

# 福建海岸带地质环境背景与海水入侵的形成条件探讨\*

游美歌

(福建省地质工程勘察院 福州 350002)

**摘要** 海水入侵是人类经济活动和自然环境变化共同引发的一种地质灾害。福建省海岸带地质环境背景复杂,可将其海水入侵现状,对区内海水入侵进行了分类,初步分析了海水入侵的形成条件及其原因,并针对性提出今后进一步勘察与防范海水入侵的措施和建议。

**关键词** 建海岸带 地质环境 海水入侵 形成条件

中图分类号:P736.4 文献标识码:A

## BACKGROUND OF GEOLOGICAL ENVIRONMENT AND FORMATION CONDITIONS OF SEAWATER INTRUSION IN FUJIAN COASTAL AREA

YOU Meige

(Fujian Geo - Engineering Investigation Institute, Fuzhou 350002)

**Abstract** Seawater intrusion is a kind of geological disaster due to the effect of human activities associated with natural environment change. The background of geological environment is complex in Fujian coastal zones. The seawater intrusion can be divided into estuarine type, aquifer type and along fault zone type according to its ways. Finally, the paper points out to pay attention to the disaster of seawater intrusion in Fujian Province to avoid the deterioration of economic activities and the natural environment.

**Key words** Fujian coastal area, Geological environment, Seawater intrusion, Formation conditions

### 1 引言

海岸是重要的国土资源之一,是沿海人民赖以生存和进行生产活动的重要场所,也是国民经济发展的重要依托。

海水入侵,是沿海地区的一种重大地质灾害。按其形成原因、入侵途径及发生过程,一般可划分为两类:一类是受各种自然因素(如气候干旱或海平面上升)影响和人为因素(主要是过量开采地下水)作用,使海水通过地下水系统侵染滨海淡水层,一般

发生比较缓慢,为渐发性灾害,这类灾害通常具有明显的动力学背景;还有一类,主要发生在河口地区,常通过海洋表层,沿河道上溯入侵,特别受风暴潮、入海流量、潮汐、海流、风向及风速等因素的影响,一般发生比较突然,或者带有季节性,为突发性灾害<sup>[1-4]</sup>。

福建省海岸带是全省经济最为发达的地区,海水入侵造成的地质环境及社会问题对全省的经济以及人民生活带来较为严重的影响<sup>[5]</sup>。本文初步分析了福建省海岸带海水入侵的地质环境背景以及形成条件,并有针对性提出福建海岸防范海水入侵的

\* 收稿日期:2009-04-10;收到修改稿日期:2009-06-20。

作者简介:游美歌,从事水文地质工程地质。Email:zsdyng@126.com

措施和建议。

## 2 地质环境背景

福建省海岸带地处我国东南沿海地区,北起福鼎县沙垵的虎头鼻,南至诏安县洋林的铁炉岗,全长约 3752km,海岸带陆域面积约 14515.63km<sup>2</sup>。

区域气候类型属副热带季风性气候,地表水系发育,溪流密布,河流切割较深,较大的河流有闽江、晋江、九龙江等。水系均垂直于山脉走向,由西北向东南注入海洋。

沿海地带新生界地层出露较广,除第三系有玄武岩出露外,多为海陆相砂砾及泥砂松散沉积物组成。第四系按成因可分为残坡积层、海积层、冲洪积层和风积层;其中,海积层、冲洪积层主要分布于沿海河口平原地区、风积层主要分布于沿海岛屿一带,在山区山间盆地及沿河谷两侧冲洪积层较为发育。

本区地质构造复杂, NNE 与 NE 向的主干断裂控制着海岸的展布方位,在 NW 向的张性断裂与前者复合部位,海湾港湾发育。滨海陆地地貌以圆缓低丘、红土台地和河口平原为主。海岸呈现岬角与海湾相间、低丘与平原交错等特点。海岸带基岩有侏罗—白垩系火山岩类、燕山期花岗岩类、上三叠—侏罗系变质岩类和上第三系玄武岩类,岩石风化强烈;在河口和港湾地带第四系松散堆积物较为发育。

福建沿海地区地下水含水岩组的形成、分布等水文地质条件均受区域地质、地貌、气候、水文等自然地理因素的影响。

## 3 沿海重点城市海水入侵现状

根据国家海洋局发布的近 30a 来我国沿海海平面的监测结果,我国沿海海平面总体上升了 9cm,福建省沿海海平面上升相对较低,为 5~6cm。由于福建省北部沿海是山海相连,因此受海平面上升的影响并不明显,但对中部及南部沿海的福州、厦门、泉州以及莆田、龙海平原等地却有较大影响。福建省拥有的岸滩中,有相当部分是砂泥岸滩,抗蚀能力比较差,海面上升导致海水对堤岸下沙石冲刷的侵蚀力度越来越大,等到把海岸下层沙石掏空,整个海岸也就随之坍塌,海水入侵也就随之发生。福建省的

平原和主要城市都集中在中南部沿海地带,海拔高度多在 5m 以下,因此,该地区为海水入侵的重点区域(表 1)。

表 1 福建海岸海水入侵较严重的区域  
Table 1 Area of seawater intrusion in Fujian

序号	海湾名称	海水入侵较严重区域
1	东山湾	古雷半岛、漳浦旧镇、东山岛基岩岬海岸段
2	旧镇湾	六鳌半岛、镇海一流会角
3	围头澳	围头
4	泉州湾	祥芝岛、崇武半岛
5	湄洲湾	平海—石城角、泉港后龙镇
6	兴化湾	秀屿东桥镇、南日岛南部、江阴半岛东部岸边
7	闽江口	长乐樟港镇、黄歧半岛、粗芦岛歧头、海坛岛基岩岬角岸段
8	福宁湾	东冲半岛、霞浦下浒镇
9	沙垵港	南镇角

## 4 海水入侵类型与形成条件

按海水入侵途径可以划分出河口海水入侵、含水层海水入侵和沿断裂带的海水入侵 3 种类型。

(1)福州位于闽江下游,原是海湾经长期淤积成为平原。由于闽江流速减少产生分流,形成复杂的水系网,使得福州平原明渠暗沟错综复杂,湖泊、池塘星罗棋布。近年来,由于自然因素(气候和海平面上升)和人为因素(河流上游筑坝和调水)两方面的影响,在福州形成了河口型海水入侵。

(2)在福建莆田、平潭岛、海坛岛一带,由于近年来开采地下水的增多,使得海水入侵向陆地含水层逐渐扩散,是为含水层海水入侵。

(3)福建南部的漳州盆地和厦门杏林湾等地发现沿断裂带的海水入侵痕迹。主要原因是开采地下温泉水引起切割基岩的 NWW 向断裂带发生海水入渗造成。厦门杏林湾温泉水的氢同位素  $\delta D$  值与海水的  $\delta D$  值一致,显示热水补给源是海水,这一部分为沿断裂带的海水入侵。

从海水入侵的类型也可以看出,福建省海水入侵的形成是在天然和人类活动复合作用的结果,地下水的超量开采是诱发海水入侵的主要因素(图 1)。

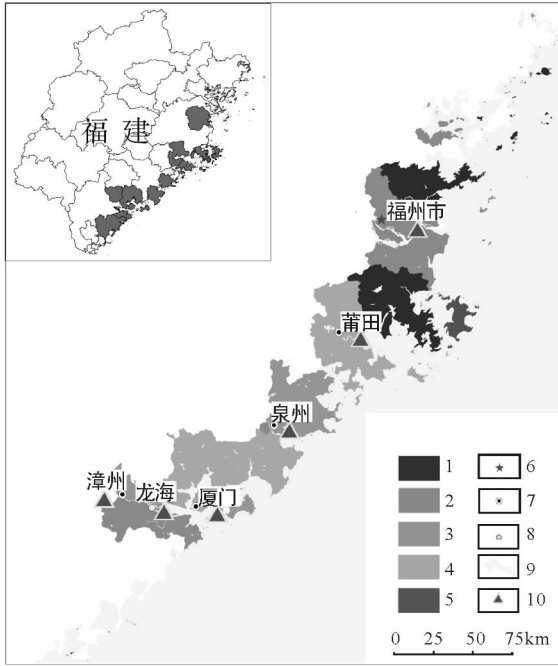


图1 福建地下水开采模数与海水入侵风险区

Fig. 1 Modulus of Fujian groundwater exploitation and seawater intrusion risk areas

1. 开采量模数  $< 0.1$  (万  $\text{m}^3/\text{a} \cdot \text{km}^2$ ); 2. 开采量模数  $0.1 \sim 1$  (万  $\text{m}^3/\text{a} \cdot \text{km}^2$ ); 3. 开采量模数  $1 \sim 3$  (万  $\text{m}^3/\text{a} \cdot \text{km}^2$ );
4. 开采量模数  $3 \sim 5$  (万  $\text{m}^3/\text{a} \cdot \text{km}^2$ ); 5. 开采量模数  $> 5$  (万  $\text{m}^3/\text{a} \cdot \text{km}^2$ ); 6. 省级行政区; 7. 地级行政区;
8. 县级行政区; 9. 河流、湖泊; 10. 海水入侵城市

## 5 结论

(1) 勘查深度不足,对海水入侵的全貌掌握不够。福建省海岸长达 3752km,所涉及的地貌类型、地质、水文地质条件复杂多样,可能存在面状、带状、脉状或树枝状、越流等各种入侵模式。目前需增加勘探深度,进一步查清福建沿海地区存在的海水入侵模式与现状。

(2) 入侵机理研究不深入。以往的海水入侵研究大多侧重于调查海水入侵的规模,而缺乏海水入侵过程中与原地下水、地下岩土介质相互化学作用的研究,以及缺乏由此造成的环境破坏、地下水污染影响评价与长期演化趋势分析等海水入侵对水土环境影响的评价。

(3) 考虑因素不全面。在海水入侵判断指标和

标准的选取上,不仅陆地部分不同地质、水文地质条件下所选指标可能存在差异,还应考虑洋流、潮汐、陆地来水方式等对海水与淡水水质背景值的影响,使指标的选取更为可信和合理。

(4) 海水入侵灾情评估的针对性不强,危害程度区划粗略。灾情评估不能仅仅基于海水入侵程度的调查和判断,而应与社会经济体系相结合。同样的海水入侵程度,对社会经济发展程度不同的区域,所造成的损失可能存在较大差异。因此,在海水入侵调查和防治研究中,宜根据地下水系统的结构特点(决定海水入侵的易发性)等自然条件划分出重点调查区,根据社会经济发展程度(决定海水入侵的潜在危害大小)划分出重点评估区,以充分体现调查和重点研究相结合的原则。

## 参 考 文 献

- [1] 郭占荣,黄奕普. 海水入侵问题研究综述[J]. 水文,2003,23,9 ~ 15.  
Guo Zhanrong, Huang Yipu. Comprehensive study on seawater intrusion, 2003, 23, 9 ~ 15.
- [2] 孙晓明,徐建国,杨齐青等. 环渤海地区海(成)水入侵特征与防治对策[J]. 地质调查与研究,2006, 29(3):203 ~ 210.  
Sun Xiaoming, Xu Jianguo, Yang Qiqing, et al. Character and prevention strategies of sea (saline) water Invasion in Circum - Bohai - Sea Region. Geological Survey and Research, 2006, 29 (3):203 ~ 210.
- [3] 黄磊,郭占荣. 中国沿海地区海水入侵机理及防治措施研究 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 2008, 19(2):118 ~ 123.  
Huang lei, Guo Zhanrong. Mechanism of sea water intrusion in China's coastal areas and its prevention countermeasures. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2008, 19(2): 118 ~ 123.
- [4] 马凤山,蔡祖煌. 论海水入侵综合防治应用技术[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2000,11(3):74 ~ 78.  
Ma Fengshan, Cai Zuhuang. Applied technique for comprehensive control of seawater intrusion. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2000,11(3):74 ~ 78.
- [5] 许珠华. 福建海岸海水入侵现状及防范措施[J]. 福建水产, 2008,(1):19 ~ 22.  
Xu Zhuhua. The seawater intrusion situation and preventive measures in Fujian coastal. Journal of Fujian Fisheries, 2008, (1):19 ~ 22.