

與竹有約

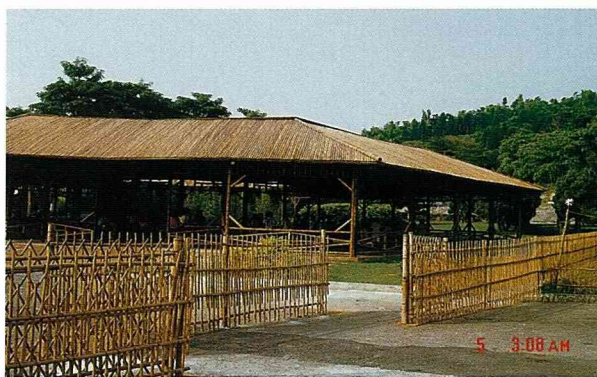
文圖／陳文祈
工業技術研究院，專案經理

(2) 綠建築篇

竹屋是最能呈現另類本土丰采的台灣綠建築，建議政府全力發展此項最具台灣代表性之傳統民生產業技術，提升竹材經濟復甦，提高整體競爭力，以確保國家永續經營。

由行政院921重建委員會指導，行政院農業委員會主辦，(財)工業技術研究院及農委會林業試驗所承辦之921震災三週年紀念「景觀、藝術、文化竹」活動，已於去年在南投市中興新村的親情公園旁綠地順利圓滿舉行。

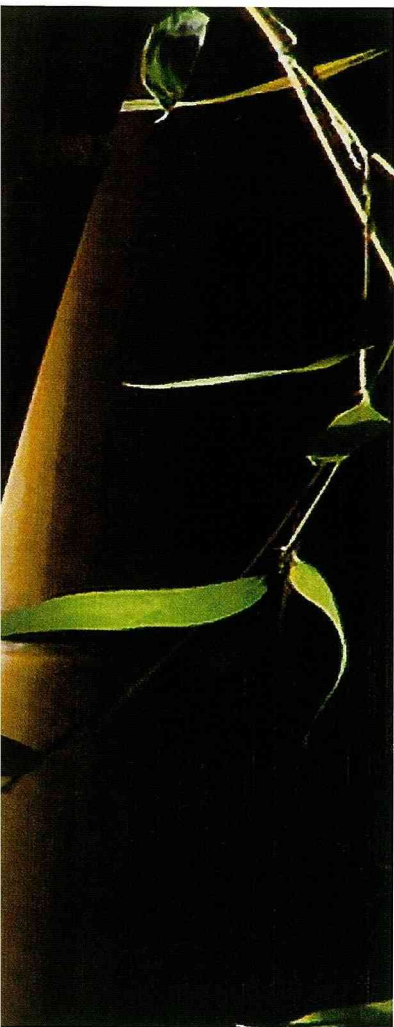
在21世紀初萌的同時，台灣於加入WTO後即將面臨更為嚴酷的經濟競爭；尤其我國業已正式宣示加入國際永續發展先進國家行列，對於地球環境保護責任之壓力更是日與益增，因此主辦單位正積極規劃及發展「台灣綠建築—竹建材」此項最具代表性之民生產業科技，期待能全面提升其製程技術並協助業者開拓海外市場，促進國內經濟復甦以利提高國家整體競爭力，確保台灣永續經營發展。現僅就有關竹材應用於綠建築之可行性分析如下。



「景觀·藝術·文化竹」展場。

竹與綠建築

綠建築的定義：「在建築生命週期（生產、規劃設計、施工、使用管理及拆除過程）中，以最節約能源、最有效利用資源的方式，建造最低環境負



荷之情況下提供最安全、健康、效率及舒適的居住空間；達到人及建築與環境共生共榮、永續發展」。

綠建築目標及指導原則為土地的永續使用、環保建材、資源有效利用及回收、能源效率及健康的養護維修；而使用竹材於綠建築的益處可概略分述如下：

1.使用回收性高的竹建材可降低建築廢棄物，相對地減少對自然環境的衝擊。

2.且藉著指定回收及新施工法來節約材料以節省成本，因為綠建築竹建材較傳統建材更能節省能源及資源，因此大自然及人類均將受益於綠建築竹材之永續使用。

3.綠建材的選擇至少需包含環保概念、重覆使用、回收、資源有效、耐久性、低污染等特性，其中又以竹製建材、構件的回收及再使用最能減輕資源與能源的消耗。

竹屋建材

台灣竹建材之應用事實上已有一段很長歷史，惟以工業化生產技術而言尚在萌芽階段，僅僅在一些比較特殊之建築結構或家具應用上才會被使用，對於台灣得天獨厚而未被充份地利用之此項材料，殊為可惜。

發展竹建材產業最有效的方法即開發適合台灣地理環境與氣候條件的生態建築與健康環保材料；然而眾所周知，竹建材產業能否順利全面性推展，完全仰賴市場面的開發與應用是否臻於完善。

因此執行單位工業技術

研究院即針對此一系列之竹建材技術，例如：竹材調質技術、空間竹管桁架(Space bamboo frame)、三明治蜂巢竹夾板(Honey bamboo comb)以及積層竹材板等，規劃發展成為未來可進行工業化與模矩化生產之台灣本土化產品，如此不僅可節省一般建材生產時所消耗之能源問題外，更期待此項產品將來能大量生產而成為全世界綠色建材潮流。現謹就國內外幾項具有代表性之竹屋建材介紹如下。

1.日本竹屋

日本國土大部分屬於高緯度之寒帶國家，竹材種類及數量並不多，且每年冬季來臨時皆面臨積雪霜寒的困境，因此大部分皆採用木構造建築為主。不過林間及農地間亦時可見到各種簡易型竹涼亭或倉庫等。

近代日本建築師阪茂先生曾經設計一棟用紙和竹子建造的「家具屋」；



日本沼津流竹籬。



日本鄉間儲藏用竹屋。



日本靜岡縣之竹屋涼亭。



日本竹材應用於竹圍籬。



日本京都府竹製門窗造景之應用。

阪茂先生的建築風格來自於1996年日本阪神大地震後引起他對建築結構的思考，這種建築或許是對生活在多震地區人們的一種貢獻；因為他創造了以回收紙筒做為基本材料的「紙筒屋」和以木製家具為基本建築材料的「家具屋」。在中國長城腳下的這棟「家具屋」是一個正方環形的單層建築，在形狀上非常像中國傳統的四合院，屋子的基本材料是木材和經過特殊加工處理的竹材；因此竹製的建築構件對人類視覺上而言，具有極大的親和力。

真正傳統式的日本竹屋並不多見，主要是因為日本對於竹材之應用絕大部分在於竹籬景觀及室內裝修造景等方面，對於竹林之維護及管理非常地嚴



謹，尤其日本最古老的故事書裡已有『竹取物語』（西元900年左右）之民間故事流傳盛行，因此日本人對於竹材利用可說是非常地珍惜。

2. 台灣原住民竹屋

台灣是一個四面環海的島嶼，由於台灣各地方氣候、建材有所不同，因此出現了許多富有地方特色的生態住屋，而台灣盛產竹子且取材容易，竹子當然就成為建材上最被經常使用的材料了。

據有關資料顯示，以竹材造屋的主要原住民族計有阿美族、賽夏族、泰雅族與平埔族等。台灣原住民巧妙的利用地理環境建造出傳統的竹屋，不僅實用而且考慮居住安全，另外在住屋旁建有附屬建築物，以存放糧食與家禽家畜用。傳統竹屋經常可見其屋內入口處的中央或左上角地面設有火塘（Kasanana），火塘周圍為全家圍坐取暖及煮炊之處，有的甚至是宗教儀式之舉行場所；由於經長年煙燻之故，屋內竹材都是燻黑的，因此也減少了蟲蛀機會，使竹屋的壽命更為延長。

據資料考證，阿美族傳統家屋以木材為樑柱，竹材為壁面，屋頂則覆以茅草。因為阿美族人較早進入農耕的時代，因此雞舍、牛車棚、穀倉、及農作期間休息的田中小屋等形式非常完整，另據悉秀姑巒溪畔的奇美村尚保有一棟專司男子議事的竹屋。

竹屋也是賽夏族與泰雅族最傳統的房舍建築，在桃園、新竹、苗栗等地區盛產桂竹，因此竹材是最方便使用的建屋材料，且竹屋的設計兼具冬暖夏涼。其竹屋建築以圓木架出主要支撐結構，不管是牆面、屋面或隔間均以桂竹用半剖竹管正反對接組合方式建造。一般屋頂為兩斜坡面式，山牆及屋頂則以竹管、茅草鋪設而成。

早期賽夏族人竹屋多以採用高架的方式搭建，類似大陸西南少數民族之杆欄式建築。從外觀特色來說，因必須預防鼠類或水患的侵襲，所以在建造穀倉時，通常都會特別將其架高；但在住屋方面是否架高就全憑其個人的喜好而定。屋子的屋頂是以木板或竹子做結構及被襯材，外側以對半剖竹或茅草覆蓋；而牆壁的外側，則都以竹子豎立排列而成，整個空間呈一個矩形



新竹縣五峰鄉泰雅族竹屋。



花蓮縣馬太鞍竹屋。



馬太鞍竹屋的屋頂結構。



馬太鞍竹屋的內部。

狀。

據《番俗六考》中考證分析如下：台中盆地內之南投、北投、貓羅、半線等社即「以草為蓋，或木或竹為柱；厝蓋葺茅編成」。即中部之平埔族房屋建築材料為竹木兼用，北部大抵以木材為主，而南部如嘉義、屏東平原之平埔族則以竹子為主，木為副。另依據柯本氏之氣候分類，台灣地域有屬於溫暖之冬季寡雨型氣候及熱帶之冬季寡雨型氣候，由於莽原氣候之特點，其原始植物景觀為草原疏林，尤其季風帶特有之竹林頗多。故居住此地域內之西拉雅等族之築屋用材，大多以竹子為壁、木為樑、柱，而屋頂悉以茅草之類。可知其所使用之材料，皆就地取材。



竹屋使用之煙燻竹材。

3. 慈濟竹軒

位於花蓮市之慈濟大學與靜思堂中間的「靜思竹軒」已於90年10月28日圓滿完工，竹軒內象徵「智慧窗」的130扇由竹積層材製作之活葉竹窗同時展示。據慈濟會相關資料顯示，竹軒佔地190坪，工期歷時一年多，大部分取材自竹山及嘉義等地之竹林，且由慈濟會志工們親自將竹子從山上扛下山建造出來，充滿了懷古追思與慈濟文化的建築內涵，可說是台灣近年來最具代表性之竹屋建築。

靜思竹軒以全竹材打造，據資料顯示其竹材總重超過8萬公斤，包括大刺竹、孟宗竹、桂竹、大四方竹等；另外還有手削竹釘5萬支、本地原石15萬公斤，動員海內外志工超過6,500人次。據負責規劃建造的慈濟委員洪武正夫婦表示，整棟建築沒有使用任何現代鋼鐵建材，完全由數位老師傅帶領志工們採用插榫古法搭建完成。竹軒呈現台灣另一種本土丰采，並融合大陸江南文化，用正身兩側護龍的方式，以迴廊把三座竹屋結為一體。

4. 中興六角竹屋

座落於南投市中興新村親情公園旁之六角竹屋亭，原為省財政廳廢址，因民國88年921大地震震毀拆除後原為一片大草原，後經主辦單位行政院農委會於90年9月21日舉辦震災三週年紀念之「景觀、藝術、文化竹」活動時，重新賦予結合當地社區發展之新契機。其建築形式之基本資料如下：全屋主構件竹材均以168小時以上之煙燻防腐處理，地坪面積共計120坪。竹屋配置採用類似蜂窩組織之六角形結構設計，且具有以下各項特點。

1. 建築目的：主辦單位農業委員會於去年921震災3週年紀念活動時，特別規劃了一項以「景觀、藝術、文化竹」為主題的台日竹材創作藝術聯展。展場設計委託（財）工業技術研究院建置完成，所使用之建材全部以天然、本土、生態、環保、耐震之竹材為主，期望為災後土地營造出另類景觀與結合社區發展之多功能活動場所，並藉由柔性、感性與文化藝術，來撫慰921震災民眾受創的心靈，同時配合中興新村之人文、景觀與環境共生共榮之理

中興新村新
地標——六
角竹屋。



竹筋編織法之地板基礎。



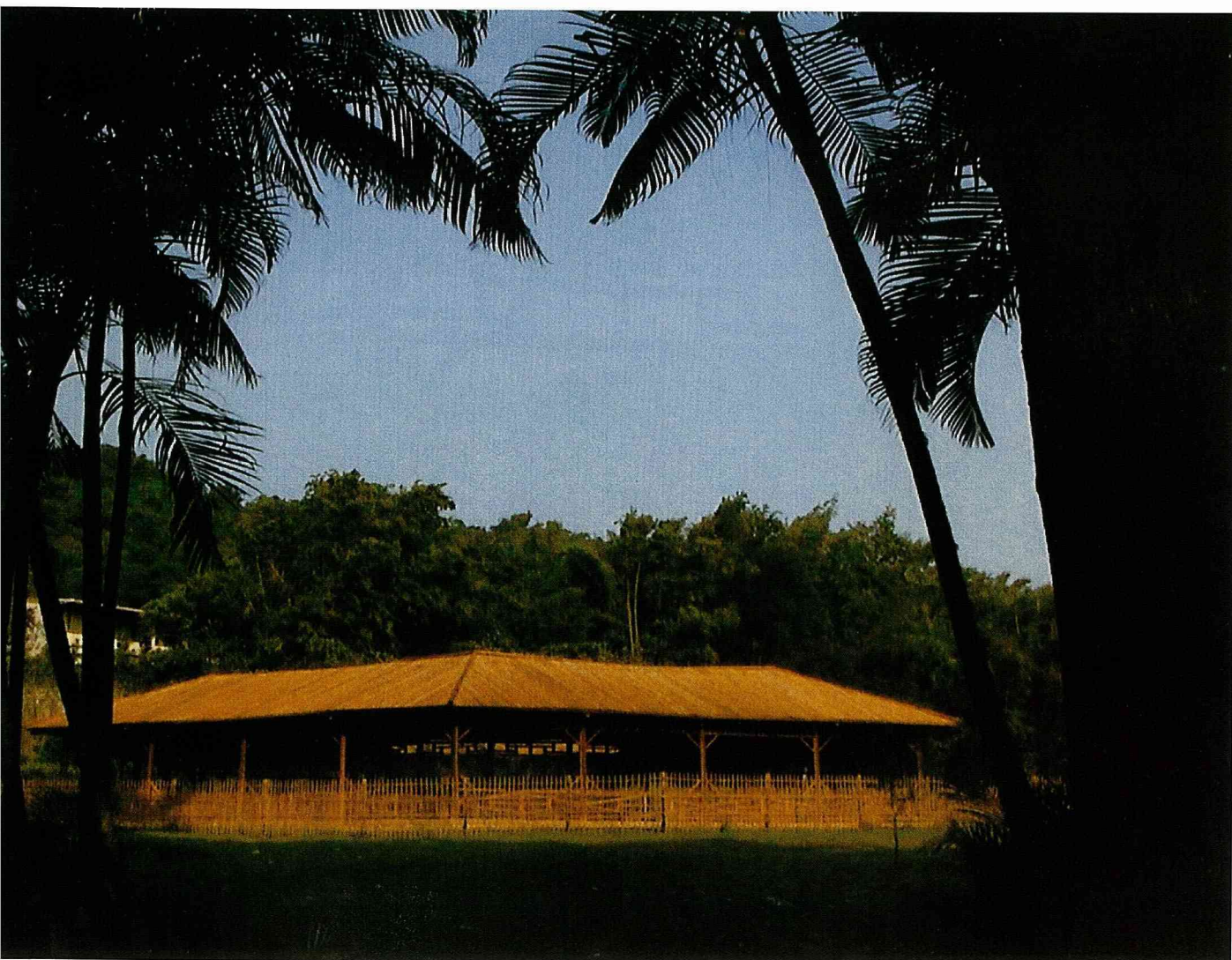
預組式竹構桁架之施工。

念所設計及建造完成。

2. 設計原則：希望以最低的“原始能源需求量之建築計畫”為原則，並將建置時對周邊環境之影響降至最低。

3. 設計手法：配置方面採六面挑高空間之開口部及對稱式中庭建構，如此由電腦模擬可得“最佳之自然通風、採光與最少熱傳透值之建築環境”。

4. 材料設計：竹子韌性高，輕柔不易折斷，可以抵抗暴風和地震的來襲，但是由於竹材內部木質素具有糖份及澱粉質而容易產生蟲蛀、發霉等缺



點，使得竹屋的壽命非常有限；因此本計畫建置六角竹屋所採用之竹材皆事先經過80°C左右、168小時以上之煙燻處理，而受日照雨淋的竹屋屋頂則可經5年後可再往上疊加一層或以現代科技之氣碳烤漆方式處理，因此竹屋之生命週期將可大幅延長；預估在乾燥狀況且定期保養維護下，此棟竹屋將可使用50年以上。

5. **週邊景觀**：於竹屋四周建置非對稱式之竹矮籬，並配合東側之原有觀賞與休閒用景觀設計，儘可能保留原植生及延伸至南邊庭院，如此可掌握到尊重原生態平衡及保留自然美；同時為收設計上所謂的傳統意境，仍使用了台灣傳統式紅地磚於迴廊地板，以作為建築與自然之間的協調。如此一來可有效表達本土文化（雅）的意識形態；二來也有利於建物周邊之溫溼度調和建物之室內降溫低熱光之效；三來更可欣賞到夕陽時那種婆婆桂竹搖曳的美麗倒影。並且全區採用「滲水鋪面」與「滲水排水溝」方式設置窪地、池塘與滯留池來將珍貴的雨水導入地底下。

6. **屋頂建構**：採雙重屋頂間空氣層設計，由於建物外殼之熱比係數以屋頂最大，而此案又採雙曲斜面之高屋頂發展，因此屋頂之日照面積最大，所以如何降低屋頂熱傳，主要在於採用挑高屋頂及延長出簷尺寸之遮陽設計。

7. **竹筋編織**：生態建築法可以減少能源消耗，降低對生態系統的危害；



預組式屋頂桁架結構。

竹屋中庭迴廊設計。





六角竹屋斜面屋頂。

而六角竹屋之樓地板基礎採用國內少見之竹筋編織及薄漿方式處理，其理由除了竹筋具有絕佳之組織強韌性外，考量台灣綠建築之涵意，以竹筋取代鋼筋建材更是意義非凡。

8.竹構桁架：屋頂結構以預組式之桁架系統設計，並以吊車做快速按裝及精準施工方式建置。

結語

綠建築資源所涵蓋的範圍相當廣泛，廣義來說，舉凡一棟建築物從無到有的生產過程中，所需要的各項資源包括：建築材料、建築用地、施工機具、人力、設備、資金等皆可說是一種建築資源；狹義的建築資源通常是指建築材料而言，而建築材料所涵蓋的範圍仍然相當地廣。就建築物的施工過程中，更包括了耗損量相當大的模板資源，以及基地整地可能所需之土方與級配料等，而建築資源的界定，主要是從建築材料之觀點出發，並以建築物主結構中所不可或缺的砂石骨材、鋼筋、型鋼、水泥、混凝土，以及施工過程中的模板、土方與級配料為主。

適當的再造竹林及伐採，以及提高竹材之附加價值，例如發展綠建築竹材技術，可包含「有效利用」與「回收再生」兩個層次。所謂的「利用」，可分為兩個層次來看，一是指針對某一有限之資源，作最有效率的分配與使用，使其物盡其利；二是指由無中生有，從原本無用之廢棄物中，經由資源回收與再生之技術，使得有限之資源可以達到重覆再利用之目的，將有助於生態保護綠化與工業生產並存之效果，進而降低弱勢產業族群之失業率，並達城鄉發展均衡之美景。

面對國內外經濟風暴即將來臨與地球環境保護責任之壓力，建議政府全力發展此項最具台灣代表性之傳統民生產業技術，提升竹材經濟復甦，提高整體競爭力以確保國家永續經營。 