

## 知識物件上傳表

計畫名稱：分散式生質廢棄物能源關鍵技術研發計畫

上傳主題：生質物水熱法產油產氣技術評析

提報機構：工業技術研究院 綠能與環境研究所

提報時間：106年6月7日

與計畫相關	<input checked="" type="checkbox"/> 1.是 <input type="checkbox"/> 2. 否
國別	<input type="checkbox"/> 1.國內 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 國外：(歐美)
能源業務分類	<input type="checkbox"/> 1.總體能源 <input type="checkbox"/> 2.化石能源 <input type="checkbox"/> 3.電力 <input type="checkbox"/> 3.核能 <input checked="" type="checkbox"/> 4.新及再生能源 <input type="checkbox"/> 5.節約能源
能源領域	<input type="checkbox"/> 1.政策與法規 <input type="checkbox"/> 2.環境衝擊與調適 <input type="checkbox"/> 3. 經濟及產業 <input checked="" type="checkbox"/> 5.科技 <input type="checkbox"/> 6. 統計資訊
決策知識類別	<input type="checkbox"/> 1.建言(策略、政策、措施、法規) <input checked="" type="checkbox"/> 2.評析(先進技術或方法、策略、政策、措施、法規) <input type="checkbox"/> 3.標竿及統計數據：技術或方法、產業、市場等趨勢分析 <input type="checkbox"/> 4.其他：
重點摘述	<p>水熱法技術(hydrothermal technology)藉由高溫(200-700℃)、高壓(50-400大氣壓)的液體或超臨界(supercritical)水為媒介物，經由物理及化學轉化，將生質物轉為液態燃料或合成氣(syngas)。水熱法優於其他熱化學(thermal chemical)轉換技術在於：適合將高含水率的生質物，例如微藻(含水率近於80wt%)，轉為生質燃料。這是因為在高壓下，高含水率生質物所含的水，在加熱過程中不需經過蒸汽相變化，可節省大量的潛熱能耗，故減少反應器加熱所需的能源。</p> <p>水熱法受不同的溫度、壓力、生質物濃度、均相或異相觸媒的影響，將生質物進行脫水及脫二氧化碳反應。目前，水熱法生產生質油或合成氣，技術停留在發展或示範階段。過去40年來，當石油價格高漲時，就有公司或研究者提出水熱法產油以替代高價的石油。2008年，Changing Word Technologies, Inc. (CWT)利用水熱法進行商業化應用，將火雞內臟液化，生產生質柴油、肥料、生質碳。2009年，CWT 因財務問題而停止。</p> <p>水熱法可分為低溫水熱法及高溫水熱法。低溫水熱法(200-400℃)可用來生產生質油或稱為生質粗油的產物，高溫水熱法(400-700℃)可用來生產甲烷或氫氣。目前水熱法的反應機制尚未完全掌握，另外，尋找可耐高溫、耐高壓及耐腐蝕性液體下操作的設備材料，仍是實現商業化水熱法有待努力的目標。</p>

詳細說明

水熱法技術(hydrothermal technology)藉由高溫(200-700℃)、高壓(50-400大氣壓)的液體或超臨界(supercritical)水為媒介物，經由物理及化學轉化，將生質物轉為液態燃料或合成氣(syngas)。水熱法優於其他熱化學(thermal chemical)轉換技術在於：適合將高含水率的生質物，例如微藻(含水率近於80wt%)，轉為生質燃料。這是因為在高壓下，高含水率生質物所含的水，在加熱過程中不經過蒸汽相變化，可節省大量的潛熱能耗，故減少反應器加熱所需的能源。

最早的水熱法於1970年代，由 Appell 等研究者於 Pittsburg Energy Research Center 提出，以油為媒介物，進行生質物液化(liquefaction)產油反應，由於以油為媒介物，需將大量的油回流與生質物進料混合。Lawrence Berkeley Laboratory 的研究者後來提出以水為媒介物，解決部分需大量液體產物回流混合生質物進料的問題。1980年代，Shell 公司提出水熱法專利，稱為 Hydrothermal Upgrading (HTU)，但於1988年放棄。

水熱法受不同的溫度、壓力、生質物濃度、均相或異相觸媒的影響，將生質物進行脫水及脫二氧化碳反應。目前，水熱法生產生質油或合成氣，技術停留在發展或示範階段。過去40年來，當石油價格高漲時，就有公司或研究者提出水熱法產油以替代高價的石油。2008年，Changing Word Technologies, Inc. (CWT)利用水熱法進行商業化應用，將火雞內臟液化，生產生質柴油、肥料、生質炭。2009年，CWT 因財務問題而停止。

水熱法除了可生產液態燃料外，亦可氣化(gasification)生產合成氣(syngas)。以水為例，水的臨界點(critical point)為溫度374℃、壓力221大氣壓。當水的壓力在臨界壓力以上、水溫在374℃以下時，水熱法可將生質物液化生產生質油。當水的壓力及溫度在臨界點以上時，水熱法可將生質物氣化產生合成氣，如圖1所示。

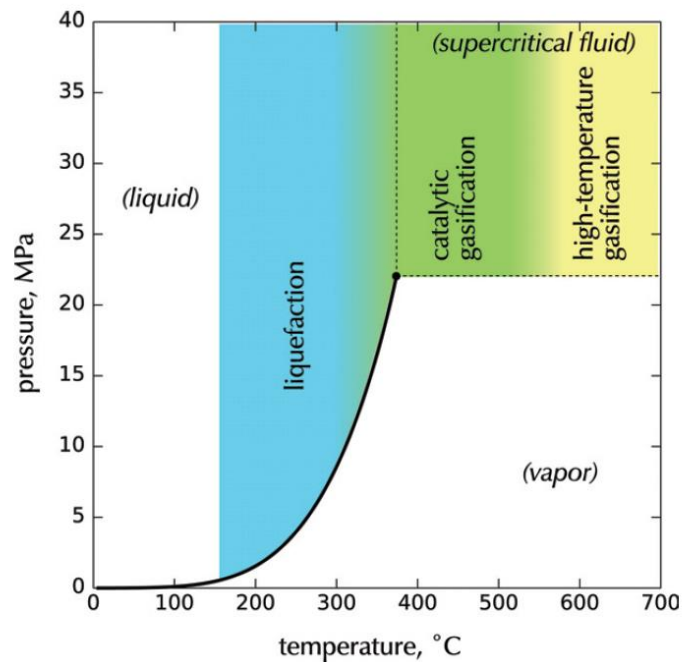


圖1、水熱法液化及氣化的溫度及壓力

水熱法氣化技術又可分為不需觸媒的高溫氣化技術以及需要觸媒的低溫氣化技術。1970年代，Modell 等以高溫水熱法將生質物氣化產生合成

氣。研究指出，在臨界壓力以上時，當溫度在500-700℃，溫度變化對產率及產物組成影響較大，而壓力變化的影響較小。表1列出在高溫氣化水熱法的研究。

表1、高溫氣化水熱法在不同生質物、溫度及壓力的研究

Research group	Feedstocks	$T/^\circ\text{C}$	$P/\text{MPa}$	Reactor system
Antal, U. of Hawaii	<22 wt% wet biomass, sewage, corn starch, potato starch and wastes, wood sawdust, water hyacinth, cellulose, macadamia nut shell, sugar cane bagasse, glucose and other model compounds	~600	22–34.5	Hastelloy & Inconel tubular reactors, capillary tube reactors, packed bed systems; catalysts: activated carbon and charcoal
Kruse, Dinjus and Boukis, FZK, Karlsruhe	1–5 wt% glucose, vanillin, glycine, sawdust, straw, cellulose, plants, meats, corn silage with ethanol and pyrolytic acid, pyrocatechol and phytomass, corn starch, clover grass, sewage sludge and lignin	400–700	25–50	Pilot plant, 2–4 min; batch, CSTR, tubular reactors; 60 s–1 h; alkali catalysts: KOH, $\text{K}_2\text{CO}_3$ and $\text{KHCO}_3$
van Swaaij, U. of Twente, Netherlands	Model compounds of 1–18 wt% formic acid, glucose, glycerol and pinewood	460–800	24–30	10–90 s, novel screening technique using fused-quartz capillary tubes (id = 1 mm); catalysts: alkali metal and Ru/TiO <sub>2</sub>
Matsumura, U. of Hiroshima, Japan	Sawdust, rice straw, cabbage; model compounds: cellulose, xylan, lignin reagents and glucose	<600	25	Pilot plant, hydrothermal pretreatment, partial oxidation ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), batch SS316 tubes, <20 min, fluidized bed reactors; catalysts: alkali metal, nickel and metal oxides
State Key Lab (Xi'an Jiaotong University, China)	Sawdust, rice straw, rice shell, wheat stalk, peanut shell, corn stalk, corn cob, sorghum	600–800	25	Miniature plant and bench scale tubular reactors

低溫氣化水熱法的研究相當多，主要在探討不同觸媒，包括均相觸媒及異相觸媒，在不同溫度、壓力下，對產率及產物組成的影響。低溫氣化水熱法使用觸媒，在低溫時不僅可加速生質物的反應，同時可藉由觸媒操作以產出預期的產物。另外，低溫氣化水熱法由於操作溫度較低，金屬反應器所造成的觸媒副作用較高溫氣化水熱法低。

目前水熱法的反應機制尚未完全掌握，生質物進料的固體含量需低於15~20 wt.%，異相觸媒表面在低溫氣化水熱法容易結焦，高溫氣化水熱法的金屬反應器具有觸媒反應的副作用。另外，尋找耐高溫、耐高壓以及可耐腐蝕性液體的設備材料，仍是實現商業化水熱法有待努力的目標。

#### 參考資料

- ◆ Peterson, A.A., Vogel, F., Lachance, R.P., Froling, M., Antal, M.J., Tester, J.W., 2008. Thermochemical biofuel production in hydrothermal media: A review of sub- and supercritical water technologies. *Energy Environ. Sci.*, 1, 32–65.
- ◆ Kruse, A., 2008. Review: supercritical water gasification. *Biofuels Bioproducts & Biorefining*, 2, 415–437
- ◆ Barreiro, D.L., Prins, W., Ronsse, F., Brilman, W., 2013. Hydrothermal liquefaction (HTL) of microalgae for biofuel production: State of the art review and future prospects. *Biomass Bioenergy*, 53, 113–127.

註：1.請計畫執行單位上傳提供較具策略性的知識物件，不限計畫執行有關內容。

2.請計畫執行單位每季更新與上傳一次，另有新增政策建議可隨時上傳。

3.文字精要具體，量化數據盡量輔以圖表說明。