

某临近海岸线的美丽圩镇工程勘察要点分析

杨志军

广东东诚勘测有限公司, 广东 惠州 516000

DOI:10.61369/ERA.2026070040

摘 要： 随着广东美丽乡村建设推进, 滨海美丽圩镇工程增多, 但此类工程勘察核心要点的研究尚属空白。本文以汕尾陆丰金厢镇美丽圩镇工程为案例, 提出复杂地层、特殊土、不良地质、潮汐、波浪、水土腐蚀性六大勘察要点, 采用地质钻探、原位测试与室内试验相结合的方法开展勘察。结果表明, 该方法可精准掌握地层分布, 有效评价水土腐蚀性、地震作用等影响。本研究填补了中小型滨海圩镇分散构筑物勘察指导的空白, 解决了传统勘察数据代表性不足、评价片面的问题, 为同类滨海圩镇工程勘察提供了可靠技术支撑。

关 键 词： 美丽圩镇; 工程勘察; 滨海滩涂; 特殊土; 地震液化

Analysis of Key Points in Engineering Investigation for A Beautiful Market Town Near the Coastline

Yang Zhijun

Guangdong Dongcheng Survey Co., Ltd., Huizhou, Guangdong 516000

Abstract： With the advancement of beautiful rural construction in Guangdong, the number of Beautiful Market Town projects has increased. However, research on the core aspects of engineering investigation for such projects remains scarce. This paper takes the scenic town project in Jinxiang Town, Lufeng, Shanwei as a case study and proposes six key investigation points: complex strata, special soils, unfavorable geological conditions, tides, waves, and soil-water corrosivity. The investigation employs a combination of geological drilling, in-situ testing, and laboratory testing methods. The results demonstrate that this approach can accurately determine stratum distribution and effectively evaluate the impacts of soil-water corrosivity, seismic activity, and other factors. This study fills the gap in guidance for investigating scattered structures in small to medium-sized coastal towns, addressing issues of insufficient representativeness and one-sided evaluation in traditional investigation data. It provides reliable technical support for engineering investigations of similar coastal towns.

Keywords： beautiful market towns; engineering investigation; coastal tidal flats; special soil; seismic liquefaction

引言

在乡村振兴与新型城镇化融合背景下, 美丽圩镇作为城乡连接核心节点, 对优化乡村居住环境、促进区域协调意义重大^{[1][2]}。当前其建设在全国推进, 尤其沿海地区依托地理优势, 美丽圩镇工程多临海岸线布局, 需兼顾民生产业需求与海岸生态保护、灾害防御功能, 建设规模与密度持续提升^[3-5]。

工程勘察是建设前置保障, 临海岸线圩镇工程受海洋动力与特殊地质条件叠加影响, 勘察复杂性远超内陆工程。海岸带工程需应对地层混杂、特殊土特性复杂、不良地质频发等问题^[6]; 潮汐、波浪引发的水土腐蚀与地基冲刷, 易增加工程结构失稳风险^[7]。但现有成果多聚焦大型滨海工程^{[6][7]}, 对美丽圩镇分散布局、多构筑物共存的特点适配不足, 且在软土震陷与砂土液化协同评价、勘探点加密标准等实操层面缺乏指导^{[8][9]}; 部分技术指引未结合圩镇建设细化方法参数^{[10][11]}, 导致勘察常规数据代表性不足、评价片面等问题。

本文以广东汕尾陆丰市金厢镇美丽圩镇工程为案例, 结合滨海滩涂改造场地特点, 分析地质与水文气象条件勘察要点, 优化勘探布局与测试技术方案, 重点探究特殊土特性、不良地质作用及地震效应的评价方法, 旨在为类似工程勘察提供参考, 保障工程安全建设, 推动美丽圩镇建设与海岸带保护协调发展。

一、工程概况

场地位于汕尾陆丰市金厢镇, 拟建 32 个 1F 垃圾房, 1 个景观

标识, 面积约 $5.0 \times 3.0 \text{m}^2$, 1 栋 2 层圩镇客厅, 荷载预估为标准值 $10 \sim 15 \text{kN/m}^2$ 。拟采用天然基础、框架结构, 工程重要性等级为三级, 抗震设防类别为丙类, 岩土勘察等级为乙级。

二、地质勘察要点

因其临近海岸线,受到海洋环境的显著影响,地质、水文等条件较为复杂。以下将围绕地貌单元、特殊土以及不良地质作用这三个关键方面,深入剖析该类工程区域地质条件的勘察要点。

(一) 地貌单元特征及交界处复杂地层勘察

临近海岸地区主要由滨海平原、河口三角洲和潮间带等不同地貌单元组成。滨海平原地势较平坦,土层以海积砂、粉质粘土为主;河口三角洲属冲积平原,地层中以砂层、泥层互层居多^[6],且分布差异大。

(二) 特殊土分布及工程特性勘察

临近海岸线地区常分布有淤泥质土,主要分布在潮间带和低洼地带,具有高含水率、高孔隙比、低强度的特点^[12]。滨海盐渍土则因含较多易溶盐,具有溶陷性和腐蚀性。勘察特殊土时,需明确其分布范围,同时,要对特殊土的物理力学性质进行全面测试与分析。参数有含水率、密度、压缩系数、孔隙比、抗剪强度等指标,盐渍土含盐类型、含盐量、pH 值、土的溶陷性、盐胀性、腐蚀性等。

(三) 不良地质作用勘察

不良地质以岸边滑坡、崩塌、海水冲刷为主:滑坡多因陡岸雨水渗透与海水长期冲刷诱发,崩塌多见于岩质海岸,由岩性差异、海蚀及海水浸泡驱动;海水冲刷源于潮汐波浪动力,需重点分析其对堤岸、路基的冲刷强度与影响范围。

不良地质勘察需先通过地质测绘、遥感解译确定隐患岸段分布,再解析成因机制(如滑坡需研判土体性质、地下水、岸坡形态与海洋动力的协同作用),最终评估风险。滑坡、崩塌易毁工程结构,冲刷则直接破坏地基稳定性。

临海岸线多为地震活跃带,抗震勘察核心为:①明确场地地震基本烈度、设计加速度及反应谱特征周期;②通过剪切波速测试划分场地土类型与覆盖层厚度;③结合原位与室内试验评价砂土液化、软土震陷风险^[8],并参考历史地震次生灾害案例制定抗震方案^[11]。

三、水文气象条件勘察要点

(一) 潮汐特征勘察

需计算最高潮位、最低潮位、平均潮位和潮差,明确潮汐周期水位变化规律,还需要考虑潮汐涨落使得地下水位变化、使得地基土性质改变以及作用于岸边建筑物上产生的静水压力等^[11]。

(二) 波浪特征勘察

获取波浪的波高、周期、波长等数据并判断其对结构物造成的冲击力以及岸坡被冲刷的程度^[13]。用波浪仪现场实测与数学模型仿真相结合的方法研究波浪特性,并分析不同季节、不同风暴条件下的波浪特征,注意强浪对堤岸和地基的作用^[7]。

(三) 其他水文气象要素勘察

根据风速、风向的历史资料以及风向实测资料来判断其对形成波浪和引发风暴潮的作用;根据降水量、降雨强度年内分布来判断影响地表径流的地表稳定性情况,并且将上述因素包含到施

工规划与工程防护设计中。

(四) 腐蚀性勘察

收集工程场地周围水土样本,测试其中的氯离子、硫酸根离子含量及 pH 值等,确定腐蚀级别^{[8][12]}。海水会对钢筋混凝土结构以及金属构件发生电化学腐蚀,在潮间带、浪溅区等地段更容易遭到破坏^[8]。结合规范,考虑海水水位变化带的腐蚀环境差别,例如最高潮位到最低潮位之间的区域差异,针对不同的工程结构,比如地基基础、岸墙等开展分析与研究^[12];另外还要调用历史上海水水质变化的数据资料,对未来工程使用中,由于长期的腐蚀所导致的工程耐久性衰弱做出判断,并且通过上述结果来判断是否适合所使用的防腐材料以及是否符合结构保护层厚度的标准^[8]。

四、勘察方法与技术要点

(一) 勘探线与勘探点布置

勘探线与勘探点要根据工程规模、地质条件复杂程度来布置,大工程勘探线布置应沿工程轴线和垂直轴线方向,并适当加大勘探点密度^[12]。

本工程滨勘探点间距加密至 10~20 m,以精准捕捉地层界面及参数变化^[6],以确保能够准确反映地质条件的变化。勘探点的深度应根据地层厚度和工程要求确定,满足地基基础设计的需要。对于可能液化的部位,利用剪切波速测试技术,例如跨孔法、单孔法来测定不同土层的剪切波速,以此划分场地土类型、场地类别。

(二) 原位测试技术应用

静力触探试验可获取土的锥尖阻力、侧壁摩阻力等参数,用于评价土的承载力和压缩性。十字板剪切试验适用于测定饱和软黏土的抗剪强度,在该区域的淤泥质土勘察中应用广泛。

标准贯入试验通过测定贯入击数,可判断土的密实度和强度、砂土液化可能性。在地震效应显著区域,采用剪切波速法辅助判别,当实测剪切波速小于临界剪切波速时,判定该土层存在液化可能,多方法综合提高液化判别的准确性。

(三) 室内试验配合

土样和岩样的采集应具有代表性,根据勘探点的分布和地层情况,选取不同深度和位置的样品。采集的样品应及时进行处理和保存,防止其物理力学性质发生变化。

室内试验项目包括含水率、密度、压缩性、抗剪强度等,根据工程设计的需要选择合适的试验项目。

地震反应分析可运用结构动力学软件,如 SAP2000、ETABS,建立场地-结构动力相互作用模型,模拟地震作用下场地与建筑物的动力响应。对复杂场地与大型建筑,采用三维有限元模型,考虑土体非线性特性、地形地貌影响,更真实地模拟地震反应。将室内试验结果与原位测试结果进行对比分析,相互验证,提高勘察数据的可靠性。

五、工程应用

工程勘察数据量大,因篇幅所限,本文中不列举勘察原始数

据和试验数据。

（一）地貌单元特征影响

本项目子项目较多，范围较广。原始地貌单元为滨海滩涂，后经人工改造堆填形成，地形在场内地内起伏不大，较为平缓，现场地标高为1.82 ~ 10.28 m。区内地处纬度较低，属亚热带季风性气候，雨量充沛，气候温暖潮湿。

（二）特殊土影响

本工程场地内淤泥质土含水率 $\omega=49\%$ ，大于液限含水率 $\omega_L=48\%$ ；天然孔隙比1.23，大于1；压缩系数 1.23MPa^{-1} ，大于 0.5MPa^{-1} ，具有很高的压缩性^[12]。

（三）不良地质作用影响

拟建场地钻探揭露范围内，未见岩溶、塌陷、采空区、滑坡、活动断裂等不良地质现象。未见墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物。

（四）地震作用影响

本文选择3个具有代表性的钻孔资料进行场地土层剪切波计算，结合勘察数据判定：建筑场地类别为Ⅱ~Ⅲ类，且场地不均匀分布有淤泥质土软弱下卧层和具有液化的砂层，综合判定为建筑抗震不利地段。抗震设防烈度为7度，设计地震分组为第一组，设计地震峰值加速度为0.10 g，反应谱特征周期为0.35 s，抗震设防类别为标准设防丙类^[8]。

拟建场地20 m深度范围内分布淤泥质土层与砂层，地震易引发软土震陷及砂土液化灾害。场地地震烈度7度、地质年代为第四纪全新统 Q_4 ，初判存在液化可能性，需进一步验证。数据显示3#钻孔7~8 m深度细砂层贯实测试击数 $N=7$ ，小于7度烈度下临界值 $N_{cr}=9.3$ ，判定为可液化层；场地砂层液化指数为0.56 ~ 53.09，综合评价为轻微~严重液化等级^[4]。

针对液化问题，当上部硬壳层沉降变形不满足设计要求时，需采用加密法处理下卧细砂层，控制液化土体变形以减弱负摩阻力影响，消除液化沉陷^[8]。若采用桩基方案，需完全消除液化影响并考虑桩侧阻力的液化折减，避免液化砂土层产生的负摩阻力导致桩身破坏或地基屈服^[5]。

数据显示淤泥质土等效剪切波速 $v_{se} < 90 \text{ m/s}$ ，需重点考虑震陷危害^[9]。液化引发的不均匀震陷危害最为突出，震陷量估算值为5.2 cm，可优先考虑采取结构和基础的构造措施^[8]。

（五）腐蚀性评价

本工程场地环境类型界定为Ⅱ类，地层渗透性划分为A型（强透水）^[12]。水质腐蚀特性分析表明腐蚀等级为微腐蚀^[12]。

有钢结构的，应对场地土样易溶盐进行分析并开展腐蚀性评价^[12]。

（六）地表水影响

本工程临近海岸线，浅部广泛分布有强透水性的砂层，受潮汐、大气降水的影响，地表水与海水相互制约，但又无明显的交界面，因此本工程不受波浪及潮汐直接影响。周边沟渠、鱼塘较为密集及完善，雨季时未及时渗透的水体随自然地形向汇流入海。

六、结论与展望

（一）本文研究的主要结论

以本文引用的工程案例为研究对象，经系统性勘察实践与数据深度解析，得出以下主要结论：

（1）精准揭示了滨海型美丽圩镇工程地质勘察要点，精准定位地貌特征、特殊土、不良地质，锁定“液化+震陷”双重风险，明确了砂土液化及软土震陷的处理措施。

（2）阐明潮汐涨落、波浪作用与地表水的联动影响机制，通过水土样本系统测试量化关键指标，综合判定水土对钢筋混凝土中的钢筋和混凝土的腐蚀性，为防腐材料选型及保护层厚度设计提供精准量化依据。

（3）勘察技术方案优化：提出适配滨海过渡带复杂场地的勘察技术组合方案，针对地层突变特性，将勘探点间距和竖向标准贯入间距加密，淤泥质土通过十字板剪切试验直接测定抗剪强度，同步结合静力触探获取锥尖阻力等关键数据，大幅缩减岩土参数与现场实际的偏差。

（二）对类似工程勘察工作的参考价值

本文中提出的勘察要点对类似软土地基+海洋动力影响下的工程勘察具有直接借鉴意义，尤其在勘探点加密标准、液化与震陷协同评价方面可提供实操参考。针对垃圾房、圩镇客厅等小型构筑物的勘察适配方案，补充了现有技术指引关于中小型滨海构筑物勘察要点的缺失部分，助力提升美丽圩镇工程勘察的专业化水平。

（三）研究中存在的不足及未来可进一步研究的方向

本研究主要基于该具体工程案例，对于不同地质、水文条件下的勘察要点可能存在一定的局限性。未来可进一步扩大研究范围，深入研究不同区域、不同地质背景的滨海圩镇工程案例，构建区域性勘察技术参数数据库；同时探索无人机遥感、物探与钻探结合的一体化勘察技术，提升复杂滨海场地的勘察效率与精度，为全国滨海型美丽圩镇建设提供更全面的技术支撑。

参考文献

- [1] 中共中央国务院印发《乡村全面振兴规划（2024—2027年）》[EB/OL]. 中华人民共和国中央人民政府, 2025.
- [2] 国务院关于印发《深入实施以人为本的新型城镇化战略五年行动计划》的通知[EB/OL]. 中华人民共和国中央人民政府, 2024.
- [3] 古城新韵 与美同行——陆丰碣石镇扎实推进美丽圩镇建设纪实[EB/OL]. 汕尾市人民政府, 2025.
- [4] “百千万工程”三年初见成效——美丽圩镇“七个一”显成效 塑造美丽城镇“风景线”[EB/OL]. 东莞市人民政府, 2025.
- [5] 美丽圩镇“七个一”绣出城乡新图景. 揭西县棉湖镇人民政府, 2025.
- [6] 王秉洪, 刘松玉. 海岸带工程地质勘察要点分析[J]. 岩土工程学报, 2018, 40(S1): 102-106.
- [7] 李建国, 张海燕. 海洋工程勘察常见问题及应对措施[J]. 海洋工程, 2020, 38(2): 89-95.
- [8] GB 50011-2010建筑抗震设计规范(2016年版)[S].
- [9] JGJ 83-2011软土地区岩土工程勘察规程[S].
- [10] 广东省住房和城乡建设厅. 广东省美丽圩镇建设技术指引(试行)[Z]. 2023.
- [11] 广东省住房和城乡建设厅. 广东省美丽圩镇建设技术指引(试行)[Z]. 2023.
- [12] GB50021-2001岩土工程勘察规范(2009年版)[S].
- [13] JTS 133-2013港口工程勘察规范[S].