

海州湾赣榆 LNG 海底管道路由区水沙环境特征研究

朱永东 户东勇 陈星丞 华乐

江苏华电赣榆液化天然气有限公司 江苏 连云港 222199

【摘要】：为确保江苏华电赣榆 LNG 接收站外输海底管道的长期安全稳定，基于历史观测资料及现场水文测验数据，研究了海州湾北部拟建管道路由区的水动力与泥沙环境。结果表明：该区域潮汐属正规半日潮，潮流受防波堤工程影响显著，堤头附近大潮垂线平均最大流速达 1.38 m/s。常浪向为东，强浪向为东~东北。正常天气下含沙量平均约 0.02 kg/m³，但大风期间可骤增至 1.532 kg/m³，成为关键动力因素。海底底质呈现由岸向海从细到粗的过渡态势，现代泥沙活动以“波浪掀沙、潮流输沙”为主要模式。本研究为管道工程设计提供了基础环境依据。

【关键词】：海州湾；海底管道；水动力；泥沙运动

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.004

海底管道是跨海能源输送的关键基础设施，其长期安全性高度依赖于铺设区的海床稳定性。在工程前期开展详尽的海洋环境调查，厘清水沙动力条件，是进行科学路由选择与设计的基础^[1,2]。江苏华电赣榆 LNG 接收站项目海底管道穿越海州湾北部水域，该区域属典型淤泥质海岸，水动力复杂，且受港口工程影响。本文基于多源数据，系统揭示拟建管道路由区的水动力及泥沙环境特征，为后续工程设计与安全评估提供依据。

1 研究区域与方法

1.1 区域概况

海州湾岸线呈半圆形弧状，湾内水深较浅（湾口约 15 m），水下地形平缓，等深线与岸线平行，由西北向东南缓倾，平均坡度约 1.0‰^[3,4]。陆域西高东低，河流多自西北流向东南，受闸坝控制，仅洪水期输沙。研究区位于湾北端绣针河口，为淤泥质与砂质岸滩交汇带，低潮时滩涂广布。拟建海底管道起点为赣榆 LNG 接收站，沿赣榆港区北大堤外 200 m 平行敷设，接入青宁输气管道柘汪分输清管站，海底段长约 6 公里。

1.2 数据与方法

采用历史资料分析与现场观测相结合。数据包括：岚山港 2004-2006 年潮位资料；2013 年 1 月大、小潮期间 9 个站位的同步水文泥沙测验数据；2009 年 8 月大风期间含沙量加密观测；2009 年 5 月表层沉积物粒度；2003-2005 年风浪观测及台风记录。分析方法包括统计特征分析与对比研究。

2 结果与分析

2.1 水动力环境特征

（1）潮汐与潮流：研究区潮汐属正规半日潮。据岚山港 2004 年资料，平均潮差 3.43 m，最大潮差 5.97 m，落潮历时（6h45min）长于涨潮历时（5h54min）。潮流呈规则半日潮

性质，涨潮流向东北~西南，落潮流向西南~东北。

2013 年 1 月实测流场显示（图 1）：大潮期流速大于小潮期；受赣榆港北防波堤影响，堤头附近 V6 站流速最大（大潮涨潮垂线平均最大流速 1.38 m/s），堤根 V7 站流速最小；流速从近岸向离岸递增。近岸呈往复流，外海呈旋转流。余流除 V6 站较大（50.0 cm/s）外，其余均小于 11 cm/s（图 2）。

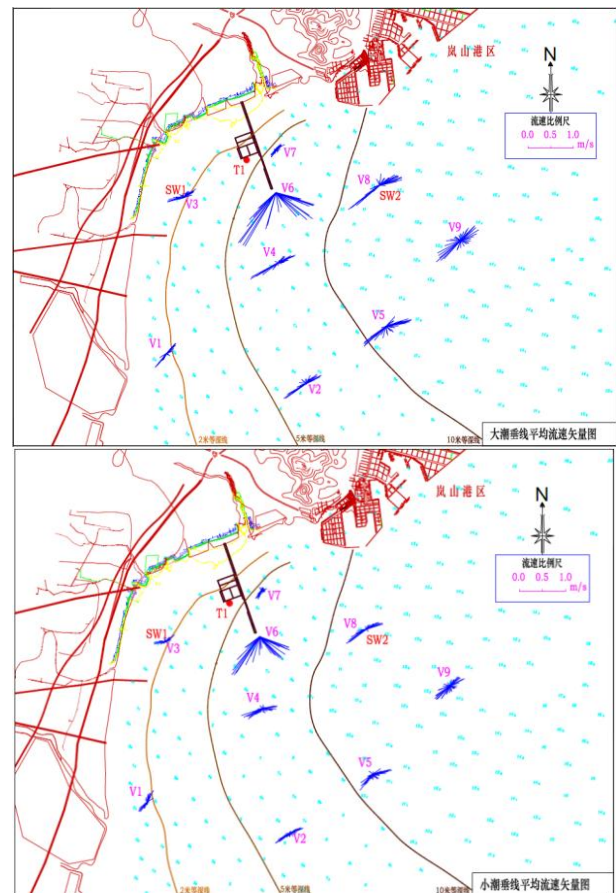


图 1 2013 年 1 月赣榆港区附近海域大潮（上）、小潮垂线平均流速矢量图（下）

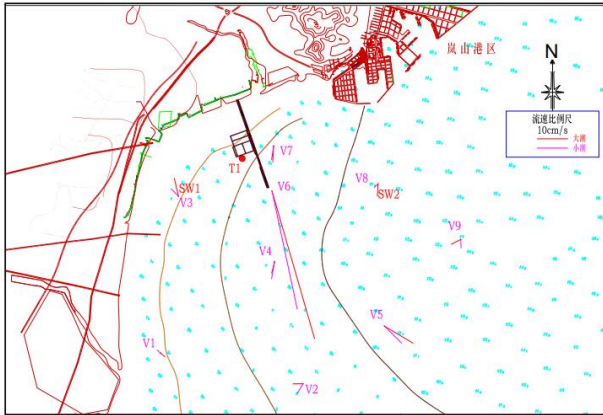


图2 赣榆港区附近海域垂线平均余流矢量图 (2013.01)

(2) 波浪与风况：海域波浪以混合浪和纯风浪为主。常浪向为东（频率 26.3%），强浪向为东~东北（图3）。波高以 0-0.6 m 为主（频率 64.87%），≥3.0 m 大浪频率极低。全年主导风向为北-东北，年均风速 4.1 m/s，年均≥6 级风日数 64.9 天，为大风天高含沙量事件提供了条件。

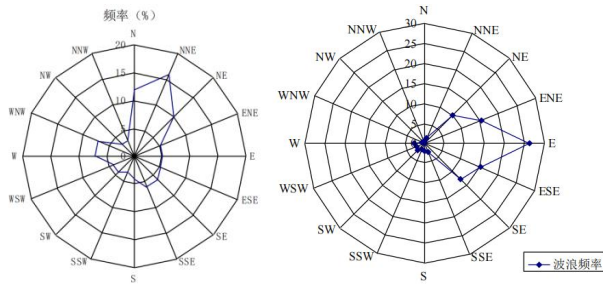


图3 岚山港各向风频率、波浪频率玫瑰图

(3) 灾害性天气：台风和温带气旋是主要致灾因子。1981-2022 年间，中心进入研究区 300 km 范围的热带气旋共 43 次，年均约 1 次，集中于夏秋季，常引发风暴潮。

2.2 泥沙环境特征

2.2.1 悬浮泥沙

正常天气下含沙量较低。2013 年 1 月实测垂线平均含沙量 0.003-0.164 kg/m³，大潮期平均值（0.024 kg/m³）约为小潮期（0.012 kg/m³）的两倍，空间上近岸高、外海低。

大风天气含沙量剧增：-3 m（S1）、-5.5 m（S2）和-8 m（S3）水深处最大含沙量分别为 1.532、0.837、0.411 kg/m³（图4），-3 m 处约为正常天气最高值的 10 倍。含沙量垂向分布较均匀，峰值相对于波高峰值存在滞后。悬沙中值粒径平均约 0.0087 mm，粘粒含量平均占 23%。

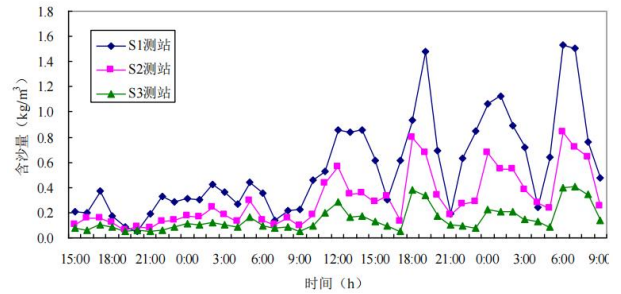


图4 不同测站含沙量随时间变化过程

2.2.2 海底底质

海底沉积物空间分异显著：（1）南细北粗：以赣榆港航道为界，南侧以粘土质粉砂为主，中值粒径多<0.01 mm；北侧类型复杂，含砂、砾石（图5）。（2）纵向分带：自岸向海，沉积物由粘土质粉砂逐渐过渡为砂质，至-10 m 以深外海区以中粗砂和砾石为主（图6、图7）。

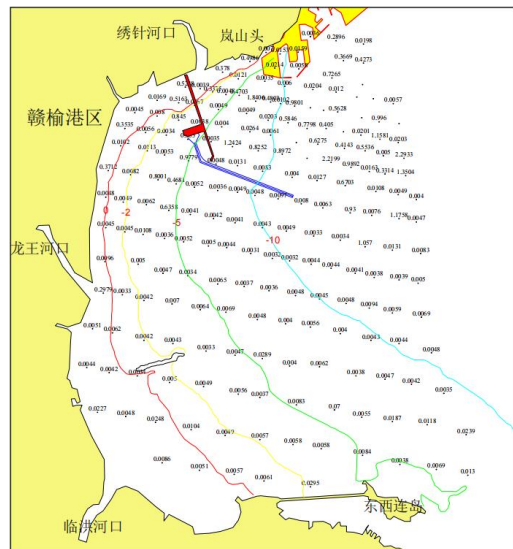


图5 海州湾底质中值粒径分布 (2009.05)

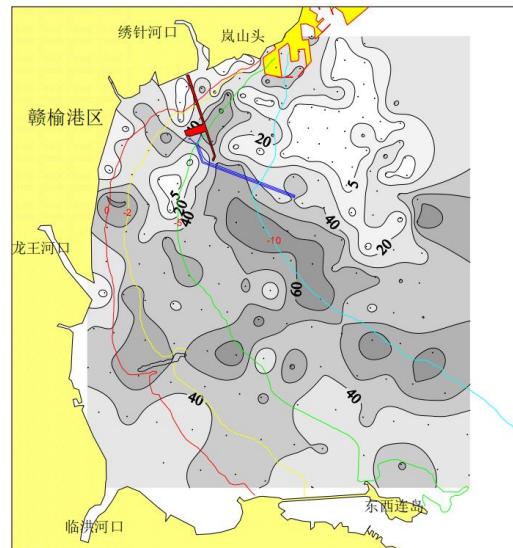


图6 海州湾底质粘土含量分布 (2009.05)

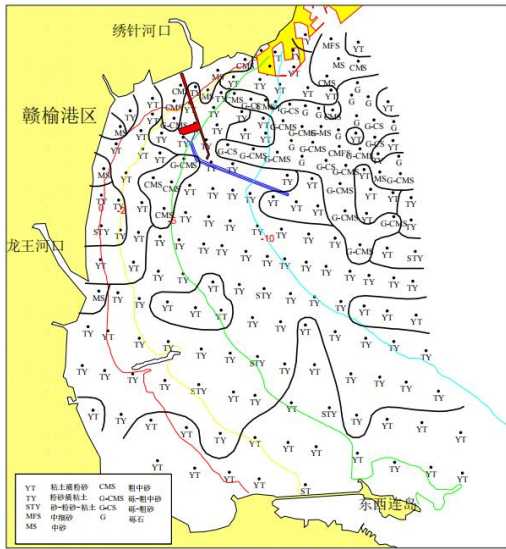


图7 海州湾底质沉积物类型分布 (2009.05)

2.3 泥沙来源与输移

现代泥沙供给格局受人类活动深刻改变：入海河流因建闸坝，陆源供沙基本截断；北侧沿岸输沙因岚山港及防波堤建设而被阻断。当前活跃的泥沙运动主要源于“波浪（尤其大风浪）掀动本地海床沉积物，潮流进行输运”的模式。

3 结论

研究区潮汐属正规半日潮，潮流受地形与工程影响显著，空间分异大，常浪向为东，大风天数较多。正常天气下含沙量低，但大风天可激增十倍以上，是控制海床短期剧烈冲淤的关键因子。底质分布呈现“南细北粗”及向海变粗的格局。河流与沿岸泥沙供给已基本被截断，现代泥沙活动以“波浪掀沙-潮流输沙”循环为主。上述水沙环境特征是后续评估海床演变与管道安全的基础。

参考文献:

- [1] 宋龙荣.某海底管道沉积物类型及冲淤变化分析[J].山西建筑,2025,51(04):92-95.
- [2] 边淑华,杨玉娣,魏宏伟,等.辽河油田太一葵管道路由区海底冲淤变化研究[J].海岸工程,2007,(02):19-25.
- [3] 中国海湾志编纂委员会.中国海湾志第四分册《山东南部与江苏海湾》[M].海洋出版社,1993.
- [4] 王宝灿,虞志英,刘苍字,金庆祥.海州湾岸滩演变过程和泥沙流动向[J].海洋学报,1980,2(1).