



元智大學

最佳化設計實驗室

Optima Design Laboratory

作者：徐業良(2003-02-16)；推薦：徐業良(2003-02-16)。

附註：本文發表於汽車購買指南雜誌，2004年三月號，史丹福專欄。

在田裡種能源—淺談乙醇汽油

您有沒有發覺最近加油似乎越來越貴？是啊，汽油又悄悄漲價了。

您似乎也習慣了，很難有什麼抱怨，汽油是那麼重要的能源，全球原油消耗量不斷增加，而地球上原油蘊藏量估計只能再維持四十年，漲價似乎是必然的。

原油短缺的問題是挺嚴重而急迫的，曾經聽某博士在一場演講裡很誇張地說，要去買一公升的汽油用特製的瓶子封存起來在家擺著，四十年後就可以展示給不知汽油為何物的孫子輩們看，當年老爺爺我就是靠這個東西讓汽車到處行走的！

沒辦法，石油是礦物，用完就沒了。如果汽油能從土地上「種」出來就好了。

這其實不是瘋狂的想法，長久以來每逢能源短缺，人們就不斷嘗試用「種出來的能源」—從植物中提煉的甲醇、乙醇，灌入汽車裡取代汽油。

抗戰時期使用木炭車、桐油車、酒精汽車載運抗戰物資的老故事就不必再提。過年前有個中國的小小新聞「汽車能喝二鍋頭」，不知道您有沒有注意到，北京市正在進行一項實驗，改造了五輛公車的點火系統，讓汽車改“喝”酒精，在北京市街頭奔馳，報導裡說，“別的車半路沒油了就沒辦法了，而這種醇類汽車只要到旁邊商店買幾瓶二鍋頭加進去就行了！”。

其實可用作汽車內燃機引擎燃料的東西很多，像是煤、甲醇（木精）、乙醇（酒精）、汽油、重油、氫氣、瓦斯、天然氣等等。然而具有實用性，且能廣泛使用的卻只有少數幾種，因為選擇汽車用的燃料，必須考慮來源要豐富、能量密度要高、廢氣

污染要少、能配合現有車輛、添加方便、價格經濟等等因素。一連串因素考慮下來，在汽車引擎上除了汽油之外，大概只有醇類是可行的燃料。

不過您可別學北京市公車，汽油用完了直接到便利商店買兩瓶金門高粱灌到油箱裡。甲醇、乙醇腐蝕性高，會腐蝕引擎的燃料系統，而且醇類不容易汽化，引擎冷車時基本上完全發不動，想直接使用醇類當燃料得先改裝您的汽車引擎才行。另外甲醇燃燒的熱值大約是汽油的一半而已，乙醇也只到汽油的 70%，汽車引擎直接使用醇類，「耗油量」會增加一倍。

汽油中摻入了 10%乙醇，成為「乙醇汽油(ethanol-blended fuel)」，簡單叫做“E10”，也就是我們所說的「油精(gasohol, gasoline + alcohol)」，汽車引擎使用便沒有什麼問題，不必改裝引擎，對汽車的性能和耗油性的影響都不大，因此是最被大力鼓吹的方式。

使用乙醇取代（至少是部份取代）汽油，最大的誘因是乙醇是從包括如甘蔗、小麥、玉米等農產品中分離製造出來的，是從「生物物質」中取得的「生質能源(biomass energy)」。生質能源的源頭來自太陽，具有再生性，土壤裡再種就有了，所以不虞匱乏；乙醇分子中包含氧原子，因此能幫助引擎更完全燃燒，減少廢氣排放，可以算是非常環保的能源；再加上乙醇結冰的凝固點在攝氏-114 度，與汽油混合有降低汽油凝固點、冬天防凍的效果（油精原來便是作此用途），看起來乙醇汽油在汽車上的應用優勢還不少呢！

世界主要產糖國巴西，自 1970 年代中期就開始扮演從甘蔗中提煉出乙醇燃料的先鋒角色，現今歐盟也已要求在汽油中混合乙醇，美國對於乙醇汽油也採取補貼政策鼓勵。亞洲各國也將隨這這個趨勢而開始使用乙醇燃料，中國這幾年來製造業快速發展，根據國際能源機構(IEA)去年年底發表的石油市場月報，2004 年中國對原油的需求量將首次超過日本，僅次於美國成為世界第二大石油消費國。原油消耗增加的壓力，使得中國必須大力推動使用「種出來的能源」甲醇、乙醇來取代汽油，有些省份甚至強制所有加油站一律只能販售「乙醇汽油」。

給您一堆統計數字告訴您這個趨勢多麼龐大，全球主要幾個生產乙醇的國家 2002 年乙醇年產量：巴西年產量 13,000 百萬公升，美國年產量 6,000 百萬公升，印度年產量 1,300 百萬公升，澳洲年產量 110 百萬公升（短期目標產量為 350 百萬公升，佔汽油市場的 2%），歐洲執委會也要求在 2005 年前交通燃料的生化燃料比例在 2% 以上。

但是使用乙醇來替代汽油，長久以來也受到許多質疑。反對者最大的挑戰是，使用乙醇汽油會節省能源嗎？

乙醇的提煉使用蒸餾程序，也需要使用能源，因此蒸餾過程中能源使用沒有效率的話，為了生產乙醇可能反而消耗了更多能源。現今生產燃料乙醇的蒸餾過程大多使用天然氣作燃料，現代製程中所有狀況都能控制得宜，能源使用效率非常好，提煉一加侖乙醇大約仍然省下三分之一加侖汽油或等量能源的天然氣。如果使用煤、太陽能、或其他生質能為蒸餾燃料，對於石油燃料的節省更為可觀。

不過如果把乙醇生產的生命週期拉長，從植物的生長、收成，到轉化成乙醇，每一個步驟所需消耗的能源（像是耕耘機、收割機也要耗油）或其他資源（如土地、水、肥料）等一併計算進去，結果看起來便似乎不那麼划算。

以農業研究著稱的美國康乃爾大學，2001 年曾經發表一份研究報告，表達他們對美國政府大量補貼以玉米生產乙醇（每年大約十億美金）的憂心。在他們的計算裡，生產一公升的乙醇從玉米的生長、收成，到轉化成乙醇所需要的能量，是一公升的乙醇所包含能量的 1.7 倍，所以製造乙醇的過程不是在生產能源而是在消耗能源。其他資源的使用也十分可觀，玉米生長對土壤侵蝕力大、耗水量高，大量種植玉米的結果排擠了種植其他用作食物的農作物所需的資源。

土地更是一個問題，根據康乃爾大學研究報告中的計算，在美國一部汽車平均一年行駛一萬英哩，使用純乙醇為燃料的話需要 852 加侖乙醇，以乙醇淨產出來看需要 11 英畝玉米田所生產的乙醇，才夠一部汽車一年使用，同樣的土地所生產的糧食不知足夠填飽多少人的肚子了。如果美國所有的汽車都要用玉米轉化的乙醇為燃料，恐怕全美國土地拿來種玉米都還不夠。

研究的結論倒不是放棄乙醇為燃料，而是儘量不要以石化燃料作為乙醇生產過程的能源，而改以太陽能或其他生質能源，當然這樣又會提高乙醇生產成本。另外要慎選「能源作物(energy crop)」，像是玉米就絕對不是好的能源作物。

提到土地的利用和能源作物，就不得不討論一下大量利用乙醇這種生質能源對社會與經濟可能造成的影響。

農業社會中強調「有土斯有財」，這句話在現代社會中漸漸不太流行了。

但是如果土地裡種的不是農作物，而是，能源？！

簡單地看，利用生質能源－在田裡種能源，對於提升農村經濟與就業很有幫助，這大概也是土地廣大，人口較多的國家像是巴西、中國、印度大力推展乙醇生產的重要動機之一。但是世界如果對能源的需求持續增加，乙醇生產規模增加的速度持續快速增加的話，人們很快就會面對到供作能源的能源作物和其他供作糧食或飼料的農作物對土地利用的競爭。

想像一下可能的結果，大批田地轉作生產能源作物，食物生產短缺導致價格快速上漲，最後土地供應不足價格也跟著快速上漲，人類再度回到有土斯有財的社會。

這種狀況最後得利的可能是大地主，中下收入階層反而必須要承擔這些食物或土地上漲的成本，甚至農民、特別是承租土地來耕種的佃農，也會因為土地成本提高而享受不到能源作物帶來的利潤。

我國的能源政策似乎很少聽到關於使用乙醇替代汽油的討論，台糖每年生產20,000-30,000公升的糖製乙醇，但僅供食用。唯一找到的資料，是前兩年能源委員會曾經宣稱要進行在汽油中添加乙醇的「可行性研究」，主要也不是替代能源的考量，而是要取代MTBE (methyl tertiary butyl ether)作為使用無鉛汽油後，為了維持汽油燃燒的穩定度的添加劑，特別是前幾年，美國境內數州（尤其是加州）發生油槽滲漏、MTBE污染地下水事件，引起各方關切及恐慌，已有一些地區計劃禁止在汽油中添加MTBE，改以乙醇作為提高汽油含氧量化學添加劑。

下回去大陸旅遊，看到他們的公共汽車是喝酒的，可別太驚訝喔！