

# 秦皇岛海水浴场环境质量评价

杨超<sup>1</sup>, 宋德海<sup>2</sup>, 傅圆圆<sup>1</sup>, 杨义明<sup>1</sup>, 张万磊<sup>1</sup>, 姚远<sup>1</sup>

(1.国家海洋局秦皇岛海洋环境监测中心站 秦皇岛 066002; 2.中国海洋大学物理海洋教育部重点实验室 青岛 266000)

**摘要:**文章分析秦皇岛4个海水浴场6个监测站位2015—2018年采集水质样品中粪大肠菌群和溶解氧的变化趋势,并结合《海水水质标准》和《海滨浴场游泳适宜度分级规定》,对4个浴场的水质进行分析评价。结果表明:粪大肠菌群是海水浴场的主要污染物,粪大肠菌群浓度的变化主要受降雨、游客数量、温度和陆源污染物影响。尤其强降雨后,粪大肠菌群浓度升高较明显。浴场的溶解氧含量变化不大,年均值均满足二类水质标准,其主要受水温和浮游生物等因素影响,峰值多出现在9月和10月。秦皇岛4个海水浴场的水质优良状况表现为南戴河浴场最好、东山浴场和北戴河浴场次之、西浴场最差。

**关键词:**秦皇岛;海水浴场;水质;粪大肠菌群;溶解氧

中图分类号:P76;X824

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2022)01-0088-06

## Environmental Quality Assessment of Qinhuangdao Bathing Beach

YANG Chao<sup>1</sup>, SONG Dehai<sup>2</sup>, FU Yuanyuan<sup>1</sup>, YANG Yiming<sup>1</sup>,  
ZHANG Wanlei<sup>1</sup>, YAO Yuan<sup>1</sup>

(1.Qinhuangdao Marine Environmental Monitoring Central Station of SOA, Qinhuangdao 066002, China;

2.Key Laboratory of Physical Oceanography, MOE, Ocean University of China, Qingdao 266000, China)

**Abstract:** In this study, the change trends of fecal coliforms and dissolved oxygen in water quality samples, collected from the six monitoring stations of the four bathing beaches from 2015 to 2018 in Qinhuangdao, were analyzed, combining the *Sea Water Quality Standard and Beach Rules for the Classification of Swimming Suitability in Bathing Beaches*, thus giving analysis and evaluation of the water quality of the four baths. The results are as follows: fecal coliforms are the main pollutants of bathing beaches. Changes in the concentration of fecal coliforms are mainly affected by rainfall, number of tourists, temperature and land-based pollutants. Especially after heavy rainfall, the concentration of fecal coliforms increased significantly. The dissolved oxygen content of the bathing beach had little change, and the annual average value satisfied the second-class water quality standards, which is mainly affected by factors such as sea surface temperature and plankton. The peaks mostly occurred in September and October. The water quality in Nan-

收稿日期:2021-03-18;修订日期:2021-12-06

基金项目:海洋公益性行业科研专项(201305003)。

作者简介:杨超,助理工程师,研究方向为海洋观测与监测

daihe Bathing Beach is the best of the four beaches in Qinhuangdao, followed by Dongshan Bathing Beach and Beidaihe Bathing Beach, and West Bathing Beach is the worst.

**Keywords:** Qinhuangdao, Bathing beach, Water quality, Fecal coliform, Dissolved oxygen

## 0 引言

海水浴场是紧密联系地方经济发展和人民生活的海洋功能区,受沿海地区经济快速发展的影响,近年来,近岸海域的污水排放量呈逐渐上升的趋势,水产养殖和游客量也越来越多,近岸海域水质呈现恶化趋势,海水浴场的水质状况受到直接的影响。有很多学者近年来对海水浴场的水质状况进行分析评价,汪进生等<sup>[1]</sup>认为影响海水浴场水质的主要因子为粪大肠菌群,粪大肠菌群超标的主要原因因为陆源排污量增多、降雨增加、水温和游客数量等因素引起。武曠<sup>[2]</sup>发现辽宁省海水浴场水质整体良好,粪大肠菌群是制约浴场质量等级的关键因素,应当引起重视。

秦皇岛作为我国最早开发的滨海旅游城市<sup>[3]</sup>,因其环境优美、气候宜人,又处在环渤海和京津冀两个经济圈中,每年暑期秦皇岛浴场接待游客人数众多。又因其地处我国唯一的半封闭内海——渤海辽东湾西岸,其浴场水体交换能力差,人为活动直接影响浴场的水质状况<sup>[4]</sup>。近年来,秦皇岛海水浴场受游客人数及周边环境压力的影响,其水质状况压力不断增大,目前海水浴场水质状况具有一定的代表性。本研究对秦皇岛市4个海水浴场2015—2018年水质状况进行分析评价,了解近年来影响水质的主要污染因子的变化情况,对浴场的管理以及水质的提升提供参考。

## 1 监测概况

### 1.1 站位布设

共设监测站位6个,分布于秦皇岛沿岸4个海水浴场,自西向东分别为南戴河浴场、北戴河浴场、西浴场和东山浴场。北戴河浴场为收费浴场,位于北戴河风景区中心,布设3个监测站位,3个站位均匀分布于整个海水浴场,并包括游泳者密度最大的点。南戴河浴场位于环海路南侧海上乐园和仙螺岛栈桥码头之间。西浴场位于河滨路海景广场海域。东山浴场位于秦皇岛市区求仙入海处景区海

域。南戴河浴场、西浴场和东山浴场为免费浴场,均在游泳者密度最大的点布设1个监测站位。

### 1.2 监测频率与时间

于每年6月24日至10月7日持续开展4个浴场共6个站位的监测。粪大肠菌群、透明度、水色、溶解氧在每周二、周六各测定1次;漂浮物、赤潮每天监测1次;水温、风浪、涌浪、天气现象、风向、风速、总云量、降水量、气温、能见度每天观测1次,观测时间为每日14时。

### 1.3 检测方法

(1)粪大肠菌群:纸片法 HY/T 147.5。

(2)溶解氧:碘量法 HY/T 126。

## 2 监测结果

### 2.1 粪大肠菌群

粪大肠菌群是影响海水浴场水质的重要指标之一<sup>[5]</sup>,我国海水水质标准把粪大肠菌群列为重要的指标<sup>[6]</sup>。分析秦皇岛4个海水浴场2015—2018年粪大肠菌群的监测数据,取4个浴场的年平均值、月平均值,为避免粪大肠菌群数据受个别异常高值影响,平均值采用几何平均值。

#### 2.1.1 逐年变化

图1给出了4个海水浴场粪大肠菌群浓度的逐年变化趋势,南戴河浴场粪大肠菌群的年平均值在4个浴场中最低,逐年变化幅度也最小,范围为19~49个/L;北戴河浴场粪大肠菌群的变化范围为51~498个/L,其中2015年粪大肠菌群最高并逐年下降;西浴场粪大肠菌群浓度相对较高,变化幅度也较大,范围为111~643个/L,最大值出现在2017年;东山浴场粪大肠菌群数量比南戴河浴场较高,范围为23~192个/L,也呈逐年下降趋势。总体来看,4个海水浴场的粪大肠菌群浓度西浴场最高,其次是北戴河浴场、东山浴场,南戴河浴场最低。

#### 2.1.2 逐月变化

4个浴场2015—2018年6—10月的粪大肠菌

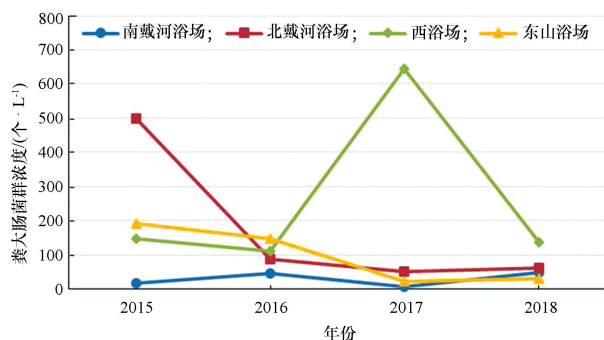


图1 秦皇岛4个海水浴场粪大肠菌群浓度逐年变化趋势

群浓度变化如图2所示。从图中可以看出,2018年8月4个浴场的粪大肠菌群浓度平均值均出现峰值,经查阅得知2018年8月14日台风“摩羯”北上,造成秦皇岛出现连续强降雨天气,连续的强降雨大大增加了陆源污染物进入海域的概率,从而导致粪大肠菌群浓度的增加,可见天气现象是影响浴场粪大肠菌群浓度的主要因素之一。

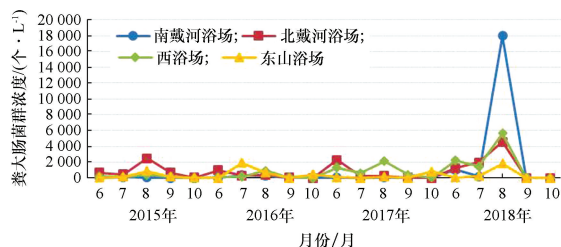


图2 秦皇岛4个海水浴场粪大肠菌群浓度逐月变化趋势

4个浴场中,南戴河浴场的粪大肠菌群浓度的月均值最低,大部分月份粪大肠菌群浓度小于200个/L;西浴场粪大肠菌群浓度有逐年上升的趋势;北戴河浴场和东山浴场历年粪大肠菌群浓度变化不大。从月均值的变化趋势可以看出,历年4个浴场的粪大肠菌群浓度均在6—8月出现上升趋势,9月和10月数值明显下降,而每年的7月和8月正是秦皇岛的旅游旺季,9月开始游客量逐渐减少,结合两者变化,推断游客量的多少与海水中粪大肠菌群的数量有直接的关联,游客数量的增加是水质变差的主要因素之一。

## 2.2 溶解氧

溶解氧作为水质评价的一项重要指标,其含量

的高低,直接影响到海水中生物的生长情况,如果溶解氧含量出现急剧下降,将直接影响浴场水质状况,甚至出现水体发臭、鱼类窒息死亡的情况<sup>[7]</sup>。

### 2.2.1 逐年变化

南戴河浴场、北戴河浴场、西浴场和东山浴场的溶解氧4年平均值分别为6.42 mg/L、6.39 mg/L、6.84 mg/L和6.69 mg/L,最低值出现在北戴河浴场,西浴场最高。4个海水浴场溶解氧逐年变化趋势如图3所示,从图中可以看出,2015年和2016年4个浴场溶解氧含量相差不大,但均在2016年出现4年来最低值,之后呈整体上升趋势。4个浴场中西浴场的溶解氧含量年均值变化最大,范围为6.04~7.35 mg/L;南戴河浴场溶解氧含量变化最小,范围为6.09~6.75 mg/L。

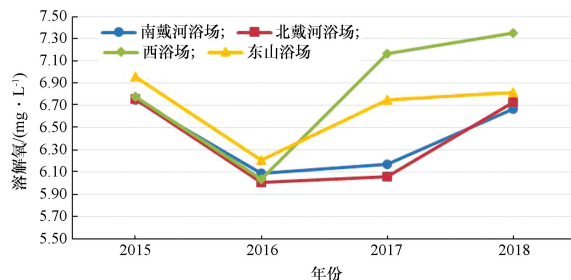


图3 秦皇岛4个海水浴场溶解氧含量逐年变化趋势

### 2.2.2 逐月变化

4个浴场2015—2018年6—10月的溶解氧变化如图4所示。4个浴场中西浴场的溶解氧月均值变化波动最大,2017年9月溶解氧含量最高,月均值为8.40 mg/L,2016年6月溶解氧含量最低,月均值为4.80 mg/L。南戴河浴场和东山浴场的溶解氧月均值波动相对较小,波动范围分别为5.28~7.85 mg/L和5.35~8.08 mg/L。

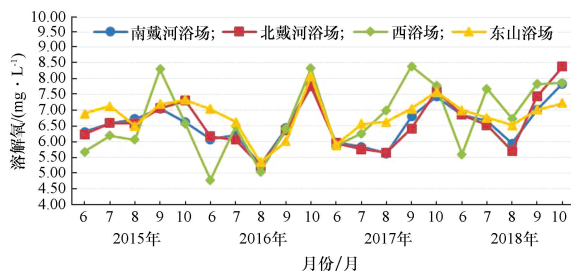


图4 秦皇岛4个海水浴场溶解氧含量逐月变化趋势

本研究分别对 4 个浴场每年的溶解氧变化情况可知,南戴河浴场 2015 年溶解氧含量月均最高值出现在 9 月,最低值出现在 6 月,2016—2018 年溶解氧含量月均最高值均出现在 10 月,最低值均出现在 8 月;北戴河浴场 2015—2018 年溶解氧含量月均最高值均出现在 10 月,除 2015 年溶解氧含量月均最低值出现在 6 月,其他年份最低值均出现在 8 月;西浴场 2015—2018 年溶解氧含量月均最低值均出现在 6 月,2015 年和 2017 年最高值出现在 9 月,2016 年和 2018 年最高值出现在 10 月。东山浴场 2015—2018 年溶解氧含量月均最高值均出现在 10 月,2015 年和 2017 年最低值出现在 6 月,2016 年和 2018 年最低值出现在 8 月。分析可知,4 个浴场历年溶解氧含量月均值均为 9 月和 10 月最高,6 月和 8 月最低。

从 4 个浴场的溶解氧月均值变化规律可知,溶解氧除了受水温影响,还受浮游生物的影响,夏季水文气象条件较适宜浮游生物大量增殖,随着浮游生物的增殖和消亡,溶解氧变化较大,近年来暑期西浴场海域受绿藻影响较严重,初步分析绿藻是造成西浴场溶解氧变化波动较大的原因之一。每年 9 月开始,水温逐渐下降,溶解氧主要受水温影响,含量逐渐升高,4 个浴场的溶解氧月均最高值也均出现在 9 月和 10 月。

### 2.3 4 个海水浴场水质状况分析

为了更好地了解各个海水浴场的水质变化情况,方便游客选取适宜游泳的浴场,根据国家环境保护总局办公厅下发的《关于在部分沿海城市开展海水浴场水质监测和信息发布的通知》中的《海滨浴场游泳适宜度分级规定》对 4 个海水浴场水质进行评价(表 1)。由于该规定未对溶解氧含量进行分级说明,溶解氧含量的评价标准依据《海水水质标准》<sup>[6]</sup>(GB3097—1997)中海水浴场执行二类水质标准进行评价,溶解氧含量大于 5 mg/L。

溶解氧均值采用算数平均值,粪大肠菌群为避免受个别异常高值影响,均值采用几何平均值。

#### 2.3.1 南戴河浴场

依据评价标准对南戴河浴场水质进行单因

子评价,综合评价结果如表 2 所示。由表 2 评价结果可知,2015—2018 年南戴河浴场水质总体以优良为主,2017 年浴场水质最好,不适宜游泳天数仅为 3 天,优良率达到 83.9%。4 年共监测 121 天,优良率总计为 71.1%,是较为理想的海水浴场。

表 1 海滨浴场游泳适宜度分级规定

| 指标                             | 游泳适宜度                  |           |             |                           |
|--------------------------------|------------------------|-----------|-------------|---------------------------|
|                                | 最适宜                    | 适宜        | 较适宜         | 不适宜                       |
| 质量等级                           | 一级                     | 二级        | 三级          | 四级                        |
| 水质                             | 优                      | 良         | 一般          | 差                         |
| 粪大肠菌群/<br>(个·L <sup>-1</sup> ) | ≤100                   | 101~1 000 | 1 001~2 000 | >2 000                    |
| 石油类/<br>(mg·L <sup>-1</sup> )  | ≤0.05                  | ≤0.05     | ≤0.05       | >0.05                     |
| 漂浮物质                           | 海面不得出现油膜、<br>浮沫和其他漂浮物质 |           |             | 海面无明显<br>油膜、浮沫和<br>其他漂浮物质 |

表 2 南戴河浴场游泳适宜度评价结果

| 评价     | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 监测天数/d | 30     | 30     | 31     | 30     |
| 最适宜/d  | 17     | 12     | 19     | 13     |
| 适宜/d   | 6      | 7      | 7      | 5      |
| 较适宜/d  | 4      | 4      | 2      | 2      |
| 不适宜/d  | 3      | 7      | 3      | 10     |
| 优良率/%  | 76.7   | 63.3   | 83.9   | 60.0   |

#### 2.3.2 北戴河浴场

北戴河浴场水质综合评价结果如表 3 所示。其中 2015 年浴场水质最差,优良率仅为 40.0%,2015—2017 年浴场水质状况有上升趋势,2018 年水质状况回落,2017 年水质为 4 年中最好。4 年优良率为 55.4%。北戴河浴场历年游客数量为 4 个浴场中最多,浴场周边宾馆及饭店也较多,游客数量与生活污水的排放直接影响北戴河浴场粪大肠菌群含量。近年来北戴河浴场在整治修复后,浴场水质得到了明显改善。

表 3 北戴河浴场游泳适宜度评价结果

| 监测     | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 监测天数/d | 30     | 30     | 31     | 30     |
| 最适宜/d  | 4      | 9      | 12     | 8      |
| 适宜/d   | 8      | 8      | 10     | 8      |
| 较适宜/d  | 7      | 2      | 2      | 2      |
| 不适宜/d  | 11     | 11     | 7      | 12     |
| 优良率/%  | 40.0   | 56.7   | 71.0   | 53.3   |

### 2.3.3 西浴场

西浴场水质综合评价结果如表 4 所示。2015—2018 年,西浴场水质有逐年变差趋势,2018 年不适宜游泳天数多达 19 天,占当年总评价次数的一半以上,4 年优良率仅为 47.9%。近年来,西浴场海域绿藻情况较严重,判断绿潮应是导致西浴场水质较差的主要原因之一。

表 4 西浴场游泳适宜度评价结果

| 监测     | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 监测天数/d | 30     | 30     | 31     | 30     |
| 最适宜/d  | 11     | 10     | 4      | 7      |
| 适宜/d   | 7      | 5      | 10     | 4      |
| 较适宜/d  | 1      | 1      | 2      | 0      |
| 不适宜/d  | 11     | 14     | 15     | 19     |
| 优良率/%  | 60.0   | 50.0   | 45.2   | 36.7   |

### 2.3.4 东山浴场

东山浴场水质综合评价结果如表 5 所示。2017 年浴场水质为 4 年中最好,优良率为 90.0%,2015 年和 2016 年浴场水质最差,优良率为 60.0%,东山浴场 4 年来优良率变化幅度较小。

表 5 东山浴场游泳适宜度评价结果

| 监测     | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 监测天数/d | 30     | 30     | 31     | 30     |
| 最适宜/d  | 10     | 6      | 16     | 12     |
| 适宜/d   | 8      | 12     | 11     | 9      |
| 较适宜/d  | 1      | 1      | 1      | 0      |
| 不适宜/d  | 11     | 11     | 3      | 9      |
| 优良率/%  | 60.0   | 60.0   | 90     | 70.0   |

## 3 结论

通过对 4 个海水浴场 2015—2018 年监测数据研究结果发现,无论是从粪大肠菌群浓度年均值角度来分析,还是从游泳适宜度的角度分析,4 个海水浴场的水质优良状况均表现为南戴河浴场最好、东山浴场和北戴河浴场次之、西浴场最差。而历年 4 个浴场的溶解氧含量变化较为稳定,年均值均符合二类水质标准。可推断粪大肠菌群为海水浴场的主要污染物。温应铭等<sup>[8]</sup>通过对海滨浴场水质状况分析评价也得出粪大肠菌群是影响浴场水质的主要因子,与本研究得出结果一致。通过对粪大肠菌群月均值分析发现,2018 年 8 月 4 个海水浴场粪大肠菌群浓度均出现历年来峰值,判断为台风天气造成的连续强降雨导致,可见降雨对粪大肠菌群的影响不容忽视。研究显示<sup>[9]</sup>,降雨后海水水质变差,进一步验证了本研究的推断。除此之外,有研究显示,盐度、pH、紫外线照射强度和海洋细菌、浮游植物所产生的有害物质是影响水中粪大肠菌群存活率的重要因素<sup>[10]</sup>。

4 个海水浴场的溶解氧含量年均值均大于 5 mg/L,符合二类水质标准。溶解氧除了受水温影响,还受浮游生物的影响,水温是主要影响因素。有研究指出,溶解氧含量与多种环境因素有关,如光照、浮游生物活动及潮汐等,同时通常短期溶解氧含量波动十分显著<sup>[11]</sup>。

近年来,西浴场海域绿藻情况较严重,根据水质评价结果,判断绿潮应是导致西浴场水质较差的主要原因之一。北戴河浴场历年游客数量为 4 个浴场中最多,浴场周边宾馆及饭店也较多,游客数量与生活污水的排放也导致北戴河浴场水质较差。

## 4 建议

通过对秦皇岛海水浴场环境质量进行分析评价,并分析水文气象因素与水质的相关性,对秦皇岛海水浴场的水质提升提出如下建议。

(1)粪大肠菌群是秦皇岛海水浴场的主要污染物,暑期应重点对粪大肠菌群进行监测分析,尤其是在降雨后,应加大采样频率。

(2)近年西浴场水质较差,绿潮、赤潮等海洋生

态灾害频发,严重影响浴场景观、舒适度和水质状况,建议对其发生机制及致灾原因进行深入的监测研究,以做好海洋生态灾害应对。

(3)浴场周边饭店宾馆林立,部分浴场娱乐设施较多。浴场管理部门应加强监督管理和宣传教育,防止生活污水等排入海水浴场、生活垃圾等随意丢弃沙滩,防止观光游艇等娱乐设施产生的含油污水等对浴场的污染。

(4)及时掌握海水浴场的水质动态变化,定期向社会公布海水浴场的水质状况,满足游客的知情权,对游客的健康和安全做出有力的保障。

(5)浴场相关管理部门和监测部门间需建立有效的信息联动机制,密切联系,做到信息畅通、沟通及时。

## 参考文献

- [1] 汪进生,孙立娥,王勇. 青岛第一海水浴场水质状况分析与评价研究[J].环境科学与管理,2017,42(2):145—147.
- [2] 武曠.“十二五”期间辽宁省主要海水浴场水质状况及变化趋势[J].环境研究与监测,2019,32(2):11—14.
- [3] 马灿云. 秦皇岛市沿岸海水浴场水质现状分析及污染防治对策[J].海洋环境科学,1997(2):67—71.
- [4] 丛明琦,宋爱君,赵冉,等. 秦皇岛近岸海域春季表层溶解氧饱和度和分析[J].现代盐化工,2019,46(4):13—14.
- [5] 焦俊鹏,章守宇,杨红,等. 杭州湾粪大肠杆菌和异养细菌的分布特征及其环境因子[J].上海水产大学学报,2000,9(3):209—213.
- [6] 国家环境保护局. GB3097—1997 海水水质标准. [S].北京:中国环境科学出版社,1997.
- [7] 鲁意扬,王颖,尹忠民. 大连市近岸海域水质污染类型及趋势研究[J].海洋通报,2001,20(2):92—96.
- [8] 温应铭,林镇南,邱斯平,等. 惠州市巽寮湾海滨浴场夏季水质状况分析与评价[J].应用预防医学,2019,25(4):318—320.
- [9] ZHANG W, WANG J, FAN J, et al. Effects of rainfall on microbial water quality on Qingdao No.1 Bathing Beach, China [J].Marine Pollution Bulletin,2012,66(1—2):185—190.
- [10] 林燕顺,周宗澄,叶德赞. 厦门港近岸水域中粪大肠菌群分布的初步研究[J].海洋学报,1983,5(6):789—792.
- [11] LEE H S, et al. Continuous Monitoring of Short Term Dissolved Oxygen and Algal Dynamics [J]. Water Research, 1995,29(2):2789—2796.