

# 宝安区填海造陆地岩土工程勘察及工程建设技术研究

罗灿

深圳地质建设工程公司

DOI:10.32629/gmsm.v8i5.2347

**[摘要]** 为解决因大规模填海造陆造成的岩土工程中的地质灾害问题,本文通过收集资料和野外调查,以深圳市宝安区填海造陆岩土工程勘察实例对工程地质条件与岩土参数进行分析研究,并对宝安区地面沉降进行了易发性评价。通过对宝安区的地质条件、岩土参数及岩土工程地面沉降的易发性评价,为宝安填海区软土地基岩土工程建设提供了基础数据。同时,提出了工程建设防治措施建议,为工程建设风险防范提供了一些依据。

**[关键词]** 地面沉降; 岩土工程勘察; 软土地基; 地质灾害; 工程建设

中图分类号: P641 文献标识码: A

## Research on Geotechnical Engineering Investigation and Construction Technology of Land Reclamation in Baoan District

Can Luo

Shenzhen Geological Engineering Construction Company

**[Abstract]** To address geological hazards in geotechnical engineering caused by large-scale land reclamation, this study conducts field investigations and data collection. Using a case study of land reclamation geotechnical engineering in Bao'an District, Shenzhen, it analyzes engineering geological conditions and geotechnical parameters, while assessing the susceptibility to ground subsidence in the district. The evaluation of Bao'an's geological conditions, geotechnical parameters, and subsidence susceptibility provides fundamental data for soft-soil foundation projects in reclaimed land areas. Additionally, the study proposes construction risk mitigation measures, offering evidence-based guidance for engineering risk prevention.

**[Key words]** land subsidence; geotechnical engineering investigation; soft soil foundation; geological hazard; engineering construction

### 引言

软土地面沉降具有缓变性、不可逆性、区域性、隐蔽性和人为性等特征,可导致建筑物上部结构开裂、构筑物变形、道路路面起伏、地下管线破坏和扯断等,在未来的十几年甚至几十年的时间内,可能将给城市发展带来巨大的经济损失<sup>[1]</sup>。在软土地基进行岩土工程建设具有极其复杂性,因此在填海造陆的软土地面进行岩土工程勘察及工程建设适应性研究是非常必要的<sup>[2]</sup>。

随着深圳市工业化和城市化的迅猛推进,土地资源性短缺和土地结构性短缺成为制约其经济发展的重要瓶颈,填海造陆是拓展土地空间、发展经济的必然选择。宝安区作为深圳的工业基地和西部中心,西部有着长约29.9km的海岸线,海岸线的外扩、填海造陆成为了其发展过程中的重要环节<sup>[3]</sup>。而随着填海造陆面积的不断增加,软土区地面沉降问题也日益突出,已逐渐成为影响工程质量、建设工期和工程造价的关键因素之一<sup>[4]</sup>。因

此,对宝安区填海区软土情况的研究是十分必要且具有重大现实意义。

### 1 研究区现状调查

本文选取深圳市宝安区填海造陆地工程建设为研究对象。宝安中心区位于深圳市西北部,珠江口东岸,地处珠三角核心,是深港穗黄金经济走廊的重要节点。近年来珠江口在经济发展的过程中,大规模的围海造地,海岸带环境变化强烈,岸线变迁强烈。通过19世纪60年代以来的卫星遥感影像的解译,结合地形图和航片,显示了宝安区海岸带近几十年来的海岸带特征变化,如图1。

本次对于填海造陆区域的确定,主要通过对比1986年和2019年的遥感影像进行对比,然后目视解译,分析出33年间宝安区湿地面积变化情况,圈定人工造陆区域和湿地区域。其中,人工造地夹杂不同厚度的淤泥及淤泥质土,该区域人类工程活动较为频繁,存在发生地面沉降地质灾害的可能<sup>[5]</sup>。



1986年7月3日海岸线遥感解译图



2019年11月16日海岸线遥感解译图

图1 各时期海岸线变化遥感解译图



1998年12月12日海岸线遥感解译图



2006年2月11日海岸线遥感解译图

据调查,1986年研究区海岸带范围内大部分为湿地,包括一些养殖区、红树林、农田等,湿地的总面积为 $62.25\text{km}^2$ 。而从深圳开始发展以后,湿地的面积就不断向海面延伸,且面积越来越小<sup>[6]</sup>。从2019年的图像可以看出1986年的湿地大多被工用及民用建筑地所取代。从1986年到2019年这33年间共造陆的面积为 $83.12\text{km}^2$ ,2019年的湿地只剩下 $3.30\text{km}^2$ 。

## 2 地质条件岩土勘察

### 2.1 区域地质背景及工程概况

宝安区地形主要为台地、河成堆积地形、海成堆积地形、海河混合堆积地形以及人工填海区,地貌主要为低丘陵、低台地、滨海滩涂地貌和冲积平原,地势舒缓,建设条件良好。陆地及海底地形总体呈现由北向南、由东向西标高逐渐降低的特点,地形比较平缓。海底地形南北向的变化较为显著,北端最高为 $-1.80\text{m}$ ,南端最低为 $-6.50\text{m}$ 。另外,北侧的福永码头以外海区有条南西-北东向的航道,宽为 $60\sim 100\text{m}$ ,深度为 $5.00\sim 5.50\text{m}$ 。

宝安区出露的地层从老至新主要有震旦系、三叠系、侏罗系和第四系,岩石有早奥陶世中粒含斑黑云母二长花岗岩、早白垩世中、粗中细粒斑状(角闪石)黑云母二长花岗岩和早白垩世细粒斑状(角闪石)黑云母二长花岗岩。

### 2.2 地质构造特征

深圳市地处中国东南沿海莲花山断裂带的南西段,东西向高要-惠来断裂带中段南缘地带,北西向珠江口大断裂北东盘,并且是莲花山断裂带北西支五华-深圳断裂带南西段展布区。区内各构造形迹的展布和组合均受上述构造的控制或影响,莲花山断裂带是影响工作区的主导地质构造。

## 3 岩土工程地面沉降易发性分析

影响地面沉降的因素包括自然因素和人为因素。自然因素包括软土的排水固结等;人为因素包括地下流体的开采。其中在非填土和非软土区域,地下水的开采是引起地面沉降的主要原因。在人工填海区,软土的欠固结、固结沉降与次固结沉降;

软土地基处理时抽水对临近填海区地面沉降的影响; 地铁及基坑施工时降水影响和支护结构的侧向变形; 大规模的密集高层建筑物群引起的下卧层压缩等, 是填海区地面沉降的主要因素。

### 3.1 影响因素分析

岩土工程地面沉降易发性评价的主要判别要素有地形地貌、松散沉积层厚度、软土层厚度、地下水主采层数量等。

3.1.1 地形地貌。宝安区填海区主要位于西南部沿海地带, 地貌类型以冲积、海积平原为主, 总体来说地势平坦, 高程1.2~1.3m。现状区域基本已进行工程建设, 仅在西部有小部分被围垦作为海水养殖业基地。

3.1.2 松散沉积层厚度。通过钻孔收集资料分析, 研究区海陆交互沉积层(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)主要以中粗砂为主, 灰~深灰。饱水, 稍密~密实。分选性差, 含较多贝壳, 少量淤泥质及黏粒。层厚0.50~6.90m, 平均层厚2.89m。

3.1.3 软土层厚度。研究区内软土主要分为填土及淤泥质软土。

①研究区内广泛分布填土, 包括杂填土、素填土、冲填土及压实填土等, 根据建筑需要不同, 填土类型也有所差异。厚度相对均匀, 一般厚度2~6m。②研究区淤泥质软土(软弱土)厚度分布并不均匀, 大体上从内陆向海域呈现逐渐增厚的趋势, 局部较厚, 最厚的区域集中在海岸线西北部, 厚度大于10m, 最大厚度达18m; 海岸线中部机场片区及码头片区, 厚度一般6~12m; 其余区域距离内陆越近软土层厚度越少, 多处于3~5m之间。

3.1.4 地下水主开采。经调查知, 深圳地区从未抽取地下水作为生活或工业用水, 仅存在工程性降水, 如采用降水与堆载联合预压进行软土地基处理, 堆载预压设置集水井抽水, 基坑及地下工程施工时降水等。但考虑到工程性降水作用受时间限制(仅基础施工期间), 故不作为主要地下水开采影响因素。

### 3.2 评价标准

本次对岩土工程地面沉降易发性评价引用《地面沉降调查与监测规范(DZ/T 0283-2015)》中的地面沉降易发性评价表, 见表1。

表1 岩土工程地面沉降易发性评价表

判别要素	易发性评价			
地形地貌	河口三角洲、内陆平原、盆地			
松散沉积层厚度/m	=150	100~150	50~100	<50
软土层厚度/m	=30	20~30	10~20	<10
地下水主采层数量/层	=3	2	1	无

注: 引自规范《地面沉降调查与监测规范(DZ/T 0283-2015)》

### 3.3 易发性分析

结合宝安区填海区特征知, 研究区地貌以冲积、海积平原为主, 上层松散土层厚度均<50m; 软土层主要包括填土层和淤泥质软土, 总体厚度变化较大, 部分区域层厚超过10m, 最厚达24m。

深圳市未进行地下水开采, 考虑到工程性降水作用受时间限制(仅基础施工期间), 故不作为主要地下水开采影响因素。

因此, 结合表1, 可以判断研究区地面沉降易发性主要取决于软土层厚度(填土+淤泥质软土)。低易发区主要位于西北部和东南部填土层较厚区域, 其余区域基本为不易发区。

## 4 软土地基岩土工程技术建议

结合软基处理方法适用范围、区域工程地质与水文地质条件及工程经验, 从经济、工期、造价、环境影响等方面考量并匹配不同功能用地需求, 深圳宝安中心区软基适配处理方法有插板堆载预压法、爆破挤淤抛石填筑法等六种。

针对填海区软基沉降现状及趋势, 需开展沉降灾害评价, 按沉降程度分类施策:

(1) 易沉降区建高层, 宜提前用排水固结法处理+深桩基础(桩抵基岩), 建筑外小区采用排水固结等满堂处理; (2) 次易沉降区建高层用深桩基础, 建一般建筑且软土薄时, 可直接清除或采用排水固结等组合处理; (3) 沉降较轻或局部易沉降区, 软土薄可碾压夯实等处理, 建高层按设计选基础即可; (4) 无软土区建建筑可清除薄软土, 无需额外处理, 建高层按设计选型即可。

## 5 结论及建议

本研究通过资料收集整理可知, 1968—2019年宝安区海岸线逐年向海面外扩, 58年间外扩面积达33.56km<sup>2</sup>; 1986—2019年33年间造陆面积达83.12km<sup>2</sup>。以软弱土为研究对象, 采用平面插值法建立数学模型, 查明了填海区填土和软土的空间分布特征及其工程特性。基于填海区软基处理现状, 结合地面沉降成因、发展趋势及危害性, 提出防治建议:

(1) 政府重视规划, 兼顾地基承载力与城市建设; (2) 构建空地一体化监测网, 提供数据支撑; (3) 工程前期针对性设计软基处理方案; (4) 加强施工质量监督与全程监测; (5) 强化沉降区调查监测, 处置地裂缝等隐患; (6) 开展沉降知识宣传教育, 提升认知水平。

### [参考文献]

[1] 殷跃平, 张作辰, 张开军. 我国地面沉降现状及防治对策研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2005(2):1-8.

[2] 郑永来, 李美利, 王明洋, 等. 软土隧道渗漏及地面沉降影响研究[J]. 岩土工程学报, 2005, 27(2):243-247.

[3] 薛禹群, 张云, 叶淑君, 等. 中国地面沉降及其需要解决的几个问题[J]. 第四纪研究, 2003, 23(6):585-593.

[4] 梁全政. 岩土工程勘察技术在复杂地形地质条件下的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (1):130-132.

[5] 于海波, 莫多闻, 吴健生. 深圳填海造地动态变化及其驱动因素分析[J]. 地理科学进展, 2009, 28(4):584-590.

[6] 郑先昌, 唐辉明, 覃祖森. 武汉市软基和地面沉降危害研究[J]. 地质科技情报, 2003, 22(2):95-98.

### 作者简介:

罗灿(1997—), 男, 汉族, 湖南永州人, 本科, 主要从事岩土工程勘察、边坡勘查等方面的研究工作。