

國立交通大學土木工程研究所  
Institute of Civil Engineering National Chiao Tung University

碩士論文

利用使用者視覺與嗅覺觀點探討  
漁港水域水質評估之研究  
The research about water quality estimation of a  
fishing port by the visitor's visual and olfaction

指導教授：郭一羽 博士  
李麗雪 博士  
研究生：李彥德

中華民國九十七年六月

# 利用使用者視覺與嗅覺觀點探討漁港水域水質評估之研究

研究生：李彥德

指導教授：郭一羽 博士

李麗雪 博士

國立交通大學土木工程研究所

## 摘要

本研究目的在提供建立符合觀光休閒漁港之水質標準及水質指標的方法，以期能供作未來觀光休閒漁港在水質評估及改善上的參考。以觀光休閒漁港來說，其主要的親水方式並非是以人體直接接觸水體，而是著重在人為視覺與嗅覺之心理感受層面。故本研究以新竹漁港作為研究樣區進行水質調查，並藉由問卷方式蒐集遊客對各測站水體之視覺與嗅覺感受滿意度評價，進而透過水質與感受滿意度間的相關性建立水質標準及水質指標。首先，在選取影響視覺與嗅覺感受滿意度之水質因子時，本研究綜合了主觀的相關性探討以及客觀的皮爾森相關分析方式，發現較明顯影響視覺感受滿意度的水質因子為：溶氧量、透明度以及總磷；較明顯影響嗅覺感受滿意度的水質因子為：溶氧量、氨氮以及總磷。接著引用棲地適合度曲線（HSC）之操作流程，根據上述各項水質因子分別繪製出其與視、嗅覺感受滿意度之水質滿意度曲線，進而訂定漁港水域之視覺與嗅覺感受滿意度水質標準。

另外，參考河川污染程度指數（RPI）之評估模式，將其應用在本研究所訂定的水質標準上，便可得到各測站之視覺與嗅覺感受滿意度累積點數，而經驗證後顯示累積點數與實際調查之感受滿意度評價有相當高的一致性，表示本研究所提出的水質標準訂定方法與結果具有參考價值。最後，利用感受滿意度累積點數與感受滿意度評價之數據，建立漁港水域之視覺與嗅覺感受滿意度水質指標。

# **The research about water quality estimation of a fishing port by the visitor's visual and olfaction**

**Author : Yen-Te Lee**

**Advisor : Dr. Yi-Yu Kuo**

**Dr. Li-Shiue Lee**

**Institute of Civil Engineering National Chiao Tung University**

## **ABSTRACT**

Recently, many fishing ports have being redeveloped for recreation. But if the water quality of the fishing ports is cockamamie that will affect the attracting of travelers. And then the purpose of transforming is failure, hence it should be noticed that the improvement of water quality of the fishing ports. The purpose of the study is to establish a water quality index that is fitting in with the tourist fishing ports. It can be a reference in the developments and estimates for the tourist fishing ports.

First of all, an aspect we should place importance to is water quality. The way to touch water emphasizes visitor's psychologic feeling. We invesgated the water quality on Hsin Chu Fishing Port . We also collected visitor's organoleptic data by questionnaire. We set standard and range of water quality which are according to how much visitor's are satisfied. The ingredients are Do 、transparency 、NH<sub>4</sub> 、BOD<sub>5</sub> 、COD 、Tp etc . By using the envelop line between psychologic feeling and water quality, we obtain the suitable water quality range for each grade feeling satisfaction. Using the result of this study, we can predict the psychologic feeling directly, and we find it is agreement with the actual visitor's opinion. Finally, using the verification result to finish the grade feeling satisfaction about vision and smell make the predicting of travelers' feeling satisfaction from the tested fishing ports by water quality more easier.

## 誌謝

兩年的碩士生涯轉眼間就結束了，首先要感謝吾師郭一羽教授與李麗雪副教授給予我悉心的指導與栽培，使我的論文得以順利完成。而在論文口試期間，承蒙張憲國教授、邱永芳博士以及鍾朝恭博士提供寶貴的建議與指正，得以改進本論文的缺失，使其更加完善，在此致上誠摯的感謝。

感謝在這兩年裡幫助且指引我許多的文賓學長以及君翰學長，無論是瘋狂出差、拼命趕計畫書還是 meeting 前的掙扎，都因為有你們的領導讓我順利過關。

從歡樂 401 到苦悶 420，其中所有的成員都是我最佳的夥伴。同學兼室友，且曾經跟我在只有 10 度左右的寒風中騎車狂飆 80 多公里，最後卻只能望著空蕩蕩的漁港傻眼的伯賢；留著迷人的大鬍子，喜歡自稱壞人但卻有著鐵漢柔情的佳裕；冷氣開到冷死人不償命，自己卻穿著外套的振傑；喊著要發憤圖強，但網拍、團購永遠都是最後一天的永欣，這些同我都是今年的畢業生，在此祝福大家在未來的日子裡都能有所發展及成就。還有研究室裡唯一可以跟我盡情討論 MLB 且同為紅襪迷的岡毅，以及永遠不知道他說的話是真是假的玫豪，有你們在著實讓研究室增色不少。

此外更要感謝足感心的學弟們，研究精神及態度讓我望塵莫及的信昱，以及冷笑話風格特異的承祖，感謝你們在論文口試時分擔了不少事情，讓我可以無後顧之憂的準備簡報。學妹粉絲團眾多的小嘉，以及目前遠在美國的小豪，由於你們的加入更讓我對牌技這方面又增添了許多的回憶。由衷的感謝曾經與我相識相遇的你，無論未來如何，你我的點點滴滴，都會是留藏在我心中最美好的回憶！

最後，謹以本文獻給我的父母以及兩位姐姐，感謝你們的養育之恩以及適時給予的支持與鼓勵，你們是我努力向前的原動力，讓我得以順利完成學業，在此鄭重的感謝你們。

## 目錄

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 中文摘要.....              | I   |
| 英文摘要.....              | II  |
| 誌謝.....                | III |
| 目錄.....                | IV  |
| 圖目錄.....               | VII |
| 表目錄.....               | X   |
| 一、前言.....              | 1   |
| 1-1 研究動機與目的.....       | 1   |
| 1-2 研究流程.....          | 2   |
| 1-3 研究內容.....          | 2   |
| 二、文獻回顧.....            | 3   |
| 2-1 水質指標概述.....        | 3   |
| 2-1-1 水質指標之發展及定義.....  | 3   |
| 2-1-2 水質指標之分類.....     | 4   |
| 2-1-3 建立水質指標之步驟.....   | 5   |
| 2-2 水質影響人為感受原因之探討..... | 8   |
| 2-2-1 影響水體視覺感受之原因..... | 8   |
| 2-2-2 影響水體嗅覺感受之原因..... | 9   |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 2-3 景觀評估理論.....                 | 14 |
| 2-3-1 景觀偏好的意義.....              | 14 |
| 2-3-2 景觀評估方法之概述.....            | 14 |
| 2-3-3 Likert 量表之概述.....         | 16 |
| 三、研究方法與資料搜集.....                | 17 |
| 3-1 研究區域.....                   | 17 |
| 3-1-1 研究區域背景概述.....             | 17 |
| 3-1-2 調查測站位置與期距.....            | 17 |
| 3-2 水質調查.....                   | 18 |
| 3-3 心理感受度訪問調查.....              | 21 |
| 四、結果分析與評估.....                  | 23 |
| 4-1 水質因子之選定.....                | 23 |
| 4-1-1 水質因子與視覺感受滿意度相關性探討.....    | 23 |
| 4-1-2 水質因子與嗅覺感受滿意度相關性探討.....    | 28 |
| 4-2 漁港水體感受滿意度水質指標之訂定.....       | 33 |
| 4-2-1 棲地適合度曲線 (HSC) 之簡介與應用..... | 34 |
| 4-2-2 水質滿意度曲線之繪製.....           | 38 |
| 4-2-3 水質標準之訂定.....              | 41 |
| 4-2-4 水質標準之驗證.....              | 41 |



|                           |    |
|---------------------------|----|
| 4-3 漁港水體感受滿意度水質指標之分級..... | 47 |
| 五、結論與建議.....              | 50 |
| 參考文獻.....                 | 52 |



## 圖目錄

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 圖 3-1 新竹漁港之地理位置圖.....                | 17 |
| 圖 3-2 新竹漁港調查測站示意圖.....               | 18 |
| 圖 4-1 (a) 各測站之鹽度與視覺感受滿意度變化幅度.....    | 24 |
| 圖 4-1 (b) 各測站之酸鹼度與視覺感受滿意度變化幅度.....   | 24 |
| 圖 4-1 (c) 各測站之導電度與視覺感受滿意度變化幅度.....   | 24 |
| 圖 4-1 (d) 各測站之硝酸鹽氮與視覺感受滿意度變化幅度.....  | 25 |
| 圖 4-1 (e) 各測站之懸浮固體與視覺感受滿意度變化幅度.....  | 25 |
| 圖 4-1 (f) 各測站之大腸桿菌與視覺感受滿意度變化幅度.....  | 25 |
| 圖 4-1 (g) 各測站之礦物性油脂與視覺感受滿意度變化幅度..... | 26 |
| 圖 4-1 (h) 各測站之溶氧量與視覺感受滿意度變化幅度.....   | 26 |
| 圖 4-1 (i) 各測站之濁度與視覺感受滿意度變化幅度.....    | 26 |
| 圖 4-1 (j) 各測站之透明度與視覺感受滿意度變化幅度.....   | 27 |
| 圖 4-1 (k) 各測站之氨氮與視覺感受滿意度變化幅度.....    | 27 |
| 圖 4-1 (l) 各測站之生化需氧量與視覺感受滿意度變化幅度..... | 27 |
| 圖 4-1 (m) 各測站之化學需氧量與視覺感受滿意度變化幅度..... | 28 |
| 圖 4-1 (n) 各測站之總磷與視覺感受滿意度變化幅度.....    | 28 |
| 圖 4-2 (a) 各測站之鹽度與嗅覺感受滿意度變化幅度.....    | 29 |
| 圖 4-2 (b) 各測站之酸鹼度與嗅覺感受滿意度變化幅度.....   | 29 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 圖 4-2 (c) 各測站之導電度與嗅覺感受滿意度變化幅度.....   | 29 |
| 圖 4-2 (d) 各測站之硝酸鹽氮與嗅覺感受滿意度變化幅度.....  | 30 |
| 圖 4-2 (e) 各測站之懸浮固體與嗅覺感受滿意度變化幅度.....  | 30 |
| 圖 4-2 (f) 各測站之大腸桿菌與嗅覺感受滿意度變化幅度.....  | 30 |
| 圖 4-2 (g) 各測站之礦物性油脂與嗅覺感受滿意度變化幅度..... | 31 |
| 圖 4-2 (h) 各測站之溶氧量與嗅覺感受滿意度變化幅度.....   | 31 |
| 圖 4-2 (i) 各測站之濁度與嗅覺感受滿意度變化幅度.....    | 31 |
| 圖 4-2 (j) 各測站之透明度與嗅覺感受滿意度變化幅度.....   | 32 |
| 圖 4-2 (k) 各測站之氨氮與嗅覺感受滿意度變化幅度.....    | 32 |
| 圖 4-2 (l) 各測站之生化需氧量與嗅覺感受滿意度變化幅度..... | 32 |
| 圖 4-2 (m) 各測站之化學需氧量與嗅覺感受滿意度變化幅度..... | 33 |
| 圖 4-2 (n) 各測站之總磷與嗅覺感受滿意度變化幅度.....    | 33 |
| 圖 4-3 流速適合度曲線圖.....                  | 34 |
| 圖 4-4 透明度之視覺感受滿意度相關散佈圖.....          | 38 |
| 圖 4-5 (a) 溶氧之視覺感受滿意度曲線圖.....         | 39 |
| 圖 4-5 (b) 透明度之視覺感受滿意度曲線圖.....        | 39 |
| 圖 4-5 (c) 總磷之視覺感受滿意度曲線圖.....         | 39 |
| 圖 4-6 (a) 溶氧之嗅覺感受滿意度曲線圖.....         | 40 |
| 圖 4-6 (b) 氨氮之嗅覺感受滿意度曲線圖.....         | 40 |

|   |    |
|---|----|
| 圖 4-6 (c) 總磷之嗅覺感受滿意度曲線圖.....                  | 40 |
| 圖 4-7 透明度之視覺感受滿意度水質標準分及分析圖.....               | 41 |
| 圖 4-8 視覺感受滿意度與累積點數 (Q <sub>1</sub> ) 關係圖..... | 46 |
| 圖 4-9 嗅覺感受滿意度與累積點數 (Q <sub>2</sub> ) 關係圖..... | 46 |
| 圖 4-10 視覺感受滿意度累積點數之分級分析圖.....                 | 48 |
| 圖 4-11 嗅覺感受滿意度累積點數之分級分析圖.....                 | 48 |



## 表目錄

|  |    |
|--|----|
| 表 2-1 日本所訂定之造成民眾感官視覺、嗅覺不佳的水體標準.....            | 10 |
| 表 2-2 WHO 訂定之飲用水造成民眾感官視、嗅覺不佳的水體標準..            | 11 |
| 表 2-3 河川水體用途分類及一般項目水質標準.....                   | 12 |
| 表 2-4 中華人民共和國景觀娛樂用水水質標準.....                   | 13 |
| 表 3-1 漁港水域之視覺與嗅覺滿意度評估調查表.....                  | 22 |
| 表 4-1 水質因子與視覺感受滿意度之相關性分析.....                  | 36 |
| 表 4-2 水質因子與嗅覺感受滿意度之相關性分析.....                  | 37 |
| 表 4-3 漁港水體之視覺感受滿意度水質標準.....                    | 42 |
| 表 4-4 漁港水體之嗅覺感受滿意度水質標準.....                    | 42 |
| 表 4-5 95 年 3 月 ST-1 之視覺感受滿意度累積點數計算過程.....      | 44 |
| 表 4-6 視覺感受滿意度累積點數 (Q <sub>1</sub> ) 之計算結果..... | 44 |
| 表 4-7 嗅覺感受滿意度累積點數 (Q <sub>2</sub> ) 之計算結果..... | 45 |
| 表 4-8 漁港水體視覺感受滿意度水質指標分級表.....                  | 49 |
| 表 4-9 漁港水體嗅覺感受滿意度水質指標分級表.....                  | 49 |

# 第一章 前言

## 1-1 研究動機與目的

近年來由於海域污染、天然漁場減少等因素，我國傳統漁業的發展已漸漸面臨瓶頸，再加上國人休閒生活品質提高，大大增加了生態環境的保育與親水遊憩的需求，因此許多漁港都紛紛朝向觀光休閒以及體驗漁業等方面發展，以求能重新拓展漁港的經濟效益。然而，在此方面的發展上除了興建公共遊憩設施之外，漁港的環境品質往往會是決定其能否轉型成功的關鍵，因此必須將以往破舊且充滿腥臭髒亂的環境加以改善，才能吸引更多人潮前來觀光，而其中又以漁港水域的水質環境須為首要被注重的。

水質改善工作中最重要的項目為設定定量上的水質標準。國內環保署於民國 90 年 12 月所公佈之海域環境分類及海洋環境品質標準，以酸鹼度 (pH)、溶氧量 (Do)、生化需氧量 (BOD<sub>5</sub>) 等項目將海域分為甲、乙、丙三類，其主要是區分海水適用於游泳、水產及工業用水之水質標準。然而，漁港水體水質標準的設定應是依其發展計畫來決定，如觀光休閒、水產養殖等，皆應各有不同的水質要求標準，尤其對觀光休閒漁港來說，其發展計畫便是以增加遊客來此觀光的意願為目標。由於觀光的價值在於讓遊客的心理上感受到舒適，加上觀光休閒漁港的親水方式並非是以人體直接接觸水體，而是著重在人為視覺與嗅覺之心理感受層面，因此必須訂定以評估視覺與嗅覺感受滿意度為主的水質標準來判斷觀光休閒漁港水體之水質狀態。

有鑑於此，本研究以問卷訪談方式調查遊客對於漁港水體的視覺與嗅覺感受滿意程度，結合現地水質調查資料，探討水質因子與感受滿意度之間的相關性，進而分別建立視覺及嗅覺感受滿意度水質標準及水質指標。本研究之建立流程及結果以期能供未來國內在整合訂定觀光休閒漁港水質標準及水質指標時之參考。

## 1-2 研究流程

本研究是以新竹漁港作為參考水域進行研究，研究流程主要分為兩部分：

1. 將於新竹漁港調查之水質資料以及遊客視覺與嗅覺感受滿意度數據，進行相關性之探討，選定出影響遊客視覺與嗅覺感受滿意度的水質因子。
2. 制定各項水質因子之遊客視覺與嗅覺感受滿意度水質標準，並進一步建立適用於觀光休閒漁港的水質指標。

第一個部份主要在於選定對於遊客視覺與嗅覺感受滿意度影響較明顯的水質因子。在選定的過程中，必須對各水質因子的特性有一定的了解。

第二個部份乃先是引用棲地適合度曲線（HSC）之觀念發展出水質滿意度曲線，並依水質滿意度曲線訂定出水質標準，接著參考河川污染程度指數（RPI）之水質評估模式，將水質指標以量化方式建立完成，最後由量化值的比較便得知不同水質狀況在遊客視覺與嗅覺感受滿意度上的差別。

## 1-3 研究內容

本研究內容共分為五章。第一章為前言，闡述研究動機與目的後簡介研究流程。第二章進行文獻回顧，包含水質指標概述與景觀評估理論等。第三章為研究方法與資料蒐集，介紹調查環境的背景、調查的內容以及調查的方法。第四章為結果分析與評估，由調查數據探討水質因子與視、嗅覺感受滿意度間之相關性，進而選定水質因子、訂定水質標準以及建立水質指標。最後第五章為結論與建議。

## 第二章 文獻回顧

### 2-1 水質指標概述

#### 2-1-1 水質指標之發展及定義

自然環境中包含了許許多多的水質因子，如溶氧（Do）、生化需氧量（BOD<sub>5</sub>）、總磷（TP）等，每項水質因子都可能會影響水體品質的優劣，如溶氧量越高時水質越好，而生化需氧量越高時水質越差，顯示由單一水質因子可以很容易就判斷出水質的好壞。然而，一般的水質檢測數據中通常都包含了眾多的水質因子，而若欲在眾多的水質因子中評判出水質的標準及好壞就有其困難度，因此便促成了綜合性水質指標的發展。

水質指標的發展緣起於 Horton（1965）所創立的河川水質指數理論，Horton 選出其認為對於河川水質影響較具代表性的水質因子，依據各因子的重要性給予不同的權重，再將各因子依濃度訂定出相對之點數後，經公式計算成為一數值，而依此數值便可做為研判及比較河川水質優劣的依據。Horton 並定義水質指數為反應水體中各項水質因子對水質總合影響的一種評估方法（Horton，1965）。

許多水質專家學者根據了 Horton 的水質指數理論，也研究發展出各種不同用途的水質指數。其中，美國衛生基金協會（NSF）於 1970 年發展出 NSF 河川水質指數，並定義水質指數為綜合兩個或兩個以上水質因子經計算方法而成的單一數值（Brown et al.，1970）。

歐陽等（1990）亦提到，水質指數即是將水體品質的優劣以量化的方式表現，而指數乃為指標系統的一種表示方式，目前已廣泛應用於各類水體水質的管理及規劃上。

## 2-1-2 水質指標之分類

水質指標主要是應用在評估水體品質上，然受評估水體之用途亦會對水質指標之表示方式有所影響，包括所選取的水質因子、訂定的水質標準以及給予各因子的權數，皆會有所差異。

Ott (1978) 將物理、化學水質指標依水體之用途與制定方式將水質指標分成四類。以下概述各類水質指標，並簡介其發展：

### (1) 一般性水質指標

一般性水質指標是將水體以水的一般性用途考量，並不強調水資源的特定用途，主要是應用於整體性的水質評估。

Horton (1965) 所創立的河川水質指數便是以此為概念，以十項水質因子整合成的水質指標。其後，Brown 等 (1970) 採用修正之德爾菲技巧 (Delphi technique) 專家問卷方式，篩選出了九項水質因子，制定了更加客觀的水質指標。

溫及周 (1990) 參考國外水質指標制定經驗，採用修正之德爾菲意見調查技巧，在整合專家學者的共識後完成水質因子的採用及其權重的設定，同時以「水體分類及水質標準」為制定水質點數的依據，完成了國內第一個一般性水質指標，稱為 WQI8。

### (2) 特殊用途水質指標

由於水資源的利用是極為多樣化的，無論是海洋、河川、湖泊等都有其各種不同的用途，也因此有了特殊用途水質指標的發展。而當水體之用途不同時，其水質要求的差異是相當大的，例如歐陽等 (1990) 利用台灣地區河川水文及水質特性加以檢討後，評估出各種水體用途之水質要求特性，其中大腸桿菌於娛樂用水之標準為 50~1000 (MPN/100ml)，但於養殖用水之標準卻為 5000 (MPN/100ml)。以此現象可看出，特殊用途水質指數制定的主要考量依據為水體使用之用途，才能使水質因子的選擇及衡量能更確切的反應出水資源的特殊用途。而此類水質指標之制定方式大都與一般性水質指標相同，只是在對於水質因子的選擇以及評點上不同而已。

國內目前最廣泛採用的河川污染分類指標（River Pollution Index, RPI）即屬於特殊用途水質指標，其為專門針對評估河川污染程度而設計。而本研究欲建立之漁港水質感受滿意度指標應亦可歸於此類。

### （3）規劃用水質指標

規劃用水質指標主要為水資源管理上的決策工具，並不如上述兩種水質指標對於水質方面的描述來的詳細。另外，由於此類水質指標為符合某些專屬條件之決策或解決某些特定之問題，常會增加例行性水質監測計劃以外的項目，例如水污染治理經費分配的規劃指標，其選定的因子項目就可能會包含廢水處理設施的建造及操作維護費用。

### （4）統計法水質指標

主要係以整理既有的水質資料，利用統計的方法所整合發展的指標。此類指標之優點為其中包含較少主觀的假設，缺點是較難應用。

## 2-1-3 建立水質指標之步驟

建立水質指標之過程，可歸納為下列幾個步驟（王善賢，2001）：

- （1）水質因子之選擇
- （2）評分點數之建立
- （3）因子權重之訂定
- （4）指標公式之決定

### （1）水質因子之選擇

水質因子之選擇是建立指標的第一個步驟，也是最重要的一個步驟（Brown al., 1970）。採用之水質因子不宜過多或過少，過多的因子會使指標過於繁瑣雜亂而不易應用，過少的因子將可能無法涵蓋所有該指標設定水體用途之重要因子。在水質因子選取的方法上，主要

可分為：

a. 訂定主觀者決定

水質指標之訂定者依其專業知識及經驗，採用逐步剔除原則、參考法規資料現況或依水質污染類別等方法決定，但主要還是依其指標之特性用途而選取出，如 Horton WQI (Horton, 1965)。

b. 統計方法

如採用基本之統計方法，依據所有因子間的相關性，選取出具代表性的因子，為較客觀的數學方法。

c. 專家意見調查法

如德爾菲法或修正之德爾菲法等，旨在集合各專家學者的專業意見，篩選出代表水質狀況的因子，此以眾人的主觀意見所形成的客觀決定，亦具有一定的公信力。如 NFS WQI (Brown al., 1970)、WQI8 (溫與周, 1990) 等。

d. 於水質污染類別中選取適當的因子

耗氧量 (Oxygen depletion)、優養 (Eutrophication)、溶解物質 (Dissolved substance)、有毒物質 (Hazard) 等都屬於水體中不同的污染類別，且都各自有其特性。因此在各類別中分別選取可足以代表該污染類別特性的因子，如此統合一起即可充分代表水體整體的特性。

(2) 評分點數之建立

評分點數是依據各水質因子之濃度，並根據其分別對水體狀態的影響性而給予的。

### (3) 因子權重之訂定

水質因子的權重表示各因子影響水質品質程度的相對重要性。訂定方法如下：

- a. 根據所建立指標之目的及其評估水體之用途，參考某些規範條件後自行訂定。
- b. 採用專家問卷調查法，如德爾菲意見調查技巧，訂定水質因子間之相對權數。
- c. 給各水質因子相同的權數或不用權數。
- d. 利用統計方法以各因子間之相關性計算出各因子的相對權重。

### (4) 指標公式之決定

在水質因子、評分點數以及各項因子之權重決定之後，即必須將所有因子整合成一個具有評估意義的指標值，而此指標值則有賴計算公式的計算。不同的指標都有其不同的計算公式，依廣泛性歸類為以下三種：

- a. 無加權算術平均：各因子之權重相等，如 RPI。

$$I = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i \quad (2.1)$$

I：水質指標值      n：因子數目

$q_i$ ：因子 i 之水質評分點數

- b. 加權算術平均：重要之水質因子可透過加權算術平均加以突顯，如 NSF WQI。

$$I = \sum_{i=1}^n q_i w_i \quad (2.2)$$

$w_i$ ：因子 i 之權重

- c. 係數關係：對於變動較穩定之水質因子以係數  $C_i$  表示，此水質因子對於一般情況時其幾乎不影響結果，但若其有嚴重偏差的情況時還是能產生其應有的影響力，如 Horton WQI。

$$I = C_i \left[ \sum_{i=1}^n q_i w_i \right] \quad (2.3)$$

$C_i$ ：變動較穩定之因子  $i$  之係數

## 2-2 水質影響人為感受原因之探討

### 2-2-1 影響水體視覺感受之原因

由於水之外觀為自古以來大眾判定水體品質最直接的標準，因此水體是否清澈透明，有無濁度、顏色等，都將是直接影響大眾感受的關鍵。然而，影響水體視覺（外觀）物質之來源與成因有很多，如濁度即為一般認為是判斷水體澄清與否的最重要標準（許明華，2003）。另外，像煉油業、石化業或魚肉食品業等所排放的廢水中常含有相當量的油脂成份，排入水體後油脂會浮在水面上，除了形成景觀污染外，亦會影響到水中生物的活性（楊素貞，2003）。

浮游生物亦可作為造成水色不佳的參考標準之一。水色是水體中溶解物質、懸浮微粒以及浮游生物等多重因素的綜合反應，而其中有機物和無機物等溶解物質，又有可能影響到浮游生物的生長。舉例來說，水體中有機體之葉綠素，其成長受到水中養分含量影響極大，經過研究發現，氮與磷對藻類生長極為重要，限制其含量即可控制藻類生長速率，若兩者皆含量豐富，藻類甚至會開花，產生令人厭惡的情形。由於浮游生物本身具有色澤，且它在水中的多寡將會直接影響到陽光在水中穿透的能力，即水體之透明度，故將會間接影響到大眾對於水體的視覺感受（中國農業網技術中心，2006）。

根據日本飲用水水質標準（1993 年）與世界衛生組織（World Health Organization, WHO）推薦飲用水中引起消費者抱怨之水質項目基準值（1996 年）中所訂定的規範(表 2-1、2-2)，常造成水體外觀

視覺感受不佳的水質因子，包括無機物（Inorganic constituents）、感官之有機物（Organic constituents）、消毒劑及其無機副產物（Disinfectants and disinfectant by-products）等。

## 2-2-2 影響水體嗅覺感受之原因

水體中的臭味常因地域性、時間性及週期性的不同而呈現不同特殊異味，而引起臭味的物質以藻類和其他水生動、植物的代謝或分解產物，及水體中的有機物和無機物為主要來源，故臭味的產生通常是由許多因素相互作用的結果。雖然水體中有臭腥味的存在並不一定會影響健康，但對於感官知能而言仍有相當重要的影響。

如上小節所提，有機物和無機物含量過多將會促進藻類的生長，如硝酸鹽氮是有機氮好氧穩定的最終產物，自然水體中很少，但受肥料或廢污水污染時含量可能很高，若在湖沼、水庫等水域將會促使藻類過度繁殖，造成優養化。而藻類過度生長之代謝物質將會產生臭味、不良味覺及紅水現象，為大眾所厭惡。會造成水臭的藻類包括有藍綠藻（Cyanophyta）、金黃藻（Chrysophyceae）、矽藻（Bacillariophyceae）及甲藻（Pyrrophyta）四大類。此外，若水體中之溶氧太低，會使水環境形成厭氣狀況，而產生臭味；氨氮具有強烈的刺激氣味，且極易溶於水；硫酸鹽還原會產生惡臭有毒的硫化氫；靜止的水體中也會產生還原性有機硫化物，造成腐敗的味道(林財富，2002)。

要對水體之臭味進行定性及定量的分析是較為困難的，雖然有關臭味方面的水質「基準」(Criteria)目前尚無明確的法令依據，但仍可以客觀且符合科學性的觀點來訂定，作為保護人體健康與感受為目的之理想目標值。根據日本飲用水水質標準（1993年）與世界衛生組織推薦飲用水中引起消費者抱怨之水質項目基準值（1996年）中所訂定的規範，常見產生臭味的水質因子，與感官視覺相同，包括無機物、感官之有機物、消毒劑及其無機副產物等，如表 2-1、2-2 所示。

表 2-1 日本所訂定之造成民眾感官視覺、嗅覺不佳的水體標準

| 水質項目            | 標準值       | 備註    |
|-----------------|-----------|-------|
| 1. 氯鹽           | 200mg/L   | 味覺    |
| 2. 有機物(高錳酸鉀消耗量) | 10mg/L    | 味覺    |
| 3. 銅            | 1.0mg/L   | 外觀/視覺 |
| 4. 鐵            | 0.3mg/L   | 外觀/視覺 |
| 5. 錳            | 0.05mg/L  | 外觀/視覺 |
| 6. 鋅            | 1.0mg/L   | 外觀/視覺 |
| 7. 鈉            | 200mg/L   | 外觀/視覺 |
| 8. 硬度(鈣、鎂等)     | 300mg/L   | 味覺/視覺 |
| 9. 總溶解固體量       | 500mg/L   | 味覺/視覺 |
| 10. 酚類          | 0.005mg/L | 氣味    |
| 11. 1,1,1-三氯乙烷  | 0.3mg/L   | 氣味    |
| 12. 陰離子介面活性劑    | 0.2mg/L   | 泡沫    |

註：修正自日本飲用水水質標準(1993 年)



表 2-2 WHO 訂定之飲用水造成民眾感官視、嗅覺不佳的水體標準

| 水質項目(parameters)  | 影響濃度         | 感官知能反應                     |
|---|--------------|----------------------------|
| <b>無機物(Inorganic constituents)</b>                            |              |                            |
| 1. 鋁(aluminium)   | 0.2mg/L      | 沈澱、變色                      |
| 2. 氨氮(ammonia)  | 1.5mg/L      | 臭及味道                       |
| 3. 氯化物(chloride)  | 250mg/L      | 味道、腐蝕性                     |
| 4. 銅(copper)  | 1mg/L        | 清洗之衣物及器皿產生斑點               |
| 5. 硬度(hardness)   | 500mg/L      | 低硬度：軟水，但具腐蝕性<br>高硬度：增加結垢問題 |
| 6. 硫化物(H <sub>2</sub> S)(hydrogen sulfide)                    | 0.05mg/L     | 臭及味道                       |
| 7. 鐵(iron)  | 0.3mg/L      | 清洗之衣物及器皿產生斑點               |
| 8. 錳(manganese)   | 0.1mg/L      | 清洗之衣物及器皿產生斑點               |
| 9. 溶氧(dissolved oxygen)                                       | —            | 低：腐蝕 高：味道、造成滑膩感            |
| 10. pH 值  | —            | 味道                         |
| 11. 鈉(sodium)   | 200mg/L      | 味道、腐蝕性                     |
| 12. 硫酸鹽(sulfate)  | 250mg/L      | 味道                         |
| 13. 總溶解固體量(total dissolved solids)                            | 1000 mg/L    | 外觀、味道                      |
| 14. 鋅(zinc)   | 3mg/L        |                            |
| <b>感官之有機物(Organic constituents)</b>                           |              |                            |
| 1. 甲苯(toluene)  | 24-170µg/L   | 臭及味道                       |
| 2. 二甲苯(xylene)  | 20-1800µg/L  | 臭及味道                       |
| 3. 乙基苯(Ethylbenzene)  | 2-200µg/L    | 臭及味道                       |
| 4. 苯乙烯(ethylbenzene)  | 4-2600µg/L   | 臭及味道                       |
| 5. 一氯苯<br>(Monochlorobenzene)                                 | 10-120µg/L   | 臭及味道                       |
| 6. 1,2-二氯苯<br>(1,2-Dichlorobenzene)                           | 1-10µg/L     | 臭及味道                       |
| 7. 1,4-二氯苯<br>(1,4-Dichlorobenzene)                           | 0.3-30µg/L   | 臭及味道                       |
| 8. 總三氯苯(Trichlorobenzenes<br>(total))                         | 5-50µg/L     | 臭及味道                       |
| 9. Synthetic detergents                                       | —            | 泡沫, 臭及味道                   |
| <b>消毒劑及其無機副產物(Disinfectants and disinfectant by-products)</b> |              |                            |
| 1. Chlorine(氯)  | 600-1000µg/L | 臭及味道                       |
| 2. Chlorophenols(氯酚)  | —            | —                          |
| 3. 2-Chlorophenol(2-氯酚)                                       | 0.1-10µg/L   | 臭及味道                       |
| 4. 2,4-Dichlorophenol(2,4,-二<br>氯酚)                           | 0.3-40µg/L   | 臭及味道                       |
| 5. 2,4,6-Trichlorophenol(2,4,6-<br>三氯酚)                       | 3-200µg/L    | 臭及味道                       |

註：修正自「WHO 推薦飲用水中引起消費者抱怨之水質項目基準值」(1996 年)

國內針對台灣地區河川水文及水質特性，評估各種水體用途之水質要求特性，再依據河川水體水質保護目標，訂定河川水體分類水質標準（如表 2-3）。其中甲級水體用途中，符合水遊樂一級代表適用於直接接觸水體之游泳等活動；乙級水體用途中，符合水遊樂二級代表適用於未直接接觸水體之划船、垂釣等活動。

而中華人民共和國對於娛樂用水方面，亦訂定景觀娛樂用水水質標準（1992）（如表 2-4），依照水體的不同功能分為三大類，A.主要應用於天然浴場或其他與人體直接接觸的景觀娛樂水體；B.主要應用於國家重點風景遊覽區及與人體非直接接觸的景觀娛樂水體；C.主要應用於一般景觀用水水體，其中 B.之水體適用功能與觀光休閒漁港之親水方式相類似。

表 2-3 河川水體用途分類及一般項目水質標準

| 分級 | 用 途 *            | 標 準 值           |          |           |              |                          |                |               |     |
|----|------------------|-----------------|----------|-----------|--------------|--------------------------|----------------|---------------|-----|
|    |                  | pH              | DO(mg/l) | BOD(mg/l) | SS(mg/l)     | NH <sub>3</sub> -N(mg/l) | 大腸菌(MPN/100ml) | 導電度(umhos/cm) |     |
| 甲  | 自來水用水一級          | 6.5             | 7.5 以上   | 1.0 以下    | 10           | 0.1                      | 50             | 750 以下        |     |
|    | 水遊樂一級            |                 | (或飽和     |           |              |                          |                |               |     |
|    | 其他各種用水           | 8.5             | 度90%)    |           |              |                          |                |               |     |
| 乙  | 自來水用水二級          | 6.5             | 6.0 以上   | 3.0 以下    | 25           | 0.5                      | 5,000          | 750 以下        |     |
|    | 水遊樂二級            |                 |          |           |              |                          |                |               |     |
|    | 水產用水一級<br>其他各種用途 | 8.5             |          |           |              |                          |                |               |     |
| 丙  | 自來水用水三級          | 6.5             | 5.0 以上   | 5.0 以下    | 40           | 1.5                      | 10,000         | 750 以下        |     |
|    | 工業用水一級           |                 |          |           |              |                          |                |               |     |
|    | 水產用水一級           |                 |          |           |              |                          |                |               | 8.5 |
|    | 農業用水一級<br>丁、戊類用途 |                 |          |           |              |                          |                |               |     |
| 丁  | 農業用水二級           | 6.5             | 3.0 以上   | 8.0 以下    | 100          | 3.0                      | 1,500 以下       |               |     |
|    | 工業用水二級           |                 |          |           |              |                          |                |               |     |
|    | 戊類用途             | 8.5             |          |           |              |                          |                |               |     |
| 戊  | 環境保育             | 6.5<br> <br>9.0 | 2.0 以上   | 12.0 以下   | 無漂浮物<br>且無油污 |                          |                |               |     |

表 2-4 中華人民共和國景觀娛樂用水水質標準

| 序號 | 分類標準值項目          |   | A 類                  | B 類              | C 類             |
|----|------------------|---|----------------------|------------------|-----------------|
| 1  | 色                |   | 顏色無異常變化              |                  | 不超過 25 色度單位     |
| 2  | 嗅                |   | 不得含有任何異嗅             |                  | 無明顯異嗅           |
| 3  | 漂浮物              |   | 不得含有漂浮的浮膜、油班和聚集的其他物質 |                  |                 |
| 4  | 透明度，m            | ≥ | 1.2                  |                  | 0.5             |
| 5  | 水溫，℃             |   | 不高於近十年當月平均水溫 2℃      |                  | 不高於近十年當月平均水溫 4℃ |
| 6  | pH 值             |   | 6.5~8.5              |                  |                 |
| 7  | 溶解氧(DO)，mg/L     | ≥ | 5                    | 4                | 3               |
| 8  | 高錳酸鹽指數，mg/L      | ≤ | 6                    | 6                | 10              |
| 9  | 生化需氧量(BOD5)，mg/L | ≤ | 4                    | 4                | 8               |
| 10 | 氨氮 1)，mg/L       | ≤ | 0.5                  | 0.5              | 0.5             |
| 11 | 非離子氨，mg/L        | ≤ | 0.02                 | 0.02             | 0.2             |
| 12 | 亞硝酸鹽氮，mg/L       | ≤ | 0.15                 | 0.15             | 1.0             |
| 13 | 總鐵，mg/L          | ≤ | 0.3                  | 0.5              | 1.0             |
| 14 | 總銅，mg/L          | ≤ | 0.01<br>(浴場 0.1)     | 0.01<br>(海水 0.1) | 0.1             |
| 15 | 總鋅，mg/L          | ≤ | 0.1(浴場 1.0)          | 0.1(海水 1.0)      | 1.0             |
| 16 | 總鎳，mg/L          | ≤ | 0.05                 | 0.05             | 0.1             |
| 17 | 總磷(以 P 計)，mg/L   | ≤ | 0.02                 | 0.02             | 0.05            |
| 18 | 揮發酚，mg/L         | ≤ | 0.005                | 0.01             | 0.1             |
| 19 | 陰離子表面活性劑，mg/L    | ≤ | 0.2                  | 0.2              | 0.3             |
| 20 | 總大腸菌群，個/L        | ≤ | 10000                |                  |                 |
| 21 | 糞大腸菌群，個/L        | ≤ | 2000                 |                  |                 |

## 2-3 景觀評估理論

### 2-3-1 景觀偏好的意義

人類在生活當中，常常會藉由感官不停的接收環境所給予的刺激而產生感覺與知覺，而感覺與知覺都是現實事物作用於感覺器官而產生的反應。在對於產生的感覺與知覺初步的了解後，即會依據個人過去的經驗、期望以及心理狀態等，對感覺與知覺做一種價值上的判斷，進而產生好惡之偏好的狀態。

所謂偏好，是一種表示喜好程度的態度，而景觀偏好乃是個人或團體對一個地方形貌喜歡與不喜歡的程度。景觀偏好的研究主要是根據觀賞者對景觀的一種主觀心理評價，以了解景觀的特性及個人的喜好程度，作為景觀規劃設計及改善管理的依據。偏好的探討，是為了要了解外界環境影響觀賞者的心理感受，涉及人們對景觀的感覺與認知，強調不同景觀所喚起的認知與情感效應（陳，2004）。

### 2-3-2 景觀評估方法之概述

所謂評估，乃指事先之衡量評價。在評估的過程中，常由各別專業之主體評判，進而達成群體的客觀共識，雖說評估並不排除個人主觀意識之價值評斷，但最重要的還是以大眾之共同意識為依歸（曾，1998）。

自 1960 年代以來，由於人們開始注重環境保育，故也發展出許多關於景觀資源評估的研究。Redding（1973）就環境整體規劃的觀點，依評估對象及評估方法將景觀評估法大致分為兩類：一為完全以自然景觀和人為景觀為主的視覺分析法，主要利用決策者辨認美學屬性預測環境中美學特徵之改變，並訂定出一種環境品質標準來描述環境的代表意義；另一項為以人的反應為主的使用者分析法，用來評估觀賞者對於各種視覺刺激之個別偏好。Zube 等人（1982）依其所提出的知覺理論，將景觀評估模式分為以下四個模式：

### 一、專家模式 (Expert paradigm) :

強調專家的經驗及其對於美學的判斷，因其所使用的評估術語常為專家本身主觀的判斷，故容易忽略一般大眾的心理感受層面的需求。

### 二、生心理模式 (Psychophysical paradigm) :

此模式假設景觀特性與觀測者的行為存在著刺激與反應的相互關係，由一般大眾或經選擇的群體評估景觀美質。

### 三、認知模式 (Cognitive paradigm) :

此模式主要是研究人類賦予景觀的意義，若觀賞者本身的知覺偏好越高則表示景觀品質越高，故通常以環境偏好為景觀品質的指標。所以認知模式所強調的是景觀訊息的提供與處理，並重視觀賞者本身的心理處理過程，也就是說個人對於景觀的情感會影響美學的判斷。本研究所使用的 Likert 五等第量表即為此模式。

### 四、體驗模式 (Experient paradigm) :

此模式之目的不在探討景觀元素或其特徵屬性，而是認為景觀的價值是基於人與景觀的互動所產生的體驗而決定。

而進行這些評估模式的方法有：描述紀錄法、問卷調查法、知覺偏好分析法。其中描述紀錄法僅描述景觀環境的特徵，並對每一個景觀特徵給予其評值。問卷調查法乃利用觀賞者對景觀資源的偏好程度決定景觀資源的美醜。知覺偏好評估為前兩者之綜合，即利用觀賞者本身之判斷來評估景觀資源的品質，此法的評估對象為景觀資源本身及觀賞者的偏好 (曾，1998)。本研究採用的是其中的問卷調查法。

### 2-3-3 Likert量表之概述

Likert (李克特) 量表是一種常見用於態度或意見量測的評估方法，主要由相同特質或現象的題目所組成，每一個題目都包含了一個陳述句與一套量尺，量尺是由一組連續且等距的數字所組成，每一個數字代表一定的程度，用來表示受測者對於該陳述句持同意、反對的程度。

為使受測者之感受強度能夠透過 Likert 量表更適當的反應出來，每一個選項應使用漸進式的語氣，加以顯示出等距間的強度差異，例如非常、有點、從未等。另外，選項等第的多寡雖無固定，但過多的等第並不表示能對受測者在意見的表達上有所幫助，而過少的等第則會失去量表之精密度。一般研究者通常多選擇 5 或 7 之奇數等第。

在本研究中使用 Likert 量表的目的是在於瞭解大眾對於漁港水體感受度的偏好情形，進而試著找出大眾偏好的水體與其水質間之關係。



### 第三章 研究方法與資料蒐集

#### 3-1 研究區域

##### 3-1-1 研究區域背景概述

本研究之研究樣區為位於新竹市南寮里頭前溪下游出海口南岸之新竹漁港，其地理位置如圖 3-1 所示。民國 70 年時由於新竹沿海、近海漁場遼闊，漁產資源豐富，故為了西部的漁撈作業而興建了新竹漁港，並成為當時各地漁船魚貨的集散地。新竹漁港於民國 80 年正式啟用，屬第二類漁港，面積達 91 公頃，水域及陸域公共設施完善，港區道路交通、公用事業設施均相當完備。

然而隨著漁場資源逐漸枯竭，加上近年來台灣休閒漁業及海上觀光遊憩活動越來越盛行，新竹市政府於新竹漁港周邊規劃了娛樂漁船碼頭、運動公園及假日市集，並將其與港南運河、紅樹林公園、南港賞鳥區等地區合稱新竹海八景，讓新竹漁港成功朝向兼具發展漁業、觀光、休閒等多元使用的功能，因此每逢假日新竹漁港周圍總是人潮不斷。

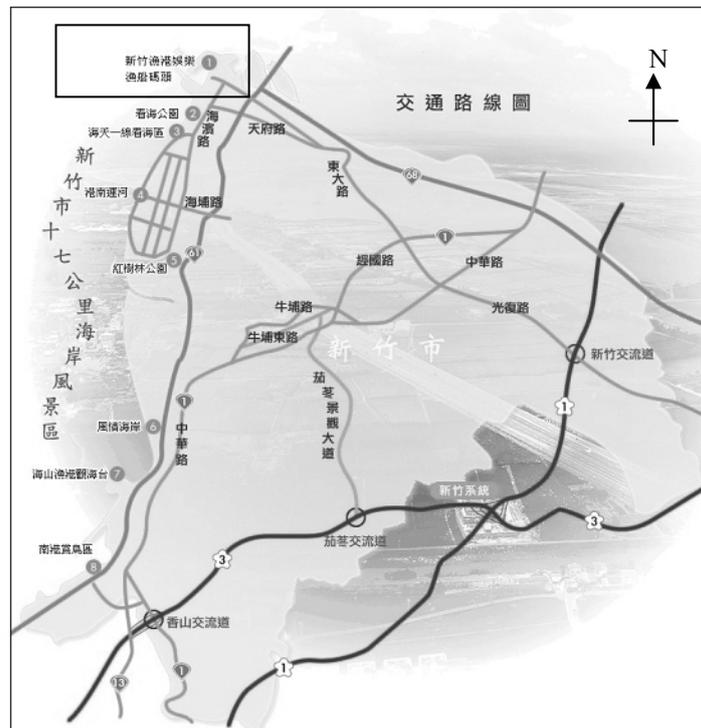


圖 3-1 新竹漁港之地理位置圖

### 3-1-2 調查測站位置與期距

新竹漁港港區潮差甚大，因此港區與外海的海水交換良好，但因碼頭邊的魚市場和餐廳集中排放污染源，造成港內不同地點的水質優劣有明顯的差別。為了調查新竹漁港港內環境水質狀況以及遊客對於港區水體的感受滿意度，本研究於新竹漁港選擇了五個固定測站，並按季進行調查，其中包括【第一季：95/3/30-31；第二季：95/7/1-2；第三季：95/9/1-2】，固定採樣測站調查位置如下圖 3-2。

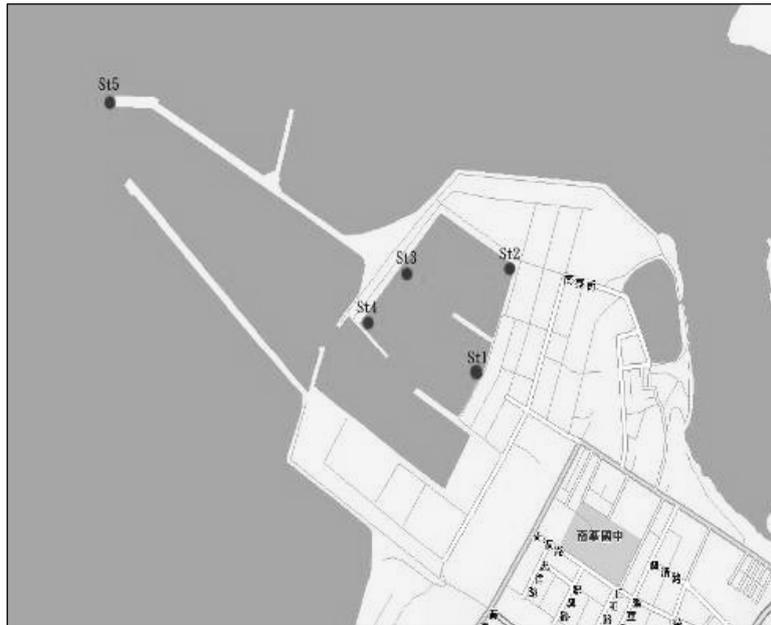


圖 3-2 新竹漁港調查測站示意圖

### 3-2 水質調查

水質調查所涵蓋的項目包括：鹽度、溶氧、酸鹼度、濁度、導電度、透明度、氨氮、生化需氧量、硝酸鹽氮、懸浮固體、化學需氧量、總磷、大腸桿菌、礦物性油脂，共 14 項水質因子之測定。檢測方式分為現場操作與採樣後將樣品攜回實驗室分析兩部分。各項目檢測方式說明如下：

#### 1. 現場操作部分

現場操作部分使用 YSI 儀器直接置入水中測定及記錄資料，可測得鹽度、溶氧、酸鹼度及導電度。另外，水體之透明度參照環保署標

準方法 NIEA E220.50C，利用直徑 20~30 公分之白色圓盤，又稱沙奇盤 (Secchi disk) 沈入水中，量測其可見距離，即為水體之透明度，又稱沙奇透明度 (Secchi transparency)。

## 2. 實驗室分析部份

其餘部分以採水瓶，採得各測站樣水後，帶回實驗室進行檢測。分析方法如下：

- (1) 濁度：參照環保署標準方法 NIEA W219.52C，將水樣置於乾淨無色透明之樣品試管中，搖動水樣使固態顆粒均勻分布，待氣泡消失後放入濁度計直接讀取濁度值。
- (2) 氨氮：採用 Indophenol Blue 光學法測定，取 25mL 樣水於 100 mL 玻璃瓶中，依序加入 1 mL 20% Sodium Salicylate，1 mL 0.4 g/mL Citric acid，1 mL 1% dichloroisocyanuric acid sodium salt dihydrate, DIC，1mL 0.5% nitroprusside，靜置 40 分鐘後使用光度計於 680nm 波長測定吸收值定量之。
- (3) 生化需氧量：BOD<sub>5</sub>（五天生化需氧量），參照環保署標準方法 NIEA W510.54B，將水樣置於 60mL 之 BOD<sub>5</sub> 瓶中，置於 20°C 恆溫培養箱中放置五天，測定水中好氧性微生物在此期間氧化水中物質所消耗之溶氧。
- (4) 硝酸鹽氮：參照環保署標準方法 NIEA W419.51A，取澄清的水樣 50.0 mL（必要時可先將水樣以 0.45μm 之濾紙過濾），並加入 1 mL 1M 鹽酸溶液，完全混合均勻。製作一個含空白和至少五種濃度的檢量線，如分別精取 0、1.0、2.0、4.0、7.0、...、35.0 mL 等適量硝酸鹽氮中間溶液稀釋 50.0mL。製備檢量線之標準溶液，須與水樣之處理方式相同，加入 1mL 1M 鹽酸溶液，完全混合均勻。以試劑水將分光光度計歸零或歸 100 %透光度。由於水溶性有機物質和硝酸鹽在 220nm 有吸光現象，而硝酸鹽在 275nm 不吸光，因此本方法以紫外光光度計測量水樣在 220 nm 之吸光度，扣除

水樣在 275nm 之 2 倍吸光度可求得水中硝酸鹽氮 (NO<sub>3</sub>-N) 之含量。

- (5) 總懸浮固體：參照環保署標準方法 NIEA W210.55A，將攪拌均勻之水樣以已知重量之玻璃纖維濾片過濾，移入 103~105°C 之烘箱續烘至恆重，所增加之重量即為總懸浮固體重。
- (6) 化學需氧量：COD，參照環保署標準方法 NIEA W515.53A，使用重鉻酸鉀進行迴流煮沸，以硫酸亞鐵銨溶液滴定，由消耗之重鉻酸鉀量，即可求得水樣中之化學需氧量，以表示水樣中可被氧化有機物之含量。
- (7) 總磷：參照環保署標準方法 NIEA W444.51C，水樣中之多磷酸鹽 (Polyphosphate) 及有機磷分別經硫酸及過氧焦硫酸鉀消化後皆被轉化成正磷酸鹽。將手動消化之消化液導入流動注入分析 (Flow injection analysis, FIA) 系統中，正磷酸鹽與鉬酸銨 (Ammonium molybdate) 和酒石酸銻鉀 (Antimony potassium tartrate) 在酸性條件下反應成錯合物。接著此錯合物被維生素丙溶液 (Ascorbic acid solution) 還原為另一藍色高吸光度物質，於 880 nm 波長量測其波峰吸光值並定量水樣中之磷化物含量。
- (8) 大腸桿菌群：參照環保署標準方法 NIEA E237.50B (酵素色質性 (Chromocult) 培養基/濾膜法)，係以 0.45 μm 孔徑之濾膜過濾水樣，同時檢測水中大腸桿菌群及大腸桿菌。上述細菌在酵素色質性 (Chromocult) 培養基上，於 35 ± 1 °C 培養 24 ± 2 小時之後，非屬大腸桿菌之大腸桿菌群 (Coliform group) 會形成紅色菌落，大腸桿菌 (E. coli) 則會形成藍綠色至紫色菌落，因此由後者菌落數可計算大腸桿菌數目，而前、後者之菌落數總和即可計算大腸桿菌群之數目。方法之原理是在培養基內添加蛋白胨、山梨醇 (Sorbitol)、焦葡萄糖鹽 (Pyruvate) 等營養物質使大腸桿菌群能快速生長，以硫酸十七基鈉 (Tergitol 7) 抑制革蘭氏陽性細

菌、西蘇羅錠 (Cefsulodin) 抑制產氣單胞桿菌及假性單胞桿菌、以 Salmon-GAL 與具大腸桿菌群專一性的半乳糖甘脢 (Galactosidase) 反應產生紅色菌落及以 X-GAL 與具大腸桿菌專一性的尿甘酸化脢 (Glucuronidase) 反應產生深藍色至紫色菌落。

- (9) 礦物性油脂：參照環保署標準方法 NIEA W505.51C，水樣中油類及固態或黏稠之脂類，用過濾法與液體分離後，用正己烷以索氏 (Soxhlet) 萃取器萃取，將正己烷蒸發後之餘留物稱重，即得總油脂量；將總油脂溶於正己烷，以活性矽膠吸附極性物質，過濾蒸乾後稱重，即得礦物性油脂量。

### 3-3 心理感受度訪問調查

本研究在心理感受度訪問調查方面，主要是引用景觀美質評估方法，以了解民眾對於水體之視覺外觀評價以及嗅覺感受滿意程度為目的。因此，利用此方式可評估出本研究所選定漁港之水體特徵等級，包括視覺與嗅覺感受的滿意度。

本研究分別對視覺與嗅覺感受滿意度之評估擬定問卷，調查遊客對於新竹漁港水體之視、嗅覺感受滿意度 (如表 3-1)。問卷之設計參考 Likert 五等第量表衡量滿意度尺度，為：「很滿意」、「滿意」、「普通」、「不滿意」、「很不滿意」，分數各為 5 分、4 分、3 分、2 分、1 分之等距尺度。

最後擬定漁港水體之視覺與嗅覺感受滿意度評估調查表，將視覺感受滿意度分成五個等第：很清澈 5、清澈 4、尚可接受 3、有點混濁 2、很混濁 1；嗅覺感受滿意度亦分為五個等第：完全無味 5、稍有味道 4、尚可接受 3、有點臭 2、很臭 1，讓受測者可以在視覺與嗅覺感官上做較清楚的評斷。

表 3-1 漁港水域之視覺與嗅覺滿意度評估調查表

| 視覺感受 |   | 嗅覺感受 |   |
|------|---|------|---|
| 很清澈  | 5 | 完全無味 | 5 |
| 清澈   | 4 | 稍有味道 | 4 |
| 尚可接受 | 3 | 尚可接受 | 3 |
| 有點混濁 | 2 | 有點臭  | 2 |
| 很混濁  | 1 | 很臭   | 1 |

本研究於三季（95 年 3、7、9 月）調查期間內，分別於新竹漁港各測站進行遊客心理感受度的問卷調查。在訪談過程當中，研究人員先對受測者概述本研究之動機及目的後，再將問卷交給受測者讓其直接對水體作滿意度上的判斷。本研究調查的對象主要為前往新竹漁港遊憩之民眾，少部分則為釣客亦或是於新竹漁港經營事業之商家，而於每季各測站所回收的有效問卷份數皆有 20~30 份之間，故總樣本數共約 350 個樣本。

由於此調查屬於較偏向為受測者本身主觀的認知判斷，但調查結果要為人信服且具價值還是要以客觀的途徑為宜，故在對認知評估的模式上，除了以深度訪談方式提高數據之有效性外，還須配合敘述性的統計方法以獲得較為客觀的資料。因此本研究依每季各測站之調查結果，將所獲得的視覺與嗅覺感受滿意度評值分別以平均值求出，利用平均值之操作消除個人主觀判斷的隨機誤差，並將平均值之高低用以代表遊客對於每季各測站水體之感受滿意度程度，以作為後續分析上的基礎資料。

## 第四章 結果分析與評估

### 4-1 水質因子之選定

由調查結果顯示，各項水質因子皆會由於季節或是測站環境的不同而產生數值上的變化，而此變化能否透過遊客之視覺與嗅覺感受滿意度評值反映出來，將是本研究的重要關鍵。因此本研究建立水質標準及水質指標的第一個步驟，便是先探討各項水質因子影響遊客視覺與嗅覺感受滿意度間的特性，進而選取出適當且具代表性的水質因子。

#### 4-1-1 水質因子與視覺感受滿意度相關性探討

基於上述之目的，本研究先以相關性之方式探討水質因子對視覺感受滿意度之影響特性（如圖 4-1）。圖中柱狀圖代表每季各測站視覺感受滿意度數據平均值之 95%信賴區間分布範圍，折線則是每季各測站之各項水質因子在數值上的變化。從圖 4-1 (a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)、(g) 中顯示，每季各測站之視覺感受滿意度表現與水體中鹽度、酸鹼度、導電度、硝酸鹽氮、懸浮固體、大腸桿菌及礦物性油脂之含量變化並無明顯相關，因此不考慮這些水質因子為影響視覺感受滿意度的因子。反觀從圖 4-1 (h)、(i)、(j)、(k)、(l)、(m)、(n) 中可發現視覺感受滿意度與溶氧、濁度、透明度、氨氮、生化需氧量、化學需氧量以及總磷間之相關性則有較明顯相同的變化趨勢，判斷這七項水質因子對視覺感受滿意度的影響可能是有意義的，故在此選定溶氧、濁度、透明度、氨氮、生化需氧量、化學需氧量及總磷作為影響視覺感受滿意度的水質因子。

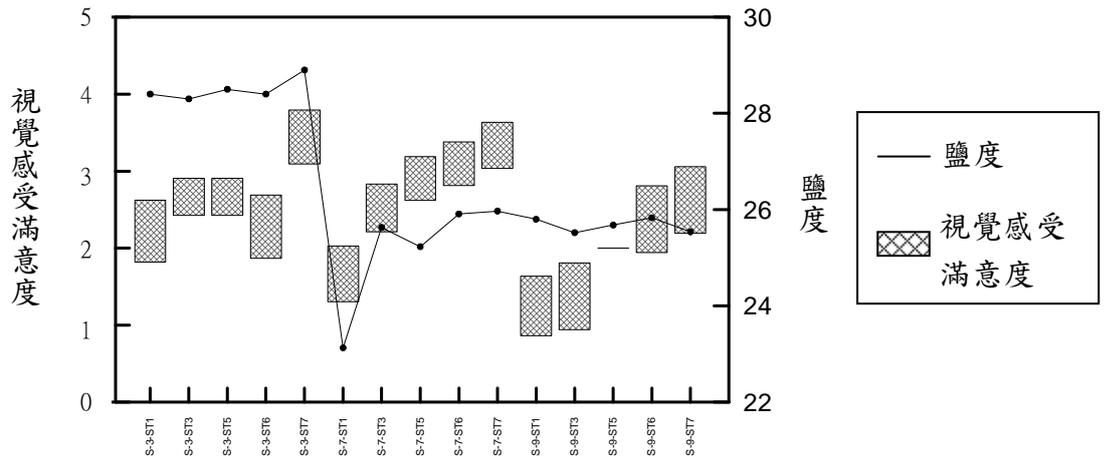


圖 4-1 (a) 各測站之鹽度與視覺感受滿意度變化幅度

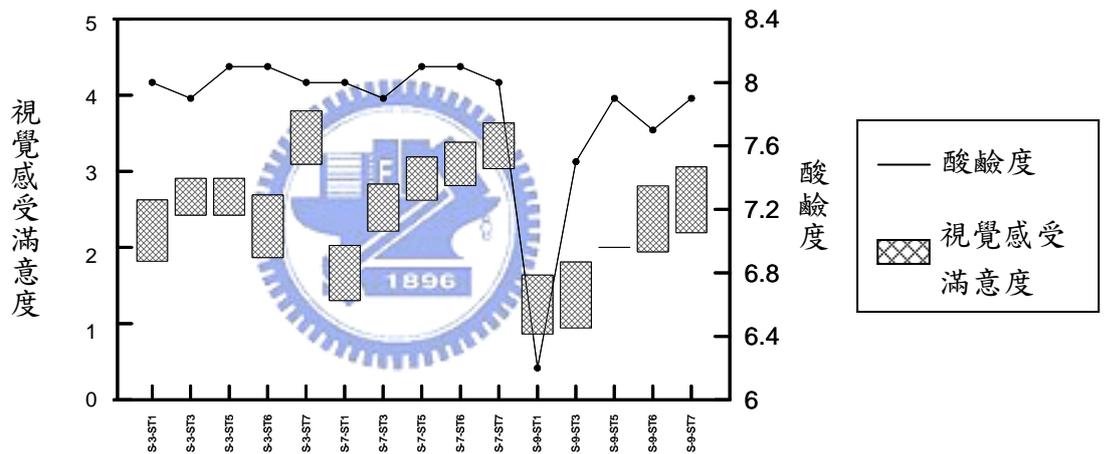


圖 4-1 (b) 各測站之酸鹼度與視覺感受滿意度變化幅度

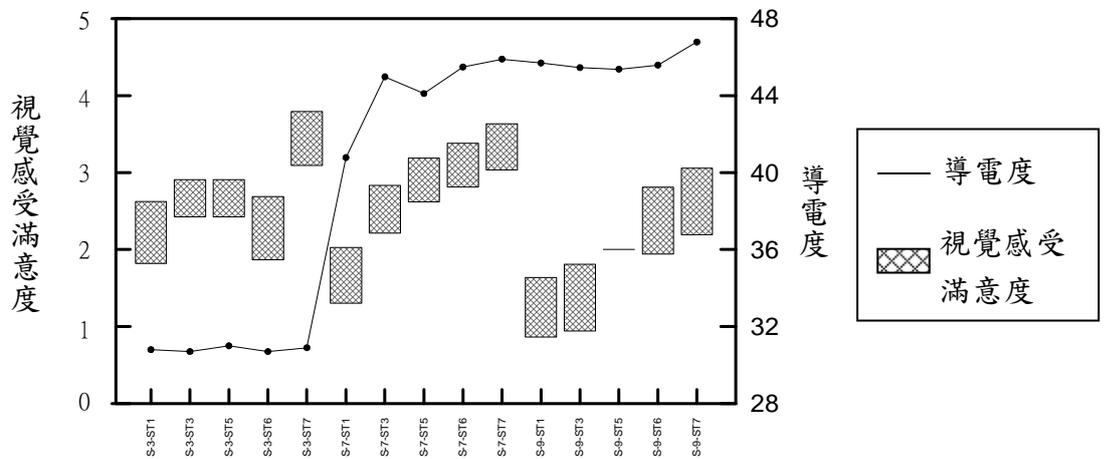


圖 4-1 (c) 各測站之導電度與視覺感受滿意度變化幅度

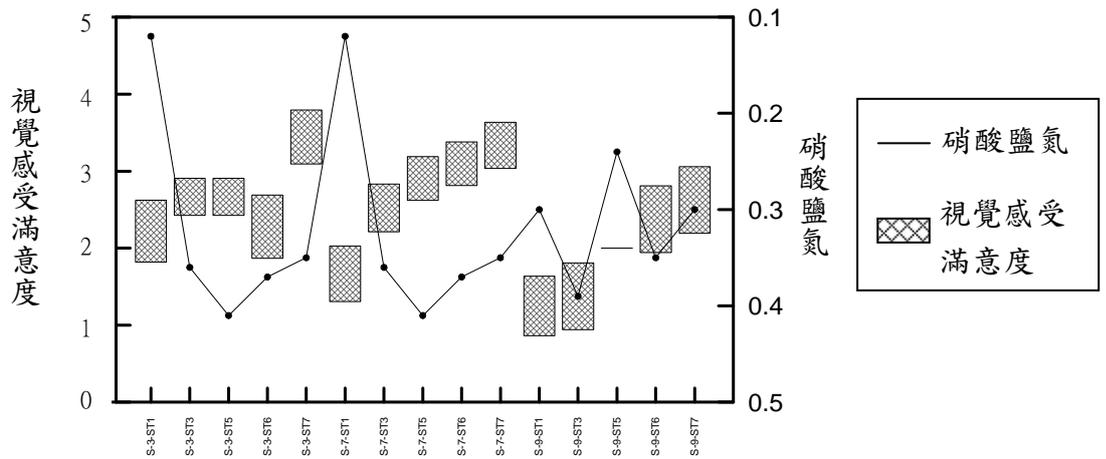


圖 4-1 (d) 各測站之硝酸鹽氮與視覺感受滿意度變化幅度

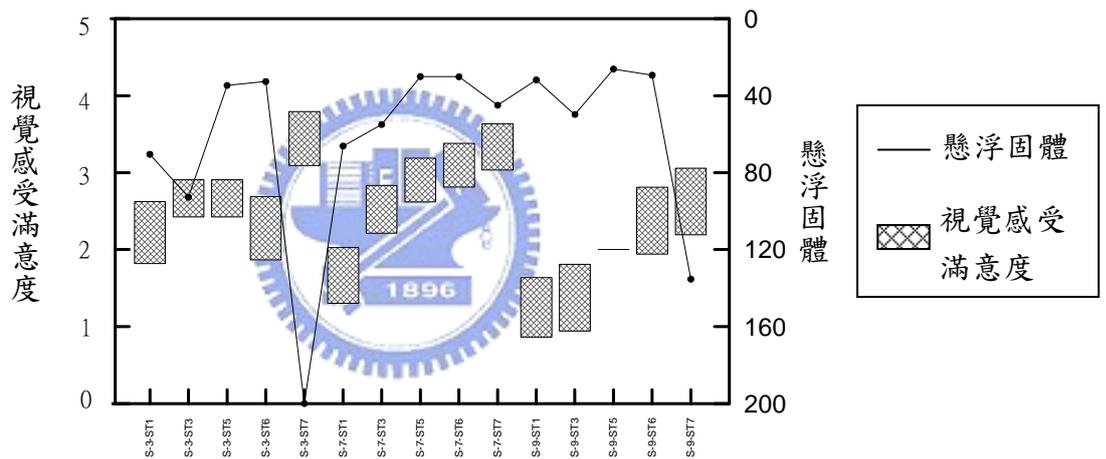


圖 4-1 (e) 各測站之懸浮固體與視覺感受滿意度變化幅度

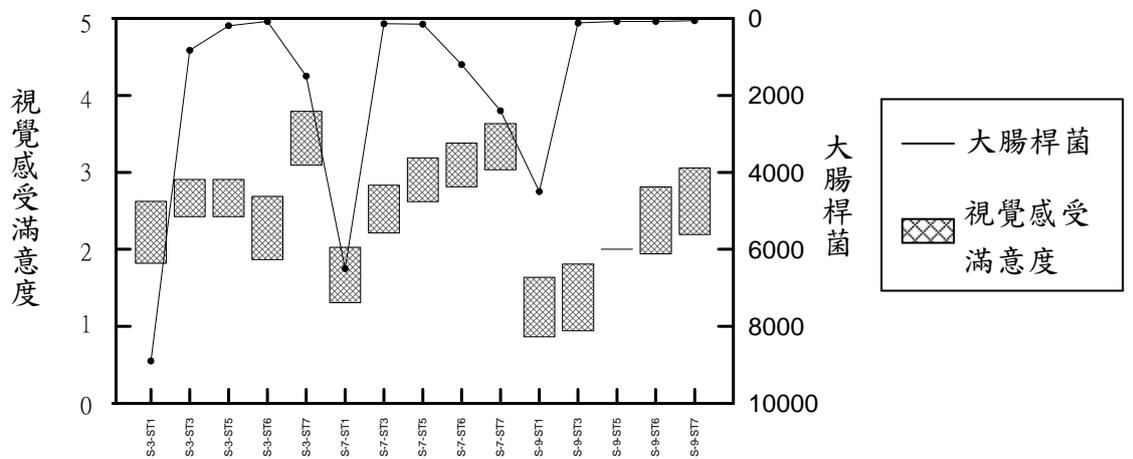


圖 4-1 (f) 各測站之大腸桿菌與視覺感受滿意度變化幅度

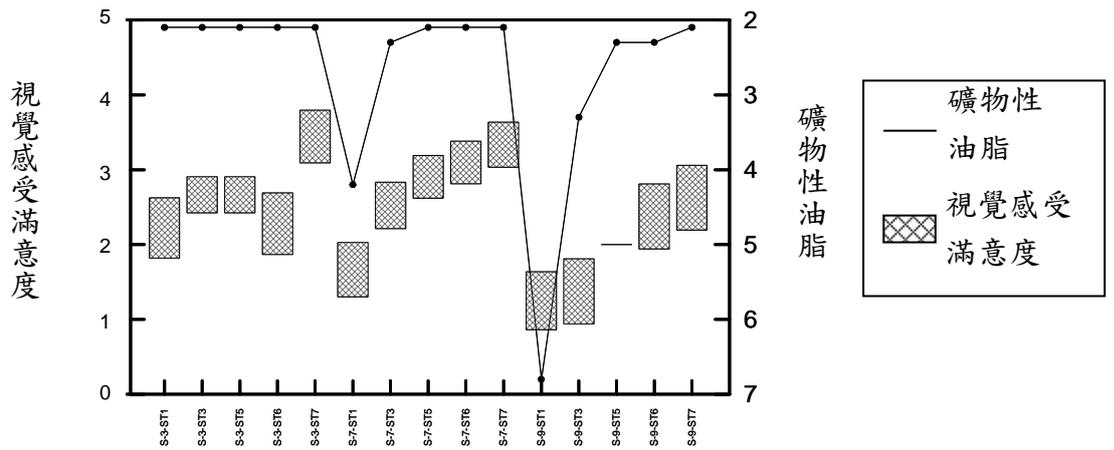


圖 4-1 (g) 各測站之礦物性油脂與視覺感受滿意度變化幅度

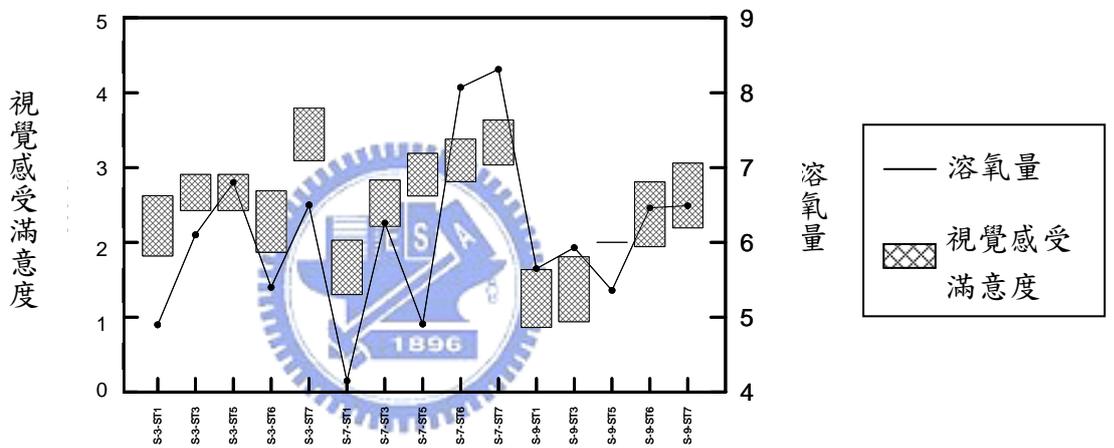


圖 4-1 (h) 各測站之溶氧量與視覺感受滿意度變化幅度

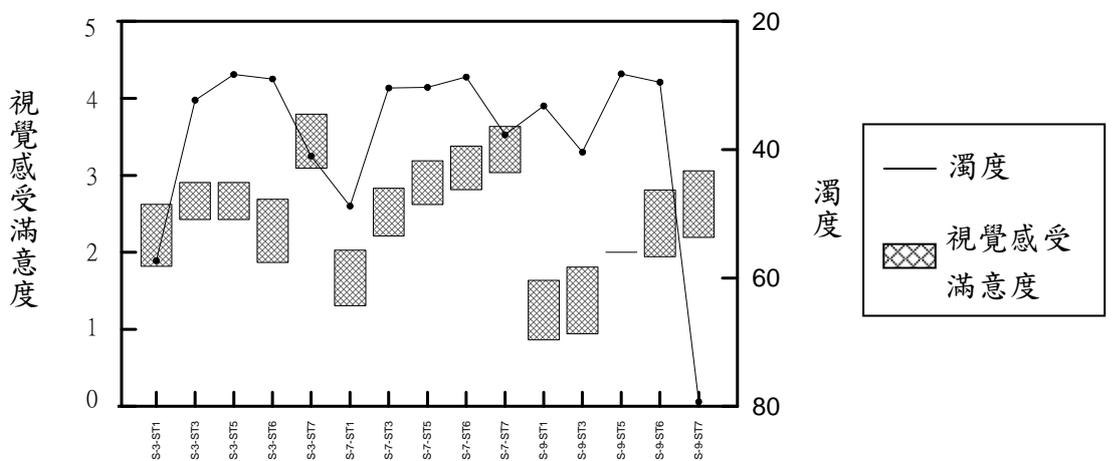


圖 4-1 (i) 各測站之濁度與視覺感受滿意度變化幅度

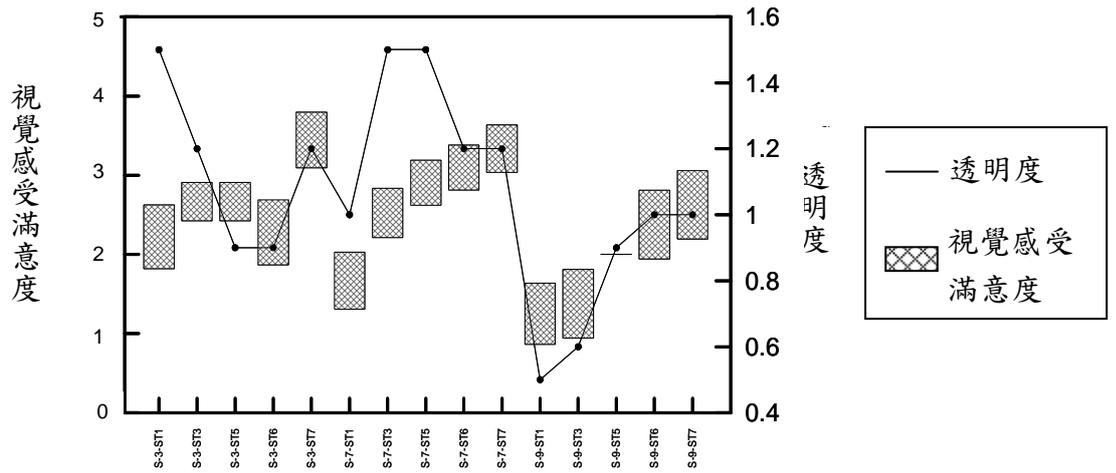


圖 4-1 (j) 各測站之透明度與視覺感受滿意度變化幅度

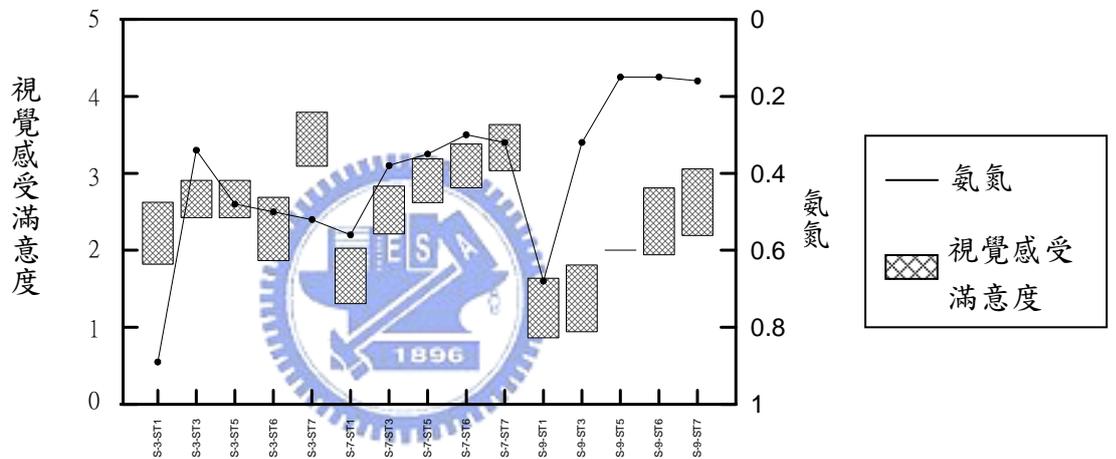


圖 4-1 (k) 各測站之氨氮與視覺感受滿意度變化幅度

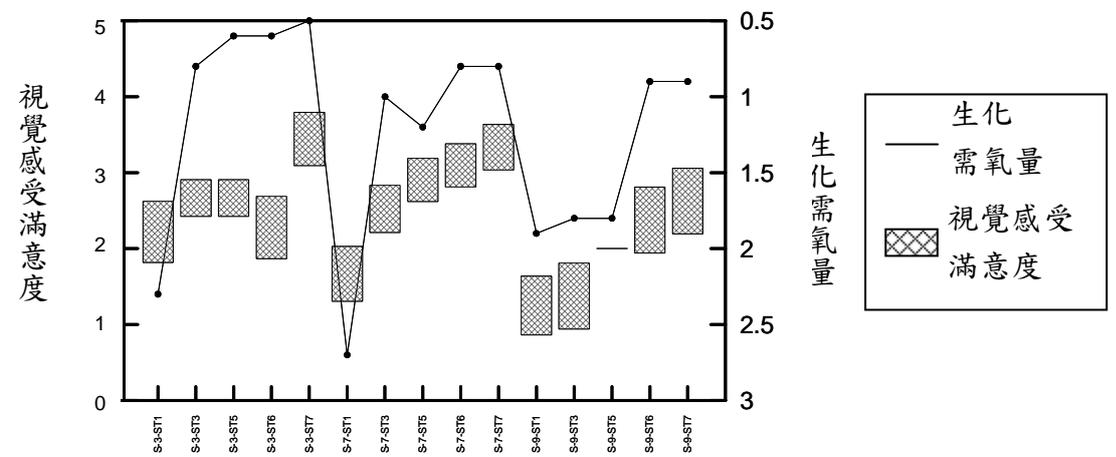


圖 4-1 (l) 各測站之生化需氧量與視覺感受滿意度變化幅度

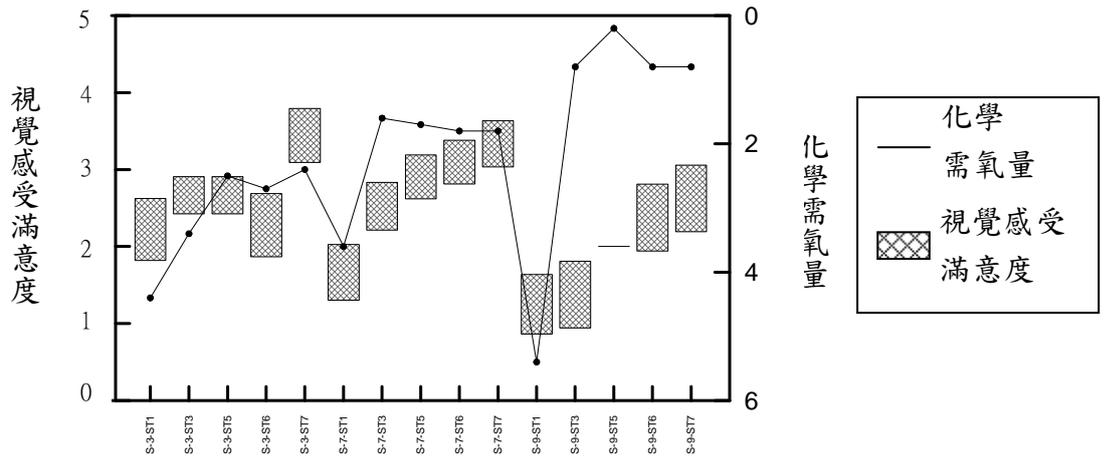


圖 4-1 (m) 各測站之化學需氧量與視覺感受滿意度變化幅度

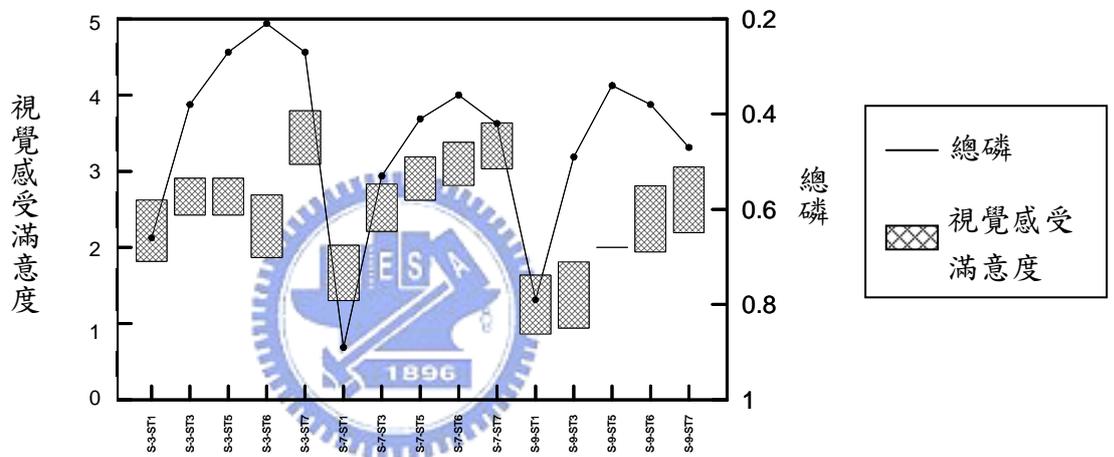


圖 4-1 (n) 各測站之總磷與視覺感受滿意度變化幅度

#### 4-1-2 水質因子與嗅覺感受滿意度相關性探討

水質因子與嗅覺感受滿意度相關性探討方式與視覺的操作方法相同(如圖 4-2)。同樣的，從圖 4-2 (a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)、(g) 中顯示，鹽度、酸鹼度、導電度、硝酸鹽氮、懸浮固體、大腸桿菌及礦物性油脂對嗅覺感受滿意度的影響並不明顯，因此這些水質因子接下來將不被考慮。最後從圖 4-2 (h)、(i)、(j)、(k)、(l)、(m)、(n) 之變化趨勢中選定溶氧、濁度、透明度、氨氮、生化需氧量、化學需氧量以及總磷作為影響嗅覺感受滿意度的水質因子。

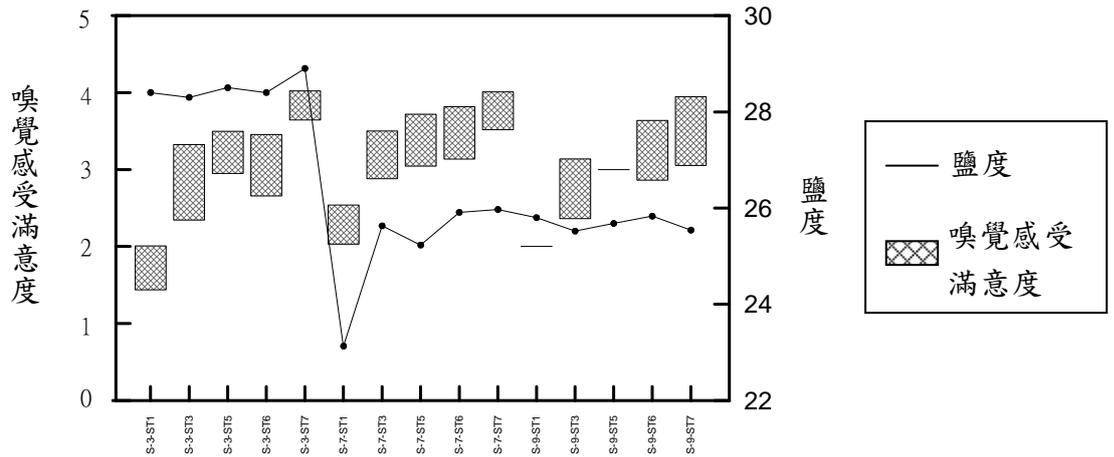


圖 4-2 (a) 各測站之鹽度與嗅覺感受滿意度變化幅度

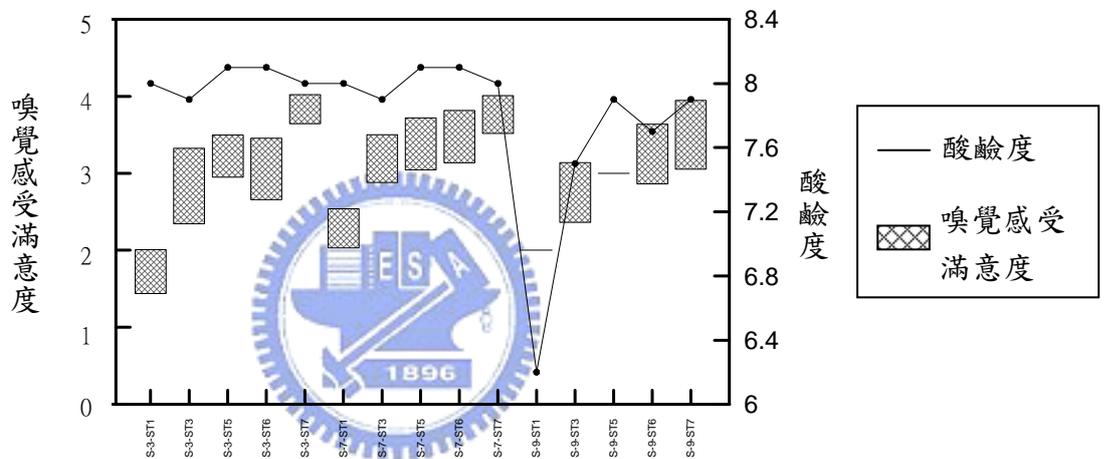


圖 4-2 (b) 各測站之酸鹼度與嗅覺感受滿意度變化幅度

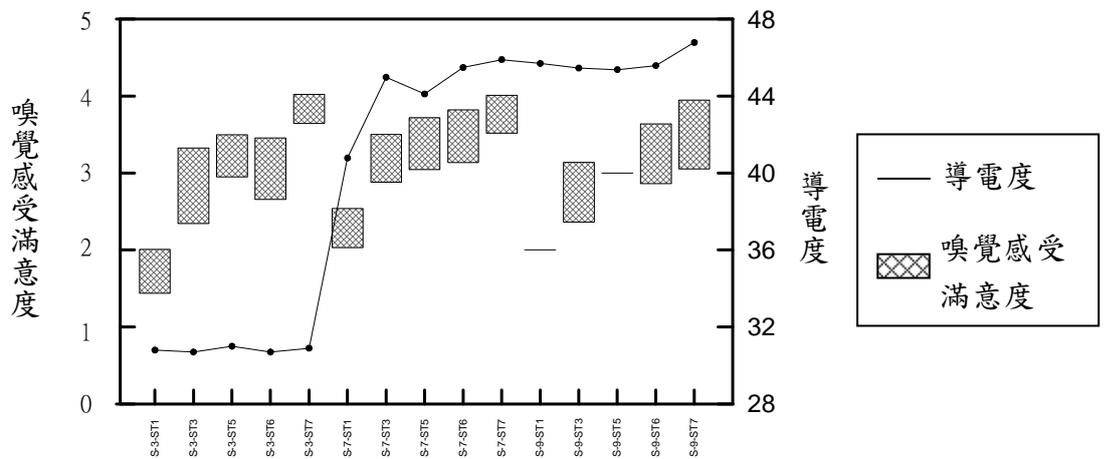


圖 4-2 (c) 各測站之導電度與嗅覺感受滿意度變化幅度

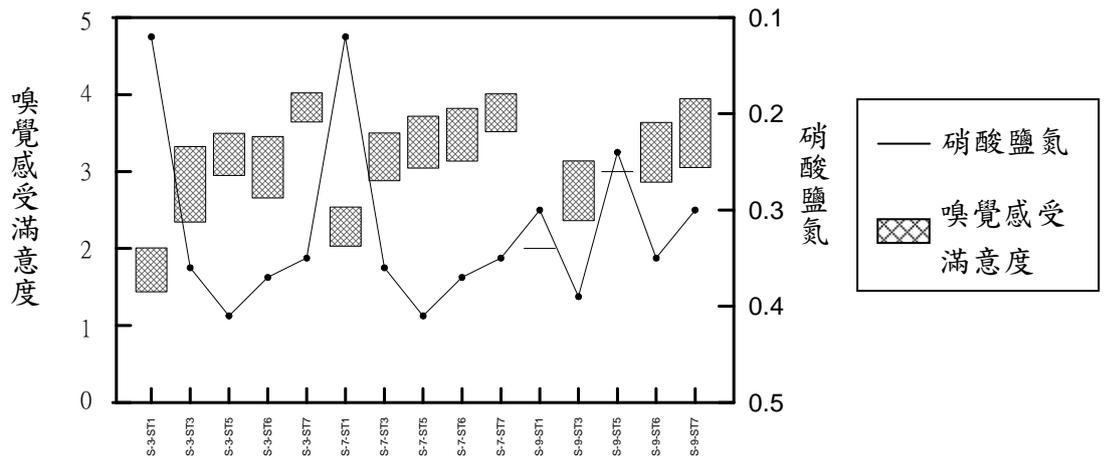


圖 4-2 (d) 各測站之硝酸鹽氮與嗅覺感受滿意度變化幅度

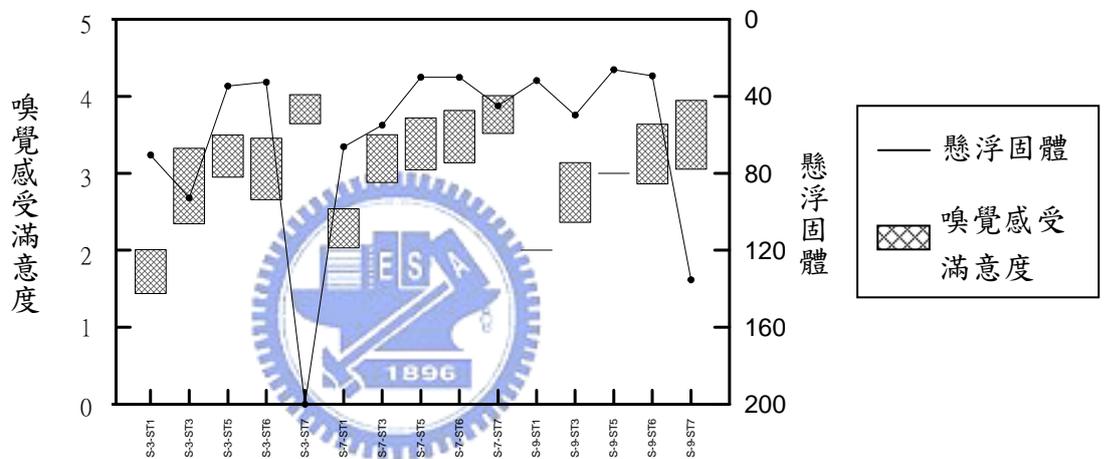


圖 4-2 (e) 各測站之懸浮固體與嗅覺感受滿意度變化幅度

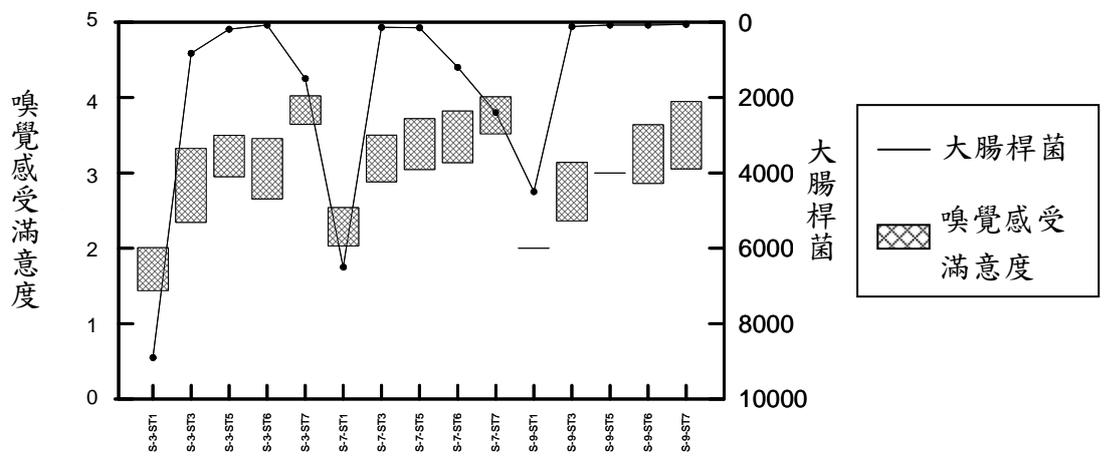


圖 4-2 (f) 各測站之大腸桿菌與嗅覺感受滿意度變化幅度

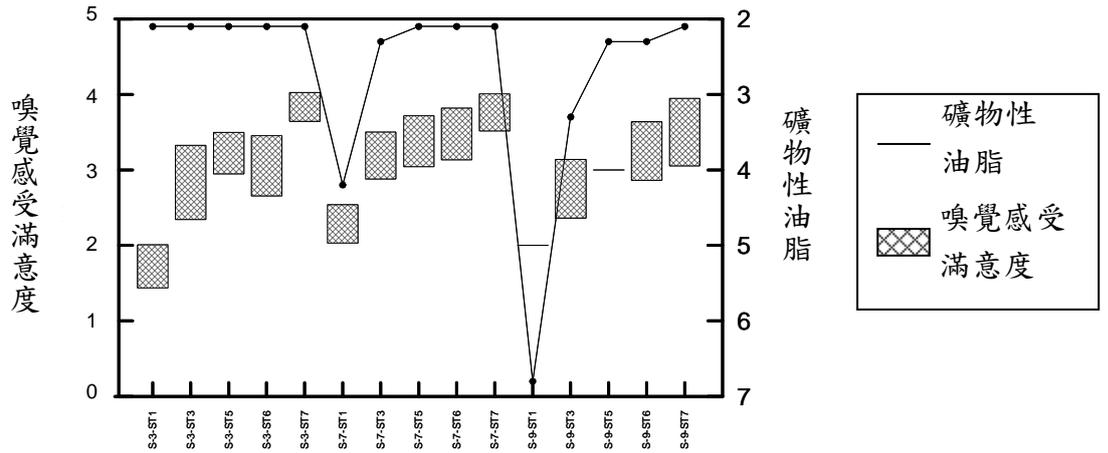


圖 4-2 (g) 各測站之礦物性油脂與嗅覺感受滿意度變化幅度

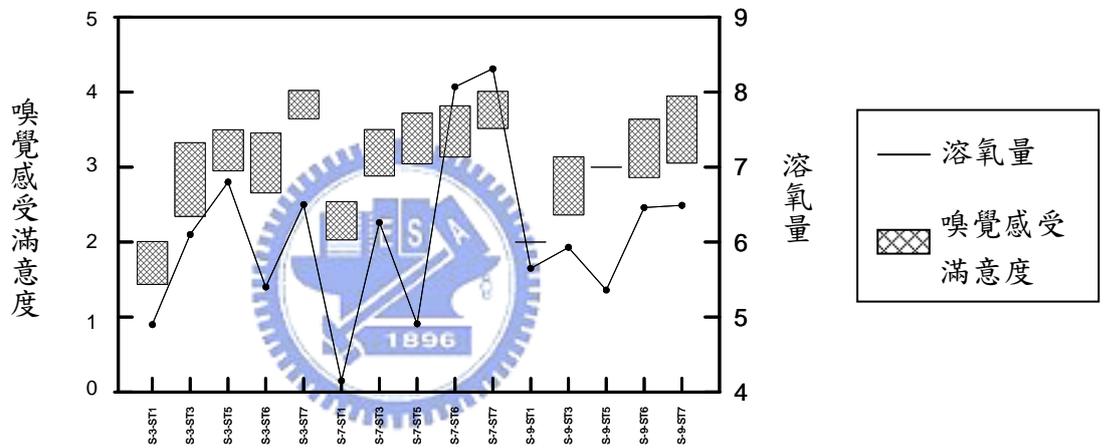


圖 4-2 (h) 各測站之溶氧量與嗅覺感受滿意度變化幅度

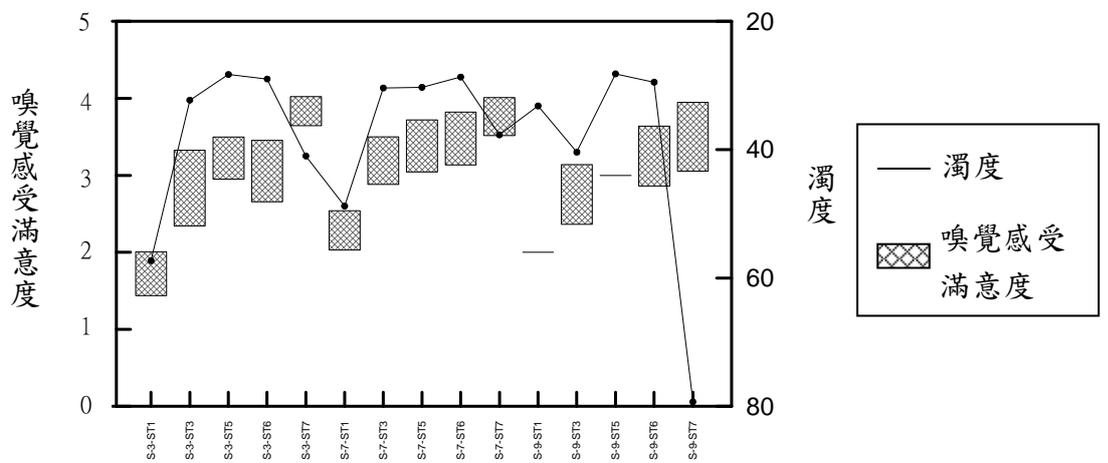


圖 4-2 (i) 各測站之濁度與嗅覺感受滿意度變化幅度

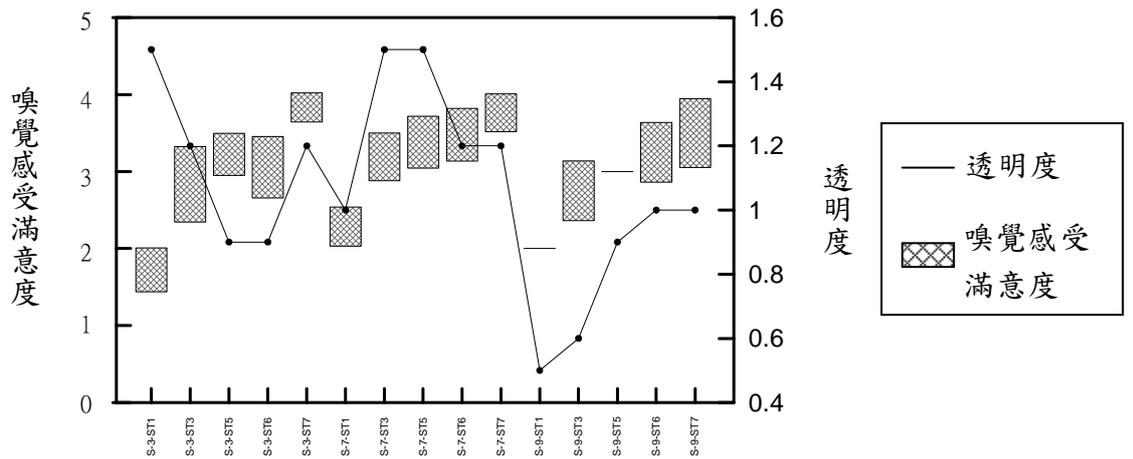


圖 4-2 (j) 各測站之透明度與嗅覺感受滿意度變化幅度

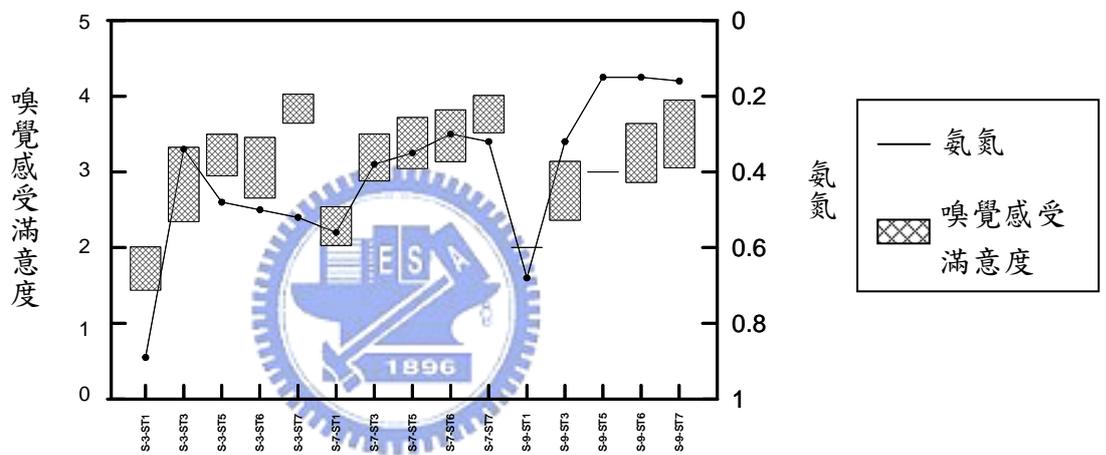


圖 4-2 (k) 各測站之氨氮與嗅覺感受滿意度變化幅度

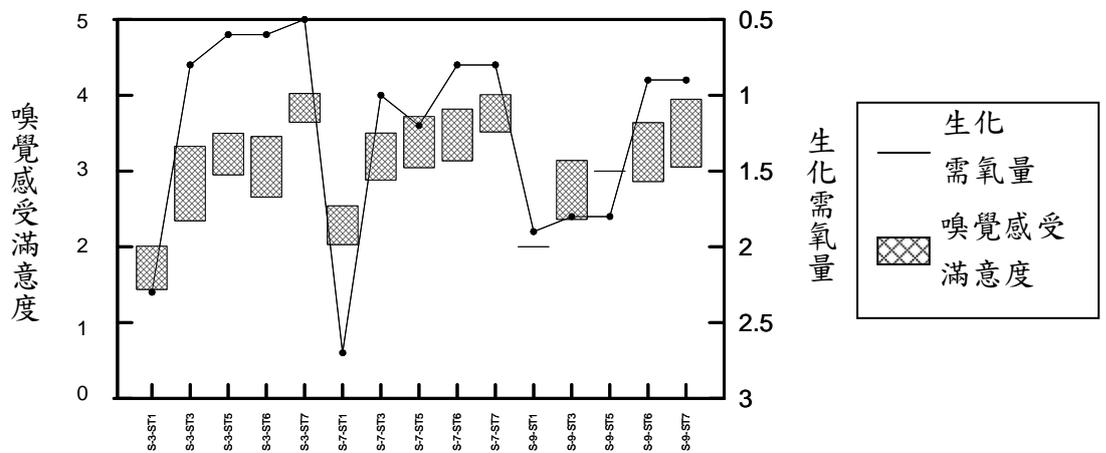


圖 4-2 (l) 各測站之生化需氧量與嗅覺感受滿意度變化幅度

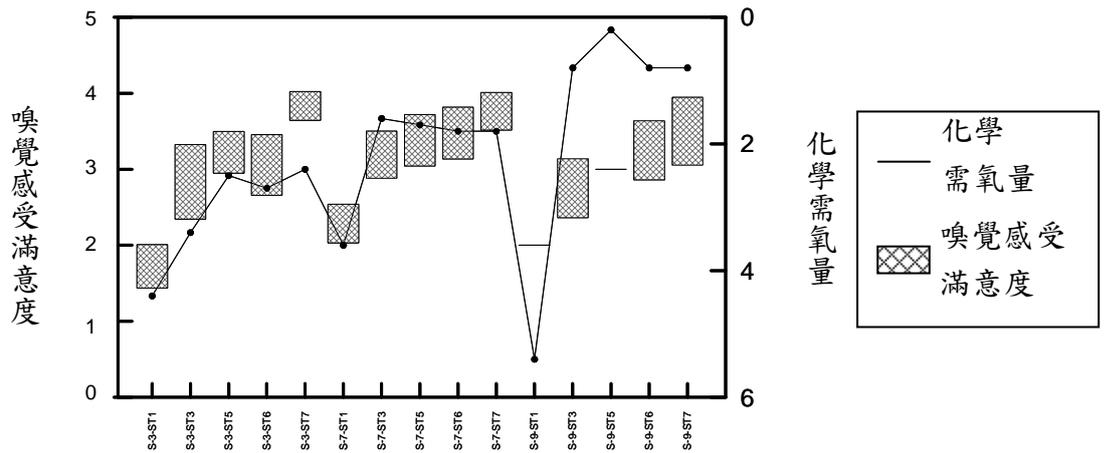


圖 4-2 (m) 各測站之化學需氧量與嗅覺感受滿意度變化幅度

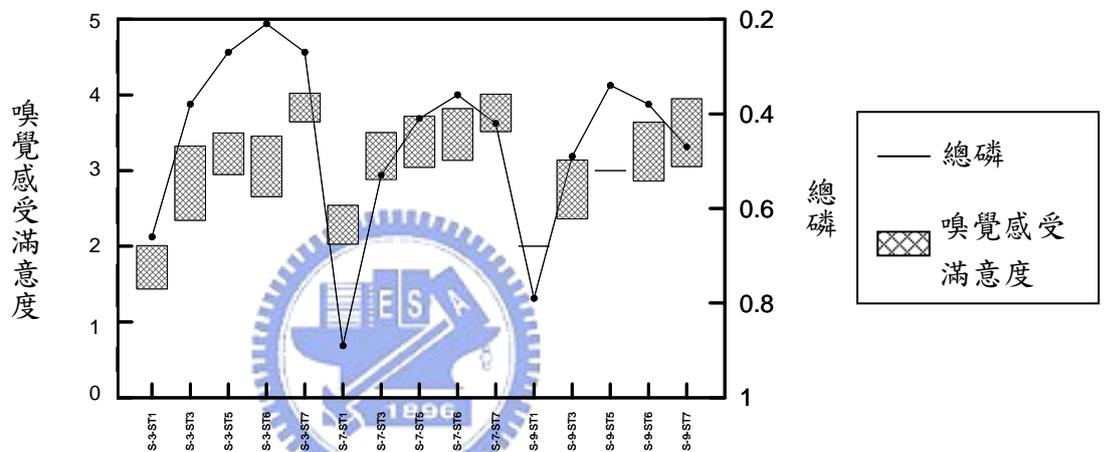


圖 4-2 (n) 各測站之總磷與嗅覺感受滿意度變化幅度

#### 4-2 漁港水體感受滿意度水質標準之訂定

本研究係利用不同季節於新竹漁港港內不同測站調查之水質狀態及遊客視覺與嗅覺感受滿意度的結果，以相關性探討方式觀察其兩者之間的相關性，並篩選出其中對視覺與嗅覺感受滿意度影響較具代表性的水質因子。然而上述有些結果其實是可以預知的，例如：當透明度越高時，視覺感受滿意度越高；當氨氮含量越高時，嗅覺感受滿意度則越低等，故若僅僅只是做此定性上的推斷，對於觀光休閒漁港水質評估及改善的貢獻有限。因此本研究將目標放在結合整體之水質狀態及遊客感受滿意度，進而訂定各項水質因子在不同感受滿意度下的定量標準，希望本研究提出之訂定方式及結果可供作為觀光休閒漁

港水體水質評估及改善的參考。

#### 4-2-1 棲地適合度曲線 (HSC) 之簡介與應用

本研究在訂定水質標準的方法上參考了棲地適合度曲線 (Habitat Suitability Curve, HSC) 的基本概念以及操作流程。棲地適合度曲線 (HSC) 是棲地適合度指數 (Habitat Suitability Index, HSI) 模式的建立程序之一。HSI 為美國魚類及野生動物署 (U.S. Fish and Wildlife) 於 1980 年發展之一套有系統的棲地評價方法，其目的是用量化的數值來表示或預測物種對環境的反應，是一種以棲地品質來監測開發計畫衝擊程度的評估方式。而 HSC 的意義在於可用以瞭解物種之最適合棲地環境，操作上是先以實際調查方式記錄現地物種及各項環境因子之狀態，再建立各棲地因子與目標物種之 HSC。以下舉例概述建立棲地適合度曲線 (HSC) 的操作流程及概念：

羅義碩 (2005) 建立玉峰溪河川魚類之流速適合度曲線。首先以現地調查之河川斷面平均流速為橫軸，魚體出現次數總和為縱軸，繪得其相關散佈圖，再將縱軸之魚體出現次數作標準化 (棲地適合度) 的處理，最後取出各流速所觀測到的最大棲地適合度值即可繪製出流速適合度曲線 (如圖 4-3)。

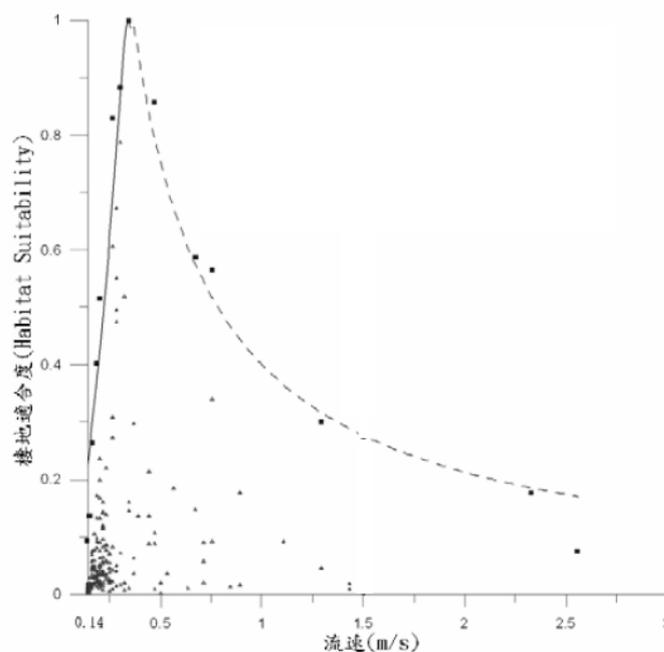


圖 4-3 流速適合度曲線圖

其實棲地適合度曲線 (HSC) 是有賴於長期的生態基礎調查資料所建立的，其目的是希望可改善以往將生態環境調查結果繁列於文獻中，但卻缺乏整合性及定量性的情況。且由於近年來生態工程觀念抬頭，但工程人員卻普遍對生態之了解與認知並不是很透徹，若可透過 HSC 提供之有效的實際生物生態資料，便可使工程能在保有生物生存空間的前提下進行開發，以期能建構出工程與生態共存的自然環境。由圖 4-3 中顯示，羅義碩 (2005) 所得到的流速適合度曲線，其適用範圍是在流速 0.14~2.56 m/s 之間，而其中最適合魚類生存之流速為 0.34 m/s，故若能在進行工程開發時將此結果納入參考，將流速儘量維持在 0.34 m/s，則應可有效減低工程對魚類生態的破壞。

由上述操作流程得知，棲地適合度曲線 (HSC) 主要是依據某棲地環境因子對於物種之最佳適合度所繪製的。對此 Mathur et al. (1985) 認為，此曲線須在各棲地環境因子於統計上相互獨立的前提下才能成立。而 Schamberger and O'Neil (1986) 則表示，物種會選擇最能滿足其生活條件的地點棲息。故以某棲地環境因子而言，當此因子為定值時，其物種最頻繁出現地點所代表的意義，應是其他因子已為最佳棲地狀態時所呈現的結果。因此，棲地適合度曲線的最大值將是代表某因子對於生物生活最佳條件。

由於本研究主要是探討水質因子與人為視覺、嗅覺感受滿意度之間的關係，與棲地適合度曲線 (HSC) 之議題有所不同，故在應用上將「棲地適合度曲線」改稱為「水質滿意度曲線」。操作方面參考 HSC 的操作流程，取出遊客在某水質因子固定時之最高滿意度值繪製出水質滿意度曲線。此外，水質滿意度曲線亦須在各水質因子 (溶氧、透明度...等) 於統計上相互獨立的前提下才能成立，故在繪製水質滿意度曲線前，應先探討影響感受滿意度的各項水質因子是否為相互獨立。就水質標準以及水質指標的訂定來說，若各水質因子間之關係相互獨立將能使得水質標準及水質指標更具客觀性。接下來將分別對 4-1 節所選定之影響視覺與嗅覺感受滿意度的水質因子再作進一步的探討與分析。

本研究先以視覺感受滿意度數據以及對視覺感受滿意度較有影

響性的水質因子以 SPSS 統計軟體進行皮爾森相關係數 (Pearson's correlation coefficient) 之分析，探討各項水質因子與視覺感受滿意度的關係強度以及各項水質因子之間獨立與否 (如表 4-1)。

皮爾森相關係數的解釋與應用，必須經過顯著性考驗來決定係數的統計意義，一旦達到顯著相關，便可依據係數的高低來解釋其相關強度。而皮爾森相關係數之定義為其值恆介於+1 與-1 之間，介於 0 到+1 之間通稱為正相關，介於 0 到-1 之間通稱為負相關。

從表 4-1 中顯示，視覺感受滿意度與溶氧、透明度、BOD<sub>5</sub> 以及總磷達到顯著相關水準，顯示這四項水質因子相較於其他因子，對視覺感受滿意度有較確實的影響性。而這四項水質因子間獨立與否，可從表 4-1 中觀察出 BOD<sub>5</sub> 分別與溶氧及總磷達到顯著相關水準，為使水質因子能符合相互獨立之條件，故剔除 BOD<sub>5</sub>，剩下溶氧、透明度以及總磷作為訂定漁港水體視覺感受滿意度水質標準的水質因子。

表 4-1 水質因子與視覺感受滿意度之相關性分析

|                  | 視覺 | 溶氧      | 濁度    | 透明度      | 氨氮    | BOD <sub>5</sub> | COD      | 總磷       |
|------------------|----|---------|-------|----------|-------|------------------|----------|----------|
| 視覺               | 1  | .607(*) | -.050 | .649(**) | -.239 | -.738(**)        | -.270    | -.608(*) |
| 溶氧               |    | 1       | -.146 | .039     | -.402 | -.679(**)        | -.322    | -.470    |
| 濁度               |    |         | 1     | .059     | .118  | .268             | .038     | .369     |
| 透明度              |    |         |       | 1        | .090  | -.175            | -.052    | -.112    |
| 氨氮               |    |         |       |          | 1     | .422             | .870(**) | .474     |
| BOD <sub>5</sub> |    |         |       |          |       | 1                | .349     | .835(**) |
| COD              |    |         |       |          |       |                  | 1        | .542(*)  |
| 總磷               |    |         |       |          |       |                  |          | 1        |

\*表示  $p < 0.05$ ；\*\*表示  $p < 0.01$

同樣的，亦利用皮爾森相關係數 (Pearson's correlation coefficient) 探討各項水質因子與嗅覺感受滿意度的關係強度，進而篩選出與嗅覺感受滿意度達顯著相關水準並能符合相互獨立條件的水質因子。從表 4-2 中顯示，嗅覺感受滿意度與溶氧、氨氮、BOD<sub>5</sub>、COD 以及總磷達到顯著相關水準。並從表中亦可觀察出 BOD<sub>5</sub> 分別與溶氧及總磷達到顯著相關水準，COD 分別與氨氮及總磷達到顯著相關水準，故剔除 BOD<sub>5</sub> 與 COD，以溶氧、氨氮以及總磷作為訂定漁港水體嗅覺感受

滿意度水質標準的水質因子。

表 4-2 水質因子與嗅覺感受滿意度之相關性分析

|                  | 嗅覺 | 溶氧       | 濁度    | 透明度  | 氨氮        | BOD <sub>5</sub> | COD       | 總磷        |
|------------------|----|----------|-------|------|-----------|------------------|-----------|-----------|
| 嗅覺               | 1  | .648(**) | -.140 | .226 | -.644(**) | -.811(**)        | -.657(**) | -.726(**) |
| 溶氧               |    | 1        | -.146 | .039 | -.402     | -.679(**)        | -.322     | -.470     |
| 濁度               |    |          | 1     | .059 | .118      | .268             | .038      | .369      |
| 透明度              |    |          |       | 1    | .090      | -.175            | -.052     | -.112     |
| 氨氮               |    |          |       |      | 1         | .422             | .870(**)  | .474      |
| BOD <sub>5</sub> |    |          |       |      |           | 1                | .349      | .835(**)  |
| COD              |    |          |       |      |           |                  | 1         | .542(*)   |
| 總磷               |    |          |       |      |           |                  |           | 1         |

\*表示  $p < 0.05$  ; \*\*表示  $p < 0.01$

水質滿意度曲線是根據遊客在某水質因子固定時之最高滿意度值所繪製的，故其中有一些代表的意義。以某水質因子而言，最高滿意度值即代表，當該水質因子固定時其他水質因子將會是處於最佳品質狀態，即表示水質滿意度曲線的最大值將為某水質因子固定時所能呈現的最佳滿意度狀態。

另由圖 4-4 中顯示，當透明度固定為 1.2 公尺時，各測站所獲得的視覺感受滿意度出現了些許的差異。而根據上述水質滿意度曲線的意義來說，透明度同為 1.2 公尺之測站中，獲得最高視覺感受滿意度值的測站就表示，該測站水體中除了透明度以外的水質因子都將是處於最佳水質的狀態。然而透明度並不是影響視覺感受滿意度的唯一因素，在透明度相同的情況下，其他測站或許會因為透明度以外的水質因子狀態不佳而得到較低的視覺感受滿意度，故取最高滿意度值繪製水質滿意度曲線便有排除其他水質因子影響的意義。

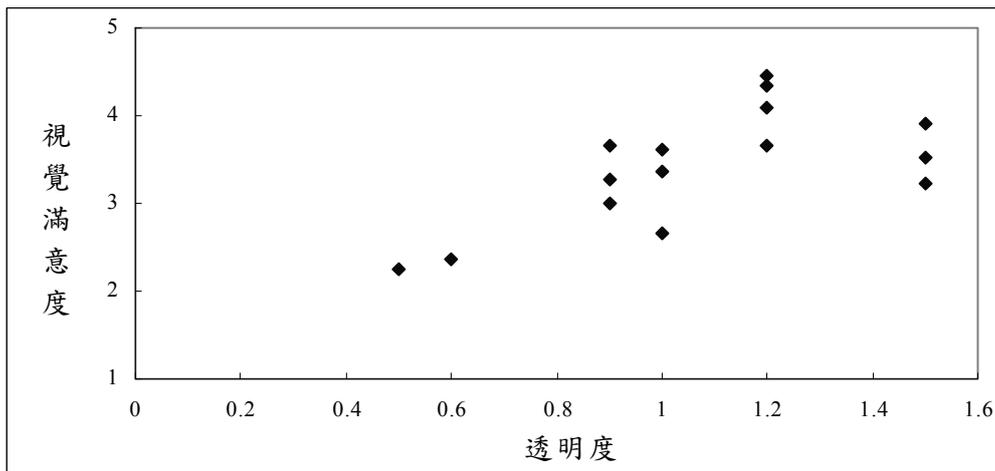


圖 4-4 透明度之視覺感受滿意度相關散佈圖

#### 4-2-2 水質滿意度曲線之繪製

首先以視覺感受滿意度為縱軸，篩選的水質因子（溶氧、透明度、總磷）為橫軸，繪得其相關散佈圖，並將各水質因子在固定時所得到的最高視覺感受滿意度值取出即可畫出各水質因子的視覺感受滿意度曲線（如圖 4-5）。

而嗅覺感受滿意度水質滿意度曲線的繪製方式與視覺相同，以嗅覺感受滿意度為縱軸，篩選的水質因子（溶氧、氨氮、總磷）為橫軸，繪得其相關散佈圖，並將各水質因子在固定時所得到的最高嗅覺感受滿意度值取出即可畫出各水質因子的嗅覺感受滿意度曲線（如圖 4-6）。

然而在畫水質滿意度曲線時，因實際能夠得到的數據有限，故往往會根據經驗或常識加上一些主觀的判斷來完成。例如圖 4-5(b)中，從經驗和常識上來判斷，透明度越高視覺感受滿意度也會越高，故在透明度 1.2m 以上之曲線應為水平或上升，故在此就不單純的取其最高值來繪製。

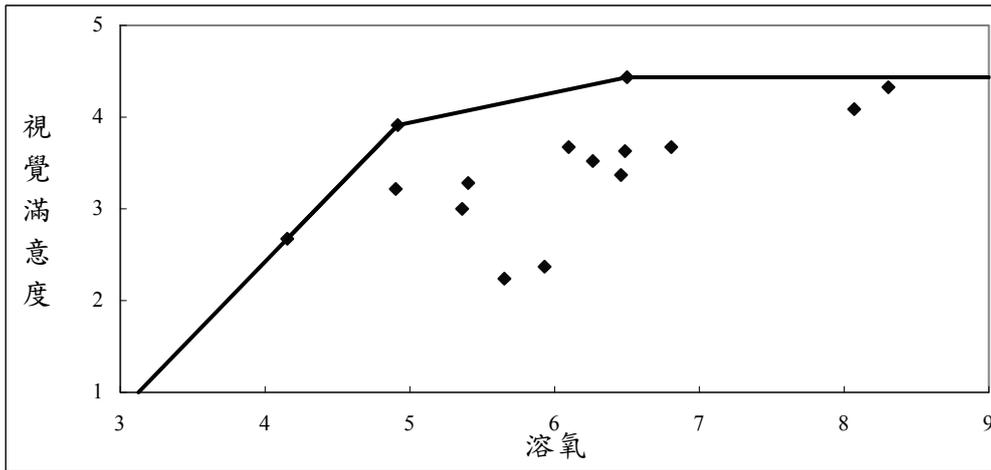


圖 4-5 (a) 溶氧之視覺感受滿意度曲線圖

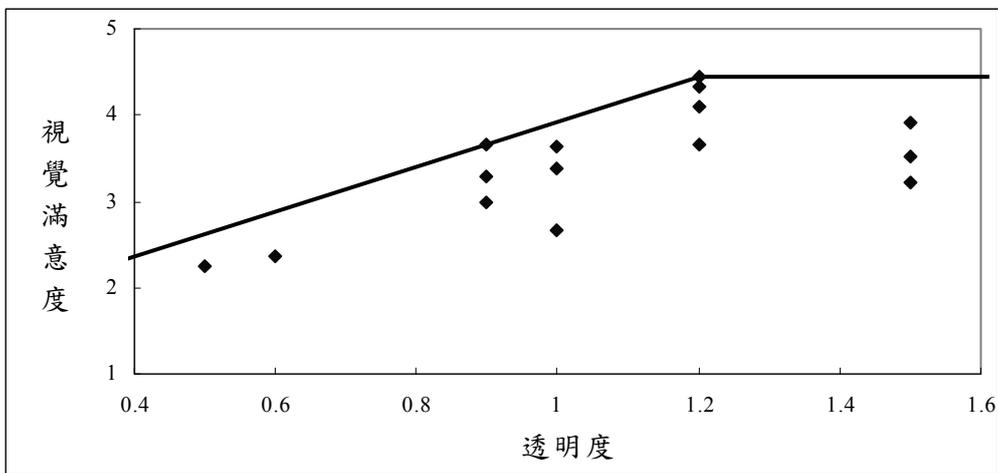


圖 4-5 (b) 透明度之視覺感受滿意度曲線圖

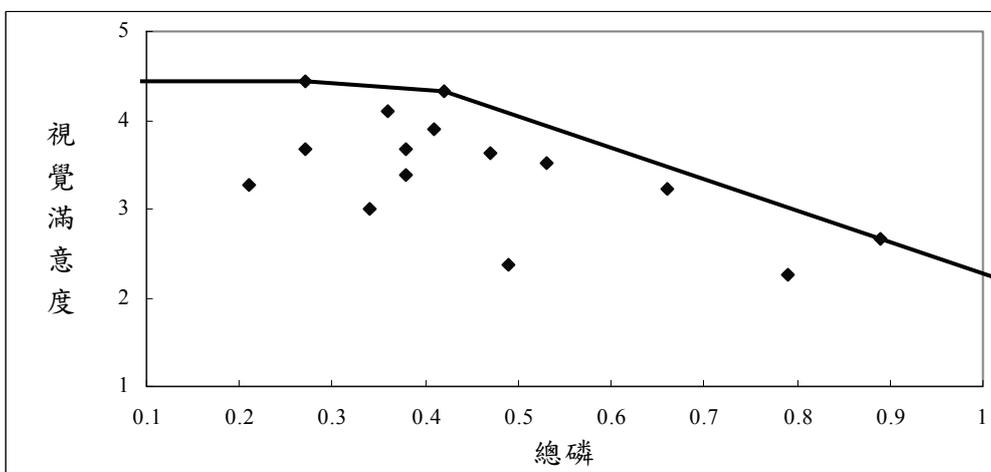


圖 4-5 (c) 總磷之視覺感受滿意度曲線圖

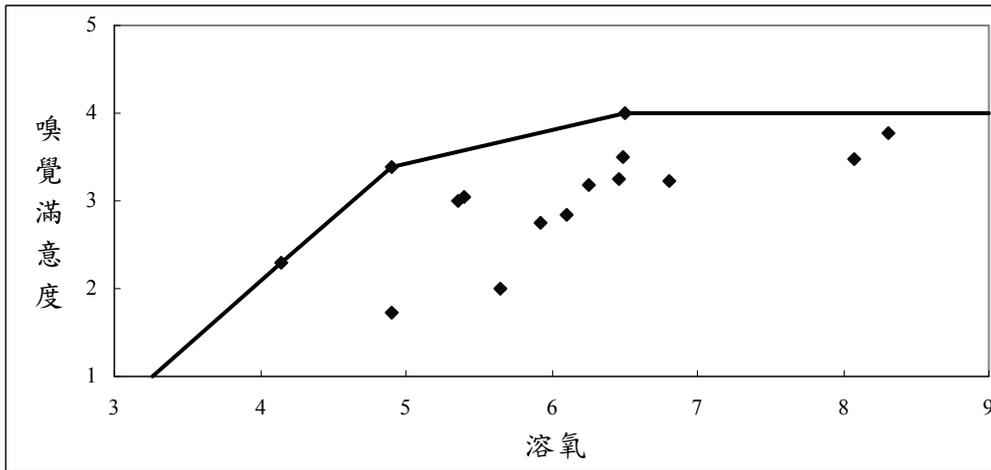


圖 4-6 (a) 溶氧之嗅覺感受滿意度曲線圖

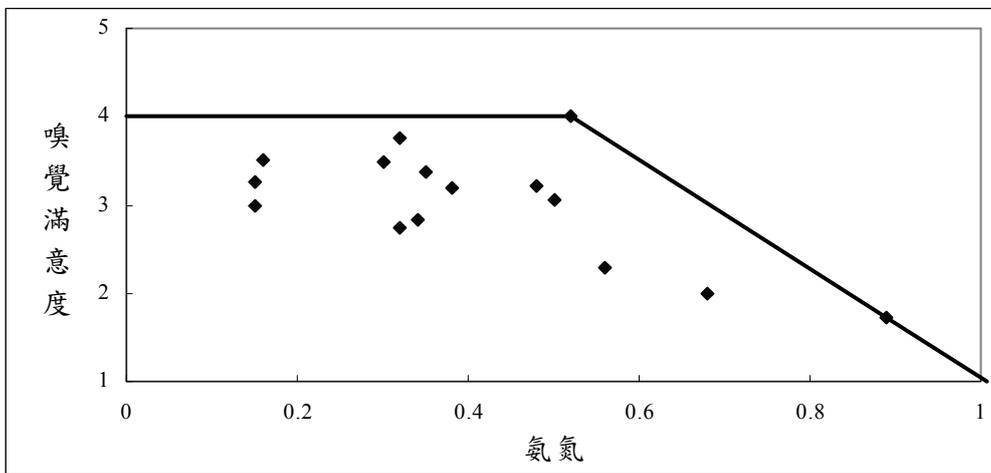


圖 4-6 (b) 氨氮之嗅覺感受滿意度曲線圖

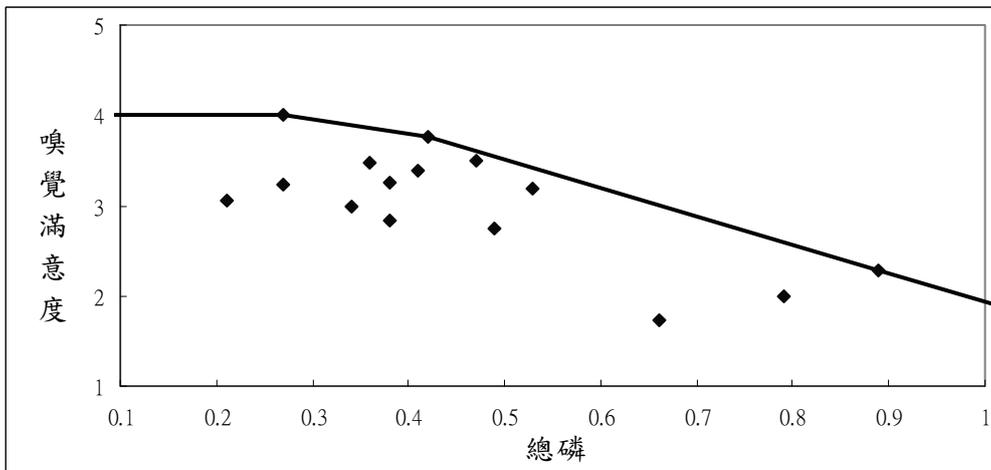


圖 4-6 (c) 總磷之嗅覺感受滿意度曲線圖

### 4-2-3 水質標準之訂定

在完成水質因子選定以及水質滿意度曲線繪製後，接下來將對各項水質因子訂定其相對於視覺與嗅覺感受滿意度的定量標準。然而在水質標準的分級上，雖然問卷設計方面是將感受滿意度分為五等第，但在訂定水質標準時，本研究參考河川污染程度指標 (River Pollution Index, RPI)，將水質標準相對之感受滿意度分為四個等級。

以下便以訂定水體透明度之視覺感受滿意度定量標準的例子來說明水質標準的訂定流程 (如圖 4-7)。首先，將圖中視覺感受滿意度 (縱軸) 等分成 I、II、III、IV 四個等級，依等級高低分數分別為 4~5、3~4、2~3、1~2，然後依此分數在縱軸上做水平線交於水質滿意度曲線 (如圖 4-7 上之水平線)，再以兩線之交點對透明度 (橫軸) 做鉛直線 (如圖 4-7 上之鉛直線)，在橫軸上所得之數值範圍即為透明度對視覺感受滿意度在不同等級上的標準範圍。所有被篩選出的水質因子皆以相同方式操作，即可得到漁港水域之視、嗅覺感受滿意度水質標準，結果如表 4-3、4-4。

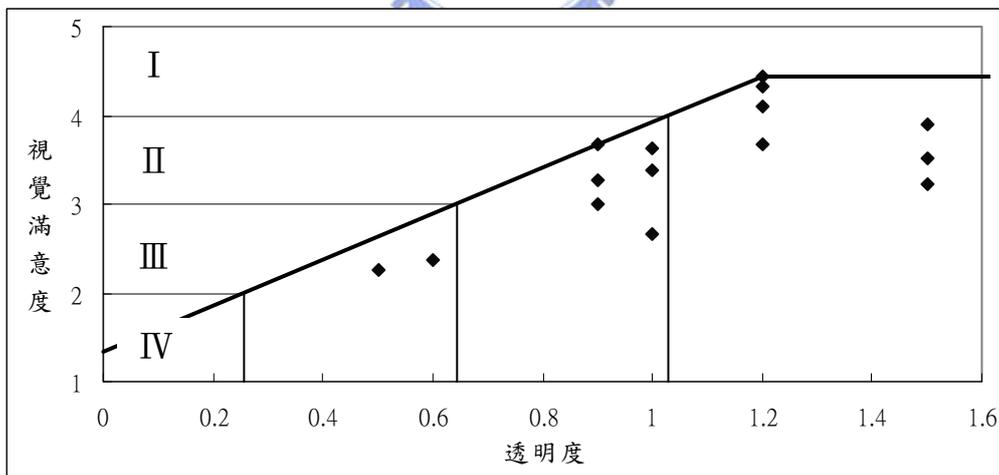


圖 4-7 透明度之視覺感受滿意度水質標準分級分析圖

表 4-3 漁港水體之視覺感受滿意度水質標準

| 水質項目 \ 視覺感受滿意度 | I      | II       | III       | IV      |
|----------------|--------|----------|-----------|---------|
| 溶氧             | 5.0 以上 | 4.5~5.0  | 3.5~4.5   | 3.5 以下  |
| 透明度            | 1.0 以上 | 0.65~1.0 | 0.25~0.65 | 0.25 以下 |
| 總磷             | 0.5 以下 | 0.5~0.8  | 0.8~1.0   | 1.0 以上  |
| 視覺感受滿意度點數      | 4      | 3        | 2         | 1       |

表中溶氧、總磷之單位皆為 mg/L。

透明度之單位為 m。



表 4-4 漁港水體之嗅覺感受滿意度水質標準

| 水質項目 \ 嗅覺感受滿意度 | I      | II       | III      | IV      |
|----------------|--------|----------|----------|---------|
| 溶氧             | 6.5 以上 | 4.5~6.5  | 4.0~4.5  | 4.0 以下  |
| 氨氮             | 0.5 以下 | 0.5~0.7  | 0.7~0.85 | 0.85 以上 |
| 總磷             | 0.3 以下 | 0.3~0.65 | 0.65~1.0 | 1.0 以上  |
| 嗅覺感受滿意度點數      | 4      | 3        | 2        | 1       |

表中溶氧、氨氮、總磷之單位皆為 mg/L。

#### 4-2-4 水質標準之驗證

本研究針對新竹漁港水域訂定出視覺與嗅覺感受滿意度在不同等級上的水質評估標準，然而此水質標準乃需要靠驗證的動作來證明其是否具有可信度，以證明本研究利用遊客之水質感受滿意度訂定水質標準的有效性。在驗證方式方面，本研究亦參考河川污染程度指標（River Pollution Index, RPI）之評估計算方式，回頭利用最初調查的水質以及遊客視覺與嗅覺感受滿意度數據對上述的水質標準做驗證。驗證步驟如下：

- 一、 將不同等級之視、嗅覺感受滿意度（I、II、III、IV），分別給予其對應的點數（4、3、2、1），如表 4-3、4-4。
- 二、 依據表 4-3、4-4 評定出每季各測站單一水質因子之點數。並以 4.1 式分別計算出各測站之視覺與嗅覺感受滿意度累積點數（ $Q_1$  及  $Q_2$ ）。
- 三、 繪出每季各測站實際訪談到的視、嗅覺感受滿意度與累積點數（ $Q_1$  及  $Q_2$ ）之散佈圖，觀察其相關性，並計算皮爾森相關係數（ $r$ ）作為驗證之結果。

第一步驟以新竹 3-1（95 年 3 月之 ST-1）為例，先依據表 4-3 評定各項水質因子之視覺感受滿意度點數，其中溶氧量 4.9 mg/L，落於 II 級得到 3 分；透明度 1.5 m，落於 I 級得到 4 分；總磷含量 0.66 mg/L，落於 II 級得到 3 分，最後以 4.1 式計算出新竹 3-1 之視覺感受滿意度累積點數（ $Q_1$ ）為 10（如表 4-5）。其他測站皆以相同之方法計算，結果如表 4-6、4-7 所示。

$$Q = \sum_{i=1}^n S_i \quad (4.1)$$

$Q$ ：累積點數。

$S_i$ ：水質因子  $i$  之感受滿意度點數。

$i$ ：水質項目。  $n$ ：水質因子總數。

表 4-5 95 年 3 月 ST-1 之視覺感受滿意度累積點數計算過程

| 水質因子    |      | 溶氧  | 透明度 | 總磷   | Q <sub>1</sub> |
|---------|------|-----|-----|------|----------------|
| 月份      | 測站   |     |     |      |                |
| 3 月     | ST-1 | 4.9 | 1.5 | 0.66 | 10             |
| 感受滿意度點數 |      | 3   | 4   | 3    |                |

表 4-6 視覺感受滿意度累積點數 (Q<sub>1</sub>) 之計算結果

| 編號 | 調查月份 | 測站   | 溶氧 | 透明度 | 總磷 | Q <sub>1</sub> | 視覺滿意度<br>實際調查分數 |
|----|------|------|----|-----|----|----------------|-----------------|
| 1  | 3 月  | ST-1 | 3  | 4   | 3  | 10             | 3.222           |
| 2  | 3 月  | ST-2 | 4  | 4   | 4  | 12             | 3.667           |
| 3  | 3 月  | ST-3 | 4  | 3   | 4  | 11             | 3.667           |
| 4  | 3 月  | ST-4 | 4  | 3   | 4  | 11             | 3.278           |
| 5  | 3 月  | ST-5 | 4  | 4   | 4  | 12             | 4.444           |
| 6  | 7 月  | ST-1 | 2  | 4   | 2  | 8              | 2.667           |
| 7  | 7 月  | ST-2 | 4  | 4   | 3  | 11             | 3.524           |
| 8  | 7 月  | ST-3 | 3  | 4   | 4  | 11             | 3.905           |
| 9  | 7 月  | ST-4 | 4  | 4   | 4  | 12             | 4.095           |
| 10 | 7 月  | ST-5 | 4  | 4   | 4  | 12             | 4.333           |
| 11 | 9 月  | ST-1 | 4  | 2   | 3  | 9              | 2.250           |
| 12 | 9 月  | ST-2 | 4  | 2   | 4  | 10             | 2.375           |
| 13 | 9 月  | ST-3 | 4  | 3   | 4  | 11             | 3.000           |
| 14 | 9 月  | ST-4 | 4  | 4   | 4  | 12             | 3.375           |
| 15 | 9 月  | ST-5 | 4  | 4   | 4  | 12             | 3.625           |

表 4-7 嗅覺感受滿意度累積點數 (Q<sub>2</sub>) 之計算結果

| 編號 | 調查月份 | 測站   | 溶氧 | 氨氮 | 總磷 | Q <sub>2</sub> | 嗅覺滿意度<br>實際調查分數 |
|----|------|------|----|----|----|----------------|-----------------|
| 1  | 3月   | ST-1 | 3  | 1  | 2  | 6              | 1.722           |
| 2  | 3月   | ST-2 | 3  | 4  | 3  | 10             | 2.833           |
| 3  | 3月   | ST-3 | 3  | 4  | 4  | 11             | 3.222           |
| 4  | 3月   | ST-4 | 3  | 4  | 4  | 11             | 3.056           |
| 5  | 3月   | ST-5 | 4  | 3  | 4  | 11             | 4.000           |
| 6  | 7月   | ST-1 | 2  | 3  | 2  | 7              | 2.286           |
| 7  | 7月   | ST-2 | 3  | 4  | 3  | 10             | 3.190           |
| 8  | 7月   | ST-3 | 3  | 4  | 3  | 10             | 3.381           |
| 9  | 7月   | ST-4 | 4  | 4  | 3  | 11             | 3.476           |
| 10 | 7月   | ST-5 | 4  | 4  | 3  | 11             | 3.762           |
| 11 | 9月   | ST-1 | 3  | 3  | 2  | 8              | 2.000           |
| 12 | 9月   | ST-2 | 3  | 4  | 3  | 10             | 2.750           |
| 13 | 9月   | ST-3 | 3  | 4  | 3  | 10             | 3.000           |
| 14 | 9月   | ST-4 | 3  | 4  | 3  | 10             | 3.250           |
| 15 | 9月   | ST-5 | 3  | 4  | 3  | 10             | 3.500           |

依上述步驟計算所有測站之感受滿意度累積點數 (Q<sub>1</sub> 及 Q<sub>2</sub>) 後，分別繪出各測站之視、嗅覺感受滿意度與累積點數的散佈圖 (如圖 4-8、4-9)。從圖中可明顯看出當累積點數 (Q<sub>1</sub> 及 Q<sub>2</sub>) 越高時，其視、嗅覺感受滿意度也會越高，且累積點數 (Q<sub>1</sub>) 與視覺感受滿意度之皮爾森相關係數 (r) 可達到 0.79，而累積點數 (Q<sub>2</sub>) 與嗅覺感受滿意度之相關係數 (r) 更可高達 0.89。此結果顯示根據表 4-3、4-4 所計算出的累積點數 (Q<sub>1</sub> 及 Q<sub>2</sub>) 對於描述實際視、嗅覺感受滿意度的正確性相當高，故顯示本研究所採用的水質標準訂定方式及其結果之表現確實有其可信度及參考價值。

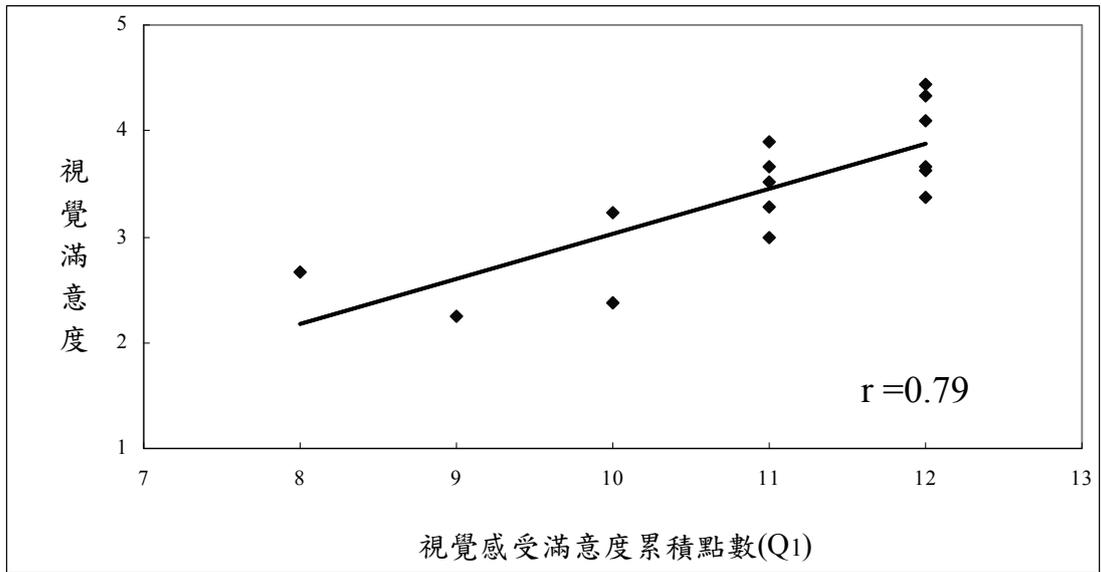


圖 4-8 視覺感受滿意度與累積點數 (Q1) 關係圖

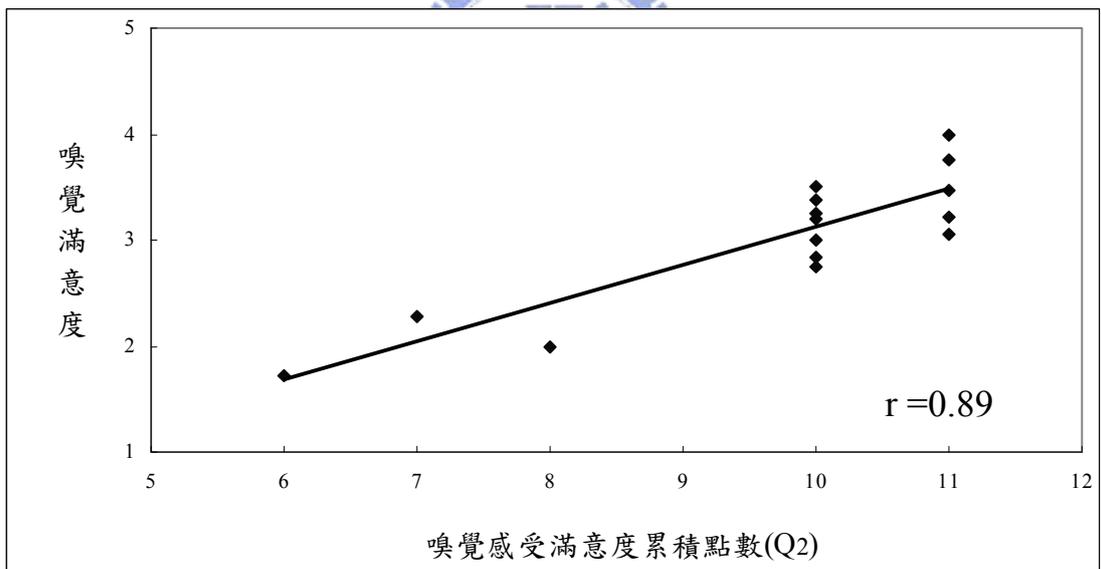


圖 4-9 嗅覺感受滿意度與累積點數 (Q2) 關係圖

### 4-3 漁港水體感受滿意度水質指標之分級

上述之水質標準、計算公式以及累積點數 ( $Q_1$  及  $Q_2$ ) 已經是一個水質評估方法應有的基本架構，但累積點數的高低僅能相對地表示出水質的好壞，尚無法做定量上的評估。因此，為了能更清楚地評斷出遊客對於受測漁港水體之視覺與嗅覺感受滿意度等級，需分別對於不同等級之視覺與嗅覺感受滿意度，訂定出其累積點數 ( $Q_1$  及  $Q_2$ ) 的分布範圍，以作為客觀判斷的指標。

由前述之視覺與嗅覺感受滿意度水質標準 (表 4-3、4-4) 得知，因其分別都包含三項水質因子，故視覺與嗅覺感受滿意度累積點數 ( $Q_1$  及  $Q_2$ ) 皆應是介於 3~12 之間，當累積點數為 3 時表示對水體的感受度最差，累積點數為 12 時表示對水體的感受度最佳。而在此範圍內劃分等級最簡單的方法，一般是將其劃分為幾個區間作為等級的標準即可。本研究參考河川污染程度指標 (RPI)，將漁港水體感受滿意度水質指標劃分為四個等級，其中當累積點數為 11~12 屬甲級，表示感受度最佳；8~10 屬乙級；5~7 屬丙級；3~4 屬丁級，表示感受度最差。

此外，本研究於 4-2-4 節水質標準之驗證結果中顯示，累積點數 ( $Q_1$  及  $Q_2$ ) 與實際調查之視、嗅覺感受滿意度數據的相關性皆相當良好，表示累積點數對於視覺與嗅覺感受滿意度擁有相當高的描述能力。因此本研究以累積點數 ( $Q_1$  及  $Q_2$ ) 與感受滿意度間的相關迴歸直線為依據，利用四個等級之累積點數範圍，進一步推斷出各等級水體將會給予遊客之感受為何 (如圖 4-10、4-11)，其結果經整理後如表 4-8、4-9。

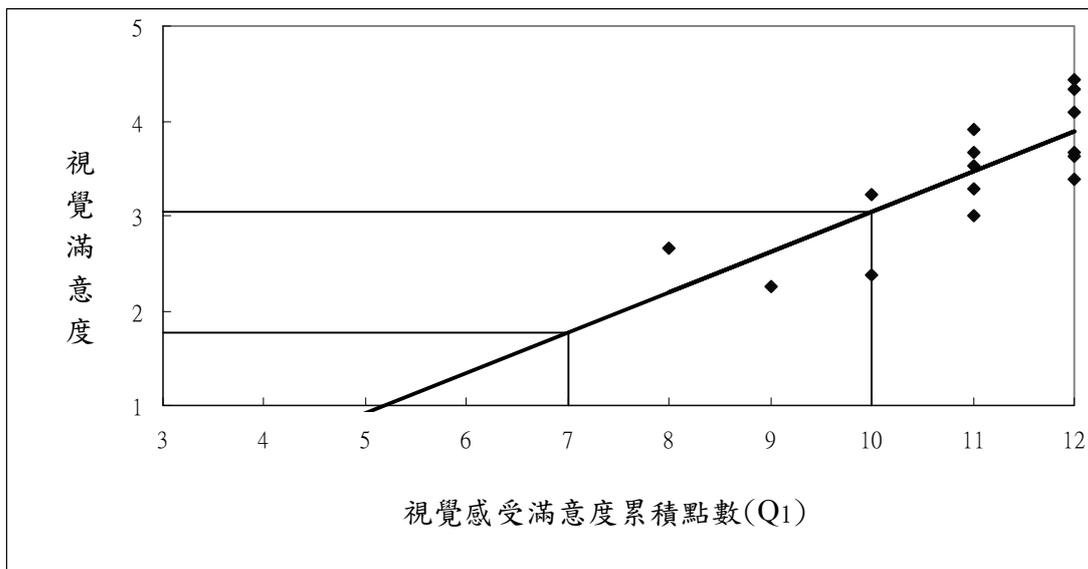


圖 4-10 視覺感受滿意度累積點數之分級分析圖

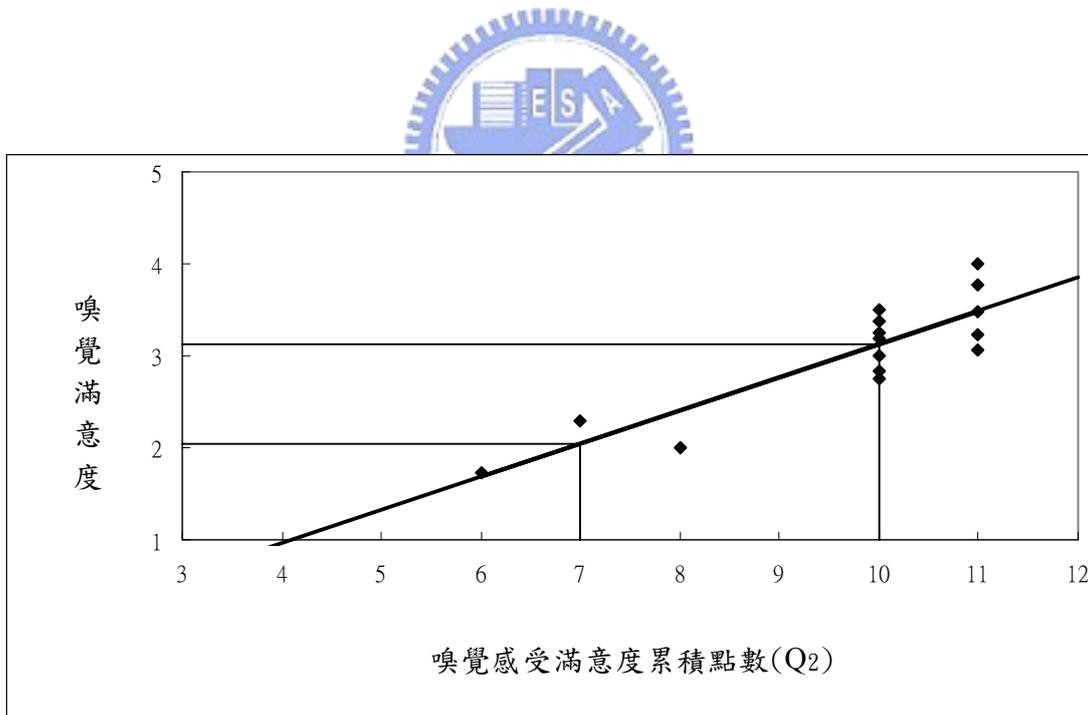


圖 4-11 嗅覺感受滿意度累積點數之分級分析圖

表 4-8 漁港水體視覺感受滿意度水質指標分級表

| Q <sub>1</sub> 範圍   | 視覺感受滿意度 | 遊客之視覺感受   |
|---------------------|---------|-----------|
| $10 < Q_1 \leq 12$  | 甲       | 清澈        |
| $7 < Q_1 \leq 10$   | 乙       | 有點混濁-尚可接受 |
| $4 < Q_1 \leq 7$    | 丙       | 有點混濁-很混濁  |
| $3 \leq Q_1 \leq 4$ | 丁       | 很混濁       |

表 4-9 漁港水體嗅覺感受滿意度水質指標分級表

| Q <sub>2</sub> 範圍   | 嗅覺感受滿意度 | 遊客之嗅覺感受   |
|---------------------|---------|-----------|
| $10 < Q_2 \leq 12$  | 甲       | 尚可接受-稍有味道 |
| $7 < Q_2 \leq 10$   | 乙       | 尚可接受      |
| $4 < Q_2 \leq 7$    | 丙       | 有點臭       |
| $3 \leq Q_2 \leq 4$ | 丁       | 很臭        |

## 第五章 結論與建議

本研究融合了現行各類水質指標之基本概念及制定方式，以觀光休閒漁港所需的環境營造為主要議題，依遊客對水體之視覺與嗅覺感受滿意度評價來建立觀光休閒漁港水域水質評估模式。本研究以台灣新竹漁港水域作為研究樣區，先同步進行現地水質調查以及景觀評估之問卷訪談，再以遊客對水體之視覺與嗅覺感受滿意度評價作為建立水質標準以及水質指標之依據，經分析探討後得到以下結論：

- 一、 經過本研究初步的相關性探討後顯示，漁港水域水質狀態的確會影響遊客之視覺與嗅覺感受滿意度，而其中對視覺與嗅覺感受滿意度較有明顯影響的水質因子皆為：溶氧、濁度、透明度、生化需氧量、化學需氧量以及總磷。
- 二、 在訂定水質標準的方法上，本研究提出了水質滿意度曲線的概念，取代一般常用的迴歸分析，並藉此概念訂定各項水質因子的感受滿意度水質標準。而為符合水質滿意度曲線的前提假設：各項水質因子在統計上需相互獨立，經由進一步的篩選後發現，在視覺感受滿意度方面僅需要考慮溶氧、透明度以及總磷；嗅覺感受滿意度方面僅需要考慮溶氧、氨氮以及總磷。然後依各項水質因子的水質滿意度曲線，即可劃分出各項水質因子評估視覺與嗅覺感受滿意度的水質標準。
- 三、 本研究發展出應用水質滿意度曲線的概念訂定漁港水體感受滿意度水質標準的方式。然而現地的水質調查數據可依照此水質標準得到各項水質因子的感受滿意度點數，再經綜合累計之後便可得到各測站之感受滿意度累積點數，而此累積點數即可作為判斷水體視覺或嗅覺感受滿意度的水質指標。
- 四、 本研究利用現地調查之水質數據以及各測站之視覺與嗅覺感受滿意度累積點數作皮爾森相關分析，結果發現兩者之間有相當高的一致性，顯示出累積點數對於描述實際之視覺與嗅覺感受滿意度的正確性相當高，因此表示本研究訂定水質標準的方式及結果具有參考價值。

五、 為了能更清楚地評斷出遊客對於受測水體之視覺與嗅覺感受滿意度等級，本研究分別訂定出視覺感受滿意度累積點數 ( $Q_1$ ) 與嗅覺感受滿意度累積點數 ( $Q_2$ ) 對於不同程度之視覺與嗅覺感受滿意度的指標。以視覺感受滿意度來說，當  $10 < Q_1 \leq 12$  時表示水質之視覺感受滿意度為甲級，其遊客視覺感受為清澈； $7 < Q_1 \leq 10$  時表示為乙級，其遊客視覺感受為有點混濁-尚可接受； $4 < Q_1 \leq 7$  時表示為丙級，其遊客視覺感受為有點混濁-很混濁； $3 \leq Q_1 \leq 4$  時則表示為丁級，其遊客視覺感受為很混濁。而以嗅覺感受滿意度來說，當  $10 < Q_2 \leq 12$  時表示水質之嗅覺感受滿意度為甲級，其遊客嗅覺感受為尚可接受-稍有味道； $7 < Q_2 \leq 10$  時表示為乙級，其遊客嗅覺感受為尚可接受； $4 < Q_2 \leq 7$  時表示為丙級，其遊客嗅覺感受為有點臭； $3 \leq Q_2 \leq 4$  時則表示為丁級，其遊客嗅覺感受為很臭。

六、 由於本研究之參考水域僅侷限於新竹漁港，在研究與分析上的意義可能會略顯不足，故往後應針對更多其他漁港水域進行調查，將水質標準及水質指標做更進一步的驗證及修正，如此才可使其更具有一般性的用途。



## 參考文獻

1. 曾煥明、張憲國、郭一羽（1988）「海堤景觀之視覺評估模式建立」，國立交通大學土木工程學系碩士班論文。
2. 周建成，溫清光（1990）「台灣河川水質指數之建立」，國立成功大學環境工程研究所碩士論文。
3. 歐陽嶠暉、徐玉標、溫清光、徐崇仁、陳伯中、曾迪華、余志達、萬騰州（1990）「河川分類水質指標及河川污染指標之檢討」，行政院環保署。
4. 中華人民共和國（1992）景觀娛樂用水水質標準，中國。
5. 王善賢、駱尚廉（2001）「台灣地區河川水質狀態指標之建立」，國立台灣大學環境工程研究所碩士論文。
6. 林財富（2002）「應用嗅覺與儀器方法分析水中臭味之研究」，國立成功大學環境工程研究所碩士論文。
7. 陳郁文、李素馨（2004）「廣告招牌及植栽對視覺認知與街道景觀偏好之影響」，逢甲大學建築學系碩士班論文。
8. 郭一羽（2005）「漁港工程生態工法操作參考手冊」，行政院農業委員會漁業署。
9. 郭一羽等（2006）「漁港水質淨化技術及策略之研究期末報告書」，國立交通大學土木工程學系，行政院農業委員會漁業署。
10. 邱皓政（2006）「量化研究與統計分析」，五南出版社。
11. 郭一羽、李麗雪（2006）「海岸生態景觀環境營造」，明文書局。
12. 林正則（2007）「新竹市觀光手冊」，新竹市政府編印。
13. 行政院環保署網站：<http://w3.epa.gov.tw/epalaw/index.aspx>，環保法規查詢系統。

14. 高雄市政府海洋局網站：  
<http://220.130.104.100/Default.aspx>，海洋環境資訊系統。
15. 中國農業網技術中心專欄：  
<http://www.zgny.com.cn/TechHtml/5/5/0/50527.html>，水質的判斷技術與方法。
16. 中國環境生態網：  
<http://www.eedu.org.cn/Article/es/envir/envirtech/waterinfo/200502/4012.html>，水中臭味及其去除方法探討。
17. Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., Tozer, R. G. (1970) "A Water Quality Index-Do We Dare?", *Water Sewage Works*, 117, 339-343.
18. Horton, R. K. (1965) "An Index-Number System for Rating Water Quality," *Journal of Water Pollution Control Federation*, 37 (3), 300-305.
19. Mathur, R. G., W. H. Bason, E. J. Purdy, Jr., and C. A. Silver (1985) "A critique of the Instream Flow Incremental Methodology," *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42 : 825-831.
20. Ott, W. R. (1978) *Environmental indices : theory and practice*, Ann Arbor, Mich.
21. Schamberger, M. L., and L. J. O'Neil (1986) Concepts and Constraints of Habitat-model Testing In: Verner, J., M. L., Morrison, and C. J., Ralph eds.
22. Zube, E. H., J. L. Sell, and J. G. Taylor (1982) "Landscape Perception : Research, Application and Theory," *Landscape Planning*, Vol. 9, pp. 1-33.