

厦门市海水浴场泳季水质状况分析与污染防治对策*

杨东宁 袁东星 许鹏翔 邓永智

(厦门大学环境科学研究中心 教育部海洋生态环境开放研究实验室, 厦门 361005)

摘要 为调查厦门市海水浴场泳季水质状况, 并为监测管理工作提出对策建议, 根据 1997-5~10 月对厦门市 3 处有代表性的沙滩海水浴场主要水质指标, 如粪大肠菌群(FC)、DO、SS 及石油类等的监测分析, 确认 FC 为主要污染因子, 因其含量单次测值间差异十分显著. 采用数理统计方法研究其含量的时空分布及变化. 研究结果表明, 3 浴场水质状况基本符合本市潮间带功能区划的相应要求. 建议加强对沙滩浴场的综合整治和陆源污水排海方式的管理.

关键词 厦门市, 海水浴场, 水质监测, 污染防治.

Monitoring and Preservation of Coastal Bathing Water Quality of Xiamen in Swimming Season*

Yang Dongning Yuan Dongxing Xu Pengxiang Deng Yongzhi

(The Research Lab of SEDC of Marine Ecological Environment, Environmental Science Research Center,
Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract This study is based on the results of water quality monitoring of 3 representative coastal bathing beaches in Xiamen, performed over the time May to November, 1997. Analytical results of the main water quality indicators, including fecal coliform bacteria(FC), DO, SS and petroleum, supported that water quality of the concerned bathing beaches was fundamentally conforming to the requirements of functional zonation of inter-tidal area in xiamen. The key water pollution factor was identified as FC, which had significant perturbations of its population among individual determinations, ranging from 20 to $2.4 \times 10^5 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$. Statistical method was employed to describe the temporal and spacial distribution of FC populations and their variability in the 3 beaches, with averages of $1.1 \times 10^3 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$, $1.4 \times 10^4 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$ and $1.9 \times 10^4 \text{ ind} \cdot \text{L}^{-1}$, respectively. Advice on monitoring and management of water quality was raised as integrated treatment of the beaches, and strengthening the control of sewage discharging.

Keywords Xiamen, coastal bathing water, water quality monitoring, pollution prevention.

近年来, 厦门市部分浴场水质已有下降, 尤以粪大肠菌群(Fecal coliform Bacteria, FC)含量的增加为甚^[1]. 以 FC 为指示物的微生物污染是国内外海滨浴场的普遍问题之一^[2-4]. 关于这方面的环境水质标准的合理制定和有效执行尚在进一步研究中^[5, 6]. 本工作根据联合国东亚海域海洋污染预防和管理厦门示范区子项目的“厦门示范区海洋环境综合监测计划”, 对厦

门市黄厝浴场、厦大浴场和港仔后浴场夏秋泳季的海水水质进行监测, 并研究其主要污染因子 FC 的分布和变化, 为浴场管理及常规监测计划的制订提供参考信息.

* 本研究由联合国开发计划署(UNDP)和全球环境基金(GEF)资助(Project Supported by UNDP and GEF)
杨东宁: 男, 25 岁, 博士生
收稿日期: 1998-04-29

1 监测概况

(1) 监测海区与站位布设 监测海区选择黄厝浴场、港仔后浴场和厦大浴场(如图1). 根据厦门潮间带功能区划, 所选3个浴场分别属于Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ级沙滩浴场区. 每个浴场布设3个采样站, 共计9个站位. 站位分布于各浴场2侧和中间离岸50m处, 浴场内站位间距200m以上.

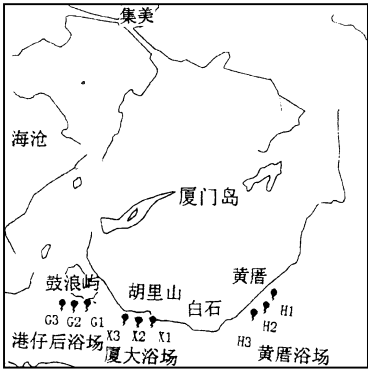


图1 监测海区及站位示意图

(2) 监测项目、时间和频次 监测时间为1997-05—1997-10. 选择大潮日期, 于高平潮时采样. FC、水温、悬浮物(SS)及水色等感官指标每15d监测1次, 共12次; 溶解氧(DO)及油类每30d监测1次, 共6次. 采样方式为游泳、涉水或乘船, 采集表层水样.

(3) 测定方法 每次采样后立刻进行分析测试. FC含量测定采用多管发酵法^[7], 其余项目测定依照《海洋监测规范》^[8]进行.

2 监测结果

2.1 沙滩浴场区水质状况

厦门岛东岸黄厝沙滩及鼓浪屿港仔后沙滩均属稳定型沙滩, 季节性变化明显, 但全年海滩剖面处于平衡稳定状态. 厦大浴场沙滩为全年处于强烈侵蚀状态的冲蚀型沙滩, 滩面蚀低, 岩石裸露, 岸滩环境质量呈持续下降趋势.

各监测浴场环境状况及部分夏、秋水质状况文献数据见表1^[1].

本浴场水质监测中各站位DO、石油类、SS和FC含量的监测结果见表2.

表1 海水浴场环境概况¹⁾

浴 场	沙滩状况		海洋水文气象状况(年均水温 21.3℃)			水质状况			评价等级
	长度 /m	砂粒	月均水温 20 以上月份	月均水温 25 以上月份	平均潮差 /m	pH	石油类 /μg·L ⁻¹	粪大肠菌群 /ind·L ⁻¹	
黄厝浴场	4000	粗	5—11	6—9	3.98	8.26	11.0	430	
厦大浴场	700	中粗	5—11	6—9	3.98	8.24	12.0	46000	
港仔后浴场	1000	中粗	5—11	6—9	3.98	8.20	19.5	15000	

1) 表中评价等级的依据除了沙滩浴场的规模及基本环境状况外, 主要是FC含量, 即Ⅰ级<2000ind·L⁻¹, Ⅱ级2000—20000ind·L⁻¹, Ⅲ级>20000ind·L⁻¹. 海水浴场水质标准: pH6.5~8.5, 石油类未检出, FC含量≤2000ind·L⁻¹.

由监测结果可见, 3个浴场的DO测值均优于景观娱乐用水质标准(GB12941-91)中的A类水质标准(适用于天然浴场, 应>5.0mg/L). 3处浴场DO测值有较明显的差异, 与其分别所在海域的受污状况及水文条件有关. 黄厝浴场处于受污轻的东海域, 主要受外海水影响; 厦大浴场水质主要受沿岸污水排放影响, 且其沿岸小范围环流使污染物扩散条件差, DO水平较低; 港仔后浴场位于受污较重的西海域与

九龙江口咸淡水交汇处, 加之夏秋2季有机质降解剧烈, 故其水体DO含量低. 事实上, DO含量与多种环境因素有关, 如光照、浮游生物活动及潮汐等; 同时, 通常短期(昼夜)DO含量波动亦十分显著^[9].

石油类测试采用荧光法, 测值较之文献值^[1](见表1, 紫外分光光度法测值)低. 其分布特征是: 黄厝浴场各站位普遍较低, 测值变化范围较小; 另2浴场测值相对较高, 特别是X3和

G1 两站位测值高,变化范围大,与这 2 站位分别紧邻旅游景点娱乐中心及排污管道口有关;G1 站位近旁出入的船只亦可能造成一定影响.

表 2 各监测站位水质监测结果¹⁾

站 位	DO	石油类	SS	FC
	/mg · L ⁻¹	/μg · L ⁻¹	/mg · L ⁻¹	/ind · L ⁻¹
H1	6.99	2.63	20.00	1000
H2	6.58	2.68	22.34	1200
H3	6.36	2.28	19.95	890
平均	6.65	2.53	20.76	1100
X1	6.20	3.61	19.62	21000
X2	6.09	4.03	17.71	26000
X3	6.19	6.67	19.06	13000
平均	6.16	4.77	18.80	19000
G1	5.88	6.97	15.66	22000
G2	5.96	4.13	15.99	13000
G3	5.81	3.98	17.36	8800
平均	5.88	5.03	16.34	14000

1) H 代表黄厝浴场, X 代表厦大浴场, G 代表港仔后浴场

各监测浴场 SS 含量大体相当,图 2 是不同采样时期各监测浴场 SS 含量变化情况.依照《海水水质标准(GB3097—82)》中适用于海水浴场及风景游览区的第二类海水水质标准,水面不得有油膜及浮沫等漂浮物质,SS 人为造成的量不得超过 50mg · L⁻¹.在本监测期内,由于台风(第 7、8 次采样时间)和环岛公路修建工程导致泥沙入海(第 10、11 和 12 次采样时间)的影响,相应时期的 SS 含量大幅度增加.值得注意的是,各监测浴场,特别是厦大浴场和港仔后浴场水面经常不同程度地有浮沫和聚集的水生植物枝叶等杂物漂浮.

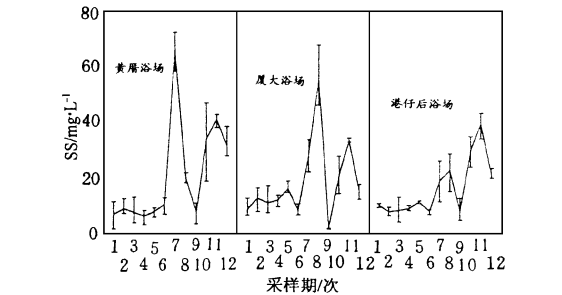


图 2 不同采样时期各监测浴场 SS 含量变化

所监测浴场水体 FC 含量是厦大浴场高于港仔后浴场,均远高于黄厝浴场.监测结果虽然与本市浴场区划等级要求基本相符,但前 2 处

浴场 FC 指标相对于景观娱乐用水质标准(GB12941-91)中的 A 类水质标准(天然浴场水体中 ≤ 2000ind · L⁻¹)显著超标.粪大肠菌群(FC)的存在及数量揭示了病原微生物存在的可能性.厦大浴场和港仔后浴场均为游泳者集中的场所,故 FC 所指示的污染对公众健康危害较大. FC 应作为本市浴场水质污染及其管理的主要指标.

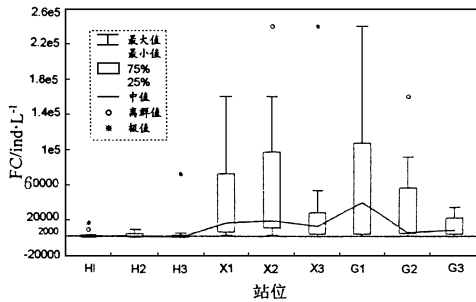
2.2 粪大肠菌群(FC)含量及分布

本监测期间 FC 含量在各浴场的分布及其随时间变化情况如表 3 及图 3 和图 4 所示.

表 3 各浴场粪大肠菌群监测结果/ind · L⁻¹

浴 场	测值范围	算术	几何	对浴场水质 超标率 ¹⁾ / %
		平均值	平均值	
黄厝浴场	20—72400	4400	1100	33.3
厦大浴场	1700—240000	47000	19000	97.2
港仔后浴场	1400—240000	37000	14000	97.2

1) 景观娱乐用水质标准(GB12941-91)



(H 代表黄厝浴场, X 代表厦大浴场, G 代表港仔后浴场)

图 3 各监测站位 FC 含量分布及范围

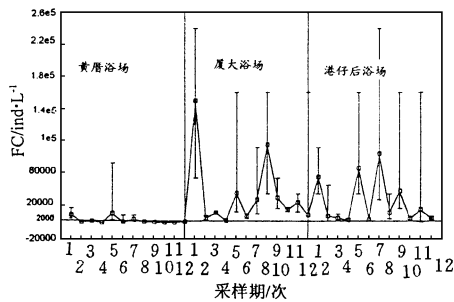


图 4 各监测时期 FC 含量变化情况
(连线为几何均值连线)

FC 含量的单次测值变化范围很大(表 3),

因算术平均值的计算受个别异常高测值的影响显著,故 FC 含量平均值采用几何平均方法计算。结果表明,港仔后浴场水体 FC 含量与文献的监测值相当,厦大浴场水体 FC 含量比文献值有较大幅度的降低,接近厦门市潮间带功能区划的一级海水浴场水质($2000 \sim 20000 \text{ind} \cdot \text{L}^{-1}$)的要求,这是近几年有关部门对厦大沙滩浴场进行综合治理的成绩,但该两处浴场水体中 FC 含量对景观娱乐用水水质标准中的 A 类水质标准($\leq 2000 \text{ind} \cdot \text{L}^{-1}$)严重超标的频率仍然接近百分之百,且某些单次测值异常高,其中 FC 含量高的站位 X2 和 G1 均靠近生活污水排污口。黄厝浴场水体中 FC 含量仍优于 A 类水质标准,但较文献值增加 1 倍。若根据景观娱乐用水水质标准,天然浴场在游泳季节内水质应保证全部分析样品符合水质标准,则所监测 3 处浴场水质均不符合标准。

本监测采样时间均为大潮高平潮时期。事实上,除不同时期及站位的受污状况的差异外,其它环境因素,如水温、光照、水团的不均匀性、潮汐等^[10],亦可能影响水体中粪大肠菌群含量。

3 结论与对策

(1) 所监测浴场水质状况基本符合厦门市潮间带功能区划的评价等级。监测期间水体中 DO 及石油类测值较稳定,黄厝浴场优于其它 2 处浴场;悬浮物测值受台风及土建工程影响有较大波动;主要污染因子粪大肠菌群数量在不同站位及时期的差异显著,使得评价结果的客观性受到一定影响。

(2) 沙滩浴场是厦门市潮间带旅游资源的核心,又是保护海岸的天然防御带,应合理规划开发,科学管理,以保证潮间带资源的持续利用。就所监测浴场而言,应对厦大浴场和港仔后浴场附近的陆源污水排海方式加强管理,并继续进行沙滩浴场综合治理;同时,应采取适当建设浴场公共服务设施等积极措施保护黄厝浴

场。泳季浴场管理需要规章化。

(3) 浴场水质监测是厦门市近岸水质监测的重要内容之一,应对浴场水质状况继续进行监测。考虑到监测成本,宜选择粪大肠菌群为重点,开展包括非泳季时期在内的连续监测及垂直剖面分析,并增加监测频次,以监视浴场水质状况和检查浴场环境管理效果。

致谢 本工作得到国家海洋局第三海洋研究所许昆灿研究员和暨卫东研究员的指导和帮助,特此致谢。

参 考 文 献

- 1 谢在团等. 厦门潮间带功能区划与管理. 厦门市海岛资源调查研究论文集. 北京: 海洋出版社, 1996. 125—143
- 2 Wyer MD, Kay D et al. Indicator Organism Sources and Coastal Water Quality: A Catchment Study on the Island of Jersey. *Journal of Applied Bacteriology*, 1995, **78**(3): 290—296
- 3 Wyer MD, Oneill G et al. Non-outfall Sources of Fecal Indicator Organisms Affecting the Compliance of Coastal Waters with Directive 76/160/EEC. *Water Science and Technology*, 1997, **35**(11—12): 151—156
- 4 马灿云. 秦皇岛市沿岸海水浴场水质现状及污染防治对策. *海洋环境科学*, 1997, **16**(2): 67—71
- 5 Pike EB. Recreational Use of Coastal Waters—Development of Health-Related Standards. *Journal of the Institution of Water and Environmental Management*, 1993, **7**(2): 162—169
- 6 Harding WR. Fecal Coliform Densities and Water Quality Criteria in 3 Coastal Recreational Lakes in the SW Cape, South Africa. *Water SA*, 1993, **19**(3): 235—246
- 7 国家环保局. 水和废水监测分析方法(第三版). 北京: 中国环境科学出版社, 1989. 508
- 8 国家海洋局编. 海洋监测规范. 北京: 海洋出版社, 1991. 153—253
- 9 Lee HS et al. Continuous Monitoring of Short Term Dissolved Oxygen and Algal Dynamics. *Water Research*, 1995, **29**(12): 2789—2796
- 10 Shiaris MP et al. Distribution of Indicator Bacteria and *Vibria Parahaemolyticus* in Sewage-polluted Intertidal Sediments. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1987, **53**(8): 1756—1761