

大橋10項 世界之最

- 1. 世界最大 的雙體跨海交通項目，集橋島於一體。
- 2. 世界最長 壽命的跨海大橋，預計使用壽命120年。
- 3. 世界最長 的跨海大橋，全長55公里。
- 4. 世界最長、埋藏最深、綜合技術難度最高的海底隧道，全長6.7公里。
- 5. 世界最長 的跨海鋼橋，用鋼量接近60座艾菲爾鐵塔。
- 6. 世界最大 的單節沉管，每節沉管的排水量約7.5萬噸。
- 7. 世界最快 的沉管安裝，半個月內連續安裝兩節、最發掘只有毫米級偏差。
- 8. 世界最多 程序的沉管製造，每節沉管製造達156道程序。
- 9. 世界最大 單臂全旋迴起重船「振華30」起吊重約6,000噸的橋後一節沉管。
- 10. 世界最早 整體吊裝高105米、重達3,000噸的巨徑鋼塔「海豚」橋塔。



港珠澳大橋

港珠澳大橋將於明天（23日）舉行開通儀式，後天營運。這條舉世矚目的大型基建工程由廣東省、香港與澳門三地政府於2009年12月開始共同興建，歷時9年建成。工程路線自香港國際機場附近的香港口岸人工島，一直向西止於珠海洪灣，總長約55公里，其中粵港澳三地共同建設的主體工程長約29.6公里，由港珠澳大橋管理局負責建設和運營管理。

港珠澳大橋創下了10項世界之最：它是世界上最長的跨海大橋、被稱為「新的世界七大奇跡」之一；它擁有世界上最長的沉管海底隧道，是世界上最具挑戰性的超級工程之一，也是中國建設史上里程最長、投資最多、施工難度最大的跨海橋樑；它擁有世界上最長的海底隧道全長約6.7公里，大橋預計使用壽命120年，比目前世界跨海大橋普遍使用壽命長了20年。

香港文匯報記者日前獲邀到大橋實地參觀，先後參觀位於珠海的收費亭、大橋的最高位、東人工島及大橋上香港與廣東分界線，只見一切已準備就緒，深信開通後必可令三地市民來往更便捷、關係更緊密，同時有助促進粵港澳大灣區的經濟發展。

橋管副局長：將質疑轉成動力

港珠澳大橋管理局副局長余烈接受香港文匯報訪問時形容，港珠澳大橋項目「從無到有」實在得來不易，「無論設計、技術、裝備、監控方面也存在挑戰，且是環環相扣，很難說過程中哪一個環節最困難。就算建成後，跨境保養等問題都要面對。」

在港珠澳大橋興建期間，整個項目於香港一方常被反對派質疑，例如項目超支、經濟效益被誇大甚至人工島出現「崩堤」等，余烈承認當時確會出現「無力感」，但正面來說也是一種動力，大橋管理局只能盡力做好分內工作，「我也會自己調節好情緒，能解釋的都一一向外界解釋。」

他坦言，內地一方所面對的壓力比香港少許多，「因為內地各界均十分支持整個大橋項目，過程中沒有遇到太大的阻力。」



港珠澳大橋管理局副局長余烈介紹東人工島。

感覺「完成了一項使命」

能夠擔任大橋管理局副局長，余烈必然大有來頭。原來在港珠澳大橋項目前，他負責過的大型基建項目就包括於2012年通車的哈大高速客運專線（來往黑龍江哈爾濱市與遼寧大連市的高速鐵路），同時今次亦非他首次參與涉及香港的工程項目，「我參與過的香港項目當中，比較大型的有昂船洲八號貨櫃碼頭。」

負責整個大橋項目的主要成員，是大橋管理局100人的編制，余烈指自己身處其中，整個過程中付出的精力，並非一句什麼成功感或成就感可以形容，他亦沒想過邀功，只覺得是完成了一項使命。

■香港文匯報記者 聶曉輝

逾500科研人員獲五大技術成果

港珠澳大橋建設是國家科技支撐計劃「港珠澳大橋跨海集群工程建設關鍵技術研究與示範」項目，由交通運輸部總體負責組織實施，參與單位包括內地21家企業事業單位、8所高等院校，直接參與的科研人員超過500名。該項目共設5個課題、19個子課題，以港珠澳大橋為依託，取得5項重大技術攻關成果：

1. 外海厚軟基大回淤下超長沉管隧道設計與施工關鍵技術
2. 外海厚軟基橋樑轉換人工島設計與施工關鍵技術
3. 海面上裝配化橋樑建設關鍵技術
4. 跨海集群工程混凝土結構120年使用壽命保障關鍵技術
5. 跨境橋島橋集群工程的建設管理，防災減災及節能環保關鍵技術

工程部長：參與全程很自豪

「大橋規模這麼大，極具挑戰性，十分難得，能夠從開始就參與整個項目的規劃與建築，我覺得十分自豪。」港珠澳大橋管理局工程管理部部長李江接受香港文匯報訪問時表示。

李江對自己能夠參與整個項目的建造過程感到非常開心，並形容港珠澳大橋工程極具挑戰性，是一項極富歷史意義的工程，而工程期間並沒有發生什麼大事故。



港珠澳大橋工程管理部部長李江。

困難之一「協調港珠澳」

他指出，大橋每一環節也十分重要，亦得來不易，包括前期研究、論證部分與決定興建方式等，「用地、用料全部都要籌劃好，確保大橋開通有良好的條件，而整個工程其中一個困難與特別之處，是要協調香港、珠海與澳門三方。」

肩負工程管理部部長的重任，李江說，他每天開工前都會去工地檢查，看看哪個單位遇到什麼問題，及物料供應上是否有存在什麼問題等，再作處理，必須確保大橋的安全、質量及周邊的生態環境盡可能不受影響。

在大橋開通後，管理局人員共分四班24小時監察，「必須有一個制度，我們會派員分駐東西兩岸，在大橋的監察範圍內值班，遇事報告，即時處理，並會保證交通暢順。」李江表示，大橋有逾400個監控點以即時處理突然出現的事故，過去反覆進行過多次演練，通車絕無問題。

■香港文匯報記者 聶曉輝

一節沉管重如一艘中型航母



2017年3月7日，港珠澳大橋海底隧道最後一節沉管（E30管節）安裝成功。

資料圖片

外海沉管技術獲500項專利

他表示，曾想過聘請荷蘭團隊當技術指導，但對方索價15億元人民幣，是中方預算的5倍，於是決定自行探索，最終掌握了具有自主知识产权的外海沉管安裝成套技術，創造了逾500項技術專利，令中國外海沉管建造技術達到世界領先水平。

港珠澳大橋管理局工程管理部部長李江指出，沉管管隧道是港珠澳大橋主體工程的最大挑戰，需要在隧道兩端建兩個約10萬平方米的人工島，隧道由33節沉管組成，每節重8萬噸，相當於一艘中型航母，每兩截沉管必須精準接頭，猶如「海底穿針」。

李江說：「這個島陸主體工程，工程量最大，技術難度最高，史無前例，有橋樑界『珠峰』之稱，亦是中國首次在外海建設沉管隧道。」

他指出，港珠澳大橋橫跨多條航道，在航道經過處需升高橋面，讓輪船通行，「這個青州航道要供萬噸輪船通行，橋底高42米，因為萬噸輪船的高度能達到40米，而靠近香港的6.7公里橋面

之所以要下沉海底，變成海底沉管隧道，就因為那裡是30萬噸巨輪通航的航道，船身高達70米至80米。」

李江表示，由於附近的大嶼山香港國際機場有限高，不可能將橋身建那麼高，且由於大橋設計需盡量和海流垂直以延長壽命，形成一些曲度，因此港珠澳大橋有平緩的高低起伏和彎道，既有助防止疲勞駕駛，又令整體外觀更加優美。

他提出，港珠澳大橋橫跨多條航道，在航道經過處需升高橋面，讓輪船通行，「這個青州航道要供萬噸輪船通行，橋底高42米，因為萬噸輪船的高度能達到40米，而靠近香港的6.7公里橋面

之所以要下沉海底，變成海底沉管隧道，就因為那裡是30萬噸巨輪通航的航道，船身高達70米至80米。」

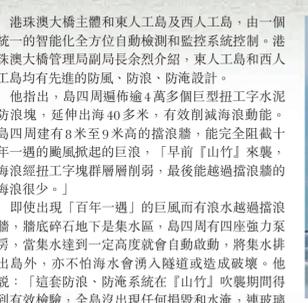
李江表示，由於附近的大嶼山香港國際機場有限高，不可能將橋身建那麼高，且由於大橋設計需盡量和海流垂直以延長壽命，形成一些曲度，因此港珠澳大橋有平緩的高低起伏和彎道，既有助防止疲勞駕駛，又令整體外觀更加優美。

他提出，港珠澳大橋橫跨多條航道，在航道經過處需升高橋面，讓輪船通行，「這個青州航道要供萬噸輪船通行，橋底高42米，因為萬噸輪船的高度能達到40米，而靠近香港的6.7公里橋面

之所以要下沉海底，變成海底沉管隧道，就因為那裡是30萬噸巨輪通航的航道，船身高達70米至80米。」

李江表示，由於附近的大嶼山香港國際機場有限高，不可能將橋身建那麼高，且由於大橋設計需盡量和海流垂直以延長壽命，形成一些曲度，因此港珠澳大橋有平緩的高低起伏和彎道，既有助防止疲勞駕駛，又令整體外觀更加優美。

人工島強力泵排水 百年巨浪難入隧道



人工島四座強力泵房，當集水達到一定高度就會自動啟動，將集水排出島外。



人工島四座強力泵房，當集水達到一定高度就會自動啟動，將集水排出島外。

港珠澳大橋主體和東人工島及西人工島，由一個統一的智能化全方位自動檢測和監控系統控制。港珠澳大橋管理局副局長余烈介紹，東人工島和西人工島均有先進的防風、防浪、防淹設計。

他指出，島四周佈佈逾4萬多個巨型扭工字水泥防浪塊，延伸出海40多米，有效削減海浪動能。島四周建有8米至9米高的擋浪牆，能完全阻截十年一遇的颱風掀起的巨浪，「早前『山竹』來襲，海浪經扭工字塊群層層削弱，最後能越過擋浪牆的海浪很少。」

即使出現「百年一遇」的巨風而有浪水越過擋浪牆，牆底碎石地下是集水區，島四周有四座強力泵房，當集水達到一定高度就會自動啟動，將集水排出島外，亦不怕海水會湧入隧道或造成破壞。他說：「這套防浪、防淹系統在『山竹』吹襲期間得到有效檢驗，全島沒出現任何損壞和水淹，連玻璃都沒有碎一塊。」

不規則扭工字塊能擋「山竹」

巨型扭工字防浪水泥塊在全島周邊有序擺放，但在東端則不規則擺放，曾有港媒懷疑是工程質量不达标、被海浪沖毀。余烈表示，這有意外不規則擺放，因為下面是沉管隧道頂部，不能超過沉重限制，需要減少扭工字塊，又更有效防浪，「經計算，這樣不規則擺放防浪效力最大，『山竹』吹襲期間也證明東端扭工字塊達到設計防浪標準。」

他指出，每年約有5個至6個颱

風，必須制訂清楚應對方案並作出針對性策劃，而去年「天鴿」的風力逾16級，但都沒有早前的「山竹」巨大，事實亦證明大橋能起風浪。

余烈表示，西人工島正是應急、巡查、維修中心，島內的自動化監控中心，管理13個子控制系統，包括港珠澳大橋主體的橋、島、陸通風、消防、照明、水電、交通監測、氣象、維護等，整體結構密佈傳感器，一有異常就會立刻發出警報，啟動處理措施。

東島建築物作旅遊中心開放

另外，在東人工島中間，有座樓高4層的宏偉建築。余烈介紹，該座建築預備作為旅遊中心對公眾

造價增42億護白海豚

大橋工程涉及海洋部分，生態問題自然備受關注，而建橋區域是珍稀物種中華白海豚棲息地，如何保護中華白海豚是建橋又一大挑戰。港珠澳大橋管理局工程管理部部長李江指出，在建造大橋時已做足相關保護措施，為此橋管委委託專家設計保護施工方案，運營維護註冊列明保護環境手冊，在環保預算投入近40億元人民幣（逾46億港元）。

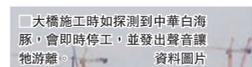
他指出，施工過程中落實的各項環保措施屢開內地交通基建領域的先河，大橋工程在橋樑、陸建、人工島、施工方法等多方面均有諸多調整，如減少橋墩、由海上作業變為陸地工廠化作業、在中華白海豚繁殖期有條件施工等，以此盡量減

少對環境造成的影響，但相應增加工程造價逾36.7億元（約42.2億港元）。

力求保護海洋生態

同時，橋管局在人工島成島、基槽開挖等進行施工工藝上的優化、選擇新型環保材料，制定防止污染的制度和管辦辦法，及在施工過程開展的各項試驗研究等，力求做好海洋生態環境和白海豚的保護。他說：「建橋七年期間，沒發現一例白海豚因工程污染傷亡事件，證明保護措施卓有成效。」

他指出，保護大橋海域環境的主要管理制度包括定期開展海洋環境和中華白海豚監測工作；掌握施工區海洋環境和中華白海豚變化情況，及時消除環保隱患；落實生態資源補償經費，緩解對生態環境的影響區域。」



大橋施工時如探測到中華白海豚，會即時停工，並發出聲音讓牠游離。

資料圖片

響；劃定專用的採砂區和疏浚物傾倒區域，降低對海洋環境的污染；及建立中華白海豚保護和跨境環環聯絡等環保溝通機制，加強環保信息溝通和交流等，「我們做足措施，讓污水與廢油回收到岸上，如果遇到什麼問題，例如探測到中華白海豚，會即時停工，並發出一些聲音讓牠游離區域。」

技術最複雜 採最高標準施工

港珠澳大橋全長55公里，是世界上最長的橋、島、陸結合跨海大橋，也是中國交通史上技術最複雜、建設要求及標準最高的工程之一，整個工程由中國人自行設計、建設，達世界一流水準。

港珠澳大橋管理局副局長余烈指出，每逢基建項目，必須在物料供應上做好把關工作，而整個工程項目的物料俱來自內地，主要是珠三角地區，一來近便，二來若出問題有源可查，亦可快查快出。港珠澳大橋依循內地、香港、澳門三地最高施工標準，質量不遜於香港青馬大橋，設計使用壽命為120年。

橋面瀝青來自美洲天然瀝青湖

港珠澳大橋管理局工程管理部部長李江指出，港珠澳大橋是中國首座跨海跨界的大型工程，過去從來沒有這樣的建橋經驗，建橋過程異常艱苦，水、沙、油、建材和生活設施都要靠工程船運往施工現場，要自行發電施工，「許多大型配件當時在內地不具備生產工藝。工程團隊克服重重困難，研發或引進新設備、新技術，進口多項優質建材，力求保證最優工程質量，連橋面鋪設的瀝青都是由美洲一個天然瀝青湖進口，以確保橋面穩定不開裂。」

收費站20條收費通道已通過測試，以人民幣計價

港珠澳大橋的雙向收費口設於珠海出入口的西人工島上。大橋管理局營運管理部主管王鵬指出，收費站20條收費通道已全部建成，通過測試，收費以人民幣計價，每次通行收費小車150元，貨車60元，巴士200元，採取多元化收費方式，包括現金、香港ETC電子收費系統、支付寶、微信支付及銀行卡等，只要在內地使用的銀行卡均可。

他指出，由於主體工程中55%屬銀行貸款，收費主要用於償還貸款，收費期預計30年，大橋財務、營運、維護由三地政府組成的非牟利機構港珠澳大橋管理局負責，若出現盈利會下調收費。

進入夾橋主體內地段



進入夾橋主體內地段。

港珠澳大橋香港口岸鳥瞰圖



新技術新設備面面睇

鋼筒圍護結構快速成島

每個人工島基坑圍護結構採用120組直徑為22米、高40.5至50.5米的大直徑鋼筒圍，插入不透水層，圓筒間採用兩道30形鋼板副格連接，快速形成人工島圍護結構，快速成島。

沉管隧道管節工廠化製造

沉管隧道管節採用節段式柔性管段，標準管節長180米，混凝土用量約2.7萬立方米，重達8萬噸。沉管管節工廠化製造在內地屬於首次，相傳傳統作業模式建設具有施工工期短、可連續預製、質量可控的優點。

橋樑工程大規模採用鋼結構

橋樑工程長達22.9公里，規模宏大。綜合考慮施工標準化，大型化施工吊裝要求，水上水下施工條件限制和對通航的影響及景觀，維護和工期等因素，深水區非通航孔橋採用110米跨徑整體墩鋼箱樑連續橋樑方案、淺水區非通航孔橋採用85米跨徑鋼混組合樑方案、橋樑工程上部結構採用鋼量達逾40萬噸，大規模鋼結構的採用實現了「大型化、工廠化、標準化、裝配化」的新理念。

大規模採用埋置式預製承台基礎

為滿足珠江口水利防洪、阻水率要求，非通航孔橋全部採用埋床法預製基礎，共有約190個橋樑承台需埋入深達8米至15米的海床面以下。

超長鋼橋面鋪裝

橋面鋪裝規模達70萬平方米，其中50萬平方米為鋼橋面，是目前世界最大規模的鋼橋面鋪裝工程，橋面鋪裝層確定了MMA+澆注式SMA的結構，首次引進車載式拋丸機，研製了防水層機械化自動噴塗設備。

大橋主體部分長達23公里，要用上逾40萬噸鋼板



大橋主體部分長達23公里，要用上逾40萬噸鋼板。

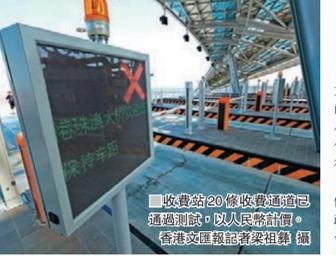
62部檢修車確保全方位可修

港珠澳大橋有9座斜拉橋塔，最高的青州通航孔橋塔兩座橋塔高163米。港珠澳大橋管理局工程管理部部長李江指出，為確保使用壽命120年的超高標準，全橋9座橋塔均修建塔內電梯，橋下設置兩條棧外棧內檢修車軌道，28部棧外檢修車與34部棧內檢修車隨時候命，確保全橋所有部位可達、可檢、可修。全橋設計標準為七級防震、一級防火。

李江表示，大橋主體部分長達23公里，要用上逾40萬噸鋼板，過去沒有太多經驗，要一一安裝好，工程十分巨大，「首先裝好基礎，再打樁，每一環都要確保穩定，即使遇到颱風或強颱風也沒有問題，而『山竹』吹襲時，大橋已經建好，並無任何損失，質量經得起考驗。」

他指出，港珠澳大橋橫跨多條航道，在航道經過處需升高橋面，讓輪船通行，「這個青州航道要供萬噸輪船通行，橋底高42米，因為萬噸輪船的高度能達到40米，而靠近香港的6.7公里橋面

之所以要下沉海底，變成海底沉管隧道，就因為那裡是30萬噸巨輪通航的航道，船身高達70米至80米。」



收費站20條收費通道已通過測試，以人民幣計價。

香港文匯報記者梁錦輝攝

收費站20條收費通道已通過測試，以人民幣計價。

香港文匯報記者梁錦輝攝

收費站20條收費通道已通過測試，以人民幣計價。

香港文匯報記者梁錦輝攝

九十年締造世界最長大橋奇跡

