



環境保護署



# 檢討與制定海水水質指標

## 第一階段公眾諮詢

### 技術摘要

檢討本港海洋環境狀況及外國制定水質指標的做法

# 目錄

	頁數
<b>1. 簡介</b>	<b>1</b>
<b>2. 香港海洋環境的特點</b>	<b>1</b>
2.1 實益用途及敏感受體	1
2.2 一般水文、水質和主要生物群落	7
2.3 污染源和污染程度的特點	16
<b>3. 現有水質指標</b>	<b>22</b>
3.1 有待改進與修改之處	22
<b>4. 外國制定海水水質指標的做法</b>	<b>25</b>
4.1 營養物和物理性參數	26
4.2 有毒物質	26
4.3 生物性標準	27
4.4 泳灘的微生物水質指標	29
4.5 與生物累積和海產養殖相關的水質指引	32
4.6 中國與外國的水質指標制定方法總結	36
<b>5. 參考資料</b>	<b>39</b>
<b>6. 附件</b>	<b>48</b>
A1 被納入研究的水質參數和水質指標清單	49
A2 – A6 中國和外國的水質指標	51

表列	頁數	
表 2.1	香港七大水體現時的實益用途和敏感受體之總結	4
表 2.2	香港七大水體的物理特性和水質狀況總結	9
表 4.1	泳灘水域細菌指標指引 / 標準概述	31
表 4.2	中國和外國對海水水質指標的管理模式、立法架構及政策、制定方法、檢討方法和達標情況之總結	37

圖列	頁數	
圖 2.1	香港海域內不同特徵的七大水體	2
圖 2.2	香港海域內各種生物的棲息地和各類實益用途	3
圖 2.3	香港的水質變化，1986 - 2008	11
圖 2.4	后海灣水質管制區的水質變化，1986 - 2008	12
圖 2.5	吐露港及赤門水質管制區的水質變化，1986 - 2008	13
圖 2.6	維多利亞港水質管制區的水質變化，1986 - 2008	14
圖 2.7	香港水域紅潮發生次數和水質指標達標的情況，1986 - 2008	15
圖 2.8	珠江河口徑流對后海灣水質的影響	17
圖 2.9	環保署有毒物質監測計劃中的海洋環境採樣點	18
圖 2.10	香港海水的有毒物含量	19
圖 2.11	香港海域底泥中的微量有機化合物含量	19
圖 2.12	香港海域底泥中的有機化合物含量	20
圖 2.13	香港海域底泥中的金屬和無機化合物含量	20
圖 2.14	香港海洋生物中的微量有機化合物含量	21
圖 2.15	香港海洋生物中的金屬與無機化合物含量	21

## 簡稱 / 縮寫

%	百分比
‰	千分率
°C	攝氏溫度
AA	年平均數
ADI	每日可接受的攝取量
AF	評估因數
AFCD	漁農自然護理署
AFRI	急性發熱性呼吸道疾病
Ag	銀
Al	鋁
ANZECC	澳洲及新西蘭環境及保育委員會
APEC	亞太經濟合作組織
ARMCANZ	澳洲及新西蘭農業與資源管理委員會
As	砷
ASEAN	東南亞國家聯盟
BAF	生物累積系數
BC	英屬哥倫比亞
BCF	生物富集系數（或生物濃縮系數）
BMF	生物放大系數
BOD	生化需氧量
BU	實益用途
bw	體重
C <sub>b</sub>	背景濃度
CCC	基準持續濃度
CCME	加拿大環境部長議會
CCPC	海岸污染及環保研究中心
CCREM	加拿大資源和環境部長議會
Cd	鎘
CEPT	化學強化一級處理
cfu	菌落形成單位
CITYU	香港城市大學
CMC	基準最大濃度
Co	鈷
COD	化學需氧量
Cr	鉻
Cu	銅
DDD	二氯二苯二氯乙烷（滴滴滴）
DDE	二氯二苯二氯乙烯（滴滴伊）

DDT	二氯二苯基三氯乙烷（滴滴涕）
DO	溶解氧
dw	乾重
EC	歐盟委員會
EC <sub>50</sub>	半數最大效果濃度
EPA	美國國家環境保護局
EPD	香港環境保護署
EQG	環境品質指引
EQS	環境品質標準
ERL	環境風險範圍
ERM	環境資源管理
EU	歐盟
FAO	聯合國糧食農業組織
FAV	最終急性毒性值
FCV	最終慢性毒性值
FI	魚類攝取量
FSANZ	澳洲新西蘭食品標準局
g	克
ha	公頃
HATS	淨化海港計劃
HC <sub>5</sub>	NOEC 或 EC10 數據的物種敏感度分布中能夠保護 95 %物種的濃度
HCB	六氯苯
HCH	六氯化苯
Hg	汞
HKSAR	香港特別行政區
HU	Hazen 單位（量度色度）
kg	公斤
km <sup>2</sup>	平方公里
K <sub>ow</sub>	辛醇—水分配系數
L	公升
LC <sub>50</sub>	半數測試物種的致死濃度
LOEC	最低可測影響濃度
LOEL	最低反應劑量
m	米
MAC	最大容許濃度
MAC <sub>eco</sub>	生態系統之最大容許濃度
MAC-EQS	保護生態免受短期、直接和急性毒性效應影響之水中最大容許濃度
MEP	中國環境保護部
mg	毫克
Mg	鎂

mL	毫升
MPC	最大允許濃度
N	氮
NA	最大允許濃度的可忽略添加
NC	可忽略之濃度
ng	毫微克
NGO	非政府組織
NH <sub>3</sub>	氨
NH <sub>3</sub> -N	氨氮
NHMRC	澳洲國家健康與醫療研究委員會
Ni	鎳
NO <sub>2</sub>	亞硝酸鹽
NO <sub>3</sub>	硝酸鹽
NOAEL	無不良反應之劑量
NOEC	無毒害濃度
NO <sub>x</sub>	氮氧化物（硝酸鹽和亞硝酸鹽化合物）
NTU	散射濁度單位
O <sub>2</sub>	氧氣
OECD	經濟合作暨發展組織
P	磷
PAH	聚芳烴
Pb	鉛
PBDE	多溴聯苯醚
PCB	多氯聯苯
PCDDs	多氯二苯並二噁英
PCDFs	多氯二苯並呋喃
Pg	皮克
PNEC	預估無毒害濃度
PNEC <sub>oral</sub>	預估無毒害口服濃度
POPs	持久性有機污染物
PRD	珠江三角洲
Pt	鉑
QS	質量標準
RC	參照濃度
RfD	參照劑量
RIVM	荷蘭國家公共衛生與環境中心
s	秒
SCTEE	歐盟毒性、生態毒性和環境科學委員會
SF	安全系數
spb	生物間接中毒

SRC	嚴重的風險濃度
SS	懸浮固體
SSD	物種敏感度分布
SSDS	策略性污水排放計劃
SSSI	具特殊科學價值地點
STW	污水處理廠
TBT	三丁基錫
TDI	可容忍的每日攝取量
TDS	總溶解固體
TEQ	毒性當量
TIN	總無機氮
TL	閾值
TN	總氮
TON	臭閾值
TP	總磷
TRC	組織殘留標準
TRG	組織殘留指引
UK	英國
UKTAG	英國技術諮詢小組
US	美國
USA	美國
USEPA	美國國家環境保護局
V	釩
VROM	荷蘭房屋、土地規劃和環境部
WCZ	水質管制區
WHO	世界衛生組織
WQC	水質準則
WQG	水質指引
WQO	水質指標
WQS	水質標準
ww	濕重
Zn	鋅
µg	微克

# 1 簡介

- 1.0.1 此項檢討與修訂海水水質指標的研究於 2008 年 10 月開始。到目前為止，我們已對現有海水水質指標、本港海洋環境狀況及外國制定水質指標的做法進行了初步的檢討。
- 1.0.2 此項研究對本港海域的實益用途、海水水質管理、海洋保育、近岸開發、環境影響評估和污染管制等方面均十分重要。我們樂於儘早在研究初期聽取您的意見，以制定一套長遠合適本港的海水水質指標。
- 1.0.3 檢討海水水質指標的目的、必要性及初步的檢討事宜已在《第一階段公眾諮詢文件》中作詳細說明。本技術摘要旨在提供較深入的技術資料。

## 2 香港海洋環境的特點

- 2.0.1 香港水域在河口—海洋過渡層的水文條件、水流、水深、海底地形狀況、潛在的污染源、污染程度、海洋生物的分布及各種敏感受體的位置等方面都存在著基本的差異。根據這些差異，香港水域被劃分為七大水體（圖2.1）。以下章節概述這七大水體的實益用途及敏感受體情況，也總結了七大水體的物理、化學和生物特徵。

### 2.1 實益用途及敏感受體

- 2.1.1 以下及表 2.1 總結了本港海域的典型實益用途和敏感受體，圖 2.2 則顯示其分布情形：

- (a) 具特殊科學價值的地點（SSSI）
- (b) 具高度保護價值的地點 / 物種（例如珊瑚、海草、紅樹林和海洋哺乳動物）
- (c) 海岸公園和海岸保護區
- (d) 繁殖和產卵地
- (e) 海產養殖區和養蠔區
- (f) 重要生態物種的棲息地（如關鍵物種）
- (g) 泳灘和次級接觸康樂活動區
- (h) 作沖廁及冷卻之用的海水抽取
- (i) 航海
- (j) 污水排放
- (k) 污泥棄置和海沙抽取





圖 2.1 香港海域內不同特徵的七大水體



圖 2.2 香港海域內各種生物的棲息地和各類實益用途

表 2.1 香港七大水體現時的實益用途和敏感受體之總結

	水體（見圖 2.1 及本表註釋）						
	1	2	3	4	5	6	7
	后海灣	西部水域	南部水域	*維多利亞港 (及將軍澳)	東部水域	大鵬灣	吐露港及 赤門海峽
<b>現時實益用途</b>							
自然保護區 和具特殊科學價值地點	✓	✓	✓		✓	✓	✓
維護自然生態系統及野生動物種	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
供人類食用的魚類、甲殼類和貝類生物之養殖	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
游泳、潛水和直接接觸康樂活動	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
划船、釣魚和次級接觸康樂活動	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
觀賞	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
工業和民用供水	✓	✓	✓	✓	✓		✓
沖廁供水		✓	✓	✓	✓		✓
抽取海水的進水口	無	有 (3 個建議的海水抽水站和 1 個現有的海水抽水站)	無	有 (1 個建議的海水抽水站) 和 16 個現有的海水抽水站	1 個建議的海水抽水站	無	有 (2 個現有的海水抽水站)
航海與航運		✓	✓	✓	✓	✓	✓
避風塘		✓	✓	✓	✓		✓
污水排放的吸納和稀釋	✓	✓	✓	✓	✓		✓

	水體 (見圖 2.1 及本表註釋)						
	1	2	3	4	5	6	7
	后海灣	西部水域	南部水域	*維多利亞港 (及將軍澳)	東部水域	大鵬灣	吐露港及 赤門海峽
<b>敏感受體</b>							
具特殊科學價值地點	尖鼻咀鷺鳥林繁殖地；尖鼻咀；后海灣內灣；白泥；米埔	無	深灣；石澳山仔；大嶼山石散頭海灘；大潭海港(內灣)	無	大浪灣；白沙灣半島；果洲群島	鴉洲；荔枝窩海灘；赤洲；沙頭角鹽灶下	企嶺下；汀角
海岸公園 / 保護區	無	1 個 (沙洲及龍鼓洲海岸公園)	1 個 (鶴咀海岸保護區)	無	無	2 個 (印洲塘海岸公園；東平州海岸公園)	1 個 (海下灣海岸公園)
海洋哺乳動物	中華白海豚(++)	中華白海豚(++++)	中華白海豚(++) 和江豚(++)	中華白海豚(+)	江豚(+)	江豚(+)	無
繁殖和產卵地	無	魚類	魚類、蝦、螳螂蝦、蟹	無	魚類	魚類	無
海產養殖	1 個養蠔區	無	4 個海魚養殖區	2 個海魚養殖區	7 個海魚養殖區	9 個海魚養殖區	4 個海魚養殖區
珊瑚	無	無	14 個地點	無	12 個地點	6 個地點	5 個地點
紅樹林	6 個地點	6 個地點	4 個地點	無	8 個地點	9 個地點	10 個地點
海草	6 個地點	3 個地點	無	無	2 個地點	6 個地點	無
泳灘	無	6 個憲報公布的泳灘	21 個憲報公布的泳灘	8 個憲報公布的泳灘	6 個憲報公布的泳灘	無	無
次級接觸康樂活動用途	有(+)	有(+)	有(++)	有(+)	有(+++)	有(+++)	有(++++)

(+) 代表該敏感受體在有關水域內的相對豐富度。

註釋：

1. 水體是根據水文和海底地形狀況、潛在污染源、污染物含量、海洋生物區及敏感受體的位置而劃分的。\*維多利亞港涵蓋青衣海域、維多利亞港、將軍澳和東龍洲以東的水域。東部水域區包括大鵬灣以南和牛尾海。大鵬灣僅限於大鵬灣水域並延至石牛洲和黃茅洲。
2. 環境保護署：具特殊科學價值地點 (SSSI) 的生態價值理據 ([http://www.epd.gov.hk/epd/textonly/english/environmentinhk/eia\\_planning/sea/terr\\_table74a.html](http://www.epd.gov.hk/epd/textonly/english/environmentinhk/eia_planning/sea/terr_table74a.html)) (只有英文版本)
3. Shin et al. (2004)
4. Leung (1999)
5. CITYU (1999)
6. Leung and Leung (2000)
7. Taylor (1994)
8. Leung and Morton (2000)
9. Blackmore and Rainbow (2000)

10. Leung (1992)
11. Shin (1985)
12. Taylor and Shin (1989)
13. Taylor (1992)
14. Binnie (1995a)
15. ERM (1998)

## 2.2 一般水文、水質和主要生物群落

2.2.1 我們對本港各水體的一般水文狀況和水質有透徹的瞭解。本港整體海域可分為三大部分：西部水域為較封閉的海灣河口環境，東部水域為開闊的海洋環境，中部則為過渡區。由於受維多利亞港周邊都市的影響，中部過渡區所接受的污染負荷較大。表2.2闡述並比較了本港不同水域的主要物理特徵及水質狀況（鹽度、溫度、營養物、水流、海底地形、懸浮固體、細菌含量）、和污染源（資料摘自香港環境保護署的海水水質監測計劃於2003年至2007年所錄得的數據；<http://epic.epd.gov.hk/ca/uid/marinehistorical>）。除特別註明外，表中所示的數據為中位值，以用作一般的說明及比較。以下分節提供了與此項檢討研究相關的重點概要。

2.2.2 本港不同水域的營養物含量分析顯示：

- 后海灣水域的總氮（1.53 毫克/升）、總磷（0.13 毫克/升）、非離子氨（0.017 毫克/升）和總無機氮（1.36 毫克/升）的含量最高。這些營養物含量在西部和南部水域逐漸減少，反映珠江水水流對后海灣的影響較大，尤其在夏季期間珠江流量處於高峰期時，珠江水流對本港水域的影響最大。另一方面，后海灣的營養物含量相對較高，可能與該處為半封閉海灣及其稀釋能力較低有關。
- 在接納污水排放的維多利亞港，總氮（0.18 毫克/升）、總磷（0.02 毫克/升）、非離子氨（0.001 毫克/升）和總無機氮（0.095 毫克/升）的濃度亦高。
- 由於東部水域與大鵬灣為海洋水域，離珠江和污水排放點較遠，因此營養物含量較低。
- 吐露港及赤門海峽的總氮含量（0.22 毫克/升）較大鵬灣（0.17 毫克/升）與東部水域（0.14 毫克/升）的為高。

2.2.3 本港水域浮游植物的生物量是受到一系列物理化學與生物因素所影響，而這些因素亦與珠江和海洋水流的季節性變化、污水排放量，及由夏季西南季候風和冬季東北季候風所產生的強烈水流混合等相互關連。

2.2.4 維多利亞港的大腸桿菌含量較高，顯示維港已受到污水排放所造成的污染。后海灣內灣的大腸桿菌含量也高，其次為西部水域，顯示后海灣內灣亦受到污染。南部水域、大鵬灣、和吐露港及赤門海峽等的大腸桿菌含量較低，而東部水域的大腸桿菌含量為最低。

2.2.5 環境保護署的水質監測資料顯示，2008年本港海水水質指標整體達標率為達81%，與2007年的結果（80%）大致相同。此整體達標率是根據本港各監測站的四個重要海水水質指標，即溶解氧、總無機氮、非離子氨和大腸桿菌的個別達標率來計算的。圖2.3顯示在1986年至2008年期間，本港全年海水水質指標達標率及水質（包括氨氮、總無機氮、大腸桿菌、五天生化需氧量及正磷酸鹽磷的水平）變化趨勢。

2.2.6 圖2.4至2.6顯示了后海灣、吐露港與維多利亞港在1986年至2008年間的水質趨勢。后海灣內灣的水質相對較差；溶解氧、總無機氮與非離子氨的達標率較低。自實行吐露港行動計劃及其他污染管制措施後，吐露港的水質環境已逐步改善。淨化海港計劃的第一期有效地使改善了維多利亞港東部的的水質，而維多利亞港西部靠近昂船洲污水廠排水口附近的水域，大腸桿菌含量則仍持續上升。

2.2.7 環境保護署在 9 個水質管制區內的 25 個監測站進行每月一次的浮游植物長期監測。根據 1991 年至 2006 年期間所收集的監測數據（CITYU, 2008），發現共錄得 235 種物種

(121 種矽藻類、82 種雙鞭甲藻類和 32 種其他浮游植物)。資料亦顯示，在 1991 年至 2006 年間，后海灣、吐露港、維多利亞港、大鵬灣及牛尾海水域的浮游植物群落結構與其他採樣站的明顯不同。浮游植物群落的主要空間分布特點，在很大程度上取決於其所在的地理區域。一般而言，浮游植物群落的分布模式主要以下列水域區分：吐露港及赤門海峽、牛尾海及大鵬灣、維多利亞港、南部水域、西北部水域及后海灣。

- 2.2.8 吐露港及赤門海峽的浮游植物細胞密度相對較高（每毫升>3,000 細胞），而大鵬灣的細胞密度為每毫升 2,001-2,500 細胞。本港其他水體的浮游植物細胞密度則為每毫升 1,001-2,000 細胞。
- 2.2.9 藻類大量繁殖，包括紅潮，會偶爾在含有豐富營養物的水域發生。雖然后海灣水域含有較多營養物質，但香港東部和南部水域出現紅潮的頻率較頻繁。圖 2.7 顯示了在后海灣、南部水域、牛尾海、吐露港及大鵬灣出現紅潮事件的次數。儘管后海灣與南部水體的總無機氮含量較高，但出現紅潮事件的次數較其他水域少。因此，可能有其他因素對紅潮的發生起更主導的作用。而其他水體特定的環境狀況，如水流、水溫、鹽度、光照強度等，有時會扮演更重要的角色。
- 2.2.10 除了維多利亞港、吐露港及赤門海峽、后海灣及龍鼓水道，和大浪灣（西貢）等地以外，香港水域沉積物內的底棲生物大致上都是相同的（Shin et al., 2004）。最豐富的底棲動物群為多毛綱、甲殼綱和雙殼綱，季節性變化較低。
- 2.2.11 環境保護署的香港水域淺海底棲生物研究（CITYU, 2006）顯示，東部水域的物種數量最高，其次是南部水域、西部水域、后海灣、大鵬灣、吐露港及維多利亞港。主導的淺海底棲生物物種為海筆、腹足綱、雙殼綱、甲殼綱、瀨尿蝦和蟹。后海灣、西部水域和東北部水域也有其他的附底底棲生物落羣。南部水域、東部水域和藍塘海峽的附底底棲生物落羣亦各有不同。
- 2.2.12 漁農自然護理署在1997年為本港整體水域進行了為期13個月的漁業資源調查（ERM, 1998），對底層魚類和中上層魚類種群提供了全面和定量的分析，並進行了魚類種群在空間和時間上的分布比較。調查數據顯示后海灣底層魚類的物種數量為最高，其次為印洲塘、橋咀洲、龍鼓洲和南丫島。吐露港內灣和外灣及大鵬灣發現的底層魚類物種數量為最少。漁農自然護理署的刺網作業調查（ERM, 1998）共錄得91種中上層魚類。果洲群島捕獲的魚類物種最多，而印洲塘、吐露港內灣、吉澳和坪洲則錄得最少的魚類物種。
- 2.2.13 一般來說，底層魚類物種在空間分布上有以下明顯差異：
- **后海灣**：捕獲最多的是石首魚科（黃花魚）
  - **南部和西部水域**（赤柱、南丫南段、長洲南、大小鴉洲、大嶼山南、南丫島和龍鼓洲）：藍子魚科（青藍子魚）、石首魚科（黃花魚）、鰕虎魚科（鰕虎魚）和天竺鯛科（天竺鯛）為最普遍。
  - **東部水域**（大石洲、果洲群島和橫瀾島）：天竺鯛科（天竺鯛）和石首魚科（黃花魚）最常見。
  - **東北部水域**（印洲塘、吐露港外港、吐露港內港、大灘海峽、大鵬灣和橋咀洲）：藍子魚科（青藍子魚）和鰕虎魚科（鰕虎魚）最為常見。

表 2.2 香港七大水體的物理特性和水質狀況總結

特點	水體 (見圖 2.1 及本表註釋)						
	1	2	3	4	5	6	7
	后海灣	西部	南區	維多利亞港 (及將軍澳)	東部	大鵬灣	吐露港及赤門 海峽
<b>物理特點 (數據以中位數表達, 隨後為最低值和最高值, 若適用)</b>							
水流循環	中等 (平均潮速: 旱季為 0.3-0.5 米/秒, 雨季為 0.6-0.9 米/秒; 最大: 1 米/秒; 沖刷時間: 內灣 23.4 天; 外灣 2.5 天)	中等 (平均潮速: 0.25 米/秒; 最大: 0.79 米/秒)	中等 (平均潮速: 0.15 米/秒; 最大: 0.54 米/秒)	高 (平均潮速: 0.35 米/秒; 最大: 0.88 米/秒) 沖刷時間: 雨季 1.5-2.5 天, 旱季 5-7 天)	中等 (平均潮速: 0.11 米/秒; 最大: 0.34 米/秒)	中等 (平均潮速: 0.19 米/秒; 最大: 0.4 米/秒)	低 (平均潮速: 0.01 米/秒; 最大: 0.24 米/秒; 吐露內港沖刷時間: 旱季為 38 天; 雨季為 14.4 天)
水深	淺 (1-5 米)	4-40 米	15-46 米	8-40 米	15-25 米	6-75 米	港內淺 (4 米), 海峽屬中等 (16 米)
分層	無	有	有	有	有	有	港內無, 海峽內有
溫度 (°C)	25.3 13.0 32.4	24.5 15.1 31.3	24.4 15.3 30.0	24.1 15.5 30.4	23.2 14.8 32.0	23.7 15.1 31.7	24.4 13.0 31.3
鹽度 (‰) (中位數)	25.2	31.3	32.8	32.9	33.2	32.9	32.4
酸鹼度	7.8 6.5 9.3	8.0 7.3 8.6	8.2 7.0 9.1	7.9 7.8 7.9	8.2 7.2 8.8	8.2 7.4 8.9	8.2 6.8 8.8
葉綠素-a (微克/升)	2.2 0.2 260.0	1.9 0.2 42.0	1.9 0.2 55.0	1.8 0.8 2.7	1.6 0.2 39.0	2.0 0.2 53.0	4.1 0.3 95.0
懸浮固體 (毫克/升)	13.0 2.2 230.0	7.4 0.9 150.0	4.6 0.5 210.0	7.2 2.6 110.0	1.6 0.5 210.0	2.0 0.5 79.0	1.8 0.5 170.0
溶解氧 (毫克/升, 平均深度)	5.4 0.2 12.9	6.2 2.1 10.3	6.6 1.6 11.6	6.6 5.3 7.1	6.5 1.1 10.7	6.6 0.5 12.7	6.5 1.0 11.2
溶解氧 (毫克/升, 底部)	5.6 2.7 10.2	6.1 2.1 10	6.4 1.6 11.6	5.55 1.3 10.9	6.4 1.1 9.2	6.45 0.5 12.7	6.3 1 11
<b>營養物 (數據以中位數表達, 隨後為最低值和最高值)</b>							
總氮 (毫克/升)	1.53 0.01 15.02	0.53 0.12 2.54	0.27 0.05 1.46	0.18 0.09 0.51	0.14 0.05 0.80	0.17 0.05 1.21	0.22 0.08 1.51
非離子氨 (毫克/升)	0.017 0.000 0.760	0.005 0.000 0.047	0.002 0.000 0.034	0.001 0.000 0.005	0.001 0.000 0.020	0.001 0.000 0.048	0.002 0.000 0.053



特點	水體（見圖 2.1 及本表註釋）						
	1	2	3	4	5	6	7
	后海灣	西部	南區	維多利亞港 （及將軍澳）	東部	大鵬灣	吐露港及赤門 海峽
總無機 氮 (毫克 /升)	1.360	0.390	0.140	0.095	0.040	0.040	0.050
	0.230	0.010	0.010	0.020	0.010	0.010	0.010
	10.020	2.300	1.210	0.290	0.620	0.580	0.420
總磷 (毫克/ 升)	0.130	0.040	0.030	0.020	0.020	0.020	0.020
	0.030	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
	1.300	0.220	0.160	0.060	0.130	0.200	0.300
正磷酸 鹽磷 (毫克/ 升)	0.094	0.024	0.010	0.012	0.007	0.006	0.006
	0.005	0.002	0.002	0.006	0.002	0.002	0.002
	0.880	0.087	0.040	0.029	0.045	0.120	0.057
二氧化 矽 (毫克/ 升)	3.40	1.20	0.68	0.48	0.53	0.49	0.66
	0.05	0.05	0.05	0.37	0.05	0.05	0.05
	12.00	8.90	6.20	0.62	3.20	3.00	3.00
細菌（數據以中位數表達，隨後為最低值和最高值）							
大腸桿 菌 (菌落形 成單元 /100 毫 升)	515	300	3	310	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1
	360000	23000	11000	21000	1300	4600	3200
主要污染源							
主要污 染源	深圳河、元朗 河、新洲河和珠 江	經昂船洲污水處 理廠、新圍污水 處理廠和望後石 污水處理廠處理 的廢水	受珠江水流的影 響	經昂船洲污水 處理廠、沙田 污水處理廠及 大埔污水處理 廠處理的廢 水，及 城市非點源污 染	源自徑流的非 點源污染和海 產養殖所產生 的廢物	源自徑流的非 點源污染和海 產養殖所產生 的廢物	源自徑流的非 點源污染和海 產養殖所產生 的廢物；源自 沙田污水處理 廠及大埔污水 處理廠在大雨 期間的緊急排 放

註釋：

1. 污染程度（中位數）取自環境保護署在 2003-2007 年的水質監測資料。（數據摘自環境保護署監測計劃：<http://epic.epd.gov.hk/ca/uid/marinehistorical>）
2. 水體是根據水文和海底地形狀況、潛在污染源、污染程度、海洋生物區及敏感受體的地點分布特點而劃分的。\*維多利亞港涵蓋青衣、維多利亞港、將軍澳和東龍洲以東的水域。東部水域包括大鵬灣以南和牛尾海。大鵬灣僅限於大鵬灣至石牛洲和黃茅洲的水域。
3. 環境保護署：具特殊科學價值地點（SSSI）的生態價值理據 ([http://www.epd.gov.hk/epd/textonly/english/environmentinhk/eia\\_planning/sea/terr\\_table74a.html](http://www.epd.gov.hk/epd/textonly/english/environmentinhk/eia_planning/sea/terr_table74a.html))（只有英文版本）
4. Shin et al. (2004)
5. Leung (1999)
6. CITYU (1999)
7. Leung and Leung (2000)
8. Taylor (1994)
9. Leung and Morton (2000)
10. Blackmore and Rainbow (2000)
11. Leung (1992)
12. Shin (1985)
13. Taylor and Shin (1989)
14. Taylor (1992)
15. Binnie (1995a)
16. ERM (1998)
17. SEPB and EPD (2008)
18. Qian (2003)

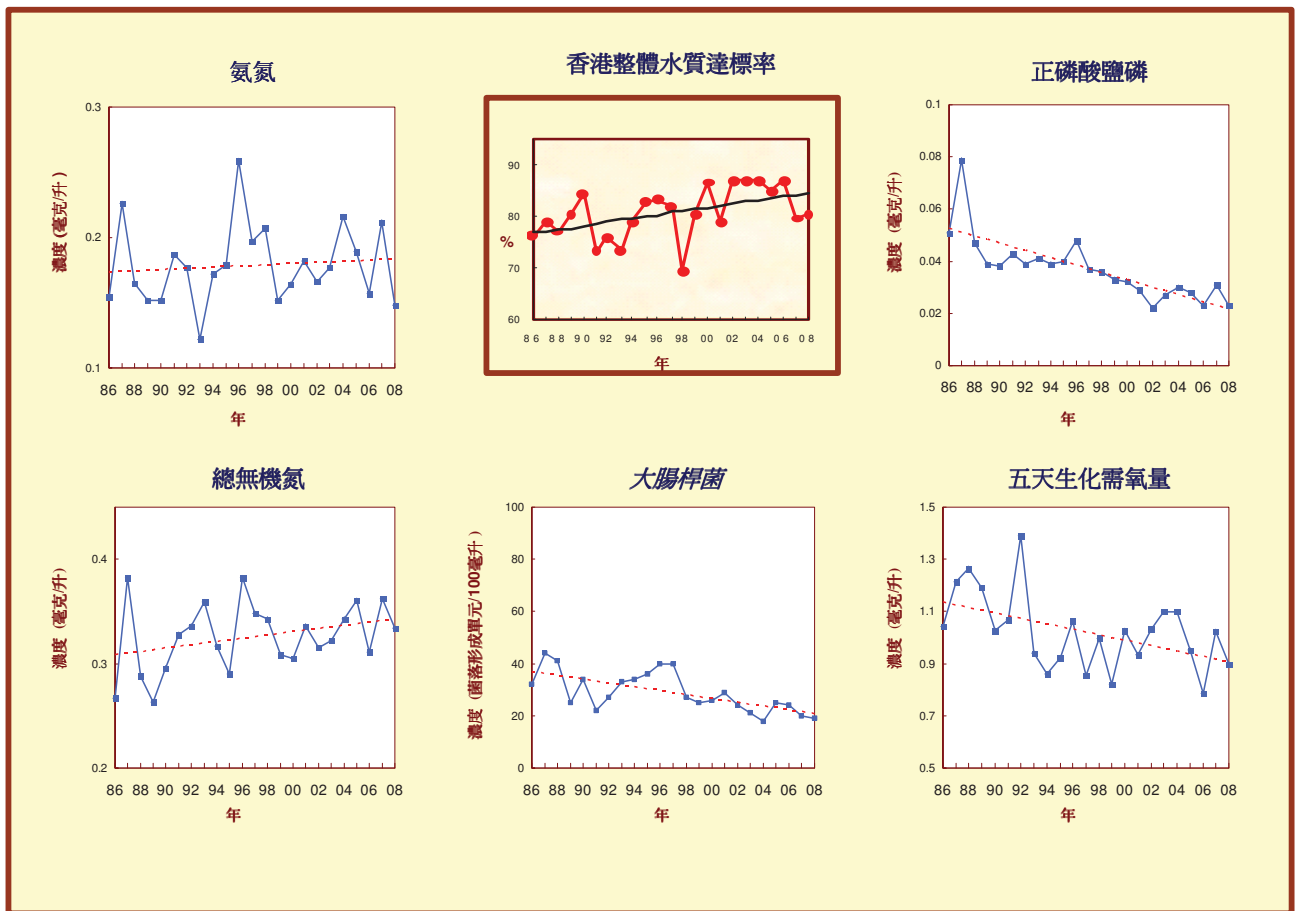


圖 2.3 香港的水質變化，1986 - 2008

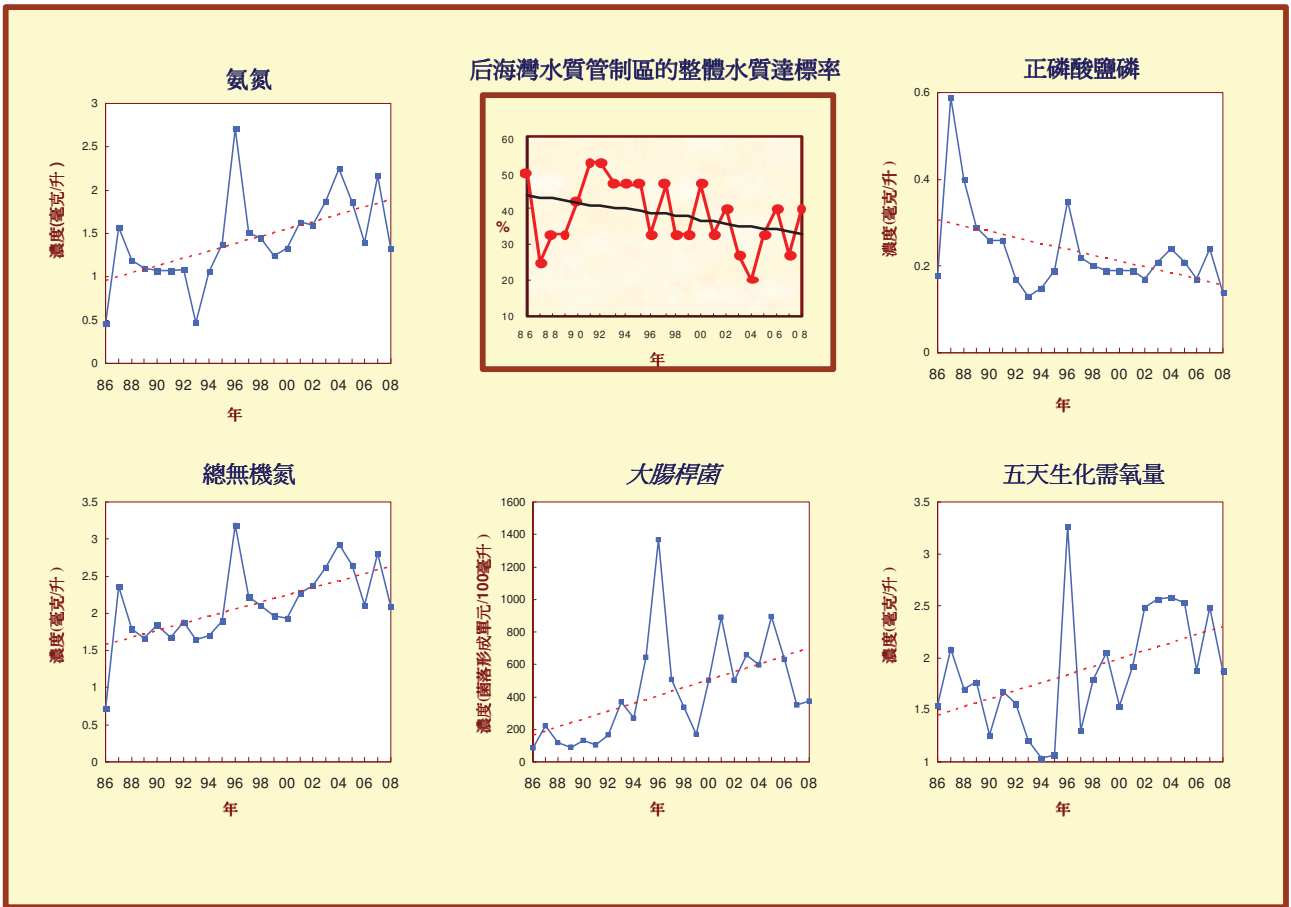


圖 2.4 后海灣水質管制區的水質變化，1986 - 2008

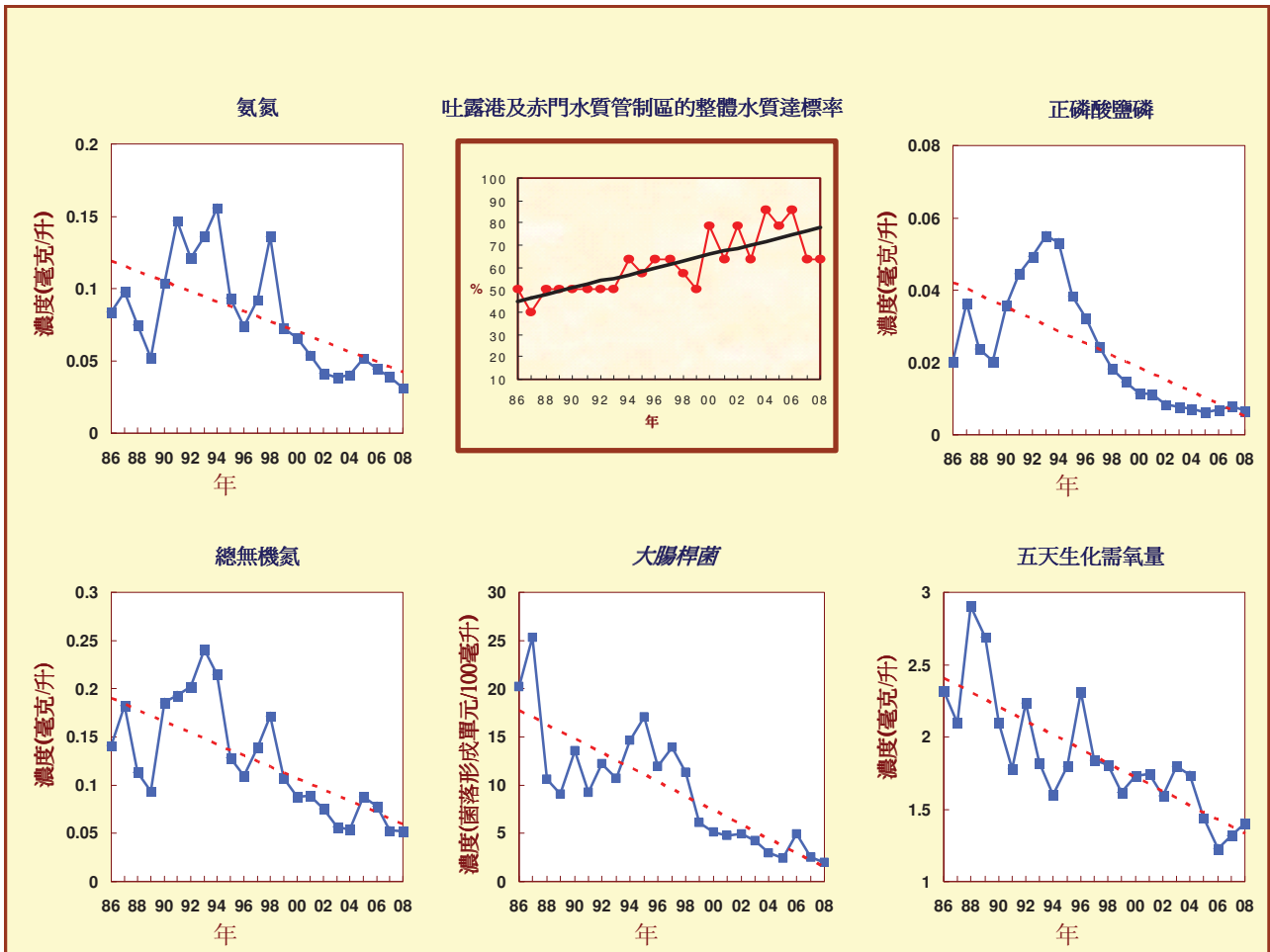


圖 2.5 吐露港及赤門水質管制區的水質變化，1986 - 2008

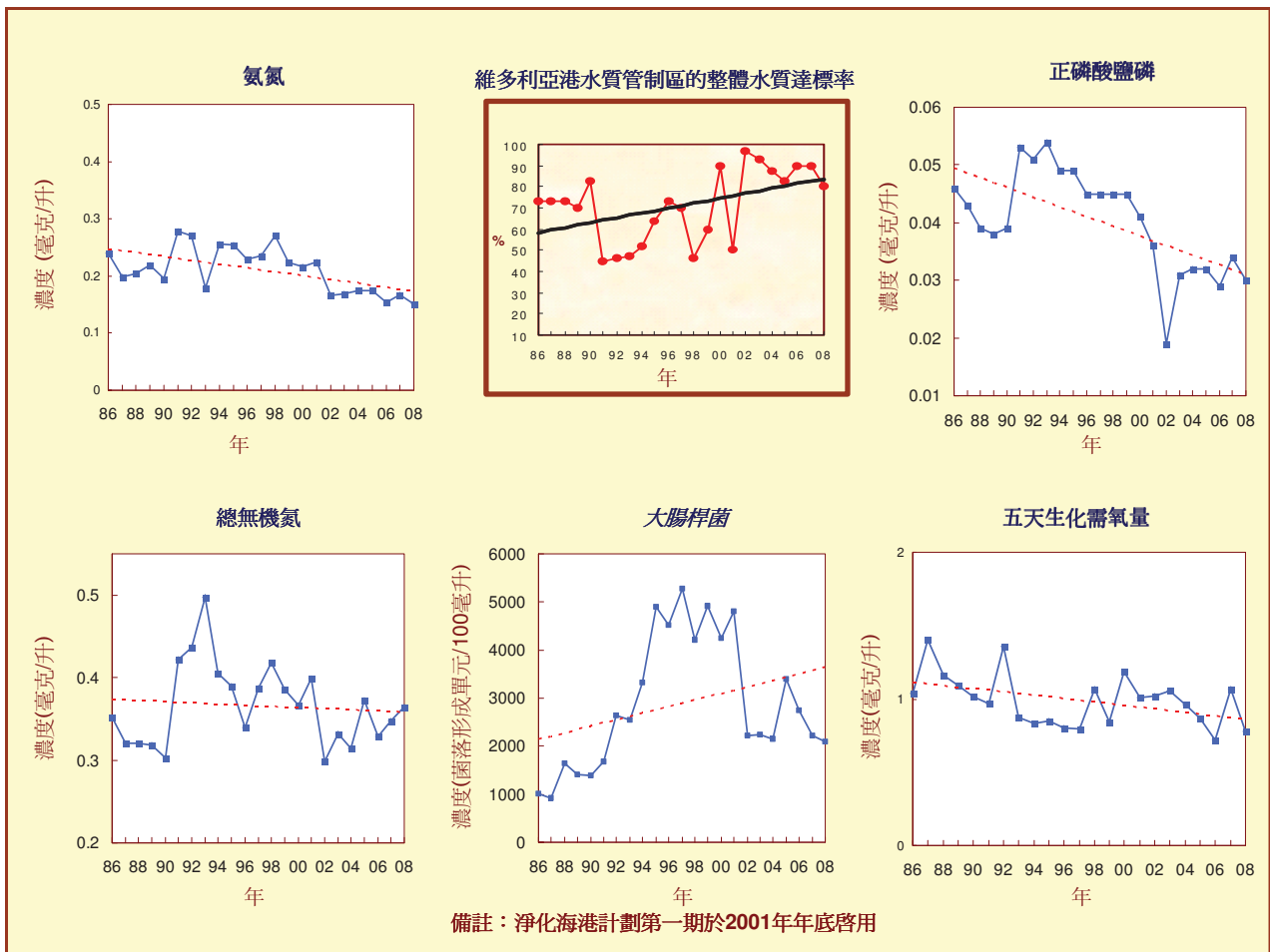


圖 2.6 維多利亞港水質管制區的水質變化，1986 - 2008

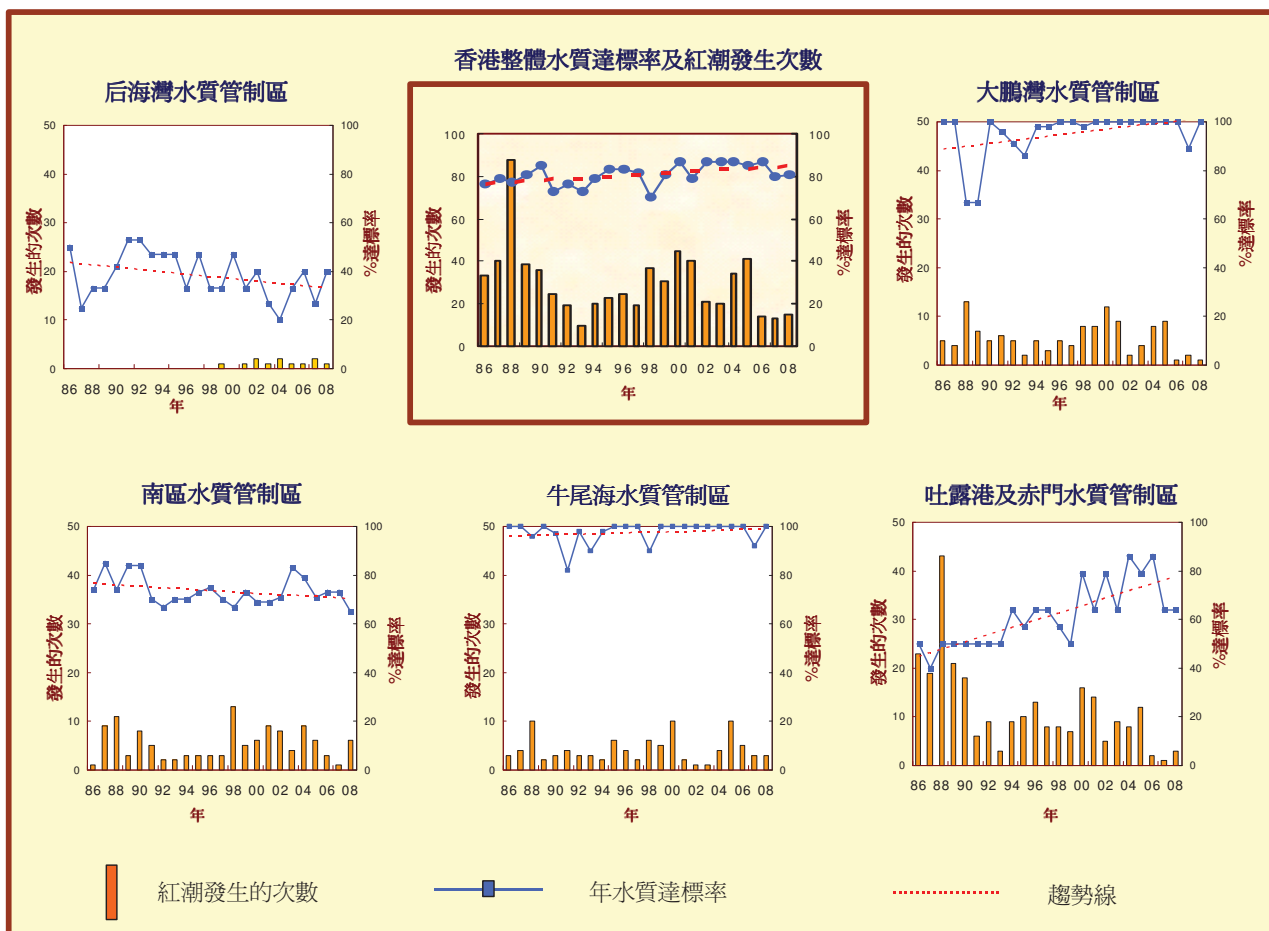


圖 2.7 香港水域紅潮發生次數和水質指標達標的情況，1986 - 2008

## 2.3 污染源及污染程度的特點

- 2.3.1 在香港，主要的水污染源是來自每日由約7百萬人口所排放、逾2百萬立方米的生活污水（Xu et al., 2008），這些污水經25個分散在本港的主要污水處理廠處理後排放。
- 2.3.2 根據《后海灣水污染控制聯合實施方案》（HKGJWG2008）的研究結果，后海灣外灣的水質受到珠江河口水流的強烈影響。以氮和磷含量計算，后海灣外灣超過 50%的營養物皆非源自后海灣。珠江河口的影響向后海灣內灣區逐漸減弱。圖 2.8 顯示由珠江河口流入后海灣的營養物份額。
- 2.3.3 自八十年代初，本地工業遷至中國大陸，故目前由本地工業直接排放有毒污染物的情況並不常見。Chau（2006）的研究結論表示本地有機氯的排放量並不顯著。Kueh and Lam 最近的研究（2008）亦指出本港海域中的二噁英 / 呋喃、二噁英類多氯聯苯、聚芳烴和多氯聯苯並非主要來自本地排放，而是源自大氣沉降或區域污染。
- 2.3.4 環境保護署在 2004 年展開了一個海洋環境有毒物質的長期監測計劃（圖 2.9），重點監測環境保護署於香港有毒物質污染研究中所識別的、對人類和生態健康構成潛在威脅的化學物質（EPD, 2003）。圖 2.10 至 2.15 顯示在 2004 至 2006 年間所收集的海水、沉積物和海洋生物中有毒物質含量的數據分布。監測計劃採樣分析了二十四種重點化學物，包括二噁英 / 呋喃、二噁英類多氯聯苯、總多氯聯苯、聚芳烴、二氯二苯基三氯乙烷、六氯化苯、三丁基錫、苯酚、壬基苯酚（NP）、壬基酚乙氧基化物、多溴聯苯醚和金屬。結果顯示，本港海域有毒物質的含量與中國和其他國家近岸海域的含量相若，但與珠江口水域相比，則普遍偏低（Kueh and Lam, 2008）。
- 2.3.5 Yang et al.（2006）發現，有機錫化合物、二噁英 / 呋喃、聚芳烴和壬基酚乙氧基化物廣泛分布在本港海域，但認為這些化合物的濃度還未達到引起毒理影響的程度。然而，在各「熱點地區」，如維多利亞港、后海灣和吐露港及赤門海峽等水域，這些化合物可能會對底棲生物群落構成潛在生態影響。他們認為，過往數十年由本地污水排放而積累的沉積物，是海水中大部分重金屬和微量有機物的主要來源；相對而言，大氣沉降只是本地海洋環境中有毒有機化合物的小部分來源。



圖 2.8 珠江河口徑流對后海灣水質的影響



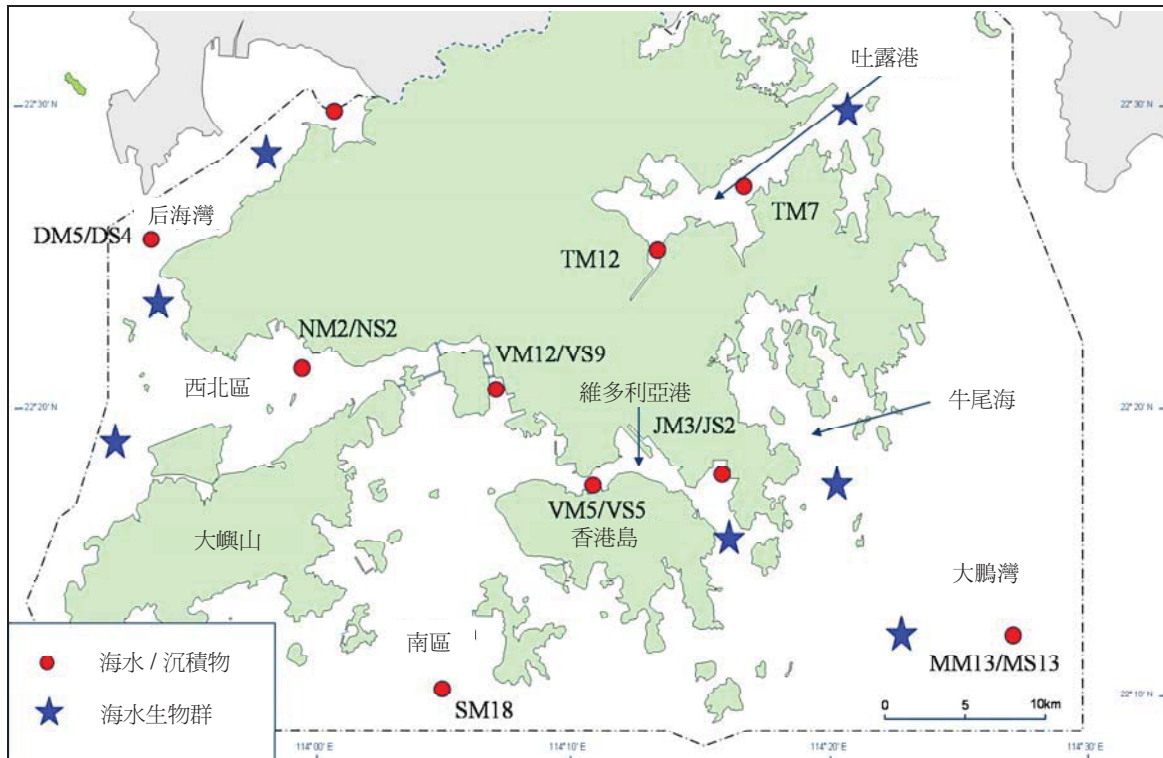


圖 2.9 環保署有毒物質監測計劃中的海洋環境採樣點

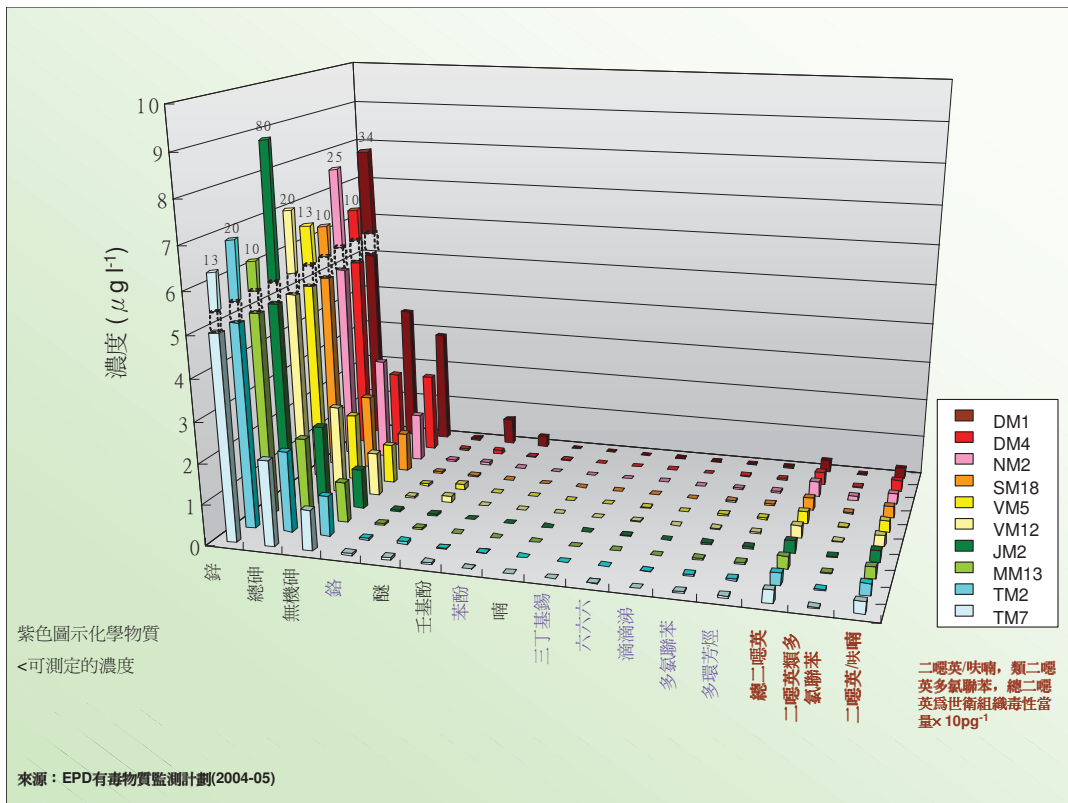


圖 2.10 香港海水的有毒物質含量

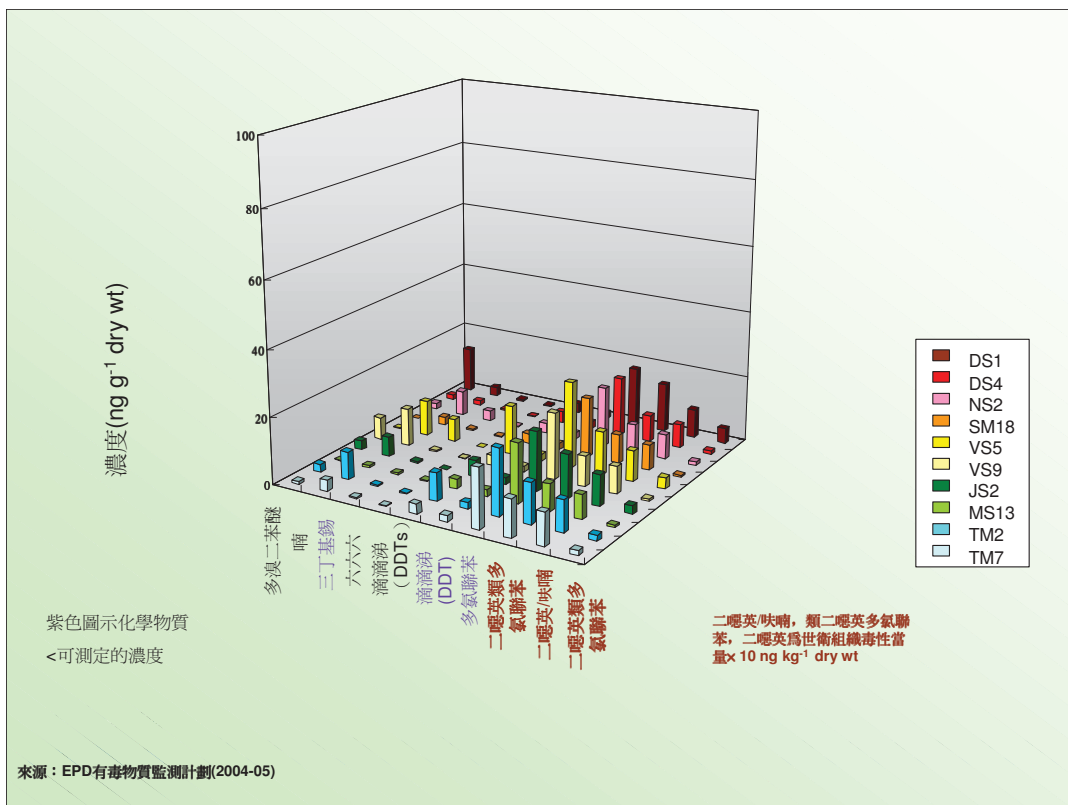


圖 2.11 香港海域底泥中的微量有機化合物含量

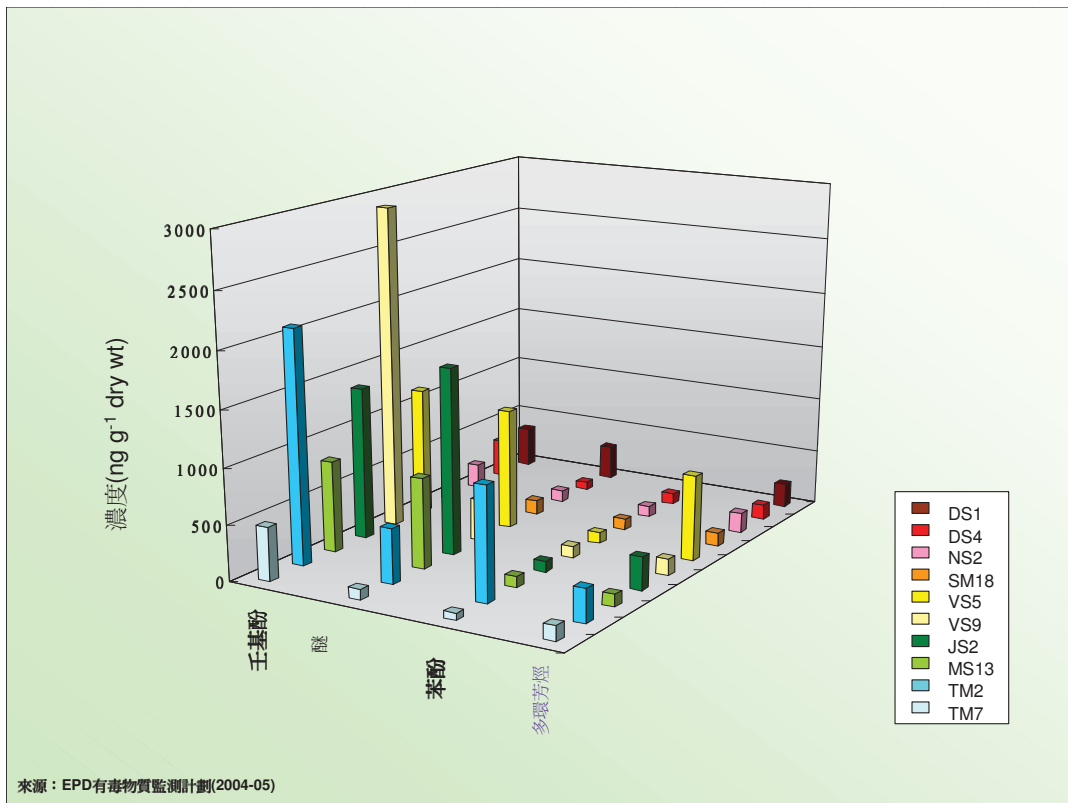


圖 2.12 香港海域底泥中的有機化合物含量

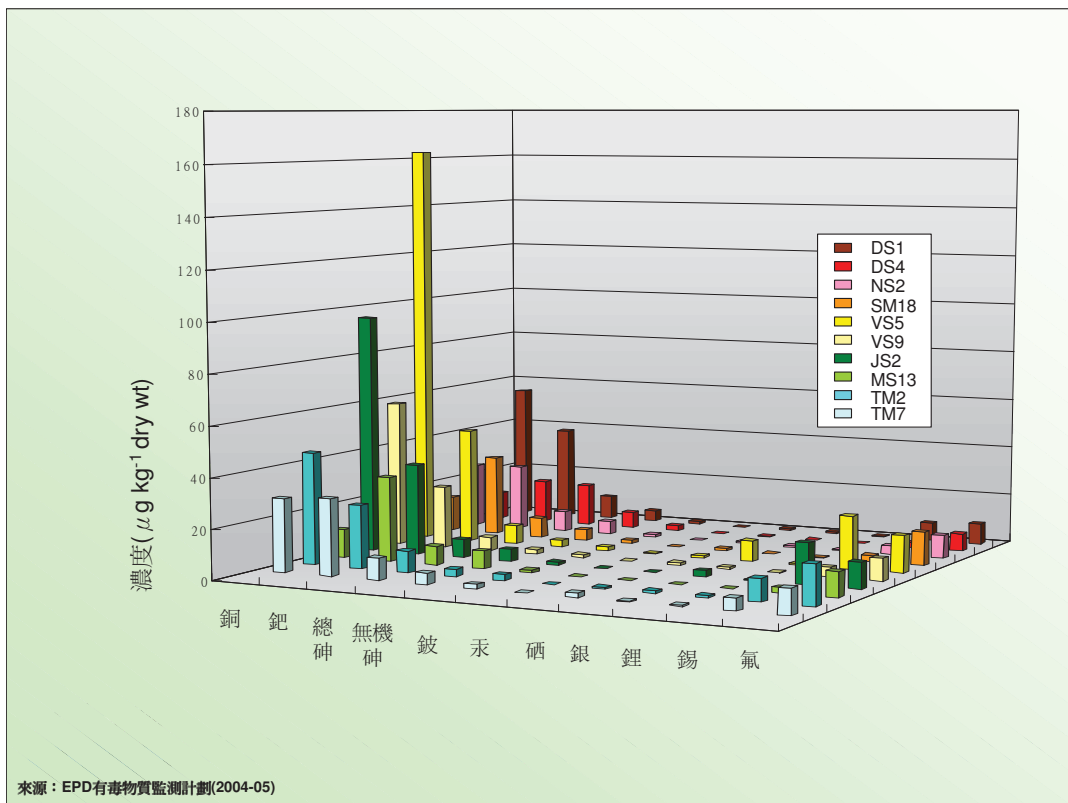


圖 2.13 香港海域底泥中的金屬和無機化合物含量

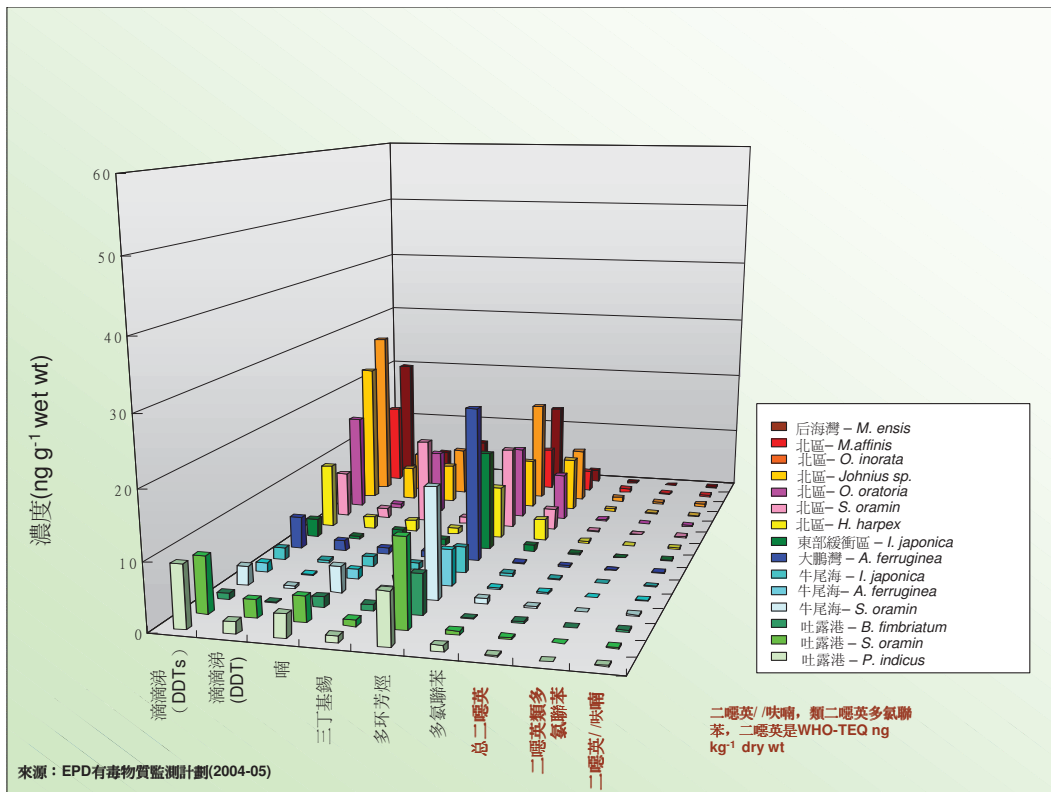


圖 2.14 香港海洋生物中的微量有機化合物含量

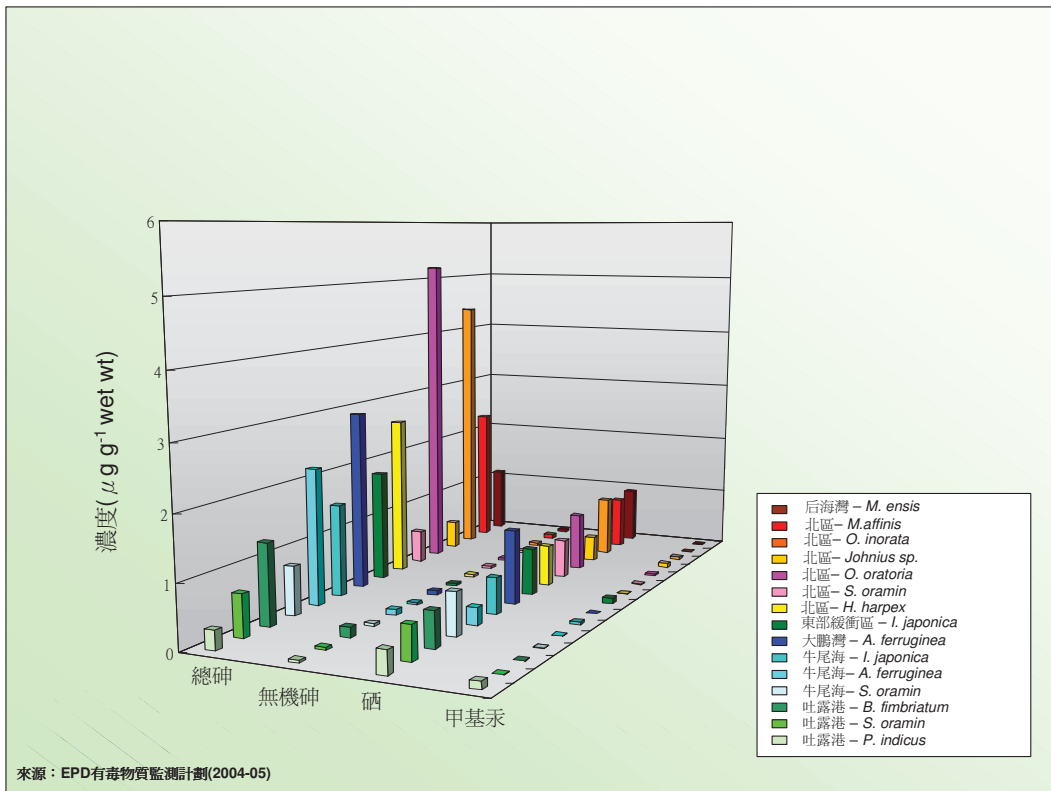


圖 2.15 香港海洋生物中的金屬與無機化合物含量

### 3 現有水質指標

- 3.0.1 水質指標 (WQOs) 是綜合闡釋一個水體的水質狀況的基準。我們需致力達致和維持符合相關的水質指標，從而促進水體的各類保育及最佳用途。
- 3.0.2 水質指標 (WQOs) 是環境局局長 (SEN) 根據《水污染管制條例》(WPCO) (第 358 章)、經諮詢環境諮詢委員會 (ACE) 後制定的。環境局局長與環境諮詢委員會商討後，亦可對水質指標進行修訂。
- 3.0.3 政府在規劃和發展大型基建項目時，會根據水質指標及合適的方式進行，使對相關水體的水質影響減至最低。政府亦會按水質指標，規劃和實施污水處理基礎建設以截收污染源，並制定和實施污染管制策略，以保護海洋水域免受污染。
- 3.0.4 水質指標可以是數值，也可以是陳述性的參照基準。它們是由描述海洋環境的物理、化學和生物特性等各種類參數組成。本港現時使用的水質指標是在 80 年代制定的。水質指標的概要可參閱「2007 年香港海水水質報告，A-11 頁，附件 A」<sup>1</sup>。有關各個水質管制區的具體水質指標，讀者可瀏覽以下網站：<http://www.legislation.gov.hk/eng/home.htm> (輸入章節：358)。
- 3.0.5 經過多年，水科學知識和水質管理技術已有顯著進步。我們的水域也添加了新用途，例如作保育和教育用途的海岸公園和海岸保護區等。有見及此，下文將探討水質指標中有待改進及修改的地方。

#### 3.1 有待改進與修改之處

##### 3.1.1 需根據最新科學數據、外國做法和本地情況，更新現時的水質指標：

- 現有大部分水質指標 (例如溶解氧、非離子氨、營養物、葉綠素-*a* 和懸浮固體) 是根據當時獲得最佳的資訊來制定，因此指標可能需要根據最新科學數據、外國做法和本地情況作出更新。
- 某些水質指標可能較為保守：例如，現時非離子氨的水質指標定為 21 微克氨-氮/升。與眾多國家的相比，現時氨的水質指標相對較嚴格 (例如，澳洲和新西蘭為保護生態系統和水產養殖而把非離子氨的指標分別制定為 910 微克/升總氨-氮及 100 微克/升 (非離子氨) (ANZECC and ARMCANZ, 2000a)；在加拿大，淡水的非離子氨的指標為 766 微克/升總氨-氮 (CCME, 1996)，而美國的指標則為 1270 微克/升總氨-氮 (USEPA, 1986))。此外，本港所有水質管制區 (除吐露港及赤門外)，無論其實益用途如何，均用同一氨標準。不過，中國大陸各海域的非離子氨指標亦均制定為 20 微克氨-氮/升。
- 某些達標要求需要進一步檢討：現時溶解氧指標以水深平均值和海床值的 90% 達標率為基準，相信當時制定指標時是考慮到水中溶解氧含量自然波動的因素。可是，溶解氧與其他水質參數不同，當溶解氧低於海洋生物的臨界承受水平時，海洋生物可能會在幾小時內大規模死亡。因此，並非現時的 90% 達標率，而是水中最低溶解氧含量才是保護海洋生態系統的首要考慮因素。在富營養物的水體內，缺氧是很普遍的，而溶解氧在水面的含量可能很高，但在水底的則可能很低。故此有必要在考慮到本地海域溶解氧含量的自然波動的情況，檢討現時所採用以水深平均值計算達標率的方法。
- 引發藻類大量繁殖的限制因素，包括營養物含量，在本港各水域皆有不同。例如，根據最近的研究顯示，本港不同水域的營養物的觸發值是不同的。而對維多利亞港及其

<sup>1</sup> 鏈結：[http://www.epd.gov.hk/epd/tc\\_chi/environmentinhk/water/marine\\_quality/mwq\\_report.html](http://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/environmentinhk/water/marine_quality/mwq_report.html)

周邊水域而言，營養物可能不是單一的限制因素（Ho et al., 2008; Yin & Harrison, 2008）。另一方面，南部和西部水域則受到珠江較大程度的區域性背景影響（Chau & Jiang, 2003; Chau, 2005; 2006; Wurl et al., 2006; EPD, 2007）。

- 本港現有的有毒物質的水質指標是陳述性的，而外國所普遍採用的定量性指標，本港則尚未制定。
- *缺乏生物性標準*：現時，幾乎所有水質指標（除大腸桿菌外）均以化學和物理性參數為基礎。然而，只測量物理和化學參數並不足夠，因為污染物通常以不同的化學形態存在，而不同形態化學物的生物利用度、毒性和對環境的影響均有不同。普遍認為物理和化學參數只能間接量度環境的健康及狀態，而保護環境的最佳方法是直接監測環境的生物狀態（例如 ANZECC and ARMCANZ, 2000a）。因此，現時更重視以生物監測反映生態系統健康狀況的方法，而許多發達國家已將生物監測納於其水質管理系統之中。

#### *泳灘水質的其他微生物標準*

- 3.1.2
- 世界衛生組織在 2003 年所發布的泳灘水質指引中，建議使用腸道鏈球菌作為泳灘糞便污染的指標。此項建議建基於歐洲北部溫帶水域的泳客風險，揭示腸道鏈球菌能清楚顯示糞便污染與游泳感染相關疾病風險之間的關係。新加坡和西澳洲政府已採用世界衛生組織的指引，而美國和歐洲亦採用腸道鏈球菌（或以腸道鏈球菌和大腸桿菌為細菌指標的組合）為泳灘水質的微生物指標。
  - 現有的泳灘水質指標（ $\leq 180$  個大腸桿菌/100 毫升）和泳灘等級制是參照當年世界衛生組織的報告，以及 80 年代後期和 90 年代初期由環保署及香港大學合作進行的流行病學研究的結果而制定的。鑑於外國趨向採用世界衛生組織的指引或其他細菌指標（如腸道鏈球菌），我們有必要重新檢討現有水質指標及細菌指標是否適合長期保護泳灘水質。我們也將探討使用腸道鏈球菌去替代或補充現有細菌指標的必要性和可行性。

#### *某些實益用途缺乏水質指標或指標不全面*

3.1.3 下列例子說明檢討現時水質指標的必要性：

- 現有的水質指標是在 1987 年或之前所制定的。自此，一些新的敏感受體，例如海岸公園和海岸保護區、海洋哺乳動物棲息地和具特殊科學價值地點等相繼被發現 / 建立，但現時這些新的敏感受體缺乏相關的水質指標。海岸公園、海岸保護區、具特殊科學價值地點、養蠔區、海魚養殖區、紅樹林、珊瑚及海洋哺乳動物棲息地的水質需求各有不同，但這些需求迄今未被檢討。
- 與一些外國標準比較，海產養殖的水質指標並不全面。一些外國標準已加入有毒物或持久性化學物參數，以從保障人類健康角度加強保護海產養殖水域的水質。

3.1.4 自首次頒布水質管制區和制定現有水質指標以來，已發生主要變化。最重要變化包括：

- 自 2001 年起，淨化海港計劃（HATS）已開始收集香港島北岸和九龍半島南岸約 400 多萬人口所產生的污水，並輸往至昂船洲污水處理廠作化學強化一級處理，除去 70% 生化需氧量、80% 懸浮固體及一些營養物後排放。雖然青衣島和荃灣附近的水質仍不夠理想，但維多利亞海港的水質，特別是東部的的水質已顯著改善。

- 自 1987 年實行吐露港行動計劃以來，吐露港的水質已大有改善。於 1997 年 5 月 26 日<sup>2</sup>呈交予環境諮詢委員會(ACE)的文件(編號 30/97)載有該計劃的詳情及其環保效益。
- 過去 20 年，污水排放量較大的本地工業大部分已遷往大陸。加上嚴格的污染管制，來自本地工業的污染排放量已大大減少。
- 公眾的環保意識的提高，從而期望有更高的環境質素。

---

<sup>2</sup> 鏈結：[http://www.epd.gov.hk/epd/english/boards/advisory\\_council/files/ace\\_paper9730.pdf](http://www.epd.gov.hk/epd/english/boards/advisory_council/files/ace_paper9730.pdf) (只有英文版本)

## 4 外國制定海水水質指標的做法

- 4.0.1 此章描述並比較不同國家為制定海水水質指標所採用的理據、科學基礎和方法。描述的重點在於強調不同方法的優點和缺點，以及不同方法在運用時的一些限制因素。
- 4.0.2 不同國家在描述「水質指標」時所用的詞彙有所不同。例如香港使用「水質指標」，美國使用「水質準則」，新加坡、澳洲和加拿大使用「水質指引」，中國和馬來西亞使用「水質標準」，而日本、歐盟和歐洲成員國家則使用「環境質量標準」。儘管用詞不同，但各國水質指標慣常是根據水體的功能（即「實益用途」、「擬用用途」或「環境價值」）來制定的，亦因此水質指標大多是取決於用於保護何種實益用途。
- 4.0.3 制定水質指標最常見和最傳統的方法是採用物理和化學參數來衡量水質狀況，並假設若這些物理和化學參數能保持在特定的水平，水生環境則受到保護。可是，近年來人們已意識到這種方法只能間接地反映水環境的健康狀況，而另一方法是直接監測水環境中的生物性指標（如 ANZECC and ARMCANZ, 2000a）。儘管如此，水質指標所用的參數比大部分生物指標更易於量度和監測，因此水質指標對保持水生生態系統的健康仍起著重要作用。是項檢討將涵蓋至少 40 個水質參數或指標（列於附件 A1）。
- 4.0.4 水質指標是任何水資源管理框架的重要部分。概括而言，外國採用的水資源管理有三種不同模式（CCME, 2003）：
- 1) **技術為本模式**：主要按技術及經濟上可行的方法來制定排放物的上限。因此，污水排放標準主要取決於污水處理技術的效率及水體的稀釋能力，而甚少或無需考慮制定水質指標。這種模式為德國、日本和馬來西亞等國家採用。
  - 2) **功能保護模式**：這種方法主要是訂定個別水體的實益用途 / 環境價值，並採用適當的行政管理措施來確保這些用途 / 價值不受損害。此方法是以水質指標作為評估指定用途 / 價值會否受到負面影響的依據。水質指標亦可用以推算相應的污水排放濃度。這種模式為澳洲、加拿大、歐洲和美國等國家廣泛使用。
  - 3) **無損害功能模式**：根據水體內相關物質的自然背景水平而設定排放標準。實際上，這種模式是「功能保護模式」的最嚴格形式，通常適用於具有高生態價值的水域。
- 4.0.5 大部分國家先在某種程度上確定水體的實益用途（或擬用用途或功能用途或環境價值），再設定相關的水質指標參數。這凸顯了功能保護模式的重要性及主導性，為水質指標的設定提供了理據。
- 4.0.6 在實際運用中，經常會混合使用不同的管理模式。水質指標可作為技術為本模式的基準，而技術為本模式亦通常會被納入於水質管理策略以達致指定的水質指標。若制定水質指標的框架是廣泛和靈活時，水質指標亦可以成為無損害功能模式的一部分，而澳洲（ANZECC and ARMCANZ, 2000a）和歐盟（European Commission, 2000）的情況就是如此。在澳洲新南威爾士州和許多其他國家，會因應個別地點和情況，同時使用三種模式。
- 4.0.7 各國均用不同種類的方法，就三大類水質參數：有毒化學物、物理化學特性（包括營養物）及微生物指標，制定相關的水質指標。儘管就制定後者（物理、營養物和微生物參數）水質指標的方法大致有共識，但就制定有毒物質水質指標的方法仍有較大的分歧。這反映我們對生態毒理學仍未十分瞭解，因而產生了許多不確定的因素，增加制定相關水環境保護法規及政策的難度。



## 4.1 營養物和物理性參數

- 4.1.1 最常用而且也是大部分國家採用的方法，是制定參照點的「基線」值，用作水質評估。以這種方法制定的某些水質指標，通常是參照自然變化範圍而設定的上限和下限，或只是上限。此外，可能需要制定個別的水質指標來切合季節性變化。
- 4.1.2 用於確立基線或參照條件的資訊包括：從該地區收集的歷史數據、從未受到影響的附近區域收集到的數據，或源自其他地方的資料（ANZECC and ARMCANZ, 2000a）。若沒有合適的歷史數據或可比較的參照點，可考慮暫時使用其他地方的資料。也可以從文獻、模擬結果或專家意見中確定參照條件。對已被影響的生態系統，使用「最佳可用的」參照條件或許是唯一可行的方法。
- 4.1.3 最簡單的方法是採用參照點分布數據的一個百分率作為水質指標。然而，這種方法也可包括或考慮引入為該地區特用的修正因數、制定參數間的實證關係、使用預測模型和評估可承受的負荷。
- 4.1.4 理論上，與其他國家相比，本港的有利條件是面積較小（海水面積為 1,651 平方公里），氣候環境均勻，海域之間的差異較少。這樣就可以為本港的整個水域制定同一組基線數據。根據基線數據的不同百分率，從而制定水質指標以為生態系統提供不同程度的保護。澳洲建議按第 80 百分位數（ANZECC and ARMCANZ, 2000a），保護受到輕至中度影響水域；而相對較寬鬆的標準，如第 90 百分位數或第 95 百分位數，就適用於受到高度影響的水體。因應季節性變化，可能需要以不同方式處理。
- 4.1.5 在實際運用時，應用上述方法的主要問題是香港水域受到珠江水流的強烈影響。西部海域的自然水文狀況波動較大，加上從珠江三角洲和本地的排放源，使情況變得更複雜。

## 4.2 有毒物質

- 4.2.1 歐洲國家和加拿大（某種程度上也包括美國在內）正採用多種方法去處理可在生物體內積累內積累的持久性化學品（所有這些化學品都是有機化學品或持久性有機污染物）。這些特別針對生物體內積累有毒物質的應對方法，可用於制定相關的水質指標，以保護野生捕食動物、食用海鮮及水產養殖。對於非持久性毒性化學品、金屬以及與不會於生物體內積累的持久性化學品，就採用何種方法去制定相關水質指引或標準，科學界仍未有定論。
- 4.2.2 為估算保護所有物種的始效閾值，不同國家所採用的統計方法各有不同。普遍共通問題是可用的毒理數據有限，而且大部分數據都是在實驗室條件下，對部分物種所測度的是急性毒理數據（ $LC_{50}$ 和 $EC_{50}$ ），而不是慢性的無毒害濃度（NOECs）。對應這些不同的毒理數據，需採用以下不同的統計方法按實驗室數據來推算保護物種的始效閾值：
- **評估因數（AF）/ 安全系數（SF）法**是美國國家環境保護局及其它機構用於制定早期水質指標的傳統方法。通常是在最敏感數據點的基礎上，運用評估因數及安全系數，將急性毒理數據或最低可測影響濃度（LOEC）轉換成慢性的無毒害濃度（NOEC）數據（如在加拿大為 10-100），同時也考慮數據之間在數量和質量上的差異的因素（如在歐洲，為 10 到 10,000 之間）。在某些國家仍用這種方法來制定水質指標，即使在偏好用物種敏感度分布（SSD）方法的國家（如歐洲和澳洲），這種方法也通常用於調整物種敏感度分布數據，以解決數據的不確定性問題。
  - **三角分布方法**，這種方法是物種敏感度分布（SSD）方法的早期版本，現僅為美國國家環境保護局使用。這方法使用所有可以用的無毒害濃度（NOEC）數據，採用三角分布方法進行分析，保護指定百分比的物種。

- **物種敏感度分布**方法，為大部分發達國家（例如，荷蘭、歐盟和澳洲）所採用。儘管現已有多種物質敏感度分布曲線，Newman et al. (2000) 指出許多毒性數據並不完全遵從物種敏感度的典型 S 形曲線分布。但澳洲所使用的 Burr 分布曲線可有效地克服這個問題 (ANZECC and ARMCANZ, 2000a; Campbell et al., 2000; Shao et al., 2000)。
- **自舉法**是用來解決 Newman et al. (2000) 提及的問題的通用的方法，它可適用於毒性數據的任何分布 (Grist et al., 2002)。歐洲國家除了使用物種敏感度分布 (SSD) 曲線外，也使用這方法。儘管自舉法計算步驟較複雜，它比早期的 SSD 曲線更簡單。相比之下，使用 Burr 分布軟件 (ANZECC and ARMCANZ, 2000a) 可簡化運用，而且可以得到一樣的效果。

4.2.3 Warne (1998) 和 ANZECC and ARMCANZ (2000a) 審視了前三種方法，確定物種敏感度分布 (SSD) 方法更符合風險管理原則。特別是在有較多數據的情況下，用物質敏感度分布方法制定的水質指標更為可靠。物質敏感度分布和自舉統計方法在科學上比較合理，得出的結果也相似。評估因數方法則被批評為過於主觀 (Chapman et al., 1998; Warne, 1998)。誠然，評估因數只基於有限的科學證據，使用太大的因素而產生的閾值可能低於實驗室產出的分析標準，從而令監測方面帶來困難。Kwok et al. (2007) 建議當數據有限時，在對熱帶水域使用溫帶數據時，使用 10 為附加因數。

4.2.4 制定禦防生態環境受化學污染的保護程度及其相應的閾值是一個關鍵的步驟。目標應是確保水和沉積物中的有毒物濃度，不致於減少生態系統的大部分物種或所有物種的數量，以及不會損害整個生態系統的整體結構或功能。例如，加拿大的指引的目標在於長期保護任何地方的 100% 的所有物種，而歐洲、澳洲和美國的則旨在保護部分物種，通常為 95%，有時為 99% (原始地區) 或 80% (受過重大影響的生態系統)。

4.2.5 除此之外，歐洲國家和美國有兩組始效閾值：一組為慢性始效值 (歐洲稱之為 AA-EQS，美國為 CCC)，另一種為急性始效值 (歐洲稱之為 MAC-EQS，美國為 CMC)。對於生態系統的保護，這種區分是否實用仍存有爭議，但它可能對於執法機構的管理監控比較容易。因為急性始效閾值的不達標通常是由毒性化學品 (殺蟲劑、廢水等) 的偶然溢出或誤用所致，但這可能是暫時性的，且相對地容易處理。而慢性始效閾值的不達標則可能是深層的污染問題所致，這需要深入的調查及嚴格的決策制定。需注意的地方是，制定短期保護標準的方法不如制定長期保護標準的方法成熟，其提供的保護力度亦有不確定性，監測上也比較困難。

### 4.3 生物性標準

4.3.1 外國制定和應用生物性標準的做法如下：

#### 澳洲

4.3.2 澳洲的國家指引 (ANZECC and ARMCANZ, 2000a) 強調對水生生物群落的評估。ANZECC and ARMCANZ (2000b) 認為，生物評估是「評估水生生態系統的重要部分，是評估環境保護成績及評估有關水質指標達標率的工具」。生態系統的狀況是許多自然和人類影響的綜合結果。澳洲的生物評估指引主要是確定生態系統變化情況，包括：「物種豐富性的改變、生物群的組成和 / 或結構；具高度保護價值的物種的數量和分布特點的改變；或對於生態系統整體性極為重要之物種的數量和分布特點的改變；以及生態系統的物理、化學或生物特徵的改變」。

4.3.3 澳洲有一些現成的生物性評估方法可供使用。一些新的方法也正在開發中，以改進指標選擇、實驗設計、採樣方法、決策準則 (即，可接受的變化程度) 和分析方法。生物性評估

可有多個目標（伴隨各種不同實驗設計）。通常的目標為：大範圍評估（如在大面積範圍內快速篩選或覆蓋）；檢測早期變化；評估生物多樣性，從而確定對物種數量、生物群體及生態系統方面的負面影響（如確定人類活動的生態可持續性）。

#### 歐盟

4.3.4 歐盟已建立了以生物質量指標為主的環境指標（可參考歐盟委員會條款 4 和附件 V, 2000）。為評估其達標率，成員國需對高生態價值的特定生物類型建立參照條件。對海水而言，需確定三項生物質量指標：

- 浮游植物的組成、數量及重量；
- 其他水生植物群（大型藻類和海草）之組成及數量；和
- 底泥中無脊椎動物的組成及數量。

每種生物質量指標的參照條件構成了其分類系統的基礎。該分類系統可用於評估地表水水質：包括優、良、中等或劣。對大部分水體，成員國需「保護、強化及恢復（...），使其能在條款生效後的 15 年以內達到良好的地表水質量級別」（即 2015）。該條款使用進度的具體情況可參考英國技術顧問組（UKTAG, 2005）的工作報告，該報告說明將生物性指標與水質和化學污染物標準結合使用的情況。

#### 加拿大

4.3.5 以生態系統為基礎的管理概念是加拿大因地制宜地應用環境品質指引（EQGs）的基石（CCME, 2003）。該概念結合了對自然景觀、生態系統、物理性和生物性部分及人類活動的綜合管理。在 2003 年頒發的指引構成了「因地制宜地制訂環境質量指標的科學基礎」，將社會和經濟因素考慮到水質管理政策的制定之中。因地制宜的水質指標將描述生態系統健康及整體性的生物指標，與傳統的物理和化學指標結合使用。CCME（2003）意識到，任何一個單一方法不可能充分地滿足制定水質指標的所有要求，但有關「常駐物種」的資訊是整體評估的一個重要組成部分，可以用來確定敏感度的範圍及影響化學生物利用度的因素。

#### 美國

4.3.6 美國使用的生物性標準是「生物整體性的數值化度量或陳述式描述」。它規定了水體必須達到的生物性標準，以支援水體的用途。生物性標準的制定包括了對參照水體的生物評估，並對參照水體的水生物群的組成、多樣性和功能組織進行分析。物理和化學性水質數據和生物性數據結合起來以確定每種水體的基線條件，在此基礎上制定生物性標準。這種參照點方法與歐盟系統的方法相似。對於河口和近岸水域，取決於水體的污染情況及監測資料的多少，可用下列五種方法確定水質標準：

- 對優質水體，可用水質參數的中位值；
- 對已被損害的水體，用上四分位值界定標準；
- 對極度損害，但有參照點的水體，用回歸線或分布曲線的截距值；
- 對已被損害，但監測資料不足的水體，用如上所述的截距值，但須用模型推算；和
- 對於一般海水，用指數地點法和模型。

- 4.3.7 各州亦採用生物標準來保護水生生物。如《淨水法案》（101(a) 條款所定義的，化學、物理和生物整體性決定了「水生生態系統的生態整體性」。各州對魚、昆蟲、水藻、植物和其他生物，就其現有狀況和數量的調查評估結果，與為該水體而制定的生物性標準作比較，評估管理措施的成效。而管理措施的成效，可從生物群的改善情況反映出來。
- 4.3.8 美國國家環境保護局（2000a）為美國各州制定生物性標準提供了技術指引。衡量生態系統狀況的主要指標包括深海底棲動物（大型無脊椎動物）、魚、水生大型植物和浮游植物。衡量浮游動物、淺海底棲動物及遺體殘留（古環境重建）方法正在開發當中，並有方法草案提供。這些數據可以發展成生物性指數，或評估指標分類群。

#### 香港

- 4.3.9 現時，香港並無生物性的水質指標。考慮到國際上使用生物性指標以加強水生生物群保護的趨勢，此項檢討將探索制定本港水域的生物性水質指標的可行性。標準的制定需要本地水生生物對棲息水體以及污染程度的敏感程度資料。環境保護署已實施了一個生物指標監測計劃，收集所需的資料。

### 4.4 泳灘的微生物水質指標

- 4.4.1 康樂水域水質指標（和指引及標準）是以現有流行病學的專家研究結論為基礎而制定的。不同機構或直接制定其所屬地區的水質指標，或考慮該領域之現有發展情況後，決定採用或使用已由其他國家或地區制定的水質指標。世界衛生組織（WHO）和歐盟委員會（EC）最近制定相關的水質指標（WHO, 2003; European Commission, 2006b）。兩個機構各自採用的方法（及結果）大致相似，但與以前的常用的方法有所不同。兩機構都採用了基於風險評估的方法，並用一系列數值來劃分水質狀況。兩機構各自採用的方法也包括了一個評估糞便污染程度的步驟。這步驟需要通過衛生檢查或叫「泳灘水域分析」等方式完成。澳洲經很少修改便採用世界衛生組織的方法（NHMRC, 2008）。新加坡也採用世界衛生組織方法，但他們將其簡化，從一系列數值中選擇一個作為始效閾值。
- 4.4.2 世界衛生組織（2003）分析評估了使用海水和淡水水體作康樂活動可能遇到的健康危害。海水之康樂使用指引見於《世界衛生組織指引—安全使用休憩水域環境》（WHO, 2003）。指引的首要目標乃為保護公共衛生。而微生物指標的指引則是為有直接接觸的水上活動（即，有咽水風險）而制定的。但對次級接觸的康樂活動，如涉水、划船和釣魚等活動，則無相應的指引。
- 4.4.3 水質方面主要關注的問題（及大部分特定的指引）大多與糞便污染有關。與早期糞便污染有關之指引相比，現在主要的關注點已從追溯數值達標率評估，擴展至實時管理和公共衛生保護。其中一個主要結果是建立了一套以衛生檢查和微生物測量的綜合結果為基礎的康樂水域分類制度。
- 4.4.4 重要的「安納波利斯協議」（WHO, 1999）建議：
- 從依賴糞便細菌數值指標作為唯一標準，過渡到使用二維定性排列法，評估由直接測量的方法得到的糞便污染程度。
  - 容許因在某一階段或在某些地區具高風險（如暴雨後避免游泳之建議）時，阻止使用相關水域。

這些建議促成了康樂水域環境的分類（WHO, 2003）。這個分類基本上是一個矩陣系統，由衛生檢查（「糞便污染量之排序」）結果和微生物監測（「對合適的糞便污染指標的直接測量」）結果所組成。

- 4.4.5 在歐洲北部溫帶水域（如英國）所進行的一系列隨機對照實驗，提供了制定泳灘水質微生物指引數值的關鍵資料來源（WHO, 2003）。這項研究表明，於海水而言，泳客腸道內腸道鏈球菌（糞便鏈球菌）與胃腸道疾病和急性發熱性呼吸道疾病（AFRI）有明顯的關係。
- 4.4.6 附件 A5 載有世界衛生組織所選污染物的相關指引。每 100 毫升腸內腸道鏈球菌的數量指引值為第 95 百分位值，代表了易於理解的風險水準。世界衛生組織建議應靈活使用此指引，在制定泳灘水質標準時，各國家 / 地區應考慮到當地的社會文化（免疫性、人口發病率）、環境（氣候、水文）和經濟因素，以符合該地區、國家和 / 或當地的實際情況。
- 4.4.7 表 4.1 總結了一些國家所採用的泳灘水質的細菌量指引 / 標準。現時水質指標（ $\leq 180$  個大腸桿菌/100 毫升，為游泳季節採集到的所有水樣的幾何平均數）及香港泳灘等級制，是以環境保護署和香港大學於 20 世紀 80 年代末和 90 年代初聯合進行的流行性疾病研究結果為基礎，並參考了當時世界衛生組織的報告而制定的。這基準相當於每 1000 個泳客，有 10 個患上與游泳有關感染疾病的發病率。此外，泳灘等級制設定了每 100 毫升中允許 610 個大腸桿菌的上限。與此上限相對應的是每 1000 個泳客有 15 個感染疾病的發病率（即健康風險），此比率與外國的做法相約。比如與美國國家環境保護局所採用的標準（每 1000 個游泳者有 19 例患病）<sup>3</sup> 和世界衛生組織（每 1000 個游泳者有 50 例患病）<sup>4</sup> 的標準在同一範圍內。用作制定現時水質指標的健康風險方法與外國做法相似。
- 4.4.8 然而，考慮到採用世界衛生組織的指引及使用腸道鏈球菌作為細菌指標已成為國際趨勢，是項研究將重新檢討現時水質指標和細菌指標（大腸桿菌）是否仍適用於香港泳灘水質的長期保護，亦會探討水中腸道鏈球菌的含量變化是與本地泳灘水域（為亞熱帶地區）的污染程度互相關聯、市民可接受的健康風險水平、以及採用腸道鏈球菌作為替代 / 補充細菌指標的必要性及可行性。

<sup>3</sup> 風險率（每千名泳客有十九個案例）被應用到美國國家環境保護局「沿海和大湖區休憩水域的水質質量標準」的最終規則，二零零四年十一月十六日。

<sup>4</sup> 世界衛生組織準把微生物水質分為四類：A、B、C 和 D 類。B 類（相對於胃腸道疾病發病率：每 1000 名泳客有 50 個案例）通常被視為可以接受的游泳相關的健康風險水平。

表 4.1 泳灘水域細菌指引 / 標準概述

國家 / 地區 / 組織	泳灘水域的水質指引/標準 (每 100 毫升)
世界衛生組織 (註: 4 種生物性水質: A、B、C 和 D)	<u>海水 (B類)</u> 腸內腸道鏈球菌 ≤ 200 (第 95 百分位數)
	<u>淡水</u> 大腸桿菌 (尚未得出指引值)
歐盟委員會指令 (註: 泳灘分為 4 個級別: 優秀、良好、充足和惡劣)	<u>海洋和過渡水域 (對「良好」泳灘而言)</u> 大腸桿菌 ≤ 500 (第 95 百分位數) 腸內腸道鏈球菌 ≤ 200 (第 95 百分位數)
	<u>淡水 (對「良好」泳灘而言)</u> 大腸桿菌 ≤ 1000 (第 95 百分位數) 腸內腸道鏈球菌 ≤ 400 (第 95 百分位數)
香港	<u>海水 (「一般水質」泳灘)</u> 大腸桿菌 ≤ 180 (游泳季節所收集全部採樣的幾何平均值)
美國國家環境保護局	<u>海水</u> 大腸桿菌 ≤ 35 (至少5次採樣的幾何平均值)
	<u>淡水</u> 大腸桿菌 ≤ 126 (至少 5 次採樣的幾何平均值) 腸道鏈球菌 ≤ 33 (至少 5 次採樣的幾何平均值)
澳洲	<u>海水和淡水</u> 糞大腸菌 ≤ 150 (整個游泳季節的中位數) 或 腸道鏈球菌 ≤ 33 (整個游泳季節的中位數)

## 4.5 與生物累積和海產養殖相關的水質指引

- 4.5.1 某些國家已制定可在生物體內長期積存化學物的指引。到最近幾年，已有發展為這些化學物制定指引或標準的方法，而亦只有幾個國家制定了使用這些方法的指引。
- 4.5.2 某些國家的指引以留在生物體內組織的殘留物為基礎，目的是保護捕食動物或人類不會中毒，保證食用漁產品的安全。某些國家則把組織殘留物指引與海水中的化學物濃度聯繫起來。世界衛生組織 / 聯合國糧食農業組織的食物標準設定機構 – 食品法典委員會也為魚類養殖和漁產品的生產制定一套規則，強調了水質在捕漁作業及魚類養殖上的重要性，以供人們安全食用漁產品（段 6.1）。後者的資訊將不在此處詳述，但可以在食品法典委員會網站 [http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10273/CXP\\_052e.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10273/CXP_052e.pdf) 上查看。以下將簡述制定與生物體內累積和海產養殖相關的水質指引之外國做法。

### 澳洲和新西蘭

- 4.5.3 ANZECC and ARMCANZ (2000a) 假設可造成生物累積的化學物在處於低濃度的觸發值時，將發生明顯生物積累的可能性不大。在當時缺乏全面指導的情況下，這些化合物的保護水平從正常情況下的 95% 提高至 99%。澳洲和新西蘭為保護水生生物及人類的海產食物而制定了水質指引（包括有毒物參數）。
- 4.5.4 食物中的化學物極限是由澳洲和新西蘭食物安全機構（ANZFA, 2000）制定的，但這些極限與海水中的化學物濃度無關。考慮到為保護人類健康而單獨使用水質標準的不確定性和限制，澳洲和新西蘭的官方指引明確規定，段 4.5.3 中規定的水質指引並不確保可以達到相關食物標準；它們只可與食物安全標準一併使用以保護食用海產的消費者的健康。（ANZECC and ARMCANZ, 2000a）

### 歐盟

- 4.5.5 歐盟要求評估所有可得的數據，以制定環境品質標準（European Commission, 2001）。這包括保護高層捕食者和人類的健康，並交待水生系統所有直接和間接風險來源的途徑（如生物累積）。歐盟委員會（2003）早期的技術指引遵循由已預知環境濃度的海水至高級捕食者（鳥類或哺乳動物）路線的風險商數，但大部分近期指引（Lepper, 2005）要求需根據捕食動物的安全水準來計算海水的安全濃度。

### 歐盟保護捕食者的方法

- 4.5.6 為避免可生物累積物質造成二次中毒，歐盟的原始參考檔是 Lepper (2005)。二次中毒的途徑是從食物鏈累積毒素，因此進行長期餵養的研究是恰當的。這些研究結果可用食物濃度（NOEC; 毫克/公斤<sub>food</sub>）或不會造成任何反應的劑量（NOAEL; 毫克/公斤<sub>體重/天</sub>）表示。為進行進一步計算，需要口服 NOEC，並根據體重/每日食物攝取量，NOEC 可以通過 NOAEL 乘以換算系數而得出。Lepper (2005; 表 7) 詳列 8 種常見測試物種的轉換系數表，從 8 到 40 不等。
- 4.5.7 品質標準（制定 EQSs 的中期數字）表示捕食者食物的濃度（ $QS_{spb}$ ，“spb” = 「生物區二次中毒」；這大致與  $PNEC_{oral}$  接近，指口服的「預測的無效濃度」）。 $QS_{spb}$  是由  $NOEC_{oral}$  除以評估系數而計算出來的。Lepper (2005; 表 8) 亦提供此評估系數，可用於推斷哺乳動物和鳥類的毒性數據；它的數值從 30 到 3,000 不等，取決於測試類型。若可得到幾種鳥類或哺乳動物的口服 NOEC 資料，則應以最低的  $QS_{spb}$  作為標準。一般來說，由於很難得到野生鳥類或哺乳動物的毒性數據，所以必須經常從實驗測試品種獲取這些資料。
- 4.5.8 以規劃或設計為目的舉例，將捕食組織（ $QS_{spb}$ ）的品質標準改變為海水的相應濃度是可行

的，這亦可被視作替代標準（ $EQS_{sp\ water}$ ）。如果有可靠的化學物分配系數資料（ $K_{ow}$ ，辛醇 - 水分配系數）、生物富集系數（BCF）或生物放大系數（BMF），則可以做到。Lepper（2005）對捕食動物的獵食（ $BMF_1$ ）和高級捕食動物的獵食（ $BMF_2$ ）都進行生物放大，以解釋在海洋環境中更長的食物鏈。對於海水：

$$EQS_{sp\ water} [\mu g/L] = \frac{QS_{spb} [\mu g/kg]}{BCF [L/kg] * BMF_1 * BMF_2} \quad (\text{公式 A})$$

4.5.9 幾種量度所得的 BMF 數據已經面世，因此 Lepper（2005; 表 9）提供了預設 BMF 值，這些值根據有機化學物的  $K_{ow}$  對數（ $K_{ow}$  對數 5-8 可達到 10）而有所不同。Lepper 也提示使用水質標準時需小心謹慎，因為預設和實驗生物累積數據存有不確定性，因此要求參考專家意見。

4.5.10 同樣方法也適用於金屬，但是必須考慮已觀察到的 BCF 與金屬反向關係；當海水含最高的 BCF 值時，其金屬濃度為最低，反之亦然。因此，BCFs 應根據應用在測試媒介中的環境相關金屬濃度所進行的研究或用該領域觀測到的生物累積系數（BAFs）進行計算（Lepper, 2005）。

4.5.11 歐盟委員會（2006a; 附件 I, A 和 B 部分）提供了海水中 41 種指定化學物的 EQSs。一般而言，這些 EQSs 皆被視作提供全面保護及有效控制污染的基礎。但在此階段，海水 EQSs 的其中 3 種化學物可能沒有得到充分保護，也制定了生物的 EQSs。對這些化學物，用於保護捕食者不受二次中毒威脅，而殘留在魚類、軟體動物、甲殼類和其他生物的體內組織濃度不得超過以下水準（所有均為濕重）：

- 10 微克/公斤 六氯苯
- 55 微克/公斤 六氟丁二烯
- 20 微克/公斤 甲基汞

歐盟對食用魚類 / 海產的人類健康指引

4.5.12 歐盟架構也為食用魚類 / 海產制定了與人類健康有關的品質標準。由 Lepper（2005）提供的技術指引概述如下：考慮到現時沒有標準方法或協議，他建議使用「簡單但實際的方法」。通過約定，魚類 / 海產消耗的化學物量不得超過人類相關閾值的 10%（例如，可接受 / 承受的每日攝取量或口服的 NOAEL）。

4.5.13 人類健康 EQS（以微克/公斤魚產品表示），可用人類標準體重（bw）70 公斤和食用魚產品的標準率 115 克/天來計算：

$$EQS_{nh\ food} = \frac{0.1 * \text{閾值} [\mu g/kg\ bw] * 70\ \text{kg (人類標準體重)}}{0.115\ \text{kg 海產消耗}} \quad (\text{公式 B})$$

4.5.14 可以使用以上轉換  $QS_{spb}$  的同樣方法，把  $EQS_{hh.food}$  轉為海水中的相應濃度（ $EQS_{hh.food.water}$ ）：



$$EQS_{hh.food.water} [\mu\text{g/L}] = \frac{QS_{hh.food} [\mu\text{g/kg}]}{BCF [L/kg] * BMF} \quad (\text{公式 C})$$

4.5.15 例如，歐盟委員會（2001；於 2002 和 2005 修訂）設定了人類可從海鮮攝取的最高金屬含量。具體為：

- 鉛：根據種類，介乎於 200-1,500 微克/公斤之間
- 鎘：50 – 500 微克/公斤
- 汞：500 – 1000 微克/公斤

由於人類風險計算只考慮個別體重和食用海鮮量，所以以上數字與海水中的金屬濃度並無直接關係。理論上，段 4.5.14 的公式 C 能把以上數字轉為海水中的金屬濃度。

4.5.16 這些用於金屬的方法也同樣適用於有機化學物。雖然限制物質可接受的攝取量到其閾值的 10% 可以增加安全水準，但這種方法並不具體考慮可能的高風險因素（例如香港是全世界人均食用海鮮最多的地方）。

#### 加拿大

4.5.17 食用水生生物的陸生哺乳動物和鳥類的首要風險是攝取已被污染的水生生物，如魚類、無脊椎動物和水生植物。加拿大（CCME, 1998b; 1999b）已制定組織殘留指引（TRGs），用於保護這些野生動物，特別是哺乳動物和鳥類。這些持久、可於生物體內聚積的化合物包括二氯二苯基三氯乙烷甲基汞、多氯聯苯（PCBs）、多氯二苯並二噁英（PCDDs）、多氯二苯並呋喃（PCDFs）和毒殺芬。這些化合物於生物中積聚的程度往往比食物鏈高，因此水質指引可能不適用。

4.5.18 TRGs 指「水生生物組織中不會對野生動物產生負作用的最高化學物濃度」（CCME, 1999b）。TRGs 適用於被野生動物食用的任何水生生物，例如魚類、貝類和其他無脊椎動物，或水生植物。為了保護所有的野生動物，這準則應應用到水生生物種最高的營養階層面。可是，CCME（1999b）鼓勵使用個別種類或個別區域的指標。例如 TRGs 在加拿大被用於修復受污染的地方，以幫助闡釋生物監測資料，並可作為有用的評估工具，以評估食用受污染的食物之潛在風險（CCME, 1999b）。

4.5.19 制定 TRG 的一般方法（CCME, 1998b）是以 Newell et al.（1987）為基礎並加上大量修改。根據個別化學物的物理特性，如環境行為、持久性和環境濃度，及從毒性研究推算野生動物對食用受污染食物的重要生態負面作用（例如減少繁殖能力）等可推算 TRGs。數據資料設有預先設定的最低要求，但可制定中期 TRGs。為計算 TRGs，需先計算每種哺乳動物和鳥類的最低效應閾值。可根據加拿大野生動物的體型和食物攝取量來計算參照濃度（RC）值（獵物的污染水準被認為可以保護捕食者），最低的 RC 被建議用作 TRG。

#### 美國

4.5.20 美國國家環境保護局（1995）先計算出飲食的體重閾值，然後用食物和化學物消化效率來倒算魚類的組織含量，從而計算出魚類組織殘留物指引（TRGs），以保護捕食者不受生物積聚的化學物影響。他們隨後又將化學物的 TRG 值除以生物累積系數（BAF）或生物富集系數（BCF）以計算海水的環境標準，亦同時考慮到 BAFs 和 BCFs 會隨生物種類不同而有所變化。美國國家環境保護局（1995）提供從每個營養階層計算平均 BAF 的方法。

- 4.5.21 最近美國國家環境保護局（2000a）考慮納入非水源的化學物接觸，包括傾向於使用生物累積系數（BAF）多於生物富集系數（BCF）；與 BCF 只考慮海水這單一來源相比，BAF 更能反映從所有源頭（如進食、沉澱物），包括魚類和貝類攝取的污染物量。美國國家環境保護局對預計 BAF 值（以當地或地域魚類實地量度的數據為基礎）提供了詳細的程式和指引，並提供計算風險和標準的公式和背景。
- 4.5.22 美國國家環境保護局持續評估制定和實施高度生物積聚化學物的全國標準的可行性（以水生生物組織濃度表示（組織殘留標準）。BAF 或生物累積模型，可將海水和沉澱物中的化學物濃度和魚類與貝類組織中的化學物濃度聯繫起來。

#### 美國量度人類健康的方法

- 4.5.23 美國國家環境保護局保護人類健康的標準的目的是把人類終生接觸化學物的負面風險減少至兩種接觸途徑 – 飲用水和水生食用魚類。前者與海水無關，儘管「水生」主要指淡水，但食用魚類的標準應可轉為食用海鮮的標準。
- 4.5.24 與加拿大相比，美國對保護人類食用魚類的標準有不同的計算程式；加拿大的做法是先計算野生動物體重可承受的污染物閾值，然後用食物和化學物同化效率和生物濃度 / 生物累積系數來倒算魚類或海水的等量濃度（CCME, 1999b）。
- 4.5.25 美國國家環境保護局（2000a）已制定相似的計算方法，以制定建基於海水的標準（《淨水法》304（a）條）來保護人類食用海鮮時的健康。首先要制定能於生物體內積聚的化學物，例如汞、砷、多氯聯苯和二噁英等的標準。於 2006 年，砷、多氯聯苯和二噁英的魚類食用值仍然以海水接觸為基礎。另一可用的方法旨在引導各州和各省制定個別的標準，但也可用於全國水質標準並可作為預設系數來評估全國標準。
- 4.5.26 已修訂的指引以原來指引使用的方法為基礎（USEPA, 1980），以保護人類健康：癌症、非癌症、味覺和嗅覺（器官感覺）效應，並推出 64 種污染物或污染物級別的指引。美國國家環境保護局（2000a）採用預測魚類食用值，一般成年人為 17.5 克/日，而維生型漁民為 142.4 克/日。
- 4.5.27 從非癌症數據制定的標準是基於每日可接受的攝取量（ADI）（其他地方使用參照劑量（RfD）一字）。雖然可隨時使用人類數據，但 ADI 值通常由動物研究得到的無不良反應之劑量（NOAEL）計算得出。ADI 值可由 NOAEL 除以不確定系數 10、100 或 1,000（取決於數據質素）而得出，也包含了以有限毒性數據來推算人類的 ADI 的不確定性。

#### 海產養殖的微生物水質指標

- 4.5.28 貝類可以於其胃腸道、消化腺和其他組織積聚病毒或病原體，而積聚速度取決於微生物和貝類種類。大部分水生病原體由人類和動物糞便污染產生，包含大量病毒、細菌和原生動物。食用貝類與病毒疾病的傳播有關，是人類的重要健康關注。人類因食用海產而攝取的病原體或病毒大部分源自人類本身，隨廢水排放進入水生生態系統。這些腸道病毒或病原體能在水生環境中生存一段時間。由於直接檢測病原體困難，費用也高，所以細菌生物指標（如大腸桿菌、糞大腸菌）被廣泛用作生物指標，表示糞便污染程度以及致病生物的存在情況。
- 4.5.29 一般而言，保護海產養殖的微生物水質指標是根據定量風險評估方法（環境保護部, 2003）來制定的。簡單來說，此方法先界定因食用被一定程度細菌生物指標所污染的魚類和 / 或貝類而產生的可接受健康風險。其次，用實驗關係來估計海水中細菌生物指標之閾值環境濃度，這種關係考慮了細菌累積和淨化速度、細菌濃度的自然範圍、魚類 / 貝類的病原體濃度及安全系數。附件 A2 到 A7 列舉了一些中國和外國海產養殖之微生物指引 / 標準。

## 提高保護人類食用海產安全的補充措施

- 4.5.30
- 僅依賴水質指標來保護人類食用海產有下列限制：
  - 難以確定人工養殖海產內有毒物之生物累積程度和生物利用度，及有毒物和致癌物的慢性毒理機制。
  - 用實驗室毒性數據推算在不同的環境情況下之海產養殖環境存有許多不確定性和限制。
  - 對個別有毒物的容忍度取決於海洋物種，而不同海產養殖物種間差別很大，通常只可以選定幾種代表物種用於評估。
  - 除養殖水域外，捕獲的海產一般也受不同的污染物影響，如魚苗來源和飼養材料等。
- 4.5.31 考慮到為保護人類健康而單獨使用水質標準的不確定性和限制，澳洲、新西蘭、美國和歐盟常採用二階法。這種方法可通過直接控制相關的食物安全標準（如明確指明海產肉內污染物的含量和監測養殖用水的質素）來提高與食用海鮮有關的人類健康。這種方法尤其適用於控制較高健康風險的貝類<sup>5</sup>產品，因為：（i）貝類是濾食動物，可能累積源自海水的病原體、毒性有機物和金屬；和（ii）某些貝類產品（例如蠔）通常會直接生食。
- 4.5.32 除了上述對水質採用的二階法和食物安全標準外，某些國家採取進一步補充措施以提高貝類產品的安全性，通常是依賴預防性和管理方法。這些方法包括根據衛生調查和細菌生物監測來管制貝類養殖水域的選址和分類，要求對從某級別養殖水域捕獲的貝類做進一步處理（例如淨化<sup>6</sup>或轉運<sup>7</sup>），管制收穫、處理、行銷或出口貝類產品的貝類品質保證計劃等。

## 4.6 中國與外國的水質指標制定方法總結

- 4.6.1 從各國可以獲得相關資訊的數量和類型各有不同。即使獲得比較全面的資訊，仍然很難對所用水質管理及水質指標制定的基本方法、立法和政策架構、保護程度、制定方法、定期檢討、達標監測及報告進行簡單和直接的比較。表 4.1 概括各國的做法，建議此表只可與本技術摘要及原來資料結合使用。

<sup>5</sup> 貝類泛指可作為食物的無脊椎動物，包括各種軟體動物（蜆、青口、蠔，螺，和帶子）和甲殼類動物（蝦、龍蝦、小龍蝦和螃蟹）。

<sup>6</sup> 淨化是一個減少可能存於貝類的病原微生物的處理過程，它透過受控的水環境進行處理。

<sup>7</sup> 轉運是將貝類由被列為限制或有條件限制的養殖地轉移至列為批准或有條件批准的養殖水域的處理方法，目的是利用水質較佳水域作為暫存處理過程，以減少可能存於貝類的大腸菌群或病原體含量、及有毒或有害物質含量。

**表 4.2 中國和外國對海水水質指標的管理模式、立法架構及政策、制定方法、檢討方法和達標情況之總結**

	方法	立法架構	保護 <sup>1</sup> 和制定	定期檢討	監測和報告
中國	用既定值	結合強制和非強制性的立法。由各省、自治區、市和漁業機構實行。	生態系統、水產業（生產方面）和人類消費者 <i>無有關制定的資訊</i>	5年計劃	全國性和當地；在中國環境保護部網站上報告每年統計數據
澳洲	綜合使用既定值、個別水域 / 參考區資料和生物性評估。靈活和建基於風險。	非強制性。各州和各地區的資源並由其執行。為政策的基礎。	生態系統（不同水準） <i>毒性數據（統計分布—物種敏感度分布）</i> <i>參考區數據</i>  康樂（全身 / 直接接觸和觀賞） <i>初始使用世界衛生組織</i>  水產業（生產方面） <i>專家檢討</i>  人類消費者 <i>基本上使用食物標準（組織濃度）。</i>	非正式~10年	提供個別具地點的指引；風險評估方法；由各州實行。
歐盟	綜合使用既定值 <sup>2</sup> 、個別水域 / 參考區資料和生物評估。靈活和建基於風險。	強制性。必須於指定日期達到一定水質分類。由成員國實行。	生態系統（不同水準） <i>毒性數據（評估因素/安全系數<sup>3</sup>+統計分布—物種敏感度分布），參考區數據</i>  康樂（全身 / 直接接觸） <i>專家檢討</i>  人類消費者 <i>基本上由生態系統保護方法提供</i>	2019/2020的指令；某些方面需每4-6年進行檢討	由成員國每年監測；每年進行總結。
加拿大	綜合使用既定值、個別水域 / 參考區資料和生物評估。靈活。	非強制性。各州和各地區的資源並由其執行。為政策的基礎。	生態系統 <i>毒性數據（評估因素/安全系數<sup>3</sup>），參考區數據，毀滅及持久性</i>  康樂 <i>專家檢討（將來將轉為世界衛生組織）</i>	~3-4年；持續更新	提供個別具地點的指引；由各州和各地區實行。
美國	綜合使用既定值 <sup>2</sup> 、個別水域 / 參考區	非強制性。各州和各部落的資源並由其	生態系統 <i>毒性資料（三角形分布）和參考區數據</i>	長期檢討；由美國國	各州實行，並向美國國家環境保護局報告

	方法	立法架構	保護 <sup>1</sup> 和制定	定期檢討	監測和報告
	資料和生物評估。靈活。	實行。為政策和實施的基礎。	康樂（主要全身 / 直接接觸） <i>專家檢討</i>  水產業 <i>由上述生態系統的保護提供</i>  人類消費者 <i>詳見段 4.2.8</i>	國家環境保護局輪流檢討；評析各州水質標準	
<b>世界衛生組織</b>	只有有關康樂方面。綜合使用既定值和個別水域的資料。靈活和建基於風險。	非強制性。任何有興趣國家的資源並由其實行。	康樂（主要全身 / 直接接觸） <i>專家檢討</i>	獲得新資料時檢討。	由該國家決定。定期向公眾報告重要資訊。建議每 5 年收集 100 個樣本。

1. 根據此表說明的基本「意圖提供的保護」預測，著重保護實益用途。個別國家可能使用不同的術語和劃分。
2. 說明短期事件和長期情況。
3. 評估因素 / 安全系數。

## 5 參考資料

- Aldenbergh, T. and Jaworska, J.S. 2000. Uncertainty of the hazardous concentration and fraction affected for normal species sensitivity distributions. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 46: 1-18.
- Aldenbergh, T. and Slob, W. 1993. Confidence limits for hazardous concentrations based on logistically distributed NOEC toxicity data. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 25: 48-63.
- Ang, P.O., Chu, L.M., Chu, K.H., Wong C.K. and Woo, N.Y.S. 2000. Study on the Suitability of Ping Chau to be Established as Marine Park or Marine Reserve. Submitted to Marine Parks Division, Agriculture, Fisheries and Conservation Department, Hong Kong SAR Government.
- ANZECC and ARMCANZ. 2000a. Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council / Agriculture and Resource Management Council of Australian and New Zealand, Canberra.  
[http://www.mincos.gov.au/publications/australian\\_and\\_new\\_zealand\\_guidelines\\_for\\_fresh\\_and\\_marine\\_water\\_quality](http://www.mincos.gov.au/publications/australian_and_new_zealand_guidelines_for_fresh_and_marine_water_quality)
- ANZECC and ARMCANZ. 2000b. Australian Guidelines for Water Quality Monitoring and Reporting. National Water Quality Management Strategy Paper No 7. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, Canberra.
- ANZFA. 2000. Australia New Zealand Food Standards Code (ANZFSC). Australia New Zealand Food Authority (ANZFA)
- APEC. 2003. Water Quality Criteria / Standards Adopted in the Asia Pacific Region, Phase 1 Report, August 2003. Environmental Protection Department, The Government of Hong Kong Special Administrative Region of The People's Republic of China, Asia Pacific Economic Cooperation, Singapore.
- Binnie. 1995a. Fisheries survey of Hong Kong waters - Gillnet, trawl, ichthyoplankton and reproductive assessment report. For Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department. Binnie Consultants Limited.
- Blackmore, G. and Rainbow, P.S. 2000. Epibenthic crab (Crustacea: Brachyura) assemblages of the southeastern waters of Hong Kong: The 1998 trawl programme. In: Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Marine Biological Workshop: The marine flora and fauna of Hong Kong and southern China, Hong Kong, 1998, edited by B.S. Morton, pp. 517-529. Hong Kong University Press, Hong Kong.
- Buikema, A.H., Niederlehner, B.R. and Cairns, J. 1982. Biological monitoring. Part IV. Toxicity testing. *Water Research* 16: 239-262.
- Campbell, E., Palmer, M.J., Shao, Q., Warne, M.StJ. and Wilson, D. 2000. BurliOZ: A computer program for the estimation of the trigger values for the ANZECC and ARMCANZ water quality guidelines. In National water quality management strategy, Australian and New Zealand Guidelines for fresh and marine water quality. ANZECC and ARMCANZ (Australian and New Zealand Environment and Conservation Council

and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand), ANZECC and ARMCANZ, Canberra, Australia.

- CCME. 1996. Canadian Water Quality Guidelines: Updates (May 1996). Appendix XXI to Canadian Water Quality Guidelines. Canadian Council of Ministers of the Environment, Ottawa.
- CCME. 1998a. Recreational Water Quality Guidelines and Aesthetics. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.  
<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/water-eau/recreat/index-eng.php>
- CCME. 1998b. Protocol for the Derivation of Canadian Tissue Residue Guidelines for the Protection of Wildlife that Consume Aquatic Biota. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.
- CCME. 1999a. Canadian Environmental Quality Guidelines. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg. <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/>
- CCME. 1999b. Canadian Tissue Residue Guidelines for the Protection of Wildlife Consumers of Aquatic Biota: Introduction. In: Canadian environmental quality guidelines, Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999, Winnipeg.
- CCME. 2003. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: Guidance on the Site-Specific Application of Water Quality Guidelines in Canada: Procedures for Deriving Numerical Water Quality Objectives. In: Canadian environmental quality guidelines, Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999, Winnipeg.
- CCPC. 2001. Agreement No. CE 62/98. Consultancy Study on Fisheries and Marine Ecological Criteria for Impact Assessment. Final Report. Agriculture, Fisheries and Conservation Department. Centre for Coastal Pollution and Conservation, City University of Hong Kong.
- CCPC. 2008. Provision of Services for Review of Reference Conditions Values of 13 Bioindicators for Monitoring Marine Pollution in Hong Kong Waters. Tender Ref. WW 07-086. Final Report. Environmental Protection Department. Centre for Coastal Pollution and Conservation, City University of Hong Kong.
- CCREM. 1987. Canadian Water Quality Guidelines. Prepared by the Task Force on Water Quality Guidelines. Canadian Council of Resource and Environment Ministers, Ottawa, Canada.
- Chapman, P.M. 1991. Environmental quality criteria: What types should we be developing? *Environmental Science and Technology* 25: 1353-1359.
- Chapman, P.M., Fairbrother, A. and Brown, D. 1998. A critical evaluation of safety (uncertainty) factors for ecological risk assessment. *Environmental Toxicology & Chemistry* 17: 99-108.
- Chau, K.W. 2005. Characterization of transboundary POP contamination in aquatic ecosystems of Pearl River delta. *Marine Pollution Bulletin* 51: 960-965.
- Chau, K.W. 2006. Persistent organic pollution characterization of sediments in Pearl River estuary. *Chemosphere* 64: 1545-1549.

- Chau, K.W. and Jiang, Y.W. 2003. Simulation of transboundary pollution transport action in the Pearl River delta. *Chemosphere* 52: 1615-1621.
- Cheung, K.C., Poon, B.H.T., Lan, C.Y. and Wong, M.H. 2003. Assessment of metal and nutrient concentrations in river water and sediment collected from the cities in the Pearl River Delta, South China. *Chemosphere* 52: 1431-1440.
- Chiu, S.T. 1988. The distribution and habitat of *Anthocidaris crassipina* (Echindermata: Echinoidea) in Hong Kong. *Asian Marine Biology* 5: 5-122.
- CITYU, 1999. Final Report on Collection of Baseline Information on Trace Toxics of Hong Kong Marine Biota (for Environmental Protection Department). Department of Biology and Chemistry, City University of Hong Kong, Hong Kong.
- CITYU. 2006. Provision of Services for Species Identification and Data Analysis of Epibenthic Organisms from Hong Kong Water. Final Report. Environmental Protection Department. Department of Biology and Chemistry, City University of Hong Kong.
- CITYU. 2008. Provision of Services for Data Analysis of Phytoplankton Community of Hong Kong Marine Waters. Final Report. Environmental Protection Department. Department of Biology and Chemistry, City University of Hong Kong.
- Commission. 2001. Decision No. 2455/2001/EC of the European Parliament and of the Council of 20 November 2001 establishing the list of priority substances in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC. Official Journal of the European Communities [EN] L 331.  
[http://ec.europa.eu/environment/water/water-dangersub/pri\\_substances.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/water-dangersub/pri_substances.htm)
- Connell, D.W., Wu, R.S.S., Richardson, B.J., Leung, K., Lam, P.S.K., and Connell, P.A. 1998b. Fate and risk evaluation of persistent organic contaminants and related compounds in Victoria Harbour, Hong Kong. *Chemosphere* 36:2019-2030.
- Crommentuijn, T., Sijm, D., Van de Gutche, C. and Van de Plassche, E. 2001. Deriving ecotoxicological risk limits for water and sediments in The Netherlands. *Australasian Journal of Ecotoxicology* 7: 31-42.
- Diaz, R.J. and Rosenberg, R. 1995. Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 33: 245-303.
- EPD, 2003. A Study of Toxic Substances Pollution in Hong Kong. Environmental Protection Department, HKSAR Government.
- EPD. 2007. Marine Water Quality in Hong Kong in 2006. Environmental Protection Department, HKSAR Government.
- ERM. 1998. Fisheries Resources and Fishing Operations in Hong Kong Waters. (Final report submitted to AFCD), ERM-Hong Kong, Ltd.
- European Commission. 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities [EN] L 327.  
[http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html) ; and



<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:EN:PDF>

European Commission. 2003. Technical Guidance Document in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances, Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for existing substances and Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market. Part II. European Commission Joint Research Centre, Ispra, Italy. <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/tgd/>

European Commission. 2006a. Directive of the European Parliament and of the Council on environmental quality standards in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC [COM(2006) 397 final]. [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2006/com2006\\_0397en01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2006/com2006_0397en01.pdf); and [http://ec.europa.eu/environment/water/water-dangersub/surface\\_water.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/water-dangersub/surface_water.htm)

European Commission. 2006b. Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC. Official Journal of the European Communities [EN] L 64. <http://www.unece.org/env/water/meetings/TFIR/background%20documents/bathing%20water%20directive.pdf>; and [http://ec.europa.eu/environment/water/water-bathing/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/environment/water/water-bathing/index_en.html)

European UKTAG. 2008c. Proposals for environmental quality standards for Annex VIII substances. Final (SR1-2007), January 2008 (revised June 2008). UK Technical Advisory Group.

Fong, T.C.W. 1999. Conservation and management of Hong Kong seagrasses. *Asian Marine Biology* 16: 109-121.

Fu, J.M., Mai, B.X., Sheng, G.Y., Zhang, G., Wang, X.M., Peng, P.A., Xiao, X.M., Ran, R., Cheng, F.Z., Peng, X.Z., Wang Z.S., Tang, U.W. 2003. Persistent organic pollutants in environment of the Pearl River Delta, China: an overview. *Chemosphere* 52: 1411-1422.

Fung, C.N., Zheng, G..J., Connell, D.W., Zhang, X., Wong, H.L., Giesy, J.P., Fang, Z. and Lam, P.K.S. 2005. Risk posed by trace organic contaminants in coastal sediments in the Pearl River Delta, China. *Marine Pollution Bulletin* 50: 1036-1049.

Gray, J.S., Wu, R.S.S. and Or, Y.Y. 2002. Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment. *Marine Ecology Progress Series* 238: 249-279.

Grist, E.P.M., Leung, K.M.Y., Wheeler, J.R. and Crane, M. 2002. Better bootstrap estimation of hazardous concentration thresholds for aquatic assemblages. *Environmental Toxicology & Chemistry* 21:1515–1524.

Harrison, P.J., Yin, K.D., Lee, J.H.W., Gan, J.P. and Liu, H.B. 2008. Physical-biological coupling in the Pearl River Estuary. *Continental Shelf Research* 28: 1405-1415.

HKGJWG 2008. First Review of the Deep Bay Water Pollution Control Joint Implementation Programme. Mirs Bay and Deep Bay Areas Environmental Management Special Panel, Hong Kong Guangdong Joint Working Group on Sustainable Development and Environmental Protection.

- Hobbs, D.A., Warne, M.StJ. and Markich, S.J. 2005. Evaluation of criteria used to assess the quality of aquatic toxicity data. *Integrated Environmental Assessment and Management* 1: 174-180.
- Hong, H., Xu, L., Zhang L., Chen, J.C., Wong, Y.S. & Wan, T.S.M. 1995. Environmental fate and chemistry of organic pollutants in the sediment of Xiamen and Victoria Harbours. *Marine Pollution Bulletin* 31: 229-236.
- Kenaga, E.E. 1982. Predictability of chronic toxicity from acute toxicity of chemicals in fish and aquatic invertebrates. *Environmental Toxicology and Chemistry* 1:347-358.
- Kong, R.Y.C., S.H.W. Law, S.K.U. Lee, T.W.F. Law and Wu, R.S.S. 2002. Rapid detection of six types of bacterial pathogens in marine waters by multiplex PCR. *Water Research* 36: 2802-2812.
- Kueh, C.S.W. and Lam, J.Y.C. 2008. Monitoring of toxic substances in the Hong Kong marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 57: 744-757.
- Kwok, K.W.H., Leung, K.M.Y., Lui, G.S.G., Chu, V.K.H., Lam, P.K.S., Morrith, D., Maltby, L., Brock, T.C.M., Van den Brink, P.J., Warne, M.StJ. and Crane, M. 2007. Comparison of tropical and temperate freshwater animal species' acute sensitivities to chemicals: Implications for deriving safe extrapolation factors. *Integrated Environmental Assessment and Management* 3: 49-67.
- Lepper, P. 2005. Manual on the methodological framework to derive environmental quality standards for priority substances in accordance with Article 16 of the Water Framework Directive (2000/60/EC). Schmallemberg, Germany: Fraunhofer-Institute of Molecular Biology and Applied Biology. 47 pp.
- Leung, S.F. 1992. The species composition and distribution of penaeid prawns in Tolo Harbour, Tolo Channel and Mirs Bay, Hong Kong. In: *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Marine Biological Workshop: The marine flora and fauna of Hong Kong and southern China, Hong Kong, 1989*, edited by B.S. Morton, pp. 499-515. Hong Kong University Press, Hong Kong.
- Leung, S.F. 1999. The species composition of penaeid prawns in the north-western waters of Hong Kong. In: *Proceedings of the International Workshop on the Mangrove Ecosystem of Deep Bay and the Mai Po marshes, Hong Kong*, edited by S.Y. Lee, pp. 3-11. Hong Kong University Press, Hong Kong.
- Leung, S.F. and Leung, K.F. 2000. The prawn resources of the southern waters of Hong Kong: A comparison of the 1995 and 1998 trawl surveys. In: *Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Marine Biological Workshop: The marine flora and fauna of Hong Kong and southern China, Hong Kong, 1998*, edited by B.S. Morton, pp. 619-649. Hong Kong University Press, Hong Kong.
- Liu, J.H. 1994. The ecology of the Hong Kong limpets *Cellana grata* (Gould, 1859) and *Patelloida pygmaea* (Dunker, 1860): Distribution and population dynamics. *Journal of Molluscan Study* 60: 55-67.
- Liu, Y., Zheng, G.J., Yu, H., Martin, M., Richardson, B.J., Lam, M.H.W., Lam, P.K.S. 2005. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in sediments and mussel tissues from Hong Kong marine waters. *Marine Pollution Bulletin* 50: 1173-1184.

- Ministry of Environment, Government of British Columbia. 2006. British Columbia Approved Water Quality Guidelines, 2006 Edition. Environmental Protection Division, Science & Information Branch, Water Quality Division, BC  
[http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/approv\\_wq\\_guide /approved.html](http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/approv_wq_guide /approved.html)
- Morton, B. and Morton, B. 1983. The Seashore Ecology of Hong Kong. Hong Kong University Press, Hong Kong.
- Nelson, W.G. and Brown, C.A. 2008. Use of probability-based sampling of water-quality indicators in supporting development of quality criteria. *ICES Journal of Marine Science* 65: 1421-1427.
- Newman, M.C., Ownby, D.R., Mezin, L.C.A., Powell, D.C., Christensen, T.R.L., Lerberg, S.B. and Anderson, B-A. 2000. Applying species-sensitivity distributions in ecological risk assessment: assumptions of distribution type and sufficient numbers of species. *Environmental Toxicology and Chemistry* 19: 508-515.
- NHMRC. 2008. Guidelines for Managing Risks in Recreational Water. Australian Government / National Health & Medical Research Council, Canberra.  
[http://www.nhmrc.gov.au/publications/synopses/\\_files/eh38.pdf](http://www.nhmrc.gov.au/publications/synopses/_files/eh38.pdf)
- Nie, X., Lan, C., Wei, T. and Yang, Y. 2005. Distribution of polychlorinated biphenyls in the water, sediment and fish from the Pearl River Estuary, China. *Marine Pollution Bulletin* 50: 537-542.
- OECD. 1992. Report of the OECD workshop on extrapolation of laboratory aquatic toxicity data to the real environment. OECD Environment Monographs No 59, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- OECD. 1995. Guidance Document for Aquatic Effects Assessment. OECD Environment Monographs No 92, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- Painting, S.J., Devlin, M.J., Malcolm, S.J., Parker, E.R., Mills, D.K., Mills, C., Tett, P., Wither, A., Burt, J., Jones, R. and Winpenny, K. 2007. Assessing the impact of nutrient enrichment in estuaries: Susceptibility to eutrophication. *Marine Pollution Bulletin* 55: 74-90.
- Richardson, B.J. and Zheng, G.J. 1999. Chlorinated hydrocarbon contaminants in Hong Kong surficial sediments. *Chemosphere* 39: 913-923.
- Richardson, B.J., Lam, P.K.S. and Wu, R.S.S. 2000. The Coast of Hong Kong. In: *Seas at the Millennium: an Environmental Evaluation Vol. II*, edited by C. Sheppard, pp. 535-547. Elsevier Science.
- RIVM. 1995. Quality assurance document for deriving environmental quality objectives (INS and I-Values). Report No. ACT/H/003. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, The Netherlands.
- RIVM. 1999. Environmental Risk Limits in The Netherlands. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, The Netherlands.
- Shin, P.K.S. 1985. A trawl survey of the subtidal molluscs of Tolo Harbour and Mirs Bay, Hong Kong. In: *Proceedings of the 2nd International Workshop: The Malacofauna of Hong Kong and southern China, Hong Kong, 1983*, edited by B. Morton and D. Dudgeon, pp. 440-447. Hong Kong University Press, Hong Kong.

- Shin, P.K.S., Huang, Z.G., Wu, R.S.S. 2004. An updated baseline of subtropical macrobenthic communities in Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin* 49: 128-135.
- Stephan, C.E., Mount, D.I., Hansen, D.J., Gentile, H.J., Chapman, G.A. and Brungs, W.A. 1985. *Guidelines for Deriving Numerical National Water Quality Criteria for the Protection of Aquatic Organisms and Their Uses*. US Environmental Protection Agency, Washington DC.
- Tam, N.F.Y. and Wong, Y.S. 2000. *Hong Kong Mangroves*. Agriculture, Fisheries and Conservation Department and City University of Hong Kong Press, Hong Kong. 148 pp.
- Tanabe, S. 1991. Fate of toxic chemicals in the tropics. *Marine Pollution Bulletin* 22: 259-260.
- Taylor, J.D. 1992. Long-term changes in the gastropod fauna of Tolo Channel and Mirs Bay, Hong Kong: The 1989 survey. In: *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Marine Biological Workshop: The marine flora and fauna of Hong Kong and southern China*, Hong Kong, 1989, edited by B.S. Morton, pp. 557-573. Hong Kong University Press, Hong Kong.
- Taylor, J.D. and Shin, P.K.S. 1989. Trawl surveys of sublittoral gastropods in Tolo Channel and Mirs Bay; a record of change from 1976-1986. In: *Proceedings of the 2nd International Marine Biological Workshop: The marine flora and fauna of Hong Kong and southern China*, Hong Kong, 1986, edited by B.S. Morton, pp. 857-882. Hong Kong University Press, Hong Kong.
- Thompson, G. B. 1982. Some echinoderms collected from coral habitats in Tolo Harbour, Hong Kong. In: *The Marine Flora and Fauna of Hong Kong and Southern China*. Volume 2: Ecology, Morphology, Behaviour and Physiology, edited by B. Morton and C. K. Tseng, pp. 651-654.
- UKTAG. 2004. Type Specific Reference Condition Descriptions for Transitional and Coastal Waters for the UK (v2. 02/08/04). UK Technical Advisory Group. <http://www.wfduk.org/>
- UKTAG. 2005. Environmental Standards for Use in Classification and the Programme of Measures for the Water Framework Directive (Public Working Draft) (v2. 02-08-04). Approved, June 2005. UK Technical Advisory Group. <http://www.wfduk.org/>
- USEPA. 1972. *Water Quality Criteria: A report of the Committee on Water Quality Criteria*. National Academy of Sciences. U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.
- USEPA. 1980. Guidelines and methodology used in the preparation of health effect assessment chapters of the consent decree water criteria documents. *Federal Register* 45: 79347, Appendix 3. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC.
- USEPA. 1986a. *Quality Criteria for Water – 1986*. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC. EPA 440/5-86-001.
- USEPA. 1986b. *Ambient Water Quality Criteria for Bacteria – 1986*. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC. EPA 440/5-84-002.
- USEPA. 1991. Policy on the use of biological assessments and criteria in the water quality program. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC. [http://www.epa.gov/bioindicators/pdf/bioass\\_policy.pdf](http://www.epa.gov/bioindicators/pdf/bioass_policy.pdf)
- USEPA. 1994. *Water Quality Standards Handbook*. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC. EPA 822-B-96-001.

- USEPA. 2000a. Methodology for Deriving Ambient Water Quality Criteria for the Protection of Human Health (2000). Technical Support Document Volume 1: Risk Assessment. Office of Science and Technology, Office of Water. Washington, DC. EPA-822-B-00-005.
- USEPA. 2001. Nutrient Criteria Technical Guidance Manual: Estuarine and Coastal Marine Waters. Office of Water, 4304. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC. EPA-822-B-01-003.
- USEPA. 2006. National Recommended Water Quality Criteria. Office of Water, Office of Science and Technology 4304T. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC.
- USEPA. 2009. Guidance for Implementing the January 2001 Methylmercury Water Quality Criterion. Final. U. S. Environmental Protection Agency, Office of Science and Technology (4305T), Washington, DC 20460, EPA-823-R-09-002, <http://www.epa.gov/waterscience>
- Van der Meent, D., Aldenberg, T., Canton, J.H., Van Gestel, C.A.M., and Slooff, W. 1990. Desire for levels. Background study for the policy document "Setting environmental quality standards for water and soil". RIVM Report No. 670101 002, The Netherlands.
- Van Vlaardingen, P.L.A. and Verbruggen, E.M.J. 2007. Guidance for the derivation of environmental risk limits within the framework of 'International and national environmental quality standards for substances in the Netherlands' (INS). Revision 2007. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Report No. 601782001. Bilthoven, The Netherlands.
- Warne, M.StJ. 1998. Critical review of methods to derive water quality guidelines for toxicants and a proposal for a new framework. Supervising Scientist Report 135, Supervising Scientist, Canberra, 82 pp.
- Warne, M.StJ. 2001. Derivation of the Australian and New Zealand water quality guidelines for toxicants. Australasian Journal of Ecotoxicology 7: 123-136.
- Watson Hawksley Consulting Engineers. 1989. Sewage Strategy Study.
- WHO. 1999. Health-based monitoring of recreational waters: the feasibility of a new approach (the 'Annapolis Protocol'). WHO.SDE/WSH/99.1. Protection of the Human Environment, Water Sanitation and Health Series, World Health Organization, Geneva.
- WHO. 2003. Guidelines for safe recreational water environments, Volume1 coastal and fresh waters. World Health Organization, Geneva. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/bathing/srwe1/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/srwe1/en/)
- Wong, C.S.C., Li, X.D., Zhang, G. Qi, S.H. and Peng, X.Z. 2003. Atmospheric deposition of heavy metals in the Pearl River Delta, China Atmospheric Environment 37: 767-776.
- Wu, R.S.S. 1988. Marine pollution in Hong Kong: A Review. Asian Marine Biology 5: 1 23.
- Wu, R.S.S., Lam, P.K.S. and Wan, K.L. 2002. Tolerance to, and avoidance of, hypoxia by the penaid shrimp (*Metapenaeus ensis*). Environmental Pollution 118: 351-355.
- Wurl, O., Obbard, J.P., and Lam, P.K.S. 2006. Distribution of organochlorines in the dissolved and suspended phase of the sea-surface microlayer and seawater in Hong Kong, China. Marine Pollution Bulletin 52: 768-777.

- Xu, J., Hoa, A.Y.T., Yin, K., Yuan, X., Anderson, D.M., Lee, J.H.W., Harrison, P.J. 2008. Temporal and spatial variations in nutrient stoichiometry and regulation of phytoplankton biomass in Hong Kong waters: Influence of the Pearl River outflow and sewage inputs. *Marine Pollution Bulletin* 57: 335-348.
- Yang, R.R., Ma, S.W.Y. and Kueh, C.S.W. 2006. An assessment of toxic substances pollution in the Hong Kong marine environment. *Human and Ecological Risk Assessment* 12: 339-362.
- Zheng, G.J., Lam, M.H.W., Lam, P.K.S., Richardson, B.J., Man, B.K.W. and Li, A.M.Y., 2000. Concentrations of persistent organic pollutants in surface sediments of the mudflat and mangroves at Mai Po Marshes Nature Reserve, Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin* 40:1210-1214.
- 國家環境保護局/國家技術監督局頒布. 中華人民共和國國家標準 GB 3097-1997. 海水水質標準 (Sea water quality standards).

## 6 附件

### A1 被納入研究的水質參數和水質指標清單

### A2 – A6 中國和外國的水質指標

A2 中華人民共和國

A3 澳洲

A4 歐盟

A5 加拿大和美國

A6 世界衛生組織

## A1 檢討的水質參數和水質指標清單

這項檢討將會對下文列示的 48 種參數或指標作出研究。以下資料有助於理解附件 A2 至 A7 內有關中國大陸和外國的水質指標值。

### I. 營養及有關物質

1. 表內不含陳述性的營養物水質指標，因其對本港設定數量標準無大幫助。
2. 無機氮（微克/升）指總氮（ $\text{NH}_3$ ）、硝酸鹽和亞硝酸鹽（ $\text{NO}_x$ ）的化合物；根據每個國家 / 地區的水域種類，通常以幅度值來表達。
3. 總含氮量（微克/升）包括所有無機和有機氮化合物。
4. 總含磷量（微克/升）包括所有有機和無機磷化合物。
5. 葉綠素-a（微克/升）－ 只在新加坡和澳洲發現其指引值。
6. 矽（微克/升）－ 只在馬來西亞發現其指引值。
7. 除另有說明外，混濁度以散射濁度單位量度。
8. 溶解氧（DO）是以飽和度的百分比或毫克/升表示，每個表內均有說明。

### II. 物理和化學

9. 美觀程度（陳述性）
10. 危險物質（陳述性）
11. 可沉降物質（陳述性）
12. 懸浮固體（毫克/升）表明最大允許量。
13. 溶解氧（DO）是以飽和度的百分比或毫克/升表示，每個表內均有說明。
14. 除另有說明外，混濁度以散射濁度單位量度。
15. 除另有說明外，顏色以 Pt-Co 色度 mg/LP 表示。
16. 透光度以可視透明度板的深度表示，以米為單位。
17. 酸鹼值以範圍表示。
18. 除另有說明外，鹽度通常以有關水域一般幅度的最大百分比表示。
19. 除另有說明外，溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）通常以平均季節溫度之變動範圍（ $\pm$ ）表示。
20. 砷（微克/升）通常指總態，但澳洲和佛羅里達也提供砷-III 與砷-V 的指標，其指引分別在個別的表表示。
21. 鎘（微克/升）
22. 鉻（微克/升）可以總態表示，如鉻-III 或 鉻-VI，其指引分別在個別的表表示。
23. 銅（微克/升）
24. 鉛（微克/升）
25. 汞（微克/升）通常指無機和有機的總態，但由於更為關注有機汞（即甲基汞），於表內分別以 2 種形式表示。
26. 鎳（微克/升）
27. 銀（微克/升）
28. 鋅（微克/升）
29. 苯酚（微克/升）不被當作個別化學物，而是一組化學物，因此指引通常指定特定苯酚化合物的數值，詳情見表下之註腳。
30. 聚芳烴（PAHs，單位是微克/升）可被視作總體或個別指定化合物，於表內分別表述。
31. 很多國家以 TBT 表示三丁基錫（微克/升），但於澳洲對錫亦有指引。TBT 通常以微克錫/升表示。



32. 多氯聯苯 (PCBs, 單位為微克/升) 表示總 PCBs。
33. 滴滴涕 (微克/升) 通常指三氯三氟乙烷 (4-氯苯基) 及其損害形式 (如 DDE 和 DDD)。
34. 二噁英 (微克/升)
35. 六氯苯 (HCB, 單位為微克/升)
36. 氨 (微克/升) 分別用總氮、未離解氮或未離解氨表示。
37. 氰化物 (微克/升)
38. 硫化物 (微克/升)
39. 表面活性劑 (微克/升)
40. 油脂 (微克/升)
41. 總石油碳氫化合物 (微克/升) – 只在中國和荷蘭設有定量指引。
42. 總殘餘氯 (微克/升)
43. 氯化消毒副產物 (微克/升) – 只被加拿大報告為「數據不足」。

### III. 微生物

除在各表另有說明外，微生物標準以5個100毫升水樣本 (菌落形成單位/100毫升) 的幾何平均值表示。

44. 大腸桿菌：一些國家 (大部分亞洲國家和新西蘭) 未有大腸桿菌的具體指引，但設有總大腸菌類的指引，這些於附件表內均有顯示。
45. 腸道鏈球菌
46. 糞便鏈球菌
47. 產氣莢膜梭狀芽孢桿菌
48. 糞大腸菌群

A2 中華人民共和國

	參數	單位	中國		
			生態系統	康樂	海產業
1	營養物	陳述性			
2	無機氮	微克/升	200 – 500	150 – 1,000 <sup>a</sup>	
3	總氮	微克/升			
4	總磷	微克/升	15 – 45 <sup>b</sup>	20 – 50	1 <sup>c</sup>
5	葉綠素-a	微克/升			
6	美觀程度	陳述性			
7	危險物質	陳述性			
8	可沉降物質	陳述性	無 <sup>d</sup>	無 <sup>d</sup>	無 <sup>d</sup>
9	懸浮固體	毫克/升	10 – 150 <sup>e</sup>		10 <sup>e</sup>
10	溶解氧	毫克/升	3 – 6	3 – 5	3 – 5
11	混濁度	散射濁度單位			
12	顏色	mg/LPtCo	無	< 25	無
13	透光度	透明度 (米)		0.5 – 1.2	
14	酸鹼度		6.8 – 8.8	6.5 – 8.5	7 – 8.5
15	鹽度				
16	溫度	攝氏	< 1 – 4 <sup>f</sup>	< 2 – 4 <sup>f</sup>	
17	砷	微克/升			
18	砷 (總量)	微克/升	20 – 50		50
18a	砷-III	微克/升			
18b	砷-V	微克/升			
19	鎘	微克/升	1 – 10		5
20	鉻 (總量)	微克/升	50 – 500		100
20a	鉻-III	微克/升			
20b	鉻-VI	微克/升	5 – 50		
21	銅	微克/升	5 – 50	10 – 100	10
22	鉛	微克/升	1 – 50		50
23	汞 (總量)	微克/升	0.05 – 0.5		0.5
23a	有機汞	微克/升			
24	鎳	微克/升	5 – 50	50 – 100	50
25	銀	微克/升			
26	鋅	微克/升	20 – 500	100 – 1000	100
27	苯酚	微克/升	5 – 50	5 – 100	5
27a	多酚類	微克/升			10 <sup>g</sup>
28	聚芳烴 (總量)	微克/升			
28a	特定的聚芳烴	微克/升	0.0025 <sup>h</sup>		
29	三丁基錫	微克/升			
29a	三丁基錫 (以錫表示)	微克/升			
30	多氯聯苯	微克/升			
31	滴滴涕	微克/升	0.05 – 0.1		1
32	二噁英	微克/升			
33	六氯苯 (HCB)	微克/升			
34	氨氮	微克/升		500 <sup>i</sup>	
34a	非離子氨	微克/升			50
34b	非離子氨氮	微克/升	20	20 – 200	20
35	氰化物	微克/升	5 – 200		5
36	硫化物 (總量)	微克/升	20 – 250		200

37	表面活性劑	微克/升	10 – 30	200	
38	油脂	微克/升			
39	總石油碳氫化合物	微克/升	50 – 500		50
40	氨—總餘氨	微克/升			
41	氯化副產物	微克/升			
42	大腸桿菌	菌落形成單位 /100 毫升	1,000	1,000	70, (50 – 500 <sup>j</sup> )
43	腸道鏈球菌	菌落形成單位 /100 毫升			
44	糞便鏈球菌	菌落形成單位 /100 毫升			
45	產氣莢膜梭狀芽孢桿 菌	菌落形成單位 /100 毫升			
46	糞大腸菌群	菌落形成單位 /100 毫升	200	200	14

- a: 只指 NO<sub>2</sub>
- b: 活性磷
- c: 黃磷
- d: 油、泡沫和其他漂浮物
- e: 高於自然周邊水準
- f: 變動幅度高於過往 10 年之月平均數
- g: 揮發酚類
- h: 苯並芘
- i: 溫度高於 20°C 和酸鹼值>8
- j: 總大腸菌類

### A3 澳洲

	參數	單位	生態系統					近岸 <sup>i</sup>	離岸 <sup>j</sup>	康樂	水產業	消費
			99% 物種 <sup>a</sup>	95% 物種 <sup>a</sup>	90% 物種 <sup>a</sup>	80% 物種 <sup>a</sup>						
1	營養物	陳述性										
2	無機氮	微克/ 升										
3	總氮	微克/ 升					100	100				
4	總磷	微克/ 升					15	10				
5	葉綠素-a	微克/ 升					0.7 - 1.4 <sup>k</sup>	0.5 - 0.9 <sup>k</sup>				
6	美觀程度	陳述性							e			
7	危險物質	陳述性							f			
8	可沉降物質	陳述性							e			
9	懸浮固體	毫克/ 升							e	10		
10	溶解氧	毫克/ 升					>90%	>90%	>80%	>5 <sup>p</sup>		
11	混濁度	散射濁 度單位					1 - 20 <sup>l</sup>		e			
12	顏色	mg/LP tCo							e	30 - 40		
13	透光度	透明度 (米)							e			
14	酸鹼度						8.0 - 8.4	8.2 - 8.2	6.5 - 8.5	6 - 9		
15	鹽度									33,000 -37,000 <sup>f</sup>		
16	溫度	攝氏							16 - 34	± 2 <sup>h</sup>		
17	矽	微克/ 升										
18	砷(總 量)	微克/ 升								30		
18a	砷-III	微克/ 升	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>						
18b	砷-V	微克/ 升	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>						
19	鎘	微克/ 升	<b>0.7</b>	5.5	14	36				0.5 - 5		
20	鉻(總 量)	微克/ 升								20		
20a	鉻-III	微克/ 升	8	<b>27</b>	50	90						
20b	鉻-VI	微克/ 升	0.14	<b>4.4</b>	20	85						
21	銅	微克/ 升	0.3	<b>1.3</b>	3	8				5	1,000	
22	鉛	微克/ 升	2.2	<b>4.4</b>	6.6	12				1 - 7		

	參數	單位	生態系統					康樂	水產業	消費
			99% 物種 <sup>a</sup>	95% 物種 <sup>a</sup>	90% 物種 <sup>a</sup>	80% 物種 <sup>a</sup>	近岸 <sup>i</sup>			
23	汞 (總量)	微克/升	0.1 <sup>i</sup>	0.4	0.7	1.4			1	
23a	有機汞	微克/升								
24	鎳	微克/升	7	70	200	560			100	
25	銀	微克/升	0.8	1.4	1.8	2.6			3	
26	鋅	微克/升	7	15	23	43			5	5000
27	苯酚	微克/升	270	400	520	720				1,000 - 10,000
27a	多酚類	微克/升	11 <sup>m</sup>	22 <sup>m</sup>	33 <sup>m</sup>	55 <sup>m</sup>				各種
28	聚芳烴 (總量)	微克/升								
28a	特定的聚芳烴	微克/升	50 <sup>n</sup>	70 <sup>n</sup>	90 <sup>n</sup>	120 <sup>n</sup>				1000 <sup>n</sup> q
29	三丁基錫	微克/升							0.01	
29a	三丁基錫 (以錫表示)	微克/升	0.0004	0.006	0.02	0.05				
30	多氯聯苯	微克/升	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>			2	
31	滴滴涕	微克/升	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>				
32	二噁英	微克/升	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>				
33	六氯苯 (HCB)	微克/升	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>				
34	氨—總氮	微克/升	500 <sup>c</sup>	910 <sup>c</sup>	1200 <sup>c</sup>	1700 <sup>c</sup>			1,000	
34a	氨—未離解氮	微克/升							100	
34b	氨—未離解氮	微克/升								
35	氰化物	微克/升	2 <sup>d</sup>	4 <sup>d</sup>	7 <sup>d</sup>	14 <sup>d</sup>			5 <sup>d</sup>	
36	硫化物 (總量)	微克/升	ID <sup>b,d</sup>	ID <sup>b,d</sup>	ID <sup>b,d</sup>	ID <sup>b,d</sup>			2 <sup>d</sup>	
37	表面活性劑	微克/升	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>		e		
38	油脂	微克/升						e		
39	總石油碳氫化合物	微克/升						e		
40	氨—總餘氮	微克/升	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>	ID <sup>b</sup>			3	

	參數	單位	生態系統						康樂	水產業	消費
			99% 物種 <sup>a</sup>	95% 物種 <sup>a</sup>	90% 物種 <sup>a</sup>	80% 物種 <sup>a</sup>	近岸 <sup>i</sup>	離岸 <sup>i</sup>			
41	氯化副產物	微克/升									
42	大腸桿菌	菌落形成單位/100毫升									
43	腸道鏈球菌	菌落形成單位/100毫升							g		
44	糞便鏈球菌	菌落形成單位/100毫升									
45	產氣莢膜梭狀芽孢桿菌	菌落形成單位/100毫升									
46	糞大腸菌群	菌落形成單位/100毫升									14 <sup>o</sup>

粗體為適用於典型輕至中度干擾系統的觸發值

- a: 95%的監測資料（如果資料少則用最大值）與各自的指導值進行比較；建議予輕至中度干擾系統的數值以粗體顯示
- b: 資料不足—只有低可靠性的數字
- c: 於酸鹼度 8.0
- d: 未離解
- e: 適於觀賞
- f: 不產生毒性效應或刺激的水準。如有問題，則要進行風險評估。實際上，通常與化學品危險 / 物質有關，而非只是「危險物質」。
- g: 基於衛生檢查結果及 95%腸道鏈球菌而制定之風險評估框架
- h: 超過一小時
- i: 無機汞
- j: 熱帶澳洲的設定值；沒有近岸和離岸的定義；監測數據的中位數與準則值作比較
- k: 較低的數值是典型清澈、以珊瑚為主的水域，而高數值的是典型混濁、強潮系統
- l: 低的數值表示離岸、以珊瑚為主的水域。較高的數值是指河口水域。
- m: 五氯苯酚值；其他化合物：ID<sup>b</sup>。
- n: 萘值；其他化合物：ID<sup>b</sup>。
- o: 中位數應低於此數值（單位為 MPN/100 毫升），並有不多於 10%之樣本高於 43 MPN/100 毫升
- p: 毫克/升
- q: 卮 20
- r: 總溶解固體（TDS）

## A4 歐盟

	參數	單位	EU 歐盟		
			生態系統 AA-EQS <sup>a</sup>	生態系統 MAC-EQS <sup>a</sup>	康樂
1	營養物	陳述性	b		
2	無機氮	微克/升	b		
3	總氮	微克/升	b		
4	總磷	微克/升	b		
5	葉綠素-a	微克/升	b		
6	美觀程度	陳述性			
7	危險物質	陳述性			
8	可沉降物質	陳述性			
9	懸浮固體	毫克/升	b		
10	溶解氧	毫克/升	b		
11	混濁度	散射濁度單位	b		
12	顏色	mg/LPtCo			
13	透光度	透明度 (米)	b		
14	酸鹼度				
15	鹽度		b		
16	溫度	攝氏	b		
617	矽	微克/升			
18	砷 (總量)	微克/升			
18a	砷-III	微克/升			
18b	砷-V	微克/升			
19	鎘	微克/升	0.2	0.45 – 1.5 <sup>c</sup>	
20	鉻 (總量)	微克/升			
20a	鉻-III	微克/升			
20b	鉻-VI	微克/升			
21	銅	微克/升			
22	鉛	微克/升	7.2		
23	汞 (總量)	微克/升	0.05 <sup>d</sup>	0.07 <sup>d</sup>	
23a	有機汞	微克/升			
24	鎳	微克/升	20		
25	銀	微克/升			
26	鋅	微克/升			
27	苯酚	微克/升			
27a	多酚類	微克/升	0.01 – 0.4 <sup>e</sup>	1 – 2 <sup>e</sup>	
28	聚芳烴 (總量)	微克/升			
28a	特定的聚芳烴	微克/升	0.002 – 1.2 <sup>f</sup>	0.1 – 1 <sup>f</sup>	
29	三丁基錫	微克/升	0.0002	0.0015	
29a	三丁基錫 (以錫表示)	微克/升			
30	多氯聯苯	微克/升			
31	滴滴涕	微克/升	0.01, 0.025 <sup>g</sup>		
32	二噁英	微克/升			
33	六氯苯 (HCB)	微克/升	0.01	0.05	
34	氨—總氮	微克/升			
34a	氨—未離解氨	微克/升			
34b	氨—未離解氮	微克/升			
35	氰化物	微克/升			

36	硫化物（總量）	微克/升			
36a	未離解硫化氫	微克/升			
37	表面活性劑	微克/升			
38	油脂	微克/升			
39	總石油碳氫化合物	微克/升			
40	氨—總餘氨	微克/升			
41	氯化副產物	菌落形成單位/100 毫升			
42	大腸桿菌	菌落形成單位/100 毫升			h
43	腸道鏈球菌	菌落形成單位/100 毫升			h
44	糞便鏈球菌	菌落形成單位/100 毫升			
45	產氣莢膜梭狀芽孢桿菌	菌落形成單位/100 毫升			
46	糞大腸菌群	陳述性			

- A: AA-EQS 和 MAC-EQS = 分別為每年平均和最大可接受濃度。金屬的 EQSs 為已溶解的金屬濃度。有機污染物的 EQS 為總濃度。
- B: 根據特定類型參照區的調查結果，會員國會就營養物、透明度、氧化條件、鹽度和溫度等條件評估生態狀況。人工化和曾被大幅修改的水體所用的參照區可能會有所不同。
- C: 五個不同的海水種類的範圍
- D: 總汞及其化合物
- E: 辛基酚，壬基酚和五氯苯酚
- F: 不同聚芳烴的範圍
- G: 分別為 p-p-DDT 和總 DDT
- H: 建基於腸道鏈球菌和大腸桿菌（90 和第 95 百分位數）水準的評估和分類，並輔以泳灘剖面的發展和定期審查



## A5 加拿大和美國

	參數	單位	加拿大		美國		
			生態系統	娛樂	生態系統 基準最大濃度 (CMC)	生態系統 基準持續濃度 (CCC)	消耗
1	營養物	陳述性	a				
2	無機氮 [NH <sub>3</sub> + NO <sub>x</sub> ]	微克/升	16,000 <sup>b</sup>				10,000 <sup>b</sup>
3	總氮	微克/升					
4	總磷	微克/升				0.1	
5	葉綠素-a	微克/升					
6	美觀程度	陳述性		c			
7	危險物質	陳述性					
8	可沉降物質	陳述性	c	c			
9	懸浮固體	毫克/升	a		a	a	a
10	溶解氧	毫克/升	>8				
11	混濁度	散射濁度 單位	a	50	a	a	a
12	顏色	mg/LPtCo	g	d	a	a	a
13	透光度	透明度 (米)		1.2			
14	酸鹼度		7.0 – 8.7	6.5 – 8.5		6.5 – 8.5	5.0 – 9.0
15	鹽度		<10% <sup>d</sup>				250,000
16	溫度	攝氏	± 1	≤30			
617	矽	微克/升					
18	砷 (總量)	微克/升	12.5 <sup>e</sup>		69	36	0.018
18a	砷-III	微克/升					
18b	砷-V	微克/升					
19	鎘	微克/升	0.12		40	8.8	
20	鉻 (總量)	微克/升					
20a	鉻-III	微克/升	56 <sup>e</sup>				
20b	鉻-VI	微克/升	1.5		1,100	50	
21	銅	微克/升			4.8	3.1	1,300
22	鉛	微克/升			210	8.1	
23	汞 (總量)	微克/升	0.016 <sup>e</sup>		1.8 <sup>k</sup>	0.94 <sup>k</sup>	
23a	有機汞	微克/升	0.004 <sup>t</sup>				0.3 <sup>q</sup>
24	鎳	微克/升			74	8.2	610
25	銀	微克/升			1.9		
26	鋅	微克/升			90	81	7,400
27	苯酚	微克/升					21,000
27a	多酚類	微克/升	0.7 <sup>m</sup>		7.0 - 13 <sup>s</sup>	1.7 – 7.9 <sup>s</sup>	0.27 – 1,800 <sup>v</sup>
28	聚芳烴 (總量)	微克/升	ID				670 – 8,300 <sup>w</sup>
28a	特定的聚芳烴	微克/升	1.4 <sup>e,n</sup>				0.0038 <sup>x</sup>
29	三丁基錫	微克/升	0.001 <sup>e</sup>		0.42	0.0074	
29a	三丁基錫 (以錫表示)	微克/升					
30	多氯聯苯	微克/升				0.03 <sup>p</sup>	0.000064 <sup>p</sup>

31	滴滴涕	微克/升			0.13	0.001	0.00022
32	二噁英	微克/升					$5 \times 10^{-9}y$
33	六氯苯(HCB)	微克/升	ID				0.00028
34	氨—總氮	微克/升			s,t	s,t	
34a	氨—未離解 氮	微克/升					
34b	氨—未離解 氮	微克/升					
35	氰化物	微克/升			1	1	140
36	硫化物(總 量)	微克/升				2	
37	表面活性劑	微克/升					
38	油脂	微克/升		無 <sup>g</sup>	a	a	a
39	總石油碳氫 化合物	微克/升					
40	氨—總餘氮	微克/升	0.5 <sup>r</sup>		13	7.5	
41	氯化副產物	微克/升	ID				
42	大腸桿菌	菌落形成 單位/100 毫升		200			
43	腸道鏈球菌	菌落形成 單位/100 毫升		35			35 <sup>z</sup>
44	糞便鏈球菌	菌落形成 單位/100 毫升					
45	產氣莢膜梭 狀芽孢桿菌	菌落形成 單位/100 毫升					
46	糞大腸菌群	菌落形成 單位/100 毫升		200			

ID = 數據不足

a: 陳述性

b: 僅指  $\text{NO}_3^-$ ，相當於 3,600 微克氮/升

c: 可觀賞 = 無岩屑、浮渣或其他物質

d: 非大量增加至超出自然背景濃度

e: 臨時指引

f: 淡水指引

g: 視覺或嗅覺不能察覺

h: 分別為 24 小時和 30 天平均之中值

i: 分別為即時與 30 天的平均值

j: 分別為 30 天平均值與最大限度

k: 總汞量

l: 總汞量比例

m: 壬基苯酚毒性當量

n: 衛生球 / 萘

o: 苯並芘

p: 總多氯聯苯類

q: 魚 / 貝類之濕重 (微克 / 克)

r: 次氯酸和氯胺

s: 依賴酸鹼值

t: 基於 20 克/公斤鹽度之溫度的範圍

u: 甲殼綱收穫時之中位數和最大值

v: 五氯苯酚、氯酚、二硝基酚和壬基苯酚

w: 蔥，芘，萘嵌戊烷

x: 苯並芘，苯並蔥，苯並熒蔥，茚並(1,2,3-cd)芘

y: 2,3,7,8-四氯二苯並對二噁英

z: 康樂指引；依據使用頻率，最大值不應超過  
104-500 菌落形成單位/100 毫升的範圍

## A6 世界衛生組織 (WHO)

	參數	單位	康樂		參數	單位	康樂
1	營養物	陳述性		25	銀	微克/升	
2	無機氮	微克/升		26	鋅	微克/升	
3	總氮	微克/升		27	苯酚	微克/升	
4	總磷	微克/升		27a	多酚類	微克/升	
5	葉綠素-a	微克/升		28	聚芳烴 (總量)	微克/升	
6	美觀程度	陳述性	a	28a	特定的聚芳烴	微克/升	
7	危險物質	陳述性	b	29	三丁基錫	微克/升	
8	可沉降物質	陳述性	a	29a	三丁基錫 (以錫表示)	微克/升	
9	懸浮固體	毫克/升	a	30	多氯聯苯	微克/升	
10	溶解氧	毫克/升	a	31	滴滴涕	微克/升	
11	混濁度	散射濁度單位	a	32	二噁英	微克/升	
12	顏色	mg/LPtCo	a	33	六氯苯(HCB)	微克/升	
13	透光度	透明度 (米)	a	34	氨—總氮	微克/升	
14	酸鹼度			34a	氨—未離解氨	微克/升	
15	鹽度			34b	氨—未離解氮	微克/升	
16	溫度	攝氏		35	氰化物	微克/升	
17	矽	微克/升		36	硫化物 (總量)	微克/升	
18	砷 (總量)	微克/升		36a	表面活性劑	微克/升	
18a	砷-III	微克/升		37	油脂	微克/升	
18b	砷-V	微克/升		38	總石油碳氫化合物	微克/升	
19	鎘	微克/升		39	氨—總餘氨	微克/升	
20	鉻 (總量)	微克/升		40	氯化副產物	微克/升	
20a	鉻-III	微克/升		41	大腸桿菌	菌落形成單位 /100 毫升	
20b	鉻-VI	微克/升		42	腸道鏈球菌	菌落形成單位 /100 毫升	
21	銅	微克/升		43	糞便鏈球菌	菌落形成單位 /100 毫升	c
22	鉛	微克/升		44	產氣莢膜梭狀芽孢桿菌	菌落形成單位 /100 毫升	
23	汞 (總量)	微克/升		45	糞大腸菌群	菌落形成單位 /100 毫升	
23a	有機汞	微克/升		46	銀	微克/升	
24	鎳	微克/升					

a: 嚴格來說，並未制定指引，但水域不應有肉眼可見的物體。而該物體將不可沉降成沉積物、漂浮物、油、浮渣和其他物質、產生難看之顏色、氣味、味覺或混濁之物質、產生不受歡迎的水生生物之物質和狀況。游泳區之海水應透明可見，足以評估深度並看見水下的危險。

b: 嚴格來說，並未制定指引。但如關注潛在的化學物污染，建議起初使用飲用水指引，從而取得數值，用於進行篩選級風險評估。這通常與化學物危險 / 物質有關，不只是「危險物質」。

c: 基於衛生檢查結果及 95 百份數的腸道鏈球菌水準而制定之風險評估框架。