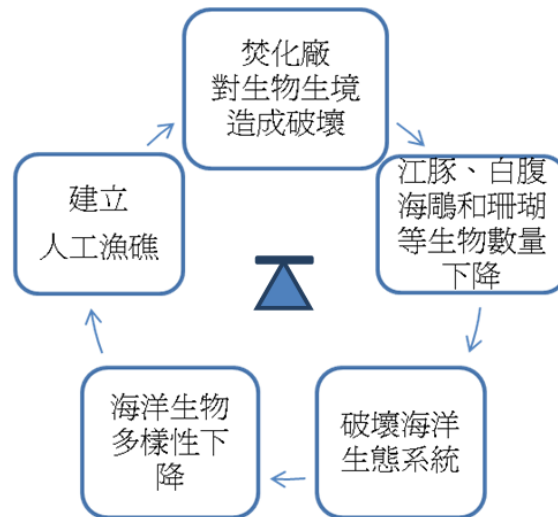


# 從系統和多樣性的概念思考香港興建綜合廢物管理設施

## 對香港生態和環境的影響

劉欣瑜 2013



圖七：人工魚礁之穩定效應

內容	頁數
目錄	P. 2
引言	P. 3
系統和多樣性概念的建構	P. 4-6
一. 系統概念	P. 4-6
二. 多樣性概念	P. 6
跨學科概念的應用	P. 7-12
一. 焚化廠對生態和環境造成的影響	P. 7-10
二. 政府提出的改善方法	P. 10-12
跨學科概念的重要性	P. 12
個人學習反思及總結	P. 13
參考資料	P. 14-15

## 引言

中國哲學家呂坤<sup>1</sup>談「學問」時指其涉及「攢零合整、融化貫串」<sup>2</sup>，人若把所學的零碎知識以一個整體去思考，就能做到融會貫通。孔子曰：「學而不思則罔」<sup>3</sup>。現時教育普及化，若未能配合思考，有多少學問都是徒然。因此，合整思維<sup>4</sup>十分重要，以多角度去思考問題，掌握問題重心(陶兆輝、劉遠章，2011)。

近年，香港三個堆填區漸踏飽和狀態，在石鼓洲興建綜合廢物管理設施(下稱焚化廠)一事討論得如火如荼。一方面，建立焚化廠可暫緩堆填區的壓力，並能有效地處理香港每天所產生的垃圾，另一方面，焚化廠又會對環境和生態造成一定的影響。兩者該如何取捨？在本港興建焚化廠是利多於弊，抑或相反？本文將以生態系統和生物多樣性的概念對此議題作深入的分析。

---

<sup>1</sup> 呂坤：呂坤(1536-1618)，字叔簡、卑心吾、新吾，自號抱獨居士，商丘寧陵縣人。著名著作有《呻吟語》，書中談哲理、批評時弊、探求人生和思考宇宙，對中國傳統思想文化有莫大貢獻(曾昭旭，2003)。

<sup>2</sup> 「攢零合整、融化貫串」：此句節錄於呂坤《呻吟語》中問學一節：「學問二字原自外面得來。蓋學問之理，雖全於吾心，而學問之事，則皆古今名物，人人而學，事事而問，攢零合整，融化貫串，然後此心與道方浹洽暢快。」(問學文學，2011)意思是指學問要從外界吸收的，而外界包括古今的人或書本，若人人都能學到知識，而且事事思考，把零碎的知識整合，就能做到融會貫通，真正領悟到該學問。

<sup>3</sup> 「學而不思則罔」：此句節錄於《論語·為政》篇。意思是只知道該知識而不加思索，等於一無所獲，等同「知其然，不知其所以然」。孔子認為學習是必須經過思考分析的。

<sup>4</sup> 合整思維：合整思維 Systemic Thinking 或稱系統式思維，根據陶兆輝、劉遠章(2011)的分析，合整思維是從整體的角度去看事物，讓我們可跳出框框以外，以較宏觀的視野去洞悉複雜的問題，然後找出最佳答案。

## 系統和多樣性概念的建構

### 一. 系統概念

根據梁志援(2005)和陳慶瀚(2008)，系統是由兩個或以上互相制約、依存和影響的元素所組成的一個整體，元素間具有關聯結構，並能呈現整個系統的功能性。系統可以是實物，例如鐘錶的零件，亦可以是不必佔有空間或是有實際質量的物體，例如制度、社會和信仰等(陳天機、許倬雲、關子尹，2002)。

系統可按不同層次和角度劃分成不同類別(見表一)。其中，本文集中討論的生態系統既屬 (1)自然系統、(2)開放系統，又屬 (3)控制系統。簡單而言，(1)自然系統即由自然(物質)組成的系統；(2)開放系統是指會向外界輸出物質或從外界輸入物質的系統；而(3)控制系統則有分正反饋<sup>5</sup>和負反饋<sup>6</sup>，當輸入和輸出有變，系統內部就會自動調節。

系統種類	例子
自然系統	生態系統、人體的各個系統
人工系統	工廠、機構、政府、學校
封閉系統	正在飛行的飛機
開放系統	城市、國家、百貨公司
簡單系統	使用中的電燈膽
控制系統	人體的體內平衡系統

表一：系統的種類及例子

---

<sup>5</sup>正反饋：正反饋是指系統的狀態越來越偏離正常。例如溫室效應，全球增溫使冰雪融化，蓋於陸地表面的冰和雪減少，導致冰、雪對陽光的反射率減少，太陽輻射因而增加了，令溫室效應惡化(劉雅章，2007)。

<sup>6</sup>負反饋：負反饋是指當系統的狀態偏離某一臨界點時就會被逆轉或制止繼續偏離正常狀態。例如身體的血糖系統，當血糖水平過高，身體就會產生胰島素把血糖水平降低至正常水平；相反，當血糖水平過低，身體就會產生高血糖素，使血糖上升，維持身體的血糖水平位於正常狀態。

生態系統是指「一定的時間及空間範圍內，生物群落之間及與其物理環境之間，通過物質循環和能量流動而相互依存、相互制約所構成的系統」(何沃光，2006)。生態系統中的生物群落包括生產者<sup>7</sup>、消費者<sup>8</sup>和分解者<sup>9</sup>(見圖一)。生物群落具有階層性，各個層級內、層級之間都有錯綜複雜的交互作用關係(李培芬，2008)，例如種間捕食、種間共生<sup>10</sup>及種間和種內競爭。生態系統中的生物亦會受物理環境影響，包括氣候因素<sup>11</sup>和土壤因素<sup>12</sup>。

---

<sup>7</sup>生產者：生產者是自營生物，能透過光合作用或化合作用把簡單的無機物質製造所需的有機食物(何沃光，2006)。例子：植物和藻類。

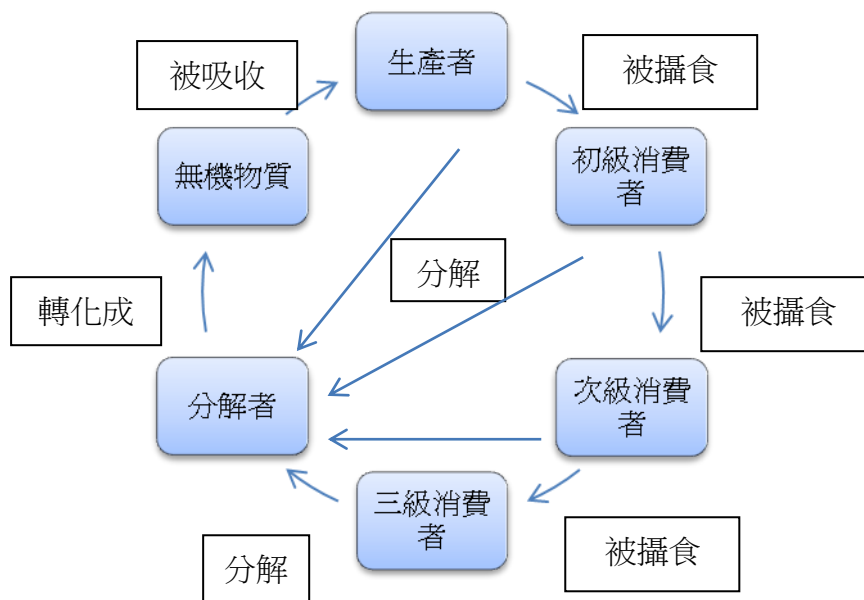
<sup>8</sup>消費者：消費者可分為初級、次級、三級等級別。初級消費者是靠攝食植物和藻類維生，次級則攝食初級消費者，如此類推。透過攝食，食物和能量就可沿食物鏈傳遞(何沃光，2006)。例子：牛、羊和人類。

<sup>9</sup>分解者：分解者會把已死或腐爛的有機物分解成無機物(何沃光，2006)。例子：細菌。

<sup>10</sup>共生：共生可分為 (1)互利共生，即兩種物種一起生存對兩者都有益；(2)片利共生，即兩種物種一起生存只對一方有益處，而另一方則沒有影響；和 (3)寄生，即兩種物種一起生存只對一方有益處，但對另一方會有受損。

<sup>11</sup>氣候因素的例子：光強度、日照時間、溫度、風、氧濃度、二氧化碳濃度等。

<sup>12</sup>土壤因素的例子：泥土中有機物質和無機養料的濃度、土壤顆粒大小和成分、泥土中的空氣和水分。



圖一：生態系統中的生物群落的相互關係

## 二. 多樣性概念

多樣性的形成是由於不同事物之間在本質上存在差異，導致有不同種類或物種的形成(黃顯華、韓孝述和李文浩，2011)。而生物多樣性<sup>13</sup>是指世界上所存在著的生物及生態體系(何沃光，2006；聯合國，1992)。生物多樣性可再細分為遺傳多樣性<sup>14</sup>、物種多樣性<sup>15</sup>和生態系多樣性<sup>16</sup>(聯合國，1992)。

<sup>13</sup>生物多樣性：根據聯合國之《生物多樣性公約》(1992)，生物多樣性是指「所有來源的生物體，包括陸地、海洋、其他水生生態系統及其構成的生態綜合體，包括物種內部、物種之間和生態系統的多樣性。」

<sup>14</sup>遺傳多樣性：遺傳多樣性是指同一物種有不同的遺傳特性和基因組合。簡單而言，遺傳多樣性確保了物種間各個個體都有不同特徵，在物競天擇的自然選擇過程中，對環境適應力較弱的個體會被淘汰，這可避免物種完全被環境淘汰而絕種。

<sup>15</sup>物種多樣性：物種多樣性是指各種生物的多樣性，生物學家把生物分成五界：原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界和動物界。

<sup>16</sup>生態系多樣性：生態系多樣性是指生物群集和生物棲息環境的多樣性。熱帶雨林、沙漠、濕地、紅森林等都是生態系的例子。

## 跨學科概念的應用

政府於 2011 年公布將於石鼓洲<sup>17</sup>(見圖二)興建焚化廠<sup>18</sup>，並在 2013 年長洲居民提出的司法覆核案件<sup>19</sup>中獲得勝訴，計劃焚化廠將於 2020 年正式啟用(文森，2013)。使用焚化廠處理垃圾有利有弊，以下將集中以系統和多樣性之概念去思考和探討 (一)焚化廠在施工和運作階段對生態和環境造成的影響，及 (二)政府提出的改善方法。



圖二：石鼓洲位置

<sup>17</sup>石鼓洲：香港的一個島嶼，屬離島區。位於大嶼山芝麻灣半島以南，茶果洲以東，長洲以西。島上有一座全香港最大的戒毒治療中心——石鼓洲康復院。

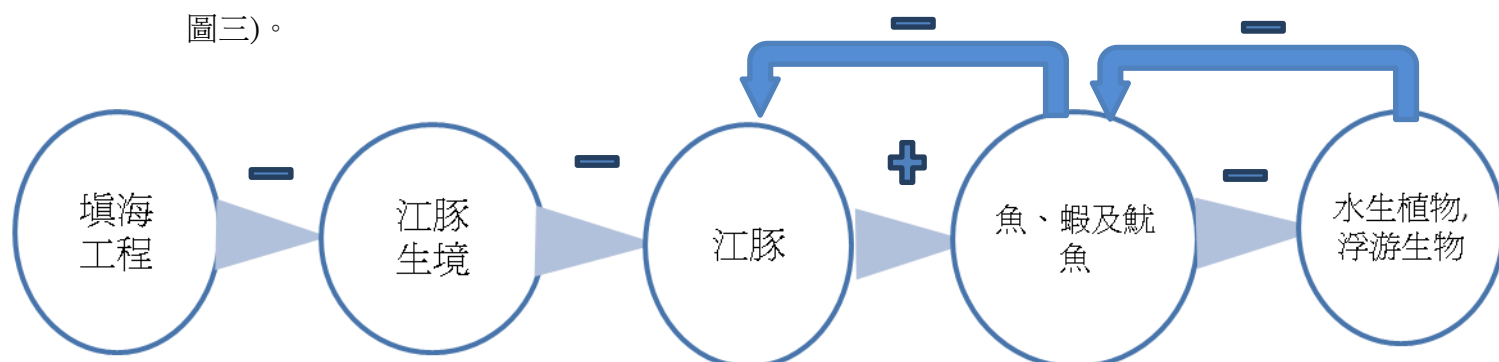
<sup>18</sup>石鼓洲焚化廠：政府選擇在石鼓洲以南的人工島興建綜合廢物管理設施，造價近 150 億元，並於 2020 年正式啟用。本工程項目的基礎設施包括一所先進的焚化廠、一所機械式分類及回收廠，以及一些附屬和輔助設施。廢物會經廢物轉運站從海路運往石鼓洲。焚化廠會採用活動爐排的先進技術，並以攝氏 850 度高溫焚燒(文森，2013)，日後可處理 3000 噸垃圾 (都市日報，2011)。

<sup>19</sup>石鼓洲焚化廠司法覆核案件：申請人投訴環評報告沒有全面評估工程進行時及焚化廠運作時可能出現的潛在風險事故，及量化焚化廠對人體健康的影響，而因作出司法覆核。2013 年 7 月 26 日，高院裁定申訴人敗訴(文森，2013)。

### (一) 焚化廠對生態和環境造成的影響

生態方面，焚化廠選址於石鼓洲以南的人工島，環評報告顯示，進行填海期間，江豚<sup>20</sup>、白腹海鷗<sup>21</sup>和珊瑚<sup>22</sup>等生物的生態都會有所影響(都市日報，2011；環境保護署，2013)。

香港海豚保育學會會長洪家耀表示，石鼓洲附近海面是江豚的棲息地，興建焚化廠對江豚影響較大(都市日報引，2011)。環評報告指填海工程會導致永久失去 31 公頃重要的江豚生境；船隻出入江豚棲息的水域時，亦可能撞傷或撞死江豚；船隻帶來的噪音，又會滋擾江豚。江豚主要獵物是魚、蝦及魷魚，若江豚數量大幅下降，牠們的獵物就得到更大生存率和繁殖率。若這些魚、蝦和魷魚數量上升，牠們對食物(例如水生植物和浮游生物)需求便會大大增加，令水生植物和浮游生物的數量大幅減少。最終魚、蝦和魷魚便會因得不到足夠的食物而死，同樣，江豚亦會因食物不足而進一步減少，嚴重影響整個生態系統及生物多樣性(見圖三)。



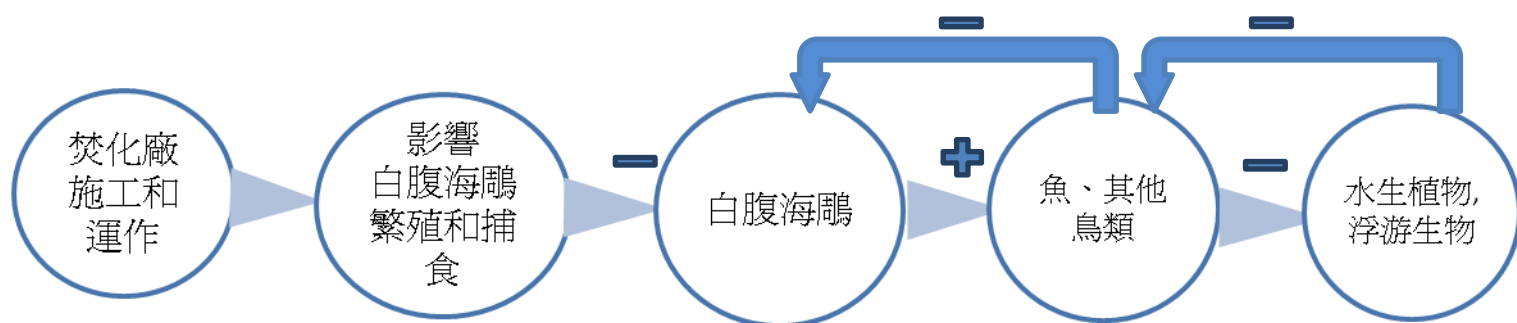
圖三：填海工程如何影響整個生態系統

<sup>20</sup>江豚：體型似魚，全身灰黑色，沒有背鰭，很少躍出水面。比較害怕人類和船隻，不敢靠近。江豚受保護瀕危動植物物種條例保護。

<sup>21</sup>白腹海鷗：體型較大，成鳥有白色的頭部、胸部和尾部和黑色的翅膀。受保護瀕危動植物物種條例保護(漁農自然護理署，2013a)。

<sup>22</sup>珊瑚：由很多珊瑚蟲造成，屬刺胞動物，會集成成群體，只有螅體階段，不能自由走動(何沃光，2006；漁農自然護理署，2013b)。

另外，根據環評報告(2013)，焚化廠施工和運作時所產生的噪音及船隻頻繁的出沒都會影響在附近居住及覓食的白腹海鷗，而且會間接影響魚量。情況與江豚數量下降相似(見圖四)：焚化廠施工和運作影響白腹海鷗的繁殖和捕食，令其數量下降，繼而使其獵物(如魚和其他鳥類)數量上升，魚和其他鳥類的獵物就因大量被魚和鳥捕食而大減。最終，魚、鳥類和白腹海鷗都會死亡，降低物種多樣性。



圖四：焚化廠施工和運作如何影響整個生態系統

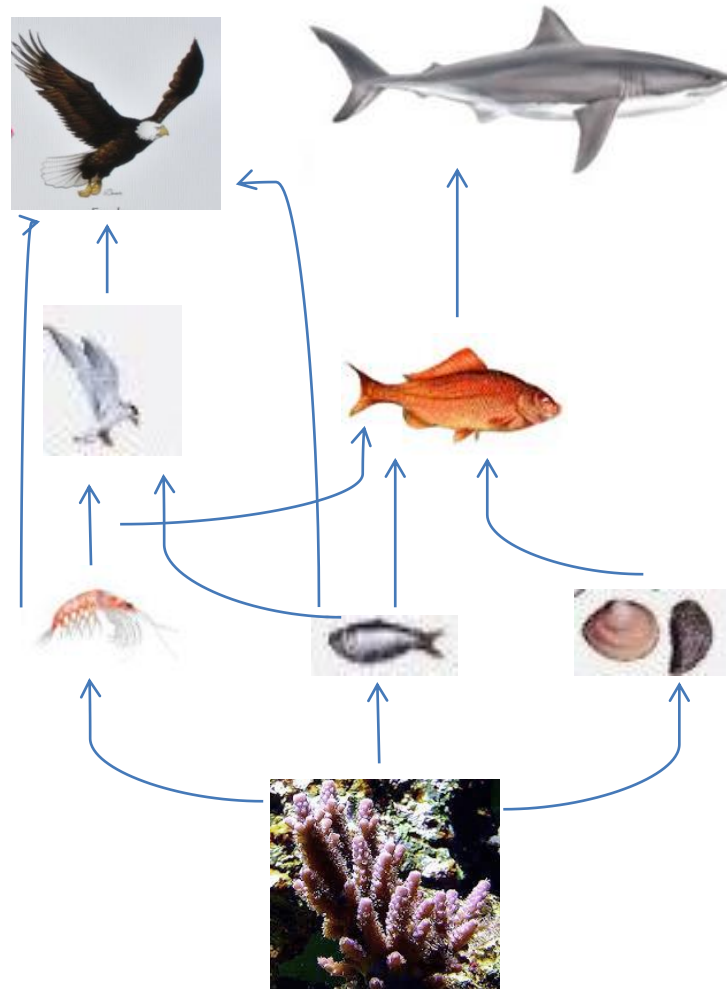
至於珊瑚，環評報告(2013)指在施工期間，擬議填海區內的懸浮固體含量可能會增加，對珊瑚群落造成影響。這會帶來嚴重後果，甚至使整個海洋生態系和生物多樣性都會受到破壞。首先，珊瑚上的珊瑚蟲及與珊瑚共生的藻類是其他水生生物的食物，同時，珊瑚亦是很多重要的食用魚、蝦、蟹及貝類的產卵場及育苗場<sup>23</sup>(漁農自然護理署，2013b)。這些水生生物失去食物和天然的產卵場及育苗場，數量便會下降，連同牠們的捕食者都會因得不到足夠的獵物而死亡，破壞整個環環相扣的食物鏈<sup>24</sup>(見圖五)和生態平衡<sup>25</sup>。台灣有學者更表示若珊瑚徹底滅絕，其他海洋生物也會死亡，嚴重破壞生物多樣性(中國新聞網，2010)。

<sup>23</sup>珊瑚是很多重要的食用魚、蝦、蟹及貝類的產卵場及育苗場，例如：水螅、海葵、扁蟲、八爪魚、魷魚、蝦、蟹、海星、海膽、海參和珊瑚魚等(漁農自然護理署，2013b)。

<sup>24</sup>食物鏈：物種之間的食物組成的關係，表示物質和能量在物種之間轉移流動的情況。

<sup>25</sup>生態平衡：生態系統各組成部分的內部或相互之間，在長期的發展演化過程中，通過相互制約、轉化、補償、交換及適應而建立起來的一種相互協調的動態平衡關係(中國科學院電腦網路資訊中心，n.d.)。





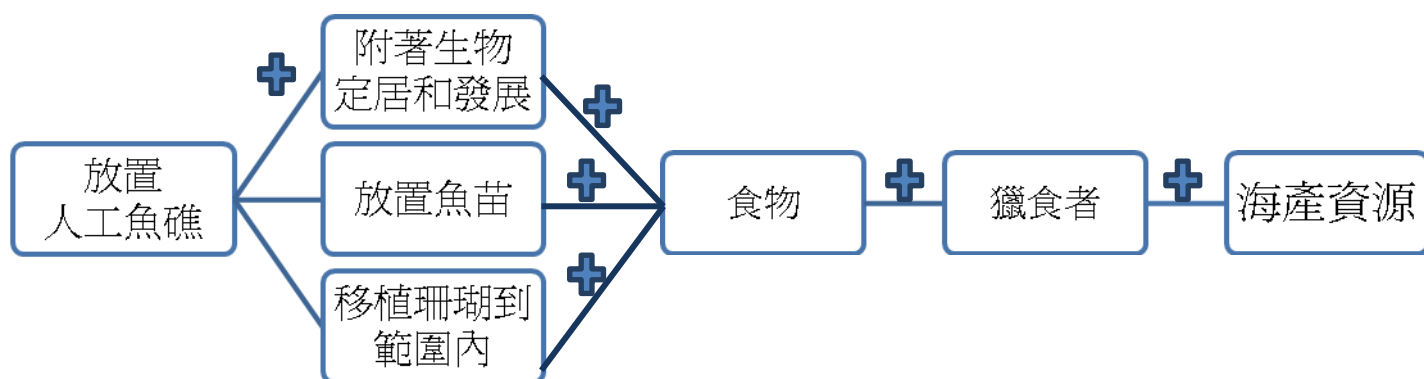
圖五：由珊瑚蟲和與珊瑚共生的藻類組成的食物鏈(假設性)

環境方面，環評報告指施工和運作期間焚化廠都可能產生污水，例如：安裝海底電纜時，揚起的海床沉積物會令懸浮物濃度上升，影響水質。另外，興建焚化廠時的挖掘工程、物料處理和填料工作等都可能產生建築塵埃，影響空氣質素，焚化廠運作時亦有可能會排放空氣污染物及氣味。

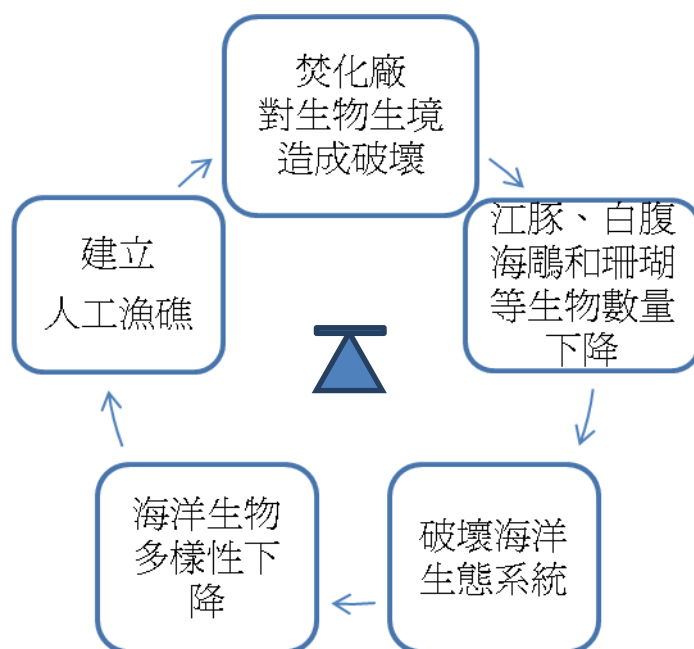
## (二) 政府提出的改善方法

在保護生態方面，為使焚化廠興建時不會影響江豚的行為模式，環評報告(2013)建議要避免在江豚最活躍的5月至12月進行高噪音工程、對江豚進行監察、採用固定的交通航線、在較多發現江豚的地區限制船隻時速在十海里以內，以及當發現江豚游近工程250米範圍內暫時停工。另外，由於工程對不少生物造

成直接或間接的影響，環評報告(2013)建議政府劃出約 700 公頃的土地作為海岸公園，在園內實施額外的海洋生態改善措施，例如放置人工魚礁<sup>26</sup>和魚苗和人工移植珊瑚到海岸公園(見圖六)，以增加海產資源、重建受破壞的生態環境和保護魚類的孵化及育苗場(漁農自然護理處，n.d.)。因此，人工魚礁的投入可為海洋生態系統帶來穩定效應的結果(見圖七)。



圖六：海岸公園對海洋生態系統和多樣性的幫助



圖七：人工魚礁之穩定效應

<sup>26</sup>人工魚礁：人工魚礁是非常有效的聚集及支援大量魚群的裝置。人工魚礁可促進附著生物的定居、發展和成長，吸引更多獵食者如蟹、蝦和魚類等前來覓食，為生態環境有限的海域創造了出一個全新和複雜的食物網(漁農自然護理處，n.d.)。

在保護環境方面，為避免焚化廠運作時產生致癌的二噁英、懸浮粒子和有機污染物，環評報告建議焚化廠需在設立攝氏 850 度以上的高溫燃燒室、空氣洗滌系統、獨立的活性碳灌注等系統。同時亦建議設立排放物持續監察系統，確保焚化廠排放物符合香港和歐盟委員會的排放上限。另外，焚化廠所造成的污水會經由污水處理廠處理，然後被輸送至焚化廠和機械式處理廠重新使用，或作洗滌和園景灌溉之用，而不會把任何污水排入水質管制區的近岸海域。

## 跨學科概念的重要性

跨學科概念能幫助我們居高臨下地看每一議題，理解事物本質(陶兆輝、劉遠章，2011)。單一概念的思考不全面，應把零碎的事件以一整體去思考，俯瞰全局，方可平衡各方所需(梁志援，2005)。以興建焚化廠為例，若政府只從處理垃圾的效能去判定應否興建，相信香港不少地區都會有焚化廠；若政府只從經濟角度出發，所興建的焚化廠就可能只有最基本的焚化設備，而沒有處理排放物的系統，對環境造成極大的破壞；若政府只從生態角度去看，那香港就不可能有焚化廠的存在。然而，若政府會對多角度去思考，盡量對環境和生態造成最少的損害並配合合適的補償方法，就可使各方都取得平衡。

另外，跨學科概念對於學生學習常識科尤其重要。跨學科概念廣泛應用於常識科的六個學習範疇<sup>27</sup>裡，例如在「日常生活中的科學與科技」範疇中之「香港的動植物」單元，和「國民身份認同與中華文化」範疇中之「中華文化多姿彩」單元，學生都可運用多樣性概念進行思考(課程發展議會，2011)。此外，常識科重視發展學生「學會學習」的能力，跨學科概念能引導學生以不同的角度去思考和學習，從而得到啟發。

---

<sup>27</sup> 常識科的六個學習範疇：健康與生活、人與環境、日常生活中的科學與科技、社會與公民、國民身份認同與中華文化和了解世界與認識資訊年代。

## 個人學習反思及總結

我認為跨學科概念已與生活分不開：我們的社區由大大小小的系統組成，如政府、學校和不同機構；集不同種族的人於一身的香港存在文化多樣性；經濟和政策等存在不同的變數；立法、施法和行政三權分立涉及權力概念……以致興建焚化廠對香港生態和環境的影響都涉及系統和多樣性，甚至更多的概念。可見，跨學科概念十分重要。明白了這些概念就可使個人的思考能力加強，每件事都能以更深入、更全面的多角度思維去分析，然後找到最佳處理方法。

## 參考資料

中國科學院電腦網路資訊中心(n.d.)，生態平衡的概念，檢自：

<http://159.226.2.2:82/gate/big5/mtw.kepu.net.cn/gb/earth/arctic/creature/crt304.html>

中國新聞網(2010.8.13)，台學者稱 2100 年珊瑚滅絕 魚類隨之消失，《中國新聞網》，檢自：<http://scitech.people.com.cn/BIG5/12430619.html>

文森(2013.7.27)，石鼓洲建焚化廠港府勝訴，《文匯報》，檢自：

<http://paper.wenweipo.com/2013/07/27/YO1307270003.htm>

文森(2013.7.27)，石鼓洲焚化廠小資料，《文匯報》，檢自：

<http://paper.wenweipo.com/2013/07/27/HK1307270004.htm>

石鼓洲建焚化廠受轟(2011.2.18)，《都市日報》，檢自：

<http://www.metrohk.com.hk/index.php?cmd=detail&id=155095&search=1>

何沃光(2006)，《高級程度生物—第一冊》，香港：文達出版社。

李培芬(2008)，氣候變遷對生態的衝擊，《科學發展》424 期，頁 34-43。

梁志援(2005)，《我做得學習「系統思維」》，香港：明窗出版社有限公司。

陳天機、許倬雲、關子尹(2002)，《系統視野與宇宙人生》，香港：商務印書館。

陶兆輝、劉遠章(2011)，《合整思維學》，香港：匯智出版有限公司。

曾昭旭(2003)，《文學的心靈散步(二)呻吟語》，台灣：達觀出版。

問學文學(2011)，《呻吟語》，檢自：

<http://www.open-lit.com/listbook.php?cid=7&gbid=157&bid=7814&start=0>

黃顯華、韓孝述和李文浩(2011)，學習差異的理解及處理: 教師的視角，《教育學報》，39(1-2)，頁 67-94。

傅佩榮(2007)，《四書心得》，上海：上海三聯書店。

漁農自然護理處(n.d.)，《香港人工漁礁計劃》，檢自：

<http://www.artificial-reef.net/chinese/cmain.htm#>

漁農自然護理署(2013a)，《香港生物多樣性數據庫－白腹海鷗》，檢自：

[http://www.afcd.gov.hk/tc\\_chi/conservation/hkbiodiversity/database/popup\\_record.asp?id=2602&lang=tc#conservation](http://www.afcd.gov.hk/tc_chi/conservation/hkbiodiversity/database/popup_record.asp?id=2602&lang=tc#conservation)

漁農自然護理署(2013b)，《珊瑚》，檢自：

[http://www.afcd.gov.hk/tc\\_chi/conservation/con\\_mar/con\\_mar\\_cor/con\\_mar\\_cor\\_intro/con\\_mar\\_cor\\_introl.html](http://www.afcd.gov.hk/tc_chi/conservation/con_mar/con_mar_cor/con_mar_cor_intro/con_mar_cor_introl.html)

劉雅章，(2007)，全球暖化問題的科學認識，《二十一世紀雙月刊》102 期，頁 15-24。

課程發展議會(2011)，《小學常識科課程指引(小一至小六)》，香港：香港政府印務局。

環境保護署(2013)，《綜合廢物管理設施第一期－環境影響評估行政摘要》，檢自：

[http://www.epd.gov.hk/eia/register/report/eiareport/eia\\_1932011/ES/ES\\_HTML/IWMF\\_ES\\_Chinese.htm](http://www.epd.gov.hk/eia/register/report/eiareport/eia_1932011/ES/ES_HTML/IWMF_ES_Chinese.htm)

聯合國(1992)，《生物多樣性公約》，檢自：<http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-zh.pdf>