值，详细标准值见表 2.4-1。

表 2.4-1 《海水水质标准》（GB3097-1997）（摘录） 单位：mg/L，注明者除外

序号	水质指标	第一类	第二类	第三类
1	水温（℃）	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地1℃，其他季节不超过2℃		人为造成的海水温升不超过当时当地4℃
2	pH 值（无量纲）	7.8~8.5 同时不超出该海域正常变动范围的0.2pH 单位		6.8~8.8 同时不超出该海域正常变动范围的0.5pH 单位
3	悬浮物	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100
4	溶解氧（DO）>	6	5	4
5	化学需氧量（COD）≤	2	3	4
6	生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ）≤	1	3	4
7	无机氮（以 N 计）≤	0.20	0.30	0.40
8	活性磷酸盐（以 P 计）≤	0.015	0.030	0.030
9	汞≤	0.00005	0.0002	0.0002
10	镉≤	0.001	0.005	0.010
11	铅≤	0.001	0.005	0.010
12	六价铬≤	0.005	0.010	0.020
13	总铬≤	0.05	0.10	0.20
14	砷≤	0.020	0.030	0.050
15	锌≤	0.020	0.050	0.10
16	镍≤	0.005	0.010	0.020
17	氰化物≤	0.005	0.005	0.10
18	硫化物（以 S 计）≤	0.02	0.05	0.10
19	挥发性酚≤	0.005	0.005	0.010
20	石油类≤	0.05	0.05	0.30
21	苯并（a）芘≤（μg/L）	0.0025	0.0025	0.0025
22	阴离子表面活性剂	0.03	0.10	0.10
23	粪大肠菌群（≤）（个/L）	2000（供人生食的贝类增殖水质≤140）		

### 2.4.1.2 地下水环境质量标准

本工程所在区域地下水水质目标为III类，执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类标准限值。详细标准值见表 2.4-2。

表 2.4-2 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）（摘录） 单位：mg/L，注明者除外

序号	水质指标	II类	III类	IV类	V类
1	pH（无量纲）	6.5≤pH≤8.5		5.5≤pH≤6.5, 8.5≤pH≤9	pH<5.5 或 pH>9
2	总硬度（以 CaCO <sub>3</sub> 计）	≤300	≤450	≤650	>650
3	溶解性总固体	≤500	≤1000	≤2000	>2000
4	硫酸盐	≤150	≤250	≤350	>350
5	氯化物	≤150	≤250	≤350	>350
6	铁	≤0.2	≤0.3	≤2.0	>2.0
7	锰	≤0.05	≤0.1	≤1.5	>1.5
8	铜	≤0.05	≤1.0	≤1.5	>1.5
9	锌	≤0.5	≤1.0	≤5.0	>5.0
10	挥发性酚类（以苯酚计）	≤0.001	≤0.002	≤0.01	>0.01
11	阴离子表面活性剂	≤0.1	≤0.3	≤0.3	>0.3
12	耗氧量（COD <sub>Mn</sub> 法，以 O <sub>2</sub> 计）	≤2.0	≤3.0	≤10.0	>10.0
13	硫化物	≤0.01	≤0.02	≤0.10	>0.10
14	钠	≤150	≤200	≤400	>400
15	总大肠菌群（MPN/100mL）	≤3.0	≤3.0	≤100	>100
16	菌落总数（CFU/mL）	≤100	≤100	≤1000	>1000
17	硝酸盐（以 N 计）	≤5.0	≤20	≤30	>30
18	亚硝酸盐（以 N 计）	≤0.1	≤1.0	≤4.8	>4.8
19	氨氮（以 N 计）	≤0.1	≤0.5	≤1.5	>1.5
20	氟化物	≤1.0	≤1.0	≤2.0	>2.0
21	氰化物	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
22	汞	≤0.0001	≤0.001	≤0.002	>0.002
23	砷	≤0.001	≤0.01	≤0.05	>0.05
24	镉	≤0.001	≤0.005	≤0.01	>0.01
25	六价铬	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
26	铅	≤0.005	≤0.01	≤0.1	>0.1

### 2.4.1.3 环境空气质量标准

本工程所在区域环境空气质量主要执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）二级标准。详细标准值见表 2.4-3。

表 2.4-3 环境空气污染物基本项目浓度限值

污染物项目	平均时间	二级		单位
		过渡阶段浓度限值	浓度限值	
二氧化硫 (SO <sub>2</sub> )	年平均	60	20	μg/m <sup>3</sup>
	日平均	150	50	
	1 小时平均	500	150	
二氧化氮 (NO <sub>2</sub> )	年平均	40	30	
	日平均	80	50	
	1 小时平均	200	200	
一氧化碳 (CO)	日平均	4	4	mg/m <sup>3</sup>
	1 小时平均	10	10	
臭氧 (O <sub>3</sub> )	日最大 8 小时平均	160	160	μg/m <sup>3</sup>
	1 小时平均	200	200	
颗粒物（粒径小于等 于 10μm, PM <sub>10</sub> ）	年平均	60	50	
	日平均	120	100	
颗粒物（粒径小于等 于 2.5μm, PM <sub>2.5</sub> ）	年平均	30	25	
	日平均	60	50	

注：自本标准实施之日起至 2030 年 12 月 31 日止，环境空气污染物基本项目实施过渡阶段浓度限值；自 2031 年 1 月 1 日起，在全国范围内实施基本项目浓度限值。

#### 2.4.1.4 声环境质量标准

本工程所在区域声环境质量执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 2 类、4a 类标准。详细标准值见表 2.4-4。

表 2.4-4 《声环境质量标准》（GB 3096-2008）（摘录） 单位：dB(A)

类别	昼间	夜间	备注
2类	60	50	其余区域
4a类	70	55	东南厂界

#### 2.4.1.5 土壤环境质量标准

本工程评价范围内不涉及农用地，主要为建设用地及林地；建设用地主要为工业用地、科研用地、道路与交通设施用地，土壤环境质量执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地风险筛选值，林地土壤环境质量参照执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地风险筛选值。详细标准值见表 2.4-5。

表 2.4-5 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）（摘录）

序号	污染物项目	CAS 编号	筛选值 (mg/kg)		管制值 (mg/kg)	
			第一类用地	第二类用地	第一类用地	第二类用地
重金属和无机物						
1	砷	7440-38-2	20 <sup>①</sup>	60 <sup>①</sup>	120	140
2	镉	7440-43-9	20	65	47	172
3	铬（六价）	18540-29-9	3	5.7	30	78
4	铜	7440-50-8	2000	18000	8000	36000
5	铅	7439-92-1	400	800	800	2500
6	汞	7439-97-6	8	38	33	82
7	镍	7440-02-0	150	900	600	2000
挥发性有机物						
8	四氯化碳	56-23-5	0.9	2.8	9	36
9	氯仿	67-66-3	0.3	0.9	5	10
10	氯甲烷	74-87-3	12	37	21	120
11	1,1-二氯乙烷	75-34-3	3	9	20	100
12	1,2-二氯乙烷	107-06-2	0.52	5	6	21
13	1,1-二氯乙烯	75-35-4	12	66	40	200
14	顺-1,2-二氯乙烯	156-59-2	66	596	200	2000
15	反-1,2-二氯乙烯	156-60-5	10	54	31	163
16	二氯甲烷	1975/9/2	94	616	300	2000
17	1,2-二氯丙烷	78-87-5	1	5	5	47
18	1,1,1,2-四氯乙烷	630-20-6	2.6	10	26	100
19	1,1,2,2-四氯乙烷	79-34-5	1.6	6.8	14	50
20	四氯乙烯	127-18-4	11	53	34	183
21	1,1,1-三氯乙烷	71-55-6	701	840	840	840
22	1,1,2-三氯乙烷	79-00-5	0.6	2.8	5	15
23	三氯乙烯	1979/1/6	0.7	2.8	7	20
24	1,2,3-三氯丙烷	96-18-4	0.05	0.5	0.5	5
25	氯乙烯	1975/1/4	0.12	0.43	1.2	4.3
26	苯	71-43-2	1	4	10	40
27	氯苯	108-90-7	68	270	200	1000
28	1,2-二氯苯	95-50-1	560	560	560	560
29	1,4-二氯苯	106-46-7	5.6	20	56	200
30	乙苯	100-41-4	7.2	28	72	280
31	苯乙烯	100-42-5	1290	1290	1290	1290
32	甲苯	108-88-3	1200	1200	1200	1200
33	间二甲苯+对二甲苯	108-38-3,106-42-3	163	570	500	570
34	邻二甲苯	95-47-6	222	640	640	640
半挥发性有机物						
35	硝基苯	98-95-3	34	76	190	760

序号	污染物项目	CAS 编号	筛选值 (mg/kg)		管制值 (mg/kg)	
			第一类用地	第二类用地	第一类用地	第二类用地
36	苯胺	62-53-3	92	260	211	663
37	2-氯酚	95-57-8	250	2256	500	4500
38	苯并 (a) 蒽	56-55-3	5.5	15	55	151
39	苯并 (a) 芘	50-32-8	0.55	1.5	5.5	15
40	苯并 (b) 荧蒽	205-99-2	5.5	15	55	151
41	苯并 (k) 荧蒽	207-08-9	55	151	550	1500
42	蒽	218-01-9	490	1293	4900	12900
43	二苯并 (a,h) 蒽	53-70-3	0.55	1.5	5.5	15
44	茚并 (1,2,3-cd) 芘	193-39-5	5.5	15	55	151
45	萘	91-20-3	25	70	255	700
重金属和无机物 (其他项目)						
46	钒	7440-62-2	165 <sup>①</sup>	752	330	1500
石油烃类						
47	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	-	826	4500	5000	9000

注：①具体地块土壤中污染物检测含量超过筛选值，但等于或者低于土壤环境背景值（见 3.6）水平的，不纳入污染地块管理。土壤环境背景值可参见附录 A。

## 2.4.2 污染物排放标准

### 2.4.2.1 水污染物排放标准

本工程不涉及生活污水，劳动定员由一期工程调配，员工生活污水已计入一期工程，生活污水经处理后回用绿化不外排。

本工程试验期间产生的废水主要包括除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水、ALK 制氢设备冲洗废水，其中除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水，ALK 制氢设备冲洗废水交由有处理能力的废水处理机构处理。

冷却冷冻系统中的喷淋水用于间接冷却循环冷却水，喷淋水补充水无相关水质控制限值，本工程废水回用于喷淋水补充水参考执行《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）表 1 中间冷开式循环冷却水补充水控制限值。具体标准限值见表 2.4-6。

表 2.4-6 《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）（摘录）

序号	污染物	间冷开式循环冷却水补充水控制限值
1	pH 值（无量纲）	6.0~9.0
2	色度/度	20
3	浊度/NTU	5
5	五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ）	10
6	化学需氧量（COD）	50
7	氨氮（以 N 计）	5
8	溶解性总固体	1000
9	硫酸盐	250
10	氯化物	250
11	总硬度（以 CaCO <sub>3</sub> 计）	450
12	铁	0.3
13	锰	0.1

#### 2.4.2.2 大气污染物排放标准

本工程运行期间主要为备用柴油发电机产生的燃油废气，污染物排放执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段最高允许排放浓度标准限值，详见表 2.4-7。

表 2.4-7 大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）（摘录）

污染物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	颗粒物
最高允许排放浓度（mg/m <sup>3</sup> ）	500	120	120

注：根据广东省生态环境厅于 2019 年 7 月 12 日关于《房地产项目的备用发电机尾气排放高度是否有要求？验收标准限值是否执行无组织控制浓度限值？》的答复明确，建议固定式柴油发电机污染物排放浓度按照《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）中的最高允许排放浓度指标进行控制，对排气筒高度和排放速率暂不作要求。因此，本次评价对备用柴油发电机燃油废气（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物）的排气筒高度和排放速率不作要求。

#### 2.4.2.3 噪声排放标准

本工程厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类、4 类标准。详细标准值见表 2.4-8。

表 2.4-8 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）（摘录） 单位：dB(A)

类别	昼间	夜间	备注
2类	60	50	其余厂界
4类	70	55	东南厂界

#### 2.4.2.4 固体废物控制标准

根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）适用范围描述“采用库房、包装工具（罐、桶、包装袋等）贮存一般工业固体废物构成的污染物控制，不适用于本标准，其贮存过程应满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环保要求”，本工程一般工业固体废物在厂区内采用库房或包装工具贮存，贮存过程满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求。危险废物贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

## 2.5 评价工作等级及评价范围

### 2.5.1 地表水环境

#### (1) 评价等级

本工程产生的除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水，ALK 制氢设备冲洗废水交由有处理能力的废水处理机构处理。因此，本工程废水排放属于间接排放。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）有关规定，间接排放建设项目评价等级为三级 B。

表 2.5-1 水污染影响型建设项目评价等级判定

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 Q/ (m <sup>3</sup> /d) 水污染物当量数 W/ (无量纲)
一级	直接排放	$Q \geq 20000$ 或 $W \geq 600000$
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	$Q < 200$ 且 $W < 6000$
三级 B	间接排放	——

注 1：水污染物当量数等于该污染物的年排放量除以该污染物的污染当量值（见附录 A），计算排放污染物的污染物当量数，应区分第一类水污染物和其他类水污染物，统计第一类污染物当量数总和，然后与其他类污染物按照污染物当量数从大到小排序，取最大当量数作为建设项目评价等级确定的依据。

注 2：废水排放量按行业排放标准中规定的废水种类统计，没有相关行业排放标准的通过工程分析合理确定，应统计含热量大的冷却水的排放量，可不统计间接冷却水、循环水及其他含污染物极少的清净下水的排放量。

注 3：厂区存在堆积物（露天堆放的原料、燃料、废渣等以及垃圾堆放场）、降尘污染的，应将初期雨污水纳入废水排放量，相应的主要污染物纳入水污染当量计算。

注 4：建设项目直接排放第一类污染物的，其评价等级为一级；建设项目直接排放的污染物为接纳水体超标因子的，评价等级不低于二级。

- 注 5: 直接排放受纳水体影响范围涉及饮用水水源保护区、饮用水取水口、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场等保护目标时, 评价等级不低于二级。
- 注 6: 建设项目向河流、湖库排放温排水引起受纳水体水温变化超过水环境质量标准要求, 且评价范围有水温敏感目标时, 评价等级为一级。
- 注 7: 建设项目利用海水作为调节温度介质, 排水量 $\geq 500$  万  $m^3/d$ , 评价等级为一级; 排水量 $< 500$  万  $m^3/d$ , 评价等级为二级。
- 注 8: 仅涉及清净下水排放的, 如其排放水质满足受纳水体水环境质量标准要求的, 评价等级为三级 A。
- 注 9: 依托现有排放口, 且对外环境未新增排放污染物的直接排放建设项目, 评价等级参照间接排放, 定为三级 B。
- 注 10: 建设项目生产工艺中有废水产生, 但作为回水利用, 不排放到外环境的, 按三级 B 评价。

## (2) 评价范围

本工程地表水环境影响评价等级为三级 B, 根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018), 三级 B 其评价范围应符合以下要求: 应满足其依托污水处理设施环境可行性分析的要求; 涉及地表水环境风险的, 应覆盖环境风险影响范围所及的水环境保护目标水域。根据环境风险评价章节分析, 在风险事故情况下, 事故废水能有效截流于试验基地内, 不进入外环境, 不对地表水造成影响。因此, 本次评价不设地表水影响评价范围。

## 2.5.2 地下水环境

### (1) 评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016), 地下水评价等级的确定主要依据地下水环境影响评价项目类别和建设项目地下水环境敏感程度等参数进行确定。评价工作等级划分详见下表。

表 2.5-2 评价工作等级分级表

项目类别 环境敏感程度	I 类项目	II 类项目	III 类项目
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

表 2.5-3 地下水环境敏感程度分级表

敏感程度	地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源(包括已建成的在用、备用、应急水源, 在建和规划的饮用水水源)准保护区; 除集中式饮用水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区, 如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。

较敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其它未列入上述敏感分级的敏感区。
不敏感	上述地区之外的其他地区。
注：a“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的敏感区。	

表 2.5-4 地下水环境影响评价行业分类表

环评类别 行业类别	报告书	报告表	地下水环境影响评价 项目类别	
			报告书	报告表
34、其他能源发电	海上潮汐电站、波浪电站、温差电站等；涉及环境敏感区的总装机容量5万千瓦及以上的风力发电	利用地热、太阳能热等发电；并网光伏发电；其他风力发电	IV类	IV类
85、基本化学原料制造	除单纯混合和分装外的	单纯混合或分装的	I类	III类
164、研发基地	含医药、化工类专业中试内容的	其他	III类	IV类

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A，本工程地下水环境影响评价项目类别最高为 I 类。工程所在地不涉及集中式饮用水水源地、集中式饮用水水源地准保护区或准保护区外的补给径流区，不涉及热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区，不涉及分散居民饮用水源等，工程所在地地下水敏感程度为不敏感。因此，本工程地下水环境影响评价等级为二级。

## （2）评价范围

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），当建设项目所在地水文地质条件相对简单，且所掌握的资料能够满足公式计算法的要求时，应采用公式计算法确定；当不满足公式计算法的要求时，可采用查表法确定。当计算或查表范围超出所处水文地质单元边界时，应以所处水文地质单元边界为宜。

公式计算法确定评价范围如下：

$$L = \alpha \times K \times I \times T/n_e$$

式中：L—下游迁移距离，m；

$\alpha$ —变化系数， $\alpha \geq 1$ ，一般取 2；

K—渗透系数，m/d；取 10m/d；

$L$ —水力坡度，无量纲，取 0.0063；

$T$ —质点迁移天数，取值不小于 5000d；取 5000d；

$n_e$ —有效孔隙度，无量纲，取 0.45。

通过公式计算法计算， $L=(2\times 10\times 0.0063\times 5000)/0.45=1400\text{m}$ 。

结合项目周边地势、山脊、地表水系、道路等分布情况，划定水文地质单元，东北至海工基地已平整区域边界及中国核工业二三建设有限公司陆丰项目部生活区西面道路，东南至海边，西南至汕尾明阳新能源科技有限公司，西至后埔村、上林村，西北至碣石湾内洋，北至沈厝地村，评价范围约  $6.6\text{km}^2$ 。因场地下游为海域，距离海岸线约 360m，故下游主要以海岸线作为评价范围边界线；场地两侧评价范围均大于 700m。

### 2.5.3 大气环境

本工程运行期间排放的废气污染物主要为备用柴油发电机燃油废气中的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、颗粒物，排放量较小，且不属于正常排放源，因此，不进行大气环境影响评价等级判定，不设大气环境评价范围。

### 2.5.4 声环境

#### (1) 评价等级

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）第 5.1 条规定：建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 1 类、2 类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量达  $3\text{dB(A)}\sim 5\text{dB(A)}$ ，或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评价。建设项目所处的声环境功能区为 GB3096-2008 规定的 3 类、4 类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量在  $3\text{dB(A)}$  以下（不含  $3\text{dB(A)}$ ），且受噪声影响人口数量变化不大时，按三级评价。在确定评价等级时，如果建设项目符合两个等级划分原则，按较高等级评价。

本工程所在区域为《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类、4a 类声环境功能区，声环境评价范围内无声环境保护目标，因此，本次声环境影响评价工作等级为二级。

#### (2) 评价范围

本工程声环境影响评价等级为二级，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），二级、三评价范围可根据建设项目所在区域和相邻区域的声环境功能区类别及声环境保护目标等实际情况适当缩小。本工程声评价范围按试验基地围墙厂界线外延 200m 区域范围内。

## 2.5.5 土壤环境

### （1）评价等级

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）“4.2.1 按照 HJ2.1 建设项目污染影响和生态影响的相关要求，根据建设项目对土壤环境可能产生的影响，将土壤环境影响类型划分为生态影响型与污染影响型，其中本导则土壤环境生态影响重点指土壤环境的盐化、酸化、碱化等。”，本工程土壤环境影响类型为污染影响型。

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），污染影响型项目的土壤评价等级主要依据土壤环境影响评价项目类别、占地规模与敏感程度划分评价工作等级。评价工作等级划分详见下表。

表 2.5-5 污染影响型评价工作等级划分表

评价工 作等级 敏感程度	占地规模	I类			II类			III类		
		大	中	小	大	中	小	大	中	小
敏感		一级	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级
较敏感		一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	--
不敏感		一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	--	--

注：“--”表示可不开展土壤环境影响评价工作

表 2.5-6 污染影响型敏感程度分级表

敏感程度	判别依据
敏感	建设项目周边存在耕地、园地、牧草地、饮用水水源或者居民区、学校、医院、疗养院、养老院等土壤环境敏感目标的
较敏感	建设项目周边存在其他土壤环境敏感目标的
不敏感	其他情况

表 2.5-7 土壤环境影响评价项目类别

行业类别	项目类别			
	I类	II类	III类	IV类
电力热力 燃气及水 生产和供 应业	生活垃圾及污泥发电	水力发电；火力发电(燃气发电除外)；矸石、油页岩、石油焦等综合利用发电；工业废水处理；燃气生产	生活污水处理；燃煤锅炉总容量65t/h(不含)以上的热力生产工程；燃油锅炉总容量65t/h(不含)以上的热力生产工程	其他
石油、化 工	石油加工、炼焦；化学原料和化学制品制造；农药制造；涂料、染料、颜料、油墨及其类似产品制造；合成材料制造；炸药、火工及焰火产品制造；水处理剂等制造；化学药品制造；生物、生化制品制造	半导体材料、日用化学品制造；化学肥料制造	其他	/
其他行业	/	/	/	全部

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 A，项目所属的土壤环境影响评价项目类别最高为 I 类。本工程周边主要为工业用地、科研用地、道路与交通设施用地、林地，敏感程度为不敏感。本工程占地规模按试验基地围墙内面积核算为 25327.99m<sup>2</sup>，属于小型（≤5hm<sup>2</sup>）。综上，确定项目土壤环境影响评价等级为二级。

## （2）评价范围

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本工程土壤评价范围按试验基地围墙厂界线外延 200m 区域范围内。

## 2.5.6 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价工作等级划分如下：

表2.5-8 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV <sup>*</sup>	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 <sup>a</sup>

a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。见附录A

根据后文分析，本工程各危险物质与临界量的比值总和  $Q < 1$ 。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C，当  $Q < 1$  时，环境风险潜势为 I。结合一期工程环评，本工程及一期工程均投运后试验基地危险物质数量与临界量比值  $Q$  仍  $< 1$ ，本工程投运后未改变试验基地整体的环境风险潜势。结合表 2.5-8，本次环境风险评价可简单分析，不设环境风险评价范围。

### 2.5.7 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）：6.1.8 符合生态环境分区管控要求且位于原厂界（或永久用地）范围内的污染影响类改扩建项目，位于已批准规划环评的产业园区内且符合规划环评要求、不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目，可不确定评价等级，直接进行生态影响简单分析。

本工程为综合能源岛陆上试验基地项目（二期工程），在综合能源岛陆上试验基地内建设，本工程使用的建构筑物均在综合能源岛陆上试验基地项目（一期工程）同步建设完成，本工程主要在试验基地项目厂界范围内进行设备安装，本工程属于污染影响型项目，符合生态环境分区管控要求，不涉及生态敏感区。综上，本工程不进行评价等级判定，直接进行生态影响简单分析，不设生态环境评价范围。

### 2.5.8 电磁环境

根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中“5 豁免范围。从电磁环境保护管理角度，下列产生电场、磁场、电磁场的设施（设备）可免于管理：100kV 以下电压等级的交流输变电设施”，本工程变配电设施属于 100kV 以下电压等级的交流输变电设施，可免于管理，不再评价变配电设施的电磁环境影响。

### 2.5.9 小结

表2.5-9 本工程各环境要素评价等级及评价范围一览表

环境要素	评价等级	评价范围
地表水环境	三级 B	不设评价范围
地下水环境	二级	评价范围约 6.6km <sup>2</sup> ，见图 2.5-1
大气环境	/	不设评价范围

声环境	二级	基地围墙厂界线外延 200m 区域范围内，见图 2.5-2
土壤环境	二级	基地围墙厂界线外延 200m 区域范围内，见图 2.5-2
环境风险	简单分析	不设评价范围
生态环境	简单分析	不设评价范围
电磁环境	不开展评价	/

## 2.6 环境保护目标

### 2.6.1 地表水环境

保护本工程所在区域周边海域水质，满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应标准限值。

### 2.6.2 地下水环境

保护本工程所在区域地下水环境质量，满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类标准限值。

评价范围内无地下水环境保护目标。

### 2.6.3 大气环境

保护本工程所在区域环境空气质量，满足《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及其修改单二级标准。

### 2.6.4 声环境

保护本工程所在区域声环境质量，满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 2 类、4a 类标准。

评价范围内无声环境保护目标。

### 2.6.5 土壤环境

保护本工程所在区域土壤环境质量，满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中相应标准限值。

评价范围内无土壤环境敏感目标。

## 2.6.6 生态环境

本工程占地范围无生态保护目标。



图 2.5-1 项目地下水环境影响评价范围示意图



图 2.5-2 项目声环境、土壤环境评价范围示意图

### 3. 建设项目工程分析

#### 3.1 试验基地项目概况

##### 3.1.1 总体概况

综合能源岛陆上试验基地项目属于广东新型能源体系产业科技互促双强重点工程，由中广核新能源（陆丰）有限公司和中广核汕尾新能源有限公司共同出资，与红海湾实验室共同建设，由红海湾实验室负责科研项目以及测试平台运行。

2025年3月31日，中广核新能源（陆丰）有限公司获得《汕尾市发展和改革局关于综合能源岛陆上试验基地项目核准的批复》（汕发改核准〔2025〕16号）；2025年7月11日，中广核新能源（陆丰）有限公司获得《汕尾市发展和改革局关于综合能源岛陆上试验基地项目核准变更的复函》（汕发改核准〔2025〕36号），该项目核准变更后的建设规模和内容：建设风电装机50MW（5台10MW风力发电机组），配置制氢、制氨试验及储能设备，制氢规模700Nm<sup>3</sup>/h（碱性电解水制氢规模500Nm<sup>3</sup>/h、PEM电解水制氢规模200Nm<sup>3</sup>/h），储氢规模3000kg，开展绿氨制储运试验，主要建设内容包括：升压站、风电机组、试验设备、储能电池和电缆等。项目配套建设分布式光伏，按备案程序另行办理。其中《综合能源岛陆上试验基地项目（一期工程）环境影响报告表》已对《汕尾市发展和改革局关于综合能源岛陆上试验基地项目核准变更的复函》（汕发改核准〔2025〕36号）中的“升压站、风电机组、储能电池和电缆”的环境影响以及整个项目的施工期环境影响进行评价，已于2025年10月28日获得《汕尾市生态环境局关于综合能源岛陆上试验基地项目（一期工程）环境影响报告表的批复》，目前一期工程正在进行施工阶段的筹备工作；本次评价为“综合能源岛陆上试验基地项目（二期工程）”，环境影响评价对象主要为“汕发改核准〔2025〕36号”中的试验设备，包括制氢试验设备、储氢设备，同时配套建设用氢供氢设备以及海洋气候模拟环境舱、浮动摇摆试验平台等试验设备，不包含绿氨制储运试验。

综合能源岛陆上试验基地项目位于汕尾市陆丰市碣石镇后埔村核电路西侧，试验基地的东北面为材料堆场；东南面为碣田公路，隔路为广东天能海洋重工有限公司；南面隔路为汕尾明阳新能源科技有限公司；西南面为红海湾实验室；西北面为林地。试验基地四至情况详见图3.1-1、3.1-2。

综合能源岛陆上试验基地项目用地范围 30714.34m<sup>2</sup>。试验基地项目所在地块已于 2021 年 10 月 15 日获得建设用地规划许可证，许可证用地面积为 59801.76m<sup>2</sup>，用地单位为先进能源科学与技术广东省实验室汕尾分中心（现已更名为“红海湾实验室”，为试验基地项目共同建设方），许可证项目名称为先进能源科学与技术广东省实验室汕尾分中心。试验基地项目用地已包含在《先进能源科学与技术广东省实验室汕尾分中心（一期）建设项目报告表》中并申报了建设内容，该报告表已于 2022 年 1 月 19 日获得《汕尾市生态环境局关于先进能源科学与技术广东省实验室汕尾分中心(一期)建设项目环境影响报告表的批复》（汕环函[2022]11 号），其主要建设内容包括：

1、广东省实验室汕尾分中心(含升压站)：占地 84700 平方米，子项包括柔性直流实验室、电气楼(升压站)、无功补偿室、维修车间/物资库房、储能楼、氢能综合利用实验室、海洋工程深水实验室、高处作业训练塔筒等。

2、风电 2 号站点、7 号站点及其电缆：2 台风力发电机组(2#、7#)，2#、7#风电场占地面积分别为 1601 平方米、1598 平方米。发电机组单机容量为 15MW，总装机容量为 30MW。发电经地埋集电线路(线路总长为 2.2km)接入新建实验室内 110kV 升压站。

试验基地项目用地范围内现状基本已平整，现场已建 1 座 1 层消防水泵房及消防水池、储能楼已建设部分混凝土结构；因红海湾实验室规划变更，《先进能源科学与技术广东省实验室汕尾分中心（一期）建设项目环境影响报告表》中属于试验基地项目用地范围内已申报的未建设内容将不再建设，由试验基地项目进行开发利用，保留已建的 1 座 1 层消防水泵房及消防水池，仍供《先进能源科学与技术广东省实验室汕尾分中心（一期）建设项目环境影响报告表》中其他建、构筑物及本项目消防使用。试验基地项目用地范围内建设前后变化详见表 3.1-1 及图 3.1-3。

**表 3.1-1 试验基地项目用地范围内建设前后变化一览表**

先进能源科学与技术广东省实验室汕尾分中心(一期)建设项目建设内容	现状建设情况	变更后建设情况
电气楼（升压站）、无功补偿楼、110kV 开关站、柔性直流平台实验室、氢能综合利用实验楼、消防水泵房、2 号风机、7 号风机	储能楼有部分混凝土结构、消防水泵房已完工，其余设施均未建设	属于试验基地项目用地范围，保留储能楼、消防水泵房，其余均不再建设。新建升压站区、储能设施区、氢能试验区、储氢供氢区等。
综合科研楼、海洋工程实验室、塔筒区、机修车间、传动链实验室	不属于试验基地项目用地范围。	不属于试验基地项目用地范围。

综合能源岛陆上试验区基地项目用地范围 30714.34m<sup>2</sup>，围墙内面积 25327.99m<sup>2</sup>，建筑面积 3972.95m<sup>2</sup>。试验基地内划分升压站区、储能设施区、储存工程区、公辅工程区、氢能试验区和储氢供氢区，平面布置见图 3.1-4，主要建构筑物见表 3.1-2。

试验基地项目的建构筑物均在一期工程同步建设，《综合能源岛陆上试验基地项目（一期工程）环境影响报告表》已对整个项目的施工期环境影响进行评价；二期工程主要在氢能试验区、储氢供氢区、公辅工程区的辅助生产楼进行设备安装，在储存工程区安装氢气放空管，并依托一期工程建设的给排水管网、供电管网、消防设施、油品库、危废暂存设施等。

**表 3.1-2 试验基地主要建构筑物一览表**

主要建构筑物	功能	占地面积 (m <sup>2</sup> )	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	层数	高度 (m)
氢能试验平台	制氢试验、海洋气候模拟试验、浮动摇摆测试、氢燃料电池发电等	1827	/	/	/
辅助生产楼	水泵房、空压机房、柴油机房、氮气间、原辅料间、工具间、冷冻水间、配电间、控制室等	630	905.3	2（局部 1 层）	14.1
氢气储罐	氢气暂存	49.82	/	/	/
生活污水处理站	生活污水日处理规模 48m <sup>3</sup>	117	/	/	3.0
事故应急池	收集事故状态下的泄漏物料、消防废水、受污雨水等事故废水	312	/	/	/
消防器材及砂池	放置消防器材	9.0	/	/	2.5
事故油池	主变压器事故油池 140m <sup>3</sup>	93.0	/	/	/
室外 SVG	无功补偿系统	127.12	/	/	/
电气楼	35kV 配电室、0.4kV 配电室、继电器室、蓄电池室、GIS 室、通信机房、SVG 阀组室、SVG 电抗器室	647	1820	3（地上 2 层（局部 1 层）、地下 1 层）	15.1
110kV 主变	升压站主变压器	98.0	/	/	/
35kV 变压器	集电线路升压器	20.0	/	/	/
液流电池储能	放置全钒液流电池储能设施	500.65	500.65	1	6.1
锂电池储能	放置磷酸铁锂电池储能设施	40.0	/	/	/
油品库	储存润滑油、液压油等	50.0	50	1	5.6
危废间	暂存危险废物	50.0	50	1	5.6
消防水泵房	消防设施（已建设）	647	647	1	6.5
合计	/	5217.59	3972.96	/	/

试验基地内各建筑物间距在满足防火要求的前提下尽量布置紧凑，总平面布置功能分区明确，各区域之间有环形道路相隔离，各区域之间的间距充分考虑了安全和卫

生的要求。试验基地总平面布置根据《氢气站设计规范》《制氢加氢一体站安全技术规范》《生产过程安全卫生要求总则》《工业企业设计卫生标准》等的要求，考虑了各建构筑物之间的间距及相对位置等，各主要建构筑物的布置与防护设计如下：

1) 升压站区布置在基地西南面，四周设置 6m 宽环形道路；

2) 储能设施区布置在基地中部东面，周边设 2.5m 高围墙，并设置 6m 宽环形道路；液流电池储能与周边区域均有足够的安全防护距离，见表 3.1-3；

3) 氢能试验区布置在基地中部东面，四周设置有 6m 宽环形道路，与周边区域均有足够的安全防护距离，见表 3.1-4；

4) 氢气储罐布置在基地东北面，周边设 2.5m 高围墙，并均设置有 6m 宽环形道路，与周边区域均有足够的安全防护距离，见表 3.1-5；

5) 基地内主要道路宽度为 7.0m/6.0m，次要道路为 4.0m，转弯半径为 9.0m。

**表 3.1-3 液流电池储能与周边建构筑物的间距一览表**

序号	建构筑物	规范要求间距 (m)	实际间距 (m)	规范依据
1	电气楼	10	26.2	GB51048 报批版
2	辅助生产楼	10	34.8	GB51048 报批版
3	氢能试验区	25	33.8	GB51048 报批版
4	锂电池储能	10	25.75	GB51048 报批版
5	事故应急池	5	5	GB51048 报批版

**表 3.1-4 氢能试验区与周边建构筑物的间距一览表**

序号	建构筑物	规范要求间距 (m)	实际间距 (m)	规范依据
1	辅助生产楼	20	26.1	GB50177
2	液流电池储能	25	29.8	GB51048 报批版
3	锂电池储能	25	26.0	GB51048 报批版
4	氢气瓶组	25	26.0	GB50160
5	危废间	20	28.7	GB50177

**表 3.1-5 氢气储罐与周边建构筑物的间距一览表**

序号	建构筑物	规范要求间距 (m)	实际间距 (m)	规范依据
1	氢能试验区	25	26.0	GB50160
2	放空管	25	28.2	GB50516
3	危废间	20	32.9	GB50177



图 3.1-1 综合能源岛陆上试验基地四至卫星图



图 3.1-2 综合能源岛陆上试验基地四至现场图



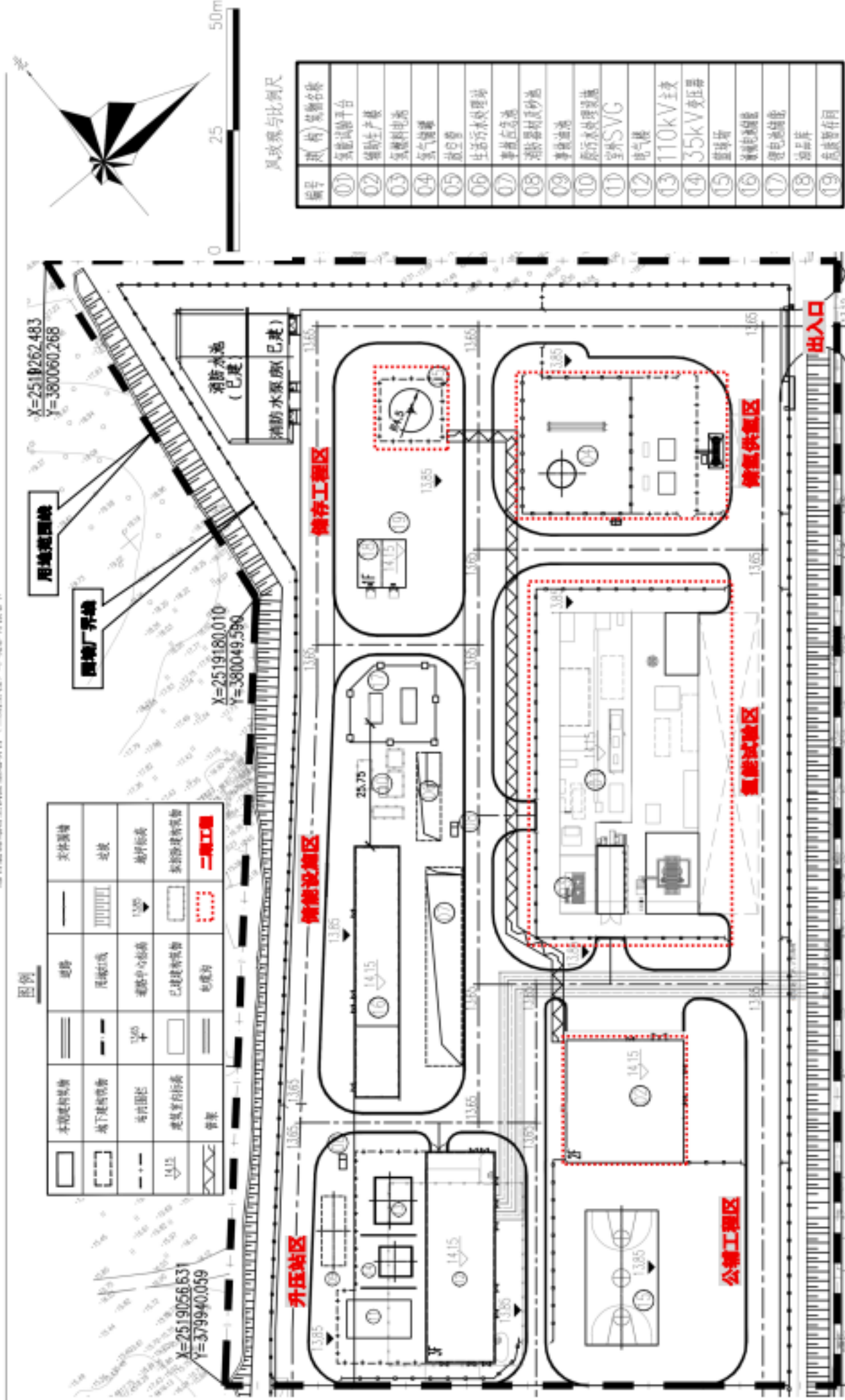


图 3.1-4 综合能源岛陆上试验基地总平面布置图

### 3.1.2 一期工程概况

#### 3.1.2.1 建设规模

综合能源岛陆上试验基地项目（一期工程）拟设置一座 110kV 升压站、风电装机容量 50MW 共安装 5 台单机容量为 10MW 的陆地风力发电机组、配置 2.5MW/5MWh 磷酸铁锂电池和 0.5MW/2MWh 液流电池储能，新能源发电电量输送电网，其中部分电量用于站内的制氢负荷消纳试验。总投资 35395.60 万元，其中环保投资 160 万元。

#### 3.1.2.2 建设内容

表 3.1-1 一期工程建设内容一览表

工程组成		主要内容
主体工程	110kV 升压站	建设 1 座 110kV 升压站，安装一台容量为 52MVA 有载调压升压变压器，升压站 110kV 侧接线采用单母线接线方式，一回主变进线，两回电缆出线。35kV 侧采用单母线分段的接线方式。本工程暂定 1 回 110kV 线路连接新丰光伏一期，1 回 110kV 连接观海站（线路工程不在本报告评价范围内）。110kV 配电装置采用户内 GIS 设备，主变采用户外布置。35kV 母线侧装设的 SVG 装置容量为±10Mvar(暂定)。
	储能工程	<p>储能模块：配套磷酸铁锂电池储能 2.5MW/5MWh 和液流电池储能 0.5MW/2MWh。储能系统采用集装箱一体化设计方案，具有安装维护方便、系统集成化程度高等优点。</p> <p>储能电池舱采用电池单体-电池模组-电池簇的多层级模块化设计方式每簇蓄电池接入一台 PCS。储能变流器(以下简称 PCS)主要用于储能电池与电网间的交直流转换，由 DC/AC 双向变流器，控制单元、监控单元等组成，是构成电池储能系统的一个重要组成部分。</p> <p>磷酸铁锂电池储能 2.5MW/5MWh 和液流电池储能 0.5MW/2MWh 系统分别接入 35kV 母线。</p>
	风电机组及箱式变压器	<p>风电装机容量 50MW，共安装 5 台单机容量为 10MW 的风力发电机组，采用 WTG256-10 机型，轮毂高度 142m，叶轮直径 256m。</p> <p>每台风机配套一台箱式变压器，集电线路采用 35kV 电压等级，共分 2 组，经电缆直埋敷设接入至升压站 35kV 进线柜。</p>
	集电线路	35kV 集电线路采用直埋电缆敷设方式接入升压站。集电线路电压等级采用 35kV。风力发电机组采用“1 机 1 变”单元接线，箱变位于风机内部，箱变出口电压为 35kV。线路采用电缆铺设方式，电缆沿区域内主要道路敷设，风机 A05、A04 至升压站采用 ZC-YJLV22-26/35kV-3x150、ZC-YJLV22-26/35kV-3x300 电缆，风机 A08、A06、A12 至升压站采用 ZC-YJLV22-26/35kV-3x150、ZC-YJLV22-26/35kV-3x300、3x（ZC-YJLV62-26/35kV-1x630）电缆。电缆直埋长度 2×10.30km。
辅助	风电场检修道	风电场检修道路和临时施工道路一致，总长 10.30km。利用现有道路

工程	路	升级改造，其中依托现有碣石公路 4.40km，由碣石公路通往风电场的现状道路均需要升级改造，改造道路 5.90km，路基宽度改造为 5-6m。
	升压站内道路	站内主要道路宽度为 7.0m/6.0m，次要道路为 4.0m，转弯半径为 9.0m。
储存工程	项目所用液压油和润滑油存放于油品库，废油密封存放于危废间，定期交由有资质单位处置。	
公用工程	供电	利用风机发电供电，未发电时采用市政电。
	供水	仅需员工生活用水，使用市政管网供水解决。生活用水量约 15.0m <sup>3</sup> /d、4500m <sup>3</sup> /a。
	排水	员工生活污水约 13.50m <sup>3</sup> /d、4050m <sup>3</sup> /a，经处理后回用于厂区绿化。
环保工程	废水治理	员工生活污水经处理后回用于厂区绿化；检修路面雨水沿着路边排水沟汇入周边水体。
	废气治理	废气污染为道路扬尘和检修车辆尾气，通过无组织逸散排放。
	噪声治理	变压器和储能设备选用低噪声设备、减振、隔声。加强风机日常维护，确保齿轮和轴承保持良好的润滑状态。
	固废治理	生活垃圾分类收集后集中运往附近生活垃圾收运点统一处置。生活污水处理污泥委托有能力处理单位进行清运处理。废包装材料分类收集、定期外卖废品回收站，废设备零部件、废储能电池由厂家回收，不在厂区贮存，废空油桶、废矿物油、废油滤芯、废铅酸蓄电池、废含油抹布及手套等危险废物定期交由有资质单位处置。
	风险防范	<p>贮油坑的尺寸 7.9m×9.9m，高 0.5m，容积 39m<sup>3</sup>，四周挡油坎高出地面 70 毫米，贮油坑内铺设厚度 250 毫米的卵石层，基础顶面高出卵石层 100mm。油坑底面成一定的坡度，使油能够顺畅地排入集油坑，并通过管道与事故油池相连通。</p> <p>试验基地内的主变压器内设置事故油池 1 座，尺寸长×宽×深=9.0m×8.0m×4.2m，地埋式布置，满足主变事故排油；试验基地的油品库、危废间设置防渗、防漏。</p> <p>风机箱变压器设置 5 座事故油池，容积 5m<sup>3</sup>，风机机舱地面、塔筒底部地面均铺设吸油毡，风机运行配备监控系统，巡检人员定期对风机进行检查。</p>
电磁辐射治理	<p>基地内电气设备进行合理布局，保证导体和电气设备的安全距离，并选用具有抗干扰能力、带屏蔽装置的设备，设置防雷接地保护装置，以降低静电感应的影响。</p> <p>35kV 箱变和集电线路产生的电磁辐射较小，可免于管理。</p>	

### 3.1.2.3 主要设备

表 3.1-2 一期工程主要设备一览表

序号	设备名称	规格型号	数量	单位
1	主变压器	SFZ-60000/110，户外	1	台
2	110kV 配电装置	GIS，户内	2	套
3	出线间隔	110kV	2	个

序号	设备名称	规格型号	数量	单位
4	35kV 配电装置	/	1	套
5	无功补偿装置	SVG 型, 40.5kV, $\pm 10\text{Mvar}$	1	套
6	10kV 配电装置	户内	1	套
7	10kV 干式变压器	SCB14-2800/10	1	套
8	磷酸铁锂储能电池舱	2.5MW/5MWh	1	套
9	储能升压舱	含升压变、PCS、开关等	1	套
10	液流储能电池	0.5MW/2MWh, 含电池舱、储液罐、变流升压一体仓、控制中心、电缆等	1	套
11	生活水泵	15m <sup>3</sup> /h, 5.5kW	3	台
12	电动消防水泵	220m <sup>3</sup> /h, 90kW	2	台
13	消防稳压泵	18m <sup>3</sup> /h, 8kW	2	台
14	消防水池回用水泵	25m <sup>3</sup> /h, 2.2kW	1	台
15	一体化污水处理设备	48.0m <sup>3</sup> /d	1	套

#### 3.1.2.4 劳动定员

员工 100 人, 年工作 300 天, 实行 3 班倒制度。风电场无人值班、由电站工作人员定期巡视的方式管理。

#### 3.1.2.5 污染物排放情况

(1) 水污染物: 员工生活污水经处理后回用于厂区绿化; 检修路面雨水沿着路边排水沟汇入周边水体。

(2) 大气污染物: 废气污染为道路扬尘和检修车辆尾气, 通过无组织逸散排放。

(3) 噪声: 变压器和储能设备选用低噪声设备、减振、隔声。加强风机日常维护, 确保齿轮和轴承保持良好的润滑状态。

(4) 固体废物: 生活垃圾分类收集后集中运往附近生活垃圾收运点统一处置。生活污水处理污泥委托有能力处理单位进行清运处理。废包装材料分类收集、定期外卖废品回收站, 废设备零部件、废储能电池由厂家回收, 不在厂区贮存, 废空油桶、废矿物油、废油滤芯、废铅酸蓄电池、废含油抹布及手套等危险废物定期交由有资质单位处置。

### 3.1.2.6 存在的主要环境问题以及“以新带老”措施

综合能源岛陆上试验基地项目（一期工程）于 2025 年 10 月 28 日获得《汕尾市生态环境局关于综合能源岛陆上试验基地项目（一期工程）环境影响报告表的批复》，目前正在筹建中，不存在主要环境问题以及“以新带老”措施。

### 3.1.3 二期工程概况

**项目名称：**综合能源岛陆上试验基地项目（二期工程）

**建设地点：**汕尾市陆丰市碣石镇后埔村核电路西侧，中心坐标东经 115°49'55.989"、北纬 22°45'58.205"。

**建设单位：**中广核新能源（陆丰）有限公司

**项目性质：**新建

**工程投资：**总投资 4244 万元，其中环保投资 30 万元。

**建设规模：**年制氢量约 70 万 Nm<sup>3</sup>，配置 2 种电解槽制氢试验（碱性电解水制氢规模 500Nm<sup>3</sup>/h、PEM 电解水制氢规模 200Nm<sup>3</sup>/h）、储氢规模 1050kg，同时配套建设氢燃料电池、加氢机等用氢供氢设备以及海洋气候模拟环境舱、浮动摇摆试验平台等试验设备。

**劳动定员：**由一期工程调配，本工程不新增劳动定员。

**工作制度：**年工作 300 天，其中电解槽制氢试验年平均运行时间约 1000h，海洋气候模拟环境舱、浮动摇摆试验平台年平均运行时间约 1500h，氢燃料电池年运行天数约 100 天、每天运行 8h。

**依托工程：**本工程使用的建构筑物均在一期工程同步建设完成，本工程只需要进行设备安装即可，同时依托一期工程建设的给排水管网、供电管网、消防设施、油品库、危废暂存设施等。

## 3.2 二期工程内容

### 3.2.1 工程组成

本工程由主体工程、辅助工程、储运工程、公用工程、环保工程等组成。工程组成内容详见表 3.2-1。

表 3.2-1 本工程组成一览表

类别		主要内容
主体工程	氢能试验区	占地面积 1827m <sup>2</sup> ，设置 1 套 200 标方 PEM 试验槽及制氢系统、1 套 500 标方 ALK 电解槽制氢系统、1 套氢燃料电池发电系统、1 套海洋气候模拟环境舱、1 套浮动摇摆测试平台。
辅助工程	辅助生产楼	1 栋 2 层建筑，占地面积 630m <sup>2</sup> ，建筑面积 1890m <sup>2</sup> ，1 层主要布局给水泵房、空压机房、柴油机房（含油箱间）、氮气间、原辅料间、工具间、冷冻水间（预留），2 层主要布局配电间、控制室，屋面放置空压机干储气罐并预留冷水机组位置。
储运工程	储氢	设 1 个高压球型储罐、1 套高压储气瓶组，总储氢量 1050kg；配套 2 台氢气压缩机、1 个氢气缓冲罐。
	加氢	设 1 台加氢机，为氢燃料电池车辆供氢。
	油品库	依托一期工程油品库暂存机油，占地面积 50m <sup>2</sup> ，建筑面积 50m <sup>2</sup> 。
	危废间	依托一期工程危废间暂存危废，占地面积 50m <sup>2</sup> ，建筑面积 50m <sup>2</sup> 。
	原辅料间	位于辅助生产楼 1 楼，主要暂存 KOH、V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 、NaCl。
	氮气间	位于辅助生产楼 1 楼，暂存氮气瓶组。
公用工程	供水	依托一期工程建设供水管网，本工程仅需新增工业水泵。
	排水	依托一期工程建设的排水管网，雨污分流、清污分流。雨水经厂区内雨水管收集后排入市政雨水管网；试验期间产生的废水部分回用、部分委外处理，不直接排放。
	供电	依托一期工程建设的供电管网。由试验基地配套风电场、光伏面板所发电力直接供应，未发电时采用市政电。同时配套 1 台 300kW 的备用柴油发电机用于应急发电。
	消防	依托一期工程建设的消防系统，包括防火措施、灭火设施、电气消防、火灾报警系统、防烟与排烟等。
环保工程	废水治理	设 1 个 100m <sup>3</sup> 的废水收集池，用于收集除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水后直接回用于冷却冷冻系统中喷淋水补水不外排，ALK 制氢设备冲洗废水直接交由有处理能力的废水处理机构处理。
	废气治理	备用柴油发电机采用低氮燃烧技术，燃油废气通过专门的排气管引至所在建筑天窗面排放。
	噪声治理	选用低噪声设备，强维护保养，合理布局，采取消声、隔声、减振等措施，加强厂区绿化。
	固废治理	废碱液暂存于废碱池、试验废液暂存于废液池，其余危险废物依托一期工程危废间进行暂存，危险废物及时交由有资质的危废处置单位处理。一般工业固废大部分交由厂家回收处理不暂存，部分交由有处理能力的单位处置，临时贮存过程中满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求。
	风险防范	雨水排放口设置截止阀，通过应急管与事故应急池连通；落实分区防渗、防腐以及截流措施；柴油、机油、废机油等液态物料储存设置防泄漏托盘或围堰；配套相应应急物资，编制应急预案并备案，定期进行应急演练。

### 3.2.2 试验方案

根据《广东新型能源体系产业科技互促双强重点工程任务书》，综合能源岛陆上试验基地项目将围绕海上能源岛开发建设需求，开展海上能源岛选址和规划设计、高效低成本筑岛技术、各类海洋能源发电构网及协调控制技术、海上氢氨制储运及加注工艺和设施等海上能源岛涉及的关键核心技术研发，并建设一套能源岛核心技术装备综合测试平台，开展多能耦合协调控制技术实证测试，面向海洋环境的电-氢-氨高效转换储运加注等关键技术和装备实证测试，以及万千瓦级制氢电解槽系统全方位性能测试，打造“研发+测试+检验+认证”功能为一体的海上综合能源岛全链条技术载体，提升海上能源岛核心关键技术及装备可靠性和成熟度，为能源岛开发利用提供系统解决方案和核心技术支撑。

本工程为综合能源岛陆上试验基地项目二期工程，主要配置 2 种电解槽进行制氢试验（500Nm<sup>3</sup>/h ALK 电解槽、200Nm<sup>3</sup>/h PEM 电解槽），并配套气液分离、氢气纯化、储氢、用氢等设施，同时配置海洋气候模拟环境舱、浮动摇摆试验平台进行海洋环境模拟试验。

电解制氢技术特别是碱性技术已较成熟，但采用风光电解制氢的运营模式有待验证，因此本工程配置的电解水制氢装置主要用于开展风光氢电一体化运营模式验证，探索电--氢--电的新型电力系统，进行系统各部件选型的匹配性研究，并论证风光制氢的可持续性。同时，由于国内外均还没有电解槽系统性能测试相关规范和行业标准，也缺乏权威的第三方全功率测试平台，电解槽系统性能参数还处于厂家标称的阶段，急需开展有权威机构认证的全功率测试平台，为编制行业规范和标准积累科学数据。

为达成重点工程相关任务，综合能源岛陆上试验基地项目拟建设 2000Nm<sup>3</sup>/h ALK 电解槽、1000Nm<sup>3</sup>/h PEM 电解槽、1000Nm<sup>3</sup>/h AEM 电解槽的全功率测试平台，氢能试验区已按 2000Nm<sup>3</sup>/h ALK 电解槽、1000Nm<sup>3</sup>/h PEM 电解槽、1000Nm<sup>3</sup>/h AEM 电解槽测试工位进行规划，同步规划所需配套的水电气辅助设施等，所需土建均在一期工程同步建设；待条件成熟后建设安装相关设备、设施；本次仅配置 500Nm<sup>3</sup>/h ALK 电解槽、200Nm<sup>3</sup>/h PEM 电解槽。

本工程配置的电解水制氢试验，属于研发中试，不属于研发小试、工业化生产运行。研发小试（实验室研究）一般为单电解池/KW 级或以下电解槽、无完整公用工程及辅助系统、手工或简易仪表控制、未连续长期运行。工业化生产运行主要表现为对

外持续供氢创收。本工程配置的 500Nm<sup>3</sup>/h ALK 电解槽、200Nm<sup>3</sup>/h PEM 电解槽已达到 MW 级规模，且配有气液分离、氢气纯化、储用氢等完整公用工程与辅助系统。本工程电解水制氢主要开展以下测试：

①性能测试：测量电解槽的电流-电压特性（极化曲线）、效率、产氢速率、能耗等关键参数。

②耐久性测试：模拟长期运行条件，评估材料衰减、膜稳定性等。

③工况模拟：支持不同温度、压力、电解质浓度或流量下的动态测试。

④安全监测：实时检测气体纯度（如 H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>交叉）、泄漏、温度/压力波动等。

电解制氢主要目的是获取相关数据并进行验证，为工程放大、设计优化、标准制定提供依据，电解制氢年平均运行时间约 1000h，制氢主要用于氢燃料电池发电，其余供氢燃料电池车辆加氢或放空，非常规连续商业化供氢盈利运行，属于研发中试的典型特征，归为研发项目中的中试阶段。结合项目背景以及论证风光制氢的可持续性，中试周期按 20 年计。

本工程电解水制氢试验配置 2 种电解槽（碱性电解水制氢规模 500Nm<sup>3</sup>/h、PEM 电解水制氢规模 200Nm<sup>3</sup>/h），年平均运行时间约 1000h，按额定制氢规模核算制氢量，则氢气产量为 70 万 Nm<sup>3</sup>/a、63t/a，氢气纯度（摩尔分数）为 99.999%，符合《GB/T 37244-2018 质子交换膜燃料电池汽车用燃料氢气》。氢气部分用于氢燃料电池发电，其余供氢燃料电池车辆加氢或放空（当储氢容器充满后，制备的富余氢气将直接排空）。

表 3.2-2 电解水制氢研发中试产能一览表

序号	产品名称	额定制氢规模	制氢时间	氢气产量	氢气纯度	氢气去向
1	氢气	700Nm <sup>3</sup> /h	1000h/a	70 万 Nm <sup>3</sup> /a、 63t/a	99.999%	部分用于氢燃料电池发电，其余供氢燃料电池车辆加氢或放空

本工程配置的海洋气候模拟环境舱、浮动摇摆试验平台进行海洋环境模拟试验，属于专业实验室。海洋气候模拟环境舱可模拟各种环境条件，如温度、湿度、盐度等海洋环境，主要用于装备、仪器和材料等失效模式、功能衰减机理研究，建立设备服役性能预测方法和可靠度；各类环境参数变化敏感性分析，研究更有针对性的应对和延命策略；非金属复合材料管道和储罐等环境适应性和改进方法研究等。浮动摇摆试验平台应用于模拟船舶运动，能够实现船舶的各种运动姿态，提供真实的运动模拟。

可根据国内主要海区的波浪参数，研究波浪参数的选取方法，确定控制性的波浪参数，作为仿真平台输入参数；对不同波动海况下，整体系统工作状况和失效曲线研究；对不同波动海况下，系统各部件工作状况和薄弱点研究；对波动幅度、倾角和频率等不同参数敏感性进行分析，研究改善对策等。

### 3.2.3 原辅材料

表 3.2-3 主要原辅材料使用情况一览表

序号	原辅材料名称	年用量	最大储存量	储存位置	包装规格	性状	备注
1	KOH	3.18t	0.2t	原辅料间	25kg/袋	固态	3t 为首次配置碱液用量，年补充 0.18t
2	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.032t	0.002t	原辅料间	500g/瓶	固态	0.03t 为首次配置碱液用量，年补充 0.002t
3	氯化钠	19.3t	2t	原辅料间	50kg/袋	固态	配置盐水
4	氮气	1000m <sup>3</sup>	480L	氮气间	40L/瓶	气态	设备吹扫
5	机油	0.2t	0.2t	油品库	25kg/桶	液态	设备维护保养
6	柴油	6.12t	3m <sup>3</sup>	油箱间	1m <sup>3</sup> /油箱	液态	备用发电

### 3.2.4 主要设备

表 3.2-4 主要设备情况一览表

设备名称		规格型号	数量	备注
200 标方 PEM 试验槽及制氢系统	PEM 制氢撬块	尺寸 12.192m×2.438m×2.896，额定产氢量 200Nm <sup>3</sup> /h，含电解槽、纯水循环系统（配套 1 个 0.5m <sup>3</sup> 水箱）、氢气纯化系统、氢气汽水分离系统、氧气汽水分离系统、配电设施等	1 套	
	PEM 控制撬块	尺寸 6.096m×2.438m×2.896，含超纯水制备装置（规模 1t/h）、电源变压单元、交流配电模块、控制系统	1 套	
	电源变压器	2.0MVA，35KV	1 套	
	整流柜	2.0MW	1 套	
	PEM 冷水机组	风冷式冷水机，制冷功率>350kW，设置 2 个模块： 模块 1：冷冻水量 10m <sup>3</sup> /h，供水温度 7~15℃ 模块 2：冷冻水量 60m <sup>3</sup> /h，供水温度 25~30℃。	1 套	
500 标方 ALK 电解槽制氢系统	ALK 制氢撬块	尺寸 13m×4m×6.4m，额定产氢量 500Nm <sup>3</sup> /h，含电解槽、气液处理系统、氢气纯化系统、碱液循环系统（配套 1 个 3m <sup>3</sup> 水箱、1 个 3m <sup>3</sup> 碱箱）、控制柜、阻火器等	1 套	
	电源变压器	2.5MVA，35KV	1 套	

设备名称	规格型号	数量	备注	
	整流柜	2.5MW	1套	
	纯水机	5t/h	1台	
	凉水塔	闭式，冷却水量 130m <sup>3</sup> /h，喷淋水量 150m <sup>3</sup> /h	1台	
	冷水机	制冷功率 55kW，冷冻水量分别为 12m <sup>3</sup> /h 和 30m <sup>3</sup> /h，供水温度 7~15℃	2台	
	氢气缓冲罐	设计压力 2.5MPa，工作压力 2.0MPa，2m <sup>3</sup> 水容积	1个	
储氢供氢系统	氢气压缩机	进气 1.4~1.6MPa，排气 9.8/35~45MPa，200Nm <sup>3</sup> /h	1台	
		进气 0.8~1.6MPa，排气 22MPa，500Nm <sup>3</sup> /h	1台	
	压缩机冷水机组	风冷式冷水机，制冷功率 135kW，冷冻水流量 28m <sup>3</sup> /h，供水温度 7~15℃	2台	
	氢气缓冲罐	设计压力 2.5MPa，工作压力 2.0MPa，5m <sup>3</sup> 水容积	1个	
	高压储气瓶组	气瓶 9 支，设计压力 22MPa，工作压力 20MPa，总储氢量 330kg（3600Nm <sup>3</sup> ）	1套	
	高压球形储罐	设计压力 11MPa，工作压力 9.8MPa，100m <sup>3</sup> 水容积，有效储氢量 720kg（8000Nm <sup>3</sup> ）	1个	
	加氢机	加注压力 35MPa，双线双枪双计量，加氢速率可调 0.2~3.6kg/min，含换热器满足-25~55℃环境使用	1台	
燃料电池发电系统	质子交换膜燃料电池（PEMFC）	200kW，380V，含电堆及系统部件，系统部件包含空压机、增湿器、氢循环泵、冷却器等	1套	
压缩空气系统	空压机撬块	容量≥5.6Nm <sup>3</sup> /min，由螺杆式空气压缩机、缓冲罐和后处理装置一体集成	2套	1用 1备
	压缩空气储罐	20m <sup>3</sup> 水容积，工作压力为 1.0MPa	1个	
氮气吹扫系统	氮气瓶组	气瓶 12 支，最高工作压力 15MPa，有效储量 90kg（72m <sup>3</sup> ）	6组	
	系统部件	含管道、阀门等	若干	
	氮气汇流排	/	1套	
其他辅助设备	备用柴油发电机	300kW	1台	
	制氢试验变压器	10kV 干式变压器： SCB14-2800/10；10.5±2x2.5%/0.4kV； D,yn11；Ud=8%	1套	
	氢气放空管	DN80，h=10m	1根	
	工业水泵	50m <sup>3</sup> /h，15kW，380V，变频	3台	2用 1备
其他试验设备	海洋气候模拟环境舱	尺寸 14m×6m×6m，配套盐水箱、制冷机组柜、综合柜、电柜等	1套	
	浮动摇摆试验平台	尺寸 17m×11m×14m，配套控制柜、液压泵站等	1套	
	冷却塔	闭式，冷却水量 125m <sup>3</sup> /h，喷淋水量 130m <sup>3</sup> /h	1台	

## 3.2.5 公用工程

### 3.2.5.1 给排水

#### （1）给水

本工程用水主要由市政自来水供给，自来水使用量约为  $5591.05\text{m}^3/\text{a}$  ( $18.637\text{m}^3/\text{d}$ )；此外，冷却冷冻系统还使用回用水进行补水，共  $1515.11\text{m}^3/\text{a}$  ( $5.05\text{m}^3/\text{d}$ )，回用水分别来自 200 标方 PEM 试验槽及制氢系统排水、除盐水系统排水、燃料电池排水。本工程总用水量为  $7106.16\text{m}^3/\text{a}$  ( $23.687\text{m}^3/\text{d}$ )。

#### （2）排水

本工程排水采用雨污分流、清污分流制。

除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水直接回用于冷却冷冻系统中喷淋水补水不外排，ALK 制氢设备冲洗废水直接交有处理能力的废水处理机构处理，本工程不直接排放废水。

本工程沿道路设置雨水收集系统，雨水经厂区内雨水管收集后排入市政雨水管网。由于本工程各类原辅料、固废等全部储存于室内，测试均位于集装箱内，废气主要为备用柴油发电机燃油废气，污染物排放量小且不涉及重金属等持久性污染物沉降污染，雨水基本未受污染，因此，本工程不考虑对初期雨水进行收集处理。

### 3.2.5.2 供电

试验基地设有配套风电场进行风力发电，同时，电气楼、宿舍楼等设置有光伏面板进行光伏发电，所发电力直接供应试验基地使用，多余电力送出并网。未发电时采用市政电。同时配套 1 台 300kW 的备用柴油发电机用于应急发电。

### 3.2.5.3 消防

本工程依托一期工程建设的消防系统，包括防火措施、灭火设施、电气消防、火灾报警系统、防烟与排烟等。

在氢能试验区设置室外消火栓系统，在氢气储罐、氢气钢瓶、加氢站分别设置固定式水喷雾消防冷却水系统，周边配置干粉和泡沫灭火器、消防砂箱、消防铲等。在辅助生产楼设置室内外消火栓系统，房间和走道内按规范要求配置手提式磷酸铵盐干粉灭火器，空压机等含油场所设置推车式泡沫灭火器、消防砂箱、消防铲等。

设置 1 套火灾自动报警系统，采用编码传输总线制网络系统，包括火灾报警工作站、智能式消防系统控制主机、分控制器、消防联动柜、消防专用电话设备、消防广播系统、各类智能型火灾探测器、各类联动功能模块、警铃及手动按钮等设备。火灾自动报警系统工作站、控制主机柜、消防联动柜等布置在集控室内；各类探测器、广播、消防电话、警铃、手动按钮及就地模块箱等设备布置在各探测区域现场。火灾报警系统配套可燃气体探测系统、防火门监控系统、电气火灾监控系统、消防电源监控系统，从多角度防范火灾发生，发生火灾时具备联动图像监视录像功能。

### 3.2.6 劳动定员及工作制度

**劳动定员：**由一期工程调配，本工程不新增劳动定员。

**工作制度：**年工作 300 天，其中电解槽制氢试验年平均运行时间约 1000h，海洋气候模拟环境舱、浮动摇摆试验平台年平均运行时间约 1500h，氢燃料电池年运行天数约 100 天、每天运行 8h。

### 3.2.7 平面布置

本工程位于综合能源岛陆上试验基地内，综合能源岛陆上试验基地用地范围 30714.34m<sup>2</sup>，围墙内面积 25327.99m<sup>2</sup>，建筑面积 3972.95m<sup>2</sup>。本工程占地面积约 3827m<sup>2</sup>，主要包括氢能试验区、储氢供氢区、辅助生产楼、放空管，土建等均在一期工程同步建设完成，本工程主要进行设备安装。试验基地总平面布置见前文图 3.1-4。

氢能试验区位于试验基地中部东侧，辅助生产楼位于氢能试验区西南侧，储氢供氢区位于氢能试验区东北侧，放空管位于氢能试验区北侧。

氢能试验区主要布局 200 标方 PEM 试验槽及制氢系统、500 标方 ALK 电解槽制氢系统、氢燃料电池发电系统、海洋气候模拟环境舱、浮动摇摆试验平台。辅助生产楼 1 层主要布局给排水泵房、空压机房、柴油机房（含油箱间）、氮气间、原辅料间、工具间、冷冻水间（预留），2 层主要布局配电间、控制室，屋面放置空压机干储气罐并预留冷水机组位置。氢能试验区、辅助生产楼、储氢供氢区平面布置见图 3.2-1~5。

**特别说明：**根据项目可研，氢能试验区按 2000Nm<sup>3</sup>/h ALK 电解槽、1000Nm<sup>3</sup>/h PEM 电解槽、1000Nm<sup>3</sup>/h AEM 电解槽测试工位进行规划，同步规划所需配套的水电气辅助设施等，所需土建均在一期工程同步建设；故氢能试验区、辅助生产楼中预留了相应设施的位置。本次二期工程仅安装 200 标方 PEM 试验槽及制氢系统、500 标方

ALK 电解槽制氢系统及其所需配套的水电气辅助设施进行测试；远期需要安装 2000Nm<sup>3</sup>/h ALK 电解槽、1000Nm<sup>3</sup>/h PEM 电解槽、1000Nm<sup>3</sup>/h AEM 电解槽及其所需配套的水电气辅助设施等进行试验研究的，再另行申报环评。

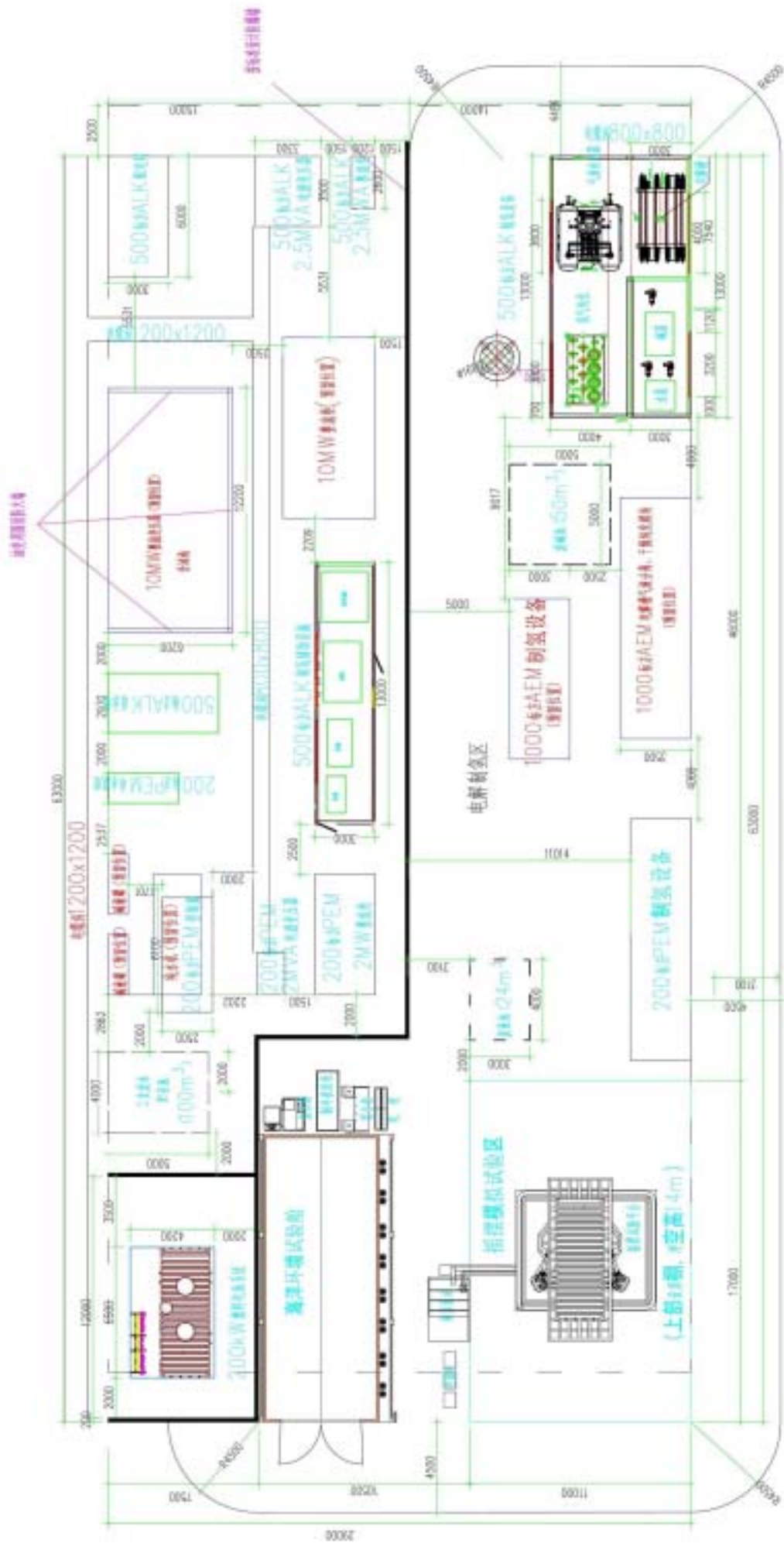


图 3.2-1 氢站试验区平面布置示意图

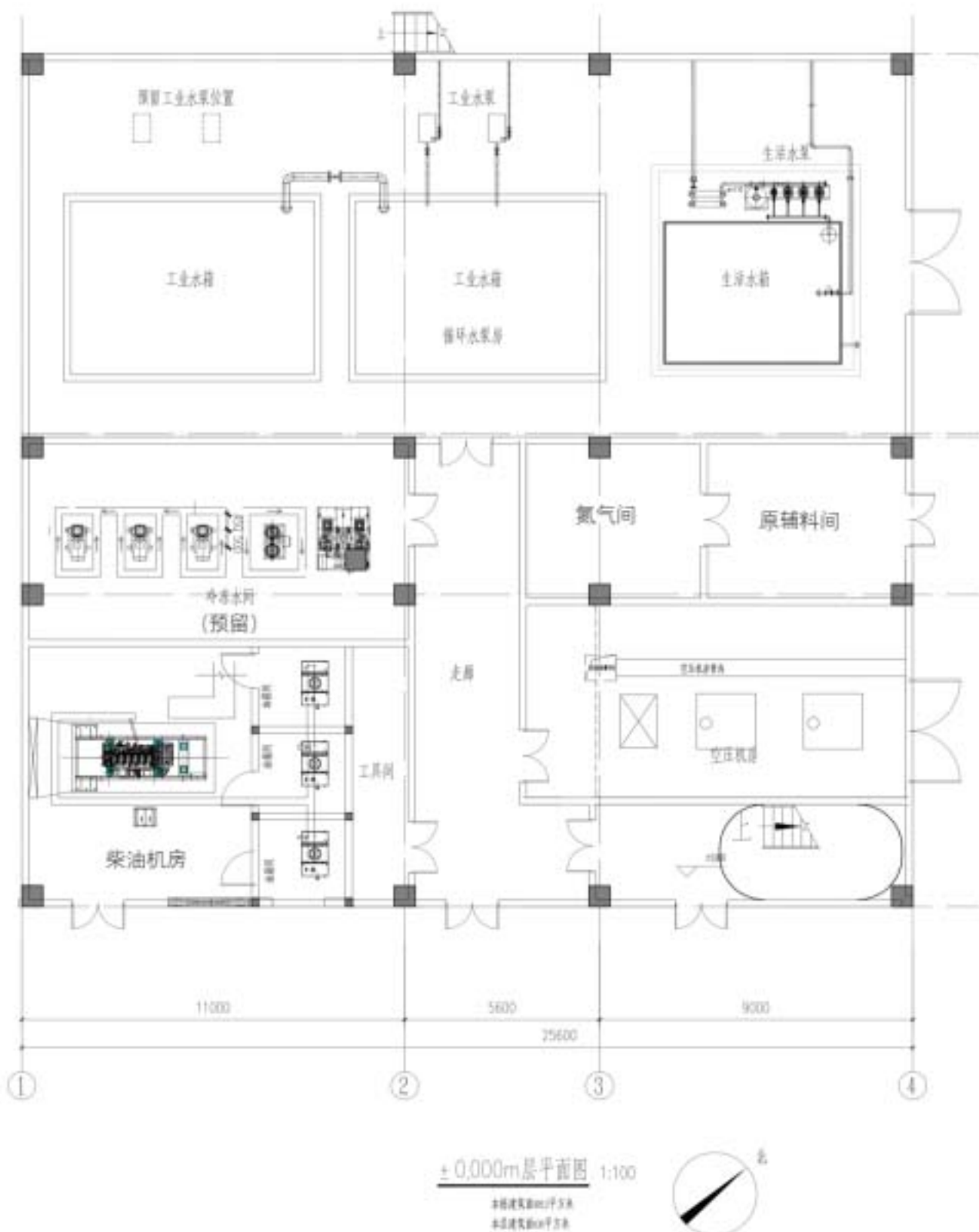


图 3.2-2 辅助生产楼±0.000m 层平面布置示意图

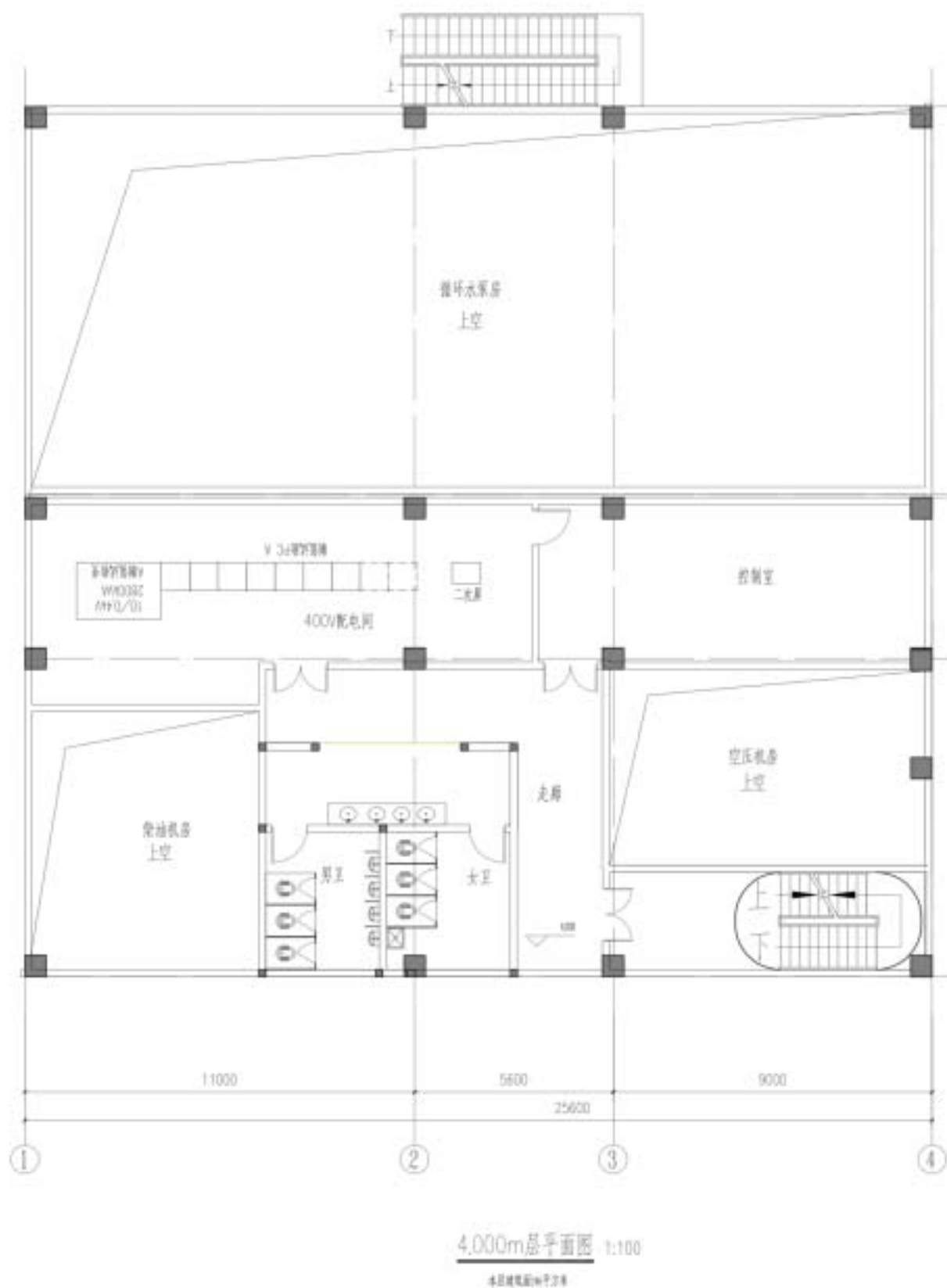


图 3.2-3 辅助生产楼 4.000m 层平面布置示意图

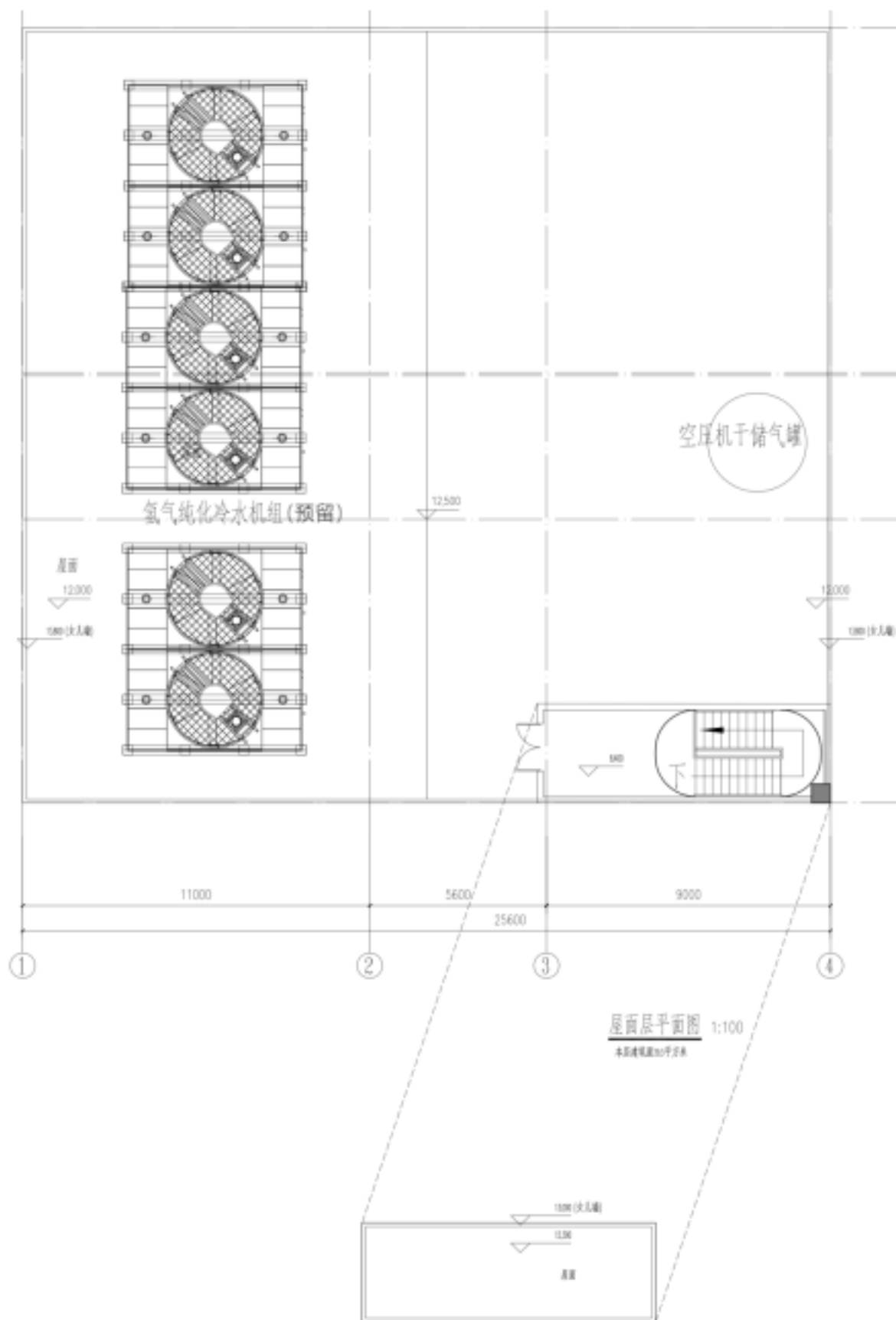


图 3.2-4 辅助生产楼屋面层平面布置示意图

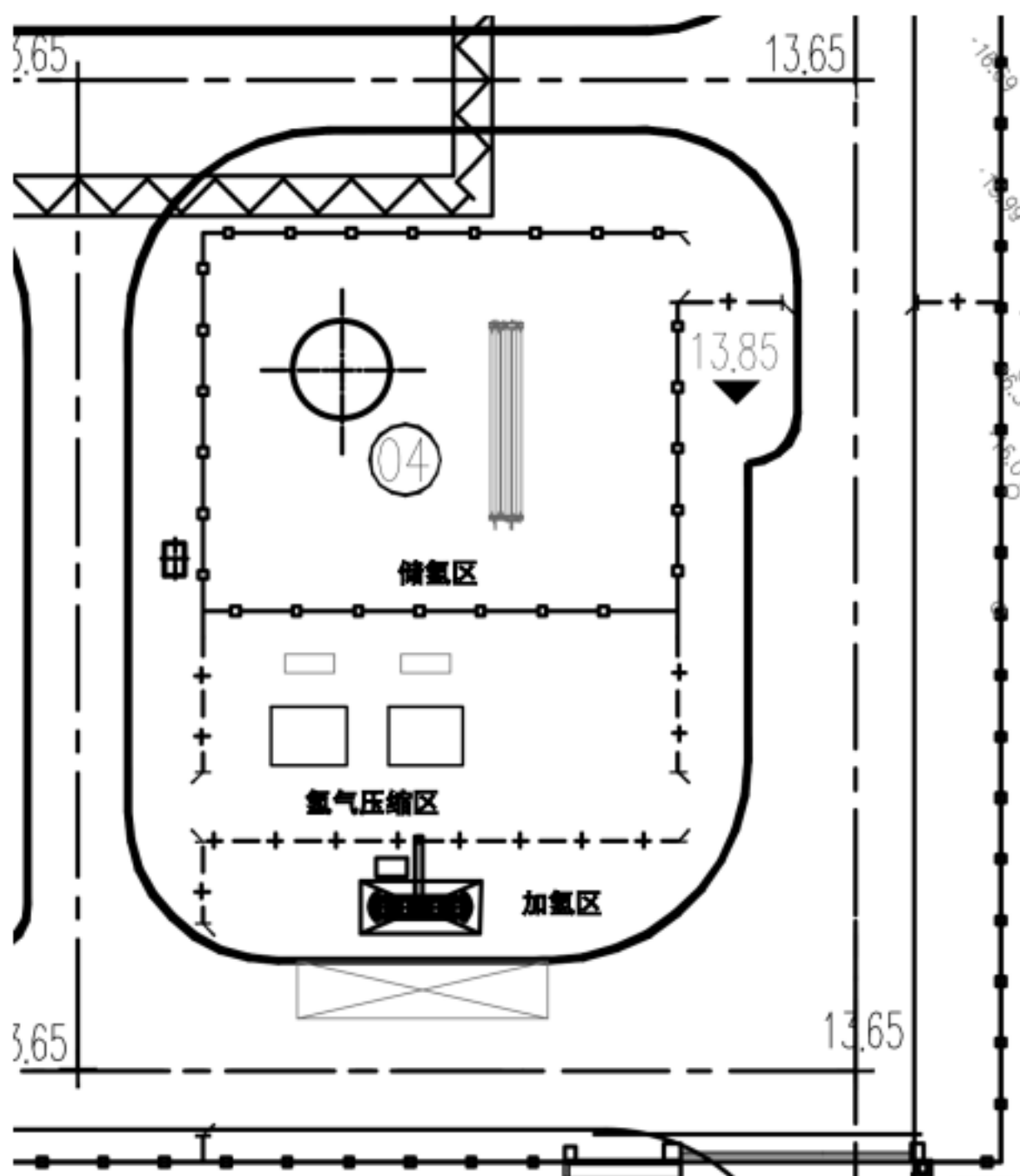


图 3.2-5 储氢供氢区平面布置示意图

### 3.3 二期工程影响因素分析

本工程为综合能源岛陆上试验基地项目（二期工程），在综合能源岛陆上试验基地内建设，本工程主要使用的建构筑物均在综合能源岛陆上试验基地项目（一期工程）同步建设完成，本次不新增建构筑物，主要进行设备安装，设备安装过程中可能扰动土壤造成水土流失。

本工程为污染影响型项目，施工期主要是设备安装过程产生的噪声、固废、扬尘对环境的影响；营运期主要是设备运行过程产生的废气、废水、噪声、固废对环境的影响。营运期工艺流程及产排污环节分析如下。

#### 3.3.1 制氢工艺

本工程电解制氢主要用于测试，根据测试需求由市电、风电、光伏所发电力供应，电解水产生的氢气部分用于试验，部分为氢燃料电池车辆提供氢气加注。

电解制氢测试平台配置 200 标方 PEM 试验槽及制氢系统 1 套、500 标方 ALK 电解槽制氢系统 1 套。电解制氢主要开展以下测试：

①性能测试：测量电解槽的电流-电压特性（极化曲线）、效率、产氢速率、能耗等关键参数。

②耐久性测试：模拟长期运行条件，评估材料衰减、膜稳定性等。

③工况模拟：支持不同温度、压力、电解质浓度或流量下的动态测试。

④安全监测：实时检测气体纯度（如  $H_2/O_2$  交叉）、泄漏、温度/压力波动等。

200 标方 PEM 试验槽及制氢系统总体工艺：电导率  $< 0.1\mu S/cm$  的超纯水进入 PEM 电解槽，在通电的情况下超纯水在阳极分解成  $O_2$  和  $H^+$ ， $H^+$  通过质子交换膜到达阴极，并且阻隔氧气及大部分水。 $H^+$  在阴极与外部通电的外电路上的电子发生还原反应生成  $H_2$ ，气体夹带了水蒸汽和液态水，需要经过气液分离系统去除掉氢气中的饱和水及液态水，被分离得到的这部分水重新回到超纯水循环系统的主水箱中。经过气液分离后的氢气进入纯化系统，首先通过脱氧塔，在铈铂触媒催化剂的作用下，氢气中的微量氧与微量氢生成水，并将液态水分离后回到主水箱，除氧后的氢气经过干燥塔完成纯化。被质子交换膜阻隔的水和氧气进入主水箱后再进行气液分离，分离后氧气被排空至大气中。工艺流程见图 3.3-1。

500 标方 ALK 电解槽制氢系统总体工艺：采用电导率 $<10\mu\text{S}/\text{cm}$  的纯水配置 30%KOH 水溶液（ $\text{V}_2\text{O}_5$  0.3%），将其打入电解槽和气液分离系统内部，在通电的情况下碱液中的纯水在电解槽阴极分解成  $\text{H}_2$  和  $\text{OH}^-$ ， $\text{OH}^-$  通过多孔隔膜到达阳极，并且阻隔氢气及大部分碱液。 $\text{OH}^-$  在阳极与外部通电的外电路上的电子发生还原反应生成  $\text{O}_2$ ，气体夹带部分碱液。氢气、氧气经气道进入各自气液分离系统去除掉气体中的碱液，被分离得到的碱液重新回到碱液循环系统中。经过气液分离后的氧气被排空至大气中，氢气则进入纯化系统，首先通过脱氧塔，在铈铂触媒催化剂的作用下，氢气中的微量氧与微量氢生成水，并将液态水分离后回到碱液循环系统，除氧后的氢气经过干燥塔完成纯化。工艺流程见图 3.3-2。

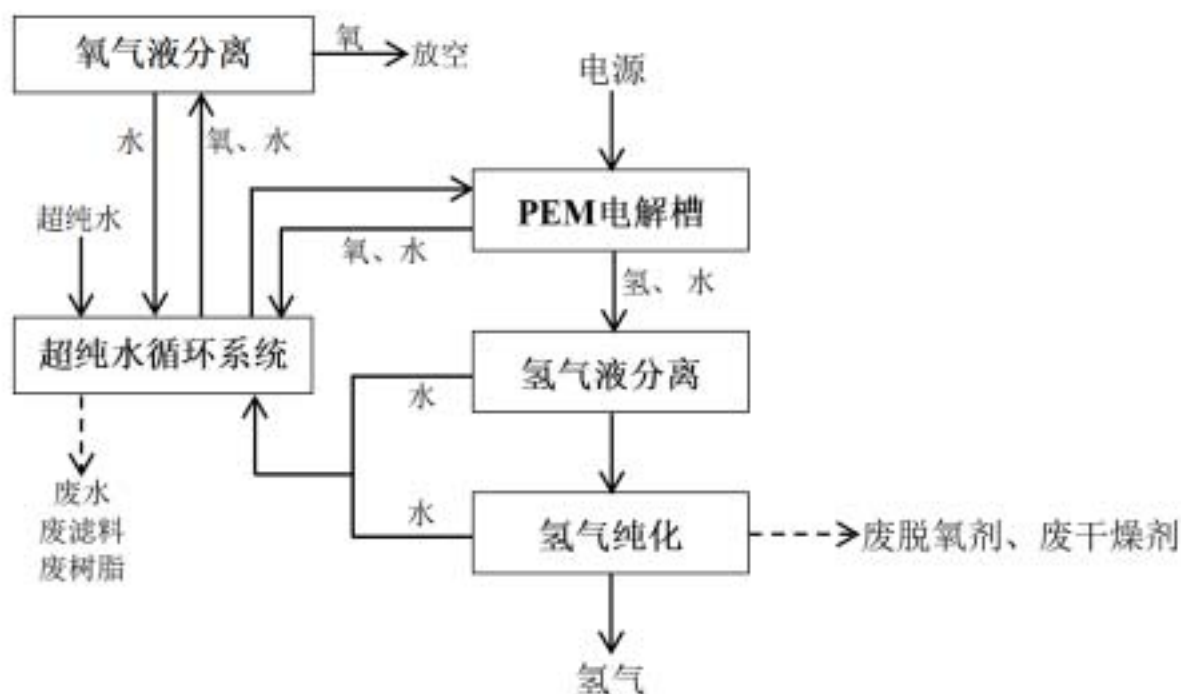


图3.3-1 200 标方 PEM 试验槽及制氢系统工艺流程图

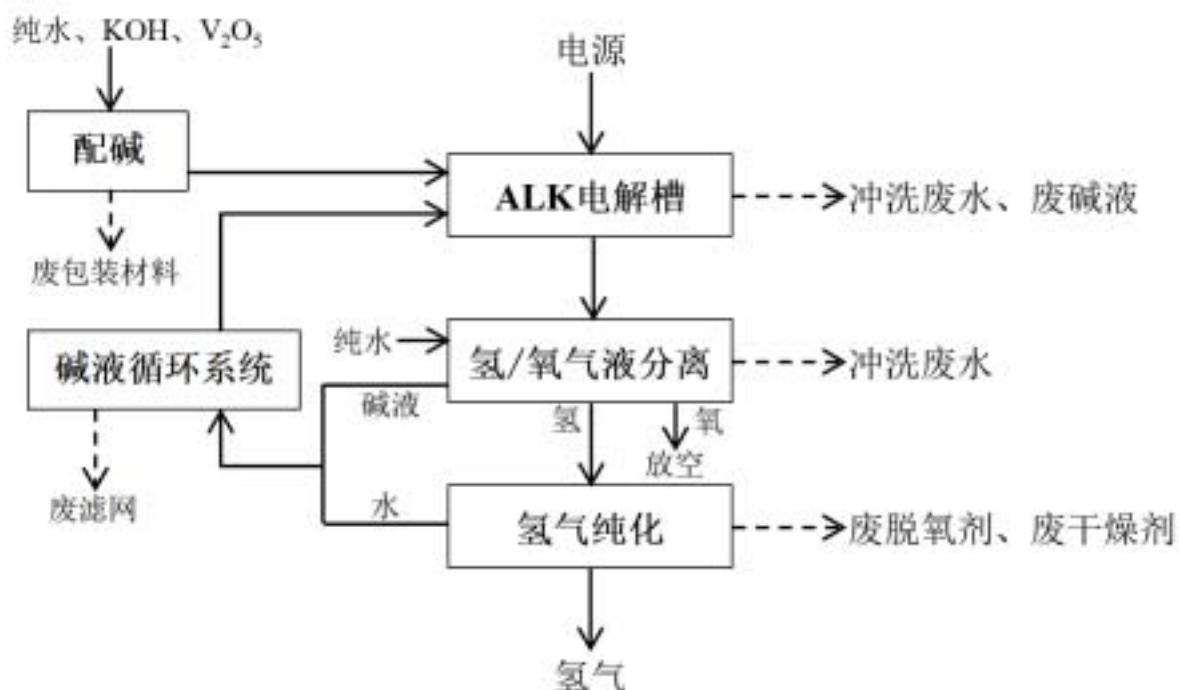
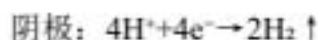
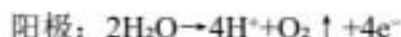


图3.3-2 500标方 ALK 电解槽制氢系统工艺流程图

### 3.3.1.1 电解原理

#### (1) PEM 电解水制氢

PEM 电解水制氢技术是基于质子交换原理的高效水电解技术，PEM 电解槽主要是由两个电极和质子交换膜组成，电极通以一定电压的直流电时，水分子在阳极被分解为  $O_2$  和  $H^+$ 。由于质子交换膜仅允许  $H^+$  通过，因而  $H^+$  在电场作用下穿过薄膜到达阴极，在阴极生成  $H_2$ 。其电极反应式为：



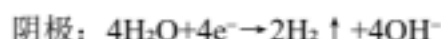
PEM 电解槽由电解小室组成，每个电解小室包含一个膜电极组件、两个气体扩散层和双极板。氢气和氧气是在超纯水进入电解槽并施加电流时产生的。从电解小室产生的氢气夹带了水蒸汽和液态水，通过管道流出进入气液分离系统；从电解小室产生的氧气跟随超纯水循环系统进入主水箱后再进行气液分离。

PEM 电解槽由于电解质膜的厚度很小，这使得 PEM 电解单体中阴极和阳极的间距很小，降低了工作过程中欧姆电阻的损耗，从而使 PEM 电解电堆的最大工作电流密度能够达到  $2-3A/cm^2$ 。

与现有的 ALK 技术相比，PEM 电解技术还具有体积小、反应速度快、电解效率高、大的负载范围(负荷范围 10~150%)以及高的产物纯度。这种显著提高的运营灵活性可能会提高电解制氢的整体经济效益，尤其是可以很好地结合可再生能源发电，从而可以从多个电力市场获得收益，因为 PEM 技术提供更宽广的工作范围并且响应时间更短。电解压力方面，PEM 电解装置可以在比 ALK 电解装置(15bar)更高的压力(30bar)下生产氢气，可以更好地适应下游高压需求的应用。PEM 电解装置技术正在迅速兴起并用于商业用途，同时 PEM 电解槽的投资成本(CAPEX)(以每千瓦计)大幅下降，但由于催化剂与电解材料的成本较高，现阶段 PEM 水电解方式的制氢成本仍高于传统的碱水电解技术。

## (2) ALK 电解水制氢

ALK 电解水制氢是用 30%KOH 水溶液 ( $V_2O_5$  0.3%) 作为电解液，一对电极浸没于电解液中，并用隔膜进行隔离以防止气体渗透。当通以一定的直流电时，水分子在阴极被分解为  $H^+$  和  $OH^-$ ， $H^+$  得到电子进一步生成  $H_2$ ， $OH^-$  穿过隔膜到达阳极，在阳极失去电子生成  $H_2O$  和  $O_2$ 。其电极反应式为：



从电解小室产生的气体夹带着碱液分别通过极板上方的氢气、氧气出气孔流入各自的气道中，经中间极板氢、氧气气室汇聚后通过管道流出进入气液分离系统。碱液在水中的作用在于增加水的电导率，本身不参加反应，碱液由循环泵经流量开关打入电解槽，形成闭环系统，保证连续运行。

碱性电解水技术较成熟，运行寿命可达 20 年。碱性电解槽以含液态电解质和多孔隔板为结构特征，操作范围从最小负荷 30%到最大设计容量 110%。与其他电解槽技术相比，碱性电解水避免了因使用贵重材料而带来的成本负担。碱性电解水工作电流密度约为  $0.25 \sim 0.4A/cm^2$ ，能源效率通常在 60%左右。碱性液体电解质电解槽难以与具有快速波动特性的可再生能源配合，需研发适用于波动性可再生能源、能够宽负荷范围运行的碱性电解水制氢系统。

### 3.3.1.2 气液分离系统

#### (1) PEM 气液分离系统

PEM 气液分离系统主要有管式换热器（冷凝器）、气水分离器。

**氧气气液分离系统：**电解槽阳极产生的氧气随电解槽中的超纯水一起排出到纯水循环系统中的主水箱，氧气在抽氧风机的作用下从主水箱的顶部排出，氧气中混合有大量的汽态水和水雾，氧水混合气一起进入氧气管式换热器（冷凝器），氧水混合气中的汽态水经冷冻水间接冷却凝结为液态水，氧气和液态水在氧气气水分离器中被分离，分离后的液态水从气水分离器的底部排出重新回到纯水循环系统中的主水箱，氧气从气水分离器出来后排空。

**氢气气液分离系统：**电解槽阴极产生的氢气夹带了水蒸汽和液态水，经气道流入管式换热器（冷凝器），汽态水经冷冻水间接冷却凝结为液态水，氢气和液态水流经气水分离器，在气水分离器中完成水与氢气的高效分离，分离后的液态水从气水分离器的底部排出重新回到纯水循环系统中的主水箱，氢气从气水分离器出来，经氢气薄膜调节阀排出，经过分析仪取样分析后，不合格的氢气将通过阻火器放空，符合既定标准的合格氢气将通过管道进入氢气纯化系统。

## **(2) ALK 气液分离系统**

ALK 气液分离系统包括管式换热器（冷凝器）、洗涤器、气水分离器。

ALK 电解水反应生成的氢气（氧气）与碱液的混合物进入气液分离系统，首先通过管式换热器（冷凝器），经冷冻水间接冷却，利用气液密度差在重力作用下实现粗分离，去除大部分碱液。分离后的碱液排出至碱液循环系统。分离后的氢气（氧气）由调节阀控制输出，进入洗涤器。

氢气（氧气）从洗涤器上部进入，经过洗涤后从洗涤器中上部排出。洗涤水为纯水，从洗涤器中部进入，溶解氢气（氧气）中的微量碱液后，从洗涤塔底部作为稀碱液排出至碱液循环系统。

洗涤后的氢气（氧气）进入气水分离器，在气水分离器中完成水与氢气（氧气）的高效分离，分离后的液态水从气水分离器底部排出至碱液循环系统。氧气从气水分离器出来后排空。氢气从气水分离器出来，经氢气薄膜调节阀排出，经过分析仪取样分析后，不合格的氢气将通过阻火器放空，符合既定标准的合格氢气将通过管道进入氢气纯化系统。

### 3.3.1.3 氢气纯化系统

氢气纯化系统主要由脱氧塔、干燥塔、管式换热器（冷凝器）、气水分离器、加热器及相应的仪表自控阀门等组成。设3个干燥塔，每个干燥塔分阶段轮换进行工作（吸附）、再生（加热解吸）、再生气回收。

#### （1）脱氧

氢气经气液分离后含微量氧的混合气进入脱氧塔，通过脱氧催化剂的作用以及适宜的温度（80~110℃）下，氢气与氧气发生反应生成水蒸汽，除去氢气中混杂的氧气成分，氢气与水蒸汽进入管式换热器（冷凝器）。

生成的水蒸汽随气流进入管式换热器（冷凝器），水蒸汽经冷冻水间接冷却凝结为液态水，通过气水分离器将液态水从氢气中分离，液态水通过分离器下部和自动阀排到纯水循环系统（PEM）/碱液循环系统（ALK），氢气进入下一步纯化工艺。

#### （2）干燥

经脱氧处理的氢气进入干燥塔A（吸附），氢气中的水分被分子筛干燥剂吸附除去，成为产品气后进入干燥塔B（加热解吸）。干燥塔B中电加热管（加热器）加热至约250~300℃，高温分子筛中所吸收的水分汽化，通入的氢气将再生解吸的水蒸汽吹出塔外，进入管式换热器，水蒸汽经冷冻水间接冷却凝结为液态水，再进入气水分离器将液态水从氢气中分离，液态水通过分离器下部和自动阀排到纯水循环系统（PEM）/碱液循环系统（ALK），氢气进入干燥塔C（再生气回收），塔中的分子筛再次吸附氢气中的水分，产出合格氢。

三个干燥塔按照8小时一个阶段的时间切换，每24小时完成一个完整周期，确保连续运行。

### 3.3.1.4 备用氢系统

本工程氢气利用场景主要为燃料电池发电和加氢站氢气加注，通过可再生能源发电制氢结合规模化储氢，实现制氢试验与稳定供氢的双重目标。结合用地条件，拟采用球型储罐和高压管束储氢装置进行储氢，并配置35MPa加氢机为氢燃料电池车辆提供氢气加注，设计加注能力1.0吨/天。同时，设置1台200kW的质子交换膜燃料电池用于发电。通过储罐配合氢气压缩机和35MPa加氢机，保障氢燃料电池车辆的持续、稳定供氢。备用氢系统技术方案示意图如下所示。

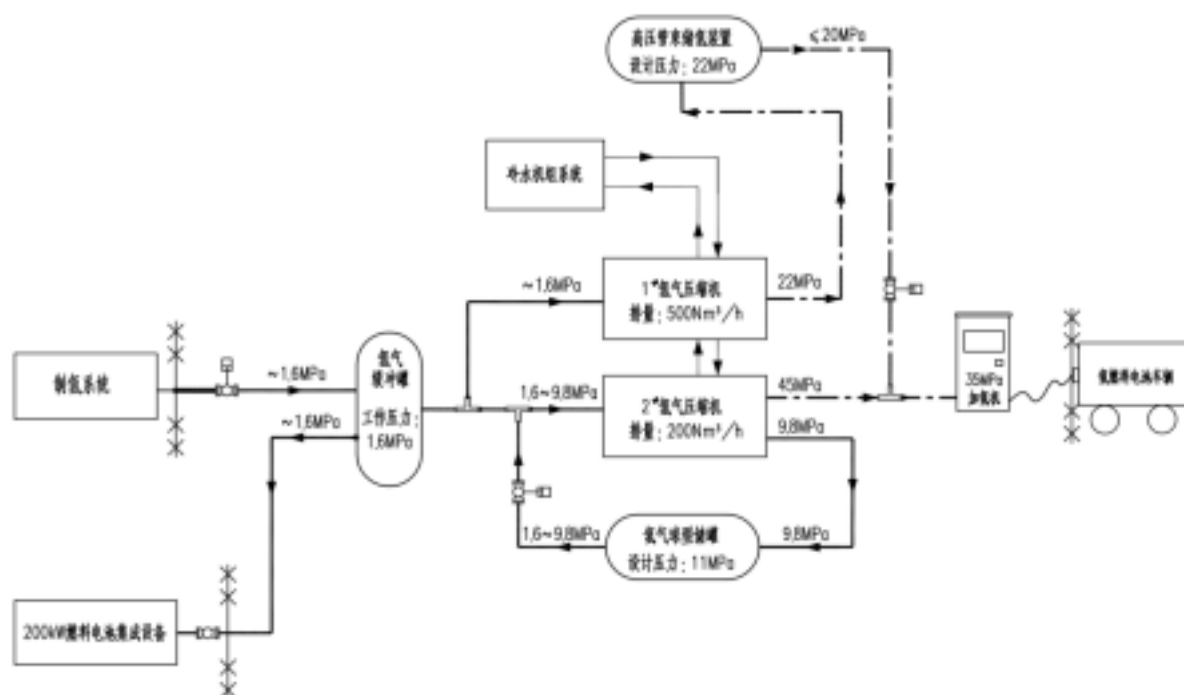


图3.3-3 备用氢系统技术方案

### (1) 储氢

采用高压储氢方案以节约用地，拟设置1台水容积为 $100\text{m}^3$ 的固定式高压球型储罐和1套 $20\text{MPa}$ 的高压管束储氢装置，以满足规模化储氢需求。其中，球型储罐的工作压力为 $9.8\text{MPa}$ ，设计压力为 $11.0\text{MPa}$ ，总有效贮氢量约 $720\text{kg}$ （约 $8000\text{Nm}^3$ ）；高压管束储氢装置工作压力为 $20\text{MPa}$ ，设计压力为 $22\text{MPa}$ ，有效储氢量为 $330\text{kg}$ （约 $3600\text{Nm}^3$ ）。储氢容器充满后，制备的富余氢气将采用直接排空的手段。

由于氢气不属于污染物，因此，储氢过程无废气产生；储氢容器无需清洗，无废水产生；储氢配套压缩机、冷水机组运行过程中会产生噪声；冷水机组的冷冻水循环使用不外排；压缩机等设备保养与维护过程会产生废机油、废空油桶、废含油抹布及手套。

### (2) 加氢

加氢机采用双枪双计量系统（TK16和TK25），工作压力为 $35\text{MPa}$ ，可实现 $1.0$ 吨/天的氢气加注能力。加氢流程如下：首先由 $20\text{MPa}$ 高压管束储氢装置经加氢机向氢燃料电池车辆储气瓶供氢；当供氢气压力低于设定压力时，启动 $200\text{Nm}^3/\text{h}$ 氢气压缩机，将来自 $100\text{m}^3$ 高压球型储罐的氢气增压到 $45\text{MPa}$ 后输送至车辆储气瓶，直至达到车辆加注压力后完成加注。

由于氢气不属于污染物，因此，加氢过程无废气产生；加氢机无需清洗，无废水产生；加氢配套压缩机、冷水机组运行过程中会产生噪声；冷水机组的冷冻水循环使用不外排；压缩机等设备保养与维护过程会产生废机油、废空油桶、废含油抹布及手套。

### （3）燃料电池发电

本工程配套布置1台200kW质子交换膜燃料电池（PEMFC），通过利用氢的储能特性及电-氢灵活转化关系进行发电。质子交换膜燃料电池（PEMFC）发电装置主要由电堆和系统部件组成，其工作原理类似于水电解的逆过程。质子交换膜燃料电池（PEMFC）核心结构包括阳极、阴极和质子交换膜：阳极是氢气氧化的场所，阴极是氧气还原的反应地，两极均配备催化剂以加速电化学反应；质子交换膜作为电解质，连接两极并传导质子。PEMFC工作时类似于直流电源，阳极为负极，阴极为正极。由于其运行温度低、设计灵活，PEMFC在移动电源、分布式发电等领域具有广泛应用前景。目前，燃料电池系统的整体电效率在40%到60%之间，即1kg氢气可发电13.3-20kW·h，其余能量以热量形式散失。

**发电原理：**氢气由燃料电池的阳极进入，氧气（或空气）则由阴极进入燃料电池。经由催化剂的作用，使得阳极的氢分子分解成两个质子（proton）与两个电子（electron），失去电子的氢离子（质子）穿过质子交换膜，到达燃料电池阴极，而电子是不能通过质子交换膜的，只能经外部电路，到达燃料电池阴极板，从而在外电路中产生电流——即发电。电子到达阴极板后，与氧原子和氢离子结合形成水，生成的水蒸汽中，大部分冷凝成废水，小部分直接排放至空气中。

燃料电池系统主要由氢气子系统、电气子系统、空气子系统和冷却子系统组成。具体包括：

①氢气子系统：接收高压氢气，经减压后为燃料电池供氢。关机后通过氮气吹扫，确保系统长期存储性能及安全。

②电气子系统：将电堆输出的直流电转换为所需电压平台电能，确保电能输出稳定高效，满足多样化用电需求。

③空气子系统：从环境中吸取空气，经净化、加压后为燃料电池提供洁净反应气体。

④冷却子系统：在运行中带走系统热量，维持电堆适宜温度。

根据发电原理可知，氢燃料电池发电过程中生成的水蒸汽大部分冷凝成为废水，无废气污染物。燃料电池无需清洗，无清洗废水产生；燃料电池系统部件运行过程中会产生噪声；系统部件保养与维护过程，会产生废机油、废空油桶、废含油抹布及手套。

### 3.3.1.5 辅助系统

#### (1) PEM 电解制氢超纯水循环系统

在 PEM 电解过程中超纯水是主要消耗的原料，随着气体的不断产生、温度及功率的变化均会导致气体夹带大量的超纯水进入气液分离系统中。通过气液分离系统的水、气分离功能，可将气体与超纯水进行分离，超纯水从分离器底部排出回到超纯水循环系统的主水箱，再经超纯水循环系统送回电解槽循环电解。

超纯水循环系统为制氢系统提供原料水以及平衡电解槽温度的功能，同时安装有电解槽进出水口温度和压力传感器，进出水口离子浓度传感器，电解槽进水口流量计，并安装流量调节阀。可完成电解槽水压测试水压试验、温度测试和压力/压差测试以及离子浓度监测。

超纯水循环系统设有过滤器、净化器，当循环系统的超纯水电导率在可调节范围内时（电导率 $<1\mu\text{s}/\text{cm}$ ），通过过滤器、净化器处理后，循环使用。当去离子水电导率处于偏高范围时（ $1\mu\text{s}/\text{cm}\leq\text{电导率}\leq 1.5\mu\text{s}/\text{cm}$ ），对制氢系统进行排水及补水置换处理，当去离子水电导率剧烈偏高时（电导率 $>1.5\mu\text{s}/\text{cm}$ ），对制氢系统进行降载、停机以及排水处理。

#### (2) ALK 电解制氢碱液循环系统

系统启动前，需先配置碱液打入电解槽及气液分离系统。系统启动后，从电解槽出来的气体经过气液分离系统以及氢气纯化系统后，分离出的碱液、稀碱液、水均排出至碱液循环系统，碱液先后经碱液冷却器、碱液过滤器、碱液循环泵通过流量开关打入电解槽，形成闭环系统，保证连续运行。

#### (3) ALK 电解制氢补碱、配碱系统

ALK 电解水制氢水过程中，碱液起到了增加电导的作用，理论上是不消耗的。但随着氢氧气带出的水分含有微量的碱液，设备在长时间运行后，碱液的浓度下降，导致电耗上升，设备无法在额定状态下运行，这时应补充碱液。当碱液浓度小于 25% 时，需要补充碱液，一般情况下 15 天测试一下比重，以确定是否补充碱。

若系统需要补碱，应在停机泄压状态下进行，按要求计算出需要补充碱的数量，重新配置碱液，通过碱液罐到电解槽的阀门系统将碱液打入电解槽中。

碱液罐中的纯水由加碱泵循环，在纯水循环的过程中，不断加入 KOH、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>，KOH、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 不断溶解，从而完成配碱。

#### **(4) 补水系统**

电解过程中，装置内的原料水一直不停地在消耗，因此，为保证水电解的连续进行，需定期向制氢系统内补充原料水。

PEM 电解制氢系统直接将超纯水补充至超纯水循环系统的主水箱中，经超纯水循环系统进入电解槽电解。

ALK 电解制氢系统通过将纯水经补水泵打入气液分离系统中，然后进入碱液循环系统，经碱液循环系统进入电解槽电解。

#### **(5) 冷却冷冻系统**

200 标方 PEM 试验槽及制氢系统配套 1 套风冷式冷水机组，冷水机组设置 2 个模块，1 个供水温度 7~15℃ 的冷冻水模块，用于气液分离系统、氢气纯化系统冷却，1 个供水温度 25~30℃ 的冷冻水模块，用于制氢电源、电解槽冷却。

500 标方 ALK 电解槽制氢系统配套 1 套水冷式冷水机组，冷水机提供 7~15℃ 冷冻水，用于气液分离系统、氢气纯化系统冷却，凉水塔提供 30℃ 冷却水，用于冷水机、制氢电源、电解槽冷却。

氢气压缩机配套 2 台风冷式冷水机组，提供 7~15℃ 冷冻水，用于氢气压缩机冷却。

冷冻水、冷却水均循环使用不外排。

#### **(6) 压缩空气系统**

制氢、储氢和用氢（燃料电池系统）的气动阀门需要压缩空气进行驱动。拟采用 2 套容量为 5.6Nm<sup>3</sup>/min 的压缩空气制备装置（1 用 1 备）和 1 个水容积为 20m<sup>3</sup> 的仪用压缩空气储罐（工作压力为 1.0MPa）。其中，压缩空气制备装置由螺杆式空气压缩机、缓冲罐和后处理装置一体集成，20m<sup>3</sup> 的仪用压缩空气储罐作为用户之前的缓冲。其容量满足工艺系统正常运行的需求。压缩空气由空压机经过滤、干燥、精密过滤净化后产生，本系统所需压缩空气的输入压力约为 0.6-0.8MPa，经干燥净化后，输送至各使用点，可实现远程控制系统内各气动阀门的开关或开度大小的目的。

#### **(7) 氮气吹扫系统**

氮气吹扫系统用于在氢气设备启动前充入氮气以排除空气，并在停机检修前充入氮气以排除氢气，确保系统安全。吹扫过程中，所有出口气体氧含量需低于 0.5% 方为合格，从而避免氢气与空气混合引发爆炸风险。系统容量按氢气设备水容积的三倍设计。

为确保吹扫效果和运行安全，在氮气瓶组间设置氮气瓶组架，并存放若干氮气钢瓶，为制氢、压缩机、加氢机等提供吹扫用氮气。

#### **(8) 氢气放空系统**

制氢设备在启动初期氢气品质不达标时，以及停机检修需要充氮吹扫排氢时，需要向外界环境放散可燃气体，同时在正常运行时，储氢容器充满后，制备的富余氢气也将直接排空。

氢气采用高点放空，设置集中放散塔 1 座，用于分级放散不同压力等级的氢气，放散点设于氢气贮罐区后。

#### **3.3.1.6 产污环节**

**废气：**制氢过程排放的  $O_2$ 、放空  $H_2$ 、吹扫  $N_2$  均属于非污染型气体，无大气污染物排放。

**废水：**200 标方 PEM 试验槽及制氢系统的超纯水在循环过程中因电导率高需不定期排放产生制氢废水；500 标方 ALK 电解槽制氢系统需冲洗产生冲洗废水；燃料电池发电过程中反应生成的水蒸汽冷凝后产生冷凝废水。

**噪声：**制氢系统、储用氢系统及辅助系统中的风机、泵机、电机等运行过程中会产生噪声。

**固废：**氢气纯化系统脱氧塔中的脱氧催化剂失效后需更换会产生废脱氧剂，氢气纯化系统干燥塔中的分子筛干燥剂失效后需更换会产生废干燥剂，配置碱液会产生废包装材料，500 标方 ALK 电解槽制氢系统更换碱液会产生废碱液，超纯水循环系统的过滤器、净化器中的滤料、树脂失效后需更换会产生废滤料、废树脂，碱液循环系统的碱液过滤器中的滤网失效后需更换会产生废滤网。制氢系统、储用氢系统及辅助系统的设备保养与维护过程会产生废机油、废空油桶、废含油抹布及手套。

#### **3.3.2 海洋气候模拟试验**

本工程设置海洋气候模拟环境舱进行海洋气候模拟试验。

海洋气候模拟环境舱可模拟各种环境条件，如温度、湿度、盐度等海洋环境，主要用于装备、仪器和材料等失效模式、功能衰减机理研究，建立设备服役性能预测方法和可靠度；各类环境参数变化敏感性分析，研究更有针对性的应对和延命策略；非金属复合材料管道和储罐等环境适应性和改进方法研究等。

### 1、海洋气候模拟试验环境舱组成

海洋气候模拟环境舱由舱体结构、高低温系统、控湿系统、盐雾系统、控制系统等五个部分组成。海洋气候模拟环境舱组成如下：

#### (1) 舱体结构

舱体结构作为样品放置的试验空间，由舱体、底板、大门、观察窗、照明系统、穿墙孔洞、气压平衡装置以及排水装置等组成，舱体采用组合拼装式库板结构，顶部为人字型尖顶设计，底板为不锈钢结构，与舱体侧面通过栓接的方式固定，进而直接构成一个密闭的试验空间。

#### (2) 高低温系统

高低温系统作为试验空间内制冷量及加热量输出的核心单元，由机械式制冷系统、加热器、空气循环系统构成，控温范围在 5~40℃。能够根据舱内的温度变化调控制冷或加热功率，达到对舱内温度的精确控制，空气循环系统通过防爆风机对舱内的空气进行强制内循环，通过空气对流实现温湿度的均匀性。

#### (3) 控湿系统

控湿系统作为试验空间内湿度控制的核心单元，由加湿器、除湿器构成，控湿范围在 30%RH~98%RH。加湿器采用电热蒸汽加湿方式，向舱内输送蒸汽达到加湿效果，蒸汽加湿量为 0.05~0.5m<sup>3</sup>/h，除湿器通过机械制冷使空气中的水气凝结成液态水排出舱外达到除湿效果。

#### (4) 盐雾系统

盐雾系统由盐水箱、气动系统、喷嘴等部件组成，将压缩空气送至喷嘴，而使盐水管内产生负压，将盐水（主要为 5%氯化钠溶液）从盐水箱内通过虹吸原理的作用下引至喷嘴与压缩空气混合一起，使盐水雾化而分散在试验空间内，压缩空气的压力与盐水组合控制盐雾沉降量，控制环境舱内盐雾浓度在 0mg/m<sup>3</sup>~5mg/m<sup>3</sup>范围内。盐水供给量为 0.25m<sup>3</sup>/h。

#### (5) 控制系统

控制系统根据输入的环境条件和试验箱内当前温度、湿度、盐雾浓度情况，通过内置的控制程序和算法自动调控相应的工作单元（如制冷系统或加热器、加湿器、除湿器、盐雾系统等），实现试验空间内的温湿度、盐雾浓度的自动控制。除此外，控制系统还用于设备故障报警、各种保护功能，确保设备正常运行。

## 2、海洋气候模拟试验概况

海洋气候模拟试验共进行盐雾试验、温度+盐雾试验、温湿度+盐雾试验 3 种试验环境，根据盐雾试验和复合盐雾试验的标准或者与客户达成一致的要求开展试验，典型试验时长 16h、24h、48h、96h、168h、336h、672h。海洋气候模拟试验年运行 300 天，每天无固定运行时长，根据试验需求而定，预计每年运行时长 1500 小时。

试验样品包括 PEM 电解槽、ALK 电解槽、机器人、海工装备、光伏设备等，为非金属复合材料或含涂层的金属材料。海洋气候模拟试验流程及主要产污环节如下：

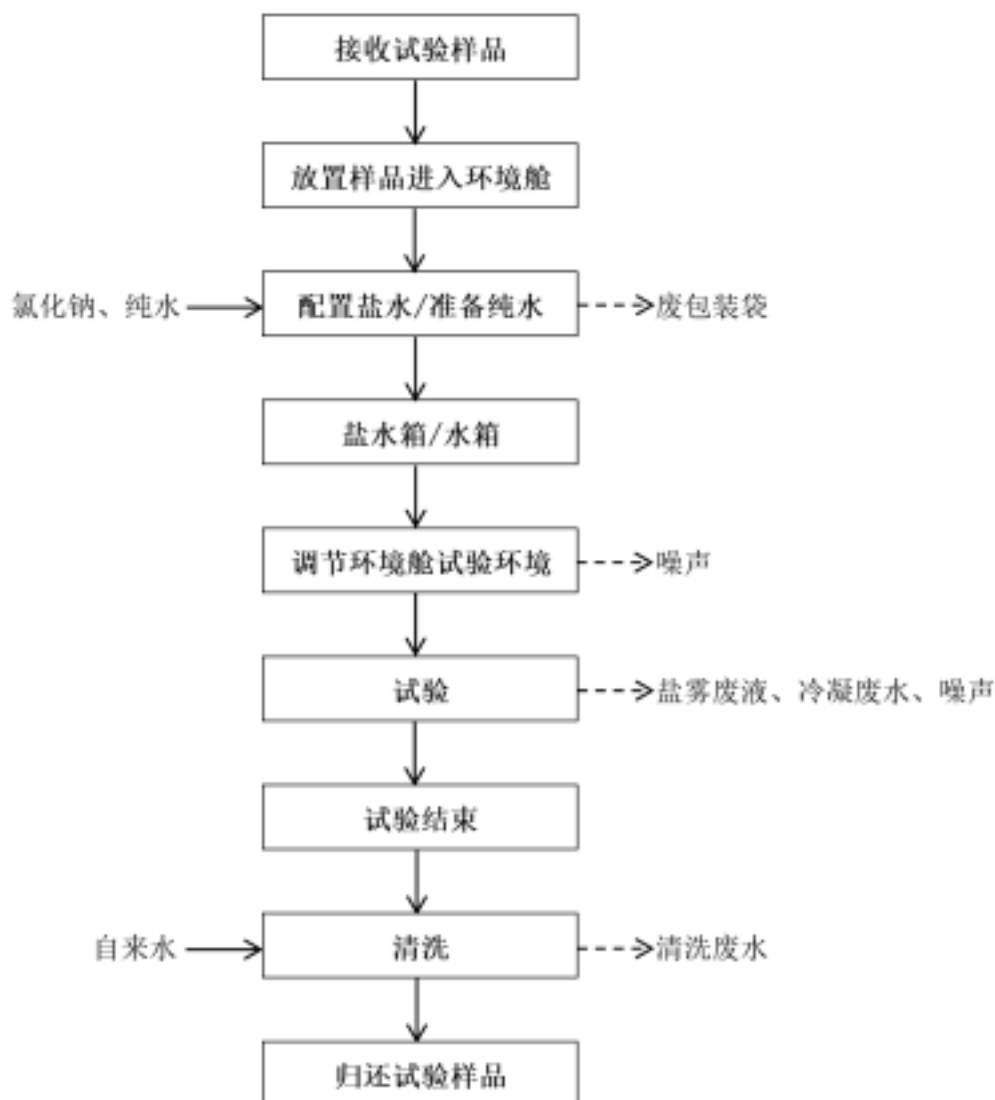


图3.3-4 海洋气候模拟试验流程及主要产污环节

### （1）试验流程说明：

接收试验样品后，将试验样品放置环境舱内，准备试验环境。首先配置盐水，采用氯化钠和纯水配置成为 5% 的氯化钠溶液注入盐水箱中，准备纯水注入水箱中作为电热蒸汽加湿原料。然后根据试验需求调节环境舱内的环境参数，一般 30 分钟内即可调节达到试验所需环境，再设置自动运行工况进行连续试验；试验期间环境舱保持无人、密闭状态，无特殊情况不会打开舱门或人员进出避免影响试验环境。达到所需试验时长后，结束试验；再采用自来水对试验样品和环境舱进行清洗；最后归还试验样品。PEM 电解槽、ALK 电解槽试验时运行所需的碱液、除盐水等均由试验样品自带，试验结束后归还试验样品，不在项目内排放碱液、除盐水等。

### （2）产污环节说明：

**废气：**由于试验期间环境舱基本保持密闭状态，试验过程不会有废气排放。试验结束后，环境舱内的盐雾基本沉降为废液，盐雾废气产生量忽略不计；因此，海洋气候模拟试验无废气产生。

**废水：**试验期间及试验结束后，环境舱内的盐雾基本沉降为废液，蒸汽基本冷凝为废水，试验样品和环境舱清洗过程中会产生废水；盐雾废液、冷凝废水、清洗废水将形成混合液，作为废液按危险废物进行处理。

**噪声：**试验期间，高低温系统、控湿系统、盐雾系统等辅助设备中的风机、泵机、电机等运行过程中会产生噪声。

**固废：**配置盐水会产生废包装袋。试验产生的盐雾废液、冷凝废水、清洗废水将形成混合液，作为废液按危险废物进行处理。

## 3.3.3 浮动摇摆试验

本工程设置浮动摇摆试验平台进行浮动摇摆试验。

浮动摇摆试验平台是一种非常典型的空并机构，拥有相对刚度大、机构惯量小、位置精度和系统带宽较高、相对负载能力强等优点，常应用于模拟船舶运动，能够实现船舶的各种运动姿态，提供真实的运动模拟。设备可根据国内主要海区的波浪参数，研究波浪参数的选取方法，确定控制性的波浪参数，作为仿真平台输入参数；对不同波动海况下，整体系统工作状况和失效曲线研究；对不同波动海况下，系统各

部件工作状况和薄弱点研究；对波动幅度、倾角和频率等不同参数敏感性进行分析，研究改善对策等。其功能设计如下：

（1）能够实现俯仰、横摇、偏航、侧向、纵向及升降等六个自由度的复合运动环境模拟；

（2）模拟正弦波、余弦波、自定义波的运动，既可以模拟单个自由度运动也可以模拟六自由度耦合运动；

（3）俯仰、横摇、偏航、侧向、纵向及升降运动均能按指定规律加减速，并能实现任意复合运动组合。

### 1、浮动摇摆试验平台组成

浮动摇摆试验平台由伺服电动缸，上、下平台，铰链座，集成电控系统及控制软件等组成，其组成内容如下：

#### （1）伺服驱动系统

伺服电动缸驱动或伺服液压驱动。

#### （2）上、下平台

上、下平台由板材与钢材焊接而成，结构稳定合理，刚性高。上平台用于承载负载的安装，并带动负载实现各种空间运动。下平台作为平台安装基础，与地面固结。

#### （3）铰链座

上铰链：虎克铰结构，用于连接上平台与电动缸的活塞杆。

下铰链：虎克铰结构，用于连接下平台与电动缸的筒体。

#### （4）集成电控系统

集成电控系统主要包含：驱动集成电控柜，运动控制器等。其中伺服驱动器采用全数字控制技术，电控柜具有多重电气控制保护功能。内置运动能源优化分配系统，提高能源使用效率，降低系统能耗。

运动控制器：实现平台系统启动/停止、接收上位机发来的位姿控制信息、对电机进行运动控制、监控伺服电机驱动器的工作状态、监控系统的运动状态、完成故障处理以及安全保护工作。

#### （5）控制软件

运动平台控制软件由监控软件，运动解算软件等部分组成。

监控软件：监控软件需安装在 Windows 操作系统的 PC 中，PC 端通过网线和运动平台连接，采用 UDP 通讯协议，软件可控制平台作动态正弦运动，静态单步运动，

脚本数据运动，同时可监视平台的运动状态、实时姿态、伺服驱动系统的实时负载和状态监控。

## 2、浮动摇摆试验概况

根据摇摆试验和倾斜试验的标准或者与客户达成一致的要求开展试验，典型试验时长 $\geq 15\text{min}$ 、 $\geq 30\text{min}$ 。浮动摇摆试验年运行 300 天，每天无固定运行时长，根据试验需求而定，预计每年运行时长 1500 小时。

试验样品包括 PEM 电解槽、ALK 电解槽、机器人、海工装备、光伏设备等。浮动摇摆试验流程及主要产污环节如下：

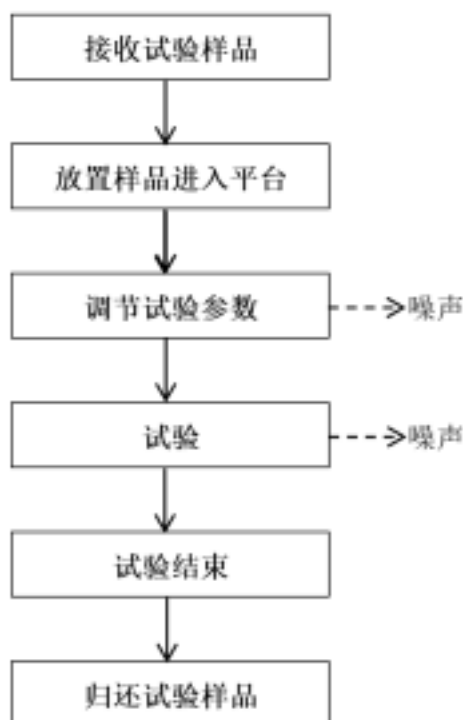


图3.3-5 浮动摇摆试验流程及主要产污环节

接收试验样品后，将试验样品放置在浮动摇摆试验平台上，准备试验环境，根据试验需求调节浮动摇摆参数，设置自动运行工况进行连续试验，达到所需试验时长后，结束试验，最后归还试验样品。PEM 电解槽、ALK 电解槽试验时运行所需的碱液、除盐水等均由试验样品自带，试验结束后归还试验样品，不在项目内排放碱液、除盐水等。

浮动摇摆试验运行过程中主要产生噪声，无废水、废气、固废产生。

### 3.3.4 除盐水制备工艺

本工程设置2套除盐水制备装置，其中，1套1t/h的超纯水制备装置，主要制备超纯水供给200标方PEM试验槽及制氢系统；1套5t/h的纯水制备装置，主要制备纯水，供给配碱、500标方ALK电解槽制氢系统制氢及设备冲洗、海洋气候模拟试验、冷却冷冻系统。

超纯水制备装置采用“PP过滤+精密活性炭过滤+KDF复合过滤+反渗透+EDI”的制备工艺，产水率约50%，超纯水电导率 $<1\mu\text{s}/\text{cm}$ 。工艺流程及产污环节见图3.3-6。

纯水制备装置采用“多介质过滤（活性炭+石英砂）+精密过滤（PP）+反渗透”制备工艺，产水率约50%，纯水电导率 $\leq 10\mu\text{s}/\text{cm}$ 。工艺流程及产污环节见图3.3-7。

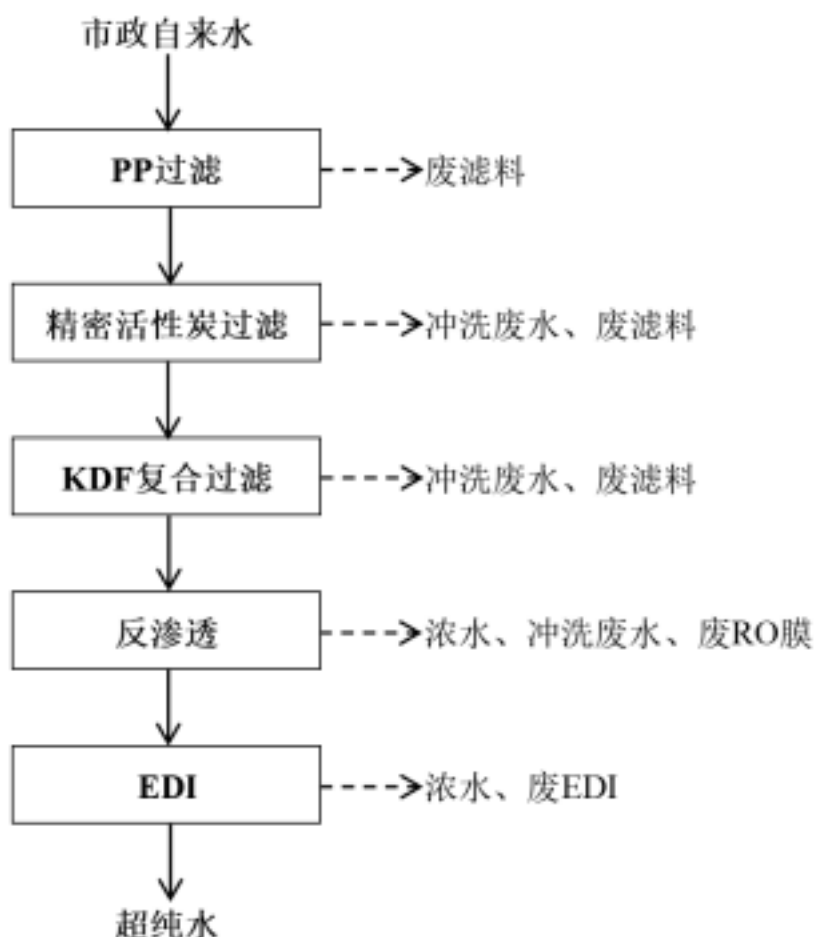


图3.3-6 超纯水制备工艺流程及主要产污环节

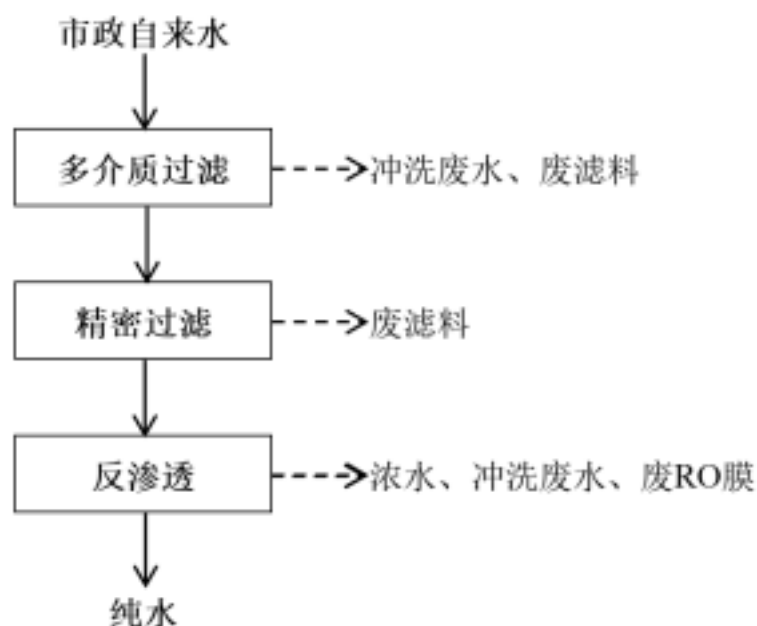


图3.3-7 纯水制备工艺流程及主要产污环节

**(1) PP 过滤：**采用无毒无味的聚酯纤维粒子，经过加热熔融、喷丝、牵引、接受成形而制成的管状滤芯；是一种新型的精密过滤元件，具有体积小、过滤面积大，精度高、无污染，安装和更换方便等特点，由于采用的是微孔膜过滤，因此其吸附小，不会滞留滤液，而且化学相容性广，具有广泛的适用性。

**(2) 活性炭过滤：**活性炭具有大量的微孔和巨大的比表面积，具有极强的物理吸附能力，能够十分有效的吸附水中杂质，尤其是有机物、微生物和一部分金属离子，过滤后的水可满足后序水处理单元的入水要求。

**(3) KDF 复合过滤：**由高纯度铜锌合金制成，通过电化学氧化还原反应去除水中余氯、重金属离子及抑制微生物滋生。其核心功能包括延长反渗透膜寿命、减少碳酸钙硬垢生成，并能物理拦截 50 $\mu\text{m}$  以上悬浮物。主流型号铜锌比例为 50:50

(KDF55) 和 85:15 (KDF85)。与活性炭组合使用时可降低维护成本并提升抑菌效果，模块化设计使其适配多级过滤系统。

**(4) 石英砂过滤：**所采用的石英砂粒径一般为 0.5~1.2mm，不均匀系数为 2。砂滤可分为重力式和压力式两种，常用于经澄清（沉淀）处理后的给水处理或经二级处理后污水以及废水回用中的深度处理。根据原水和出水水质要求可具有不同的滤层厚度和过滤速度。主要作用是截留水中的大分子固体颗粒和胶体，使水澄清。

**(5) 反渗透 (RO)：**是一种借助于选择透过（半透过）性膜的功能，以压力差为推动力的膜分离技术，当系统中所加的压力大于溶液渗透压时，水分子不断地透过膜，经过产水流道流入中心管，然后在出水端流出，进水中的杂质，如：离子、有机物、细菌、病毒等被截留在膜的进水侧，然后在制纯水排浓水出水端流出，从而达到分离净化目的。反渗透与一般单纯的筛分分离过程不同，无法像普通过滤那样可以无限浓缩（反渗透系统存在渗透压和浓差极化问题）。预处理出水进入反渗透膜组，在压力作用下，大部分水分子和极微量一价离子透过反渗透膜，经收集后成为透过水，通过产水管道进入后续设备，水中的大部分盐分和胶体、有机物等不能透过膜，残留在少量制纯水排浓水中。

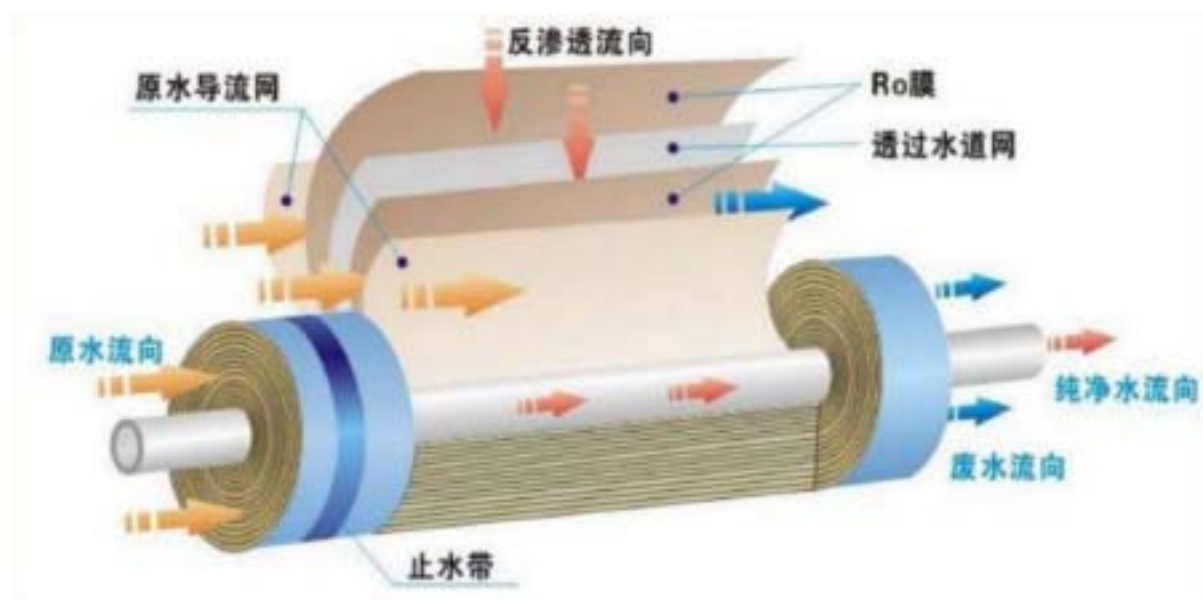


图3.3-8 反渗透膜工艺结构示意图

**(6) EDI：**是一种将离子交换技术、离子交换膜技术和离子电迁移技术相结合的纯水制造技术，称为连续电除盐技术。它巧妙的将电渗析和离子交换技术相结合，利用两端电极高压使水中带电离子移动，并配合离子交换树脂及选择性树脂膜以加速离子移动去除，从而达到水纯化的目的。在EDI除盐过程中，离子在电场作用下通过离子交换膜被清除。同时，水分子在电场作用下产生氢离子和氢氧根离子，这些离子对离子交换树脂进行连续再生，以使离子交换树脂保持较好状态。EDI膜堆是由夹在两个电极之间一定对数的单元组成。在每个单元内有两类不同的室：待除盐的淡水室和收集所除去杂质离子的制纯水排浓水室。淡水室中用混匀的阳、阴离子交换树脂填满，这些树脂位于两个膜之间：只允许阳离子透过的阳离子交换膜及只允许阴离子透

过的阴离子交换膜。供给原水进入 EDI 系统，主要部分流入树脂/膜内部，而另一部分沿膜板外侧流动，以洗去透出膜外的离子。树脂截留水中的溶存离子。被截留的离子在电极作用下，阴离子向正极方向运动，阳离子向负极方向运动。阳离子透过阳离子膜，排出树脂/膜之外。阴离子透过阴离子膜，排出树脂/膜之外。当这些离子通过交换膜进入浓室后，氢离子和氢氧根离子结合成水，这种氢离子和氢氧根离子的产生及迁移也正是树脂得以实现连续再生的机理。浓缩了的离子从废水流路中排出。无离子水从树脂/膜内流出。EDI 装置是应用有反渗透系统之后，取代混合离子交换床的成熟技术具有产水品质稳定，运行费用低，操作管理方便。占地面积小及无有害废水排放等优点。

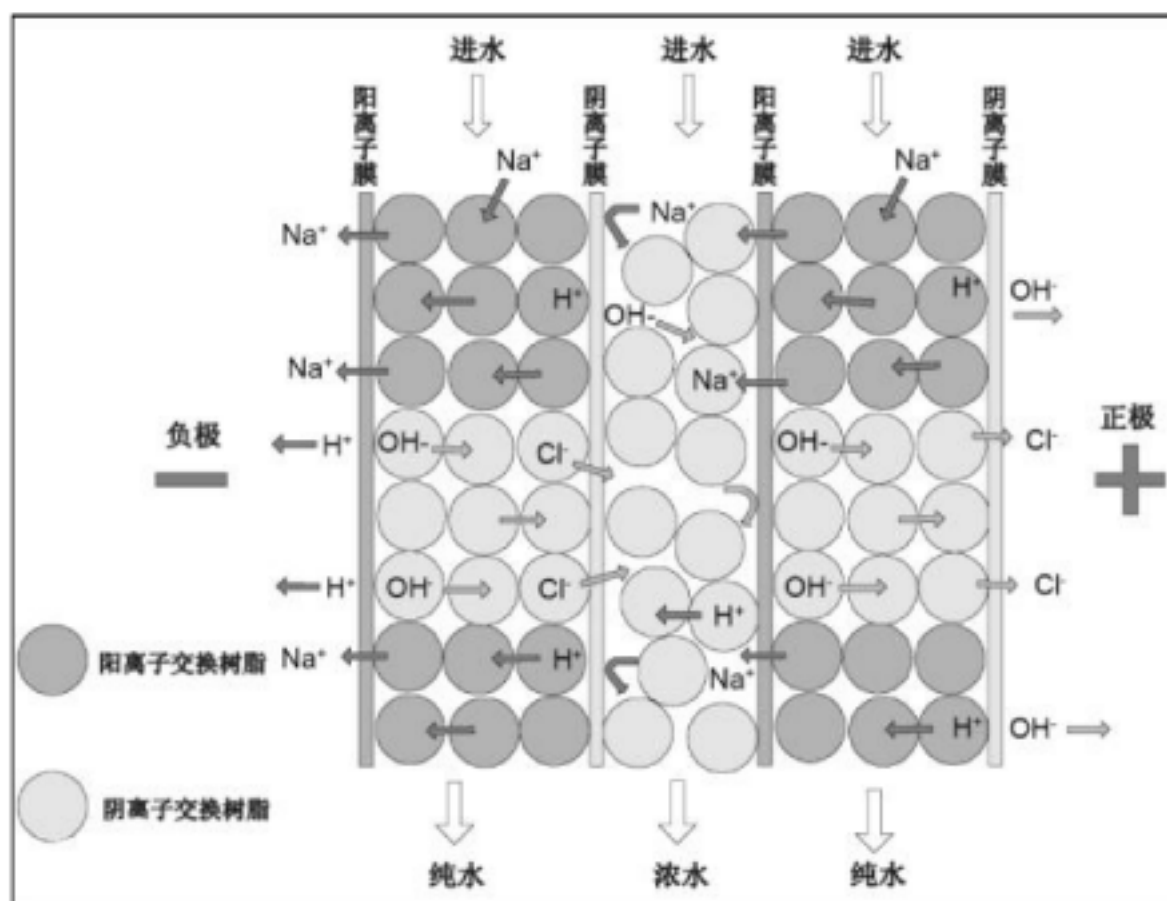


图3.3-9 EDI 工作原理图

(7) 产污环节说明：除盐水制备过程无废气产生；反渗透和 EDI 运行过程中会产生浓水，精密活性炭过滤、KDF 复合过滤、多介质过滤装置需定期进行反冲洗会产生冲洗废水，反渗透装置需定期进行冲洗会产生冲洗废水；装置运行时配套水泵、电机

会产生噪声；PP 过滤、精密活性炭过滤、KDF 复合过滤、多介质过滤、精密过滤的滤料失效后需更换会产生废滤料，反渗透的 RO 膜失效后需更换会产生废 RO 膜，EDI 失效后需更换会产生废 EDI。

### 3.3.5 产排污节点汇总

表 3.3-1 本工程产排污节点汇总一览表

类型	污染源	污染物	治理措施	产污特征
废气	备用柴油发电机燃油废气	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、颗粒物	采用低氮燃烧技术，燃油废气通过专门的排气管引至所在建筑天面排放	间断
废水	除盐水系统废水	COD、TDS 等	直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水	连续
	PEM 制氢系统废水	/	直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水	间断
	燃料电池发电废水	/	直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水	连续
	ALK 制氢设备冲洗废水	pH、COD、SS 等	交由有处理能力的废水处理机构处理	间断
噪声	设备噪声	等效连续 A 声级	基础减振、弹性连接、置于室内或设置隔声罩等	连续
固废	氢气纯化系统	废脱氧剂	厂家回收	间断
		废干燥剂	厂家回收	间断
	除盐水系统、超纯水循环系统	废滤料	厂家回收	间断
		废 RO 膜	厂家回收	间断
		废树脂	厂家回收	间断
		废 EDI	厂家回收	间断
		配置盐水	废包装袋	交由有处理能力的单位处置
	配置碱液	废包装材料	交由有资质的危废处置单位处理	间断
	ALK 制氢系统	废碱液	交由有资质的危废处置单位处理	间断
	海洋气候模拟试验	试验废液	交由有资质的危废处置单位处理	间断
	碱液循环系统	废滤网	交由有资质的危废处置单位处理	间断
	设备保养与维护	废机油	交由有资质的危废处置单位处理	间断
		废空油桶	交由有资质的危废处置单位处理	间断
废含油抹布及手套		交由有资质的危废处置单位处理	间断	

### 3.3.6 物料平衡

本工程制氢系统物料平衡见表 3.3-2、图 3.3-10。

表 3.3-2 本工程制氢系统物料平衡一览表

类别	进料		出料	
	名称	进料量 (t/a)	名称	出料量 (t/a)
200 标方 PEM 试验槽 及制氢系统	超纯水	200	氢气	18
	/	/	氧气	142
	/	/	废水	20
	/	/	蒸发损耗	20
	<b>小计</b>	<b>200</b>	<b>小计</b>	<b>200</b>
500 标方 ALK 电解槽 制氢系统	纯水	451.83	氢气	45
	KOH	3.18	氧气	355
	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.032	废碱液	10
	/		蒸发损耗	45.042
	<b>小计</b>	<b>455.042</b>	<b>小计</b>	<b>455.042</b>
合计 (PEM+ALK 制氢系统)	超纯水	200	氢气	63
	纯水	451.83	氧气	497
	KOH	3.18	废水	20
	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.032	废碱液	10
	/		蒸发损耗	65.042
	<b>总计</b>	<b>655.042</b>	<b>总计</b>	<b>655.042</b>

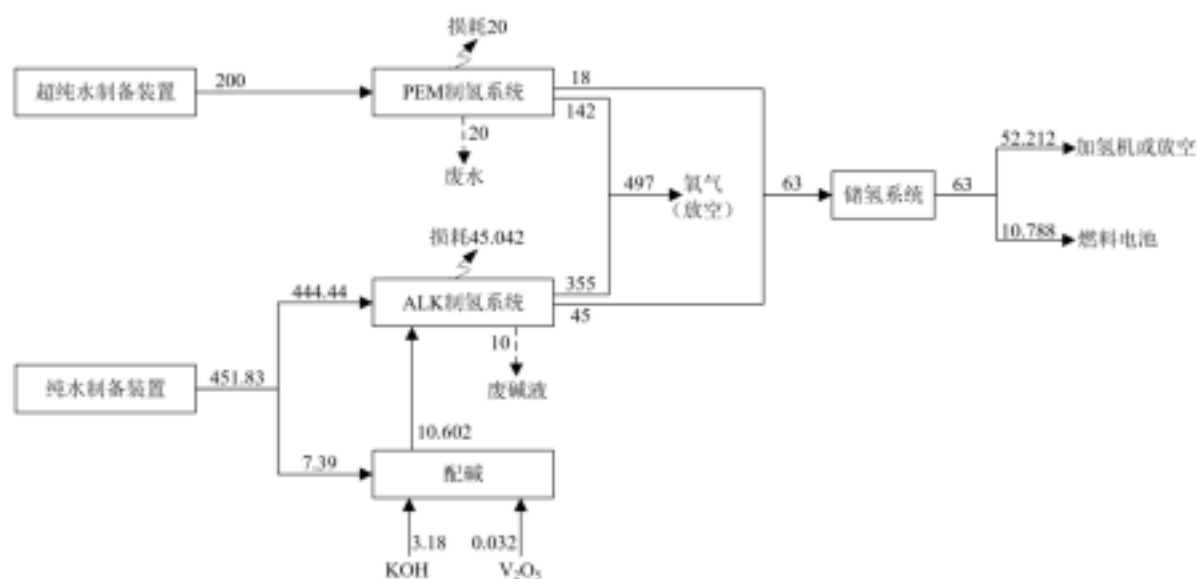


图 3.3-10 制氢系统物料平衡 (单位: t/a)

### 3.3.7 水平衡

#### 3.3.7.1 配碱给排水

500 标方 ALK 电解槽制氢系统使用的碱液需要使用纯水进行调配。系统启动前需配置 10t 碱液先打入电解槽及气液处理系统，碱液主要为 30%KOH 水溶液（ $V_2O_5$  0.3%），纯水使用量约  $6.97m^3$ ；制氢系统运行过程中碱液会因为气体带走后放空等造成蒸发损耗，根据设备供应商提供的经验数据，损耗量约为启动前配置用量的 6%，则碱液补充量为 0.6t，纯水消耗量为  $0.42m^3$ ；故 500 标方 ALK 电解槽制氢系统配碱纯水消耗量为  $7.39m^3/a$ （ $0.025m^3/d$ ，按 300 天折算）。

500 标方 ALK 电解槽制氢系统使用的碱液一年更换一次，更换的废碱液属于危险废物，收集后定期交由有资质的危废处置单位处理。

#### 3.3.7.2 制氢系统给排水

##### （1）200 标方 PEM 试验槽及制氢系统

根据电解水制氢反应式的质量守恒，生成  $1molH_2$  需要消耗  $1mol$  水，那么生成  $1Nm^3 H_2$  需要消耗的反应水的体积约 0.8L。

200 标方 PEM 试验槽及制氢系统采用超纯水制氢，额定产氢量  $200Nm^3/h$ ，年运行时间约 1000h，则制氢超纯水使用量为  $160m^3/a$ （ $0.16m^3/h$ ）。制氢系统运行过程中超纯水除了产出氢气消耗外，气体带走以及不定期排水也会造成损耗；根据设备供应商提供的经验数据，气体带走及排水损耗约占制氢超纯水总使用量的 20%，约  $40m^3/a$ 。故 200 标方 PEM 试验槽及制氢系统超纯水总使用量为  $200m^3/a$ （ $0.667m^3/d$ ，按 300 天折算）。

制氢系统运行过程中循环的超纯水电导率会逐渐升高，通过电导率控制系统不定期排放电导率偏高的超纯水，排水量约占总使用量的 10%，则 200 标方 PEM 试验槽及制氢系统排水量为  $20m^3/a$ （ $0.067m^3/d$ ，按 300 天折算）。该股水直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水。

##### （2）500 标方 ALK 电解槽制氢系统

根据电解水制氢反应式的质量守恒，生成  $1molH_2$  需要消耗  $1mol$  水，那么生成  $1Nm^3 H_2$  需要消耗的反应水的体积约 0.8L。

500 标方 ALK 电解槽制氢系统采用纯水制氢，额定产氢量  $500\text{Nm}^3/\text{h}$ ，年运行时间约 1000h，则制氢纯水使用量为  $400\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.4\text{m}^3/\text{h}$ )。制氢系统运行过程中纯水除了产出氢气消耗外，气体带走也会造成损耗；根据设备供应商提供的经验数据，气体带走损耗约占制氢纯水总使用量的 10%，约  $44.44\text{m}^3/\text{a}$ 。故 500 标方 ALK 电解槽制氢系统纯水总使用量为  $444.44\text{m}^3/\text{a}$  ( $1.481\text{m}^3/\text{d}$ ，按 300 天折算)。

### 3.3.7.3 制氢设备冲洗用排水

200 标方 PEM 试验槽及制氢系统运行过程中由于仅使用超纯水，因此，不需要冲洗。

500 标方 ALK 电解槽制氢系统约一年冲洗一次，采用纯水进行冲洗，根据设备供应商提供的经验数据，冲洗一次纯水使用量约  $20\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.067\text{m}^3/\text{d}$ ，按 300 天折算)，排水量约占使用量的 90%，则冲洗排水量为  $18\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.06\text{m}^3/\text{d}$ ，按 300 天折算)。该股废水交由有处理能力的废水处理机构处理。

### 3.3.7.4 海洋气候模拟试验给排水

本工程设有海洋气候模拟环境舱，在该舱体内进行海洋气候模拟试验，共进行盐雾试验、温度+盐雾试验、温湿度+盐雾试验 3 种试验环境。海洋气候模拟试验年运行 300 天，每天无固定运行时长，根据试验需求而定，预计每年运行时长 1500 小时。

#### (1) 盐雾系统

盐雾系统通过配置 5%氯化钠溶液，供给量为  $0.25\text{m}^3/\text{h}$ ，控制环境舱内盐雾浓度在  $0\text{mg}/\text{m}^3\sim 5\text{mg}/\text{m}^3$  范围内。盐雾试验年预计 1500 小时，则消耗 5%氯化钠溶液  $375\text{m}^3/\text{a}$ ，配置 5%氯化钠溶液纯水消耗量为  $367\text{m}^3/\text{a}$ 。

试验过程中盐雾将会逐渐沉降至环境舱内地面形成盐雾废液，沉降量约占使用量的 90%，则盐雾废液产生量约  $337.5\text{m}^3/\text{a}$ 。

#### (2) 控湿系统

控湿系统通过电热蒸汽加湿方式向舱内输送蒸汽达到加湿效果，采用纯水制蒸汽，蒸汽加湿量为  $0.05\sim 0.5\text{m}^3/\text{h}$ 。温湿度+盐雾试验按 750 小时考虑，蒸汽平均供给量按  $0.28\text{m}^3/\text{h}$  计，则蒸汽加湿耗水量为  $210\text{m}^3/\text{a}$ 。

试验过程中温湿度的调节导致蒸汽会发生冷凝沉降至环境舱内地面形成冷凝废水，冷凝量约占使用量的 90%，则冷凝废水产生量约  $189\text{m}^3/\text{a}$ 。

### (3) 清洗

海洋气候模拟试验结束后需对试验样品表面及环境舱内进行清洗，根据设备供应商提供的经验数据，每次清洗用水量约  $0.5\text{m}^3$ 。结合典型试验时长，试验次数按 60 次考虑，则清洗次数为 60 次，清洗用自来水量为  $30\text{m}^3/\text{a}$ 。考虑损耗按用水量的 10% 计，则清洗废水产生量约  $27\text{m}^3/\text{a}$ 。

### (4) 小结

综上，海洋气候模拟试验纯水使用量为  $577\text{m}^3/\text{a}$  ( $1.923\text{m}^3/\text{d}$ ，按 300 天折算)，自来水使用量为  $30\text{m}^3/\text{a}$  (约  $0.10\text{m}^3/\text{d}$ ，按 300 天折算)，总用水量为  $607\text{m}^3/\text{a}$  ( $2.023\text{m}^3/\text{d}$ ，按 300 天折算)。

在进行温湿度+盐雾试验时，冷凝废水与盐雾废液无法分开，均沉降至环境舱内地面形成混合液，且清洗废水产生量较少；故将环境舱内产生的废液、废水通过导排系统引入同一个收集池内暂存；试验过程中盐雾可能导致样品防腐层失效，溶出金属离子进入盐雾废液、冷凝废水、清洗废水中，故将盐雾废液、冷凝废水以及清洗废水的混合液作为废液处理，试验废液产生量为  $553.5\text{m}^3/\text{a}$  ( $1.845\text{m}^3/\text{d}$ )，含有重金属的试验废液属于危险废物，试验废液按危险废物进行处理，收集后定期交由有资质的危废处置单位处理。

#### 3.3.7.5 冷却冷冻系统给排水

本工程设置有冷却冷冻系统，均为闭式循环水系统。冷冻循环水、冷却循环水的补水量参考《工业循环冷却水处理设计规范》(GB/T 50050-2017)中“5.0.7 闭式系统的补充水量不宜大于循环水量的 1.0%”，冷却塔/凉水塔外部的喷淋循环水的补水量参考《工业循环冷却水处理设计规范》(GB/T 50050-2017)中“5.0.6 开式系统的补充水量”中的蒸发水量计算公式：

$$Q_e = k \cdot \Delta t \cdot Q_r$$

式中： $Q_e$ -----蒸发水量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )； $Q_r$ -----喷淋循环水量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )；

$\Delta t$ -----冷却水进、出温差 ( $^{\circ}\text{C}$ )；

$k$ -----蒸发损失系数 ( $1/^{\circ}\text{C}$ )；按表 3.3-3 取值。

表3.3-3 蒸发损失系数k

进塔大气温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	-10	0	10	20	30	40
k ( $1/^{\circ}\text{C}$ )	0.0008	0.0010	0.0012	0.0014	0.0015	0.0016

500 标方 ALK 电解槽制氢系统冷却水进水温度为 40℃，出水温度为 30℃，进出水温差为 10℃，参照上表，k 值取 0.0016。海洋气候模拟试验以及浮动摇摆模拟试验冷却水进水温度为 37℃，出水温度为 32℃，进出水温差为 5℃，参照上表，k 值保守取 0.0016。

200 标方 PEM 试验槽及制氢系统配套的冷水机组冷冻水循环总量为 70m<sup>3</sup>/h，年运行时间约 1000h，则冷冻水补水量为 70m<sup>3</sup>/a（0.07m<sup>3</sup>/h）。

500 标方 ALK 电解槽制氢系统配套的冷水机冷冻水循环量为 42m<sup>3</sup>/h；配套的凉水塔冷却水循环量为 130m<sup>3</sup>/h，喷淋水循环量为 150m<sup>3</sup>/h；年运行时间约 1000h，则冷冻水补水量为 42m<sup>3</sup>/a（0.042m<sup>3</sup>/h），冷却水补水量为 130m<sup>3</sup>/a（0.13m<sup>3</sup>/h），喷淋水补水量为 2400m<sup>3</sup>/a（2.4m<sup>3</sup>/h）。

氢气压缩机配套的水冷机组冷冻水循环量为 28m<sup>3</sup>/h，年运行时间约 1000h，则冷冻水补水量为 28m<sup>3</sup>/a（0.028m<sup>3</sup>/h）。

海洋气候模拟试验以及浮动摇摆模拟试验配套的冷却塔冷却水循环量为 125m<sup>3</sup>/h，喷淋水循环量为 130m<sup>3</sup>/h，年运行时间约 1500h，则冷却水补水量为 187.5m<sup>3</sup>/a（0.125m<sup>3</sup>/h），喷淋水补水量为 1560m<sup>3</sup>/a（1.04m<sup>3</sup>/h）。

综上，本工程冷冻水补水量为 140m<sup>3</sup>/a（0.467m<sup>3</sup>/d，按 300 天折算），冷却水补水量为 317.5m<sup>3</sup>/a（1.058m<sup>3</sup>/d，按 300 天折算），喷淋水补水量为 3960m<sup>3</sup>/a（13.2m<sup>3</sup>/d，按 300 天折算）。冷冻水采用纯水进行补水，冷却水采用自来水进行补水，喷淋水优先采用 200 标方 PEM 试验槽及制氢系统排水、除盐水系统排水及燃料电池排水，不足部分采用自来水补水。冷冻水、冷却水、喷淋水均循环使用不外排。

### 3.3.7.6 除盐水系统给排水

#### (1) 超纯水制备装置

200 标方 PEM 试验槽及制氢系统配套 1 套 1t/h 的超纯水制备装置，产水率约为 50%。根据前文可知，200 标方 PEM 试验槽及制氢系统消耗超纯水的量约为 200m<sup>3</sup>/a（0.667m<sup>3</sup>/d），超纯水制备装置采用自来水制备除盐水，自来水用量约为 400m<sup>3</sup>/a（1.333m<sup>3</sup>/d），则浓水产生量为 200m<sup>3</sup>/a（0.666m<sup>3</sup>/d）。

此外，超纯水制备装置每隔 48h 在线自动冲洗一次，制取 200m<sup>3</sup>/a 的超纯水年运行时间约 200h，则年冲洗次数约 5 次，每次冲洗用水量为 1m<sup>3</sup>，采用自来水冲洗，则冲洗用水量为 5m<sup>3</sup>/a，考虑损耗按用水量的 10%计，故冲洗废水量为 4.5m<sup>3</sup>/a。

因此，超纯水制备装置自来水总用量为  $405\text{m}^3/\text{a}$  ( $1.35\text{m}^3/\text{d}$ )，浓水及冲洗废水产生量为  $204.5\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.681\text{m}^3/\text{d}$ )。

## (2) 纯水制备装置

500 标方 ALK 电解槽制氢系统配套 1 套 5t/h 的纯水制备装置，产水率约为 50%。根据前文可知，配碱、500 标方 ALK 电解槽制氢系统制氢及设备冲洗、海洋气候模拟试验、冷却冷冻系统需要使用纯水，纯水需求量约为  $1188.83\text{m}^3/\text{a}$  ( $3.963\text{m}^3/\text{d}$ )，纯水制备装置采用自来水制备除盐水，自来水用量约为  $2377.66\text{m}^3/\text{a}$  ( $7.726\text{m}^3/\text{d}$ )，则浓水产生量为  $1188.83\text{m}^3/\text{a}$  ( $3.963\text{m}^3/\text{d}$ )。

此外，纯水制备装置每隔 72h 在线自动冲洗一次，制取  $1188.83\text{m}^3/\text{a}$  的纯水年运行时间约 238h，则年冲洗次数约 4 次，每次冲洗用水量为  $4\text{m}^3$ ，采用自来水冲洗，则冲洗用水量为  $16\text{m}^3/\text{a}$ ，考虑损耗按用水量的 10% 计，故冲洗废水量为  $14.4\text{m}^3/\text{a}$ 。

因此，纯水制备装置自来水总用量为  $2393.66\text{m}^3/\text{a}$  ( $7.979\text{m}^3/\text{d}$ )，浓水及冲洗废水产生量为  $1203.23\text{m}^3/\text{a}$  ( $4.011\text{m}^3/\text{d}$ )。

综上，本工程除盐水系统自来水使用量为  $2798.66\text{m}^3/\text{a}$  ( $9.329\text{m}^3/\text{d}$ )，浓水及冲洗废水产生量为  $1407.73\text{m}^3/\text{a}$  ( $4.692\text{m}^3/\text{d}$ )，该股水直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水。

### 3.3.7.7 燃料电池给排水

本工程配套 1 台 200kW 质子交换膜燃料电池 (PEMFC)，通过利用氢的储能特性及电-氢灵活转化关系进行发电。

燃料电池额定功率为 200kW，额定功率消耗氢气约  $150\text{Nm}^3/\text{h}$ ，平均每年运行约 100 天、每天 8 小时，消耗氢气量 12 万  $\text{Nm}^3/\text{a}$  ( $1200\text{Nm}^3/\text{d}$ )，折合 10.788t/a。

燃料电池发电过程中氧气与氢气结合形成水，生成的水蒸汽中，大部分冷凝成废水，小部分直接排放至空气中。根据氢气的反应量以及反应方程式可知，燃料电池发电生成的水蒸汽产生量约为  $97.09\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.324\text{m}^3/\text{d}$ ，按 300 天折算)，约 90% 冷凝为废水，则燃料电池发电废水产生量约为  $87.38\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.291\text{m}^3/\text{d}$ ，按 300 天折算)，该股水直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水。

### 3.3.7.8 小结

本工程不新增劳动定员，由一期工程调配，员工生活给排水已计入一期工程，本评价不再重复核算。

本工程用水主要由市政自来水供给，自来水使用量约为  $5591.05\text{m}^3/\text{a}$  ( $18.637\text{m}^3/\text{d}$ )，其中海洋气候模拟试验消耗自来水量  $30\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.1\text{m}^3/\text{d}$ )，冷却冷冻系统消耗自来水量  $2762.39\text{m}^3/\text{a}$  ( $9.208\text{m}^3/\text{d}$ )，除盐水系统消耗自来水量  $2798.66\text{m}^3/\text{a}$  ( $9.329\text{m}^3/\text{d}$ )。此外，冷却冷冻系统还使用回用水进行补水，共  $1515.11\text{m}^3/\text{a}$  ( $5.05\text{m}^3/\text{d}$ )，回用水分别来自 200 标方 PEM 试验槽及制氢系统排水、除盐水系统排水、燃料电池排水。本工程总用水量为  $7106.16\text{m}^3/\text{a}$  ( $23.687\text{m}^3/\text{d}$ )。

本工程排水分别来自 200 标方 PEM 试验槽及制氢系统排水  $20\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.067\text{m}^3/\text{d}$ )、500 标方 ALK 电解槽制氢系统冲洗排水  $18\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.06\text{m}^3/\text{d}$ )、除盐水系统排水  $1407.73\text{m}^3/\text{a}$  ( $4.692\text{m}^3/\text{d}$ )、燃料电池排水  $87.38\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.291\text{m}^3/\text{d}$ )，共  $1533.11\text{m}^3/\text{a}$  ( $5.11\text{m}^3/\text{d}$ )；其中，200 标方 PEM 试验槽及制氢系统排水、除盐水系统排水、燃料电池排水均直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水，ALK 制氢设备冲洗废水交有处理能力的废水处理机构处理。

冷却冷冻系统的冷冻水、冷却水、喷淋水循环使用不外排。配碱经 ALK 制氢系统使用后的碱液更换时作为废液，属于危险废物交由有资质的危废处置单位处理；海洋气候模拟试验产生的废污水作为废液，按危险废物交由有资质的危废处置单位处理。

本工程水平衡见表 3.3-4、图 3.3-11~12。

表 3.3-4 本工程水平衡一览表

类别	淡水						海水						合计		损耗		排水		
	超纯水		纯水		自来水		回用水		合计		蒸发		其他		回用		去污		
	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d	
配碱	0	0	7.39	0.025	0	0	0	0	7.39	0.025	0	0	0	0	7.39	0.025	0	0	0.025
	200.00	0.667	0	0	0	0	0	0	200.00	0.667	0	0	0	180	0.600	0.067	20.00	0.067	0.067
制氢系统	0	0	444.44	1.481	0	0	7.39	0.025	451.83	1.506	0	0	444.86	1.483	6.97	0.023	0	0	0.023
	200.00	0.667	444.44	1.481	0	0	7.39	0.025	651.83	2.173	0	0	624.83	2.083	26.97	0.090	0	0	0.090
ALK 制氢设备冲洗	0	0	20.00	0.067	0	0	0	0	20.00	0.067	0	0	2.00	0.007	18.00	0.060	0	0	0.060
海洋气候模拟试验	0	0	577.00	1.923	30.00	0.100	0	0	607.00	2.023	0	0	60.70	0.202	546.30	1.821	0	0	1.821
冷却冷冻系统	0	0	140.00	0.467	2762.39	9.208	1515.11	5.050	4417.50	14.725	0	0	4417.50	14.725	0	0	0	0	0
除盐水系统	0	0	0	0	405	1.350	0	0	405.00	1.350	0	0	0.50	0.002	404.50	1.348	0	0	1.348
	0	0	0	0	2393.66	7.979	0	0	2393.66	7.979	0	0	1.60	0.005	2392.06	7.974	0	0	7.974
小计	0	0	0	0	2798.66	9.329	0	0	2798.66	9.329	0	0	2.10	0.007	2796.56	9.322	0	0	9.322
燃料电池发电	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87.38	0.291	0	0	0.291
合计	200.00	0.667	1188.83	3.963	5591.05	18.637	0	0	7180.48	23.261	0	0	2.10	0.007	7178.38	23.254	0	0	23.254

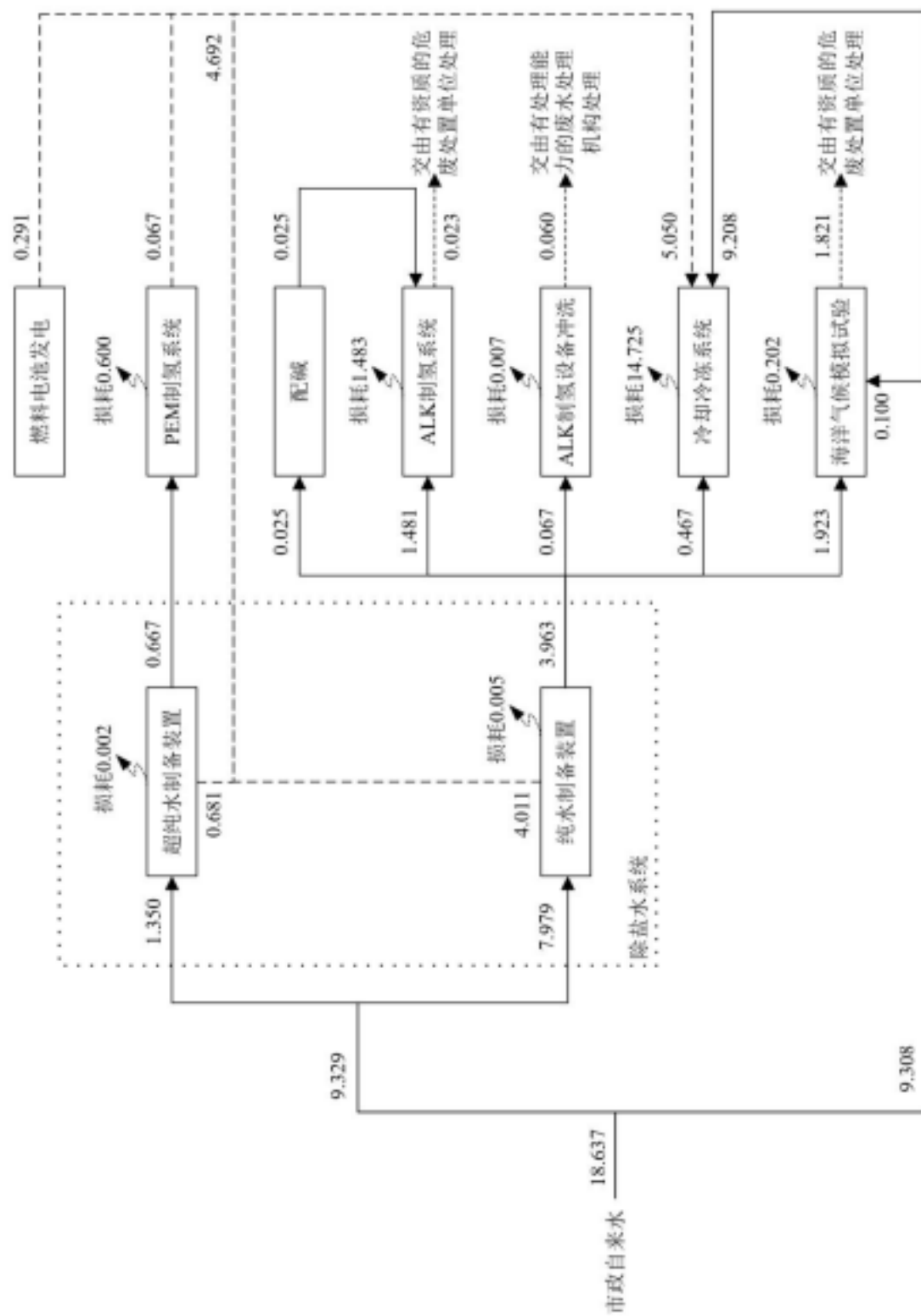


图3.3-11 本工程日水平衡图（单位：m³/d）

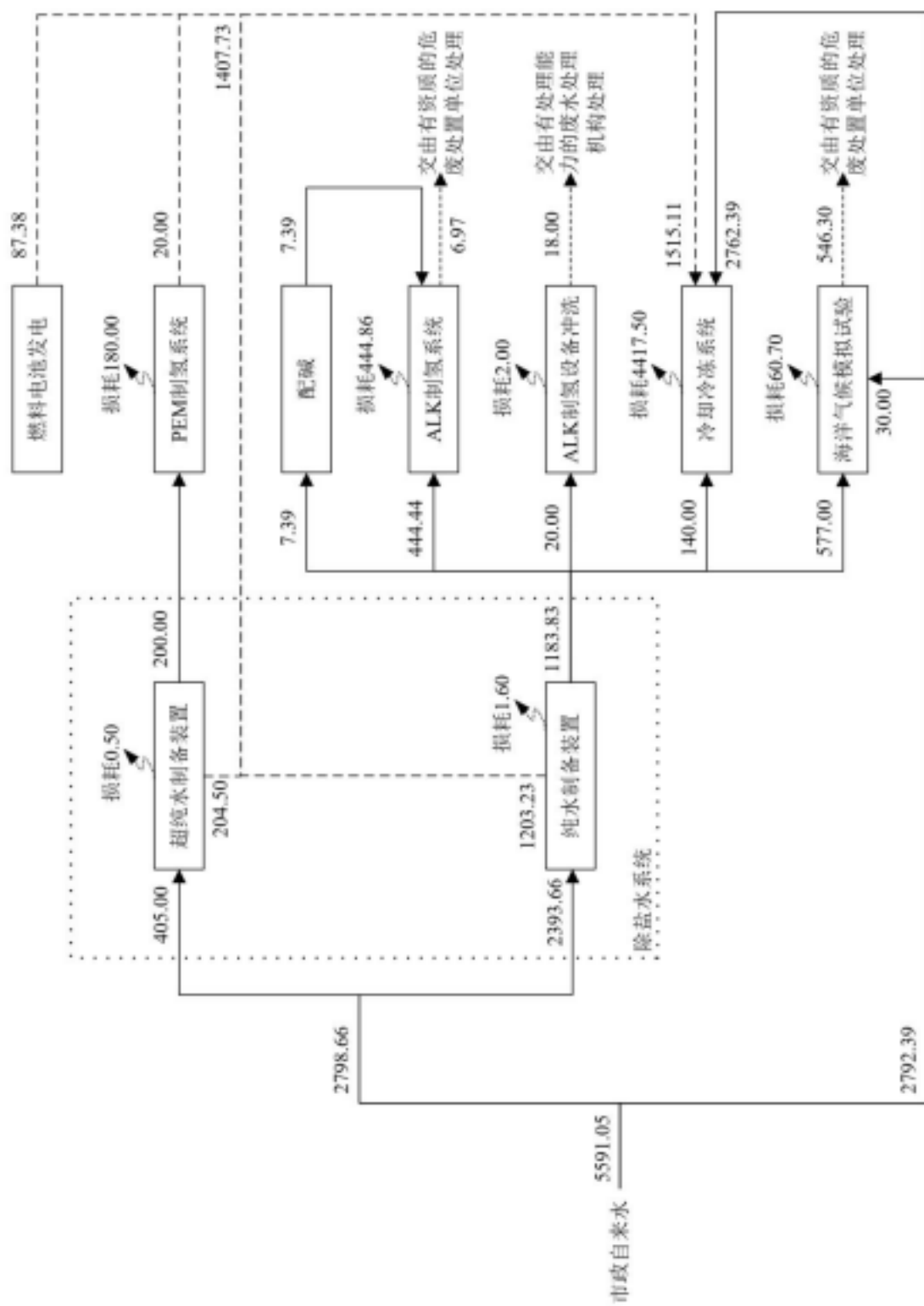


图3.3-12 本工程年水平衡图（单位：m<sup>3</sup>/a）

## 3.4 二期工程污染源源强核算

### 3.4.1 废气

本工程制氢系统运行期间排放的废气主要为制氢过程排放的  $O_2$ 、放空  $H_2$ 、吹扫  $N_2$ ， $O_2$ 、 $H_2$ 、 $N_2$ 均属于非污染型气体。

本工程设 1 台 300kW 的备用柴油发电机，以柴油作为燃料，其运行时排放的燃油废气中含有  $SO_2$ 、 $NO_x$ 、颗粒物等污染物。

备用柴油发电机柴油消耗量采用《环境影响评价工程师职业资格登记培训系列教材（社会区域）》推荐的参数进行计算：单位耗油量按 212.5g/kW·h 计。根据《柴油发电机运行管理作业指导书》规定，柴油发电机需每个月应试运行半个小时；同时考虑到市电只有在线路维修的情况下才会停止供电，因此备用柴油发电机按每个月使用一次，每次工作 8 小时，年运行时间为 96 小时，则全年共耗油 6.12t。

参考《关于发布〈排放源统计调查产排污核算方法和系数手册〉的公告》（环境保护部公告 2021 年第 24 号）中《4430 工业锅炉（热力供应）行业系数手册》燃油工业锅炉产污系数，见下表。

表 3.4-1 柴油燃烧产污系数一览表

序号	污染物	产污系数	单位	系数来源
1	工业废气量	17804	标立方米/吨-原料	《排污许可证申请与核发技术规范 锅炉》 (HJ953-2018)
2	颗粒物	0.26	千克/吨-原料	
3	$SO_2$	19S <sup>①</sup>	千克/吨-原料	
4	$NO_x$	3.03	千克/吨-原料	

注：①产污系数表中二氧化硫的产污系数是以含硫量(S%)的形式表示的，其中含硫量(S%)是指燃料收到基硫分含量，以质量百分数的形式表示。例如燃料中含硫量(S%)为 3%，则 S=3。根据《关于全国全面供应硫含量不大于 10ppm 普通柴油的公告》，2017 年 11 月 1 日起，全国全面供应硫含量不大于 10ppm 的普通柴油，同时停止国内销售硫含量大于 10ppm 的普通柴油，即：柴油硫含量不大于 10mg/kg。本项目 S 取 10mg/kg。

备用柴油发电机采用低氮燃烧技术，参考《4430 工业锅炉（热力供应）行业系数手册》中低氮燃烧氮氧化物去除效率为 30%。备用柴油发电机燃油废气通过专门的排气管引至所在建筑天面排放，备用柴油发电机燃油废气产排情况详见下表。

表 3.4-2 备用柴油发电机燃油废气产排量

污染物	废气量 (m <sup>3</sup> /a)	废气产生情况			废气排放情况		
		产生量 (kg/a)	产生速率 (kg/h)	产生浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	排放量 (kg/a)	排放速率 (kg/h)	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
SO <sub>2</sub>	108960	0.116	0.0012	1.06	0.116	0.0012	1.06
NO <sub>x</sub>		18.544	0.1932	170.19	12.981	0.1352	119.13
颗粒物		1.591	0.0166	14.60	1.591	0.0166	14.60

### 3.4.2 废水

本工程运行期间废水主要包括除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水、ALK 制氢设备冲洗废水。本工程劳动定员由一期工程调配，员工生活污水已计入一期工程，本评价不再重复核算。

#### (1) 除盐水系统废水

本工程除盐水系统包括 1 套 1t/h 的超纯水制备装置、1 套 5t/h 的纯水制备装置，产水率均按 50% 计。

除盐水系统废水主要包括超纯水、纯水制备过程产生的浓水以及设备的冲洗废水。根据前文“3.3.7 水平衡”小节可知，除盐水系统浓水及冲洗废水产生量为 1407.73m<sup>3</sup>/a (4.692m<sup>3</sup>/d)。

除盐水系统废水主要以浓水为主，冲洗废水量较小；故除盐水系统废水产生浓度按浓水产生浓度核算。浓水中主要污染物为 COD、TDS 等。

根据《给水排水设计手册 第 05 册 城镇排水》，浓水水质与反渗透装置进水水质和系统产水率有关，若进水某一污染物浓度为 C<sub>0</sub>，系统产水率为 X，则浓水中该污染物浓度 C 公式如下：

$$C = \frac{1}{1-X} \times C_0$$

本工程所在地自来水由玄武山自来水厂供应，根据陆丰市疾病预防控制中心出具的连续一年的检验报告，在镇内、湖坑、玉燕中学的自来水水质详见下表 3.4-3。

表 3.4.3 本工程所在地自来水水质一览表（单位：mg/L，注明者除外）

监测项目	2024年						2025年						平均值
	10.31	11.22	12.17	01.17	02.21	03.17	04.23	05.20	06.20	07.24	08.28	09.28	
监测点位	镇内	湖坑	镇内	湖坑	镇内	镇内	湖坑	镇内	镇内	玉燕中学	镇内	镇内	
色度/度	<5	<5	<1	<1	<5	<1	<5	<5	<1	<1	<1	<5	
浊度/NTU	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
pH值/无量纲	7.08	7.17	7.08	6.97	7.03	7.53	6.98	6.8	6.87	7.11	7.04	6.79	
氨(以 N 计)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
溶解性总固体	60	76	91	57	83	52	108	52	98	86	79	83	
高锰酸盐指数(以 O <sub>2</sub> 计)	1.28	1.00	0.88	1.28	1.12	0.96	1.00	1.08	1.88	1.28	1.08	1.20	
硫酸盐	6.2	7.2	7.4	6.4	7.8	5.8	8.6	6.4	5.8	8.0	5.2	7.4	
氯化物	6.0	4.0	6.0	<1.0	2.0	2.0	8.0	10.0	9.0	6.5	4.0	4.5	
总硬度(以 CaCO <sub>3</sub> 计)	12.8	12.8	11	6.7	13.7	12.5	13.4	14.3	12.0	11.6	14.6	12.5	
铁	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	0.031	0.064	0.031	
锰	0.042	0.035	0.077	0.056	0.026	0.017	0.012	0.059	0.041	<0.010	0.036	<0.010	

注：未检出的在计算平均值时按检出限的一半计。

本次评价采用工程所在地自来水水质年度均值作为自来水污染物浓度，采用前述浓水污染物浓度计算公式核算浓水水质，浓水水质见表 3.4-4。

本工程拟回用除盐水系统废水，作为冷却冷冻系统中的喷淋水补水，喷淋水用于间接冷却循环冷却水，喷淋水补充水无相关水质控制限值，故参考执行《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）表 1 中间冷开式循环冷却水补充水控制限值；根据表 3.4-4 可知，除盐水系统废水可满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）表 1 中间冷开式循环冷却水补充水控制限值；故本工程除盐水系统废水经收集后全部回用于喷淋水补水，不外排。

**表 3.4-4 本工程除盐水系统废水水质一览表（单位：mg/L，注明者除外）**

序号	污染物	自来水水质	浓水水质	GB/T19923-2024 中间冷开式循环冷却水补充水
1	色度/度	2.5	5	20
2	浊度/NTU	0.5	1	5
3	pH 值（无量纲）	7.04	>7.04, <9.0	6.0~9.0
4	氨(以 N 计)	0.01	0.02	5
5	溶解性总固体	77	154	1000
6	高锰酸盐指数(以 O <sub>2</sub> 计)	1.17	2.34	/
7	硫酸盐	6.9	13.8	250
8	氯化物	5.2	10.4	250
9	总硬度(以 CaCO <sub>3</sub> 计)	12.3	24.6	450
10	铁	0.022	0.044	0.3
11	锰	0.034	0.068	0.1
12	COD <sub>Cr</sub>	3.65	7.30	50

注：参考《高锰酸盐指数与化学需氧量的相关性分析及应用》（宋盼盼等），COD<sub>Cr</sub>与耗氧量的关系可按曲线方程  $y=2.6100x+0.5943$ （式中：y 为化学需氧量；x 为高锰酸盐指数）换算。

## （2）PEM 制氢系统废水

本工程 PEM 制氢系统运行过程中循环的超纯水电导率会逐渐升高，通过电导率控制系统不定期排放电导率偏高的超纯水，排放量为 20m<sup>3</sup>/a（0.067m<sup>3</sup>/d）。排放的超纯水电导率一般在 1~1.5μs/cm 之间，超纯水循环过程中几乎未受污染，因此，PEM 制氢系统排放的超纯水，其水质依然较清洁，基本无污染物产生，可满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）表 1 中间冷开式循环冷却水补充水控制限值，经收集后全部回用于喷淋水补水，不外排。

## （3）燃料电池发电废水

本工程氢气燃料电池发电过程中氧气与氢气结合形成水，生成的水蒸汽中，大部分冷凝成废水，小部分直接排放至空气中。燃料电池发电废水产生量约为  $87.38\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.291\text{m}^3/\text{d}$ )，其水质较清洁，基本无污染物产生，可满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）表 1 中间冷开式循环冷却水补充水控制限值，经收集后全部回用于喷淋水补水，不外排。

#### (4) ALK 制氢设备冲洗废水

ALK 制氢系统约一年冲洗一次，冲洗废水量为  $18\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.06\text{m}^3/\text{d}$ )，主要污染物为 pH、COD、SS 等。该股废水交由有处理能力的废水处理机构处理。

#### (5) 废水产排污汇总

表 3.4-5 本工程废水产排污汇总表

类别	废水产生量	主要污染物	废水去向	废水排放量
除盐水系统废水	$1407.73\text{m}^3/\text{a}$	COD、TDS 等	直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水	0
PEM 制氢系统废水	$20\text{m}^3/\text{a}$	/	直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水	0
燃料电池发电废水	$87.38\text{m}^3/\text{a}$	/	直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水	0
ALK 制氢设备冲洗废水	$18\text{m}^3/\text{a}$	pH、COD、SS 等	交由有处理能力的废水处理机构处理	0

### 3.4.3 噪声

本工程运行时制氢系统、氢气压缩机、空压机、冷却塔、冷水机等设备将会产生噪声，源强在  $60\sim 100\text{dB}(\text{A})$  之间，主要噪声源排放源强及治理措施见下表。

表 3.4-6 本工程主要声源源强及拟采取的降噪措施

序号	噪声源	声源位置	声源特征	数量	1m 处声压级 dB(A)	拟采取降噪措施
1	PEM 制氢撬块	氢能试验区	频发	1 套	75	选低噪声设备，减振、弹性连接，置于集装箱内
2	PEM 控制撬块	氢能试验区	频发	1 套	75	
3	ALK 制氢撬块	氢能试验区	频发	1 套	75	
4	PEM 冷水机组	氢能试验区	频发	1 套	85	
5	纯水机	氢能试验区	频发	1 套	75	
6	冷水机	氢能试验区	频发	2 套	85	
7	凉水塔	氢能试验区	频发	1 套	85	选低噪声设备，减振、弹性连接
8	电源变压器	氢能试验区	频发	2 套	65	

9	整流柜	氢能试验区	频发	2套	60	
10	燃料电池模块	氢能试验区	频发	1套	85	选低噪声设备，减振、弹性连接，置于集装箱内
11	海洋环境试验舱配套设备	氢能试验区	频发	1套	85	选低噪声设备，减振、弹性连接
12	浮动摇摆试验平台配套设备	氢能试验区	频发	1套	85	
13	冷却塔	氢能试验区	频发	1套	85	
14	空压机撬块	辅助生产楼	频发	1用1备	85	选低噪声设备，减振、弹性连接，置于室内
15	制氢试验变	辅助生产楼	频发	1套	60	
16	工业水泵	辅助生产楼	频发	2用1备	75	
17	氢气压缩机	储氢供氢区	频发	2套	85	选低噪声设备，减振、弹性连接、隔声罩
18	压缩机冷水机组	储氢供氢区	频发	2套	85	选低噪声设备，减振、弹性连接、消声器
19	加氢机	储氢供氢区	偶发	1台	70	选低噪声设备，减振、弹性连接
20	氢气放空管	储存工程区	偶发	1根	100	消声
21	备用柴油发电机	辅助生产楼	偶发	1台	95	选低噪声设备，减振、弹性连接，置于室内

### 3.4.4 固废

本工程运行期间固体废物种类主要为氢气纯化系统产生的废脱氧剂及废干燥剂、除盐水系统产生的废滤料/废RO膜/废EDI、超纯水循环系统产生的废滤料/废树脂、氯化钠配置盐水产生的废包装袋、氢氧化钾及五氧二钒配置碱液产生的废包装材料、制氢装置产生的废碱液、海洋环境气候模拟试验产生的试验废液、废机油、废空油桶、废含油抹布及手套、碱液循环系统产生的废滤网。本工程不新增劳动定员，由一期工程调配，员工生活垃圾已计入一期工程，本评价不再重复核算。

①**废脱氧剂**：氢气纯化系统采用铱铂触媒催化剂作为脱氧剂，为保证脱氧效果，脱氧剂约5年更换一次，废脱氧剂产生量约为0.25t/次（约0.05t/a）。铱铂触媒催化剂在除杂过程中本身不发生化学反应，接触的物质为氢气、氧气和水，未接触有毒、有

害物质，不具有危险性，不属于《国家危险废物名录》（2025年版）中所列的危险废物，每次更换后直接由厂家带走，不在厂区贮存。

②**废干燥剂**：氢气纯化系统采用 13X 分子筛作为干燥剂，并通过反吹实现再生，循环利用；13X 分子筛为钠 X 型碱金属硅铝酸盐，是一种人工合成的多孔硅铝酸盐晶体，化学式为  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{XSiO}_2 \cdot (6-7)\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \approx 2.4 \sim 3$ )；为保证干燥效果，干燥剂约 5 年更换一次，废干燥剂产生量约为 0.3t/次（约 0.06t/a）。分子筛用于吸附水分子达到干燥的目的，不属于含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质，无危险特性，每次更换后直接由厂家带走，不在厂区贮存。

③**废滤料**：除盐水系统设有 1 套超纯水制备装置、1 套纯水制备装置；超纯水制备装置中约半年更换一次 PP 滤料、精密活性炭滤料、KDF 复合滤料，废滤料产生量约 0.19t/次（0.38t/a）；纯水制备装置中精密过滤器的 PP 滤料约半年更换一次、废滤料产生量约 0.005t/次（0.01t/a），多介质过滤器的活性炭和石英砂滤料约 2 年更换一次、废滤料产生量约 0.46t/次（0.23t/a）。PEM 制氢的超纯水循环系统中的过滤器，约半年更换一次 PP 滤料，废滤料产生量约 0.01t/次（0.02t/a）。综上，本工程废滤料产生量约 0.64t/a，每次更换后直接由厂家带走，不在厂区贮存。

④**废 RO 膜**：除盐水系统设有 1 套超纯水制备装置、1 套纯水制备装置，均设有反渗透工艺，反渗透膜约 2 年更换一次，废 RO 膜产生量约 0.06t/次（0.03t/a），每次更换后直接由厂家带走，不在厂区贮存。

⑤**废树脂**：PEM 制氢的超纯水循环系统中的净化器，约 2 年更换一次抛光树脂，废树脂产生量约 0.08t/次（0.04t/a），每次更换后直接由厂家带走，不在厂区贮存。

⑥**废 EDI**：超纯水制备装置中设有 EDI 模块，约 5 年更换一次 EDI 模块（主要为离子交换膜和离子交换树脂），废 EDI 产生量约 0.1t/次（0.02t/a），每次更换后直接由厂家带走，不在厂区贮存。

⑦**废包装袋**：海洋环境气候模拟试验需要使用到 NaCl，以配置盐水进行盐雾试验，氯化钠使用量约 19.3t/a，采用 50kg 袋装，废包装袋，废包装袋产生量为 386 个（约 0.05t/a），定期交由有处理能力的单位处置。

⑧**废包装材料**：ALK 制氢系统需要使用 KOH、 $\text{V}_2\text{O}_5$  配置 30%KOH 水溶液（ $\text{V}_2\text{O}_5$  0.3%）作为电解液，KOH、 $\text{V}_2\text{O}_5$  使用量分别为 3.18t/a、0.032t/a，分别采用 25kg 袋装、500g 瓶装，废包装材料产生量为 192 个（约 0.02t/a）。由于 KOH、 $\text{V}_2\text{O}_5$  分别为腐蚀品、毒害品，均属于危险化学品，产生的废包装材料属于《国家危险废物

名录》（2025年版）中的危险废物（HW49 其他废物，废物代码 900-041-49），集中收集后暂存于危废间，定期交由有资质的危废处置单位处理。

⑨**废碱液**：ALK 制氢系统需要使用 KOH、 $V_2O_5$  配置 30%KOH 水溶液（ $V_2O_5$  0.3%）作为电解液，通过碱液循环系统在制氢过程中不断循环使用，约每年排放一次，废碱液产生量约 10t/a。根据《国家危险废物名录》（2025年版），废碱液属于危险废物（HW35 废碱，废物代码为 900-399-35。本工程设置 1 座 50m<sup>3</sup>地下废碱池，用于暂存废碱液，定期交由有资质的危废处置单位处理。

⑩**试验废液**：本工程设有海洋气候模拟环境舱，在该舱体内进行盐雾试验、温度+盐雾试验、温湿度+盐雾试验 3 种试验环境，该项试验会产生盐雾废液、冷凝废水、清洗废水的混合液，作为试验废液处理，试验废液产生量为 553.5t/a。试验过程中盐雾可能导致样品防腐层失效，溶出金属离子进入废液中，因此，不排除试验废液存在重金属的可能，故试验废液参照《国家危险废物名录》（2025年版）中 HW49 其他废物（废物代码 900-047-49）作为危险废物处理，本工程设置 1 座 24m<sup>3</sup>地下废液池，用于暂存试验废液，定期交由有资质的危废处置单位处理。

⑪**废滤网**：ALK 制氢系统配套碱液循环系统，碱液循环系统设有碱液过滤器，约 2 年更换一次滤网，废滤网产生量约 0.02t/次（0.01t/a）。由于碱液中含有的 KOH、 $V_2O_5$  分别为腐蚀品、毒害品，根据《国家危险废物名录》（2025年版），废滤网属于危险废物（HW49 其他废物，废物代码 900-041-49），集中收集后暂存于危废间，定期交由有资质的危废处置单位处理。

⑫**废机油**：空压机、氢气压缩机等设备保养维护会产生废机油，产生量约为 0.2t/a。根据《国家危险废物名录》（2025年版），废机油属于危险废物（HW08 废矿物油与含矿物油废物，废物代码 900-249-08），集中收集后暂存于危废间，定期交由有资质的危废处置单位处理。

⑬**废空油桶**：项目设备保养维护机油使用量约为 0.2t/a，废机油包装规格为 25kg/桶，则废空油桶产生量为 8 个（约 0.01t/a）。根据《国家危险废物名录》（2025年版），废空油桶属于危险废物（HW08 废矿物油与含矿物油废物，废物代码 900-249-08），集中收集后暂存于危废间，定期交由有资质的危废处置单位处理。

⑭**废含油抹布及手套**：项目设备保养维护过程中会产生废含油抹布及手套，产生量约为 0.01t/a。根据《国家危险废物名录》（2025 年版），废含油抹布及手套属于危险废物（HW49 其他废物，废物代码 900-041-49），集中收集后暂存于危废间，定期交由有资质的危废处置单位处理。

本工程固废产生及处理处置情况如下。

表 3.4-7 本工程固体废物产生情况一览表

序号	固废名称	固废类别	产生量 t/a	处置方式
1	废脱氧剂	一般固废	0.05	厂家回收
2	废干燥剂	一般固废	0.06	厂家回收
3	废滤料	一般固废	0.64	厂家回收
4	废 RO 膜	一般固废	0.03	厂家回收
5	废树脂	一般固废	0.04	厂家回收
6	废 EDI	一般固废	0.02	厂家回收
7	废包装袋	一般固废	0.05	交由有处理能力的单位处置
8	废包装材料	危险废物 (危废代码：900-041-49)	0.02	交由有资质的危废处置单位处理
9	废碱液	危险废物 (危废代码：900-399-35)	10	交由有资质的危废处置单位处理
10	试验废液	危险废物 (危废代码：900-047-49)	553.5	交由有资质的危废处置单位处理
11	废滤网	危险废物 (危废代码：900-041-49)	0.01	交由有资质的危废处置单位处理
12	废机油	危险废物 (危废代码：900-249-08)	0.2	交由有资质的危废处置单位处理
13	废空油桶	危险废物 (危废代码：900-249-08)	0.01	交由有资质的危废处置单位处理
14	废含油抹布及手套	危险废物 (危废代码：900-041-49)	0.01	交由有资质的危废处置单位处理

表 3.4-8 本工程危险废物汇总表

序号	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量 (t/a)	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	废包装材料	HW49 其他废物	900-041-49	0.02	配碱	固体	包装材料	KOH V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	不定期	T	废碱液暂存于废碱池，试

序号	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量 (t/a)	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
2	废碱液	HW35 废碱	900-399-35	10	ALK制氢系统	液体	碱液	KOH V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1年	C,T	废液暂存于废液池，其余危废暂存于危险废物暂存间，定期交由有资质的危废处置单位处理
3	试验废液	HW49 其他废物	900-047-49	553.5	海洋气候模拟环境舱	液体	无机废液	含重金属	不定期	T	
4	废滤网	HW49 其他废物	900-041-49	0.01	碱液过滤器	固体	滤网	KOH V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2年	T	
5	废机油	HW08 废矿物油与含矿物油废物	900-249-08	0.2	设备保养维护	液体	矿物油	矿物油	不定期	T,I	
6	废空油桶	HW08 废矿物油与含矿物油废物	900-249-08	0.01	设备保养维护	固体	包装桶	矿物油	不定期	T,I	
7	废含油抹布及手套	HW49 其他废物	900-041-49	0.01	设备保养	固体	抹布及手套	矿物油	不定期	T	

### 3.4.5 污染物汇总

表 3.4-9 本工程营运期主要污染物排放情况一览表

类别	污染源及污染物		产生量	削减量	排放量	治理措施
废气	备用柴油发电机燃油废气	SO <sub>2</sub>	0.116kg/a	0	0.116kg/a	采用低氮燃烧技术
		NO <sub>x</sub>	18.544kg/a	5.563t/a	12.981kg/a	
		颗粒物	1.591kg/a	0	1.591kg/a	
废水	除盐水系统废水		1407.73m <sup>3</sup> /a	1407.73m <sup>3</sup> /a	0	直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水
	PEM 制氢系统废水		20m <sup>3</sup> /a	20m <sup>3</sup> /a	0	
	燃料电池发电废水		87.38m <sup>3</sup> /a	87.38m <sup>3</sup> /a	0	

类别	污染源及污染物		产生量	削减量	排放量	治理措施
	ALK 制氢设备冲洗废水		18m <sup>3</sup> /a	18m <sup>3</sup> /a	0	交由有处理能力的废水处理机构处理
噪声	设备	等效连续 A 声级	60~100dB (A)			减振/隔声/消声
固废	氢气纯化系统	废脱氧剂	0.05t/a	0.05t/a	0	厂家回收
		废干燥剂	0.06t/a	0.06t/a	0	
	除盐水系统、超纯水循环系统	废滤料	0.64t/a	0.64t/a	0	
		废 RO 膜	0.03t/a	0.03t/a	0	
		废树脂	0.04t/a	0.04t/a	0	
		废 EDI	0.02t/a	0.02t/a	0	
	配置盐水	废包装袋	0.05t/a	0.05t/a	0	交由有处理能力的单位处置
	配置碱液	废包装材料	0.02t/a	0.02t/a	0	交由有资质的危废处置单位处理
	ALK 制氢系统	废碱液	10t/a	10t/a	0	
	海洋气候模拟试验	试验废液	553.5t/a	553.5t/a	0	
	碱液循环系统	废滤网	0.01t/a	0.01t/a	0	
	设备保养维护	废机油	0.2t/a	0.2t/a	0	
废空油桶		0.01t/a	0.01t/a	0		
废含油抹布及手套		0.01t/a	0.01t/a	0		

### 3.5 污染物排放量“三本账”

本工程投运后，综合能源岛陆上试验基地项目污染物排放“三本账”如下表所示。

表 3.5-1 污染物排放“三本账”一览表（单位：t/a，注明者除外）

类别	项目	现有工程 实际排放量	现有工程 许可排放量	本工程 排放量	以新带老 削减量	总体工程 排放量	增减 量
废气	SO <sub>2</sub>	0	/	0.0001	/	0.0001	0.0001
	NO <sub>x</sub>	0	/	0.013	/	0.013	0.013
	颗粒物	0	/	0.002	/	0.002	0.002
废水	/	0	/	0	/	0	0
固废	生活垃圾	30.0	/	0	/	30.0	0
	污泥	11.475	/	0	/	11.475	0
	废包装材料	0.10	/	0.05	/	0.15	0.05
	废设备零部件	1.20	/	0	/	1.20	0

废润滑油/废机油	0.270	/	0.2	/	0.470	0.2
废液压油	≤0.006t/次	/	0	/	≤0.006t/次	0
废变压器油	≤126t/次	/	0	/	≤126t/次	0
废油滤芯	0.20	/	0	/	0.20	0
废空油桶	0.10	/	0.01	/	0.11	0.01
废储能电池	10.0t/次	/	0	/	10.0t/次	0
废铅酸蓄电池	≤3.0t/次	/	0	/	≤3.0t/次	0
废含油抹布及手套	0.1	/	0.01	/	0.11	0.01
废脱氧剂	0	/	0.05	/	0.05	0.05
废干燥剂	0	/	0.06	/	0.06	0.06
废滤料	0	/	0.64	/	0.64	0.64
废RO膜	0	/	0.03	/	0.03	0.03
废树脂	0	/	0.04	/	0.04	0.04
废EDI	0	/	0.02	/	0.02	0.02
废包装材料（危废）	0	/	0.05	/	0.05	0.05
废碱液	0	/	10	/	10	10
试验废液	0	/	553.5	/	553.5	553.5
废滤网	0	/	0.01	/	0.01	0.01

注：固废为产生量。

### 3.6 总量控制

根据《广东省生态环境保护“十四五”规划》，总量控制指标主要为化学需氧量、氨氮、氮氧化物和挥发性有机物、重点行业重金属。

本工程无废水污染物排放，不涉及总量控制指标化学需氧量、氨氮、重点行业重金属。

本工程排放的废气污染物主要为备用柴油发电机燃油废气中的SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物，不属于正常排放源，不进行总量控制。

综上，本工程无需申请总量控制指标。

## 3.7 与相关政策、法规、规划符合性分析

### 3.7.1 与产业政策相符性分析

本工程主要为电解水制氢试验，采用风电、光电等可再生能源制氢，配套高压球型储氢、高压管束储氢、加氢机、氢燃料电池等。根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本工程属于“鼓励类”中“五、新能源”的“4、氢能技术与应用：可再生能源制氢、运氢及高密度储氢技术开发应用及设备制造，加氢站及车用清洁替代燃料加注站，移动新能源技术开发及应用，新一代氢燃料电池技术研发与应用，可再生能源制氢，液态、固态和气态储氢，管道拖车运氢，管道输氢，加氢站，氢电耦合等氢能技术推广应用”。

本工程不在《市场准入负面清单（2025年版）》内。本工程属于综合能源岛陆上试验基地项目二期工程，综合能源岛陆上试验基地项目已取得《汕尾市发展和改革局关于综合能源岛陆上试验基地项目核准的批复》（汕发改核准〔2025〕16号）、《汕尾市发展和改革局关于综合能源岛陆上试验基地项目核准变更的复函》（汕发改核准〔2025〕36号）。

因此，本工程建设符合国家和地方的产业政策。

### 3.7.2 与相关规划相符性分析

#### 3.7.2.1 与《“十四五”现代能源体系规划》相符性分析

《“十四五”现代能源体系规划》指出：……开展风电、光伏发电制氢示范……适度超前部署一批氢能项目，着力攻克可再生能源制氢和氢能储运、应用及燃料电池等核心技术，力争氢能全产业链关键技术取得突破，推动氢能技术发展和示范应用。……

**相符性分析：**本工程主要为电解水制氢试验，采用风电、光电可再生能源制氢，配套高压球型储氢、高压管束储氢、加氢机等，并结合燃料电池、混合储能，探索电-氢-电的新型电力系统，属于氢能项目；本工程建设与《“十四五”现代能源体系规划》相符。

### 3.7.2.2 与《“十四五”可再生能源发展规划》相符性分析

《“十四五”可再生能源发展规划》指出：……推动光伏治沙、可再生能源制氢和多能互补开发……推进适用于可再生能源制氢的新型电解水设备研制。……

**相符性分析：**本工程主要为电解水制氢试验，采用风电、光电可再生能源制氢，主要开展系统各部件选型的匹配性研究，针对海上风光电波动性电源的电解水装备最优化组合研究；本工程建设与《“十四五”可再生能源发展规划》相符。

### 3.7.2.3 与《氢能产业发展中长期规划（2021~2035年）》相符性分析

《氢能产业发展中长期规划（2021~2035年）》指出：……氢能是未来国家能源体系的重要组成部分……氢能是用能终端实现绿色低碳转型的重要载体……氢能产业是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向……在风光水电资源丰富地区，开展可再生能源制氢示范……发挥氢能调节周期长、储能容量大的优势，开展氢储能在可再生能源消纳、电网调峰等应用场景的示范，探索培育“风光发电+氢储能”一体化应用新模式。……

**相符性分析：**本工程主要为电解水制氢试验，采用风电、光电可再生能源制氢，并结合燃料电池、混合储能，探索电-氢-电的新型电力系统；本工程建设与《氢能产业发展中长期规划（2021~2035年）》相符。

### 3.7.2.4 与《汕尾市能源发展“十四五”规划》相符性分析

《汕尾市能源发展“十四五”规划》指出：……充分发挥氢能储能容量大、调节周期长的优势，着力突破高效低成本储运氢和可再生能源制氢等技术，大力发展氢气提纯技术，加快燃料电池关键材料与核心部件制备、系统集成及智能化控制、新一代高能效制储运氢与新型质子交换膜燃料电池体系等技术推广应用；积极发展制氢、储（运）氢、加氢等相关装备制造产业，提升燃料电池装备水平，贯通上下游产业链条。……

**相符性分析：**本工程主要为电解水制氢试验，采用风电、光电可再生能源制氢，主要开展系统各部件选型的匹配性研究，针对海上风光电波动性电源的电解水装备最优化组合研究，并结合燃料电池、混合储能，探索电-氢-电的新型电力系统；本工程建设与《汕尾市能源发展“十四五”规划》相符。

### 3.7.2.5 与《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》指出：……对县级及以上城市建成区和天然气管网覆盖范围，禁止新建每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉……在禁燃区内，禁止销售、燃用高污染燃料；禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施，已建成的按要求改用天然气、电或者其他清洁能源……严格落实国家和地方产品 VOCs 含量限值质量标准，禁止建设生产和使用高 VOCs 含量的溶剂型涂料、油墨、胶粘剂等项目。……建立严格的环境准入制度，严禁重污染项目准入。制定环境准入负面清单，明确提出禁止准入的新（扩）建产业、行业名录，从源头控制污染排放……严格固体废物全过程监管。健全工业固体废物生产单位和经营单位规范化管理考核机制，建立工业固体废物管理台账，落实分类管理制、申报登记制、规范贮存制、转移合同制等主体责任，严禁超期超量贮存。建立危险废物信息化监管体系，推进危险废物转移运输全过程定位跟踪监控，推动危险废物转移电子联单和电子运单无缝对接，实时共享危险废物产生、运输和利用处置信息，切实提高危险废物利用处置设施运营管理水平……严把建设项目环境准入关，新建、改建、扩建“两高”项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，满足重点污染物排放总量控制、碳排放达峰目标、生态环境准入清单、相关规划环评和相应行业建设项目环境准入条件、环评文件审批原则要求。石化、现代煤化工项目应纳入国家产业规划。新建、扩建石化、化工、焦化、有色金属冶炼、平板玻璃项目应布设在依法合规设立并经规划环评的产业园区。……

**相符性分析：**本工程主要为电解水制氢试验，采用风电、光电可再生能源制氢，主要开展系统各部件选型的匹配性研究，针对海上风光电波动性电源的电解水装备最优化组合研究，并结合燃料电池、混合储能，探索电-氢-电的新型电力系统。本工程不涉及锅炉、高污染燃料以及高 VOCs 含量的溶剂型涂料、油墨、胶粘剂等；本工程为绿电制绿氢试验项目，不属于重污染项目，不在环境准入负面清单内；项目产生的固体废物均将妥善处置，并按照要求建立管理台账、完善监管信息等。本工程选址在汕尾（陆丰）临港产业园内，产业园内部分区域已开展规划环评《汕尾（陆丰）临港分园总体规划环境影响报告书》，本工程所在地块不在已开展规划环评的区域内；

“电解水制氢”为《国民经济行业分类》（GB4754-2017）中的 C2619“其他基础化学原料制造”行业，属于化工行业，但本工程主要为电解水制氢试验项目，为研发中试阶段，不属于工业化生产项目，结合后文分析也不属于“两高”项目，因此可布设在

依法合规设立并经规划环评的产业园区外。本工程建设与《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》相符。

### 3.7.2.6 与《汕尾市水生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

《汕尾市水生态环境保护“十四五”规划》指出：……大力推动全市工业项目入园集聚发展，引导重大产业向沿海等环境容量充足地区布局。……向工业集聚区污水集中处理设施或者城镇污水集中处理设施排放工业废水的，严格按照有关规定进行预处理，所排工业废水必须达到集中处理设施处理工艺要求。规范园区建设，实现“集中治污”。推进工业企业入园并统一建设工业污水处理厂，……“十四五”期间建设陆丰市碣石海洋工程基地、陆丰市三甲工业园等工业集聚区污水管网及处理设施。经批准设立的工业集聚区应当按照规定建成污水集中处理设施并安装水污染物排放自动监测设备；未完成污水集中处理设施建设的，暂停审批和核准其增加水污染物排放的建设项目。……全面实施排污口规范建设完善入河排污口设置申请及审批规范流程，对排污口进行统一编码和管理，规范排污口建设，建立入河排污口信息管理平台，实现排污口设置审批“一网通办”，同时按照“一口一档”要求建立入河排污口档案。……着力加强水环境风险分级分类管理，强化化工企业、涉重金属行业、工业园区和尾矿库等重点环境风险源的环境风险评估和防控，针对风险较高的企业及园区，建设事故导流槽、事故收集池、应急闸坝等预防性设施；加强危险化学品运输污染风险防范，严格落实风险管控责任，对危险货物运输企业、危险化学品集中区域，组织实施精准化安全风险排查评估，对辨识出的风险实施分级管理，严格重大风险报备制度，实行精细化管控。……

**相符性分析：**本工程主要为电解水制氢试验，采用风电、光电等可再生能源制氢，配套高压球型储氢、高压管束储氢、加氢机、燃料电池等，同时进行海洋气候模拟试验和浮动摇摆试验。本工程项目所在地位于陆丰市碣石海洋工程基地内，属于工业集聚区；陆丰市碣石海洋工程基地的污水管网及处理设施尚未投运，故本工程产生的除盐水系统废水、PEM制氢系统废水、燃料电池发电废水均回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水，ALK制氢设备冲洗废水交由有处理能力的废水处理机构处理，本工程不涉及直接排放水污染物，不设置入河、入海排污口；制氢属于化工行业，但本工程主要为制氢试验项目，为研发中试阶段，不属于工业化生产项目，本工程碱性电解水制氢的电解液含少量五氧化二钒，涉及少量重金属钒；本工程将建设事故导流槽、事故收集池、应急闸坝等预防性设施；本工程涉及危险化学品的使用及储存，危险化学

品的运输由专业运输公司负责。本工程建设与《汕尾市水生态环境保护“十四五”规划》相符。

### 3.7.2.7 与《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》相符性分析

《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》指出：……坚持实体经济为本、制造业当家不动摇，主导壮大高端电子信息、高端装备制造、新能源、新材料、新轻奢等“两高三新”5大战略性支柱产业集群，推动N个特色产业集群高质量发展。……依托汕尾（陆丰）临港产业园，培育壮大高端装备制造产业集群。发展壮大新能源产业，加快推进陆丰核电及海上风电等能源基地和电网建设，打造国家级能源产业基地。……依托汕尾高新区、陆丰省级产业转移工业园、汕尾（陆丰）临港产业园等，发展电子信息、新能源汽车、电子器件、生物医药、装备制造等产业，加快提升产业发展能级，打造战略性新兴产业和先进制造产业轴。

**相符性分析：**本工程主要为电解水制氢试验，采用风电、光电可再生能源制氢，配套高压球型储氢、高压管束储氢、加氢机、燃料电池等，同时进行海洋气候模拟试验和浮动摇摆试验。氢气属于氢能，氢能属于新能源。本工程实施可支撑深远海能源资源开发，加快海洋新型产业的发展，建立完善能源岛标准规范体系，促进能源岛产业与科技深度融合。本工程选址在汕尾（陆丰）临港产业园，本工程建设可促进海上风电能源基地和电网建设。本工程选址位于城镇开发边界，不涉及生态保护红线、永久基本农田，与“三区三线”相对位置关系见图 3.7-1。

本工程建设与《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》相符。



图 3.7-1 本工程项目所在地与“三区三线”相对位置关系图

### 3.7.2.8 与《汕尾（陆丰）临港产业带发展总体规划（2023-2030年）》相符性分析

《汕尾（陆丰）临港产业带发展总体规划（2023-2030年）》指出：汕尾（陆丰）临港产业带位于汕尾市东南滨海地区，产业带内碣石港、甲子港是广东省重要的地方性港口。……规划范围包括陆丰市东海经济开发区（8.73平方公里）、汕尾（陆丰）海工基地（18.79平方公里）、甲湖湾清洁能源基地（2.03平方公里）、甲子海洋经济产业园（0.37平方公里）、东海经济开发区碣石产业园（0.47平方公里），陆丰市五金配件产业园（1.17平方公里）、汕尾市新材料产业园（41.74平方公里），规划面积共73.3平方公里。……汕尾（陆丰）海工基地规划范围包括控制性详细规划和城镇开发边界范围以及远景规划范围……碣石海工装备片区。以海工基地为主要产业空间载体，强化与碣石镇镇区以及港口码头产业联系，逐步完善碣石镇沿海生活、生产性基础设施配套支撑，重点发展以核电、风电为主导的新能源产业，打造以临港海洋工业装备制造为核心、海上风电为特色的海洋装备制造、能源产业集群。……汕尾（陆丰）海工基地规划范围位于陆丰市碣石镇田尾山东侧，沿碣石公路两侧，东临滴水村，西至内洋，北至植物龙生态园，南临田尾山。……汕尾（陆丰）海工基地重点发展电力能源、海上风电装备、特种光电海缆、油气工程装备制造等，形成以海上风电高端装备制造为核心，海上风电运维、海上风电高端服务业等关键配套为支撑，全链条式服务为特色的完整产业链。规划重点打造集技术研发、设备制造、检测认证、建设安装、运行维护于一体的海上风电工程装备制造产业基地，推动汕尾（陆丰）海工基地申报省级产业集聚地。

**相符性分析：**本工程项目所在地位于汕尾（陆丰）海工基地内（见图3.7-2），主要从事电解水制氢试验，采用风电、光电等可再生能源制氢，同时进行海洋气候模拟试验和浮动摇摆试验，主要开展制氢系统各部件选型的匹配性研究，针对海上风光电波动性电源的电解水装备最优化组合研究，并结合燃料电池、混合储能，探索电-氢-电的新型电力系统，符合“重点发展电力能源”、“技术研发”；本工程建设与《汕尾（陆丰）临港产业带发展总体规划（2023-2030年）》相符。



图 3.7-2 本工程项目所在地与汕尾（陆丰）海工基地相对位置关系图

### 3.7.2.9 与《汕尾（陆丰）临港产业园综合发展规划》相符性分析

《汕尾（陆丰）临港产业园综合发展规划》指出：……本次规划紧紧围绕汕尾（陆丰）临港产业园建设广东省海工装备和设施制造领航区、海洋经济创新发展试验区发展定位，……规划范围位于陆丰市碣石镇田尾山东侧，沿碣田公路两侧，东临南海，西至内洋，北至滴水村，南临核电站，总面积 412.58 公顷。……汕尾临港产业园将构建以海上风电装备制造产业为主导，以海洋战略性新兴产业为后续产业，支持发展风电配套服务产业，打造海上风电工程装备制造产业新基地。……后续延伸产业（战略新兴产业）。（1）新能源产业——发展重点。围绕风电装备制造产业领域，推动关联产业发展，加快发展储能、氢能、光伏、核电等新能源领域产业。其中……氢能重点发展氢燃料电池产业、燃料电池催化剂产业；……发展思路。聚焦储、光、氢等重点产业，引入储能、氢能、光伏、核电等龙头企业，优化能源供给结构，加快推动新能源装备制造业全产业链发展。将储能、氢能作为发展壮大新兴产业、调整产业结构的重要方向，开展大规模风光制氢、新型储能技术攻关，推进绿氢制绿氨、绿醇及氢冶金产业化应用。加快核电建设步伐，助力产业园拓宽低碳能源新空间。

**相符性分析：**本工程项目所在地位于汕尾（陆丰）临港产业园内（见图 3.7-3），主要从事电解水制氢试验，采用风电、光电等可再生能源制氢，同时进行海洋气候模拟试验和浮动摇摆试验，主要开展制氢系统各部件选型的匹配性研究，针对海上风光电波动性电源的电解水装备最优化组合研究，并结合燃料电池、混合储能，探索电--氢--电的新型电力系统，符合“开展大规模风光制氢、新型储能技术攻关”；本工程建设与《汕尾（陆丰）临港产业园综合发展规划》相符。

**特别说明：**汕尾（陆丰）临港产业园内部分区域已开展规划环评《汕尾（陆丰）临港分园总体规划环境影响报告书》，经核对，本工程所在地块不在已开展规划环评的区域内，相对位置关系见图 3.7-4。

#### 3.7.2.10 与《陆丰市碣石海工基地控制性详细规划（扩园第二次修编）》相符性分析

《陆丰市碣石海工基地控制性详细规划（扩园第二次修编）》指出：陆丰市碣石海工基地是广东省风电产业重要支点，也是汕尾市重点打造的“万亩千亿”产业平台之一。……立足现有临港工业和能源产业基础，依托汕尾海上风电、陆丰海洋工程装备制造基地项目，按照“大项目支撑、集群化推进、园区化承载”的发展模式，将碣石海工基地打造成为广东省海工装备和设施制造领航区。

**相符性分析：**本工程项目所在地位于陆丰市碣石海工基地内（见图 3.7-5），主要从事电解水制氢试验，采用风电、光电等可再生能源制氢，同时进行海洋气候模拟试验和浮动摇摆试验，主要开展制氢系统各部件选型的匹配性研究，针对海上风光电波动性电源的电解水装备最优化组合研究，并结合燃料电池、混合储能，探索电--氢--电的新型电力系统；项目实施可支撑深远海能源资源开发，加快海洋新型产业的发展。本工程建设与《陆丰市碣石海工基地控制性详细规划（扩园第二次修编）》相符。

## 汕尾（陆丰）临港产业园综合发展规划



图 3.7-3 本工程项目所在地与汕尾（陆丰）临港产业园相对位置关系图



图 3.7-4 本工程项目所在地与汕尾（陆丰）临港分园总体规划范围相对位置关系图



图 3.7-5 本工程项目所在地与汕尾（陆丰）临港产业园相对位置关系图

### 3.7.3 与相关法规、规定的相符性分析

#### 3.7.3.1 与“粤发改能源〔2021〕368号”相符性分析

根据《广东省发展改革委关于印发〈广东省坚决遏制“两高”项目盲目发展的实施方案〉的通知》（粤发改能源〔2021〕368号）：本实施方案所指“两高”行业，是指煤电、石化、化工、钢铁、有色金属、建材、煤化工、焦化等8个行业。“两高”项目，是指“两高”行业生产高耗能高排放产品或具有高耗能高排放生产工序，年综合能源消费量1万吨标准煤以上的固定资产投资项目，后续国家对“两高”项目范围如有明确规定，从其规定。具体如下表：

表 3.7-1 “两高”行业高耗能高排放产品或工序

行业	高耗能高排放产品或工序
煤电	常规燃煤发电机组、燃煤热电联产机组、煤矸石发电机组
石化	炼油、乙烯
化工	烧碱、纯碱、工业硫酸、黄磷、钛白粉、炭黑、合成氨、尿素、磷酸一铵、磷酸二铵、聚丙烯、精对苯二甲酸、对二甲苯、苯乙烯、二苯基甲烷二异氰酸酯、乙二醇、乙酸乙烯酯、1,4-丁二醇、聚氯乙烯树脂等
钢铁	炼铁、炼钢、铁合金冶炼等
有色金属	铅冶炼、锌冶炼、再生铅、铜冶炼、铝冶炼、镍冶炼、金精炼、稀土冶炼等
建材	水泥、建筑石膏、石灰、预拌混凝土、水泥制品、烧结墙体材料和泡沫玻璃、平板玻璃和铸石、玻璃纤维、建筑卫生陶瓷、日用陶瓷、炭素、耐火材料、砖瓦等
煤化工	煤制合成气（一氧化碳、氢气、甲烷及其他煤制合成气）、煤制液体燃料（甲醇、二甲醚、乙二醇、汽油、柴油和航空燃料及其他煤制液体燃料）等
焦化	焦炭、石油焦（焦炭类）、沥青焦、其他原料生产焦炭、机焦、型焦、土焦、半焦炭、针状焦、其他工艺生产焦炭、矿物焦油等

**相符性分析：**“电解水制氢”为《国民经济行业分类》（GB4754-2017）中的 C2619 “其他基础化学原料制造”行业，属于化工行业，但本工程主要为电解水制氢试验项目，为研发中试阶段，不属于工业化生产项目，且不涉及该实施方案中的“两高”行业生产高耗能高排放产品或具有高耗能高排放生产工序，因此，“电解水制氢”不属于“两高”产品或工序，本工程不属于“两高”项目。本工程建设与《广东省发展改革委关于印发〈广东省坚决遏制“两高”项目盲目发展的实施方案〉的通知》（粤发改能源〔2021〕368号）无冲突。

### 3.7.3.2 与“粤发改能源函〔2022〕1363号”相符性分析

《广东省“两高”项目管理目录（2022年版）》（粤发改能源函〔2022〕1363号）列出了煤电、石化、焦化、煤化工、化工、钢铁、有色金属、建材行业的“两高”产品或工序，见表 3.7-2。

**相符性分析：**“电解水制氢”为《国民经济行业分类》（GB4754-2017）中的 C2619 “其他基础化学原料制造”行业，属于化工行业，但本工程主要为电解水制氢试验项目，为研发中试阶段，不属于工业化生产项目，且不涉及《广东省“两高”项目管理目录（2022年版）》（粤发改能源函〔2022〕1363号）“其他基础化学原料制造（2619）”中的“两高”产品或工序，因此，本工程不属于“两高”项目。

表 3.7-2 《广东省“两高”项目管理目录（2022 年版）》（摘录）

行业	国民经济行业分类（代码）		“两高”产品或工序	
	大类	小类		
化工	化学原料和化学制品制造业(26)	无机酸制造(2611)	硫酸 硝酸	
		无机碱制造(2612)	烧碱 纯碱	
		无机盐制造(2613)	电石	
		有机化学原料制造(2614)	乙烯	
			对二甲苯（PX）	
			甲苯二异氰酸酯（TDI）	
			二苯基甲烷二异氰酸酯	
			苯乙烯	
			乙二醇	
			丁二醇	
			乙酸乙烯酯	
			其他基础化学原料制造(2619)	黄磷
			氮肥制造(2621)	合成氨
		尿素		
		碳酸氢铵		
		磷肥制造(2622)	磷酸一铵	
			磷酸二铵	
		钾肥制造（2623）	硫酸钾	
		初级形态塑料及合成树脂制造(2651)	聚丙烯	
			聚乙烯醇	
			聚氯乙烯树脂	
合成纤维单(聚合)体制造(2653)	精对苯二甲酸（PTA）			
化学试剂和助剂制造(2661)	炭黑			

### 3.7.3.3 与“环环评（2021）45号”相符性分析

根据《关于加强高耗能、高排放建设项目生态环境源头防控的指导意见》（环环评〔2021〕45号）：严把建设项目环境准入关。新建、改建、扩建“两高”项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，满足重点污染物排放总量控制、碳排放达峰目标、生态环境准入清单、相关规划环评和相应行业建设项目环境准入条件、环评文件审批原则要求。石化、现代煤化工项目应纳入国家产业规划。新建、扩建石化、化工、焦化、有色金属冶炼、平板玻璃项目应布设在依法合规设立并经规划环评的产业园区。

**相符性分析：**“电解水制氢”为《国民经济行业分类》（GB4754-2017）中的C2619“其他基础化学原料制造”行业，属于化工行业；但本工程主要为电解水制氢试验项目，为研发中试阶段，不属于工业化生产项目，结合前文分析也不属于“两高”项目，因此可布设在依法合规设立并经规划环评的产业园区外。本工程建设与《关于加强高耗能、高排放建设项目生态环境源头防控的指导意见》（环环评〔2021〕45号）无冲突。

#### 3.7.3.4 与“大气污染防治”相符性分析

《广东省大气污染防治条例》（2022年修订）中指出：

第六条 企业事业单位和其他生产经营者应当执行国家和省规定的大气污染物排放标准和技术规范，从源头、生产过程及末端选用污染防治技术，防止、减少大气污染，并对所造成的损害依法承担责任。

第十九条 火电、钢铁、石油、化工、平板玻璃、水泥、陶瓷等大气污染重点行业企业及锅炉项目，应当采用污染防治先进可行技术，使重点大气污染物排放浓度达到国家和省的超低排放要求。

第三十二条 地级以上市人民政府应当加快淘汰高排放公交、邮政、环卫、出租等车辆，制定更新淘汰计划，鼓励推广应用纯电、氢能源等新能源汽车，加快其配套设施建设，限制高油耗、高排放车辆的使用。

**相符性分析：**本工程主要为电解水制氢试验，采用风电、光电等可再生能源制氢，配套高压球型储氢、高压管束储氢、加氢机、燃料电池等，同时进行海洋气候模拟试验和浮动摇摆试验。本工程运行期间制氢过程排放的 $O_2$ 、放空 $H_2$ 、吹扫 $N_2$ 均不属于大气污染物，备用柴油发电机使用频率低，产生的燃油废气不属于正常排放源。本工程不涉及重点行业及锅炉。制氢试验有利于提供低成本氢气，有利于氢能源汽车的推广应用。本工程建设与《广东省大气污染防治条例》相符。

#### 3.7.3.5 与“水污染防治”相符性分析

《广东省水污染防治条例》（2021年1月1日起施行）中指出：

第二十一条 向水体排放污染物的企业事业单位和其他生产经营者，应当按照国家和省的规定设置和管理排污口，并按照规定在排污口安装标志牌。

第二十二条 排污单位应当按照经批准或者备案的环境影响评价文件要求建设水污染防治设施。水污染防治设施应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

第三十二条 向城镇污水集中处理设施排放水污染物，应当符合国家或者地方规定的水污染物排放标准。县级以上人民政府城镇排水主管部门应当加强对排水户的排放口设置、连接管网、预处理设施和水质、水量监测设施建设和运行的指导和监督。城镇排水主管部门委托的排水监测机构应当对排水户排放污水的水质和水量进行监测，并建立排水监测档案。……医疗机构、学校、科研院所、企业等单位的实验室、检验室、化验室等产生的有毒有害废水，应当按照有关规定收集处置，不得违法倾倒、排放。……

第三十三条 县级以上人民政府应当鼓励污水再生利用，在资金、技术等方面扶持再生水利用项目，进行城镇新区建设、旧城改造和市政基础设施建设时，配套建设再生水利用设施。工业生产、城市绿化、道路清扫、车辆冲洗、建筑施工以及生态景观等，应当优先使用再生水。有条件使用再生水的单位，应当优先使用再生水。

第四十三条 在饮用水水源保护区内禁止下列行为：

- （一）设置排污口；
- （二）设置油类及其他有毒有害物品的储存罐、仓库、堆栈和废弃物回收场、加工场；
- （三）排放、倾倒、堆放、处置剧毒物品、放射性物质以及油类、酸碱类物质、工业废渣、生活垃圾、医疗废物及其他废弃物；
- （四）从事船舶制造、修理、拆解作业；
- （五）利用码头等设施或者船舶装卸油类、垃圾、粪便、煤、有毒有害物品；
- （六）利用船舶运输剧毒物品、危险废物以及国家规定禁止运输的其他危险化学品；
- （七）运输剧毒物品的车辆通行；
- （八）其他污染饮用水水源的行为。

除前款规定外，饮用水水源一级保护区内还不得停泊与保护水源无关的船舶、木排、竹排，不得从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓、放养畜禽活动或者其他可能污染饮用水水体的活动。在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。

第四十四条 禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污

染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目由县级以上人民政府责令拆除或者关闭；不排放污染物的建设项目，除与供水设施和保护水源有关的外，应当尽量避让饮用水水源二级保护区；经组织论证确实无法避让的，应当依法严格审批。经依法批准的建设项目，应当严格落实工程设计方案，并根据项目类型和环境风险防控需要，提高施工和运营期间的环境风险防控、突发环境事件应急处置等各项措施的等级。有关主管部门应当加强对建设项目施工、运营期间环境风险预警和防控工作的监督和引导。

**相符性分析：**本工程不涉及直接向水体排放污染物，不设置排污口；建设单位拟按照环评要求建设水污染防治设施，并与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用；本工程项目所在地位于陆丰市碣石海洋工程基地内，基地内污水管网及处理设施尚未投运，本工程产生的除盐水系统废水、PEM制氢系统废水、燃料电池发电废水均回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水，ALK制氢设备冲洗废水交由有处理能力的废水处理机构处理，ALK制氢系统更换产生的废碱液，海洋气候模拟试验产生的试验废液均收集交由有资质的危废处置单位处理。本工程不涉及饮用水水源保护区，未在饮用水水源保护区内从事禁止行为，距离最近的新响水库乡镇级饮用水水源保护区约9.1km，位于项目西北侧。本工程建设与《广东省水污染防治条例》相符。

### 3.7.3.6 与“固体废物污染防治”相符性分析

《广东省固体废物污染环境防治条例》（2022年修订）中指出：产生固体废物的企业事业单位和其他生产经营者，应当采取措施，防止或者减少固体废物污染环境，并依法承担固体废物污染环境防治责任。应当按照有关法律、法规、污染控制标准和技术规范等对固体废物进行分类、贮存、利用或者处置；不能自行利用或者处置的，应当交由符合环境保护要求的企业利用或者处置。

**相符性分析：**本工程产生的废脱氧剂、废干燥剂、废滤料、废RO膜、废树脂、废EDI均交由厂家回收处理，废包装袋交由有处理能力的单位处置，废包装材料、废碱液、试验废液、废滤网、废机油、废空油桶、废含油抹布及手套均交由有资质的危废处置单位处理。一般固体废物采用包装工具（罐、桶、包装袋等）贮存，贮存过程满足防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求；危废暂存间、废碱池、废液池满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。本工程建设与《广东省固体废物污染环境防治条例》相符。

### 3.7.3.7 与“土壤与地下水污染防治”相符性分析

《广东省土壤和地下水污染防治“十四五”规划》中指出：强化空间布局管控。严格落实“三线一单”生态环境分区管控硬约束，合理确定区域功能定位、空间布局，强化建设项目布局论证，引导重点产业向沿海等环境容量充足地区布局。强化环境硬约束推动淘汰落后产能，逐步淘汰污染严重的涉重金属涉有机物行业企业。推动工业项目入园集聚发展，因地制宜推动金属制品业、化学原料和化学制品制造业等行业企业入园集中管理。

**相符性分析：**本工程主要为电解水制氢试验，采用风电、光电等可再生能源制氢，配套高压球型储氢、高压管束储氢、加氢机、燃料电池等，同时进行海洋气候模拟试验和浮动摇摆试验；本工程不属于污染严重的涉重金属涉有机物行业企业；电解水制氢属于化学原料制造行业，本工程项目所在地位于汕尾（陆丰）临港产业园、陆丰市碣石海工基地内，属于工业园区集中管理范围，属于沿海地区。本工程建设与《广东省土壤和地下水污染防治“十四五”规划》相符。

### 3.7.4 与“三线一单”相符性分析

#### 3.7.4.1 与省“三线一单”相符性分析

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号），本工程与省“三线一单”主要目标相符性分析情况见表 3.7-3，与各类生态环境管控分区的相符性分析见表 3.7-4~表 3.7-7。

#### 3.7.4.2 与市“三线一单”相符性分析

根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订版）》（汕环〔2024〕154号），本工程与市“三线一单”主要目标相符性分析情况见表 3.7-8。

表 3.7-3 本工程与省“三线一单”相关要求相符性分析

类别	相关要求	项目情况	相符性
生态保护红线及一般生态空间	全省陆域生态保护红线面积 36194.35 平方公里，占全省陆域国土面积的 20.13%；一般生态空间面积 27741.66 平方公里，占全省陆域国土面积的 15.44%。全省海洋生态保护红线面积 16490.59 平方公里，占全省管辖海域面积的 25.49%。	本工程不涉及生态保护红线和一般生态空间。	/
环境质量底线	全省水环境质量持续改善，国考、省考断面优良水质比例稳步提升，全面消除劣 V 类水体。大气环境质量继续领跑先行，PM2.5 年均浓度率先达到世界卫生组织过渡期第二阶段目标值（25 微克/立方米），臭氧污染得到有效遏制。土壤环境质量稳中向好，土壤环境风险得到管控。近岸海域水体质量稳步提升。	本工程所在区域大气环境、声环境、土壤环境质量均可达标，项目周边近岸海域水体质量可达标。 本工程运行期主要为备用柴油发电机燃油废气排放，污染物排放量小；废水部分回用，部分交由有处理能力的废水处理机构处理，不直接排放；噪声可达标排放；固体废物均妥善收集、贮存、处置，不会对区域环境质量造成不良影响。	相符
资源利用上线	强化节约集约利用，持续提升资源能源利用效率，水资源、土地资源、岸线资源、能源消耗等达到或优于国家下达的总量和强度控制目标。 到 2035 年，生态环境分区管控体系巩固完善，生态安全格局稳定，环境质量实现根本好转，资源利用效率显著提升，节约资源和保护生态环境的空间格局、产业结构、能源结构、生产生活方式总体形成，基本建成美丽广东。	本工程运行期总用水量 7106.16m <sup>3</sup> /a，其中回用水量 1515.11m <sup>3</sup> /a，废水回用率 21.3%，有效节约水资源，新鲜水用量 5591.05m <sup>3</sup> /a，不会突破水资源利用上线。 本工程项目用地已取得《建设用地规划许可证》，不会突破土地资源利用上线。 本工程建设不占用岸线资源，不会突破岸线资源利用上线。	相符

类别	相关要求	项目情况	相符性
生态环境分区管控	<p>从区域布局管控、能源资源利用、污染物排放管控和环境风险防控等方面明确准入要求，建立“1+3+N”三级生态环境准入清单体系。“1”为全省总体管控要求，“3”为“一核一带一区”区域管控要求，“N”为1912个陆域环境管控单元和471个海域环境管控单元的管控要求。</p>	<p>本工程运行期消耗的电力资源主要来自试验基地配套建设的风电、光电，对市政电力资源消耗量较少；不会突破电力资源利用上线。</p> <p>本工程所在位置属于“一核一带一区”中沿海经济带—东西两翼地区，陆域环境管控单元位于ZH44158120008(陆丰市重点管控单元02(广东陆丰滨海新区开发区))、生态空间一般管控区位于YS4415813110001(陆丰市生态空间一般管控区)、水环境一般管控区位于YS4415813210017(碣石湾汕尾市碣石镇-汕尾市国营湖东林场-湖东镇管控分区)、大气环境一般管控区位于YS4415813310001( )。</p>	/
“一核一带一区”区域管控要求	<p>加强以云雾山、天露山、莲花山、凤凰山等连绵山体为核心的天然生态屏障保护，强化红树林等滨海湿地保护，严禁侵占自然湿地，实施退耕还湿、退养还滩、退塘还林。推动建设国内领先的绿色石化产业集群，大力发展先进核能、海上风电等产业，建设沿海新能源产业带。逐步扩大高污染燃料禁燃区范围，引导钢铁、石化、燃煤燃油火电等项目在大气受体敏感区、布局敏感区、弱扩散区以外区域布局，推动涉及化学制浆、电镀、印染、皮革等项目的园区在具备排海条件的区域布局。积极推动中高技术大数据中心项目布局落地。</p>	<p>本工程位于沿海，主要从事电解水制氢试验，采用风电、光电等可再生能源制氢，同时进行海洋气候模拟试验和浮动摇摆试验，并结合燃料电池、混合储能，探索电-氢-电的新型电力系统，工程建设有利于发展海上风电及沿海新能源产业。</p>	相符
能源资源	<p>优化能源结构，鼓励使用天然气及可再生能源。县级以上城市建成区，禁止新建每小时35蒸吨以下燃煤锅炉。健全用水量总量控制指标体系，并实行严格管控，提高水资源利用效率，压减地下水超采区的采水量，维持采补平衡。强化用地指标精细化管理，充</p>	<p>本工程电解水制氢主要消耗试验基地配套建设的风电、光电可再生能源。工程建设不涉及锅炉，工程废水回用</p>	相符

类别		相关要求	项目情况	相符性
济带)	利用要求	<p>深挖建设用地潜力，大幅提升粤东沿海等地区的土地节约集约利用效率。保障自然岸线保有率，提高海岸线利用的生态门槛和产业准入门槛，优化岸线利用方式，提高岸线和海域的投资强度、利用效率。</p>	<p>率21.3%，有效节约水资源，提高水资源利用效率，新鲜水来自市政自来水，不开采地下水。本工程项目所在地已取得《建设用地规划许可证》，不会突破土地资源利用上线。本工程建设不占用岸线资源。</p>	
	污染物排放管控要求	<p>在可核查、可监管的基础上，新建项目原则上实施氮氧化物和挥发性有机物等量替代或减量替代。严格执行练江、小东江等重点流域水污染物排放标准。进一步提升工业园区污染治理水平，推动化学制浆、电镀、印染、鞣革等项目清洁生产达到国际先进水平。完善城市污水管网，加快补齐镇级污水处理设施短板，推进农村生活污水治理设施建设。加强湛江港、水东湾、油头港等重点海湾陆源污染控制。严格控制近海养殖密度。</p>	<p>本工程运行期废气污染物主要为备用柴油发电机燃油废气排放的SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物，不属于正常排放源；废水部分回用，部分交由有处理能力的废水处理机构处理，不直接排放；工程不涉及化学制浆、电镀、印染、鞣革、近海养殖。</p>	相符
	环境风险防控要求	<p>加强高州水库、鹤地水库、韩江、鉴江和漠阳江等饮用水水源地的环境风险防控，建立完善突发环境事件应急管理体系。加强湛江东海岛、茂名石化、揭阳大南海等石化园区环境风险防控，开展有毒有害气体监测，落实环境风险应急预案。科学论证茂名石化、湛江东兴石化等企业的环境防护距离，全力推进环境防护距离内的居民搬迁工作。加快受污染耕地的安全利用与严格管控，加强农产品检测，严格控制重金属超标风险。</p>	<p>本工程不涉及饮用水源地，不直接排放废水；不涉及有毒有害气体；由于氢气属于易燃易爆物质，工程设置有气体检测，落实环境风险应急预案。</p>	相符

表 3.7-4 本工程与陆域环境管控单元相关要求相符性分析

环境管控单元编码	ZH44158120008		
环境管控单元名称	陆丰市重点管控单元 02（广东陆丰东海经济开发区）		
行政区划	广东省汕尾市陆丰市		相符性分析
管控单元分类	重点管控单元		
环境管控单元编码	ZH44158120008		
环境管控单元名称	陆丰市重点管控单元 02		
	1-1.园区重点发展珠宝加工、电器机械、纺织服装等产业。 1-2.严格控制引入电镀、鞣革、漂染、制浆造纸、重化工及稀土冶炼、分离、提取等水污染物排放量大或持久性有机污染物的项目。电器机械产业，严格控制包括电镀、钝化等废水排放量大的项目。重化工及稀土冶炼、分离、提取等水污染物排放量大的项目。重化工及稀土冶炼、分离、提取等水污染物的项目，控制印染、印花等工序；珠宝加工严格控制电镀工序。 1-3.严格生产空间和生活空间管控。工业企业禁止选址在生活空间，生产空间禁止建设居民住宅等敏感建筑；与居住区、学校、医院等敏感区临近的区域应合理设置控制开发区域（产业控制带），产业控制带内优先引进无污染的生产性服务业，或可适当布置废气排放量小、工业噪声影响小及没有恶臭气体产生的产业。		1-1.本工程主要为电解水制氢试验，采用风电、光电等可再生能源制氢，工程位于临港产业园，符合临港产业园综合发展规划。 1-2.本工程不直接排放废水，不涉及电镀、鞣革、漂染、制浆造纸、重化工及稀土冶炼、分离、提取等水污染物排放量大的项目，也不涉及电器机械产业、纺织服装、珠宝加工等行业。 1-3.工程选址在科研用地，周边主要为工业用地、科研用地，未选址在生活空间，与居住区、学校、医院等敏感区距离较远。 工程建设符合区域布局管控要求。
区域布局管控			
能源资源利用	2-1.有行业清洁生产标准的新引进项目清洁生产水平须达到本行业国内先进水平。 2-2.提高园区水资源、能源利用效率及土地资源利用效益，优先引入水资源、能源利用效率、土地开发强度符合国家生态工业园区标准的工业企业。 2-3.园区严格控制煤、重油的使用，形成以电能、天然气、液化石油气等清洁能源为主的能源结构。		2-1.本工程主要为电解水制氢试验，无行业清洁生产标准。 2-2.本工程废水回用率 21.3%，有效节约水资源，提高水资源利用效率。本工程主要从事电解水制氢，并结合燃料电池、混合储能，探索电-氢-电的新型电力系统，对提高能源利用效率进行研究；电解水制氢主要消耗试验基地配套建设的风电、光电可再生能源。本工程项目用地已取得《建设用地规划许可证》。

	<p>3-1.园区各项污染物排放总量不得突破规划环评核定的污染物排放总量管控要求。</p> <p>3-2.强化挥发性有机物的排放控制，大力推进源头替代，限制溶剂型涂料、油墨、胶粘剂、清洗剂等高挥发性有机物原辅料的使用，现有企业逐步替代为使用低挥发性有机物原辅料，从源头减少挥发性有机物产生。</p> <p>3-3.产生、利用或处置固体废物（含危险废物）的入园企业在贮存、转移、利用、处置固体废物（含危险废物）过程中，应配套防扬散、防流失、防渗漏及其它防止污染环境措施。</p>	<p>2-3.本工程运行期消耗的电力资源主要来自自试验基地配套建设的风电、光电可再生清洁能源，不涉及煤、重油的使用。</p> <p>工程建设符合能源资源利用管控要求。</p> <p>3-1.本工程运行期废气污染物主要为备用柴油发电机燃油废气排放的SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物，不属于正常排放源；废水部分回用，部分交由有处理能力的废水处理机构处理，不直接排放；无需进行总量控制。</p> <p>3-2.本工程不涉及挥发性有机物。</p> <p>3-3.本工程产生的固体废物分类收集、贮存定期外处置；贮存场地满足防扬散、防流失、防渗漏等要求。</p> <p>工程建设符合污染物排放管控要求。</p>
<p>环境风险防控</p>	<p>4-1.制定园区级应急预案，成立应急组织机构，建立企业、园区、生态环境部门三级环境风险防控联动体系，增强园区风险防控能力。建立健全事故应急体系，加强园区及入园企业环境应急设施整合共享，按照园区规划环评及其审查意见要求设置足够容量的事故应急池，防止泄漏物、消防废水等进入园区外环境。成立应急组织机构，定期组织开展应急演练，全面提升园区突发环境事件应急处理能力。</p> <p>4-2.生产、使用、储存危险化学品或其他存在环境风险的入园项目应配套有效的风险防范措施，并根据国家环境应急预案管理的要求编制环境风险应急预案，防止因渗漏污染地下水、土壤，以及因事故废水直排污染地表水体。</p> <p>4-3.生产经营活动涉及有毒有害物质的企业需持续防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。土壤环境污染重点监管单位涉及有毒有害物质的生产装置、储罐和管道，或者建设污水处理池、应急池等存在土壤污染风险的设施，应当按照国家有关标准和规范的要求，设计、建设和</p>	<p>4-1.试验基地将按照有关要求编制应急预案，并与园区建立环境风险防控联动体系。</p> <p>4-2.本工程涉及氢气等危险化学品的生产、使用、储存，设置相应的风险防范措施并制定应急预案。</p> <p>4-3.本工程生产不涉及有毒有害大气污染物及水污染物，固体废物分类收集、贮存定期委外处置，一般固体废物采用包装工具（罐、桶、包装袋等）贮存，贮存过程满足防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求；危废间、废液池、废液池满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。</p> <p>工程建设符合环境风险防控要求。</p>

	<p>安装有关防腐蚀、防泄漏设施和泄漏监测装置，防止有毒有害物质污染土壤和地下水，并应定期对重点区域、重点设施开展隐患排查，发现污染隐患的，及时采取技术、管理措施消除隐患。</p>
--	--

表 3.7-5 本工程与生态空间分区相关要求相符性分析

生态空间分区代码	YS4415813110001	相符性分析
生态空间分区名称	陆丰市生态空间一般管控区	
行政区划	广东省汕尾市陆丰市	
管控区分类	生态空间一般管控区	
环境要素	生态	
要素细类	一般管控区	
区域布局管控	按国家和省统一要求管理。	符合国家和省相关规定。
能源资源利用	/	/
污染物排放管控	/	/
环境风险防控	/	/

表 3.7-6 本工程与水环境管控分区相关要求相符性分析

环境管控分区代码	YS4415813210017		相符性分析
环境管控分区名称	碣石湾汕尾市碣石镇-汕尾市国营湖东林场-湖东镇管控分区		
行政区划	广东省汕尾市陆丰市		
流域名称	珠江流域		
河段名称	碣石湾		
控制断面起点经纬度	117.5268631, 23.65737915		
控制断面终点经纬度	109.411293, 20.11701775		
管控区分类	一般管控区		
环境要素	水		
要素细类	水环境一般管控区		
区域布局管控	<p>加快单元内城镇污水管网排查和修复，完善污水管网建设，推进雨污分流；加快单元内污水处理厂配套管网建设，完善碣石湾污水处理厂配套管网建设，确保单元内城镇污水得到有效处理。</p> <p>船舶的残油、废油应当回收，禁止排入水体；禁止向水体倾倒船舶垃圾。</p> <p>沿海船舶排放含油污水、生活污水，应当符合船舶污染物排放标准；船舶装载运输油类或者有毒货物，应当采取防止溢流和渗漏的措施，防止货物落水造成水污染。</p>		本工程产生的废水部分回用，部分交由有处理能力的废水处理机构处理，不直接排放；不涉及船舶。工程建设符合区域布局管控要求。
能源资源利用	继续推进灌区续建配套与节水改造，逐步提高农业用水计量率。结合高标准农田建设，加快田间节水设施建设。		不涉及农业。
污染物排放管控	禁止在江河、水库集水区使用剧毒和高残留农药。		不涉及使用农药。
环境风险防控	继续推进灌区续建配套与节水改造，逐步提高农业用水计量率。结合高标准农田建设，加快田间节水设施建设。		不涉及农业。

表 3.7-7 本工程与大气环境管控分区相关要求相符性分析

环境管控分区编码	YS4415813310001	
环境管控分区名称	/	
行政区划	广东省汕尾市陆丰市	相符性分析
管控区分类	一般管控区	
环境要素	大气	
要素细类	大气环境一般管控区	
区域布局管控	/	
能源资源利用	/	
污染物排放管控	/	
环境风险防控	深化“深莞惠+汕尾、河源”经济圈内部环保合作，加强大气区域联防联控。	不涉及废气污染物。

表 3.7-8 本工程与市“三线一单”相关要求相符性分析

类别	相关要求	项目情况	相符性
生态保护红线及一般生态空间	全市陆域生态保护红线面积602.97平方公里，占全市陆域国土面积的13.71%；一般生态空间面积583.69平方公里，占全市陆域国土面积的13.27%。全市海洋生态保护红线面积2554.85平方公里，占海域面积的35.48%。	本工程选址不涉及生态保护红线和一般生态空间。	/
环境质量底线	全市地表水环境质量持续改善，国考、省考断面与县级及以上集中式饮用水水源保护区水质优良比例达100%，全面消除劣V类水体，县级城市建成区黑臭水体基本消除，重要江河湖泊水功能区达标率达到广东省下达目标。近岸海域优良水质面积比例达98%。大气环境质量继续领跑先行，空气质量优良天数比率不低于省下达目标，PM2.5浓度稳定达到或优于世界卫生组织第二阶段目标且不高于省下达目标，臭氧污染得到有效遏制。土壤环境质量总体保持稳定，土壤安全利用水平稳步提升，受污染耕地安全利用率不低于93%，重点建设用地安全利用得到有效保障且不低于省下达目标。	本工程所在区域大气环境、声环境、土壤环境质量均可达标，项目周边近岸海域水体质量可达标。 项目运行期主要为备用柴油发电机燃油废气排放，污染物排放量小；废水部分回用，部分交由有处理能力的废水处理机构处理，不直接排放；噪声可达标排放；固体废物均妥善收集、	符合

类别	相关要求	项目情况	符合性
资源利用上线	<p>强化节约利用，持续提升资源能源利用效率。能源消费总量控制在省最终核定的目标范围内，能耗强度降低到1.4%的基本目标并争取达到1.5%的激励目标，人均生活用能达到1.16吨标准煤左右；用水总量控制在11.12亿立方米，万元国内生产总值用水量较2020年降幅达2.4%，万元工业增加值用水量较2020年降幅达16%，农田灌溉水有效利用系数达0.542；耕地保有量为719.67平方公里，永久基本农田保护面积669.87平方公里；岸线资源达到或优于国家和省下达的总量和强度控制目标。按国家、省规定年限实现碳达峰。</p> <p>到2035年，生态环境分区管控体系进一步巩固完善，生态安全格局稳固；环境质量实现根本好转，大气环境质量继续保持全省领先；资源利用效率显著提升，碳中和行动计划稳步推进；节约资源和保护生态环境的空间格局、产业结构、能源结构、生产生活方式总体形成，基本建成美丽汕尾。</p>	<p>贮存、处置，不会对区域环境质量造成不良影响。</p> <p>本工程运行期总用水量7106.16m<sup>3</sup>/a，其中回用水量1515.11m<sup>3</sup>/a，废水回用率21.3%，有效节约水资源，新鲜水用量5591.05m<sup>3</sup>/a，不会突破水资源利用上线。</p> <p>本工程项目所在地已取得《建设用地规划许可证》，不会突破土地资源利用上线。</p> <p>本工程建设不占用岸线资源，不会突破岸线资源利用上线。</p> <p>本工程运行期消耗的电力资源主要来自自试验基地配套建设的风电、光电，对市政电力资源消耗量较少；不会突破电力资源利用上线。</p>	符合
生态环境准入清单	<p>全市共划定环境管控单元87个。其中陆域环境管控单元42个；海域环境管控单元45个。</p> <p>优先保护生态空间，保育生态功能，优化全市空间发展布局，持续深入推进产业、能源、交通运输结构调整。按照省“一核一带一区”区域发展格局，强化沿海经济带产业支撑，形成沿海重要产业集群和产业带，推动城市功能定位与产业集群发展协同匹配。以“生态产业化、产业生态化”为抓手，全面优化升级传统产业，积极推进纺织服装、食品加工、珠宝金银首饰、五金塑料等传统优势产业集群转型升级，加快培育新型显示、高端新型电子信息、人工智能、新能源、新材料、生物医药、高端装备制造、海洋工程装备等战略性新兴产业集群规模化、集约化发展，全面提升产业集群绿色发展水平。调整优化产业集群发展空间布局，推动工业项目向汕尾高新技术产业开发</p>	<p>本工程涉及的陆域环境管控单元为ZH44158120008(陆丰市重点管控单元02)。</p> <p>本工程位于临港产业园，工程建设有利于沿海重要产业集群和产业带的形成。工程不涉及纺织服装、食品加工、珠宝金银首饰、五金塑料等传统产业。工程主要从事电解水制氢，并结合燃料电池、混合储能，探索电-氢-电的新型电力系统，工程建设有利于新能源产业发展。工程位于临港产业园、海基地内，所在地未开</p>	/
全市总体管控要求	<p>区域布局管控要求</p>		符合

类别	相关要求	项目情况	相符性
	<p>东陆河县产业转移工业园区、广东汕尾星都经济开发区及其他产业园区或工业集聚区入园集聚发展，引导重大产业向南部海洋经济产业带、东部临港工业组团等环境容量充足的沿海地区布局。依法依规关停落后产能，严格控制高耗能、高排放项目准入，新建、扩建石化、化工、焦化、有色金属冶炼、平板玻璃项目应布设在依法合规设立并经规划环评的产业园区。加强生态环境分区准入管控，生态保护红线严格按照国家、省有关要求管理；一般生态空间内，可开展生态保护红线内允许的活动，在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动，一般生态空间内的人工商品林，允许依法进行抚育采伐、择伐和树种更新等经营活动；环境质量不达标区域，新建项目需符合环境质量改善要求，对未取得主要污染物总量指标或排水无法纳入市政管网的建设项目，一律实施项目限批。积极推动黄江河、螺河、乌坎河、东溪河、榕江河等流域产业转型升级，引导低水耗、低排放、高效率的先进制造业和现代服务业发展。建立健全重污染行业退出机制及防止“散乱污”“十小企业”“回潮长效监管机制。依法科学划定畜禽养殖禁养区，严格禁养区环境监管，禁养区划定前已经存在的规模化畜禽养殖场（户），由所在地县级人民政府决定限期关闭或者搬迁。科学确定水产养殖密度，在鸟类自然保护区、水质超标水域、近岸海域优先保护区内高位水产养殖逐步清退，保护水域生态环境。县级及以上城市建成区和天然气管网覆盖范围内，禁止新建每小时35蒸吨以下燃煤锅炉。引导包装印刷、工业涂装等挥发性有机物排放量大的企业入园集中管理。列入建设用地土壤污染风险管控和修复名录的地块，不得作为住宅、公共管理与公共服务用地，未达到土壤污染风险评估报告确定的风险管控、修复目标的建设用地地块，禁止开工建设任何与风险管控、修复无关的项目。严守耕地红线，保障粮食生产空间，确保耕地保有量不减少。拟开发为农用地的应开展土壤环境质量状况评估，不符合相应标准的，不得种植食用农产品。</p>	<p>展规划环评。“电解水制氢”为《国民经济行业分类》（GB4754-2017）中的C2619“其他基础化学原料制造”行业，属于化工行业；但本工程主要为电解水制氢试验项目，为研发中试阶段，不属于工业化生产项目，结合前文分析也不属于“两高”项目，因此可布设在依法合规设立并经规划环评的产业园区外。工程不涉及生态保护红线及一般生态空间；不涉及黄江河、螺河、乌坎河、东溪河、榕江河等流域；不属于重污染、散乱污、十小企业；不涉及养殖、锅炉、揮发性有机物。工程所在地及周边土壤环境质量达标，落实分区防控等措施，不会造成土壤污染。</p>	符合
能源资源利用要求	<p>科学推进能源消费总量和强度“双控”，积极发展先进核电、海上风电等清洁能源，利用价格机制推动抽水蓄能电站建设，进一步提升清洁能源消纳和储存能力，逐步提高可再生清洁能源与低碳清洁能源比例及能源利用效率，建立现代化能源体系。逐步推广新能源汽车的使用，减少二氧化碳排放。严格重点行业建设项目环评审批，落实清洁能源替代、煤炭等量或减量替代要求，完善有关行业环评审批规定，明确碳排放要求，推动碳达峰、碳中和计划顺利实施。高污染燃料禁燃区需按《高污染燃料目录》Ⅱ（较严）或Ⅲ类（严格）管理要求使用清洁能源。深入实施最严格水资源管理制度，严格控制地下水</p>	<p>本工程主要从事电解水制氢，并结合燃料电池、混合储能，探索电-氢-电的新型电力系统，工程建设有利于提升清洁能源消纳和储存能力、建立现代化能源体系。电解水制氢主要消耗试验基地配套设施建设的风电、光电可再生能源，不涉及高污染燃料。</p>	符合

类别	相关要求	项目情况	相符性
	<p>开采，建立用水总量监测预警机制，用水总量接近或者超出用水总量控制指标的县（市、区）制定并实施用水总量削减计划。贯彻落实“节水优先”方针，提高火电、纺织、食品和发酵等高耗水行业水资源利用效率和中水回用率。严格实行建设项目水资源论证和取水许可制度，落实榕江等流域水量分配方案，统筹协调调生活、生产、生态用水，保障主要河流基本生态流量。强化自然岸线保护，保障自然岸线保有率，优化岸线开发利用格局与利用方式，建立岸线分类管控和长效管护机制，规范岸线开发秩序。除国家重大项目外，全面禁止围填海。加强落实单位土地面积投资强度、土地利用强度等建设用地控制性指标要求，提高土地利用效率。推动绿色矿山建设，提高矿产资源产出率。积极发展农业资源利用节约化、生产过程清洁化、废弃物利用资源化等生态循环农业模式。</p>	<p>本工程废水回用率21.3%，有效节约水资源，提高水资源利用效率，新鲜水来自市政自来水，不开采地下水。本工程项目所在地已取得《建设用地规划许可证》，不会突破土地资源利用上线。本工程建设不占用岸线资源，不涉及矿产开采、农业资源利用。</p>	
<p>污染物排放管控制要求</p>	<p>总量控制，重点污染物排放总量指标优先向重点建设项目、重点工业园区和集聚区、战略性新兴产业倾斜。加快建立以排污许可制为核心的固定污染源监管制度，聚焦重点行业和重点区域，强化环境监管执法。超过重点污染物排放总量控制指标或未完成环境质量改善目标的区域，新建、改建、扩建项目重点污染物实施减量替代。新建高耗能、高排放项目应依据区域环境质量改善目标，制定配套区域污染物削减方案，采取有效的污染物区域削减措施；新建、扩建高耗能、高排放项目应采用先进适用的工艺技术和装备，单位产品能耗、能耗、水耗等达到清洁生产先进水平，依法制定并严格落实防治土壤与地下水污染的措施。优化调整供水格局，禁止在地表水Ⅰ、Ⅱ类保护目标水域，以及Ⅲ类保护目标水域中的保护区、游泳区新建排污口，已建成的排污口应当实行污染物总量控制且不得增加污染物排放量；饮用水水源保护区内已建的排污口应当依法拆除。推进餐饮、汽修洗车、农贸市场、垃圾转运站等涉水污染源整治。推进污水处理设施提质增效并完善纳污系统建设；分类分区梯次推进农村生活污水治理，国考断面水质不达标控制单元、饮用水水源保护区以及“千村示范、万村整治”工程示范县等重点区域范围优先治理，加快推进村级污水处理设施建设。因地制宜治理农业面源污染，重点开展大液河、黄江河、东溪河、乌坎河流域所在的水环境控制单元农田面源污染综合治理，推广精准施肥、节水灌溉技术和高效低毒低残留农药使用，加强对生产、销售、使用农药和处置过期失效农药及农药包装物的综合监督管理。现有规模化畜禽养殖场（小区）100%配套建设粪便污水贮存、处理与利用设施，提高畜禽养殖场废弃物资源化利用率，打造经济高效、循环利用的绿色养殖基地。实施水产养殖池塘、近海养殖网箱标准化改造，合理投饵和科学使用药物，实施环境激素类化学品淘汰、替代、限制等措施，以及</p>	<p>本工程运行期废气污染物主要为备用柴油发电机燃油废气排放的SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物，不属于正常排放源；废水部分回用，部分交由有处理能力的废水处理机构处理，不直接排放；无需进行总量控制。本工程不属于高耗能、高排放项目，不设置排污口，不涉及农业面源、农药使用、畜禽及水产养殖、挥发性有机物、船舶。本工程设置加氢站为氢燃料电池车辆供气，有助于推动交通运输燃料清洁化。本工程不排放重金属或者其他有毒有害物质含量超标的污水、污泥，以及可能造成土壤污染的清淤底泥、尾矿、矿渣等。</p>	<p>符合</p>

类别	相关要求	项目情况	相符性
环境风险控制要求	<p>养殖尾水达标排放或者资源化利用，加强对高位水产养殖尾水排放管控。强化陆海统筹，严控陆源污染物入海量。实施重点行业清洁生产改造，火电行业企业大气污染物排放到可核查、可监管的超低排放标准。在可核查、可监管的基础上，新建大气污染物排放建设项目应实施氮氧化物、挥发性有机物排放等量替代。积极推进人造板制造、涂料制造、工业涂装、包装印刷、电子制造、炼油石化、化工等重点行业企业以及挥发性有机液体储运等领域的挥发性有机物减排，通过源头替代、过程控制和末端治理实施反应活性物质、有毒有害物质、恶臭物质的协同控制。严格落实船舶大气污染物排放控制区要求，新建港区码头应配套岸电供应系统，船舶停泊期间应优先使用岸电。严格非道路移动机械环保准入，低排放区内禁止使用冒黑烟、排放不达标非道路移动机械，加强在用车辆的废气排放管理，强化机动车排气路检。推进公路、水路等交通运输燃料清洁化，逐步推广新能源物流车辆。禁止向农用地排放重金属或者其他有毒有害物质含量超标的污水、污泥，以及可能造成土壤污染的清淤底泥、尾矿、矿渣等。</p> <p>加强饮用水水源地、备用水源地环境风险防控，强化地表水、地下水和土壤污染风险协同防控，建立完善突发事件应急管理体系。重点加强环境风险分级分类管理，强化涉重金属行业、工业园区等重点环境风险源的环境风险防控。建立跨行政区域水环境风险联防联控机制，加强共享水生态环境信息。加强防范水污染事故，对生产、储存危险化学品等企业事业单位，按照规定要求配备事故应急池等水污染事故应急设施，并制定有关水污染事故的应急预案。禁止在江河、水库集水区域使用剧毒和高残留农药。完善重污染天气应急管理体系，修订完善重污染天气应急响应专项方案。实施农用地分类管理，依法划定特定农产品禁止生产区域，保障农产品生产安全。纳入广东省建设用地土壤环境联动监管范围等相关地块，按要求开展土壤污染状况调查，调查结果表明污染物含量超过土壤污染风险管控标准的，按规定进行土壤污染风险评估，及时将需要实施风险管控、修复的地块纳入建设用地土壤污染风险管控和修复名录；对暂不开发利用或现阶段不具备治理修复条件的污染地块应设立标识，发布公告，开展环境监测，发现污染扩散的，应及时采取污染物隔离、阻断等环境风险管控措施。深化“深莞惠+汕尾、河源”经济圈内部环保合作，加强区域联防联控，全力避免因各类安全事故（事件）引发的次生环境风险事故（事件）。</p>	<p>本工程不涉及饮用水水源地，不直接排放废水；废气污染物主要为备用柴油发电机燃油废气排放的SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物，不属于正常排放源；由于涉及氢气等危险化学品生产、使用、储存，设置相应的风险防范措施并制定应急预案。项目不涉及农药，涉及的重金属主要为钼，不属于重点重金属，本工程不直接排放含重金属污染物的废水、废气、固废等。工程所在地及周边土壤环境质量达标，落实分区防控等措施，不会造成土壤污染。</p>	符合





图 3.7-7 本工程项目所在地与广东省生态环境分区管控信息平台生态空间管控单元叠图



图 3.7-8 本工程项目所在地与广东省生态环境分区管控信息平台水环境管控单元叠图



图 3.7-9 本工程项目所在地与广东省生态环境分区管控信息平台大气环境管控单元叠图

### 3.7.5 项目选址合理性分析

本工程为综合能源岛陆上试验基地项目二期工程，试验基地选址不涉及饮用水水源保护区、国家公园、自然保护区、自然公园、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、文物保护单位、生态保护红线、永久基本农田等，周边主要为工业用地、科研用地，与居住区、学校、医院等敏感区距离较远。

试验基地位于汕尾（陆丰）临港产业园内，本工程主要从事电解水制氢试验，采用风电、光电等可再生能源制氢，同时进行海洋气候模拟试验和浮动摇摆试验，符合《汕尾（陆丰）临港产业园综合发展规划》；汕尾（陆丰）临港产业园内部分区域已开展规划环评《汕尾（陆丰）临港分园总体规划环境影响报告书》，本工程所在地块不在已开展规划环评的区域内；“电解水制氢”为《国民经济行业分类》（GB4754-2017）中的C2619“其他基础化学原料制造”行业，属于化工行业，但本工程主要为电解水制氢试验项目，为研发中试阶段，不属于工业化生产项目，结合前文分析也不属于“两高”项目，因此可布设在依法合规设立并经规划环评的产业园区外。本工程所在地块土地利用规划为科研用地，已取得《建设用地规划许可证》，本工程“电解水制氢”为研发中试阶段，海洋气候模拟试验和浮动摇摆试验为专业试验，可建设于用地类型为科研用地的地块内。

综上所述，本工程选址可行。

### 3.7.6 结论

综合分析，本工程建设符合当前产业政策；符合能源发展规划、生态环境保护规划和国土空间规划；符合相关法规、规定；工程选址合理。因此，本项目的建设具有合法性和合理性。

## 4. 环境现状调查与评价

### 4.1 自然环境现状调查与评价

#### 4.1.1 地理位置

陆丰市地处广东省东南部碣石湾畔，位于东经 115.25°~116.13°、北纬 22.45°~23.09°之间。北面和陆河县、普宁市交界；东与汕尾市华侨管理区及惠来县接壤；西与海丰县和汕尾市城区为邻；南濒南海，毗邻港澳，介于深圳与汕头两个经济特区之间。距离广州 300 公里、深圳 150 公里、汕头 140 公里，水路距香港 105 海里、广州 205 海里、汕头 98 海里。全市陆地总面积 1681 平方公里，占全汕尾陆地面积的 31.89%，海岸线长 116.5km，海域面积 1.26 万平方公里，海岸曲折，港湾众多。沿海有乌坎、甲子、碣石、湖东、金厢 5 个港口，17 个岛屿，230 个海礁。全市耕地面积 3.54 万公顷，宜林山地面积 7.97 万公顷。

#### 4.1.2 地形地貌

陆丰市地层主要属新华夏（距今 2.25 亿年-0.7 亿年）和东西构造运动所形成。地质年代最早是三叠系，继而侏罗系、第四系。岩石主要是由花岗岩、砂页岩及第四系冲积沙砾石层组成。土壤肥沃，类型较多。主要有水稻土、南方山地草甸土、黄壤、红壤赤红壤、菜园土、潮沙泥土（河流冲积土）、滨海盐渍沼渍土、海滨沙土、石质土等 10 个土类 70 个土种，地势平坦。市境内最高山脉不上千米，700m 以上山脉只有 3 处，一为峨嵋嶂山脉，位于市境东部，主峰峨嵋嶂，海拔 980.3m，为全市最高点。二为罗经嶂山脉，位于市境东北部，主峰罗经嶂，海拔 960m。三为乌面岭山脉，位于市境西部，主峰乌面岭，海拔 738.4m。北部以山地为主，间有小盆地，中部与南部沿海多为丘陵、台地、平原与低洼地。整个地势走向除南部五峰山为东西走向外，其余山脉多为南北走向，与河流走向基本一致。

#### 4.1.3 水文状况

陆丰市境内有河流 22 条，总长 458km，径流总量 23.58 亿  $m^3$ 。大中小型水库山塘 235 座，总库容量 3.82 亿  $m^3$ 。主要河流有螺河、乌坎河、鳌江、龙潭河。

**鳌江**，鳌江是陆丰境内第三大河流，发源于陆丰市境内十八尖山北坡，河长 41 公里，集雨面积 272.7 平方公里。鳌江自源头以下，在坡洋镇内的丘陵、台地间的山涧河谷流淌，称为北溪，集雨面积 57 平方公里，至华侨管理区金鸡塔（地名），集雨面积 54.7 平方公里的西溪汇入。汇合后又在狭小、弯曲的溪涧东南流，至陆丰市甲西镇大陂村，集雨面积 23.3 平方公里的南溪汇入后，才称为鳌江。此后，鳌江在河床较为宽阔（宽在 100 至 200 米左右）、坡降平缓（坡降 0.00081）的河道继续东南流 15.5 公里，于惠来县歧石镇览表村西面，汇入瀛江（陆丰甲子港），注入南海碣石湾。

陆丰水量充足，全市年地表水径流总量 38.96 亿  $m^3$ ，每 1/15 公顷耕地平均拥有水量 7346 $m^3$ 。同时有地下水 4.9 亿  $m^3$  及地热水（又称温泉）、矿泉水多处。水质好，水力资源较为丰富。据有关部门 1986 年的勘测调查，全市水力资源理论 9.27 理论万千  $m^3$ ，年发电量 8.6 亿 kwh，可开发装机容量 11.25 万 kw，年发电量 4.2 亿 kwh。目前，全市已建水力发电站装机容量仅有 9000 多 kw，年发电量仅 2300 多万 kwh，尚有较多水力资源可供开发利用。

#### 4.1.4 气候气象

陆丰市地处北回归线以南，属南亚热带季风气候，海洋性气候明显。气候温和，雨量充沛，汛期降雨较为集中。市中心城区年平均气温大于 21.8 $^{\circ}C$ ，最热 7 月，月均气温 28 $^{\circ}C$ ；最冷 1 月，月均气温 13.8 $^{\circ}C$ 。极端最高气温 37.8 $^{\circ}C$ （1962 年 8 月 1 日），极端最低气温 0.9 $^{\circ}C$ （1967 年 1 月 17 日）。无霜期 361 天，农作物年可 3 熟。全市年均实际日照时数为 1940-2140 小时。年平均太阳辐射总量 12.55 万卡/ $c m^2$ ，属广东省大陆高值区，其分布大致与日照时数相同。光照条件除个别年份出现长期的阴雨天气外，一般都可以满足各种农作物生长需要。全年年均降雨量为 1997mm，属广东省多雨区之一。降雨年际变化大，最高年（1961 年）降雨量达 3045mm；最少年（1963 年）仅有 942.2mm，是平均值 52%；降雨量季节变化也明显，一般雨季始于 3 月份，结束于 10 月中旬，长达 210 天左右。汛期 4-5 月，平均雨量 1730mm，占全年总量的 87%。

#### 4.1.5 地震地质

##### （1）地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），汕尾市地震烈度为 7 度，地震动峰值加速度为 0.10g。

## （2）地质

汕尾市岩石主要有花岗岩、砂页岩及第四系冲击砾砂层等组成。

陆丰市主要有花岗岩红壤型台地，海蚀遗迹较明显，平原为河流与泻湖混合堆积，东部沿岸为中生代燕山期粗、中粒花岗岩，表层风化、剥蚀强烈，基底为花岗岩，地层自上而下如下：淤泥：灰黑色，饱和，流塑，厚 0.4~2.70 米。粉细砂、圆砾、砾砂：灰~灰白色，稍密~中密。淤泥质粉质粘土、粘土：前者深灰色，后者橘黄色，可塑~软塑。粉质粘土：桔红色，很湿~饱和，硬塑状。风化花岗岩：灰白间橘红色，原岩结构不清，可见大量石英颗粒，层面标高-10.75~-13.50 米。

### 4.1.6 植被资源

陆丰市属于亚热带植被带，闽、粤沿海丘陵平原亚热带“植被带”，潮汕平原丘陵“植被分段”。陆丰市的木本植物有 39 科 115 种，常见的乔木有杉、松、桉、红椎林、稠、荷木、木麻黄、台湾相思、大叶相思、樟、柳、苦楝、油桐、橡胶等。灌木品种主要有桃金娘、野脚木等。人工栽培品种有马尾松、台湾相思、速成桉、茶、楝叶五菜萸等。农作物主要有水稻、小麦、大豆、芋头、红麻、玉米、番薯、木薯、花生、甘蔗等。

### 4.1.7 矿产资源

陆丰市矿产资源主要有 6 大类 15 种，以高岭土、石英砂、锡、铅、钛、铁、硫铁矿等蕴藏量最为丰富。高岭土蕴藏量 1 亿吨以上，主要分布在大安、陂洋、八万、博美、城东、金厢等镇，其中大安镇分布面积达 59km<sup>2</sup>，蕴藏量 4000 多万吨。石英砂总蕴藏量为 1 亿立方米以上，主要分布在星都、上英、东海、金厢、碣石、湖东等地，其中星都经济试验区的白沙埔，面积 400 多公顷，地面至地下 2.5m 深处纯属石英砂，蕴藏量达 1000 多万 m<sup>3</sup>。高岭土和石英砂品位均高，很有开采利用价值。

### 4.1.8 渔业资源

陆丰市水产类有海产鱼类 110 多科 140 多种，淡水鱼类 20 多科 30 多种，海、淡水养殖品种有鲍鱼、甲鱼、海马、鲳鱼、对虾仁、蟹、牡蛎、扇贝、贻贝壳、海参、角螺、

海胆、鳗鱼等。均属珍稀高值产品。

陆丰市海岸曲折，港口众多，海岸线长 190.01 千米，海域面积 1.26 万平方千米。全市海淡水养殖面积 6576 公顷（其中海水养殖面积 5206 公顷，水养殖面积 1370 公顷），海水养殖主要分布在甲子、碣石、湖东、金厢、甲东、甲西、东海、上英、潭西、城东、桥冲等沿海镇，全市养殖品种主要有斑节对虾、南美白对虾、牡蛎、青蟹、罗非鱼、草鱼、东风螺等。

## 4.2 环境空气质量现状调查与评价

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）“6.1.3 三级评价项目只调查项目所在区域环境质量达标情况”、“6.2.1.1 项目所在区域达标判定，优先采用国家或地方生态环境主管部门公开发布的评价基准年环境质量公告或环境质量报告中的数据或结论”，本工程无大气污染物正常排放源，参照三级评价只调查项目所在区域环境质量达标情况，并采用地方生态环境主管部门公开发布的数据。

根据汕尾市生态环境局网站公开发布的《2024 年汕尾市生态环境状况公报》，汕尾市空气质量现状见下表。

表 4.2-1 2024 年汕尾市空气质量现状评价表（单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， $\text{CO}$ :  $\text{mg}/\text{m}^3$ ）

污染物	年评价指标	现状浓度	标准值	占标率%	达标情况
$\text{SO}_2$	年平均质量浓度	7	60	11.67	达标
$\text{NO}_2$	年平均质量浓度	10	40	25.00	达标
$\text{PM}_{2.5}$	年平均质量浓度	17.7	35	50.57	达标
$\text{PM}_{10}$	年平均质量浓度	26.5	70	37.86	达标
$\text{CO}$	24 小时均值第 95 百分位数	0.8	4	20.00	达标
$\text{O}_3$	最大 8 小时值第 90 百分位数	135	160	84.38	达标

由上表可知，2024 年汕尾市环境空气各污染物指标均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准，因此判定项目所在区域为达标区。

## 4.3 地表水环境质量现状调查与评价

本工程产生的废水部分回用，部分交由有处理能力的废水处理机构处理，不直接排放。本工程位于沿海地区，为了解周边海域水质现状，本次引用 2022 年~2024 年广东省近岸海域水质监测信息中 GDN14012（E115.8900°，N22.7500°）和 GDN14015

(E115.7800°, N22.7900°) 监测站位的监测数据进行评价, 具体监测结果见下表 4.3-1 和表 4.3-2, 监测站位位置见图 4.3-1。

监测站位 GDN14012 所在海域未划定近岸海域环境功能区。根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，该监测站位位于海洋功能区划中的“A1-17 田尾山-石碑山农渔业区”，该功能区海水水质执行第二类标准，因此确定监测站位 GDN14012 海水水质评价按照《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类标准执行。

监测站位 GDN14015 所在海域属于《广东省生态环境厅关于同意调整广东陆丰核电近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2021〕634 号）中的“406A-碣石浅澳港口、工业功能区”，该功能区海水水质执行第三类标准，因此确定监测站位 GDN14015 海水水质评价按照《海水水质标准》（GB3097-1997）第三类标准执行。

由 2022~2024 年监测结果可知，GDN14012 监测站位的各监测因子均能满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中的第二类海水水质标准，GDN14015 监测站位的各监测因子均能满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中的第三类海水水质标准。

表 4.3-1 GDN14012 点位海水水质监测数据（2022~2024 年）

监测时间		监测结果（单位：mg/L, pH 除外）										
		pH 值	无机氮	活性磷酸盐	石油类	DO	COD <sub>Mn</sub>	铜	汞	镉	铅	
2022 年	2022/04/15	7.99	0.044	0.005	0.002	6.15	0.60	—	—	—	—	
	2022/07/29	8.27	0.043	0.012	0.008	6.89	0.38	0.00038	0.000003	0.000015	0.00015	
	2022/10/24	8.08	0.200	0.030	0.004	6.30	0.19	—	—	—	—	
	平均值	8.11	0.096	0.016	0.004	6.45	0.39	0.00038	0.000003	0.000015	0.00015	
2023 年	2023/04/20	8.15	0.018	0.003	0.005	6.46	0.20	—	—	—	—	
	2023/07/22	7.97	0.026	0.002	0.001	6.41	0.47	0.00066	0.000004	0.000050	0.00033	
	2023/10/24	8.09	0.152	0.017	0.002	6.80	0.31	—	—	—	—	
	平均值	8.07	0.065	0.007	0.003	6.56	0.33	0.00066	0.000004	0.000050	0.00033	
2024 年	2024/04/16	7.82	0.015	0.003	0.011	6.53	0.77	—	—	—	—	
	2024/08/07	8.13	0.037	0.010	0.023	7.16	0.43	0.00135	0.000027	0.00005	0.00017	
	2024/11/12	8.03	0.121	0.008	0.019	6.69	0.36	—	—	—	—	
	平均值	7.99	0.058	0.007	0.018	6.79	0.52	0.00135	0.000027	0.00005	0.00017	
第二类海水水质标准限值		7.8~8.5	≤0.30	≤0.030	≤0.05	>5	≤3	≤0.010	≤0.0002	≤0.005	≤0.005	

表 4.3-2 GDN14015 点位海水水质监测数据（2022~2024 年）

监测时间		监测结果（单位：mg/L, pH 除外）										
		pH 值	无机氮	活性磷酸盐	石油类	DO	COD <sub>Mn</sub>	铜	汞	镉	铅	
2022 年	2022/04/14	8.17	0.019	0.001	0.002	7.50	0.81	—	—	—	—	
	2022/07/28	8.39	0.022	0.001	0.004	6.87	0.74	0.00057	0.000003	0.000015	0.00011	
	2022/10/25	8.03	0.138	0.022	0.004	6.30	0.36	—	—	—	—	
	平均值	8.20	0.060	0.008	0.003	6.89	0.64	0.00057	0.000003	0.000015	0.00011	
2023 年	2023/04/19	8.07	0.019	0.006	0.005	6.69	0.08	—	—	—	—	
	2023/07/22	8.17	0.008	0.001	0.003	6.63	1.56	0.00089	0.000004	0.000015	0.00019	
	2023/10/26	8.13	0.065	0.005	0.001	7.14	0.78	—	—	—	—	
	平均值	8.12	0.031	0.004	0.003	6.82	0.81	0.00089	0.000004	0.000015	0.00019	
2024 年	2024/04/17	7.96	0.046	0.001	0.002	6.39	0.32	—	—	—	—	
	2024/07/18	8.24	0.149	0.001	0.003	6.28	0.36	0.00048	0.000004	0.00002	0.00009	
	2024/10/17	8.07	0.015	0.001	0.003	6.48	0.63	—	—	—	—	
	平均值	8.09	0.070	0.001	0.003	6.38	0.44	0.00048	0.000004	0.00002	0.00009	
第三类海水水质标准限值		6.8~8.8	≤0.40	≤0.030	≤0.30	>4	≤4	≤0.050	≤0.0002	≤0.010	≤0.010	



图 4.3-1 本工程项目所在地与近岸海域监测站位相对位置关系图

## 4.4 地下水环境质量现状调查与评价

### 4.4.1 监测布点

本项目地下水评价工作等级为二级，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），二级评价项目潜水含水层水质监测点位应不少于 5 个，原则上建设项目场地上游和两侧的地下水水质监测点均不得少于 1 个，建设项目场地及其下游影响区的地下水水质监测点不得少于 2 个。一般情况下，地下水水位监测点数宜大于相应评价级别地下水水质监测点数的 2 倍。

本次评价监测点位共有 10 个，本次实测 5 个点位，引用 5 个点位，引用数据来源于广东粤风检测技术有限公司出具的监测报告（报告编号：YF-BG2308041）。具体监测点位见图 4.4-1，各监测点设置情况及基本信息见表 4.4-1，可满足监测要求。

表 4.4-1 地下水监测点位一览表

序号	监测点位置	监测项目	与项目区的相对位置	备注
D1	项目位置	水质、水位	项目场地	实测
D2	后埔村	水质、水位	项目西南侧（两侧）	实测
D3	赤坎头	水位	项目西侧	实测
D4	上林村	水位	项目西北侧	实测
D5	张厝	水位	项目北侧	实测
D6	项目东北面 1325m 处	水质、水位	项目东北侧（两侧）	引用
D7	项目东南面 320m 处	水质、水位	项目东南侧（下游）	引用
D8	林厝	水质、水位	项目西北侧（上游）	引用
D9	钟厝	水位	项目西北侧	引用
D10	沈地	水位	项目北侧	引用

### 4.4.2 监测项目

监测项目包括水位及水质。

其中水质监测项目包括： $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $CO_3^{2-}$ 、 $HCO_3^-$ 、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、挥发性酚类、耗氧量、氨氮、总大肠菌群、细菌总数、亚硝酸盐、硝酸盐、氟化物、氰化物、汞、砷、镉、铬（六价）、铅、阴离子表面活性剂。



图 4.4-1 地下水环境现状监测布点图

#### 4.4.3 监测时间与频次

本次实测点位于 2025 年 12 月 27 日由中测联科技研究（佛山）有限公司对监测点进行为期 1 天的监测，每天采样 1 次。

引用的监测点位于 2023 年 8 月 7 日由广东粤风检测技术有限公司对监测点进行为期 1 天的监测，每天采样 1 次。

#### 4.4.4 分析方法

表 4.4-2 地下水检测分析方法

序号	检测项目	检测方法	分析设备	检出限
1	pH 值	《水质 pH 值的测定 电极法》 HJ 1147-2020	便携式 PH/ORP 计 YHBJ-262	—
			PHBJ-260 便携式 PH 计	—
2	高锰酸盐指数	《水质 高锰酸盐指数的测定》 GB/T 11892-1989	滴定管	0.5mg/L
		《生活饮用水标准检验方法有机 物综合指标》 GB/T 5750.7-2006 (1)	滴定管	
3	溶解性总固 体	《生活饮用水标准检验方法 感观 性状和物理指标》GB/T 5750.4-2023 (11.1)	万分之一电子天平 BSA224S	—
		《水和废水监测分析方法》(第四 版增补版)国家环境保护总局 2002 年 103-105°C 烘干的可滤残 渣(A)3.1.7 (2)	FA2204N 电子天平	10mg/L
4	总硬度	《水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法》GB/T 7477-1987	50mL 滴定管	0.05mmol/L (5mg/L; 以 CaCO <sub>3</sub> 计)
		《生活饮用水标准检验方法感观 性状和物理指标》GB/T 5750.4- 2006 (7)	滴定管	1.0mg/L
5	氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分 光光度法》HJ 535-2009	紫外可见分光光度计 UV-1900 722S 可见分光光度计	0.025mg/L
6	阴离子表面 活性剂	《水质 阴离子表面活性剂的测 定亚甲蓝分光光度法》	紫外可见分光光度计 UV-1900	0.05mg/L

		GB/T 7494-1987		
7	挥发酚	《水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法》HJ 503-2009	紫外可见分光光度计 UV-1900	0.003mg/L
			UV1800PC 分光光度计	0.0003mg/L
8	氟化物	《水质 氟化物的测定 离子选择电极法》GB/T 7484-1987	PXSJ-216 离子计	0.05mg/L
			pHSJ-4F PH 计	
9	氟化物	《水质 氟化物的测定 容量法和分光光度法》HJ 484-2009	紫外可见分光光度计 UV-1900	0.004mg/L
			UV1800PC 分光光度计	
10	六价铬	《水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法》GB/T 7467-1987	紫外可见分光光度计 UV-1900	0.004mg/L
			UV1800PC 分光光度计	
11	总大肠菌群	《水和废水监测分析方法》(第四版增补版)国家环境保护总局 2002年 多管发酵法(B) 5.2.5 (1)	电热恒温培养箱 DHP-9052	2MPN/100mL
		《生活饮用水标准检验方法微生物指标》GB/T 5750.12-2006 (2)	80-C 型培养箱、LRH-100A 生化培养箱	小于 2
12	细菌总数	《水质 细菌总数的测定 平皿计数法》HJ 1000-2018	电热恒温培养箱 DHP-9052	—
		《多管发酵法 生活饮用水标准检验方法微生物指标》GB/T5750.12-2006 (1)	LRH-100A 培养箱	—
13	重碳酸盐	《水和废水监测分析方法》(第四版增补版)国家环保总局(2002年) 酸碱指示剂滴定法 3.1.12.1	50mL 滴定管	0.6mg/L
14	碳酸盐			0.6mg/L
15	氯化物(Cl <sup>-</sup> )	《水质 无机阴离子(F <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )的测定离子色谱法》HJ84-2016	离子色谱 CIC-D100	0.007mg/L
			ICS-600 离子色谱仪	
16	亚硝酸盐	《水质 无机阴离子(F <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )的测定离子色谱法》HJ84-2016	离子色谱 CIC-D100	0.016mg/L
			《水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法》GB/T 7493-1987	UV1800PC 分光光度计
17	硝酸盐	《水质 无机阴离子(F <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )的测定离子色谱法》HJ84-2016	离子色谱 CIC-D100	0.016mg/L

		《水质 硝酸盐氮的测定 紫外分光光度法(试行)》HJ/T346-2007	UV1800PC 分光光度计	0.08mg/L
18	硫酸盐 (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	《水质 无机阴离子 (F <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) 的测定离子色谱法》HJ84-2016	离子色谱 CIC-D100	0.018mg/L
			ICS-600 离子色谱仪	
19	氯化物	《水质 氯化物的测定 硝酸银滴定法》GB/T 11896-1989	25mL 滴定管	10mg/L
20	硫酸盐	《水质 硫酸盐的测定 铬酸钡分光光度法(试行)》HJ/T 342- 2007	紫外可见分光光度计 UV-1900	8mg/L
21	总汞	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014	原子荧光光度计 AFS-8520	0.04μg/L
			原子荧光光度计 AFS-10B	0.04μg/L
22	砷	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014	原子荧光光度计 AFS-10B	0.3μg/L
		《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》HJ 700-2014	7800 ICP-MS	0.12μg/L
23	铅	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》HJ 700-2014	7800 ICP-MS	0.09μg/L
			ICAP RQI 电感耦合等离子质谱仪	0.09μg/L
24	镉		7800 ICP-MS	0.05μg/L
			ICAP RQI 电感耦合等离子质谱仪	0.05μg/L
25	铁	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》HJ 700-2014	7800 ICP-MS	0.82μg/L
		《水质铁、锰的测定火焰原子吸收分光光度法》GB/T11911-1989	55B 原子吸收光谱仪	0.03mg/L
26	锰	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》HJ 700-2014	7800 ICP-MS	0.12μg/L
		《水质铁、锰的测定火焰原子吸收分光光度法》GB/T11911-1989	55B 原子吸收光谱仪	0.01mg/L
27	钾离子(K <sup>+</sup> )	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》HJ 700-2014	7800 ICP-MS	4.50×10 <sup>-3</sup> mg/L
		《水质可溶性阳离子(Li <sup>+</sup> 、Na <sup>+</sup> 、NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 、K <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> )的测定离子色谱法》HJ812-2016	ICS-600 离子色谱仪	0.02mg/L
28	钙离子(Ca <sup>2+</sup> )	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》HJ 700-2014	7800 ICP-MS	6.61×10 <sup>-3</sup> mg/L
		《水质可溶性阳离子(Li <sup>+</sup> 、Na <sup>+</sup> 、NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 、K <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> )的测定离子色谱法》HJ812-2016	ICS-600 离子色谱仪	0.03mg/L

29	钠离子(Na <sup>+</sup> )	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》HJ 700-2014	7800 ICP-MS	$6.36 \times 10^{-3}$ mg/L
		《水质可溶性阳离子(Li <sup>+</sup> 、Na <sup>+</sup> 、NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 、K <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> )的测定离子色谱法》HJ812-2016	ICS-600 离子色谱仪	0.02mg/L
30	镁离子(mg <sup>2+</sup> )	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》HJ 700-2014	7800 ICP-MS	$1.94 \times 10^{-3}$ mg/L
		《水质可溶性阳离子(Li <sup>+</sup> 、Na <sup>+</sup> 、NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 、K <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> )的测定离子色谱法》HJ812-2016	ICS-600 离子色谱仪	0.02mg/L

#### 4.4.5 评价标准

工程所在区域地下水环境质量执行《地下水质量标准》（GB14848-2017）中的III类标准。

#### 4.4.6 评价方法

地下水水质现状评价采用《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）中的标准指数法。标准指数>1，表明该水质因子已超标，标准指数越大，超标越严重。标准指数计算公式分为以下两种情况：

①对于评价标准为定值的水质因子，其标准指数计算方法如下：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{st}}$$

式中： $P_i$ —第*i*个水质因子的标准指数，无量纲；

$C_i$ —第*i*个水质因子的监测浓度值，mg/L；

$C_{st}$ —第*i*个水质因子的标准浓度值，mg/L。

②对于评价标准为区间值的水质因子（如pH值），其标准指数计算方法如下：

$$P_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{st}} \quad pH \leq 7 \text{ 时}$$

$$P_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{st} - 7.0} \quad pH > 7 \text{ 时}$$

式中： $P_{pH}$ —pH的标准指数，无量纲；

$pH$ —pH监测值；

$pH_{su}$ —标准中 pH 的上限值；

$pH_{sd}$ —标准中 pH 的下限值。

#### 4.4.7 监测结果及评价

地下水监测结果分别见表 4.4-3、表 4.4-4，评价结果见表 4.4-5。

表 4.4-3 地下水监测结果 (a)

编号	监测点位	水位 (m)	水深 (m)
D1	项目位置	9.57	2.65
D2	后埔村	11.02	7.90
D3	赤坎头	13.43	7.67
D4	上林村	20.09	8.50
D5	张厝	16.29	9.05
编号	监测点位	井深 (m)	埋深 (m)
D6	项目东北面 1325m 处	6.04	3.71
D7	项目东南面 320m 处	4.48	3.14
D8	林厝	3.00	0.90
D9	钟厝	1.82	0.75
D10	沈地	1.96	0.91

表 4.4-4 地下水监测结果 (b)

检测项目	单位	D1	D2	D6	D7	D8
pH 值	无量纲	7.1	7	7.4	7.4	7.2
高锰酸盐指数	mg/L	0.75	0.61	0.49	1.98	0.74
溶解性总固体	mg/L	78	83	154	174	166
总硬度	mg/L	106	87	93.9	142	210
氨氮	mg/L	0.204	0.177	0.060	0.082	0.052
阴离子表面活性剂	mg/L	0.05(L)	0.05 (L)	/	/	/
挥发酚	mg/L	0.0003(L)	0.0003(L)	0.0013	0.0017	0.0006
氟化物	mg/L	0.2	0.17	0.26	0.27	0.18
氰化物	mg/L	0.004(L)	0.004(L)	0.004(L)	0.004(L)	0.004(L)
六价铬	mg/L	0.004(L)	0.004(L)	0.004(L)	0.004(L)	0.004(L)
总大肠菌群	MPN/100mL	未检出	未检出	<2	<2	<2
细菌总数	CFU/mL	53	49	90	88	82
重碳酸根 (碳酸氢根)	mg/L	1.37	1.08	100	127	180
碳酸盐碱度	mg/L	0.6(L)	0.6(L)	0	0	0

氯化物(Cl <sup>-</sup> )	mg/L	24	24.2	29.3	12.2	6.80
亚硝酸盐	mg/L	0.016(L)	0.016(L)	0.001(L)	0.006	0.001(L)
硝酸盐	mg/L	5	5.87	16.2	16.2	0.08(L)
硫酸盐 (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	16.1	16.6	26.1	5.97	1.10
氯化物	mg/L	34	37	/	/	/
硫酸盐	mg/L	22	30	/	/	/
汞	μg/L	0.36	0.46	0.08	0.07	0.06
砷	μg/L	0.12(L)	0.12(L)	0.3(L)	3.7	1.0
铅	μg/L	0.09(L)	0.09(L)	0.09(L)	0.09(L)	0.09(L)
镉	μg/L	0.05(L)	0.05(L)	0.05(L)	0.05(L)	0.05(L)
铁	μg/L	0.82(L)	0.82(L)	/	/	/
	mg/L	/	/	0.03(L)	0.03(L)	0.03(L)
锰	μg/L	0.12(L)	2.87	/	/	/
	mg/L	/	/	0.01(L)	0.05	0.01(L)
钾离子(K <sup>+</sup> )	mg/L	17.7	18.1	23.2	5.80	0.60
钙离子(Ca <sup>2+</sup> )	mg/L	23.4	38	32.0	49.2	52.8
钠离子(Na <sup>+</sup> )	mg/L	19.8	21.9	28.0	9.37	7.07
镁离子(mg <sup>2+</sup> )	mg/L	3.15	4.91	4.08	3.37	2.48

注：检出限（L）表示检测结果小于其检出限。

表 4.4-4 地下水水质现状评价结果

检测项目	D1	D2	D6	D7	D8
pH 值	0.07	0.00	0.27	0.27	0.13
高锰酸盐指数	0.25	0.20	0.16	0.66	0.25
溶解性总固体	0.08	0.08	0.15	0.17	0.17
总硬度	0.24	0.19	0.21	0.32	0.47
氨氮	0.41	0.35	0.12	0.16	0.10
阴离子表面活性剂	0.08	0.08	/	/	/
挥发酚	0.08	0.08	0.65	0.85	0.30
氯化物	0.20	0.17	0.26	0.27	0.18
氟化物	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
六价铬	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
总大肠菌群	/	/	/	/	/
细菌总数	0.53	0.49	0.90	0.88	0.82
重碳酸根（碳酸氢根）	/	/	/	/	/
碳酸盐碱度	/	/	/	/	/
氯化物(Cl <sup>-</sup> )	0.10	0.10	0.12	0.05	0.03
亚硝酸盐	0.01	0.01	0.001	0.01	0.001

硝酸盐	0.25	0.29	0.81	0.81	0.002
硫酸盐 (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	0.06	0.07	0.10	0.02	0.00
氯化物	0.14	0.15	/	/	/
硫酸盐	0.09	0.12	/	/	/
汞	0.36	0.46	0.08	0.07	0.06
砷	0.01	0.01	0.02	0.37	0.10
铅	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
镉	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
铁	0.001	0.001	0.05	0.05	0.05
锰	0.001	0.03	0.05	0.50	0.05
钾离子(K <sup>+</sup> )	/	/	/	/	/
钙离子(Ca <sup>2+</sup> )	/	/	/	/	/
钠离子(Na <sup>+</sup> )	0.10	0.11	0.14	0.05	0.04
镁离子(mg <sup>2+</sup> )	/	/	/	/	/

注：参照《水环境监测规范》（SL219-2013）的有关规定，当测定结果低于分析方法的最低检出浓度时，按 1/2 最低检出浓度值进行指数计算。

根据监测结果可知，各监测点位的各项监测指标均可达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类标准。

## 4.5 声环境质量现状监测与评价

### 4.5.1 监测布点

本工程声环境评价范围内无声环境保护目标。本次评价引用一期工程委托深圳市深环新能技术有限公司于 2025 年 7 月 17~18 日对试验基地厂界四周的检测结果。监测点位见表 4.5-1 和图 4.5-1。

表 4.5-1 本工程声环境质量现状监测点布设一览表

序号	测点编号	测点名称
1	N1	西北厂界
2	N2	东北厂界
3	N3	东南厂界
4	N4	西南厂界



图 4.5-1 本工程声环境质量现状监测点位分布示意图

#### 4.5.2 监测时间和频率

深圳市深环新能技术有限公司于 2025 年 7 月 17 日~18 日对本工程所在试验基地厂界进行了噪声监测，每个测点监测 1 天，每天昼、夜各检测一次。测量参数为每一测点的  $Leq$  值；监测方法按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的有关规定进行。

#### 4.5.3 评价标准

本工程所在试验基地西北、东北、西南厂界执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准，东南厂界执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 4a 类标准。

#### 4.5.4 评价方法

根据声环境实测数据，依据所执行的标准对项目声环境质量现状进行评价。

#### 4.5.5 监测结果及评价

监测结果见表 4.5-2。

表 4.5-2 声环境现状监测结果

编号	监测点	监测结果		标准限值		达标情况
		昼间 dB(A)	夜间 dB(A)	昼间 dB(A)	夜间 dB(A)	
N1	西北厂界	53.24	46.30	60	50	达标
N2	东北厂界	48.06	46.66	60	50	达标
N3	东南厂界	50.09	47.92	70	55	达标
N4	西南厂界	54.21	45.30	60	50	达标

监测结果表明，试验基地的西北、东北、西南厂界满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准，东南厂界满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 4a 类标准。

#### 4.6 土壤环境质量现状监测与评价

为了解项目所在区域土壤环境，本次评价委托中测联科技研究（佛山）有限公司于 2025 年 12 月 26 日对项目所在区域的土壤环境进行了一期现状监测。

##### 4.6.1 监测点位及监测项目

本项目土壤评价工作等级为二级，参照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），在占地范围内布设 3 个柱状样、1 个表层样，占地范围外布设 2 个表层样，共有 6 个监测点位。土壤环境监测点情况详细见表 4.6-1 和图 4.6-1。

表 4.6-1 土壤环境现状监测点位及监测项目情况表

点号	位置	监测项目	采样要求	土地类型	备注
S1	氢能试验区 (115°49'57.13"E, 22°45'57.87"N)	柱状样 pH 值、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三	在 0~0.5m、0.5~1.5m、1.5~3m 取 1 个样。	第二类建设用地	占地范围内

			氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ）、钒。		
S2	辅助生产楼 (115°49'55.34"E, 22°45'56.13"N)	柱状样	pH值、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ）、钒	在0~0.5m、0.5~1.5m、1.5~3m取1个样。	
S3	危废间 (115°49'56.40"E, 22°45'59.87"N)	柱状样	pH值、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ）、钒	在0~0.5m、0.5~1.5m、1.5~3m取1个样。	
S4	储氢加氢区 (115°49'58.20"E, 22°45'59.57"N)	表层样	pH值、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ）、钒	在0~0.2m取1个样	
S5	北侧林地 (115°49'55.12"E, 22°46'03.24"N)	表层样	pH值、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ）、钒	在0~0.2m取1个样	
S6	西侧林地 (115°49'51.48"E, 22°45'57.44"N)	表层样	pH值、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ）、钒	在0~0.2m取1个样	参照第一类建设用地 占地范围外



图 4.4-1 地下水环境现状监测布点图

## 4.6.2 监测频次与采样、分析方法

### 1、监测频次

开展一次现状监测。采样一天，采样一次。

### 2、采样方法

表层样在 0~0.2m 取样，取样方法参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）执行。柱状样在 0~0.5m、0.5~1.5m、1.5~3m 分别取样，建设用地土壤环境调查与监测按 HJ25.1、HJ25.2 及相关技术规定要求执行。

### 3、分析方法

分析方法见表 4.6-2。

表 4.6-2 土壤检测分析方法和检出限

序号	检测项目	检测方法	分析设备	检出限
1	pH 值	《土壤 pH 值的测定 电位法》 HJ 962-2018	pH 计 PHS-3E	—
2	汞	《土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法》HJ 680-2013	原子荧光光度计 AFS-8520	0.002mg/kg
3	砷			0.01mg/kg
4	铜	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ 491-2019	火焰原子吸收分光光度计 TAS-990F	1mg/kg
5	铅			10mg/kg
6	镍			3mg/kg
7	钒	《土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法》HJ 803-2016	7800 ICP-MS	0.7mg/kg
8	镉	《土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》GB/T 17141-1997	石墨炉原子吸收分光光度计 TAS-990G	0.01mg/kg
9	六价铬	《土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法》HJ1082-2019	火焰原子吸收分光光度计 TAS-990F	0.5mg/kg
10	石油烃（C10-C40）	《土壤和沉积物 石油烃（C10-C40）的测定气相色谱法》HJ 1021-2019	气相色谱仪 GC-2030	6mg/kg
11	阳离子交换量	《土壤 阳离子交换量的测定 三氯化六氨合钴浸提-分光光度法》HJ 889-2017	紫外可见分光光度计 UV-1900	0.8cmol+/kg

12	容重	《土壤检测 第 4 部分：土壤容重的测定》NY/T 1121.4-2006	电子天平 JE1002	—		
13	总孔隙度	《森林土壤水分-物理性质的测定》LY/T 1215-1999	电子天平 JE1002	—		
14	渗透率（饱和导水率）	《森林土壤渗透率的测定》LY/T 1218-1999	环刀	—		
15	四氯化碳	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》HJ 605-2011	气相色谱质谱联用仪 GCMS-QP2020NX	1.3 $\mu$ g/kg		
16	氯仿			1.1 $\mu$ g/kg		
17	氯甲烷			1.0 $\mu$ g/kg		
18	1,1-二氯乙烷			1.2 $\mu$ g/kg		
19	1,2-二氯乙烷			1.3 $\mu$ g/kg		
20	1,1-二氯乙烯			1.0 $\mu$ g/kg		
21	顺式-1,2-二氯乙烯			1.3 $\mu$ g/kg		
22	反式-1,2-二氯乙烯			1.4 $\mu$ g/kg		
23	二氯甲烷			1.5 $\mu$ g/kg		
24	1,2-二氯丙烷			1.1 $\mu$ g/kg		
25	1,1,1,2-四氯乙烷			1.2 $\mu$ g/kg		
26	1,1,2,2-四氯乙烷			1.2 $\mu$ g/kg		
27	四氯乙烯			1.4 $\mu$ g/kg		
28	1,1,1-三氯乙烷			1.3 $\mu$ g/kg		
29	1,1,2-三氯乙烷			1.2 $\mu$ g/kg		
30	三氯乙烯			1.2 $\mu$ g/kg		
31	1,2,3-三氯丙烷			1.2 $\mu$ g/kg		
32	氯乙烯			1.0 $\mu$ g/kg		
33	苯			1.9 $\mu$ g/kg		
34	氯苯			1.2 $\mu$ g/kg		
35	1,2-二氯苯			1.5 $\mu$ g/kg		
36	1,4-二氯苯			1.5 $\mu$ g/kg		
37	乙苯			1.2 $\mu$ g/kg		
38	苯乙烯			1.1 $\mu$ g/kg		
39	甲苯			1.3 $\mu$ g/kg		
40	对-二甲苯			1.2 $\mu$ g/kg		
41	间-二甲苯			1.2 $\mu$ g/kg		
42	邻二甲苯			1.2 $\mu$ g/kg		
43	硝基苯			《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》HJ 834-2017	气相色谱质谱联用仪 GCMS-QP2020NX	0.09mg/kg
44	苯胺					0.08mg/kg
45	2-氯酚	0.06mg/kg				
46	苯并（a）蒽	0.1mg/kg				
47	苯并（a）芘	0.1mg/kg				
48	苯并（b）荧蒹	0.2mg/kg				
49	苯并（k）荧蒹	0.1mg/kg				
50	蒽	0.1mg/kg				
51	二苯并（a,h）蒽	0.1mg/kg				

52	茚并(1,2,3-cd) 芘	0.1mg/kg
53	萘	0.09mg/kg

### 4.6.3 评价标准

根据建设用地规划许可证，项目所在地土地用途为科研用地，占地范围内的 S1~S4 点位执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地风险筛选值。占地范围外的 S5~S6 点位现状为林地，参照执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地风险筛选值。

### 4.6.4 评价方法

土壤环境质量现状评价采用标准指数法。

### 4.6.5 土壤理化特性

在 S1、S6 点位调查土壤理化特性，详见表 4.6-3。

表 4.6-3 土壤理化性质

采样时间		2025-12-26			
采样点位		S1			S6
经度		115°49'57.13"			115°49'51.48"
纬度		22°45'57.87"			22°45'57.44"
层次		0-0.2m	1-1.2m	2-2.3m	0-0.2m
现场记录	颜色	黄棕	黄棕	黄棕	黄棕
	结构	团粒	团粒	团粒	团粒
	质地	砂土	砂壤土	砂壤土	砂土
	砂砾含量（%）	95	80	80	95
	其他异物	无	无	无	无
	氧化还原电位（mV）	494	437	414	497
实验室测定	pH 值（无量纲）	7.08	6.85	6.93	6.97
	阳离子交换量（cmol <sup>+</sup> /kg）	6.5	5.3	6.8	5.9
	容重（g/cm <sup>3</sup> ）	1.46	1.46	1.72	1.62
	总孔隙度（%）	5.5	8.1	9.3	10.8
	渗滤率（饱和导水率）（mm/min）	1.65	1.93	1.65	1.67

#### 4.6.6 监测结果及评价

土壤环境监测见表 4.6-4~表 4.6-5。结果表明 S1~S4 点位符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地风险筛选值；S5~S6 点位符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地风险筛选值。

#### 4.7 生态环境现状调查与评价

本工程使用的建筑物均在综合能源岛陆上试验基地项目（一期工程）同步建设完成，本次不新增建筑物。目前，试验基地场地现状为已平整的空地，现存植被主要为场地平整后次生杂草。本工程所在区域的生态系统长期受到人类活动的影响，无大型动物活动，常见的动物为昆虫类、蛇类、蟾蜍、蛙和啮齿动物等，无珍稀濒危的动植物。

#### 4.8 区域主要污染源

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）“6.6.2.1 d）水污染影响型三级 B 评价，可不开展区域污染源调查”，本项目地表水环境影响评价等级为三级 B，属于水污染影响型，故本次评价不开展区域水环境污染源调查。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）“7.1 一、二级评价，7.1.3 调查评价范围内有明显影响的现状声源的名称、类型、数量、位置、源强等”，本项目声环境影响评价等级为二级，经调查，项目声环境评价范围内现状声源主要为厂界东南侧碣田公路交通噪声以及周边企业的设备噪声。

表 4.6-4 土壤环境质量现状监测结果

序号	污染物项目	单位	监测结果															评价标准	
			S1			S2			S3			S4	S5	S6	第一类用地	第二类用地			
			0~0.2m	1.0~1.2m	2.0~2.3m	0~0.1m	0.5~0.6m	2.5~2.6m	0~0.2m	1.0~1.2m	2.0~2.2m	0~0.2m	0~0.2m	0~0.2m					
1	pH	无量纲	7.08	6.85	6.93	7.07	7.23	7.15	7.01	6.88	7.24	7.35	7.05	6.97	/	/			
2	砷	mg/kg	8.02	8.84	10.4	3.54	2.20	2.88	9.19	10.5	10.8	7.55	7.86	7.81	20	60			
3	铜	mg/kg	0.08	0.02	0.04	0.12	0.05	0.08	0.02	0.02	0.02	0.09	0.04	0.09	20	65			
4	六价铬	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3	5.7			
5	铜	mg/kg	23	32	25	29	42	27	24	33	32	24	23	24	2000	18000			
6	铅	mg/kg	32	2.0	20	45	11	35	21	40	41	26	6	6	400	800			
7	汞	mg/kg	0.120	0.064	0.086	0.107	0.191	0.096	0.064	0.102	0.138	0.177	0.091	0.102	8	38			
8	镍	mg/kg	48	47	47	39	45	47	50	51	55	51	46	43	150	900			
9	钒	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	165	752			
10	四氯化碳	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	900	2800			
11	氯仿	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	300	900			
12	氯甲烷	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	12000	37000			
13	1,1-二氯乙烷	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	3000	9000			
14	1,2-二氯乙烷	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	520	5000			
15	1,1-二氯乙烯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	12000	66000			
16	顺-1,2-二氯乙烯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	66000	596000			
17	反-1,2-二氯乙烯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	10000	54000			
18	二氯甲烷	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	94000	616000			
19	1,2-二氯丙烷	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	1000	5000			
20	1,1,1,2-四氯乙烷	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	2600	10000			
21	1,1,2,2-四氯乙烷	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	1600	6800			

序号	污染物项目	单位	监测结果															评价标准	
			S1			S2			S3			S4	S5	S6	第一类用地	第二类用地			
			0-0.2m	1.0-1.2m	2.0-2.3m	0-0.1m	0.5-0.6m	2.5-2.6m	0-0.2m	1.0-1.2m	2.0-2.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m					
22	四氯乙烯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	1100	53000		
23	1,1,1-三氯乙烯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	701000	840000		
24	1,1,2-三氯乙烯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	600	2800		
25	三氯乙烯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	700	2800		
26	1,2,3-三氯丙烷	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	50	500		
27	氯乙烯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	120	430		
28	苯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	1000	4000		
29	氯苯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	68000	270000		
30	1,2-二氯苯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	560000	560000		
31	1,4-二氯苯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	5600	20000		
32	乙苯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	7200	28000		
33	苯乙烯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	1290000	1290000		
34	甲苯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	1200000	1200000		
35	间,对-二甲苯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	163000	570000		
36	邻-二甲苯	µg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	222000	640000		
37	硝基苯	mg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	34	76		
38	苯胺	mg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	92	260		
39	2-氯酚	mg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	250	2256		
40	苯并[a]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	5.5	15		
41	苯并[a]芘	mg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	0.55	1.5		
42	苯并[b]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	5.5	15		
43	苯并[k]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	55	151		

序号	污染物项目	单位	监测结果												评价标准				
			S1				S2				S3				S4	S5	S6	第一类用地	第二类用地
			0-0.2m	1.0-1.2m	2.0-2.3m	0-0.1m	0.5-0.6m	2.5-2.6m	0-0.2m	1.0-1.2m	2.0-2.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m
44	菌	mg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	490	1293
45	二苯并[a, h]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	0.55	1.5
46	茚并[1, 2, 3-cd]芘	mg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	5.5	15
47	萘	mg/kg	ND	ND	ND	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ND	25	70
48	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	89	146	23	41	140	90	130	21	37	86	107	23	826	4500			

表 4.6-5 土壤环境质量现状评价结果

序号	污染物项目	标准指数																				
		S1						S2						S3						S4	S5	S6
		0-0.2m	1.0-1.2m	2.0-2.3m	0-0.1m	0.5-0.6m	2.5-2.6m	0-0.2m	1.0-1.2m	2.0-2.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m	0-0.2m		
1	砷	0.134	0.147	0.173	0.059	0.037	0.048	0.153	0.175	0.180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.391		
2	镉	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005		
3	六价铬	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.083		
4	铜	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.012		
5	铅	0.040	0.025	0.025	0.056	0.014	0.044	0.026	0.050	0.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015		
6	汞	0.003	0.002	0.002	0.003	0.005	0.003	0.002	0.003	0.004	0.004	0.002	0.002	0.004	0.004	0.004	0.005	0.011	0.013	0.013		
7	镍	0.053	0.052	0.052	0.043	0.050	0.052	0.056	0.057	0.061	0.061	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.287		
8	钒	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002		
9	四氯化碳	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.001		
10	氯仿	0.001	0.001	0.001	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.002		
11	氯甲烷	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000		

序号	污染物项目	标准指数																	
		SI			S2			S3			S4			S5			S6		
		0~0.2m	1.0~1.2m	2.0~2.3m	0~0.1m	0.5~0.6m	2.5~2.6m	0~0.2m	1.0~1.2m	2.0~2.2m	0~0.2m	0~0.2m	0~0.2m	0~0.2m	0~0.2m	0~0.2m	0~0.2m	0~0.2m	
12	1,1-二氯乙烷	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	
13	1,2-二氯乙烷	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.001	
14	1,1-二氯乙烯	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	
15	顺-1,2-二氯乙烯	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	
16	反-1,2-二氯乙烯	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	
17	二氯甲烷	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	
18	1,2-二氯丙烷	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.001	
19	1,1,1,2-四氯乙烷	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	
20	1,1,2,2-四氯乙烷	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	
21	四氯乙烯	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.001	
22	1,1,1-三氯乙烷	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	
23	1,1,2-三氯乙烷	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.001	
24	三氯乙烯	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.001	
25	1,2,3-三氯丙烷	0.001	0.001	0.001	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.012	
26	氯乙烯	0.001	0.001	0.001	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.004	
27	苯	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.001	
28	氯苯	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	
29	1,2-二氯苯	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	
30	1,4-二氯苯	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	
31	乙苯	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	
32	苯乙烯	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	
33	甲苯	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	

序号	污染物项目	标准指数													
		SI				S2				S3			S4	S5	S6
		0~0.2m	1.0~1.2m	2.0~2.3m	0~0.1m	0.5~0.6m	2.5~2.6m	0~0.2m	1.0~1.2m	2.0~2.2m	0~0.2m	0~0.2m	0~0.2m	0~0.2m	
34	间, 对-二甲苯	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000
35	邻-二甲苯	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000
36	硝基苯	0.001	0.001	0.001	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.001
37	苯胺	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000
38	2-氯酚	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000
39	苯并[a]蒽	0.003	0.003	0.003	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.009
40	苯并[a]芘	0.033	0.033	0.033	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.091
41	苯并[b]荧蒽	0.013	0.013	0.013	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.036
42	苯并[k]荧蒽	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.001
43	蒽	0.000	0.000	0.000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000
44	二苯并[a, h]蒽	0.033	0.033	0.033	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.091
45	蒽并[1, 2, 3-cd]芘	0.003	0.003	0.003	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.009
46	萘	0.001	0.001	0.001	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.002
47	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	0.020	0.032	0.005	0.009	0.031	0.020	0.029	0.005	0.008	0.019	0.024	0.028		

## 5. 环境影响预测与评价

### 5.1 施工期环境影响评价

本工程使用的建构筑物均在综合能源岛陆上试验基地项目（一期工程）同步建设完成，本次不新增建构筑物。本工程的施工内容主要为设备安装，施工过程主要产生扬尘、噪声、固体废物、水土流失，会对环境造成一定影响。

#### 5.1.1 扬尘

设备安装可能需要开槽、钻孔等操作，材料堆放过程以及车辆运输等，均会产生扬尘。

本工程所需土建均在一期工程建设，所需开槽、钻孔等工程量小，产生的扬尘量较小；且大部分设备为撬块，安装过程较简单。设备安装所需用到的土砂石、水泥等易起尘的材料用量较小，堆放过程加盖篷布。设备安装期间场地道路基本已硬化，车辆运输扬尘较小。设备安装过程中加强管理，避免在大风、雨天等不良天气开槽钻孔，洒水降尘、临时堆放点加盖篷布等，可大大降低空气中扬尘量及截断扬尘传播途径，从而有效的控制施工扬尘对周围环境的影响。本工程 200m 范围内无环境保护目标，本工程的施工期工程量小，施工工期短，对环境的影响是局部的、短期的，施工结束后，扬尘影响随即消失。

#### 5.1.2 噪声

设备安装可能使用到开槽机、钻孔机，噪声级较大。本工程的施工期工程量小，车辆运输规模较小。通过加强管理，合理安排施工时间，采用吸声、隔声、消音等降噪措施，加强车辆维护保养等，本工程施工期噪声可达到《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)要求。本工程 200m 范围内无环境保护目标，本工程的施工期工程量小，施工工期短，对环境的影响是局部的、短期的，施工结束后，噪声影响随即消失。

### 5.1.3 固体废物

施工期固体废物主要为生活垃圾、废包装材料、碎砖块及废渣土等建筑垃圾。固体废物分类收集、分类处理，生活垃圾收集后交环卫部门定期清运，废包装材料交资源回收单位回收利用，建筑垃圾中可回收利用的交资源回收单位回收利用、不可回收利用的及时清运至市政指定地点。

采取上述措施后，施工期产生的固体废物均得到有效的处理处置，对环境的影响较小。

### 5.1.4 生态环境

本工程在已有占地内实施，不新增占地，施工期对厂界外的动植物、生态系统等的影响极小，本工程对生态环境的影响主要为施工期可能引发的水土流失。

位于室外的设备安装前开槽、钻孔等过程，遇雨天等不良天气，极易造成水土流失；因此，建议避免雨天施工，雨天施工区域采用篷布苫盖、施工边界采用沙袋拦截，拦截雨水、避免冲刷施工场地；采取相应措施后，施工造成的水土流失较小，不会对生态环境造成不良影响。

### 5.1.5 小结

在施工期间，通过采取一系列综合防治措施则可有效控制施工期环境污染影响，其对环境的影响不大，是短期性的。施工结束后，影响随即消失。

## 5.2 营运期环境影响预测与评价

### 5.2.1 营运期大气环境影响评价

本工程运行期间制氢过程排放的  $O_2$ 、放空  $H_2$ 、吹扫  $N_2$  均不属于大气污染物，备用柴油发电机产生的燃油废气不属于正常排放源，且  $SO_2$ 、 $NO_x$ 、颗粒物排放量小，对区域大气环境影响可接受。

## 5.2.2 营运期地表水环境影响评价

本工程地表水评价等级为三级 B，可不进行水环境影响预测，主要从水污染控制和水环境影响减缓措施有效性、依托污水处理设施的环境可行性方面进行分析评价。

### 5.2.2.1 废水产生及排放去向

本工程运行期间产生的废水约  $1533.11\text{m}^3/\text{a}$  ( $5.11\text{m}^3/\text{d}$ )，主要为除盐水系统废水  $1407.73\text{m}^3/\text{a}$  ( $4.692\text{m}^3/\text{d}$ )、PEM 制氢系统废水  $20\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.067\text{m}^3/\text{d}$ )、燃料电池发电废水  $87.38\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.291\text{m}^3/\text{d}$ )、ALK 制氢设备冲洗废水  $18\text{m}^3/\text{a}$  ( $0.06\text{m}^3/\text{d}$ )；其中除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水共  $1515.11\text{m}^3/\text{a}$  ( $5.05\text{m}^3/\text{d}$ ) 直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水，ALK 制氢设备冲洗废水交有处理能力的废水处理机构处理。

### 5.2.2.2 水污染控制和水环境影响减缓措施有效性

除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水，回用水参考执行《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）表 1 中间冷开式循环冷却水补充水控制限值。

根据“3.4.2 废水”小节分析可知，除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水水质可满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）表 1 中间冷开式循环冷却水补充水控制限值；因此，除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水经收集后可直接回用于冷却冷冻系统中喷淋水补水。冷却冷冻系统的喷淋水补水量需要  $3960\text{m}^3/\text{a}$  ( $13.2\text{m}^3/\text{d}$ )，而回用水量为  $1515.11\text{m}^3/\text{a}$

( $5.05\text{m}^3/\text{d}$ )，冷却冷冻系统可消纳回用水量，故除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水均全部回用不外排。

本工程除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水直接回用于冷却冷冻系统中喷淋水补水，ALK 制氢设备冲洗废水交有处理能力的废水处理机构处理；本工程不直接排放废水，基本不会对水环境造成不良影响，对水环境的影响在可接受范围之内。本工程的水污染控制和水环境影响减缓措施有效。

### 5.2.2.3 依托污水处理设施的环境可行性

本工程 ALK 制氢设备冲洗废水交由有处理能力的废水处理机构处理，依托有处理能力的废水处理机构处理是可行的。

## 5.2.3 营运期地下水环境影响预测与评价

### 5.2.3.1 区域水文地质条件

根据《广东省地质志》，本次勘察场地所在区域大地构造单元属华南褶皱系大陆边缘活动构造带，区域性高要—惠来东西向断裂带与区域性北东向潮安—普宁断裂带交汇的南东侧。此外，区域性的北西向断裂也比较发育（图 5.2-1）。根据《广东省粤东地区核电工程田尾厂址附近范围（陆域）地质调查报告（1:25000）》（广东省佛山地质局，2005 年 6 月），区域内以断裂和节理发育为特征。断裂的规模较小，以北东向为主，北西向东西向和南北向断裂构造形迹零星分布。区域内出露地表的断裂共有 23 条（图 5.2-2），其中北东向断裂 13 条，北西向断裂 7 条，近南北断裂 3 条，总体上北东向断裂占主导地位，其它方位的断裂较稀少。本次勘察场地附近范围断裂构造较为发育，总计有 11 条断裂，断裂形迹零星分布，规模较小，晚近时期没有发现明显活动，且均不在本次勘察场地范围内。场地区无区域活动性断裂通过，场地区域构造相对稳定。

根据《广东省水文地质图》（1:2500000），本项目所在区域的水文地质条件为富水程度弱的侵入岩类含水岩组。区域水文地质平面图见图 5.2-3。



图 5.2-1 区域地质构造位置图



图 5.2-2 区域地质构造纲要图

广东省水文地质图

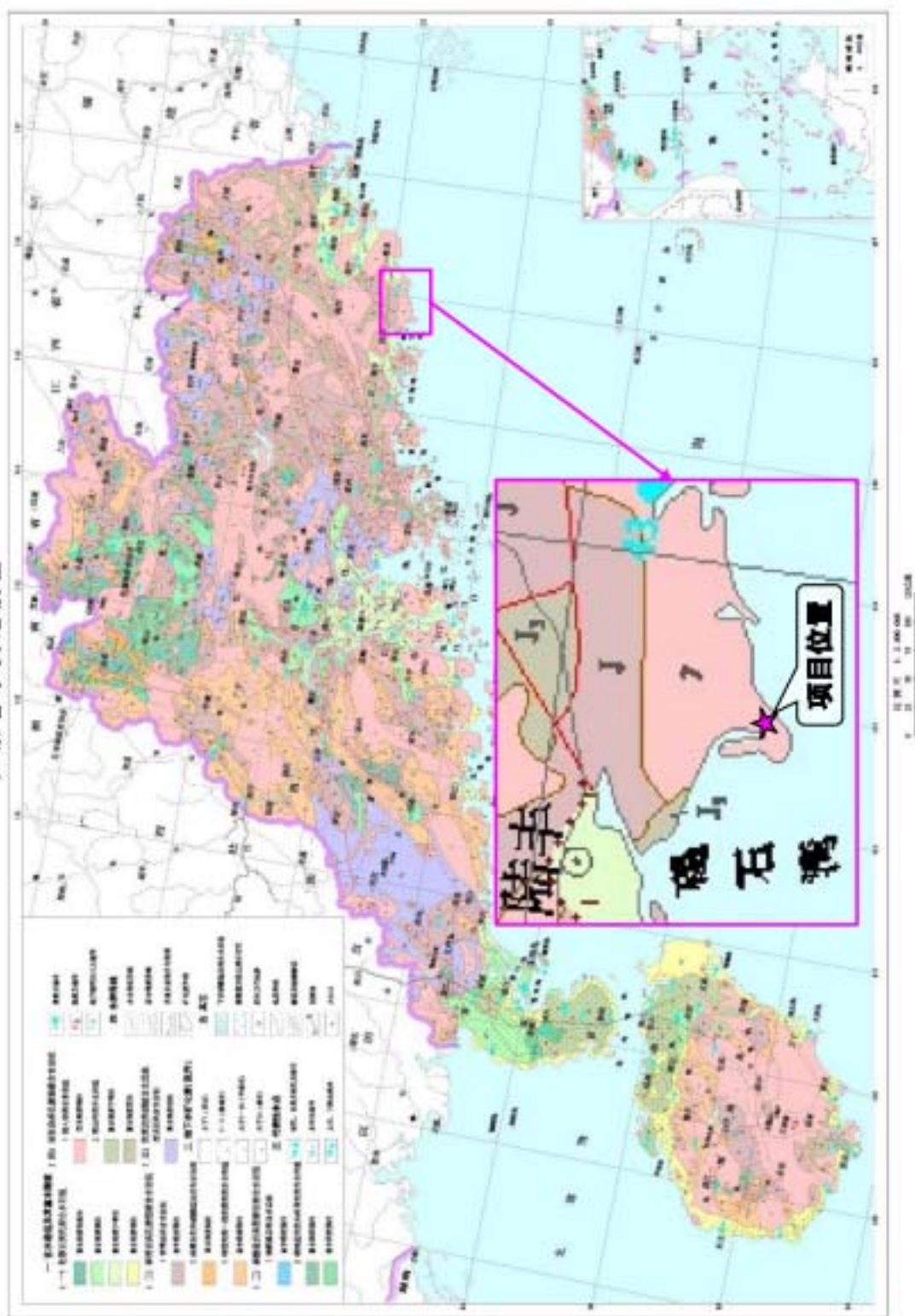


图 5.2-3 区域水文地质图

## （一）地层岩性

根据《先进能源科学与技术广东省实验室汕尾分中心建设项目（一期）工程勘察报告-施工图阶段》，根据钻孔揭露及现场地质调查，场地的上覆土层为第四系人工填土(Q<sup>ml</sup>)层、第四系全新统海积层(Q<sup>m</sup>)及第四系残积层(Q<sup>el</sup>)，下伏基岩为燕山期花岗岩(K<sup>2</sup><sub>1ηγ</sub>)。各岩土层特性如下：

### 1、第四系人工堆积层(Q<sup>ml</sup>)

素填土①：以黄褐色、灰黄色为主，稍湿，为先前建设小厂时场地平整所填，回填时间约为7年，成分主要为砂土、花岗岩残积土(砾质黏性土)及少量碎石，场地大部分已经过分层碾压处理，稍密状为主，标贯试验击数范围值8.0~13.0击，平均值10.4击，层厚0.6m~2.5m，平均厚度1.24m，主要分布于场地西侧及东南角；局部地段为挖砂堆砌形成，为新近填土，堆积年限约5年，尚未处理，松散状，厚度一般小于1.0m，在场地北东部一带零星。

### 2、第四系海积层(Q<sup>m</sup>)

a)粉细砂②<sub>1</sub>：灰黄色为主，局部棕红色，稍湿，稍密状为主，局部松散状或中密状。成分主要为长石、石英，颗粒级配不良，局部混少量贝壳碎屑，上部黏粒含量较少，下部黏粒含量较高，土质不均。标贯试验击数范围值11.0~16.0击，平均值13.90击。层厚1.5m~8.0m，平均厚度4.06m，场地均有分布。

b)粉细砂②<sub>2</sub>：灰黄色、棕红色、褐红色、很湿~饱和，中密~密实状，成分长石石英，颗粒级配不良，局部混少量贝壳碎屑，土质不均。标贯试验击数范围值17.0~33.0击，平均值25.90击；底部靠近黏土层局部胶结，砂土较坚硬，标贯击数较大，最多达63击。层厚8.4m~22.5m，平均厚度15.43m，场地均有分布。

c)黏土③：灰黑色、深灰色，与砂层接触的位置呈灰黄色，稍湿，硬可塑状，切面光滑，土质细腻，局部为粉质黏土，局部混角砾及石英胶结块(块径2~4cm)，韧性及干剪强度高。标贯试验击数范围值8.0~24.0击，平均值17.10击。层厚0.8m~13.5m，平均厚度6.09m，场地均有分布。

粉细砂③<sub>1</sub>：灰黑色、深灰色，饱和，中密，成分长石石英，颗粒级配不良，局部混少量贝壳碎屑，土质不均，局部粘粒含量较多。标贯试验击数范围值19.0~28.0击，

平均值 22.3.0 击。层厚 1.0m~4.7m，平均厚度 2.23m。该层为黏土③层中的透镜体夹层，仅在钻孔 SK52、SK54、SK55、SK58、SK61、SK75 有揭露。

黏土③<sub>2</sub>：灰黄色、深灰色，湿，软塑，粘性较好，切面较光滑，韧性及干强度较高，局部淤泥质含量较多。标贯试验击数范围值 2.0~4.0 击，平均值 3.0 击。层厚 1.1m~2.4m。该层为黏土③层中的夹层，仅在风机位 7#钻孔中有分布。

d)中粗砂④：灰白色、灰黄色、深灰色，饱和，以密实状为主，局部中密状，成分为长石石英，土质不均匀，局部为细砂、砾砂，局部粘土含量较高，级配一般~较好，颗粒级配一般，局部地段存在轻微胶结现象。该层的标贯试验击数主要范围值在 24.0~57.0 击之间，平均值 38.8 击；局部胶结坚硬，标贯击数较大，达 67 击。层厚 0.6m~11.7m，平均厚度 4.28m，场地均有分布。

### 3、第四系残积层 (Q<sup>el</sup>)

砾质黏性土⑤：红褐色、黄白色，湿，硬塑状，粘性较差，韧性与干强度较低，石英角砾含量约 25%~35%，遇水易崩解软化。标贯试验击数范围值 17.0~43.0 击，平均值 31.1 击。层厚 1.7m~14.2m，平均厚度 6.63m，场地均有分布。

### 4、花岗岩 (K<sup>2</sup><sub>1ηγ</sub>)

花岗岩按风化程度划分为以下层次：

a)全风化花岗岩⑥<sub>1</sub>层：灰白色、灰黄色、褐红色，组织结构大部分已被破坏，岩体多已风化呈土状，遇水易崩解软化，岩体基本质量等级为 V 级。根据初设阶段标贯试验击数范围值 41.0~68.0 击，平均值 51.6 击；层厚 1.2m~21.5m，平均厚度 7.65m。

b)花岗岩孤石⑥<sub>1.1</sub>层：灰白色，以中等风化状为主，局部为强风化状，主要成分为石英、长石、云母，为中粗粒结构，块状构造，岩体较破碎~较完整，裂隙较发育，岩芯多呈短柱状、柱状，岩质坚硬，属坚硬岩，岩体基本质量等级为 IV~II 级。揭露最小厚度 1.7m，最大厚度 3.4m，未揭穿。仅在钻孔 SK07、SK08、SK11、SK17、K19、SK44 有揭露。

c)强风化花岗岩⑥<sub>2</sub>层：灰白色、灰黄色，岩体很破碎，裂隙很发育，岩体多呈块状，局部呈半土半岩状，岩块手可折断，原岩结构尚可辨，岩体基本质量等级为 V 级。仅 CK20 有揭露，本阶段勘察未揭露。标贯试验击数范围值 81~114.0 击，平均值 95.1 击；层厚 3.0m~14.0m，平均厚度 8.5m。

d)中等风化花岗岩⑥<sub>3</sub>层：灰白色，主要成分为石英、长石、云母，为中粗粒结构，块状构造，岩体较破碎~较完整，裂隙较发育，岩芯多呈短柱状、柱状，岩质坚硬，属坚硬岩，岩体基本质量等级为IV~III级。

## （二）不良地质作用

场地原地貌类型属海积平原地貌，原始地面标高在10.28m~20.20m之间，整体呈西北高东南低之势。场地原地势整体较缓，部分地段原来为采砂坑，现均已被回填，场地现场地标高为10.28m~20.20m，拟建整平标高为13.5m。场地原种植松树，现已砍伐清除，东南侧为道路及大海。

经现场地质调查，拟建场地范围内及附近区域未发现崩塌、滑坡、地面塌陷及采空区等不良地质作用。

## （三）地下水及其水位变化

根据区域资料及勘察结果，厂区内地下水主要有潜水和微承压水，含水层主要分为两层，第一层为潜水，含水层主要为粉细砂②<sub>1</sub>层，第二层水为微承压水，含水层为中粗砂④层。

勘察期间在厂区范围内的稳定水位埋深在5.2m~12.7m之间，标高在4.48~6.93m之间；初见水位埋深在5.6m~13.2m之间，标高在4.08~7.40m之间，地下水位起伏较大，场地地下水位年变化幅度在1.0~3.0m之间。

## （四）地下水补径排条件

场址区地处南亚热带季风气候区，每年的4~9月份是雨季，降雨量大于蒸发量。场址区地下水的补给主要为大气降水垂直渗入补给。地下水径流、排泄条件，受地形地貌影响较大。丘陵斜坡区地下水水力坡度较陡、径流途径短，其流向基本与地形一致，其补给区与排泄区相接近，基岩裂隙水以溪沟泉水排泄为主，一部分则以潜流形式补给深部裂隙水或侧向补给平原区第四系孔隙水；平原区地形平坦，地下水水力坡度平缓，地下径流缓慢，地下水主要以潜流或越流形式向海边排泄，滨海砂地孔隙水以泉的形式排入海域，或通过蒸发和植物蒸腾形式排泄。

实验室厂区地下水主要受大气降水补给，蒸发排泄和径流排泄，排泄方向为南排向大海，地下水水位动态变化主要受季节性降水的影响。

## （五）地下水利用现状

根据资料分析，评价范围内没有地下水集中供水水源地。区域生活用水及工业用水基本采用自来水，区域地下水不存在超采、水资源浪费及城市供水存在安全隐患等问题。

### 5.2.3.2 正常状况下地下水影响分析

正常情况下，本工程严格按照报告中提出的“源头控制、分区防控、污染监控、应急响应”原则，氢能试验区、废碱池、废液池、废水池、危废间、油品库、油箱间等落实分区防渗，按照《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934-2013）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）等的要求设置防渗层，按耐腐蚀、防渗水等要求设计，采用防水、防腐、防冲击、耐磨的面层材料，在防渗系统正常运行的情况下，不会出现污染物渗漏进入地下水系统的情况发生。按照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）要求：“9.4.2 已依据 GB16889、GB18597、GB18598、GB18599、GB/T50934 设计地下水污染防渗措施的建设项目，可不进行正常状况情景下的预测。”因此，在正常状况下，在做好各区域防渗的基础上，不会对地下水环境造成影响。

### 5.2.3.3 非正常状况下地下水影响分析

本工程各电解槽均位于地面以上，不与地面直接接触。当电解槽及输送管道出现老化、腐蚀或者管理不当等事故工况下，碱液发生泄漏至地面时，可及时发现并清理。因此，电解槽碱液泄漏污染地下水环境概率极低。碱液罐平时不储存碱液，只在配置碱液时使用，因此，碱液罐碱液泄漏污染地下水环境概率极低。油品库、危废间、油箱间暂存的液态物料设置防泄漏托盘或围堰，同时出现包装破损、防泄漏托盘破损以及地面防渗设施失效污染地下水环境概率极低。

本工程废水池用于收集除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水，上述废水基本可达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，发生泄漏事故基本不会污染地下水。废碱池用于收集 ALK 制氢系统更换的碱液，废液池用于收集海洋气候模拟试验产生的废液，均为地下结构，若发生开裂等导致防渗设施失效，将对地下水造成点源污染，污染物可能下渗至包气带从而在潜水层中进行运移。

本次地下水环境影响预测主要考虑废液池、废碱池防渗层发生破裂，污染物下渗对评价区地下水质的影响范围及程度。

### （1）情景设定

假定废液池、废碱池的防渗层发生破裂后，废液连续不断渗入地下水含水层系统中，事故发生 10 天后排查发现并立即采取相应措施进行处理，渗漏持续时间按 10 天计。

考虑最不利情况，本次环评不考虑包气带吸附及污染物迁移过程中的自净作用等，按照渗漏废液全部进入含水层中。

### （2）预测范围

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）：地下水环境影响预测范围一般与调查评价范围一致。预测层位应以潜水含水层或污染物直接进入的含水层为主，兼顾与其水力联系密切且具有饮用水开发利用价值的含水层。

本次评价的预测范围与调查评价范围一致，预测层位为潜水含水层（也为污染物直接进入的含水层）。

### （3）预测时段

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）：地下水环境影响预测时段应选取可能产生地下水污染的关键时段，至少包括污染发生后 100d、1000d，服务年限或能反映特征因子迁移规律的其他重要的时间节点。

本次选取可能产生地下水污染的关键时段，本次按工程运行期为 20 年（6000d）进行预测，预测时段为污染发生后 30d、100d、1000d、2000d、3000d、6000d。

### （4）预测因子

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）预测因子应包括：①按照重金属、持久性有机污染物和其它类别进行分类，并对每一类别中的各项因子采用标准指数法进行排序，分别取标准指数最大的因子作为预测因子。②污染场地已查明的主要污染物等。

本工程所在区域各污染因子均可满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准，无污染场地的主要污染物。

废碱池收集存放的是 ALK 制氢系统更换的碱液，废碱液主要为 KOH 水溶液（含少量  $V_2O_5$ ），由于钒及其化合物在《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中无相关标准，故本次评价主要选取 $[OH^-]$ 作为预测因子。

废液池收集存放海洋气候模拟试验产生的废液；试验废液中的污染物与试验环境、试验时长、试验样品等有关，试验过程中盐雾可能导致样品防腐层失效溶出金属离子进入废液，但金属离子浓度难以确定；可以确定的是试验废液主要含 NaCl，故本次评价主要选取氯化物作为预测因子。

### （5）预测源强

#### ①废碱液

废碱池防渗层破裂，导致废碱液下渗进入潜水含水层。

保守考虑废碱液的 KOH 浓度仍为 30%，密度为 1.29g/mL，则 KOH 的质量浓度为 387000mg/L，其中 $[OH^-]$ 质量浓度为 117482mg/L。

KOH 泄漏至地下水中造成的后果是 $[OH^-]$ 离解至水中，增大水中的 pH 值，造成碱污染。《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准中 pH 范围为 6.5~8.5，根据换算，pH=8.5 时，对应的 $[OH^-]$ 浓度为 0.054mg/L，即 $[OH^-]$ 浓度大于 0.054mg/L 时，pH 将大于 8.5，地下水即受到了污染，因此，拟取 $[OH^-]$ 浓度为 0.054mg/L 作为 KOH 泄漏的超标限值。

#### ②试验废液

废液池防渗层破裂，导致试验废液下渗进入潜水含水层。

保守考虑试验废液的 NaCl 浓度仍为 5%，密度为 1.03g/mL，则 NaCl 的质量浓度为 51500mg/L。

地下水污染物预测源强及其标准限值、检出限见下表。

表 5.2-1 污染物预测源强及标准限值、检出限

渗漏位置	污染物	污染物浓度 mg/L	标准限值 mg/L	检出限 mg/L
废碱池	$[OH^-]$	117482	0.054	0.0017
废液池	氯化物	51500 (NaCl)	250	10

注：氯化物的检出限参照前文表 4.4-2 取值。本次评价按 pH=7 时，对应的 $[OH^-]$ 浓度为 0.0017mg/L 作为检出限。

### （6）预测方法

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016）的相关规定，本次地下水评价等级为二级，需采用数值法或解析法进行影响预测，预测污染物运移趋势和对地下水环境保护目标的影响。

本次评价采用解析法进行影响预测，假设污染物泄漏后全部进入潜水含水层中，由于该含水层水平方向较连续，故将模型概化为连续点源注入的一维弥散模型，即选用地下水导则附录 D 中 D1.2.1.2 公式，如下式所示：

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{x-ut}{2\sqrt{D_L t}}\right) + \frac{1}{2} e^{\frac{ux}{D_L}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x+ut}{2\sqrt{D_L t}}\right)$$

式中：

$x$ —距注入点的距离，m； $t$ —时间，d； $C(x, t)$ — $t$ 时刻  $x$  处的示踪剂浓度，mg/L； $C_0$ —注入的示踪剂浓度，mg/L； $u$ —水流速度，m/d； $D_L$ —纵向弥散系数， $m^2/d$ ； $\operatorname{erfc}()$ —余误差函数。

参数确定：

污染物初始浓度  $C_0$ ：见表 5.2-1 所示。

水流速度  $u$ ：由达西公式  $u=K \times I \div n_e$  确定。潜水含水层主要为粉细砂②<sub>1</sub>层，参考《环境影响评价技术导则地下水》（HJ610-2016）中表 B.1，保守考虑渗透系数  $K$  参照细砂取值 10m/d；根据本次水位现状监测数据的核算结果取  $I=0.0063$ ；粉细砂的有效孔隙度通常在 0.3~0.5 之间，本次评价取有效孔隙度  $n_e$  约为 0.45；即水流速度  $u=0.14m/d$ 。

纵向弥散系数  $D_L$ ：根据 2011 年 10 月 16 日环保部环境工程评估中心《关于转发环保部评估中心<环境影响评价技术导则地下水环境>专家研讨会意见的通知》：“根据已有的地下水研究成果表明，弥散试验的结果受实验场地尺度效应影响明显，其结果应用受到很大的局限性。因此，一般不推荐开展弥散实验工作”，可以参考相似底层的有关参数，具体如下表。

表 5.2-2 弥散系数参考表

类别	含水层类型	纵向弥散系数 ( $m^2/d$ )
国内外经验系数	细砂	0.05~0.5
	中粗砂	0.2~1
	砂砾	1~5

注：项目所在地潜水含水层主要为粉细砂，参照细砂保守考虑取  $0.5m^2/d$ 。

## (7) 预测结果及评价

表 5.2-3 污染物浓度变化预测结果

污染物	距注入点的距离 (m)	不同时间段下污染物浓度 (mg/L)					
		30d	100d	1000d	2000d	3000d	6000d
[OH <sup>-</sup> ]	0	5.17E+03	1.33E+03	6.06E-02	2.38E-06	1.17E-10	0.00E+00
	10	1.07E+04	5.57E+03	2.51E-01	9.75E-06	4.70E-10	0.00E+00
	20	2.23E+02	6.65E+03	9.32E-01	3.79E-05	1.88E-09	0.00E+00
	30	1.45E-01	2.52E+03	3.12E+00	1.40E-04	7.20E-09	0.00E+00
	40	3.73E-06	3.20E+02	9.44E+00	4.92E-04	2.45E-08	0.00E+00
	50	6.52E-12	1.40E+01	2.57E+01	1.64E-03	8.73E-08	0.00E+00
	60	0.00E+00	2.14E-01	6.31E+01	5.21E-03	3.01E-07	0.00E+00
	70	0.00E+00	1.18E-03	1.40E+02	1.57E-02	1.00E-06	0.00E+00
	80	0.00E+00	2.35E-06	2.80E+02	4.49E-02	3.22E-06	0.00E+00
	90	0.00E+00	1.85E-09	5.05E+02	1.22E-01	1.00E-05	0.00E+00
	100	0.00E+00	0.00E+00	8.22E+02	3.16E-01	3.02E-05	0.00E+00
	150	0.00E+00	0.00E+00	2.04E+03	1.71E+01	4.50E-03	0.00E+00
	200	0.00E+00	0.00E+00	3.98E+02	2.61E+02	2.89E-01	1.30E-11
	300	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	1.37E+03	9.56E+01	1.69E-08
	400	0.00E+00	0.00E+00	6.52E-12	4.64E+01	1.10E+03	6.42E-05
	500	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-02	4.43E+02	4.58E-02
	23 (与下游围墙厂界线最近距离)	3.48E+01	5.59E+03	1.35E+00	5.64E-05	2.82E-09	0.00E+00
33 (与下游用地范围红线最近距离)	8.56E-03	1.52E+03	4.40E+00	2.05E-04	9.86E-09	0.00E+00	
氯化物	0	2.27E+03	5.82E+02	2.66E-02	1.04E-06	5.15E-11	0.00E+00
	10	4.69E+03	2.44E+03	1.10E-01	4.28E-06	2.06E-10	0.00E+00
	20	9.78E+01	2.91E+03	4.09E-01	1.66E-05	8.23E-10	0.00E+00
	30	6.37E-02	1.11E+03	1.37E+00	6.14E-05	3.16E-09	0.00E+00
	40	1.63E-06	1.40E+02	4.14E+00	2.16E-04	1.07E-08	0.00E+00
	50	2.86E-12	6.12E+00	1.13E+01	7.20E-04	3.83E-08	0.00E+00
	60	0.00E+00	9.38E-02	2.77E+01	2.28E-03	1.32E-07	0.00E+00
	70	0.00E+00	5.16E-04	6.13E+01	6.88E-03	4.39E-07	0.00E+00
	80	0.00E+00	1.03E-06	1.23E+02	1.97E-02	1.41E-06	0.00E+00
	90	0.00E+00	8.12E-10	2.21E+02	5.36E-02	4.40E-06	0.00E+00
	100	0.00E+00	0.00E+00	3.60E+02	1.39E-01	1.32E-05	0.00E+00
	150	0.00E+00	0.00E+00	8.94E+02	7.50E+00	1.97E-03	0.00E+00
	200	0.00E+00	0.00E+00	1.74E+02	1.14E+02	1.27E-01	5.72E-12

	300	0.00E+00	0.00E+00	3.35E-03	6.00E+02	4.19E+01	7.40E-09
	400	0.00E+00	0.00E+00	2.86E-12	2.03E+01	4.83E+02	2.81E-05
	500	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-03	1.94E+02	2.01E-02
	27（与下游围墙厂界线最近距离）	8.09E-01	1.66E+03	9.63E-01	4.17E-05	2.12E-09	0.00E+00
	37（与下游用地范围红线最近距离）	5.48E-05	2.92E+02	3.00E+00	1.49E-04	7.28E-09	0.00E+00

表 5.2-4 污染物影响范围预测结果

污染物	时间	预测最大值 (mg/L)	最大值出现距离 (m)	最远超标距离 (m)	最远影响距离 (m)
[OH <sup>-</sup> ]	30d	15751.91	6	31	34
	100d	7132.93	16	62	69
	1000d	2093.17	143	287	309
	2000d	1473.66	283	484	515
	3000d	0.000000008	31	/	/
	6000d	0.000000000	200	/	/
氯化物	30d	6905.08	6	18	23
	100d	3126.83	16	37	48
	1000d	917.57	143	193	237
	2000d	646.00	283	344	411
	3000d	0.000000004	31	/	/
	6000d	0.000000000	200	/	/

注：污染物最远超标距离按预测浓度超过《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类标准计算；污染物最远影响距离按预测浓度小于检出限计算，此时则视同对地下水环境几乎没有影响。

根据预测结果可知，废液池、废碱池的防渗层发生破裂后，废液连续不断渗入地下水含水层系统中，渗漏持续时间按 10 天计；事故发生后随着距离的增加，污染物在地下水中的浓度呈先增大后减小的趋势，随着时间的延续，在水动力的作用下，污染物浓度逐渐降低，污染物浓度随着距离的变化梯度逐渐减小，但污染范围有所增大。预测区域下游没有地下水敏感点，污染物进入地下水环境后扩散范围有限，一定时间段内会对地下水造成持续影响。事故发生后最远超标距离为 484m 出现在事故发生后 2000d，最远影响距离为 515m 出现在事故发生后 2000d；事故发生后 3000d 时对地下水环境影响较小。

可见，本工程运行期间废液池、废碱池在发生泄漏时，会对区域地下水环境造成一定污染。建设单位需严格落实各工程单元的防渗措施，设置污染监测井，按要求定期进行跟踪监测。若发现泄漏并采取应急响应终止污染泄漏，则非正常工况下污染物对地下水环境的污染可控。

## 5.2.4 营运期声环境影响预测与评价

### 5.2.4.1 噪声源

本工程噪声主要为制氢系统、氢气压缩机、空压机、冷却塔、冷水机等设备产生的噪声。本工程噪声源强见表5.2-5~表5.2-6。

### 5.2.4.2 预测范围

本次预测以场区南侧拐点为坐标原点（0，0），东西向为X轴，南北向为Y轴建立坐标系，声环境影响预测范围覆盖评价范围。

### 5.2.4.3 预测点和评价点

本次预测将预测范围网格化作为预测点，矩形网格步长10m、预测点离地高度为1.2m。

项目评价范围内无声环境保护目标。项目场界作为评价点。场界评价点步长为1m、离地高度为1.2m。

### 5.2.4.4 评价标准

本工程所在试验基地西北、东北、西南厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准，东南厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中4类标准。

表 5.2-5 本工程室外主要噪声源一览表

序号	声源名称	空间相对位置 (m)			声压级/距声源距离 (dB(A)/m)	声源控制措施	运行时段	排放源强 (dB(A)/m)
		X	Y	Z				
1	凉水塔	134	45	1	85/1			70/1
2	电源变压器 1	160	39	1	65/1			50/1
3	电源变压器 2	121	40	1	65/1			50/1
4	整流柜 1	160	35	1	60/1	选低噪声设备, 减振、弹性连接		45/1
5	整流柜 2	123	36	1	60/1			45/1
6	海洋环境试验舱配套设备	114	37	1	85/1		昼间、夜间	70/1
7	浮动摇摆试验平台配套设备	104	31	1	85/1			70/1
8	冷却塔	111	31	1	85/1			70/1
9	氢气压缩机 1	188	25	1	85/1	选低噪声设备, 减振、弹性连接、隔声罩		55/1
10	氢气压缩机 2	196	25	1	85/1			55/1
11	压缩机冷水机组 1	188	30	1	85/1	选低噪声设备, 减振、弹性连接、消声器		55/1
12	压缩机冷水机组 2	195	30	1	85/1			55/1

注：空间相对位置坐标以项目南侧拐点为坐标原点(0,0)。声源源强取表 3.4-6, 减振+弹性连接降噪效果按 15dB(A)计, 减振+弹性连接+隔声罩/消声器降噪效果按 30dB(A)计。

表 5.2-6 本工程室内主要噪声源一览表

序号	建筑物名称	声源名称	声压级/距声源距离 (dB(A)/m)	声源控制措施	空间相对位置 (m)			距室内边界距离 高 (m)	室内边界声级 (dB(A))	运行时段	建筑物插入损失 (dB(A))	建筑物外噪声	
					X	Y	Z					声压级 (dB(A))	建筑物外距 高 (m)
1	氢能试验区集装箱	PEM 制氢模块	60/1	选低噪声设备, 减振、弹性连接,	122	20	1	1.16~6.52	61.31~61.49		16	45.31~45.49	1
2		PEM 控制模块	60/1		121	44	1	1.08~3.64	63.45~63.57	昼间	16	47.45~47.57	1
3		ALK 制氢模块	60/1		155	22	1	3.21~6.50	59.95~59.97	夜间	16	43.95~43.97	1
4		PEM 冷水机组	70/1		130	46	1	0.62~1.83	74.98~75.89		16	58.98~59.89	1

5		纯水机	60/1	置于集装箱内	136	36	1	1.44~7.60	61.05~61.17	16	45.05~45.17	1
6		冷水机 1	70/1		132	36	1	1.45~9.34	71.05~71.17	16	55.05~55.17	1
7		冷水机 2	70/1		129	36	1	0.6~12.34	71.05~71.74	16	55.05~55.74	1
8		燃料电池模块	70/1		104	45	1	1.78~3.35	72.73~72.77	16	46.73~46.77	1
9		空压机模块	70/1	选低声设	66	27	1	5.14~19.47	66.15~66.18	26	40.15~40.18	1
10	辅助生	制氢试验变	45/1	备, 减振、	49	36	4	2.33~23.20	41.15~41.30	26	15.15~15.30	1
11	产楼	工业水泵 1	60/1	弹性连接,	58	44	1	2.51~22.15	56.15~56.28	26	30.15~30.28	1
12		工业水泵 2	60/1	置于室内	60	44	1	2.50~22.14	56.15~56.28	26	20.15~30.28	1

注：空间相对位置坐标以项目南侧拐点为坐标原点（0,0）。声源源强取表 3.4-6，减振+弹性连接降噪效果按 15dB(A)计，表中声压级为降噪后源强。

### 5.2.4.5 预测方法

本次评价采用《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2021)中噪声预测模式。

#### (1) 室外声源在预测点产生的声级计算模型：

户外声传播衰减包括几何发散 ( $A_{div}$ )、大气吸收 ( $A_{atm}$ )、地面效应 ( $A_{gr}$ )、障碍物屏蔽 ( $A_{bar}$ )、其他多方面效应 ( $A_{misc}$ ) 引起的衰减。

a) 在环境影响评价中，应根据声源声功率级或参考位置处的声压级、户外声传播衰减，计算预测点的声级，分别按如下公式计算。

$$L_p(r) = L_w + D_C - (A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc})$$

$$L_p(r) = L_p(r_0) + D_C - (A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc})$$

式中： $L_p(r)$ ——预测点处声压级，dB；

$L_w$ ——由点声源产生的声功率级（A 计权或倍频带），dB；

$L_p(r_0)$ ——参考位置  $r_0$  处的声压级，dB；

$D_C$ ——指向性校正，它描述点声源的等效连续声压级与产生声功率级  $L_w$  的全向点声源在规定方向的声级的偏差程度，dB；

$A_{div}$ ——几何发散引起的衰减，dB；

$A_{atm}$ ——大气吸收引起的衰减，dB；

$A_{gr}$ ——地面效应引起的衰减，dB；

$A_{bar}$ ——障碍物屏蔽引起的衰减，dB；

$A_{misc}$ ——其他多方面效应引起的衰减，dB。

b) 预测点的 A 声级  $L_A(r)$  可按下式计算，即将 8 个倍频带声压级合成，计算出预测点的 A 声级  $[L_A(r)]$ 。

$$L_A(r) = 10 \lg \left\{ \sum_{i=1}^8 10^{0.1[L_p(r) - \Delta L_i]} \right\}$$

式中： $L_A(r)$ ——距声源  $r$  处的 A 声级，dB(A)；

$L_p(r)$ ——预测点 ( $r$ ) 处，第  $i$  倍频带声压级，dB；

$\Delta L_i$ ——第  $i$  倍频带的 A 计权网络修正值，dB。

c) 在只考虑几何发散衰减时，可按下式计算。

$$L_A(r) = L_A(r_0) - A_{div}$$

式中： $L_A(r)$ ——距声源  $r$  处的 A 声级，dB(A)；

$L_A(r_0)$ ——参考位置  $r_0$  处的 A 声级，dB(A)；

$A_{div}$ ——几何发散引起的衰减，dB。

## (2) 室内声源等效室外声源声功率级计算方法：

声源位于室内，室内声源可采用等效室外声源声功率级法进行计算。设靠近开口处（或窗户）室内、室外某倍频带的声压级或 A 声级分别为  $L_{p1}$  和  $L_{p2}$ 。若声源所在室内声场为近似扩散声场，则室外的倍频带声压级可下式近似求出：

$$L_{p2} = L_{p1} - (TL + 6)$$

式中： $L_{p1}$ ——靠近开口处（或窗户）室内某倍频带的声压级或 A 声级，dB；

$L_{p2}$ ——靠近开口处（或窗户）室外某倍频带的声压级或 A 声级，dB；

$TL$ ——隔墙（或窗户）倍频带或 A 声级的隔声量，dB。



图 5.2-4 室内声源等效为室外声源图例

也可按下式计算某一室内声源靠近围护结构处产生的倍频带声压级或 A 声级：

$$L_{p1} = L_w + 10 \lg \left( \frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right)$$

式中： $L_{p1}$ ——靠近开口处（或窗户）室内某倍频带的声压级或 A 声级，dB；

$L_w$ ——点声源声功率级（A 计权或倍频带），dB；

$Q$ ——指向性因数：通常对无指向性声源，当声源放在房间中心时， $Q=1$ ；  
当放在一面墙的中心时， $Q=2$ ；当放在两面墙夹角处时， $Q=4$ ；当放在三面墙夹角处时， $Q=8$ ；

$R$ ——房间常数： $R = Sa / (1 - \alpha)$ ， $S$  为房间内表面面积， $m^2$ ； $\alpha$  为平均吸声系数， $m^2$ ；

$r$ ——声源到靠近围护结构某点处的距离， $m$ 。

然后按下式计算出所有室内声源在围护结构处产生的  $i$  倍频带叠加声压级：

$$L_{p1i}(T) = 10 \lg \left( \sum_{j=1}^N 10^{0.1L_{p1ij}} \right)$$

式中： $L_{p1i}(T)$ ——靠近围护结构处室内  $N$  个声源  $i$  倍频带的叠加声压级，dB；

$L_{p1ij}$ ——室内  $j$  声源  $i$  倍频带的声压级，dB；

$N$ ——室内声源总数。

在室内近似为扩散声场时，按下式计算出靠近室外围护结构处的声压级：

$$L_{p2i}(T) = L_{p1i}(T) - (TL_i + 6)$$

式中： $L_{p2i}(T)$ ——靠近围护结构处室外  $N$  个声源  $i$  倍频带的叠加声压级，dB；

$L_{p1i}(T)$ ——靠近围护结构处室内  $N$  个声源  $i$  倍频带的叠加声压级，dB；

$TL_i$ ——围护结构  $i$  倍频带的隔声量，dB。

然后按下式将室外声源的声压级和透过面积换算成等效的室外声源，计算出中心位置位于透声面积（ $S$ ）处的等效声源的倍频带声功率级。

$$L_w = L_{p2}(T) - 10 \lg S$$

式中： $L_w$ ——中心位置位于透声面积（ $S$ ）处的等效声源的倍频带声功率级，dB；

$L_{p2}(T)$ ——靠近围护结构处室外声源的声压级，dB；

$S$ ——透声面积， $m^2$ 。

然后按室外声源预测方法计算预测点处的 A 声级。

### (3) 噪声贡献值：

设第  $i$  个室外声源在预测点产生的 A 声级为  $L_{Ai}$ ，在  $T$  时间内该声源工作时间为  $t_i$ ；第  $j$  个等效室外声源在预测点产生的 A 声级为  $L_{Aj}$ ，在  $T$  时间内该声源工作时间为  $t_j$ ，则拟建工程声源对预测点产生的贡献值（ $L_{eqg}$ ）为：

$$L_{eqg} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T} \left( \sum_{i=1}^N t_i 10^{0.1L_{Ai}} + \sum_{j=1}^M t_j 10^{0.1L_{Aj}} \right) \right]$$

式中： $L_{eqg}$ ——建设项目声源在预测点产生的噪声贡献值，dB；

$T$ ——用于计算等效声级的时间，s；

$N$ ——室外声源个数；

$t_i$ ——在  $T$  时间内  $i$  声源工作时间，s；

$M$ ——等效室外声源个数；

$t_j$ ——在  $T$  时间内  $j$  声源工作时间, s。

#### (4) 噪声预测值:

预测点的贡献值和背景值按能量叠加方法计算得到的声级。

噪声预测值 ( $L_{eq}$ ) 计算公式为:

$$L_{eq} = 10 \lg \left( 10^{0.1L_{eqg}} + 10^{0.1L_{eqb}} \right)$$

式中:  $L_{eq}$ ——预测点的噪声预测值, dB;

$L_{eqg}$ ——建设项目声源在预测点产生的噪声贡献值, dB;

$L_{eqb}$ ——预测点的背景噪声值, dB。

#### 5.2.4.6 预测参数

本次噪声评价以本工程投运年 2026 年作为评价水平年, 预测软件采用《噪声影响评价系统 (Noise System)》, 该软件以《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021) 推荐的模型为基础。预测过程考虑厂区建筑及围墙的阻挡衰减, 预测选取的参数详见下表。

表 5.2-7 噪声预测参数表

序号	参数名称	单位	参数值
1	温度	℃	22.7
2	相对湿度	%	78.2
3	气压	Pa	101120
4	建筑物隔声量	dB	20
5	集装箱隔声量	dB	10

注: ①温度、相对湿度、气压来源于 2005-2024 年陆丰气象站气象观测资料统计数据。②建筑物考虑 14.1m 高的辅助生产楼、15.1m 高的电气楼、6.5m 高的消防水泵房、6.1m 高的储能楼、5.6m 高的油品库及危废间。③集装箱考虑 3m 高的 PEM 制氢撬块及 PEM 控制撬块集装箱、3m 高 PEM 冷水机组集装箱、7m 高 ALK 制氢撬块集装箱、3m 高 ALK 辅助设备集装箱、3m 高燃料电池模块集装箱、6m 高海洋环境试验舱集装箱、14m 高浮动摇摆试验平台集装箱。④实体围墙考虑厂界三面围墙、氢能试验区三面围墙、电解制氢区隔离防爆墙、储氢区四面围墙, 高度均为 2.5m。

#### 5.2.4.7 预测结果

根据本工程运行后主要噪声源情况, 利用以上预测模式和参数, 预测本工程对厂界的噪声贡献值, 再与一期工程对厂界的贡献值进行叠加, 预测两期工程投运后基地厂界噪声贡献值如下表。

表 5.2-8 厂界噪声预测结果表[dB(A)]

预测位置		本工程（二期） 贡献值	一期工程 贡献值	厂界预测值	标准值	达标情况
东南厂界	昼间	41.61	25.4	42	70	达标
	夜间	41.61	25.4	42	55	达标
西南厂界	昼间	33.91	27.2	35	60	达标
	夜间	33.91	27.2	35	50	达标
西北厂界	昼间	34.51	34.7	38	60	达标
	夜间	34.51	34.7	38	50	达标
东北厂界	昼间	33.34	25.4	34	60	达标
	夜间	33.34	25.4	34	50	达标

本工程及一期工程均投运后，试验基地西北、东北、西南厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准，东南厂界可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 4 类标准，本工程运行噪声对周边声环境的影响是可以接受的。

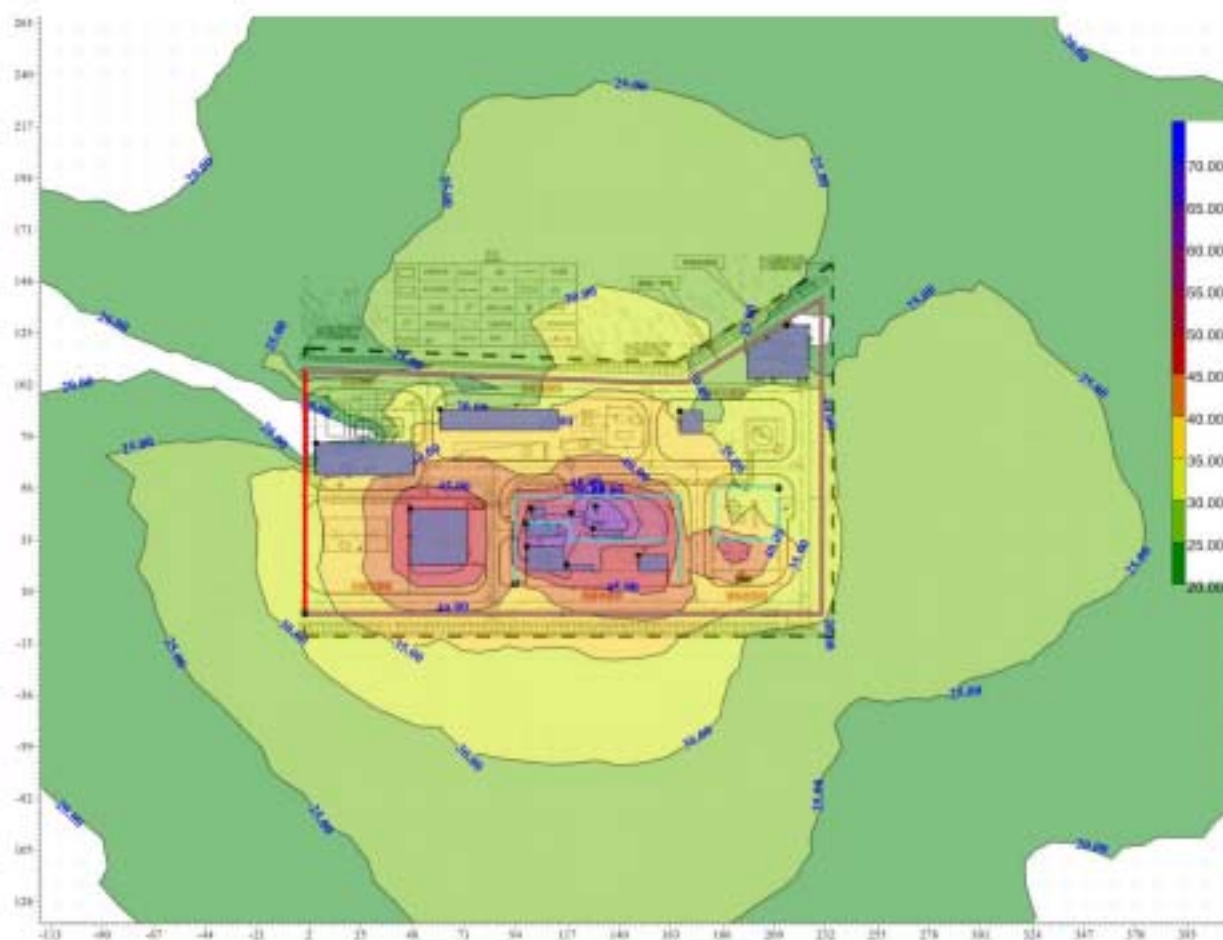


图 5.2-5 本工程贡献值等声级线示意图

## 5.2.5 营运期固体废物环境影响评价

本工程运行期间产生的固体废物包括废脱氧剂、废干燥剂、废滤料、废 RO 膜、废树脂、废 ED、废包装袋、废包装材料、废碱液、试验废液、废滤网、废机油、废空油桶、废含油抹布及手套。

(1) 一般工业固废：废脱氧剂、废干燥剂、废滤料、废 RO 膜、废树脂、废 EDI 均交由厂家回收处理，废包装袋交由有处理能力的单位处置。一般工业固废在贮存过程满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求。

(2) 危险废物：废包装材料、废碱液、试验废液、废滤网、废机油、废空油桶、废含油抹布及手套属于危险废物，废碱液暂存于废碱池、试验废液暂存于废液池，其余危废经分类收集后暂存于危废暂存间，定期交由有资质的危废处置单位处理。危险废物暂存间、废碱池、废液池严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的相关要求进行建设、运行、管理，对危险废物分类收集分类贮存，及时交资质单位处理。

项目对固体废弃物采取相应治理措施后，固废可以得到合理的处置，产生的固体废物对周围环境的影响不大。

本工程废包装材料、废滤网、废机油、废空油桶、废含油抹布及手套的暂存依托一期工程建设的危废暂存间。危废暂存间约 50m<sup>2</sup>，贮存能力约 30t；根据一期工程环评，一期工程需暂存在危废暂存间的危废产生量约 3.676t；本工程需暂存在危废暂存间的危废产生量约 0.26t；一期与本工程需暂存在危废暂存间的危废量总计约 4t，小于危废暂存间的贮存能力，故本工程产生的危废依托一期工程建设的危废暂存间进行暂存是可行的。

一期工程及本工程投运后，危险废物贮存场所（设施）基本情况详见下表。

表 5.2-9 危险废物贮存场所（设施）基本情况表

序号	贮存场所（设施）名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	一期工程 产生量	本工程 产生量	产废周期	位置	占地面积	贮存 方式	贮存 能力	贮存周期				
1	危废暂存间	废包装材料	HW49 其他废物	900-041-49	0	0.02t/a	不定期	北侧	50m <sup>2</sup>	袋装	30t	6个月				
2		废滤网	HW49 其他废物	900-041-49	0	0.02t/次	2年			袋装		6个月				
3		废机油	HW08 废矿物油 与含矿物油废物	900-249-08	0	0.2t/a	不定期			桶装加 盖密闭		6个月				
4		废空油桶	HW08 废矿物油 与含矿物油废物	900-249-08	0.10t/a	0.01t/a	不定期			堆存		6个月				
5		废含油抹布 及手套	HW49 其他废物	900-041-49	0.10t/a	0.01t/a	不定期			袋装		6个月				
6		废润滑油	HW08 废矿物油 与含矿物油废物	900-249-08	0.27t/a	0	1年			桶装加 盖密闭		6个月				
7		废液压油	HW08 废矿物油 与含矿物油废物	900-249-08	≤0.006 t/次	0	事故			桶装加 盖密闭		6个月				
8		废油滤芯	HW49 其他废物	900-041-49	0.20t/a	0	1年			桶装加 盖密闭		6个月				
9		废铅酸蓄电 池	HW31 含铅废物	900-052-31	≤3.0t/次	0	5年			桶装加 盖密闭		6个月				
10		废碱液	HW35 废碱	900-399-35	0	10t/a	1年			氢能 试验区		2.5m <sup>2</sup>	/	50m <sup>3</sup>	1周	
11		废液池	试验废液	HW49 其他废物	900-047-49	0	553.5t/a			不定期		氢能 试验区	1.2m <sup>2</sup>	/	24m <sup>3</sup>	不定期
12		事故油池	废变压器油	HW08 废矿物油 与含矿物油废物	900-220-08	≤126t/次	0			事故		西南 侧	9.3m <sup>2</sup>	/	140m <sup>3</sup>	1周

## 5.2.6 营运期土壤环境影响预测与评价

### 5.2.6.1 土壤环境影响识别

本工程“电解水制氢”为基础化学原料制造项目，属于污染影响型项目。

本工程运行期间制氢过程排放的  $O_2$ 、放空  $H_2$ 、吹扫  $N_2$  均为非污染型废气，备用柴油发电机燃油废气中的  $SO_2$ 、 $NO_x$ 、颗粒物排放量小，不属于重金属等持久性污染物，因此，本工程对土壤环境基本不存在大气沉降影响途径。

本工程采取分区防渗，各区域按照相关要求进行了防腐、防渗和硬化处理，正常情况下对土壤影响较小。

本工程电解槽碱液若发生泄漏未及时收集截留，将会形成地面漫流，漫流至无防渗设施或防渗设施失效的区域将会下渗污染土壤环境；废液池、废碱池属于地下设施，若池体防渗设施失效，将会垂直入渗污染土壤环境，不会造成地面漫流；油品库、油箱间和危废间暂存的液态物料设置防泄漏托盘或围堰，泄漏时不会造成地面漫流，同时出现包装破损、防泄漏托盘或围堰破损以及地面防渗设施失效时，才会出现地面漫流、垂直入渗污染土壤环境。

本工程目土壤环境影响类型、影响途径、影响源及影响因子识别分别见表 5.2-10、表 5.2-11。

表 5.2-10 建设项目土壤环境影响类型与影响途径表

不同时段	污染影响型				生态影响型			
	大气沉降	地面漫流	垂直入渗	其他	盐化	碱化	酸化	其他
建设期	/	/	/	/	/	/	/	/
运营期	/	√	√	/	/	/	/	/
服务期满后	/	/	/	/	/	/	/	/

注：在可能产生的土壤环境影响类型出打“√”，列表未涵盖的可自行设计

表 5.2-11 污染影响型建设项目土壤环境影响源及影响因子识别表

污染源	工艺流程/节点	污染途径	全部污染物指标 <sup>a</sup>	特征因子	备注 <sup>b</sup>
氢能试验区	电解槽、废碱池	垂直入渗、地面漫流	KOH、 $V_2O_5$	KOH、 $V_2O_5$	事故
	废液池	垂直入渗	NaCl、金属离子	NaCl、金属离子	事故
油品库/油箱间/危废间	机油/柴油/废机油	地面漫流、垂直入渗	矿物油	矿物油	事故

- a 根据工程分析结果填写。
- b 应描述污染源特征，如连续、间断、正常、事故等；涉及大气沉降途径的，应识别建设项目周边的土壤环境敏感目标。

### 5.2.6.2 地面漫流影响预测

#### 1、事故情景设置

本工程主要是氢能试验区电解槽碱液事故泄漏、油品库机油与油箱间柴油及危废间废机油事故泄漏从而引发地面漫流。油品库机油、油箱间柴油、危废间废机油出现包装破损、防泄漏托盘或围堰破损导致出现地面漫流污染土壤环境的概率极低。本工程电解槽碱液若发生泄漏未及时收集截留，将会形成地面漫流，漫流至无防渗设施或防渗设施失效的区域将会下渗污染土壤环境。本次评价主要考虑电解槽碱液泄漏形成地面漫流对土壤环境的影响。

电解槽中的碱液为 30%KOH 水溶液（V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.3%），碱液存在量为 10t，电解槽旁设有废碱池。本次评价假定发生泄漏时碱液全部泄漏至地面，其中 99%的泄漏量通过事故应急系统收集至废碱池，其余 1%经地面漫流渗入土壤，则碱液泄漏经地面漫流渗入土壤的量为 0.1t，折算游离碱输入量为  $5.36 \times 10^5$  mmol，钒输入量为 168g。

#### 2、预测方法

根据《环境影响评价技术导则—土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 E：

a. 单位质量土壤中某种物质的增量可用下式计算：

$$\Delta S = n (I_s - L_s - R_s) / (\rho_b \times A \times D)$$

式中：ΔS——单位质量表层土壤中某种物质的增量，g/kg；

表层土壤中游离酸或游离碱浓度增量，mmol/kg；

I<sub>s</sub>——预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质的输入量，g；

预测评价范围内单位年份表层土壤中游离酸或游离碱输入量，mmol；

L<sub>s</sub>——预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质经淋溶排出的量，g；

预测评价范围内单位年份表层土壤中经淋溶排出的游离酸、游离碱的量，mmol；

R<sub>s</sub>——预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质经径流排出的量，g；

预测评价范围内单位年份表层土壤中经径流排出的游离酸、游离碱的量，mmol；

$\rho_b$ ——表层土壤容重， $\text{kg/m}^3$ ；取土壤监测点位 S1 表层土壤容重为  $1460\text{kg/m}^3$ ；

A——预测评价范围， $\text{m}^2$ ；按氢能试验区中的电解制氢区面积计，约  $700\text{m}^2$ ；

D——表层土壤深度，一般取  $0.2\text{m}$ ，可根据实际情况适当调整；

n——持续年份，a；假设每年发生 1 次电解槽碱液泄漏时间，按工程运行期为 20 年，则持续年份为 20 年。

b. 单位质量土壤中某种物质的预测值可根据其增量叠加现状值进行计算，见下式：

$$S=S_b+\Delta S;$$

式中： $S_b$ ——单位质量土壤中某种物质的现状值， $\text{g/kg}$ ；

S——单位质量土壤中某种物质的预测值， $\text{g/kg}$ 。

c. 酸性物质或碱性物质排放后表层土壤 pH 预测值，可根据表层土壤游离酸或游离碱浓度的增量进行计算，见下式：

$$\text{pH}=\text{pH}_b \pm \Delta S/\text{BC}_{\text{pH}}$$

式中： $\text{pH}_b$ ——土壤 pH 现状值，取 S1 表层土壤 pH 值为 7.08；

$\text{BC}_{\text{pH}}$ ——缓冲容量， $\text{mmol}/(\text{kg}\cdot\text{pH})$ ；参考《用酸碱滴定法测定酸性红壤的 pH 缓冲容量》（姜军等，土壤通报，2006 年第 6 期 1247-1248）：pH4.0~6.0 范围内，不同土壤的 pH 缓冲容量数值之间比较大的差异，最小值为  $7.74\text{mmol kg}^{-1}$ ，最大值为  $29.25\text{mmol kg}^{-1}$ ，土壤 pH 也是影响 pH 缓冲容量的重要因素，pH 值越高，土壤 pHBC 值越大。本工程土壤 pH 值为 7.08 属于中性，理论上 pHBC 值将越大，故参考取  $29.25\text{mmol}/(\text{kg}\cdot\text{pH})$ 。

pH——土壤 pH 预测值。

### 3、预测结果

表 5.2-12 地面漫流预测结果

序号	污染物	增量 $\Delta S$	现状值	预测值	第二类用地筛选值
1	pH	$36.7\text{mmol/kg}$	7.08（无量纲）	8.87（无量纲）	/
2	钒	$0.01644\text{g/kg}$	$0.00035\text{g/kg}$	$0.01679\text{g/kg}$	$752\text{mg/kg}$

备注：排出量  $L_s$ 、 $R_s$  均按 0 计；钒现状监测未检出，按检出限的一半计为现状值。

根据计算，pH 预测值为 8.87，增量为 1.79，《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中未规定土壤 pH 限值，根据《环境影响评价技术导则—土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 D，表 D.2： $8.5 \leq \text{pH} \leq 9.0$ ，土壤属于

轻度碱化；工程所在地现状土壤无酸化或碱化，事故情况下，可能使区域土壤碱性增加，加剧区域土壤碱化程度，通过对厂区进行分区防渗，泄漏及时清理等，可防止碱液渗入土壤并控制在厂区内，避免区域土壤碱化。钒预测值为 16.79mg/kg，未超过《土壤环境质量 建设用土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第二类用地筛选值标准。

### 5.2.6.3 垂直入渗影响预测

#### 1、事故情景设置

垂直入渗主要是防渗设施失效导致污染物下渗进入土壤环境。

本工程各电解槽均位于地面以上，不与地面直接接触，出现碱液泄漏垂直入渗污染土壤环境的概率极低。碱液罐平时不储存碱液，只在配置碱液时使用，因此，碱液罐碱液泄漏污染土壤环境概率极低。油品库机油、油箱间柴油、危废间废机油不与地面直接接触，同时出现包装破损、防泄漏托盘破损以及地面防渗设施失效时，才会出现垂直入渗污染土壤环境，概率极低。废碱池用于收集 ALK 制氢系统更换的碱液，废液池用于收集海洋气候模拟试验产生的废液，均为地下结构，若发生开裂等导致防渗设施失效，将会垂直入渗污染土壤环境。故本次评价主要考虑废液池、废碱池防渗层发生破裂，污染物垂直入渗对土壤环境的影响。

**情景设定：**废液池、废碱池的防渗层发生破裂，废液垂直入渗土壤环境中。事故发生 10 天后排查发现并立即采取相应措施进行处理，渗漏持续时间按 10 天计。

#### 2、事故源强

废液池收集存放海洋气候模拟试验产生的废液；试验废液中的污染物与试验环境、试验时长、试验样品等有关，试验过程中盐雾可能导致样品防腐层失效溶出金属离子进入废液，但金属离子浓度难以确定，可以确定的是试验废液主要含 NaCl，故本次评价主要选取 NaCl 作为预测因子。保守考虑试验废液的 NaCl 浓度仍为 5%，密度为 1.03g/mL，则 NaCl 的质量浓度为 51500mg/L。

废碱池用于收集 ALK 制氢系统更换的碱液，保守考虑废碱液仍为 30%KOH 水溶液（V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.3%），密度为 1.29g/mL，本次评价主要选取 KOH、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 作为预测因子，则 KOH 的质量浓度为 387000mg/L，V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的质量浓度为 3870mg/L。

#### 3、预测方法

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 E，垂直入渗可按某种污染物以点源形式垂直进入土壤环境预测污染物可能影响到的深度，采用一维非饱和溶质运移模型预测方法进行预测，如下：

(1) 一维非饱和溶质垂向运移控制方程：

$$\frac{\partial(\theta c)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( \theta D \frac{\partial c}{\partial z} \right) - \frac{\partial}{\partial z} (qc)$$

式中： $c$ ——污染物介质中的浓度，mg/L；

$D$ ——弥散系数， $m^2/d$ ；

$q$ ——渗流速率， $m/d$ ；

$z$ ——沿  $z$  轴的距离， $m$ ；

$t$ ——时间变量， $d$ ；

$\theta$ ——土壤含水率，%。

(2) 初始条件

$$c(z,t) = 0 \quad t = 0, L \leq z < 0$$

(3) 边界条件

第一类 Dirichlet 边界条件。

$$c(z,t) = c_0 \quad t > 0, z = 0$$

#### 4、预测模型及参数

本次预测采用 HYDRUS-1D 软件进行预测，可用于模拟与计算微观和宏观尺度上的饱和及非饱和介质中的水分运动、溶质运移、热量传输及根系吸水的一维运动。

土壤水分模型采用单孔模型中的 VanGenuchten-Mualem 模型，忽略水分滞后效应。模型中水流模拟的上边界为定水头边界（设定压力水头为-50cm），水流模拟的下边界为自由排水边界。结合地勘，工程所在地 0~2.5m 为素填土、2.5m~10.5m 为粉细砂②<sub>1</sub>，土壤水力参数选用模型中内置的砂土、砂壤土的经验值。

溶质运移模型采用平衡模型，上边界为定通量边界，下边界为零通量边界。溶质运移参数及溶质运移和反作用参数均选用模型中的默认参数。

预测时间为 100d、365d、1000d、6000d，预测深度为 1050cm，土层观测点设置为 -50cm、-100cm、-300cm、-500cm、-800cm。

#### 5、预测结果

表 5.2-13 不同深度不同时间下污染物浓度预测结果（单位：mg/cm<sup>3</sup>，注明者除外）

污染物	深度 (cm)	T1	T2	T3	T4
NaCl	0	1147	294.3	63.46	0.2488
	-10	466	448.9	147	0.6588
	-20	88.42	321	216	1.428
	-30	11.01	150.7	234.5	2.75
	-40	1.024	52.71	201.4	4.861
	-50	0.07598	14.7	142.8	8.02
	-60	0.004697	3.411	86.03	12.47
	-70	0.0002494	0.6772	45.02	18.37
	-80	1.163e-005	0.1175	20.8	25.77
	-90	4.848e-007	0.0181	8.6	34.51
	-100	1.833e-008	0.002507	3.215	44.23
	-150	0	3.504e-008	0.006786	83.8
	-200	0	0	2.859e-006	64.65
	-250	0	0	4.484e-010	23.15
	-300	0	0	0	1.233
	-350	0	0	0	0.02184
	-400	0	0	0	0.0001602
	-500	0	0	0	1.055e-009
	-700	0	0	0	0
	-900	0	0	0	0
	-1050	0	0	0	0
峰值浓度	1147	448.9	234.5	85.16	
峰值浓度对应深度 (cm)	0	-10	-30	-160	
KOH	0	8618	2212	476.9	1.87
	-10	3502	3374	1105	4.951
	-20	664.4	2412	1623	10.73
	-30	82.77	1132	1762	20.66
	-40	7.694	396.1	1513	36.53
	-50	0.5709	110.5	1073	60.27
	-60	0.0353	25.63	646.5	93.69
	-70	0.001874	5.089	338.3	138.1
	-80	8.739e-005	0.8829	156.3	193.6
	-90	3.643e-006	0.136	64.62	259.3
	-100	1.377e-007	0.01884	24.16	332.4
	-150	0	2.633e-007	0.05099	629.7
	-200	0	0	2.148e-005	485.8
	-250	0	0	3.37e-009	174
	-300	0	0	0	9.263
	-350	0	0	0	0.1641

污染物	深度 (cm)	T1	T2	T3	T4
	-400	0	0	0	0.001204
	-500	0	0	0	7.927e-009
	-700	0	0	0	0
	-900	0	0	0	0
	-1050	0	0	0	0
	峰值浓度	8618	3374	1762	639.9
	峰值浓度对应深度 (cm)	0	-10	-30	-160
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	86.18	22.12	4.769	0.0187
	-10	35.02	33.74	11.05	0.04951
	-20	6.644	24.12	16.23	0.1073
	-30	0.8277	11.32	17.62	0.2066
	-40	0.07694	3.961	15.13	0.3653
	-50	0.005709	1.105	10.73	0.6027
	-60	0.000353	0.2563	6.465	0.9369
	-70	1.874e-005	0.05089	3.383	1.381
	-80	8.739e-007	0.008829	1.563	1.936
	-90	3.643e-008	0.00136	0.6462	2.593
	-100	1.377e-009	0.0001884	0.2416	3.324
	-150	0	2.633e-009	0.0005099	6.297
	-200	0	0	2.148e-007	4.858
	-250	0	0	0	1.74
	-300	0	0	0	0.09263
	-350	0	0	0	0.001641
	-400	0	0	0	1.204e-005
	-500	0	0	0	0
	-700	0	0	0	0
	-900	0	0	0	0
	-1050	0	0	0	0
峰值浓度	86.18	33.74	17.62	6.399	
峰值浓度对应深度 (cm)	0	-10	-30	-160	

注：T1~T4 分别代表 100d、365d、1000d、6000d。

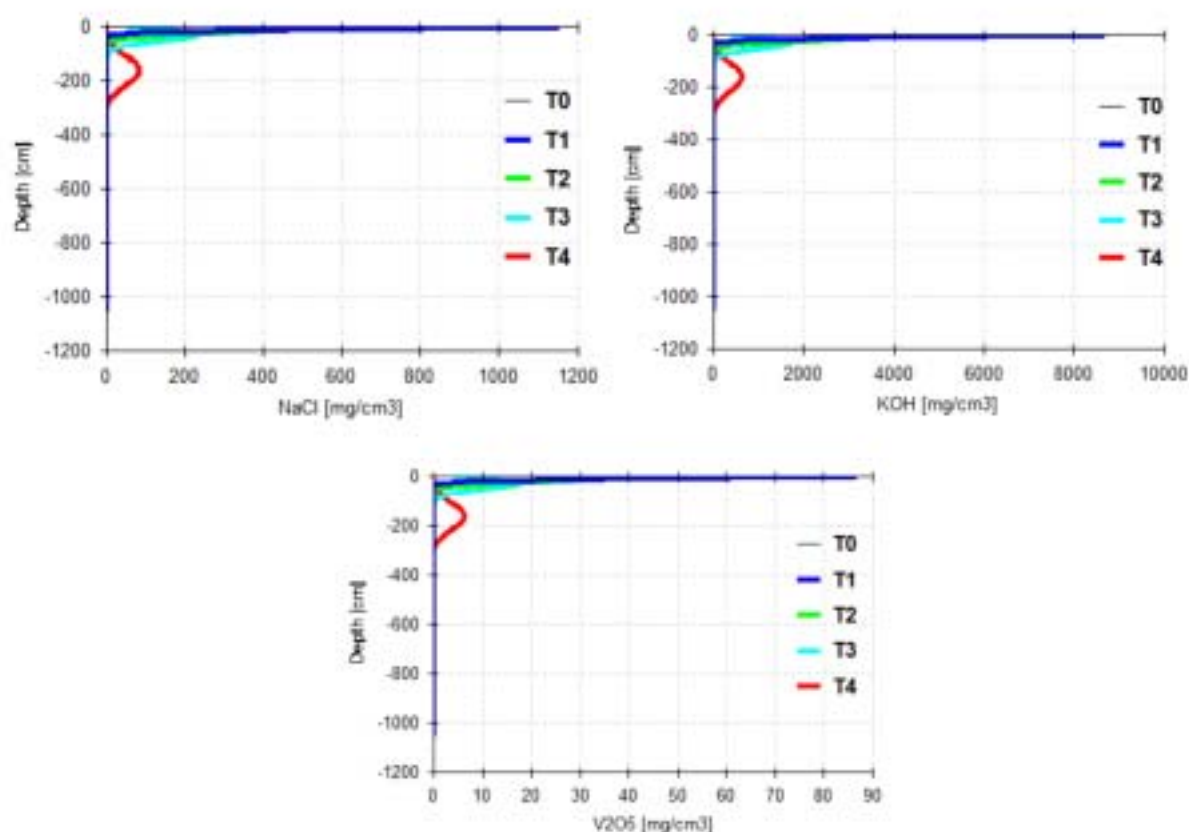


图 5.2-5 不同时间污染物浓度随深度变化示意图（注：T0 是空白组，无意义）

根据预测结果可知，预测时间内污染物主要影响范围在地面以下 400cm 以内，峰值浓度对应深度随着时间的推移不断加深，预测时间内的峰值浓度对应深度最深为 160cm。

表 5.2-14 各观测点污染物峰值浓度及出现时间预测结果

污染物	土层观测点	N1	N2	N3	N4	N5
NaCl	峰值浓度 mg/cm <sup>3</sup>	175.9	113.8	/	/	/
	出现时间 d	1450	3300	预测时间内污染物尚未达到峰值		预测时间内污染物尚未运移到该土层
KOH	峰值浓度 mg/cm <sup>3</sup>	1322	855.1	/	/	/
	出现时间 d	1450	3330	预测时间内污染物尚未达到峰值		预测时间内污染物尚未运移到该土层
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	峰值浓度 mg/cm <sup>3</sup>	13.22	8.551	/	/	/
	出现时间 d	1450	3330	预测时间内污染物尚未达到峰值	预测时间内污染物尚未运移到该土层	

注：N1-N5 分别代表-50cm、-100cm、-300cm、-500cm、-800cm。

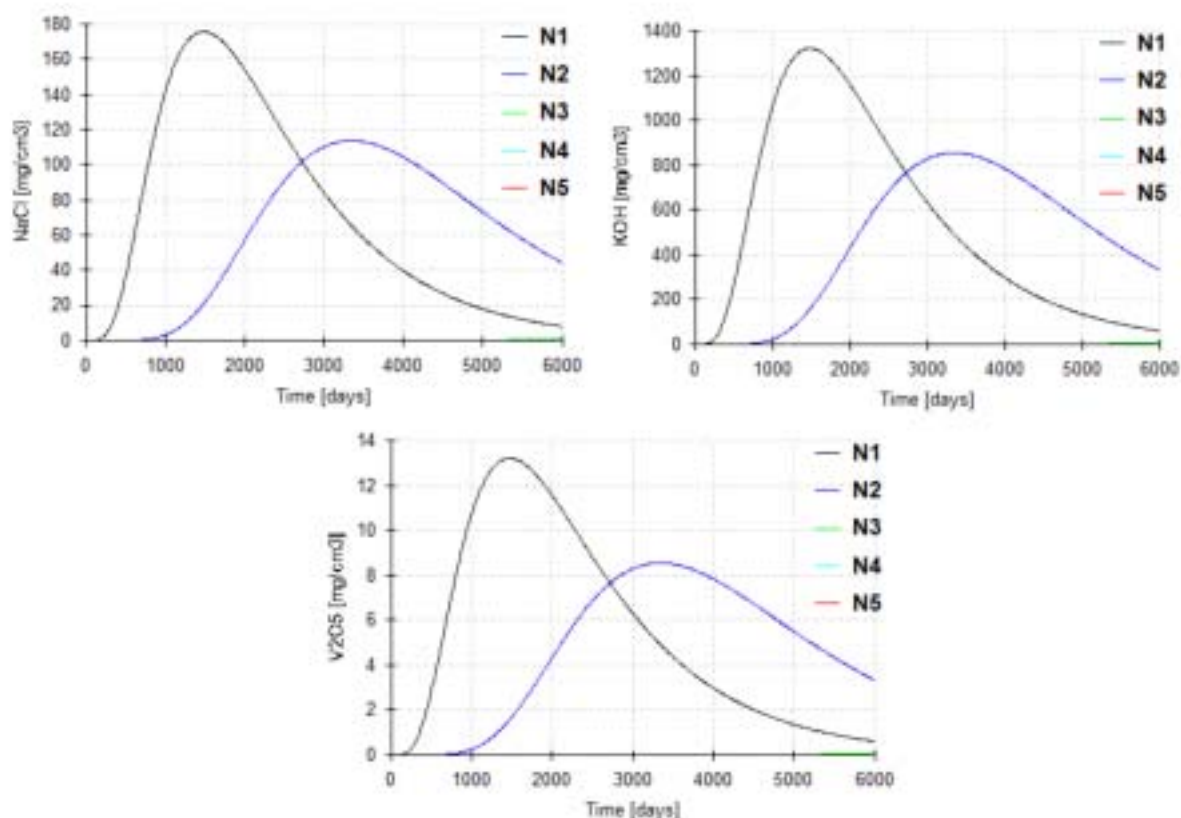


图 5.2-6 各土层观测点污染物浓度随时间变化示意图

根据预测结果可知，-50cm、-100cm 观测点的污染物浓度在预测时间内呈先增大后减小的趋势，-300cm、-500cm、-800cm 观测点的污染物在预测时间内尚未达到峰值浓度或尚未运移到该土层，污染物浓度随着观测深度的不断加深，峰值浓度不断降低，出现时间越久。

可见，发生泄漏后，最先污染表层土壤，污染物积存于表层会影响表层土壤通透性，影响土壤养分的释放，降低土壤动物及微生物的活性，使土壤的综合肥力下降，最终影响植物根系的呼吸作业和吸收作用。时间越久，污染物向土壤下方运移越深，污染物分散扩散到垂直方向上的土层中，垂直方向上的影响范围不断增大，最大影响浓度也因污染物的扩散而逐渐降低，泄漏发生后短期内对表层土壤环境影响相对严重。

综上所述，污染物发生泄漏后，污染物逐渐向土壤深部迁移，但迁移较缓慢，如通过定期检测土壤环境发现污染，可及时处理。工程各单元落实分区防渗、定期维护、加强管理、跟踪监测等，采取上述措施后，污染物垂直入渗对区域土壤环境影响可接受。

## 5.2.7 营运期生态环境影响简单分析

本工程不新增占地，主要利用试验基地内一期工程建设的建构筑物进行建设，生态环境主要受工程运行产生的“三废”等影响。

本工程运行期间制氢过程排放的 O<sub>2</sub>、放空 H<sub>2</sub>、吹扫 N<sub>2</sub>均不属于废气污染物，备用柴油发电机燃油废气污染物 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物的排放量小，不属于正常排放源，不会对周围植被、动物造成毒害；本工程运行期间产生的除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水全部直接回用于冷却冷冻系统中喷淋水补水不外排，ALK 制氢设备冲洗废水交有处理能力的废水处理机构处理，本工程不直接排放废水，不会出现污水横流污染环境；本工程运行期间产生的固体废物分类收集、分类贮存、分类处置，固体废物均得到有效的处理处置，不会出现固废随意倾倒污染环境；本工程运行期间的噪声排放可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）相应类别限值，对周边动物影响较小。

综上所述，本工程运行期间基本不会对生态环境造成不良影响。

## 5.3 环境风险评价

### 5.3.1 评价依据

#### 5.3.1.1 风险源调查

结合《危险化学品目录（2015 版）》《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本工程涉及的危险物质主要为氢气、氮气、氢氧化钾、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、碱液、机油、柴油、危险废物。危险物质数量和分布情况见表 5.3-1。

表 5.3-1 危险物质数量和分布情况一览表

序号	名称	最大储量 t	储存位置	CAS 号	危险性类别	备注
1	氢气	1.05	氢气储罐区	1333-74-0	易燃气体,类别 1 加压气体	产品
2	氮[压缩的或液化的]	0.09	氮气间	7727-37-9	加压气体	辅料
3	氢氧化钾	0.2	原辅料间	1310-58-3	皮肤腐蚀/刺激,类别 1A; 严重眼损伤/眼刺激,类别 1	原料
4	碱液（氢氧	10	ALK	1310-58-3	皮肤腐蚀/刺激,类别 1A;	原料

序号	名称	最大储存量 t	储存位置	CAS 号	危险性类别	备注
	化钾含量≥30%)		制氢系统		严重眼损伤/眼刺激,类别 1	
5	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.002	原辅料间	1314-62-1	急性毒性-经口,类别 2; 生殖细胞致突变性,类别 2; 致癌性,类别 2; 生殖毒性,类别 2; 特异性靶器官毒性-反复接触,类别 1; 特异性靶器官毒性-一次接触,类别 3 (呼吸道刺激); 危害水生环境-急性危害,类别 2; 危害水生环境-长期危害,类别 2	原料
6	机油	0.2	油品库	/	/	辅料
7	柴油	2.55	油箱间	/	易燃液体,类别 3	燃料
8	废机油	0.2	危废间	/	/	危废
9	废碱液	10	废碱池	/	/	危废
10	试验废液	24	废液池	/	/	危废

### 5.3.1.2 风险潜势初判

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018),计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在附录 B 中对应临界量的比值 Q。在不同厂区的同一种物质,按其在厂界内的最大存在总量计算。对于长输管线项目,按照两个截断阀室之间管段危险物质最大存在总量计算。

当只涉及一种危险物质时,计算该物质的总量与其临界量比值,即为 Q;

当存在多种危险物质时,则按下式计算物质总量与其临界量比值(Q):

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中:  $q_1, q_2, \dots, q_n$ —每种危险物质的最大存在总量, t;

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ —每种危险物质的临界量, t。

当  $Q < 1$  时,该项目环境风险潜势为 I。

当  $Q \geq 1$  时,将 Q 值划分为:(1)  $1 \leq Q < 10$ ; (2)  $10 \leq Q < 100$ ; (3)  $Q \geq 100$ 。

本工程危险物质数量与临界量比值 Q 见下表。

表 5.3-2 危险物质数量与临界量比值 Q 核算表

序号	名称	最大存在总量 (t)	临界量 (t)	比值/Q	临界量依据
1	氢气	1.05	/	/	/
2	氮[压缩的或液化的]	1	/	/	/
3	氢氧化钾	0.2	/	/	/
4	碱液/废碱液（氢氧化钾含量≥30%）	10	100	0.10	参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 B.2“危害水环境物质（急性毒性类别 1）”
5	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> （以钒计）	0.016912	0.25	0.06765	《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 B.1“钒及其化合物（以钒计）”
6	机油	0.2	2500	0.00008	《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 B.1“油类物质”
7	柴油	2.55	2500	0.00102	《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 B.1“油类物质”
8	废机油	0.2	2500	0.00008	《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 B.1“油类物质”
9	试验废液	24	100	0.24	参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 B.2“危害水环境物质（急性毒性类别 1）”
项目 Q 值Σ				0.40883	/

注：碱液一年更换一次，碱液与废碱液不同时存在，碱液/废碱液中 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的含量约 0.3%；V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的储存量约 0.002t；则 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的最大存在总量为 0.0302t，以钒计最大存在总量为 0.016912t。

根据上表可知，本工程投运后危险物质数量与临界量比值 Q 为 0.40883 < 1，环境风险潜势为 I。结合一期工程环评，一期工程危险物质数量与临界量比值 Q 为 0.161，本工程投运后试验基地危险物质数量与临界量比值 Q 合计为 0.569828 < 1，环境风险潜势仍为 I，本工程投运后未改变试验基地整体的环境风险潜势。

### 5.3.1.3 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价工作等级划分如下：

表 5.3-3 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV <sup>a</sup>	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 <sup>a</sup>

a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。见附录 A

本工程环境风险潜势为I，因此，环境风险评价工作等级为简单分析。

### 5.3.2 环境敏感目标调查

本工程环境风险评价工作等级为简单分析，HJ169 中对其评价范围未作规定。

试验基地周边 600m 范围内无村庄、学校、医院等环境敏感目标，3km 范围内涉及后埔村、上林村、浅澳村、红坡村、新丰村、后埔小学、上林小学、浅澳小学、新丰小学、新安职业技术学校等环境敏感目标。

### 5.3.3 环境风险识别

#### 5.3.3.1 物质危险性识别

结合前文风险源调查结果，本工程涉及的危险物质主要为氢气、氮气、氢氧化钾、 $V_2O_5$ 、碱液、机油、柴油、危废等；同时，火灾、爆炸引发的次生污染物 CO 也属于危险物质。主要危险物质理化性质如下。

表5.3-4 氢气理化性质及危险特性表

标识	中文名称：氢[压缩的]；氢气		危险化学品目录序号：1648	
	英文名称：hydrogen		UN编号：1049	
	分子式：H <sub>2</sub>	分子量：2.01	CAS号：1333-74-0	
	危险性	加压气体、易燃气体		
理化性质	外观与性状：无色无臭气体。			
	熔点(°C)	-259.2	沸点(°C)	-252.8
	相对密度(水=1)	0.07/-252°C	相对密度(空气=1)	0.07
	临界温度(°C)	-239.97	临界压力(kPa)	1300
	燃烧热(kJ/mol)	142900	饱和蒸汽压(kPa)	13.33/-257.9°C
	溶解性	不溶于水，不溶于乙醇、乙醚。		
燃烧爆炸危险特性	燃烧性	易燃	建规火险分级	甲
	闪点(°C)	-50	引燃温度(°C)	400
	爆炸上限(V%)	74.1	爆炸下限(V%)	4.1
	稳定性	稳定	聚合危害	不聚合
	危险特性	与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热或明火即会发生爆炸。气体比空气轻，在室内使用和储存时，漏气上升滞留屋顶不易排出，遇火星会引起爆炸。氢气与氟、氯、溴等卤素会剧烈反应。		
	燃烧分解产物	水		
灭火方式	切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。			

	禁忌物	强氧化剂、卤素。
储存运输注意事项		储存在阴凉、通风仓间内。远离火种、热源，防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、卤素(氟、氯、溴)、氧化剂等分开存放。切忌混储混运。搬运时应轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、卤素等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。
泄漏处理		迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉，漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

表5.3-5 氮气理化性质及危险特性表

标识	中文名称：氮；氮气；液氮	危险化学品目录序号：172		
	英文名称：Nitrogen, compressed	UN编号：1066		
	分子式：N <sub>2</sub>	分子量：28.01	CAS号：7727-37-9	
	危险性	加压气体		
理化性质	外观与性状：无色无臭的惰性气体。			
	熔点(°C)	-209.8	沸点(°C)	-195.6
	相对密度(水=1)	0.81/-196°C	相对密度(空气=1)	0.97
	临界温度(°C)	-122.3	临界压力(kPa)	1026.42/-173°C
	燃烧热(kJ/mol)	/	饱和蒸汽压(kPa)	1026.42/-173°C
	溶解性	微溶于水。		
燃烧爆炸危险特性	燃烧性	不燃	建规火险分级	戊
	闪点(°C)	/	引燃温度(°C)	/
	爆炸上限(V%)	/	爆炸下限(V%)	/
	稳定性	稳定	聚合危害	不聚合
	危险特性	惰性气体，有窒息性，在密闭空间内可将人窒息死亡；若遇高热容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。		
	燃烧分解产物	/		
	灭火方式	不燃，切断气源，喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。		
禁忌物	/			
毒性以及健康危害性	接触限值	中国MAC	未制定标准	
		前苏联MAC	未制定标准	
		美国TWA	ACGIH窒息性气体	
		美国STEL	未制定标准	
	侵入途径	吸入		

	毒性	无资料
	健康危害	氮气过量，使氧分压下降，会引起缺氧。大气压为 392kPa 表现为爱笑多言，视、听、嗅觉迟钝，智力活动减弱，在 392kPa 时，肌肉动力严重失调，潜水员深潜时，可发生氮的麻醉作用，上升时快速减压，可发生减压病。
	储存运输注意事项	不燃性压缩气体，储存于阴凉、通风仓间内，仓温不宜超过 30℃ 远离火种、热源，防止阳光直射；应与易燃、可燃物分开存放。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用，搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。

表5.3-6 氢氧化钾理化性质及危险特性表

标识	中文名称：氢氧化钾	危险化学品目录序号：1667		
	英文名称：potassium hydroxide	UN编号：1813		
	分子式：KOH	分子量：56.11	CAS号：1310-58-3	
	危险性	8.2 类碱性腐蚀品		
理化性质	外观与性状：白色晶体，易潮解。			
	熔点(°C)	360.4	沸点(°C)	1320
	相对密度(水=1)	2.01	相对密度(空气=1)	/
	临界温度(°C)	/	临界压力(kPa)	/
	燃烧热(kJ/mol)	/	饱和蒸汽压(kPa)	0.13/719°C
	溶解性	溶于水、乙醇，微溶于醚。		
燃烧爆炸危险特性	燃烧性	不燃	建规火险分级	戊
	闪点(°C)	/	引燃温度(°C)	/
	爆炸上限(V%)	/	爆炸下限(V%)	/
	稳定性	稳定	聚合危害	不聚合
	危险特性	与酸发生中和反应并放热。本品不会燃烧，遇水和水蒸气大量放热，形成腐蚀性溶液。具有强腐蚀性。		
	燃烧分解产物	可能产生有害的毒性烟雾。		
	灭火方式	用水、砂土扑救，但须防止物品遇水产生飞溅，造成灼伤。		
	禁忌物	强酸、易燃或可燃物、二氧化碳、酸酐酰基氯。		
毒性以及健康危害性	接触限值	中国MAC	未制定标准	
		前苏联MAC	0.5mg/m <sup>3</sup>	
		美国TWA	未制定标准	
		美国STEL	未制定标准	
	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收		
	毒性	LD50: 273mg/kg(大鼠经口)		
	健康危害	有强烈腐蚀性。吸入后强烈刺激呼吸道或造成灼伤。皮肤和眼直接接触可引起灼伤；误服可造成消化道灼伤，粘膜糜烂、出血，休克，可致死。		
急救措施	皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少15分钟。就医。眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少15分钟。就医。吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸			

		道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。食入：用水漱口，给饮牛奶或蛋清。就医。
	防护措施	呼吸系统防护：可能接触其粉尘时，必须佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器。必要时，佩戴空气呼吸器。眼睛防护：呼吸系统防护中已作防护。身体防护：穿橡胶耐酸碱服。手防护：戴橡胶耐酸碱手套。其他防护：工作场所禁止吸烟、进食和饮水，饭前要洗手。工作完毕，淋浴更衣。注意个人清洁卫生。
	储存运输注意事项	储存于干燥、清洁的仓间内，注意防潮和雨淋。应与易燃或可燃物及酸类分开存放。搬运时应轻装轻卸，防止包装和容器损坏。雨天不宜运输。
	泄漏应急处理	隔离泄漏污染区，周围设警告标志，建议应急处理人员戴好防毒面具，穿化学防护服。不要直接接触泄漏物，以少量加入大量水中，调节至中性，再放入废水系统。也可以用大量水冲洗，经稀释的洗水放入废水系统。如大量泄漏，收集回收或无害处理后废弃。

表5.3-7 五氧化二钒理化性质及危险特性表

标识	中文名称：五氧化二钒		危险化学品目录序号：2161	
	英文名称：vanadium pentoxide		UN编号：2862	
	分子式：V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	分子量：181.88	CAS号：1314-62-1	
	危险性	第6.1类毒害品		
理化性质	外观与性状：白色晶体，易潮解。			
	熔点(°C)	690	沸点(°C)	1750
	相对密度(水=1)	3.357	相对密度(空气=1)	/
	临界温度(°C)	/	临界压力(kPa)	/
	燃烧热(kJ/mol)	/	蒸汽压	8 mm Hg (20 °C)
	溶解性	溶于浓酸、碱，微溶于水，不溶于无水乙醇。		
燃烧爆炸危险特性	燃烧性	不燃	建规火险分级	戊
	闪点(°C)	/	引燃温度(°C)	/
	爆炸上限(V%)	/	爆炸下限(V%)	/
	稳定性	稳定	聚合危害	不聚合
	危险特性	不燃。与三氟化氯、锂接触剧烈反应。		
	燃烧分解产物	可能产生有害的毒性烟雾。		
	灭火方式	火场周围可用的灭火介质。消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。灭火时尽可能将容器从火场移至空旷处。		
	禁忌物	强酸、易燃或可燃物。		
毒性以及健康危害性	接触限值	中国MAC	0.1mg/m <sup>3</sup>	
		前苏联MAC	0.1mg/m <sup>3</sup>	
		美国TWA	未制定标准	
		美国STEL	未制定标准	
	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收		
毒性	LD50: 10mg/kg(大鼠经口)			

	健康危害	对呼吸系统和皮肤有损害作用。急性中毒：可引起鼻、咽、肺部刺激症状，多数工人有咽痒、干咳、胸闷、全身不适、倦怠等表现，部分患者可引起肾炎、肺炎。慢性中毒：长期接触可引起慢性支气管炎、肾损害、视力障碍等。
	急救措施	皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗。就医。眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。食入：饮足量温水，催吐。就医。
储存运输注意事项		储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。应与易（可）燃物、酸类、食用化学品分开存放，切忌混储。储区应备有合适的材料收容泄漏物。应严格执行极毒物品“五双”管理制度。
泄漏应急处理		隔离泄漏污染区，周围设警告标志，建议应急处理人员戴正压自给式呼吸器，穿化学防护服。不要直接接触泄漏物，避免扬尘，用清洁的铲子收集于干燥洁净有盖的容器中，转移到安全场所。也可以用水泥、沥青或适当的热塑性材料固化处理再废弃。如大量泄漏，收集回收或无害处理后废弃。

表5.3-8 机油理化性质及危险特性表

标识	中文名称：机油；润滑油		危险化学品目录序号：/	
	英文名称：/		UN编号：/	
	分子式：/	分子量：230-500	CAS号：/	
	危险性	/		
理化性质	外观与性状：油状液体，淡黄色至褐色，无气味或略带异味。			
	熔点(°C)	/	沸点(°C)	/
	相对密度(水=1)	<1	相对密度(空气=1)	/
	临界温度(°C)	/	临界压力(kPa)	/
	燃烧热(kJ/mol)	/	饱和蒸汽压(kPa)	/
	溶解性	不溶于水。		
燃烧爆炸危险特性	燃烧性	可燃	建规火险分级	/
	闪点(°C)	/	引燃温度(°C)	/
	爆炸上限(V%)	/	爆炸下限(V%)	/
	稳定性	稳定	聚合危害	不聚合
	危险特性	遇明火、高热可燃。		
	燃烧分解产物	一氧化碳、二氧化碳等。		
	灭火方式	消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。灭火剂：雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。		
	禁忌物	氧化剂		
毒性以及健康	接触限值	中国MAC	未制定标准	
		前苏联MAC	未制定标准	
		TLVTN	未制定标准	

危害性		TLVWN	未制定标准
	侵入途径	吸入、食入	
	毒性	无资料	
	健康危害	急性吸入，可出现乏力、头量、头痛、恶心，严重者可引起油脂性肺炎。慢接触者，暴露部位可发生油性痤疮和接触性皮炎。可引起神经衰弱综合征，呼吸道和眼刺激症状及慢性油脂性肺炎。有资料报道，接触石油润滑油类的工人，有致癌的病例报告。	
急救措施	皮肤接触：脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗。就医。眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。食入：饮足量温水，催吐。就医。		
储存运输注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。应与氧化剂分开存放，切忌混储。配备相应品种和数量的消防器材。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。运输前应先检查包装容器是否完整、密封，运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与氧化剂、食用化学品等混装混运。运输车船必须彻底清洗、消毒，否则不得装运其它物品。船运时，配装位置应远离卧室、厨房，并与机舱、电源、火源等部位隔离。公路运输时要按规定路线行驶。		
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急解决人员戴自给正压式呼吸器，穿防毒服。尽可能切断泄漏源。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏用砂土或其它不燃材料吸附或吸取。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物解决场合处置。		

表5.3-9 柴油理化性质及危险特性表

标识	中文名称：柴油	危险化学品目录序号：1674		
	英文名称：Diesel oil	UN编号：1202		
	分子式：/	分子量：/	CAS号：68334-30-5	
	危险性	易燃液体		
理化性质	外观与性状：稍有粘性的棕色液体。			
	熔点(°C)	-18	沸点(°C)	282-338
	相对密度(水=1)	0.87-0.9	相对密度(空气=1)	/
	临界温度(°C)	/	临界压力(kPa)	/
	燃烧热(kJ/mol)	/	饱和蒸汽压(kPa)	/
	溶解性	不溶于水，易溶于醇、醚、苯。		
燃烧爆炸危险特性	燃烧性	易燃	建规火险分级	/
	闪点(°C)	38	引燃温度(°C)	257
	爆炸上限(V%)	/	爆炸下限(V%)	/
	稳定性	稳定	聚合危害	不聚合
	危险特性	遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。		
	燃烧分解产物	一氧化碳、二氧化碳等。		

	灭火方式	消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。灭火剂：雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。	
	禁忌物	强氧化剂、卤素。	
毒性 以及 健康 危害 性	接触限值	中国MAC	未制定标准
		前苏联MAC	未制定标准
		TLVTN	未制定标准
		TLVWN	未制定标准
	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收	
	毒性	无资料	
健康危害	皮肤接触可为主要吸收途径，可致急性肾脏损害。柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮。吸入其雾滴或液体呛入可引起吸入性肺炎。能经胎盘进入胎儿血中。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛。		
急救措施	皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。就医。眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。食入：尽快彻底洗胃。就医。		
储存运输注意事项	<p>储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。</p> <p>运输前应先检查包装容器是否完整、密封，运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。夏季最好早晚运输。运输时所用的槽(罐)车应有接地链，槽内可设孔隔板以减少震荡产生静电。严禁与氧化剂、卤素、食用化学品等混装混运。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。中途停留时应远离火种、热源、高温区。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。运输车船必须彻底清洗、消毒，否则不得装运其它物品。船运时，配装位置应远离卧室、厨房，并与机舱、电源、火源等部位隔离。公路运输时要按规定路线行驶。</p>		
泄漏应急处理	<p>迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急解决人员戴自给正压式呼吸器，穿防毒服。尽可能切断泄漏源。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏用砂土或其它不燃材料吸附或吸取。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物解决场合处置。</p>		

表5.3-10 次生污染物CO理化性质及危险特性表

标识	中文名称：一氧化碳	危险化学品目录序号：2563	
	英文名称：carbon monoxide	UN编号：1016	
	分子式：CO	分子量：28.01	CAS号：630-08-0
	危险性	第2.1类 易燃气体	

理化性质	外观与性状：无色、无臭、无味的气体。			
	熔点(°C)	-205	沸点(°C)	-191.5
	相对密度(水=1)	789g/L (-191.5°C, 101.325kPa)	相对密度(空气=1)	1.2504g/L (0°C, 101.325kPa)
	临界温度(°C)	-140.2	临界压力(kPa)	3499
	燃烧热(kJ/mol)	/	饱和蒸汽压(kPa)	/
	溶解性	难溶于水，但可溶于乙醇、苯、氯仿等大多数有机溶剂。		
燃烧爆炸危险性	燃烧性	易燃	建规火险分级	乙
	闪点(°C)	低于-50	引燃温度(°C)	610
	爆炸上限(V%)	74.2	爆炸下限(V%)	12.5
	稳定性	稳定	聚合危害	不聚合
	危险特性	与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。		
	燃烧分解产物	二氧化碳。		
	灭火方式	切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。		
	禁忌物	强氧化剂、碱类		
毒性以及健康危害性	接触限值	中国MAC	30mg/m <sup>3</sup>	
		前苏联MAC	20mg/m <sup>3</sup>	
		TLVTN	OSHA 50ppm, 57mg/m <sup>3</sup> ; ACGIH 25ppm, 29mg/m <sup>3</sup>	
		TLVWN	未制定标准	
	侵入途径	吸入		
	毒性	LC <sub>50</sub> : 1807mg/m <sup>3</sup> , 4小时(大鼠吸入)		
	健康危害	一氧化碳在血中与血红蛋白结合而造成组织缺氧。急性中毒：轻度中毒者出现头痛、头晕、耳鸣、心悸、恶心、呕吐、无力，血液碳氧血红蛋白浓度可高于10%；中度中毒者除上述症状外，还有皮肤粘膜呈樱红色、脉快、烦躁、步态不稳、浅至中度昏迷，血液碳氧血红蛋白浓度可高于30%；重度患者深度昏迷、瞳孔缩小、肌张力增强、频繁抽搐、大小便失禁、休克、肺水肿、严重心肌损害等，血液碳氧血红蛋白可高于50%。部分患者昏迷苏醒后，约经2~60天的症状缓解期后，又可能出现迟发性脑病，以意识精神障碍、锥体系或锥体外系损害为主。慢性影响：能否造成慢性中毒及对心血管影响无定论。		
急救措施	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术。就医。			
储存运输注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源，防止阳光直射。库房内温不宜超过30°C。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储存区应有泄漏应急处理设备。搬运储罐时应轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。运输车辆应有危险品运输标志，安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准，运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置。禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。槽车上要备有2只以上干粉或二氧化			

	碳灭火器和防爆工具。高温季节应早晚运输，防止日光曝晒。车辆运输钢瓶时，瓶口一律朝向车辆行驶方向的右方，堆放高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。不准同车混装有抵触性质的物品和让无关人员搭车。中途停留时应远离火种、热源。禁止在居民区和人口稠密区停留。
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并立即隔离150m，严格限制出入。切断火源建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以用管路导至炉中、凹地焚之。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

可见，本工程所使用的危险化学品的危险性主要包括易燃性、窒息性、腐蚀性、毒性、可燃性。

表 5.3-11 本工程危险物质特性一览表

序号	名称	有毒有害特性		易燃易爆特性				危险性识别	分布
		大鼠经口LD <sub>50</sub> (mg/kg)	急性毒性分级	沸点 (°C)	闪点 (°C)	爆炸极限 (%v)	易燃性 分级		
1	氢气	/	/	-252.8	-50	4.1-74.1	类别1	易燃性	氢气储罐区
2	氮气	/	/	-195.6	/	/	/	窒息性	氮气间
3	氢氧化钾	273	/	360.4	/	/	/	腐蚀性	原辅料间
4	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10	类别2	1750	/	/	/	毒性	原辅料间
5	机油	/	/	/	/	/	/	可燃性	油品库
6	柴油	/	/	282-338	/	/	类别3	易燃性	油箱间
7	CO	/	类别3	/	/	/	类别1	易燃性/毒性	/
8	废机油	/	/	/	/	/	/	同机油	危废间
9	碱液	/	/	/	/	/	/	腐蚀性、毒性	ALK制氢系统
10	废碱液	/	/	/	/	/	/	同碱液	废碱池
11	试验废液	/	/	/	/	/	/	毒性	废液池

### 5.3.3.2 生产系统危险性识别

本工程生产系统风险识别见下表。

表 5.3-11 本工程生产系统风险识别一览表

序号	危险单元	潜在风险源	危险物质	环境风险类型	触发因素及危害
1	氢能试验区	碱液罐、废碱池、电解槽	氢氧化钾、 $V_2O_5$	泄漏	碱液罐、废碱池、电解槽、管道及接头处发生破损，或操作失误等，导致泄漏，污染地表水、地下水、土壤
2	氢能试验区	废液池	氯化钠、重金属	泄漏	废液池在防渗设施失效时污染地下水、土壤
3	氢能试验区、储氢供氢区	制氢系统、氢气储罐、加氢机、燃料电池	氢气	泄漏导致火灾、爆炸等引发的伴生/次生污染物排放	气液分离与纯化装置、氢气储罐、加氢机、燃料电池、管道及接头处发生破损，或操作失误等，导致泄漏引起火灾爆炸
4	氢能试验区、辅助生产楼、油品库、危废间	备用柴油发电机、空压机、氢气压缩机等，柴油、机油、废机油储存容器	柴油、机油、废机油	泄漏，火灾引发的伴生/次生污染物排放	发电机、空压机等设备、管道及接头处、柴油储存容器、机油及废机油储存容器发生破损，或操作失误等，导致泄漏，污染地表水、地下水、土壤；甚至引起火灾

### 5.3.3.3 环境风险类型及危害分析

通过前述分析，本工程风险类型主要为泄漏，以及火灾、爆炸等引发的伴生/次生污染物排放。

本工程碱液、柴油、机油、废机油等液态危险物质，事故泄漏时可通过地表径流扩散至外环境或出现地表下渗，对地表水、地下水、土壤环境造成污染。废碱液、试验废液的暂存池的防渗设施失效时出现地表下渗，对地下水、土壤环境造成污染。

氢气、柴油、机油、废机油等易燃物及可燃物，事故泄漏时引起的火灾、爆炸，会产生 CO 等大气污染物以及消防废水等伴生/次生污染物，大气污染物通过大气扩散影响大气环境，消防废水通过地表径流扩散至外环境或出现地表下渗，对地表水、地下水、土壤环境造成污染。

### 5.3.3.4 风险识别结果

本工程环境风险识别汇总见下表。

表 5.3-12 环境风险识别汇总表

序号	危险单元	危险源	危险物质	环境风险类型	环境影响途径	可能受影响的环境敏感目标	备注
1	氢能试验区	碱液罐、废碱池、电解槽	氢氧化钾、 $V_2O_5$	泄漏	地表水、地下水、土壤	周边地表水、地下水、土壤	/
2	氢能试验区	废液池	氯化钠、重金属	泄漏	地下水、土壤	周边地下水、土壤	/
3	氢能试验区、储氢供氢区	制氢系统、氢气储罐、加氢机、燃料电池	氢气	泄漏导致火灾、爆炸等引发的伴生/次生污染物排放	大气、地表水、地下水、土壤	周边居民及地表水、地下水、土壤	/
4	氢能试验区、辅助生产楼、油品库、危废间	备用柴油发电机、空压机、氢气压缩机等，机油、废机油储存容器	柴油、机油、废机油	泄漏，火灾引发的伴生/次生污染物排放	大气、地表水、地下水、土壤	周边居民及地表水、地下水、土壤	/

### 5.3.4 环境风险分析

#### 5.3.4.1 大气环境风险分析

本工程主要从事电解制氢试验，氢气泄漏后，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热或明火即会发生爆炸。氢气燃烧无伴生/次生大气污染物产生，且未完全燃烧的氢气无终点浓度值，对周围大气环境影响较小。

本工程涉及柴油、机油、废机油，泄漏后遇明火、高热可引发火灾，柴油、机油、废机油燃烧产生的伴生/次生大气污染物主要为一氧化碳，一氧化碳在血中与血红蛋白结合而造成组织缺氧，严重可引起死亡，对火场周围人员的生命安全和周围的大气环境造成污染和破坏。

同时，氢气、柴油、机油、废机油发生火灾、爆炸时，产生的大量辐射热可能引燃其他可燃物质，会散发出大量的浓烟，它是由燃烧物质释放出的高温蒸汽和毒气、被分解和凝聚的未燃物质和被火焰加热而带入上升气流中的大量空气等三种物质的混合物。它不但含有大量的热量，而且还含有蒸汽、有毒气体和弥散的固体微粒，对火场周围人员的生命安全和周围的大气环境造成污染和破坏。

由于所在地周边主要为工业厂房，建筑高度整体较低，一旦发生火灾或爆炸事故，伴生/次生大气污染物能较快扩散。在发生事故时，在迅速处理事故现场的同时，应根据污染事故发生时的污染气象条件，制定出应急监测计划和疏散计划，当火灾事故危及周边敏感点，应及时疏散周边敏感点人员至上风向，确保周边敏感点人员安全，将发生火灾、爆炸对周边敏感点产生的影响降到最低。

本工程在容易出现氢气泄漏和火灾的区域(储氢区、制氢区等)设置可燃气体探测器，一旦有氢气泄漏，就会启动报警装置，并将可燃气体报警信号上传至自动控制系统，自动控制系统接收到触发信号后，立即发出警报并停止关键部位动设备的运行，切断制氢及其进出管线等；避免氢气泄漏引起火灾、爆炸造成伴生/次生污染。加强柴油、机油、废机油等危险物质的防泄漏措施，避免泄漏引起火灾、爆炸造成伴生/次生污染。

总体而言，加强风险防范管理，建立事故风险应急对策及预案，可将风险发生概率及其产生的破坏降到最低程度，环境风险可控，环境影响在可接受范围。

#### 5.3.4.2 地表水环境风险分析

碱液、柴油、机油、废机油等若发生泄漏未及时收集截留，将会形成地面漫流；若无截流措施，泄漏量大时将会流出装置区，进而流向低洼处进入雨水系统，将通过雨水系统排入外部水体，对水环境造成污染。

当发生火灾、爆炸等风险事故时，将会产生大量的消防废水，再经地面漫流进入雨水系统，若无截流措施，将通过雨水系统排入外部水体，对水环境造成污染。

柴油、机油、废机油等液态物质储存区设置防泄漏托盘或围堰，制氢区设置废液收集导流系统分别与废碱池、废液池连通；在厂区雨水排放口设置应急截止阀门并与事故应急池连通，防止事故废水排到环境水体。

在落实以上措施的情况下，事故废水直接进入外环境几率不大，不会对周边地表水环境造成污染。

#### 5.3.4.3 地下水和土壤环境风险分析

碱液、柴油、机油、废机油等若发生泄漏未及时收集截留，将会形成地面漫流，漫流至无防渗设施或防渗设施失效的区域将会下渗污染土壤、地下水环境；同时，废碱池、废液池属于地下设施，若池体防渗设施失效，将会垂直入渗污染土壤、地下水环境；危废间暂存的危废同时出现包装破损、防泄漏托盘破损以及地面防渗设施失效时，将会垂直入渗污染土壤、地下水环境。

危废间暂存的危废同时出现包装破损、防泄漏托盘破损以及地面防渗设施失效的概率较小；废碱池、废液池出现防渗设施失效导致垂直入渗污染土壤、地下水的概率较危废大。根据前文预测分析，废液池、废碱池的防渗层发生破裂后，渗漏持续时间按 10 天计；事故发生后预测时间段内，对土壤的影响主要集中在地面以下 400cm 以内，峰值浓度对应深度最深为 160cm 出现在事故发生后的 6000d，时间越久，污染物向土壤下方运移越深，最大影响浓度也因污染物的扩散而逐渐降低，泄漏发生后短期内对表层土壤环境影响相对严重；事故发生后预测时间段内，在地下水环境中最远超标距离为 484m 出现在事故发生后 2000d，最远影响距离为 515m 出现在事故发生后 2000d，事故发生后 3000d 时对地下水环境影响较小，污染物进入地下水环境后一定时间段内会对地下水造成持续影响，但扩散范围有限。

可见，本工程运行期间废液池、废碱池在发生泄漏时，会对区域地下水和土壤环境造成一定污染。建设单位需严格落实本项目各工程单元的防渗措施、定期维护、加强管理、定期进行跟踪监测等，若发现泄漏并采取应急响应终止污染泄漏，则泄漏风险事故对土壤、地下水环境的污染可控。

### 5.3.5 环境风险防范措施

#### 5.3.5.1 大气环境风险防范措施

(1) 在氢气储罐及生产设备、管线泄漏源周边按照《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》的要求设置能检测氢气等气体泄漏检测报警仪、探测器。

(2) 总体布置按《氢气站设计规范》(GB50177-2005)等标准规范的要求执行防火间距。生产装置、储罐等区域应按要求设置火灾自动报警，火灾自动报警系统设计应满足现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116-2013)的要求。

(3) 储气罐等严格按装料系数装存物料，避免因装料过满发生爆炸或泄漏。输送氢气的设备和管路应有良好的接地，管路的法兰处应进行跨接。氢气在管道中输送时，要严格控制流速，用气时，放气速度也不得过快，防止摩擦产生和积聚静电。

(4) 道路、场地、通风要满足安全生产的要求。在容易发生事故或危险性较大的场所及其它有必要提醒人们注意安全的场所，应按《安全标志及其使用导则》的要求设置安全标志。

(5) 合理确定管道的材质、壁厚、压力等级参数，对管件、法兰、垫片及紧固件进行合理选型。设备和管道的设计、制造、安装和试压应符合国家标准和有关规范要求，压力容器和压力管道投入运前，应取得有关部门的检测合格证明。

(6) 选用高质量的设备、管件、阀门等，避免因设计不当引起腐蚀与泄漏。在安装过程中严格保证安装质量，在运行过程中严格操作管理和日常维护，严防生产、维修和储运过程中物料的跑冒滴漏发生。

### 5.3.5.2 地表水环境风险防范措施

根据原环境保护部文件《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77号）要求，应按照或参照《化工建设项目环境保护设计规范》（GB50483）等国家标准和规范要求，设计有效防止泄漏物质、消防废水、污染雨水等扩散至外环境的收集、导流、拦截、降污等环境风险防范措施。

#### (1) 三级防控措施

一级防控措施主要由装置区防控措施构成：柴油、机油、废机油储存区设置防泄漏托盘或围堰，制氢区设置废液收集导流系统分别与废碱池、废液池连通；发生事故时，可将泄漏物料控制在装置区域内，防止泄漏物料流入外环境造成环境污染事故。

二级防控措施为雨水排放口设置应急截止阀门。当泄漏物料无法控制在装置区域内时，将流出装置区外并进入厂区雨水管网；若遇上雨天，雨水也将受到泄漏物料污染；或遇上火灾爆炸产生的消防废水也将受到泄漏物料污染；雨水排放口设置阀门，发生环境风险事故时，泄漏物料、受污雨水、消防废水等事故废水可通过关闭的雨水排放口截留，防止事故废水流入外环境造成环境污染事故。

三级防控措施是设置足够容积的事故应急池。发生环境风险事故时，通过关闭雨水排放口截留事故废水，雨水排放口与事故应急池之间设置导流管将事故废水引入事故应急池暂存。事故应急池正常工况应保持腾空状态以备急用，事故应急池建设时需根据实际情况采取防渗、防腐等措施；事故应急池采取地下式，使得事故废水能顺利流入应急池内。做好上述措施后，能有效阻止事故废水流出外环境，保证泄漏事故发生后能对泄漏的物质和消防废水、污染雨水进行及时的收集。

#### (2) 事故应急池容积

为将事故废水收集、导流、拦截在厂区内，本项目事故废水收集设施应有足够的容积以收集事故状态下的废水。参照《化工建设项目环境保护设计规范》（GB/T50483-2019）和《事故状态下水体污染的预防和控制规范》（Q/SY1190-2019）中对应急事故池大小的规定核算事故废水收集设施的有效容积。

$$V_{\text{总}} = (V_1 + V_2 - V_3) \max + V_4 + V_5$$

注：(V<sub>1</sub> + V<sub>2</sub> - V<sub>3</sub>) max 是指对收集系统范围内不同罐组或装置分别计算 V<sub>1</sub> + V<sub>2</sub> - V<sub>3</sub>，取其中最大值。

V1——收集系统范围内发生事故的一个罐组或一套装置的物料量。

注：罐组按一个最大储罐计，装置物料量按存留最大物料量的一台反应器或中间储罐计；

V2——发生事故的储罐或装置的消防水量， $m^3$ ；

V3——发生事故时可以转输到其他储存或处理设施的物料量， $m^3$ ；

V4——发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量， $m^3$ ；

V5——发生事故时可能进入该收集系统的降雨量， $m^3$ 。

①  $(V1+V2-V3) \max$

表 5.3-13 收集系统范围内不同罐组或装置的  $(V1+V2-V3) \max$  计算结果表（单位： $m^3$ ）

序号	装置区	V1	V2	V3	$V1+V2-V3$	备注
1	氢能试验区	8	337	50	295	V1 按电解槽碱液存在量全部泄漏计，约 $8m^3$ ；设置有 $50m^3$ 的废碱池，事故时可以储存 $50m^3$ 的物料量，V3 为 $50m^3$ 。
2	辅助生产楼	1	195	0	196	V1 按柴油单个油箱储量全部泄漏计，约 $1m^3$ ；
3	氢气储罐	0	720	0	720	氢气泄漏后进入大气中，故 V1 为 0。
4	氢气钢瓶	0	700	0	700	氢气泄漏后进入大气中，故 V1 为 0。
5	加氢区	0	531	0	531	氢气泄漏后进入大气中，故 V1 为 0。

注：V2 数据来源于项目可行性研究报告，可研根据《消防给水及消火栓系统技术规范》《水喷雾灭火系统技术规范》等标准要求核算得到消防用水量。

根据上表核算结果可知，氢气储罐区的  $(V1+V2-V3)$  最大，为  $720m^3$ 。

②生产废水量

氢气储罐区发生事故时，无生产废水必须进入该收集系统，故 V4 取  $0m^3$ 。

③降雨量

按《水体污染防控紧急措施设计导则》（中石化建标〔2006〕43号）中规定，降雨强度按一年内降雨天数的平均日降雨强度计：

$$V5=10(qa/n) \times F$$

qa——年平均降雨量，mm；根据陆丰气象站 2005-2024 年近 20 年来的气象观测资料统计，年均降雨量取  $1979.2mm$ 。

$n$ ——年平均降雨日数，天；根据《2024年汕尾市气候公报》“陆丰降雨日数155天，较常年偏多23天”，保守考虑，本次评价年均降雨天数按照132天计算。

$F$ ——必须进入事故池的雨水汇水面积，ha；氢气储罐区发生事故时，必须进入事故池的雨水汇水面积约0.36ha。

结合以上参数核算， $V_5=54\text{m}^3$ 。

#### ④事故应急池大小计算

$$V_{\text{总}} = (V_1 + V_2 - V_3) \max + V_4 + V_5 = 720 + 0 + 54 = 774\text{m}^3$$

试验基地在液流电池储能的东南侧设置一个有效容积为 $800\text{m}^3$ 的事故应急池，大于本工程计算所需的容积 $774\text{m}^3$ ，事故应急池容积可满足本工程事故废水储存需求，本工程无需额外新建事故应急池。

### 5.3.5.3 地下水和土壤环境风险防范措施

为防止危险物质泄漏影响地下水和土壤，本项目采取分区防渗设计。

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)结合本项目特点，事故应急池、废碱池、废液池、危废间地面进行重点防渗，需满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)要求，其防渗效果能够达到等效黏土防渗层 $M_b > 6.0\text{m}$ ，防渗系数 $K \leq 1 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ ；氢能试验区、辅助生产楼、废水池、油品库进行一般防渗，其防渗效果需达到等效黏土防渗层 $M_b > 1.5\text{m}$ ，防渗系数 $K \leq 1 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ ；其余区域进行一般地面硬化措施。采取这些措施后，可将其对地下水和土壤环境的污染风险降至最低。

### 5.3.6 环境风险应急措施

#### 5.3.6.1 物料泄漏风险应急措施

一旦物料发生泄漏，应迅速查明泄漏的发生源点，泄漏部位和原因，尽可能通过倒罐措施消除事故，并立即报告公司有关负责人员，如泄漏部位不能有效控制应立即向应急指挥部提出堵漏、抢修工作，切断事故源。严重时，立即通知各部门向上级环保、卫生等相关机关及当地政府部门报告事故情况，请求支援。所有抢险人员必须在有效的安全防护下进行。根据突发事件危险等级，启动相应环境风险应急预案。

a、合理通风，不直接接触泄漏物，勿使泄漏物与可燃物质（木材、纸、油等）接触，在确保安全情况下堵漏。

b、必要时，根据物料泄漏面积大小及事故发生时间长段，及时组织受影响区域范围内民众至安全区，禁止无关人员进入污染区，应急处理人员应戴好面罩，穿化学防护服。

c、应急消防组对泄漏形成的雾团进行喷淋稀释，开启事故应急池收集废水。

d、环境监测组对大气中污染物浓度进行监测，若公司内部无监测能力，则联络当地环境监测部门，协助监测。

e、事故结束后，应急消防组对泄漏现场进行洗消，并将洗消废水收集进入事故应急池。

f、应急指挥部组织各部门及时查明事故原因，编写汇报材料，及时针对事故原因进行总结、改进。

#### 5.3.6.2 火灾、爆炸事故风险应急措施

出现着火时，应立即使用灭火器进行灭火；如火势较大，不能控制时，应立即使用现场消防栓扑救，并启动消防喷淋，及时关闭雨水系统总排口阀门；在确保人身安全情况下，可适当转移周围可燃物品等；如火势凶猛，可能引起人身伤害或周围可燃物爆炸时，应立即报告 119，并组织周围人员疏散至安全地方；启动消防和环境风险应急预案。

#### 5.3.6.3 突发环境事件应急预案

根据原环境保护部部令第 34 号《突发环境事件应急管理办法》、原环境保护部环发[2015]4 号《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法(试行)》，建设单位应编制环境应急预案，并报所在地生态环境主管部门备案，定期开展突发环境事件应急预案演练。

### 5.3.7 环境风险评价结论

本工程涉及的危险物质为氢气、氮气、氢氧化钾、 $V_2O_5$ 、碱液、柴油、机油、危险废物等。其中氢气采用高压球形储罐和高压管束储罐储存，氮气储存在高压气瓶，氢氧化钾、 $V_2O_5$ 储存在原辅料间，碱液位于 ALK 制氢系统，柴油储存在油箱间，机油

储存在油品库，危险废物除废碱液、试验废液外均暂存在危废间，废碱液暂存于废碱池；试验废液暂存于废液池。

碱液、柴油、机油、废机油等发生泄漏，通过地面漫流、垂直入渗的方式进入环境，废碱液、试验废液的暂存池的防渗设施失效时通过垂直入渗的方式进入环境，对地表水、地下水和土壤环境造成污染。氢气属于易燃危险物质，氢气与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热或明火即会发生爆炸；柴油、机油、废机油等属于易燃或可燃物，泄漏后遇明火、高热可燃进而引发火灾；火灾、爆炸等引发的伴生/次生污染物排放对大气、地表水、地下水和土壤环境造成污染。

建设单位严格按照本报告提出的要求，对泄漏、火灾爆炸引发的伴生/次生污染物排放采取风险防范和应急措施，对试验基地周边大气环境、地表水环境、地下水和土壤环境影响较小，其环境风险总体可控、影响程度可接受；本工程采取的风险防范与应急措施可行。

## 6. 环境保护措施及其可行性论证

### 6.1 施工期污染防治措施及其可行性论证

#### 6.1.1 大气污染防治措施

(1) 在施工作业时，如开槽、钻孔等，应通过适当洒水使作业面保持一定的湿度，防止造成粉尘污染环境。

(2) 定期清理施工区、物料临时堆放点及道路的尘埃及杂物并外运。

(3) 设置专人负责弃土、建筑垃圾、建筑材料的处置、清运和堆放，堆放场地加盖篷布或洒水，合理装卸、规范操作，防止二次扬尘。

(4) 运送散装物料的车辆要用篷布遮盖，防止物料飞扬。对运送砂石、土料的车辆，应限制超载，不得沿途撒漏。

(5) 设置施工屏障，在施工现场周围安装遮挡设施，实行封闭式施工。

(6) 优化施工组织，缩短施工时间，避免在大风、雨天等不良天气施工。对进出车辆限速以减少二次扬尘。

(7) 对施工场地及道路洒水以减少扬尘量，洒水次数根据天气状况而定，一般每天洒 1~2 次，若遇到大风或干燥天气可适当增加洒水次数。

本项目采取的施工期大气污染防治措施为目前建设工地通用的做法，在建设实践中已经被证明是可行有效的。只要加强管理、切实落实好这些措施，施工期扬尘对环境的影响将会大大降低。随施工的开始，其影响即消失。

#### 6.1.2 噪声污染防治措施

(1) 合理安排设备的使用，减少噪声设备的使用时间，尤其是高噪声设备的使用时间。在休息时间（尤其在午休、夜间睡眠时间）不得进行高噪声的作业。

(2) 采用带隔音、消音的机械设备，加强对设备的维护保养，同时采用施工噪声低的施工方法。

(3) 高噪声设备采用局部吸声、隔声降噪技术，降低其使用时产生的噪声对周围环境的影响。

(4) 加强车辆管理，禁止鸣笛，并限速行驶；对运输车辆定期维修、养护，保持车况良好。

(5) 加强施工管理，降低人为噪声影响。

采取上述措施后，预计可将施工期噪声对环境的影响降至最低程度。施工过程中采取的环境保护措施是目前施工场所最经常采用的措施，具有一定的通用性和广泛性，措施合理可行。

### 6.1.3 固体废物污染防治措施

(1) 生活垃圾、废包装材料、建筑垃圾分类收集。

(2) 生活垃圾收集后交环卫部门定期清运。

(3) 废包装材料交资源回收单位回收利用。

(4) 建筑垃圾中可回收利用的交资源回收单位回收利用、不可回收利用的及时清运至市政指定地点。

(5) 车辆运输散体废物时，必须密封、包扎、覆盖。定期检查车辆在运输路线上是否有洒落情况并及时清理。

本项目施工期产生的固体废物均得到有效的处理处置，不会对环境产生影响。以上固体废物处理、处置措施合理可行。

### 6.1.4 生态环境保护措施

(1) 严格控制施工面积，减少扰动地表面积。

(2) 避免雨天施工，雨天施工区域采用篷布苫盖、施工边界采用沙袋拦挡，拦截雨水、避免冲刷施工场地

(3) 优化施工组织和制定严格的施工作业制度。合理安排施工工序，缩短土石方的堆置时间，建筑垃圾及时清运处置。

采取以上措施后可使生态影响降低到最小程度，措施是合理可行的。

## 6.2 营运期污染防治措施及其可行性论证

### 6.2.1 废气污染防治措施

本工程主要为电解水制氢试验，电解水制氢外排气体主要为少量  $H_2$ 、 $O_2$ 、吹扫  $N_2$ ，均为非污染型气体，废气污染物主要为备用柴油发电机燃油废气中的  $SO_2$ 、 $NO_x$ 、颗粒物，不属于正常排放源，污染物排放量较小。备用柴油发电机采用低氮燃烧技术，参考《4430 工业锅炉（热力供应）行业系数手册》中低氮燃烧氮氧化物去除效率为 30%。备用柴油发电机燃油废气通过专门的排气管引至所在建筑天面排放，污染物排放达到广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段最高允许排放浓度标准限值，对区域大气环境影响可接受。低氮燃烧技术是目前成熟、普遍使用的大气污染防治措施，投资费用不大。

综上所述，本工程采取的营运期大气污染防治措施合理可行。

### 6.2.2 废水污染防治措施

本工程不直接排放废水；运行期间产生的除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水的水质可满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）表 1 中间冷开式循环冷却水补充水控制限值，故上述废水经收集后可直接回用于冷却冷冻系统中喷淋水补水，同时冷却冷冻系统可完全消纳上述废水量，上述废水均全部回用不外排，无需建设废水处理设施，设 1 个  $100m^3$  的废水收集池；运行期间产生的 ALK 制氢设备冲洗废水直接交由有处理能力的废水处理机构处理不暂存，不再建设废水收集处理设施。

综上所述，本工程产生的废水均可得到妥善的处理处置，仅需建设 1 个  $100m^3$  的废水收集池。

### 6.2.3 噪声污染防治措施

噪声防治应从声源的控制，噪声传播途径的控制及受声者个人防护三方面进行，具体防护措施如下：

（1）从源头控制噪声污染：

①工艺设计中选用低噪声的设备，加强设备维护保养；

②厂区布置合理，避免高噪声设备布置在厂界附近。

(2) 从传播途径控制噪声污染：

①对设备采取基础减振、加装消声器、隔声罩、弹性连接等措施；

②对于噪音较高的设备，应放置在隔声间，安装隔声门窗；

③加强厂区、厂界绿化，利用建筑物及绿化来阻隔噪声的传播。

(3) 从噪声受体方面减小噪声影响：

①保证操作工人暴露于高噪声环境的时间低于 8 小时；

②项目选址于陆丰市碣石海工基地内，周围 200m 范围内无居民等环境保护目标。

在严格落实上述污染防治措施后，本工程投运后试验基地厂界噪声不会超过《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）相应标准限值要求，对周边声环境的影响在可接受范围内。采取设备消声、隔声、减振、合理布局、加强维护保养以及厂区绿化等污染防治措施，在噪声防治中均为相对比较成熟的做法，投资费用不大。

综上所述，本工程采取的营运期噪声污染防治措施合理可行。

#### 6.2.4 固体废物污染防治措施

本工程运行期间产生的固体废物包括废脱氧剂、废干燥剂、废滤料、废 RO 膜、废树脂、废 ED、废包装袋、废包装材料、废碱液、试验废液、废滤网、废机油、废空油桶、废含油抹布及手套。

##### 1、一般工业固体废物

本工程产生的一般工业固体废物主要为废脱氧剂、废干燥剂、废滤料、废 RO 膜、废树脂、废 EDI、废包装袋。废包装袋交由有处理能力的单位处置，其余一般工业固废均由厂家回收处理。一般工业固体废物采用包装工具（罐、桶、包装袋等）并放置于库房内贮存，贮存过程满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环保要求，不相容的废物设置不同的分区进行分类贮存，设置环境保护图形标志。

##### 3、危险废物

本工程产生的危险废物主要为废包装材料、废碱液、试验废液、废滤网、废机油、废空油桶、废含油抹布及手套，应按照相关规定，交由有资质的危废处置单位处理。危险废物在收集、贮存、运输等过程中处理不当，将对环境造成一定的影响，为

此，为了防止二次污染，应加强危险废物的管理，并根据要求收集、贮存项目产生的危险废物，具体要求如下：

### **(1) 收集**

①根据危险废物的产生特征、排放周期、危险废物特性等因素进行收集。

②应制定详细的操作规程，包括适用范围、操作程序和方法、专用设备和工具、转运和交接、安全保障和应急防护等。

③收集和转运作业人员应根据工作需要配备必要的个人防护装备，如手套、防护镜、防护服、口罩等。

④在收集和转运过程中，应采取相应的安全防护和污染防治措施，包括防爆、防火、防中毒、防泄漏、防飞扬、防雨或其他防止污染环境的措施。

⑤收集时应根据危险废物的种类、数量、危险特性、物理形态、运输要求等因素确定包装形式。

### **(2) 贮存**

按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的要求建设危废贮存场所，具体要求如下：

①按危险废物的种类和特性进行分区贮存，每个贮存区域之间宜设置挡墙间隔，并应设置防雨、防火、防雷、防扬尘装置。禁止将相互反应、不相容的危险废物在同一容器内混装；

②应当使用符合标准的容器盛装，其材质强度应满足贮存要求，选用的材质不能与危险废物产生化学反应；

③地面与墙角应采用坚固、防渗材料建造；

④应加强危险废物贮存设施的运行管理，做好危险废物的出入库管理记录和标识，定期检查危险废物包装容器的完好性，发现破损，应及时采取措施。

⑤危险废物贮存单位应建立危险废物贮存的台账制度，危险废物出入库交接记录内容应符合规范要求。

### **(3) 规范化管理**

①根据《广东省危险废物产生单位危险废物规范化管理工作实施方案》，企业须落实相关规范化管理措施。

②根据管理台账和近年生产计划，制订危险废物管理计划，并报当地主管部门备案；

③台账应如实记载产生危险废物的种类、数量、利用、贮存、处置、流向等信息；产生的危险废物实行分类收集后置于贮存设施内，贮存时限一般不得超过一年，并设专人管理；

④盛装危险废物的容器和包装物以及产生、收集、贮存、运输、处置危险废物的场所，必须依法设置相应标识、警示标志和标签，标签上应注明贮存的废物类别、危害性以及开始贮存时间等内容；

⑥严格执行危险废物转移计划报批和依法运行危险废物转移联单，并通过信息系统登记转移计划和电子转移联单；

⑦健全产生单位内部管理制度，包括落实危险废物产生信息公开制度，建立员工培训和固体废物管理员制度，完善危险废物相关档案管理制度，建立和完善突发危险废物环境应急预案，并报当地环保部门备案。

#### 4、小结

本工程固体废物经分类收集、妥善处理处置后，对环境影响不明显。本工程采取的措施均为目前成熟、普遍使用的固体废物防治措施和技术，因此，本工程的固体废物污染防治措施合理可行。

### 6.2.5 地下水污染防治措施

地下水污染防治措施坚持“源头控制、分区防治、污染监控、应急响应相结合”的原则，即采取主动控制和被动控制相结合的措施，从污染物的产生、入渗、扩散、应急响应全方位进行控制。

1、源头控制：主要包括在工艺、管道、设备等构筑物采取相应措施，防止和降低污染物跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降到最低程度；管线敷设尽量采用“可视化”原则，即管道尽可能地上敷设，做到污染物“早发现、早处理”，减少由于埋地管道泄漏而造成的地下水污染。

2、分区防治：结合厂区生产设备、管道、污染物储存等布局，实行分区防渗。主要包括厂内污染区地面的防渗措施和泄漏、渗漏污染物收集措施，即在污染区地面进

行防渗处理，防止洒落地面的污染物渗入地下，并把滞留在地面的污染物收集起来，送至厂区内的收集池。

3、污染监控体系：实施地下水污染监控系统，包括建立完善的监测制度、配备先进的检测仪器和设备、科学、合理设置地下水污染监控井，及时发现污染、及时控制。

4、应急响应：包括一旦发现地下水污染事故，立即启动应急预案、采取应急措施控制地下水污染，并使污染得到治理。

#### 6.2.5.1 源头控制

实施清洁生产和循环经济，减少污染物的排放量。使用先进、成熟、可靠的工艺技术工艺，良好的管道、设备，采用较清洁的原辅材料；从原料和产品储存、装卸、运输、生产过程、污染处理处置等全过程采取控制措施，防止和降低污染物“跑、冒、滴、漏”；合理布局，减少污染物泄漏途径。

营运期严格管理，加强巡检，及时发现污染物泄漏；一旦出现泄漏及时处理，检查检修设备，将污染物泄漏的环境风险事故降到最低。

#### 6.2.5.2 分区防治

##### （1）防渗分区

参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），地下水分区防渗要求，将厂区划分为重点防渗区、一般防渗区和简单防渗区。

##### ①重点防渗区

事故应急池、废碱池、废液池、危废间。

##### ②一般防渗区

氢能试验区、辅助生产楼、废水池、油品库。

##### ③简单防渗区

重点防渗区和一般防渗区以外的区域或部位。

##### （2）防渗标准

参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）的要求，重点防渗区防渗技术要求为“等效黏土防渗层  $M_b \geq 6.0m$ ，渗透系数  $K \leq 1 \times 10^{-7}cm/s$ ；一般防渗区

防渗技术要求为“等效黏土防渗层  $Mb \geq 1.5m$ ，渗透系数  $K \leq 10^{-7}cm/s$ ”；简单防渗区防渗技术要求为“一般地面硬化”。此外，事故应急池、废碱池、废液池、危废间还应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）6.1.4 危险废物基础防渗要求。

本工程防渗区建议地面防渗措施见表 6.2-1。

表 6.2-1 污染防治分区划分及防渗要求

防渗类型	区域	防渗要求	依据
重点防渗区	事故应急池、废碱池、废液池、危废间	等效黏土防渗层不低于 6mm 厚、渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7}cm/s$ ，还应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求	《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）第 11.2.2.1 条规定
一般防渗区	氢能试验区、辅助生产楼、废水池、油品库	等效黏土防渗层不低于 1.5mm 厚、渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7}cm/s$	
简单防渗区	一般和重点防渗区以外的区域或部位	一般地面硬化	

### 6.2.5.3 污染监控

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），二级评价的建设项目，需设置不少于 3 个的地下水监测井，至少在建设项目场地，上、下游各布设 1 个。考虑区域地下水流向、区域民井分布情况，建议在氢能试验区周边设置地下水监测井一口，同时利用林厝地下水现状监测井作为上游背景值监测井，在项目东南侧设置地下水监测井作为下游污染扩散监测井。监测计划见后文表 8.2-2。

### 6.2.5.4 应急响应

制定地下水污染应急响应预案，一旦出现污染事故，立即启动应急预案，及时控制污染。

### 6.2.5.5 小结

本工程地下水污染防治措施为《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）要求的污染防治措施；本工程在采取上述污染防治措施并加强维护和厂区环境

管理的情况下，工程运行过程不会对区域地下水环境产生较大影响，本工程采取的地下水污染防治措施合理可行。

## 6.2.6 土壤污染防治措施

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）的要求，土壤污染防治措施主要包括源头控制措施、过程防控措施以及跟踪监测。

### 6.2.6.1 源头控制措施

实施清洁生产和循环经济，减少污染物的排放量。使用先进、成熟、可靠的工艺技术工艺，良好的管道、设备，采用较清洁的原辅材料；从原料和产品储存、装卸、运输、生产过程、污染处理处置等全过程采取控制措施，防止和降低污染物“跑、冒、滴、漏”；合理布局，减少污染物泄漏途径。

营运期严格管理，加强巡检，及时发现污染物泄漏；一旦出现泄漏及时处理，检查检修设备，将污染物泄漏的环境风险事故降到最低。

### 6.2.6.2 过程防控措施

本工程对土壤污染的途径主要包括垂直入渗、地面漫流。针对上述迁移方式，过程防控措施包括：

#### （1）垂直入渗污染途径防控措施

按照地下水分区防治要求，落实分区防渗措施，从而切断污染土壤的垂直入渗途径。具体详见“6.2.5.2 分区防治”小节。

#### （2）地面漫流污染途径防控措施

设置三级防控措施，贯彻“围、追、堵、截”的原则，采取多级防护措施，及时控制地面漫流防止污染扩散。具体详见“5.3.5.2 地表水环境风险防范措施”小节。

### 6.2.6.3 跟踪监测

本工程对土壤污染的途径主要包括垂直入渗、地面漫流，故主要在厂区内设置跟踪监测点位。跟踪监测计划见后文表 8.2-2。

#### 6.2.6.4 小结

本工程土壤污染防治措施为《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）要求的污染防治措施；本工程在采取上述污染防治措施并加强维护和厂区环境管理的情况下，工程运行过程不会对区域土壤环境产生较大影响，本工程采取的土壤污染防治措施合理可行。

### 6.3 环境风险防范与应急措施

环境风险防范与应急措施见“5.3.5 环境风险防范措施”、“5.3.6 环境风险应急措施”。建设单位严格按照本报告提出的要求，对泄漏、火灾爆炸引发的伴生/次生污染物排放采取风险防范和应急措施，环境风险可得到控制、风险影响程度可接受，本工程采取的风险防范与应急措施在技术上、经济上是可行的。

## 7. 环境影响经济损益分析

环境影响经济损益分析是环境影响评价的一项重要工作内容，其主要任务是衡量建设项目需要投入的环保投资和所能收到的环境保护效果，因此，在环境影响经济损益分析中除需计算用于控制污染所需投资和费用外，还要同时核算可能收到的环境与经济效益。然而，经济效益比较直观，而环境效益和社会效益则很难用货币直接计算。本评价环境影响经济损益分析，采用定性与半定量相结合的方法进行简要的分析。

### 7.1 环保投资估算

本工程总投资 4244 万元，其中环保投资总额为 30 万元，占总投资的 0.71%。具体环保投资见表 7.1-1。

表 7.1-1 环境保护措施投资估算

类别	污染源	环境保护措施	投资（万元）
施工期	废气	洒水、苫盖等（依托一期工程设施）	/
	噪声	隔声、吸声、消声等（依托一期工程设施）	/
	固体废物	固废临时堆放点（依托一期工程设施）	/
	水土流失	沙袋、苫盖等（依托一期工程设施）	/
营运期	废气	低氮燃烧技术及专用烟管（已计入主体工程投资）	/
	废水	废水池（已计入主体工程投资）	/
	噪声	消声、隔声、减振等	8
	固体废物	危废间（依托一期工程）、废碱池及废液池（已计入主体工程投资）	/
	环境风险	气体泄漏报警仪及事故应急池（已计入主体工程投资）、防泄漏托盘或围堰（依托一期工程）、导流收集系统、应急物资等	10
	地下水、土壤	分区防渗、跟踪监测	12
合计			30

### 7.2 环境影响损益分析

本工程主要采用可再生能源风电、光电作为电能，同时采取节能节水措施，尽可能充分利用和回收各项能源资源，减少消耗，避免浪费。

本工程对环境的影响主要包括：工程运行过程中产生的废水、噪声等对所在区域的地表水环境和声环境的影响，固体废物处理处置对环境的影响等。由环境影响预测与评价的结果可知，在各项污染防治措施正常运行的情况下，工程运行对区域各主要环境要素影响不明显，各种固体废物均得到合理可行的处理处置，不会造成二次污染。

本工程在运行期间将不可避免对环境造成一定的影响，但按本次评价提出的各项环保措施及环境管理措施的前提下，可将环境影响控制在区域环境可接受的范围内。

### 7.3 社会经济效益分析

本工程相关设备、装置等的购买使用，将扩大市场需求，会带来间接经济效益；同时工程运行过程中的水、电、物料等的消耗以及废水、固体废物的处置为当地带来间接经济效益；本工程主要应用于科研测试，因此产生的直接经济效益无法核算，但科研成果完成后，将有利于氢能在电网侧安全储能应用场景的推广应用，可以大大减少可再生能源的弃风、弃水、弃光现象，将产生巨大的间接经济效益；氢能在车用和电网调峰用电中的应用可以替代部分化石能源，且无大气污染物排放，具有较好的经济效益和环境效益，有利于提高环境质量，有利于人群健康，可促进区域可持续和谐发展。

### 7.4 综合评价

本工程具有良好的环境效益和社会经济效益，为氢能在电网侧应用具有十分重要的意义。

## 8. 环境管理与监测计划

环境管理和监测计划的制定目的在于加强对建设项目的环境管理监控，对建设项目各阶段的环保措施实施监督，提供各类环保措施运行情况的正常与否以及环境承受情况等方面的信息。通过管理监控可以得到反馈信息，及时修正设计中环保措施的不足，防止环境质量下降，确保工程的环境和社会经济效益的统一。

### 8.1 环境管理

#### 8.1.1 环境管理目标

本工程在运行期间会对环境产生一定影响，必须通过环境保护措施来减缓和消除不利影响。为了保证环保措施的切实落实，监督管理环保设施的运行情况，定期监测各污染物的排放浓度以达到预期的效果，必须加强环境管理；运用技术、经济、法律、教育和行政手段相结合的办法，保证污染治理设施的建设和运行，对损害环境质量的生产经营活动施加影响，正确处理发展生产与保护环境的关系，达到生产目标与环境目标的统一，经济效益与环境效益的统一。

#### 8.1.2 环境管理机构及职责

为了做好生产全过程的环境保护工作，减轻本项目外排污染物对环境的影响程度，建设单位应高度重视环境保护工作。建议设立内部环境保护管理机构，设专人或兼职人员负责环境保护工作，实行定岗定员，岗位责任制，负责各生产环节的环境保护管理，保证环保设施的正常运行。

环境管理机构的具体职责包括：

- (1) 贯彻执行国家及地方环境保护的有关方针、政策、法规等；
- (2) 结合企业实际，制定企业的环境管理计划和监测计划，并监督落实；
- (3) 审定、落实并督促实施污染治理方案，监督企业污染治理资金的落实使用；
- (4) 负责企业环境管理、污染源监测及各项环保设施正常运行的监督管理工作；
- (5) 组织有关部门制定本企业环境管理办法和污染事故的应急措施；

(6) 协同上级环境管理部门检查企业的环境保护工作、污染治理设施运行情况。定期对企业的污染情况进行分析总结，为环保设施的落实和更新改造提供可靠依据。建立企业污染源、污染物治理、排放浓度及总量等数据库，编制企业污染源监测的月报表、年报表及环境管理质量报告等；

(7) 组织宣传教育，与企业内部有关部门共同大力普及企业职工的环境法规及环境科学知识，提高职工的环境保护意识。宣传清洁生产理念，协同生产技术部门对生产设施进行技术改造，尽可能将污染控制在生产过程中。

### 8.1.3 健全环境管理制度

建设项目制定完善的环境管理规章制度，以便于环境管理工作的实施、检查、考核。环境管理规章制度包括：

- (1) 环保岗位责任制度；
- (2) 环境管理监督检查制度；
- (3) 环境污染事故调查与应急处理制度；
- (4) 环保设施与设备运转与监督管理制度；
- (5) 固废(包括危险废物)运输、贮存管理制度；
- (6) 企业环境管理责任追究制度；
- (7) 企业环境管理审核制度。

### 8.1.4 环境管理台账要求

#### 1、一般要求

排污单位应建立环境管理台账制度，设置专职人员进行台账的记录、整理、维护和管理，并对台账记录结果的真实性、准确性、完整性负责。台账应真实记录生产设施运行管理信息、原辅材料、燃料采购信息、污染治理措施运行管理信息、监测记录信息、其他环境管理信息等内容，为方便实现环境管理台账的储存、分析、导出、携带等功能，环境管理记录应以电子化储存或纸质储存，台账保存期限不得少于三年。

#### 2、记录内容与频次

- (1) 主要生产设施运行管理信息

排污单位应定期记录生产运行状况并留档保存，应按批次至少记录以下内容：生产设施、运行状态、投料量、产品产量等。

#### （2）原辅材料信息

排污单位应记录原辅材料采购量、库存量、出库量、纯度、是否有毒有害等信息。

#### （3）非正常工况记录信息

应记录非正常时段设施名称、编号、非正常起始时刻、非正常恢复时刻、污染物排放量、排放浓度、事件原因、是否报告等。

#### （4）监测记录信息

排污单位应建立污染治理设施运行管理监测记录，记录、台账的形式和质量控制参照 HJ/T373、HJ819 等相关要求执行。

## 8.2 环境监测计划

环境监测是为环境管理服务的一项重要制度。通过环境监测，及时了解企业的环境状况，不断完善、改进污染防治措施，提高清洁生产水平，是实现企业环境管理定量化、规范化的重要技术支持。建立一套完善而行之有效的环境监测计划是企业环境保护工作的重要组成部分。

环境监测计划应包括污染源监测计划和环境质量监测计划，内容包括监测因子、监测点位布设、监测频次、监测数据采集与处理、采样分析方法等，明确自行监测内容。本工程的环境监测工作，应委托具有相应资质的环境监测单位完成，所有监测方法与分析方法采用现行国家或行业的有关标准或规范进行。当发生污染事故时，应根据具体情况相应增加监测频率，并进行追踪监测。

### 8.2.1 污染源监测计划

根据《排污许可证申请与核发技术规范 无机化学工业》（HJ1035-2019）：本标准适用于无机化学工业排污单位排放的大气污染物、水污染物的排污许可管理，具体包括《国民经济行业分类》（GB/T 4754）中无机酸制造 2611、无机碱制造 2612、无机盐制造 2613 及其他基础化学原料制造 2619 中无机化学工业产品制造。以上述物质作为

副产品的其他化工生产排污单位排放的大气污染物、水污染物的排污许可管理不适用于本标准，执行相应行业的排污许可证申请与核发技术规范；生产生物氢气、一般气体（电解制氢气除外）、稀有气体、液态空气及压缩空气等无机化学工业排污单位排放的大气污染物、水污染物的排污许可管理参照《排污许可证申请与核发技术规范 总则》（HJ942）执行。

本工程涉及电解制氢气，因此需执行《排污许可证申请与核发技术规范 无机化学工业》（HJ1035-2019）。

根据《排污许可证申请与核发技术规范 总则》（HJ942-2018）、《排污许可证申请与核发技术规范 无机化学工业》（HJ1035-2019）、《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017）、《排污单位自行监测技术指南 无机化学工业》（HJ1138-2020），本工程污染源监测计划见表 8.2-1。

表8.2-1 污染源监测计划一览表

序号	类型	监测位置	监测频次	监测指标
1	雨水	雨水排放口	有流动水排放时按月监测。若监测一年无异常情况，可放宽至每季度开展一次监测	pH值、化学需氧量、氨氮
2	噪声	厂界四周	1次/季度，昼夜监测	等效连续A声级

## 8.2.2 环境质量监测计划

为了掌握本单位的污染物排放状况及其对周围环境质量的影响等情况，按照相关法律法规和技术规范，应定期组织开展环境监测。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）、《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）并结合评价等级，本工程环境质量监测计划见表 8.2-2。

表8.2-2 环境质量监测计划一览表

序号	环境要素	监测位置	监测频次	监测指标
1	地下水	氢能试验区、林厝、项目东南侧	1次/1年	pH、耗氧量、总硬度、溶解性总固体、氨氮、硫酸盐、氯化物、钠、铁、锰
2	土壤	氢能试验区	1次/5年	pH值、钒、石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ）

## 8.3 排污口规范化

根据《环境保护图形标志-排放口(源)》(GB15562.1-1995)、《环境保护图形标志固体废物贮存(处置)场》(GB15562.2-1995)及其修改单和原国家环保总局环发[1999]24号《排污口规范化整治要求(试行)》、《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276-2022)等的技术要求,企业所有排放口,包括水、声、固体废物,必须按照“便于计量监测、便于日常现场监督检查”的原则和规范化要求,设置与之相适应的环境保护图形标志牌,绘制企业排污口分布图。

### (1) 废气排放口规范化设置

本工程设1个废气排放口,为备用柴油发电机燃油废气排放口。排气筒需设置便于采样、监测的采样口和采样监测平台。采样孔、点数目和位置按照《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》(GB/T16157-1996)和《污染源监测技术规范》的规定设置。

### (2) 废水排放口规范化设置

本工程所在试验基地的排水体制实施“雨污分流、清污分流”制。本工程产生的废水部分回用,部分交由有处理能力的废水处理机构处理,不直接排放,不设废水排放口。

### (3) 噪声源规范化设置

设置噪声标志牌,标志牌设在噪声对外界影响最大处。

### (4) 固体废物储存场所规范化设置

固体废物贮存场所应在醒目处设置标志牌,一般固体废物暂存间应满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求,危废暂存间参照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)的要求设置。包装容器上标识明确,标识内容应包括危险废物名称、成分、废物特性、应急措施,应明确其产生时间,对固体废物的产生、处理全过程进行跟踪管理,建立台帐,便于查询。

### (5) 设置标志牌要求

标志牌应设置在排污口(采样点)附近且醒目处,高度为标志牌上缘离地面2米,排污口附近1米范围内有建筑物的,设平面式标志牌,无建筑物的设立式标志

牌。排污口的有关设置（如力形标志牌、计量装置、监控装置等）属环保设施，排污单位必须负责日常的维护保养，任何单位和个人不得擅自拆除。

## 8.4 污染物排放清单

本工程污染物排放清单见表 8.4-1。

表8.4-1 污染物排放清单一览表（单位：t/a，注明者除外）

类别	主要污染物	排放量	环保措施	执行标准	
废气	备用柴油发电机燃油废气	SO <sub>2</sub>	0.116kg/a	采用低氮燃烧技术，燃油废气通过专门的排气管引至所在建筑天面排放	广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段最高允许排放浓度标准限值
		NO <sub>x</sub>	12.981kg/a		
		颗粒物	1.591kg/a		
废水	除盐水系统废水、PEM制氢系统废水、燃料电池发电废水	/	直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水不外排，设1个100m <sup>3</sup> 的废水收集池	《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）表1中间冷开式循环冷却水补充水控制限值	
	ALK 制氢设备冲洗废水	/	交由有处理能力的废水处理机构处理	/	
噪声	设备噪声	50-90 dB (A)	采取减振、隔声、消声等降噪措施	东南厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中4类标准，其余厂界执行2类标准	
固体废物	废脱氧剂	0.05	每次更换后直接由厂家带走，不在厂区贮存	/	
	废干燥剂	0.06			
	废滤料	0.64			
	废RO膜	0.03			
	废树脂	0.04			
	废EDI	0.02			
	废包装袋	0.05	交由有处理能力的单位处置	贮存过程满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求	
	废包装材料	0.05	交由有危险废物处理资质单位处理	《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）	
	废碱液	10			
	试验废液	553.5			
废滤网	0.01				
废机油	0.2				
废空油桶	0.01				
废含油抹布及手套	0.01				

## 8.5 排污许可制度

根据《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》（环办环评[2017]84号）需落实下列要求：依据国家或地方污染物排放标准、环境质量和总量控制要求等管理规定，按照污染源源强核算技术指南、环境影响评价要素导则等技术文件，严格核定排放口数量、位置以及每个排放口的污染物种类、允许排放浓度和允许排放量、排放方式、排放去向、自行监测计划等与污染物排放相关的主要内容。

根据生态环境部 部令第 11 号《固定污染源排污许可分类管理名录（2019 年版）》，本工程排污许可管理适用于登记管理。建设项目发生实际排污行为之前，应在全国排污许可证管理信息平台填报排污登记表。

## 8.6 竣工环境保护验收

根据国务院令 第 682 号《建设项目环境保护管理条例》，建设项目需要配套建设的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。建设项目竣工后应按国环规环评[2017]4 号《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告并依法向社会公开验收报告。

根据本工程的特点，其验收调查的主要内容见表 8.6-1。

表8.6-1 项目竣工环境保护验收一览表

类别		环保措施	监测指标	采样口	验收标准
废气	备用柴油发电机燃油废气	采用低氮燃烧技术，燃油废气通过专门的排气管引至所在建筑天面排放	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、颗粒物	废气排放口	广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段最高允许排放浓度标准限值
废水	除盐水系统废水、PEM制氢系统废水、燃料电池发电废水	直接回用于冷却冷冻系统中的喷淋水补水不外排，设 1 个 100m <sup>3</sup> 的废水收集池	色度、浊度、pH、溶解性总固体、总硬度、COD 等	废水收集池	《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T 19923-2024）表 1 中间冷开式循环冷却水补充水控制限值

	ALK 制氢设备冲洗废水	交由有处理能力的废水处理机构处理	/	/	是否落实
噪声	设备噪声	采取减振、隔声、消声等降噪措施	等效连续 A 声级	厂界四周	东南厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 4 类标准，其余厂界执行 2 类标准
固体废物	废脱氧剂	每次更换后直接由厂家带走，不在厂区贮存	/	/	是否落实
	废干燥剂				
	废滤料				
	废 RO 膜				
	废树脂				
	废 EDI				
	废包装袋	交由有处理能力的单位处置	/	/	贮存过程满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求
	废包装材料	交由有危险废物处理资质单位处理	/	/	《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）
	废碱液				
	试验废液				
废滤网					
废机油					
废空油桶 废含油抹布及手套					
地下水、土壤	源头控制、分区防渗、跟踪监测	/	/	是否落实	
环境风险	气体泄漏报警仪、事故应急池、防泄漏托盘或围堰、导流收集系统、应急物资等	/	/	是否落实	

## 8.7 企业信息公开

建设单位需根据《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》的要求，并依据《企业环境信息依法披露管理办法》（生态环境部部令 第 24 号），向社会公开相关环境信息，包括但不限于以下信息：

- (1) 企业基本信息，包括企业生产和生态环境保护等方面的基础信息；

(2) 企业环境管理信息，包括生态环境行政许可、环境保护税、环境污染责任保险、环保信用评价等方面的信息；

(3) 污染物产生、治理与排放信息，包括污染防治设施，污染物排放，有毒有害物质排放，工业固体废物和危险废物产生、贮存、流向、利用、处置，自行监测等方面的信息；

(4) 碳排放信息，包括排放量、排放设施等方面的信息；

(5) 生态环境应急信息，包括突发环境事件应急预案、重污染天气应急响应等方面的信息；

(6) 生态环境违法信息；

(7) 本年度临时环境信息依法披露情况；

(8) 法律法规规定的其他环境信息。

可通过企业网站、企业事业单位环境信息公开平台或者当地报刊等便于公众知晓的方式公开环境信息。

## 9. 环境影响评价结论

### 9.1 项目概况

综合能源岛陆上试验基地项目（二期工程）位于汕尾市陆丰市碣石镇后埔村核电路西側，中心坐标东经 115°49'55.989"、北纬 22°45'58.205"。

本工程配置 2 种电解槽制氢试验（500Nm<sup>3</sup>/h ALK 电解槽、200Nm<sup>3</sup>/h PEM 电解槽）、年制氢量 70 万 Nm<sup>3</sup>、总储氢规模 1050kg，设置燃料电池用于发电测试、加氢机向氢燃料电池车辆供氢，同时配置海洋气候模拟环境舱、浮动摇摆试验平台等试验设备。

本工程由氢能试验区、储氢供氢区、氢气放空区、辅助生产楼等组成，均由一期工程统一建设，并依托一期工程建设的危废间和油品库等，本工程只需进行设备安装。

本工程不新增劳动定员，由一期工程调配；年工作 300 天，其中电解槽制氢试验年运行时间约 1000h，海洋气候模拟试验、浮动摇摆试验年运行时间约 1500h，燃料电池约每年 100 天、每天 8h。

本工程总投资 4244 万元，其中环保投资 30 万元，占总投资的 0.71%。

### 9.2 环境质量现状评价结论

#### (1) 环境空气质量现状评价结论

根据江门市生态环境局网站公开发布的《2024 年汕尾市生态环境状况公报》，汕尾市环境空气各污染物指标均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准，因此判定项目所在区域为达标区。

#### (2) 地表水环境质量现状评价结论

根据广东省生态环境厅公开发布的《广东省 2022 年近岸海域水质监测信息》、《广东省 2023 年近岸海域水质监测信息》、《广东省 2024 年近岸海域水质监测信息》可知，2022~2024 年本工程周边海域，GDN14012 监测站位的各监测因子均能满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中的第二类海水水质标准，GDN14015 监测站位的各监测因子均能满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中的第三类海水水质标准。

#### (3) 地下水环境质量现状评价结论

监测结果表明，各监测点位的各项监测指标均可达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类标准。

#### （4）声环境质量现状评价结论

监测结果表明，工程所在试验基地的西北、东北、西南厂界满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类标准，东南厂界满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中4a类标准。

#### （5）土壤环境质量现状评价结论

根据监测结果可知，S1~S土壤监测点位各监测因子均能满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值；S5~S6土壤监测点位各监测因子均能满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值。

#### （6）生态环境现状评价结论

本工程所在地块现为已平整的空地，现存植被以次生杂草为主；本工程所在区域的生态系统长期受到人类活动的影响，无大型动物活动，常见的动物为昆虫类、蛇类、蟾蜍、蛙和啮齿动物等，无珍稀濒危的动植物。

### 9.3 污染物排放情况

本工程实施后，最终的污染物排放情况如下：

（1）大气污染物：运行期间制氢过程排放的 $O_2$ 、放空 $H_2$ 、吹扫 $N_2$ 均不属于大气污染物，备用柴油发电机产生的燃油废气不属于正常排放源，且 $SO_2$ 、 $NO_x$ 、颗粒物排放量小。

（2）水污染物：运行期间主要产生除盐水系统废水、PEM制氢系统废水、燃料电池发电废水、ALK制氢设备冲洗废水，主要污染物为COD、TDS、SS等。除盐水系统废水、PEM制氢系统废水、燃料电池发电废水直接回用于冷却冷冻系统中喷淋水补水，ALK制氢设备冲洗废水经收集后作为零散废水交有处理能力的废水处理机构处理；本工程不直接排放废水。

（3）固体废物：运行期间主要产生废脱氧剂、废干燥剂、废滤料、废RO膜、废树脂、废EDI、废包装袋、废包装材料、废碱液、试验废液、废滤网、废机油、废空油桶、废含油抹布及手套。废包装材料、废碱液、试验废液、废滤网、废机油、废空油桶、废含油抹布及手套为危险废物，交由有资质的危废处置单位处理。废脱氧剂、

废干燥剂、废滤料、废 RO 膜、废树脂、废 EDI、废包装袋为一般工业固体废物，除废包装袋交由有处理能力的单位处置外，其余均由厂家回收处理。本工程不直接排放固体废物。

（4）噪声：本工程主要噪声源为制氢系统、氢气压缩机、空压机、冷却塔、冷水机等设备，噪声值在 60dB(A)~100dB(A)，经隔声、消声、减振等措施并叠加一期工程厂界噪声贡献值后，试验基地西北、东北、西南厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准，东南厂界可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 4 类标准。

## 9.4 主要环境影响

### 9.4.1 大气环境影响

本工程运行期间制氢过程排放的  $O_2$ 、放空  $H_2$ 、吹扫  $N_2$  均不属于大气污染物，备用柴油发电机产生的燃油废气不属于正常排放源，且  $SO_2$ 、 $NO_x$ 、颗粒物排放量小，对区域大气环境影响可接受。

### 9.4.2 地表水环境影响

本工程运行期间除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水直接回用于冷却冷冻系统中喷淋水补水不外排，ALK 制氢设备冲洗废水经收集后作为零散废水交有处理能力的废水处理机构处理；本工程不直接排放废水，基本不会对周边水环境造成不良影响，对地表水环境的影响在可接受范围之内。

### 9.4.3 地下水环境影响

正常情况下，本工程在做好各区域防渗的基础上，不会对地下水环境造成影响。

非正常状况下，废液池、废碱池防渗层发生破损，会导致废液泄漏；事故发生后最远超标距离为 484m 出现在事故发生后 2000d，最远影响距离为 515m 出现在事故发生后 2000d；事故发生后 3000d 时对地下水环境影响较小。预测区域下游没有地下水敏感点，污染物进入地下水环境后扩散范围有限，一定时间段内会对地下水造成持续影响。建设单位需严格落实各工程单元的防渗措施，设置污染监测井，按要求定期进行

跟踪监测。若发现泄漏并采取应急响应终止污染泄漏，则非正常工况下污染物对地下水环境的污染可控。

#### 9.4.4 声环境影响

根据预测结果表明，本工程主要噪声源经隔声、消声、减振等措施并叠加一期工程厂界噪声贡献值后，试验基地西北、东北、西南厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准，东南厂界可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 4 类标准。本工程运行噪声对周边声环境的影响是可以接受的。

#### 9.4.5 固体废物环境影响

本工程运行期间产生的废包装材料、废碱液、试验废液、废滤网、废机油、废空油桶、废含油抹布及手套为危险废物，废碱液暂存于废碱池、试验废液暂存于废液池，其余危废经分类收集后暂存于危废暂存间，定期交由有资质的危废处置单位处理。废脱氧剂、废干燥剂、废滤料、废 RO 膜、废树脂、废 EDI、废包装袋为一般工业固体废物，除废包装袋交由有处理能力的单位处置外，其余均由厂家回收处理。本工程不直接排放固体废物。

本工程固体废物的处理和处置，符合“减量化、资源化和无害化”的原则，固体废物的污染控制措施满足国家法规、标准要求，不会对周围环境造成不良影响。

#### 9.4.6 土壤环境影响

正常情况下，本工程在做好各区域防渗及三级防控措施的基础上，不会对土壤环境造成影响。

非正常状况下，电解槽破损会发生地面漫流，pH 预测值为 8.87，增量为 1.79，将会使区域土壤轻度碱化；钒预测值为 16.79mg/kg，未超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第二类用地筛选值标准。非正常状况下，废液池、废碱池防渗层发生破损，会导致废液泄漏；预测时间内污染物主要影响范围在地面以下 400cm 以内，峰值浓度对应深度随着时间的推移不断加深，预测时间内的峰值浓度对应深度最深为 160cm；-50cm、-100cm 观测点的污染物浓度在预测时间内呈先增大后减小的趋势，-300cm、-500cm、-800cm 观测点的污染物在预测时间内尚未达

到峰值浓度或尚未运移到该土层，污染物浓度随着观测深度的不断加深，峰值浓度不断降低，出现时间越久。

建设单位需严格落实分区防渗及三级防控措施，设置跟踪监测点位，按要求定期进行跟踪监测。若发现泄漏并采取应急响应终止污染泄漏，则非正常工况下污染物对土壤环境的污染可控。

#### 9.4.7 生态环境影响

本工程不新增占地，主要利用试验基地内一期工程建设的建筑物进行建设，生态环境主要受工程运行产生的“三废”等影响。本工程废气污染物主要为备用柴油发电机燃油废气中的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、颗粒物但排放量较小，废水不直接排放，固体废物均得到有效的处理处置，噪声可达标排放，因此，本工程运行不会对生态环境造成不良影响。

#### 9.4.8 环境风险影响

项目环境风险类型包括危险物质泄漏，以及火灾、爆炸等引发的伴生/次生污染物排放。项目严格按照本报告提出的要求，对泄漏、火灾爆炸引发的伴生/次生污染物排放采取风险防范和应急措施，环境风险可得到控制、风险影响程度可接受。

### 9.5 环境保护措施

#### 9.5.1 大气环境保护措施

本工程主要为电解水制氢试验，电解水制氢外排气体主要为少量  $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、吹扫  $\text{N}_2$ ，均为非污染型气体，废气污染物主要为备用柴油发电机燃油废气中的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、颗粒物，不属于正常排放源，污染物排放量较小。备用柴油发电机采用低氮燃烧技术，燃油废气通过专门的排气管引至所在建筑天面排放，污染物排放达到广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段最高允许排放浓度标准限值。

### 9.5.2 地表水环境保护措施

本工程运行期间产生的除盐水系统废水、PEM 制氢系统废水、燃料电池发电废水的水质可满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）表 1 中间冷却式循环冷却水补充水控制限值，直接回用于冷却冷冻系统中喷淋水补水，同时冷却冷冻系统可完全消纳上述废水量，上述废水均全部回用不外排，设 1 个 100m<sup>3</sup> 的废水收集池；运行期间产生的 ALK 制氢设备冲洗废水直接交由有处理能力的废水处理机构处理不暂存。

### 9.5.3 声环境保护措施

选用低噪声设备，加强维护保养，合理布局，采取消声、隔声、减振等措施，加强厂区绿化。

### 9.5.4 固体废物环境保护措施

废脱氧剂、废干燥剂、废滤料、废 RO 膜、废树脂、废 EDI 均交由厂家回收处理不暂存，废包装袋交由有处理能力的单位处置，临时贮存过程中满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求。

危险废物暂存间、废碱池、废液池严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的相关要求进行建设、运行、管理，对危险废物分类收集分类贮存，废碱液暂存于废碱池、试验废液暂存于废液池，其余危废暂存于危废暂存间，及时交由有资质的危废处置单位处理。

### 9.5.5 地下水环境保护措施

地下水污染防治措施坚持“源头控制、分区防控、污染监控、应急响应”相结合的原则，进行从污染物的产生、入渗、扩散到应急响应的全阶段控制。厂区分区防渗，事故应急池、废液池、废碱池、危废间按重点污染防治区防渗；氢能试验区、废水池、油品库按一般污染防治区防渗；设置污染监测井，按要求定期进行跟踪监测，严格管理，加强巡检，及时发现污染、及时控制。

### 9.5.6 土壤环境保护措施

按照地下水分区防治要求，落实分区防渗措施，从而切断污染土壤的垂直入渗途径；设置三级防控措施，贯彻“围、追、堵、截”的原则，采取多级防护措施，及时控制地面漫流防止污染扩散；设置污染监测点，按要求定期进行跟踪监测，严格管理，加强巡检，及时发现污染、及时控制。

### 9.5.7 环境风险防范措施

设置三级防控措施，雨水排放口设置截止阀，通过应急管与事故应急池连通；落实分区防渗、防腐以及截流措施；机油、柴油、废机油等液态物料储存设置防泄漏托盘或围堰；设置气体泄漏检测报警仪、火灾自动报警系统等，配套相应应急物资，编制应急预案并备案，定期进行应急演练。

## 9.6 环境影响经济损益分析

本工程主要应用于科研测试，因此产生的直接经济效益无法核算，但科研成果完成后，将有利于氢能在电网侧安全储能应用场景的推广应用，可以大大减少可再生能源的弃风、弃水、弃光现象，将产生巨大的间接经济效益；氢能在车用和电网调峰电用中的应用可以替代部分化石能源，且无大气污染物排放，具有较好的经济效益和环境效益，有利于提高环境质量，有利于人群健康，可促进区域可持续和谐发展。

## 9.7 环境管理与监测计划

本环评提出了环境管理及监测计划，建设单位应参照执行，并制定全面的、长期的环境管理制度，落实环境影响报告书提出的主要环保措施、环境监测计划、环境管理要求及制度和“三同时”验收内容。

## 9.8 综合结论

综合能源岛陆上试验基地项目（二期工程）符合当前产业政策、相关法律法规及规划；选址合理；提出的环境保护措施切实可行，废气、噪声达标排放，废水、固体废物得到有效综合处置，区域环境质量不会有明显变化，对区域环境影响较小；环境风险在可控制范围。

在全面加强监督管理，执行环境保护“三同时”制度和认真落实各项环保措施的前提下，从环境保护角度而言，本工程的建设是可行的。

## 附表

附表1 建设项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目						
评价等级与范围	评价等级	一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input type="checkbox"/>		三级 <input type="checkbox"/>		
	评价范围	边长=50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>		边长=5km <input type="checkbox"/>		
评价因子	SO <sub>2</sub> +NO <sub>x</sub> 排放量	≥2000t/a <input type="checkbox"/>	500~2000t/a <input type="checkbox"/>			<500t/a <input type="checkbox"/>		
	评价因子	基本污染物 (SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、CO、O <sub>3</sub> ) 其他污染物 ( )			包括二次 PM <sub>2.5</sub> <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM <sub>2.5</sub> <input type="checkbox"/>			
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>		地方标准 <input checked="" type="checkbox"/>		附录 D <input type="checkbox"/>	其他标准 <input type="checkbox"/>	
现状评价	环境功能区	一类区 <input type="checkbox"/>		二类区 <input checked="" type="checkbox"/>		一类区和二类区 <input type="checkbox"/>		
	评价基准年	(2024) 年						
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 <input type="checkbox"/>		主管部门发布的数据 <input checked="" type="checkbox"/>		现状补充监测 <input type="checkbox"/>		
	现状评价	达标区 <input checked="" type="checkbox"/>			不达标区 <input type="checkbox"/>			
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 <input checked="" type="checkbox"/> 本项目非正常排放源 <input checked="" type="checkbox"/> 现有污染源 <input type="checkbox"/>		拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>		其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/>	区域污染源 <input type="checkbox"/>	
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD <input type="checkbox"/>	ADMS <input type="checkbox"/>	AUSTAL2000 <input type="checkbox"/>	EDMS/AEDT <input type="checkbox"/>	CALPUFF <input type="checkbox"/>	网格模型 <input type="checkbox"/>	其他 <input type="checkbox"/>
	预测范围	边长≥50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>		边长=5km <input type="checkbox"/>		
	预测因子	预测因子( / )			包括二次 PM <sub>2.5</sub> <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM <sub>2.5</sub> <input type="checkbox"/>			
	正常排放短期浓度贡献值	C <sub>本项目</sub> 最大占标率≤100% <input type="checkbox"/>			C <sub>本项目</sub> 最大占标率>100% <input type="checkbox"/>			
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	C <sub>本项目</sub> 最大占标率≤10% <input type="checkbox"/>		C <sub>本项目</sub> 最大占标率>10% <input type="checkbox"/>			
		二类区	C <sub>本项目</sub> 最大占标率≤30% <input type="checkbox"/>		C <sub>本项目</sub> 最大占标率>30% <input type="checkbox"/>			
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长 ( ) h	C <sub>非正常</sub> 占标率≤100% <input type="checkbox"/>		C <sub>非正常</sub> 占标率>100% <input type="checkbox"/>			
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	C <sub>叠加</sub> 达标 <input type="checkbox"/>			C <sub>叠加</sub> 不达标 <input type="checkbox"/>			
区域环境质量的整体变化情况	k ≤ -20% <input type="checkbox"/>			k > -20% <input type="checkbox"/>				
环境监测计划	污染源监测	监测因子: ( )		有组织废气监测 <input type="checkbox"/> 无组织废气监测 <input type="checkbox"/>		无监测 <input checked="" type="checkbox"/>		
	环境质量监测	监测因子: ( )		监测点位数 ( )		无监测 <input checked="" type="checkbox"/>		
评价结论	环境影响	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> 不可以接受 <input type="checkbox"/>						
	大气环境防护距离	距 ( ) 厂界最远 ( ) m						
	污染源年排放量	SO <sub>2</sub> : ( ) t/a	NO <sub>x</sub> : ( ) t/a		颗粒物: ( ) t/a	CO: ( ) t/a		

注：“”为勾选项，“”为内容填写项

附表 2 建设项目地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目		
影响识别	影响类型	水污染影响型□；水文要素影响型□		
	水环境保护目标	饮用水水源保护区□；饮用水取水口□；涉水的自然保护区□；重要湿地□；重点保护与珍稀水生生物的栖息地□；重要产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体□；涉水的风景名胜區□；其他□		
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型	
	影响因子	直接排放□；间接排放□；其他□	水温□；径流□；水域面积□	
		持久性污染物□；有毒有害污染物□；非持久性污染物□；pH值□；热污染□；富营养化□；其他□	水温□；水位（水深）□；流速□；流量□；其他□	
	评价等级	水污染影响型	水文要素影响型	
		一级□；二级□；三级A□；三级B□	一级□；二级□；三级□	
	现状调查	区域污染源	调查项目	数据来源
		受影响水体水环境质量	已建□；在建□；拟建□；其他□	排污许可证□；环评□；环验收□；既有实测□；现场监测□；入河排放口数据□；其他□
			调查时期	数据来源
区域水资源开发利用状况		丰水期□；平水期□；枯水期□；冰封期□；春季□；夏季□；秋季□；冬季□	生态环境主管部门□；补充监测□；其他□	
水文情势调查	未开发□；开发量40%以下□；开发量40%以上□			
	调查时期	数据来源		
	丰水期□；平水期□；枯水期□；冰封期□；春季□；夏季□；秋季□；冬季□	水行政主管部门□；补充监测□；其他□		
补充监测	监测时期	监测因子	监测断面或点位 监测断面或点位个数 ( )个	
	丰水期□；平水期□；枯水期□；冰封期□；春季□；夏季□；秋季□；冬季□			
现状评价	评价范围	河流：长度( ) km；湖库、河口及近岸海域：面积( ) km <sup>2</sup>		
	评价因子	(pH值、无机氮、活性磷酸盐、石油类、DO、COD <sub>Mn</sub> 、铜、汞、镉、铅)		

评价标准	河流、湖泊、河口：I类□；II类□；III类□；IV类□；V类□ 近岸海域：第一类□；第二类□；第三类□；第四类□ 规划年评价标准（2024年）	达标区□ 不达标区□
评价时期	丰水期□；平水期□；枯水期□；冰封期□ 春季□；夏季□；秋季□；冬季□	
评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况：达标□；不达标□ 水环境控制单元或断面水质达标状况：达标□；不达标□ 水环境保护目标质量状况：达标□；不达标□ 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况：达标□；不达标□ 底泥污染评价□ 水资源与开发利用程度及其水文情势评价□ 水环境质量回顾评价□ 流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度，建设项目占用水域空间的水流状况与河渠演变状况□	
预测范围	河流：长度（ ）km；湖泊、河口及近岸海域：面积（ ）km <sup>2</sup>	
预测因子	（ ）	
预测时期	丰水期□；平水期□；枯水期□；冰封期□ 春季□；夏季□；秋季□；冬季□ 设计水文条件□	
预测情景	建设期□；生产运行期□；服务期满后□ 正常工况□；非正常工况□ 污染控制和减缓措施方案□ 区（流）域环境质量改善目标要求情景□	
预测方法	数值解□；解析解□；其他□ 导则推荐模式□；其他□	
水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区（流）域水环境质量改善目标□；替代削减源□	
水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求□ 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标、满足水环境保护目标水域水环境质量要求□ 水环境控制单元或断面水质达标□ 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求□	

		满足区（流）域水环境质量改善目标要求□ 水文要素影响型建设项目同时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价□ 对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价□ 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求□				
污染源排放量核算		污染物名称	排放量/ (t/a)	排放量/ (mg/L)		
替代源排放情况		污染源名称	排污许可证编号	污染物名称	排放量/ (t/a)	
生态流量确定		( )	( )	( )	( )	
环保措施		生态流量：一般水期 ( ) m <sup>3</sup> /s；鱼类繁殖期 ( ) m <sup>3</sup> /s；其他 ( ) m <sup>3</sup> /s 生态水位：一般水期 ( ) m；鱼类繁殖期 ( ) m；其他 ( ) m 污水处理设施□；水文减缓设施□；生态流量保障设施□；区域削减□；依托其他工程措施□；其他□				
防治措施	监测计划	环境质量		污染源		
		监测方式	手动□；自动□；无监测□	手动□；自动□；无监测□	( )	( )
		监测点位	( )	( )	( )	( )
		监测因子	( )	( )	( )	( )
污染物排放清单		<input checked="" type="checkbox"/>				
评价结论		可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可以接受□				
注：“□”为勾选项，可勾；“( )”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。						

附表3 建设项目环境风险评价自查表

工作内容		完成情况					
风险调查	危险物质	名称	氢气	氮	氢氧化钾	碱液	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
		存在总量/t	1.05	0.09	0.2	10	0.002
		名称	机油	柴油	废机油	废碱液	试验废液
		存在总量/t	0.2	2.55	0.2	10	24
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数_____人		5km 范围内人口数_____人		
			每公里管段周边 200m 范围内人口数（最大）_____人				
		地表水	地表水功能敏感性		F1□	F2□	F3□
			环境敏感目标分级		S1□	S2□	S3□
		地下水	地下水功能敏感性		D1□	D2□	D3□
			包气带防污性能		G1□	G2□	G3□
物质及工艺系统危险性	Q 值	Q<1□		1≤Q<10□	1≤Q<10□	Q>100□	
	M 值	M1□		M2□	M3□	M4□	
	P 值	P1□		P2□	P3□	P4□	
环境敏感程度	大气	E1□		E2□	E3□		
	地表水	E1□		E2□	E3□		
	地下水	E1□		E2□	E3□		
环境风险潜势	IV+□	IV□		III□	II□	I□	
评价等级	一级□		二级□		三级□	简单分析□	
风险识别	物质危险性	有毒有害□		易燃易爆□			
	环境风险类型	泄漏□		火灾、爆炸等引发伴生/次生污染物排放□			
	影响途径	大气□		地表水□	地下水□		
事故情形分析	源强设定方法	计数法□	经营估算法□	其他估算法□			
风险预测与评价	大气	预测模型	SLAB□	AFTOX□	其他□		
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 / m				
	大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 / m						
	地表水	最近环境敏感目标_____, 到达时间_____h					
	地下水	下游厂区边界到达时间_____d					
最近环境敏感目标_____, 到达时间_____d							
重点风险防范措施	设置三级防控措施, 雨水排放口设置截止阀, 通过应急管与事故应急池连通; 落实分区防渗、防腐以及截流措施; 机油、柴油、废机油等液态物料储存设置防泄漏托盘或围堰; 设置气体泄漏检测报警仪、火灾自动报警系统等, 配套相应应急物资, 编制应急预案并备案, 定期进行应急演练。						
评价结论与建议	项目严格按照本报告提出的要求, 对泄漏、火灾爆炸引发的伴生/次生污染物排放采取风险防范和应急措施, 环境风险可得到控制、风险影响程度可接受。						
注: “□”为勾选项, “_____”为填写项							

附表 4 建设项目声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目					
评价等级与范围	评价等级	一级 <input type="checkbox"/> 二级 <input checked="" type="checkbox"/> 三级 <input type="checkbox"/>					
	评价范围	200m <input checked="" type="checkbox"/> 大于 200m <input type="checkbox"/> 小于 200m <input type="checkbox"/>					
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级 <input checked="" type="checkbox"/> 最大 A 声级 <input type="checkbox"/> 计权等效连续感觉噪声级 <input type="checkbox"/>					
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/> 地方标准 <input type="checkbox"/> 国外标准 <input type="checkbox"/>					
现状评价	环境功能区	0 类区 <input type="checkbox"/>	1 类区 <input type="checkbox"/>	2 类区 <input checked="" type="checkbox"/>	3 类区 <input type="checkbox"/>	4a 类区 <input checked="" type="checkbox"/>	4b 类区 <input type="checkbox"/>
	评价年度	初期 <input type="checkbox"/>	近期 <input checked="" type="checkbox"/>	中期 <input type="checkbox"/>	远期 <input type="checkbox"/>		
	现状调查方法	现场实测法 <input checked="" type="checkbox"/> 现场实测加模型计算法 <input type="checkbox"/> 收集资料 <input type="checkbox"/>					
	现状评价	达标百分比			100%		
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测 <input type="checkbox"/> 已有资料 <input type="checkbox"/> 研究成果 <input checked="" type="checkbox"/>					
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/> _____					
	预测范围	200m <input checked="" type="checkbox"/> 大于 200m <input checked="" type="checkbox"/> 小于 200m <input type="checkbox"/>					
	预测因子	等效连续 A 声级 <input checked="" type="checkbox"/> 最大 A 声级 <input type="checkbox"/> 计权等效连续感觉噪声级 <input type="checkbox"/>					
	厂界噪声贡献值	达标 <input checked="" type="checkbox"/> 不达标 <input type="checkbox"/>					
	声环境保护目标处噪声值	达标 <input type="checkbox"/> 不达标 <input type="checkbox"/>					
环境监测计划	排放监测	厂界监测 <input checked="" type="checkbox"/> 固定位置监测 <input type="checkbox"/> 自动监测 <input type="checkbox"/> 手动监测 <input type="checkbox"/> 无监测 <input type="checkbox"/>					
	声环境保护目标处监测	监测因子: ( )	监测点位数 ( )		无监测 <input checked="" type="checkbox"/>		
评价结论	环境影响	可行 <input checked="" type="checkbox"/> 不可行 <input type="checkbox"/>					
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，可√；“( )”为内容填写项。							

