



### 哈薩克金字塔建築 工程大考驗

地處中亞邊陲的哈薩克古國，似乎除充滿古絲路傳奇色彩之餘，一般人所知有限。但去年甫完成的大型金字塔建築，費時不到兩年，卻不禁令人刮目相看。

位於哈薩克首府 Astana，高 62 公尺的金字塔建築之所以令人矚目，有幾項原因：首先是其仿埃及基薩地區金字塔的造型，對建築及結構設計師深具挑戰；第二，其業主為哈國總統 Nazarbayev；第三，建築物啟用日期已訂，不容變更，而所有構件均在歐洲及土耳其鑄造，運輸路途遙遠；第四，哈國沙漠性氣候夏季炎熱冬天酷寒，施工相當困難；但這些因素仍不足觀，在設計簡報後，總統又指示底部增建一座歌劇院，令工程團隊手足無措。

哈薩克種族宗教複雜，除哈薩克人外，有俄國、德國及烏克蘭人；宗教則有回教，東正教及新教等。脫離俄國獨立後，現任總統為消弭歧見，於 2003 年 9 月首度召開「世界宗教領袖會議」，旨在化解紛爭，促進融合。獲得成功後，決定每三年召開一次，遂有興建此金字塔建築作為永久會所之議，並名之為和平宮。

和平宮是英國 Foster & Partner 及 Buro Happold 公司設計，由土耳其 Arce 及 Sembol 公司分別監造及施工。高 15 公尺可容 1500 座位的歌劇院位於地下，為 RC 結構；金字塔由三角形鋼管桁架所組成，每 12 公尺 1 組共 5 組，底部鋼管直徑 70 公分，上部承重較小，直徑減為 45.7 公分。其外觀底部 3/5 為嵌石外牆，頂部 2/5 為發色玻璃，取其自然採光，會議室即設於此。會議桌為中空的圓環形，藉透光地板

投射光線至底部挑高中庭大廳，其上設空中花園。金字塔內部四周空間設有會議所需設施，及相關國家種族、地理等研究機構，此外當地大學一部份亦設於其內。

因當地冬季氣溫 $-40^{\circ}\text{C}$ ，混凝土工程僅能在夏季施工，而建材必須自土耳其千里迢迢運送，因此工期是成敗一大關鍵。2004年12月召開首次設計會議，2005年1月才繪出第一張圖，次年8月就要完工，簡直是不可能的任務。為此，工程團隊只能邊施工邊設計，不能有絲毫差錯；鋼構則在土耳其先假組立後，才運抵現場組裝，以求萬無一失。

在所有團隊成員努力21個月之後，此耗資6千9百萬美元的建築終於在去年9月1日風光啟用。

(摘自 The Structural Engineer, January 2007)

### 巴西聖保羅隧道災害 新奧工法備受質疑

元月15日，施工中的巴西聖保羅地鐵黃線隧道無預警坍塌，形成深32公尺的大坑洞。由於事出突然，雖然工人及時逃生，地面路人及車輛已陷入地下，共7人不幸罹難。地鐵隧道是以新奧工法(NATM)施工，亦即分區段開放式開挖，隨即以輕量型支撐及鋼絲網噴凝土保護，並量度其變形來決定永久支撐之方式。好處是造價低廉，施工具有彈性；但這已經是聖保羅地鐵施工25年來第四起大崩坍災害，前三次分別在1981年12月及1991、1993年的11月，因此新奧工法的適用性備受隧道專家質疑。

災害地點位於聖保羅大學附近的 Pinheiros

車站，其站體構造為先施工直徑40公尺，深40公尺的豎井，然後自豎井底部往東西向各施工長45公尺，直徑約18.5公尺的隧道，作為兩個月台的車站空間。豎井自2005年底施工，至去年8月間挖至地下27.2公尺頂拱高程，便開始施築東西向站體隧道。分段開挖的順序為先施工6.56公尺的頂拱，然後進行左右側壁的台階開挖，每階段4公尺共兩階。事發前頂拱施工已完成，就在第一階段4公尺的台階開挖行將挖畢之際，東隧道與豎井的界面處發現位移，並迅即擴大，隨後隧道支撐及豎井完成之井壁相繼崩毀。

該處地質為片麻岩，質地破碎，其上為厚14公尺的砂及黏土，地下水位接近地表。頂拱完成時垂直變位僅3mm，到元月12日監測資料仍無任何異狀，僅第二天其變位即增加到15~20mm，雖仍在設計容許範圍之內，工地決定以岩栓來補強，但尚來不及打設災害就已發生。

曾參與調查1994年倫敦希斯洛機場NATM隧道災害的英國隧道專家John Anderson表示，過去兩年在澳洲、瑞士、西班牙等地已發生多起NATM隧道災害，應已充分記取教訓。均質穩定如倫敦黏土(按：一種硬黏土)仍不免發生災變，聖保羅的不穩定地質，隧道斷面又如此之大，應用NATM工法應更加謹慎。

### Bauma 2007 規模刷新紀錄

第58屆世界營造機械及設備展(Bauma)，於4月23日至29日假德國慕尼黑貿易展覽中心一連展出7天，共計有來自50個國家的3000家

廠商參展，盛況空前。主辦單位表示這是自 1954 年首度開辦以來，規模最為龐大的一次。

Bauma 在 1954 年舉行時，只有 58 家廠商在佔地 12,000m<sup>2</sup> 的露天場地展出，參觀人數 8000 人。但到 1963 年第十屆時，廠商已增加到 463 家，場地也擴大近 10 倍。除了 1973~77 年因經濟衰退暫停舉辦，在此之前每年均展出，1977 年起則改為每三年一次，參展及參觀者也因此更加熱絡。

Bauma 是全世界唯一能將各國營建機械設備匯集於單一場地展示，其中不乏為剛研發創新，首次亮相的機具，因此對營建業者頗具吸引力，據統計參與人數逐屆不斷攀升。上屆(2004)共有 48 國 2801 家參展者，近 50 萬名來自 171 個國家的參訪人，展場面積超過 50 萬 m<sup>2</sup>。此屆不僅人數創新高，為此主辦單位特別加蓋兩座展覽館，並將原通過展區的一條道路封閉來因應，擴大展場面積至 54 萬 m<sup>2</sup>，較上屆增加約 10%。

今年新的參與者主要來自中東地區，如阿聯、沙烏地、科威特等國，顯示出該地區營建業的榮景。另外則是經濟起飛的中國及印度，其中國的展場面積是上屆的五倍，印度也超過四倍。至於主要的機具生產國日本，展場需求也擴大了五倍。

這場國際機械大秀雖然有 3/4 的參觀者來自德國，但依據 2004 年的數據推估，今年來自國外的參觀人數將突破 12 萬人。

(摘自 International Construction Jan-Feb, T&T Mar 2007)

## 歐洲營建產業 去年達到巔峰

雖然歐洲目前的房屋市場顯現出疲弱不振，但土木工程的前景則十分樂觀，足可彌補此一劣勢，整體營建產業可望在未來三年中，每年有平均 +1.7% 的穩定成長。

去年 11 月在德國慕尼黑召開的一項會議中，歐盟營造組織(Euro-construct)在會中提出報告，歐洲營建業 2006 年年產值成長幅度為 +3.2%，達到 1 兆 3490 億歐元(2 兆 490 億美元)。歐盟營造組織係以預測經濟發展為宗旨而成立的單位，此次報告即針對歐洲主要的 19 個國家所作之調查分析。該組織在會中表示，營建市場在連續成長 13 年之後，2006 年已到達巔峰，未來的成長有逐漸減緩的趨勢。預估營建業整體產值今年的成長率為 +2.2%，金額 1 兆 3780 億歐元(2 兆 950 億美元)，但 2008、2009 年的成長將分別降為 +1.5% 及 +1.4%，到 2009 年的總產值為 1 兆 4180 億歐元(2 兆 1550 億美元)。

最近幾年歐洲的房屋市場普遍表現不佳，報告中顯示自 2006~2009 年預測該部份雖仍有成長，但僅有 +1.5%，低於整體營建業的平均值；而土木工程部份，因公共建設活絡，前景看好，有 +3.0% 的成長率。

(摘自 International Construction Jan-Feb 2007)

## 英國莫特公司 被控涉嫌行賄

外國營建廠商為爭取工程機會而賄賂地主國官員的事件時有所聞，但國際知名的英國莫特麥唐納公司(Mott MacDonald)被控行賄，則

不免引人注目。莫特公司是在進行一項由世界銀行貸款的賴索托高地水資源計畫 (Highlands Water Project) 時，被指控行賄當地兩名政府高級官員。

由南非法院為賴索托王國所舉行的調查庭已在去年 11 月間完成，宣稱莫特公司為該工程之初步財務稽查行賄兩名政府官員，金額高達 74,909 英鎊(98,105 美元)。

英國的處理重大詐欺事件辦公室已收到上項指控，正審慎研究其處理方式；而在賴索托的檢察官辦公室也已收到正式報告，並進入司法程序，但是開庭日期一延再延。

莫特公司對涉入此件醜聞則保持緘默。該公司的女發言人低調的表示，不能對發生在 15 年前的工程事件作任何評論，並對該公司人員的清白深信不疑。她同時強調該公司具有強烈的專業及社會責任，而反貪政策也向來是很認真的在執行。

(摘自 International Construction Jan-Feb 2007)

### 礁湖計畫火焰塔 杜拜海岸再創奇景

杜拜市近年大興土木並致力發展觀光與金融產業，在廣大沙漠與大海之中陸續設立摩天高樓及大型開發案件，帆船飯店(Burj Al-Arab) 至今仍是世界矚目的第一海邊勝景，然而在未來三年內，形狀、高度比帆船飯店有過之而無不及的另一大型建設計畫 - 杜拜高塔 (Dubai Towers) 已在今年 1 月開工施作。

杜拜高塔乃為四座高塔建築的統稱，隸屬 Lagoon 礁湖開發案之一部分，預定 2010 年完工啟用。四座高塔分別座落在一開放廣場周

邊，樓層高度由 54 到 97 層樓不等，主體結構呈火焰形狀，遠看為四座向上不規則且扭曲盤升的鋼構建築，建物結構水平剖面則呈現八邊形，每樓層形狀隨著彎曲且波浪起伏的塔身而有所不同，依負責的美商建設公司 TVS International 副總裁 Behr Champana 說明，其設計意象為期許該地區將如火焰般發光發熱。

礁湖計畫為佔地面積七千萬平方英尺、預算達 180 億美金之大型開發案件，主要是在七座人造島嶼上興建住宅、百貨商場、辦公大樓和藝文中心，由當地房地產公司 Sama Dubai 以及投資公司 Dubai Holding 聯合投資開發。該開發計畫分為七個區域，包括杜拜歌劇院 (中東地區第一座歌劇院)、Al Hassabi (海灘溼地休憩區)、Al Naama (博物館與藝文區)、Al Lulu (私人豪宅區)、Al Jiwin (綠地休閒區)、Al Sedaifa (賣場購物中心)、Al Dana (商辦大樓區) 等，各有其特殊主題與完善設施。開發計畫也涵蓋週遭交通系統，設有輕軌高架捷運將礁湖計畫區與其他地區相連，並規劃興建道路連接杜拜國際機場。此外，因該開發案為於杜拜河灣 Dubai Creek 並鄰近野生紅鶴棲息地，所有設計與興建流程均符合國際環境相關規定與標準，避免周遭生態之人為破壞。

杜拜礁湖計畫於未來數年間，可望在工程技術上、建築美學上、以及造鎮規模與所創造的房地產價值、經濟發展前景再次讓全球世人驚嘆。

(摘自 Engineering News Record January 22nd, 2007)

### 四大博物館建築群 阿布達比邁向藝文重鎮

阿拉伯聯合大公國第二大城 - 杜拜近年來以嶄新的商業大城與休閒觀光勝地之姿在國際間發光發熱，讓首都的阿布達比相形失色，但阿聯總統於今年上半年公佈十平方英哩快樂島 (Saadiyat Island) 建設計畫後，可望重振阿布達比在國際間之曝光率。快樂島計畫中最主要的建築是由四位國際頂尖建築師哈蒂 (Zaha Hadid, 伊拉克籍)、安藤忠雄 (Tadao Ando, 日籍)、努維爾 (Jean Nouvel, 法籍)、傑瑞 (Frank Gehry, 美籍) 分別設計四座文化藝術殿堂，現階段規劃在 2011 至 2018 年間陸續完工。未來這四座建築案件之整體規劃與設計理念，不僅將改變阿布達比市的地理景觀，同時也對全球文藝界、建築界有著深遠影響。下文將對四個計畫案逐一作簡介。

一、沙漠羅浮宮分館 (Classical Museum)：阿布達比王室已買下羅浮宮五億歐元股權以及四億歐元授權費，未來可擁有二十年的文物展覽權限，將羅浮宮珍貴文物帶至阿布達比展示。展出場地則是由法國建築師努維爾設計，總體設計為一微型都市，由海邊一群大小不同形狀的建物結構所組成，而微型都市的頂端將為一個巨大鏤空穹頂，像是漂浮地讓光線灑落；展場建築分隔獨立，但整體又被海洋圍繞、並被一圓頂覆蓋，更似建築師心目中世界文化的多樣與調和。

二、古根漢美術館 (Guggenheim Museum in Abu Dhabi)：為原西班牙古根漢美術館建築師傑瑞之續作，完成後將為全球最大的古根漢美術館，擁有近 130,000 平方英尺的展示空間。空間規劃包括永久性典藏、特殊展示長

廊、藝術及科技中心、兒童藝術教育設施、檔案庫、圖書館及研究中心和一座保存實驗室。建築物外型及內部設計仍保有傑瑞一貫的特色，由一堆零亂的巨大圓柱、角椎、方塊空間所組成，四層樓高的展廳圍繞著中心廣場排列展開，兩個環型廊道展廳由廣場拓展延伸，大量採用天窗將晝光引入室內，人工照明和設備系統皆外顯暴露在主體結構外，呈現簡單、樸素質感，並合諧融入週遭的沙漠、海洋、陽光之中，讓此建築物本身即為一個出色的藝術品。

三、表演藝術中心 (Performing Art Center)：該藝術中心有 62 米高，為五大廳室的複合表演中心，包括兩個音樂廳、一個歌劇院，兩個戲院，總座位達六千三百個，並附設有一藝術學院。建築師哈蒂採用有機系統及自然生態為設計概念，以樹狀結構演算及生長模擬進程將空間演進成數組基本的幾何型態，全館沒有任何一個直角，側觀如一支槳形，而平面的形狀如一枚葉。大片的玻璃，由葉脈狀的窗格支持，透進大量光線，讓純白的建築物更顯得潔淨光明。

四、海事博物館 (Maritime Museum)：安藤忠雄從阿拉伯帆船與阿布達比的天光雲影得到靈感，以極簡風格，設計這座海事博物館主體。該館的結構，像一張吃飽風的帆布張在海面上，材質為白水泥，看起來脆弱卻具有寧靜的張力。內部的展示空間設計像甲板，而地面下有接待大廳以及一座海洋生態館。

24