

行政院所屬各機關因公赴大陸地區人員報告  
(出國類別：考察)

考察屋頂及立體綠化技術  
與智慧綠建築案例報告

出國人

服務機關：內政部建築研究所

職 稱：所長

姓 名：何明錦

職 稱：研究員

姓 名：呂文弘

派赴國家：大陸地區（北京、天津、深圳、廣州）

出國期間：100年12月21日至27日

報告日期：101年1月25日



## 摘 要

本所100年度由本所何明錦所長率呂文弘研究員於100年12月21日至12月27日期間，赴大陸地區考察北京建築物屋頂綠化及立體綠化技術、中新天津生態城、天津海河兩岸綜合開發改造計畫，並赴深圳與廣州考察生態社區綠建築與智慧建築案例。

本次考察計拜會北京世界屋頂綠化協會、泰寧科創雨水利用技術股份有限公司、中新天津生態城管理委員會、天津市海河建設發展投資有限公司、深圳市建築設計研究總院有限公司及廣州新電視塔建設有限公司等，考察屋頂綠化、生態社區與智慧綠建築案例，並蒐集北京、天津或大陸地區屋頂綠化與智慧綠建築設計技術相關資料，以作為台灣賡續推動屋頂及立體綠化與智慧綠建築之借鏡與參考。



# 考察屋頂及立體綠化技術與智慧綠建築案例報告

## 目次

壹、考察目的.....	1
貳、考察過程.....	2
參、考察心得.....	35
肆、建議.....	37
附錄.....	38
參考文獻.....	39



## 壹、考察目的

本案考察係為蒐集瞭解大陸地區屋頂及立體綠化、生態社區與智慧綠建築技術現況、推動實績與未來趨勢，提升對於兩岸屋頂綠化與智慧綠建築、生態社區技術相關規範之瞭解，並比較分析技術應用的範疇與成效，呈現台灣智慧綠建築政策推動成果，同時進行兩岸間之交流，作為本所未來提升智慧綠建築及生態社區研究能量及推廣之參考，俾能拓展我國綠建築、智慧建築與生態社區視野，以提升我國在智慧綠建築與屋頂綠化技術領域之影響力。

考察行程包括規劃拜會北京世界屋頂綠化協會、泰寧科創雨水利用技術股份有限公司、天津中新生態城市管理委員會、天津市海河建設發展投資有限公司、深圳市建築設計研究總院股份有限公司（前身為建築設計研究總院）及廣州新電視塔建設有限公司等，以及參觀屋頂綠化、生態社區與智慧綠建築案例，瞭解大陸地區在技術發展現況與應用實績、管理維護之作爲；並蒐集北京、天津或大陸地區屋頂綠化與智慧綠建築設計技術相關資料，以作為台灣賡續推動屋頂及立體綠化與智慧綠建築之借鏡與參考。

本次考察目的包含：

1. 廣泛蒐集中國大陸有關屋頂及立體綠化、生態社區與智慧綠建築技術規範與法令規章資訊，進一步瞭解現行技術資料及未來發展方向，作為本所發展相關屋頂及立體綠化與智慧綠建築政策規劃之參考。
2. 宣導我國智慧綠建築與建築綠化相關成果，進行兩岸交流，進而提升在綠建築與綠化技術領域之影響力。
3. 藉由實質技術參訪交流，加強經驗溝通與交換，作為本所有效推動國內智慧綠建築政策之參考。

## 貳、考察過程

### 一、拜會世界屋頂綠化協會及參訪屋頂綠化綠化案例

#### (一) 拜會世界屋頂綠化協會

由世界屋頂綠化協會王仙民教授（中國綠色建築委員會立體綠化學組副組長兼秘書長）及韋一副秘書長接待，並由王教授詳細介紹「中國屋頂綠化的現狀與未來」<sup>[1]</sup>；依據王教授調查研究顯示，自2000年起至2010年止，大陸地區全國屋頂綠化面積達1,200萬平方公尺，包括北京120萬平方公尺、上海130萬平方公尺、深圳141.6萬平方公尺、成都310萬平方公尺、重慶100萬平方公尺，以及廣州、廈門、福州、杭州、南京、武漢、長沙、青島及大連等地合計400萬平方公尺，重點項目包括屋頂綠化、外牆綠化、邊坡綠化、景觀綠化及空中農場等，推動規模相當可觀。同時分享成都推動經驗，首先該市透過建築或相關法令，強新建建築物必須實施屋頂綠化，包括屋頂、陽台、露台及外牆立面等立體綠化之政策規範，同時配套規劃獎勵代替補助的激勵政策，給予實施屋頂綠化的單位及個人獎勵，並辦理屋頂綠化競賽評比活動；其次，擴大宣導誘導民眾進行屋頂綠化或購買有屋頂綠化的建築物；輔導養成專業綠化廠商與技術人力提供技術服務，確保屋頂綠化的品質；訂定合理的屋頂綠化工程單價，確保廠商合理利潤，促進屋頂綠化專業市場的良性競爭與發展。成都市即以如此全面性的推動措施，超越大陸其他城市，成為屋頂綠化推動最先進的城市。<sup>[2][3]</sup>

屋頂綠化的技術重點包括：(1) 依據荷載選定適合的屋頂綠化類型、(2) 阻根穿刺層的關鍵技術、(3) 蓄排水層的關鍵技術、(4) 過濾層的關鍵技術、(5) 種植土的種類及關鍵技術、(6) 植被的選優、種植、固定與防風、(7) 屋頂花園的澆灌技術(自動調濕系統)、(8) 雨水收集系統。相關技術資料可納供台灣推動屋頂綠化及立體綠化政策或措施規劃之參考。<sup>[1][2]</sup>



圖 1 與王仙民教授等進行屋頂綠化技術與發展經驗交流



圖 2 考察人員與協會成員合影



圖 3 及圖 4 與世界屋頂綠化協會王仙民教授互贈紀念品

## (二) 北京紅橋市場屋頂綠化

北京紅橋市場西側臨接天壇公園，是一幢既有建築改造利用的案例，為進行屋頂綠化工程並重新檢討屋頂層樓版結構載重，加以補強改善；改造後屋頂綠化植栽種類多樣，且管理維護得宜，考察均以防寒措施保護抗寒。



圖 5 北京紅橋市場外觀



圖 6 王立龍總經理介紹屋頂綠化情形



圖 7 王立龍總經理介紹屋頂綠化情形



圖 8 王教授導覽屋頂綠化及天壇景觀



圖 9 紅橋市場屋頂綠化冬季防寒措施



圖 10 紅橋市場屋頂綠化（後露台）



圖 11 紅橋市場屋頂人造景觀與綠化  
（前露台）



圖 12 紅橋市場屋頂綠化（後露台）

### （三）四惠家園（建在地鐵站上的住宅社區）屋頂綠化

四惠家園是北京市極大規模地鐵站房土地多目標使用開發的住宅社區，充分利用地鐵機廠上方空間規劃住宅社區及相關商業與公共服務設施，並整合利用停車場設施，提高公共設施服務水準。全區建築面積以外的空地範圍，除必要的汽機車交通道路及人行步道外，大都進行屋頂綠化，並納入立體綠化技術，植栽養護得宜，猶如置身在一般住宅社區的開放空間綠化景觀中，同時也提供在地居民良好的休閒遊憩場所。



圖 13 四惠家園住宅社區



圖 14 四惠家園屋頂綠化



圖 15 四惠家園住宅社區屋頂綠化



圖 16 四惠家園住宅社區屋頂立體綠化



圖 17 四惠家園人行道綠化植栽



圖 18 四惠家園公共服務設施與立體綠化



圖 19 屋頂綠化草本植栽冬季養護不易



圖 20 屋頂人工地盤作為民眾休閒活動場所



圖 21 四惠家園屋頂綠化導覽



圖 22 王教授解說屋頂綠化植栽與養護

## 二、考察北京雨水排水利用工程

北京汽車中高端汽車生產基地建築屋頂雨水排水系統，由泰寧科創雨水利用技術公司設計與施工，本次由該公司協助導覽施工現況，另協助介紹北京市昌平區水務局透水鋪面及雨水排水設計利用情形，並引導赴該公司產品展示中心參觀，詳細說明虹吸式屋頂排水與配管系統、雨水利用設施、透水鋪面、屋內同層排水系統及實驗系統等。

### （一）北京汽車中高端汽車生產基地屋頂雨水排水系統

傳統屋頂雨水落水頭採重力式自由排流，相較於同規格的虹吸式落水頭，一般雨水落水頭設計流量較小，同時排水橫管管徑需擴大且設計一定的洩水坡度，大型建築屋面如採一般雨水排水系統，則屋頂落水頭及排水立管數量均相當可觀，應用上形成極大的限制。虹吸式落水頭係採用壓力流原理，排水能力大幅提高，且因系統呈滿流壓力流排水狀態，流速提高，需要的排水橫管管徑減小，節省管材，且連接排水橫管的雨水落水頭數量不受限制，排水橫管毋須設計洩水坡度，提高室內天花板高度及有效空間，另因且管內流速大，系統具有自淨能力，不易堵塞，適用於會展館、體育場館、大型廠房等大型公共或工業建築。<sup>[4][5]</sup>北京汽車中高端汽車生產基地佔地廣達106萬平方公尺，單一建築體屋頂面積達亦達5萬平方公尺，故建築屋頂雨水排水採用虹吸式排水系統，除能及時排流屋頂雨水外，並可有效縮減屋頂雨水落水頭數量及雨水排水管管徑，掌握工廠建築的主要生產線建築空間功能。

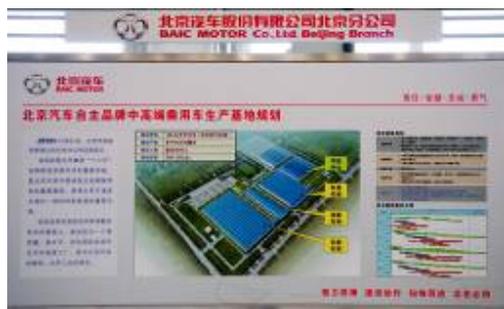


圖 23 北京汽車中高端汽車生產基地規劃簡介 (攝於北京汽車生產基地現場)



圖 24 及圖 25 北京汽車生產基地屋頂虹吸式排水系統導覽



圖 26 及圖 27 虹吸式屋頂排水系統與配管



圖 28 及圖 29 泰寧公司陸經理導覽北京汽車生產基地與合影

## (二) 北京市昌平區水務局暨泰寧科創雨水利用技術公司產品展示中心

北京市昌平區水務局建築外部空間全面設計透水鋪面，雨水排水並導入園區入口處的雨水貯留槽，作為沖洗及灌溉使用；另並收集生活雜排水納入中水回收系統，有效利用再生水資源。



圖 30 及圖 31 參觀昌平區水務局戶外地面透水鋪面與雨水收集設施及技術交流



圖 32 北京市昌平區水務局雨水貯留槽 圖 33 考察人員合影於北京市昌平區水務局

另由泰寧科創雨水利用技術公司陸經理導覽產品展示中心，參觀雨水利用設施、屋內同層排水系統、虹吸式屋頂落水頭產品與實驗裝置、高強度地面透水設施構件及雨水下水道滲透管溝構件等，並與技術人員進行技術交流與工程經驗分享。



圖 34 參觀雨水利用設施應用模型



圖 35 屋內同層排水系統介紹

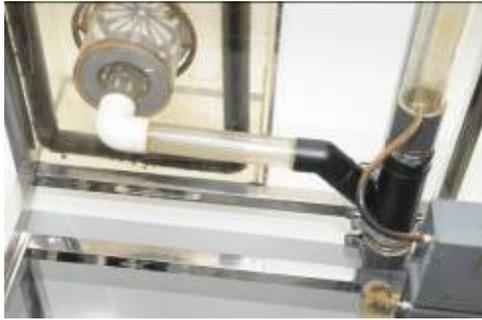


圖 36 及圖 37 虹吸式屋頂落水頭實驗裝置

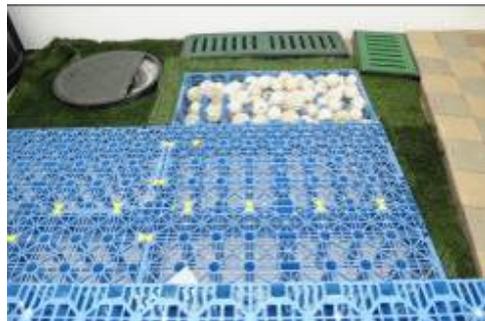


圖 38 及圖 39 參觀高強度地面透水設施構件



圖 40 雨水下水道滲透管溝構件



圖 41 考察人員合影於泰寧公司產品展示中心

### 三、考察中新天津生態城設施建置現況

中新天津生態城位於中國國家發展的重要的戰略區域的天津濱海新區範圍內，毗鄰天津經濟技術開發區、天津港、海濱休閒旅遊區，地處塘沽區、漢沽區之間，距天津中心城區45公里，距北京150公里，總面積約31.23平方公里，規劃居住人口35萬，為中國與新加坡兩國政府繼蘇州工業園合作後的重大政策開發項目。<sup>[6]</sup>生態城市的建設，顯示了中新兩國政府應對全球氣候變化、加強環境保護、節約資源和能源的決心，為資源節約型、環境友好型社會的建設提供積極的探討和典型示範。綜合開發專案包括100多公頃的住宅及商業用地，將為新居民提供多元化的住宅選擇，並將成為生態城的休閒中心，整體開發預計於2015年竣工可容納1.2萬戶居民，總投資將超過100億元人民幣。

依據天下經濟論壇報導，中新天津生態城將帶領天津由一片荒涼、廢棄的鹽鹼地，變身為一座生態、環保、節能的宜居城市，因應不斷暴增的城市人口，新加坡與中國攜手展開一場都市生活的綠色革命。<sup>[7]</sup>（“天津生態城”，天下經濟論壇，）台灣遠雄集團也在2009年正式參與這項造鎮開發計畫，將規劃優質住宅社區，並發展生態城的休閒遊憩中心，提供娛樂、零售、餐飲、健康等服務設施，希望發展成為一個可持續發展的，集生活、工作、休閒於一體的活力社區。

#### （一）參訪中新天津生態城管委會

由中新天津生態城管委會導覽生態城規劃歷程與開發現況，並介紹建設指標體系以及分期開發重點，同時針對生態城與綠建築的設計與評估技術進行交流與經驗分享。



圖 42 中新天津生態城位置圖<sup>[8]</sup>



圖 43 中新天津生態城入園大道太陽光電設施陣列建置現況



圖 44 中新天津生態城管委會介紹規劃歷程與開發現況



圖 45 及圖 46 中新天津生態城規劃與建設指標體系導覽



圖 47 及圖 48 參觀中新天津生態城總體規劃模型與技術交流

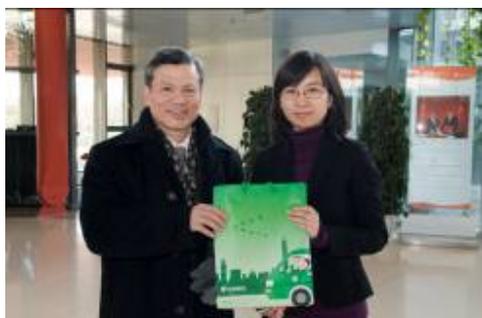


圖 49 致贈中新天津生態城市管理委員會商務局魯瑞小姐紀念品



圖 50 致贈天津市濱海新區臺灣事務辦公室于國青小姐紀念品

## (二) 考察遠雄集團中新天津生態城開發計畫推動現況

由遠雄建設陳財增協理及天津生態城遠雄投資開發有限公司田愛紅小姐介紹天津生態城遠雄開發計畫總體規劃與推動現況，以及中心商業區與遊憩設施規劃內容，同時針對綠建築設計與評估技術以及兩岸建築規劃法規等課題進行討論與交流，並分享天津當地營建工程技術與施工管理經驗。



圖 51 圖 52 中新天津生態城遠雄開發計畫總體規劃導覽



圖 53 中新天津生態城遠雄開發計畫總體規劃現況



圖 54 中新天津生態城遠雄開發計畫中心商業區與遊憩設施規劃現況



圖 55 及圖 56 遠雄公司介紹中新天津生態城開發計畫推動現況

## (三) 天津中新生態城基礎配套措施規劃現況

依據中新天津生態城總體規劃（2008-2020年）、中新天津生態城指標體系、中

新天津生態城綠色建築評價標準及中新天津生態城綠色建築評價細則等技術基準，中新天津生態城在綠色建築採用的技術策略上，必須充分考慮天津地區的特點，包括：(1) 氣候條件-位於寒冷地區，暖房是建築節能的重要課題。(2) 水資源-中新天津生態城用地為鹽地、鹽鹼荒地和濕地，屬水質性缺水地區，節水設計需加強非傳統水資源利用。(3) 太陽能資源-天津年日輻射量為5152.36MJ/m<sup>2</sup>（水平面），年日照時數為2612.7小時，太陽能資源豐富。(4) 地熱資源-中新天津生態城處於濱海地熱田中北部，目前尚未進行規模性人工開採，地熱資源相對較豐富。(5) 生態資源-中新天津生態城用地內有營城湖和蘆運河故道，濕地自然景觀獨特。(6) 地質條件-天津濱海新區屬典型的軟土地質，軟土層厚度較大且分佈廣泛，工程性質差。<sup>[9]</sup>

依據天津地區的區域特徵，生態城及綠建築整體開發（包括新建、擴建和改建的建築），尚需符合幾項原則，全生命週期成本控制、設計施工與營運整體綠建築發展及建築與裝修整體設計等，並對建築品質、環境負荷及成本投入等項目進行綜合考量，避免單純導入高科技、高投資的發展迷失，鼓勵採用合宜的綠建築設計技術，透過優質化設計實現資源、能源的節約和循環使用，強調採用傳統技術策略與因地制宜的建材選擇，鼓勵技術創新，以發展結合氣候策略且具中國特色的「本土化綠色建築」，期能創造建築技術和環境的和諧發展。<sup>[10]</sup>

另中新生態城亦規劃建設相關基礎配套措施，項目，包括：1.自來水設施、2.天然氣設施、3.熱力設施、4.電力設施、5.市政設施（雨水與污水）、6.環保設施及7.訊息化網路設施等。<sup>[8]</sup>

## 【二】生态城基础配套设施概况



自来水设施

### 1. 自来水设施

生态城自来水供应实行多水源供给方式,供水水源包括天津南津高水厂、滨海新区达达水厂、泰达供水厂,生态城内建设两座给水加压泵站,实现取供水、加压站采用自动化监控系统,在线水质监测保证供水水质和运行安全,输水干管管径为1000~1200mm,近期可形成日供水量为3万立方米的供水规模,远期规划供水规模为日供水量为60万立方米,建成区水质达标率100%,供水压力不低于0.7MPa,供水水质符合国家《生活饮用水卫生标准》。



天然气设施

### 2. 天然气设施

生态城天然气供气来源由陕甘宁天然气、海盐池天然气、天津独流气、渤海石油伴生气等源头保证实行各气源供气,区域内建有两座天然气中压计量调压站,输气管管径为600mm,近期可形成日供气量为5万立方米的供气规模,远期规划供气规模为日供气量为15万立方米,建成区供气管网覆盖率100%,实现管网封闭成环,保证不间断供气,区内天然气管网设计压力为0.4兆帕,供气质量符合国家标准《天然气技术规范》(GB17820-1999)。



热力设施

### 3. 热力设施

生态城热力供应以热源供应(包括热电厂、工业热电厂和滨海新区处理厂)为主,同时辅以清洁能源(燃气)和可再生能源(地热、太阳能、生物质能),形成相互补充、优势互补、综合利用的热能供应系统,可提供高温热水和高温蒸汽两种热源,热水干管管径为1200~1800mm,蒸汽干管管径为500mm,近期可实现供热能力为热水400兆瓦,蒸汽50吨/小时的供热规模,远期规划供热能力为热水600兆瓦,蒸汽为80吨/小时,建成区供热管网覆盖率达100%,以保证生态城的热力供应。



电力设施

### 4. 电力设施

生态城区域内电源采用2座220KV变电站,提供双电源供电,可提供的电网电压等级:110KV、35KV、10KV、400V。

生态城计划建设线路至少预留4米宽的220千伏电压等级电力线路走廊,生态城内其它电力线路全部采用埋地敷设。

圖 57 中新生態城基礎配套措施規劃項目 (一) [8]



市政设施

### 5. 市政设施

生态城排水系统为雨、污分流,雨水经截流进入雨水井,并考虑初期雨水净化处理,污水经污水处理厂处理后全部回用,其它排入渤海湾以及生态城的污水。

**雨水**

区域内规划有结合河道分布有新建河道等自然水系,规划区域分五大雨水汇流区域,雨水收集管各管径22~36m,各区域分别布置雨水泵站,共设置3座雨水泵站,总排水能力105m<sup>3</sup>/s,将各片区收集雨水提升排入渤海湾河道,当暴雨时快速水位升高至警戒水位时,利用外排泵站将河道内雨水提升排入渤海湾,外排泵站排水能力20m<sup>3</sup>/s。

**污水**

规划六个污水分区,服务面积25~5km<sup>2</sup>,各分区均设有1座污水提升泵站,总设计处理能力4000m<sup>3</sup>/d,分两个方向汇入城镇污水处理厂。



环保设施

### 6. 环保设施

**气力收集系统**

专业队伍从事有害垃圾,作业效率100%,达到生态城规划的国内领先的有害环卫标准。

为用户提供完善的垃圾分类收集体系,提高垃圾回收利用率,采用世界先进的垃圾真空收集系统,利用气流,将垃圾通过地下管道输送到中央垃圾收集站。

把垃圾从暴露堆放村,从地上转入地下,从人工变为自动,避免二次污染,并建设一座现代化的垃圾资源化处理中心,利用完善的物资回收系统对生态城的生活垃圾进行资源化利用,实现垃圾资源化利用率达到60%。

**污水处理**

利用社会资本投资建设生态城污水处理厂,主体采用卡鲁塞尔2000型氧化工艺,最终出水达到国家城镇污水处理厂污染物排放标准A级标准,污水处理能力10万吨/日,近期规划污水处理能力将达到15万吨/日。

**中水供应**

水源来自生态城污水处理厂达标排放污水,采用双膜法进行进一步处理以实再生水回用,出水水质可达到城市杂用水水质标准《城市杂用水水质标准》,再生水厂日生产能力2.7万吨/日,可满足生态城范围内对中水有需求的大部分用户,同时可满足生活杂用水、园林绿化用水的需求,远期规划再生水厂生产能力将达到7.5万吨/日。



有线电视及通信设施

### 7. 信息化网络

**有线电视**

有线电视的光纤网络覆盖生态城,可为居民、企业、公建等各类用户提供有线电视服务,可提供从数字电视节目到合法落地境外电视节目,还可提供包括视频点播、时移电视、节目预告等双向互动增值服务。

**宽带网络**

生态城光纤网络可让用户可提供宽带接入服务,可提供1M、2M、10M、100M专线接入,数字线路连接,VPN专网业务,光纤接入等接入业务,可提供多种的接入方式,光纤入户,五类线入户接入方式,光纤接入方式,和无线专线接入方式。

圖 58 中新生態城基礎配套措施規劃項目 (二) [8]

#### 四、考察天津海河兩岸綜合開發改造現況

海河流域是中國五大水系之一，海河地處華北平原九河下游，自天津北運河、子牙河交匯處至塘沽入海口的河段稱為海河，全長72公里。天津最早起源于漕運，作為漕糧的儲存與轉運樞紐，自然成為南北方商貨物品的集散場所，並隨著漕運規模的擴大而日益發達。天津自明清起設衛築城，逐漸發展為華北地區水陸交通樞紐、魚鹽產銷基地、華北地區糧食集散市場，同時成為重要的經濟中心。1860年鴉片戰爭後，天津海河兩岸遭列強搶佔用地劃定總面積15平方公里的九國租界區，建設碼頭、倉庫、工廠和商貿設施，先後在天津劃定了總面積15平方公里的九國租界區，卻也造就日後海河航運和港口建設極大的發展，並使天津成為中國最早的經濟中心和最重要的商埠城市。

2002年10月天津市著手推動海河兩岸綜合開發建設計畫，希望將海河建設為含括服務型經濟帶、景觀帶和文化帶的世界名河，也是天津市邁向現代化國際港口大都市建設中城市發展第三產業的重要策略措施，天津將藉由這個劃時代的工程，再次實現城市經濟、文化的新氣象。本計畫自2000年起以3年時間由法國康賽普特和美國泛亞易道公司進行了反復的研究和論證，吸取法國塞納河、美國芝加哥河等城市河流治理改造的經驗。分別完成海河兩岸綜合開發的策劃，並由天津市規劃院綜合各國規劃師設計理念，制定了「金龍起舞」海河區域總體規劃。<sup>[11]</sup>

規劃目標設定為「將海河建設成為獨具特色的國際一流的服務型經濟帶、文化帶和景觀帶，發展海河經濟，形成海河效應，使之成為世界名河」。並確立六個主題目標，包括一：展現悠久歷史文化、二：發展河濱服務產業、三：創造親水城市形象、四：推動生態城市建設、五：改善道路交通系統、六：開發旅遊休閒資源等。

[12]

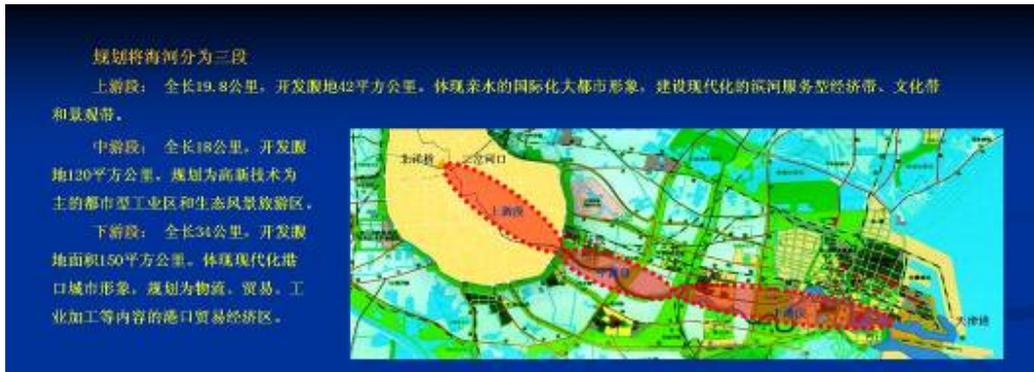


圖 59 海河區域總體規劃分區示意圖<sup>[12]</sup>

全案規劃確定了在上游區域率先起動海河開發工程，劃定了42平方公里的開發區域，並將上游區域劃分為四個功能分區，包括：傳統文化商貿區(CHD)、都市消費娛樂區(CRD)、中央金融商業區(CBD)及智慧城(STD)等。<sup>[12]</sup>



圖 60 海河開發工程開發分區示意圖<sup>[12]</sup>

海河上游段改造建設並依十大工程分項全面推動，包括：<sup>[12]</sup>

- 1、水體治理工程
- 2、堤岸改造工程
- 3、道路交通工程
- 4、橋樑隧道工程
- 5、通航工程
- 6、綠化廣場工程
- 7、環境景觀工程
- 8、燈光夜景工程
- 9、公共建築工程
- 10、整修置換工程



圖 61 海河上游段十大改造建設工程建設規劃現況<sup>[12]</sup>



圖 62 海河起點之三岔河口記碑文



圖 63 海河起點三岔河口摩天輪共構橋樑改造工程



圖 64 海河橋樑改造現況



圖 65 海河堤岸與交通系統改造現況



圖 66 仿巴黎塞納河之橋樑裝飾



圖 67 天津市中央金融商業區建設現況



圖 68 至圖 70 參觀天津市市政規劃館生態規劃相關展示<sup>[12]</sup>



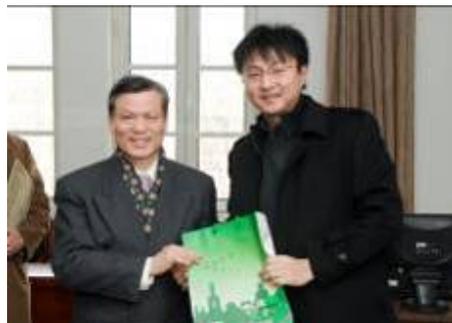
圖 71 參觀義大利風情區改造現況



圖 72 考察人員合影海河開發公司



圖 73 及圖 74 致贈海河建設發展投資有限公司宋文智總經理及同仁紀念品



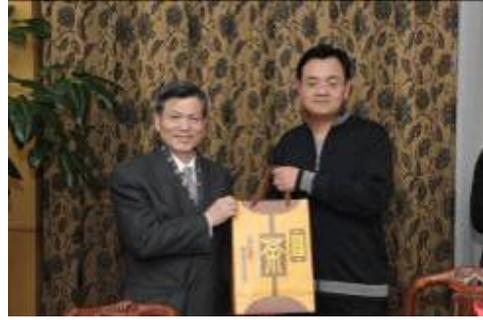


圖 75 及圖 76 與天津市政府臺灣事務辦公室李繼光副主任等互贈紀念品

## 五、考察深圳南山區華僑城生態社區

本次考察參訪了華僑城生態社區生態廣場及華僑城創意文化園等，由深圳市建築設計研究總院股份有限公司林曉儀助理建築師協助導覽，參訪過程摘述如下：

### （一）華僑城生態社區生態廣場

深圳市南山區近年來先後搬遷轉型高污染、高能耗、低效益的工業企業，建設商業文化中心區再生水利用項目，引領建築節能理念的綠色建築，並啟動建設了首家集環保技術研發、培訓、資訊交流、總部經濟為一體的環保產業園，奠定了高效、低排放的綠色南山模式。

南山區環保局依據深圳建設生態市的規劃要求，從基礎調查分析著手，開始著手南山區生態社區推動工作，秉持建設“和諧南山、效益南山”和現代化海濱城區的計畫目標，以促進社會進步、強化污染防治、改善環境品質為宗旨，並採以人為本、污染防治與生態保護並重的原則，推動生態社區發展，加強環境整治，擴大生態保護和建設規模，將南山建設成為資源節約型、環境友好型的生態城區。<sup>[13]</sup>

南山區先後以多項指標優於大陸的國家標準通過國家生態區的各層級考核，2007年南山區就啟動從各行業、各領域到社區、街道，再到行政區的生態節點建設工程，區政府和轄區8個街道依據生態指標體系，以點線面型式，引導各行各業及居民在日常生產、生活中實施節能減排、綠色消費等環保行為。

本次考察重點為深圳市南山區的華僑城生態社區，佔地面積約為5.53平方公里。該社區自1985年成立以來，就秉持在花園中建城市的開發理念，並朝建設綠色

家園的目標邁進；經過26年的開發建設，目前已發展成爲集合居住、經貿、教育文化、休閒旅遊、藝術與醫療等多功能社區；自1990年起即獲得大陸建設部、國際公園協會等相關單位所頒發的開發獎項肯定，2007年獲得大陸國家旅遊局及環保部聯合授予國家生態旅遊示範區的榮譽。該社區在開發各階段皆以「規劃科學合理、城區環境幽美、風尚高尚文明、管理規範先進」的目標，進行規劃、建設與管理，目前已建設成爲深圳灣旁的生態化海濱城區。<sup>[13]</sup>

依據清華大學及華南理工大學調查與實測分析顯示，深圳華僑城內住宅單位樓地板面積用電量僅爲18.2kWh/m<sup>2</sup>(大陸平均水準15.6Wh/m<sup>2</sup>)；辦公大樓爲223kWh/m<sup>2</sup>(111.2kWh/m<sup>2</sup>)、飯店爲194.9kWh/m<sup>2</sup>(121.0kWh/m<sup>2</sup>)、商場爲64.7kWh/m<sup>2</sup>(216.2kWh/m<sup>2</sup>)；社區室外熱環境因爲綠地植栽分佈廣泛(人均公共綠地面積達到42m<sup>2</sup>以上)，熱島現象不明顯，不會影響居民居住與室外活動。此外，每日人均用水量爲222公升/日，高於大陸平均用水水準，雨水與再生水利用等非傳統水源僅佔總用水量的1.4%，另太陽能集熱系統安裝面積僅有576m<sup>2</sup>，因此在水資源與再生能源利用方面，仍有發展改善得空間。<sup>[13][14]</sup>

2011年7月在貴陽舉辦的大陸全國生態文明建設成果展上，深圳南山區被正式命名爲國家生態區，爲目前大陸全國生態城市與社區開發系列中的最高榮譽。

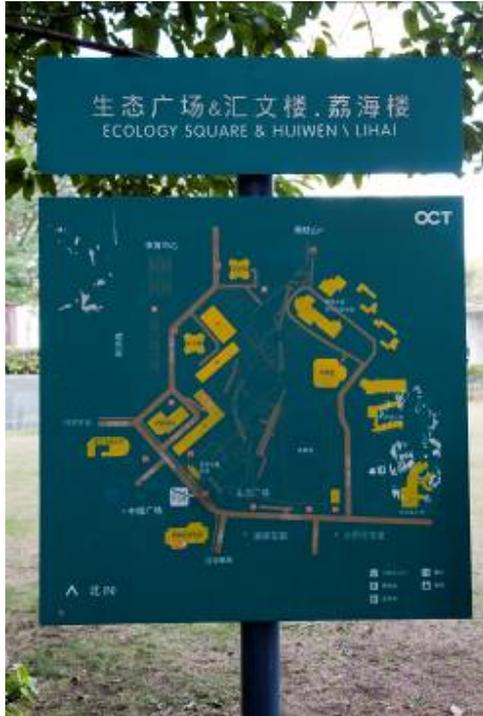


圖 77 及圖 78 深圳市南山區華僑城生態社區生態廣場導覽



圖 79 華僑城生態社區道路綠化現況



圖 80 華僑城社區全區遊園輕軌電車



圖 81 華僑城社區生態廣場



圖 82 華僑城社區生態廣場立體綠化



圖 83 華僑城社區生態廣場立體綠化



圖 84 建築物屋頂綠化現況



圖 85 建築物西向立面外遮陽設施



圖 86 建築物屋頂綠化與立體綠化現況



圖 87 生態廣場生態水池



圖 88 生態廣場生態循環水池



圖 89 生態社區建築與生物多樣性環境



圖 90 生態廣場生態循環水池



圖 91 生態循環水池溢流渠道



圖 92 與林曉儀小姐分享交流生態社區與綠建築推動經驗



圖 93 華僑城生態社區與生態廣場



圖 94 生態廣場雨水貯留景觀水池

## (二) 華僑城創意文化園

華僑城創意文化園是由華僑集團於2004年開始規劃興建，分為南北兩區，佔地超過15萬平方公尺，是以保留工廠區歷史面貌為前提，進一步轉換發展深圳的創意產業，作為基本建築改造理念。深圳市致力於打造「設計之都」，並將「創意產業」發展為優勢產業列為重點；因此，將華僑城創意文化園（OCT-LOFT）列為重點創意文化項目，透過對華僑城東部工業區部分工業建築進行重新改造，塑造出隱含歷史價值並具創新發展意涵的新型工作與生活空間，成功吸引中港澳台的藝術家、文化人及設計師及超過30家不同類型的創意機構進駐，園內並規劃完善的配套設施，餐飲、旅館及商業藝術設施完備，已成為旅遊休閒的熱點。



圖 95 考察人員與林曉儀小姐合影於華僑城創意文化園



圖 96 創意文化園建築設施改造與改善



圖 97 及圖 98 華僑城創意文化園戶外空間與建材再利用設施現況



圖 99 倉庫建築再利用之創意商品賣店



圖 100 創意文化小店



圖 101 建築再利用展場與戶外創意展示區



圖 102 華僑城創意文化園展區指標



圖 103 創意文化園建築再利用為展場

## 六、考察廣州智慧綠建築案例

### (一) 廣州新電視塔

廣州新電視塔位處珠江南岸中軸線上，高度610公尺，其中主塔454公尺，天線桅桿146公尺，是目前中國第一高塔，全球排名第二，僅次於杜拜的哈利法塔，不過在電視發射塔組別當中，廣州塔則取代加拿大多倫多的CN塔，成為全球第一高電視塔。廣州新電視塔依據不同功能規劃，區分為9個區域，包括電視和廣播設施、觀光平臺、旋轉餐廳、電子遊戲、餐廳、展覽空間、會議室、商店和4D影院，急速垂降自由落體等；電視塔靠近頂層的中央核心筒設置2個各500噸容量的高架水箱作為阻尼裝置，水箱下面安裝軌道利於滑動，箱可以通過感測器偵測塔身晃動並產生水向反方向滑動，以消滅塔身的晃動幅度，預估可以降低水平位移40%，塔身並採用特一級的抗震設計，可抵禦強度7.8級的地震和12級颱風，設計使用年限超過100年。<sup>[15]</sup>

本次考察由廣州新電視塔公司梁碩董事長親自導，除介紹電視塔的基本功能，參觀展望台樓層外，並導引考察人員參觀屋頂休閒娛樂設施，包括

全球最高摩天輪及急速垂降自由落體等，同時介紹中間層利用高架水箱作為制震體的智慧控制與相關節能管理設施<sup>[15][16]</sup>，隨後並相互致贈禮物與紀念品。



圖 104 廣州新電視塔簡介看板



圖 105 廣州新電視塔屋頂遊憩設施  
(摩天輪及自由落體垂降設施)



圖 106 梁碩董事長引導參觀



圖 107 電視塔防制震阻尼設施導覽



圖 108 參觀電視塔頂層遊憩設施



圖 109 電視塔主結構扭轉設計



圖 110 參觀電視塔頂層遊憩設施



圖 111 電視塔營建技術與管理維護經驗交流



圖 112 及圖 113 與廣州新電視塔建設有限公司梁碩董事長互贈紀念品



(廣州新電視塔建設有限公司提供)



圖 114 及圖 115 考察人員合影於廣州新電視塔

## （二）廣州亞運會開閉幕場館

廣州亞運會開閉幕場館位於廣州市最大的海心沙廣場，地處東西向廣州古城歷史軸線珠江與廣州面向未來發展的南北向新城市中軸線的焦點上，約可容納2萬4,000名觀眾；向北延伸，有西塔、廣東省博物館及廣東歌劇院等廣州新地標建築，新城市中軸線北端則是2010年亞運會的主會場天河體育中心。<sup>[17]</sup>

依據2011年廣州市新城市中軸線北段重要景觀節點詳細規劃之建議，海心沙的亞運場館臨時建築將改為永久利用功能，同時將配合作為廣州市結合亞運文化遺產展示、休閒旅遊觀光、體育娛樂、文化創意、辦公與會議展覽及商業設施等綜合性功能的休閒文化島。<sup>[18]</sup>



圖 116 廣州市新都市軸線建設與珠江海心沙廣場



圖 117 及圖 118 廣州亞運場館設施建設現況



圖 119 及圖 120 廣州亞運場館設施建設與營運管理現況導覽

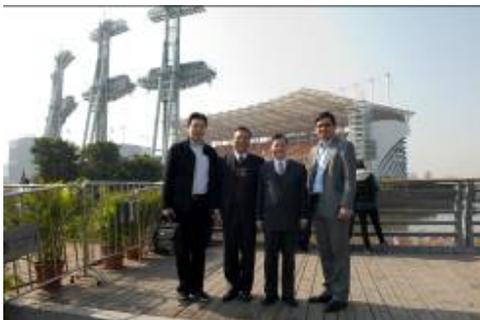


圖 121 及圖 122 考察人員合影廣州亞運場館前

### (三) 廣州歌劇院

廣州歌劇院位於廣州市新都市軸線上，臨珠江邊的位置，與廣州亞運開閉幕場館及新電視塔隔江相望，是由國際建築師Zaha Hadid設計，為形似礫石的黑白色不規則流線外型劇院，又被稱為「圓潤雙礫」。劇院由大劇場和多功能劇場兩個單體組成，黑色建築體為地上7層、地下1層的大劇院，建築高度43.4公尺，提供1,800個座席；白色建築體為地上4層、地下1層的小劇院，建築高度22.7公尺，提供400個座席，屬於小型劇場；歌劇院的南面草坡下，設置售票中心、表演藝術研究交流部及咖啡廳等。<sup>[19]</sup>本案工程自2005年1月18日起動工，並於2010年5月6日舉行開幕首演，總工程造價超過13億人民幣。

歌劇院主體結構是三向斜交折板式鋼結構網殼，包括64個面，47個轉角，每一個結構節點從製造、安裝都需準確三維空間定位，同時每一個鋼件都是分段預鑄再運到現場拼接，工程難度可見一斑。<sup>[20]</sup>

大歌劇院設計室容積為1萬5,000立方公尺，室內餘想時間設計值為1.4至1.6秒，竣工後由華南理工大學建築聲學實驗室進行第1場試演的聲學測試，

量測結果顯示，大歌劇院中頻滿席餘響時間為1.51秒，達到設計目標值。另為配合各類型戲劇表演之舞台變化需要，大歌劇院採用先進智慧化的舞台機械設備與監控系統，同時設置足夠且利用率評估最佳化的舞台上部吊掛系統，導入變頻控制裝置，以確保演出精度及操空靈活度，並能符合綠色低碳、節能減排的環境永續發展需求。<sup>[20]</sup>



圖 123 廣州歌劇院外觀



圖 124 廣州新都市軸線上的廣州歌劇院



圖 125 參觀廣州歌劇院



圖 126 緊鄰珠江的廣州歌劇院



圖 127 廣州歌劇院大劇院室內一景



圖 128 廣州歌劇院小劇院外觀立面



圖 129 廣州歌劇院大劇院立面



圖 130 大劇院帷幕牆與地面雨水排水



圖 131 大劇院帷幕牆室內裝修現況



圖 132 廣州歌劇院建築設計導覽



圖 133 及圖 134 廣州歌劇院營運管理經驗交流



圖 135 廣州歌劇院室內空間設計



圖 136 廣州歌劇院大劇院觀眾席

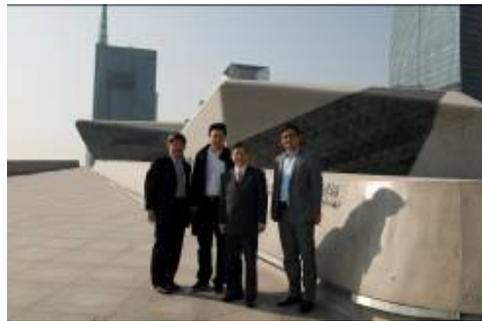


圖 137 及圖 138 考察人員合影於廣州歌劇院前

本次廣州考察部分承蒙廣州市政府臺灣事務辦公室鄭偉裴副主任、李麗冰處長、王粵科長及中華海峽經濟交流協會大陸聯絡處許永謙主任等協助聯繫安排，並陪同考察交流，使參訪行程順利圓滿，收穫豐碩。



圖 139 及圖 140 與廣州市政府臺灣事務辦公室鄭偉裴副主任互贈紀念品

## 參、考察心得

本次考察係蒐集瞭解大陸地區屋頂及立體綠化、生態社區與智慧綠建築技術現況、推動實績與未來趨勢，提升對於兩岸屋頂綠化與智慧綠建築、生態社區技術相關規範之瞭解，並比較分析技術應用的範疇與成效，呈現台灣智慧綠建築政策推動成果，同時進行兩岸間之交流，作為本所未來提升智慧綠建築及生態社區研究能量及推廣之參考，俾能拓展我國綠建築、智慧建築與生態社區視野，以提升我國在智慧綠建築與屋頂綠化技術領域之影響力。

考察行程包括拜會北京世界屋頂綠化協會、泰寧科創雨水利用技術股份有限公司、中新天津生態城市管理委員會、天津市海河建設發展投資有限公司、深圳市建築設計研究總院有限公司（前身為深圳市建築設計研究總院）及廣州新電視塔建設有限公司等，並參觀屋頂綠化及立體綠化案例、生態城規劃與建設現況、海河兩岸改造現況、深圳南山區華僑城生態社區、廣州新電視塔、廣州亞運開閉幕式場館建築及廣州歌劇院等智慧建築，斬獲豐碩。

考察心得分述如下：

- 一、大陸地區導入法規、行政措施、獎勵及專業技術人員輔導機制，全面推動屋頂綠化及立體綠化政策，建築綠化技術成熟，且推展規模可觀，值得我國推動建築綠化技術發展與應用之參考。
- 二、中新天津生態城及深圳市南山區華僑城生態社區整體規劃與發展雖有不同的時空背景，但從都市與社區整體規劃面向而言，均能朝向低碳節能與環境永續的目標邁進。此外，華僑城生態社區並進行使用階段整體環境性能調查評估，以驗證其環境生態與節能減碳效益，設計驗證之經驗值得參考；另中新天津生態城除由開發集團投資建設基礎設施外，亦制訂綠色建築設計準則，規範管制新建與增改建建築物，以達成低碳生態城市的目標，整體規劃開發經驗與技術準則資料，彌足珍貴，可納供未來都市更新或都市計畫、都市設計審議作業之規劃參考。
- 三、中新天津生態城已將智慧化及公共資訊服務系統納入基礎建設項目之一，除朝向生態城市目標持續邁進外，亦可同時創造智慧城市、智慧社區與智慧建築的發展先機，相關推動機制與執行措施，值得提供智慧綠建築推動方案滾動檢討之參考。

四、參考天津市政規劃與海河兩岸改造計畫、廣州新都市中軸線都市發展計畫及深圳市既有建築活化再利用等項目之實施現況，均呈現大陸公私部門積極推動生態智慧城市與低碳生活環境的企圖，其推動經驗應可供我國生態城市規劃參考，並作為國內既有建築閒置空間再利用計畫規劃之參考。

## 肆、建議

- 一、天津推動智慧生態城市建設之執行經驗與重要技術資料，可供智慧綠建築推動方案之相關實施項目滾動檢討參考，並從基礎設施建設、技術應用與宣導推廣等各面向著手規劃具體措施，全面拓展臺灣智慧綠建築與低碳生態城市的發展範疇。
- 二、參考國內外建築物屋頂及立體綠化技術，探討適用於臺灣的原生植物類別，並結合民間專業技術團體能量，規劃研訂建築物屋頂及立體綠化技術手冊或設計參考指引，培養專業設計與施工團隊，擴大辦理講習培訓，加強宣導，全面推展建築物綠化固碳節能的行政措施。
- 三、本次考察所蒐集有關大陸生態城綠色建築設計準則、生態指標及相關城市規劃發展經驗，建議相關部會檢討低碳城市、生態低碳社區與都市更新政策措施時，審酌納入檢討修正參考。
- 四、國內既有公共建築或學校閒置空間，應積極規劃活化再利用策略，並導入生態節能與智慧生活的理念，發展融合在地風土文化特色的新興創意產業，期能誘導建築空間資源充分利用，減緩新建建築物開發建設的能資源需求。

## 附錄

### 考察行程

日期	行程內容	備註
12月21日（三）	去程	台北－北京
12月22日（四）	拜會世界屋頂綠化協會及參訪屋頂綠化或立體綠化案例	北京
12月23日（五）	考察中新天津天津生態城設施建置現況	北京－天津
12月24日（六）	考察天津海河綜合開發改造現況	天津－深圳
12月25日（日）	考察深圳南山生態社區	深圳－廣州
12月26日（一）	考察廣州智慧綠建築案例（亞運會開閉幕主場館、廣州新電視塔及廣州歌劇院）	廣州
12月27日（二）	返程	廣州－台北

## 參考文獻

- 1.“中國屋頂綠化的現狀與未來”簡報資料，王仙民教授，2011.12。
- 2.“屋頂綠化”，王仙民（2007.08），華中科技大學出版社。
- 3.“上海世博立體綠化”，王仙民（2011.01），華中科技大學出版社。
- 4.“致力於雨水綜合利用”簡介，泰寧科創雨水利用技術股份有限公司，2011.04。
- 5.“雨水綜合利用-虹吸屋面雨水排放收集系統”簡介，泰寧科創雨水利用技術股份有限公司，2010.12。
- 6.“天津中新生態城市管理委員會”簡介，天津中新生態城市管理委員會。
- 7.“天津生態城”，天下經濟論壇，pp.50-53，2009.12。
- 8.“天津生態城基礎設施綜合配套服務手冊”，天津中新生態城市管理委員會。
- 9.“中新生態城綠色建築設計準則”，中國建築科學研究院，2008.09。
- 10.“生態指標”簡介，天津中新生態城市管理委員會。
- 11.“天津市海河建設發展投資有限公司”簡介，天津市海河建設發展投資有限公司，2011.12。
- 12.“海河綜合開發改造情形介紹”簡報資料，天津市海河建設發展投資有限公司，2011.12。
- 13.“深圳華僑城生態社區建設經驗總結報告”，北京清華大學/華南理工大學，2011.08。
- 14.“中國綠色低碳住宅技術評估手冊”，中國建築工業出版社，2011.05。
- 15.“廣州新電視塔建設實錄”，廣州新電視塔建設有限公司，2010.01。
- 16.“智能建築工程檢測技術”，中國建築工業出版社，2005.08。
- 17.第16屆亞洲運動會官方網站，<http://www.gz2010.cn>。
- 18.“廣州亞運開閉幕式場館海心沙改造後永久保留”，中國評論新聞網：  
<http://www.chinareviewnews.com/doc/1017/8/2/5/101782544.html?coluid=55&kindid=1150&docid=101782544&mdate=0729161204>，2011.07.29。
- 19.“圓潤雙礫-廣州歌劇院設計”，黃捷，建築學報（中國建築學會），pp.55-67，2010.08。
- 20.“從疑惑到實現-廣州歌劇院設計實施之路”，張桂玲，建築學報（中國建築學會），pp.68-70，2010.08。