

從森林到能源 宜蘭柳杉循環再利用

文、圖／陳冠璋（林業及自然保育署宜蘭分署經營企劃科技正）

振興國產材的林業循環經濟

森林及其收穫木材是二氧化碳的吸收源及貯藏場所，因此增加森林面積、加強現有人工林的永續經營，提升林木蓄積量，增加林地碳匯，增加林木收穫量及利用，均為森林碳匯策略的重要措施。

林業及自然保育署為結合國家淨零政策，提出振興國產材相關計畫，鼓勵國人使用國產木竹材，期能提高國產材自給率。以往人工林的撫育，多將樹勢不佳的下層木、枯木與修枝放置現場或運棄，隨著科技進步及循環經濟觀念的興起，木材開始朝向全材利用，殘枝廢材經過加工或萃取，



■ 翠峰湖是臺灣最大的高山湖泊（豐年社提供）

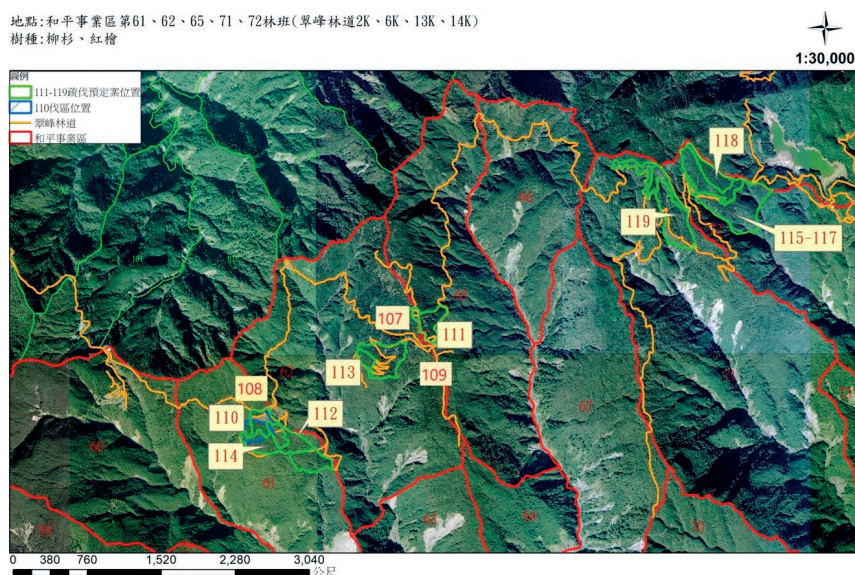
均可變為受歡迎的商品與功能產品。為永續分享森林生態系服務價值循環利用系統，積極推動林業剩餘資材以蒸餾萃取，製成植物精油，或利用機

器加工、乾燥破碎為生物炭、生質顆粒，透過氣化爐作用產出熱能或轉化為電能利用，讓廢柴華麗轉身化為綠金，建立可行的循環產業鏈。

翠峰林道沿線中長程疏伐計畫基本資料

年度	地點	臺帳面積 (ha)	主要樹種	預估收穫量 (立方公尺)
2021	和平事業區 61、62 林班	9.30	柳杉	1,800
2022	和平事業區 62、65 林班	8.42	柳杉	1,400
2023	和平事業區 61 林班	9.30	柳杉	2,000
2024	和平事業區 62 林班	40.12	柳杉	2,200
2025	和平事業區 61 林班	11.00	柳杉	2,420
2026	和平事業區 72 林班	10.00	柳杉	2,662
2027	和平事業區 72 林班	10.00	柳杉	2,928
2028	和平事業區 72 林班	10.00	柳杉	3,221
2029	和平事業區 72 林班	10.00	柳杉	3,543
2030	和平事業區 71 林班	20.00	柳杉	3,897

地點：和平事業區第61、62、65、71、72林班(翠峰林道2K、6K、13K、14K)
樹種：柳杉、紅檜



翠峰林道沿線中長程疏伐預定位置圖

在提高國產材自給率的目標下，林業及自然保育署宜蘭分署（下稱宜蘭分署）擬定疏伐中長程經營計畫，於翠峰林道（或稱翠峰景觀道路）沿線連年執行造林撫育工作，預計每年疏伐約 2,500 立方公尺木材，經伐木造材提供國內木材市場使用後，尚有約有 500 公噸的剩餘枝葉及殘材。為提升資源使用率，因此規劃以林業剩餘資材循環再利用，運用太平山地區疏伐剩餘枝條提煉精油或純露與剩餘資材做生質能燃料，疏伐後的林木枝葉，可與社區、學校、小型文創工作者合作開發精油、防蚊膏等香氛產品。

翠峰山屋的綠能轉型

太平山國家森林遊樂區位於宜蘭縣境大同鄉及南澳鄉，幅員廣大，面積廣達 12,930 公頃，包括土場、鳩之澤、中間、白嶺、太平山、茂興、翠峰湖等據點。其中翠峰山屋位於翠峰

林道 16.8K 處、全國最大高山湖泊「翠峰湖」旁，海拔高度約 1,900 公尺，為遊客提供住宿、餐飲、販賣部及旅遊諮詢等服務。但因地處偏遠，台電輸電線路無法到達，且山區經常雲霧繚繞，氣候條件亦難以實現太陽能發電，因此目前採時段供電，提供基礎旅遊服務所需用電。

木質生質物氣化發電系統，是指將固體木質燃料經高溫氧化反應轉化為可燃的氣態燃料（合成燃氣），再送至發電機組產生電力加以利用，所需空氣較直接燃燒少，氮氧化物及二



■ 太平山國家森林遊樂區幅員遼闊（豐年社提供）



■ 太平山翠峰山屋（宜蘭分署提供）

氧化碳、廢水、焦油等產生量少，兼具能源與環保雙重效益。因此，若能透過建置木質生質物氣化發電系統，並以翠峰林道林業經營的剩餘資材作為材料來源，除可建置綠能發電系統、減低排碳，也提高資源循環利用率，同時改善山屋電力供給情形，提升翠峰山屋的旅遊服務品質。



■ 太平山山區經常雲霧繚繞（豐年社提供）

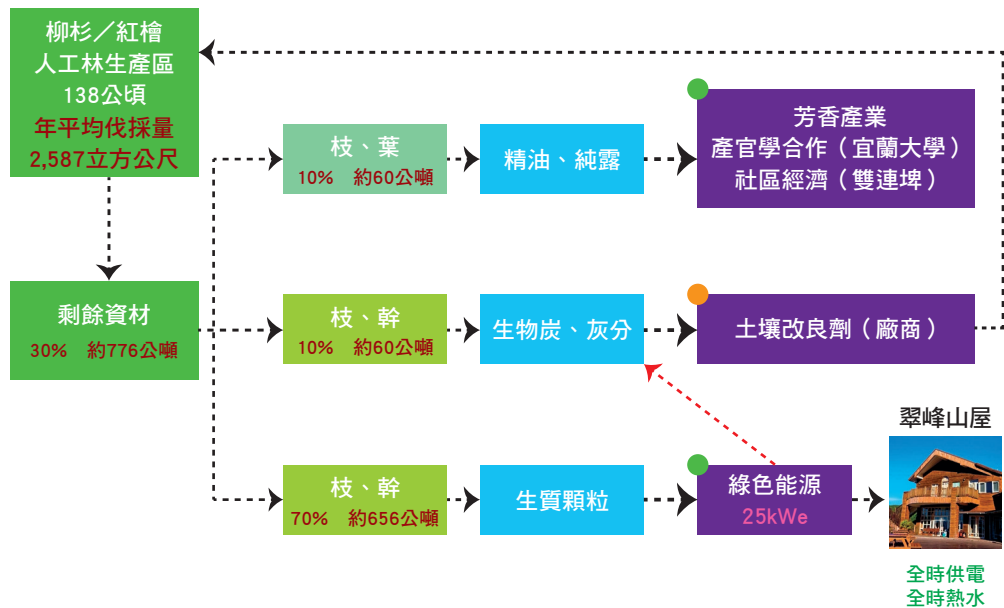
發展木質生質物氣化發電系統

宜蘭分署自 2022 年起陸續盤點現場資源與翠峰山屋旅遊服務需求，考量林地疏伐後枝葉來源及數量、可循環再利用方式、翠峰山屋用電需求情形、萃取精油或發電的專業技術及機械設備、需用場地空間、現場管理等諸多面向，進行多次工作籌備會議及專家學者現場勘查，盤點下列重點：

1. 柳杉枝梢材可再利用作為生質能源材料、枝葉可供萃取精油、純露。
2. 電力、熱水、暖氣，都是翠峰山屋需求能源，需核算實際需求量，評估山屋周邊可用空間並需考量周邊景觀。
3. 初估翠峰山屋離電時段用電需求預估，約需 50—100 千瓦設備，並可搭配貯電系統，提高使用便利性，設備需求如下：



■ 翠峰林道實施柳杉人工林疏伐作業



■ 林業剩餘資材利用規劃：翠峰山屋林業剩餘資材循環利用場域。

- 每小時運作所需材料約 400—500 公斤。
 - 設備需要有 3 公尺 × 3 公尺場地 2 處（萃取爐及氣化爐各 1 處），距離山屋約在 30 公尺以內，減緩電力因距離衰減問題。
 - 需有備料及預乾場地，及氣化後殘渣灰分需規劃去處（殘渣為鹼性，可用於改良酸性土壤）。
4. 枝葉可與學校、周邊部落社區、小型文創工作室等單位合作開發文創商品、柳杉精油香水、防蚊膏、止癢膏等香氛產品，以提高資源循環利用率，並可幫助發展山村部落經濟。
 5. 翠峰林道沿線已有中長期疏伐作業規劃，應持續辦理以提供穩定木材供給及提供林道周邊可供作為臨時作業區域的地點。

打造能源與香氛創新成果

翠峰山屋林業剩餘資材氣化發電系統建置情形

透過公開招標適用最有利標方式委由國立中興大學執行，計畫預定設置 1 套 25kWe 以上木顆粒 OTWG 氣化發電系統，並搭配微電網貯電系統，目前已初步完成機具設置，持續進行機組測試中，惟現地位處海拔約 2,000 公尺，有冬季低溫、潮濕、多雨，影響貯能電池及發電效能、亦影響相關電氣設備之穩定性，宜蘭分署將持續辦理機具測試，並邀集學界、台電等專家協助調整修正，期克服及改善氣化發電系統效能，並進一步改善翠峰山屋供電問題，提升旅遊品質。

「見晴之森」精油香水發表

透過與國立宜蘭大學及森產者工坊的產官學三方合作模式，經過近一年的研發，將採集於太平山國家森林遊樂區的柳杉林枝葉進行萃取精油，佐以生長在蘭陽山林泰雅部落向陽處的馬告（山胡椒）精油進行搭配，在國立宜蘭大學的實驗室進行樹種、比例及香味的測試後，成功調出獨特的「見晴之森」精油香水，其氣味呈現出彷彿置身在太平山氤氳森林的感覺外，又帶出有蘭陽山林的陽光之感。

以循環經濟、全材利用之概念，宜蘭地區所疏伐柳杉原木可供應國產材產業使用、殘枝廢材經乾燥破碎可供氣化發電之能量來源、枝葉經蒸餾

萃取，可製成植物精油及香氛商品，提升經濟價值，並可作為推廣林業剩餘資材循環再利用示範場域。🌿



■ 見晴之森精油香水



■ 翠峰山屋林業剩餘資材氣化發電系統