

船模運動性能實驗職能單元建置

張珮錡* 林世昌*¹ 謝馥蔓**

*國家海洋研究院綜合規劃及人力培訓中心

**文藻外語大學國際企業管理系

關鍵詞: 職能, 船模, 運動性能實驗

摘要

為了提升國內造船產業自主量能及促進造船產業發展, 配合我國國艦國造政策推動, 國家海洋研究院刻正進行「國家船模實驗室新建工程」並成立船模試驗國家隊, 以發展船模實驗技術及強化國內船模實驗研究能力。除了船模實驗室之硬體建設外, 適任的專業人力是決定船模試驗品質與穩定營運的重要關鍵, 為強化船模試驗操作人員的專業能力, 確保船模試驗之品質與關鍵技術之傳承, 船模試驗操作人員之培育作業具重要性及必要性。

本研究以健全船模試驗操作人員培育作業為出發點, 就船模試驗操作中之「船模運動性能實驗」進行職能之研討, 過程中採用IPO職能發展模式, 透過次級資料分析法、職能訪談法, 及專家焦點會議法等適當的職能分析方法來進行, 發展出「船模運動性能實驗職能單元」, 完成職能單元中之行為指標以及知識、技能、態度等職能內涵。此職能單元可作為後續設計教學目標、發展與辦理課程, 以及設計評量方法與工具等之參考依據。

¹ 林世昌 (m9054605@namr.gov.tw)

前言

商船、研究船、軍艦與其他特殊任務船舶等之造船經費動輒新臺幣數億到百億元不等，為了解實船之各項性能趨勢，設計單位會在實船建造前，透過電腦模擬與船模實驗來評估船舶性能是否符合業主需求與海事規範。

「船模實驗」係指縮小船舶置於實驗水槽中進行各種操作，藉以推估放大後的性能狀態，供後續設計變更(或優化設計)或驗證的參考，船模實驗因船舶型態與性能的不同，其所需執行的實驗項目亦有所差異。為有效提升水面與水下各式船艦之各項性能並保障其安全性，船模試驗是船舶設計、規劃及建造中不可或缺之環節。

臺灣造船產業年產值高達新臺幣688億，但國內未有完整的船模實驗量能，缺乏可供耐海性能試驗、操縱性能試驗、迴旋臂試驗及各項特殊運動性能量測的水槽與實驗操作專業人力，致使仍須倚賴國外相關實驗室進行船模實驗，除了費用高昂、實驗排程耗時，亦面臨機密資訊外流的風險。

為滿足我國國防自主、國艦國造、商船與特殊船舶之船模試驗完整需求，並進一步強化造船產業本土化，提昇我國整體船舶產業的國際競爭力，國家海洋研究院(簡稱國海院)於2022年啟動「國家船模實驗室多功能水槽建置計畫」，並於同年6月與臺灣大學、臺灣海洋大學、成功大學及中山大學簽署合作備忘錄，成立船模試驗國家隊，未來將共同培育我國船模實驗操作與船模製造等專業人才，補足國內船艦設計製造之技術缺口，強化造船產業核心競爭力。

「國家船模實驗室多功能水槽建置計畫」包含船艦運動性能試驗、水下船艦操縱性能試驗、船模試驗專業人才培訓等三大發展主軸，建成後，有助達成「船艦



建造與維護成本低、造船能量自主在地化」等目標，並提供國防船艦、海事重建等相關工程技術之諮詢服務。

國家船模實驗室內有我國首座耐海性能方形水槽與迴旋臂圓形水槽，並配置造波機系統、拖車與迴旋臂系統、船模實驗相關儀器設備、高速電腦及船模製造工場。適任的專業人力是決定國家船模實驗室船模試驗品質與穩定營運的重要關鍵。本研究擬就船模操作人員之主要職能進行研討，採IPO模式來完成船模運動性能實驗之行為指標，以及所對應之知識、技能和態度等職能內涵。期此研討出之職能內涵可供作為後續訓練作業之參考依據。

研究方法與流程

《職能發展及應用推動要點》(勞動部, 2024)提及，「職能」指完成某項工作任務或為提高個人與組織現在及未來績效所應具備之知識、技能、態度或其他特質之能力組合；而「職能單元」為各職業或職類主要工作任務及其所對應行為指標、工作產出、知識、技能、態度等能力組合。

組織的績效控制一般可以從「輸入(input)」、「過程(process)」及「產出(output)」三個構面來進行思考。勞動部於2016年公佈的職能基準發展指引(勞動部勞動力發展署, 2017)中說明職能發展模式係以輸入-過程-產出模式(簡稱為IPO Model)來做為基礎。

再者，「職能基準發展指引」(勞動部勞動力發展署, 2017)中提及經文獻與實務經驗整理，參考Gonczi, Hager與Oliver (1990)所提的架構，目前常用的職能分析方法可分為訪談類、調查類、集會類及其他類等四大類，主要有訪談法、調查法、集會法等14種不同的分析方法。

本研究擬以IPO職能發展模式為基礎，依據「職能基準發展指引」(勞動部勞動力發展署, 2017)中所提之需求面(Input)、流程面(Process)以及結果面(Output)來進行研討，過程中採用次級資料分析法、職能訪談法，及專家焦點會議法等適當的職能分析方法來進行，完成並產出「船模運動性能實驗職能單元」。本研究之研究流程如圖1所示。

圖1 研究流程圖

文獻資料分析

1. 需求分析

近年來政府積極推動國艦國造之政策，為避免設計及建造過程中之船模實驗仍倚賴國外，且為補足我國船模試驗之缺口，進而提升商船與特殊船舶的船模試驗完整度等，故國海院2022年啟動「國家船模實驗室多功能水槽建置計畫」(國家海洋研究院, 2022)。此計畫主要用以發展船模實驗之技術並強化國內船模實驗研究能力，藉以補足國內船艦設計製造之技術缺口與造船產業核心競爭力。

於「國家船模實驗室多功能水槽建置計畫」(國家海洋研究院, 2022)中提及主在興建「耐海性能水槽」與「迴旋臂水槽」，將成為國內第一座船舶運動性能實驗室。於實驗室建造完成後，需要專業之團隊來執行各項工作，包含前瞻研發技術人員、實驗操作技術人員、船模製造技術人員與裝備維護技術人員等。

再者，「國家船模實驗室專業人才培育計畫書」(國家海洋研究院, 2023)中提及「船模試驗操作專業人才」的養成時間是「船模製造專業人才」的近4倍。為滿足第一線操作的量能，「船模試驗操作人員」應掌握船隻設計方案與船模性能等相關知識與技能，方能依照各種實驗進行船模試驗的作業，且其相對於其他專業人才而言是較為迫切的。

國內現有之船模實驗水槽僅有臺灣大學「拖航水槽」、臺灣海洋大學「空蝕水槽」、成功大學「拖航水槽」，及國防大學「環流水槽」，由於各船模實驗水槽設備現況、試驗項目、實驗量測儀器設備等有所差異，故其專業人力配置等現況不盡相同，且並未曾就實驗室內專業人員專業知能進行研討，亦未曾就船模實驗室人員進行系統化教學訓練與制度建置。

考量適任的專業人力是決定國家船模實驗室船模試驗品質與穩定營運的重要關鍵。培訓具備實驗操作、實驗數據擷取與分析以及船模製造等能力之專業人才，奠基船模試驗的專業技術量能具其重要性及迫切性，故本研究擬以「船模試驗操作人員」為主軸，進行相關之職能研討。

2. 職能分析

國立成功大學陳政宏副教授於「國艦國造需要怎樣的國家級船模實驗室？(二) 船模實驗室種類與現況」中提出船模實驗的主要項目包括：(1)單純測量阻力的裸船阻力實驗；(2)測量靠船模本身動力推進時的推力、轉矩、轉速的自推實驗；(3)測量均勻流場中螺旋槳性能的螺旋槳單獨性能實驗；(4)觀察船模流場趨勢的油墨試驗及流場可視化實驗；(5)測量螺旋槳平面或其他重要地方附近流體速度的艇跡流測量；(6)測量平面運動時船隻反應的平面運動性能實驗；(7)水面船艦在波浪中的耐海性能實驗；(8)操控性能實驗；及(9)潛航器自航實驗。

船模試驗中心籌建規劃委託專業服務案成果報告(國家海洋研究院, 2020)中歸納船模實驗水槽的試驗項目，並整理國內各船模實驗水槽的試驗項目。船模實驗水槽試驗項目整理如表1所示，這其中有關船模運動性能的試驗類別現階段國內並無任何船模實驗水槽可進行其相關之試驗作業，而此亦為國海院規劃建置國家船模實驗室之重要項目。

表1 船模實驗水槽試驗項目

試驗類別	試驗項目
線型設計	動穩度試驗
	流場觀測
	艇跡流量測
船速與馬力設計	阻力試驗
	自推試驗
	波浪阻力試驗
	單獨螺旋槳性能試驗
螺旋槳設計	空蝕觀測
	激振力量測
	噪音量測
運動性能設計	耐海性能試驗
	操縱性能試驗
	平面運動機構試驗
其他	反潛速度測試
	水下科技研究

再者，國際拖曳水槽會議(International Towing Tank Conference, 簡稱ITTC)訂定「船模建議程序與指引」(ITTC, 2017)，其內容包含船模製造(Model

Manufacture)、紊流模擬(Turbulence Stimulation)、船模測試準備(Preparation for Model Testing)和文件化(Documentation)。

參考國家海洋研究院委託財團法人船舶暨海洋產業研發中心的「國家船模實驗室專業人才培育計畫」(國家海洋研究院, 2023)，文中指出船模運動性能實驗的主要工作內容包含(1)儀器校正，(2)排除故障，(3)實驗資料分析，及(4)實際操作耐海性能試驗、操縱性能試驗與迴旋臂試驗；另有關於知識與技能部分，文中提及應具備(1)實驗操作能力，(2)實驗數據擷取與分析能力，及(3)撰寫報告能力。

本研究考量國內船模實驗室並未建構系統化之訓練機制，且就國海院執行國家船模實驗室計畫，以建置耐海性能方形水槽、迴旋臂圓形水槽、造波機、拖車及相關實驗儀器設備為主，本研究主要用以補足目前欠缺之船模運動性能實驗部分之專業知識與技能內容，其包含執行耐海性能實驗、操縱性能實驗、平面運動機構實驗(planar motion mechanism, 簡稱PMM)等項目之工作任務。

依據文獻之蒐整與探討，本研究以所蒐集的職能資料與國海院內部所整理之職能底稿作為討論依據，召開第一場專家焦點團體會議，會議中共計有6位利害關係人及3位職能專家出席會議，主要研討模型實驗準備、儀器校正與運用、船模測試評估、實驗設備操作及初步數據判讀等內容，並就船模操作人員工作任務中之重要性與難易度等進行研討，最後會議決議以發展「船模運動性能實驗職能單元」為主軸。後續為逐一檢視行為指標、工作產出、知識、技能等職能內涵，因此於本研究中進一步召開2場專家訪談會議，修正並產出完善之「船模運動性能實驗職能單元」。

職能單元產出

本研究以IPO職能發展模式為基礎，採用次級資料分析法、職能訪談法以及專家焦點會議法等職能分析方法，過程中首先進行次級資料之分析整理，接續再進行1場次專家焦點團體會議與2場專家訪談會議。本研究考量船舶實驗中試驗項目之需求與必要性，並依據專家之共識建議，最終產出「船模運動性能實驗職能單元」。

本研究所產出之「船模運動性能實驗職能單元」主要乃針對耐海性能實驗、操縱性能實驗，及平面運動機構實驗(PMM)項目，內容包含5項行為指標，以及8項知識、9項技能與6項態度等職能內涵。其行為指標詳如表2；職能內涵可參見表3。

依據專家學者之建議，「船模運動性能實驗職能單元」職能級別專家建議設定為3，指能夠在部分變動及非常規性的情況中，在一般監督下，獨立完成工作，其需要一定程度的專業知識與技術及少許的判斷能力。由於需要一定程度的專業知識與技術，故專家群建議擔任此工作者宜研究所以以上為佳。

表2 「船模運動性能實驗職能單元」行為指標

行為指標

- P1.1 在船模下水後，依據測試海況調整船模平衡姿態。
- P1.2 經調整拖曳機構或船模自身動力後，再檢查所測試拖航訊號或無線訊號的連結性與擷取是否正常。
- P1.3 依據實驗需求性，參照使用規則及設定造波類型，決定造波參數機的參數，並確認水槽中的波浪與船模實驗要求的符合程度。
- P1.4 在試驗過程中擷取實驗相關訊號。
- P1.5 判讀所擷取的試驗相關訊號是否符合測試目標，並依必要性重新調整平衡。

結論與建議

「船模實驗人員」的主要工作項目包含船模試驗中之模型研製作業、設計及執行實驗設備操作，以及實驗數據資料等校驗分析等專業作業等。就其工作任務中又以執行船模實驗任務最為主要，依據專家建議應列為最優先發展之項目，因此本研究以發展「船模運動性能實驗職能單元」為主。

本研究以IPO職能發展模式為基礎，過程中採用次級資料分析法，以所蒐集的職能資料與國海院內部所整理之職能底稿作為會議文件資料，後再進一步透過1場次專家團體會議以及2場專家訪談會議，用以完善「船模運動性能實驗職能單元」，最終完成「船模運動性能實驗職能單元」之工作任務、行為指標、職能級別，以及知識、技能、態度等職能內涵。

本研究發展出之「船模運動性能實驗職能單元」，其專家意見相以度高，具備效度與信度。後續國內各船模實驗室或國海院國家船模實驗室建造完成後可依據此職能單元內涵，設計與辦理訓練課程及用之發展評量標準，辦理專業訓練培育具專業能力之船模操作人員，藉以提升國內整體船模實驗之能力並具備國際競爭力與影響力。

表3 「船模運動性能實驗職能單元」職能內涵

	職能內涵
知識職能 (K)	K01 船模實驗理論
	K02 故障類型
	K03 波浪力學
	K04 流體動力學
	K05 船舶動力學
	K06 造船原理
	K07 實驗訊號的認知
	K08 阻力與推進
技能職能 (S)	S01 儀器校正技巧
	S02 故障排除能力
	S03 實驗資料分析技巧
	S04 耐海性能實驗操作技巧(造波機、拖車等)
	S05 操縱性能實驗操作技巧(迴轉試驗、Zig-Zag試驗等)
	S06 迴旋臂實驗操作技巧
	S07 船模遠端控制技巧
	S08 無線訊號設備使用能力
	S09 判讀能力
態度職能 (A)	A02 正直誠實
	A05 自我管理
	A07 追求卓越
	A08 團隊意識
	A14 謹慎細心

致謝

此係國家海洋研究院112年項下業務費執行之內容，謹致謝忱。

參考文獻

- 財團法人船舶暨海洋產業研發中心，國內造船年度產值-船舶產業，財團法人船舶暨海洋產業研發中心官網(2023).
- 國家海洋研究院，“國家船模實驗室多功能水槽建置計畫”，國家海洋研究院(2022).
- 勞動部，“職能發展及應用推動要點”，勞動部(2024).
- 勞動部勞動力發展署，“職能基準發展與應用推動計畫-職能基準發展指引”，勞動部勞動力發展署(2017).
- 國家海洋研究院，“國家船模實驗室專業人才培育計畫書”，國家海洋研究院(2023).
- 陳政宏，“國艦國造需要怎樣的國家級船模實驗室？(二)船模實驗室種類與現況”，ETtoday雲論專欄(2021).
- 國家海洋研究院，“船模試驗中心籌建規劃委託專業服務案成果報告”，國家海洋研究院(2020).
- International Towing Tank Conference, “ITTC - Recommended Procedure and Guidelines: Ship Models,” International Towing Tank Conference 7.5-01-01-01 pp.1-9 (2017).

DEVELOPMENT OF THE COMPETENCY UNIT FOR SHIP MODEL PERFORMANCE EXPERIMENTS

Pei-Chi Chang Shih-Chang Lin* Fu-Man Hsieh***

* Planning and Training Center, National Academy of Marine Research

** Department of Business Administration, Wenzao Ursuline University of Languages

Keywords: competency, ship model, motion performance tests

ABSTRACT

In order to strengthen the independence and self-reliance of the domestic shipbuilding industry, advance the shipbuilding sector in alignment with policy of Indigenous ship design and building, and develop technology for ship model testing, the National Academy of Marine Research (NAMR) has constructed the National Ship Model Testing Laboratory (NSMTL) and establish the national team for ship model testing. In addition to the hardware construction of NSMTL, qualified professional manpower is also crucial in determining the quality of ship model testing and the stable operation of the laboratory. To ensure the quality of ship model testing and the inheritance of key technologies, the training of ship model testing operators is important and necessary.

This study takes the improvement of ship model testing operators' training as the starting point and intends to discuss the competency of "Ship Model Motion Performance Testing" in ship model testing operations. In the process, the IPO competency development model is adopted, and appropriate competency analysis methods such as secondary data analysis, competency interviews, and expert focus group meetings are utilized. The aims to develop the "Ship Model Motion Performance Testing Competency Unit" and complete the behavioral indicators, as well as the content of competencies including knowledge, skills, and attitudes within the competency unit. The Competency Unit can serve as a basis for designing teaching objectives, developing and conducting courses, and designing assessment methods and tools for learning in the future.