

出國報告（出國類別：考察）

# 廈門、上海及青島港貨櫃碼頭 自動化作業考察報告書

服務機關：臺灣港務股份有限公司

姓名職稱：陳榮聰港務長等

派赴國家：中國大陸

出國期間：106年6月5日至6月10日

報告日期：106年7月14日

## 摘要

本次考察由臺灣港務公司高雄分公司陳榮聰港務長率棧埠、工程及企劃等業務單位同仁赴中國大陸拜訪廈門、上海及青島港等碼頭營運與設備生產單位，深入了解各港口貨櫃碼頭導入全自動化作業推動進程，並透過雙方意見交流與經驗分享及現地考察，進一步蒐整中國大陸現有自動化碼頭之作業機具形式、規劃建置過程及實際作業情形，俾作為臺灣港群未來導入全自動化碼頭作業之參考。此外，本次行程亦安排拜會上海錦江航運及海豐航運集團，除了解兩岸航運市場發展趨勢並建立聯繫窗口，臺灣港務公司亦行銷基隆港及高雄港自營櫃場優勢，積極爭取未來合作機會。

# 目次

摘要.....	1
壹、出國目的.....	3
貳、出國期間.....	4
參、出國行程表.....	4
肆、考察內容.....	6
一、廈門港遠海貨櫃碼頭.....	6
二、上海港洋山四期貨櫃碼頭.....	9
三、青島港前灣四期貨櫃碼頭.....	13
四、上海振華重工集團暨長興生產基地.....	17
五、陸籍航商業務拜訪.....	21
伍、結論與建議.....	23
一、結論.....	23
二、建議.....	24

## 壹、出國目的

貨櫃碼頭依據作業功能可區分為前線碼頭及後線櫃場，前線碼頭主要作業機具為橋式起重機；後線櫃場設施則包含道路、重櫃區、空櫃區、冷凍櫃區、特殊及危險櫃區、洗（修）櫃區等，主要作業機具則為軌道式門式起重機、輪胎式門型起重機、跨載機及空櫃堆高機等；此外，傳統貨櫃碼頭係仰賴人工駕駛的場內解櫃車進行前後線場地水平運輸。

歐洲與北美市場為因應日漸高漲的人力成本及環境保護課題，荷蘭鹿特丹港自 1990 年起率先開發導入自動化設備，包含自動化導引車（Auto Guided Vehicle, AGV）及自動化軌道式門式機（Automated Rail Mounted Gantry Crane, ARMG）等，然而，自動化作業機具發展至今近 30 年，雖具備降低人力成本與環境污染等優點，惟仍存在建置成本高昂、碼頭前後線系統整合、作業效率低及無法因應碼頭作業需求機動調整等不利因素，因此，對於人工薪資水準相對較低且要求作業效率的亞洲市場而言，各大貨櫃碼頭經營業者仍僅導入技術發展成熟且作業效率高的後線櫃場自動化，前後線水平運輸仍較青睞穩定度與機動性較高且成本較低的場內解櫃車人工作業，臺灣目前則已在臺北港及高雄港（高明及長榮碼頭）導入後線櫃場自動化。

近年來，隨著貨櫃船舶與海運聯盟大型化的趨勢及綠色港口課題的日益發酵，碼頭作業機具也朝向大型化、輕量化、高效化發展，以滿足與日俱增作業效率、作業安全及作業零排放等產業要求。此外，隨著碼頭作業規模及場地調度複雜程度持續增加，智慧化系統的導入也將現有的貨櫃碼頭管理系統依據其個別功能區分為裝卸設備調度管理與控制系統（ECS）及自動化碼頭生產管理系統（TOS），因此，全自動化作業將可能成為未來碼頭作業發展的主流趨勢。

中國大陸為因應碼頭作業自動化、智慧化及其國內產業發展需求，廈門港、上海港及青島港皆陸續自 2012 年起投入貨櫃碼頭全自動化作業評估，並陸續於 2016 年完工啟用測試，本公司為深入了解建置全自動化貨櫃碼頭所需之基礎設施、成本、作業機具、效率及營運效益等面向，爰規劃本次考察行程，期能透過現地參訪，進一步蒐整中國大

陸現有自動化碼頭之作業機具形式、規劃建置過程及實際作業情形，俾作為臺灣未來導入全自動化碼頭作業之參考。

## 貳、出國期間

106年6月5日（星期一）至106年6月10日（星期六）。

## 參、出國行程表

### 一、出國人員名單

序號	公司別	職稱	姓名
1	臺灣港務股份有限公司	港務長	陳榮聰
2	高雄港務分公司	高級督導	黃一民
3	臺灣港務股份有限公司	經理	廖哲樞
4		經理	林育信
5		管理師	葉昱劭

### 二、參訪單位人員

序號	公司別	職稱	姓名
1	廈門遠海集裝箱碼頭有限公司	副總經理	陳毅鵬
2		商務部總經理	洪爭輝
3		工程技術總監	王沈元
4	上海振華重工集團	副總裁	劉啟中
5		總部執行主任	陳凱
6		商務經理	沈燁
7		商務經理	吳迪
8		技術研發中心總經理	單磊
9		智能軟件副總經理	王振國
10		高級工程師	張耀周
11		機械工程師	管明星
12		長興分公司副總經理	周亞芬

序號	公司別	職稱	姓名
13	上海國際港務集團	工程總指揮	張斌
14		副總指揮	羅永川
15		副總指揮	黃秀松
16	上海錦江航運集團	副總經理	王秋明
17		航運部部長助理	蔣友銀
18		航運部航線經理	譚小甜
19	海豐航運集團	總裁	薛明元
20		商務中心總經理	趙錦軍
21		操作中心副總經理	李法強
22		操作中心經理	涂遠洋
23		操作中心經理助理	施麗麗
24	青島港國際股份有限公司	自動化碼頭項目經理	宋海濤
25		副經理	張玉龍
26		副經理	朱宇濤

### 三、考察行程簡表

日期	地點	行程
6/5	廈門	自高雄小港及桃園機場搭乘中華航空直飛廈門，拜會廈門遠海集裝箱碼頭公司並參訪碼頭自動化作業
	上海	晚間搭乘廈門航空前往上海
6/6	上海	拜會上海振華重工集團，並參訪長興島生產基地
6/7	上海	拜會上海港務集團並參訪洋山四期碼頭自動化作業
6/8	上海	拜會上海錦江航運及海豐航運集團
	青島	下午搭乘中國東方航空前往青島
6/9	青島	拜會青島港務集團並參訪前灣港區貨櫃碼頭自動化作業
6/10	青島	自青島流亭國際機場搭乘中華航空返回桃園國際機場
	桃園	

## 肆、考察內容

### 一、廈門港遠海貨櫃碼頭

#### (一) 背景資料

廈門港遠海貨櫃碼頭位於廈門港海滄保稅港區西區，由廈門遠海集裝箱碼頭有限公司營運，該公司於 2008 年 11 月 28 日由中遠太平洋、廈門市政府及廈門海滄投資集團有限公司三方共同出資成立，所經營#14-#17 號碼頭長度 1,508 公尺，陸域縱深 810 公尺，船席水深 15 公尺，年設計吞吐量為 260 萬 TEU。

廈門遠海貨櫃碼頭為推動貨櫃碼頭自動化，其碼頭建設工程 2006 年 5 月開工後，於 2013 年 3 月變更設計打造#14 及部分#15 碼頭為中國大陸第 1 個自動化貨櫃碼頭，並於 2016 年通過竣工驗收（如圖 1）。



圖 1 廈門港遠海貨櫃碼頭空拍圖

#### (二) 自動化歷程

1. 規劃建設：遠海碼頭自 2012 年起即開始進行導入自動化作業評估，後於 2014 年 6 月接獲上級明確指示，將#14 碼頭改建為自動化碼頭（自動化一期），並於

2014 年 10 月完成所有土建、機具及軟體建置(耗時 4 個月),並立即投入測試,歷經 13 種船型及 300 多艘次測試後,於 2016 年 3 月正式驗收啟用。

2. 改建成本：遠海碼頭依據蒐整之歐美自動化櫃場資料，其雖考量碼頭前後線採垂直式配置具備較佳的作業效率，惟囿於整體後線改建成本及提供廈門港其他既有碼頭未來改建範例，故仍維持原有之平行式配置，總改建成本為 6.58 億人民幣（以下同），較原預算 4.9 億增加 1.68 億元。
3. 機具設備：遠海碼頭目前配有 3 部單吊雙小車橋式起重機、16 部自動化軌道式門式機及 18 台自動導引車（AGV），其於規劃階段曾經考量導入作業彈性較佳的自動化跨載機（ASC），惟考量當時技術尚未成熟且中國大陸並無該製造技術，故仍採用上海振華重工集團生產的 AGV 系統。遠海 AGV 機體重 26 噸，最大荷重 65 噸，空車最高時速 21 公里，載重時速 10 公里，轉彎時速 7 公里，採用機會充電（等候 1 分 45 秒以上系統即前往交換區充電）形式，電池效能可維持在 70%-90% 之間，電池壽命約可使用 8-10 年。
4. 作業效率：遠海碼頭於 16 個月測試期每小時作業速率僅 10 個動作數，歷經無數次修正後，目前卸船平均為 32 個動作數；裝船目前約 22-24 個動作數，未來將以平均裝卸效率達 30 個動作數為最終目標。
5. 故障排除：遠海自動化碼頭為顧及作業安全性，AGV 作業場域以圍網進行實體隔離，僅有授權及維修人員可以進入，且由於該碼頭採水平布置，如果遇系統故障且無法立即修復，則可將近橋式機側的圍網拆除後，騰出前線空間恢復傳統作業。
6. 碼頭作業量：遠海 4 座碼頭 2016 年作業量約 113 萬 TEU, 自動化碼頭約占 1/4，今年 4 座碼頭預估可達 160 萬 TEU, 其中自動化碼頭目前每周固定有 4 班幹線船彎靠，作業量預估可達 1/3 以上。
7. 補助與收費：遠海碼頭為中國大陸第一座自動化碼頭，其建設成本係藉由廈門市政府及國家發改委分別就建設及營運提供智能補助與可循環再生能源獎勵，



故現階段對航商裝卸船作業仍維持既有收費，將不針對 AGV 另訂收費標準。  
此外，遠海碼頭目前亦已建置岸電設備並無償提供航商進行船舶測試。

### (三) 業務交流

本次考察行程除由廈門遠海集裝箱碼頭公司陳毅鵬副總及王沈元技術總監簡介自動化碼頭建設歷程並進行業務交流（如圖 2），亦安排實地參訪碼頭控制中心及自動化作業，其現場實景如圖 3 及圖 4 所示。

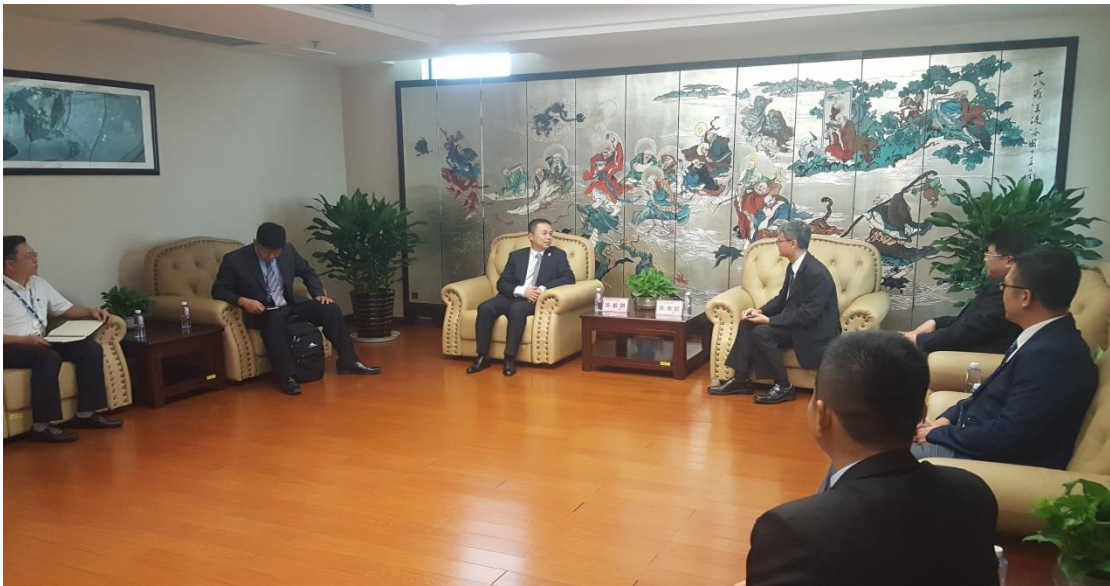


圖 2 本公司與遠海公司進行業務交流



圖 3 遠海碼頭控制中心作業實景



圖 4 遠海自動化碼頭現場實景

## 二、上海港洋山四期貨櫃碼頭

### (一) 背景資料

上海國際港務（集團）股份有限公司為中國大陸最大的港口企業，集團前身為上海港務局，於 2003 年 1 月經上海市人民政府批准，改制成為上海國際港務（集團）有限公司，復於 2005 年 6 月 28 日由上海市國有資產監督管理委員會、招商局集團的招商國際等五家單位作為發起人發起設立上海國際港務（集團）股份有限公司，並於 2006 年 10 月 26 日在上海證券交易所掛牌上市。上港集團現任董事長為陳戌源、總裁為嚴俊。

上港集團下轄子公司（全資及控股）及參股企業 41 家，主營業務分為四大版塊，分別為「貨櫃碼頭業務」、「散雜貨碼頭業務」、「港口物流業務」及「港口服務業務」，整合上海港包括航運、碼頭裝卸、倉儲、陸運及代理等服務在內的港口物流產業鏈。

上海港洋山四期位於東海大橋以南（如圖 5），碼頭長度 2,350 公尺，預定建設 5 個 5 萬噸級和 2 個 7 萬噸級貨櫃船席，平均陸域縱深約 500 公尺，總用地面積 223 公頃，碼頭前沿水深大部分在 11 至 15 公尺。工程設計年通過能量為 630 萬 TEU，相關建設工程於 2014 年 12 月 23 日正式開工，總投資金額約 139 億人民幣。



圖 5 上海港洋山四期自動化碼頭空拍圖

## （二）自動化歷程

1. 規劃建設：上港集團於 2012 年啟動自動化評估，2014 年 10 月報國家發改委核准，土建（含填地）於 2016 年底完成，相關自動化作業機具於 2017 年正式啟動測試作業，總投資金額人民幣 139.6 億元。
2. 機具設備：洋山四期年設計能量 630 萬 TEU，初期自動化機具按 400 萬 TEU 規模配置，以 16 部遠端遙控雙吊雙小車橋式起重機搭配 80 台 AGV 及 88 部自動化軌道式門式機，未來將視營運規模擴增至 26 部橋式機搭配 130 台 AGV 及 120 部自動化軌道式門式機。
3. 機具選擇：



(1) 橋式機:採用遠端搖控雙吊雙小車橋式機，另考量洋山四期屬於無遮蔽之外海碼頭，為維持內河小型駁船作業安全，目前保留 3 部橋式機採人工作業（仍具遠端搖控），其餘幹線船均採遠端搖控（海側）及自動化（陸側中轉平台）作業。

(2) AGV:上港集團於 2013 年評估自動化機具設備時，自動跨載機 ASC 仍以人工操作為主，且為油電混合動力，無法達到零排放要求；此外，ASC 雖具備靈活性佳及可減少配置數量（1:3.5，AGV 為 1:5）之優點，但考量其單價高且自動化碼頭為中國大陸重點創新項目，故仍以「中國製造」（振華）為主。另在 AGV 動力部分，上港集團認為機會充電的導線設備可靠性仍待評估，故仍採用更換電池型式。

(3) 門式機：部份國家之自動化後線櫃場於同櫃區配置兩部門式機時，會採用于母車形式(2 部門式機可互相重疊及跨越)以增加效率，而洋山四期之門式機則採同一規格，其主要考量因素係設置子母車會大幅限縮堆櫃區之堆櫃數量，並影響堆放高度，且洋山單一櫃區之兩部門式機仍可互相支援，故不設置子母車。

5.TOS 系統:AGV 的路徑規劃與安全控制系統仍由振華提供，車輛調度、橋式機及門式機自動化系統則由上港集團旗下軟體子公司自行開發。目前，橋式機採 1 對 1 遠端操控（未來可提升至 1 對 3），ARMG 則為 1 對 6。

6.系統測試:上港集團為縮短自動化碼頭測試期間，於土建期間即啟動機具採購程序（約 18 個月），並同步規劃測試區，目前預定於 2018 年正式啟用營運。

7.成本回收:洋山四期自動化碼頭建置成本相當高昂，惟為提供航商最佳服務品質，未來仍不會提高相關費率，並將藉由向上海市政府（國資委）及中央工信部申請補助攤提相關建置成本。

8.未來規劃:上港集團除與振華集團合作建置全自動化貨櫃碼頭外，未來亦將於以色列海法新港碼頭（2015 年取得 25 年特許經營權）導入自動化設備。

### (三) 業務交流

本次考察行程主要拜會上港集團工程建設指揮部張斌總指揮、羅勇川及黃秀松副總指揮（如圖 6），雙方除就洋山四期自動化碼頭進行交流，亦赴實地參訪測試作業，其現場實景如圖 7 及圖 8 所示。

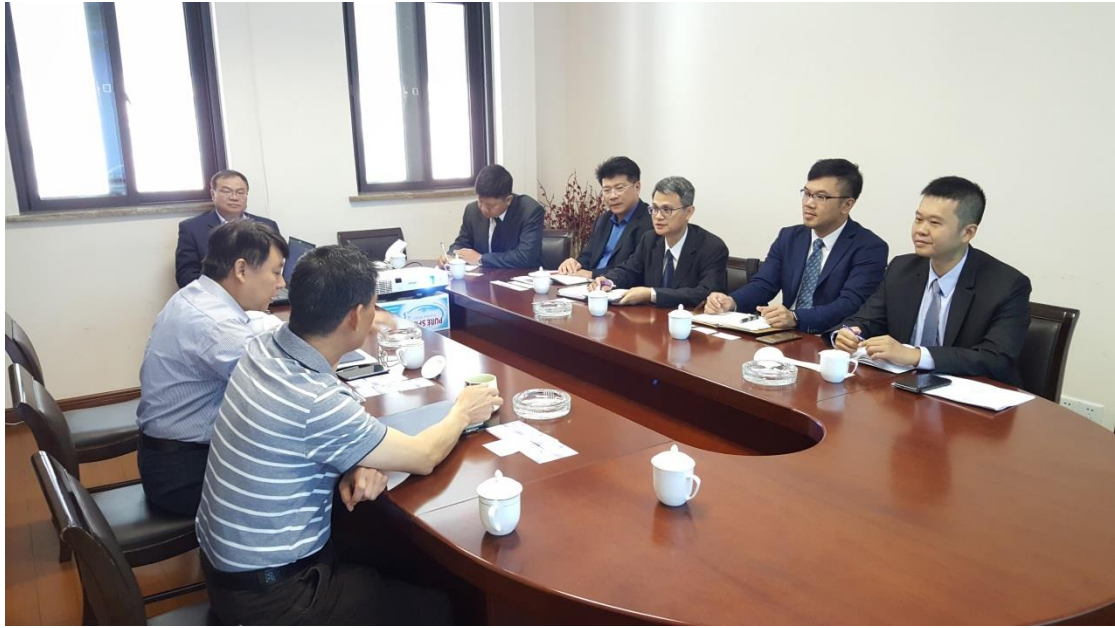


圖 6 本公司與上港集團進行業務交流



圖 7 上海洋山四期碼頭自動化導引車



圖 8 上海洋山四期碼頭後線儲區作業

### 三、青島港前灣四期貨櫃碼頭

#### (一) 背景資料

青島港為全球第 7 大貨櫃港，港區範圍包含「大港港區」、「前灣港區」、「黃島油港區」及「董家口港區」，由青島港（集團）有限公司管理經營，青島港集團前身為青島港務局，並於 2003 年改制公司，旗下「青島港國際股份有限公司」（香港上市）專營碼頭業務，該公司現任董事長為鄭明輝、總裁為焦廣軍。

青島港分為新舊兩個港區，舊港區位於青島市中心，目前僅保留散雜貨、郵輪及內貿貨櫃裝卸，外貿貨櫃業務則集中在前灣港區，目前分別由「青島前灣集裝箱碼頭有限責任公司」（QQCT，2003 年由青島港集團、DP World、APMT 及中遠海運港口合資）、「青島前灣聯合集裝箱碼頭有限責任公司」（QQCTU，2009 年由青島港集團、中遠集團、招商局集團、DP World、APMT 及香港泛亞集團合資成立）及青島港國際股份公司為主的「新青島前灣集裝箱碼頭有限責任公司」（主營前灣四期自動化碼頭，如圖 9 所示）等 3 家碼頭營運商負責營運。





圖 9 青島港前灣港區自動化貨櫃碼頭空拍圖

## (二) 自動化歷程

1. 規劃階段：青島港歷經繁複的資料蒐集階段，於 2013 年 10 月啟動規劃作業，該時現地已有既有碼頭及後線傳統櫃場，並於本案進行改建，相關土建及機具採購則自 2014 年起同步進行，並於 2016 年 9 月完成後，再經 8 個月測試期，於 2017 年 5 月正式啟用，目前仍持續測試調整。
2. 碼頭配置：青島港目前規劃於前灣港區四期建置 6 席自動化泊位，碼頭全長 2,088 公尺，縱深 784 公尺，水深 20 公尺，現階段啟用#5-#6 號泊位，#7-#8 號將視營運狀況擴建，#9-#10 號則屬遠期計畫。
3. 機具設備：前灣自動化碼頭目前配置 7 部遠端遙控單吊雙小車橋式機、38 台 AGV 及 38 部自動化軌道式門式機，其機具及櫃區作業型式分別說明如下：
  - (1) 橋式機：前灣碼頭橋式機軌距 35 公尺，採用單吊雙小車形式，海側主小車為人工遠端搖控作業，陸側副小車則為電腦自動化控制。此外，其中一部橋式機配有 4 具軌道式機械手臂，提供貨櫃鎖控自動解鎖功能，惟該機械手臂係由青島港偕同南京業者自行研發，目前仍處於測試階段。

(2) AGV：前灣碼頭採用與廈門相同的「機會充電式」AGV，且充電效能優於廈門遠海碼頭 AGV，其中較特別的是，其電池、導向與充電迴路係由青島港與大陸業者合作開發，非由振華製造，另 AGV 車體則由上海振華重工提供 10 年保固。

(3) 櫃區作業：軌道式門式機於單一櫃區原則設置 2 部，且不採子母車設計以將櫃區儲量最大化，軌道基礎採用 pc 樁防止未來沉陷，後線作業部份，目前危險櫃及特殊櫃於橋式機跨距內之車道採人工作業專區存放，冷凍櫃及空櫃則與一般櫃相同，進入自動化區域儲放。

4.成本回收:前灣四期 2 席碼頭總投資成本約 35-40 億人民幣(含土建及機具)，較傳統碼頭增加 20-30%。另依青島港集團估算，滿載營運(約 150 萬 TEU)可於 12-15 年間回收(傳統約 8-9 年)。

5.人力節省:依據前灣四期自動化碼頭設計，目前兩席碼頭櫃場員工約 140 人(未來四席碼頭將擴充至 240 人)，如與相同規模傳統碼頭 400 人相比，可節省 60% 人力。此外，目前橋式機採 1 對 1 遠端操控，櫃場門式機則採 1 對 19(目前作業量少，每班採 1 人值班)。

6.作業效率:依據前灣碼頭規劃設計，其模擬可達每小時 40 個動作數，優於半自動碼頭 36 個動作數，惟目前實際作業數僅為 20 個動作數。此外，後線門式機行駛速率為 240 公尺/分(未來可達 300 公尺/分)，優於傳統 120 公尺/分，其碼頭外車單次進場總時間則可望控制在 15-20 分鐘完成。

7.碼頭岸電：青島港為配合國家政策，於每席碼頭皆有設置船舶高壓岸電系統，惟目前尚未使用，其建設成本將由政府進行補貼，日後若正式啟用後，將會向使用者酌收費用。

### (三) 業務交流

本次考察行程主要拜會青島港集團「自動化碼頭項目組」宋海濤經理，雙方除



就前灣四期自動化碼頭進行交流（如圖 10），宋經理亦分享青島港經驗，表示導入全自動作業設備仍需委託國際 PCM 團隊，專責碼頭土建、機電、設備、系統之規劃、設計、整合及採購，方能在最短時間獲取最大整合效益。



圖 10 本公司與青島港集團進行業務交流

青島港前灣四期自動化貨櫃碼頭現場實景如圖 11 及圖 12 所示。



圖 11 青島港前灣四期碼頭俯瞰圖



圖 12 青島港前灣四期碼頭現場實景

#### 四、上海振華重工集團暨長興生產基地

##### (一) 背景資料

- 1.上海振華重工集團：上海振華重工（集團）股份有限公司成立於 1992 年，原名上海振華港口機械（集團）股份有限公司，英文商標 ZPMC（Zhenhua Port Machinery Company），是中國交通建設集團子公司，也是世界最大的港口機械和大型鋼結構製造商，旗下業務以港口機械子集團為主（營收占比達 60% 以上），另尚有海工、投資及智慧等 6 個子集團，現任董事長為宋海良、總裁為黃慶豐。

上海振華重工（集團）股份有限公司總部位於上海，下轄長興分公司、常州分公司、長興精密鑄造有限公司、江陰分公司、上海港機重工有限公司、南通分公司、上海振華重工集團（南通）傳動機械有限公司等多個生產基地，目前包含廈門港遠海、上海港洋山四期及青島港前灣四期自動化貨櫃碼頭機具皆由該集團設計製造。

- 2.上海振華長興生產基地：長興分公司是上海振華重工（集團）股份有限公司最大生產基地之一，也是世界規模最大的重型裝備製造生產基地。長興基地位於

長江口的長興島，占地約 304 萬平方公尺，其中廠房約占 78 萬平方公尺，碼頭岸線 4.65 公里，每年可生產 280 部橋式起重機和 47 萬噸鋼結構，目前員工總數約 28,000 人。

長興基地現有可承重 5,400 噸（單件）的重件碼頭 1 座，還有 7 座橋式起重機總裝碼頭，碼頭總長 2,390 公尺，可安放 100 台以上橋式機整裝測試，並有 3 台大型浮吊，其中 1,600 噸兩台、2,200 噸一台。此外，長興基地配有 26 艘六萬噸級整機運輸船，可利用鄰水優勢，整機運往全世界。

## （二）業務交流

本次考察行程主要拜會振華重工劉啟中副總裁及其自動化小組（如圖 13），並由振華集團分享貨櫃碼頭自動化作業機具開發歷程，其設計生產之自動化導引車輛及遠端遙控橋式起重機設備簡要說明如下。



圖 13 本公司與上海振華重工集團業務交流

### 1. 遠端遙控橋式起重機：

- (1) 技術突破：振華集團設計製造的遠端遙控橋式機主要搭配 AGV 使用，其除具備船體掃描系統外，尚能抗風、防撞、防扭，且可透過軟體程式以拋物線方式 (corner cut) 作業。此外，未來操作系統將考慮導入 AR 模式使操作人員更具臨場感，以增加作業精準度。
- (2) 使用限制：目前岸橋作業系統受限於船舶端仍為人工操作，青島港為配合全自動化碼頭設備，其在陸測採用機械手臂拆解貨櫃扭鎖，惟目前僅配置 1 台測試，且囿於貨櫃扭鎖型式繁雜，短期內仍無法統一扭鎖規格。此外，海側作業仍有風浪及繫解貨櫃固定纜繩之需求，橋式機自動化作業仍僅限副小車系統，主小車仍需採遠端遙控，暫時無法全面自動化。

## 2. 自動化導引車輛設備：

- (1) 載具形式：上海振華為因應中國大陸自動化政策，於 2012 年研發出第一台 AGV，歷經測試改良，除傳統載具型 AGV 外，亦設計出改良版的舉升式 AGV (LO/LO)，可藉由載具本身的液壓裝置舉升貨櫃至後方儲區的欄架，有效縮短 AGV 等待時間，並節省 1/3 車輛數。AGV 目前設計壽年約 15 年。
- (2) 動力系統：上海振華設計的 AGV 可分為淺充淺放的機會充電式及可換電池式。其中，機會充電式 AGV 要求快充快放，可換電池式則講求續航力，其基本使用效能須達連續工作 8 小時以上，電池壽命約 8 年。
- (3) 行駛速度：AGV 載重目前可達 70 噸 (可裝載雙 20 呎)，空、重車最高時速皆可達 25km/hr，轉彎時速則約 7.2km，其非 AGV 本身硬體限制，主要考量為行駛安全及櫃場配置，如櫃場範圍空間較大，可略微提升其行駛速率。
- (4) 故障排除：AGV 依異常狀況及作業情況 (裝載貨櫃與否)，可區分為「系統重置」、「遠端遙控」、「劃設禁行區」及「人工排除」等 4 種方式，以將作業影響程度降至最低。



3. AGV 導引磁釘：貨櫃碼頭自動化作業系統中，AGV 之地面感應磁釘係採矩陣式埋設，間距大約為 2-4 公尺（依動作複雜程度），每個磁釘單價約 18 美元。另為配合碼頭預埋磁釘及 AGV 承載力需求，其鋪面以採剛性(RC)路面為宜，並須注意磁釘半徑 20 公分內勿有鋼筋結構以避免影響其磁力感應。

上海振華長興生產基地現場實景如圖 14-15 所示。



圖 13 振華長興分公司周亞芬副總經理介紹長興基地概況



圖 14 待裝配橋式起重機



圖 15 橋式機小車裝配間導覽

## 五、陸籍航商業務拜訪

本公司為持續爭取兩岸航商增闢航線彎靠臺灣，本次參訪行程亦安排拜會上海錦江航運王秋明副總經理（如圖 16）及海豐航運集團薛明元總裁（如圖 17），藉由雙方業務交流進一步了解兩岸航運市場發展趨勢，並提供本公司基隆及高雄港自營櫃場優勢，積極爭取未來合作機會。

### （一）上海錦江航運

本次考察行程上海錦江航運目前有 1 條兩岸直航航線靠泊本公司基隆港自營櫃場、臺中港及高雄港現代碼頭，105 年總櫃量為 51,782 TEU。此外，上港集團於 2015 年啟動併購規劃，後於 2016 年完成收購並自 2017 年 4 月起進駐接管，未來，錦江航運將進一步與上港集團旗下的海華航運合併，以有效發揮規模經濟。

上海錦江航運表示看好今年航運景氣，其中，東南亞海運市場伴隨著高經濟成長維持穩定增幅，因此，錦江航運目前除投船營運越南海防及泰國直航航線，亦將新造 6 艘 1,100 TEU 貨櫃船，並將投入大陸華中-東協直航市場。





圖 16 本公司與上海錦江航運業務交流

## (二) 海豐航運集團

海豐航運集團目前有 2 條兩岸直航航線分別靠泊基隆港中櫃碼頭與本公司自營櫃場、臺中港長榮碼頭及高雄港現代碼頭，105 年櫃量為 93,807 TEU。海豐集團表示目前每周約有 2,000-3,000 個國際中轉櫃，未來仍待兩岸海運直航限制有所突破方可至高雄港中轉。此外，海豐集團亦看好東南亞航運市場，其貨載形式雖屬高荷重、低價值的基礎產品，然大幅成長的發展趨勢仍有助於航商業者提高航線裝載率並維持穩定獲利。



圖 17 本公司與海豐航運集團業務交流

## 伍、結論與建議

### 一、結論

全自動貨櫃碼頭具備「減少天候因素對碼頭作業的影響」、「場域無人化提高作業安全」、「降低勞動強度減少人為錯誤」及「降低人工作業成本」等優勢，目前全球前 20 大貨櫃港中，以荷蘭鹿特丹港（1993 年）Delta Terminal、Euromax、Maasvlakte II 及 Rotterdam World Gateway 碼頭與漢堡港（2002 年）CTA 碼頭率先導入無人自動導引搬運車系統進行貨櫃碼頭前後線水平運輸，美國洛杉磯港及長堤港亦於 2016 年陸續跟進。

中國大陸在貨源成長可期及綠港政策倡議的背景下，由中央政策主導於廈門港、上海港及青島港建置全自動示範碼頭，並秉持「中國製造」原則，以上海振華重工集團自行研發的自動化作業機具為其發展後盾，本報告謹綜整前述大陸三港自動化發展規模如下表。

項目		廈門遠海 (2016 年 3 月啟用)	上海洋山四期 (測試中)	青島前灣四期 (2017 年 5 月啟用)
碼頭 配置	岸線	583(1 席)/1,508 公尺(4 席)	2,350 公尺(7 席)	670(2 席)/2,088(6 席)
	縱深	810 公尺	平均 500 公尺	784 公尺
	儲區形式	平行式(既有改建)	垂直式(新建)	垂直式(新建)
機具 設備	橋式機	3 部單吊雙小車(人工)；遠端遙控預計 2017 底導入測試	初期 16 部遠端遙控雙吊雙小車；遠期 26 部	7 部遠端遙控單吊雙小車
	AGV	18 台 AGV，空車時速約 20 公里，載重時速約 10 公里	初期 80 台 AGV，空重車時速皆可達 25km；遠期 130 台	38 台 AGV，空重車時速皆可達 25km
	ARMG	16 部(7 ROW)	初期 88 部(10 ROW)； 遠期 120 部	38 台(9 ROW)
作業 效率	實際運作	每小時約 28 個動作	測試中	每小時約 20 個動作
投入 成本	建設經費	6.58 億 RMB(含改建)	139.6 億 RMB(含土建)	40 億 RMB(含土建)
	回收年期	-	-	12-15 年(滿載營運)



## 二、建議

全自動化貨櫃碼頭雖具備「場區無人化」、「不受天候與時間之影響」、「節省人事費用」等優勢，惟仍存在「投資金額龐大」且「作業效率不佳」等劣勢，因此現階段多由環保要求及人力成本較高或具罷工風險的歐美市場採用，相對於人力成本低、要求高作業效率的亞洲市場，碼頭業者仍較青睞穩定度與機動性高且成本低的場內拖車搭配自動化後線櫃場。

然而，全球航運市場在船舶大型化、智慧化及航線集中化的趨勢下，全自動化作業仍將成為貨櫃碼頭未來主流發展，新加坡港亦已於 2016 年採購 22 台 AGV（含 18 台芬蘭製、2 台法國製及 2 台日本製）進行測試，未來除預定於 Pasir Panjang Terminal 四期碼頭（PSA 及 CMA 合資經營）導入 AGV，亦將於建設中的 TUAS Terminal 建置遠端遙控橋式機，以搭配 AGV 及後線自動化軌道式門式機打造全自動化的貨櫃中心。因此，為因應市場變化及科技發展，本公司宜及早啟動相關評估作業，本報告謹依據本次考察經驗提出下列 3 點建議，俾作為臺灣未來港口發展及碼頭建設之參考。

1. 臺灣港群既有貨櫃碼頭前後線場地配置已定型，改建成本高昂且影響現有作業效能，未來建議以新建碼頭評估導入全自動化作業系統為佳。
2. 新建貨櫃碼頭導入全自動化作業設備需仰賴航商業者貨源支持方具經濟規模，故仍須兼顧碼頭作業效率，爰建議初期可優先導入遠端遙控橋式起重機搭配後線櫃場自動化作業，保留 AGV 升級空間並同步導入相關設備進行測試評估，再視實際作業效能逐步推動。
3. 全自動化貨櫃碼頭雖具備低碳排放及高作業安全等優點，惟初期投入成本龐大，建議主管機關可考量納入「綠能科技產業推動方案」，除提供政策支持與實質補貼，亦能結合國內產、官、學界建立技術整合支援服務，以達成「以產業需求帶動研發能量，以研發能量驅動產業發展」的發展目標。