

地质力学学报  
Journal of Geomechanics  
ISSN 1006-6616, CN 11-3672/P  
中文核心期刊  
中国科技核心期刊  
CSCD 来源期刊（核心库）

## 《地质力学学报》预出版论文

论文题目：海南铺前湾发现北宋年间古海啸记录

作者：王超群，孙东霞，杨肖肖，张耀玲，贾丽云，张磊，韩建恩，胡道功

DOI: 10.12090/j.issn.1006-6616.2024121

投稿时间：2024-11-07

录用时间：2024-11-25

预出版时间：2024-11-29

### 预出版版权说明

预出版，是指在网络出版或纸质版印刷出版之前，文章的电子版本在网上提前公开，是正式出版的预备版本。预出版的文章是通过严格的“三审制”审查后，本刊确定录用的文章，其内容的著作权等受《著作权法》等法律法规保护。预出版的文章将在之后的印刷版上刊发，印刷版的文章可能与预出版的文章略有不同，预出版文章经录用后便以电子版本形式在网站发出，没有经过排版和编校，会存在部分文字及编排格式与正式出版有出入，但文章主体内容是完全一致的。

学者研究或引述预出版文章，应当以印刷纸质版内容为准；但如果牵涉首创权等时间问题，则应当以适当方式注明文章的预出版日期。

## 【成果快讯】 (Research Express)

# 海南铺前湾发现北宋年间地震海啸记录<sup>□</sup>

## Recognition of earthquake tsunamis records during the Earlier Northern Song Dynasty in Puqian Bay, Hainan Island

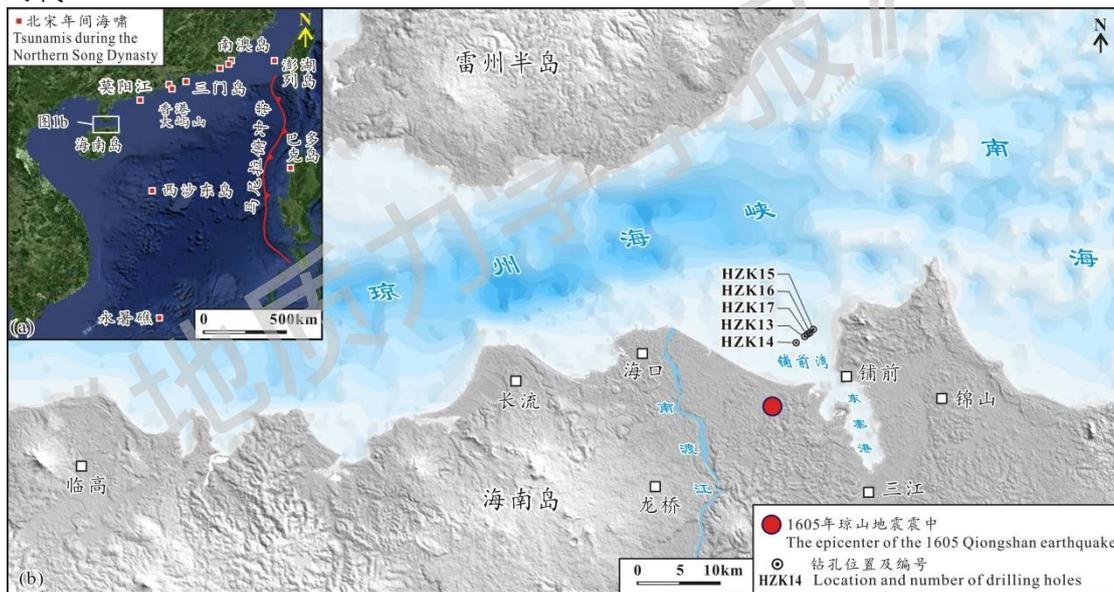
王超群, 孙东霞, 杨肖肖, 张耀玲, 贾丽云, 张磊, 韩建恩, 胡道功

WANG Chaoqun, SUN Dongxia, YANG Xiaoxiao, ZHANG Yaoling, Jia Liyun, ZHANG Lei, Han Jianen, HU Daogong

中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081

*Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China*

海啸灾害是最致命的海洋灾害之一, 地震与火山活动引发的越洋海啸多次冲击太平洋沿岸国家 (Atwater, 1987)。受海啸发生物理条件的限制, 对中国沿海影响较大的地震海啸主要来自马尼拉俯冲带产生的地震海啸 (陈颀等, 2007)。研究表明, 北宋年间马尼拉俯冲带地震引发的海啸波传播到南海沿岸国家 (Sun et al., 2013; 杨文卿等, 2019; 王喻鸣等, 2023), 吕宋岛、西沙群岛、华南沿岸、永暑礁和越南东岸均遭受此次海啸冲击 (图 1a)。海啸模拟显示, 马尼拉俯冲带断层中段地震触发的海啸波传播到海南岛东北部时海啸波高达 4 m 左右 (李琳琳等, 2022), 但目前尚缺乏海啸曾袭击海南岛东北部的地质证据。文中选择海南铺前湾钻孔岩芯开展地震海啸研究 (图 1b), 并与南海区域地震海啸事件进行对比, 确定地震海啸事件时代。



a—北宋年间海啸记录位置 (据王喻鸣等; 2023 修改); b—铺前港钻孔位置

图 1 研究区域和钻孔位置

Fig. 1 The study area and drilling sites.

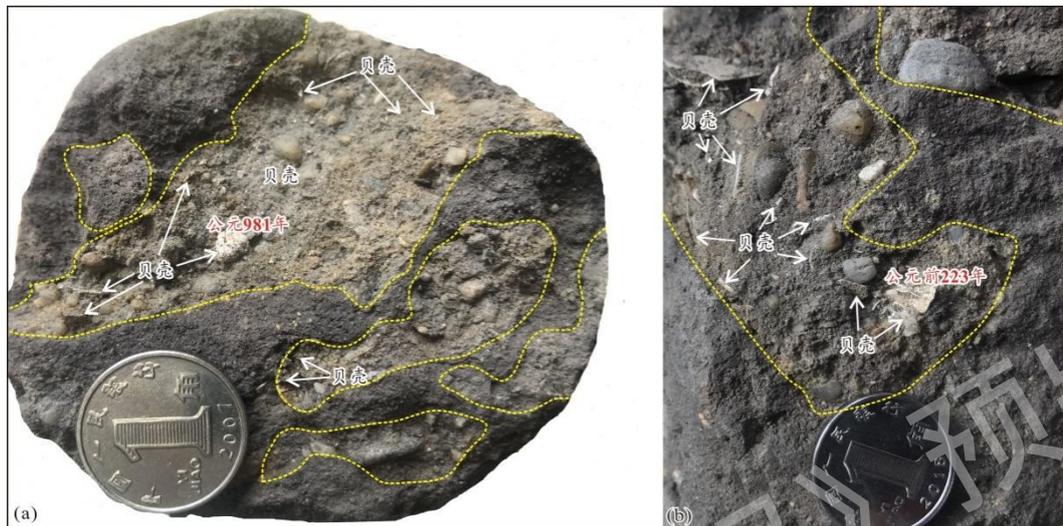
(a) Location of paleo-tsunami sedimentary records during the Earlier Northern Song Dynasty (modified after Wang et al., 2023);

(b) Drilling location of Puqian port

1605 年琼山  $M7\frac{1}{2}$  地震导致铺前湾和东寨港陆陷成海, 使得构造沉陷前海啸留下的地质记录得以保存。在

距铺前海岸 3km 的 HZK15 钻孔中, 45cm 厚的事件层不整合覆盖在晚更新世八所组花斑状粉细砂之上, 上覆地层为贝壳  $^{14}\text{C}$  日历校正年龄为公元 1597 年的灰色含砾及贝壳碎屑的黏土质中细砂。事件层由灰黑色粉砂及黄褐色含贝壳砂砾组成, 岩芯横截面及纵断面显示黄褐色含贝壳砂砾为不规则撕裂状碎屑 (图 2a、2b), 沉积物

受到较强能量水体的搬运和再沉积作用。灰黑色粉细砂为单层结构，偶见化石碎屑，而撕裂状黄褐色含贝壳砂砾碎屑大小 6~12cm，由分选较差的次圆状石英质细砾（砾径 2~7mm）、中粗粒石英砂及贝壳碎屑（大小 5~10mm）组成。在 HZK15 孔以西 2.6 km 的 HZK14 钻孔岩芯中，35cm 事件层覆盖在全新世琼山组青灰色黏土质粉砂层之上，上被含再沉积贝壳（ $^{14}\text{C}$  校正年龄为距今 6436 年）的灰色黏土质粉砂覆盖。事件层由灰黄色含砾中细砂组成，砾石为石英质细砾，并含贝壳碎片、珊瑚和植物残体。上述混杂沉积及外来贝壳、珊瑚及植物残体等暗示事件层具有海啸成因（Dawson and Stewart, 2007）。



a—岩芯横截面；b—岩芯纵断面

图 2 铺前湾 HZK15 孔海啸沉积特征

Fig. 2 Characteristics of HZK15 core from Puqian Bay and its depositional characteristics

(a) Cross section of the core; (b) Vertical section of the core

铺前湾 HZK14、HZK15 和 HZK17 等钻孔海啸事件层中 8 个贝壳 AMS  $^{14}\text{C}$  年龄变化于公元前 223 年至公元 1139 年，已沉积的“古老”贝壳被海啸搬运而重新沉积导致贝壳年龄新老共存（王喻鸣等，2023），而上、下界面附近贝壳年龄能代表海啸事件年龄（Ishizawa et al., 2020）其中 3 个上界面附近最年轻的贝壳  $^{14}\text{C}$  日历校正年代在公元 981~1139 年之间，平均校正年代为公元 1073 年，该年龄与西沙东岛、南澳岛及南海北部海啸事件层的年代（公元 1012~1108 年）接近（Sun et al., 2013；杨文卿等，2019；王喻鸣等，2023），同时与历史文献记载的公元 1076 年北宋年间南海超级海啸事件年代吻合，由此确定铺前湾海啸层应为北宋年间海啸事件的地质记录。海啸事件层下伏地层缺失全新世高海平面时期的沉积指示北宋年间铺前港为高潮线以上的陆地，海啸波到达铺前湾时至少向内陆深入了数千米，1605 年琼山地震同震沉陷使海啸记录得以保留。

马尼拉俯冲带产生的超级地震海啸对中国东南影响较大，北宋年间地震海啸曾造成南澳宋城毁灭（杨文卿等，2019）。海啸模拟表明，来自马尼拉俯冲带的地震海啸可以传播到海南岛东北部（李琳琳等，2022），铺前湾地震海啸记录证实北宋年间南海超级海啸曾袭击了海南岛东北部，因此，海南沿海重大工程需重视未来地震海啸的破坏。

## References

- ATWATER B F, 1987. Evidence for great Holocene earthquakes along the outer coast of Washington State[J]. *Science*, 236(4804): 942-944.
- CHEN Y, CHEN Q F, ZHANG W, 2007. Tsunami disaster in China[J]. *Journal of Natural Disasters*, 16(2): 1-6. (in Chinese with English abstract)
- DAWSON A G, STEWART I, 2007. Tsunami deposits in the geological record[J]. *Sedimentary Geology*, 200(3-4): 166-183.
- ISHIZAWA T, GOTO K, YOKOYAMA Y, et al., 2020. Dating tsunami deposits: present knowledge and challenges[J]. *Earth-Science*

Reviews, 200: 102971.

LI L L, QIU Q, LI Z G, et al., 2022. Tsunami hazard assessment in the South China Sea: a review of recent progress and research gaps[J]. Science China Earth Sciences, 65(5): 783-809.

SUN L G, ZHOU X, HUANG W, et al., 2013. Preliminary evidence for a 1000-year-old tsunami in the South China Sea[J]. Scientific Reports, 3: 1655.

WANG Y M, WANG Y K, LI L L, et al., 2023. Paleo-tsunami sedimentary records and potential triggering mechanism during the Earlier Song Dynasty at the northern South China Sea[J]. Chinese Science Bulletin, 68(20): 2690-2708. (in Chinese with English abstract)

YANG W Q, SUN L G, YANG Z K, et al., 2019. Nan'ao, an archaeological site of Song Dynasty destroyed by tsunami[J]. Chinese Science Bulletin, 64(1): 107-120. (in Chinese with English abstract)

### 附中文参考文献

陈颙, 陈棋福, 张尉, 2007. 中国的海啸灾害[J]. 自然灾害学报, 16(2): 1-6.

李琳琳, 邱强, 李志刚, 等, 2022. 南海海啸灾害研究进展及展望[J]. 中国科学: 地球科学, 52(5): 803-831.

王喻鸣, 王玉琨, 李琳琳, 等, 2023. 南海北部海域北宋年间的古海啸记录及其潜在触发机制[J]. 科学通报, 68(20): 2690-2708.

杨文卿, 孙立广, 杨仲康, 等, 2019. 南澳宋城: 被海啸毁灭的古文明遗址[J]. 科学通报, 64(1): 107-120.

基金项目: 中国地质科学院基本科研业务费项目 (JKYQN202412, JKYQN202334); 国家自然科学基金 (42272222)

第一作者: 王超群 (1993—), 女, 助理研究员, 主要从事活动构造与地震灾害研究。Email: 871269501@qq.com

引用格式: 王超群, 孙东霞, 杨肖肖, 等, 2024. 海南铺前湾发现北宋年间地震海啸记录[J]. 地质力学学报, 30(4): 000-000. DOI: 10.12090/j.issn.1006-6616.2024004

Citation: WANG C Q, SUN D X, YANG X X, et al., 2024. Recognition of earthquake tsunamis records during the Earlier Northern Song Dynasty in Puqian Bay, Hainan Island[J]. Journal of Geomechanics, 30(4): 000-000. DOI: 10.12090/j.issn.1006-6616.2024004