

出國報告（出國類別：其他 國際會議）

參加第四屆海峽兩岸公路交通發展論壇

出國報告

服務機關：交通部臺灣區國道新建工程局

姓名職稱：張純青 副局長
 陳國隆 副總工程司
 羅財怡 正工程司兼科長

派赴國家：澳門

出國期間：104年11月26日至104年11月29日

報告日期：105年2月5日

摘要：

「海峽兩岸公路交通發展論壇」係每年由兩岸四地輪流主辦，今(104)年第四屆會議由澳門工程師學會主辦，中華民國道路協會與中國公路學會、香港公路學會共同舉辦，於今(104)年 11 月 26 日至 28 日在澳門大學橫琴校區舉行，會議主題為「優化交通及基建規劃，配合一帶一路發展」，藉由邀請兩岸四地的業界翹楚發表主題報告共襄盛舉，讓兩岸四地的專業人士有更多互動交流增益。

鑑於「國道 1 號五股至楊梅段拓寬工程」曾連續 2 年獲得國內公共工程最高榮譽金質獎土木類特優，以及中華民國結構工程學會所頒發結構工程技術獎，更於今(104)年榮獲國際道路協會(International Road Federation, IRF)所頒全球唯一的「GRAA 全球道路成就獎」設計類首獎，為分享該計畫推動過程及經驗，宣揚臺灣工程建設之發展及技術水準，國工局於 104 年 9 月底以「工程師的挑戰－以國道 1 號五楊拓寬工程為例」為題撰寫論文投稿，作者張副局長純青、陳副總工程司國隆、羅科長財怡及臺灣世曦工程顧問公司王副總經理炤烈並參加旨揭論壇活動，由張副局長純青於會中發表演講；另安排參訪目前興建中知名的港珠澳大橋工程，藉由工程參訪機會汲取該大橋之設計及施工經驗，作為日後國內工程之參考。

目次

摘要

目次

一、參訪緣由及背景說明	1
二、行程紀要	8
三、參加海峽兩岸公路交通發展論壇	12
四、參訪港珠澳大橋	32
五、參訪澳門城市建設	51
六、心得及建議	60

參加第四屆海峽兩岸公路交通發展論壇出國報告

一、參訪緣由及背景說明

(一)參訪緣由

「海峽兩岸公路交通發展論壇」係每年由兩岸四地輪流主辦，今(104)年第四屆會議由澳門工程師學會主辦，中華民國道路協會與中國公路學會、香港公路學會共同舉辦，於今(104)年11月26日至28日在澳門大學橫琴校區舉行，會議主題為「優化交通及基建規劃，配合一帶一路發展」，藉由邀請兩岸四地的業界翹楚發表主題報告共襄盛舉，讓兩岸四地的專業人士有更多互動交流增益。

鑑於「國道1號五股至楊梅段拓寬工程」曾連續2年獲得國內公共工程最高榮譽金質獎土木類特優，以及中華民國結構工程學會所頒發結構工程技術獎，更於今(104)年榮獲國際道路協會(International Road Federation, IRF)所頒全球唯一的「GRAA全球道路成就獎」設計類首獎，為分享該計畫推動過程及經驗，宣揚臺灣工程建設之發展及技術水準，國工局於104年9月底以「工程師的挑戰－以國道1號五楊拓寬工程為例」為題撰寫論文投稿，作者張副局長純青、陳副總工程司國隆、羅科長財怡及臺灣世曦工程顧問公司王副總經理炤烈並參加旨揭論壇活動，並由張副局長純青於會中發表演講；另安排參訪目前興建中知名的港珠澳大橋工程，藉由工程參訪機會汲取該大橋之設計及施工經驗，作為日後國內工程之參考。

本次參加「第四屆海峽兩岸公路交通發展論壇」之臺灣代表團，團長為中華民國道路協會周永暉理事長(交通部臺灣鐵路管理局局長)，副團長為中華顧問工程司董事長尹承蓬，臺灣代表團團員共計18人，名單詳表1-1

表 1-1 第 4 屆海峽兩岸公路交通發展論壇臺灣代表團人員名單

編號	身份別	姓名	服務機關	職稱	備註
1	團長	周永暉	中華道路協會	理事長	
2	副團長	尹承蓬	財團法人中華顧問工程司	董事長	
3	團員	孫 瑀	全徽道安科技股份有限公司	總經理	25 屆理事 26 屆常務理事
4	團員	劉永得	中興工程顧問公司	經理	25、26 屆理事
5	團員	張純青	交通部臺灣區國道新建工程局	副局長	26 屆理事
6	團員	陸進勝	鼎漢國際工程顧問公司	協理	
7	團員	王朝民	興澳工程顧問公司	總經理	
8	團員	黃裕文	交通部國道高速公路局	科長	
9	團員	陳國隆	交通部臺灣區國道新建工程局	副總工程司	
10	團員	羅財怡	交通部臺灣區國道新建工程局	科長	
11	團員	莊明聰	臺北大眾捷運股份有限公司	副總經理	
12	團員	簡正銓	遠通電收股份有限公司	專案經理	
13	籌備委員	黃運貴	交通部公路總局	副局長	25 屆秘書長
14	團員	吳宗榮	臺南市政府工務局	局長	
15	團員	黃俊豪	臺南市政府工務局	股長	
16	團員	王炤烈	台灣世曦工程顧問公司	副總經理	
17	團員	黃資賓	遠通電收股份有限公司	總經理	
18	工作人員	林麗娜	中華道路協會	秘書	

(二)論壇背景簡介

「第四屆海峽兩岸公路交通發展論壇」主題為”優化交通及基建規劃，配合一帶一路發展”，配合子題目”環保公路材料、低碳交通規劃”的討論，為海峽兩岸公路交通運輸之專業人士提供互動交流平台。

隨著亞投行的成立，「一帶一路」將進入另一個新階段。各地區與地區之間的交通及相關建設將會陸續增加。在中國、香港、臺灣及澳門不斷完善各地區之交通網絡之餘，各地亦積極地籌劃能配合「一帶一路」之交通計畫，論壇透過主題報告及相關討論，交流各地在近年及來於交通專業之發展策略和相關合作的可行性。

本屆論壇之組織簡介如下表

組織委員會		
主席	譚立武教授	澳門工程師學會會長
副主席	鄭定寧教授、太平紳士	香港公路學會會長
	胡希捷工程師	中國公路學會理事長
	周永暉博士	中華道路協會理事長

學術委員會		
主任委員	黃承發博士	澳門工程師學會理事長
副主任委員	劉文杰先生	中國公路學會秘書長
	吳盟分工程師	中華道路協會理事長
	鄭定寧教授工程師、太平紳士	香港公路學會會長
委員	蕭志泳博士	澳門工程師學會副理事長
	陳桂舜工程師	澳門工程師學會副理事長
	黃傑勇工程師	澳門工程師學會副理事長
	林智超博士	澳門工程師學會常務理事

澳門籌備委員會		
主席	林智超博士	澳門工程師學會常務理事
委員	黎永光工程師	澳門工程師學會常務理事
	賴健榮工程師	澳門工程師學會常務理事
	周子鍵工程師	澳門工程師學會常務理事
	陳耀宗工程師	澳門工程師學會常務理事
	張達康工程師	澳門工程師學會理事
	譚浩崑博士	澳門工程師學會理事
	招駿傑工程師	澳門工程師學會理事
	梁志鏗工程師	澳門工程師學會理事
	陳永健工程師	澳門工程師學會青年事務部部長
論文評審 委員會	高冠鵬教授	澳門工程師學會理事
	林超博士	澳門工程師學會常務理事
	譚浩崑工程師	澳門工程師學會理事
	梁志鏗工程師	澳門工程師學會理事

• 澳門工程師學會

澳門工程師學會為一非牟利專業學會，於 1987 年向政府立案註冊，並於 1988 年正式成立。學會自成立至今，均朝著學會宗旨不斷發展會務，除加強本澳工程師之間團結及聯繫外，並與其他國家及地區之同類織保持聯繫及合作，在推動本澳工程界的發展上不遺餘力，同時學會亦與社會上工程及各界建起不少的合作關係，努力提高工程師在社會上之專業地位，並同心合力地為澳門工程師專持續發展，努力地作出貢獻。

學會在專業方面大致可分屬三大工程領域，分別為土木工程、電機工程及機械工程，此外還有資訊軟件工程、環境工程、化學工程、測量工程等。本會的構設有會員大會、理事會及監事會。員大會設立會長一人、副會長一人、秘書一人；理事會設立理事長一人、副理事長三人，常務理事五人，事二十人；監事會設立監事長一人、副理監事長一人、監事五人。內幹

事成員均為每兩年進行一次換屆選舉。除本架構外，為了更有效地分工及推廣會務，本會特設有關注社會事務部、文康部、工程技術應用及進修中心、工程暨科普部及青年事務部等。

學會成立以來，均不斷向外充並對外收會員，目前會員人數眾多，他們分別來自於特區政府不同部門的工程師、大學教授、專營企業的工程師、如電力公司、電訊公司、自來水公司、水泥廠、污水處理廠、註冊執工程師、及各大工程機構任職的工程師。

- 中國公路學會

中國公路學會成立於 1978 年 8 月 28 日，其前身是 1921 年 5 月在上海成立的中華全國道路建設協會。是中國科協的所屬學會，接受交通運輸部的業務指導。

中國公路學會任第七屆理事會產生於 2010 年 12 月。

學會有道路工程、橋梁和結構工程、運輸與物流、隧道工程、公路規劃、高速公路運營管理、公路運營管理、公路環境與可持續發展、養護與管理、城市交通分會等 14 個分會。31 個省、自治區、直轄市和新疆生產建設兵團都有公路學會組織。公路學會團體會員人達到 2370 個、個人會員 7.2 萬個。

中國公路學會辦有中國公路學會網、中國公路網和〈中國公路學報〉、〈中國公路〉和〈中國交通資訊化〉正式期刊；各分會基本上都有自己期刊和網站。學會的期刊和網站體系已成為全國公路交通運輸系統各級幹部和科技工作者重要的資訊獲取和交流的平臺和學會事發的重要支柱。

中國公路學會已成為中國公路交通行業組織機構最健全、學科分佈最廣泛、最有影響力、最具權威性的學術團體，在中國公路交通行業的技術創新和事業發展中發揮著重要的作用。

• 中華道路協會

1961 年臺灣交通界人士應國際道路協會（INTERNATIONAL ROAD FEDERATION）之敦促，籌組中華道路協會（CRF）。成立宗旨為協助政府推展國內從事有關道路建設、交通運輸、學術研究、技能開發等工作，並協助推展與國際及海峽兩岸有關道路組織機構之交流合作。

協會重要任務：

- 研究道路建設、經營及管理之規則
- 研究道路與建設及保養之改善
- 研究道路景觀與綠化藝術及建設與環境之關係
- 研究道路運輸業務之策進
- 研究道路交通管理之改善及安全之促進
- 研究道路建設、經營及管理財源之籌措與運用
- 研究道路運輸工具及築路機械製造之推進
- 研究道路技術與管理人才之培育
- 介紹道路建設、經營及管理之新知識
- 加強國際道路組織之合作與聯繫
- 接受委託辦理交通及運輸有關之研究、規劃、設計及測量諮詢與服務工作。

協會發展現況：協會發展迄今 50 餘年，內設大眾運輸、服務、財務、國際及兩岸事務、評獎、會員、道路工程、道路安全及運輸、編輯等 9 個委員會。

協會未來展望：透過主動積極推展與國際道路組織及兩岸學交流活動，吸取道路建設新知，培育專業工程技術及管理人才，為國內外道路交通建基礎紮根。

• 香港公路學會

香港公路學會於 1999 年由創會會長鄺漢先生正式成立，是一個匯集了香港特區公路工程與運輸規劃領域的專業從業者的學術團體。自那時起，香港公路學會已經成為一個與中國大陸、臺灣和澳門的公路工程和交通運輸學術團體有緊密聯繫的學會。

由成立自今，香港公路學會每一年都會舉行多個技術專題研討會、地盤考察、積極參與公眾諮詢、舉辦大型論壇以及會員聯誼聚會。

學會願景：

為香港從事公路工程及交通專業人士籌辦不同活動和興趣。

促進香港經濟增長及配合持續發展的挑戰，公路網絡和交通基礎設施須達至安全，高效和符合環保要求。

促進公眾利益，發展具有公路工程與運輸相關的科學和藝術。

促進與公路工程與運輸相關的科學藝術的教育、培訓、研究和開發。

學會使命：

分享香港公路運輸發展所取得的經驗，並與當地的專業人士交流不同的想法。

促進相互支持，相互幫助以達至提高公路運輸在香港發展的標準。

建立、維持、擴大與內地其他學術團體溝通和聯繫，加強各方在共同關心的問題上的交流和合作。

二、行程紀要

(一)行程表

本次奉派赴澳門參加「第四屆海峽兩岸公路交通發展論壇」，核定行程自 104 年 11 月 26 日至 11 月 29 日共計 4 日，相關行程如表 2-1 所示。

表 2-1 奉派參加「第四屆海峽兩岸公路交通發展論壇」行程表

日期	起迄地點	行程紀要
11 月 26 日 (四)	臺北－澳門 (去程)	桃園機場－澳門機場 參訪城市建設
11 月 27 日 (五)	澳門	參加第四屆海峽兩岸公路交通發展論壇
11 月 28 日 (六)	澳門、香港	參訪港珠澳大橋工程
11 月 29 日 (日)	澳門－臺北 (返程)	參訪城市建設 澳門機場－桃園機場

(二)行程概述

本次參加「第四屆海峽兩岸公路交通發展論壇」，於 11 月 26 日上午 0855 搭乘長榮航空自桃園機場起飛，歷經約 2 小時飛航時間，於當日上午 11 時抵達澳門機場，下午時間透過中興顧問公司安排參訪澳門之城市建設，將於後文專節說明參訪過程。

於 11 月 27 日上午即前往澳門大學橫琴校區參加第四屆兩岸四地公路交通發展論壇，上午議程為主題報告，張副局長純青以中華道路協會代表之身份發表題目為「工程師的挑戰－以國道 1 號五楊拓

寬工程為例」之演講，下午議程為專題報告，本次臺灣代表團之高速公路局代表黃裕文科長發表題目為「從人工到全電子，臺灣電子收費發展之路與未來應用」之演講。

11月28日為大會安排之參訪行程，主辦單位於籌備期間原暫訂安排參訪興建中之港珠澳大橋工程，後來通知改為參訪澳門特別行政區交通事務局之交通控制及訊息中心，鑑於目前興建中知名的港珠澳大橋，係目前世界排名最長之橋隧組合公路，工程規模浩大，非常具有觀摩價值，又此次台灣世曦工程顧問公司參加代表王炤烈副總經理原已有安排要前往香港參觀港珠澳大橋，考量此次赴澳機會實屬難得，本局參加人員透過台灣世曦公司的協助安排仍參訪港珠澳大橋工程，將於後文專節說明參訪過程。

11月29日行程透過中興顧問公司安排，參訪澳門之城市建設，當天下午參訪行程結束即前往澳門機場，搭乘1905長榮航空於晚間9時返回桃園機場。

(三) 澳門簡介

本次「第四屆兩岸四地公路交通發展論壇」是在澳門舉辦，澳門，以下先就澳門歷史社會背景等作一簡介。

1. 澳門的歷史

澳門自秦朝起成為中國領土，從明朝1557年開始被葡萄牙人租借。葡萄牙人對澳門土地及統治權的演變歷程可概分為賄絡到交租到強佔到歸還。澳門人長期以來擅長與強權周璇，二次大戰成為最近唯一未受日軍入侵地區。

2. 澳門土地面積及幅員範圍

土地經由填海擴充，1840年時面積2.78平方公里，到2014年面積已達30.3平方公里，約相當於台北市內湖區。目前土地範圍包含北側與廣東珠海相連接之澳門半島，及隔海南側之氹仔島與路環島，氹仔島與路環島間以填海新生地銜接，稱為路氹區。(詳圖2-1、2-2)

3. 澳門人口

永久及非永久居民人口六十萬,人口密度達 2 萬/平方公里,居世界第一。

4. 澳門人收入

2013 年統計資料,月人均收入為 34,000 元(澳門幣),與月收入中位數的 15,000 元形成巨大對比。亦有數據顯示平均數為中位數之 4 倍,貧富懸殊。

5. 澳門經濟活動

以賭博及觀光相關產業為主,龍頭業為賭博,以之帶動觀光、地產、營建、服務業。



圖 2-1 澳門地理位置圖



圖 2-2 澳門地圖

三、參加海峽兩岸公路交通發展論壇

(一)參加論壇過程概述

本次「第四屆海峽兩岸公路交通發展論壇」，於 11 月 27 日於澳門大學橫琴校區舉行，值得一提的是，澳門大學橫琴校區，位於中國廣東省珠海市橫琴口岸南側，橫琴島環島東路和十字門水道西岸之間，係中國政府以租賃模式交由澳門特區政府管轄，發展澳門大學新校區，校區以圍牆及人工河與橫琴島其他區域隔離，透過一條人車兩用的海底隧道與澳門路氹城連接，亦為校區的唯一出入口。租賃期由 2013 年 11 月 5 日啟用日起，至 2049 年 12 月 19 日。中國人民代表大會常務委員會授權澳門特別行政區自校區啟用之日起，在規定的期限內對該校區依照澳門特別行政區法律實施管轄，租賃期滿後，全國人大常委會可以續期。(詳圖 3-1、3-3、3-4)

11 月 27 日上午主辦單位以專車接送自住宿飯店喜來登金沙酒店前往澳門大學棋琴校區之劉少榮樓會議廳(詳圖 3-2)辦理報到手續(詳圖 3-5)，上午 9 時 30 分並由主辦單位澳門工程師學會舉行開幕儀式，請兩岸四地代表共同至台前啟動開幕球(詳圖 3-6)，先由澳門工程師學會致歡迎詞後，並分別請中國公路學會、臺灣中華道路協會、香港公路學會之代表致詞，臺灣代表團則由尹承蓬副團長代表開幕致詞。開幕儀式最後由主辦單位致贈紀念品予本次主題報告及專題報告之各位講者並大合照(詳圖 3-7)。

本次論壇會議主題為「優化交通及基建規劃，配合一帶一路發展」，議程如表 3-1。

上午議程為主題報告，講題及主講者分別為

1. 城市交通熱點問題及最新發展：由上海交通運輸部科學研究院石寶林院長主講
2. 工程師的挑戰－以國道 1 號五楊拓寬工程為例：由臺灣中華道路協會張純青副局長主講

3. 蓮塘/香園圍口岸及連接路-工程規劃及施工挑戰：由艾奕康有限公司李振輝高級工程師主講
4. 落馬洲河套地區(發展規劃及工程研究)：由奧雅納工程顧問香港有限公司朱家敏董事主講
5. “一帶一路”戰略和公路發展“十三五”展望：由中國交通運輸部公路局王太副局長主講

下午議程為專題報告，講題及主講者分別為

1. 一帶一路戰略-長江經濟帶戰略視域下的重慶對外通道：由重慶交通大學唐伯明校長主講
2. 從人工到全電子，臺灣電子收費發展之路與未來應用：由臺灣國道高速公路局黃裕文科長主講
3. 城市大型基建工程持份者期望管理：由俊和建築工程有限公司劉大衛董事主講
4. Intelligent Transportation System In Macau, China：由澳門特別行政區政府交通事務局毛燕斌高級技術員主講

本次臺灣代表團，在上午主題報告的議程，由國道新建工程局張副局長純青以中華道路協會代表之身份發表題目為「工程師的挑戰－以國道 1 號五楊拓寬工程為例」之演講(詳圖 3-10、3-11)，在下午專題報告的議程，由高速公路局代表黃裕文科長發表題目為「從人工到全電子，臺灣電子收費發展之路與未來應用」之演講。

演講後之現場問答時間，參加人員對於臺灣代表團之簡報內容，提問非常踴躍，對於臺灣工程技術水準及電子收費系統，獲得極高好評與讚賞。(詳圖 3-12、3-13)

議程最後，主辦單位舉辦閉幕儀式及下屆交接儀式，下屆論壇是由中國於明年在大陸舉辦，會場由澳門工程師學會黃承發理事長移交印信給中國公路學會胡希捷理事長(詳圖 3-14)。最後參加單位與主辦單位並互贈紀念品，臺灣代表團由尹副團長承蓬致贈紀念品臺灣藍鵲法藍瓷予澳門工程師學會(詳圖 3-15)。

(二)中國「一帶一路」戰略介紹

本屆論壇以「優化交通及基建規劃，配合一帶一路發展」為主題，「一帶一路」亦為與會人士關注討論焦點，隨著亞投行的成立，「一帶一路」將進入另一個新階段。各地區與地區之間的交通及相關建將會陸續增加。在中國、香港、臺灣及澳門不斷完善各地區之交通網絡之餘，各地亦積極地籌劃能配合「一帶一路」之交通計畫，論壇透過主題報告及相關討論，交流各地在近年來於交通專業之發展策略和相關合作的可行性。

中國道路協會會長胡希捷在致詞中指出，兩岸四地既是“一帶一路”戰略實施的參與者，也是戰略成果的共同受益者，應該共同抓住這一戰略帶來的增長點和新的發展機遇，主動融入區域發展，不斷優化公路建設結構，積極推動交通基礎設施建設和發展。希望兩岸四地同行能進一步發揮合作共融的機制作用，構建內地與港澳台在公路交通領域新的合作格局，共同促進新發展。

所謂「一帶一路」係「絲綢之路經濟帶和 21 世紀海上絲綢之路」的簡稱，是中國最高領導人習近平於 2013 年提出的經濟合作概念，屬於跨國經濟帶，已成為中國對外的主要經濟戰略，目的在建立中國與中亞、歐洲等區域的貿易運輸新聯繫。(詳圖 3-16)

「絲綢之路經濟帶」簡稱「一帶」，沿著陸上絲綢之路，發展中國和這些國家和地區的經濟合作夥伴關係，計劃加強沿路的基礎建設，也計劃消化中國過剩的產能，並帶動西部地區的開發。「一帶」連接亞太地區及歐洲，而中間經過的中亞地區有豐富的資源，像上海合作組織中的中國、俄羅斯、哈薩克、吉爾吉斯、塔吉克和烏茲別克都在絲綢之路上，絲綢之路經濟帶的核心區域包括西北的新疆、青海、甘肅、陝西、寧夏，西南的重慶、四川、廣西、雲南以及內蒙古。「一帶」主要有三個走向，從中國出發：一是經中亞、俄羅斯到達歐洲，二是經中亞、西亞到達波斯灣和地中海，三是中國到東南亞、南亞、印度洋。

「21 世紀海上絲綢之路」簡稱「一路」，則是沿著海上絲綢之路，發展中國和東南亞、南亞、中東、北非及歐洲各國的經濟合作。福建地處東南沿海，是溝通中外航運和海上交流的要塞，自古以來就是舉世公認的古代海上絲綢之路重要東方起點，是中國鏈接亞太經濟圈和歐洲經濟圈的海路樞紐，是 21 世紀海上絲綢之路的重要門戶。海上絲綢之路主要會包括江蘇、浙江、福建、廣東、海南及山東 6 個沿海省份。「一路」主要有二個走向，一是從中國沿海港口過南海到印度洋，延伸至歐洲，二是從中國沿海港口過南海到南太平洋。

一帶一路不是一個實體和機制，而是合作發展的理念和倡議，是依靠中國與有關國家和地區既有的雙多邊機制，藉助既有的、行之有效的區域合作平台，旨在借用古代「絲綢之路」的歷史符號，高舉和平發展的旗幟，主動地發展與沿線國家和地區的經濟合作夥伴關係，共同打造政治互信、經濟融合、文化包容的利益共同體、命運共同體和責任共同體。

「一帶一路」是非常龐大的基礎建設計畫，計畫總值高達 21 兆美元，完成後將有 60 國、44 億人受惠，占全球人口的 60% 左右；一旦計畫順利上路，中國可藉此和全球各國作生意，邀請有意願的國家一起發展、進行貿易。專家提到，隨著中國本土基礎建設放緩，正面臨產能過剩的挑戰，特別是鋼材和建築物料業；由於勞動成本上升，中國也需要將大量人力及低潛力的製造業設施轉移至海外，一帶一路計畫將可應對這兩項問題。

本次論壇之專題報告議程中，重慶交通大學唐伯明校長以「一帶一路戰略-長江經濟帶戰略視域下的重慶對外通道」講題發表演說，以下就此講題內容作一重點摘述。

1. 古絲綢之路

(1)絲綢之路：絲綢之路為 1877 年，德國地理學家李希霍芬提出。始於漢朝，從西安出發經河西走廊到敦煌，再

從新疆至中亞，最終到達阿拉伯海、地中海沿線。

- (2)南方絲綢之路：而中國南部的（茶馬古道）被稱為南方絲綢之路。從四川宜賓，經雲南大理、保山、騰沖至緬甸密支那、八莫，再從緬甸可達印度、孟加拉。
- (3)海上絲綢之路：東海航線前往日本列島和朝鮮半島；南海航線往東南亞、印度洋及阿拉伯海地區；鄭和七下西洋從江蘇太倉劉家港出發，七次皆過麻六甲海峽；200 多艘海船、2.7 萬多人遠航西太平洋和印度洋；足跡最遠涉及波斯灣、紅海和非洲東部。

2. 近代絲綢之路

- (1)南向通道：滇緬公路、滇緬鐵路：中國通往南方的核心要道。尤以滇緬公路艱巨宏偉，可媲美巴拿馬運河。
- (2)東北海運通道：由符拉迪沃斯托克等港口海運至香港、越南海防或緬甸仰光，經滇越鐵路或滇緬公路運至中國腹地。
- (3)西北古絲綢之路：利用汽車由阿拉木圖經霍爾果斯、烏魯木齊運至蘭州，長約 3000 公里，被稱為西北公路。
- (4)魁北克會議，中國向西通道全面建構。擬定七大工程任務：A.到中國的空運量增至 2 萬噸/月（駝峰航線）B.打通印度到中國的公路（中印公路）C.修建從印度阿薩姆經緬甸到昆明的輸油管道 D.修建從加爾各答到阿薩姆的輸油管道 E.修建通往中國的輸油管道；F. 由美國管理布拉馬普特拉河的內河航運線 G.改進孟加拉—阿薩姆鐵路
- (5)修築中印輸油管道：從加爾各答到昆明的管道長達 3000 公里，管道總長超過 5000 公里，是二戰中世界上最長的輸油管道。

(6) 抗戰時期以陪都重慶為中心的對外通道的經驗啟示如下表所列。

戰運輸線	沿線區域	當代戰略	經驗與啟示
長江航運	上海—武漢—重慶	長江經濟帶	三峽制約長江水運，船舶按噸位分段運輸
中蘇公路	重慶—蘭州—新疆—蘇聯	絲綢之路經濟帶	公路不適合長距離運輸，長距離鐵路更為適宜
中緬印交通	印度—緬甸—中國	孟中印緬走廊	構建公路、鐵路、管道、航空、水運於一體的綜合交通網絡
印度洋港口	仰光港、卡拉奇 加爾各答，吉大港	海上絲綢之路	印度洋沿線港口的選擇是西南出海大通道的關鍵

3. 一帶一路之戰略價值

(1) 從歷史中走來的一帶一路戰略(The Belt and Road Initiative, B&R)：順應世界多極化、經濟全球化、文化多樣化、社會資訊化的潮流，由歷史脈絡中形成的一帶一路計畫，牽動全球經濟及戰略價值。

(2) 國際主要絲綢之路計畫如下表所列

日本 絲綢之路外交戰略	2004 年，將中亞五國及外高加索三國定為絲綢之路地區 日本新外交戰略的重要方向，搶佔能源寶庫 加強政治影響和經濟滲透來爭取該地區能源開發及貿易 主導權
聯合國開發計畫署 絲綢之路復興計畫	期限 2008 年-2014 年，230 個專案組成，投資 430 億美元 改善古絲綢之路等歐亞大陸通道的公路、鐵路、港口、 通關等軟硬體條件，建立包括中國至歐洲的 6 條通道
美國 新絲綢之路計畫	1999 年國會《絲綢之路戰略法案》，2011 年提出新絲綢之 路計畫

	包括軟體和硬體兩個方面，軟體建設指貿易自由化、加快通關速度、改善投資環境等。硬體建設則是修建連接中亞、阿富汗和南亞的鐵路、公路、電網、油氣管道等基礎設施
俄羅斯 “新絲綢之路”	俄把中國經過中亞和俄羅斯直抵德國杜伊斯堡，並連通歐洲鐵路網和港口的“中歐運輸走廊”稱為新絲綢之路
哈薩克斯坦 “新絲綢之路項目”	2012 年提出，恢復哈薩克斯坦的歷史地位，成為為中亞地區最大的過境中心，建立具有世界水準的貿易物流、金融商務等中心

(3)一帶一路戰略與 TPP 協議

(4)1947 年 7 月協助西歐各國戰後重建之馬歇爾計畫，與一帶一路之異同，如下表所列

	馬歇爾計畫	一帶一路
出發點	解決國內產能過剩，強調”走出去”戰略	
投資重點	交通基礎設施建設	
金融與貨幣	有宣導國提供資金支援，強化本國貨幣的世界影響	
實施背景	冷戰之前	全球化時代
對象	西歐發達國家	以亞非拉等第三世界國家為主體
參與方的角色和地位	以美國為主導，對歐洲援助建立在不對等的關係上，東歐社會主義國家被排除在外	建立在平等互利歡迎任何國家加入。幫助中國資源獲取、戰略縱深的開拓和國家安全的強化
軍事存在	美國駐歐洲各基地	由綠水海軍到藍水海軍的轉變，強調海外基地的重要性
最終目的	冷戰東西方陣營抗衡國的霸權地位	繼承古代絲綢之路的美好願望，形成互利的”利益共同體”和共同發展繁榮的”命運共同體”

(5)一帶一路戰略的六大經濟走廊

(6)中蒙俄走廊已經啟動：北京至莫斯科高鐵全程約 7000 公里，途經中國、蒙古、哈薩克斯坦、俄羅斯等國。其中莫斯科至喀山段全長 803 公里，動工在即。

(7)中國的麻六甲困局-克拉運河計畫：克拉地峽運河計畫：克拉運河計畫主航道水深 20 米、寬 500 米、長 100 公里，相較蘇伊士運河(航程縮短 5000~10000 公里)及巴拿馬運河(航程縮短 6500~15000 公里)效益為差，且工程浩大，回收無期。除無法回避美國在東南亞的軍事存在，泰國國內出現反分裂、環保等因素的反對。

(8)中巴、孟中印緬經濟走廊－破解麻六甲困局：一帶一路戰略優先推進之兩大走廊，陸海雙向開放通道，破解麻六甲困局。麻六甲海峽是中國海上生命線上最重要的一環，目前中國進口石油的 60%經過麻六甲海峽，造成了中國麻六甲困局。相關專家提出了泰國克拉運河方案。綜合比較，中巴、孟中印緬走廊仍是中國破解島鏈封鎖和麻六甲困局的鑰匙。(詳圖 3-17)

中巴經濟走廊：一帶一路戰略陸上依託國際大通道海上以重點港口為節點，中巴經濟走廊起點在喀什，終點在巴基斯坦瓜達爾港，全長 3000 公里，是一條集公路、鐵路、油氣和光纜通道為一體的貿易走廊，預計總工程費將達到 450 億美元。

中巴經濟走廊可能面臨的難題	
地緣政治	可能穿越喀什米爾地區，存在領土爭議
工程難度	穿越喀喇崑崙山脈，自然條件堪比青藏高原
恐怖主義	巴基斯坦北部及與阿富汗交界地區存在恐怖組織
區位條件	瓜達爾港所在地區區域蔽塞，民族主義傾向較嚴重

中緬印孟走廊：公路方面孟中印緬走廊公路以史迪威公路沿線為主要骨架，從昆明到印度雷多里程僅 1500 公里，為中印兩國最便捷的陸路通道。相關油氣管，燃氣管道末端為貴港、輸油管道末端為重慶。港口方面，臨印度洋的緬甸啟漂港條件優，極具開發價值。

中緬油氣管道		
類別	天然氣管	輸油管道
起點	皎漂	馬德島
終點	貴港	重慶
緬甸長度	771km	771km
國內長度	1727km	1631km
年輸送能力	120 億立方	2200 萬噸

3. 一帶一路和長江經濟帶

(1)重慶位於長江經濟帶和“一帶一路”戰略的 Y 字型戰略節點：

2014 年，長江幹線貨運量達 20.6 億噸，遠遠超過美國密西西比河和歐洲內河水系，成為世界運輸量最大的河流。長江經濟帶是大陸與香港、澳門、臺灣協作緊密的區域，具有重要地位

(2)提升重慶競爭力之四大對策：

- A.開闢重慶至東南亞的對外通道。(詳圖 3-18)
- B.發揮長江黃金水道優勢－三峽新通道建設。
- C.加快建設高速鐵路網路，支撐重慶之鐵路樞紐地位。(詳圖 3-19)
- D.推進“鐵公水空”多式聯運，構建綜合交通運輸體系。

表 3-1 論壇議程表

2015 年 11 月 27 日(星期五)	
09:00	註冊登記
09:30 - 10:10	開幕儀式 ◆開幕致詞 ■澳門工程師學會致歡迎詞 ■中國公路學會代表致詞 ■臺灣道路協會代表致詞 ■香港公路學會代表致詞 ◆致送紀念品 ◆大合照
10:15 - 10:35	茶歇
10:35 - 12:30	主題報告 ◆城市交通熱點問題及最新發展 石寶林 院長 (上海交通運輸部科學研究院) ◆工程師的挑戰－以國道 1 號五楊拓寬工程為例 張純青副局長 (臺灣中華道路協會) ◆蓮塘/香園圍口岸及連接路 - 工程規劃及施工挑戰 李振輝 高級工程師 (艾奕康有限公司) ◆落馬洲河套地區(發展規劃及工程研究) 朱家敏 董事 (奧雅納) ◆“一帶一路”戰略和公路發展“十三五”展望 王太 副局長 (中國交通運輸部公路局)
12:30 - 13:00	問答環節
13:00 - 14:30	午餐 (澳門大學富臨軒)
14:30 - 15:30	專題報告 ◆一帶一路戰略-長江經濟帶戰略視域下的重慶對外通道 唐伯明 校長 (重慶交通大學) ◆從人工到全電子，臺灣電子收費發展之路與未來應用 黃裕文 科長 (國道高速公路局)
15:30 - 15:50	茶歇
15:50 - 16:50	◆城市大型基建工程持份者期望管理 劉大衛 董事 (俊和建築工程有限公司) ◆Intelligent Transportation System In Macau, China 毛燕斌 高級技術員 (澳門特別行政區政府 交通事務局)
16:50 - 17:30	問答環節
17:30 - 18:00	閉幕儀式及下屆交接儀式 ◆主辦單位致詞 ◆下屆承辦單位代表致詞
18:00	論壇結束
18:20	歡迎晚宴 地點：澳門大學富臨軒 (N1 澳大賓館地面層)

2015年11月28日(星期六)	
10:00	集合 (住宿酒店大堂)
10:30 - 12:30	前往參觀地點 澳門特別行政區政府交通事務局 - 交通控制及訊息中心
13:00 - 14:30	午餐 地點: 萬豪軒 (澳門新口岸長崎街新華大廈 2 樓)
14:30 - 17:30	澳門世界遺產半天遊 (自願參加)
17:30	解散



圖 3-1 論壇地點澳門大學橫琴校區位置圖



圖 3-2 澳門大學橫琴校區劉少榮樓會議廳位置圖



圖 3-3 澳門大學橫琴校區照片



圖 3-4 澳門大學橫琴校區照片



圖 3-5 本局參加人員於報到現場留影



圖 3-6 兩岸四地代表共同至台前啟動開幕球



圖 3-7 主辦單位致贈紀念品予主題報告講員張純青副局長



圖 3-8 茶歇時間本局與顧問公司參加人員合影



圖 3-9 論壇會場會議廳



圖 3-10 張副局長演說五楊拓寬工程計畫



圖 3-11 張副局長演說五楊拓寬工程計畫



圖 3-12 主題報告後之現場問答



圖 3-13 張副局長回覆現場提問



圖 3-14 澳門工程師學會移交印信給下屆主辦單位中國公路學會



圖 3-15 臺灣代表團尹副團長承蓬致贈紀念品予澳門工程師學會

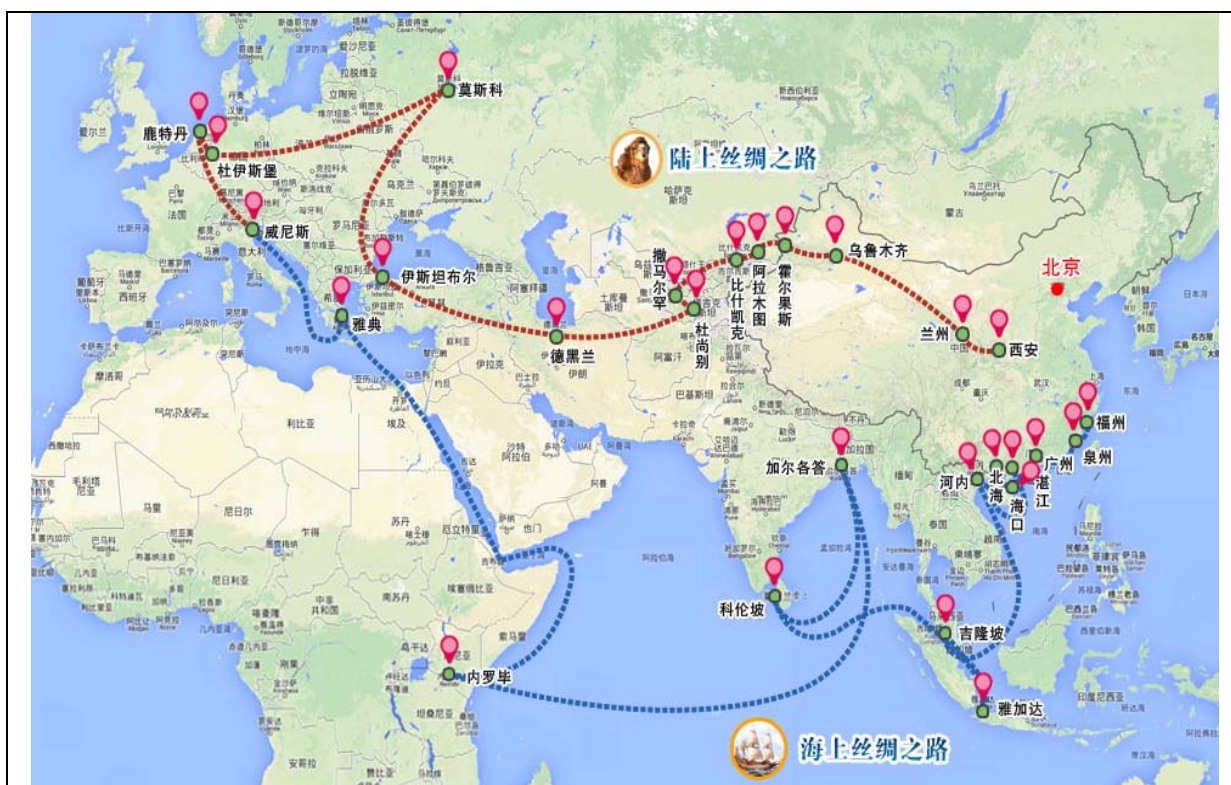


圖 3-16 中國「一帶一路」經濟戰略示意圖



圖 3-17 中巴、孟中印緬經濟走廊示意圖



四、參訪港珠澳大橋

本次「第四屆兩岸四地公路交通發展論壇」，依據中華道路協會的來函所附之日程表，主辦單位於 11 月 28 日係暫訂安排考察港珠澳大橋，本局簽辦公文時原考量本局參加人員可藉由工程參訪機會汲取該大橋之設計及施工經驗，作為日後國內工程之參考。惟後來確定之日程表主辦單位係安排澳門特別行政區政府交通事務局交通控制及訊息中心。

鑑於目前興建中知名的港珠澳大橋，係目前世界排名最長之橋隧組合公路，工程規模浩大，非常具有觀摩價值，又此次台灣世曦工程顧問公司參加代表王炤烈副總經理原已有安排要前往香港參觀港珠澳大橋，考量此次赴澳機會實屬難得，故本局參加人員於論壇召開前聯繫王副總經理取得同意，並透過中華道路協會告知主辦單位後，11 月 28 日行程變更為前往香港地區參訪港珠澳大橋及屯門至赤鱸角連接路工程。以下就參訪之港珠澳大橋工程香港連接線及屯門至赤鱸角連接路工程作一簡述。

(一) 港珠澳大橋工程簡介

港珠澳大橋位於珠江口伶仃洋海域，是連接香港特別行政區、廣東省珠海市和澳門特別行政區的大型跨海通道。大橋的功能主要是解決香港與中國大陸（特別是珠江西岸地區）及澳門三地之間的陸路客貨運輸要求，建立跨越粵、港、澳三地，連接珠江東西兩岸的陸路運輸新通道。(詳圖 4-1、4-2)

1. 港珠澳大橋整體路線項目

港珠澳大橋起點香港國際機場東北部海域的香港口岸，澳門登陸點於明珠，珠海登陸點為拱北，成 Y 字形，設 6 處通航孔，伶仃西和銅鼓航道因通航及香港（赤鱸角）機場飛航限高而採用隧道，並設置人工島實施橋隧轉換。

整體路線項目包括主體工程(海中橋梁、人工島、隧道)、香港口岸及香港連接線、珠澳口岸及珠海連接線、澳門連接線(詳圖 4-

3)，分述如下。

(1)主體工程－海中橋梁、人工島、隧道：(三地共管共建)

港珠澳大橋的主體工程從西端珠海拱北對開的「珠澳口岸人工島」伸展至東端「粵港分界線」的海底隧道東人工島，採用橋隧結構的雙程三線分隔車道，工程範圍總長約 29.6km，橋梁長約 22.9 km，海底隧道長約 5.7 km，2 人工島約 1 km。(詳圖 4-4)

通航橋梁部分計有

九洲航道橋：雙塔單索面斜張橋，跨度配置為 $85+127.5+268+127.5+85=693\text{m}$ ，橋塔採「風帆」造型，上部結構為鋼鋼箱梁，下部結構為混凝土結構，橋塔高程 EL.120 m (航高限制 EL.122m)

江海直達航道橋：三塔單索面斜張橋，跨度配置為 $110+129+258+258+129+110=994\text{m}$ ，主梁採鋼床版梁，吊索採豎琴形布置，橋塔採「海豚」造型鋼結構與混凝土基礎板結合，塔高 109m

青州航道橋：雙塔雙索面斜張橋，跨度配置為 $110+236+458+236+110=1150\text{m}$ ，主梁採鋼床版梁，吊索採扇形布置，橋塔採 H 形混凝土塔，上橫梁採鋼製“中國結”造型，塔高 163m

非通航橋梁部分，

淺水區橋梁：約 6.1KM，水深約 3~4M，採 85M 跨徑，

深水區橋梁：約 12.2KM，該處位於主潮流，採 110M 跨徑，水深約 5~10M

(2)香港連接線、香港口岸：(香港自管自建)

香港連接線－香港連接線總長大約 12 公里，是由香港特別行政區邊界連接港珠澳大橋主橋與及位於香港國際機場東北部海域的香港口岸，為香港、澳門和珠江三角洲西岸地區開通一條全新和直達的陸路連接通道。香港連接線包括自粵港水域分界伸延至

機場島觀景山的一段 9.4 公里長高架橋，一段 1 公里長的機場島觀景山隧道，及一段座落於香港國際機場東面建成的填海區的 1.6 公里長地面道路，連接至香港口岸。(詳圖 4-5、4-6)

香港連接線具有以下工程特色：

A. 沿機場水道採取特別措施以減少對自然環境的影響

香港接線跨海高架橋梁段的東面會進入位處於香港國際機場及北大嶼山之間的機場水道。為減少對現有自然環境的干擾，這段香港接線採取了若干措施，包括採用跨度較大的高架橋梁跨越跨越大嶼山礮石灣和沙螺灣之間的陸岬而無須觸及大嶼山的土地，減少在沙螺灣一帶橋墩的數目以減輕對景觀的影響，將高架橋的樁帽埋藏於海床之下，以減少對機場水道水流的影響(詳圖 4-11)，並於脫離受機場淨空限制的地方，盡快把走線靠近機場島，遠離大嶼山海岸。

B. 採用大跨度的跨海高架橋梁

本工程西部跨海高架橋是由大跨度橋梁所組成，主跨度為 75 至 180 公尺。鑑於走線位置同時位於機場西面船隻航道之上，故海上橋梁在跨越船隻航道時，橋身的水平位置會相對提昇以提供 41 米的淨空高度供船隻通過。(詳圖 4-12~4-15)這條雙向各三車道分隔公路將配備有一個車輛掉頭設施，供緊急情況或管理運作時使用。

C. 優化地面道路

為了創造優美的環境，位處機場島東部海岸線，1.6 公里長的地面道路沿線特提供廣泛的環境美化工程。

D. 提供完善的交通網絡

作與港珠澳大橋主橋、香港口岸、屯門至赤鱸角連接路所組成的整體項目，香港接線將密切與其他工程項目交接，有效地把港珠澳大橋連接至毗鄰的香港國際機場以及屯門和北大嶼山地區，從而形成一個策略性的交通網絡，令港珠澳大橋能發揮最大的效益，務求在項目實施過程和將來運作取得整體效益和效率。

本路段工程為香港第一條採用預力預製橋墩組件建造的高架橋，計畫團隊面對多項嚴峻考驗包括不穩定的海洋環境、複雜的航道海事要求、有限的陸上通道、機場高度規定、細密的海豚生態監測工作、較深的基岩層，以及使用混凝土攪拌船提供混凝土和出動駁船載運混凝土等。香港首次採用混凝土攪拌船，大大減低海運及陸運次數，舒緩空氣及噪音污染。

另外，永續發展是本計畫發展的重要一環，所有工程均嚴格遵守相關的環保政策，包括符合空氣、水質、底泥質素、生態環境、漁業及文化保育、廢物管理及噪音影響的要求。

本次前往觀摩參訪的工程即為香港連接線 9.4 公里長高架橋工程的部分(詳圖 4-7~4-18)。本路段工程採統包方式發包，業主為香港路政署，委託奧雅納工程顧問公司進行有關招標及建造顧問工作，承包廠商為香港寶嘉建築公司、中國港灣工程公司、威勝利公司聯合承攬，合約金額為港幣 129 億元，約為新臺幣 541.8 億元，於 2012 年 5 月開工。

香港口岸一

香港口岸為經港珠澳大橋進出香港的旅客及車輛，提供檢查及出入境的設施。它亦將成為香港西面的策略性多式聯運樞紐。

工程包括於香港國際機場東北面對開水域填海，提供約 130 公頃的土地，以興建多座建築物及運輸設施，為旅客及貨物提供檢查及出入境服務。香港口岸的整體設計是基於創新、美觀、符合能源效益及可持續發展等宗旨。

香港口岸工程項目包括建造貨物、旅客及相關車輛檢查和過關設施，前線部門（如入境事務處，香港海關等）的辦公地方，道路設施，公共運輸交匯處，以及相關的土木、交通控制及監察系統和環境美化工程等。人工島上將豎立多座建築物和設施，包括旅檢大樓、海關和入境處大樓、污水處理設施等。其中旅檢大樓將會是香港口岸的地標式及全島最大的建築物。

(3) 珠澳口岸、珠海連接線：中國(廣東)自管自建

珠澳口岸－珠澳口岸人工島建在澳門新城 A 區東面，填海面積約 208 公頃。

珠海連接線－東起自珠澳口岸人工島，在拱北口岸和澳門關閘之間地底穿過，西行止於洪灣，與西部沿海高速公路月環至南屏支線延長線連接，路線總長 13.43 公里，於 2012 年 7 月開始動工，按照港珠澳大橋主體工程二〇一六年建成通車的目標要求，珠海連接線項目必須同步建成通車。因該連接線要下穿拱北口岸、澳門關閘口岸、軍事管理區等敏感地帶，施工難度大。

(4)澳門連接線：澳門自管自建

2.港珠澳大橋工程設計標準

港珠澳大橋工程設計標準如下：

1. 公路等級：高速公路
2. 設計速率：100km/h
3. 車道數：雙向六車道
4. 橋梁寬度：33.1m
5. 使用壽命：120 年
6. 航道淨空需求：如下表

航道	通航噸數(t)	通航孔數	淨空高度(m)	淨空寬度(m)	備註
九洲航道	1 萬	1	40.0	210	單孔雙向
江海直達航道	0.5 萬	2	24.5	173	單孔單向
青州航道	1 萬	1	42.0	318	單孔雙向
伶仃西航道、 銅鼓航道	10 萬(目前) 30 萬(遠期)	通航淨高需求達 80M，但鄰近香港機場淨高受限，因此無法採用橋梁，改為海底隧道			

3.港珠澳大橋工程特色及效益

(1)港珠澳大橋落成後，由香港駕駛至珠海及澳門，將會從 4~5 小時路程縮減至約 40 分鐘，構建成珠三角經濟一體化，三地借助大橋建設帶來的積極效應，有利推動珠三角區內的產業發展。(詳圖 4-1)

- (2)港珠澳大橋完工後，將會成為世界上最長的 6 線行車沉管隧道，及世界上跨海距離最長的橋隧組合公路。
- (3)採用 120 組直徑 22m、深 40.5~50.5m 大孔徑沉箱快速圍構成大型人工島。海底隧道沉管採工廠預鑄化製作，每節 180m，重達 6.9 萬噸，設計使用壽命 120 年。橋梁大規模使用鋼結構整跨吊裝，非通航孔深水區採 110m、淺水區採 85 跨徑，最大重量 3000 噸；橋墩基礎、墩柱及帽梁採工廠預鑄，最大重量 3,500 噸，使用吊裝能量 4,000 噸之工作船整體吊裝。
- (4)四大人工島(香港口岸、珠澳口岸及海底隧道東、西出入口人工島)是景觀設計考慮的重點，每座人工島都將會成為集交通、管理、服務、救援及觀光功能為一體的綜合運營中心，除造型外，亦重視島區範圍內的綠化工程，在海景較美的地方設置「觀景平台」。除人工島外，還設計了中華白海豚觀賞區及海上觀景平台。
- (5)工程條件涉及颱風、航道、水文、地質、防洪、航空限高等多方面要求，工程內容涵括跨海橋梁、海底隧道、深水人工島等領域。並涉及港珠澳三地工程標準、車輛使用政策、通行費收取、口岸接駁安排等公共管理事項。
- (6)工程跨越珠江口中華白海豚自然保護區、珠江口幼魚/幼蝦保護區，對海洋生態與漁業資源環保要求高。並投入 7500 萬人民幣，辦理中華白海豚棲地調查及數量監測、海洋環境環境維護、環保團體溝通交流等工作。

(二)屯門至赤鱸角連接路

屯門至赤鱸角連接路連接新界西北、北大嶼山、港珠澳大橋香港口岸和赤鱸角香港國際機場，為雙向雙車道道路。連接路在大壕連接北大嶼山公路，在香港國際機場東北面對開水域連接港珠澳大橋香港口岸，並在屯門連接龍門路。(詳圖 4-5)

與現有路線比較，此新道路將大大縮短新界西北和東涌/香港國際機場的行車距離，駕駛者將能縮減多達 22 公里的車程。屯門

至赤鱸角連接路亦能提供另一條往來香港國際機場的替代通道。

本工程計畫包括興建一條全長約 9 公里的雙線雙向分隔車道以連接屯門和北大嶼山。路線始發於大嶼山大壕的北大嶼山公路，利用約 1.6 公里長的跨海高架行車道串連在香港國際機場東北的香港口岸，在香港口岸東邊轉往北行，使用長約 5 公里以隧道鑽挖機建造的海底隧道穿越龍鼓水道，並在屯門內河碼頭旁的新填海區著陸，再利用高架行車道往東行駛跨越龍門路，連接屯門第 46 區興建的收費廣場。本次參訪即前往本連接路北面連接路海底隧道段工程工地辦公室聽取簡報(詳圖 4-19~4-22)，本隧道段工程係由香港寶嘉公司與布依格公司聯合承攬，合約金額為港幣 182 億元，約為新臺幣 764.4 億元。

本連接路穿越屯門及香港口岸之間的龍鼓水道而興建一條長約 5 公里的海底隧道，工程人員起用全球最大型、直徑 17.6 米的隧道鑽挖機(詳圖 4-21)和兩台直徑 14 米的混合盾構式隧道鑽挖機建造。將建造的雙線雙程海底隧道，以及填海約 16.5 公頃土地，海底隧道水深超過 50 公尺，為香港最深的海底行車隧道。

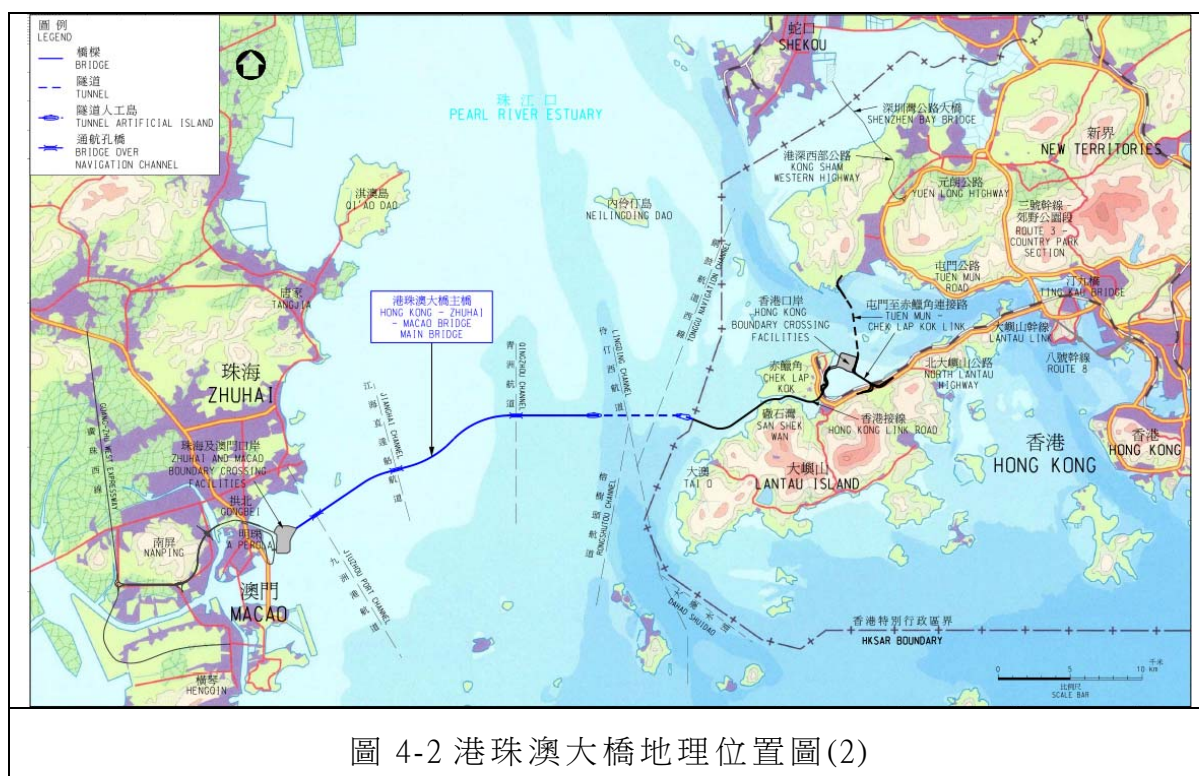
採用隧道鑽挖機建造方法可避免對現時供電予香港國際機場的海底電纜進行改道，和減低在建造期間對繁忙的龍鼓水道的海上交通的影響，以及減低工程施工期間對工地及附近的海洋生態例如中華白海豚的影響。大直徑的鑽挖海底隧道在香港是史無前例，對香港工程界而言更是一項重大挑戰。

本工程另具有以下特色：

- 1.本工程涉及香港最大、最長、最深的海底行車隧道，總工程費更是香港歷來之冠，反映工程規模龐大和極其複雜。工程於 2013 年第三季展開，至 2014 年尾已先後跨越多個重要里程。
- 2.工程團隊引進了全球最大型，直徑 17.6 米的隧道鑽挖機進行隧道鑽挖工程。鑽挖機的工廠驗收儀式 (FAT) 已於 2014 年 10 月 30 日進行，標誌著本項目正式跨越首個里程碑。及至同年的 12 月，第二台直徑達 14 米的隧道鑽挖機的工廠驗收儀式亦正式

完成。與計畫相關的填海工程亦推展順利，在短短 10 個月內，於北面隧道出入口完成了 12 公頃土地的填海工程，並於 12 月份完成建造長 100 米的隧道進口豎井，這個形狀如毛蟲造形獨特的豎井進口以地下連續牆建造，取代原來的支柱建造方法，優化工程成本效益和施工效率。

3. 本項目所採用的兩台隧道鑽挖機分別以中國家傳戶曉的女將軍秦良玉及希臘神話中誕下地球及宇宙的大地之母蓋煙（Gaia）女神命名，施工小組於 2015 年 3 月 25 日舉行了鑽挖機歛動儀式，正式公佈了兩台鑽挖機的芳名，標誌著兩位女將於第一季正式出征，展開地底探險之旅。
4. 兩台隧道鑽挖機均配備了由香港寶嘉自行研發，名為 MOBYDIC, SNAKE，及 TELEMAR 的先進技術，能即時勘察石面情況，並檢測鑽頭零件的損壞程度，減少工程人員在地底高壓環境進行人手檢查鑽頭的需要。



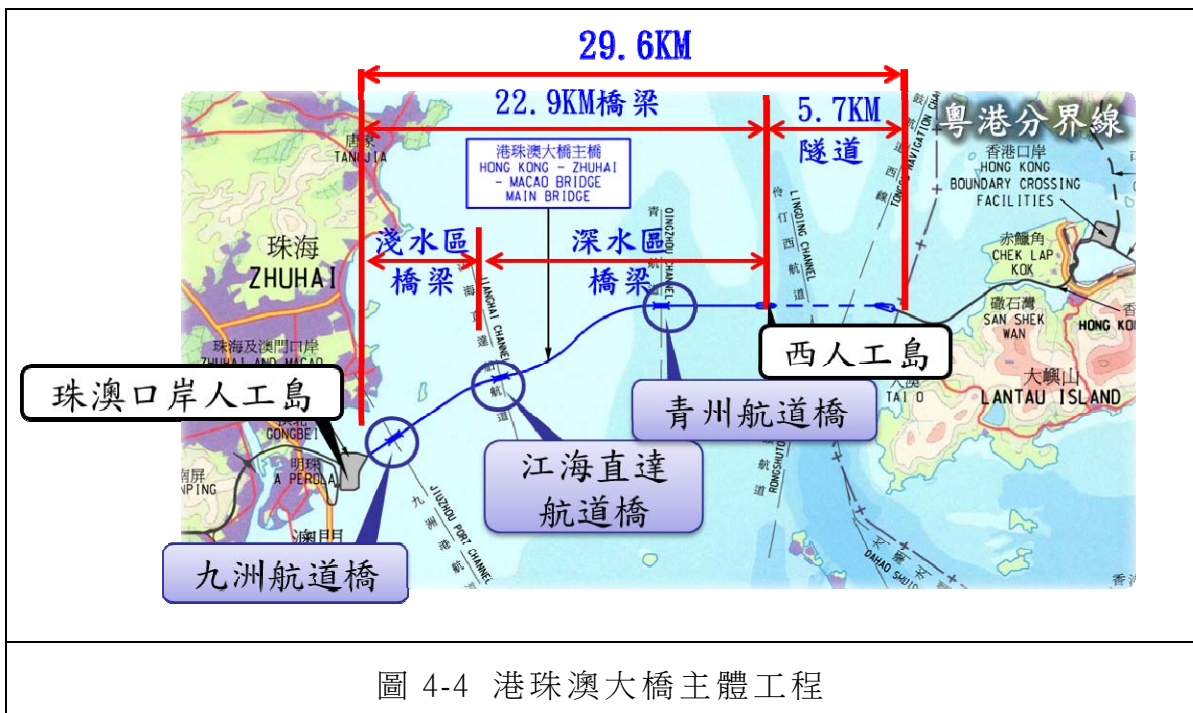
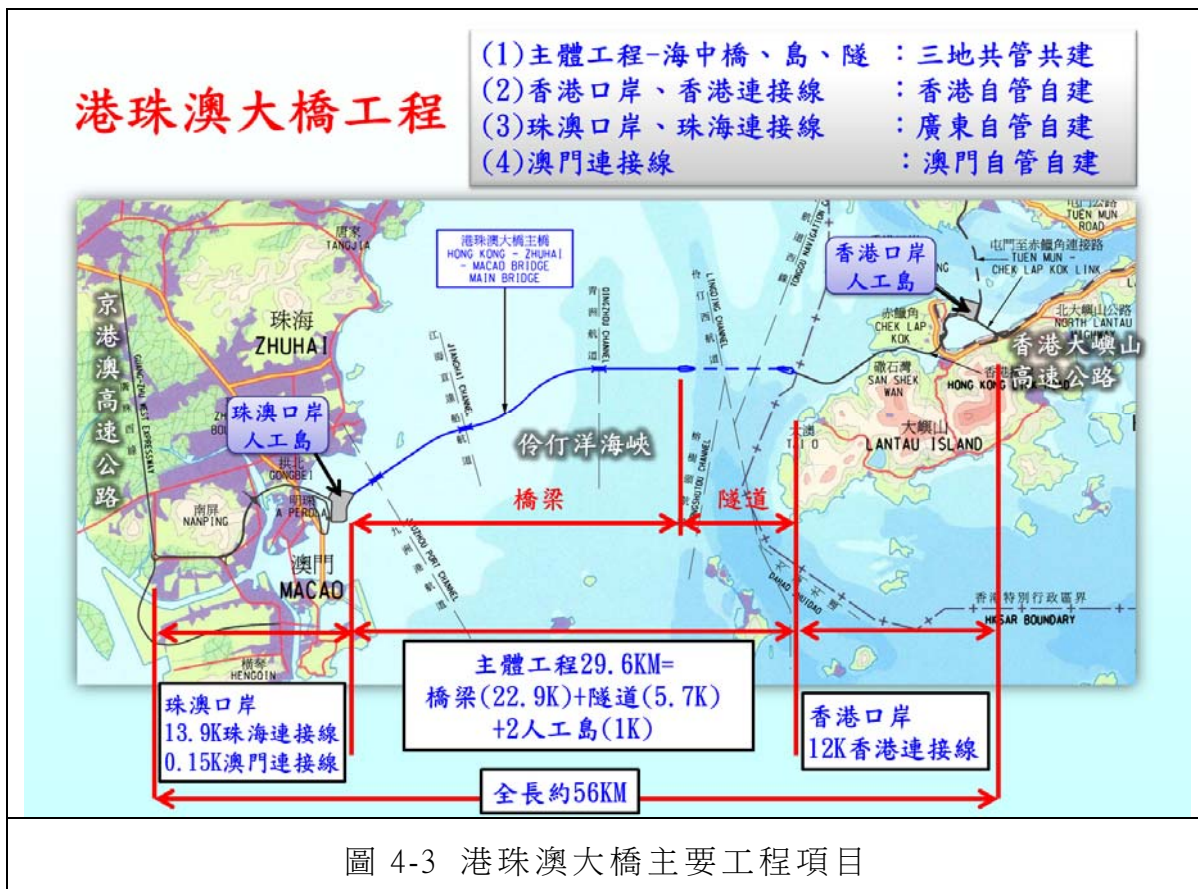




圖 4-5 港珠澳大橋香港連接線及屯門赤鱗角連接路地理位置圖



圖 4-6 港珠澳大橋香港連接線地理位置圖



圖 4-7 香港連接線-沿赤鱸角機場段橋梁施工(1)



圖 4-8 香港連接線-沿赤鱸角機場段橋梁施工(2)



圖 4-9 香港連接線-沿赤鱸角機場段橋梁施工(3)



圖 4-10 香港連接線-沿赤鱸角機場段橋梁施工(4)



圖 4-11 香港連接線-跨機場水道段橋梁施工(橋墩樁帽埋藏於海床之下)



圖 4-12 香港連接線-跨海段橋梁施工 (不設施工棧橋)



圖 4-13 香港連接線-跨海段施工(平台船載運預拌車海上澆置混凝土)



圖 4-14 香港連接線-跨海段 橋墩柱構造



圖 4-15 香港連接線-跨海段上部結構施工



圖 4-16 中國大陸負責跨海橋部分



圖 4-17 香港連接線-跨海段基礎採用不銹鋼鋼筋



圖 4-18 本局人員參訪香港連接線-跨海段施工現場



圖 4-19 本局及顧問公司人員參訪香港屯門至赤鱸角連接路工地辦公室



圖 4-20 香港屯門至赤鱸角連接路工地辦公室



圖 4-21 屯門至赤鱸角連接路工程引進全球最大型直徑 17.6m 隧道鑽挖機

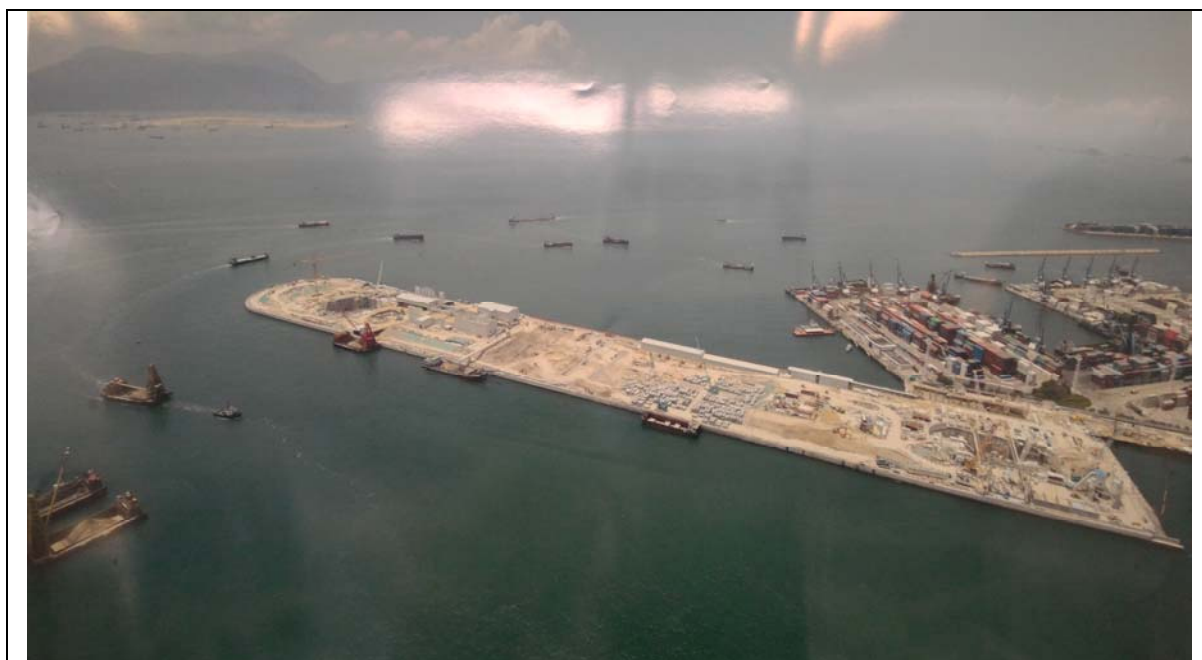


圖 4-22 屯門至赤鱸角連接路工程北面隧道出入口 16.5 公頃土地填海工程

五、參訪澳門城市建設

本次「第四屆兩岸四地公路交通發展論壇」，中興工程顧問公司亦有派劉永得經理代表參加，中興工程顧問公司早年於澳門成立興澳工程顧問公司承攬當地工程，本次行程透過中興工程顧問公司劉永得經理及興澳工程顧問公司前經理王建智之安排，特利用去程 11 月 16 日下午及返程 11 月 29 日當天，參訪興澳工程顧問公司承攬澳門之工程建設-路環九澳隧道及石排灣都市化及人行陸橋工程，工程內容簡介如下：

(一)「路環-九澳隧道」工程

「路環-九澳隧道」包括三項工程，有「隧道路段」及「南戶外路段」及「北連接線」；建造該道路的目的是讓通往九澳港貨櫃碼頭等地區之車輛，以及九澳居民出行的車輛，無需繞道九澳堤壩道路、九澳聖母馬路、九澳高頂馬路、路氹連貫公路等道路，可直接與路氹城東面聯繫，大大縮短行車時間及有效地減低以上路段遠期的交通負荷；因此，當九澳隧道建成後，九澳居民可選擇原有的上述路段，或是新建之路段作為出行方向。「隧道段」工程包括九澳隧道及部份引接路段，位置詳圖 5-1。

「路環-九澳隧道」為雙孔單向之公路隧道。隧道長度分別為 457 公尺及 428 公尺，斷面內淨空斷面高度須滿足 5.5m 高度的行車需求，寬度以容納 3.5m 的車道寬度、1.0m 的路肩寬度及技術槽所需空間(詳圖 5-2)。兩線隧道淨距離僅有 5 公尺，故維持初研方案側壁為直牆式開挖斷面型式。

隧道設置一處雙向分隔之緊急聯絡通道，並以防火門分隔，供事故災害時人員逃生使用。另設置 4 處機電凹槽坑道，坑道以隔牆分隔，分別安裝左線及右線隧道用之機電機櫃。兩線隧道外側每隔 40~50 公尺設置一處消防凹槽，以安裝消防用之設備。

依據本案九澳隧道沿線地質鑽探成果及現場調查研判資料，沿線地質狀況大部分屬於堅實地盤，岩體強度甚高。故開挖斷面採取無仰拱設計，可減少工程量體而降低工程預算。

隧道沿線地層主體主要為粗粒花崗岩，不同時期的造山運動造成岩體局部節理發達，花崗岩抗壓強度可達 100MPa 以上，由於岩體甚為堅硬，開挖或開鑿相對困難，施工以鑽炸法（Drilling & Blasting）為主要之開挖工法；部份有特殊考量之區段，如：隧道洞口段、北洞口薄覆蓋段、特殊地質段等，則以機械開挖方式開挖隧道。(詳圖 5-4)

為免開炸影響鄰近電廠運作，開炸時電廠要求某些位置質點速度需予控制，因此需限制可開炸里程及每一雷管延時最大要量，並以監測儀器調教。為了解開炸對於隧道周圍質點速度之影響，藉由現地 DTM 資料產生 3D 地形匯入軟體中建立分析模型(詳圖 5-3)，分析採用 MIDAS-GTS 2011 版，此軟體為針對大地及隧道工程之有限分析軟體。

「路環-九澳隧道」建造工程相關資訊如下所列(詳圖 5-5)

業 主：澳門建設發展辦公室

設計單位：興澳工程顧問有限公司

監造單位：中交四航院（澳門）有限公司

質量控制：澳門土木工程實驗室,澳門發展及質量研究所

施工承商：葛洲壩集團第二工程有限公司 / 珠光工程發展有限公司聯合承攬

決標日期：2014-08-01

決標價格：\$254,140,753.29 澳幣

工 期：930 天



圖 5-1 「路環-九澳隧道」位置圖

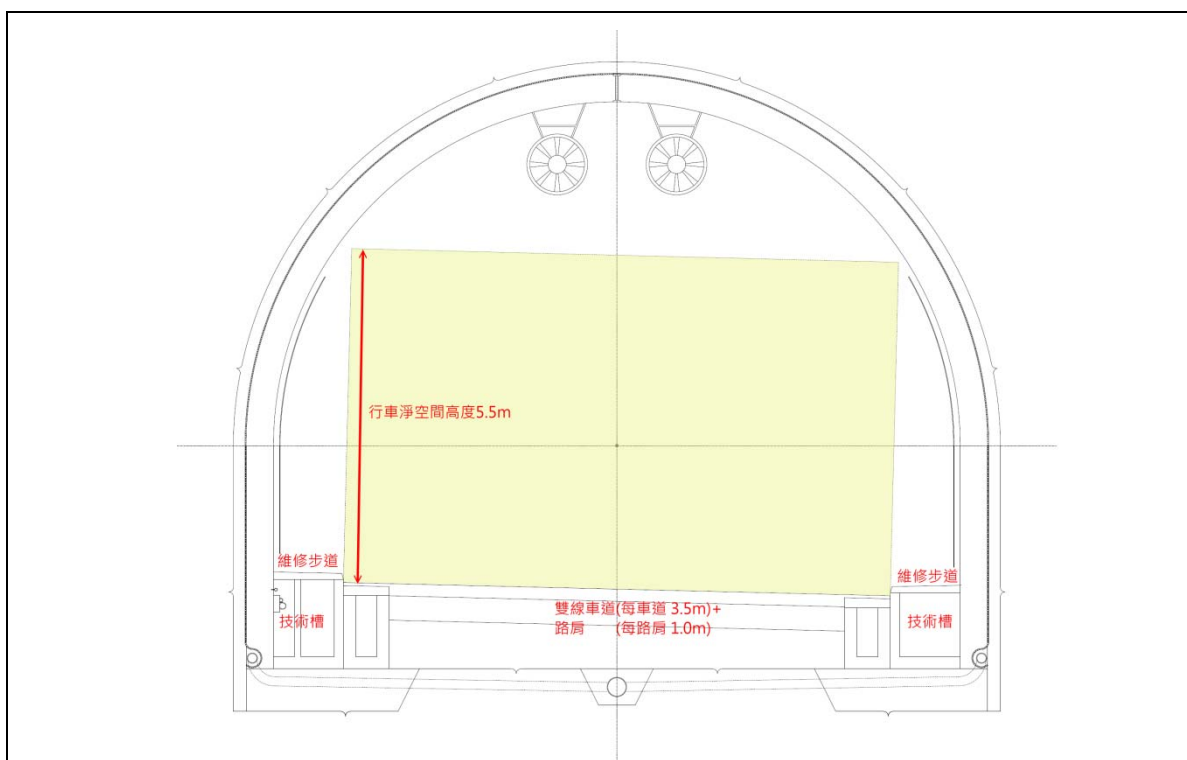


圖 5-2 路環-九澳隧道斷面圖

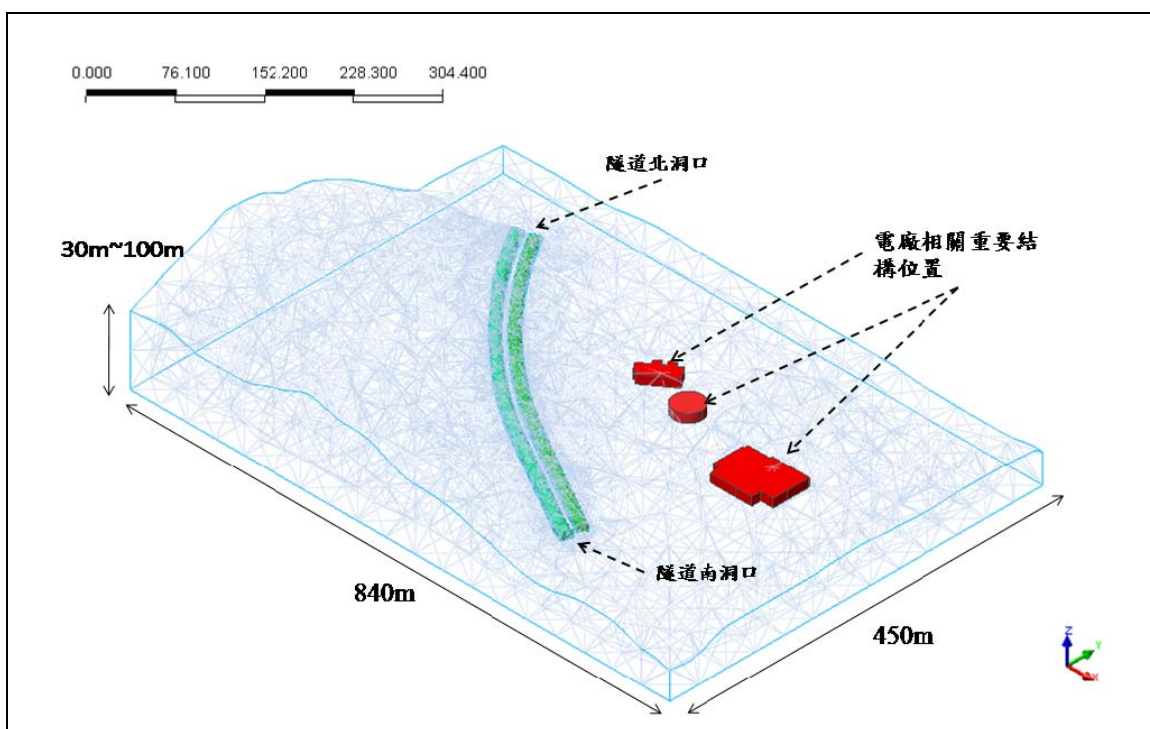


圖 5 -3 隧道開炸 3 維分析模型



圖 5 -4 路環-九澳隧道北洞口施工現場



圖 5 -5 路環-九澳隧道施工告示牌

(一)石排灣都市化及人行陸橋工程

石排灣，位於澳門路氹城以南，由路氹連貫公路接連北方的氹仔及澳門半島，是澳門路環島西北部地區，當地有石排灣郊野公園、石排灣馬路、聯生工業村等，另外，媽祖文化村入口及標誌性牌坊亦設於此處。澳門土地工務運輸局於 2009 年 9 月 11 日公布，石排灣將規劃為一個全新、人口為六萬人的生活小區，小區佔地面積約 30 萬平方米。並會興建公屋。

社區內道路、維生管線、雨、污水景觀等基礎建設及銜接公屋間之人行陸橋（圖 5-6）係由興澳工程顧問公司設計。工程內容包含如下：

1.人行陸橋工程：

人行陸橋共四座，橋寬及跨距不一，分別採橋寬 2.5 公尺及 3.5 公尺兩種規格，跨距最大為 30 公尺，採鋼構桁架結構，為抵抗海風腐蝕，除鍍鋅外加塗環氧樹脂底漆雲鐵中層漆及氟碳烤漆作為面漆，漆料乾膜厚度在 250 μ m 以上。各座陸橋均配置樓梯、電扶梯、電梯，避雷、CCTV 監控、垃圾房、機房等設備，監控實時錄影並可傳訊至機房及遠端管理單位。橋上設植栽槽及噴灌系統，噴灌系統採用再生水。

2.石排灣公屋斜坡加固工程

石排灣公屋鄰近山坡二萬三千多平方米斜坡加固工程。整個斜坡加固工程採用錨釘、防護網與混凝土混合纖維等多種技術保護山體，阻擋落石及降低風化，並以攀爬植物綠化。斜坡為石排灣公屋開鑿山壁遺留山坡，長約七百五十米、最高近五十米外露斜坡，坡度陡峭，坡頂在預留花槽位置種植攀爬植物及各種花卉，以維持山體自然觀景。

該斜坡加固工程為近年澳門同類工程中較大項目，面積二萬三千多平方米，工程分東、西兩期進行。基於安全和綠化需要，以及為防山坡日後長期受風化及雨水侵蝕致碎石跌落，在加固工程中，負責設計之興澳工程顧問有限公司，採用錨釘打入山體及岩石，再在斜坡掛上防護網等設施以減少落石，山腳保留綠地緩

衝區，防止墜落山石濺射擴散至附近。此外，局部坡面採用了 GeoFiber 工法(圖 5-7)，以聚丙烯纖維進行噴塗，以防止混凝土爆裂，另部分較緩坡面採用 RockGrass 工法，以多層可分解及不可分解纖維毯加草種進行水土保持抵抗沖刷及綠化毯，整個山體並修建完善排水設施，減少受雨水侵蝕影響。

3. 氹仔湖畔花園至龍環葡韻步行徑工程

經濟房屋群湖畔大廈及周邊住宅相繼落成，為氹仔帶來大量居住人口。而新社區內更設有乾貨市場、巴士轉乘站、公共停車場及衛生中心等社會設施，為了令氹仔舊城區與湖畔花園之間有更好的連繫，令上述的社會設施得到更好地被利用，發揮政府設立有關設施的目的，興建湖畔大廈至龍環葡韻的步行徑，打通阻礙兩地往來的節點，進一步帶動兩地區之間的人流互動外，亦為居民提供多一個舒適和休閒的步行環境。

步行徑起點設於湖畔大廈行人天橋，沿司徒澤雄神父馬路，連接至大潭山瞭望台及大潭山郊野公園，再利用澳門第一座斜行升降機接駁至嘉樂庇總督馬路，然後通過行人天橋橫越嘉樂庇總督馬，透過光復街通往龍環葡韻(住宅博物館)、氹仔舊城區一帶及望德聖母灣大馬路的步行系統。

工程主要分兩部份，北段步行徑由湖畔大廈行人天橋至大潭山瞭望台，建造全長約 400 米的沿山行人步道，南段步行徑部份主要建造斜行升降機及行人天橋(圖 5-8、9)。



圖 5-6 石排灣都市化社區道路之人行陸橋



圖 5-7 石排灣斜坡加固以 GeoFiber 工法完成岩壁加固與綠化



圖 5-8 斜行電梯及天橋(一)



圖 5-9 斜行電梯及天橋(二)

六、心得及建議

- (一)綜觀海峽兩岸四地交通建設發展，就工程規模而言，臺灣交通建設之工程規模實不能與中國大陸相比，但臺灣的工程要講求小而美，朝精緻、創新、高品質的方向發展，這樣才不會輸給對岸，「國道 1 號五股至楊梅段拓寬工程計畫」榮獲國際道路協會 IRF 2015 年所頒全球唯一的「全球道路成就獎 GRAA 設計類首獎，就是最好實例。
- (二)本局歷年來辦理之道路工程建設有諸多優良傑出的作品，較少投稿及發表於國際論壇或研討會場合，因而錯失將臺灣工程設計及施工技術水準宣揚於國際的機會，未來建議可將優良傑出的工程多報名參與國際研討會之發表，讓臺灣工程建設及工程技術得以宣揚於國際。
- (三)中國大陸目前正積極推動「一帶一路」戰略決策，促進中國產業向國外發展，消化過剩的產能，而我國工程建設水準甚高，內需市場更是非常有限，為因應工程產業自由化、國際化、全球化之發展趨勢，建議政府相關單位應推動及協助業者爭取海外商機、開拓海外市場。
- (四)本次參訪之港珠澳大橋香港接線跨海橋梁工程，該工程計畫團隊面對多項嚴峻考驗包括不穩定的海洋環境、複雜的航道海事要求、有限的陸上通道、機場高度規定、細密的海豚生態監測工作、較深的基岩層，以及使用混凝土攪拌船提供混凝土和出動駁船載運混凝土等，係香港首次採用混凝土攪拌船，大大減低海運及陸運次數，舒緩空氣及噪音污染，施工經驗值得國內日後相關工程借鏡參考。
- (五)港珠澳大橋是目前世界排名最長之橋隧組合公路，尤其主體工程部分，包括海中橋梁、人工島、海底隧道工程，工程規

模浩大，施工難度高，非常具有觀摩價值，值得國內工程人員前往參訪觀摩。

(六)國內臨海、跨海橋梁或結構，基礎及墩柱鋼筋基於防蝕考量，大多使用熱浸鍍鋅鋼筋或環氣樹脂塗佈鋼筋，而本次參訪之港珠澳大橋則係採用不銹鋼鋼筋，國內日後可檢討不同方式之防蝕效能(耐久性)、成本費用(經濟性)及施工性等優缺點比較，作為日後工程案例之採用參考。