



港灣報導季刊

第 82 期

交通部運輸研究所
中華民國98年2月





港 灣 報 導 第 82 期

刊期頻率：季刊

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：台北市 105 敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw

電 話：(02)23496789

總 編 輯：黃德治

編輯委員：邱永芳、李豐博、林昭坤、朱金元、何良勝、簡仲璟、
蘇青和、單誠基、馬維倫

出版年月：每年二、六、十月

創刊年月：中華民國七十七年二月一日

定 價：100元

本次出刊：300冊

印 刷 者：承亞興企業有限公司

GPN：2007700020

ISSN：1019-2603



目 錄

一、審時度勢以維臺灣貨櫃港口發展……………1

戴輝煌 國立高雄海洋科技大學航運管理系所 副教授兼主任

二、淺談水深測量誤差…………… 16

謝東發 內政部國土測繪中心測量員

李佩珊 內政部國土測繪中心測量員

三、臺灣港灣地區防救災體系之探討…………… 23

黃敏郎 成大研究發展基金會組長

紀雲曜 長榮大學土地管理與開發學系 副教授

謝明志 交通部運輸研究所港灣技術研究中心 研究員

曾文傑 交通部運輸研究所港灣技術研究中心 助研員

葉永信 國立成功大學防災研究中心 研究助理

四、台灣港區大氣能見度特性探討—基隆、台中、高雄… 31

溫志中 弘光科技大學環境工程系 助理教授

蔡立宏 交通部運輸研究所港灣技術研究中心 研究員

楊尚威 弘光科技大學環境工程系 研究生





審時度勢以維臺灣貨櫃港口發展

戴輝煌 國立高雄海洋科技大學航運管理系所 副教授兼主任

我國自1970年代初期藉由國際貿易開始創匯迄今，貨櫃運輸即肩負著國際貿易主要的運輸活動。然而隨著臺灣鄰近區域經濟情勢快速增長，特別是中國大陸成為世界工廠與市場所伴隨而來的航運與港口產業的急遽發展，相對於我國國際貿易發展情勢目前已趨於極端成熟期，臺灣港口不再擁有大量的直接進出口且可創匯的貨源，致使最具吸引航商的「貨源因素」無法再行突顯(戴輝煌、黃承傳，2008)。此外，海峽兩岸在過去近廿年以來的海運間接通航模式，使得臺灣的港口與航運發展受限頗深，加上緣於1997年香港回歸中國而其沿海港口尚未快速擴展初期，臺灣因考量諸多政治與安全因素，也並未藉97此一重大契機進行兩岸直接通航，以致無

法接收中國沿岸大量進出口貨源而形成的轉運樞源，坐失了臺灣港口諸多的可能發展機緣。上述種種時空與政策因素的延宕，造成了目前臺灣地區貨櫃運輸產業與港口，面臨了發展的瓶頸。

最近交通部運研所(2008)即以臺灣地區港埠未來的發展方向，進行因應策略之研擬，其認為未來臺灣港口應以持續「強化海運樞紐地位」，做為主要的發展方向，並列示出如表1所示之9項未來的因應策略，其中與兩岸直接通航等放寬管制措施有直接關係者即占4項，其他項目則與提升航港產業自由度之策略有直接的關係，也直接地顯示出臺灣對於對外貿易的國際海運航線發展上，不應再有航行區域受限且應儘速放寬管制的急迫性。

表1 臺灣貨櫃港埠發展方向與因應策略

發展方向	因應策略
強化海運樞紐地位 (持續強化貨櫃港、物流港之功能)	1.碼頭深水化，以因應貨櫃船舶大型化。
	2.鼓勵貨櫃碼頭合併經營，以利提高貨櫃碼頭之營運效率。
	3.擴大華北/華中腹地，以增加歐洲航線轉運機會。
	4.擴大華南腹地，以增加越太平洋航線轉運機會。
	5.引進大陸航商在台租賃貨櫃碼頭，以增加轉運櫃量。
	6.鼓勵跨國性廠商(含台商)在台設置亞太集貨/發貨中心。
	7.提供物流作業空間，以利吸引業者進駐積極發展國際物流業務。
	8.提昇物流作業之自由度(如關務、資訊等)，以利業者提供多樣式物流服務。
	9.積極推動政企分離之體制，以提昇經營單位之彈性與效率。

資料來源：交通部運輸研究所(2008)。





臺灣海峽兩岸政治實體透過民間協會多年並多次進行商議後，終於能夠在2008年11月初達成臺灣海峽兩岸海運直航措施的具體協議，更在2008年12月15日分別公告實施「臺灣地區與大陸地區海運直航許可管理辦法」（臺灣）；以及「臺灣海峽兩岸間海上直航實施事項公告全文」與「兩岸直航船舶監督管理暫行辦法」（中國大陸）。然而，值此直航譜寫歷史新

頁之時，眾航商在兩岸間迎風啟航後，再考量其間的「貨源因素」，則我國航港產業發展是否依舊能夠隨著眾輪齊鳴以繼之，誠為可慮。

本文以下將述明東亞與兩岸間最新的航運情勢，並檢視未來我國將如何透過現勢之通航新契機，審時度勢地提出一些具體策略方向，以維臺灣貨櫃港口永續發展。

一、東亞航港營運情勢

全球三大貨櫃貿易主航線(Trunk-routes)為遠東/歐洲(Far East/ Europe; F/E)、越太平洋(Trans-Pacific; T/P)及越大西洋(Trans-Atlantic; T/A)，此間係目前海運運輸最繁忙的地區(戴輝煌、黃承傳，2007)。UNCTAD(2009)亦分析出亞洲地區貨櫃吞吐量即佔了全球貿易出口額度的五成，其中東亞地區，係指北由日、韓、中國大陸、臺灣，再南迄至東協各國等區域，目前更是T/P與F/E的交界區與吸引全球貨櫃航商配置船隊的最大貨源區域。

若另以個別航線分析之，表2為2007年全球主要貨櫃航線的船舶運能投入與配置數目統計表，在近洋航線(Regional routes)部分，目前東亞各地到東北亞(含括中國大陸華北與東北、

日本與韓國等貨櫃港口)；以及到東南亞(含括中國大陸華南、東協各國如越南、新加坡、菲律賓、馬來西亞、印尼等國之港口)的近洋航線，個別的運能配置全球排名，分居第1/2名，加總合計運能可達520萬TEU以上，這些近洋航線除了載運東亞地區各國間的進出口貨載之外，並肩負著「集貨航線」的功能(Feeder services)，這也是貨櫃航商在任何地區配置主航線時的重要考量之一。若以遠洋主航線觀之：東亞與歐洲、地中海(F/E)及北美西岸間(T/P)的個別運能配置全球排名，則分居第3~5名，加總合計運能可達560萬TEU以上。顯見本區域除了是全球最大貨源區域之外，更是航商投入運能的營運焦點。



表2 全球主要貨櫃航線之船舶運能投入配置數目(2007年)

航線名稱*	船舶艘數	運能(TEU數)	排名	遠近洋別
東亞-東南亞	830	2,950,390	1	近洋航線
東亞-東北亞	855	2,711,031	2	近洋航線
東北亞-東南亞	281	837,142	10	近洋航線
東南亞沿海航線	194	138,606	18	近洋航線
東亞-印度次大陸	276	892,576	8	近洋航線
東亞-地中海	315	1,689,194	5	遠洋航線
東亞-中東	243	977,271	7	遠洋航線
東亞-北美西岸	417	1,874,866	4	遠洋航線
印度次大陸-東南亞	257	687,536	12	近洋航線
印度次大陸-中東	229	638,927	13	遠洋航線
印度次大陸-地中海	154	586,197	14	遠洋航線
歐洲-東亞	341	2,173,409	3	遠洋航線
歐洲-地中海	317	1,351,965	6	近洋航線
歐洲-斯堪的納維亞/波羅的海	243	218,267	20	近洋航線
歐洲-北美東海岸	183	558,574	15	遠洋航線
歐洲沿海航線	160	72,007	19	近洋航線
地中海域內航線	193	144,873	17	近洋航線
中美加勒比海-東亞	230	842,698	9	遠洋航線
中美加勒比海-北美東海岸	293	770,138	11	近洋航線
中美加勒比海-南美北海岸	158	243,839	16	近洋航線

註*：部分同向或同區域的航線，在運能數字上會具有區域的重疊性。

資料來源：作者整理自中經天縱經濟信息中心(2008)與CI-Online,2008。

表3 全球貨櫃航商歷年在東亞地區投入運能統計表(單位:TEU)

項目 \ 年度	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年#
全球貨櫃航商總運能	7,270,533	7,750,564	8,319,500	8,958,483	9,763,203	11,154,079	12,854,978	14,102,155
全球前廿大貨櫃航商 總運能(A%)*	58.72%	61.50%	64.49%	66.13%	70.47%	72.83%	71.29%	76.83%
前廿大航商在東亞地 區投入運能(A%)	46.75%	38.30%	45.11%	43.04%	42.93%	47.36%	50.25%	NA

註：*A%表示該項運能占全球航商總運能之%比例，#2008年數據僅統計至2008.9.30止。

資料來源：作者整理自中經天縱經濟信息中心(2008)；中國集裝箱運市場研究及發展預測、2008年國際海運市場分析預測報告、2008年中國港口碼頭市場研究與發展預測，以及EBC(Containerization International Yearbook, 1998-2008)，UNCTAD (Review of Maritime Transportation, 2000-2009)。

由前述之世界貨源與航線能量分佈觀之，目前全球貨櫃航商在航線配置上，主要目的是為了吸引東亞地區；特別是中國大陸更多的貨源。惟若僅由航線數與配置能量，尚不足全盤了解東亞地區在全球貨櫃運輸市場所占的重要性，本文蒐集了全球貨櫃航商歷年來的整體投入運能統計，示

之如表3，其內容顯示：2008年係歷年來全世界貨櫃航商投入運能最多的一年，事實上，航商歷年投入貨櫃運輸市場的運能均不斷地增長，迄2006年底全球貨櫃船的總運能已超過一千萬TEU，其中前廿大貨櫃航商在2005年以後，一直都擁有七成以上的運能，顯見此一市場極具寡占的現象。





以2007年為例，全球前廿大航商擁有900萬TEU以上的運能，占全球運能的71.29%，但其在東亞地區投入的運能竟高達640萬TEU以上，占全球運能的

一半(50.25%)，為歷年以來最高。顯見東亞地區對全球貨櫃航運的重要性極大。

表4 2007年全球貨櫃航商營運集團(策略聯盟)占全球運能比例

集團航商	船隊運能(TEU)	占全球運能比例	排序
A.P. Moller馬士基	2,056,796	16.07%	1
CKYH聯盟	1,483,464	11.54%	2
大聯盟(GREAT)	1,425,617	11.09%	3
地中海航運(MSC)	1,334,346	10.38%	4
新世界聯盟(New World)	1,019,399	7.93%	5
達飛集團(CMA CGM)	980,835	7.63%	6
其他航商加總	4,455,537	34.66%	占全球 65.34%
合計	12,854,978	100%	

註：全球貨櫃航商營運集團或策略聯盟之營運方式，主要係以東亞地區為分界，並以越太平洋與遠歐二大越洋主航線為主要的配置範圍。

資料來源：作者整理自EBC(Containerization International Yearbook, 2008)與UNCTAD(2009)。

惟由於近年來全球貨櫃船大型化，以及業界重視陸運物流協作遠大於海上運送行為，所衍生出之貨櫃貿易運輸形態的轉變，2008年的整體貨載需求量與運價，無論是T/P或F/E二大主航線，均難以維持2007年之前的營運水準，此情況更加深了貨櫃航商在彼此間，更需要在東亞地區採取集團式的策略聯盟行為，才能面對近年全球航運市場需求減緩而船型擴張甚速，所產生之市場委縮現象。表4所示為2007年全球貨櫃航商營運集團(策略聯盟)占全球運能的比例統計，其顯示：馬士基公司(Maersk)集團仍屬全球最大貨櫃航運營運集團，而中國大陸的中遠(Cosco)、日本川崎(K-Line)、我國陽明(Yang Ming)與韓國韓進(Hanjin)所組成的CKYH聯盟則屬投入運能第2名的集團航商，此外，此前六大集團航商的整體運能，竟占全球

貨櫃運能的65.34%，顯見貨櫃航運產業不僅是極端寡占，且各航商之間的集團營運行為，更成為主要的潮流與趨勢。

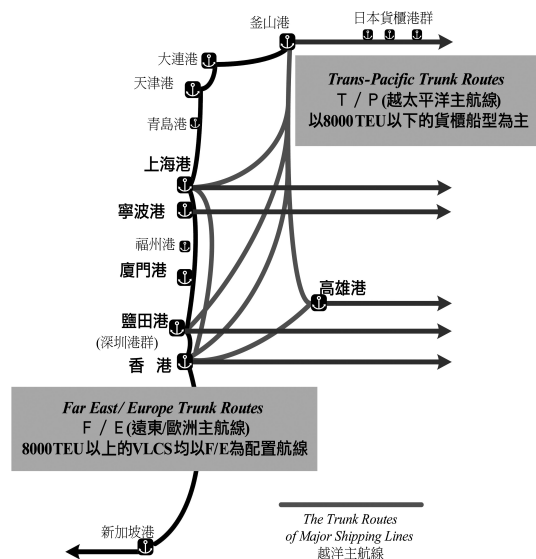


圖1 東亞地區的整體貨櫃航線配置態勢
在此貨櫃航商集團營運的趨勢



中，全球各大航商目前配置在F/E遠歐主航線的運能，在2007年以後所產生的貨載量也正式超越了越太平洋航線(UNCTAD, 2009)。特別是在面臨中國大陸海線長且港口群眾多的情勢下，這些超大船舶也致使航商不只增加港口泊靠的次數，也擴大接駁船的作業規模，以致於在遠東迄歐洲的航線產生出「母船集貨化」的現象(交通部運研所，2008)，以圖1所示之本區域航線圖為例，目前因為外國航商受限於內河航行權之限制(Cabotage)，不能在中國沿海港口之間經營裝載運送之集貨行為，兼之中國很多貨櫃港口在政策上，只鼓勵遠洋船舶泊靠之出口運輸作業，而非僅有貨櫃轉運作業，致使很多航商將8,000TEU以上的大型貨櫃船配置在大連、上海、寧波、香港與深圳港群間，進行母船靠泊兼做集貨之功能後，再逕航行迄歐洲地區。若另以東向之越太平洋航線為例，主要是由東亞各大港口(釜山、中國各大

貨櫃港口、高雄、香港等)直迄北美地區，由於航商面對中國大陸海線長且貨源港口眾多，兼之由中國大陸越太平洋迄北美西岸之航程，遠較赴歐洲地區為短，大型船舶在航行之規模經濟特性不易展現，加上美西沿岸各大貨櫃港口近年來的「塞港」問題甚般，航商若採用大型貨櫃船舶，將會使此一滯港問題益愈嚴重，考量越洋船舶的規模經濟特性，8,000TEU以下的貨櫃船舶，便成為近年來越太平洋最具經濟效益的船型(戴輝煌、徐文華，2008)。

綜論之，目前東亞地區的整體航線配置態勢，已經造成了「歐洲航線單線化、越太平洋航線多線與平行化」；以及貨櫃船主航線在亞太地區兼集貨功能的「主幹線集貨化」等特殊現象，而海峽兩岸間的航線與港口，正位於此間中央位置，其間的競爭與變化情勢，亦正在不斷地演化之中。

二、臺灣航運發展契機

1. 臺灣航運發展曾經擁有的契機與轉變

1990年以前，全球貨櫃航商在東亞地區配置航線時，緣於香港與高雄位居二大樞紐港口之便，航商們極為關切的問題為兩岸是否通航，因為縱然當時貨源不似如今充足，惟臺灣貨櫃港口是當時唯一可以替代香港與釜山，以轉運中國大陸進出口貨載的重要便捷門戶。事實上，1997年係為兩

岸海運開放措施最多的一年，兩岸海運運輸由原先的不通轉變為間接通航(包嘉源、張志清、林光，2008)，但緣於臺灣考量諸多政治與安全因素，並未更進一步採行直航，以致無法接收中國沿岸大量進出口貨源而形成的轉運樞源，坐失諸多可能發展機緣。近年來復因直航與否之長期爭議未止，臺灣卻面臨逐漸喪失此一契機的經濟發展環境。



目前，全球貨櫃航商在東亞地區配置航線時，所面臨最大的問題，就是如何承攬與運輸中國及鄰近各國大量的進出口櫃源。兩岸直航與否，在根本上對「國際航商」已經變得「非常」不重要。但受限於我國港口在東亞地區欲維持整體航運網路的聯結性與整體性，兩岸間儘速解除直航管制政策，對我國航運產業與港埠的發展，將仍然是一大重要的商機(戴輝煌、桑國忠、邱鈺妮，2008)。

貨櫃航商是航運產業的主宰者，海峽兩岸間歷經廿年來的通航方式，已經使臺灣港口與所屬航運相關產業，並無法享受多年來中國貨源成長後的諸多實質利益，並且需在往來兩岸間的大量貿易貨源上增加轉運第三地的運輸成本。事實上，航商在東亞地區配置航線時，主要除了考量貨源充足與否以及整體航運成本是否具有節省性之外，多年來有極多數的國際航商更是極度規避兩岸間政治與政策上的議題，結果導致各大國際貨櫃航商逐漸以利潤為最大考量下，將航線網移轉到中國與鄰近各國貨櫃港口，大陸沿海已成為全世界貨櫃貿易量最大、航線密度最高、港口城市發展最快的地區。「假直航」政策虛耗臺灣眾多兩岸間貿易商的運輸成本，並間接強化了第三地區(香港、日本等)港口的直接利益，也犧牲掉我國國籍航商可在兩岸間進行航線匯集與發展的最大良機；反而是外國航商，著實享受這些年來，兩岸因政治矛盾所衍生的「外部利益」(戴輝煌、徐文華，2008，楊仲範、戴輝煌，2008)。

2. 兩岸海運直航局部管制的解除

交通部運研所(2008)曾述明對我國航港產業的正面發展而言，「兩岸通航」係為一重要誘因，其足以吸引國際貨櫃航商所屬母船進行轉運航線的泊靠與配置，並對臺灣地區產生直接的效益，惟兩岸若不通航，則臺灣轉運功能將難以吸引貨櫃航商；特別是目前國際線的諸多大型母船前來泊靠。事實上，關於海峽兩岸貨櫃海運通航部分，2008年11月初臺灣海基會與大陸海協會所簽署的通航協議，其主要精神即為了促進經貿交流並以平等協商為原則。其中所達成的協議內與貨櫃航運有直接相關者，整理如下10點：

- (1) 事先申請：任何業者資格與各種航行條件，均需由兩岸海事或航政機關許可後，始得從事兩岸間客貨直接運輸。
- (2) 經營資格：以兩岸資本並在兩岸登記的船舶為主。
- (3) 直航港口：依市場需求等因素，相互開放主要對外開放港口。
- (4) 船舶識別：雙方船舶在對方港口自進港迄出港期間，船舶懸掛公司旗，船艙及主桅暫不掛旗。
- (5) 港口服務：雙方同意在兩岸貨物通關入境等口岸管理方面，提供便利。
- (6) 運力安排：雙方按照平等參與、有序競爭、市場需求來合理安排運力。
- (7) 稅收互免：雙方同意對航運公司參與兩岸船舶運輸時，在對方取得的運輸收入，相互免徵營業稅



及所得稅。

- (8) 海難救助：雙方積極推動海上搜救聯繫合作機制。
- (9) 全面合作：加強各方位的海運輔助事項的合作。
- (10) 就地實施：兩岸資本並在香港登記的船舶比照直航船舶，目前經營境外航運中心與兩岸三地的貨櫃、砂石等兩岸資本權宜船，經特別許可，可按照本協議有關船舶識別等規定，從事兩岸間海上直接運輸。

援引此一協議模式，兩岸間在2008年12月中旬已經進行貨櫃船直航事宜。事實上若同時就具體與務實面來檢視兩岸定期海運通航模式，本應會有如圖2所示之A/B/C三種可能情勢發生(交通部運輸研究所，2008；戴輝煌、徐文華，2008)，目前顯示第

A項之直航模式係為現行狀況，此乃在一中各表精神下僅允許兩岸所屬航商之所屬船舶，往來於兩岸間進行直航。未來或可如第B項藉由昔日香港模式，把臺灣海峽兩岸各大港口之間的航線，視同往昔之「特殊航線」，即如同1997年後為因應香港回歸中國大陸；但香港與高雄間係屬全球貨櫃航運的樞紐聯結點，兩岸間為了不影響到彼此的航運貿易與港口發展，故忽略此一限制航權(Cabotage)問題。惟此措施需將臺灣地區視同香港之「地位」才行。假設此爭議可以排除，則更具體與直接的做法是第C項：以兩岸共同利益為主要考量，以多港直航方式，對於限制航權問題於以忽略之，雙方國際港口開放給國際航商並構成重要的航線網路。

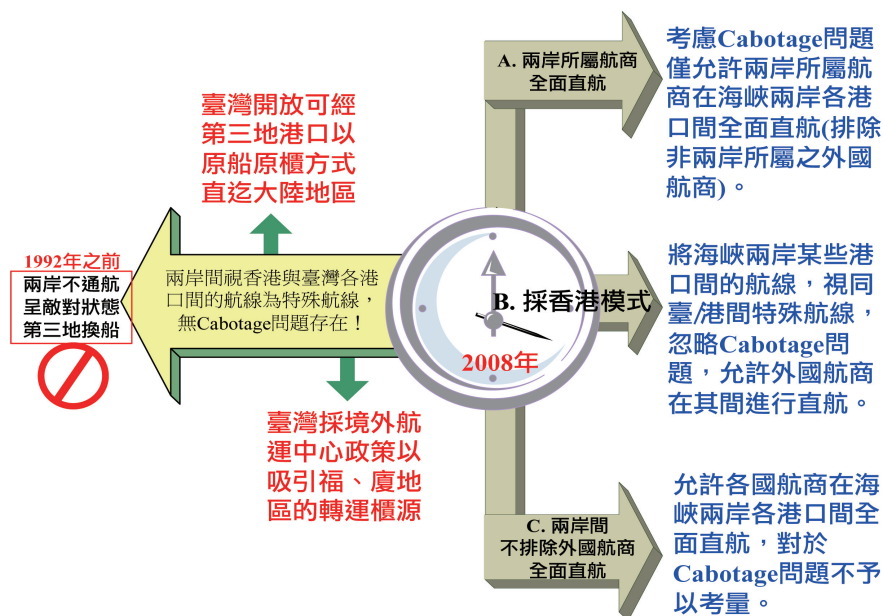


圖2 兩岸海運直航之可能方式示意圖

雖然，兩岸通航的啟動，除了兩岸所屬航商可以往來並藉此擴展營運

業務範圍之外，並無法直接吸引更多的國際航商進入此一封閉航運網絡，





似乎難以藉此強化我國目前貨櫃港埠營運上所面臨的瓶頸，但是由圖3所示可知：在臺灣與中國大陸貿易依存度日益高昇的今日，緣於昔日各種間接通航模式下，兩岸間貿易行為終於可以免除透過第三地港口(日、韓、港)

所需耗費的運輸成本，且由於我國高雄港因直航之便，亦可趁勢吸引更多的大陸航商與各種航運產業的進駐，或可免於如圖內所示之臺灣高雄港等港口，可能面臨主航線漸縮的疑慮。

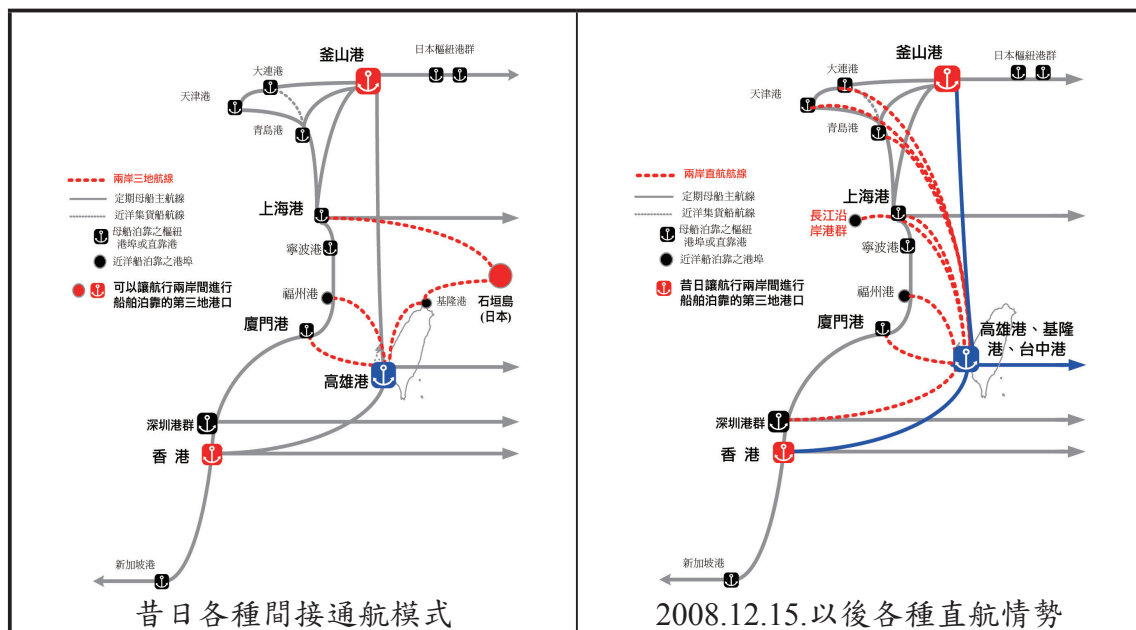


圖3 兩岸海運直航之港口聯結方式與影響示意圖

三、兩岸航港產業檢視

1. 臺灣港口需要更多航運產業參與投資

表5所示為歷年兩岸間貨櫃港口的發展情勢，上海港擁有最大的吞吐櫃量，香港與深圳港群則分居第2/3名，此三大港口的吞吐櫃量均超過2千萬TEU，營運實力不容忽視，而2007年之廣州、寧波港群、青島等港口則在吞吐櫃量上緊追在高雄港之後。由於交通部運研所(2008)將超過1000萬TEU吞吐櫃量的港口稱做「洲際樞紐港」，代表該港具有大量遠、近洋航

線數、船舶泊靠規模亦甚大，且為全球各大航商的裝載中心，並兼為洲際間的航線樞紐與轉運港口，則由表5可知：第4~7名這幾個港口間都在「洲際樞紐港」此一臨界櫃量之上下界線中，競爭情勢甚為顯著。而吸引櫃量增長的重要因素之一，即為港口是否可以配合航商之營運需求與投資策略，讓其擴展營運事業的範圍，如此才能吸引更多的航線與轉運櫃源(黃承傳、戴輝煌，2008)。



表5 臺海兩岸主要貨櫃港口近年裝卸櫃量統計(單位：萬TEU)

排名(2007)	港口別	2004年	2005年	2006年	2007年
1	上海港	1,456	1,808	2,171	2,615
2	香港	2,198	2,260	2,354	2,400
3	深圳港	1,365	1,620	1,847	2,110
4	高雄港	871	947	977	1,026
5	青島港	514	631	770	946
6	寧波舟山	406	524	707	936
7	廣州港	331	468	660	920
8	天津港	381	480	595	710
9	廈門港	287	334	402	463
10	大連港	221	265	321	381
11	基隆港	207	209	213	222
12	臺中港	125	123	120	125

資料來源：Containerization International, 2008.3.

註：上海港洋山港區2005.12.10日始營運，2006年與2007年之吞吐櫃量為323與611萬TEU。深圳港資料包含鹽田、蛇口、赤灣等港區。

表6所示為迄2008年9月止，航運產業相關外資或航商在海峽兩岸間，投資貨櫃碼頭的整體統計表，其顯示兩岸各大港口近年來實施政企分離的結果，引誘了大量航運產業相關(其背景大部分都是貨櫃航商與港務集團公司)投資碼頭，並藉此帶來更多的櫃量與收益，兩岸所屬航商與相關產業也均在其列。目前台北港貨櫃碼頭營運公司(長榮、陽明、萬海聯營投資)與高雄港第六貨櫃碼頭(陽明海運)皆為航商所屬子公司進行碼頭之投資與營運行為，我國與全球各國際航商在中國大陸投資貨櫃碼頭之例子，在中國大陸更是極為普遍。惟僅臺灣地區各港之貨櫃碼頭尚未有國外或中國大陸的航商前來進行實質面的投資，僅是租用而已(戴輝煌、蔡啟民、劉威辰，2008)。未來兩岸通航後，兩岸航商泊靠各港的貨櫃碼頭，都將必需是專用貨櫃碼頭為主，則未來通航航商亦將會對於目前我國港口的碼頭事業，重行介入與評估其他相關航運產業的營

運範圍，並連帶地產生出更多的正面的效益。

表6 航運產業在海峽兩岸投資貨櫃碼頭統計表(迄2008.09.止)

港口之投資或合資公司名稱	航商或外資投入股份比例	港口名稱
臺北港貨櫃碼頭股份有限公司	100%	臺北港
高雄港第六貨櫃中心(陽明海運)	100%	高雄港
鹽田國際集箱碼頭有限公司	65%	深圳港群
蛇口集裝箱碼頭有限公司	100%	
赤灣集裝箱碼頭有限公司	45%	
赤灣港航	100%	
招商港務(深圳)有限公司	100%	
深圳海星碼頭	100%	
廣州集裝箱碼頭有限公司	49%	廣州及珠江各河港碼頭
九洲、南海、高欄、江門碼頭	50%	
廈門國際貨櫃	49%	廈門港
廈門象嶼碼頭公司	60%	
福州青州集裝箱碼頭有限公司	49%	福州港
漳州招商局碼頭	49%	漳州港
汕頭國際集裝箱碼頭	70%	汕頭港
寧波港北侖國際集裝箱碼頭公司	49%	寧波港
上海集裝箱碼頭有限公司	47%	上海港
上海滬東集裝箱港務公司	49%	
上海浦東國際集裝箱港務公司	50%	

資料來源：作者整理自中經天縱經濟信息中心(2008)。



2. 兩岸貨櫃航運產業營運實力比較

由於2008年11月兩會所簽署的通航協議，其主要精神乃以兩岸資本並在兩岸登記的船舶為主要開放標的，既表示：只有兩岸的國籍航商(例如臺灣地區的長榮海運公司或如中國大陸的中遠集團公司等)，才是營運兩岸航運的產業個體。在此種開放制度下，要如何才能夠維持臺灣地區海運產業領域在整體面的競爭優勢，以及可以繼續提昇我國貨櫃運輸產業在個體面的競爭實力，才是我們應該關心的議題。以表7為例，目前兩岸主要所屬「國籍」貨櫃或雜貨航商，約達1500

多家，但若以貨櫃運輸之較具營運規模現的業者而言，主要如下列六家航商，其中以中國遠洋公司之運能最大，其並與我國陽明海運公司及其他二家日、韓航商共結為CKYH聯盟，這六大航商迄2008年10月，兩岸尚未全面通航之前，除了中國遠洋與中海航運之外，均已經在兩岸間重要的貨櫃港口配置了航線，也都同時具有碼頭經營與複合運輸等各種業務的擴展，以及經營遠、近洋運輸業務；其中萬海航運更是亞洲地區最具規模的近洋航運公司。

表7 海峽兩岸主要國籍貨櫃航商^{註1}之營運現況概述

航商名稱	長榮海運 (Evergreen)	陽明海運 (YML)	萬海航運 (WanHai)	東方海外 (OOCL)	中國遠洋 (COSCO)	中海航運 (CSCL)
船舶運能	636,302 ^{註2}	510,484	183,555	476,772	753,450	587,880
船舶艘數	180	118	90	105	181	145
國輪艘數	10	14	7	NA	NA ^{註3}	NA ^{註3}
最大船型	8,084	8,204	6,019	8,063	13,092	13,300
主要 聯營航商	Zim, CMA- CGM, CSCL	CKYH (COSCO, K-Line,YML, Hanjin)	PIL, TS- Line, K-Line, Evergreen, Hapag-Lloyd	Hapag-Lloyd, MISC, NYK	CKYH (COSCO, K-Line,YML, Hanjin), Evergreen, Hapag- Lloyd	Zim, CMA- CGM
在兩岸主 要轉運泊 靠港	上海，寧 波，鹽田， 香港，高雄	大連，青島， 上海，寧波， 廈門，鹽田， 赤灣，廣州， 香港，高雄， 基隆	大連，天 津，青島， 連雲港，上 海，寧波， 蛇口，香 港，高雄	大連，天 津，青島， 上海，寧 波，廈門， 鹽田，蛇 口，香港， 高雄	大連，青島， 上海，寧波， 廈門，鹽田， 廣州，香港	大連， 上海， 寧波， 廈門，鹽 田，蛇 口，香港
營業專項	遠、近洋運 輸業務	遠、近洋運輸 業務	遠、近洋運 輸業務；亞 洲近洋航運 之龍頭	遠、近洋運 輸業務	遠、近洋運輸業 務	遠、近洋 運輸業務
多角經營 方式	碼頭經營 複合運輸 物流業務 運具設備	碼頭經營 複合運輸 物流業務	碼頭經營 複合運輸	碼頭經營 複合運輸 物流業務	碼頭經營 複合運輸 物流業務	碼頭經營 複合運輸 物流業務 運具設備

註1：OOCL長期在兩岸三地間均配置營運航線、代理行或分公司。此六家航商之營運範圍均含括越太平洋航線、遠歐航線、東北亞與東南亞近洋航線，以及中東、印巴航線等地區。

註2：船舶運能單位TEU。

註3：由表6知悉中國大陸國輪比例遠高於臺灣地區。

資料來源：作者整理自中經天縱經濟信息中心(2008)相關報告、EBC(Containerization International Yearbook, 2008)、UNCTAD(2009)與ISL(2009)。





表8 海峽兩岸所屬航商之船舶設籍情況統計

迄2008年1月止	臺灣地區	中國大陸
船舶總艘數	590艘	3,303艘
外國籍船舶	497艘	1,403艘
本國籍船舶	93艘	1,900艘
船舶總噸位	26,150,292噸	84,881,703噸
外國籍船舶	22,163,936噸	50,530,684噸
本國籍船舶	3,986,356噸	34,351,019噸
外籍船總噸位比例	84.76%	59.53%
占全球總噸位比例	2.52%	8.18%

資料來源：作者整理自UNCTAD(2009)。

表9 全球各種船隊結構與中國大陸之對比表

各種船舶船隊結構	液貨船 (LPG/LNG)	散裝船 (Bulk)	雜貨船 (General)	貨櫃船 (Container)
全球船舶載重噸(千噸)	318,415	257,404	95,444	63,283
中國船舶總載重噸(千噸)	5,722	20,510	7,333	3,541
中國船隊國際排位	14	3	4	2
中國國輪船隊載重噸(千噸)	3,224	10,241	5,743	1,637
全球船隊組成結構%*	42.30%	34.20%	12.70%	8.40%
全球平均載重噸(千噸)	46.4	49.2	7.5	26.1
中國船舶平均載重噸(千噸)	20.6	39.3	8.4	20
中國國輪船舶平均載重噸	13.5	32.2	8.2	18
全球船舶平均年齡(年)	15.7	14.7	18.1	10.1
中國船舶整體平均年齡(年)	18.3	15.9	21.6	10.8
中國國輪船舶平均年齡(年)	19.5	19.5	22.7	13.8

註：*全球船隊組成結構100%中，本表資料(4種船型加總)僅占97.6%，其餘2.4%為其他項難以分類船型。資料來源：作者整理自中經天縱經濟信息中心(2008)與CI-Online,2008。

若將兩岸目前在航運產業之船舶艘數等營運格局上，進行更加詳盡的比較，可發現表8所示的海峽兩岸所屬航商之船舶設籍情況中，中國大陸目前在船舶總艘數上是臺灣的6倍左右；全球總噸位數約達4倍，但在外籍船總噸位比例上(一般指FOC權宜國籍船)，臺灣的比例遠高於中國大陸，此數據與航運產業的自由化有極大關係，顯示中國大陸航運產業的自由化與國際化，未來仍有進一步擴展的空間。此點更可以由表9之中國大陸主要貨輪的船隊結構觀之，相較於全球之比例，中國大陸貨櫃船隊僅占全球船隊結構中的8.4%，但其國際載重噸位

的排名竟達全球排名第2位，惟船舶平均載重噸較全球水準為低；而船舶整體平均年齡則略高於全球水準。

一般而言，某區域或國家之船舶噸位發展快速；且相關航運產業在多角化投資面的機會甚多；但其所擁有的船舶平均載重噸卻較低、船舶整體平均年齡也較高等諸多現象，都是開發中國家在航運產業極度興盛與快速發展的過程中，常會面臨的問題，更是發展商機的所在，而中國大陸目前正是處於此一時期。此項誠為我國航商及港埠業務單位，與中國大陸相關產業攜手，在兩岸航港產業中進行合作與投資的好時機。





四、重行強化台灣航港產業契機

歷年來東亞整體主航線網發展的重要設限之一，就是海峽兩岸間貨櫃海運不得直航，2008年年底此項設限瞬間被移除了，關於中國大陸與東亞各新興經濟發展區域海運產業的營運行為與航線配置方式，也即將會有重大改變。我國必需趁此契機，在短中期內隨時監控兩岸航商之營運行為與可獲致的效益，才能有助於我國臺灣地區航運產業的興盛，並對我國航商與港口開劃一個新的發展契機。

1. 我國國輪航商與港口產業目前面臨的新契機

目前我國國輪航商在海峽兩岸貨櫃海運通航措施中，主要面臨的是一種兩岸間共同「宏觀管控」的市場機制，對我國航商有利的主要2項發展契機如下：

(1) 業者需申請直航航線但完全排除外國航商：

由於兩岸間的貨櫃海運航線，按規定一定要合理安排「運力」，即所謂的運能(Capacity)，以便於進行總量管制。但因現行的既有通航方式，已經先解決了目前試點直航(境外航運)與兩岸三地間定期航線；及與砂石運輸的截彎取直問題，依序近期才會再受理雙方五星旗與青天白日旗船隻的航線申請，在此過程完全排除外國航商。其主要目的係為了避免市場擴張太快，導致投入運能太多而影響市場機制，並可避免兩岸間的運價在短期內，產生鉅幅下跌的失控情勢。

(2) 貨源市場機制調整與分步實施：

由於兩岸主要貨櫃航商(陽明、長榮、中遠、中海等)都規劃有兩岸新航線，但為避免市場機制開放太快而致混亂，皆需透過兩會的協商機制，之後才能逕予直接進行營運與通航。兩岸航商所屬國輪也並非在公佈兩岸航運管理辦法之後，就可以開始進行3合1貨源的攬運，而是需要逐步施行。所謂3合1貨源係如圖4所示：指兩岸航商彼此在對岸承攬往來兩岸的貨物(兩岸航線)、直接由兩岸出口的國際線(非轉運貨櫃)、與由對岸港口轉運的轉口貨(轉運貨櫃)，這些運務中國大陸將之歸納為此三類市場，在此次兩岸協議的精神中，將會根據市場需求與合理安排運力考量後，才會分步實施，甚至兩岸所有港口間的新增航線，也一定要經過申請並許可才能營運。這種種措施皆是為了避免市場運能、運價與競爭機制由於兩岸航商(特別是大陸航商家數太多)擴張太快而在瞬間崩潰。

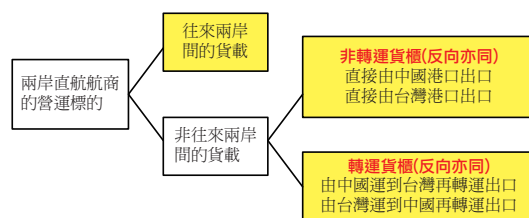


圖4 貨櫃航商所覬覦兩岸間「3合1貨源」的真正結構

相對於國輪航商在此次通航政策上面臨的市場新挑戰，連帶也會使我國港口產業受到正面的影響，因為港口產業原本希望可以藉由此次通航措施，以吸引更多的對岸中國大陸航



商，前來我國貨櫃港口，進行碼頭、棧埠、船廠、機具等各方位的投資。事實上，國際貨櫃航商在任何港口的泊靠行為與後續衍生的效應，均會造成依附這些貨櫃航商而存在的船務代理業、海運承攬業、貨櫃出租、海運保險與經紀公司等，會依不同的需求程度而進駐與發展，同時間該港口與相關基礎設施，後續即會產生供需不平衡的現象，於是諸如碼頭營運與投資業者、貨櫃集散站、船舶出租業等，以及船舶修造、貨櫃修造、併櫃業、報關行、港勤公司、港口代理等各類業者，亦會間接地依需求性而逐漸衍生出來，後續相關產業將會更加繁榮。因此，全球各大貨櫃航商，對於貨櫃港口而言，係為各種貨櫃運輸相關產業的龍頭。我國目前在進出口量之增長逐漸趨緩下，各大港口正需要持續引誘航商泊靠並發展轉運行為，以祈在轉運樞源需求面吸引全球航商持續前來租賃投資碼頭。臺灣與中國大陸的貨櫃航商，或將成為我國港口的另一重要發展的新契機。但是，要如何擴展這項新契機，將是目前我國航港產業所面臨最重要的一項挑戰。

2. 強化我國航運個體面的競爭實力與港埠整體面的競爭優勢

目前的兩岸海運直接通航措施，對於航運與港口產業發展欣欣向榮的中國大陸而言，所代表的宣示意義，遠大於實質意義。因為就臺灣港口與上海等大港口間通航的象徵性，就是「兩岸全面開航」而已。臺灣港口與福州港、廈門港間的通航，最大意義

就是代表著可以打破目前不通關、不入境的兩岸定點試航模式。而臺灣港口與長江各河港(如太倉等港口)直航所代表的意義，則係在認同內河航行權下，中國出口貨載亦可以改為高雄港為轉運港口，象徵兩岸開始不分內外的共同合作之宣示。惟整體上對於臺灣地區海運業者所關切且會直接衝擊航商利潤的3合1貨源問題，仍需要兩會依序審慎為之。但是，此項通航措施對我國臺灣地區而言，其所代表的意義則完全不同。臺灣地區歷經近廿年以來，在國際政治與經濟市場演化之下，兩岸直航並不是自然而然地水到渠成所產生的新境界。臺灣由於經濟情勢發展關係，早已經失去了開發中國家在航運產業發展態勢上的應有優勢，例如低成本的勞力資金與大量的出進口貨源等。

一般而言，航商在航線配置上，主要係以「建立市場、增加利潤、擴大營運、降低成本」四大誘因做為主要效益，則：兩岸航商特別是我國航商，是否可以藉由此次通航措施，以增加其整體航運收益；或進行兩岸新市場的建立；或可藉此降低整體東亞航運網路總成本；亦或可藉此以擴大多角化的營運規模而對臺灣地區港口碼頭、貨棧等進行投資？一旦航商在誘因面可以具體實現後，即可順勢帶來我國港口港埠整體面的競爭優勢，則我國更可藉之採取各類的因應策略與獎勵方案，例如：藉由國輪航商以擴大中國大陸腹地，來增加我國成為轉運樞紐的機會；引進大陸航商在台租賃、投資或營運碼頭；鼓勵跨國性



台商在台設置亞太集貨/發貨中心等措施，均是可以藉由兩岸直航後，共同惠及我國航商之營運業務，並發展我

國高雄港或台北港成為海運樞紐地位的一大契機。

五、結論

海峽兩岸海運直接通航後，我國更應該要審時度勢地著重兩岸國籍貨櫃航商與我國港口在營運發展上的情勢，以促使兩岸所屬航商在臺灣地區港口，全力投入航線配置與碼頭經營。本文認為，我國未來應有的具體策略方向為下列二項：

1. 維持我國港埠營運產業在整體面的海運樞紐地位：我國在今年開始實施海運直航措施後，更應在短中期內對兩岸航商投資我國碼頭產業營運發展之可能性、持續性；以及所採取之因應措施，進行仔細檢視並

鼓勵之，如此才能使我國貨櫃港埠能夠繼續成為東亞貨櫃運輸的轉運樞紐。

2. 提昇我國貨櫃運輸產業在個體面的航運競爭實力：我國更應透過研究單位或學術單位，分期地評估兩岸所屬國籍貨櫃航商在實施海運直航後，據此而建立出的利基市場、額外利潤、營運規模、航運成本降低等具體效益，如此才能夠具體且分期地擬議出對於臺灣國輪貨櫃航商應採取之鼓勵措施。

六、參考文獻

1. 中經天縱經濟信息中心(2008)，2008年中國集裝箱運市場研究及發展預測，投資經濟研究部出版，中國，北京。
2. 中經天縱經濟信息中心(2008)，2008年國際海運市場分析預測報告，投資經濟研究部出版，中國，北京。
3. 中經天縱經濟信息中心(2008)，2008年中國港口碼頭市場研究與發展預測，投資經濟研究部出版，中國，北京。
4. 包嘉源、張志清、林光(2008)，「影響兩岸海運通航之關鍵因素」，航運季刊，第十七卷，第1期，頁63-78。
5. 交通部運輸研究所(2008)，貨櫃航運發展趨勢對於臺*長榮大學國際運輸研究中心研究計畫案。
6. 黃承傳、戴輝煌(2008)，「兩岸三地主要樞紐港口相對競爭力之分析與評估」，運輸學刊(TSSCI)，第廿卷，第1期，頁1-38。
7. 戴輝煌、黃承傳(2007)，「兩岸三



- 地樞紐港口選擇因素之探討」，運輸計畫季刊，第三十六卷，第一期，頁31-62。
8. 戴輝煌(2008)，「永續高雄-轉變中的港口競爭力與未來應對策略」，城市發展(半年刊)，第5期，高雄市政府研考會出版，頁40-57。
 9. 戴輝煌、桑國忠、邱鈺旒(2008)，東亞地區貨櫃航線配置與臺灣海峽港口競爭態勢分析，中華民國97年(第54屆)航海節航運學術研討會論文集，臺灣海洋大學，頁45-58，民國97年10月15日。
 10. 戴輝煌、黃承傳(2008)，「貨源因素對於貨櫃港口競爭優勢之影響分析-以臺灣鄰近之貨櫃港口為例」，國立高雄海洋科技大學學報，第22期，頁1-40。
 11. 戴輝煌、蔡啟民、劉威辰(2008)，貨櫃碼頭相互支援與相關獎勵措施對於高雄港發展的影響探討，2008年海空運研討會論文集，長榮大學，97年3月28日。
 12. 戴輝煌、徐文華(2008)，船舶大型化對我國港口競爭態勢之影響，2008年臺灣港埠因應航運發展趨勢研討會論文集，頁4-1~4-276，民國97年9月16日，臺中。
 13. 楊仲範、戴輝煌(2008)，「兩岸定期海運直航之芻議」，中華海運研究協會，船舶與海運通訊第55期(2008.7.12.)，頁2-5。
 14. Alphaliner (2008), The Container Market Database, <http://www.alphaliner.com/brs-alpha/search>.
 15. EBC (1997~2008), Containerization International Yearbook (1997 ~ 2006), Published by Emap Business Communications Ltd, London.
 16. ISL (2001~2008), Shipping Statistics and Market Review(SSMR), Published by Institute of Shipping Economics and Logistics.
 17. UNCTAD (1997~2009), Review of Maritime Transport, United Nations, New York & Geneva.



淺談水深測量誤差

謝東發 內政部國土測繪中心測量員

李佩珊 內政部國土測繪中心測量員

一、前言

臺灣四面環海，海洋資源豐富，行政院於88年公布了第一批領海基線，環臺灣本島及附近海域包含澎湖、小琉球、綠島、蘭嶼、龜山島、彭佳嶼等島嶼計22個基點，我國領域依此批基點連線範圍訂定，基點向外海延伸12海浬之連線範圍為我國領海，再向外12海浬之連線範圍為鄰接區，圖1基線示意圖，紅色為領海基線，基線與陸域間為內水範圍；黃色代表領海範圍；深藍色為鄰接區範圍。內水、領海及鄰接區海域面積廣達80,000平方公里。依據行政院研究發展考核委員會編印之「海洋白皮書」之總體目標：「健全海洋事務法制、組織，強化海域管理與海洋建設；維繫海洋資源的永續利用，確保國家海洋權利與社會發展；加強海洋人文、教育宣導，奠定海洋意識基礎」，為建構永續發展的國家建設基礎，海洋基本資料調查與建置刻不容緩。

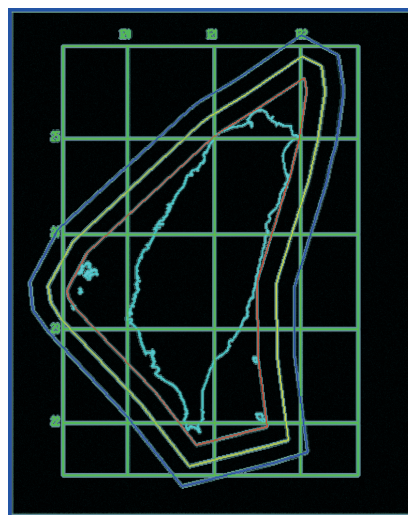


圖1 基線示意圖

水深資料為海洋基本資料主要內容之一，水深測量為海洋調查之主要工作，國內目前水深測量方法以音響（echo sounder）測深為主，完整測深作業需整合載具、定位系統、聲速量測系統與相關修正資料，影響水深測量成果品質因素眾多，如人員作業疏忽、儀器系統誤差、系統率定誤差、解析度、水深因素、底質條件、高程參考基準、驗潮資料、載具穩定度、載具速度、儀器靈敏度等，本文先說明測量誤差種類與內涵，進一步探究水深測量誤差來源，並以內政部國土測繪中心執行「領海及鄰接區海域基本圖測量工作」作業為例，藉由水深



測量工作查核作業，執行計畫過程品質管制（Quality Control, QC），預防錯誤的發生並使誤差最小化，並藉由

品質控制與流程管控，避免作業過程出現問題，導致成果精度不佳及影響資料後續的應用。

二、水深測量誤差與精度規範

誤差係指觀測值與真值差異值，因真值不可知，統計上將誤差定義為觀測值與最或是值之差異值，測量時由於儀器構造及自然環境之種種影響，每次觀測值都會含有不可避免之誤差存在，測量人員藉由多餘觀測（redundancy），並經平差計算取得可視為可靠之值稱為最或是值。測量的誤差（errors）可區分為錯誤（mistakes）、系統誤差（system errors）與隨機誤差（random errors）3類。

錯誤又稱大誤差或人為誤差，主要是作業人員經驗不足或疏忽造成，測量作業時因各種人為因素，導致測量資料無法被使用，錯誤資料於進行資料處理前須先剔除；系統誤差係在相同的測量條件下，進行一系列的重複測量，如果誤差出現的符號和大小均相同，或按一定的規律變化，這種誤差稱之，主要為習慣或儀器構造所造成；而在相同的測量條件下，對某量進行一系列的重複測量時，如果誤差的符號和大小都不一致，表面上沒有任何規律性，但就誤差的總體而言，卻具有統計規律性，這種誤差稱為隨機誤差。因隨機誤差不可避免與消除，一般做法係以統計（statistics）方法將測量數據進行平差（adjustment）計算。

2.1 水深測量誤差

音響測深系統主要單元分為測深單元、定位單元、船體姿態單元與資料收集單元。音束在水中的速度是可藉由計算得知，因此我們能以音束從發射至返回接收的時間來計算音束發射中心與物體間距離。得到音束發射點與物體間距離後，再經計算得到載具在坐標系統的空間位置，即得物體在坐標系統的空間位置。其精度受到包含測深儀測深精度、定位精度、水中聲速、潮位量測及潮差改正、船體前後傾斜、左右搖擺運動(pitch & roll)、船體上下升降及船向(heave & yaw)、儀器間的時間延遲(latency)等（謝東發等，2005），音束測深為目前最普遍的作業方式。水深測量作業方式為藉由在預定的航線上施測，音鼓每次發射音束取得音鼓下方之水深值，隨著載具移動可得測線水深資料；在取得足夠密度之測線水深資料後，可以內插方式繪製等深線，以取得地形變化趨勢。

依據美國工兵署深度量測精度評估表（Estimated depth Measurement Accuracy）（張功武，1999），該表詳列誤差來源與影響，水深測量誤差來源包括儀器系統誤差、系統率定誤差、解析度、水深因素、高程參考基

準、驗潮資料、載具穩定度、載具速度、儀器靈敏度等，如表1。

表1 美國工兵署深度量測精度評估表

深度量測精度評估表				
誤差來源	每種條件預估的標準誤差(單位：±英呎)			
	理想狀況	平均小於20英呎	平均大於20英呎	海岸
量測系統	0.05	0.05	0.1	0.2
系統率定	0.05	0.1	0.2	0.3
解析度	0.1	0.1	0.1	0.2
水深因素	---	0.05	0.1	0.2
參考基準：垂直 潮汐	0.05	0.05	0.05	0.05
	0.02	0.2	0.2	0.2
載具穩定度	0.05	0.2	0.3	1
載具速度	---	0.1	0.1	0.2
靈敏度	0.05	0.05	0.1	0.5
成果均方根誤差	±0.15	±0.3	±0.5	±1.3

美國工兵署深度量測精度評估表已將主要誤差來源考量，並評估每種條件預估的標準誤差值與成果均方根誤差，以系統與隨機誤差為主要，包含載具、測深儀器、環境與基準所引起誤差，未對於人為疏忽所造成的錯誤、定位誤差進行評估。另使用低頻聲納或高頻聲納測深，因音波對於底床材質穿透性不一，導致測量結果會有不同，其影響的因子主要是因為海底底質特性的差異，未來國內水深測量準則之基本規範應予以考量。

2.2 水深測量規範

2.2.1 國際海事組織海洋測量標準 S-44

IHO為國際海事組織（International Hydrographic Organization, IHO），該組織於1998年公佈國際海洋測量標準（IHO Standards for Hydrographic Survey）S-44，係與測量精度有關之規範。S-44是以船隻航行（航道）需求為主，分類為特等（order special）、一等（order 1）、二等（order 2）與三等（order 3），各類水域範圍定義為特等：港區、錨泊區與重要航道；一等：港區、進港航道、建議航道與水深<100m以內區域；二等：非特等或一等水域且水深<200m以內區域及；三等：不屬於上述等級之水域（內政部,2004），如表2。

表2 IHO海洋測量標準S-44

等級	特等	一等	二等	三等
水平定位精度	2m	5m+0.05d	20m+0.05d	150m+0.05d
水深精度	a=0.25m b=0.0075	a=0.5m b=0.013	a=1m b=0.023	a=1m b=0.023

水深精度： $[a^2+(b*d)^2]^{1/2}$

a：固定水深誤差 b：從屬水深誤差因子 d：水深（公尺）

2.2.2 美國工兵署交叉線與地形品質 控制標準

水深測量成果以交叉線（cross line）檢核為主，美國工兵署針對交



叉線與地形品質控制標準（Cross Line and Terrain Quality Control Criteria）訂定相關規範，在交叉線間距規範分為橫斷面交叉線測量與縱向交叉線測量2

項；交叉線或地形模型資料品質估計標準分為交叉線的預期平均偏差與所有誤差的預期平均2項，如表3。

表3 美國工兵署交叉線與地形品質控制標準表

交叉線與地形品質控制標準表	
需求之交叉線間距	
橫斷面交叉線測量	至少必須兩端與中心線正交共3條交叉測線
縱向交叉線測量	交叉線區域需要間距500英尺
交叉線或地形模型資料品質估計標準	
交叉線的預期平均偏差	±0.5英尺
所有誤差的預期平均	±0.2英尺

三、案例分析

內政部國土測繪中心96-97年間辦理臺北縣金山鄉至桃園縣觀音鄉間海域基本圖測量工作，因蒐集水深資料佔該工作最大比重，所以針對可能發現的錯誤與系統誤差，以檢核機制來控管利用前置的檢查機制，避免或減少上錯誤與系統誤差。本案例作法係測區範圍內建立一個測試區，測試區位於淡水外海，範圍為1Km*1Km大小（圖2）。以2台同型號之多音束測深儀對此測試區進行水深測量與測量成果比對，所採用 RESON SeaBat 8124 多音束測深儀，涵蓋範圍120°（約3.4倍水深），具備80個音束（1.5°*1.5°），其聲納頻率為200kHz，測深可達300m，解析力為1cm；並搭配Leica GPS衛星定位儀（SYSTEM 500）、IXSea OCTANS III動態運動姿態感測儀及電羅經、AVITRONIC SVP 14 聲速剖面儀、SEA-BIRDSBE37-SI MicroCAT鹽溫深儀（CTD）表面聲速儀等設備進行作

業。作業用船隻為金龍資39號與詮華1號，2艘作業船分別於97年3月18日與25日進行作業，並由淡水第二漁港（漁人碼頭）進出港。

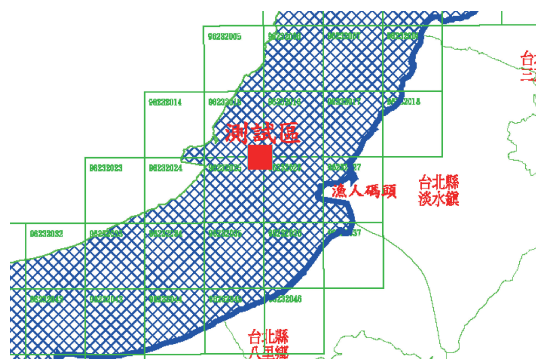


圖2 測試區

3.1 外業作業

對於影響海域地形測量資料成果因素包含船隻導航及定位方式、儀器架設偏移修正數據如音鼓吃水深、音鼓平面位置、定位儀平面位置、定位儀高程、定位儀至水面距離、船隻姿態感測器位置與音束測深儀音鼓的安置角度等於港區進行檢查，另潮位觀測數據與精度更是影響海域地



形測量資料優劣之重大原因（謝東發等,2008），所以上述作業過程與資料於工作進行同時需加以檢視。以外部檢核方式檢查測深儀之系統誤差與可靠度，同時對各階段作業辦理檢查，減少人為誤差。作業程序分為8步驟，各步驟由作業人員執行與填載各項表單後，再由檢查人員檢核，以確認作業過程均依程序執行。

1. 基地站架設於96H011點位上，經檢查基地站坐標輸入正確無誤。
2. 移動站檢測選定96H012點位，檢查檢測成果符合精度規範，並填寫水深測量GPS衛星定位儀檢測表。
3. 檢查船上各項儀器，皆正常運作（GPS、動態姿態感測儀、電羅經、多音束測深機、表面聲速儀、電腦及導航軟體）。
4. 填寫測量工作記錄表（多音束），記錄各使用儀器及參數。
5. 填寫出海作業記錄表，於安檢所登記出港。
6. 作業中隨時監控船隻航行路徑、船隻航行速度、儀器狀態、資料傳輸狀況、資料品質等，並填寫測量工作記錄表。
7. 於測區內施放聲速剖面儀，記錄其施放位置，即時下載並檢查資料。
8. 水深測量作業完畢後立即下載各項資料並回傳至公司以進行內業計算。

作業過程以工作紀錄表或檢查表辦理紀錄與檢查，由作業人員紀錄控制點、船隻、儀器、作業人員、儀器架設相關位置與參數等資料，並填寫出海作業記錄表，檢查船上各項儀

器，是否皆正常運作，最後由檢查人員辦理書面及實地檢查作業人員是否依規定辦理與完成各項工作。作業中於測試區內施放聲速剖面儀，記錄其施放位置，並監控船航徑、航速、儀器狀態、資料傳輸狀況、資料品質等，並填寫測量工作記錄表。圖3綠色範圍為測試區，紫色線為規劃測線，黑色線為航線軌跡。

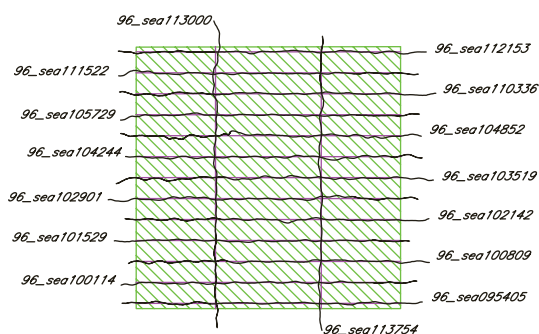


圖3 測線規劃（紫色線）與航線軌跡（黑色線）

3.2 內業作業

資料解算以HYPACK MAX 4.3軟體進行，分為5步驟：

1. 先逐一對單一測線初步篩除可疑的水深資料，如訊號品質不佳的水深值、異常的水深值及定位品質不佳的水深點。多音束測深資料因資料量龐大，需藉由專業軟體輔助資料的篩選作業。
2. 計算系統的疊合測試（patch test），將實測資料經內業計算處理分別求取音鼓安置的前後傾斜（pitch）、左右傾斜（roll）、船向偏差（yaw）之角度，經由多次的反覆測試與計算求取出最佳的率定值，以修正音鼓安置角度的偏差，將水深測點修正至正確的深度及位置。



- 4.加入各項修正資料，包含潮位資料、聲速剖面資料、儀器架設偏移參數、船隻姿態資料及率定資料等，經檢核無誤後才加入水深資料的修正計算，可得到歸算後的水深資料。
- 4.整合同一測區的測深資料，利用資料間的相互重疊或交錯部分來比較其差值以剔除不符的水深點。
- 5.相鄰測線進行測線資料重疊率計算及水深精度計算，將其整理成表。

測量資料進行計算與篩選後，依據IHO一等規範公式將重疊區資料進行比對，以分析不同測深儀對同一區域測量成果較差。

3.3 資料分析

資料分析方法分為2部分，首先利用測線重疊區資料比對進行單儀器測量成果比對，藉由比對重疊區範圍水深值，檢驗儀器精度，屬資料內精度分析；再進行同區域不同儀器成果比對，藉由比對不同儀器測量同一範圍所得水深資料，檢驗儀器間精度差異，屬資料外精度分析，因測試區水深介於35-39公尺間，依據IHO一等規範，計算其允許較差不得大於0.67-0.72公尺，藉由上該2階段比對來分析儀器精度與測深成果。

3.3.1 內精度分析

測試區內各相鄰測線間之重疊率計算及水深精度計算，其成果計14條重疊區，重疊筆數介於982筆-4956筆間，其較差平均介於0.09公尺-0.20公尺間，比對結果，14筆重疊測線數據均符合IHO一等規範要求。圖4為單一測深儀測線重疊區水深測量較差，係

選用2條測線重疊區域比較其誤差值，將其數據繪製成圖。

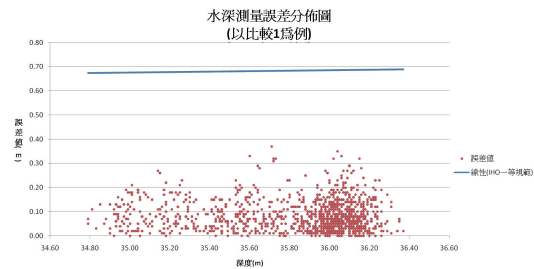


圖4 單一測深儀重疊區水深測量較差分佈圖

3.3.2 外精度分析

2台儀器於同區域測量成果進行比對，如成果有明顯差異，則表示作業過程或儀器有錯誤，因此，對2套多音束測量系統（金龍資39號與詮華一號）於1Km×1Km測試區內所量測之水深值進行誤差分析，比較時先將各自測得之水深資料內插成5m×5m網格點，再一一比對相同位置之水深誤差。

本案例所測資料經處理計獲得47405筆重疊區資料，經計算其較差中誤差為0.15公尺，最大差值為0.97公尺，踰越上該規範有20個點，佔總點數0.05%，不同測深儀測線重疊區水深測量較差如圖5所示。

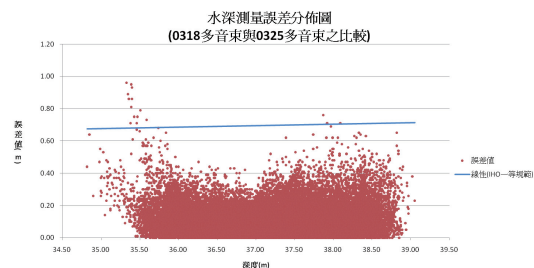


圖5 不同測深儀重疊區水深測量較差分佈圖



四、結論與建議

1. 人為因素造成測量資料錯誤之影響，超過其他誤差，水深測量工作需整合許多不同系統資料，如定位、載具姿態、測深、驗潮、水體物理性質資訊等資料，因資料具有時間性，單一資料無法以重新測量或調查來補強，因此作業人員需以標準作業程序規範，減少錯誤發生。
2. 本文案例以外部檢核方式檢查測深儀之系統誤差與可靠度，同時對各階段作業辦理檢查，減少人為誤差。作業程序各步驟由作業人員執行與填載各項表單後，再由檢查人員檢核，以確認作業過程均依程序執行。經外業驗證，測試區內測線重疊區，其較差平均介於0.09公尺-0.20公尺間；2套多音束測量系

統量測之水深值進行交叉分析，經計算其較差中誤差為0.15公尺，其水深測量成果符合IHO一等規範精度，相關作業程序可提供作業單位參考。

3. 依據美國工兵署深度量測精度評估表，水深測量誤差來源包括儀器系統誤差、系統率定誤差、解析度、水深因素、高程參考基準、驗潮資料、載具穩定度、載具速度、儀器靈敏度等，該表已將主要誤差來源考量，並評估每種條件預估的標準誤差值與成果均方根誤差，以系統與隨機誤差為主要，包含載具、測深儀器、環境與基準所引起誤差，建議未來國內水深量測準則之基本規範除參考該表外，對於音波頻率與底床材質納入參考。

參考文獻

1. 謝東發、李佩珊、蔡鴻勳、劉正倫、林燕山（2008），提升水深測量成果品質之研究，第30屆海洋工程研討會論文集P739-744。
2. 謝東發、白敏思、李彥弘（2005），海域地形測量成果查核與驗收機制建立之研究，內政部土地測量局自行研究報告。
3. 內政部（2004），研定領海及鄰接區海域基本圖測量規範。
4. 行政院研究發展考核委員會（2001），海洋白皮書。
5. 張功武（1999），「海底地形量測之品質管制」，國立中山大學海洋環境及工程學系研究所碩士論文。
6. International Hydrographic Bureau（1998），IHO Standards for Hydrographic Surveys, 4th Edition, Special Publication No.44. .



臺灣港灣地區防救災體系之探討

黃敏郎 成大研究發展基金會組長
紀雲曜 長榮大學土地管理與開發學系 副教授
謝明志 交通部運輸研究所港灣技術研究中心 研究員
曾文傑 交通部運輸研究所港灣技術研究中心 助研員
葉永信 國立成功大學防災研究中心 研究助理

一、背景簡述

臺灣目前較具規模的貿易港埠包括了高雄港、臺中港、基隆港以及臺北港。如何推動整合運用地理資訊系統(GIS)之特性來有效建立港埠地區防救災體系，則為本研究重點。港灣地區屬於臺灣各區域的重要產業進出口門戶，影響經濟活動甚鉅。建立有效率的港灣地區防救災體系，可將災害事件的衝擊降至最低。從整體防救災的觀點，港灣地區的防救災體系必須能夠配合中央、縣市到鄉鎮層級之指

導原則，且依照各港灣所在縣市不同的自然環境及社經背景之潛在因子，因地制宜的有效合理規劃，並落實到港灣管理單位的獨立防災方針。也就是，建立一套可融入各區、鄉、鎮、市間的共同防災機制、臨災任務分配、救災相互支援、臨災群眾疏導、物資運送通路等之全面性的防救災規劃，使得各階層的防救災體制能夠被有效整合，整體性、組織性與全面性的防災計畫能具體建立。

二、問題分析

目前國內各縣市政府之各類災害防救標準作業程序，大部分都是以原則性的方式，列出實際災害防救單位應注意的事項，並無考量災害規模之時、空變化因素，因此當災害狀況改變，這些標準作業程序無法適用當時的狀況，因此目前之災害搶救方法大都靠以往之經驗來進行。交通部台灣區國道高速公路局(2004)曾研擬高速公路運送危險物品車輛洩漏處理標準

作業程序，採用狀況研判的決策流程方式實作標準作業程序，可以實際歸納所有可能隨時間歷程演化所發生的狀況，此一方式較能具體掌握災害發生的可能演變，並提出適當的因應對策，對於強調立即性與有系統性的應變作業執行，具有很高的操作價值。本研究針對港區各類災害之標準作業程序之研擬，目的即在於為港區提出一個具有高度操作性的作業流程，因





路地理資訊系統技術進行港灣地區防
救災決策系統之開發。

本課題目的在於透過台灣各港灣地區之防救災資料庫與應用資料庫的建置，結合地理資訊系統(GIS)技術，進行防救災體系之規劃並提出具體成果。藉由建立港灣地區性防救災資料庫，並輔以既有的防救災法令、港灣所在地縣市之防救災資源分佈、各港務局防救災業務規劃等，進行防救災體系規劃及管理之應用研究。本課題以圖1之研究流程與方法，完成港區災害防救體系與防救災決策支援系統之建置工作：

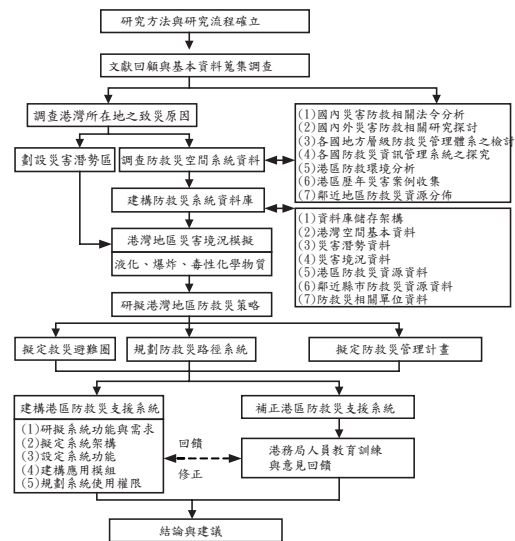


圖1 本課題探討流程圖

(一) 港區防救災環境現況與分析

為建立能夠因應多災害（multi-hazards）需求之防救災體系，首先必須探討各港埠所在地區之環境及其發展特性下的潛在災害種類，並界定其重要性。透過所蒐集或調查得到的各項自然環境與社會經濟環境資料，利用相關災害之分析方法與地理資訊系統之空間分析技術，獲得港灣所在地區之大環境災害潛勢圖以及港灣地區內之災害基地分佈圖。本研究收集各港埠現況調查與歷年災害案例，進行化學災害、重機災害、船舶災害、火災等災害因子之發生潛勢分析，同時

建構港區之防災地圖(Hazard Map)。(如圖2)

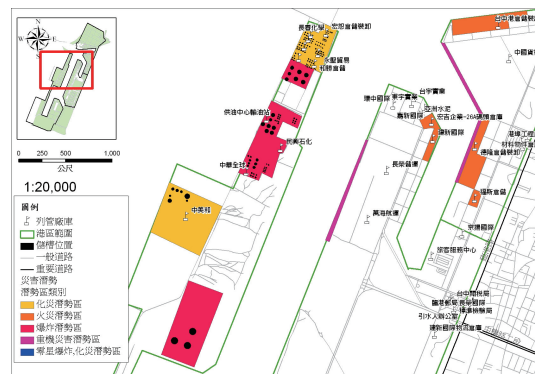
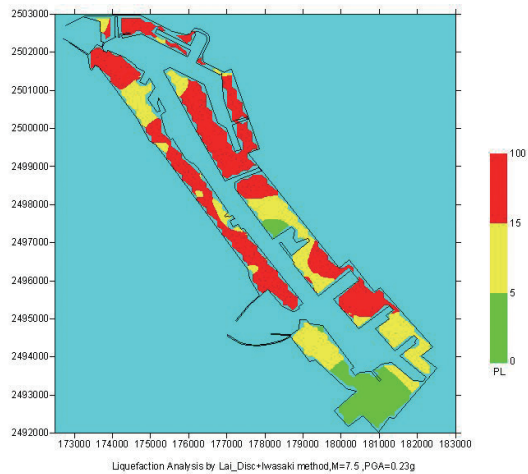


圖2 臺中港西碼頭區與中突堤區防災地圖



綠色:液化等級輕微;黃色: 液化等級中等;紅色液化等級嚴重

圖3 高雄港區地震規模5.5級土壤液化模擬圖

(資料來源:交通部運輸研究所港灣技術研究中心)

(二) 災害境況模擬

2.1 地震災害境況模擬

港區內有許多化學物儲存槽以及儲槽間的管線，為避免相關管線在地震時發生爆炸、毒氣外洩等二次災害，必須針對地震災害之境況進行模擬，瞭解各等級地震可能造成的影響。本研究對各港區進行的土壤液化分析研究之成果，設定各港區之地震規模，對各港區土壤液化境況進行模擬，模擬結果如圖3所示。

2.2 爆炸災害境況模擬

各港區內有許多化學儲存設施，

這些儲槽不僅儲存量大，而且有許多儲槽是用來儲存易燃性、有毒性的危險化學物質。若是這些儲槽發生爆炸，勢必將對港區設施造成破壞。因此，必須將這些儲槽視為港區周遭的爆炸危險潛在因子，並對儲槽發生爆炸時可能的情況與影響範圍進行模擬。以作為劃設爆炸時危險區與安全區之參考依據。由「廢棄火炸藥處理最佳化研究」(傅慰孤,1990) 研究中可知TNT炸藥地面爆炸爆震波壓力公式為：

$$Pg = 1.06(W^{1/3}/R) + 4.3(W^{1/3}/R)^2 + 14(W^{1/3}/R)^3 \quad (\text{公式1})$$

依照此公式，配合福國化學工廠爆炸案例所推估的化學物品爆炸轉換成TNT爆炸的數量，可計算出化學儲槽爆炸時所產生的爆震波，在此以臺中港區的化學品分部位置為例，以西碼頭區、中油LNG接收站、台灣電力公司、中油油庫(防風林區)等四個分區，分別依據各公司之儲槽容量大小轉換成相對應之TNT炸藥重量進行爆炸模擬，由於此模擬之假設為平地地形之情形，然而港區周遭地區有若有水泥建築物分佈，爆震波遇到建築物時將受第一波建築物阻隔，而減弱對後方建築物之影響，因此以臺中港區與周圍地區建物分佈狀況為參考基準，可畫出不同容量之儲槽爆炸影響範圍模擬結果(如圖4)。

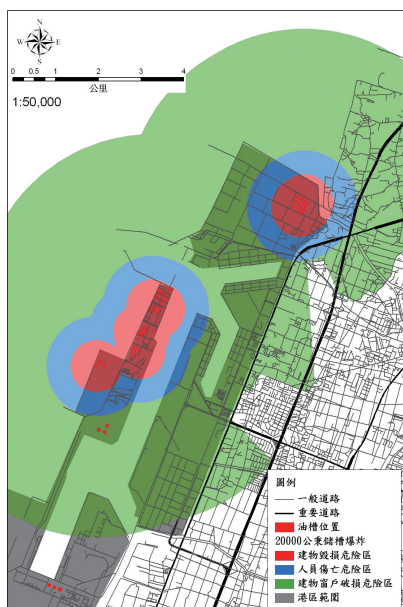


圖4 臺中港20,000公秉儲槽爆炸影響範圍模擬圖

2.3 毒氣物質擴散境況模擬

以臺中港為例，臺中港內的主要洩漏源為西碼頭區內包括長春石化、宏恕倉儲、億昇倉儲、永聖貿易、匯僑公司、和聖倉儲等6家石化儲槽業者，多分佈於中島地區與中油儲

槽地區，其所儲存的化學物質種類很多，其中以苯乙烯(STYRENE)、甲醇(Methyl Alcohol)及丙酮(Acetone)最為危險，本研究即以ALOHA擴散模式進行此三種化學物質的洩漏模擬，以臺中港儲槽洩漏模式進行模擬，大氣條件模擬夏季風向（平均風向：SSW、S，平均風速：3.67m/sec，平均7月溫度：30℃。）、冬季風向（平均風向：NNE、NE向，平均風速：6.9m/sec，平均2月溫度：13℃。）與八種風向(東、南、西、北、東北、東南、西北、西南風，平均風速：5.2m/sec，中央氣象局梧棲氣象站近二十五年平均溫度：22.9℃)；洩漏地點的模擬選定臺中港內化學物品儲存最多的西碼頭化學品專業區，儲槽量則以西碼頭化學品專業區內數量最多的2500公秉儲槽量為假設，並設定為洩漏孔徑8(英吋)破孔大小的情況¹，各項模擬在儲槽規模與洩漏口徑的設定上皆以此為標準，而模擬結果如圖5。

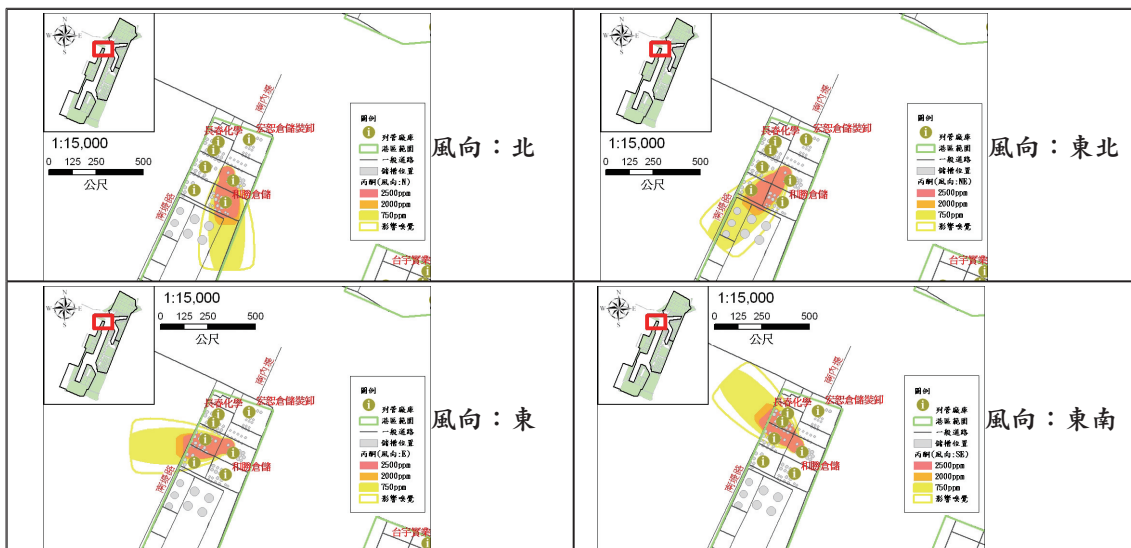


圖5 臺中港西碼頭地區丙酮物質境況模擬圖





(三) 防救災標準作業程序規劃

有鑑於目前國內各縣市政府單位尚未見詳細之防救災標準作業程序，本研究對臺中港之防救災作業，研擬一確實可行之標準作業程序，以供臺中港務局於災害防救時之作業遵循參考。而防救災標準作業程序依據以下原則進行規劃：

1. 參考國內、外各單位之各類災害防救標準作業程序
2. 納入事件為作業程序之分類依據
3. 詳列各種誘發之災害類型
4. 依災害規模、災害區位、致災物質劃分處置作為
5. 以單位為原則，列出各單位應有之

處置作為清單

6. 標準作業程序圖需能因應災害規模變化

遵循上述之規劃依據，在災害防救標準作業程序圖中，會先以災害事件進行劃分，再考量此類災害所有可能誘發的災害類型加以區別。針對不同之災害類型，研擬適切之處置作為。此時再依據災害規模、災害發生區位、致災物質等不同，以負責單位為單元，研擬細部之處置作為。而細部之處置作為則以檢核表的方式，條列出各項作為之施作方法與協調事項(圖6)。

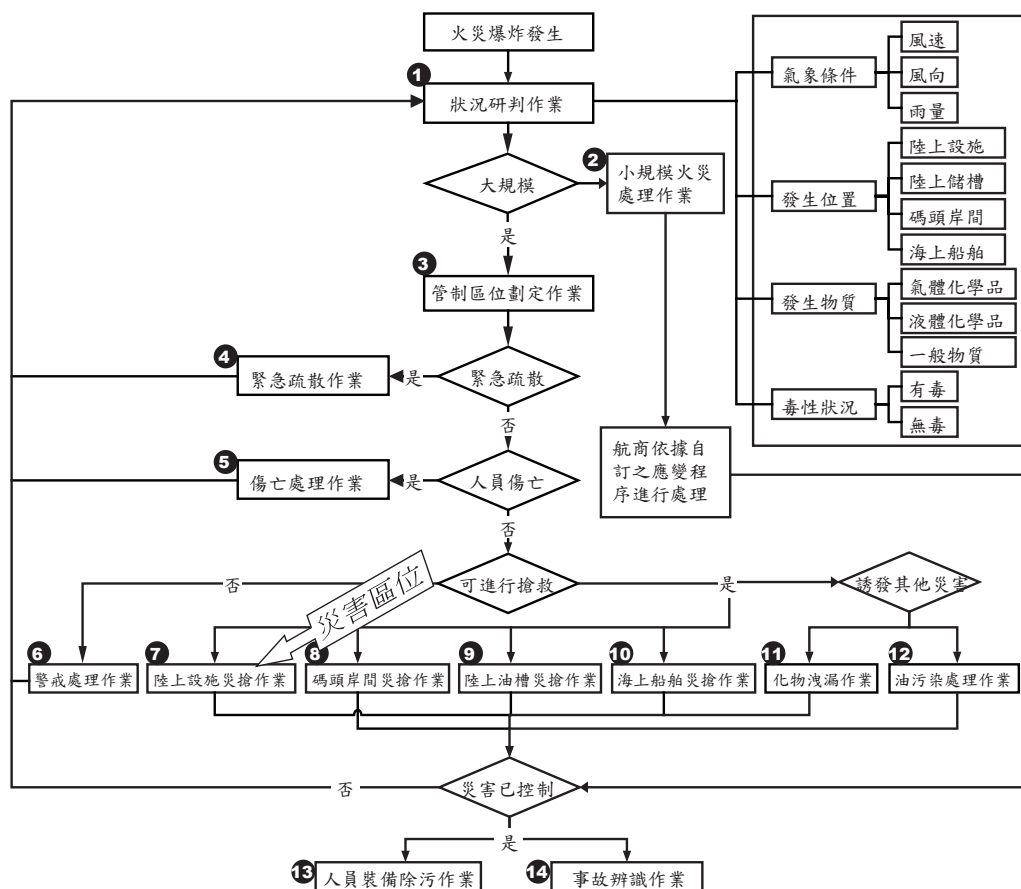


圖6 颱風誘發之火災之災害防救標準作業程序圖



(四) 防救災決策支援系統開發

防救災決策支援系統之功能規劃共為五個部份，分別為系統管理模組、地圖控制模組、災前維護模組、災中應變模組及災後復建模組(圖7)，

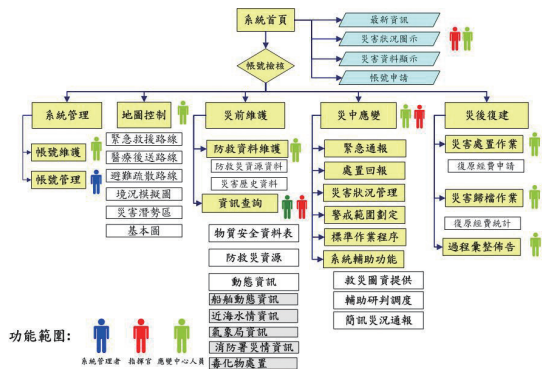


圖7 防救災府決策支援資料庫系統功能架構

(五) 各港區之災害特性分析

根據各港區之災害歷史資料收集統計結果如表1。其中高雄港以船舶事故為最多，其次為油汙染事故，而臺中港則以船舶事故、工安意外與毒化災較頻繁，基隆港部分則以火災及船舶事故為主。臺北港則以船舶事故最常發生。分析各港埠之災害歷史資料可以發現以船舶事故最常發生，而

表1 各港區之災害統計表

港區	高雄港	臺中港	基隆港	臺北港
災害特性	1.船舶事故(36) 2.油汙染(16) 3.毒化災(3)	1.船舶事故(5) 2.工安意外(4) 3.毒化災(3) 4.油汙染(2) 5.地震災害(1)	1.火災(6) 2.船舶事故(5) 3.工安意外(1) 4.生物災害(1)	1.船舶事故(6)

註：(n)，數字n為該災害之發生次數。

(六) 各港區防救災能力分析

目前各港務局在海域之救災能力方面，普遍缺乏管轄海域內人員與船隻之救助能力。針對海域之人力救助方面，須通報海巡署進行協助與救

災中應變模組中之系統輔助功能與緊急回報功能為本年度主要加強新增之功能，主要應用於災中緊急應變，提供由行動裝置通報及截取系統輔助決策訊息(圖8)。



圖8 災中應變模組行動裝置示意圖

其中又以港區外轄區之事故為最多，而各港務局接獲轄區外海通報之海難時，需視災害類型通報國家搜救中心、海巡單位與環保署等單位，協助處理災害狀況，於船務部份則由港務局之拖船負責救援工作。而港區內發生之船舶事故則以船舶碰撞為最多，通常因風浪過大或不暗港區航道水深特性所致。

援，而針對船隻與貨物之救助則無關單位可供協助。因此，建議可於港務局成立港務局管轄海難救援作業專責單位，以利進行人員與船隻之救助工作。



表2 各港區化學災害、船舶災害處理能力分析表

統計	高雄港	臺中港	基隆港	臺北港
最大化學儲槽容量(公秉)	12,000	160,000	100	5,000
港區陸地面積(公頃)	1126	2,800	196	1,130
港區水域面積(公頃)	1270	973	376	3,304
化學消防車(輛)	8	7	4	2
救護車(輛)	6	4	3	1
拖船(艘)	20	13	13	3
化災搶救能力*1	0.67	0.04	40.00	0.40
人員救護能力*2	5.33	1.43	15.31	0.88
船舶事故拖救能力*3	15.75	13.36	34.57	0.91
*1:(化學消防車數量/最大化學儲槽容量)*1000				
*2:(救護車數量/港區陸地面積)*1000				
*3:(拖船數量/港區水域面積)*1000				

而在港區內之災害救援能力，主要取決於各港務消防隊之救援能力與港區災害特性兩者間之落差。臺北港目前僅有一個港務消防隊，所轄區面積約三千一百多公頃，其潛在之災害以化學災害最為嚴重，而僅配備一輛高效能化學車與一輛普通化學車，港區化學品存量約有十八萬九千公秉左右，此足以顯現化災發生時處理能力不足之窘境，同時臨近支援單位八里消防分隊亦無化學災害之救災能力，因此有待化學災害防救能力之提升。

而在通報方面，臺北港分局防災作業人員普遍認為針對港區作業人員之通知與通報，往往以室內電話與手機方式無法全面與廣泛進行通報，因此針對港埠作業人員之通報，建議增設港區內之廣播系統，以弭補既存方式之不足。若以各港區主要重大之災害防救能量為分析依據，可以化學災害所需之化學災害處理車、救護車與船舶災害所需之拖船能力進行統計分

析(表2)。從表2分析，在化災搶救能力方面以基隆港之能力為最佳，而以臺中港能力最低。分析此原因主要受儲槽大小所控制，臺中港因有中油LNG廠160,000公秉儲槽，顯現現有七部化學消防車仍有救援能力不足的狀況。因此建議增加臺中港區之化學消防車數量。而在人員救護能力方面，以基隆港之能力為最佳，而以臺北港能力最低，主要為臺北港只有一輛救護車，因此事必須要提升臺北港之人員救護能力。

於船舶事故拖救能力方面，以基隆港之能力為最佳，而以臺北港能力最低，主要為臺北港之拖船數量明顯少於各港，而且水面面積又大於其他各港之故。各港之災害救援能力大致可以滿足平日之需求，但若要處理重大災害時，則仍需鄰近縣市政府之消防單位之協助。因此建議再加強各港務消防隊於重大災害之處置能力。

五、結論



本課題係在防救災理論基礎下，參酌相關國內外文獻與法令規定等，研擬各類災害防救策略與流程，並透過資料收集、現況調查及相關研究方法等，分析港區災害潛勢與進行災害境況模擬；相關結果均運用地理資訊系統(GIS)技術，建立港區災害防救資料庫及災害防救資訊管理系統，已獲致相當豐厚之成果。

港區災害防救資料庫建置內容包括港灣空間資訊基本資料庫、災害潛勢資料庫、災害境況資料庫、防救災資源資料庫等四大部分，其中高雄港約達三萬筆資料、臺中港約三萬五千筆資料、基隆港約九千筆資料而臺北港約兩萬七千筆資料。

近年來開放式標準已漸漸成為地理資訊系統所遵循的規範，而國外

地理資訊系統標準制定之重要組織，OGC，正致力於這些標準之制定。然而目前系統之設計只考量使用者之需求與災害防救之作業流程的數位化，若要提供網頁地圖服務(Web Map Service)或其他相關之服務等標準作業，則需重新考量與規劃。因此於未來之系統建置建議納入OGC所制定之各類標準，以延續本計畫系統之使用期限，同時與國際標準接軌。

未來建議各港應針對港區內各設施、設備之資訊，進行更新、資料數位化之工作，整合VTS、船舶動態、CCTV與門禁管制系統，強化即時影音空間資訊，並朝向資料統一倉儲管理，分責進行維護的資料庫管理架構，以利未來與中央之資料倉儲與共通資料標準及圖資流通服務接軌。

六、參考文獻

1. 交通部台灣區國道高速公路局(2004)「行政院公共安全管理白皮書-危險品運輸安全管理-高速公路運送危險物品車輛洩漏處理標準作業程序」。
2. 傅慰孤(2000) 廢棄火炸藥處理最佳化研究，碩士論文，私立元智大學化學研究所。
3. ALOHA 說明文件 <http://archive.orr.noaa.gov/cameo/aloha.html>。
4. 何明錦、洪鴻智(2002)，「應用HAZ-Taiwan系統進行都市計畫防災規劃方法與方式探討」，內政部建築研究所。
5. 張益三、蔡柏全(2002)，「都市災害防救管理體系及避難圈域適宜規模之探究-以嘉義市為例」，國立成功大學都市計畫研究所。
6. 劉浚明、何森雄(2004)，「臺中港區食品業倉儲轉運公司績效評估」成果報告書。
7. Federal Emergency Management Agency、United States Fire Administration、National Fire Academy U.S.A. (1999) "Incident Management (Command) System for Structural Collapse Incidents"。



台灣港區大氣能見度特性探討-基隆、台中、高雄

溫志中 弘光科技大學環境工程系 助理教授

蔡立宏 交通部運輸研究所台灣技術研究中心 研究員

楊尚威 弘光科技大學環境工程系 研究生

摘要

本研究主要探討基隆、台中及高雄港區能見度之特性，蒐集彙整 2004 至 2005 年間，中央氣象站之氣象監測數據（溫度、太陽輻射、相對濕度、風速和能見度）及環保署空氣品質監測站（基隆、沙鹿和小港）大氣污染物（ PM_{10} 、 NO_2 、 SO_2 、 CO 、 S_3 ）測得之觀測資料。本研究藉由主成份分析（Principal Component Analysis，PCA）、T-test、無母數相關性分析（Spearman）及迴歸模式，探討大氣污染物及氣象條件對大氣能見度之影響

以及港區氣象資料及大氣污染物對能見度之關係。研究中經由主成份分析，提出大氣污染物（ PM_{10} 、 NO_2 、 SO_2 、 CO 、 S_3 ）為影響大氣能見度之首要因子，其中以懸浮微粒（ PM_{10} ）最為明顯。因此當懸浮微粒愈高，則能見度愈不佳。另外，就能見度與風速變化分析結果顯示能見度隨著風速增加而增加。

關鍵字：能見度、大氣污染物、氣象條件、統計分析

一、前言

近年來台灣地區由於工業迅速成長，空氣品質日漸惡化，大氣能見度漸漸成為民眾最為觀切的空氣品質好壞的重要指標。能見度為表示大氣混濁程度之一種方法，係指當觀測者站在地面上，沿水平方向以正常之肉眼所能分辨，以天空為背景之黑色物體之最大距離。所謂肉眼係指正常之視力，不得使用望遠鏡之類的器具幫助，但加戴眼鏡以獲得正常視力者不

在此限。各方向之能見度不同時，以最小距離為當時之能見度。根據環保署空氣品質測站資料顯示，目前在台灣最嚴重的空氣污染物指標是懸浮微粒及臭氧，使得空氣品質的惡化且間接影響人類健康。Tsai's (2005) 研究指出在早期自 1960 年時平均大氣能見度約 20km 以上，而 2002 年至 2003 年下降 6-7km，顯示懸浮微粒與能見度之間呈現相互的反比關係。由於沙塵





帶來大量懸浮微粒，造成空氣品質惡化且導致能見度降低。Chan (1997)及Tsai (2004) 文獻中指出，當大氣中懸浮微粒粒徑小於 $10\ \mu\text{m}$ 者，會因受到大氣環境的亂流及對流作用而被帶離地面約1公里，揚起至大氣中，顯示風速對於大氣污染物的傳送與擴散亦間接影響能見度的視程距離。區域性空氣品質的好壞，不僅除了氣象條件（風速、相對濕度、溫度、日照時

數等）變化之影響外，大氣中污染物（ PM_{10} 、 NO_2 、 SO_2 、 CO 、 S_3 ）濃度的高低也是重要因素之一。

本文將針對基隆、台中及高雄區大氣污染物及氣象條件相互間變化下對大氣能見度之影響進行探討。其所考慮因子為氣象條件（風速、相對溼度、溫度等）及大氣污染物。針對主要影響因子，進行探討港區能見度之分佈特性。

二、位置介紹及港區特性

基隆港位於台灣本島北端，位於北緯 $25^{\circ}09'$ ，東經 $121^{\circ}44'$ ；港口範圍東北端三面環山一面環海，向西北開敞，向西南灣入內港，港域面積約572公頃。目前共有五十七座碼頭，總長度9,907.9公尺。基隆港於冬季受東北季風經過海洋及背山面海的原因，夏季受西南季風，造成冬季雨量較多。其年平均降雨量亦高達3720公釐，而年平均溫度約 22.5°C ，年平均潮差大約0.7公尺左右。

台中港位於台灣本島西海岸中央，位於北緯 $24^{\circ}17'$ ，東經 $120^{\circ}29'$ ；離北部的基隆港約110哩，南部的高雄港約120哩航程。港區的範圍北起大甲溪南岸，南到大肚溪北岸，東以省

道台十七線濱海公路為界，西臨台灣海峽，總面積為3760公頃。目前已完成四十七座碼頭，總長度10,974公尺。夏季風向以SSW及S為主，平均風速為 3.7ms^{-1} ；冬季風向以NNE向及NE向為主，平均風速為 6.9ms^{-1} 。

高雄港位於台灣本島西南海岸，涵蓋旗津、前鎮、小港三個行政區。位於北緯 $22^{\circ}27'$ ，東經 $120^{\circ}10'$ 。港口北側有高雄山聳立，南側則160公尺處有旗後山對峙，港區面積為17,678公頃。目前進出港航道有第一港口及第二港口，第一港口之內港口水深11公尺；第二港口之內港口，航道全長18公里。現有碼頭一百一十八座，全長度26,595公尺。

三、研究方法

本研究主要可分為兩部份，分別為(1)大氣污染物濃度及氣象條件

測值之分類彙整、(2)利用統計方法探討大氣污染物及氣象條件對大氣能見



度之影響。分述如下：

3-1 大氣污染物及氣象條件之分類彙整

本研究依據基隆、台中及高雄港區，於2004年1月至2005年12月期間逐日之大氣污染物 (PM_{10} 、 NO_2 、 SO_2 、 CO 、 S_3) 及氣象條件 (太陽輻射、溫度、溼度、風速、相對濕度、能見度等) 蒐集整理。首先，基隆空氣品質測站位於基隆市信義區基隆女中之樓頂，與氣象站及港區約 2 公里距離；台中沙鹿空氣品質測站位於台中縣沙鹿鎮北勢國中，與氣象站約 5.7 公里距離；而高雄小港空氣品質測站位於高雄市小港區小港國中，與氣象站約 2.3 公里距離。基隆、台中及高雄區和氣象測站的位置於圖 1 表示。

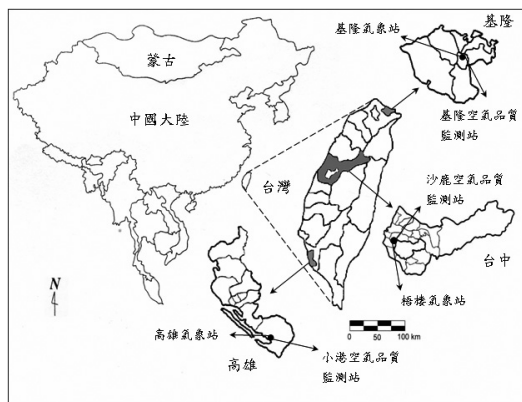


圖1 台灣港區位置分佈圖

3-2 統計方法

3-2-1 假設檢定 (T-test)

為探討大氣污染物及氣象條件對大氣能見度之影響。本研究運用幾種統計方法，有假設檢定 (T-test) 探討兩平均值是否有顯著差異，判斷基隆、台中及高雄等三個區域大氣污染物與氣象因子探討之間相異性。其假

說檢定分析公式如下：

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \dots\dots\dots (1)$$

式中 X_1 、 X_2 為不同監測之地點； $\bar{X}_1$ 、 $\bar{X}_2$ 為不同監測地點之平均值； n_1 、 n_2 為不同監測地點統計量。其資料樣本數為 $n=n_1+n_2$ ，信賴區間為 $-2.326 \leq t_{\infty} \leq 2.326$ ，而顯著水準 α 為 $\alpha=1-0.99=0.01$ ，以雙尾常態分佈作依據。

3-2-2 無母數相關性分析 (non-parametric (Spearman))

無母數相關性分析 (Spearman) 應用分析於區域大氣污染物與日氣象因子之間是否有相關性。假設 $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n)$ 是有效之資料數，無母數相關性將獨立樣本 X 、 Y ，取代證明相關係數 $r_{x,y}$ 。對於收集資料 $(X_1, X_2, \dots, X_n)$ ， $(Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$ 順序安排是由大至小，因此得到樣本差值 R_i 、 S_i ，而 $i=1, 2, 3, \dots, n$ 。

其得到相關性係數 (r_{sp})，公式如下：

$$r_{sp} = \frac{12}{n(n^2-1)} \sum_{i=1}^n \left(R_i - \frac{n+1}{2} \right) \left(S_i - \frac{n+1}{2} \right) \dots\dots\dots (2)$$

式中 n 為樣本個數， R_i 、 S_i 為第 i 個樣本之差。

Spearman 等級相關係數系根據兩個變數的等級，因此 r_{sp} 值的範圍在 $-1 \leq r_{sp} \leq 1$ 間。 r_{sp} 值的解釋與一般相關係數 r 相似。當兩個變數之等級順序相同時，可得到 $r_{sp}=1$ ；反之，若當兩個變數的等級相反時 (即 X 的等級順序與 Y 的等級順序完全相反)，則 $r_{sp}=-1$ ；若 $r_{sp}=0$ ，則表 X 、 Y 間無關。



3-2-3 主成份分析 (principal components analysis, PCA)

而主成份分析 (Principal Component Analysis ; PCA) 此部份針對大氣污染物與氣象條件對區域大氣能見度，將所有的參數應用主成份分析，來鑑定其特性及來源，期找出主要影響因子。主成份變數 (因素) $y_1, y_2, \dots, y_k$ 是為原始變數 $x_1, x_2, \dots, x_k$ 的線性組合，例如 y_1 可能解釋所有 $x_1, x_2, \dots, x_k$ 線性組合的最大變異量， y_2 解釋與 y_1 不相關最大變異量，其它以此類推。表

示如下：

$$y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1k}x_k$$

$$y_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2k}x_k$$

.

.

.

$$y_k = a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{kk}x_k$$

當中 a_{ij} ($i=1, \dots, q, j=1, \dots, k$) 係數被選定，所以就能把握住所需要的最大變異數及沒有相關的情形。其取用特徵值小於1，而解釋變異量介於70~90%間，為理想因數的數目。

四、結果與討論

4-1 區域大氣污染物及氣象因子之特性

由表 1 顯示2004年至2005年基隆、台中及高雄區大氣污染物及氣象因子之年平均濃度值。基隆區大氣污染物 PM_{10} 、 NO_2 、 SO_2 、 CO 、 S_3 之年平均濃度值分別為 $50.09 (\mu g m^{-3})$ 、 $21.14 (ppb)$ 、 $6.55 (ppb)$ 、 $0.53 (ppm)$ 、 $26.83 (ppb)$ 。位於台灣中央台中區，顯示大氣污染物 PM_{10} 、 NO_2 、 SO_2 、 CO 、 S_3 之年平均濃度值，分別為 $65.28 (\mu g m^{-3})$ 、 $18.32 (ppb)$ 、 $4.81 (ppb)$ 、 $0.50 (ppm)$ 、 $31.42 (ppb)$ 。高雄區大氣污染物 PM_{10} 、 NO_2 、 SO_2 、 CO 、 S_3 之年平均濃度值，分別為 $86.99 (\mu g m^{-3})$ 、 $30.40 (ppb)$ 、 $13.74 (ppb)$ 、 $0.66 (ppm)$ 、 $26.30 (ppb)$ 。依

據上述所示，懸浮微粒 (PM_{10}) 年平均濃度值高低依序為高雄區>台中區>基隆區。而 SO_2 、 NO_2 及 CO 年平均濃度值高低依序為高雄區>基隆區>台中區。基隆、台中及高雄區氣象因子(太陽輻射、溫度、相對濕度、風速、日照時數、能見度)年平均濃度值範圍，分別為太陽輻射年平均範圍在15.37至15.95 ($MJ m^{-2}$)，溫度年平均範圍在297.19至298.97 (K)，相對濕度年平均範圍在71.29至74.93 (%)，日照時數7.76至8.35之間。而風速及能見度年平均濃度值高低依序為台中區>基隆區>高雄區，年平均範圍在2.25至4.47 (ms^{-1})，推測呈現風速愈高能見度愈佳的趨勢。



表1 2004年至2005年基隆、台中及高雄區大氣污染物及氣象因子之年平均濃度表

項目	基隆	台中	高雄
PM ₁₀ (μgm^{-3})	50.09	65.28	86.99
NO ₂ (ppb)	21.14	18.32	30.40
SO ₂ (ppb)	6.55	4.81	13.74
CO (ppm)	0.53	0.50	0.66
O ₃ (ppb)	26.83	31.42	26.30
太陽輻射 (MJm^{-2})	15.95	15.37	15.93
溫度 (K)	298.72	297.19	298.97
相對濕度 (%)	71.29	74.93	73.11
風速 (ms^{-1})	2.47	4.47	2.25
日照時數 (hr)	7.76	8.32	8.35
能見度 (km)	10.93	11.93	5.14

4-2 港區能見度對大氣污染物和氣候條件之比較

本文利用幾種統計的方法，假設檢定 (T-test)、無母數相關性分析 (Spearman) 及主成份分析 (Principal Component Analysis ; PCA)，對大氣污染物及氣象因子進行相關性分析。探討區域之間大氣污染物及氣象條件是否有相異性。在T-test分析結果上，

由表 2 基隆與台中大氣污染物 (CO) 及氣象因子 (SR)， $t_{(\infty)}$ 值分別為0.61、0.25；基隆與高雄，顯示O₃、太陽輻射及相對濕度有顯著性的差異， $t_{(\infty)}$ 值分別為1.01、1.13和-1.54；而台中與高雄，顯示日照時數， $t_{(\infty)}$ 值-0.72。而能見度雖並沒有明顯的顯著性，似乎是資料上有特性的不同。

表2 2004年至2005年大氣污染物與氣象因子之比較

	基隆－台中	基隆－高雄	台中－高雄
SO ₂	5.49	-17.20	-30.69
NO ₂	2.81	-13.44	-18.06
O ₃	-4.80	1.01*	8.27
CO	0.61*	-8.90	-9.58
PM ₁₀	-7.48	-17.11	-9.28
SR	-0.25*	1.13*	-5.32
T	5.58	3.07	-10.00
RH	-7.14	-1.54*	3.55
WS	-15.29	3.67	20.95
SD	-2.53	-2.85	0.72*
VIS	-4.59	29.29	36.95

(*) 有0.01 之顯著水準； $t_{\text{critical}}(0.99;\infty)=2.326$



4-3 港區能見度對大氣污染物和氣候條件的相關性

根據spearman rank分析，由表 3 至表 5 結果顯示，整體來說由於大氣污染物伴隨著發生，相互間呈現顯著

相關性，相關係數於0.701至0.906之間。另外，三個區域經由分析，能見度與PM₁₀呈現顯著負相關性，相關係數為-0.70。

表3 基隆地區大氣污染物和能見度之相關性分析

	SO ₂	NO ₂	O ₃	CO	PM ₁₀	SR	T	RH	WS	SD	VIS
SO ₂	1.000										
NO ₂	0.706**	1.000									
O ₃	-0.186	-0.023	1.000								
CO	0.533	0.884**	0.043	1.000							
PM ₁₀	0.449	0.657	0.398	0.701**	1.000						
SR	-0.112	-0.309	0.012	-0.416	-0.233	1.000					
T	-0.094	-0.427	-0.203	-0.566	-0.505	0.606	1.000				
RH	0.304	0.3	-0.414	0.283	-0.054	-0.274	-0.017	1.000			
WS	-0.231	-0.424	0.231	-0.425	-0.095	0.077	0.047	-0.353	1.000		
SD	-0.103	-0.208	0.012	-0.284	-0.136	0.862**	0.393	-0.344	0.044	1.000	
VIS	-0.482	-0.588	-0.16	-0.622	-0.70**	0.29	0.243	-0.421	0.245	0.286	1.000

** 相關的顯著水準為0.05 (雙尾)

表4 台中地區大氣污染物和能見度之相關性分析

	SO ₂	NO ₂	O ₃	CO	PM ₁₀	SR	T	RH	WS	SD	VIS
SO ₂	1.000										
NO ₂	0.54	1.000									
O ₃	0.071	0.003	1.000								
CO	0.486	0.864**	0.113	1.000							
PM ₁₀	0.428	0.612	0.35	0.71**	1.000						
SR	-0.045	-0.342	0.078	-0.447	-0.428	1.000					
T	-0.093	-0.388	-0.08	-0.506	-0.467	0.712**	1.000				
RH	-0.109	0.132	-0.344	0.103	-0.172	-0.027	0.177	1.000			
WS	-0.317	-0.374	0.023	-0.265	-0.072	-0.279	-0.439	-0.32	1.000		
SD	-0.022	-0.221	0.059	-0.277	-0.16	0.673	0.365	-0.257	-0.088	1.000	
VIS	-0.332	-0.604	-0.227	-0.659	-0.71**	0.331	0.237	-0.295	0.308	0.261	1.000

** 相關的顯著水準為0.05 (雙尾)

表5 高雄地區大氣污染物和能見度之相關性分析

	SO ₂	NO ₂	O ₃	CO	PM ₁₀	SR	T	RH	WS	SD	VIS
SO ₂	1.000										
NO ₂	0.620	1.000									
O ₃	-0.031	0.331	1.000								
CO	0.670	0.906**	0.251	1.000							
PM ₁₀	0.579	0.870**	0.487	0.841**	1.000						
SR	-0.507	-0.745**	-0.185	-0.745**	-0.687	1.000					
T	-0.494	-0.799**	-0.178	-0.803**	-0.669	0.688	1.000				
RH	-0.234	-0.455	-0.372	-0.344	-0.473	0.192	0.450	1.000			
WS	0.035	-0.223	-0.255	-0.149	-0.191	0.213	0.090	-0.003	1.000		
SD	-0.165	-0.273	-0.031	-0.280	-0.192	0.635	0.268	-0.120	0.153	1.000	
VIS	-0.324	-0.639	-0.496	-0.612	-0.703**	0.521	0.459	0.114	0.189	0.268	1.000

** 相關的顯著水準為0.05 (雙尾)





4-4 港區能見度對大氣污染物和氣候條件之主成份分析

經由主成份分析結果，由表 6 顯示三個區域之前三個主成份之累積可解釋變異量分別為 73.78、73.44 及 74.54。因此推論，風速及溫度對於能見度有很重要的相關性，但相對濕度較不規律。

當風速降低時污染物不易擴散，會導致 NO_2 、 CO 及 PM_{10} 均出現高濃度值。大氣中 NO_2 及 CO 容易產生光化學反應形成 O_3 ，而 O_3 為光化學反應中為氧化物，可快速反應形成光化學煙霧，導致空氣品質不佳， PM_{10} 為交通污染源與工業區排放之主要貢獻來源。

表6 基隆、台中及高雄區大氣污染物與氣象因子之主成份分析結果

	基隆地區			台中地區			高雄地區		
	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3
SO_2	0.637	0.297	0.287	0.570	0.261	0.357	0.638	-0.331	0.352
NO_2	0.877	0.163	0.292	0.862	0.288	0.010	0.939	0.011	0.098
O_3	0.001	-0.742	0.308	0.181	-0.134	0.671	0.369	0.749	-0.312
CO	0.905	0.055	0.174	0.907	0.192	0.016	0.908	-0.122	0.129
PM_{10}	0.742	-0.405	0.414	0.858	-0.005	0.296	0.911	0.190	0.055
太陽輻射	-0.611	0.269	0.693	-0.639	0.557	0.403	-0.836	0.299	0.260
溫度	-0.583	0.503	0.129	-0.566	0.671	0.026	-0.789	0.132	-0.290
相對濕度	0.380	0.695	-0.344	0.031	0.556	-0.705	-0.433	-0.484	-0.524
風速	-0.274	-0.640	-0.158	-0.154	-0.880	0.049	-0.231	-0.293	0.527
日照時數	-0.516	0.183	0.761	-0.428	0.338	0.593	-0.392	0.542	0.542
能見度	-0.775	-0.041	-0.103	-0.758	-0.244	0.061	-0.728	-0.206	0.376
特徵值	4.342	2.085	1.689	4.170	2.225	1.683	5.325	1.486	1.389
變異量(%)	39.468	18.956	15.355	37.911	20.229	15.299	48.405	13.507	12.623
累積變異量(%)	39.468	58.424	73.779	37.911	58.140	73.440	48.405	61.912	74.535

4-5 大氣污染物與能見度及風速之關係

本研究分析結果，2004 年 1 月至 2005 年 12 月大氣污染物 PM_{10} 、 CO 及 NO_2 濃度與氣象因子相對濕度、風速和溫度顯著於影響能見度。當大氣污染物濃度大時，部份地區能見度則相對的變小。由圖 2. 至圖 5. 顯示基隆、台中和高雄三個港區之大氣污染物 PM_{10} 、 CO 及 NO_2 ，從 2004 至 2005 年大氣污染物濃度對於能見度之變化趨勢。根據 Tsai' s (2003) 研究南台灣都會區空氣品質對能見度的變化，在長期觀測能見度的變化下，結果顯示與大氣懸浮微粒 (PM_{10}) 呈負相關數值

為 -0.96。然而，高懸浮微粒 (PM_{10}) 濃度影響能見度下降主要原因。基於上述而言能見度的好壞，來自大氣污染物濃度的高低，由圖所示能見度隨風速增加而增加。由圖 6. 顯示基隆、台中及高雄區逐日能見度與風速變化趨勢。當在高風速 (3ms^{-1}) 情況下，發現大氣污染物有逐漸擴散的趨勢，會有較高的能見度值，表示港區的空氣品質越好。而低風速 (3ms^{-1}) 情況，造成大氣污染物集中，加上氣候特性及交通污染源的排放等外在因素，使大氣污染物濃度累積，影響能見度的視程距離。

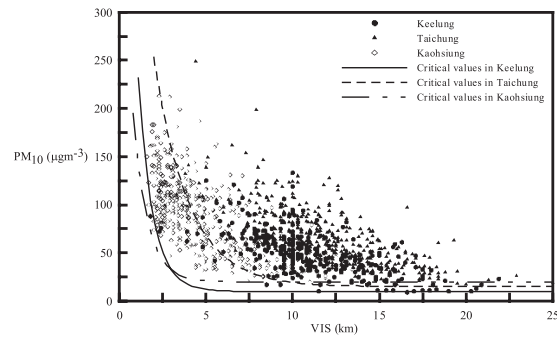


圖2 在不同港區下，大氣污染物 (PM₁₀) 於能見度之變化趨勢

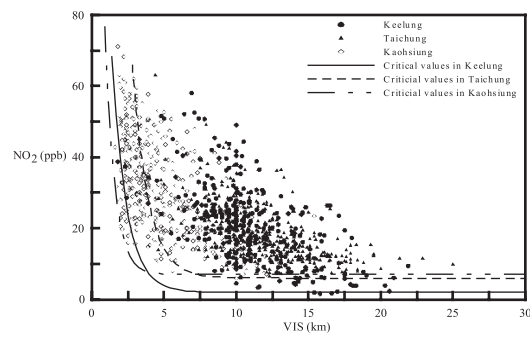


圖3 在不同港區下，大氣污染物 (NO₂) 於能見度之變化趨勢

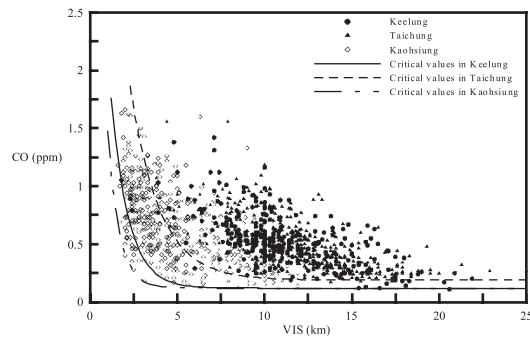


圖4 在不同港區下，大氣污染物 (CO) 於能見度之變化趨勢

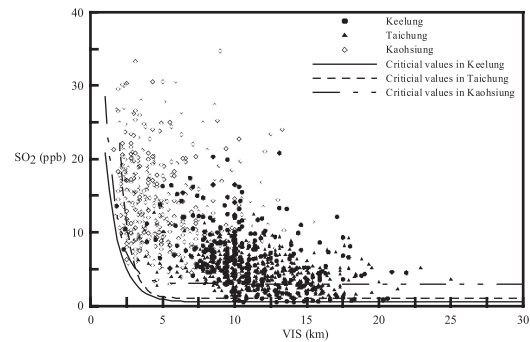


圖5 在不同港區下，大氣污染物 (SO₂) 於能見度之變化趨勢



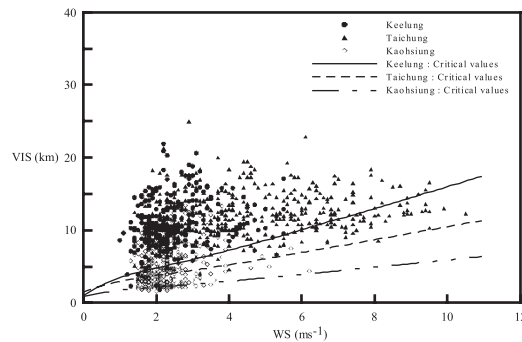


圖6 在不同港區下，風速 (WS) 與能見度 (VIS) 之變化趨勢

五、結論

本文利用大氣污染物及氣象因子分析在2004年1月至2005年12月探討港區能見度之分佈特性。根據上述，利用統計分析結果顯示，進行基隆、台中及高雄港區每日能見度對大氣污染物及氣象因子之相關性。發現基隆、台中及高雄港區，大氣污染物 (PM_{10} 、 NO_2 、 SO_2 、 CO) 相互間呈現

高相關性，與能見度維持負相關性，以懸浮微粒最為明顯，相關係數平均在 -0.70，顯示當懸浮微粒愈高，能見度愈不佳。其能見度與風速呈現正相關，而相對濕度較不明顯，與污染物為負相關。當風速降低時，會導致污染物均出現高濃度值。

參考文獻

- Buhr, M.P., Trainer, M., Parrish, D.D., Sievers, R.E., Fahsenfeld, F.C., 1992. Assessment of pollutant emission inventories by principal component analysis of ambient air measurements. *Geophysical Research Letters* 19, 1009-1012.
- Doyle, M., Dorling, S., 2002. Visibility trends in the UK 1950-1997. *Atmospheric Environment* 36, 3161-3172.
- Statheropoulos, M., Vassiliadis, N., Pappa, A., 1998. Principal component and canonical correlation analysis for examining air pollution and meteorological data. *Atmospheric Environment* 32, 1087-1095.
- Tsai, Y.I.*, Y.H. Lin and S.Z. Lee, 2003. Visibility Variation with Air Qualities in the Metropolitan Area in Southern Taiwan. *Water, Air and Soil Pollution*, 144, 19-40.
- 蔡瀛逸、鄭曼婷，1997，「台中都會盆地之能見度與氣象因子及空氣污染物的關係」。中國環境工程學刊第七卷第三期，第297-307頁。





港 灣 報 導 徵 稿 簡 訊

1. 本刊為提供國內港灣工程界同仁交換工作經驗與心得之園地，歡迎工程、學術界之同仁提供港灣工程相關之工程動態、實務、工程新聞、技術新知、地工技術、工程材料、營運規劃及其他有關之工程簡介或推動中之計畫等的報告、論著或譯述。
2. 投稿者應保證所投稿件無侵害他人著作權情事，如有違反，願就侵害他人著作權情勢負損害賠償責任，並對中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）因此肇致之損害負賠償責任。
3. 來稿經本刊接受刊登後，作者應附具著作授權同意書，同意非專屬授權予本刊做下述利用：
 - (1) 以紙本或是數位方式出版。
 - (2) 進行數位化典藏、重製、透過網路公開傳輸、授權用戶下載、列印、瀏覽等資料庫銷售或提供服務之行為。
 - (3) 再授權國家圖書館或其他資料庫業者將本論文納入資料庫中提供服務。
 - (4) 為符合各資料庫之系統需求，並得進行格式之變更。
4. 作者應保證稿件為其所自行創作，有權為前項授權，且授權著作未侵害任何第三人之智慧財產權。
5. 稿件每篇以八頁（含圖）（4000~5000字）以內為原則，稿酬從優；請附磁片或E-mail，並請加註身分證字號及戶籍地址（含鄰、里）。
6. 本刊每年刊行三期，分別於二月、六月、十月出版。如蒙惠稿請於每期出版前三十日寄交本刊。
7. 聯絡電話：(04)2658-7139 馬維倫
傳真電話：(04)2656-4415
E-mail：elisa@mail.ihmt.gov.tw
8. 歡迎賜稿，來稿請寄：
台中縣435梧棲鎮中橫十路2號
交通部運輸研究所港灣技術研究中心「港灣報導編輯委員會」 收

