

# 金山深槽水下地形测量及冲淤变化分析

王楠

上海川河水利规划设计有限公司

DOI:10.12238/btr.v8i3.4710

**[摘要]** 金山深槽位于杭州湾北岸上海市金山区近岸,自大金山岛、小金山岛之间往西呈东西带状走向,海床地形复杂起伏较大,-25m以深区域统一成槽,深槽长约10km。该岸段分布着多座石化码头、金山城市沙滩公园以及金山新城围填海工程,海底铺设输油气管道,因此定期对金山深槽海域进行水下地形测量,以掌握其演变对于海塘、码头及海底管道的安全具有重要意义。

**[关键词]** 金山深槽; 水下地形测量; 冲淤变化分析; 海岸线保护

**中图分类号:** P737.1 **文献标识码:** A

## Underwater topographic survey and analysis of erosion and deposition changes in Jinshan Deep Trough

Nan Wang

Shanghai Chuanhe Water Conservancy Planning and Design Co., Ltd

**[Abstract]** Jinshan Deep Trough is located near Jinshan District, Shanghai on the north bank of Hangzhou Bay. It runs in an east-west strip between Dajinshan Island and Xiaojinshan Island. The seabed terrain is complex and undulating, with a unified trough at a depth of -25 meters. The deep trough is about 10 kilometers long. There are multiple petrochemical docks, Jinshan City Beach Park, and Jinshan New City reclamation project distributed on this shore section, and oil and gas pipelines are laid on the seabed. Therefore, regular underwater topographic surveys of the Jinshan Deep Trough sea area are of great significance for understanding its evolution and ensuring the safety of seawalls, docks, and submarine pipelines.

**[Key words]** Jinshan Deep Trough, underwater terrain measurement, analysis of erosion and deposition changes, coastline protection

### 引言

水下地形测量对海洋工程和海岸保护至关重要,有助于理解海洋环境和海岸线变化。金山深槽是杭州湾的关键地形特征,其变化影响海岸稳定和生态环境。本文通过分析金山深槽的测量数据,探讨其冲淤规律,为海岸线保护提供依据。

本文首先介绍金山深槽水下地形测量的方法和过程,包括使用自设参考站电台传输模式、D级GNSS控制网测量和四等水准测量,以及利用华测GNSS接收机和南方SDE230双频测深仪进行高密度测量,确保数据的准确性和可靠性。

其次,分析了金山深槽2016年至2022年的冲淤变化,通过多种分析方法揭示了地形变化特征。研究发现,2016年至2020年深槽冲刷扩展,而2020年至2022年出现淤积。深槽的几何形态、等高线和断面特征变化显示了动态趋势。

最后,提出分析结论和对海岸线保护的建议。金山深槽地形变化受多种因素影响,建议加强监测,特别是在台风季节后,增加监测频率,及时应对岸滩和围堤破坏。针对深槽扩展趋势,建

议采取措施防止进一步扩展,确保化工区安全稳定。这些措施将支持金山近岸海域的可持续发展和环境保护。

### 1 金山深槽水下地形测量分析

为保证测量数据的准确性及信号传输的稳定,测量作业采用自设参考站电台传输模式进行测量。首级平面控制采用D级GNSS控制网测量,高程控制采用四等水准测量,接测所有D级GNSS控制点和验潮站工作基点。为方便测量使用,在测区海岸线、大金山岛加密测量了RTK二级控制点。

金山深槽水下地形测量船舶采用1条80吨渔船和1条小艇同步进行,兼顾水深浅处,机动性高并保证了作业人员安全。测量仪器为华测GNSS接收机+南方SDE230双频测深仪(标称精度:测深精度为 $\pm 1\text{cm} + 0.1\% \times h$ ( $h$ 为水深值,测深范围0.3m~600m)水上测量系统实施,主测线间距70m,测点间距25m,并按规范布设了检查线,为保证RTK获取测点水位的准确性和校核水位,在测区附近龙泉港水闸河道、水上活动中心出海口水闸附近分别设立1个临时潮位站同步验潮,验潮观测时间间隔为10分

钟,内业处理时对GNSS、验潮两种观测方法测量的水位进行比较复核。

外业工作开展前,对所有即将投入使用的测深仪进行一致性测试和稳定性测试,测深仪开测前,使用测深锤检查测深仪测深精度,分别按水深 $\Delta Z < 5\text{m}$ 、 $5\text{m} < \Delta Z < 10\text{m}$ 、 $\Delta Z > 10\text{m}$ 进行检查比测,并根据检测数据进行参数调试。每天工作结束后,及时备份全部原始采集记录数据,并对获取的原始数据和资料进行全面的检查,水下地形测量各测点的水底高程由水位减去测深仪所测得的水深求得,即:测点高程=测点水位-测点水深,此值直接由仪器自动计算获取,利用潮位观测资料进行比对检查,发现误差超出允许范围及时进行干预改正。对有怀疑的数据和资料查明原因并改正。

2 金山深槽冲淤变化分析

为分析金山深槽近几年海床地形冲淤变化情况,收集整理了2016—2022年4次测量的金山深槽海域水下地形数据。

收集的4次成果数据的测量时间均为每年的8月前后,4次成果数据测量时间、测量方法、测量比例尺、高程基准、平面坐标系均一致,无需转换,保障了数据对比分析的准确性及可行性,能够真实反映出金山深槽几年来的变化情况。

本次金山深槽海床地形分析方法分别采用金山深槽几何形态数据分析、特征等高线套绘分析、断面套绘分析以及构建数字高程模型进行叠加分析。综合采用以上分析方法,通过数据、图表相结合的方式,能够清晰反映出2016年—2022年6年时间金山深槽地形冲淤变化情况。

2.1金山深槽几何形态数据分析

表1 金山深槽-25m以深区域几何形态统计表(2016—2022年)

| 统计指标                 | 2016 年 | 2018 年 | 2020 年 | 2022 年 |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| 最大纵长(km)             | 9.85   | 10.01  | 10.02  | 9.91   |
| 最大展宽(km)             | 2.12   | 2.11   | 2.13   | 1.90   |
| 面积(km <sup>2</sup> ) | 11.75  | 12.35  | 12.55  | 10.98  |
| 平均高程(m)              | -33.6  | -33.8  | -33.9  | -33.1  |
| 最低高程(m)              | -52.7  | -56.7  | -55.9  | -51.7  |

通过对金山深槽-25m以深区域几何形态的统计可以发现,金山深槽在2016—2020年间深度不断加深,范围逐年扩大,深槽处于冲刷扩展状态。2020—2022年间金山深槽淤积明显,深槽范围2022年较2020年缩小了1.57km<sup>2</sup>,平均高程升高0.8m,最低高程升高4.2m,淤积量约125.6万m<sup>3</sup>。

2.2特征等高线套绘分析

金山深槽北侧-25m等深线与岸线平均距离约1.1km,离海岸线最近处位于鹦鹉洲湿地西侧,约0.6km。金山深槽靠近海岸线一侧(北侧)及大金山岛和小金山岛周边区域比较稳定,2016年—2022年6年间-25m等高线基本重合。深槽南侧(城

市沙滩岸段)变化十分明显,2022年较2020年向东收缩了1000m。金山深槽整体有向东发展的趋势,深槽西端2022年较2018年向东收缩了480m,深槽东端在2016年—2022年6年间向东扩展了235m。

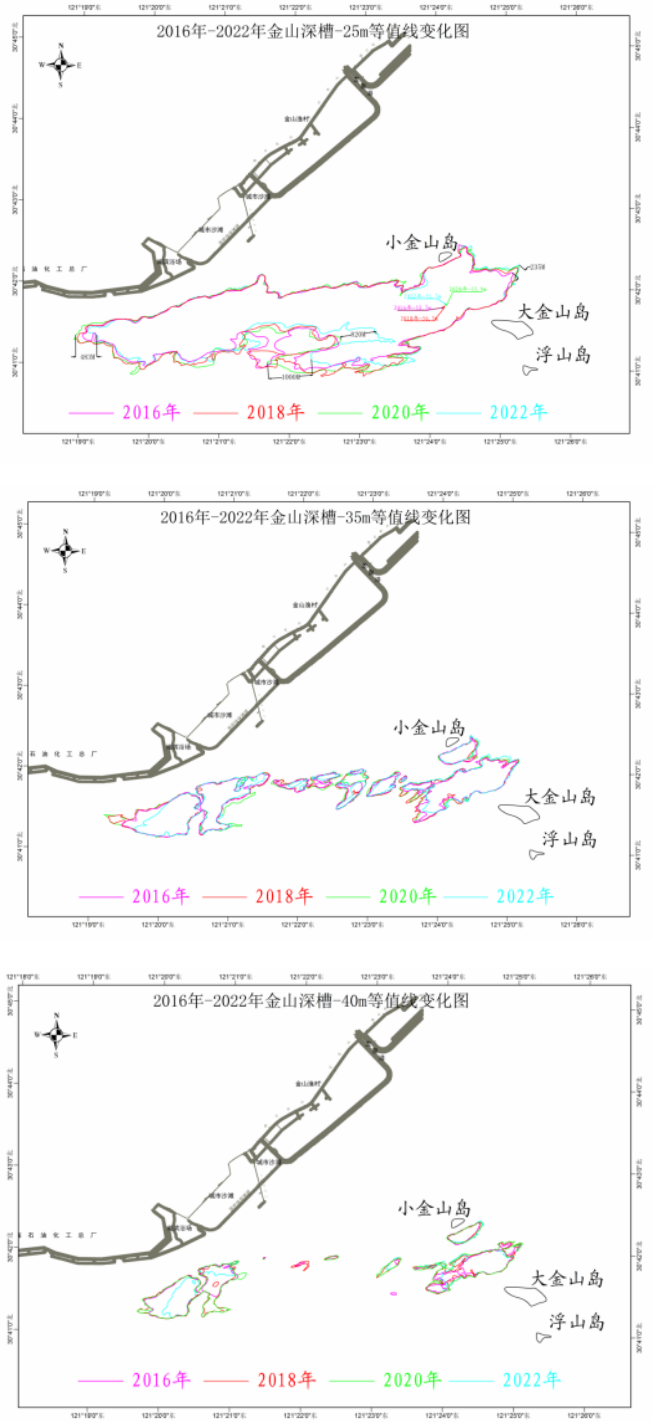


图1 金山深槽2016年—2022年-25m、-35M、-40m等高线套绘变化图

根据2016年—2022年-35m等高线和-40m等高线套绘图看出金山深槽-35m以深区域基本稳定,只在深槽西端有较明显的收

缩,在深槽东端有向东外扩的趋势。金山深槽-40m以深区域在2020年—2022年期间淤积收缩明显,在滨海浴场外侧金山深槽-40m以深区域缩小超过2020年范围的一半,城市沙滩外侧-40m以深区域都已经消失。在大金山岛与小金山岛之间深槽稳定,4次测量资料基本重合。

### 2.3断面套绘分析

为了深入分析深槽的冲淤特征,本次垂直于金山深槽每2km左右设置1个固定横断面,共设置4个固定横断面,并沿金山深槽中心设置1个固定纵断面。

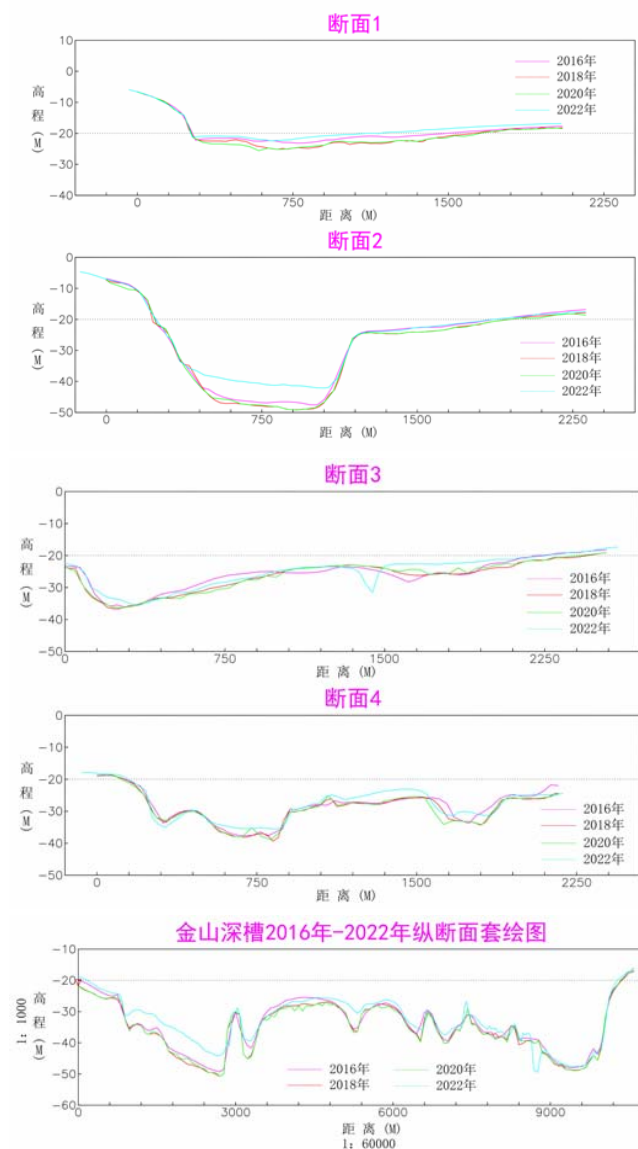


图2 金山深槽断面套绘图

1#断面位置深槽北侧边坡稳定无变化,槽底在2016年—2020年间持续冲刷,2020年—2022年间又基本淤积至2016年水平。

2#断面位置深槽在2016年—2020年间基本无变化,2020年—2022年间-40m以深区域淤积严重,2022年数据基本上都在-40m以上。

3#断面位置深槽中线以北区域在2016年—2022年间基本以冲刷为主,尤其深槽中间位置是在2020年—2022年间冲刷出了一个凹槽。深槽中线以南区域在2016年—2022年间表现为持续淤积。

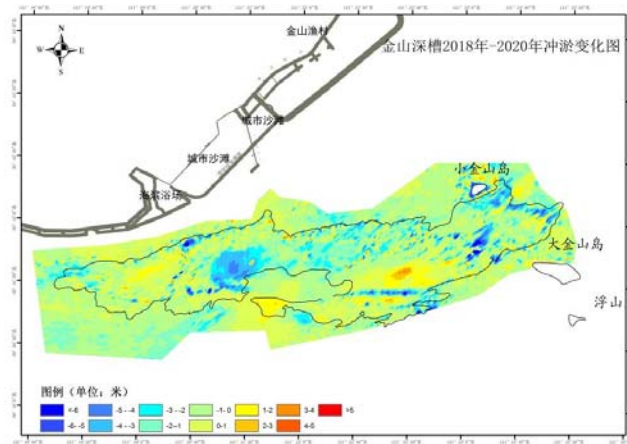
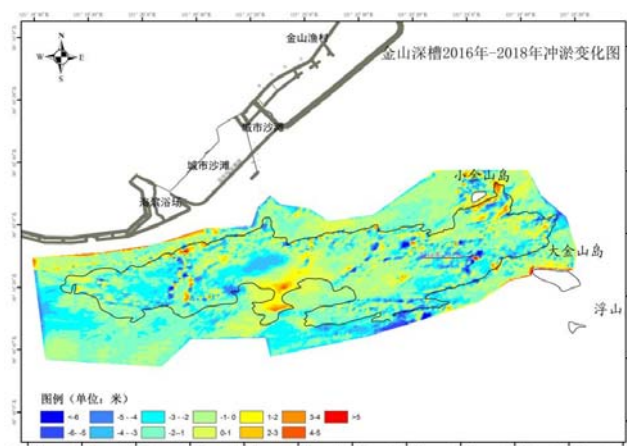
4#断面位置深槽呈“W”形,2016年-2020年间基本稳定,仅在深槽南侧出现了冲刷,2020年—2022年间槽底表现为淤积。

纵断面自西向东贯穿深槽,金山深槽西端边坡较平缓,东端边坡陡峭。在深槽东西两端各有一个深潭,两个深潭之间有4个槽沟。2016年—2020年间深槽纵断面基本上表现为冲刷。2020年—2022年间深槽整体表现为淤积,尤其是西端的深潭淤积严重。但是在大小金山岛之间的深潭的西侧新冲刷出了一个槽沟。

通过以上断面套绘图可看出,金山深槽北侧、东侧边坡陡峭,南侧、西侧边坡舒缓。金山深槽北侧边坡一直很稳定,2016年—2022年4次测量数据基本重合。整个金山深槽在2018年—2020年间基本无变化,2020年—2022年间深槽西端深潭淤积严重,在大小金山岛之间的深槽东端冲刷加深变宽。

### 2.4数字高程模型叠加分析

利用GIS软件将4次测量数据生成数字高程模型,并将数字高程模型经叠加分析,金山深槽各年间冲淤变化如下图。



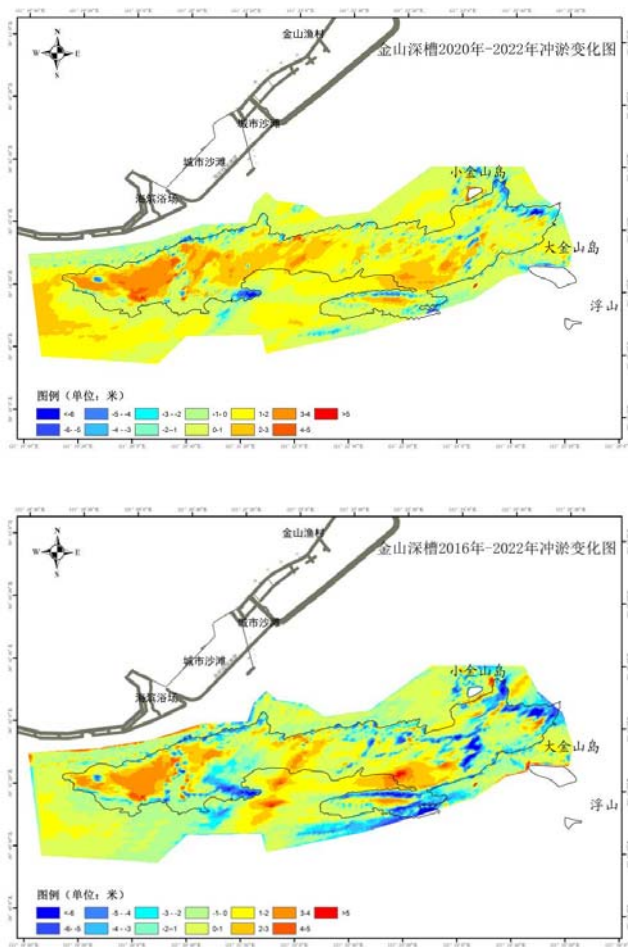


图3 金山深槽各年间冲淤变化图

根据冲淤变化分析图统计，具体情况如下：

(1) 2016年—2018年金山深槽海床总体呈冲刷状态，冲刷强度在2m左右，个别点位冲刷超过5m。冲刷变化区域主要集中在城市沙滩以西的深槽区域。

(2) 2018年—2020年间滨海浴场东南方向1.2km处的深槽区域有一冲刷坑，冲刷深度超过3m。其余金山深槽海床均比较稳定，略有淤积，淤积强度小于1m。

(3) 2020年—2022年间除深槽东端、南端边缘位置表现为冲刷外，整个深槽均表现为淤积，淤积厚度普遍在2m以上，最大淤积厚度达到9m。

(4) 2016年—2022年间金山深槽冲淤相间，总体表现为深槽中西部区域淤积，东部区域冲刷，深槽南侧变化活跃程度大于北侧。

### 3 分析结论

(1) 金山深槽在2016—2020年间深度不断加深，深槽范围逐年扩大，呈弱冲刷扩展状态。2020—2022年间金山深槽淤积明显，深槽范围2022年较2020年缩小了1.57km<sup>2</sup>，平均高程升高0.8m，最低高程升高4.2m，淤积量约125.6万·m<sup>3</sup>。

(2) 金山深槽靠近海岸线一侧（北侧）及大金山岛和小金山岛周边区域比较稳定，2016年—2022年6年间-25m等高线基本重合。深槽南侧（城市沙滩岸段）冲淤变化明显，2022年较2020年向东收缩将近1000m。金山深槽整体向东有微小扩充发展，深槽西端2022年较2018年向东淤涨收缩了480m，深槽东端在2016年—2022年6年间向东冲刷扩展了235m。

(3) 从总体上看，2016—2022年金山深槽北岸稳定，深槽西岸、南岸淤涨收缩，且深槽有向东发育扩展的趋势。

### 4 结语

金山近岸海域的海床地形变化受到多种因素的共同作用，其中尤以潮流、涉海工程、泥沙条件以及台风等自然现象的影响最为显著。特别是在夏秋季节，台风和热带风暴带来的风浪和增水现象，对杭州湾北岸滩地及围堤工程的安全构成了直接威胁。尽管台风的影响具有一定的时效性，但其破坏力和影响范围不容小觑，历史上频繁出现的台风灾害已充分证明了这一点。因此，建议相关部门应持续强化对金山近岸海域海床地形的监测工作，特别是在台风季节过后，应增加监测频度，以确保及时发现并应对可能发生的岸滩及围堤破坏问题。

此外，根据现有资料分析，化工区西部海域存在一条东西走向的深槽，且金山深槽近年来持续向东扩展，存在与西部深槽连通的风险，这将对化工区的安全构成潜在威胁。因此，建议相关部门应加强对该区域深槽动态的观察和研究，采取必要措施防止深槽的进一步扩展，确保化工区的安全稳定。通过这些措施的实施可以为金山近岸海域的可持续发展和环境保护提供科学依据和决策支持。

### [参考文献]

[1]刘毅飞,陈沈良,蔡廷禄,等.杭州湾金山深槽冲淤演变及其趋势预测[J].海洋通报,2017,36(03):284-292.

[2]徐义平.水地形测量技术方案的探讨[J].城市建设理论:电子版,2016,6(8):11.

### 作者简介：

王楠(1989—),男,汉族,河南省开封市人,华北水利水电大学,本科,测绘工程专业,从事测量工作十多年,参与多个上海重大项目的测量工作。