

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)

辦理智慧生態城市規劃建設考察報告

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（青島、濟南）

出國期間：104年7月22日至28日

報告日期：104年10月16日



## 摘 要

本所104年度由本所何明錦所長率呂文弘研究員於104年7月22日至7月28日期間，赴大陸地區辦理智慧生態城市規劃建設考察，包括參訪生態城市之規劃與建設，並配合參加於青島大學國際交流中心舉辦之第11屆中國城市住宅國際研討會，發表「從環境變遷探討臺灣智慧綠建築推動策略與未來展望」專題演講，進行兩岸間之交流，提升對於兩岸智慧生態城市、智慧建築、綠建築與生態社區相關技術與規範之瞭解，並探討智慧生態城市發展對於相關產業發展與就業的影響，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技術領域之影響力。

本次考察計拜會山東省建築科學研究院、參訪考察青島黃島區中德生態園、幸福小區、嶗山區智慧社區-魯信長春花園社區及麥島區域能源中心、青島藍色硅谷濱海新鎮開發計畫區、山東力諾瑞特新能源有限公司工業園區、萬斯達建築科技有限公司及相關建築產業現代化試點工程等，考察智慧生態城市規劃建設案例，並蒐集智慧城市與綠建築設計相關資料，以作為台灣廣續推動永續智慧城市推動方案與綠建築相關科技計畫規劃參考。



# 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.....	3
參、考察心得.....	35
肆、建議.....	36
附錄.....	37
參考文獻.....	38



## 壹、考察目的

大陸自2006年至2010年推動「十一五」計畫以來，各地政府部門積極推動生態保護與綜合治理措施，生態建設遍及大陸各大城市，包括建立362個生態示範區、15個省（區、市）發展生態省（區、市）建設、1000多個縣（市）發展生態縣（市）建設，其中有38個獲得國家生態縣（市、區）命名，15個獲得國家生態工業示範園命名。另有53個生態文明試點發展了生態文明建設目標模式、推動機制等方面的研究分析。2013年起再推動「全國生態保護『十二五』規劃」作為生態城市規劃與執行的重要規範，大陸各大城市紛紛配合進行生態城市建設相關工作。

本案考察係為加強瞭解中國大陸智慧城市示範點遴選與推動現況、實績，同時配合參訪生態城市之規劃與建設，並配合參加於青島大學國際交流中心舉辦之第11屆中國城市住宅國際研討會，發表從環境變遷探討臺灣智慧綠建築推動策略與未來展望，進行兩岸間之交流，提升對於兩岸智慧生態城市、智慧建築、綠建築與生態社區相關技術與規範之瞭解，並探討智慧生態城市發展對於相關產業發展與就業的影響，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技術領域之影響力。

考察行程包括：

- (一) 7月23日參訪考察青島部分之黃島區中德生態園、幸福小區、嶗山區智慧社區-魯信長春花園社區及麥島區域能源中心。
- (二) 7月24日參加第11屆中國城市住宅研討會（青島大學國際交流中心）。
- (三) 7月24日下午參訪考察青島藍色硅谷濱海新鎮開發計畫區建設現況。
- (四) 7月25日參加第11屆中國城市住宅研討會及兩岸綠色建築評價標準對比研究論壇。
- (五) 7月27日拜會山東省建築科學研究院，進行綠色建築、生態城市與智慧建築等領域之技術交流。

- (六) 7月27日下午參訪考察山東力諾瑞特新能源有限公司工業園區。
- (七) 7月28日參訪考察萬斯達建築科技有限公司及相關建築現代化試點工程。
- (八) 期間針對綠色建築、生態城市與智慧建築等智慧生態城市規劃建設技術之交流，瞭解兩岸智慧生態城市與智慧綠建築法令規範之異同，並探討智慧生態城市發展對於相關產業發展與就業的影響，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技術領域之影響力。



## 貳、考察過程

### 一、拜會山東省建築科學研究院

#### (一) 山東省建築科學研究院組織與業務現況

山東省建築科學研究院是屬於地方綜合性科研機構，依照交流簡報資料顯示，目前設有17個研究所與實驗室，各類專業技術人員計352人，主要從事建築結構，建築地基基礎、建築工程材料、化學建材、建築節能、建設機械及市政工程等領域的科技研發與檢測技術服務，是屬於山東省的省級科研重點基地，另並設置山東省建築工程質量監督檢驗測試中心、山東省建築機械質量監督檢驗測試中心、山東省建築節能發展促進中心及山東省建築工程司法鑑定中心等機構。另並設立創新科技平台，包括山東省建築結構與材料重點實驗室、博士後科研工作站、建築節能與新材料方向之泰山學者崗位建設單位與工程技術研究中心、山東省混凝土外加劑工程技術研究中心等。<sup>[1][2]</sup>

其中，綠色建築分院下設綠色建築研究所、建築智能研究所、建築環境與裝飾材料研究所及山東建科建築設計有限責任公司，現有技術人員47人；近年完成了山東省「綠色建築設計規範」之編撰、山東省「綠色建築評價標準」與「綠色生態城區指標體系與建設技術導則」制定作業等，同時完成被動式建築評價指標研究、被動式建築設計研究及高效集成的產能系統與能源系統研究等科研工作。業務方向則含括建築工程設計、綠色生態城區與城鎮規劃設計、綠色建築評價指標諮詢、技術服務與現場檢測、空調設備與可再生能源檢測與鑑定、建築門窗構件檢測與標識、民用建築能效評價與節能診斷、綠色建材評價標識與鑑定、建材產品資源綜合利用項目評價與固體廢棄物摻加量檢測、衛生陶瓷器具配件節水性能檢測、建築裝修材料物理性能與環保性能檢測、室內空氣品質、土壤與水質檢測與評價、智慧建築系統工程檢測與鑑定、建築智能化各子系統驗收檢測等。<sup>[1][2]</sup>

另節能與建材分院下設節能與新材料研究所、建築材料研究所等，現有技術人員45人；該院先後辦理完成30餘項省部級重大課題研究，獲得相關科研獎項，並取得9項專利（其中3項為發明專利）。業務方向則含括建築節能技術與產品研發、建築節能產品與建築材料規範類技術標準編制、建築材料檢測、混凝土砂漿混配比設計、

節能工程檢測鑑定、照明燈具檢測、建築節能產品與建材製品產品認定、電氣產品檢測、市政工程材料與土木工程材料檢測、技術諮詢服務等。同時創建產業基地模式，包括混凝土外加劑研究所、化學材料研究所及建築節能材料等範疇。<sup>[1][2]</sup>

## (二) 山東省建築科學研究院拜會與交流

本次拜會山東省建築科學研究院之技術交流，由該院宋義仲院長親自接待、李昊翼建築師協助引導，並由王守憲常務副院長、綠色建築分院王昭院長、綠色建築研究所李迪所長及智能建築研究所李恒所長等各分院主管共同參與技術交流，針對綠色建築、生態城市與智慧建築等相關領域研究及技術發展方向進行意見交換，建立未來交流與合作聯繫之管道。



圖 1 山東省建築科學研究院王昭院長歡迎考察人員



圖 2 宋義仲院長說明該院組織架構與業務現況

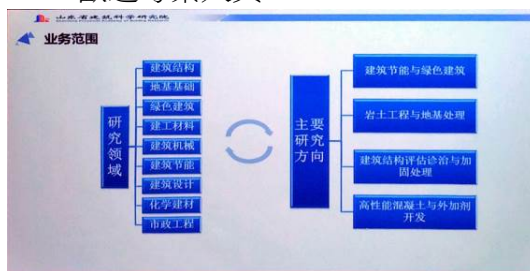


圖 3 山東省建築科學研究院研究領域與研究方向<sup>[2]</sup>



圖 4 山東省建築科學研究院專業技術人員構成<sup>[2]</sup>

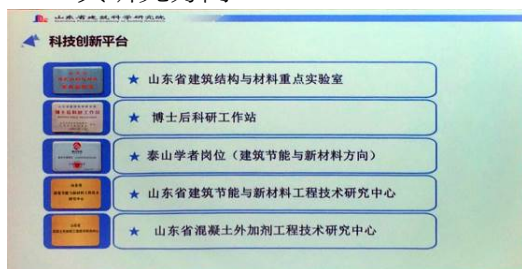


圖 5 山東省建築科學研究院科技創新平台之組織架構<sup>[2]</sup>



圖 6 山東省建築科學研究院 2015 年科研課題<sup>[2]</sup>



圖 7 山東省建築科學研究院綠色建築分院概況說明<sup>[2]</sup>

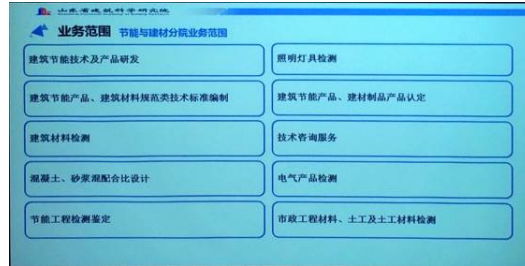


圖 8 山東省建築科學研究院節能與建材分院業務範圍說明<sup>[2]</sup>

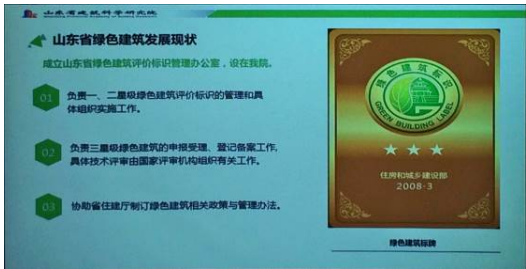


圖 9 山東省建築科學研究院綠色建築研發與技術服務事項說明<sup>[2]</sup>

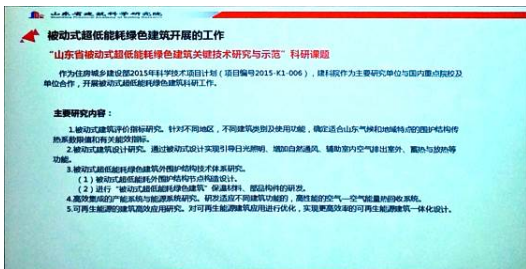


圖 10 被動式超低能耗綠色建築研發說明<sup>[2]</sup>



圖 11 何所長說明本所智慧綠建築發展現況與執行成效



圖 12 參訪山東省建築工程質量監督檢驗測試中心







圖 13 與山東建築科學研究院宋院長等進行化技術與發展經驗交流



圖 14 考察人員與山東建築科學研究院成員合影



圖 15 與山東建築科學院宋義仲院長互贈紀念品



## 二、考察山東青島、濟南智慧生態城市規劃建設案例

參訪考察山東青島、濟南智慧生態城市規劃建設案例，包括青島市：黃島區中德生態園德國企業中心、幸福小區、嶗山區智慧社區魯信長春花園社區、麥島區域能源中心-海信麥島居住區污水源熱泵供熱/供冷示範項目及青島藍色硅谷濱海新鎮開發計畫區等，濟南市：力諾瑞特新能源有限公司工業園區、萬斯達建築科技有限公司預鑄版廠、山東省建築產業現代化試點工程（濟南市住宅產業化試點工程）等案例。

### （一）中德生態園

青島中德生態園是由中德兩國政府建設的首個可持續發展示範合作項目，主要目的在為中德兩國在歐亞合作、高端產業、生態科技、可持續性城市規劃方面，打造一個示範性項目，該項目規劃吸引國際領先的高端生態企業，為其自身建造生態園。園區位於大陸第九個國家級新區—青島西海岸新區，規劃面積11.6平方公里，未來開發區29平方公里，遠期規劃面積66平方公里。該園區是作為彰顯中德合作的

國際園區，倡導低碳環保、推動研發創新、促進產業轉型、引領綠色生活與實現持續發展的生態智慧宜居園區。<sup>[3][4]</sup>

中德生態園導入智慧城市體系架構，制訂智慧城市標準規範，發展建構智慧城市安全體系，包含智慧城市10大工程，城市公共建設資料庫、公共資訊平台、園區資訊網路建設、智慧感知與環保工程、地下管線綜合管理資訊系統、智慧綜合交通工程、智慧電網工程、智慧泛用能源網工程、智慧就業服務工程與智慧社區工程等。透過概念規劃指導、指標系統統合、強化專項規劃，達成分項規劃之無縫銜接與融合，將園區生態、智慧建設理念全面納入管控，實現能資源節約、污染減少與環境保護，促進園區健康永續發展。<sup>[4]</sup>

總體發展規劃委託德國GMP建築設計事務所辦理，規劃總人口約6萬人；其中，產業用地45%道路及生態綠地30%，居住及公共設施用地25%。指標體系部分則制訂完成生態控制性指標體系，並獲得德國三大認證機構之一的德國TÜV NORD公司認證，內容包括4大類40項具體指標。該園區圍繞生態標準的制定和應用、低碳產業的配置和發展、綠色生態城市建設與推廣“三大領域”，重點發展節能環保、綠色能源、環保建材等綠色產業；高端裝備製造、新能源應用、數字科技、智慧系統等新興產業；科技研發、規劃設計、教育培訓、金融醫療、文化體育等現代服務業。中德生態園先後被大陸科技部、住建部、能源局等分別授予首家綜合標準化示範園區、國家綠色製造國際創新園、全國智慧城市試點、國家綠色生態示範城區（低碳生態試點城鎮、大陸首批新能源示範園區）。<sup>[3]</sup>

其中智慧泛用能源部分之泛用能源網規劃原則，是從能源生產、儲運、應用及再生等面向完整考量，將能源技術融合資訊技術，轉變為能源生產與利用方式；依據能源使用特點，通過推廣節能技術降低終端使用者與企業的能源需求，優先使用可再生能源與周邊剩餘能源，減少化石能源消耗，透過分散式能源站點與微電網技術，達到高效率能源生產、儲運、應用及再生環保節能，並建構泛用能源營運管理中心，透過能源雲端計算實驗能源系統智慧化控制管理與交易，保障泛用能源網系統安全穩定、優化能源供需組合經濟高效率營運模式。<sup>[4]</sup>

本案參訪由園區體驗運營中心協助導覽，包括總體規劃展示版及全區規劃模

型，從智慧城市體系發展架構、智慧城市工程架構、資通訊技術導入與營運管理、能源有效利用與生態綠化等面向進行介紹說明；本次參訪包含園區內建置中之住宅社區，主要為外部設施（道路、人行步道與雨水排水設施、園區綠化工程等）與社區建築體構造施工等項目，並與施工監造單位人員進行意見交換與技術交流。

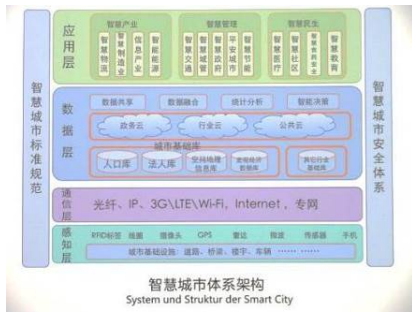


圖 16 中德生態園智慧城市體系發展架構與智慧城市工程架構<sup>[4]</sup>

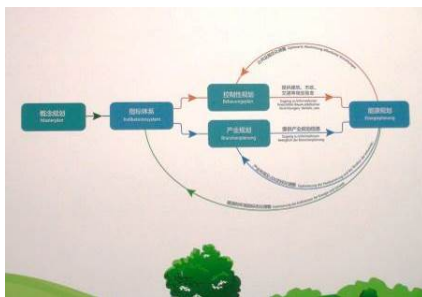


圖 17 中德生態園規劃理念說明<sup>[4]</sup>

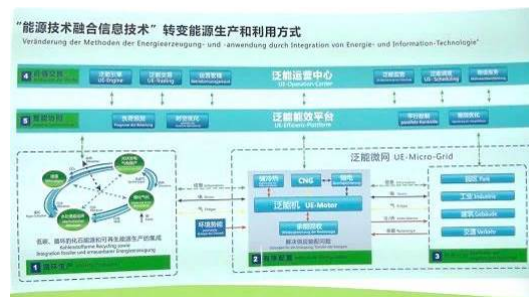


圖 18 中德生態園導入資通訊技術營運管理說明<sup>[4]</sup>



圖 19 中德生態園體驗運營中心規劃發展歷程展示說明<sup>[4]</sup>





圖 20 中德生態園體驗運營中心



圖 21 參訪中德生態園體驗運營中心



圖 22 中德生態園體驗運營中心總體規劃模型展示現況



圖 23 參訪中德生態園體驗運營中心總體規劃成果展示



圖 24 中德生態園區內住宅社區現地參訪與技術交流





圖 25 中德生態園綠化工區質量標準化展示牌<sup>[5]</sup>



## （二）魯信長春花園智慧社區

魯信長春花園是由山東魯信置業有限公司於青島市嶗山區投資建設的大型綜合性住宅社區，占地709公頃，總建築面積94萬平方公尺，單體建築達100棟（4層至26層），其中住宅使用95棟，住宅總戶數4788戶，住宅單位面積從70平方公尺至255平方公尺度不等，公共建築包括有綜合使用大樓2棟、12班幼兒園1棟、學校1所、青年公寓1棟。社區北側及西側各設置有小型商圈及超市，另設有社區餐廳1處、社區醫院2處、居民活動廣場多處。本案基地位於嶗山區之北向坡地，建築配置依等高線現況進行配置，並利用原地貌修建3座人工湖，面積達2萬平方公尺，全區綠地面積則超過30萬方公尺。

本項工程於2004年底開工興建，導入相關先進建築產業化技術，歷經3年工期，於2008年1月交付使用；所有住宅均採精裝交屋，經過7年使用，各項設施設備系統均正常運作，符合原設計使用功能之要求，目前入住率達95%，居民滿意度相當高。

本次考察由山東魯信置業有限公司馮雅姝經理全程導覽介紹，除個案規劃建置說明簡報外，並引導考察人員等一行至社區主要道路及主軸綠帶與水景開放空間實地參觀體驗，並就綠建築、智慧社區與物聯網技術應用的議題進行意見交流；其間物業管理單位青島常樂未央物業管理公司常允金總經理亦陪同園區參訪，提供啟用迄今的營運管理與維修更新的概況說明，並針對居住者在生態環境、智慧管理與便利舒適方面的意見反應事項，與後續物業管理處置作為等，交換經驗與心得。



圖 26 山東魯信長春花園智慧社區全區鳥瞰與配置圖<sup>[6]</sup>



圖 27 魯信長春花園智慧社區規劃設計說明



圖 28 魯信長春花園智慧社區現地導覽與意見交流



圖 29 北側高層住宅棟區



圖 30 中區低層住宅棟區



圖 31 中央綠地與生態水池現況



圖 32 南側坡面高層住宅棟區



圖 33 社區內所設中等學校設施



圖 34 社區內所設幼兒園托育機構





圖 35 馮雅姝經理與常允金總經理導覽魯信長春花園智慧社區與交流



圖 36 魯信長春花園智慧社區防災避難動線圖



圖 37 何所長致贈馮雅姝經理本所出版品

### (三) 麥島區域能源中心-海信麥島居住區污水源熱泵供熱/供冷示範項目

本項可再生能源建築應用示範項目在2006年通過大陸建設部及財政部核可推動，目的是在基於節約能源、環境保護及永續發展的原則下，滿足麥島居住區供熱、製冷的需求。本項示範項目能源中心位於青島市嶗山區，總投資金額為3.5億人民幣，自2009年8月開工，2010年正式運轉，營運管理單位為青島中節能建築能源股份有限公司；利用麥島污水處理廠排放污水及海水源作為空調冷熱源，並結合水蓄冷蓄熱形式，導入熱泵空調技術，利用夜間離峰時段蓄能，解決地方電網晝夜用電不平衡的問題，提升能源效率，可滿足海信麥島居住區100萬平方公尺住商用戶的供熱、製冷需求。

本計畫是採用契約能源管理模式推動(相近於台灣推動節能績效保證專案ESPC計畫)，中節能建築節能股份有限公司為建築節能領域的專業企業(類似於台灣推動之ESCO產業)，主要業務是涵蓋綠建築全生命週期，以規劃設計、投資建設及營運服務為一體的全產業鏈服務模式，主要業務領域為建築節能技術服務及區域能源供應服務等2大方向。契約能源管理如同我國能源局推動之節能績效保證制度，由從事

能源服務的企業，透過與客戶簽約提供能源規劃、設備設計、工程施工、設備安裝測試、人員培訓、節能量確認及營運管理等完整的節能服務，並從節能改造後所獲致的節能效益，收回投資及取得利潤的商業模式。

在新能源領域採用契約能管理模式，利用熱泵技術，以污水、海水、湖泊水等地表水作為低品味冷熱源建設大區域新能源中心供熱供冷項目，規劃城市能源發展前景，以國際標準調整城市能源使用結構，凸顯青島在地優勢的表現。

本項目工程建置於住宅區景觀設施地下層，總建築面積2,443平方公尺，每年可約減少燃煤30,600噸，減少CO<sup>2</sup>排放約98,000噸，節約用電1.87億度，節能減碳及解決城市供熱、改善空氣品質與霧霾天氣有顯著效益。

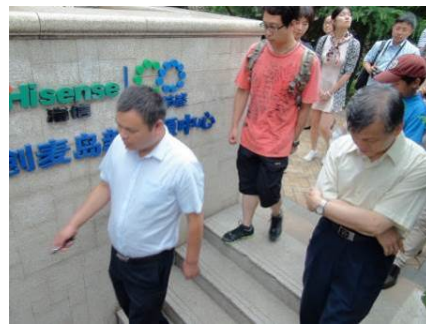


圖 38 麥島區域能源中心導覽及效益說明



圖 39 參訪考察麥島區域能源中心



圖 40 麥島區域能源中心展示模型





圖 41 中節能建築節能股份有限公司業務範疇與部分業績展示<sup>[7]</sup>



圖 42 參觀麥島區域能源中心供冷供暖服務社區

#### (四) 青島藍色硅谷濱海新鎮開發計畫區及藍色中心

青島藍色硅谷是依據2011年大陸國務院批復《山東半島藍色經濟區發展規劃》文件推動，2012年4月通過發展定位為中國藍色硅谷、濱海生態新城，同年12月核心區建設開始啟動。區內規劃海洋科技新城相關設施與機構，包括：海洋科學與技術國家實驗室、國家深海基地、國家海洋局第一海洋藍色硅谷研究院、國土資源部青島海洋地質研究所、國家海洋設備質檢中心、中船重工725所海洋工程裝備研究院、中航動力（青島）非晶技術研究院、即發海洋生物藍色硅谷研發中心、天津大學青島海洋技術研究院、(中德)新能源與環保科技研究院及華碩無機非金屬材料研發中心等，並結合教育（山東大學、哈爾濱工業大學…等）、交通（藍色輕軌）、購物及醫療設施，融合青島鰲山灣環境資源，規劃完生態宜居新城。<sup>[8]</sup> 其中藍色中心規劃為本區開發的生態地標建築，由丹麥JDS建築師事務所設計，採用高性能外牆體系、高效能冷熱源系統、低耗能超淨室內空調系統、綠色照明系統、雨水及中水回收系統、無負壓給水設備、同層排水系統及智慧城市系統等生態智慧綠建築技術，通過大陸綠色建築標誌、美國LEED白金級及德國能源署dena能源證書（原始能源需求總體評價為250 (kWh/m<sup>2</sup>.yr) 等認證標準之評定。預定至2020年將可形成以35%海洋科技人才為主體的70萬人新城，預期可成為海洋科技研發、科研人才聚集培育與產業發展的重點經濟發展區。<sup>[9][10]</sup>

本次參訪青島國際博覽中心之藍色硅谷總體規劃展示館以及綠色中心展示館，由青島硅谷置業股份有限公司郁松濤總經理接待，介紹青島藍色硅谷與濱海生態新城之規劃背景與願景、第一期建設現況及青島藍色中心規劃設計理念與實踐等，並與參訪人員進行交流。



圖 43 藍色硅谷總體規劃全區配置模型展示館現況<sup>[8]</sup>

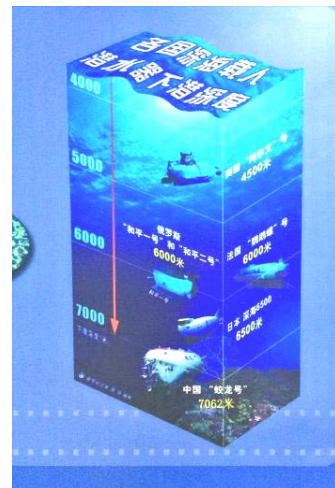
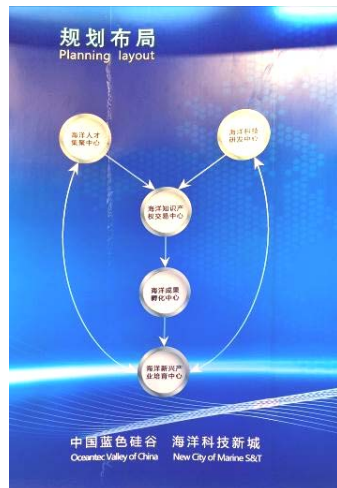


圖 44 青島藍色硅谷規劃發展為海洋科技新城之海洋科研背景說明<sup>[8]</sup>



圖 45 青島藍色硅谷總體規劃圖<sup>[8]</sup>



圖 46 青島藍色硅谷區位優勢分析圖<sup>[8]</sup>





圖 47 青島藍色硅谷發展目標與總體規劃願景<sup>[8]</sup>



圖 48 參訪藍色硅谷總體規劃展示館海洋科研展品<sup>[8]</sup>



圖 49 參訪藍色硅谷總體規劃展示館青島藍色中心設計模型<sup>[8]</sup>

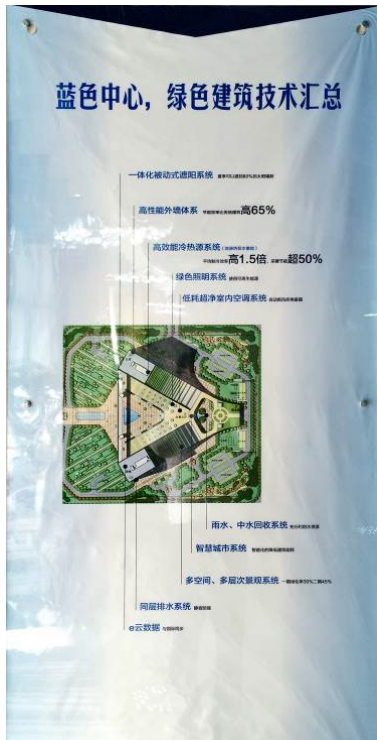
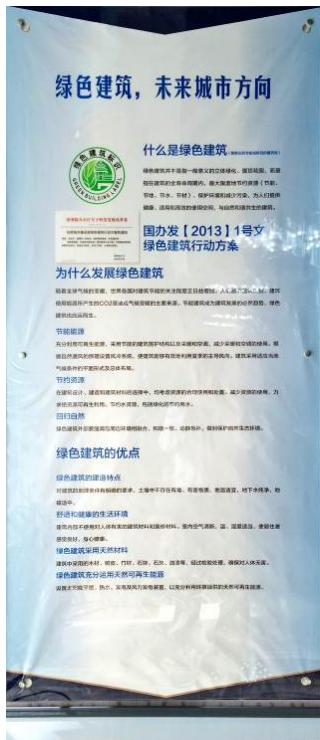


圖 50 青島藍色中心綠色建築應用技術展示說明（一）<sup>[9]</sup>



圖 51 青島藍色中心綠色建築應用技術展示說明（二）<sup>[9]</sup>

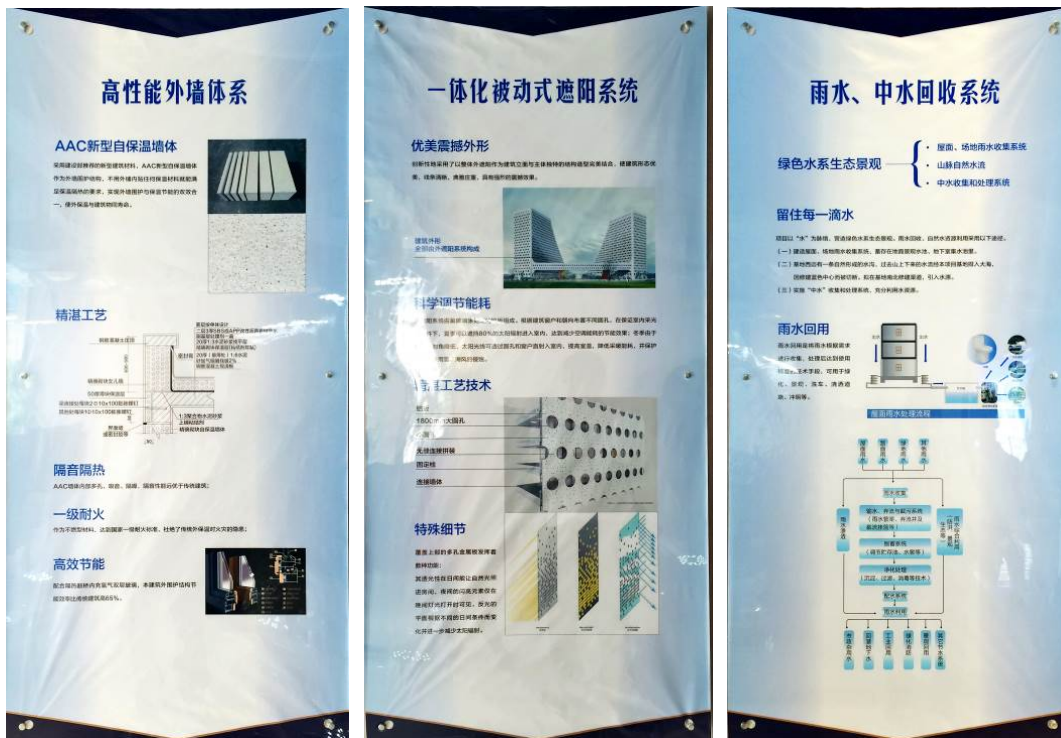


圖 52 青島藍色中心綠色建築應用技術展示說明（三）<sup>[9]</sup>





圖 53 青島藍色中心通過 LEED 金級認證及德國建築能源證書評定<sup>[9]</sup>



圖 54 參觀青島藍色中心綠色建築應用技術展示說明



圖 55 參觀青島藍色中心建設展示



圖 56 郁松濤總經理接待參訪考察人員一行並進行會談交流



圖 57 參訪人員與郁松濤總經理合影

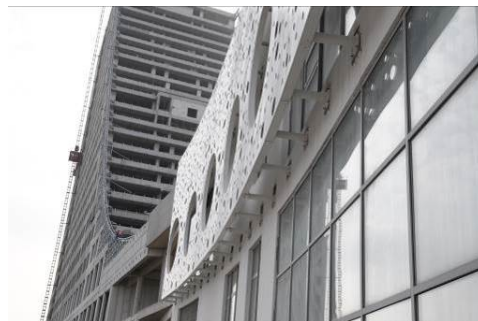


圖 58 青島藍色中心外牆施作現況

### (五) 力諾瑞特新能源有限公司工業園區

山東力諾瑞特新能源有限公司考察參訪由馬保林工程技術總監等接待解說，該公司是由中國力諾集團與德國Paradigma公司共同投資的合資企業，產業領域涵蓋太陽能光熱、光伏工程、熱泵等多類型綜合利用技術，在2007年通過成為大陸「國家住宅產業化生產基地」，近幾年重點研發應用太陽能與建築一體化、太陽能採暖等關鍵技術，以實現太陽能應用技術與產品生產標準化、系列化、配套化及產業化。其中太陽能熱水系統部分，更建置從太陽能管材到太陽能集成系統的技術開發與產業生產的產業鏈，並與相關房地產開發產業進行部品集成、太陽能與建築一體化、系統智慧化運轉、品質控制及售後服務等，建立完整的產品、產業與使用者服務體系。該公司並由德國政府資助、司圖加特大學授建大陸唯一的EN ISO太陽能檢測中心，爭取太陽能產品檢測與國際接軌；並與大陸國家節能產品質量監督檢驗中心合作籌建「新能源應用技術檢測中心」，為規劃新技術標準作準備。<sup>[10][11][12]</sup>

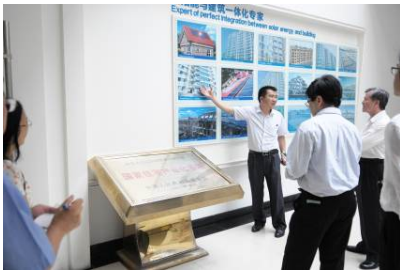


圖 59 力諾瑞特新能源公司太陽能與建築一體化技術發展現況介紹



圖 60 馬保林工程技術總監導覽太陽熱能產品與技術展示館



圖 61 太陽熱能水配管技術解說



圖 62 太陽熱能集熱管技術解說



圖 63 導覽零碳社區與工業園區模型



圖 64 太陽能集熱器相關玻璃產品介紹



圖 65 太陽能熱能技術應用解說



圖 66 參訪人員與馬保林總監合影



圖 67 力諾瑞特新能源公司零碳社區構想模型<sup>[14]</sup>



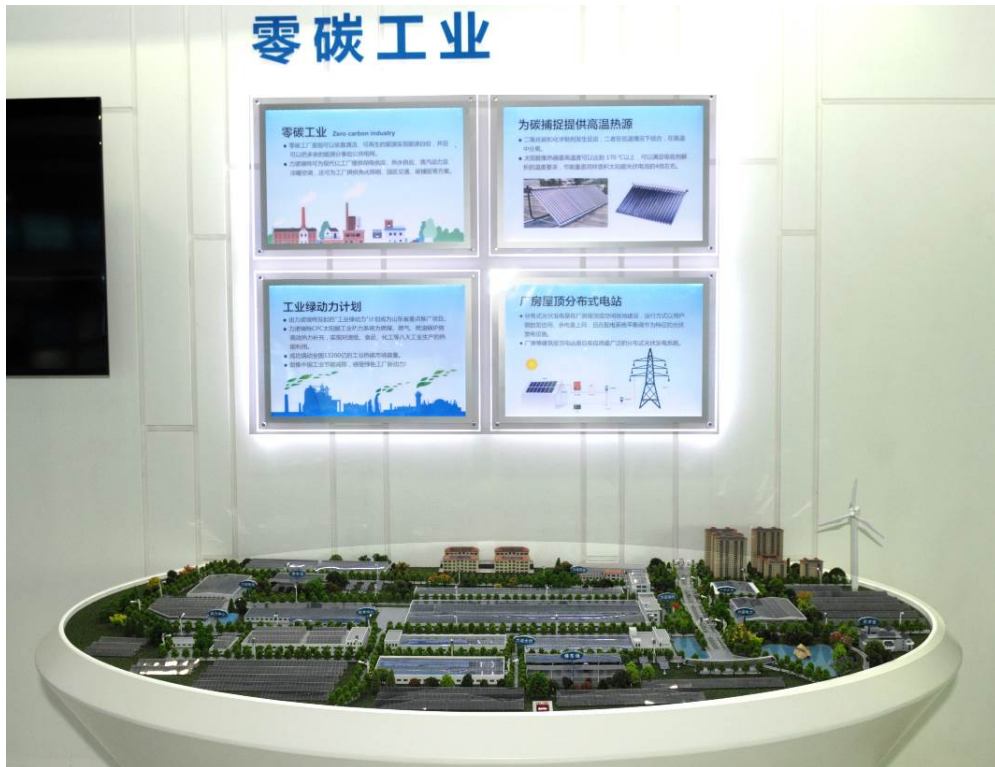


圖 68 力諾瑞特新能源公司零碳工業構想模型<sup>[14]</sup>

#### (六) 萬斯達建築科技有限公司預鑄版廠

考察參訪山東萬斯達集團有限公司預鑄版廠之行程，是由該公司張樹輝總經理等一行接待交流。該公司業務範圍涵蓋PK裝配整體式結構快裝體系、預製混凝土構件流水線生產設備、建築鋼結構、橋樑鋼結構等，濟南地區計有長清工業園、章丘工業園、濟陽工業園、彌村工業園等4個工業園區，年產量可滿足200萬平方公尺預鑄式建築的興建需求。該公司2011年研製成功的預製混凝土構件流水線生產設備設於濟陽工業園區內，園區並成為預製構件生產線設備的加工基地。<sup>[15]</sup>



圖 69 參訪萬斯達建築科技有限公司進行技術交流



圖 70 何所長與萬斯達集團張樹輝總經理等合影



圖 71 山東萬斯達集團生產基地分布



圖 72 濟南市住宅產業化試點工程現況

該公司積極推動建築工業化，從建築、結構設計開始考量，要求設計單位將建築工業化的構想落實於建築結構設計整體過程，從建築構件生產、施工階段逐項對應設計需求，以創造建築工業化發展的條件。裝配式建築的設計與生產存在著不可分割的連結關係，良好的建築與結構設計可大幅降低生產製造成本，同時透過生產與施工技術改進也能促使設計更加靈活。工業化建築預鑄生產的說明與流程：

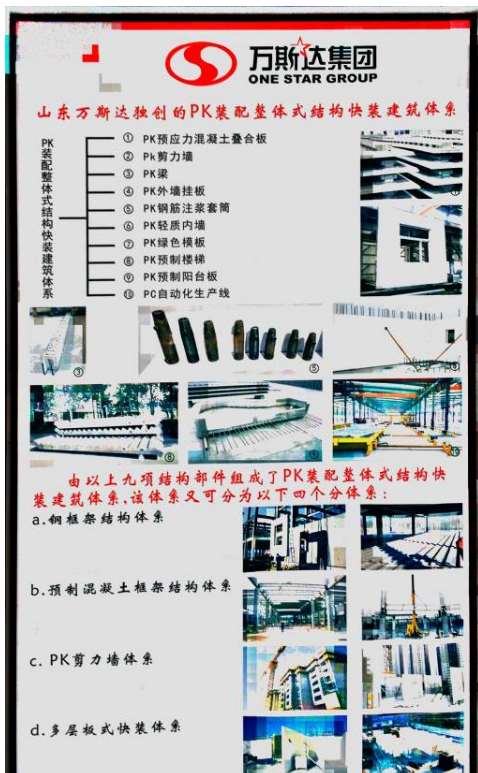


圖 73 PK 裝配整體式結構快裝體系  
解說看板<sup>[16]</sup>



圖 74 PV 外牆掛板生產解說看板<sup>[16]</sup>



模具加工	儘量考慮模具使用的通用性及重複利用率		
工廠備料	確定構件所有預埋件型號、外飾面材料、門窗型號等		
綁筋、組模、預埋	構件圖中需明示配筋要求、預埋件定位、防雷設置要求		
混凝土澆置	構件圖需表達不同構件所用混凝土的標號		
脫模、養護	構件圖需表達脫模的吊點、吊具型號及位置		

該公司認為建築預鑄化首先要發展工業化和裝配化，工廠製作可以改變生產條件，大大提高機械化和自動化水準，尤其是建築物量大面廣的結構構件，宜儘量在工廠內生產（包括RC及鋼結構構件），如建築外牆板（包括承重和圍護外牆板）在工廠內預製運至現場安裝，具有明顯優勢，可在工廠內一次製成裝飾結構和保溫三合一的外牆板運到現場安裝，大幅減少施工工序、勞動力、多次且長期的外牆高空危險作業，減少現場作業，加快工程進度。目前大陸在發展RC結構施工工業化方面，仍採預製裝配與現場現澆相結合的施工技術，而依據其發展建築工業化經驗指出，關鍵因素在於提高勞動效率和機械化水準：因此，近年來積極投入預製混凝土構件（PC牆體、板、梁、板牆、樓梯、住宅單元等）、PC外牆（水平接縫、垂直接縫及預製窗板窗框）防水技術之開發，

但目前也面臨一些執行上的問題點，包括：(1) 建築工業化產業系統所需對應技術、人才及法規的相互配合、(2) 廉價的勞動力環境成為建築預鑄工業化的成本劣勢、(3) 防火及防水配件與技術尚未成熟、(4) 配合建築工業化之設計及施工技術尚待轉型。<sup>[15]</sup>

#### (七) 參訪建築產業現代化試點示範工程（濟南市住宅產業化試點工程）

本工程位於濟南市西城·濟水上苑二區，建設單位為濟南西城投資開發集團有限公司，山東建大建築規劃設計院裝配式建築分院設計，建築面積為19028.18平方公尺，地上21層、地下2層建築高度61.05公尺，採裝配整體式剪力結構牆為主要結構系統，建築工程中應用之預鑄式構件包括：(1) 預鑄式三明治夾心剪力牆外牆、(2) 預鑄式剪力內牆、(3) 預鑄整體式輕質隔牆、(4) 預鑄樓梯、(5) 預鑄PK疊合樓版等。因應青島地區的氣候特性與冬季保溫需求，外牆採用之三明治夾心剪力牆為200mm厚混凝土剪力牆+50mm厚保溫板+50mm厚保溫板保護層，全部封閉後再施作外牆塗料局部石材；分戶牆為保溫夾心預鑄混凝土板，熱傳導係數為0.939，局部樓板保溫材為20mm後擠塑板，熱傳導係數為1.1，地面為120mm鋼筋混凝土現場澆置板，熱傳導係數為0.62，建築施工設計符合大陸「居民建築節能設計標準」規定，可達總體節能65%的目標。<sup>[17]</sup>



圖 75 濟南市住宅產業化試點工程外觀現況



圖 76 濟南市住宅產業化試點工程外牆現況





圖 77 住宅產業化試點工程告示牌



圖 78 建築預鑄化構件技術交流（一）



圖 79 建築預鑄化構件技術交流（二）



圖 80 建築預鑄化構件技術交流（三）



圖 81 住宅單元預鑄化構件（一）



圖 82 住宅單元預鑄化構件（二）

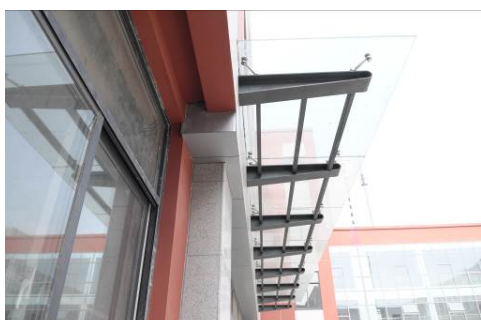


圖 83 濟南市建築工業化案例遮陽板



圖 84 考察濟南市建築工業化案例



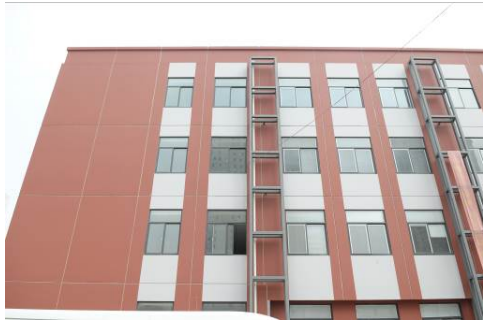


圖 85 濟南市建築工業化案例外牆



圖 86 濟南市建築工業化案例施工現況



圖 87 考察人員合影於濟南市住宅產業化試點工程



圖 88 與鄒教授、臺灣專家一行參訪濟南市住宅產業化試點工程

## 五、參加第11屆中國城市住宅國際研討會及兩岸綠色建築評價標準對比研究論壇

中國城市住宅研討會是大陸國家住房和城鄉建設部科學技術委員會與香港中文大學中國城市住宅研究中心及其它相關機構共同主持的學術會議。舉辦研討會的目的是為與會的海內外規劃、設計、科研、營造、管理、房地產開發、經濟、社會學等領域內的從業者、研究人員和政府官員提供平臺，營建可持續與和諧發展的人居環境，以應對資源環境與社會生活的挑戰。自1998年在原大陸國家建設部（現為大陸`國家住房和城鄉建設部）科學技術委員會領導的指導與支持下，中國城市住宅研究中心在北京成立，同時舉行了第1屆“中國城市住宅研討會”。其後在香港、北京、紹興、重慶、合肥、上海等地，研討會定期每2年舉行1次，為中國城市住宅領域內重要的國際學術活動，2015年為第11屆。<sup>[18]</sup>

本次考察除參加第11屆於青島大學國際交流中心舉辦之中國城市住宅國際研討會，並參與兩岸綠色建築評價標準對比研究論壇，進行兩岸間智慧生態城市規劃建設技術之交流。

(一) 參加第11屆中國城市住宅國際研討會

本次研討會論文合計108篇(含8篇特邀論文)，摘要徵集的子議題及論文篇數彙整說明如表1<sup>[18]</sup>；依主辦單位統計，計有來自美、德、澳洲、日、韓、菲、臺灣、香港及大陸地區188人參加，顯見各國對於住宅研究議題相當重視。

表1 第11屆中國城市住宅國際研討會論文發表統計

	子議題	篇數
0	特邀論文	8篇
1	新型城鎮化與低碳城市	16篇
2	可持續高密度人居環境建設	11篇
3	包容性人居環境建設	19篇
4	社會住宅與保障性住房建設	14篇
5	程式與建築：設計、更新與改造	16篇
6	綠色建築與建築技術	19篇
7	住宅產業化	5篇

表2 第11屆中國城市住宅國際研討會與會人數統計概況

國家/地區	大陸	香港	台灣	澳洲	菲律賓	德國	美國	日本	韓國	總計
人數	118	32	26	4	3	2	1	1	1	188

本次考察人員何明錦所長並受邀於研討會以「從環境變遷探討臺灣智慧綠建築推動策略與未來展望」為主題發表特邀演講，說明臺灣智慧生態城市發展對於相關產業發展與就業的影響，以及現階段綠建築、智慧建築與智慧綠建築推動方案累積的執行成效，並瞭解兩岸三地及國際間智慧生態城市、智慧建築、綠建築與生態社區相關技術與規範發展的現況，進行交流與經驗分享，以提升我國在智慧綠建築技術領域之影響力。



圖 89 大會主席邀許溶烈教授致詞



圖 90 何所長發表專題演講（一）



圖 91 何所長發表專題演講（二）



圖 92 何所長發表專題演講（三）



圖 93 馮宜萱副署長專題演講



圖 94 何所長參與研討會進行交流



圖 95 研討會前貴賓一行合影



圖 96 研討會後與會來賓全體合影

## （二）參加兩岸綠色建築評價標準對比研究論壇

香港中文大學中國城市住宅研究中心配合前項研討會議程同步舉辦兩岸綠色建築評價標準對比研究論壇，由該中心主任鄒經宇教授主持，並邀請香港房屋委員會馮宜萱副署長、大陸方面專家：住房和城鄉建設部科學技術委員會顧問許溶烈教授、城鄉規劃標準化技術委員會秘書長鹿勤教授、科技與產業化發展中心綠色建築發展處副研究員馬欣伯博士、中國建築科學研究院建築設計院副院長曾捷教授、上海市建築科學研究院建築新技術事業部及研究所楊建榮所長，以及臺灣專家：內政部建築研究所何明錦所長、呂文弘研究員、台灣大學謝尚賢教授、淡江大學王文安教授、樹德科技大學李彥頤教授、東方設計學院陳念祖教授、陳振誠教授、逢甲大學陳上元教授、臺灣綠領協會陳重仁理事長及聯勤建設公司陳少雍協理，以及香港凱達環球建築設計有限公司周家明董事等，以學術研究方式針對臺灣綠建築標章評估指標與大陸綠色建築評價標準進行比較分析與意見交流。



圖 97 鄒經宇教授介紹參與來賓



圖 98 鹿勤教授開場引言



圖 99 陳重仁理事長介紹分組報告人王文安教授



圖 100 王文安教授進行臺灣綠建築執行現況報告

大陸綠色建築評價標準對於節地的設置，涉及到容積率、綠地率、公共服務設施等前期規劃上的內容，與大陸自1998年開始推動的住房市場化改革及目前所處的



住宅建設發展階段有關，因應大陸開發項目範圍廣的特點，該項綠色建築評價標準不僅對單體建築進行規定，同時也將前期規劃上所涉及的土地使用相關規定納入；臺灣綠建築標章除涵蓋生態、節能、減廢與健康等領域9大指標外，也建立綠建築家族評估體系，推動範疇包括基本型、住宿類、廠房類建築物、舊建築改善類及社區類等綠建築標章類型，將綠建築理念擴展至建築、社區、城市尺度，社區類綠建築標章並已將都市熱島等納入評估項目；至於土地使用方面，則依循都市計畫與都市設計管制規則、非都市土地使用管制規則等規範實施管理。<sup>[19]</sup>

表 3 兩岸綠色建築評價標準對比分析說明一覽表<sup>[19]</sup>

項次	論壇報告分組	比較分析說明
1	節地與室外環境組	大陸之節地與室外環境指標約占全部體系權重的19%；臺灣生態指標群三項指標分別為生物多樣性、綠化量及基地保水指標共27%。由於中國大陸綠色建築評價與臺灣EEWH指標系統的計分方式差異，在評估得分換算方面仍須回歸設計圖面，就各指標項目逐一進行評價。
2	節水與水資源利用	大陸之節水及水資源利用約占全部體系權重的20%、臺灣則約為8%，但臺灣水資源指標為門檻指標。中國與臺灣的綠建築水資源設計概念均建立在“節水”的原則下，但中國較多規定項目是依循建築整體規劃的觀念，而臺灣則是較為注重建築本體與基地節水的設備設施應用。
3	室內環境質量組	大陸室內環境質量約占全部體系權重的18%、台灣則約為12%。基本上大陸與臺灣於室內環境所要求的取向大致符合。臺灣EEWH室內環境指標為自願性評估項目，涵蓋室內環境控制與綠建材使用項目，並與強制性法規併行；大陸綠色建築評價標準則為一綜合性的法規規定，目前正推動地方強制性規定，未來對標分數計算時，仍須以整體面向關注的權重進行重新彙整。
4	節能與能源利用組	大陸節能與能源利用約占全部體系權重的28%、臺灣則約為32%，臺灣高於大陸且為門檻指標。大陸的綠建築節能與能源利用設計概念，主要以符合其國家標準，並須檢視竣工圖說、運行紀錄與現勘；該項目以系統採用與運行節能成效為重點，視其節能效率提供審查委員較多權限的予給分，並重視智能化控制之紀錄資料佐證，提供量化評價基礎。臺灣綠建築節能與能源利用設計概念，主要落實在設計階段對於完整建築耗能與節能的定量計算評估，分別提供外殼耗能評估計算書、空調節能評估計算書、照明EL計算報告與圖說為佐證，檢視其竣工圖說與現勘；重視逐空間逐設備細項內容之技術計算，審查委員之權限為檢視計算報告書、判斷佐證資料、確認現場施作是否落實，建築能源智慧化控制則為另項智慧建築標章之認證項目。
5	施工管理組	大陸綠色建築評價標準體系7個指標中施工管理部分只在運行評價中評分，所占權重為10%。

		經比較臺灣EEWH、大陸綠色建築評價標準ASGB及美國LEED在本項指標的內涵，大致上符合，小組建議該項目獲得EEWH及LEED評定之得分，應可等同取得ASGB之得分建議。
6	運營管理組	大陸ASGB運營管理指標主要依靠物業管理，通過規範物業的管理能力，將節水、節能、節材、綠化四大指標方面從規劃設計建造階段延續到運營時期的監控與優化；臺灣EEWH並無將運營管理獨立成評價指標，運營管理階段系統的監控、物業的管理範圍以及操作規程也未提及。建議未來可將臺灣「智慧建築標章」相關規範納入對比範疇，以使兩岸綠建築對比研究更加完備。
7	節材與材料資源利用組	大陸節材與材料資源利用約占全部體系權重的17%、臺灣CO <sub>2</sub> 減量及廢棄物減量指標則各約為8%，整體占比相當。 大陸綠色建築條款在節材項中較為著重建築本身的安全及耐用性要素，其中納入部分國標標準，只要建築設計完全符合國標的要求，也會自動取得一部分的綠建築條款得分，在綠建築規範的推廣上較具有鼓勵作用。 臺灣綠建築評估指標中與節材相關指標，則以建築結構設計合理性與構造選擇，及建築施工階段廢棄物減量為重點，兩岸標準有許多相似之處，因此未來可考量相互轉換評估的可能性。
8	申報審核管理及使用後評價組	臺灣綠建築申報審核管理及使用後評價制度歷經16年之執行與調整修正，已漸入穩定階段；然而大陸綠色建築申報審核管理及使用後評價制度部分，尚未能取得相關資料，有待進一步了解與比較。

大陸綠色建築評價標準希望藉由發展建築產業化，推動綠色施工取代傳統施工方式，以對應建築產業質量需求大與施工時程緊迫但缺工的現況；另因要求使用高強度鋼材，已促成產能結構轉變，但卻也影響營建產業的就業市場。臺灣則分別透過自願性的綠建築評估指標與強制性的建築技術規則綠建築基準規定，在既有成熟發展的營建技術支持下，規範並引導綠建築與綠建材相關業發展，同時對應面臨飽和的新建建築市場，逐步轉向都市更新及既有建築能源效率提升等領域，全面建構節能減碳智慧臺灣的永續生活環境。

經過論壇之分組報告說明與交流，與會專家學者均認為臺灣綠建築標章評估指標與大陸綠色建築評價標準之實施，除引領兩岸建築產業之轉型升級外，並擴大帶動營建相關產業之蓬勃發展，例如節能與節水設備、材料及工法、健康環保綠建材、建築構造工法與營建施工技術等，未來如能配合推動兩岸建築材料與設備審核認可之交互承認，勢必能夠積極拓展產業市場與商機。

臺灣除了發展推動綠建築標章評估指標外，並廣續推動綠建築推動方案、生態

城市綠建築推動方案、智慧綠建築推動方案，目前另積極規劃永續智慧城市-智慧綠建築與社區推動方案，逐步將建築研究發展成果透過政策措施具體落實應用，引導營建產業轉型與技術發展，未來的永續智慧城市發展方向，則可將大陸陸續推動國家級新區或經濟區規劃的執行經驗納入參考。



圖 101 何所長共同參與論壇座談



圖 102 何所長參與論壇意見交流



圖 103 馬欣伯博士參與論壇意見交流



圖 104 論壇報告人謝尚賢教授等一行



圖 105 論壇茶敘合影（鄒經宇教授、馬欣伯博士、何所長、楊建榮所長）



圖 106 論壇茶敘合影（曾捷教授、何所長、鹿勤教授、鄒經宇教授）



圖 107 何所長致贈綠建築評估手冊予馬欣伯博士



圖 108 何所長與鄒教授致贈許溶烈教授紀念品



圖 109 何所長致贈鹿勤教授紀念品



圖 110 何所長致贈曾捷教授紀念品



圖 111 論壇與會專家學者一行合影



圖 112 與上海市建築科學研究院楊建榮所長等一行合影



圖 113 考察人員合參訪青島大學



圖 114 考察人與與臺灣專家學者合影於青島大學國際交流中心前



## 參、考察心得

本次考察瞭解大陸地區在智慧生態城市規劃建設技術與推動現況，斬獲豐碩。考察心得分述如下：

- 一、制訂綠色建築評價標準之國家標準規範引導綠建築與智慧生態城市之發展：  
大陸住建部於2014年4月發布綠色建築評價標準（GB/T 50378-2014），並自2015年起實施，以制訂國家標準方式推動其綠建築政策，有別於我國採自願性綠建築標章評定及強制性建築技術規則規範併行之政策措施，相關推動機制與成效，有待後續比較探討。
- 二、整合國際投資與行政資源推動智慧生態城市建設之策略措施：  
中德生態園德國企業中心及青島藍色硅谷濱海新鎮開發計畫區整體規劃與發展，雖屬不同區位與社經背景，但從都市建築整體規劃面而言，均朝向低碳節能與智慧永續目標邁進，透過技術產業專業園區規劃開發，結合區域發展優勢條件（如港口、能源供給設施及重要研發設施），建立開發區內的產業與就業環境、智慧城市與永續綠建築發展的軟硬體設施基礎，相關策略與技術方針資料，可納供永續智慧城市、低碳生態社區與智慧綠建築政策措施檢討調整之參考。
- 三、大陸智慧生態城市建設與配套措施規劃需再強化整合：  
本次考察之中德生態園、青島藍色硅谷新鎮及其他大規模住宅社區開發，均屬新都市計畫區大規模造鎮的市鎮開發性質，除目標產業之設施規劃外，並包括計畫區內的住宅與商業文教設施；但在配套公共設施、交通運輸網絡及公用服務資源設計與建置方面，欠缺周詳的總體規劃整合作為，使住宅去化情況不佳且進駐率偏低，逐漸面臨住宅供需與價格失衡的危機。
- 四、推動建築產業現代化試點工程典範案例，優化營建工程自動化與施工管理措施：  
山東省建築產業現代化及濟南市住宅產業化試點工程結合建築科技預鑄版廠與預鑄一體型太陽熱能與光電發電設施生產線，因應新興計畫區大規模且模矩化生產之建築工程需求，在優化營建工程自動化與施工管理措施方面，可供智慧綠建築營建生產與管理自動化實作之參考。
- 五、參加第11屆中國城市住宅研討會與兩岸綠色建築推動策略交流研討活動：  
透過住宅研究發表及兩岸綠色建築評價標準對比研究論壇，擴大兩岸三地與國際間之住宅政策措施推動經驗交流，分享實施成果與精進構想，成效顯著。

## 肆、建議

- 一、建議針對臺灣綠建築標章評定與大陸綠色建築評價標準規劃兩岸新建建築案例之試評比較研究，探討個別評估基準或標準的執行差異，並評估可交互認可之評定項目，建立兩岸智慧綠建築評估研究交流的管道。
- 二、建議參考青島中德生態園與藍色硅谷開發計畫之執行經驗，將智慧城市標準規範、安全體系及工程架構等納入永續智慧社區創新實證場域遴選與執行評估事項，並嘗試整合國際ICT技術資源，俾使創新實證場域計畫之規劃更臻完備。
- 三、本次考察所蒐集有關大陸綠色建築評價標準、智慧城市規劃標準或規範建築、產業工業化之發展經驗及相關研討交流議題重點，建議納入下一階段研議永續智慧城市-智慧社區與智慧綠建築推動方案及低碳綠建築與節能減碳科技計畫規劃之參考。

## 附錄

### 考察行程

日期	行程內容	備註
7月22日(三)	去程	台北－青島
7月23日(四)	考察青島智慧城市示範點(黃島區中德生態園德國企業中心、嶗山區智慧社區及區域能源中心)	青島
7月24日(五)	參加第11屆中國城市住宅國際研討會、拜會青島大學國際學術交流中心、考察青島藍色硅谷	青島
7月25日(六)	參加第11屆中國城市住宅國際研討會、兩岸綠建築評價標識研究交流會	青島
7月26日(日)	青島出發-抵達濟南	青島－濟南
7月27日(一)	拜會山東省建築科學研究院、力諾瑞特新能源有限公司	濟南
7月28日(二)	拜會山東萬斯達建築科技股份有限公司 返程	濟南－台北



## 參考文獻

1. “山東省建築科學研究院”簡介，山東省建築科學研究院。
2. “山東省建築科學研究院”簡報資料，山東省建築科學研究院，2015.07。
3. 中德生態園官方網站：[http://www.sino-germanecopark.gov.cn/webIndex/index\\_Index.action](http://www.sino-germanecopark.gov.cn/webIndex/index_Index.action)。
4. “中德生態園體驗運營中心展示說明看板”，中德生態園體驗運營中心。
5. “中德生態園工區展示牌”，中德生態園體驗運營中心。
6. “魯信長春花園”簡報資料，山東魯信置業有限公司，2015.07。
7. “中節能建築節能股份有限公司業務簡報”，中節能建築節能股份有限公司。
8. “青島藍色硅谷海洋科技新城簡介暨總體規劃展示館展示資料”，青島藍色硅谷核心區管理委員會。
9. “青島藍色中心綠色建築技術展示資料”，青島硅谷置業股份有限公司。
10. “青島藍色中心簡介資料”，青島硅谷置業股份有限公司。
11. “太陽能熱水系統工程-民用建築篇”，山東力諾瑞特新能源有限公司。
12. “力諾光伏 太陽能電池片-組件-系統集成”，山東力諾瑞特新能源有限公司。
13. “力諾瑞特-太陽能與建築一體化專家”，山東力諾瑞特新能源有限公司。
14. “力諾瑞特新能源有限公司產品展示館”，山東力諾瑞特新能源有限公司。
15. 山東萬斯達集團有限公司官方網站：<http://www.onestar.cn>。
16. “山東萬斯達集團有限公司產品資訊展示看板”，山東萬斯達集團有限公司。
17. “濟南市住宅產業化試點工程工程資訊展示看板”，山東萬斯達集團有限公司。
18. “第十一屆中國城市住宅研討會論文集”，中國建築工業出版社，2015.07。
19. “兩岸綠色建築評價標準對比研究論壇”會議簡報資料，香港中文大學中國城市住宅研究中心，2015.07。