

民政總署  
INSTITUTO PARA OS  
ASSUNTOS CÍVICOS  
E MUNICIPAIS

# 2016年度 澳門泳灘水質監測報告



民政總署化驗所

## 目錄

一.	引言 .....	2
二.	細菌學參數監測結果和分級 .....	6
1.	細菌學參數監測結果 .....	6
2.	水質細菌學分級 .....	8
三.	理化參數監測結果及評價 .....	9
1.	感官和物理參數 .....	9
2.	有機污染參數 .....	10
3.	營養污染參數 .....	11
4.	重金屬污染參數 .....	13
5.	富營養化指數之評價 .....	13
6.	水質綜合評價 .....	14
四.	生物學參數監測結果 .....	17
1.	葉綠素檢測 .....	17
2.	藻類監測 .....	17
3.	其他生物 .....	18
五.	結論 .....	19

# 一. 引言

澳門民政總署化驗所於 2016 年 5 月開始監察泳灘的水質，對澳門南面兩個公眾泳灘 - 黑沙泳灘和竹灣泳灘的水質進行定期監測，以保障泳客的健康。



黑沙泳灘 - 被譽為澳門八景之一



竹灣泳灘 - 位於路環南端，面海靠山，環境優美

泳灘水質監測工作開始於 1994 年，由衛生局公共衛生化驗所每年進行有關監測計劃。為監測計劃的延續性和可比性，民署化驗所沿用此計劃，對監測點設置、採樣頻率及監測項目保持不變。在黑沙泳灘設置 3 個監測點分別位於 3 個救生亭對開水域、竹灣泳灘 2 個監測點設置在靠近泳區繩網的兩端。

當採樣人員到達泳灘時，會先觀察及留意現場的環境情況，如天氣變化、海面狀況等，包括是否出現紅潮及水母等生物。在現場進行酸鹼值及溶解氧等檢測後，採樣人員便把樣本運送到實驗室，進行化學（31 項）、細菌學（3 項）及生物學（7 項）檢驗。



現場檢測



微生物檢測



化學檢測

由於泳季（每年 5~10 月）泳灘的使用者眾多，在此期間須加強水質監測，因此泳季每週採樣 1 次，非泳季為每月 1 次。為符合泳灘的實際使用情況，於下雨或颱風後仍會安排採樣，但此時水質一般較差。

於 2016 年 5 月開始監察泳灘的水質，兩泳灘完成採樣 30 次(泳季為 28 次)，合共成功採集 120 個水樣本(泳季為 110 個)監測結果。



採樣人員抽取海水樣本

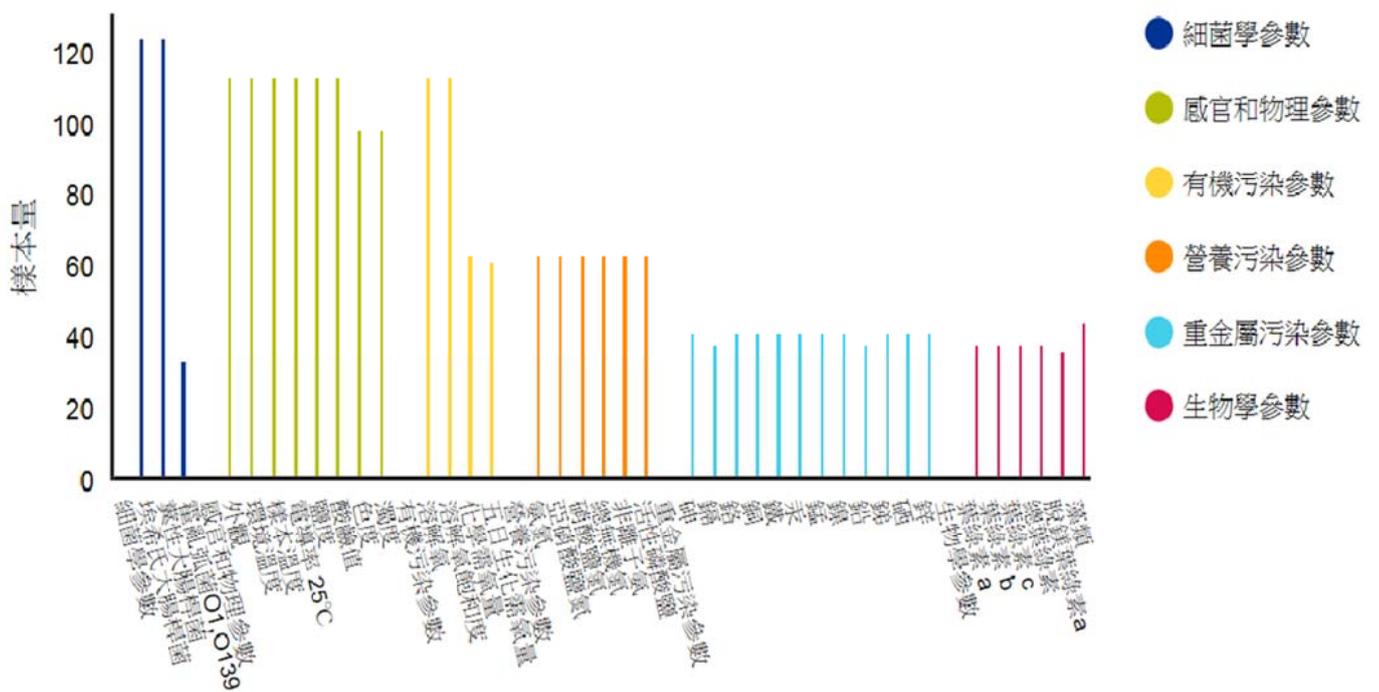


圖 1.1 2016 年各檢驗參數之樣本量統計

本報告對 2016 年澳門兩泳灘水質作出總結及評價，評價標準如下：

- 細菌學參數的評價參考香港環境保護署泳灘水質指標。
- 理化參數的評價參考中國《海水水質標準》(GB3097-1997) 第二類水：適用於水產養殖區、海水浴場、人體直接接觸海水的海上運動或娛樂區。

註：本報告引用有關 2012~2015年之數據由衛生局提供。

## 二. 細菌學參數監測結果和分級

### 1. 細菌學參數監測結果

細菌學監測項目包括糞性大腸桿菌、埃希氏大腸桿菌 (大腸桿菌) 以及霍亂弧菌。

- 埃希氏大腸桿菌 (大腸桿菌) : 2016 年泳季期間, 6 月錄得全年最高埃希氏大腸桿菌的每月幾何平均值為 659 CFU/100mL, 遠高於 2015 年的最高月平均值 106 CFU/100mL; 而 2016 年 7 月錄得最低月平均值為 3 CFU/100mL。

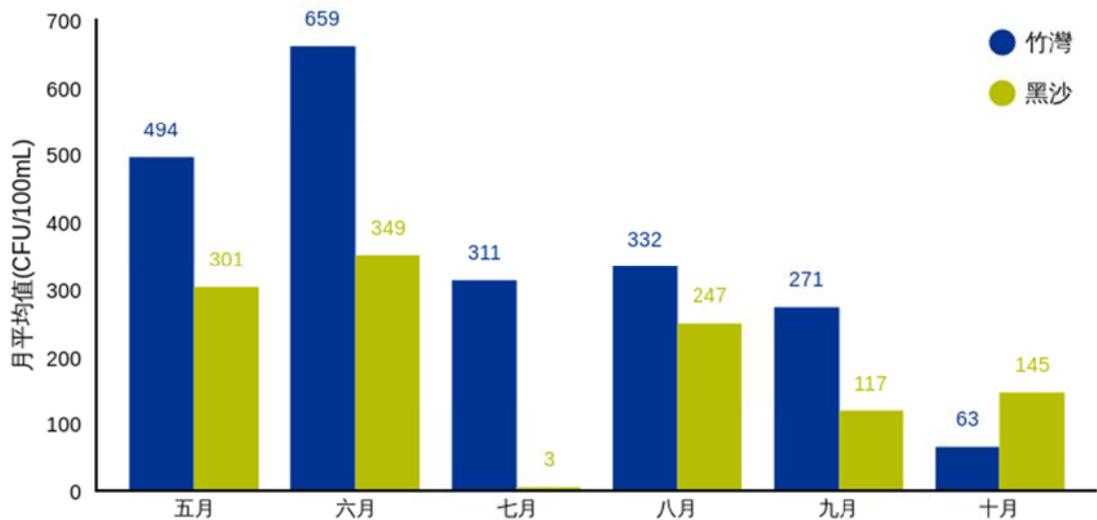


圖 2.1 2016 年埃希氏大腸桿菌月平均值

- 竹灣泳灘連續 6 次埃希氏大腸桿菌五次連續採樣幾何平均值大於 610 CFU/100mL, 及 5 個樣本檢出單次埃希氏大腸桿菌量超過 1600 CFU/100mL。
- 2016 年年度幾何平均值較過往 2 年有所增加, 主要是 2016 年沿岸環境水質變差, 期間偶有垃圾漂浮。

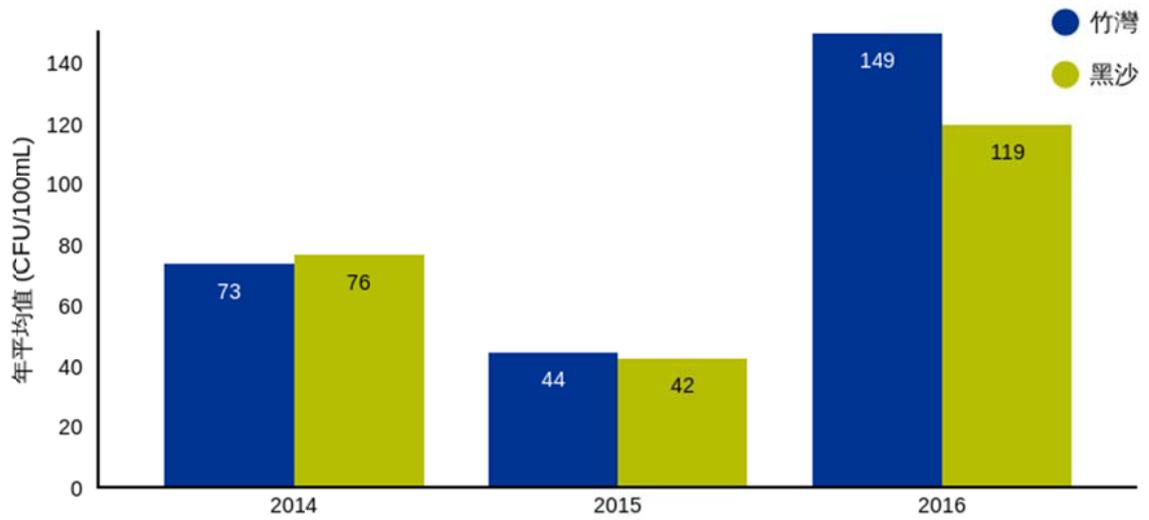


圖 2.2 2014 至 2016 年兩泳灘埃希氏大腸桿菌年平均値

- 糞性大腸桿菌：2016 年泳季期間，6 月錄得全年最高的每月幾何平均值為 2077 CFU/100mL，7 月錄得最低值為 44 CFU/100mL。

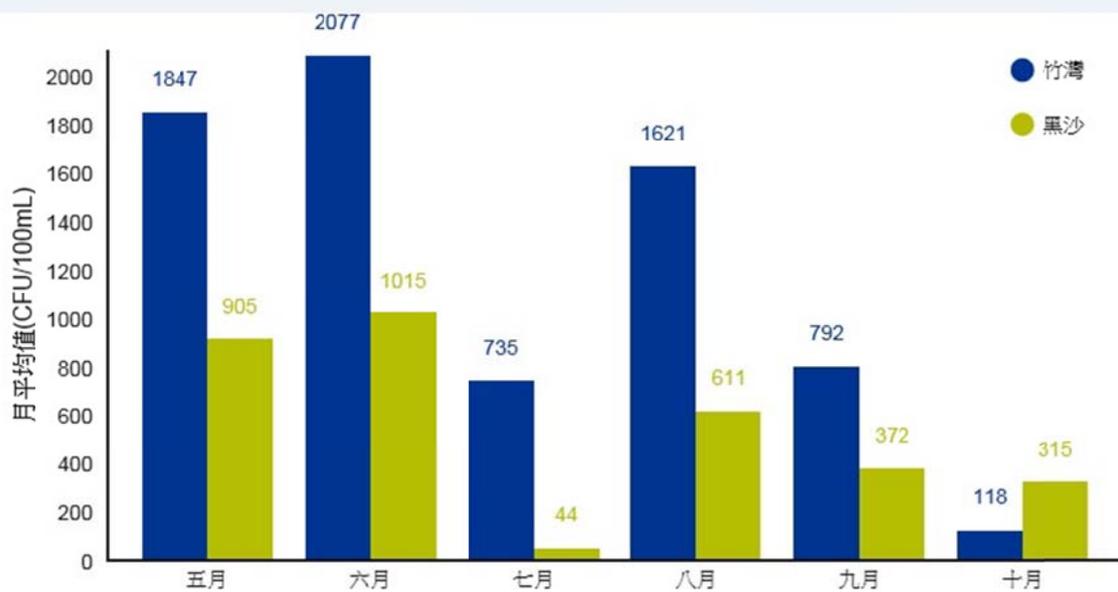


圖 2.3 2016 年糞性大腸桿菌月平均値

- 霍亂弧菌：未有檢出。

## 2. 水質細菌學分級

在 2016 年度細菌學監測結果中，參考香港環境保護署的泳灘等級制度，大部分泳季時段之水質均為“欠佳”等級；其中 6 月竹灣泳灘水質標準達“極差”等級，直至 10 月時兩泳灘均達“一般”等級。



### 三. 理化參數監測結果及評價

理化參數的監測結果分為感官和物理參數、有機污染參數、營養污染參數和重金屬污染參數四類；同時對富營養化指數以及水質作綜合評價。

#### 1. 感官和物理參數

感官參數（外觀、氣味）：

- 外觀：於 2016 年泳季的 28 次監測結果中，出現 17 次漂浮物（佔總數 61%），遠多於 2015 年（佔 14%），出現較多漂浮物估計與提早採樣時間有關。此外，亦出現 5 次水混濁偏黃，1 次於水面有泡沫（採樣前一天下大雨）。
- 氣味：監測水體臭味未見異常情況。

物理參數（水溫、環境溫度、電導率、鹽度、色度、濁度和酸鹼值）：

- 水溫在 20.3~32.3°C 之間，環境溫度在 20.4~35.7°C 之間，溫暖及適宜進行水上活動。
- 電導率在 8.7~41.9mS/cm 之間，鹽度在 4.6~24.7psu 之間，兩者均較為分散。5 月的監測數據較低，相信與該月份的雨水較充足有關。
- 色度處於較低水平，結果均低於或接近方法檢測限，在此濃度下泳灘使用者會發現泳灘水有輕微顏色。
- 濁度是除外觀及氣味以外，另一個影響泳灘使用者感官的最直接因素，而風浪引起的底泥泛涌則是水中濁度上升的主要原因。濁度分布在 12~500NTU 之間。
- 酸鹼值高於標準的數據分別佔兩泳灘的 36%（竹灣泳灘）和 12%（黑沙泳灘）。兩泳灘的酸鹼值於 5 至 9 月時有低於 7.8 的二類海水水質標準下限，估計是上游來水量增大而將大量有機物帶到兩泳灘鄰近水域。由於有機污染物在化學或生物降解過程的最終產物為二氧化碳，因而導致水體酸鹼值下降。

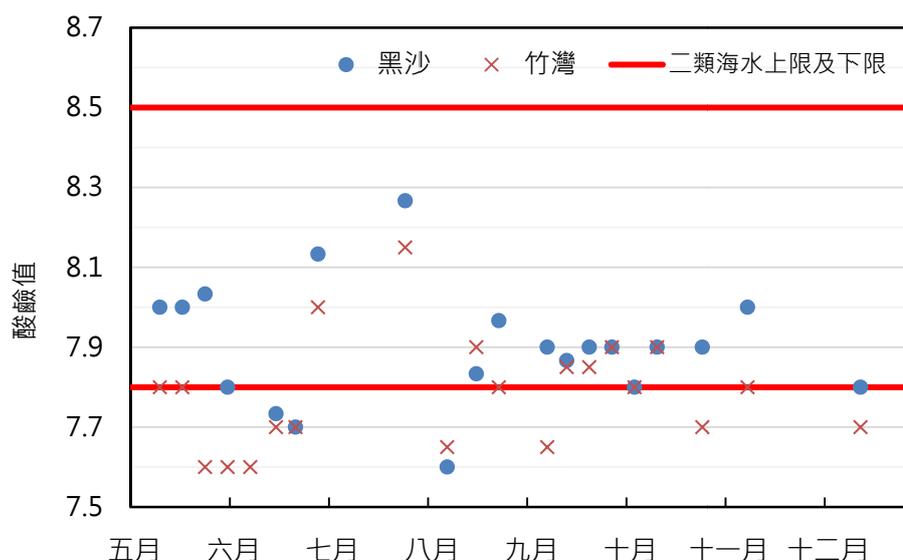


圖 3.1 2016 年酸鹼值監測結果

## 2. 有機污染參數

有機污染參數( 溶解氧、溶解氧飽和度、化學需氧量和五日生化需氧量 ) :

- 2016 年兩泳灘溶解氧和溶解氧飽和度總體維持在較高水平，95%的溶解氧監測結果達到二類海水水質標準 ( >5mg/L )，與 2015 年相若。溶解氧超標值出現在 8 月 10 日的黑沙泳灘。

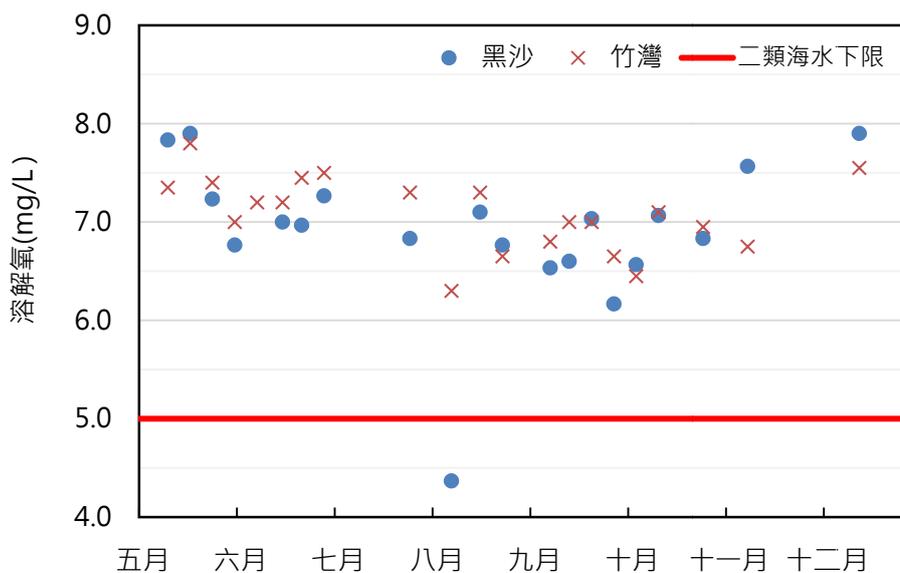


圖 3.2 2016 年溶解氧監測結果

- 2016 年化學需氧量的泳季平均值與 2015 年泳季比較，兩泳灘均有所上升，顯示水體中有機污染有所增加。

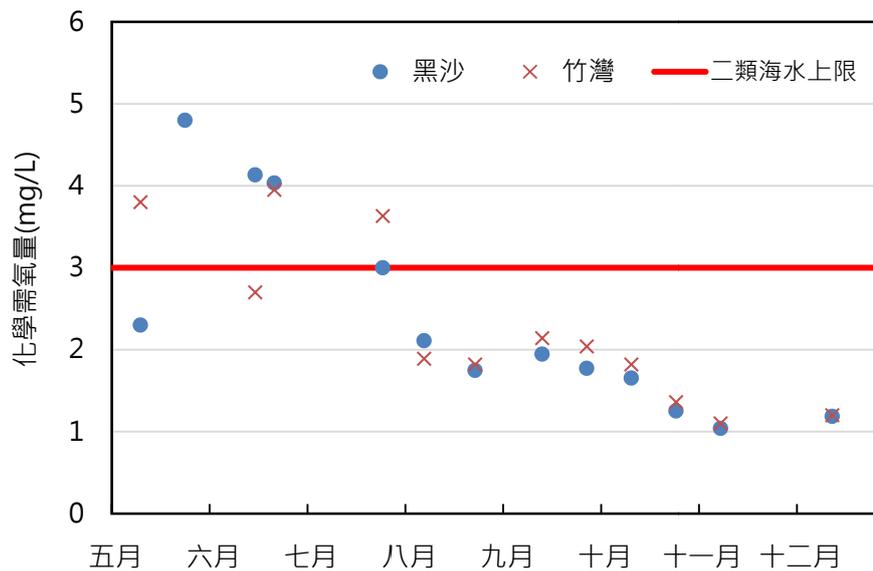


圖 3.3 2016 年化學需氧量監測結果

- 五日生化需氧量：結果均達到二類海水水質標準 ( $<3\text{mg/L}$ )。

### 3. 營養污染參數

營養污染參數共 6 個項目，包括氨、亞硝酸鹽、硝酸鹽、非離子氨、無機氮和活性磷酸鹽。當中非離子氨、無機氮與活性磷酸鹽在中國《海水水質標準》(GB3097-97) 列有分級標準。

- 硝酸鹽和無機氮有相似的變化規律，無機氮的組成中以硝酸鹽為主，而主要原因是兩泳灘水體中的溶解氧較高，有利於水體中的含氮污染物的硝化過程。
- 氨氮和硝酸鹽氮泳季平均值與 2015 年比較均有所上升。
- 非離子氨全部結果均達到二類海水水質標準 ( $<0.020\text{mg/L}$ )。
- 無機氮全部結果均不符合二類海水標準 ( $<0.30\text{mg/L}$ )，情況與 2015 年相同並有所上升，平均值超出標準 5 倍以上。

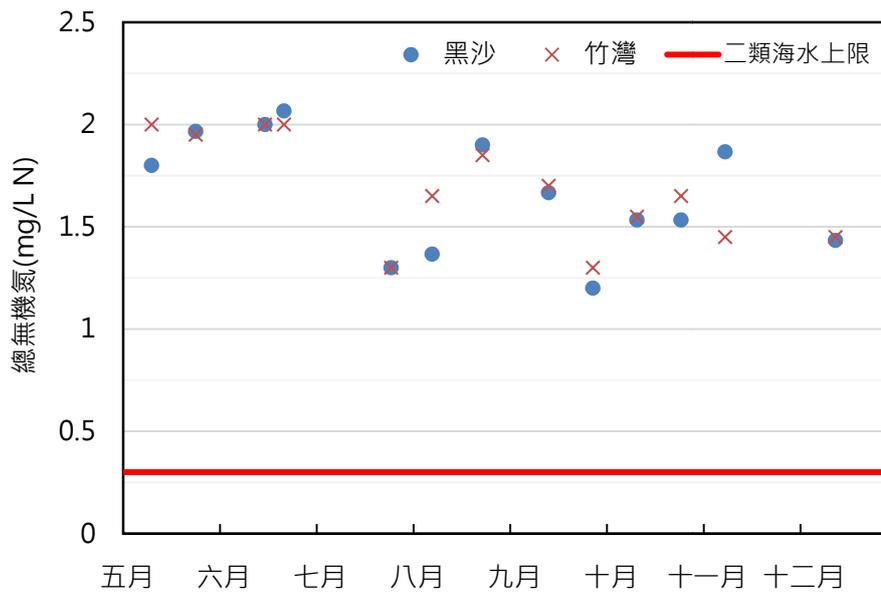


圖 3.4 2016 年無機氮監測結果

- 2016 年活性磷酸鹽 71% 結果達到二類海水水質 (<0.030mg/L)，高於 2015 年 (64%)。2016 年泳季的濃度在 0.002~0.075 之間，分布並無明顯的規率。

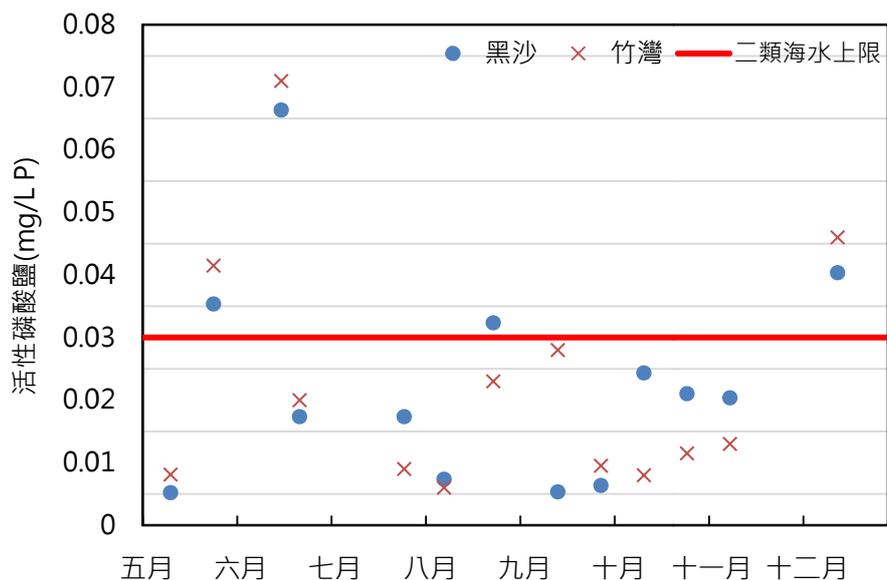


圖 3.5 2016 年活性磷酸鹽監測結果

## 4. 重金屬污染參數

重金屬污染參數包括 12 個項目，當中 9 個項目於中國《海水水質標準》( GB3097-97 ) 列有分級標準。

從監測結果顯示，兩泳灘水體於 2016 年泳季受重金屬污染的情況並不嚴重，在《海水水質標準》列出的 9 種金屬中，黑沙泳灘全部監測結果均符合二類海水標準，竹灣泳灘只有出現鉛、銅以及鋅的監測結果超標的情況，但均為單次事件。表中同時列出 2015 年的統計結果作比較。

表 3.1 泳季各重金屬污染參數統計

泳季平均值	竹灣泳灘		黑沙泳灘	
	2015	2016	2015	2016
砷* (mg/L)	0.0031	<0.010	0.0034	<0.010
鎘* (mg/L)	0.0001	<0.001	0.0001	<0.001
鉻* (mg/L)	0.0017	<0.010	0.0025	<0.010
銅* (mg/L)	0.0027	0.0042	0.0035	0.0037
鐵 (mg/L)	0.0009	0.63	0.0018	0.41
汞* (mg/L)	<0.001	<0.00020	<0.001	<0.00020
錳 (mg/L)	0.00005	0.026	0.00010	0.015
鎳* (mg/L)	0.002	<0.010	0.002	<0.010
鉛* (mg/L)	0.0028	<0.001	0.0028	<0.001
銻 (mg/L)	0.0010	<0.010	0.0009	<0.010
硒* (mg/L)	0.0009	<0.020	0.0010	<0.020
鋅* (mg/L)	0.013	0.025	0.013	<0.020

\* 中國《海水水質標準》(GB3097-97)列有分級標準的項目

註：2015 年之數據由衛生局提供

## 5. 富營養化指數之評價

富營養化指數表明該項參數表達的污染情況。評價指數越大表示水體富營

養化越嚴重，當指數大於 1 時，表示泳灘水質已達富營養化程度。

2016 年泳季期間富營養化指數範圍在 2.9~122 之間，所有結果的富營養化指數監測結果均大於 1。竹灣泳灘和黑沙泳灘的泳季平均值分別為 21 和 25，較 2015 年分別上升 61%和 108%，原因是活性磷酸鹽、化學需氧量和無機氮均有所上升。

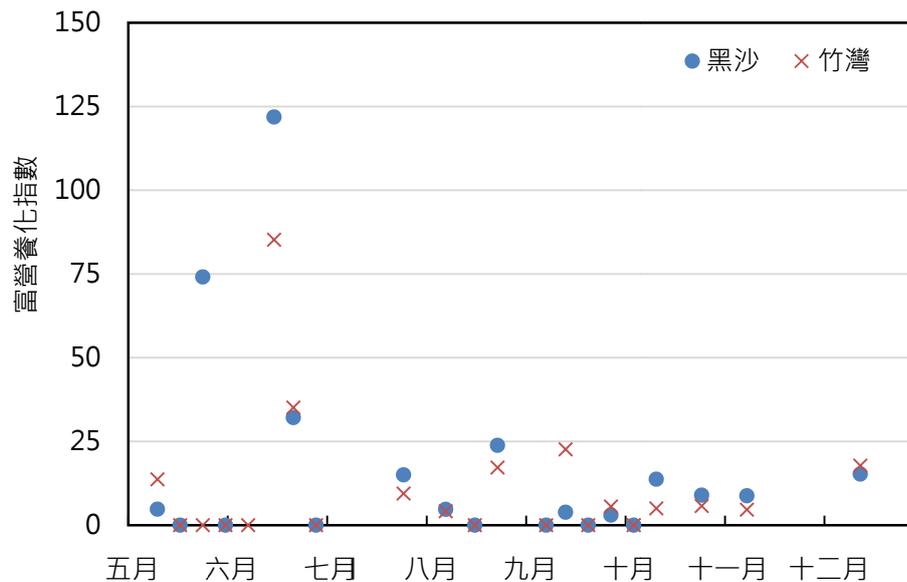


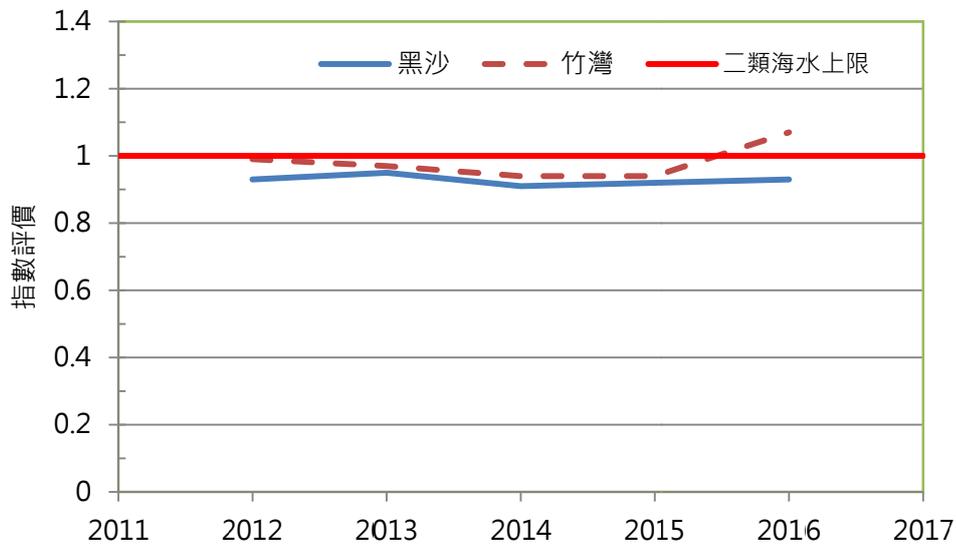
圖 3.6 2016 年富營養化指數監測結果

## 6. 水質綜合評價

水質綜合評價是將 16 項分級指標 ( 酸鹼值、溶解氧、化學需氧量、生化需氧量、非離子氨、無機氮、活性磷酸鹽、砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、硒和鋅 ) 作統計，是兩泳灘水質在 2016 年泳季的綜合體現。澳門沿岸水體主要受到包括營養污染物在內的非金屬污染，而受金屬污染較少，且水體中金屬污染物較容易受潮汐影響而出現異常值，因此除包括 16 項分級指標的總評價結果外，也列出非金屬污染物 ( 7 項分級指標：酸鹼值、溶解氧、化學需氧量、生化需氧量、非離子氨、無機氮、活性磷酸鹽、 ) 和金屬污染物 ( 9 項分級指標：砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、硒和鋅 ) 兩項指數進行統計分析，對泳灘水質的影響區分並作評價。

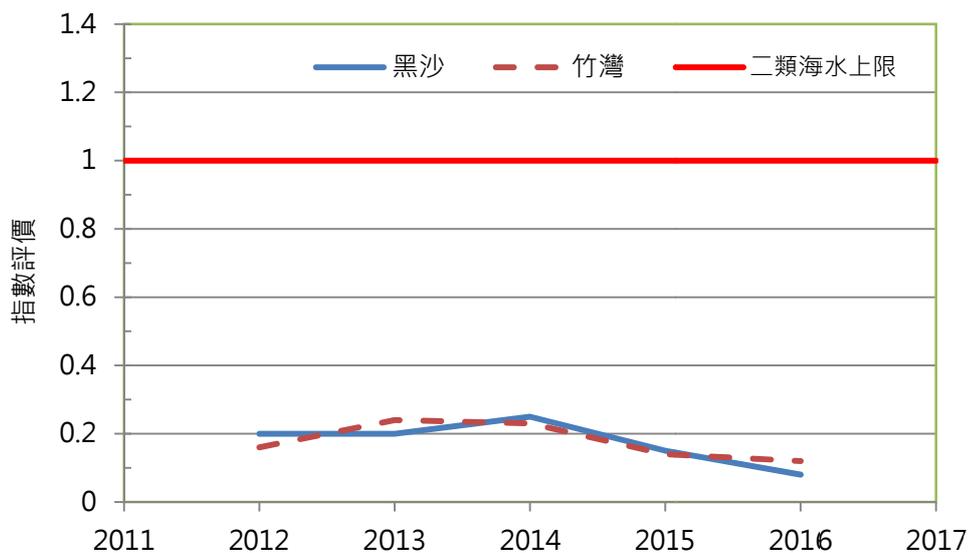
### 兩泳灘最近 5 年的評價指數：

- 非金屬評價：均處於較高的水平，由 2012 至 2015 年均處於臨界區間 ( $>0.9$ ) 內，而 2016 年的竹灣泳灘非金屬評價值達到 1.06 的水平，黑沙泳灘非金屬評價值於臨界區間為 0.93。過往 5 年，竹灣泳灘的非金屬評價值均高於黑沙泳灘，原因是竹灣泳灘的地形使其與外海的水體交換能力較差，導致非金屬污染物較難得到外海潮汐有效的物理稀釋。



註：2012~2015 年之數據由衛生局提供

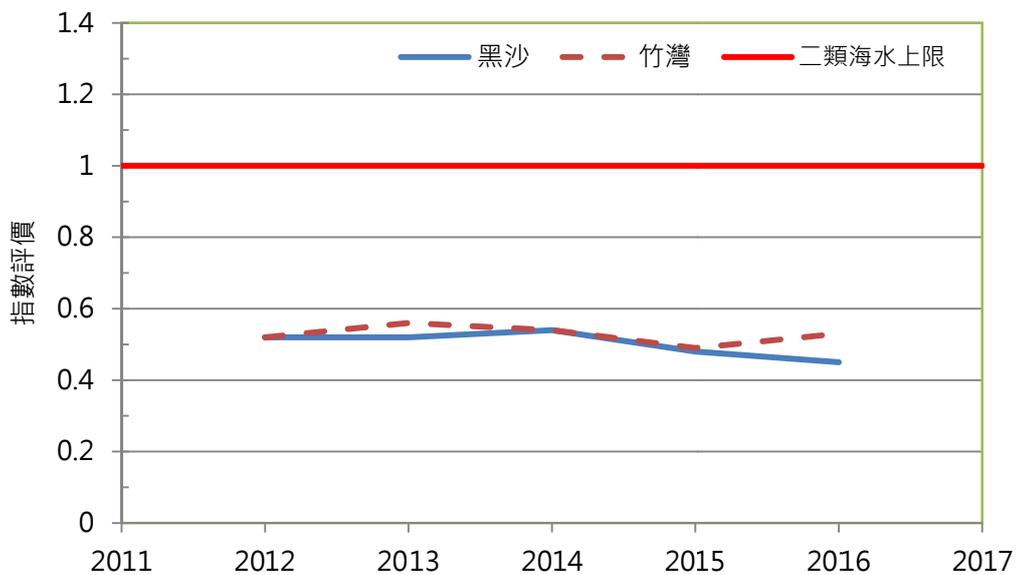
圖 3.7 近 5 年非金屬類評價結果



註：2012~2015 年之數據由衛生局提供

圖 3.8 近 5 年金屬類評價結果

- 金屬評價：兩泳灘 2016 年的金屬類評價值較 2015 年均有所下降，處於較低水平。
- 理化類評價：2016 年黑沙泳灘的總評價指數較 2015 年有下降，並處於中等水平，下降主要由於金屬類評價指數的下降所致，而竹灣泳灘的總評價指數較 2015 年有上升，亦處於中等水平，上升主要由於非金屬類評價指數的上升所致。



註：2012~2015 年之數據由衛生局提供

圖 3.9 近 5 年理化類總評價結果

## 四. 生物學參數監測結果

澳門沿岸水域水體呈現富營養化，長期處於紅潮的威脅當中。水中生物監測內容包括檢測水體中各種類的葉綠素（5 項）以及對藻類進行定性和定量監測。

### 1. 葉綠素檢測

兩泳灘於 2016 年泳季的葉綠素-a 監測結果較高(>10µg/L)，表示水體中藻類較為活躍。與 2015 年的統計結果比較，泳季 12 個監測結果中，50%的葉綠素-a 監測值高於 10µg/L，較 2015 年(30%)上升。2016 年泳季平均值也高於 2015 年泳季，均高於 10µg/L，顯示泳灘水體中的藻類較為活躍。

表 4.1 2016 年泳季葉綠素統計(µg/L)

泳季平均值	竹灣泳灘		黑沙泳灘	
	2015	2016	2015	2016
葉綠素 a	9	15.1	9	15.5
葉綠素 b	2	3.4	1	3.8
葉綠素 c	3	1.3	3	1.5
總葉綠素	15	19.2	13	20.2
脫鎂葉綠素	3	0.8	5	1.1

註：2015 年之數據由衛生局提供

### 2. 藻類監測

- 定性：兩泳灘最常見優勢藻均為中肋骨條藻，與 2015 年相同，分別佔總數 30.39%（竹灣泳灘）和 36.15%（黑沙泳灘）。
- 定量：兩泳灘水體中藻類均於 7 月最活躍，全年幾何平均值分別為 211 個/mL（竹灣泳灘）和 249 個/mL（黑沙泳灘），較 2015 年（32 和 41 個/mL）高。
- 紅潮：2016 年沒有發現紅潮。



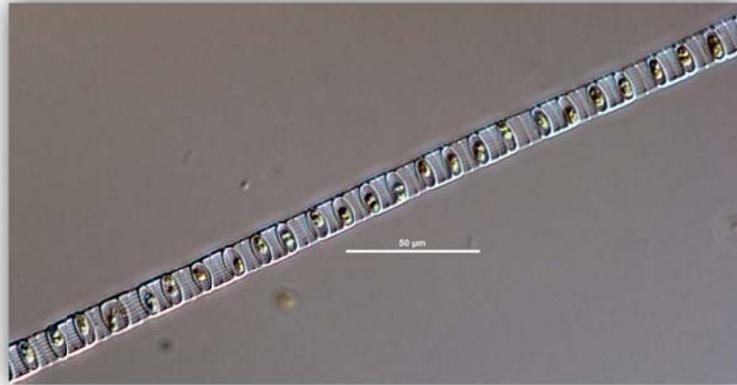


圖4.1 中肋骨條藻顯微鏡圖片

### 3. 其他生物

2016年於黑沙泳灘共發現1次出現少量死魚，1次於水體中出現大型水母。  
於竹灣泳灘發現2次少量死魚。



圖4.2 竹灣泳灘海面出現死魚（攝於6月16日）



圖4.3 黑沙泳灘水中出現體型較大水母（攝於9月28日）

## 五. 結論

1. 2016 年沒有樣本檢出霍亂弧菌 O1, O139。參考香港環境保護署的泳灘水質全年級別制，年度的泳灘水質的細菌類總體情況被評為“水質一般”，而於大部分泳季時段則水質欠佳。
2. 富營養化指數的平均值高於 2015 年，主因是無機氮、化學需氧量及活性磷酸鹽有所增加。
3. 兩泳灘的理化類總評價指數均處於中等水平，黑沙泳灘的總評價指數較 2015 年有所下降，而竹灣泳灘則有所上升。
4. 泳季期間兩泳灘葉綠素的監測結果數值較高，顯示水體中藻類較為活躍，出現紅潮的機會增大。而藻類數量較 2015 年有所增加。

