

第十六次初階課程授課紀錄

授課時間	民國 99 年 12 月 29 日 (星期三) 下午 1:15 至 3:05		
授課地點	大仁樓 5 樓階梯教室		
授課師資	顏闡明	紀錄	洪郁淳
上課學生	90 人		
請假學生	4 人		
授課大綱 (至少 60 字,並以 條列方式敘述)	<p>壹、數位化造船系統概述 CAD/CAM(電腦輔助設計與製造)系統有：</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、造船專業 CAD/CAM 系統。 二、船廠自行發展 CAD/CAM 系統。 三、通用 CAD/CAM 系統(機械、航空、汽車、造船、整廠建造等)。 <p>貳、數位化造船系統應用概況</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、造船各專業 CAD/CAM 系統。 二、船廠自行發展 CAD/CAM 系統。 三、通用 CAD/CAM 系統。 <p>參、數位化造船系統何去何從</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、Tribon 系統 2004.5.19 由英國 AVEVA 公司併購後，整合為 Aveva Marine 系統(目前尚未完整)。 二、船廠自行發展 CAD/CAM 系統面臨資料庫與圖形處理的轉型。 三、通用 CAD/CAM 系統主要應用於造船與造艦工業，或是提供界面與造船專用 CAD/CAM 系統互通資料。 <p>肆、數位化造船系統未來發展</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、船廠自行發展 CAD/CAM 系統危機。 二、造船專業化系統持續發展。 三、造船通用化系統持續發展。 四、中國大陸自行發展局部應用。 五、目前沒有一個真正整合的系統在使用！ <p>伍、結語</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、山不在高，有仙則名；水不在深，有龍則靈。 二、造船專業 CAD/CAM 系統除 Aveva、Foran、Nupas 外，其餘系統屢遭併購。(市場太小，欲大不易。) 三、船廠自行發展 CAD/CAM 系統維護上均出現困難(資料庫、圖形處理等)。 四、通用 CAD/CAM 系統船廠應用受限。 		

內容目錄

一、 演講海報-----	<u>第 3 頁</u>
二、 師資簡介-----	<u>第 4 頁</u>
三、 演講簡報-----	<u>第 5 頁</u>
四、 課程照片-----	<u>第 14 頁</u>
五、 演講內容-----	<u>第 15 頁</u>
一、 演講海報	



敬邀您參加

教育部補助大學校院培育海洋科技實務人才計畫
初階實務課程 - 船廠經營管理

數位化造船應用與發展

顏闔明

台灣國際造船股份有限公司工程師

99年12月29日
下午 1:15 至 3:05
大仁樓 5樓階梯教室

國立高雄海洋科技大學培育海洋科技實務人才計畫團隊 敬邀



二、師資簡介

中文姓名	顏闡明	公司電話	07-8010111#2885	
E-mail	081710@csbcnet.com.tw			
主要學歷				
畢業學校	國別	主修學門系所	學位	起迄年月
麻省理工學院	美國	海洋工程研究所	碩士班研究	78.6~79.6
國立成功大學	台灣	造船工程學系	學士	62.9~66.6
現職及與專長相關之經歷（由最近工作經驗依序往前追溯）				
公司名稱	部門	職稱	起迄年月	
台灣國際造船股份有限公司	企劃處企劃研發課	十二等工程師	91.1~現在	
台灣國際造船股份有限公司	設計處電腦輔助設計課	課長	80.5~90.12	
台灣國際造船股份有限公司	設計處電腦輔助設計課	工程師	73.6~80.4	
台灣國際造船股份有限公司	資訊處工程資訊課	工程師	69.11~73.5	
台灣機械股份有限公司	船舶廠設計課	工程師	66.9~69.11	
本計畫中負責項目				
<p>初階實務演講課程：</p> <p>主題：數位化造船應用與發展</p> <p>日期：99年12月29日</p> <p>時間：下午1:15至3:05</p> <p>地點：大仁樓5樓階梯教室</p>				

三、演講簡報

 <h2 style="text-align: center;">數位化造船應用與發展</h2> <p style="text-align: center;">顏閔明 2010年12月29日</p>	<h2 style="text-align: center;">數位化造船應用與發展</h2> <p>壹、數位化造船系統概述 貳、數位化造船系統應用概況 參、數位化造船系統何去何從 肆、數位化造船系統未來發展 伍、結語</p>
<p style="text-align: center;">整體數位化造船流程圖 來源：瑞典Tribon Solutions公司</p> 	<h2 style="text-align: center;">壹、數位化造船系統概述</h2> <p>CAD/CAM(電腦輔助設計與製造)系統有：</p> <ul style="list-style-type: none"> 一、造船專業CAD/CAM系統。 二、船廠自行發展CAD/CAM系統。 三、通用CAD/CAM系統(機械、航空、汽車、造船、整廠建造等)。
<h2 style="text-align: center;">一、造船專業CAD/CAM系統</h2> <p>現有造船專業CAD/CAM系統如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> (一)、英國AVEVA Marine系統 (二)、西班牙SENER Foran系統 (三)、荷蘭Nupas / 芬蘭Cadmatic系統 (四)、其他 	<p>(一)、英國AVEVA Marine系統</p> <p>Aveva Marine系統由PDMS及TRIBON系統整合開發而成</p>
<h2 style="text-align: center;">PDMS系統發展概要</h2> <p style="text-align: right;">資料來源：Aveva公司</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、PDMS是英文(Plant Design Management System)的縮寫。 2、1970年代由英國國家CAD中心主導發展，1983年該公司在國家政策下民營化。 3、2000年時CAD中心改名為AVEVA公司。 4、2004年5月19日，AVEVA公司以20,277千英鎊併購瑞典Tribon Solutions公司，計畫結合Tribon系統踏入造船工業應用的領域，新系統Aveva Marine已在2010年推出，但使用者因功能尚不全及費用過高而稀少。 	<h2 style="text-align: center;">初期Tribon與PDMS系統資料傳遞圖</h2> <p style="text-align: right;">來源：Aveva公司</p>  <p>Exchange of geometry to support: Clash detection Drawing production Visualisation (in Review)</p>

<p>Aveva Marine系統2010年正式推出 來源：Aveva公司</p> <p>AVEVA Marine is the culmination of AVEVA's largest single development program, fusing best-in-class shipbuilding and plant engineering software into an unrivalled solution for the design and construction of every type of ship and floating structure.</p> <p>新增使用者：三井工程與造船(Mitsui Engineering and Shipbuilding), 名村造船(Namura Shipbuilding)。</p>	<p>Tribon船體系統應用流程圖 來源：KCS公司</p>  <p>Standards → Hull form → Modelling → Automatic parts generation → Production information</p>
<p>Tribon船體系統3D建模例 來源：KCS公司</p> 	<p>彎製外板的模台(Jig)照片 (來源：Design for production, 1998.12.15)</p> 
<p>Tribon系統船段組合過程示意圖 (來源：台船)</p>  <p>Manufacture → Sub-assembly → Unit assembly → Paint hull → Blocking → Erect of ship</p>	<p>(二)、西班牙SENER Foran系統</p>
<p>FORAN系統發展過程</p> <p>一、1956年，西班牙畢爾包(Bilbao)Sener設計公司成立，從事船舶設計等工作，發展出一套造船CAD系統。</p> <p>二、1963年Foran(意即船型解析之意)系統推出。1965年發展船型與船體設計模組、1969年NC語言模組、1970年資料庫系統、1980年將系統移轉至迷你級電腦、1984年艙裝設計模組、1986年開發區域網路LAN應用、1987年的艙裝設計模組、1990年建立曲面與實體模型，以及2000年走向Oracle資料庫管理系統(DBMS)應用。</p> <p>三、今日Foran 60系統已廣為造船業界應用，其使用規模僅次於Tribon系統，尤其是在Tribon系統被併購後，其使用者增加許多。</p>	<p>造船專業Foran系統概要 來源：Sener公司</p>  <p>Forms & Architecture, Hull Structure, Outfitting, Electrical, Accommodation, Product Data Management</p> <p>Conceptual Design, Contractual Design, Basic Design, Detail Design, Fabrication & Assembly</p> <p>資料庫·3D模型</p>

<h3 style="text-align: center;">造船專業Foran系統特色</h3> <ul style="list-style-type: none"> ■ Shipbuilding CAD/CAM/CIM ■ Full-Ship 3D Model in Oracle Database ■ New Object-Oriented Kernel ■ High Quality Modeling & Visualization ■ Windows Platform ■ Built-in PLM Solution ■ Distributed & Concurrent Engineering ■ Automated & Robotic Production ■ Integrated Development Environment ■ Connectivity <p style="text-align: right;">來源：Sener公司</p>	<h3 style="text-align: center;">目前Foran系統使用概況</h3> <p>一、Foran使用單位：103個。</p> <p>(一)、造船廠；(二)、設計公司(三)、船級協會；(四)、研究機構；(五)、大學。</p> <p>二、使用國家：22個</p> <p>Argentina, Brazil, Bulgaria, Canada, Chile, Croatia, Finland, Germany, India, Iran, Italy, Japan, Malaysia, Norway, Poland, Romania, Russia, Singapore, Spain, UK, Ukraine, USA.</p> <p style="text-align: right;">資料來源：Sener公司</p>
<h3 style="text-align: center;">Foran系統基本設計模組架構</h3> <p style="text-align: right;">來源：Sener公司</p>	<h3 style="text-align: center;">Foran系統船體模組架構</h3> <p style="text-align: right;">來源：Sener公司</p>
<h3 style="text-align: center;">(三)、荷蘭Nupas /芬蘭Cadmatic系統</h3>	<h3 style="text-align: center;">荷蘭Nupas、芬蘭Cadmatic系統發展過程</h3> <p>一、荷蘭NCG(Numeriek Centrum Groningen)公司，1983年發展Nupas船體系統(以Schiffko系統為基礎)；再與芬蘭Cadmatic公司艙裝系統合作，發展造船專業的Nupas-Cadmatic系統。</p> <p>二、除荷蘭及德國等船廠使用外，國內有慶富造船廠引進。</p>
<p style="text-align: center;">NUPAS-Cadmatic 船體設計 (來源：Nupas Cadmatic 公司)</p>	<p style="text-align: center;">NUPAS-Cadmatic船舶設計與生產系統 (來源：Nupas Cadmatic公司)</p>

二、船廠自行發展CAD/CAM系統

船廠自行發展CAD/CAM系統如下：

- (一)、日本環球造船HICADEC系統
- (二)、日本IHI聯合造船AJISAI系統
- (三)、日本三菱重工MATES系統
- (四)、其他(NAPA、船級協會應用軟體)

(一)、日本環球造船 HICADEC系統

環球造船(Universal Shipbuilding)

由日立造船工程(Hitachi Shipbuilding Engineering Corp.)的有明(Ariake)造船廠(主力船廠)。
及日本鋼管(NKK)：津(Tsu)造船廠(主力船廠)、舞鶴(Maizuru)造船廠組成。

來源：環球造船



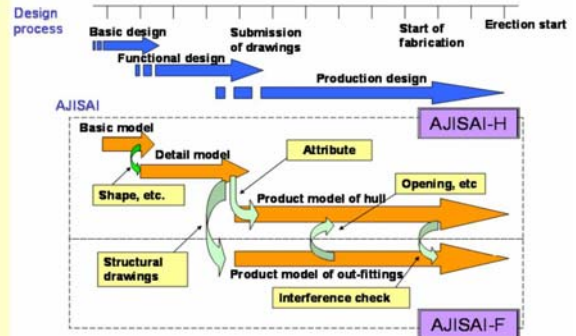
環球Hicadec系統

來源：環球造船

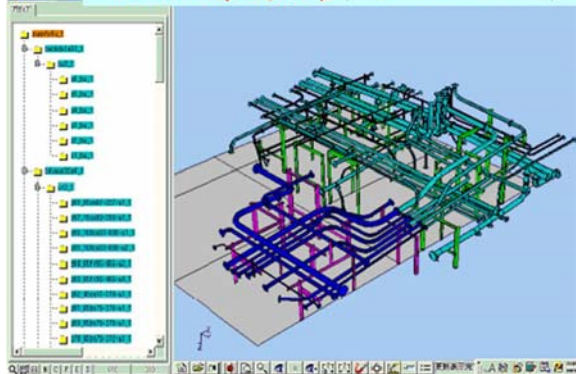
(二)、日本IHI聯合造船 AJISAI系統

日本IHI自行發展AJISAI系統架構

(來源：日本IHI聯合造船)

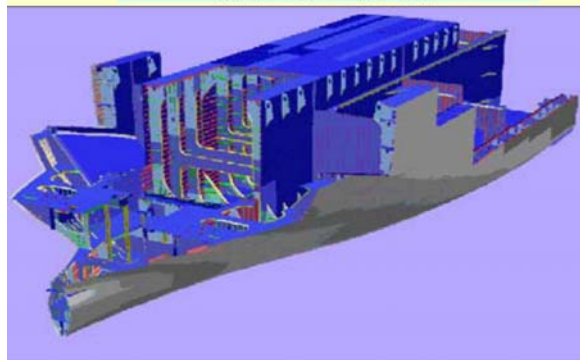


AJISAI系統配管(來源：日本IHI聯合造船)



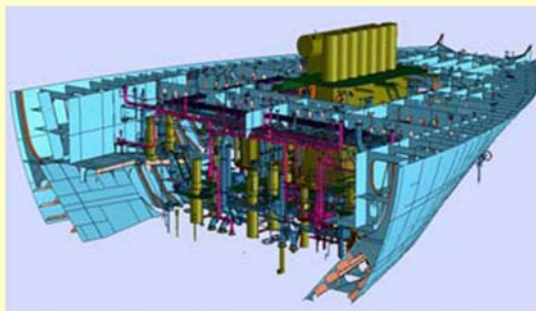
AJISAI系統應用於船體建模

(來源：日本IHI聯合造船)



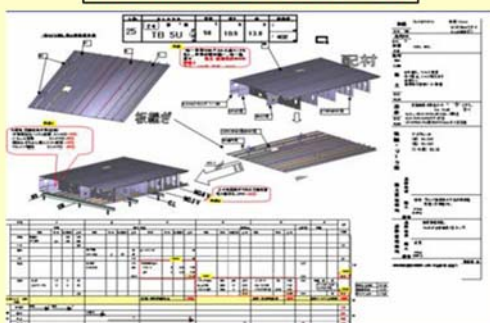
(三)、日本三菱重工MATES系統

MATES系統應用於3維造船生產模型



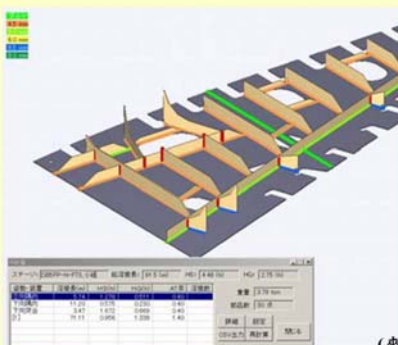
(來源：MHI)

MATES系統應用於船體生產



(來源：MHI)

MATES系統應用於船體生產



(來源：MHI)

(四)、其他(NAPA、船級協會應用軟體)

三、通用CAD/CAM系統

市場通用CAD/CAM系統如下：
(一)、美國鷹圖(Intergaph)公司 Intelliship/ISDP/GSCAD系統
(二)、法國達索/美國IBM公司Catia系統
(三)、美國參數公司(PTC) Cadds系統
(四)、其他(ARL、AUTOCAD等)

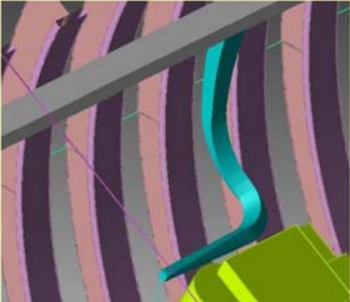
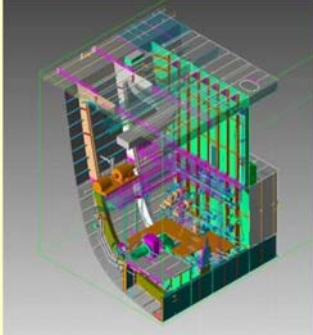
(一)、美國鷹圖(Intergaph)公司Intelliship/ISDP/GSCAD系統。

美國鷹圖公司IntelliShip與ISDP(Integrated Ship Design and Production)造船CAD系統有什麼差異？

1、IntelliShip為鷹圖公司先進的Intergaph Process, Power & Offshore所發展出的應用軟體。
2、ISDP為鷹圖公司專門為美國與其他國家造船所提供的電腦軟體，商船應用較少。(1991年鷹圖公司獲得美國NAVSEA CAD-2計畫所發展出的造船CAD軟體。)

<p>GSCAD/Intelliship系統發展概況</p> <p>1、GSCAD(Global Shipbuilding CAD)系統由美國鷹圖(Intergraph)公司與韓國三星(Samsung)造船、丹麥歐登塞(Odense)、日立環球(universal)造船等聯合開發的造船CAD系統。</p> <p>2、美國鷹圖公司與GRAD(Global Research and Development)公司提供CAD技術，結合SmartPlant 3D等該公司軟體與其他造船廠提供造船技術共同發展，命名為Intelliship系統。</p>	<p>IntelliShip在造船的應用</p> <p>1、IntelliShip 提供造船全套解決方案，包括設計和建造船舶所需的所有功能。</p> <p>2、IntelliShip 提供生命周期管理能力。</p> <p>3、IntelliShip由鷹圖公司SmartPlant 3D不同的模組組成：SmartPlant Instrumentation、SmartPlant Electrical、SmartPlant P&ID、SmartPlant Foundation等。</p>
<p>IntelliShip在造船的使用者</p> <p>1、大連福凱船舶設計公司(DF-Marine)使用 (由瑞典FKAB船舶設計公司、大連船舶工程技術研究中心、福建省船舶工業集團公司合資組成)。</p> <p>2、與日本日立環球造船合作，該船廠已發展HICADEDC造船專業CAD系統。</p>	<p>IntelliShip應用於FPSO建模(船體與管路)使用例 來源：鷹圖公司(Intergraph)</p> 
<p>(二)、法國達索/美國IBM公司 Catia系統</p>	<p>PLM Platform from Dassault Systemes</p> <p>PLM : Product Lifecycle Management</p> <p>CATIA – 3D Design for collaborative product development</p> <p>DELMIA – For engineering lean manufacturing processes and simulation</p> <p>ENOVIA – 3D digital Mock-up, Collaboration and Virtual Product Modeling</p>
<p>Catia系統發展概要資料來源：IBM公司</p> <p>1、CATIA是英文(Computer Aided Tri-Dimensional Interface Application)縮寫。</p> <p>2、1970年代由法國達索(Dassault)公司發展CATIA系統。</p> <p>3、目前的CATIA V5版本應用於UNIX和Windows兩種電腦平臺。</p> <p>4、現CATIA系統是IBM與達梭公司合作發展，主要應用機械設計、造型設計、產品合成、設備及系統工程、工廠設計、NC製造加工、CAE分析等應用。</p>	<p>Catia V5R11共有十大類，114個模組</p> <p>(一)、Mechanical Design (機械設計) (二)、Shape Design & Styling (造型設計) (三)、Product Synthesis (產品合成) (四)、Equipment and Systems Engineering (設備及系統工程) (五)、Analysis (CAE 分析) (六)、NC Manufacturing (NC製造加工) (七)、Plant (工廠設計) (八)、Infrastructure (基本共用模組) (九)、Web-based Learning (網路基本學習) (十)、CATIA V5 Complementary (輔助軟體)</p>

<p style="text-align: center;">Catia系統在造船主要使用者</p> <p>Yantai Raffles Shipyard Co., Ltd. (CATIA, M1, VPLM, DELMIA) Universal Shipbuilding Corporation (CATIA, VPLM) Will merge IHI Marine United Inc. (CATIA V5) STX Shipbuilding Corporation (M1) Guangzhou Wenchong Shipyard Co., Ltd. (CATIA, VPM, DELMIA)(Surveying M1) Deltamarin Group (CATIA V5) Areva Group (CATIA V5) BYD Group (CATIA V5) Meyer Werft (CATIA V5)</p>	<p style="text-align: center;">Catia系統主要應用船廠</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 美國通用動力(General Dynamics) 電船部(EB)、百世造船(BIW)。 2. 韓國世騰(STX)船廠、日本環球船廠。 2. 德國梅耶造船廠(Meyer Werft)。 3. 芬蘭Deltamarin 集團(裝備、造船等)。 4. 挪威Sevan Marine集團(海上結構物)。 5. 中國廣州文沖造船廠。 6. 中國煙台萊佛士船廠(Yantai Raffles)。 7. 中國上海船舶設計院(SDRC)等。
<p style="text-align: center;">Catia系統在造船主要應用項目</p> <ol style="list-style-type: none"> (1)、船體結構模型的設計與導入。 (2)、各類設備、零件3D實體建模。 (3)、以軟體裝配功能對3D的艙室進行佈置。 (4)、2D系統圖設計及設備、管路3D佈置。 (5)、輸出統計表、加工單、佈置圖、安裝圖。 (6)、利用虛擬的數位化船舶對設計進行評估。 	<p style="text-align: center;">煙臺萊佛士(Raffles)船廠的評論：</p> <p>CATIA系統用於船舶的艙裝3D建模是非常好的，但不能用於船體3D建模。主要原因是船舶的曲面遠比汽車、飛機複雜，且CATIA不能進行曲面的展開與鋼料下料處理。</p> <p>煙臺萊佛士船廠對船體曲面的展開(外板展開)、排板、下料採用Foran、Maxsurf、CAPDS等造船軟體。</p>
 <p style="text-align: center;">煙臺萊佛士船廠應用Catia 資料來源：煙臺萊佛士</p>	<p style="text-align: center;">韓國STX使用達索PLM系統概要 來源：達索PLM系統</p> 
<p>General Dynamics Electric Boat(EB), decides to electronically mock up the entire attack class submarine, improved quality and contributed significantly to a 25 per cent decline in costs compared to the Seawolf class. EB has used its mockups and assembly simulations to allow design/build teams of designers, production workers, lifecycle support personnel and customers to work concurrently on finding the optimum locations for equipment, modular build, test units, and sequence of assembly. Physical mockups have been reduced by 75 percent.</p>	<p>Collaborative work tools have also allowed EB and Northrop Grumman Newport News, which are co-building the submarines, to divide the construction of key modules, avoid duplicating the learning curve and save US taxpayers an estimated \$700 million. NGNN, Northrop Grumman integrated its ERP and CATIA systems, using ENOVIA software as the product data handler in between.</p> <p style="text-align: center;">Source : IBM, 21st century design tool for 21st century ships</p>

<p>(三)、美國參數公司(PTC) Cadds系統</p>	<p>PTC CADDs系統使用於</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 天津新港造船廠使用 2. 台船基隆廠(已更新為TRIBON系統) 3. 其他船廠(現以中國大陸為主)
<p>PTC CADDs系統應用(來源: PTC公司) CADDs系統應用扭曲的風管</p> 	<p>PTC CADDs系統應用(來源: PTC公司) CADDs系統應用船段綜合建模</p> 
<p>(四)、其他(ARL、AUTOCAD等)</p>	<p>貳、數位化造船系統應用概況</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、造船各專業CAD/CAM系統。 二、船廠自行發展CAD/CAM系統。 三、通用CAD/CAM系統。
<p>參、數位化造船系統何去何從</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、Tribon系統2004.5.19由英國AVEVA公司併購後，整合為Aveva Marine系統(目前尚未完整)。 二、船廠自行發展CAD/CAM系統面臨資料庫與圖形處理的轉型。 三、通用CAD/CAM系統主要應用於造船與造艦工業，或是提供界面與造船專用CAD/CAM系統互通資料。 	<p>肆、數位化造船系統未來發展</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、船廠自行發展CAD/CAM系統危機。 二、造船專業化系統持續發展。 三、造船通用化系統持續發展。 四、中國大陸自行發展局部應用。 五、目前沒有一個真正整合的系統在使用！

伍、結語

- 一、山不在高，有仙則名；
水不在深，有龍則靈。
- 二、造船專業CAD/CAM系統除Aveva、Foran、Nupas外，其餘系統屢遭併購。
(市場太小，欲大不易。)
- 三、船廠自行發展CAD/CAM系統維護上均出現困難(資料庫、圖形處理等)。
- 四、通用CAD/CAM系統船廠應用受限。

報告結束
敬請指教

四、授課照片

99 年 12 月 29 日：數位化造船應用與發展	
	
介紹演講者顏闓明資深工程師	演講者顏闓明資深工程師
	
介紹數位化造船應用與發展	與學生分享數位造船系統概述
	
介紹整體數位化造船流程圖	說明 CAE 應用於船舶設計
	
說明 TRIBON 基本設計相關功能	說明 TRIBON 基本設計系統流程

五、演講內容

本週邀請到台船公司顏闡明資深工程師來跟我們介紹數位化的造船應用與發展，我們瞭解現在許多東西都是電腦化，像是 CNC 都是數位化的運用方式，數位化的運用以進行二、三十年，台船在這方面也有許多的進展，今天嚴先生也帶來其他公司的應用情況，讓同學將來進入職場可以更快適應職場。

嚴先生目前服務於台船公司，畢業於成功大學造船系，1989～1990 於 MIT 進修海洋工程研究所，主要進修軍艦與船艦製造，從事造船工作已有 34 年，其中有 20 年的時間在做數位化、電腦化的應用，大部分的時間在從事造船專用軟體的運用，今天演講的內容多為圖片的展示，除此之外，同時分析了造船應用方面的發展與突破，數位化在造船產業的應用上佔了 70%，因此是相當重要的。

數位化造船應用與發展分為：

數位化造船系統概述

數位化造船系統應用概況

數位化造船系統何去何從

數位化造船系統未來發展

造船基本上是連貫的，從與廠商談論需求，進行設計，購買材料、裝備、從事生產的準備，電腦計畫系統，財務會計系統，組裝，試?，交船，以上為簡單的造船流程。

數位化造船系統，在 CAD/CAM 系統區分為：

造船專用的系統

船廠自行的系統

通用系統

關於三種常用系統中，現有造船專業 CAD/CAM 系統如下：

英國 AVEVA Marine：

西班牙的 SENER Foran：

荷蘭 Nupas/芬蘭 Cadmatic 系統：

其他公司的系統

為了使工作可以容易進入系統，以台船公司為例，台船公司應用電腦輔助工程於船舶設計作業不僅僅於設計、生產、製造，並可進行分析、規劃，甚至在早期從事的工作可以做初步構想的準備工作，我們將他分成兩個部分：

船舶基本設計：當船舶要定義時，首先給予線型、定義艙間後，執行穩度計算、操縱性、適航性。在基本設計裡，會從 offset 開始，像線圖表格轉換成 lines、surface、艙間，最後做船體結構生產的應用，在其中有許多的參數可以從母船的參數做變化，結束後可以做計算，計算後可以做修正，此為基本設計的計算模式。在造船上大家都熟悉傳統的船體 Body plane lines、半寬圖、縱剖面圖，現在已使用 3D 立體圖來表示，在早期計算時可以知道相關參數並且做計算，基本設計的計算舉例來說，首先要先做整順程序，在早期是線形的整順，現在是以 surface 整順，因此會有很多的 patch；早年做 lines 整順時，艙艙曲線較大的地方會使用內差法計算，因此會有些誤差，現在以 surface 整順，用 patch 產生出來的內部資料可以從 surface 的資料取得，船體的切線可以避開 Frame 處，且是相當的準確的，精度是相當高的，這就是目前 surface 整順的細節。

此外，造船還有許多的計算，KQ/KT 曲線，推力與扭力曲線、前進係數的關係，這是船舶阻力推進計算，操縱性能測試、舵迴旋能力等等，都可以透過電腦做計算；將 wave 的參數輸入，可以計算適航性能概況，同時可以做最佳化設計，給予基本尺寸、排水量、KM 值，找出 hull point，最後決定速度，找出最佳化的速度及最佳設計；電腦除了可以計算、分析及提供選擇，其他還有其他的應用，如 CFD 可以找出船在附近水域流場的變化、壓力分佈，找出最佳船型；在沒有 CFD 之前會製作船模，執行船舶試驗，此方法既費時又增加成本，有了 CFD 之後，可以考慮壓力分佈，流場分佈關係，可以容易地判斷線圖的好壞。CFD 是船模試驗中非常重要的過程，可以透過 CFD 容易地找出最佳的線圖，最後用船模實驗驗證，過去船模試驗都在國外執行，現在加強與國內造船學術機構合作，例如台船公司的年度合作計畫 RD542 與台大合作船模試驗；螺槳試驗在海大試驗水槽執行，在 CFD 分析後，可以找出螺槳的最佳設計，例如將翼面彎曲，可以增加推進效率，舵多了一個翅膀或是增加一個球形舵擺放在中間，或是在底下設置一個歪曲的舵等等，都是我們與造船學術界的合作與發展。傳統螺槳在尾部是比較平的，特殊螺槳是凹曲的，螺槳上有小的螺槳，稱之為 PBCF (Propeller Boss Cap Fins)，增加一個 Fins 可以回收 2~5% 螺槳的能量，因此可增加螺槳的

推進效率。

氣泡附著在船體上可以降低船體阻力，船在水中行駛最大阻力是水，如果可以利用氣泡將船包覆，在推進時阻力會減少，為了降低與水的接觸，像滑航艇將船體抬高，減少水的接觸，這是利用氣泡附著在船體表面，以此降低阻力，或是在船艏處做了設計的改變，例如 S Bow、劍型船艏、球型艏等等，以上屬於 CAE 在基本設計的應用。

船舶機能設計：在 CAE 最常見的為 mesh，利用網格做船體結構分析，在台船公司已使用全船有限元素分析法，使用 nastran 及 patran 的軟體建立網格執行船體結構分析，其結果可得知船形的變化、船體結構強度及應力分佈狀況。對於應力集中處，由於艙口越來越大，因此在貨櫃艙口及甲板接觸的強度就特別重要。貨櫃船艙口蓋很大，甲板處僅剩 1.5 公尺左右，因此甲板厚度特別的厚，在計算 middle section 時，甲板厚度尺寸越大，能夠將艏、艉上下端結構距離縮短，因為他對 scantling、剖面模數的計算有很大的幫助，因此必須使用相當厚的鋼板，因為甲板小，所以厚度厚，加上結構的加強，像是船體舷側厚板要使用箱型結構或是縱向大樑來增加強度。

在造船上，並非結構分析合格就可以，目前面臨到法規的變化，設計始終趕不上法規的變化，以目前而言，共同結構規範（CSR）對油輪與散裝船的規範，以及以目標型的船舶標準（GBS）等，兩個規範的發展顯示出全世界造船對於強度、安全的要求越來越高，因此現在許多的法規針對這方面做了修正，使得船廠必須標準化，例如：將工業界的應用，加上法規要求，再加上 IMO 國際海事組織的修正，變成 GBS，最後成為 GOAIS，這也是從 tier 5、4、3、2、1 最後到 0，tier0 指的是安全且有效率的航運，此為船廠所需面臨的問題。

CAE 為計算、分析，CAD/CAM 為設計生產，是實際生產的部分，生產有許多施工標準、船型，然後將他自動分割、切塊、排版，在直接割切、生產、組合，台船公司利用 Tribon 船體系統的應用與發展中，必須將骨材尺寸、大小定義好，肋骨、結構開孔、貫穿件、Bracket、加強材等等，這是完整的電腦產品。第一步要從 lines 做一個整順，第二步要做成生產的船形，前文所題的為船舶結構及性能的計算，生產與計算的不同在於生產要做到 3 維的視野，並且轉到立體的角度，再做整順的作業，當船體線圖有被修正，立體圖也會跟著修正。而後產生曲面船型，緊接著做焊道的佈置，焊道的佈置也是就是船段的分割，這是依據生產條件所定義的，完成後將他切面，將每個剖面分出來之後就可得知橫剖面的樣式，再開始做細部大肋骨及小肋骨的骨材分佈，完成後有個重點

要特別注意，船是用船段去生產，那該如何定義船段？基本上只有定義一次，將我們所需的船段給予切割定義後，系統將會自動切割成為我們所要的結構資料，如此一來可以節省許多的功夫。加強材、骨材、貫穿材等等的生產資訊都可以在 tribon 中執行，而我們所做的骨材、開孔、構建尺寸都必須符合規定，而這些參數都會定義在資料庫中提供使用者選擇。在使用操作上以選單方式做選擇，這些是由很多人建立的標準，在設計時就將這些標準輸入到裡頭，使其可達到生產所需要的資料。

生產所需的資料如何得知？開槽的形式，不同的形式有不同的符號，符號會在圖上標是清楚，電腦不會自動產生，因此我們要將他定義清楚。舉例來說，K、P、V 類的 Bracket 就有分很多種，有面板的、無面板的、彎曲的、直板、有加上加強材的等等。最後利用這些規範去把他建立起來，包括船段裡的結構骨材，在設計途中，包含電焊符號，鋼板寬度約為 1.5~1.8 米，因此船體結構是要經過焊接的。任何一個工作都是群體在做，將很多的段面組合後，最後組成船的船段，然後區分為機艙船段、甲板船段等等，再加上艙口船段後約有兩萬多個構件，將他組成全船的船，包括他的上構、推進系統等等，這樣的 model 本身所存在的船體結構有兩萬多種，在下料的時候將每一個船體結構生產，最後組合起來就成為一艘船，這是需要非常多的人共同完成的。

廠家提供一個彎板，基隆廠依據高度做了一個漸透線建立一個標準，高雄廠也做了一個標準，以同一條線做了不同的 Frame 的位置，只要將他對正成直線，每一個彎板就可達到標準，就可將曲板放在模台上，最後將船體構件排版後就可直接切割。過去傳統是垂直割切，現在考慮電焊開槽，因此是斜的切割，此可將電焊的角切出來，最後將小構件組成中型構件，在做大構件變成一個船段，最後在吊到船塢組成船體。

小組合工作圖可以看到這是有開槽的，接的是加強材的位置，相對來說要尺寸、方向，構件一與構件二送組合先行接板，再回骨材組立，這是施工指示圖，告訴你該如何組合。電焊工作圖中指示，哪一部分的電焊該如何焊，角度大小為何、電焊量的大小。塗裝工作圖又稱塗裝貼佈圖，告訴你該如何施工。以上為 model 完成後，取 model 出來加上標示、說明圖、安裝、組合、電焊等等，並且可以很快的做出電腦計算分析結果。現在系統不斷得在改善，將施工的放樣提前到機能圖完後就開始，在以前要施工圖完成後才可以放樣。現在我們也提到很多 AUTO CAD、Outfitting 等等的發展，TID 為基本設計，現在的架構走向 Vantage Marine 系統的發展。

今天的內容中第一部份為船體生產，第二部分為艙裝生產。船體是船體，艙裝是艙裝，這是過去的觀念，在以後船體與艙裝會整合成同一個系統。現在艙裝使用 PDMS 系統，PDMS 指的是 Plant Design Management System，屬於工廠設計的系統，AVEVA 公司是 PDMS 系統公司後來將 tribon 買下來，現在的 AVEVA Marine 是新的整合系統，因為這是剛剛推出的，所以目前使用不多，PDMS 是管路系統，沒有船體的資料，船體資料當初構想由 AUTO CAD 轉化，之所以不用 tribon 是因為當時資料還沒建立，所以沒有資料可使用，當管路建完，船體資料才建好，所以早期是用 3D 的 AUTOCAD 轉換資料，AUTOCAD 做完後建立成立體圖，可以轉換成兩種資料，一為用 tribon 的模型轉成 PDMS，這是屬於比較少的。二為 AUTOCAD 轉成 PDMS 的建模，tribon 建模時有船體生產資料，PDMS 屬於畫圖資料，沒有生產的資訊，只有參考圖。先看參考圖，這是很大略的，將 AUTOCAD 轉換的圖加上平板、尺寸，變成立體的圖，在圖上做管路、通風管路等等，做完後在放到機艙搭配在一起，或是在艙部地方加上艙軸、機艙佈置與結構，結構由 PDMS 建立，是由 AUTOCAD 轉換的，現在有一個介面軟體可以將 tribon 直接轉換成 PDMS。機艙的管路是相當多的，平均一艘船的機艙管路有六千支，由此可見機艙有相當多的材料、管路、通風及主機、推進軸等設備。為什麼要這樣做是因為電腦在作業時，不只是實體圖，最重要是可以檢查是否會碰撞、管路有沒有漏掉，或是施工時開關閥好不好開，以及管子在做時管工廠可以自動連線，就是說東西做完後，他的碰撞、干擾等問題都可以做修正，實際上施工時的修改率只有 1%~3%，如果不透過電腦模擬，修改率至少達 30%，因此電腦作業可以減少錯誤、減少翻工、減少碰撞等問題的產生，這就是在做管路最重要的關鍵，是在做的一切整合規劃。

AVEVA Marine 推出後，許多船廠也漸漸的在使用，這是第二套艙裝系統，前面所說的 CAE、船體、艙裝，再提供大家另一套軟體。實際上台船公司在引進時，同時引進了兩套艙裝軟體，分別為 PDMS 與 Tribon Outfitting，在實際上也都應用過，最後二選一，原本要用 Tribon 去整合的系統，後來因為政策的改變，於是將 Tribon 與 PDMS 做整合，發展的情況就這樣過來了。

系統圖為概念圖，是沒有尺寸、位置的觀念，只是想將系統圖劃在紙上的概念，看的越清楚越好，複雜就放大，簡單就縮小。佈置圖是 1:1 的佈置，將來施工的尺寸及位置都與佈置圖一樣。AVEVA 將 Tribon、PDMS 結合後，將 Tribon Outfitting 放棄，用 PDMS 來替代管路的佈置。

看了高雄船體艙裝及設計系統，緊接著來看基隆，台船公司在基隆

也做了一部份，基隆廠早期跟高雄不一樣 CAD，是用另外一套系統，後來基隆慢慢放棄舊的 CAD 系統，使用高雄的系統，所有的結構都是施工、生產用的資料。

除了基隆船廠外，中信與台船公司是互相協助的，中信 tribon 軟體是由台船公司幫忙協助訓練、建立起來的，國內船廠 CAD 資訊整合也慢慢建立起來，中信造船使用 tribon 在做，機艙的部分用 tribon outfitting 軟體建模，利用動態模擬，可將圖放大、旋轉。利用電腦船體模型可以隨著不同角度觀察，這是中信船廠在建船體 model 的概況等等。現在造船是數位化，做分析數位化，在船模之前的各種計算為數位化，作圖也是數位化，資料管理、生產也是數位化，漸漸地人工化會縮小範圍，因此將來面臨的問題是數位化的觀念相當的重要。

除了國內的系統外，國外的系統又是如何做的？西班牙 Foran 系統，是 3D 資料庫，有艙裝、船體、電路、住艙各種計算，從概念設計、合約設計、基本設計、艙部設計、施工設計概括的軟體，屬於造船專業系統，有相當多的國在在使用，是 3D 的系統，從建立線圖後開始出圖、生產，出圖完後可以做圖形的處理，還可以做細部結構的展示，完成後可以配管、割切，割切是由電腦在執行，還可以做細部模型的建立，例如舵桿、舵柱、艙軸孔等結構構件，艙裝包括各種樓梯、底座等等接可以建立，最後將船體結構與管路佈置、機艙佈置的配管及風管的佈置、管支撐上的螺栓等細部結構，也都可以在這套軟體中建立，出圖時可以告知管支撐如何進行施工。以上為 Foran 系統的應用概況。

Catia 系統，不只在造船中使用，包括火車、航空、汽車等各種模型都可以建模。Catia、Delmia、Enovia 中，台船公司曾經想購買 Delmia、Enovia，稱為 PLM (Product Lifecycle Management)，將 tribon 建立的模型直接送到 Catia 系統的 PLM 後就可以將船體形狀建立出來。Catia 應用的軟體很多，應用的船廠相當的多，Raffles 對於 Catia 的評論為，「Catia 系統用於船舶的艙裝 3D 建模是非常好的，但不能用於船體 3D 建模，主要原因是船舶的曲面遠比汽車、飛機複雜，且 Catia 不能進行曲面展開與鋼料的下料處理。」雖然可以做很漂亮的模型，但不能做生產，Tribon、Foran 可以做船體的生產，因為他們是造船專用軟體，所以造船專用軟體與通用軟體差異在這裡。由於 Catia 在曲板展開的功能上就不夠，因此必須利用其他的系統來替代。

造船船體的東西與其他結構物不一樣，如果兩塊長 10 公尺的板相接，理論應為 20 公尺長，但是因為焊接過程會收縮、變形，因此在設計時會將收縮係數加入，施工時所用的板子常會較長，焊接後即為 20

公尺。在造船專用軟體可以做的到，但是在通用軟體無相關係數，因此無法達到。板子的彎板在造船專用軟體彎板後可以符合設計尺寸，通用軟體在彎板的計算上會與設計實際尺寸不符，造船專用軟體與通用軟體是不一樣的，通用軟體沒有辦法用在船體外板的製作，專用軟體有加上造船施工上每一個細節，舉例來說，彎管角度需為 180 度，但是實際施工時彎管角度大於 180 度，這是因為管子彎曲後有彈性，放開後就會恢復到所需角度，這也是專用軟體與通用軟體的差異。Catia 可以做機艙建模，也可透過 tribon 建模透過 PLM 轉成圖形，有管路、裝備、通道、電纜道等等，透過 PLM 的架構可以建立整艘船的個別的構件，所以造船不是非要使用 Catia 才可以做到，使用 tribon 也可以達到同樣等級。

Seawolf 是美國最先進海狼級的潛艦，如果用這部分去做可以降低 25%，如果做建立模型時可以減少另外 75% 的成本費用，這是 tribon 做不到的，tribon 純粹做商船的考量，而非潛艦。Catia 有模擬的功能，因此在潛艦的施工上較沒有問題。

Csdds 系統，在基隆廠常用以前 CV 系統，後來因為失敗，所以現在改用 tribon。Csdds 可以建船形及管路通風系統，可是在造船上非常的失敗，因為他的使用者少，又屬於通用系統，因此在造船界較少見，因此 PTC CADDs 在造船上是很失敗的軟體。另外還有一個大宗的軟體稱為 Intergraph，造船使用的稱為 Intelliship/ISDP，在造船有大連福凱船舶設計公司及日本日曆環球造船合作，發展 HICAEDC 的系統跟他結合，同樣可以建立管路、船體等資料。CAD 的轉換可以透過 Csdds 系統轉換至 tribon 等各種系統。目前是上最大的貨櫃輪是透過 tribon 作業轉換成 cadds 系統中作業。

Nupas-Cadmatic 系統是一半造船，一半 plane design 的系統，是荷?NCG(Numeriek Centrum Groningen)公司發展的 Nupas 船體系統(以 Schiffko 系統為基礎)，與芬?Cadmatic 公司艙裝系統，兩家公司的合併，除荷?及德國等船廠使用外，國內有慶富造船廠引進，船體結構作業為 Nupas 的系統，配上管路 Cadmatic 系統。在日本是自己發展軟體為主，其中 MATES 系統為日本三菱船廠自己發展，可以應用在造船及管路上，並且可以做施工模擬，甚至可以執行生產管理等等，系統中包括量測系統，可以做定位的工作。日本 IHI 是 AJISAI 系統，是從基本設計到船體結構、管路系統的應用、機艙結構等等，也可以執行動態模擬。

大宇船廠使用 tribon 系統後發現功能不夠，於是自行開發 DACOS，大宇自動化系統，將 tribon 的資料放置資料庫，而後分到各個生產系統，他自己開發生產的應用，包括各種圖與生產系統、材料表，此為管

理系統的應用。另外還有材料資料庫、圖形資料庫等應用，主要以 tribon 資料庫來做管理的系統應用。

以上為在造船專業軟體的應用情況，及船廠自行發展系統的應用，另外還有通用軟體系統的應用，這些系統的應用狀況在最後給予總結：

船廠發展的系統相當的多，可是沒有明天，幾乎每個船廠發展的軟體都停擺，這是因為船廠發展軟體要投入相當多的人力及時間。

通用的軟體在造船業界中有 50% 不合適，因為通用軟體適合在通用功能上，專業的功能在通用軟體中不具備，或者專業軟體做完後轉到通用軟體做圖形、管理、模擬的作業。通用軟體的優點為功能廣、範圍大、可應用在細節處。

以上為專用軟體與通用軟體發展的結論，tribon 軟體的結果為結合 tribon 軟體與 PDMS 的管路，tribon 船體是造船的系統，PDMS 是陸上工程系統，假使兩個軟體的結合即是災難的開始，當兩個很好的軟體相加在一起，就是災難，因為兩個各自執行速度會很快的軟體，當他們要跨領域的結合時，會導致執行速度變的非常的慢，因此目前沒有船廠會使用這樣的系統，目前的整合系統指的是兩個不同的系統整合在一起，但是沒有辦法處理速度的問題。未來的系統長怎樣？是否有新的結果？這都是我們無從得知的，但是使用者的作業上是給予指令之後馬上就有回應，這才是真正可以提供給 user 使用的系統。