

# 第五部分 用户需求书

## 东方临港产业园区和临高金牌港开发区区域性地震安全性评价

### (A包) 用户需求

#### 一、项目背景

为贯彻落实党中央、国务院关于“放管服”改革及优化营商环境的决策部署，推动工程建设项目区域评估工作，助力海南自由贸易试验区和中国特色自由贸易港建设，根据《海南省工程建设项目审批改革实施方案》（琼府〔2019〕28号）和《海南省工程建设项目区域评估指导意见》（琼自然资函〔2019〕3049号）文件要求，东方临港产业园决定开展区域地震安全性评价评估工作。

区域性地震安全性评价是针对开发区、高新区、城市整体改造区域和企业集中建设区等具有较大范围区域开展的地震安全性评价工作。成果可以直接应用于区内除必须单独开展工程场地地震安全性评价的特殊工程以外的新建、扩建、改建建设工程选址、抗震设防要求确定、地震风险评价，也适用于本区发展规划、国土利用规划及防震减灾对策制定等工作。

#### 二、东方临港产业园概况

##### (一) 园区规划

东方临港产业园地处东方市区南部，滨临北部湾，是海南省规划建设的主要工业园区之一，也是国务院关于海南国际旅游岛建设意见中明确的两大化工基地之一。园区规划范围：东至高速公路，南至通天河北侧，西至海边，北至八所港。规划总面积 39.38 平方公里，目前已开发利用面积约 7.8 平方公里。《海南省重点产业园区规划布局调整优化方案》（琼府办函〔2019〕212号）明确，园区产业定位为：以油气化工、南海资源开发配套装备制造及服务为主导，重点发展精细化工、生物化工、能源储备、航运贸易、快递物流业等。目前，已有中海石油化学股份有限公司、中海油东方石化有限责任公司、华能东方电厂、海南华盛新材料科技有限公司、东方德森能源有限公司、东方傲立石化有限责任公司等 16 家企业入驻园区。



图1. 园区规划

(二) 评价范围

需开展区域地震安全性评价的范围（目标区）为图2土地利用现状图中扣除已开发利用后的地块，约为31.58平方千米。

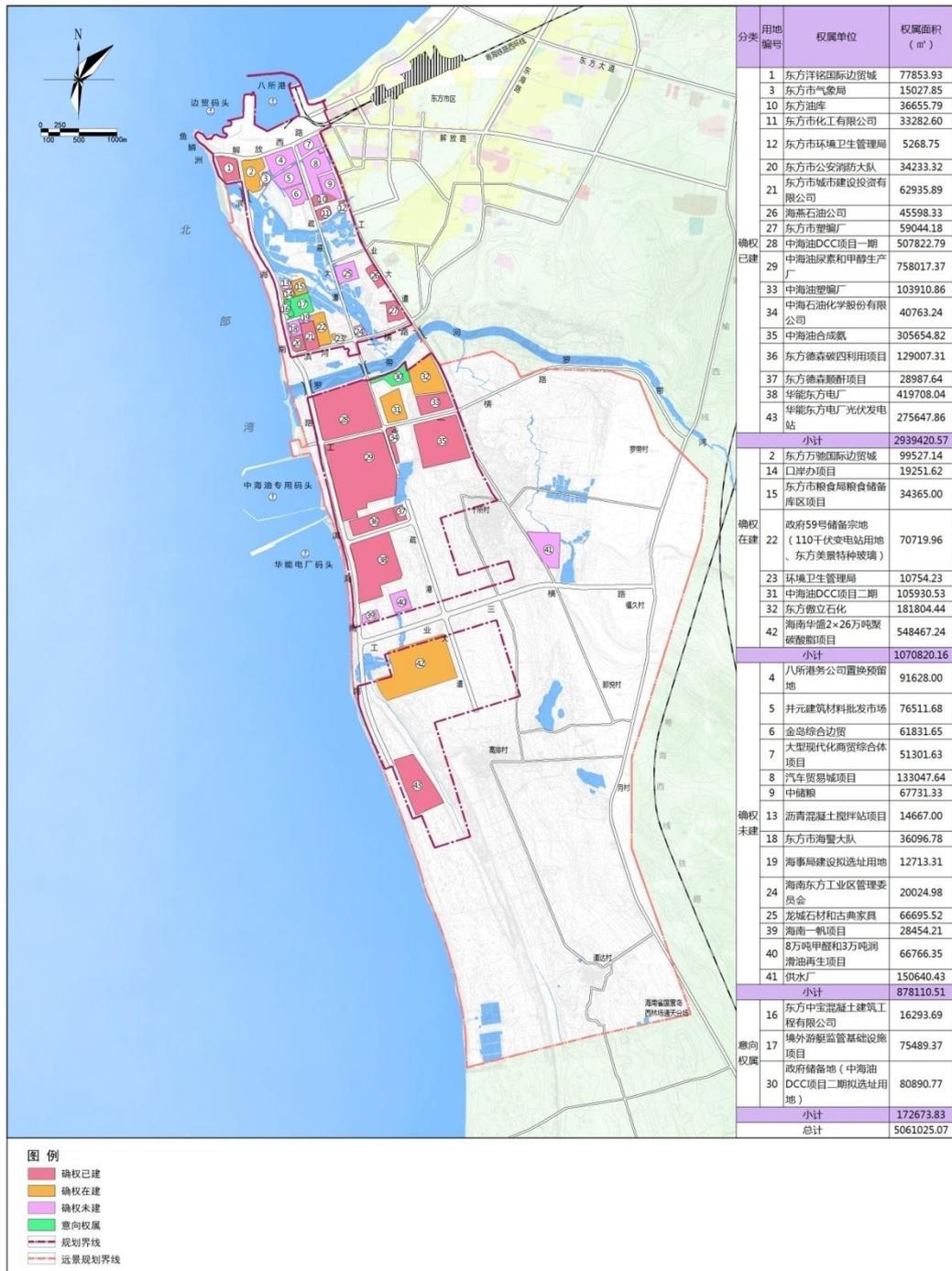


图2. 评价范围

### 三、工作任务

项目工作任务为：

- (一) 目标区主要断层活动性鉴定
- (二) 目标区地震危险性分析
- (三) 目标区地震动参数评价
- (四) 目标区地震地质灾害初步评价

### 四、工作内容

《东方临港产业园区域性地震安全性评价》主要是以中国地震局编制的《区域性地震安全性评价工作大纲（试行）》为工作依据。主要工作内容包括：区域地震活动性和地震构造评价，近场区地震活动性和地震构造调查与评价，目标区主要断层勘查和活动性鉴定，地震动预测方程确定，目标区概率地震危险性分析，目标区场地地震工程地质条件勘查、土层波速与非线性参数测试，土层模型建立、场地地震反应分析与地震动参数确定并给出地震地质灾害初步评价结果。建立目标区地震动参数和地震地质灾害数据库，建设区域性地震安全性评价技术服务系统。具体内容如下：

#### (一) 区域地震活动性和地震构造评价

1、编制区域大地构造分区图、区域新构造图、区域地震构造图，比例尺应不小于1:1000000，所有区域性图件应标明目标区位置。

2、编制区域破坏性地震目录，编制区域破坏性地震和现代中小地震震中分布图，分析地震活动时空特征、现代构造应力场特征，编制破坏性地震影响烈度图，评价目标区最大地震影响烈度。

3、分析区域地质构造背景、地震发生的新构造背景和地球物理场及深部构造特征。

4、评价区域内各主要断层的活动性，分析主要断层性质、展布特征、最新活动时代、运动学参数以及断层活动性分段、重点地段古地震强度及活动期次等。

5、分析区域地震构造特征，评价地震构造条件，评估主要发震构造及其最大潜在地震。

#### (二) 近场区地震活动性和地震构造评价

1、编制近场区地震构造图、地震震中分布图，比例尺应不小于1:250000。对活

动构造细节图件，根据需要选定比例尺。

2、编制近场区地震目录和地震震中分布图，分析地震活动性，包括地震活动强度、频度水平，地震活动密集等空间分布特征，以及震源深度分布特征。对参数有疑问且可能影响目标区地震安全性评价的地震事件应进行核查。

3、搜集近场区地质构造资料，编制近场区地质构造图、近场区地质剖面图，分析近场区地质构造展布与发育特征。搜集近场区地貌、第四系资料，分析地貌和第四系特征，划分地质地貌单元。

4、开展近场区主要断层现场调查，采用遥感解译、地质地貌调查、浅层地震勘探、钻探等方法，鉴定主要断层的活动性。查明活动断层的位置、规模、产状及其活动特征。

5、编制近场区主要断层活动性特征一览表和近场区地震构造图，研究近场区地震活动与断层之间的关系，分析近场区地震构造特征。

### **（三）目标区断层勘查和活动性鉴定**

1、开展断层控制性调查与探测，查明目标区是否存在断层。对隐伏断层采用浅层地震勘探方法进行探测，必要时，可采用多种方法联合探测。

2、对发现的第四纪以来有活动的主要断层，开展断层的活动性鉴定。对于隐伏断层可采用跨断层钻孔联合地质剖面探测法，对近地表断层及裸露断层可采用地表地质调查或探槽，结合地层、地貌年代测定等，确定断层的位置、规模、产状、最新活动时代以及断层活动性特征。

3、编制目标区主要断层活动性特征一览表。编制目标区主要断层分布图，包括主要断层的展布、性质、产状、活动时代等，比例尺应不小于1:50 000。

4、分析目标区地震构造特征，评价目标区主要断层的性质、活动时代、位移和运动特征，分析目标区主要断层与近场区活动断层的构造联系，评价目标区范围内发震构造潜在地震活动产生地表断错的可能性。

### **（四）地震工程地质条件勘测**

1、地震工程地质条件调查、钻探和原位测试工作应当满足综合评价目标区工程场地特性、建立地层结构数据体和初步评价地震地质灾害的需要。

2、调查应当结合目标区及其附近地貌、地层、岩性、地质构造、水文地质条件、场地土类型、场地类别等已有工程地质条件资料，通过地球物理探测等方

法研究场地第四纪沉积的不均匀性；调查地震造成的目标区及其附近砂土液化、软土震陷、地表破裂、滑坡崩塌、地震海啸等地震地质灾害现象。

3、根据目标区工程地质条件和目标区建设工程的功能布局规划，合理布置钻孔。除基岩区外，控制孔的空间间隔不大于700m，已规划的重要工程场地至少应当布置1个控制孔，对于浅部土层结构复杂地段加密钻孔进行控制。钻孔及测试相关要求如下：

(1) 控制孔钻孔深度：应达到基岩，或剪切波速不小于500m/s处，且其下不存在更低波速岩土层。若控制孔深度超过100m时，剪切波速仍小于500m/s，且100m以下的剪切波速值可依据相关资料类比或通过经验模型确定时，可终孔，但目标区应至少有1个钻孔达到剪切波速不小于500m/s的深度。

(2) 选择典型钻孔进行原状土样采集：自然分层中应对代表性岩土层取样，间隔分布的同类岩土层间距超过5m时，应分别取样。典型钻孔数量应不少于控制孔数量的1/3，且对特殊地层具有控制作用，同时在空间展布上具有控制性。

(3) 钻孔岩土层物理性能指标原位测试：包括天然含水量、比重、天然密度、干密度等，以及标准贯入锤击数、粘粒含量、地下水位、可液化地层厚度等。

(4) 通过岩土动力特性试验，测定剪变模量比与剪应变关系、阻尼比与剪应变关系。

(5) 钻孔岩土层波速测量：测量不同深度岩土层剪切波速，测量深度间距不大于1m，在地层分界附近加密测点。

(6) 编制钻孔分布图、柱状图，根据钻孔资料编制目标区不同方向的控制性综合工程地质剖面图。

(7) 判别每一个钻孔位置的场地类别，并给出目标区场地类别分区图。

4、综合目标区工程地质条件资料和控制孔、原位测试、岩土样试验结果等，建立目标区地层结构模型。地层结构模型的平面控制节点间隔不大于700m，竖向控制节点间隔不大于5m。

### **(五) 地震动预测方程确定**

1、地震动预测方程应反映高频地震动的震级和距离饱和特性，地震动时程的强度包络函数应表现上升、平稳和下降三个阶段的特征。

2、采用由统计方法建立的地震动预测方程，或采用类比性方法确定地震动

预测方程。应论证地震动预测方程的适用性。

#### **(六) 概率地震危险性评价**

1、划分地震区、地震带和地震统计区。

2、在地震统计区内划分背景地震活动潜在震源区，并在背景地震活动潜在震源区内划分构造潜在震源区。潜在震源区边界划分时应考虑地震构造展布认识的不确定性，以及未来地震活动空间分布的不确定性。

3、确定地震活动性参数，包括地震统计区的震级上限、震级下限、震级一频度关系系数、地震年平均发生率，以及潜在震源区的震级上限、各震级档空间分布函数。

4、计算目标区各控制点多概率水准基岩水平向地震动峰值加速度和加速度反应谱（阻尼比5%、周期至10s），根据开发区内规划以石油化工产业为龙头的特点，概率水准包括50年和100年超越概率63%、10%、2%及100年超越概率1%。控制点间隔不大于700m，且各控制孔所在位置应作为控制点。分析基岩地震动参数的空间分布特征，建立目标区多概率水准的基岩地震动参数数据库。

#### **(七) 场地地震动参数确定**

1、根据地震工程地质条件勘查结果，确定目标区场地分层土厚度、密度、剪切波速及土动力学参数等场地土层模型参数，以钻探确定的基岩面、剪切波速不小于500m/s的土层顶面、钻孔深度超过100m且剪切波速有明显跃升的土层分界面或由其他方法确定的界面作为地震输入界面，建立各控制孔场地土层地震反应分析模型，并形成地震反应分析模型数据库。其中，地表、土层界面及基岩面均较平坦时，可采用一维土层反应分析模型；地表、土层界面或基岩面起伏较大时，宜采用二维或三维土层反应分析模型。

2、以地震危险性分析得到的基岩地震动反应谱为目标谱，采用人工合成方法确定自由基岩场地地震动时程。每条目标谱应合成不少于5组地震动时程样本，且样本之间的相关系数不大于0.16。合成自由基岩场地地震动时程时，应采用考虑目标谱控制地震特征的人工合成方法或强震动观测记录作为初始地震动时程，且合成地震动时程反应谱与目标谱在控制点频率处的相对误差的绝对值不应超过5%，合成地震动的加速度时程所对应的速度和位移时程应无基线漂移。建立目标区自由基岩场地地震动时程数据库。按自由基岩场地地震动时程幅值的50%

确定场地土层地震反应分析的计算基底输入。

3、按照不同概率水准合成的输入地震动时程，对目标区各控制孔场地进行土层地震反应计算，综合确定土层场地多概率水准的场地地表地震动参数。自由基岩场地则根据概率地震危险性分析结果确定地震动参数。场地地震动参数包括峰值加速度和加速度反应谱特征周期，其中，加速度反应谱与GB 18306-2015《中国地震动参数区划图》中规范化反应谱的形式相同。形成目标区地表地震动参数数据库。数据库包括各控制点多概率水准水平向地震动峰值加速度和加速度反应谱特征周期。

4、以场地地震动反应谱作为拟合目标反应谱（阻尼比0.05）人工合成地震动时程，每个目标反应谱合成不少于5条地震动时程，并建立目标区各控制点多概率水准的地震动时程数据库。

5、编制目标区多概率水准的地震动峰值加速度、反应谱区划图，并以等值线形式表示目标区地震动参数分区结果。地震动峰值加速度相邻等值线差异宜为5%且为 $5\text{gal}$ 的整数倍，反应谱特征周期相邻等值线差异宜为 $0.05\text{s}$ ；图件比例尺应不小于 $1:50000$ 。

6、设定场点工程场地地震动参数，根据工程结构特征、场地工程地质条件和目标区地表地震动参数数据库、地震动时程数据库综合确定。

（1）提供场地工程地质勘察报告，给出场地类别。

（2）根据场地类别，依据GB 18306-2015《中国地震动参数区划图》双参数调整要求，以各超越概率水准的地震动参数值，作为相应超越概率水准的区划标准地震动参数。

（3）依据工程结构所需的概率水准，选择距离场点 $700\text{m}$ 范围内的控制点结果综合确定场地地震动参数。其中，场点距离控制点小于 $200\text{m}$ 时，取该控制点地震动参数和区划标准地震动参数二者的高值作为该场点的场地地震动参数；场点距离控制点大于 $200\text{m}$ 时，选择该场点周围 $700\text{m}$ 范围内的多个控制点，取地震动参数大的控制点参数和区划标准地震动参数二者的高值作为该场点的场地地震动参数。

（4）对需要地震动时程的建设工程，依据场点与选定控制点地震动参数结果差异，按比值法对选定的控制点地震动时程进行调整处理，作为该场点的场地

地震动时程。

(5) 对需要竖向地震动的建设工程，依据水平向地震动参数结果，采用竖向与水平向地震动比值确定场地竖向地震动，比值宜取2/3。在场地附近地震活动对地震危险性起主要贡献情况下，比值可取为1。

#### (八) 地震地质灾害评价

1、目标区内存在活动断层时，应调查和研究活动断层变形带宽度，并依据断层性质及产状、最大潜在地震和覆盖层厚度等因素评估潜在地震地表破裂影响。活动断层断错灾害评价，包括以下内容：

(1) 活动断层地表破裂影响带宽度应当包含地震断层造成的地表直接断错、破裂在内的断层带宽度以及断层两侧以外、具有较强变形程度的范围。

(2) 通过跨断层地质剖面或跨断层探槽地质剖面，确定活动断层变形带宽度；利用浅层地震勘探、钻探或槽探等结果确定隐伏活动断层变形带宽度。

(3) 根据活动断层几何结构、性质与产状、最大潜在地震、覆盖层厚度等因素评估潜在地震地表破裂影响带宽度。

(4) 分析活动断层性质，宜给出断层面上走滑和倾滑位移分量，并根据断错事件实测位移数据或依据统计关系估算等方法，评价最大潜在位移。

(5) 编制活动断层地震地表破裂影响带分布图及其说明书，图件比例尺宜为1:10000-1:5000。

(6) 对设定场点工程，分析场地与活动断层地表破裂影响带的空间关系。

2、对多概率水准地震动作用，初步评价目标区场地地基土液化。

(1) 依据地形、地貌、地层、地下水等与液化有关的场地条件和目标区及其附近历史地震液化遗迹资料，分析目标区内场地地震液化的可能性。

(2) 场地存在可液化土层且具液化可能性时，对地面以下10m深度内和10m-30m深度范围的可液化土层进行地震液化判别，其中，地面以下10m深度范围内，可依照有关行业标准进行地震液化判别，地面以下10m-30m深度范围，可采用标准贯入试验判别法等进行地震液化判别。

(3) 编制不同概率水准下目标区场地地震液化初步判别结果图，图件比例尺宜不小于1:50000。

3、针对多概率水准地震动作用，初步判断目标区场地软土震陷。

(1) 根据目标区历史地震软土震陷资料，分析软土震陷分布与特征。

(2) 对于含有较厚淤泥、淤泥质土、冲填土、杂填土或其它高压缩性软土覆盖层的钻孔，宜基于勘查得到的软土层等效剪切波速等资料，按照JGJ 83-2011《软土地区岩土工程勘察规程》中6.3.4进行软土震陷判别与软土震陷等级评价。

(3) 编制不同概率水准下目标区软土震陷初步判别结果图，图件比例尺宜不小于1:50 000。

4、针对多概率水准地震动作用，初步评价工程场地及周边坡体地震崩塌滑坡危险性。

5、评估地震海啸对目标区的影响及危险性。

### **(九) 技术服务系统建设**

1、区域性地震安全性评价数据库包含（但不限于）以下内容：

(1) 目标区各控制点多概率水准的基岩地震动参数数据库；

(2) 目标区各控制点多概率水准地表地震动参数数据库；

(3) 目标区多概率水准地表地震动时程数据库；

(4) 目标区多概率水准地震动区划等值线数据库；

(5) 目标区地震地质灾害数据库，包括活动断层地表破裂影响带，以及砂土液化、软土震陷、崩塌滑坡、地震海啸等。

2、技术服务系统具有以下功能（但不限于）：

(1) 输出目标区不同概率水准地表地震动参数区划结果表和等值线形式的区划图；

(2) 对设定场点设计地震动参数的确定，输入该点位置、工程类型和场地类别后，能够给出基于区域性地震安全性评价结果、符合场地条件和工程结构抗震设计所需要概率水准的地震动参数的功能，包括峰值加速度、反应谱和地震动时程。

(3) 输出不同概率水准地震地质灾害评价结果数据表和图件。

### **(十) 成果表达形式**

《东方临港产业园区域性地震安全性评价报告》成果表达形式为纸质版和电子版研究报告、图件及技术服务系统。成果报告格式和内容符合《区域性地震安全性评价工作大纲（试行）》（中震防函[2019]21号）、GB17741《重大工程场地地

震安全性评价》、 GB/T36072—2018《活动断层探测》以及其他相关技术标准、规范规定要求。

#### **(十一) 成果评审**

《东方临港产业园区域性地震安全性评价报告》及技术服务系统需通过由海南省地震局组织的技术审查。

#### **五、工期**

在合同签订后 100 日历天内，提交经海南省地震局组织评审通过的成果报告。

#### **六、其他要求**

评价单位对评价工作质量和成果质量终身负责，并接受和配合有关部门的监督检查。评价单位的法定代表人是第一责任人，项目技术负责人是直接责任人。

区域性地震安全性评价项目主要技术负责人和报告主要编写人应具有地震地质学、地球物理学、工程地震学等相关专业领域高级专业技术职称和工作经历。评价报告应当由技术负责人、报告主要编写人签名，并加盖单位公章。

评价单位应当在开展工作前编制区域性地震安全性评价项目实施方案，方案主要包括以下内容：

(一) 总论：任务来源、总体要求、工作目标、成果产出、区域、近场区、目标区的确定；

(二) 专题设置、任务分解、技术手段、技术指标；

(三) 预期产出成果；

(四) 工程预算；

(五) 施工队伍情况；

(六) 实施进度计划；

(七) 质量保证体系与安全生产；

(八) 对特别重要的专题，应当编制专题实施方案。

4、评价单位应提供成果报告、技术图件、使用说明书，建设区域性地震安全性评价数据库，及时做好数据入库和数据校核工作，提供具备相应服务功能的技术系统，并提供后续系统维护和技术支持。技术系统应具备能够给出基于区域地震安全性评价结果、

符合场地条件和工程结构抗震设计所需要超概率水准的地震动参数的功能，包括

峰值加速度、反应谱和地震动时程，并输出不同超概率水准地震地质灾害评价结果及相关数据和分区图件。

5、区域性地震安全性评价工作完成后，评价单位应及时向项目委托部门（或者机构）移交数据库和技术服务系统，负责对技术服务系统使用单位有关人员进行培训。

6、评价单位应在 10 个工作日内，向省地震局提交全部数据与成果资料及数据库和技术服务系统（电子版），并上传到海南省抗震设防监管平台进行备案测试。备案测试通过后，及时按照海南省“多规合一”一张蓝图要求，将区域性地震安全性评价报告参数、图件等成果嵌入海南省一体化在线政务服务平台（在线套图查验数据平台），为建设工程抗震设防要求事前服务、事中事后监管提供技术支持。

# 东方临港产业园区和临高金牌港开发区区域性地震安全性评价

## (B包) 用户需求

### 一、项目背景

为贯彻落实党中央、国务院关于“放管服”改革及优化营商环境的决策部署，推动工程建设项目区域评估工作，助力海南自由贸易试验区和中国特色自由贸易港建设，根据《海南省工程建设项目审批改革实施方案》(琼府〔2019〕28号)和《海南省工程建设项目区域评估指导意见》(琼自然资函〔2019〕3049号)文件要求，临高开发区起步区决定开展区域地震安全性评价评估工作。

区域性地震安全性评价是针对开发区、高新区、城市整体改造区域和企业集中建设区等具有较大范围区域开展的地震安全性评价工作。成果可以直接应用于区内除必须单独开展工程场地地震安全性评价的特殊工程以外的新建、扩建、改建建设工程选址、抗震设防要求确定、地震风险评价，也适用于本区发展规划、国土利用规划及防震减灾对策制定等工作。

### 二、园区概况

#### (一) 园区规划

临高开发区起步区包括东港起步区核心区、东港南侧工业片区，规划总用地面积约557.59km<sup>2</sup>。东港起步区核心区：东、西、北均至金牌港开发区开发边界，南至规划东港纬二路南侧防护绿地。规划用地面积约526.07km<sup>2</sup>。东港南侧工业片区：东至规划乐豪路，南至规划途会南路，西至东港大道，北至规划途会北路。规划用地面积约31.52km<sup>2</sup>。

东港起步区核心区规划城市建设用地规模约442.67hm<sup>2</sup>；东港南侧工业片区规划城市建设用地规模约31.52hm<sup>2</sup>。开发区重点构建以低碳制造、海洋经济为主导，其他先进制造与现代服务业为补充的“2+X”产业体系。低碳制造业包括装配式建筑、新型建筑材料、智能制造装备、智能家居等。海洋产业包括临港物流、船舶加工、海洋可再生能源、滨海旅游等。X产业：包括其他先进制造、现代服务业等产业布局规划在起步区内形成海工装备制造组团、临港智能制造组团、游艇制造组团、临港物流组团、装配式建筑组团、园区综合服务组团、港口码头组团、预留发展组团。

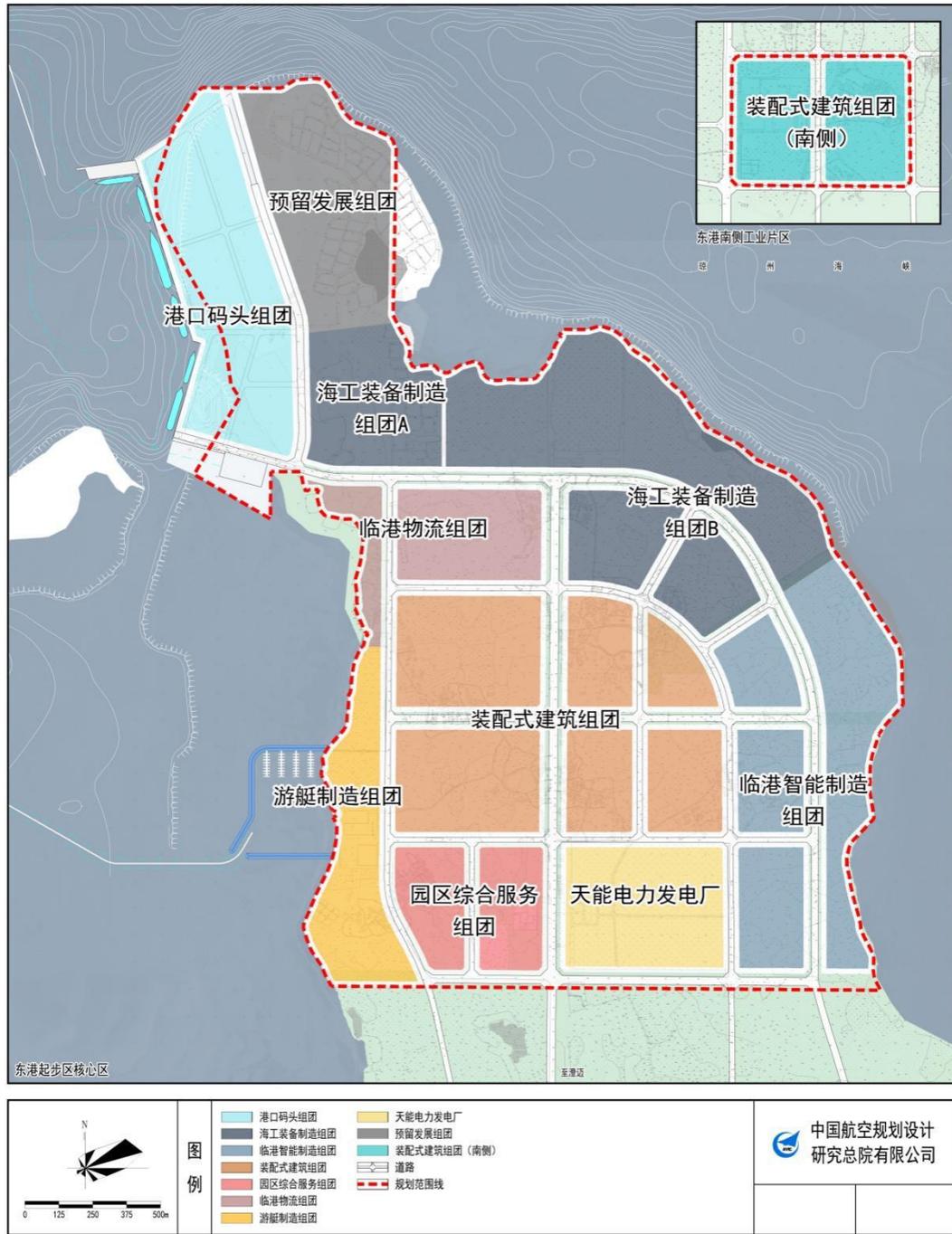


图1. 园区规划

## (二) 评价范围

需开展区域地震安全性评价的范围（目标区）为东港起步区核心区和东港南侧工业片区所有地块，约为5.575平方千米。

### 三、工作任务

项目工作任务为：

- (一) 目标区主要断层活动性鉴定
- (二) 目标区地震危险性分析
- (三) 目标区地震动参数评价
- (四) 目标区地震地质灾害初步评价

### 四、工作内容

《海南临高开发区起步区区域性地震安全性评价》主要是以中国地震局编制的《区域性地震安全性评价工作大纲（试行）》为工作依据。主要工作内容包括：区域地震活动性和地震构造评价，近场区地震活动性和地震构造调查与评价，目标区主要断层勘查和活动性鉴定，地震动预测方程确定，目标区概率地震危险性分析，目标区场地地震工程地质条件勘查、土层波速与非线性参数测试，土层模型建立、场地地震反应分析与地震动参数确定并给出地震地质灾害初步评价结果。建立目标区地震动参数和地震地质灾害数据库，建设区域性地震安全性评价技术服务系统。具体内容如下：

#### （一）区域地震活动性和地震构造评价

- 1、编制区域大地构造分区图、区域新构造图、区域地震构造图，比例尺应不小于1:1000000，所有区域性图件应标明目标区位置。
- 2、编制区域破坏性地震目录，编制区域破坏性地震和现代中小地震震中分布图，分析地震活动时空特征、现代构造应力场特征，编制破坏性地震影响烈度图，评价目标区最大地震影响烈度。
- 3、分析区域地质构造背景、地震发生的新构造背景和地球物理场及深部构造特征。
- 4、评价区域内各主要断层的活动性，分析主要断层性质、展布特征、最新活动时代、运动学参数以及断层活动性分段、重点地段古地震强度及活动期次等。
- 5、分析区域地震构造特征，评价地震构造条件，评估主要发震构造及其最大潜在地震。

#### （二）近场区地震活动性和地震构造评价

- 1、编制近场区地震构造图、地震震中分布图，比例尺应不小于1:250000。对活动构造细节图件，根据需要选定比例尺。
- 2、编制近场区地震目录和地震震中分布图，分析地震活动性，包括地震活动强度、频度水平，地震活动密集等空间分布特征，以及震源深度分布特征。对参数有疑问且可能影响目标区地震安全性评价的地震事件应进行核查。

3、搜集近场区地质构造资料，编制近场区地质构造图、近场区地质剖面图，分析近场区地质构造展布与发育特征。搜集近场区地貌、第四系资料，分析地貌和第四系特征，划分地质地貌单元。

4、开展近场区主要断层现场调查，采用遥感解译、地质地貌调查、浅层地震勘探、钻探等方法，鉴定主要断层的活动性。查明活动断层的位置、规模、产状及其活动特征。

5、编制近场区主要断层活动性特征一览表和近场区地震构造图，研究近场区地震活动与断层之间的关系，分析近场区地震构造特征。

### **（三）目标区断层勘查和活动性鉴定**

1、开展断层控制性调查与探测，查明目标区是否存在断层。对隐伏断层采用浅层地震勘探方法进行探测，必要时，可采用多种方法联合探测。

2、对发现的第四纪以来有活动的主要断层，开展断层的活动性鉴定。对于隐伏断层可采用跨断层钻孔联合地质剖面探测法，对近地表断层及裸露断层可采用地表地质调查或探槽，结合地层、地貌年代测定等，确定断层的位置、规模、产状、最新活动时代以及断层活动性特征。

3、编制目标区主要断层活动性特征一览表。编制目标区主要断层分布图，包括主要断层的展布、性质、产状、活动时代等，比例尺应不小于1:50 000。

4、分析目标区地震构造特征，评价目标区主要断层的性质、活动时代、位移和运动特征，分析目标区主要断层与近场区活动断层的构造联系，评价目标区范围内发震构造潜在地震活动产生地表断错的可能性。

5、园区位于火山岩覆盖区，近场区内可能存在晚更新世活动断裂。地震勘探应使用能有效穿透火山岩硬夹层的地震波激发源，有效探测深度至少为80m；应选取适用的道间距及覆盖次数等参数以提高信噪比及断层定位精度。

### **（四）地震工程地质条件勘测**

1、地震工程地质条件调查、钻探和原位测试工作应当满足综合评价目标区工程场地特性、建立地层结构数据体和初步评价地震地质灾害的需要。

2、调查应当结合目标区及其附近地貌、地层、岩性、地质构造、水文地质条件、场地土类型、场地类别等已有工程地质条件资料，通过地球物理探测等方法研究场地第四纪沉积的不均匀性；调查地震造成的目标区及其附近砂土液化、软土震陷、地表破裂、滑坡崩塌、地震海啸等地震地质灾害现象。

3、根据目标区工程地质条件和目标区建设工程的功能布局规划，合理布置钻孔。除基岩区外，控制孔的空间间隔不大于700m，已规划的重要工程场地至少应当布置1个

控制孔，对于浅部土层结构复杂地段加密钻孔进行控制。钻孔及测试相关要求如下：

(1) 控制孔钻孔深度：应达到基岩，或剪切波速不小于500m/s处，且其下不存在更低波速岩土层。若控制孔深度超过100m时，剪切波速仍小于500m/s，且100m以下的剪切波速值可依据相关资料类比或通过经验模型确定时，可终孔，但目标区应至少有1个钻孔达到剪切波速不小于500m/s的深度。

(2) 选择典型钻孔进行原状土样采集：自然分层中应对代表性岩土层取样，间隔分布的同类岩土层间距超过5m时，应分别取样。典型钻孔数量应不少于控制孔数量的1/3，且对特殊地层具有控制作用，同时在空间展布上具有控制性。

(3) 钻孔岩土层物理性能指标原位测试：包括天然含水量、比重、天然密度、干密度等，以及标准贯入锤击数、粘粒含量、地下水位、可液化地层厚度等。

(4) 通过岩土动力特性试验，测定剪变模量比与剪应变关系、阻尼比与剪应变关系。

(5) 钻孔岩土层波速测量：测量不同深度岩土层剪切波速，测量深度间距不大于1m，在地层分界附近加密测点。

(6) 编制钻孔分布图、柱状图，根据钻孔资料编制目标区不同方向的控制性综合工程地质剖面图。

(7) 判别每一个钻孔位置的场地类别，并给出目标区场地类别分区图。

4、综合目标区工程地质条件资料和控制孔、原位测试、岩土样试验结果等，建立目标区地层结构模型。地层结构模型的平面控制节点间隔不大于700m，竖向控制节点间隔不大于5m。

#### **(五) 地震动预测方程确定**

1、地震动预测方程应反映高频地震动的震级和距离饱和特性，地震动时程的强度包络函数应表现上升、平稳和下降三个阶段的特征。

2、采用由统计方法建立的地震动预测方程，或采用类比性方法确定地震动预测方程。应论证地震动预测方程的适用性。

#### **(六) 概率地震危险性评价**

1、划分地震区、地震带和地震统计区。

2、在地震统计区内划分背景地震活动潜在震源区，并在背景地震活动潜在震源区内划分构造潜在震源区。潜在震源区边界划分时应考虑地震构造展布认识的不确定性，以及未来地震活动空间分布的不确定性。

3、确定地震活动性参数，包括地震统计区的震级上限、震级下限、震级—频度关

系数、地震年平均发生率，以及潜在震源区的震级上限、各震级档空间分布函数。

4、计算目标区各控制点多概率水准基岩水平向地震动峰值加速度和加速度反应谱，概率水准不少于50年超越概率63%、10%、2%及100年超越概率1%。控制点间隔不大于700m，且各控制孔所在位置应作为控制点。分析基岩地震动参数的空间分布特征，建立目标区多概率水准的基岩地震动参数数据库。

### （七）场地地震动参数确定

1、根据地震工程地质条件勘查结果，确定目标区场地分层土厚度、密度、剪切波速及土动力学参数等场地土层模型参数，以钻探确定的基岩面、剪切波速不小于500m/s的土层顶面、钻孔深度超过100m且剪切波速有明显跃升的土层分界面或由其他方法确定的界面作为地震输入界面，建立各控制孔场地土层地震反应分析模型，并形成地震反应分析模型数据库。其中，地表、土层界面及基岩面均较平坦时，可采用一维土层反应分析模型；地表、土层界面或基岩面起伏较大时，宜采用二维或三维土层反应分析模型。

2、以地震危险性分析得到的基岩地震动反应谱为目标谱，采用人工合成方法确定自由基岩场地地震动时程。每条目标谱应合成不少于5组地震动时程样本，且样本之间的相关系数不大于0.16。合成自由基岩场地地震动时程时，应采用考虑目标谱控制地震特征的人工合成方法或强震动观测记录作为初始地震动时程，且合成地震动时程反应谱与目标谱在控制点频率处的相对误差的绝对值不应超过5%，合成地震动的加速度时程所对应的速度和位移时程应无基线漂移。建立目标区自由基岩场地地震动时程数据库。按自由基岩场地地震动时程幅值的50%确定场地土层地震反应分析的计算基底输入。

3、按照不同概率水准合成的输入地震动时程，对目标区各控制孔场地进行土层地震反应计算，综合确定土层场地多概率水准的场地地表地震动参数。自由基岩场地则根据概率地震危险性分析结果确定地震动参数。场地地震动参数包括峰值加速度和加速度反应谱特征周期，其中，加速度反应谱与GB 18306-2015《中国地震动参数区划图》中规准化反应谱的形式相同。形成目标区地表地震动参数数据库。数据库包括各控制点多概率水准水平向地震动峰值加速度和加速度反应谱特征周期。

4、以场地地震动反应谱作为拟合目标反应谱（阻尼比0.05）人工合成地震动时程，每个目标反应谱合成不少于5条地震动时程，并建立目标区各控制点多概率水准的地震动时程数据库。

5、编制目标区多概率水准的地震动峰值加速度、反应谱区划图，并以等值线形式表示目标区地震动参数分区结果。地震动峰值加速度相邻等值线差异宜为5%且为5gal的整数倍，反应谱特征周期相邻等值线差异宜为0.05s；图件比例尺应不小于1:50000。

6、设定场点工程场地地震动参数，根据工程结构特征、场地工程地质条件和目标区地表地震动参数数据库、地震动时程数据库综合确定。

(1) 提供场地工程地质勘察报告，给出场地类别。

(2) 根据场地类别，依据GB 18306-2015《中国地震动参数区划图》双参数调整要求，以各超越概率水准的地震动参数值，作为相应超越概率水准的区划标准地震动参数。

(3) 依据工程结构所需的概率水准，选择距离场点700m范围内的控制点结果综合确定场地地震动参数。其中，场点距离控制点小于200m时，取该控制点地震动参数和区划标准地震动参数二者的高值作为该场点的场地地震动参数；场点距离控制点大于200m时，选择该场点周围700m范围内的多个控制点，取地震动参数大的控制点参数和区划标准地震动参数二者的高值作为该场点的场地地震动参数。

(4) 对需要地震动时程的建设工程，依据场点与选定控制点地震动参数结果差异，按比值法对选定的控制点地震动时程进行调整处理，作为该场点的场地地震动时程。

(5) 对需要竖向地震动的建设工程，依据水平向地震动参数结果，采用竖向与水平向地震动比值确定场地竖向地震动，比值宜取2/3。在场地附近地震活动对地震危险性起主要贡献情况下，比值可取为1。

#### (八) 地震地质灾害评价

1、目标区内存在活动断层时，应调查和研究活动断层变形带宽度，并依据断层性质及产状、最大潜在地震和覆盖层厚度等因素评估潜在地震地表破裂影响。活动断层断错灾害评价，包括以下内容：

(1) 活动断层地表破裂影响带宽度应当包含地震断层造成的地表直接断错、破裂在内的断层带宽度以及断层两侧以外、具有较强变形程度的范围。

(2) 通过跨断层地质剖面或跨断层探槽地质剖面，确定活动断层变形带宽度；利用浅层地震勘探、钻探或槽探等结果确定隐伏活动断层变形带宽度。

(3) 根据活动断层几何结构、性质与产状、最大潜在地震、覆盖层厚度等因素评估潜在地震地表破裂影响带宽度。

(4) 分析活动断层性质，宜给出断层面上走滑和倾滑位移分量，并根据断错事件实测位移数据或依据统计关系估算等方法，评价最大潜在位移。

(5) 编制活动断层地震地表破裂影响带分布图及其说明书，图件比例尺宜为1:10000-1:5000。

(6) 对设定场点工程，分析场地与活动断层地表破裂影响带的空间关系。

2、对多概率水准地震动作用，初步评价目标区场地地基土液化。

(1) 依据地形、地貌、地层、地下水等与液化有关的场地条件和目标区及其附近历史地震液化遗迹资料，分析目标区内场地地震液化的可能性。

(2) 场地存在可液化土层且具液化可能性时，对地面以下10m深度内和10m-30m深度范围的可液化土层进行地震液化判别，其中，地面以下10m深度范围内，可依照有关行业标准进行地震液化判别，地面以下10m-30m深度范围，可采用标准贯入试验判别法等进行地震液化判别。

(3) 编制不同概率水准下目标区场地地震液化初步判别结果图，图件比例尺宜不小于1:50000。

3、针对多概率水准地震动作用，初步判断目标区场地软土震陷。

(1) 根据目标区历史地震软土震陷资料，分析软土震陷分布与特征。

(2) 对于含有较厚淤泥、淤泥质土、冲填土、杂填土或其它高压缩性软土覆盖层的钻孔，宜基于勘查得到的软土层等效剪切波速等资料，按照JGJ 83-2011《软土地区岩土工程勘察规程》中6.3.4进行软土震陷判别与软土震陷等级评价。

(3) 编制不同概率水准下目标区软土震陷初步判别结果图，图件比例尺宜不小于1:50 000。

4、针对多概率水准地震动作用，初步评价工程场地及周边坡体地震崩塌滑坡危险性。

### **(九) 技术服务系统建设**

1、区域性地震安全性评价数据库包含（但不限于）以下内容：

(1) 目标区各控制点多概率水准的基岩地震动参数数据库；

(2) 目标区各控制点多概率水准地表地震动参数数据库；

(3) 目标区多概率水准地表地震动时程数据库；

(4) 目标区多概率水准地震动区划等值线数据库；

(5) 目标区地震地质灾害数据库，包括活动断层地表破裂影响带，以及砂土液化、软土震陷、崩塌滑坡等。

2、技术服务系统具有以下功能（但不限于）：

(1) 输出目标区不同概率水准地表地震动参数区划结果表和等值线形式的区划图；

(2) 对设定场点设计地震动参数的确定，输入该点位置、工程类型和场地类别后，能够给出基于区域性地震安全性评价结果、符合场地条件和工程结构抗震设计所需要概率水准的地震动参数的功能，包括峰值加速度、反应谱和地震动时程。

(3) 输出不同概率水准地震地质灾害评价结果数据表和图件。

## （十）成果表达形式

《海南临高开发区起步区区域性地震安全性评价报告》成果表达形式为纸质版和电子版研究报告、图件及技术服务系统。成果报告格式和内容符合《区域性地震安全性评价工作大纲（试行）》（中震防函[2019]21号）、GB17741《重大工程场地地震安全性评价》、GB/T36072—2018《活动断层探测》以及其他相关技术标准、规范规定要求。

## （十一）成果评审

《海南临高开发区起步区区域性地震安全性评价报告》及技术服务系统需通过由海南省地震局组织的技术审查。

## 五、工期

在合同签订后 100 日历天内，提交经海南省地震局组织评审通过的成果报告。

## 六、实施方案编制

项目实施方在区域性地震安全性评价工作开展前，应根据近场区和目标区地质、地震、施工条件等实际情况，以及规划建设的工程类型和地震构造、地震活动背景、场地特点和已有工作基础，编制项目实施方案。对断层勘察和活动性鉴定工作，应编制专题实施方案。

## 七、其他要求

评价单位对评价工作质量和成果质量终身负责，并接受和配合有关部门的监督检查。评价单位的法定代表人是第一责任人，项目技术负责人是直接责任人。

区域性地震安全性评价项目主要技术负责人和报告主要编写人应具有地震地质学、地球物理学、工程地震学等相关专业领域高级专业技术职称和工作经历。评价报告应当由技术负责人、报告主要编写人签名，并加盖单位公章。

评价单位应当在开展工作前编制区域性地震安全性评价项目实施方案，方案主要包括以下内容：

- （一）总论：任务来源、总体要求、工作目标、成果产出、区域、近场区、目标区的确定；
- （二）专题设置、任务分解、技术手段、技术指标；
- （三）预期产出成果；
- （四）工程预算；
- （五）施工队伍情况；
- （六）实施进度计划；
- （七）质量保证体系与安全生产；

(八) 对特别重要的专题，应当编制专题实施方案。

4、评价单位应提供成果报告、技术图件、使用说明书，建设区域性地震安全性评价数据库，及时做好数据入库和数据校核工作，提供具备相应服务功能的技术系统，并提供后续系统维护和技术支持。技术系统应具备能够给出基于区域地震安全性评价结果、符合场地条件和工程结构抗震设计所需要超概率水准的地震动参数的功能，包括峰值加速度、反应谱和地震动时程，并输出不同超概率水准地震地质灾害评价结果及相关数据和分区图件。

5、区域性地震安全性评价工作完成后，评价单位应及时向项目委托部门（或者机构）移交数据库和技术服务系统，负责对技术服务系统使用单位有关人员进行培训。

6、评价单位应在 10 个工作日内，向省地震局提交全部数据与成果资料及数据库和技术服务系统（电子版），并上传到海南省抗震设防监管平台进行备案测试。备案测试通过后，及时按照海南省“多规合一”一张蓝图要求，将区域性地震安全性评价报告参数、图件等成果嵌入海南省一体化在线政务服务平台（在线套图查验数据平台），为建设工程抗震设防要求事前服务、事中事后监管提供技术支持。