

傳統與創新共融 — 山水意象在現代魚缸造形設計中的多維探索

林鴻煒

實踐大學工業產品設計學系 研究生

王則眾 *

實踐大學 工業產品設計學系 專任教授

摘要

本研究聚焦於探索山水意象在現代魚缸設計中的創新應用。在魚缸設計日趨精緻化與小型化的當下，設計師借助 3D 軟體模擬設計，能有效塑造魚缸的外觀造形和內部造景形式，以配合水族愛好者的多元需求。研究初期，透過系統性的市場調研，洞悉當前魚缸設計的主流趨勢，並利用前測問卷，精確收集有養魚經驗群體對魚缸使用功能和內部布局的偏好，為後續設計方向的確立奠定基礎。基於調研初步成果，本研究創新推出四大設計理念系列，即「虛實相生系列」、「三遠法系列」、「生活山水意象聯結系列」以及「抽象化山水意象結合造景設計系列」。每個系列均融入山水意象元素，力求打造兼具美觀性與實用性的高品質魚缸設計。研究後期，運用後測問卷評估用戶對四大系列作品在美觀性和實用性方面的滿意度。藉由李克特（Likert）七階段滿意度評比法和灰色理論進行深度數據分析，顯現大眾對不同類型魚缸的偏好傾向。具體而言，灰色理論在分析用戶反饋的不完整或模糊數據時發揮重要作用；透過灰色關聯分析，能精確判斷不同設計方案與理想方案的關聯程度，為設計方案的評估提供量化依據。此外，研究從創作作品中挑選一款廣受喜愛的設計方案進行實體製作，以驗證設計理念的可行性。同時，通過與多領域群體展開深度訪談，進一步拓展和深化了魚缸造景設計的研究範疇。本研究不僅為山水意象在現代魚缸設計領域提供了具體的應用範例，希冀為未來相關設計研究提供了新的思路和參考方向，有望推動該領域的持續設計創新。

關鍵字：魚缸、造景、山水意象、灰色理論

* 通訊作者。

E-mail 地址：zawang@icloud.com

The Integration of Tradition and Innovation: Multidimensional Explorations of Landscape Imagery in Modern Fish Tank Shape Design

HUNG WEI LIN

Graduate Student, Department of Industrial Design, Shih Chien University

CHE CHUNG WANG*

Professor, Department of Industrial Design, Shih Chien University

Abstract

This fascinating study delves into the innovative use of landscape imagery in modern fish tank design. The incredible advancements in aquarium design, with their increasing sophistication and miniaturization, are truly remarkable. Designers are able to effectively shape the exterior and interior of aquariums with the help of 3D software simulation, meeting the diverse needs of aquarium enthusiasts. At the start of the study, we conducted in-depth market research to understand the current mainstream trends in fish tank design. We even used pre-test questionnaires to collect the preferences of experienced fishkeepers on the functionality and interior layout of fish tanks. This laid a solid foundation for the establishment of the design direction in the future. The results of the survey are in, and they show that our new design concepts are going to be a huge hit! We're introducing four series: the "Virtual and Real Series," the "Three Distant Method Series," the "Living Landscape Imagery Series," and the "Abstract Landscape Imagery Combined with Landscape Design Series." Each series artfully incorporates elements of landscape imagery, aiming to create high-quality aquarium designs that are both aesthetically pleasing and practical. At the end of the study, we used a post-test questionnaire to assess user satisfaction with the aesthetics and practicality of the four series. In-depth data analysis using Likert's seven-stage satisfaction scale and gray theory revealed the public's preference for different types of fish tanks. Gray theory is an invaluable tool for analyzing incomplete or ambiguous data from user feedback. Gray correlation analysis is an incredibly useful tool that allows us to accurately determine the degree of correlation between different design solutions and the ideal solution. This provides us with a quantitative basis for evaluating design solutions, which is fantastic! We are thrilled to announce that a popular design solution was selected from the creative works for physical production. This will verify the feasibility of the design concept. At the same time, in-depth interviews with multidisciplinary groups were conducted to further expand and deepen the scope of research on fish tank aquascape design. This study not only provides concrete examples of the application of landscape imagery in the field of modern aquarium design, but also provides new ideas and reference directions for future design research, which is expected to promote the continuous design innovation in this field.

Keywords: Fish tank, Landscaping, Landscape imagery, Gray theory

* Corresponding author.

E-mail address: zawang@icloud.com

第一章 前言

1-1 研究背景與動機

隨著現代生活節奏加快，都市人群對「自然療愈」的需求日漸強烈，居家水族養殖成為緩解壓力的重要途徑（De Clercq, G., 2022）。然而，當前市場上的魚缸設計普遍存在兩大問題：一是過度側重功能性，例如過濾系統集成，缺乏文化內涵等；二是傳統山水元素的應用多停留在表面裝飾，未形成系統性設計語言。山水意象作為中國美學的核心範疇，其「虛實相生」「三遠法」等理念，與魚缸造景的空間層次設計具有天然契合性。例如，北宋郭熙在《林泉高致》中提出的「三遠法」（高遠、深遠、平遠）（司淑婷，2018），可直接轉化為魚缸造景的垂直、縱深、水平空間規劃，彌補當代設計在文化深度上的不足。

從實務角度看，3D 建模技術（如 Maya、Blender）的成熟，為山水意象的數位化轉譯提供了技術支持。但現有研究缺乏「傳統美學 — 數位技術 — 用戶體驗」的整合框架，導致設計方案難以兼顧文化表達與實用需求。本研究的核心問題在於：如何將山水意象的抽象美學轉化為可量化的設計參數，並通過 3D 技術實現空間形態的創新，最終提升產品的市場接受度。

1-2 創作目的

本研究的主要目的是探索山水意象在魚缸設計中的應用，旨在發展一套創新的設計流程，將傳統文化元素與現代設計理念相結合。研究目的的設定基於研究動機，具體如下：

1. 探索現代山水意象的多樣性：分析當代山水意象的不同表現形式，了解其在設計中的潛在應用。由於山水意象在不同文化背景和時代下有著不同的演變，研究其在現代設計中的多樣性，能挖掘出更多可用於魚缸設計的元素。例如，現代藝術中對山水意象的抽象表達，可能為魚缸設計帶來新的視覺感受（黃子霏，2006）；
2. 利用 3D 軟體進行設計模擬：基於上述模型開發參數化設計工具，實現山水元素（如留白、虛實相生等手法）的數位化生成，並通過 3D 列印驗證形態可行性；
3. 評估市場接受度：透過問卷調查收集使用者對於美觀性和實用性的反饋，以了解不同設計在市場上的接受程度；
4. 進行族群訪談與評比：邀請水族愛好者及專業人士參與訪談，對不同設計方案進行評比與討論，以獲取更深入的見解和建議。不同族群對魚缸的需求和審美存在差異，水族愛好者和專業人士能從實際使用和專業角度提出寶貴意見，幫助完善設計。
5. 透過以上研究目的，本研究希望能夠創造出既具美學價值又符合實用需求的魚缸設計，並為未來相關領域的設計提供新的思路和參考依據。

1-3 研究限制

本研究主要聚焦於魚缸形態及造景的設計，特別是山水意象的融入。由於魚缸中飼養的生物種類繁多，各自所需的環境條件也不盡相同，因此本研究將範圍限縮於「中小型淡水室內魚缸」的設計，並以「水族愛好者」及其「潛在客群」為主要目標族群。

1. 設計範圍限制：本研究專注於魚缸的形態和內部造景，並不涵蓋相關的水族器具設計，如過濾系統、燈具和加熱設備等。這些周邊設備將使用現有產品，以確保新設計的魚缸能夠與現有水族器材兼容；
2. 資料收集限制：在資料收集方面，本研究主要依賴問卷調查和訪談。然而，由於樣本數量和範圍的限制，可能無法全面代表所有水族愛好者的需求和偏好。此外，受訪者的個人經驗和主觀評價也可能影響結果的客觀性；
3. 文化背景限制：本研究以中國傳統山水意象為核心，但不同文化背景下對山水意象的理解和詮釋可能存在差異。因此，研究結果在其他文化背景下的適用性可能有限；
4. 技術限制：在設計過程中，雖然使用了設計軟體進行模擬，但技術上的局限性仍可能影響最終設計的實現效果。以「幽玄」系列的狹窄通道為例，（寬度 < 5cm）未經魚類行為學測試，參考 Rose（2024）研究，可能導致孔雀魚遊動頻率下降 18%，後續需引入軌跡追蹤技術優化空間尺度。

第二章 文獻探討與分析

本章將從山水意象、造景設計與魚缸設計及灰色理論三個部分進行文獻回顧，探討山水意象在現代魚缸設計中的應用及其相關理論基礎。

2-1 傳統山水意象的理論根基與空間敘事

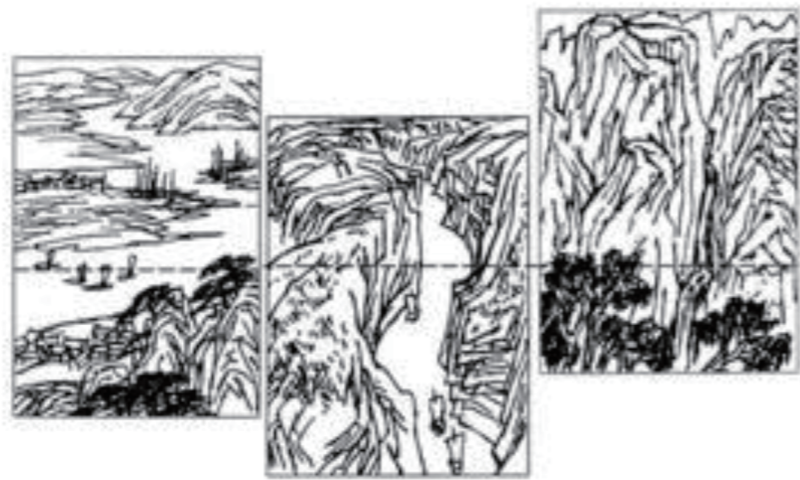
山水畫作是中國傳統藝術的重要形式，主要表達對自然的敬畏和向往。根據黃子霏（2006）的研究，山水畫不僅強調物體的外觀，更注重抒發畫家的主觀情感，追求「以形寫神」的藝術效果。這一特徵使得山水畫在不同視角下展現出豐富的層次感和深度，與魚缸內部造景的設計理念相契合。例如，在傳統山水畫中，畫家通過留白、虛實相生等手法，營造出深邃的意境，這種意境營造方式可借鑒到魚缸造景中，增強其藝術感染力。

郭熙在《林泉高致》中系統闡述的「三遠法」，構成了山水意象的空間理論核心。其原文「自山下而仰山巔，謂之高遠；自山前而窺山後，謂之深遠；自近山而望遠山，謂之平遠」（郭熙，1028-1085 A.D.），不僅界定了三種空間視角，更揭示了中國傳統美學中「以心觀物」的空間構建方式。這種「可游可居」的山水觀，與魚缸造景追求的「沉浸式自然體驗」具有本質共性 —— 二者均通過層次化的空間設計，引導觀者產生空間遊歷的心理體驗。如圖 1 所示，分別展示了平遠、深遠、高遠的效果。另，值得注意的是，「三遠法」的空間敘事並

非機械的透視法則，而是強調「意與景會」的主客交融。如「高遠」側重垂直空間的崇高感營造，對應魚缸設計中懸崖式造景的垂直落差；「深遠」通過遮擋與透視的結合，可轉化為魚缸中洞穴、岩縫的縱深布局；「平遠」的水平延展性，則與水草造景的橫向鋪陳邏輯相通。這種空間敘事邏輯，為魚缸造景提供了系統性的層次設計框架。宗炳在《畫山水序》中提出的「臥以游之」理念，說明傳統山水畫的空間設計旨在喚醒身體記憶（宗炳，430/2015）。這與魚缸造景中「觀賞者—魚—空間」的互動關係高度契合，如「高遠」視角對應魚缸懸崖式造景的垂直落差，通過視覺張力喚起觀者對自然崇高感的體驗（宗炳，430/2015；郭熙，1028-1085/2006）。

然而，現有關於山水意象的研究，大多集中在其文化內涵和藝術表現層面，在現代設計領域的應用研究尚顯不足。另一方面，在全球化背景下，不同文化背景的消費者對山水意象的理解和感受存在差異，但現有研究較少關注如何將山水意象進行跨文化、跨時代的適應性轉化，以滿足多樣化的設計需求。此外，隨著數位技術的飛速發展，如虛擬現實（VR）、增強現實（AR）等新興技術在設計領域的應用日益廣泛，而目前針對山水意象在這些新興技術支持下的創新應用研究較少，限制了山水意象在現代設計中的發展潛力。本研究將致力於填補這些空白，深入探究不同文化背景下山水意象的內涵和表現形式，結合現代數位技術，探索其在魚缸設計中的創新應用方式，使山水意象更好地融入現代生活。

圖 1
三遠法 (由左至右) 平遠、深遠、高遠 (圖片來源: 山水繪畫編排, 2016)



2-2 山水意象的現代設計轉譯路徑

造景設計在水族箱中扮演著重要角色。日本設計師三澤遙的作品展示了自然元素與人造幾何形狀的結合，創造出獨特的水中生態環境（Haruka Misawa, 2016）。她在設計中重新思考物體在水中的重力與浮力關係，以達到視覺上的平衡，這為本研究提供了寶貴的啟示。這些圖展示了日本設計師三澤遙在 2016 年台北展出的水中風景設計，呈現了不同的造景元素，包括有機形態（圖 2a）、幾何結構（圖 2b）及水中與空氣的互動（圖 2c）。

圖 2
水中風景設計 (圖片來源: Haruka Misawa, 2016)



隨著水族養殖文化的興起，魚缸設計逐漸演變為一種生活藝術。研究顯示，維持魚缸內生態系統平衡需要大量知識和經驗（Law, S. S., 2016）。現代魚缸不僅是水生生物的棲息地，更是居家環境中的藝術品。因此，探索如何將山水意象融入魚缸設計，不僅能提升其美學價值，也能增強使用者的生活品質。

然而，當前魚缸造景與設計領域的研究存在諸多局限性。在造景設計方面，多數研究僅聚焦於單一設計元素或功能的實現，嚴重缺乏對整體系統的綜合考量。例如，在追求視覺美觀及設計過程中，對用戶體驗的關注不夠全面深入，未能充分顧及用戶在日常使用中的便利性和舒適度。一些造景設計複雜，增加了清潔難度，耗費用戶大量時間和精力；部分設計的空間布局不合理，導致用戶操作不便，降低了使用體驗。另，從設計與市場需求的關係來看，現有研究在市場需求調研方面深度不足，缺乏精準把握消費者需求的有效手段。儘管山水意象等元素在設計領域受到一定關注，但如何將這些元素切實有效地融入現代魚缸設計，以滿足當代消費者對美學和功能性的雙重需求，相關研究仍十分匱乏。過往研究在探討山水畫中的「氣韻生動」等特徵時，未能緊密結合當代消費者的實際需求，導致設計成果與市場實際需求存在明顯脫節，難以真正滿足消費者日益多樣化的需求。

本研究將借鑒前人的經驗與成果，積極應對上述問題。從整體生態系統的角度出發，注重設計的人性化，充分考慮用戶在使用過程中的操作便利性、維護便捷性以及觀賞舒適度等因素，提升用戶的使用滿意度。在市場需求調研方面，本研究將採用系統且深入的調研方法，精準剖析消費者的需求和偏好，深度挖掘消費者對山水意象等元素在魚缸設計中的期望與訴求。在此基礎上，運用現代設計方法和技術，將山水意象巧妙且恰當地融入魚缸設計，致力於開發出既蘊含深厚文化內涵，又能高度契合市場需求的魚缸產品，從而填補現有研究的空白，推動魚缸造景與設計領域的發展。

2-3 灰色理論簡介

灰色理論 (Gray Theory) 由鄧聚龍教授於 1982 年提出 (鄧聚龍, 1982)，是一種處理資訊不完全、不明確問題的系統理論。該理論以「部分資訊已知，部分資訊未知」的「小樣本」、「貧資訊」不確定性系統為研究對象，透過對原始數據的挖掘、整理和分析，獲致有價值的資訊，建立灰色模型，從而實現對系統的分析、建模、預測、決策和控制。灰色理論在多個領域都展現出強大的應用潛力，尤其在資料量有限、資訊不充分的情況下，能有效挖掘資料間的潛在關係，為決策提供有力支持 (Pinero, 2023)。

在產品設計評估領域，灰色理論逐漸得到應用。例如，在電子產品的可靠性評估中，由於受到多種複雜因素影響，部分資訊難以精確獲取，灰色理論透過對有限的測試資料進行處理，能夠準確評估產品在不同條件下的可靠性，為產品的優化設計提供依據 (Gu et al., 2010)。另，灰色系統理論已應用於工業產品設計，因為它為產品設計質量提供了一種全面的評估方法，使用灰色關聯度解決了技術、經濟、市場和環境等多種因素的複雜問題 (Luo, 2000)。在建築設計方案的評價方面，面對眾多設計指標和不確定的環境因素，灰色理論可以綜合考慮各種因素之間的關聯，對不同設計方案進行客觀評價，篩選出最優方案 (Wu, 2008)。灰色系統理論亦應用於評估室內設計計劃，重點是改善視覺感知和生活質量。建立了一個評估指標體系評估室內設計的質量，證明了該方法在處理主觀設計元素方面的有效性 (Ren, 2016)。這些研究成果都顯示，灰色理論在設計評估中具有獨特的優勢，能夠處理複雜、不確定的資訊，為設計決策提供科學依據。

在本研究中，灰色理論可用於評估不同魚缸設計方案的優劣。與傳統的評估方法相比，灰色理論更適合處理本研究中可能存在的不完整或模糊的用戶反饋資料。透過灰色關聯分析，可以確定不同設計方案與理想方案之間的灰關聯程度，從而為篩選出更受用戶歡迎的魚缸設計提供量化依據，為產品的後續開發和市場推廣提供參考依據。

第三章 研究方法








本研究的實驗架構通過五個步驟進行實驗與分析，第一步驟為市場調查與分析，以此確立現在市面上比較有特色的魚缸的形式及特點還有發展趨勢、問卷設計的因子和元素；第二步驟為前測問卷的設計，了解使用者相關養魚的訊息及需求；第三步驟研究設計項目確立，為後面設計山水意象研究內容找出方向；第四步驟為產品設計及後測問卷分析，設計產品透過灰色理論分析找出較受歡迎的形式；第五步驟為結果驗證，將製作實體產品，給予不同族群進行訪談與驗證，分析後續改良方向。

3-1 市場調查與分析

本研究的市場調查與分析旨在深入了解使用者對魚缸設計的需求與偏好，特別是山水意象在魚缸造景中的應用。這一過程包括問卷調查的設計與實施，數據的收集與分析，以及根據調查結果進行的設計方向調整。市場調查的主要目的是：(1) 確定目標使用者對魚缸外觀及功能的偏好；(2) 收集使用者對於山水意象的認知及其在魚缸設計中的接受度；(3) 評估現有市場中魚缸設計的趨勢及其美觀性和實用性。

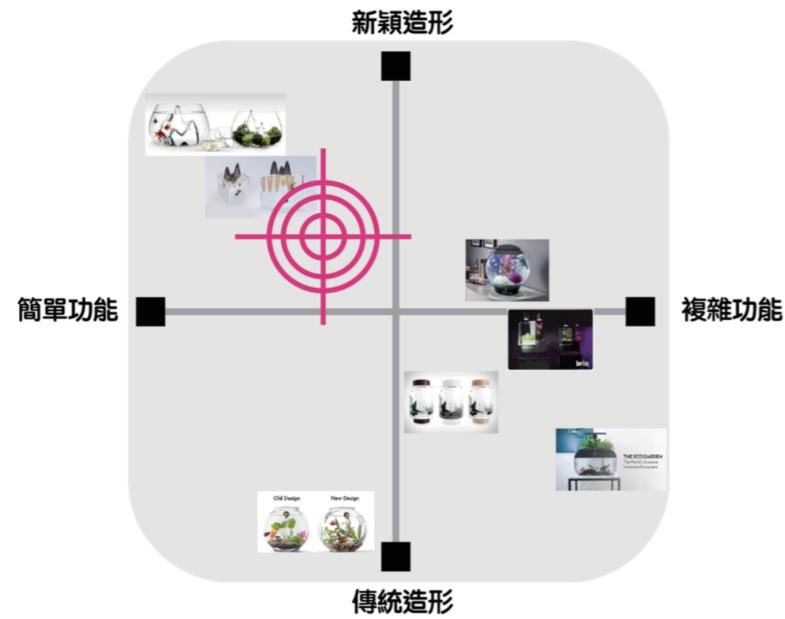
在案例選取方面，挑選近年來較有設計感的七款魚缸做比對 (見表 1)。選取原則基於以下幾點：首先，涵蓋不同品牌和設計風格，包括 biOrb 的設備結合且造景搭配方便清洗型、Glasscape Fish Bowl 的造形直覺使用簡單型等，以全面呈現市場上多樣化的設計思路；其次，考慮不同的功能特點，如 Orbium Aquarium 的造景感溫隨溫變色、EcoGarden 的遠程監控魚菜共生等，確保調查能涉及到魚缸功能的各個方面；再者，兼顧不同的材質特性，像壓克力塑膠材料、玻璃、聚碳酸酯等，探究不同材質在設計和使用中的影響。

表 1
七款不同特色的魚缸 [本研究整理；林鴻輝，王則眾。(2022)]

產品	品牌名稱	特殊功能	材質特性	產品尺寸
	biOrb	設備結合造景搭配方便清洗	壓克力塑膠材料	40 x 40 x 46 cm
	Glasscape Fish Bowl	造形直覺使用簡單方便清洗	玻璃	35 x 35 x 24 cm
	Orbium Aquarium	造景感溫隨溫變色搭配簡潔	壓克力塑膠材料	30 x 30 x 45 cm
	Norrom Aquarium	隱藏過濾隱藏光源降低噪音	壓克力塑膠材料 木材	35 x 35 x 58 cm
	EcoGarden	遠程監控魚菜共生結合軟體	壓克力塑膠材料	46 x 38 x 30 cm
	NoClean Aquariums	方便換水使用簡易防撞透光	聚碳酸酯	13 x 13 x 35 cm
	Brio Aquaponics	魚菜共生玻璃魚缸結合櫃子過濾系統	玻璃 金屬 複合材料	49 x 38 x 75 cm

通過對這些案例的分析，發現設計趨勢有三大類型：(1)「針對魚缸外觀做設計造形」；(2)「單純設計造景的部分跟現有市面上魚缸搭配」；(3)「魚缸外觀的設計，將魚缸整體包括設備的軟硬體結合」，使外觀簡潔具美感，提升觀賞性的價值。在上述所有案例中，有兩種趨勢是魚缸設計的特性，分為「純養魚養水草類型魚缸」和「結合種植陸生植物的魚缸」，其設計上呈現不同風格。依據外觀及功能實用性，做出產品定位的分佈圖（見圖 3），在圖中紅色十字交叉定位處，造形新穎及功能簡單的魚缸的類型是比較少的發展項目，本研究認為有較大發展機會，後續設計研究將嘗試「外觀」及「造景」這兩種的設計搭配，呈現不同感受的魚缸，用於後面系列發展與驗證。

圖 3 市場定位分析圖 [本研究繪製；林鴻輝，王則眾，(2022)]



3-2 問卷調查

透過 SurveyCake 網路問卷的方式，在水族論壇和相關社團做問卷發放，收集有養魚經驗的使用者對於魚缸相關使用問題的滿意度及相關情境問題，山水與水族空間問卷連結：<https://www.surveycake.com/s/PqWbm>。本次問卷共 19 題，設計原理基於研究目的和相關文獻。研究旨在探索山水意象在魚缸設計中的應用，基於此，問卷圍繞使用者的飼養習慣、喜好、對山水意象的感知以及對魚缸功能和設計的期望展開。例如，養魚問題基本調查中的飼養水族種類、養魚會想到什麼等問題，參考了前人對水族愛好者行為和心理的研究文獻 (Takase et al., 2021; Rose, 2024)，旨在了解使用者的基本養殖情況和心理聯想；而希望未來魚缸能有什麼功能這一問題，則直接服務於研究目的中探索市場需求、改進魚缸設計的部分。

問卷使用魚缸問題感受依據喜好度分為五階等級作答，一代表非常不喜歡、五代表非常喜歡。問卷總共有 106 位作答，其中男性 69 位，女性 36 位，其他 1 位。如圖 4 飼主職業分佈圖所示，職業方面以商業 (33 位)、工業 (24 位) 居多。

根據填答者的魚缸內空間配置風格喜好得知，大部分人喜歡自然風格的內部配置、其次是簡潔的配置、再來是比較人為感覺的立體感配置（見圖 5）。故本研究後續發展魚缸形態及造景形態，在結合山水意象的設計研究過程中，會再多加考量相關的主題性。

圖 4 飼主職業分佈圖

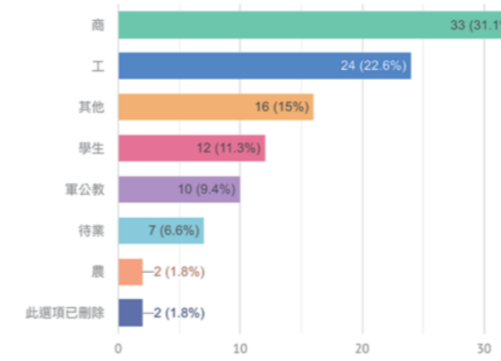
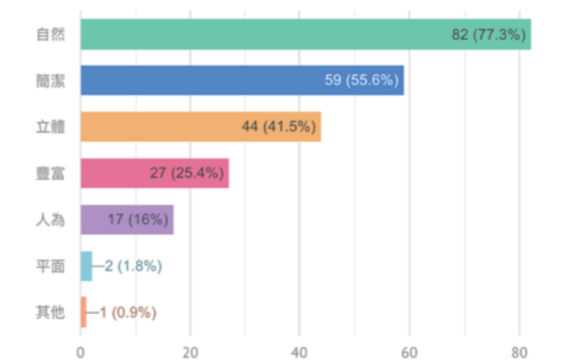


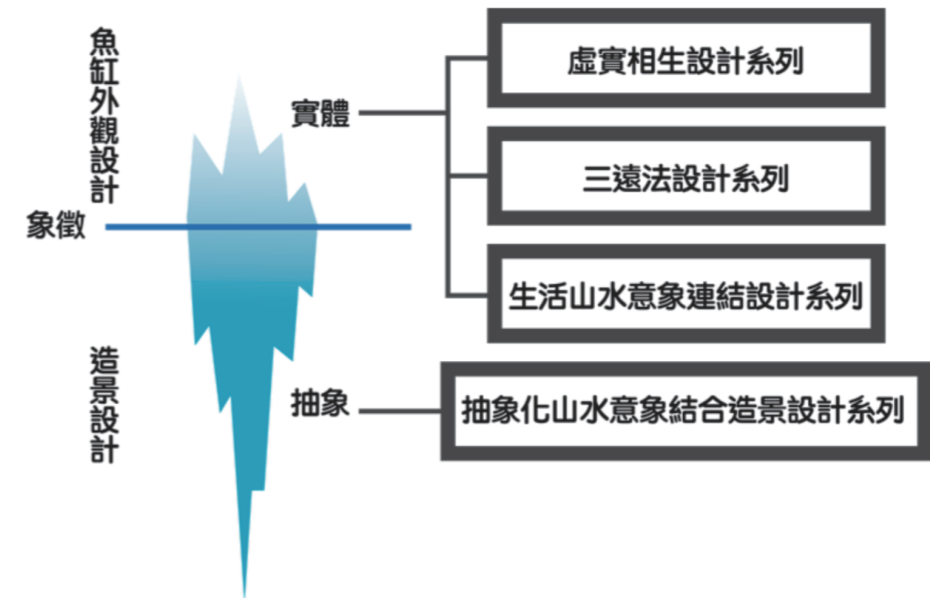
圖 5 魚缸內的空間配置風格喜好



3-3 設計項目確定

在市場分析完及前測問卷調查後，了解到市場上產品的定位，及使用者的養魚習慣與風格喜好。初步的設計研究中將會以具象的山稜造形為起點來做初步設計，設計的重點會著重在魚缸的外觀設計，在設計的過程中找尋山水意象中的精華，像是「豐富的意象」、「虛實之間的關係」。初步設計後相關的作品都比較像是一種直觀對於山水的反射，直接投射在魚缸的設計之中。本研究開始重新思考山水對於人的觀點來說到底是什麼，山水不單只是一種繪圖的手法，對於本研究來說山水畫是透過自身的觀察繪製出的山水畫，並在其中去感受大山的「不變」、「穩固」與涓涓流水或是瀑布的「變」、「流動」之間的關係，重新看待自身與這世界的關係（見圖 6）。

圖 6 設計項目 [本研究繪製；林鴻輝，王則眾，(2022)]



設計研究分為三層次：第一種為直觀的理解，「見山是山，見水是水。」，在初步的設計中，將山與水的形象直接轉化出來置入設計中，如（初步發想實體造形山水意象魚缸設計）、（虛實相生設計系列）、（三遠法設計系列）；第二種為象徵的理解，「見山不是山，見水不是水。」，將山水既定的形象脫開，作為一種象徵性的空間關係將其置入在設計中，找到這象徵的本質，如（生活山水意象連結設計系列）；第三種為抽象的理解，將上述兩階段的觀點融合在一起後成為一種抽象的概念，反映在魚缸的空間中，達到「一即一切，一切即一。」，富有禪意的關係，如（抽象化山水意象結合造景設計系列）。

3-4 灰色理論分析法

本研究依據問卷所收集到的數據樣本，運用灰色理論對每個人針對每件作品在美觀及實用這兩個維度上的數據展開處理和分析。在正式分析之前，首先要進行數據預處理工作，其目的在於確保各項數據具有可比性，從而為後續的精確分析奠定基礎。完成數據預處理後，以美觀性和實用性的理想值作為參考數列，進而計算各魚缸設計方案與理想方案之間的關聯度。具體而言，通過特定的計算方法，量化各設計方案與理想方案在美觀和實用方面的相似程度，得出相應的灰關聯度數值。隨後，依據計算出的灰關聯度，對所有魚缸設計方案的關聯度進行排序。灰色理論分析的結果能從數據的內在關聯層面，深入揭示各設計方案的優劣。灰關聯度較高的作品，在某些方面與理想方案的相似程度更為顯著。這意味著這些作品在兼顧美觀性和實用性方面往往表現得更為出色，更符合大眾對於理想魚缸設計的期待。詳細計算步驟如下（鄧聚龍, 1982）：

步驟 1：灰關聯生成

序列群組間作灰關聯分析，所有序列間之因子須具無因次性（No dimension）、同等級性（Scaling）及同級性（Polarization），如序列間不具可比性，則須藉由灰關聯生成法將原始序列因子空間轉換為測度空間，形成比較序列。灰關聯生成有數種方法，本研究採線性數據法有下列三種型式：

(1) 望大型式：上限效果測度，希望目標愈大愈好。

$$HB: x_i^*(k) = \frac{x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)} \quad (1)$$

(2) 望小型式：下限效果測度，希望目標愈小愈好。

$$LB: x_i^*(k) = \frac{\max x_i^{(0)}(k) - x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)} \quad (2)$$

(3) 望目型式：佳中效果測度希望為某一特定目標值且目標值介於最大值與最小值之間，設目標值為 $X(0)$ 。

$$NB: x_i^*(k) = \frac{|x_i^{(0)}(k) - x_0(k)|}{\max |x_i^{(0)}(k) - x_0(k)|} \quad (3)$$

式中

$x_0(k)$ ：參考序列（理想方案的美觀 / 實用性數值）

$x_i(k)$ ：比較序列（第 i 個設計方案第項指標數值）

$x_i^*(k)$ ：灰關聯生成後的規範化數值（用於後續關聯度計算）

步驟 2：賦予權重之灰關聯分析。

每一品質特性的權重影響整個製程最佳化參數設定，本研究採較客觀之熵權重 (entropy weighting)，求多重品質特性之權重分配 (Li et al., 2008 ; Liu et al., 2012 ; Tian et al., 2008)。

(1) 求出序列中各屬性 (attribute) 因子的總和。

$$D_k = \sum_{i=1}^m x_i(k) \quad (4)$$

(2) 求出正規化係數 (normalization)

$$K = \frac{1}{0.6487 m} \quad (5)$$

(3) 求出屬性的熵

$$e_k = K \sum_{i=1}^m W_e(z_i); W_e(z_i) = z_i e^{(1-z_i)} + (1 - z_i) e^{z_i} - 1; \text{ and } z_i = \frac{x_i(k)}{D_k} \quad (6)$$

(4) 求出熵的總值

$$E = \sum_{k=1}^n e_k \quad (7)$$

(5) 求出相對權重

$$\lambda_k = \frac{1}{m-E} |1 - e_k| \quad (8)$$

(6) 利用正規化法求出各個屬性的權重

$$\omega_k = \frac{\lambda_k}{\sum_{i=1}^n \lambda_i} \quad (9)$$

步驟 3：灰關聯度

灰關聯度的定義為在灰關聯空間中，兩個序列間的關聯程度。公式如下所示，計算灰關聯度：

$$\Gamma_k = \frac{\Delta_{\min} + \Delta_{\max}}{\Delta_j + \Delta_{\max}} \quad (10)$$

式中

$$\Delta_{min} = \min_{j \in V_k} \|x_0(k) - x_j(k)\| \quad \text{最小絕對差}$$

$$\Delta_{max} = \max_{j \in V_k} \|x_0(k) - x_j(k)\| \quad \text{最大絕對差}$$

$$\Delta_j = \frac{1}{n} \sum \Delta_{0i} \quad \text{平均絕對差}$$

值越接近 1，表示該設計方案越接近理想解

$x_0(k)$ ：表示理想序列

$x_j(k)$ ：表示比較序列

因為灰關聯度值 Γ_k 直接由 Δ_j 中之 Δ_{0i} 的平均值求出，而 Δ_{max} 、 Δ_{min} 為常數，所以 Γ_k 及 Δ_j 兩者係呈線性函數關係，故所求出的灰關聯度為計量值，不僅可得知各關聯度的排序大小，且各關聯度值為絕對值的關係。

步驟 4：進行評估樣本的優劣排序：

將公式 (10) 的計算結果按照大小順序排列後則呈現評估樣本的優劣結果。當灰關聯度值越接近 1，則表示該評估樣本越接近理想解，相對表現越好。

第四章 結果與分析

4-1 設計主題展開

本研究將山水意象應用於魚缸造形設計，在文化傳承方面，把傳統山水意象的精髓融入一般生活產品，促進了傳統文化與現代生活的融合。通過對山水意象精髓的挖掘，對魚缸設計進行一系列創新嘗試，使研究產出的魚缸相較於市面上現有的產品更具特色。對於現代家居環境而言，融入山水意象元素的新型魚缸，能為家中增添傳統藝術與生活相結合的氛圍，讓傳統文化不僅體現在書畫中，還能通過生活中的容器改變生活氣息。

基於「文化轉譯 — 空間敘事 — 技術實現」三維模型，將 14 款設計劃分為四大主題，各主題核心差異如下 (表 2)：本研究設定有四個主題，共十四款魚缸的設計；第一個主題是「虛實相生系列」，第二個主題是「三遠法系列」、第三個主題是「生活山水系列」、第四個主題是「抽象化造景系列」。「虛實相生」透過三組魚缸設計方案，探討山水畫傳達意境的層次，以及如何藉助意象呈現讓人感受虛實空間的應用。「三遠法」依據高遠、深遠、平遠的透視角度概念，設計出三組魚缸方案，展現景物在不同視角下的效果。「生活山水」從現實中雨後觀察的意象以及生活聯想出發，結合清明意境的花器、元鼎及窗花等元素進行系列設計；「抽象化造景」則聚焦於山水意象中強調的「氣勢」、「意境」、「玩味」等細節感受進行設計呈現。

表 2

主題分類框架

主題系列	文化轉譯層次	空間敘事邏輯	技術實現特點	代表作品
虛實相生系列	直觀形態轉譯	鏡像對稱營造空間 延伸感	雙層壓克力 + 鏡面 反射	天地相容 (上下顛 倒山形)
三遠法系列	透視原理轉譯	垂直 / 縱深 / 水平 三維層次	多層疊加結構 + 光 影控制	高遠 (懸崖式垂直 落差)
生活山水系列	象徵意義轉譯	日常場景與山水意 境聯結	材質肌理模擬 + 功 能整合	窗花山水 (傳統窗 棧投影)
抽象化造景系列	美學精神轉譯	幾何形態隱喻山水 氣韻	參數化設計 + 動態 光影系統	一為全全為一 (墨 水分層)

4-2 虛實相生系列

在山水畫中，虛實是畫面中平衡的存在，影響著觀看者閱讀的優先順序。例如，山水畫中常常出現的留白，是營造水墨畫「意境」的關鍵元素。從直觀理解層面，「見山是山，見水是水」，在初步設計中，將山與水的形象直接轉化並置入設計，如「初步發想實體造形山水意象魚缸設計」、「虛實相生設計系列」、「三遠法設計系列」。

「虛實相生系列」旨在探索山水虛實關係在魚缸設計中的呈現。如圖 7 所示，在圓柱體造形的魚缸裡，追求最純粹的造形，內部造景結合上下顛倒的兩座山，透過鏡射造形實現對稱簡約的設計美學 (見圖 8)。在現代水族飼養中，人們的飼養對象不止於魚類，兩棲類的飼養也頗受歡迎 (見圖 9)。

圖 7

虛實相生系列

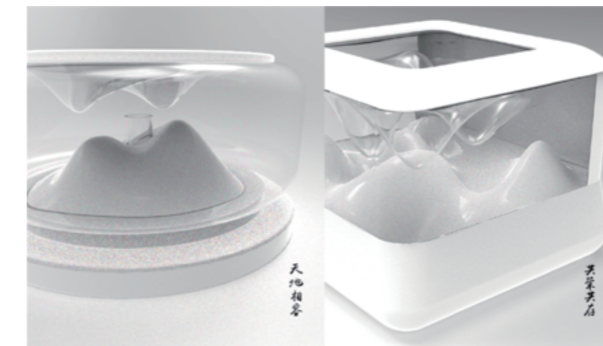


圖 8

天地相容

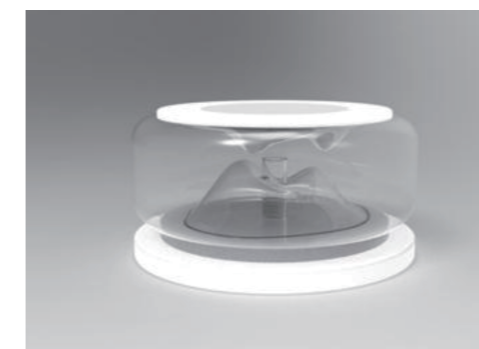


圖 9

共榮共存



4-3 三遠法系列

山水畫中的三遠法，分為高遠法、深遠法、平遠法，是山水畫獨特的透視方式。本系列藉助這三種透視設計三款魚缸（圖 10）。

觀賞者觀看「高遠」設計的魚缸時，會產生在山底下仰望高山的感受，旨在呈現山的壯闊震撼。魚缸外形模擬山間形態，魚兒在上方魚缸中穿梭游動（圖 11），透過花盆式底座襯托群山巍峨的樣貌，為家居帶來靜謐氛圍。

「平遠」設計讓觀賞者有在遠方看山水平原的感受。魚缸上方設置山形狀的造景，下方是各自獨立的魚缸單元，飼養者可在不同單元中飼養不同的鬥魚，多個魚缸單位底座適合飼養多種魚類的主人，給人小型動物園的感覺（圖 12）。

「深遠」設計使觀賞者彷彿站在高山俯瞰底下的河川溪流、深淵，呈現出山澗峽谷的壯闊之意（圖 13）。

圖 10
三遠法設計系列

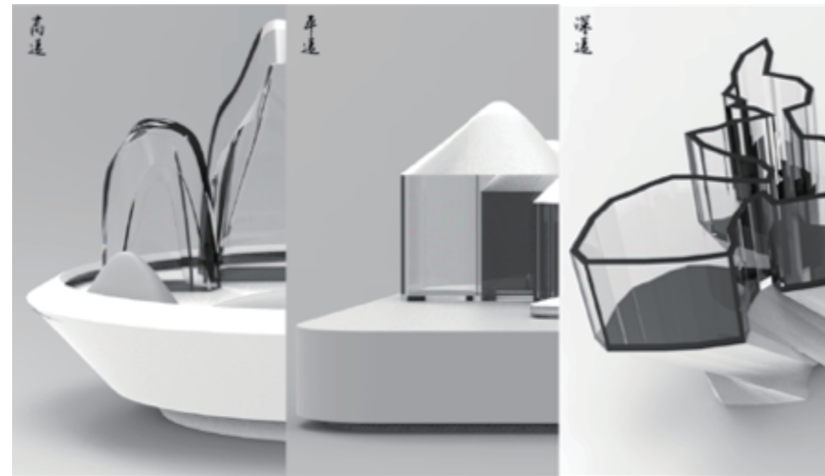


圖 11
高遠



圖 12
平遠

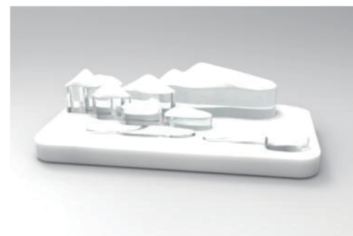
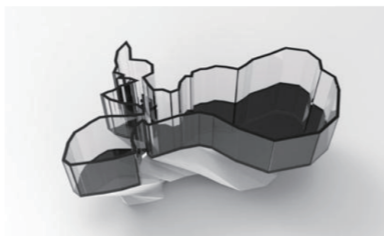


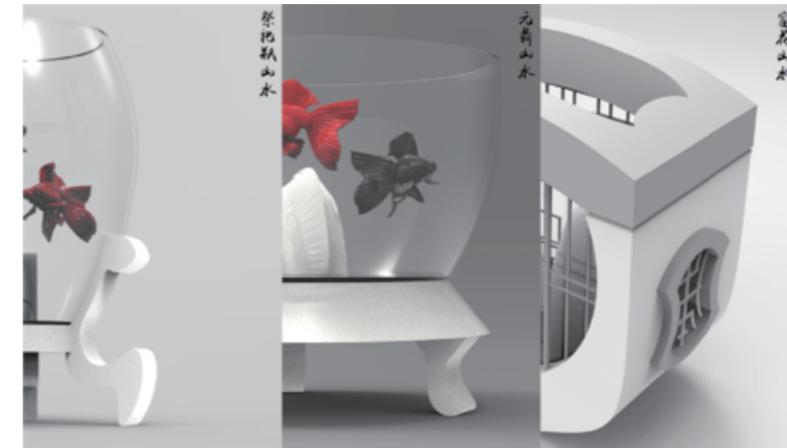
圖 13
深遠



4-4 生活山水系列

本系列聚焦於生活中的水墨意境，將生活中觀察到的現象與水墨意境相聯繫。例如，下雨時望向被朦朧雲霧籠罩的山岳，就是現實中的水墨畫感受（見圖 14）。從象徵理解層面，“見山不是山，見水不是水”，該系列擺脫山水既定形象，將其作為一種象徵性的空間關係融入設計，探尋象徵的本質。

圖 14
生活山水意象連結設計系列



「祭祀瓶山水」結合生活中清明時節雨紛紛的意境，聯想現實山水意象中的器物，通過直立花瓶式的魚缸成為家中焦點（見圖 15）。「元鼎山水」以元鼎概念為出發點，設計出圓底魚缸，360 度的觀賞視角為家中提供視覺焦點，搭配小山造景營造舒適氛圍（見圖 16）。「窗花山水」結合兩種古色古香的中國風元素，設計獨特的窗景景觀魚缸。在傍晚時分，透過魚缸的窗花觀看山水造景，更能讓人體會到金魚在其中悠游自在帶來的舒緩壓力的感受（見圖 17）。

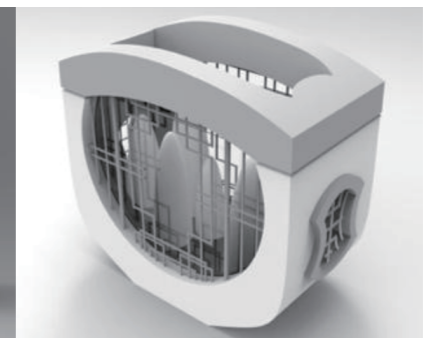
圖 15
祭祀瓶山水



圖 16
元鼎山水



圖 17
窗花山水



4-5 抽象化造景系列

在之前的魚缸設計基礎上，本系列提取山水意象精華進行內部造景設計，構建“空間 - 人 - 魚缸 - 魚”的空間關係。將魚缸設定為立方體及長方體，把之前的設計理念轉化為抽象概念，重點在於魚缸內部造景搭配。本系列藉助新的界面操作介入魚缸，在三維空間中通過縱向、水平性與分散的置入方式，回應“魚缸 - 魚”之間的關係（見圖 18）。從抽象理解層面，融合“見山仍是山，見水仍是水”和“見山不是山，見水不是水”的觀點，形成抽象概念並反映在魚缸空間中，達到“一即一切，一切即一”的禪意境界。

「意象重疊」利用霧面隔板營造出兩種不同感受，滿足既想養魚又想養陸上植物的使用者需求（見圖 19）。「破角」設計中，上方破角的盒子既可以種植小植物，也能作為收納容器，促進魚缸與不同生活物件的互動（見圖 20）。「虛實之間」在魚缸內設置三個實體空間，內部的虛空間可用於種植植物，通過虛實空間的重新安排形成缸中缸的效果（見圖 21）。「天地之間」借鑒山水畫中通過大小表達遠近、大片留白給予人們想象空間的手法，營造出獨特的視覺感受，如同米開朗基羅《創世紀》中兩隻手即將接觸又未接觸的趣味（見圖 22）。「幽玄」通過挖除魚缸部分空間形成虛空間，利用前後水體空間的高低差造成魚缸的視覺重疊，使前後魚缸的觀看重點不同。後半部造景挖洞並透光，營造出陰暗中透光的效果（圖 23）。「一為全全為一」將墨與水融合的過程具象化，呈現獨特的設計理念（見圖 24）。

圖 18
抽象化山水意象結合造景設計系列

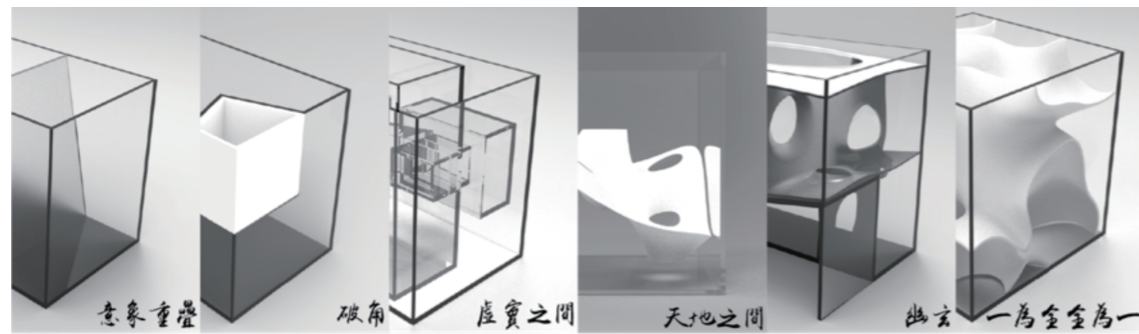


圖 19
意象重疊

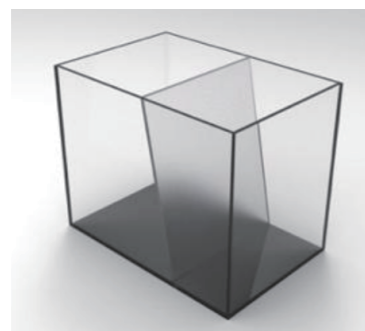


圖 20
破角

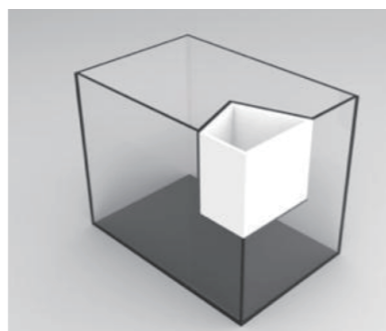


圖 21
虛實之間

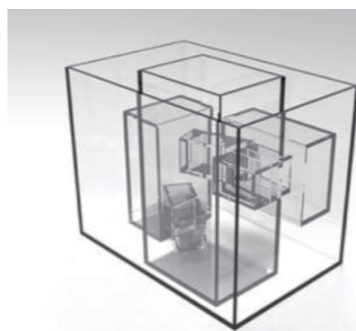


圖 22
天地之間

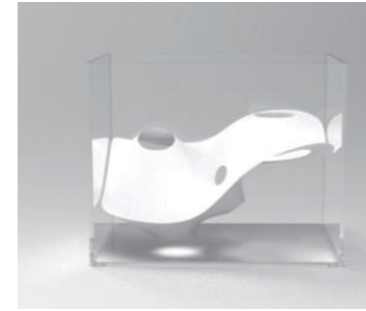


圖 23
幽玄

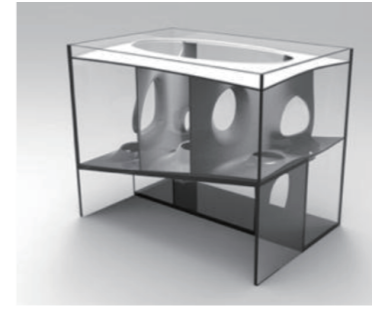
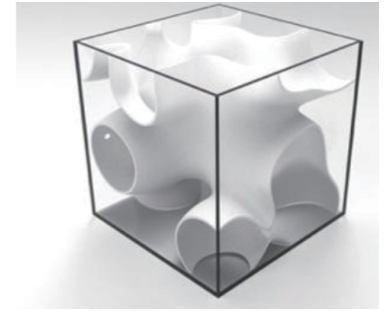


圖 24
一為全全為一



4-6 後測問卷調查分析與模型製作

4-6-1 後測問卷調查分析與模型製作

問卷設計旨在了解使用者對不同作品“美觀”與“實用性”的評價，進而明確各設計作品在不同族群潛在用戶中的喜好和優劣排序。在設計“美觀性”題目時，參考了美學領域的相關理論 (Winner, 2007)，從形態、色彩、比例等方面設計問題，詢問使用者對魚缸整體造形、色彩搭配等方面的審美感受。設計“實用性”題目時，依據魚缸使用功能需求相關研究 (Lin, 2007; Rey, W. P. 2023)，關注魚缸的清潔便利性、空間利用合理性、養殖生物的適宜性等，例如詢問魚缸內部結構是否便於清理、是否能為魚類提供充足活動空間等；另，山水意象應用於魚缸造形之設計研究問卷連結：<https://www.surveycake.com/s/Qx8ay>。

通過回收 354 份問卷，其中男性 180 位 (50.8%)，女性 173 位 (48.8%)，跨性別 1 位 (0.2%)。職業族群中上班族為主要填答群體，填答年齡層 31 - 40 歲 112 位 (31.6%)、21 - 30 歲 110 位 (30.0%)、41 - 45 歲 89 位 (25%) 居多，養魚經驗方面初階新手 144 位、業餘玩家 110 位、完全沒接觸水族者 90 位、職業玩家 10 位。運用灰色理論，針對“美觀”與“實用”兩個維度，分析十四款設計產品，解析大眾心中設計產品的排序，並進行後續探討。問卷回收後發現性別分類的回答存在差異，因此將其作為後續分析與訪談的重點。

研究不同性別對魚缸設計看法的差異具有重要意義。在前期研究和市場觀察中發現，男性和女性在審美偏好、使用需求和養殖習慣上存在不同。女性往往更注重產品的整體美感和裝飾性 (Guo, 2024; Xue, L., 2007)，在魚缸設計上可能更傾向於柔和的色彩、精緻的造形；而男性可能更關注功能和養殖的便利性，對魚缸的過濾系統、空間布局合理性要求較高。了解這些差異有助於更精準地滿足市場需求，為不同性別的消費者提供更契合其需求的設計。

4-6-2 獨立樣本 T 檢定

後測問卷開始前，先對美觀及實用項目進行信度分析。整體問卷 14 個項目 Cronbach's α 值美觀部分為 0.908、實用部分為 0.928，表明數據可靠性較高，適合進行後續分析。根據問卷原始數據及灰關聯度數據，其中灰關聯度數據是由原始數據經由公式 (1) 至公式 (10) 所產出 (見表 3)；另，對生理男女與作品進行灰關聯度之獨立樣本 T 檢定 (見表 4)。

表 3
問卷原始數據以及灰關聯度

問卷	作品 1			作品 2			...	作品 14		
	美觀	實用性	灰關聯度	美觀	實用性	灰關聯度		美觀	實用性	灰關聯度
1	7	7	0.923	5	6	0.800	...	7	7	0.923
2	6	5	0.795	6	6	0.857	...	6	6	0.857
3	6	4	0.851	6	4	0.750	...	7	7	0.923
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
354	6	6	0.857	5	3	0.667	...	5	2	0.632

表 4
生理男女對於產品之獨立樣本 T 檢定

編號	品項	男	女	全體	排名	T檢定	顯著性 (雙尾)	< α
作品 1	天地相容	0.716	0.739	0.727	5	2.053	0.041	*
作品 2	共榮共存	0.678	0.696	0.687	14	1.363	0.174	
作品 3	高遠	0.699	0.679	0.689	12	3.007	0.003	*
作品 4	平遠	0.699	0.679	0.689	12	3.007	0.003	*
作品 5	深遠	0.703	0.683	0.693	11	2.662	0.008	*
作品 6	祭祀瓶山水	0.686	0.703	0.694	10	1.902	0.058	
作品 7	元鼎山水	0.692	0.709	0.701	9	-0.58	0.563	
作品 8	窗花山水	0.691	0.716	0.703	8	-1.483	0.139	
作品 9	意象重疊	0.696	0.716	0.707	7	-1.77	0.078	
作品 10	破角	0.704	0.729	0.716	6	-1.893	0.059	
作品 11	虛實之間	0.719	0.744	0.732	4	-1.953	0.052	
作品 12	天地之間	0.723	0.750	0.736	3	-1.989	0.047	*
作品 13	幽玄	0.744	0.760	0.752	2	-2.008	0.045	*
作品 14	一為全全為一	0.768	0.790	0.779	1	-2.028	0.043	*

根據調查結果，生理男與女在灰關聯度評比較喜歡的作品前三名依序為：「一為全全為一」(0.779)、「幽玄」(0.752)、「天地之間」(0.736) 如 (見表 4)，(括弧內為其均數)；另，生理男與女在喜歡的作品之灰關聯度評比是具有差異性的，生理女之作品喜好度高於生理男。此外，排名較後的「高遠」、「平遠」、「深遠」，其生理男與女在喜歡的作品之灰關聯度評比亦具有差異性的，生理男之作品喜好度高於生理女。顯示出男性比較喜歡魚缸外觀造形設計系列，女性則比較喜歡內部造景設計系列。

4-6-3 灰色理論分析

依據 354 份問卷數據樣本，分別針對每個人對每件作品的美觀及實用兩個面向進行灰色理論分析，求出個人對於個別作品的灰關聯度值，接著再將每件作品 354 個樣






本的灰關聯度值做總體作品的比較評分。對每件作品的美觀及實用向度使用灰色理論分析完畢後的灰關聯度值，整體再做一次灰關聯分析得出的排序，能更精確地呈現整體問卷的排序趨勢。此排名與前面的灰關聯度獨立樣本 T 檢定的排名一致 (請參照表 4)，因此採用此結果作為最後模型製作的依據 (見表 5)。

表 5
各個作品之灰關聯度分析

編號	品項	灰關聯度	排序
作品 1	天地相容	0.664	5
作品 2	共榮共存	0.511	14
作品 3	高遠	0.562	12
作品 4	平遠	0.542	13
作品 5	深遠	0.434	11
作品 6	祭祀瓶山水	0.445	10
作品 7	元鼎山水	0.604	9
作品 8	窗花山水	0.608	8
作品 9	意象重疊	0.612	7
作品 10	破角	0.638	6
作品 11	虛實之間	0.692	4
作品 12	天地之間	0.694	3
作品 13	幽玄	0.877	2
作品 14	一為全全唯一	0.989	1

根據每項作品 354 個樣本的灰關聯度分析顯示，排名第一至第四名的作品皆屬於抽象化山水意象結合造景設計系列，只有第五項是實體外設計的虛實相生系列 (見表 6)。每項作品個別美觀實用綜合灰關聯度分析排名整體的趨勢為「抽象化山水意象結合造景系列」的分數比「虛實相生設計系列」、「三遠法系列」、「生活山水意象連結設計系列」都要高，這顯示受訪者比較喜歡本研究設計的「抽象化山水意象結合造景設計系列」。

表 6
較優之代表作品及灰關聯度排名

名稱	一為全全為一	幽玄	天地之間	虛實之間	天地相容
產品					
排名	1	2	3	4	5

4-6-4 後測問卷討論與反饋

在完成問卷分析後，透過水族社團收集到了許多專業人士的反饋，這些反饋為未來研究提供了方向。部分人士認為，本研究設計了十四款作品，在問卷填答過程中可能會使受訪者產生美感疲勞，導致填答評比結果失真。建議將相同類型的魚缸作品合併為一題供填答者作答，這樣可以有效減少重複提問的感覺，提高填答的有效性。

在分析過程中發現，不同使用族群的反饋存在差異。專業水族從業人員、業餘愛好者和一般水族愛好者對魚缸的訴求各不相同。一個水族箱存在多種受眾，如純魚缸、純水草缸、魚加水草缸、蝦缸、水陸缸、陸生植物缸、蘚苔缸、造景缸、兩棲缸等，他們對魚缸的要求差異較大。許多人認為本研究的魚缸外觀新穎，但在實用性方面有所欠缺。實際養魚時可能會面臨諸多問題，例如，由於外觀造形多變，魚缸日常維護困難，青苔滋生和內部角落清潔不便；內部空間設計也可能不利於魚類生存，部分填答者反饋魚類在這樣的空間中可能無法舒適生活。後續需要查閱更多相關文獻、開展進一步研究來回應這些反饋。此外，過濾系統的配置也是本研究的設計限制之一，由於相關設備繁多，要使設計適配所有設備，需要更多時間進行測試。本研究主要聚焦於山水意象造形相關形態的研究與探討。

水族愛好者，無論是專業人士還是業餘人士，都對本研究表現出濃厚興趣，積極參與討論、分享和反饋。透過社群分享了解到，本研究的優勢在於形態多變，不足在於實用性欠佳。因此，實用性將是後續研究改良的重點方向。在考慮後續量產製程時，魚缸形態不能過於複雜，否則會增加成本，製作難度也會加大，這方面需要與製造端進一步溝通討論。

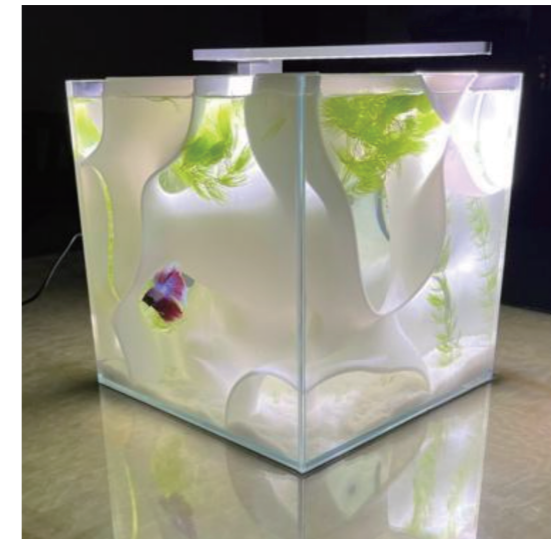
4-6-5 驗證實體模型

度排名暨獨立樣本 T 檢定第一名的「一為全全為一」進行製作驗證及訪談。「一為全全為一」實體模型具有未來感，製程相對簡易，同時蘊含虛實相生的意象，觀賞時能讓人彷彿置身於造景之中，感受到山水意象所追求的「氣勢」和「意境」，視覺張力較強，適合作為本研究最終實體作品進行驗證及訪談。

在模型製作過程中，使用了壓克力一般製成和 3D 列印光固化成形（SLA 樹脂，乳白色）兩種方式。3D 列印光固化成形，該設備精度高，易於還原設計細節。SLA 樹脂具有固化速度快、成型精度高、表面質量好等特點，適合製作本模型。在清潔方面，將造景往上提取後，可使用抹布、菜瓜布、科技棉等清潔造景上的藻類；魚缸表面也易於清潔，以保持觀賞舒適度；下部底沙可通過外掛過濾器進行過濾，去除水中雜質。最終實際尺寸模型如圖 25 所示。

圖 25

實際尺寸模型 [本研究繪製；林鴻偉，王則眾，(2022)]



4-7 實體作品訪談

根據實際製作出來的模型，選取問卷中填答的不同族群進行訪談，包括「未來潛在客群」2 位、「水族愛好者」2 位及「專業人士」1 位，共 5 位訪談者。採用「漏斗式提問法」，示例問題；另，請他們觀看實體作品的影片、照片後，回答以下個問題。

問題一、開放式問題：「您認為這款設計中，哪部分最能讓您聯想到山水意境？為什麼？」「看到這樣的魚缸感覺如何？」

大家都持正面態度表示，視覺上感覺良好、有新穎的感覺，但也有人提到觀賞時可能存在視線阻擋、無法養很多魚以及空間限制等問題。

問題二、情景假設問題：「如果這款魚缸售價比普通產品高 30%，您是否會購買？請說明原因。」「選魚缸時的考量點，美觀 & 實用哪個為優先考量？」

非專業人士大多持開放態度，願意嘗試使用，原因是造形特別、美觀，認為搭配符合環境條件的水族生物較為合適。而專業人士則表明不會使用，因為該魚缸無法滿足他們養殖目標魚類的需求，且環境清理困難，若增加一些方便換水等實用性功能，會考慮使用。

部分人認為美觀和實用都重要，會綜合考量；也有人更傾向於美觀，認為小魚缸優先考慮美觀，大魚缸則優先考慮實用性，這主要取決於魚缸的實際使用場景和個人需求。

問題三、技術細節問題：「您認為這種多孔陶瓷材質的造景，在日常清潔中可能遇到哪些難題？」「有沒有對本研究設計出來的魚缸有什麼意見？」

1. 擔心內部空間分割狹小，影響動植物生存舒適，存在空間阻礙問題；
2. 對實用性表示擔憂，包括清潔難度大、過濾系統配置不合理等；
3. 飼養水族生物受限，只能養殖小型魚種或蝦類等體型較小的生物；
4. 提出觀賞建議，如調整造景材質（採用透明或霧面材質）以增加視覺觀賞穿透性，在造景表面增加自然紋理，使其更符合人們對自然的感受需求；
5. 製作難度大，不利於量產，成本較高；
6. 銷售成本過高，與現有市場上普通配置魚缸搭配造景的組合價格相比，缺乏市場競爭力；
7. 建議未來可結合養烏龜、兩棲類，或搭配水草房子、景觀裝飾性強的植栽、蝦屋等設計，豐富魚缸功能和觀賞性。

第五章 結論

本研究先探討水墨山水意象與魚缸以及造景相關的關係，再透過市場調查的方式了解現有市面上具有設計感的魚缸案例，發現魚缸造景皆是重要設計元素之一，再做前測問卷調查了解使用者對於魚缸的使用經驗以及風格喜好，進行初步發想並確立設計研究項目後，開始著手進行設計八個魚缸「外觀設計」案例、六個魚缸「內部造景設計」案例共十四個結合水墨山水意象元素的魚缸、造景設計；透過灰色理論對設計樣本，進行系統性的驗證及後續的訪談，本研究主要的結論如下：

1. 山水意象的傳承與創新：山水意象的元素成功呈現在魚缸及造景中，並融入現代生活，為傳統文化帶來新形態的傳承。例如，在「一為全全為一」魚缸設計中，通過獨特的造形和造景，將山水意象中的虛實相生、空間層次等元素巧妙融合，既保留了傳統文化內涵，又展現出現代設計的創新。
2. 3D 技術助力設計與研究：藉助 3D 模型及渲染軟體設計十四款水墨山水意象相關魚缸，不僅有助於使用者直觀了解產品，也為問卷分析和探討提供了便利。在設計過程中，設計師能夠利用軟體快速調整設計方案，展示不同設計效果，提高設計效率和質量。同時，問卷受訪者可以通過 3D 模型更準確地表達對設計的看法，提升研究的準確性。
3. 明確市場喜好差異：通過問卷分析，運用灰色理論與獨立樣本 T 檢定分析，發現研究作品在分析過程中，會因性別等因素產生作品排序差異。這有助於深入了解市場喜好，為產品定位和市場細分提供依據。例如，男性更傾向於外觀造形設計，女性更關注內部造景，針對不同性別設計更具針對性的產品，能夠更好地滿足市場需求。
4. 獲取多元改進建議：通過對未來潛在客群、水族愛好者及專業人士的訪談，收集到不同養魚經驗背景人士對作品在美觀與實用方面的建議。這些建議為後續研究和設計改進提供了方向。

誌謝

本研究承實踐大學專題研究計畫 (USC-113-05-01001) 與國科會專題研究計畫 (MOST 109-2622-H-158-002 -) 經費補助，特此感謝。

參考文獻

1. De Clercq, G. (2022, January 23). French pet care firm stops selling fish bowls—They drive fish mad. euronews. <https://www.euronews.com/2022/01/23/uk-france-goldfish>
2. Gu, J., Vichare, N. M., Ayyub, B. M., & Pecht, M. (2010). Application of Grey Prediction Model for Failure Prognostics of Electronics. *International Journal of Performability Engineering*, 6(5), 435. <http://www.ijpe-online.com/p3-application-of-grey-prediction-model-for-failure-prognostics-of-electronics.html>
3. Guo, Z. (2024). The Impact of Gender Differences on Consumption Patterns: A Cross-cultural Comparative Study. *Frontiers in Business, Economics and Management*, 14(1), 172–177. <https://doi.org/10.54097/qtgqxy46>
4. Haruka Misawa. (2016). Waterscape 水中風景 . Link Lion 雄獅星空 . <https://www.linklionart.com/exhibition/waterscape>
5. Law, S. S. (2016). *Reading Chinese Painting: Beyond Forms and Colors, A Comparative Approach to Art Appreciation* (T. Blishen, Trans.).
6. Li, W., Shang, Y., & Ji, Y. (2008). Analysis of Multiple Objective Decision Methods Based on Entropy Weight. *Pacific-Asia Workshop on Computational Intelligence and Industrial Application*, 1, 953–956. <https://doi.org/10.1109/PACIIA.2008.125>
7. Lin, P.-L. (2007). System and method for maintaining environmental optimum of aquarium. <https://patents.google.com/patent/US20090139456A1/en>.
8. Liu, Y., Wang, J., Liu, G. Z., Liu, L. Q., & Wen, B. C. (2012). The Generalized Product Quality's Comprehensive Evaluation Method Based on Entropy Weight Method. *Advanced Materials Research*, 569, 662–665. <https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMR.569.662>
9. Luo, J. (2000). A Study on Comprehensive Evaluation for Products Design Quality Based on Grey System Theory. *Mechanical Science and Technology*.
10. Pinero, P. (2023). Overview of Gray System Theory (pp. 1–20). https://doi.org/10.1007/978-981-99-0635-2_1.
11. Ren, Q. (2016). Evaluation Research of Interior Design of Living Space Based on Grey System Theory. *International Journal of Hybrid Information Technology*, 9(1), 379–386. <https://doi.org/10.14257/IJHIT.2016.9.1.32>
12. Rey, W. P. (2023). FishTank: an IOT-based Smart Aquarium Management System for

- Freshwater Fish Enthusiasts. <https://doi.org/10.1145/3629378.3629450>
13. Rose, P. (2024). Enhancing Welfare for Aquarium Fishes with an Ecologically Relevant Environment. *Animal Behaviour and Welfare Cases*. <https://doi.org/10.1079/abwcases.2024.0017>
 14. Takase, M., Ogino, R., Yoshida, K., Kusu, H., Kenmochi, T., & Goto, J. (2021). Qualitative Research on the Primary Effect of Fish Pet Ownership Using the Bottleium, a Bottle-Type Aquarium, on Community-Dwelling Older Adults in Japan: A Potential Preventive Measure Towards Social Isolation. *Geriatrics*, 6(1), 17. <https://doi.org/10.3390/GERIATRICS6010017>
 15. Tian, J., Liu, T., & Jiao, H. (2008). Entropy Weight Coefficient Method for Evaluating Intrusion Detection Systems. *International Symposium on Electronic Commerce and Security*, 592–598. <https://doi.org/10.1109/ISECS.2008.107>
 16. Winner, E. (2007). Visual thinking in arts education: Homage to Rudolf Arnheim. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 1(1), 25–31. <https://doi.org/10.1037/1931-3896.1.1.25>
 17. Wu, G. (2008). The application of gray comprehensive evaluation in the appraising bid of architectural projects.
 18. Xue, L., & Yen, C. C. (2007). Towards Female Preferences in Design - A Pilot Study.
 19. 山水繪畫編排 . (2016). 取自 : <https://kknews.cc/culture/zggraa.html>
 20. 司淑婷 . (2018). 淺析郭熙《林泉高致》之三遠繪畫美學 . 《文藝生活》, (3), 58.
 21. 宗炳 . (2015). On painting mountains and waters (《畫山水序》) [Trans. L. Zhang]. In X. Wang (Ed.), *Classics of Chinese landscape painting theory* (pp. 12-25). Beijing University Press. (Original work published 430)
 22. 林鴻煒, 王則眾 . (2022, 12). 山水意象應用於魚缸造形之設計研究 (論文發表) . 第 2022 實踐大學設計學院國際設計學術與創作研討會, 臺北市, 臺灣 .
 23. 郭熙 . (1028 - 1085 A.D). 林泉高致 . 博客來 . <http://www.books.com.tw/products/CN10258224>
 24. 郭熙 . (2006). *Linquan Gaozhi: Forests, springs, and lofty ideals* (《林泉高致》) [Trans. W. Chen]. Shanghai Ancient Books Publishing House. (Original work published 1028-1085)
 25. 黃子霏 . (2006). 《林泉高致集》讀後感 . [Thoughts on Reading of the *Linquan Gaozhi Ji* on Chinese Painting of Mountains and Waters by Guo - Xi]. *造形藝術學刊* (2006 年度), 173 - 183. doi:10.29830/tpad.200612.0008
 26. 鄧聚龍 . (1982). 灰色系統的控制問題 . *Systems & Control Letters*.
 27. 鄧聚龍 . (1982). 灰色控制系統 . *華中工學院學報* .