

出國報告（出國類別：其他）

參加第一屆中歐生物天然氣高峰論壇 赴大陸報告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：洪凡 助理研發師
郭家倫 工程師

派赴國家：大陸

出國期間：105年10月31日~105年11月6日

報告日期：105年12月7日

摘要

本次公差係前往大陸北京參加 2016 年第一屆中歐生物天然氣高峰論壇(1st SINO-Bio-Natural Gas Summit)，並順道參訪大陸馬鈴薯廢棄物能資源化經驗，據此借鏡及交流大陸及歐洲於生質能相關領域發展豐富之實務經驗、技術研發趨勢及相關政策，期間對於歐盟從產業價值鏈的思維去推動沼氣發電產業、沼氣轉為生物天然氣使用、沼渣沼液轉為有機肥澆灌農地及併同評估土地水體可承受沼肥澆灌的潛量與限制，印象深刻，此一推動模式值得國內借鏡；又獲知利用纖維原料混合禽糞廢棄物、廚餘的方法，已為國際間提升沼氣產量的重要發展策略，有助於提升生質沼氣廠營運的經濟性，且單獨運用纖維原料生產沼氣亦為一新興的沼氣技術開發議題，建議可列為後續值得投入的生質能技術研發方向。

目 次

摘 要	i
一、目 的	1
二、過 程	2
三、心 得	28
四、建 議 事 項	29
五、附 錄	30

一、目的

為因應國家致力於推廣生質能源政策，核能研究所以生質廢棄物為原料開發生質燃料及低碳高值化副產品為主要走向，以期協助國內生質能產業發展及國外關鍵技術之轉移，並以技術產業化為主要標的。

本次出國公差為執行第二期能源國家型科技計畫「纖維酒精產業推廣平台及加值化生質精煉技術之研發」計畫及中央計畫「參訪大陸能源經濟研究中心及各大學能源經濟研究所等單位及參加相關研討會，蒐集能源經濟參數，做為政策參酌」，奉派前往大陸北京參加 2016 年第一屆中歐生物天然氣高峰論壇(1st SINO-EU Bio-Natural Gas Summit)，係由歐洲生物質能會議暨展覽會(European Biomass Conference and Exhibition, EUBCE)主辦籌畫，EUBCE 係自 1980 年來每年皆在歐洲不同城市舉辦之研討會議，在歐盟生質能領域享負盛名，現已是歐洲最大及世界知名的生物質領域盛會，並長期受歐盟委員會、聯合國教科文組織自然科學部、世界可再生能源委員會、歐洲生物質產業協會等國際組織大力支持。近來亞洲市場日漸受到關注，為建立中國及歐洲生物質領域之相關企業獲得充分交流之平台、促進生質天然氣/沼氣產業發展與政策分析探討，並借鏡歐洲生物質產業豐富之發展經驗，會議主題包括大陸生物天然氣相關產業發展策略、歐洲生物天然氣產業發展經驗介紹、中西方生質天然氣產業合作前景分析等議題，會議亦細分技術論壇、產融論壇及 B2B 配對平台依企業需求現場交流等。

為配合政府再生能源發展政策，基於生物天然氣及沼氣為「創能」領域中生質能的重要選項及國內近期主要的推動方向，儘管該會議並未開發參與人員發表相關論文，因本會議目標為搭建歐盟及大陸、亞洲各國之生質天然氣產業間交流合作及做為歐洲生物質領域發展經驗分享之平台，有助於瞭解大陸及歐盟最新之生質天然氣及沼氣產業之發展規劃及前景分析，除有利於本所纖維生質燃料製程與末端廢水沼氣生產技術開發之整合研究，亦可蒐集國際上有關生物天然氣及沼氣生產之技術發展、政策走向及經濟評估結果等具參考價值的完整資訊，同時亦可增進我國與各國參與人員於生質能討論交流之機會，對於國內生質沼氣技術及產業之未來發展應能提供具體而極有價值的借鏡與建議。又近期接獲全球第一大酵素廠商丹麥諾維信生物技術公司(Novozymes)駐北京研發中心邀請，共同前往與重慶銀福科技集團交流馬鈴薯廢棄物能資源利用的規劃構想，瞭解馬鈴薯廢棄物於未來再利用於生質燃料及生質化學品生產之潛力，因馬鈴薯與國內常見食材甘藷性質相近，故前往參訪所蒐集相關資訊，亦可為國內未來農業廢棄物整合生質能源生產之實施策略與經濟性評估的借鏡與參考。

二、過 程

(一)行程概要

表一 本次出國公差行程

日期	行程內容簡述		參與人員
	活動內容	公差地點	
105/10/31 (星期三)	參訪重慶銀福公司	桃園機場-重慶江北機場	郭家倫
105/11/1 (星期三)	參訪重慶大學化工學院	重慶江北機場-北京首都機場	郭家倫
105/11/2 (星期三)	▪ 參訪諾維信公司北京研發中心 ▪ 研討會報到	桃園機場-北京首都機場 (洪凡) 北京首都機場-中國石化會議中心	洪凡、郭家倫
105/11/3 (星期三)	參加 2016 年第一屆中歐生物天然氣高峰論壇	中國石化會議中心	洪凡、郭家倫
105/11/4 (星期三)	參加 2016 年第一屆中歐生物天然氣高峰論壇	中國石化會議中心	洪凡、郭家倫
105/11/5 (星期三)	參訪裕豐京安沼氣廠	中國石化會議中心-河北省衡水市	洪凡、郭家倫
105/11/6 (星期三)	回程	北京首都機場-桃園機場	洪凡、郭家倫

(二)參訪內容摘要

1. 參加第一屆中歐生物天然氣高峰論壇

本次會議地點係位於北京市成郊昌平區的中國石化會議中心，距離北京首都機場約有一百公里的車程，為一中石化集團經營的飯店，為北京市重要的會議舉辦場所，如圖一所示。另外本次會議總計有 42 場專家學者口頭報告及將近 400 位人士與會，其簽到處及主論壇現場如圖二所示。



圖一 中國石化會議中心(A)會議中心；(B)住宿飯店



圖二 會議地點 (A)簽到處；(B)主論壇現場

本次會議主要由中國石油大學、歐洲生質物行動協會、德國國際合作機構等單位主辦，並有多家中歐產業及研究機構贊助，其第一天議程之開幕儀式首先係邀請中歐雙方重要參予人員上台致詞，同時說明本次研討會議的舉辦目的，隨後即進入主論壇會議，期間主要多從不同的角度探討中國及歐盟發展生質沼氣/生物天然氣的政策、瓶頸與最新發展趨勢，第二天則區分為全天的技術論壇及半天的產融論壇。本報告將分別從政策面、技術面及產融面，摘要及彙整會議中的重要內容，其具體說明如下。

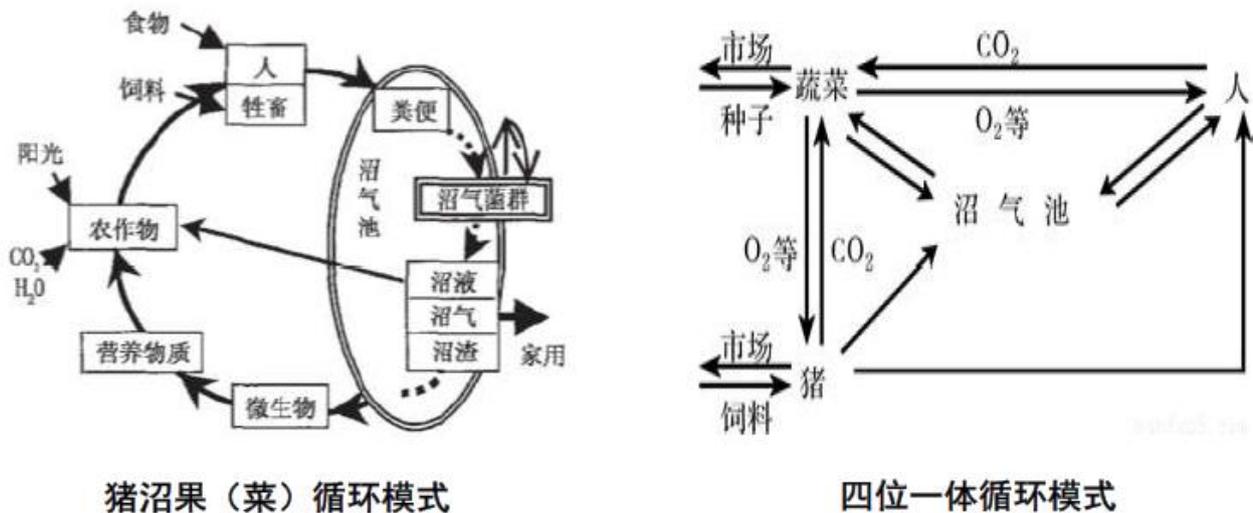


圖三 本會議主論壇開幕儀式現場

(1)政策面研討

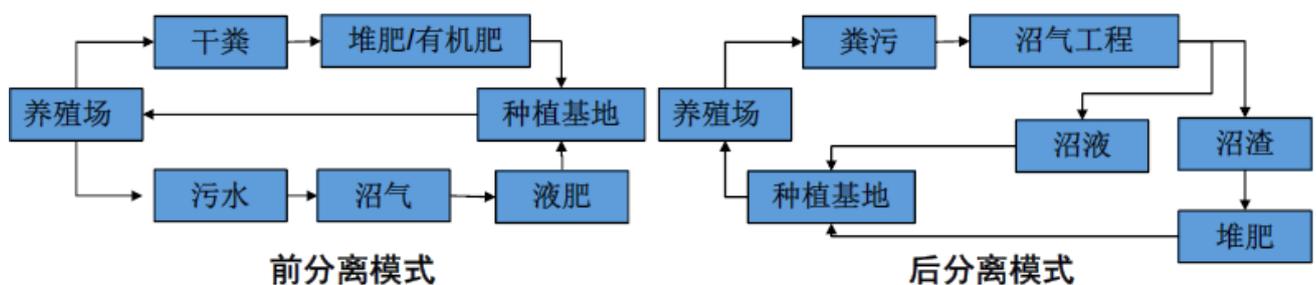
A. 循環農業與生物天然氣

本報告係由農業部的觀點，說明大陸如何以循環農業的理念推動生物天然氣。自 2003 年起大陸為改善農村生活品質，開始推動以農村家戶自給自足為目的的沼氣推廣，其中所建立的循環農業模式有豬沼果菜、四位一體、五配套等模式(圖四)，不過在此政策下，由於禽糞污水並未集中有效處理，且因畜殖場與農業分布不均，也因而造成沼氣產生的沼渣沼液過剩，無法有效用為農作之肥料。



圖四 猪沼果菜及四位一體之循環模式示意圖

基於上述的問題，於 2007-2008 年期間，開始以污染防治為目標，推動養殖戶聯合共同設置小型沼氣廠及中大型沼氣工程，迄今已投資一百多億人民幣，總計已設置十萬餘的沼氣廠，期間即已發展出養殖基地+沼氣工程+種植基地等三位一體的循環農業模式(圖五)。不過近年來由於農村人口大量外移至城鎮，由於桶裝瓦斯日益普及，農村用戶對沼氣需求逐步降低，加上沼渣沼液用為肥料缺乏補貼，導致使用誘因不足，致使許多沼氣廠已呈閒置狀態，同時沼渣沼液也多造成二次污染。



圖五 養殖基地+沼氣工程+種植基地之三位一體的循環農業模式

有鑑於此，於 2015-2016 年期間，大陸開始推動建置日產 500 立方公尺的大型沼氣廠工程及日產 1 萬立方公尺的生物天然氣廠示範點，其中又以區域內以水果、蔬菜及茶葉為主要種植作物，同時又有畜殖場為示範點推動目標，並定調採取「以果定沼、以沼定畜、以畜促果」的模式，其特色就是先推估區域內水果、蔬菜及茶葉種植所需要的有機肥使用量，作為區域內允許沼渣沼液等沼肥產生量的基準（每畝地可施用的沼渣量 1500~3000 公斤，1 畝=693 平方公尺），進而決定允許養殖畜禽的數量，而沼氣生產除了使用畜禽糞便外，同時也考量使用區域內產出的秸稈，期藉由此模式能使各區域的養殖與種植活動平衡發展。其中，日產 1 萬立方公尺沼氣所對應之有機原料需求量摘要如表二。

表二 日產 1 萬立方公尺沼氣所對應之有機原料需求量

原料种类	产气潜力 L/kg(Ts)	日需要量 t/d	年需原料量 万t	折算为养殖 量	折算为种植面积 万亩
猪粪	375	107	3.9	11万头（出栏）	—
奶牛粪	315	143	5.0	7000头（存栏）	—
肉鸡粪	375	45	1.5	200万只（出栏）	—
青贮玉米 秸秆	360	95	3.5	—	2

B. 中國化肥工業及有機肥產業分析

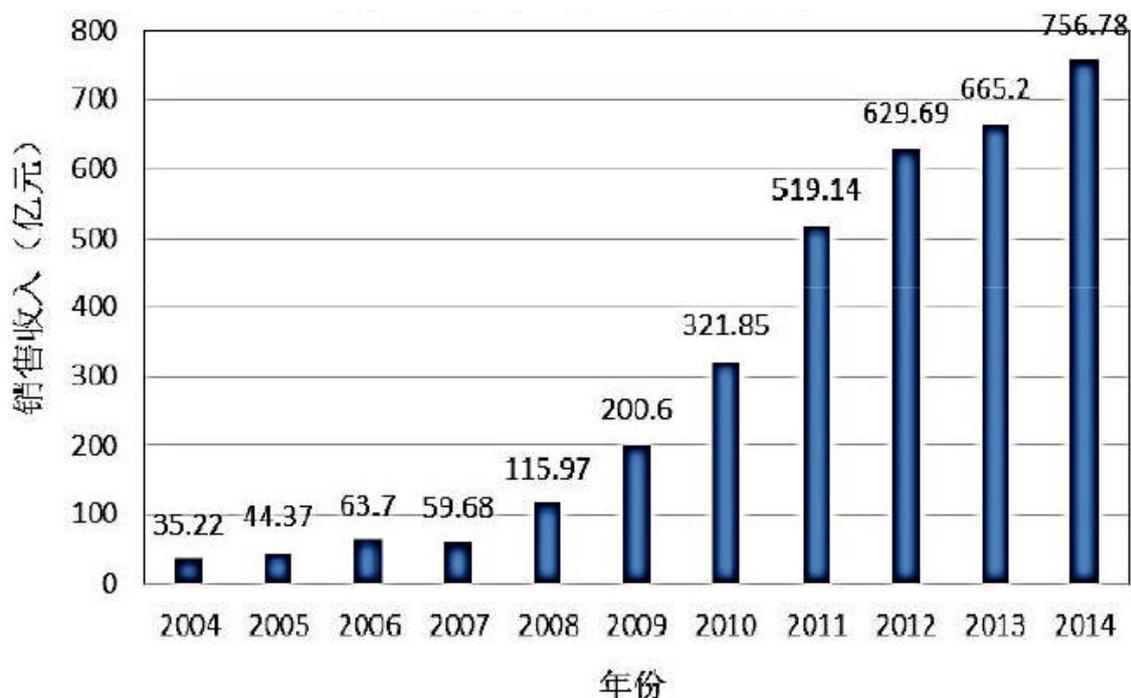
本報告是由中海石油化學股份有限公司代表說明了大陸地區化肥工業與有機肥工業的發展現況，其中提到在 80 年代時，大陸地區化肥與有機肥施用的比例各約 50%，但近年來化肥施用比例已大幅提升至 80%，壓縮的有機肥的市場。不過由於所使用的化學多為尿素，在長期過度施用化肥的情況下，目前大陸土壤有機質的含量已到警戒線，其中約有 26% 耕地土壤的有機質小於 1%，有機碳小於 1% 的耕地占 44.8%，而在歐洲，土壤有機碳小於 2% 時就應考慮採取措施穩定或增加碳水準，且施用有機肥的比例低於 20%，遠不及先進國家 36-76% 的有機肥施用比例。

表三 各國有機肥施用比例

国家	美国	英国	德国	法国	加拿大	韩国	日本	中国
有机肥施用比例	46%	57%	60%	37%	60%	48%	76%	<20%

另外因目前大陸的氮肥、磷肥產能過剩，市場價格低迷，但鉀肥反而供不應求，需依賴進口，故大陸近年來已開始推動化肥行業減量生產，但提升品質增加效能，以實現 2020 年化肥施用量零增長的目標，藉以鋪成提高有機肥使用量的基礎，再加上大陸對於有機肥有增值稅免稅優惠及所得稅優惠，此已使得有機肥使用量自 2008 年開始有巨幅的成長(圖六)，但有

機肥生產企業的規模卻普遍偏小。儘管利用沼渣作為有機肥非常具有潛力，但仍有以下發展問題需要克服：



圖六 大陸地區有機肥產值發展狀況

- 與化肥企業、畜禽養殖業、綠色農業產業結合不緊密，未形成產業鏈共同發展，主要建議包括探索多產業融合發展，上下游一體化綠色發展、政策推動主產區示範引領及多種商業模式漸次推廣
- 沼渣仍有重金屬和抗生素的累積問題，故需要提高產品標準，嚴控原料來源，產品無害化處理
- 有機肥在我國肥料使用占比較低，土壤基礎肥力衰減，因此建議應順應國際肥料發展趨勢，逐步提高我國有機肥占比，改善提升耕地品質

C. 中國天然氣行業前景與市場分析

本報告說明了目前大陸天然氣產業處於快速發展期，其資源供應保障能力持續增強，實現了國產多元化、進口多管道的供應格局，另外在天然氣管線基礎設施方面，主體框架基本形成，對天然氣市場發展的保障作用逐步增強，其中全國天然氣長輸管道里程超過 6.4 萬公里，接收站共計 12 座，總能力 4860 萬噸/年，而儲氣庫已建成 18 座，儲氣量 5 達 5 億立方公尺/年，預期至 2020 年時，預計市場消費量可達 2600-3200 億立方公尺，相關資源充足、供應多元，可滿足市場需求，因此前景十分看好。儘管如此，由於生物天然氣屬於可再生清潔能源，與天然氣融合發展，仍符合大陸能源革命的發展方向，因此建議生物天然氣之發展應結合既有天然氣城鎮氣化工程及天然氣下鄉工程，探討向同一使用者供氣的可能性及可行性，其主要考量包括：

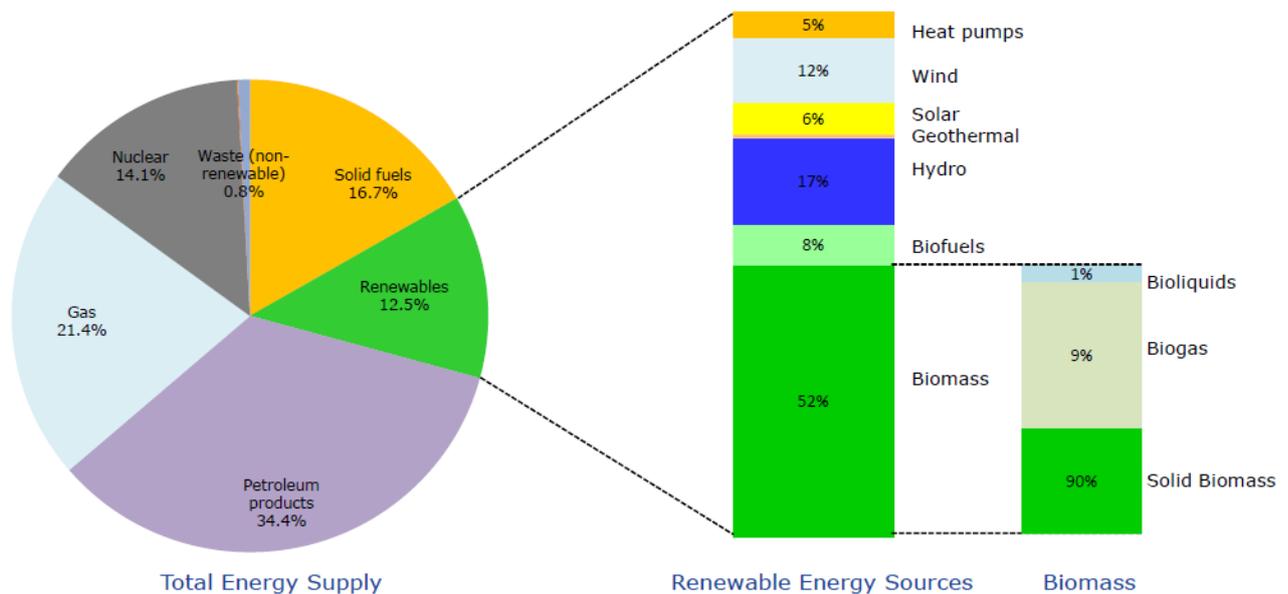
- 用戶：產品均為燃燒熱量，用戶具有同一性

- 政策：建議官方提出具體獎勵辦法；
- 技術：組分差別較大，混合輸送難度大，但可通過爐嘴改造實現相等的熱值輸出；
- 運行：天然氣存在冬高夏低的季節波動規律，是否具備互補性？
- 經濟性：建議在技術可行性和運行互補性的基礎上研究

另外，目前天然氣發電有價格較高、冬季緊張的問題，生物天然氣是否可互補，亦為生物天然氣能夠與既有天然氣產業融合發展的重要評估因素。

D. 歐盟沼氣發展現況與國際合作機會

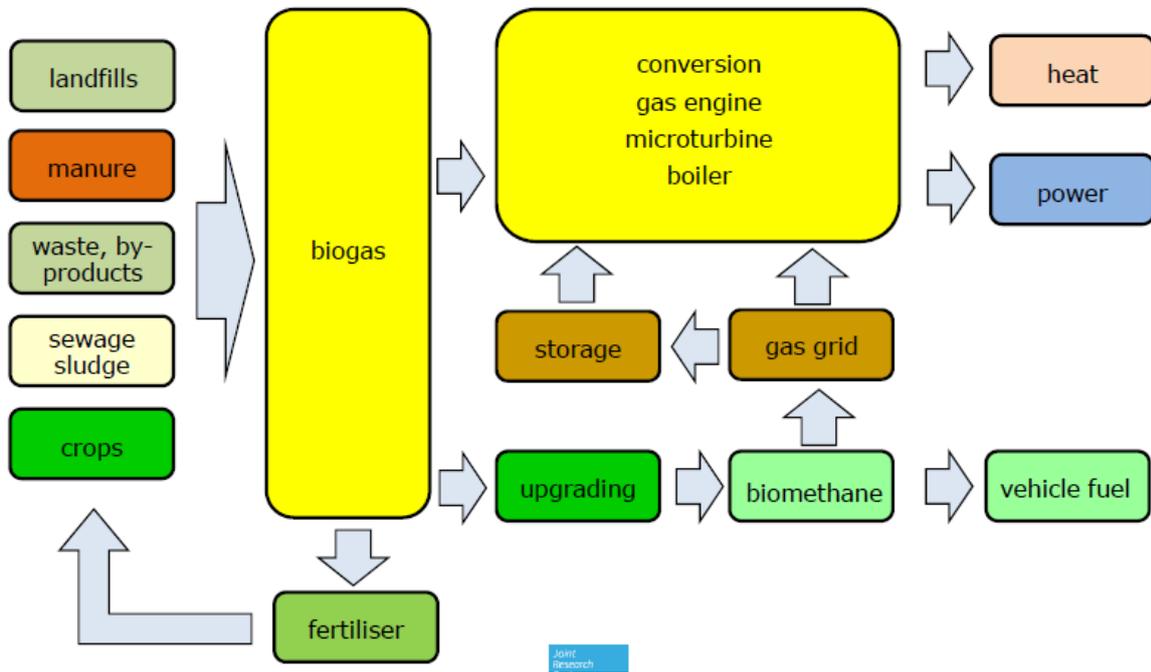
有關歐盟沼氣發展，主要仍是諄循先前制定之 2020 年能源使用量減少 20%、再生能源占比大於 20% 為目標，期能分別於 2030 年及 2050 年降低 40% 及 80% 的溫室氣體排放量(以 1990 年溫室氣體排放量為基準)。如圖七所示，目前生質能的貢獻占整體能源供給量的 52%，其中生質沼氣的貢獻量又為生質能的 9%，絕大部分生質能的貢獻來源仍為生質顆粒固態燃料(約 90%)。



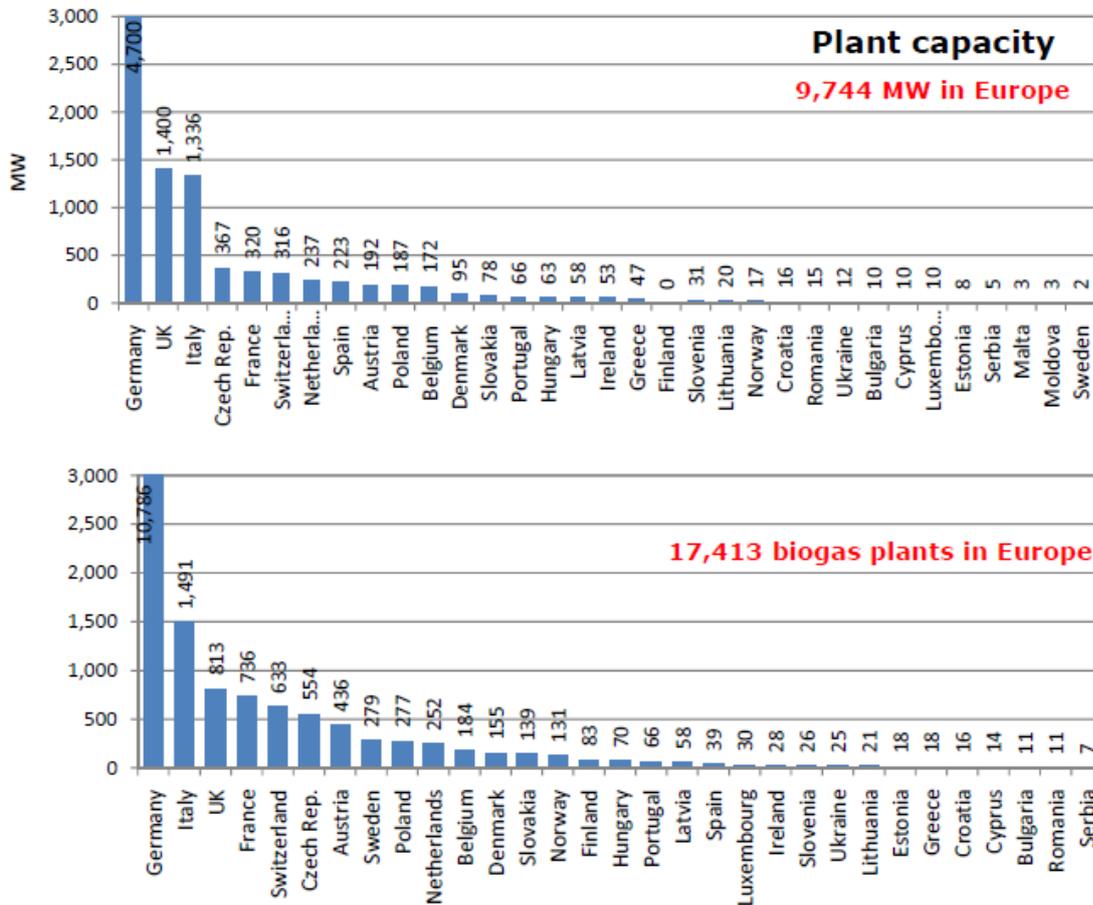
圖七 歐盟能源供給來源分佈

近年來在歐盟的生質沼氣產業呈現持續成長的趨勢，年產出之沼氣量已達 1 千 5 百萬油當量，沼氣生產來源除了禽糞廢棄物外，亦包括垃圾掩埋場、下水污泥、食品加工廠廢棄物及農業廢棄物等多元化的來源，所產出的沼氣除了用於發電外，亦用為替代瓦斯及車用替代燃料(圖八)。如圖九所示，目前歐盟地區已有 17413 個生質沼氣廠，總裝置容量達 9744MW，但沼氣廠規模差異極大，沼氣廠最小之裝置容量僅 2MW，沼氣廠最大的裝置容量可達 4700MW，其中又以德國生質沼氣產業發展最為成功，生質沼氣廠數量占歐盟的 62%，約 90% 沼氣生產來源為禽糞廢棄物與能源作物。近年來歐盟在生質沼氣應用上已有逐漸朝生物天然氣的發展趨勢，亦即將沼氣提純後，使甲烷氣濃度提高，進而直接作為替代車用瓦斯，其主要原因是一般沼氣廠發電效率最高僅能達 35%，並無法充分利用甲烷氣的熱值，若應用為瓦斯則可百分百利用，因此近期歐盟生物天然氣廠已增至 367 座，所產生之生物天然氣直接注

入既有的瓦斯管網使用，其中亦以德國的發展最為領先。儘管目前歐盟的生質沼氣發展具有國際領先水準，但仍有以下問題需要進一步克服，主要包括：



圖八 歐盟生質沼氣/生物天然氣之原料與應用



圖九 歐盟各國之生質沼氣廠裝置容量及工廠數

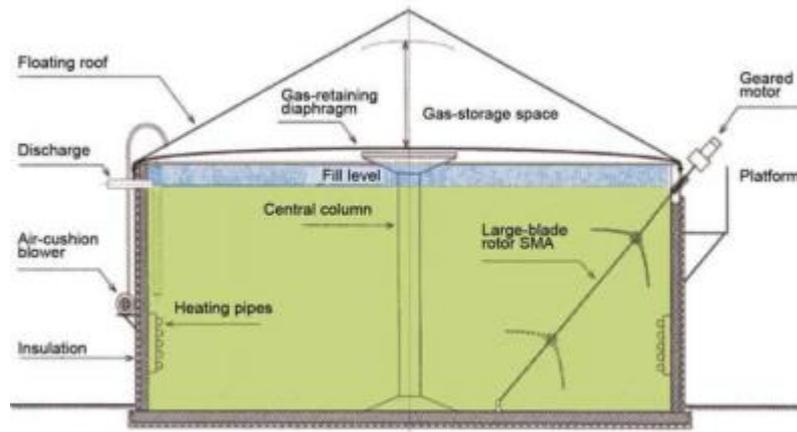
- 改善沼氣廠的經濟競爭力、監測及管控策略及天然氣的提純技術(成本仍高)
- 熱能應用仍有最大化的空間
- 開拓可利用的有機廢棄物與剩餘物
- 開發使用難度較高的農業纖維廢棄物與海藻
- 檢討生物天然氣注入既有天然氣管網的相容性法規
- 檢討生質沼氣廠建置的融資補助措施
- 提高民眾的接受度

目前歐盟有許多平台積極在生質沼氣領域推動國際合作，包括 IEA Bioenergy Task 37、Horizon2020 等，預期可合作的方向包括沼氣潛能開發規劃、沼氣生產資源永續性利用評估、沼氣廠操作營運經驗、沼氣生產創新技術開發、使生物天然氣品質更接近既有瓦斯之技術開發及商務投資機會等。

(2) 技術面研討

A. 中國及歐洲生物天然氣技術發展現況

世界環保意識抬頭及能源日漸趨於轉型之際，對於新能源類型的技術發展各界亦不遺餘力，中國乃屬農業大國，當局致力於發展現代化農業以加強自然資源的保護與生態修復，農村轉型的農產融合促進農民利益及因應世界氣候變化之能源減碳排放之趨勢，促成生物沼氣工程技術發展之契機。中國發展生物沼氣技術除解決農村炊事及車用廢氣排放問題，各大都市之餐廚垃圾、廢油、廢水及廢氣排放亦為改善目標，其製程經原料預處理後進行厭氧發酵，後生產出沼氣再經由純化製程提高質量，廢棄沼渣供做肥料應用，打造能源、肥料、環境及減碳排一體化解決方案。為因應不同料源之製程技術發展，亦建立潔淨能源技術集成平台，包括各式甲烷製程(石油氣、煤氣及生物質甲烷)集裝箱設備、燃料油脫硫技術及濕式發酵垃圾綜合處理等一體化技術。濕式發酵技術適用於處理秸稈、畜禽糞便、能源作物、餐廚及蔬果垃圾等原料，多採連續式攪拌發酵槽，有助於微生物與原料充分混合而完全發酵，具有運作能耗低、能源效率高、不產生廢水早成二度汙染及物料適應性廣等優點 (圖十)。



圖十 濕式發酵製程技術

歐洲生物天然氣技術方面由於發展時程較久，於國際參與之專案經驗豐富且成熟，歐洲現已有超過 17,000 座生物沼氣廠，德國、義大利、捷克及奧地利使用製造天然氣以農業原料為大宗，法國主要利用城市垃圾及有機廢棄物，瑞士及英國則主要使用污水及污泥作為原料，然而初生產出之生物沼氣含約 45-70% 甲烷、25-55% 二氧化碳及少量但仍會造成相關設備的侵蝕 H_2S ，仍未達一般天然氣之能源質量，利用尚缺乏效率及穩定性，且歐洲各國日漸推行及獎勵以天然氣為主要能源之新型汽車以降低溫室效應氣體排放，生物沼氣提純技術發展亦趨成熟。瑞典為生物沼氣提純之先驅者，技術包括水洗滌(water scrubbing, WATS)、變壓吸附(pressure swing absorption, PSA)、化學清洗(chemical scrubbing, CHEMS)、物理清洗(physical scrubbing, PHYS)及薄膜分離(membrane separation, MEMS)，其中水洗滌技術最為普遍，然而目前仍存在生物沼氣提純廠規模過小及成本過高之問題，據 2009 年數據每小時生產 $500 Nm^3$ 初級生物沼氣技術需約 1 百萬歐元，若導入提純技術則成本將增加 1.6 倍以上。圖十一為英國廢水污泥處理工廠，具九座汽電共生系統，每小時可生產 $4,000 Nm^3$ 生物沼氣，每年可生產 40GWh 電力輸入電網之中。圖十二為德國以玉米及甜菜渣為料源之天然氣生產工廠，擁有四組初級及兩組二級厭氧消化程序，五座沼渣儲存池，每小時可生產 $1400 Nm^3$ 生物沼氣，且同時具備等產量之提純技術，累積年產天然氣可達 6700 萬 Nm^3 。圖十三位於瑞典布登市，具水洗滌提純技術之廚餘及廢水處理天然氣生產廠，每年處理 1,200 噸廚餘及 $24,000 m^3$ 廢水，可生產 60 萬 Nm^3 天然氣，總投資金額達到 6 百萬歐元。



圖十一 廢水及汙泥處理廠(Minworth STW – Sutton Coldfield, UK)



圖十二 以玉米及甜菜渣為料源之生質沼氣生產廠(Rackwitz, Germany)



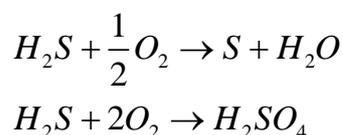
圖十三 料源為廚餘及廢水之生質沼氣生產廠(Boden, Sweden)

B. 杭州能源環境工程公司—大型沼氣工程關鍵技術

生物沼氣工程生產規模係依據原料之可收集量、收集半徑與運輸方式及廢棄沼液、沼渣之處理量為基準進行評估，其技術依據程序大致可分為三大項：原料預處理、發酵技術及沼氣提純與高值化利用。預處理亦因料源而有所不同，動物糞便料源易含有砂礫，尤其雞糞中含有約 8% 砂礫，牛糞、秸稈及有機垃圾料源中亦有微量含砂，利用中溫水解技術可去除 85-90% 砂礫，避免厭氧消化槽及管路內堵塞及磨損。秸稈預處理部分，動物消化系統其實係一高效沼氣發酵系統，因此利用仿生技術，對秸稈進行二次粉碎，曝氣中溫水解酸化 48 小時，相較於傳統厭氧程序發酵需 30 天，仿生技術可將其縮短至 15 天以內且可提高產氣率。

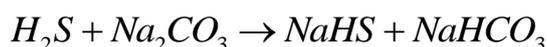
發酵技術為生物沼氣之關鍵，一般根據大規模化及集中式工程設計原則，以兩座以上厭氧發酵槽串聯運行為宜，發酵槽設計以連續攪拌槽反應器(CSTR)為主，TS 濃度(total solid)適用範圍 8-12%，為一相當穩定且技術成熟之設備。由於動物糞便發酵後 80% 氮以氨氮形式存在，耐高氨氮菌種技術提升菌總氨氮耐受度由 3000 mg/L 至 6000 mg/L。發酵溫度—高溫厭氧消化需 50-55°C、中溫 35-38 °C 及低溫 15-35 °C，於 5 °C 以下則不會有產氣作用發生，發酵溫度係沼氣工程之重要參數，溫度控制與保溫技術勢影響整體沼氣工程成效重要關鍵。汽電共生技術整體流程如圖十四，發電效率約 38%，熱利用率平均約 42%，冬季 38 °C 中溫發酵製程無須額外熱源，夏季餘熱用可烘乾沼渣以做為有機肥料利用。

沼氣脫硫技術是提純程序重要環節，生物沼氣中 H₂S 含量可高達 6,000 ppm，濕式酸法脫硫技術可使之降至 100 ppm 以下，且成本低於 0.1 NTD/Nm³ 較傳統化學脫硫降低 70%，且由於引入空氣而更適用於汽電共生程序中，其主要反應如下：

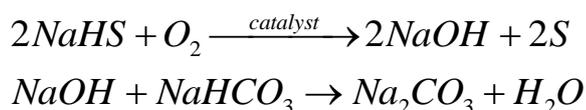


濕式鹼法脫硫亦能將 H₂S 含量降至 100 ppm 以下，鹼液可循環利用，成本低於 0.15 NTD/Nm³，亦適用汽電共生程序。濕式鹼法脫硫以鹼液吸收 H₂S，在氧氣及催化劑作用下再生成鹼、單質硫及水，反應分為吸收及再生過程如下所示：

吸收過程：

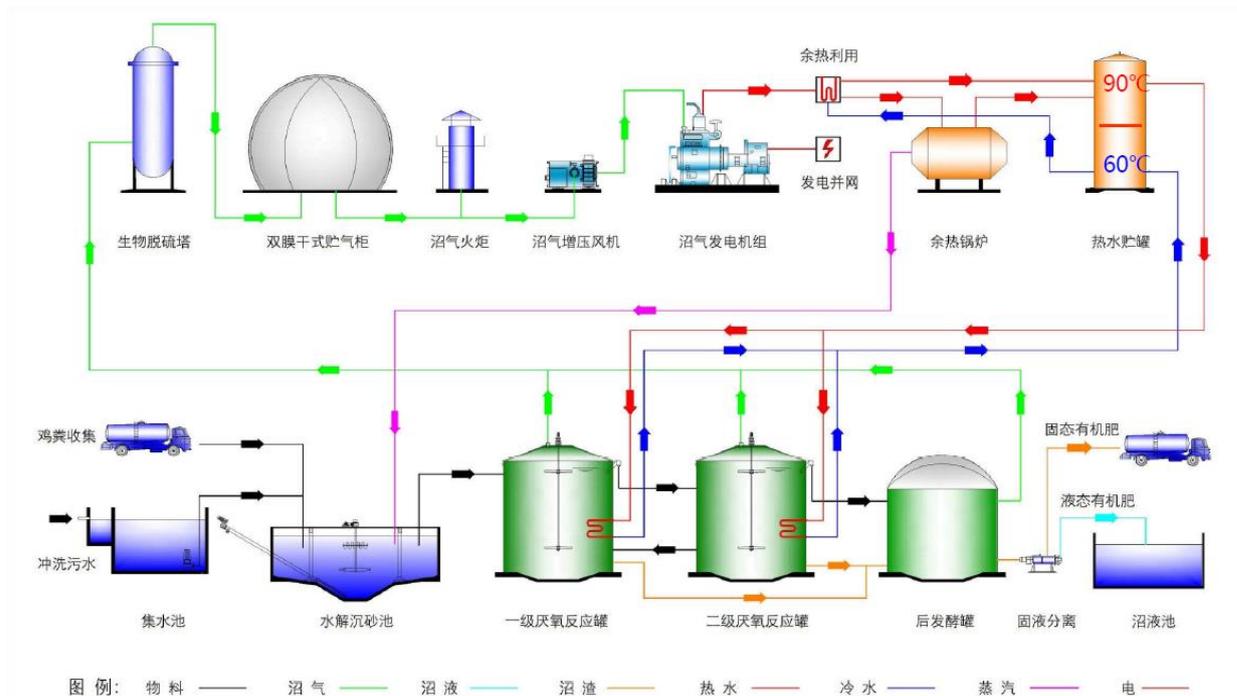


再生過程：



生物沼氣提純技術常見包括加壓水洗、薄膜分離、變壓吸附(Pressure Swing Adsorption, PSA)及乙醇胺(MEA)，各項比較如圖十五。加壓水洗技術係利用水於加壓條件下對 CO₂ 與 CH₄

溶解度不同而實現沼氣脫碳效果，操作簡單、水可再循環利用及無二次污染等皆為其特點。薄膜分離技術利用各氣體分子對於薄膜具不同溶解度及擴散係數，達到分離目的，因其為模組化集裝箱設備，安裝容易運作成本也較低。變壓吸附純化技術利用吸附劑對混合氣體中各分子吸附能力隨壓力變化之差異產生之選擇性吸附達到純化分離目的，其裝置成本低，且對於氣體質量要求也較低。乙醇胺(MEA)吸收可同時去除 CO_2 及 H_2S 且有較高之反應性，然而需要高溫再生且有裝置腐蝕之現象。經厭氧發酵產氣遺留之沼液通過固液分離及過濾系統濃縮處理後，內含之有機物及磷酸鹽等營養物可製成有機肥料。



圖十四 汽電共生流程示意圖 (杭州能源環境工程公司, 中國)

纯化技术	水洗	膜分离	变压吸附 PSA	乙醇胺吸收 MEA
预处理	否	是	是	是
操作弹性 (%)	50-100%	50-100%	±10%	50-100%
甲烷回收率 (%)	> 97%	> 97%	> 95%	> 98%
操作压力 (bar)	7-10	17	4-7	20
成本 (元/Nm ³)	0.22	0.25	0.20	0.34
热量消耗 (°C)	否	否	否	是

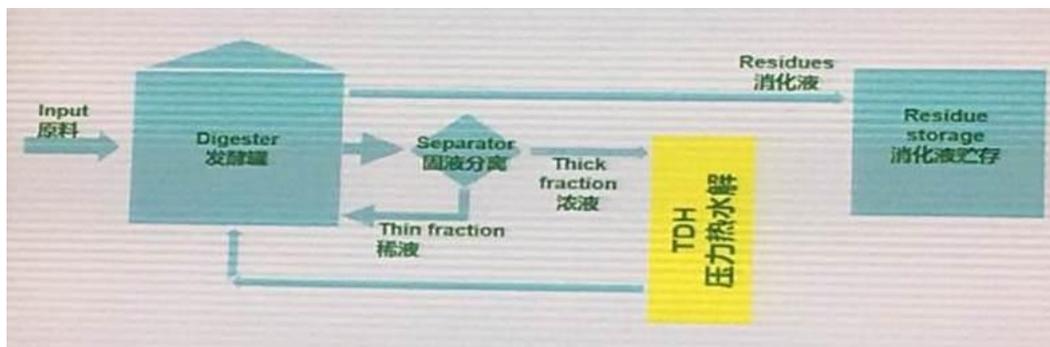
圖十五 生物沼氣提純技術比較 (杭州能源環境工程公司, 中國)

C. 德國 EnviTec Biogas—原料預處理技術

EnvuTec 公司擁有全球最大規模之生物沼氣生產廠，廠址位於德國居斯特羅市於 2009 年開始運作，產氣量達到每小時 10,000 Nm³，其公司具一體化之業務模式，包含技術服務(設計、建設、研發等)、運作(投資、工廠管理、原料採購及物流等)及能源項目(天然氣採購與銷售、熱能提供等)，並擁有破碎、混合及攪拌一體之專利原料預技術 Dissolver，可提高產氣量 9%。原料預處理程序包含原料接收(input)、多種原料均質化(multiple input homogenization)、物料混合率優化(optimal mixture ratio)、進料量精算(precisely measuring of feedings)、雜質去除及輸送，圖十六為 EnviTec 公司專利之預處理技術 Kreis-Dissolver，利用高速旋轉之齒盤整合攪拌及切割程序使物料均質混合，並透過破壞細胞壁結構提高可降解物質比例，提高物料可利用率，其輸送至發酵罐之均質物料含固率約 12-13%。圖十七為 EnviTec 另一技術優勢—壓力熱水解程序，高溫高壓之分解作用使可再生能源產氣量提升 10 至 30%，粗纖維料源沼氣產量增量 70%，同時發酵罐內物質濃度降低亦減少了攪拌能耗。



圖十六 專利預處理罐 Kreis-Dissolver 及內部齒盤(EnviTec, Germany)



圖十七 Pressurized thermal hydrolysis 壓力熱水解技術 (EnviTec, Germany)

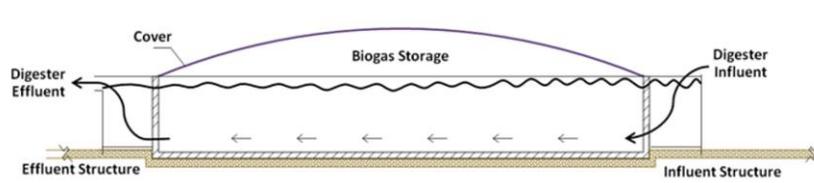
D. 德國 SF-SoepenberG GmbH – 秸稈沼氣技術

SF-SoepenberG GmbH 公司是許多廢水處理及肥料生產廠的重要商業夥伴，有鑑於目前歐洲單以秸稈為料源的生物沼氣技術才剛起步且相較於其他料源一直未被重視，SF-SoepenberG GmbH 公司分享其以秸稈為主要產氣料源測試多種前處理技術，包含磨碎(milling)、壓力熱水解(TDH)、鹼法(alkali)、酸法(acid)、微生物法(microbial)、酶法(enzymatic)、蒸汽爆裂(steam explosion)及擠壓法(extrusion)，分析各前處理技術優缺點如圖十八，並提現今木質纖維素原料前處理及消化產氣製程常皆使用連續式攪拌反應器(CSTR)，然而根據 SF-SoepenberG GmbH 公司研究及實務經驗，專為秸稈產氣消化反應量身設計反應器有其重要性，原因為反應中秸稈原料混合液將產生固渣懸浮現象，若懸浮層太厚將導致產氣效果不彰，其二是反應中產生之沼氣容易從反應器上方洩漏，最後是設法增加原料反應面積等都是秸稈產氣製程可能遭遇之問題。SF-SoepenberG GmbH 於中國執行項目中秸稈消化產氣程序使用 VPFR 進行 (Vertical Plug Flow Reactor)如圖十九所示，已反應完成之秸稈固渣沉澱後可從槽底移除，反應器內雖無機械攪拌系統還是能藉由幫浦協助翻攪秸稈原料達到完全反應，故若以秸稈為原料生產生物沼氣，前處理製程部分使用 CSTR，而後端厭氧消化產氣製程使用 VPFR 為現今理想之方案。



	Advantage	Disadvantage
Milling	increases surface area makes substrate easier to handle often improves fluidity in digester	increased energy demand high maintenance costs / sensitive to stones etc.
Hot water (TDH)	increases the enzyme accessibility	high heat demand only effective up to certain temperature
Alkali	breaks down lignin	high alkali concentration in digester high cost of chemical
Acid	solubilises hemicellulose	high cost of acid corrosion problems formation of inhibitors, particularly with heat
Microbial	low energy consumption	slow no lignin breakdown (?)
Enzymatic	low energy consumption	continuous addition required high cost of enzymes
Steam explosion	breaks down lignin solubilises hemicellulose	high heat and electricity demand
Extrusion	increases surface area	high maintenance costs / sensitive to stones etc.

圖十八 秸稈前處理個方法之優劣比較 (SF-SoepenberG GmbH, Germany)



圖十九 VPF 反應器 (SF-Soepenbergr GmbH, Germany)

E. 德國智康公司—乾式不連續發酵技術

傳統沼氣發酵技術多採濕式發酵，而連乾式續性發酵由於技術複雜且成本過高難以推廣，90 年代起德國積極投資與發展新式的乾式不連續沼氣發酵技術，以解決原發酵耗能高、處理乾渣料造成的高成本等問題，更於 2002 年達到工業級營運水準。乾式不連續發酵於南方地區在冬及春季可採用單一發酵周期，約 150-200 天，夏秋季採用兩發酵周期，每周期約 90-100 天，依各地區農業用肥等時程結合考慮。乾式不連續發酵技術有具備以下優點：

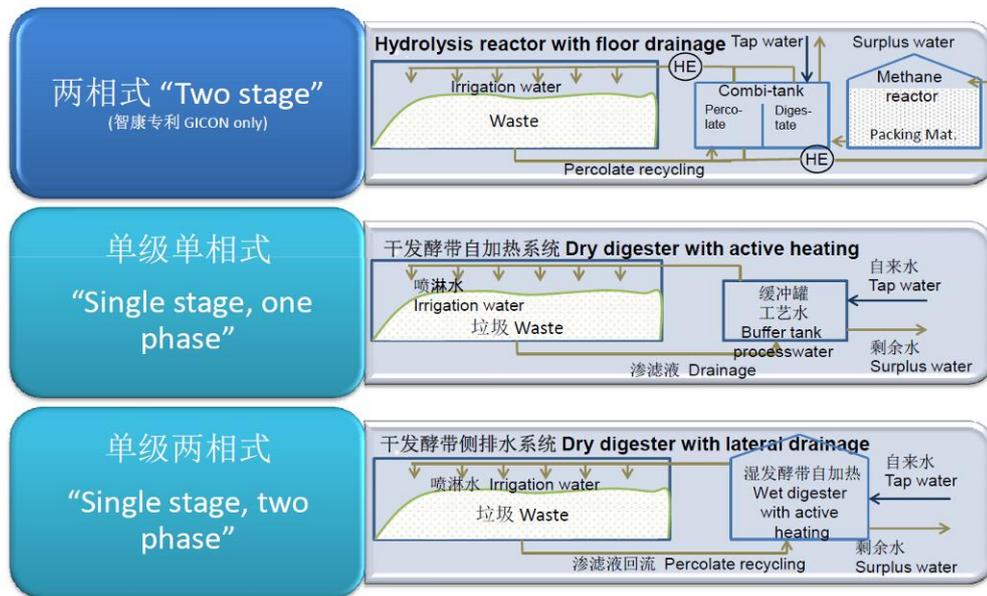
- ◆ 耗能低：於冬季時僅消耗自身產能的 10 至 15%，為原濕式發酵耗能約 30%；於寒冷地甚至達到 45%，限制了沼氣技術的推廣。
- ◆ 可直接處理秸稈及城市垃圾等固體料源，大大節省原料預處理成本。
- ◆ 程序內無攪拌器及物料管道，發酵不受原料內雜質如塑料、木塊、砂礫等影響，節省相關人力及設備成本。
- ◆ 發酵槽中無攪拌器等可動部件，系統可靠性高。
- ◆ 沼氣質量高，其含硫量僅 50-300 ppm，遠低於濕法發酵之 6000 ppm，可不經水洗等提純製程直接供沼氣發電機使用。
- ◆ 發酵槽(室)為建於地面之車庫型不透氣混凝土結構，底部管道暖氣供熱，建設成本相對較低，且為模組化結構，便於擴展。
- ◆ 建設及營運成本隨規模擴展增長較緩，適用於年處理一萬噸垃圾、年產沼氣一百萬 Nm³ 以上之大型沼氣工程。
- ◆ 發酵剩餘物無濕式發酵之沼液，無須後續脫水處理，發酵剩餘物僅需簡單過濾及堆肥即可做為農作物等肥料，因此後處理成本低。
- ◆ 減少可觀之耗水量，且幾乎無廢水排放，降低水費及污水處理成本。

但乾式不連續發酵仍有兩大關鍵技術問題有待解決：

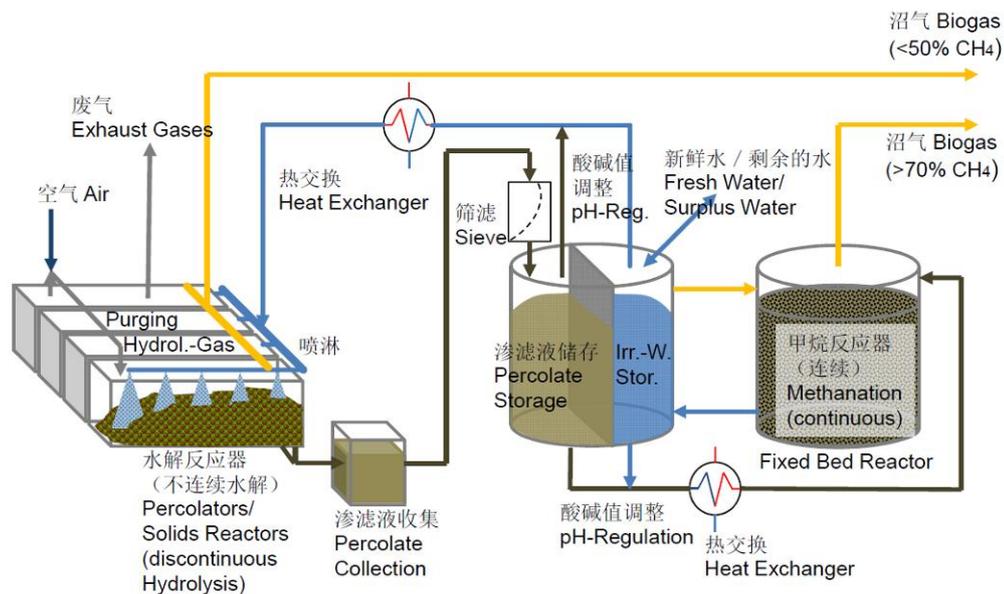
- 於發酵初期及結束時發酵室沼氣濃度與空氣濃度比達到臨界點 3:17 時之防爆安全，需要高度可靠之自動控制系統。

- 發酵菌於原料中繁殖速度的維持。

智康公司總部位於德國德雷斯頓(Dresden)，整合工程設計、能源開發、環境監測及資訊技術等領域，其擁有之生物沼氣發酵技術亦相當全面，包含乾式不連續發酵技術，適用於結構固定可堆積之料源之生活垃圾、採用中央攪拌直立高發酵槽之兩級濕式發酵技術，適用於餐廚垃圾等較鬆散之料源及採用鋼筋混泥土發酵槽之一級或兩級濕式發酵技術，適合較及夠簡單之料源如牛糞。智康所發展之非連續式乾發酵技術亦分成：兩級兩相式、單級單相式及單級兩相式，程序比較如圖二十，單級單相式有較大之可用體積、過程簡單，但其液體可控性差、高耗熱、需混料及所需時間較長皆為其缺點。單級兩相式雖停留時間較短，但其排水系統管道易阻塞較不穩定，且仍需混料。兩級兩向式乾式發酵為智康公司之專利技術，程序示意圖如圖二十一，由於水解階段與產甲烷階段以物理方式分隔開，可分別創造出對於水解微生物及產甲烷微生物適合之環境，中間聯合儲存罐中存放兩種不同 pH 值之液體(酸性之滲濾液及偏中性之剩餘水)，技術上允許兩種液體可分別進入甲烷產氣反應器及乾式發酵室中，實現 pH 值良好之調節機制，也可透過此方式分別調節水解及甲烷反應器溫度，優化反應器效能。從甲烷反應器產出之沼氣含有較高濃度之甲烷(>70%)，與水解產出甲烷濃度較低之沼氣可分別收集單獨利用，可大幅減少後續沼氣提純升級微生物天然氣之成本，其亦具無反覆進料、穩定及效率等優點。



圖二十 不同發酵技術比較 (GICON, Germany)



圖二十一 兩級兩相式乾式發酵技術 (GICON, Germany)

(3) 產融整合研討

本議程主要是探討如何透過政策、技術與財務面的支持，推動生質沼氣/生物天然氣之發展，並使生質沼氣/生物天然氣具營運可行性，其主要是從沼氣廠成功營運案例及導入 PPP 模式之推動發展等兩方面進行研討。

A 沼氣廠可獲利營運經驗分享

(A) 河北京安瑞能環保有限公司

該公司為一家大陸與瑞士合資的產業，為少數在大陸從事沼氣廠建置與營運可獲利的成功案例，其主要係從技術面說明提升沼氣廠營運可行性的策略，認為營運績效良好的公司必須具備三個要素：

- 沼氣產量高才能增加沼氣廠收入
- 厭氧發酵槽小才能降低初設成本
- 有機物需先行部分破壞方能降低操成本等

因此若由此評析結果切入，可發現目前禽糞沼氣廠營運績效不佳的主要問題即是有機濃度偏低，導致產氣效率不佳，同時也因需要設置較大的厭氧發酵槽，導致初設投資成本增加，因此建議改善的策略即是在禽糞中混入玉米桿、麥桿及稻桿等有機質含量 50-80% 的秸稈廢棄物，進而達到提高沼氣產量及縮小厭氧發酵槽的目的。然而，當單純混入秸稈於禽糞中進行厭氧發酵，通常會發生微小纖維浮在上層的現象，且秸稈亦無法充分轉化為沼氣，據此該公司採取的策略即是在厭氧發酵槽之前，再增設一個半好氧水解槽，先行將秸稈液化為有機酸，再輸送至厭氧發酵槽，藉以克服上述發生分層的問題，且根據其實際操作經驗，預期運用此半好氧水解技術，沼氣產量可提升 15-30%，甲烷濃度增加 10%，厭氧發酵槽可縮小 50% (反

應時間為 25 天之情境)，同時該公司亦為在德國境內第一家成功運用此水解技術於沼氣生產的單位。另一方面，該公司另一個提高營運績效的策略即是將產生的沼渣沼液與有機肥生產製程整合，在混合微量元素及其他有機肥份物質後，分別包裝為水溶性肥及固態肥販售（圖二十三），藉此增加其獲利模式。

(A)



(B)



圖二十二 厭氧發酵前之半好氧水解槽(A)河北京安瑞能沼氣廠水解槽(建置中)；(B)德國 wittgendorf 沼氣廠水解槽(已運轉)

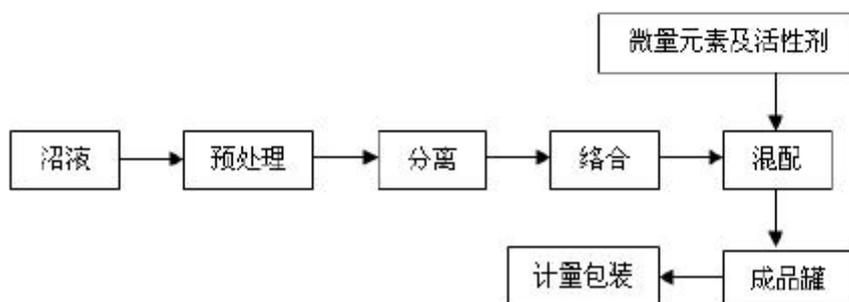
固肥工艺流程

solid fertilizer production process



液肥工艺流程

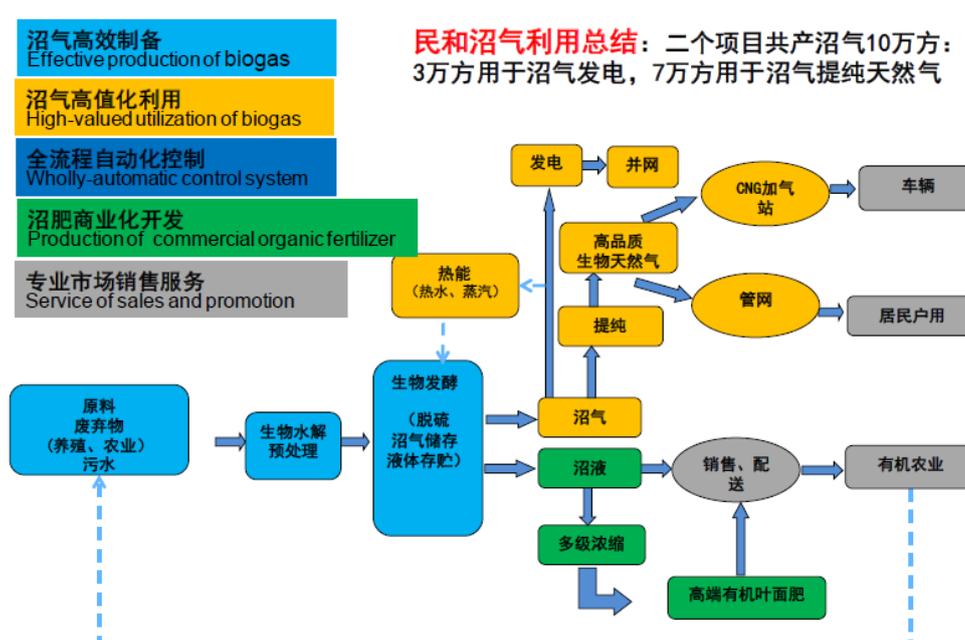
liquid fertilizer production process



圖二十三 沼渣沼液轉換為有機肥之生產製程

(B)山東民和生物科技公司

該公司係一家肉雞廠商轉投資的子公司，致力於發展有機廢棄物資源化的業務，目前已成功營運一座發展有機 3MW 的雞糞沼氣廠，也是在大陸地區唯一能夠連續運轉七年的工廠。本次報告內容係根據其長期的營運經驗，提出有關超大型沼氣工廠的營運理念，其中該公司認為目前大陸超大型沼氣廠營運的主要問題包括技術穩定性不足、缺乏現代化的管理及產品過於單一且無法市場化。因此，針對上述問題，該公司首先認為一個營運良好的沼氣廠必須具備高效能的沼氣生產技術、沼氣朝高值化應用發展、發展自動化監測、沼肥商品化及重視產品銷售服務等五項措施，但同時在外在環境方面，也需要有原料可取得、政策配合、產品有市場、良好的工程建設管理、技術研發成果可產業化及有資金整合的措施等關鍵因素配合，方能順利推動建置超大型沼氣工廠。根據該公司之發展經驗，其第一期超大型雞糞沼氣廠係採取實施區域內 23 處雞糞場分散收集、集中沼氣處理、沼氣用於發電及沼肥高值化應用的策略規劃，在操作期間則是運用雞糞除砂技術及高氨氮耐受力之厭氧發酵技術提升沼氣產量，脫硫操作採自動化控制，並運用熱電聯產及多層次熱回收設計，使熱電效率達 83%，同時該沼氣廠申請 CDM 取得溫室氣體減排的碳權，亦為大陸沼氣廠之首例。至於在二期超大型雞糞沼氣廠建置規劃方面，則是以年產量 4 萬立方米的生物天然氣為設計目標，並採用最為先進的三級膜沼氣提純技術，甲烷純度可提高至 97% 以上，使沼氣能應用為價值更高的生物天然氣，以符合產品高值化的目標。整體而言，該公司的營運原則首先是整合能源效益(沼氣、天然氣及熱能)、沼肥效益及減碳效益，使沼氣廠的營運效益朝多元化發展，擴大應用市場，其次是將各項產品朝專業化發展，例如針對雞糞沼液即設置大陸首座水溶性雞糞肥料工廠，將沼液再進行濃縮精製成肥料商品，並建構銷售推廣及服務體系，行銷大陸各地。另外該公司亦認為應朝集中處理、規模化的大型沼氣廠發展，並導入自動化監測及控制的現代管理技術，方能使沼氣廠能夠持續全年穩定運轉，提高產品產量，其整體利用之概念如圖二十四。



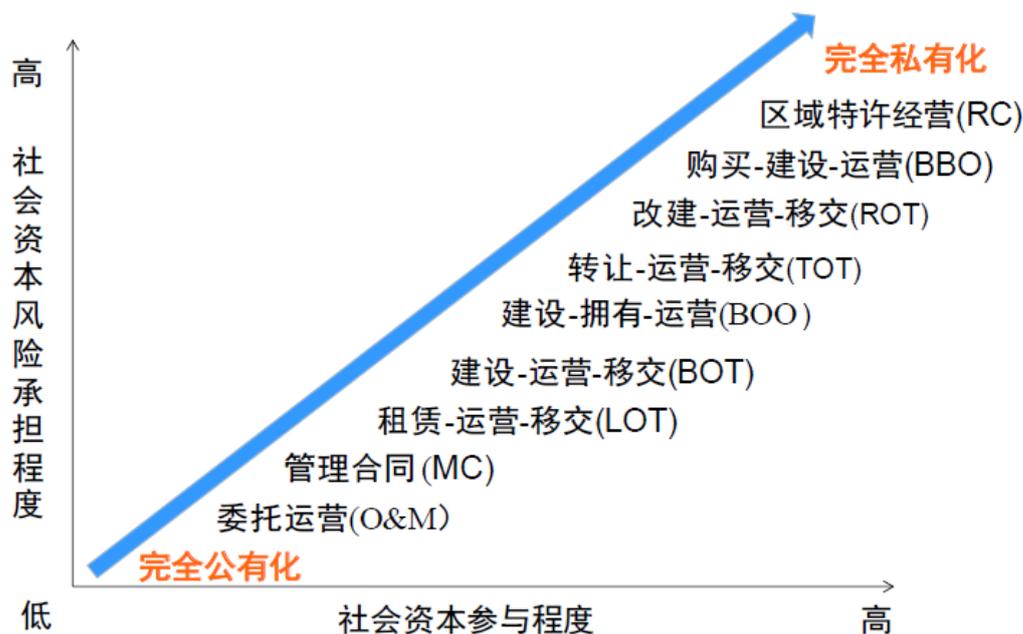
圖二十四 民和沼氣利用示意圖與特點

B. PPP 模式(Public-Private-Partnership，公共私營合作制)推動沼氣發展之研討

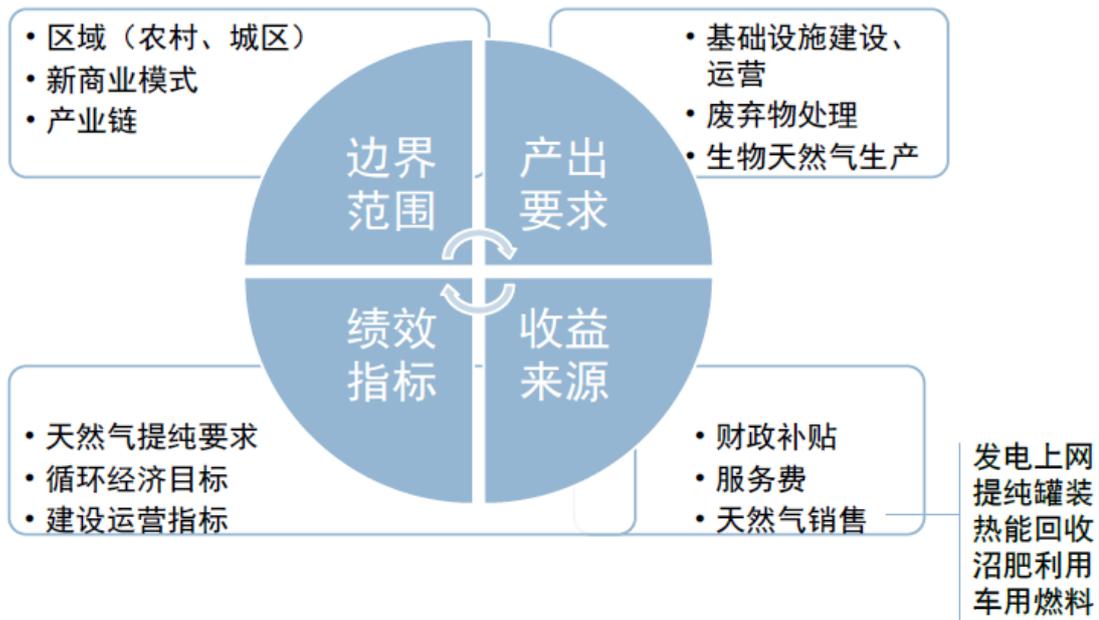
本次研討會在產業金融論壇方面，除了邀請幾家營運績效良好的沼氣廠現身說法外，另一個研討重點即是針對 PPP 模式推動沼氣發展進行研討。

(A)PPP 模式對沼氣之推動

本報告是邀請亞洲發展銀行 PPP 高級官員尚光睿發表，首先強調 PPP 不是一種融資工具，雖然沒有一致性的定義，其原則上可視為一種公共產品或服務（包括基礎建設）的供給方式，是一種傳統由政府主導供給的擴充模式，目的是要提高公共產品及服務的供給數量、品質及效率，目前聯合國、歐盟、世界銀行、亞洲發展銀行等國際組織皆積極在全球推動此模式之應用，其中最常應用的領域實際上是以“準公共領域”為主，其次才會以公共領域的產品或服務為對象，且通常這些公共產品或服務大致有需求成長導致有供給缺口、鉅額投資而有融資瓶頸及明確的市場化改革需求。目前大陸在全球運用 PPP 模式的國家中，其推動成熟度仍屬中上水準，但在法律配套、專責機構設置及多元的金融輔助工具方面仍有相當的成長空間。另外圖二十五顯示 PPP 亦沒有固定的應用模式，仍須視案例而定。基本上，因沼氣及生物天然氣符合公共產品或服務的特性，因此應是適合以 PPP 模式推動，但現階段大陸地區僅有四件 PPP 模式推動沼氣廠建置的案件，顯示成案數目偏低，因此後續應仍有大幅成長的空間。儘管如此，未來生物天然氣或沼氣廠欲以 PPP 模式推動，仍有諸多因素需要有更為明確的資訊(如圖二十六)，方能提供政府作為是否已 PPP 模式協助推動的決策依據。



圖二十五 PPP 常見的模式



圖二十六 生物天然氣推動採 PPP 模式的四個關鍵要素

(B) PPP 模式推動生物天然氣廠之成功案例

本報告是由海南神州新能源建設發展有限公司發表，主要是介紹海南澄邁專用生物天然氣示範廠及運用 PPP 模式使該廠順利營運的關鍵要素。該廠建置工程是依據中國科技部與瑞典能源署於 2008 年簽署的中瑞生物能源合作示範項目辦理，也是海南省十二五新能源及節能減排的重點示範項目，規劃自 2012 年分兩期完成第一個海南生物天然氣示範點，若順利運轉，再循此模式在海南省建置二十個沼氣廠。目前第一期工程所建置的沼氣廠已順利運轉，可年產 1.5 萬立方米的生物天然氣，主要用途係做為車用燃料。不過，事實上第一期工程所建置的沼氣廠在開始運轉初期，其實因為一直無法全負荷運轉，主要因沼氣廠所需的有機廢料收購價格太高，超過財務可承擔的範圍，加上未增加有機廢棄的處理量，不得不使有機廢料的收集管道多元化，也導致因收集點分散且集運距離較長，而使集運成本偏高，在此情境下生物天然氣生產的原料成本即高達每立方公尺人民幣 2.65 元，相當於每立方公尺天然氣需新台幣 12.2 元，且因幾無獲利空間，同時也導致後續各項工程融資困難，使沼氣廠營運非常不順利(圖二十七)。有鑒於此，在導入 PPP 模式的協助下，由海南省政府提供有機廢料的保證補貼價格，順利解決沼氣廠 50%的原料需求及降低原料的收購成本，在此情境下所產出之生物天然氣的原料成本可降低至每立方公尺人民幣 0.87 元，相當於每立方公尺天然氣需新台幣 4 元，滿足了生物天然氣原料成本需低於每立方公尺人民幣 1.0 元才能獲利的的基本門檻(圖二十八)。由於澄邁專用生物天然氣示範廠的規劃係以處理城市綜合有機廢棄物為目標，因此在技術面上發展了許多處理綜合有機廢棄物的關鍵技術，因而具備處理城市多樣化有機廢棄物的能力，據此方能在協助城市有機廢棄物問題及降低原料成本使生物天然氣廠順利運轉的雙贏目標下，藉由 PPP 模式的導入，開創一個可複製、可推廣且具有經濟性的成功案例。

澄迈示范项目日产1.5万方原料构成及成本 15000 M3/d Chengmai Demoprojects raw material costs						
原料名称	每天消耗量 (吨/天)	产气率 (m3/吨)	产气量 (m3/天)	采购成本 (含运费) (元/吨)	政府对原料补贴 (元/吨)	原料成本 (元/天)
Material items	Daily consumption (ton/d)	Gas rate (M3/ton)	Gas production (M3/d)	Procurement costs (RMB/ton)	Government subsidies for materials (RMB/ton)	Mmaterial cost (RMB/d)
畜禽粪便 livestock manure	30	63	1890	120	0	3,600
作物秸秆 crop straw	20	60	1200	260	0	5,200
甘蔗渣 bagasse	50	90	4500	350	0	17,500
木薯渣 cassava dreg	30	75	2250	165	0	4,950
有机废水 organic wastewater	50	50	2500	70	0	3,500
能源草 energy grass	30	60	1800	125	0	3,750
其他 others	30	50	1500	100	0	3,000
	240		15640			41500
			单位生物天然气原料成本 (元/m3) Unit cost of BioCNG in raw material (RMB/m3)			2.65

在没有政府原材料补贴的情况下，单位生物天然气原料获取的成本就达2.65元/m³。

圖二十七 未導入 PPP 模式協助之生物天然氣原料成本

澄迈示范项目日产3.0万方原料构成及成本 30000 M3/d Chengmai Demoprojects raw material costs						
原料名称	每天消耗量 (吨/天)	产气率 (m3/吨)	产气量 (m3/天)	采购成本 (含运费) (元/吨)	政府对原料收运补 贴 (元/吨)	原料成本 (元/天)
Material items	Daily consumption (ton/d)	Gas rate (M3/ton)	Gas production (M3/d)	Procurement costs (RMB/ton)	Government subsidies for materials collect and transport (RMB/ton)	Mmaterial cost (RMB/d)
餐厨废弃物 livestock manure	200	42	8400	150	125	5,000
市政粪渣 municipal waste slag	100	3	300	100	90	1,000
垃圾渗滤液 garbage leachate	600	12	7200	0	0	0
畜禽粪便 livestock manure	80	63	5040	120	100	1,600
作物秸秆 crop straw	30	60	1800	260	200	1,800
甘蔗渣 bagasse	20	90	1800	350	0	7,000
木薯渣 cassava dreg	20	75	1500	165	0	3,300
有机废水 organic wastewater	50	50	2500	70	0	3,500
其他 others	30	50	1500	100	0	3,000
	1130		30040			26200
			单位生物天然气原料成本 (元/m3) BioCNG unit raw material costs (RMB/m3)			0.87

在有政府原材料收运补贴的情况下，单位生物天然气原料获取的成本就达0.87元/m³，满足产品原材料段单位生物天然气1元/方以下财务盈亏点。

32

圖二十八 導入 PPP 模式協助之生物天然氣原料成本

2. 參訪重慶銀福科技集團於馬鈴薯廢棄物能資源利用現況

重慶銀福科技有限公司成立於 2003 年 5 月，註冊資本為 2000 萬人民幣。其主導產業涉及農資供銷、生物技術、國際物流、物聯網、房地產，目前已先後成立 8 家控股子公司，其中銀福生物有機肥公司是集科研、生產、銷售於一體，生產銷售高效、環保有機肥肥料的高新技術企業。本次參訪主要是由-全球市佔率第一的酵素公司丹麥諾維信(Novozymes)公司之北京研發中心李明祺經理的引薦及聯繫。

李經理目前是諾維信公司代表在大陸推廣纖維水解酵素的銷售經理，對大陸的生質能源政策、生質原料分佈及相關纖維酒精技術的產業皆非常熟稔，過去曾於 104 年代表諾維信酵素公司來所參訪，對本所纖維酒精廠及製程技術給予高度的肯定，並表示根據他多年來各地參訪的經驗，認為本所發展的纖維酒精製程技術確實有國際競爭的水準，尤其對前處理製程的自動化程度留下非常深刻的印象。

本次交流期間由集團董事陳毅及負責生物技術業務的張建榮副總全程接待，諾維信公司的李明祺經理全程陪同。其中第一天逕行前往該公司位於重慶市的總部，就雙方於生質精煉技術或產業的規劃進行交流，第二天則是前往參訪與銀福科技集團有長期合作的重慶大學的化學化工學院及魏順安老師，了解該學院在聚乳酸技術的研發進展。經由本次參訪可知，銀福科技集團一直從原來以商務貿易為主要的公司，朝多元化事業體發展，目前在生物科技方面的主要業務以有機肥料為主，後續則規劃朝生質精煉產業發展，並以聚乳酸為優先考量的產品標的，現階段公司亦投入人力在開發聚乳酸聚合技術。本次交流會議首先由重慶銀福集團說明考量馬鈴薯渣的原委，主要因過去大陸是以稻米、小麥及玉米為三大主糧，其中玉米由於種植過剩，且其種植過程中需要投入大量的水及肥料，因此近年來大陸已逐漸縮小玉米的栽植面積，轉為推廣馬鈴薯為第四大主糧，主要因馬鈴薯較容易栽種，且栽種期間所需要的人力與物力亦較少，因此預期未來大陸地區馬鈴薯的種植面積將會逐漸增加。

目前馬鈴薯的工業利用方式是先馬鈴薯中的澱粉組成洗出，再製成粉末狀的澱粉利用，所剩下的固體廢棄物即為馬鈴薯渣(圖二十九)，過去主要是以掩埋的方式處理處置這些馬鈴薯渣，但隨著環保觀念的抬頭，加上薯渣廢棄物有愈來愈多的趨勢，當發生未妥善掩埋時，往往就會滲出高濃度的有機廢水，造成嚴重的水污染與臭味問題，此亦為目前大陸中央在推廣馬鈴薯種植之餘，尚未正視到的問題，但銀福科技公司已經看到了薯渣的合理去化技術，勢必會是未來需要面對的問題，同時也代表利用薯渣為原料發展新產業，應該有相當好的前景與商機。

因此，銀福科技集團在幾年前就開始在甘肅地區佈局，主要因當地已有相當蓬勃發展的馬鈴薯工業，馬鈴薯渣年產量已高達 80 萬噸以上，單一工廠的薯渣年產量也都在 10 萬噸以上，預期在大陸中央積極推廣馬鈴薯種植的政策下，當地薯渣產量在未來還會大幅成長，因此亦已經為當地環保單位非常棘手的問題，另銀福科技集團也提到內蒙古的薯渣廢棄物更是甘肅省的 3-4 倍，其薯渣廢棄物的產量非常驚人。由於薯渣廢棄物皆囤放在馬鈴薯工廠旁，因此相對上供應量穩定，集運方式也較為容易，沒有秸稈分散不易收集的問題，再加上馬鈴薯渣對於馬鈴薯工廠而言，為一種有高度大量去化需求的廢棄物，未來若要收集馬鈴薯渣，

或許還有機會要求馬鈴薯工廠付費給銀福科技集團，因此公司認為薯渣是一種相當有潛力的生質料源。



圖二十九 甘肅省馬鈴薯種植基地及產出之薯渣外觀（網路截圖）

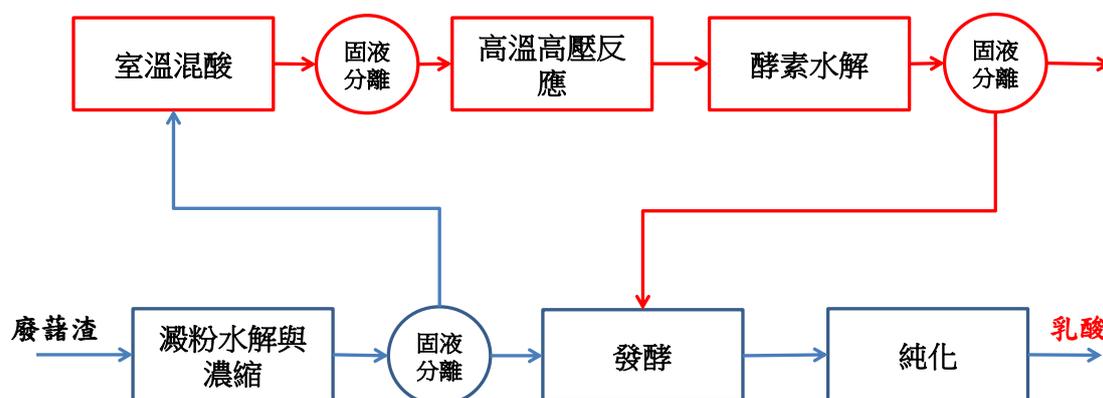
整體而言，藉由兩天的參訪可知，目前銀福科技集團在發展生質精煉事業的想法，認為需要從一個產業價值鏈來思考，若這產業價值鏈還不健全，則表示商轉時機未到，根據這穩扎穩打的理念，目前銀福科技集團規劃其生質精煉產業之發展擬分三個階段進行：

- (1) 運用其擅長的有機肥料技術，先將含有大量蛋白質及微量元素的薯渣廢棄物轉換為有機肥料，發展薯渣資源化利用的第一項產品，並要著眼於有機肥於大陸境內已有市場需求。不過由於薯渣有機肥的去化市場還有限，加上薯渣廢棄物的產量實在太大，故後續規劃利用有機肥產業的獲利來扶植其他薯渣資源化產業的發展。
- (2) 由於在分析薯渣乾重組成後發現，薯渣中其實還有約 30%的澱粉，纖維素及半纖維素也佔 20%，木質素含量則約 9%，因此其第二階段則規劃與有機肥料廠共構建置一個薯渣澱粉轉化聚乳酸工廠，不過由於此製程仍有些技術風險性，因此公司規劃建置的規模，是聚乳酸年產量在一萬噸以下的測試廠或驗證廠，一方面可以降低聚乳酸產品銷售的壓力，另一方面也可以利用此小型廠為示範點，去培養聚乳酸產品的市場及通路，同時若運轉順利，將可作為後續擴大建置商轉廠的依據。基本上在大陸要募集資金發展新產業不是問題，技術成熟度要足夠才是公司考量重點。另外，銀福科技集團與重慶大學在聚乳酸技術的開發方面，據了解目前亦僅在實驗室研發階段，正準備建置小型試量產實驗設備，聚合可達的分子量約在七八千左右(圖三十)。
- (3) 除了上述近期的規劃外，未來公司也考量在有機肥料廠與薯渣澱粉轉化聚乳酸工廠共構設置地點，再增設一的纖維乳酸工廠，但設廠規模考量在 3 噸/日以下，主要原因是公司認為纖維乳酸的技術風險性會比澱粉乳酸還高，目前在大陸要取得有潛力商轉的前處理、酵素水解等相關纖維原料利用的技術並不容易，因此近期應以驗證測試為重點；另外由於要將纖維原料運送至大陸以外的地區進行測試，也有相當的難度，因此公司認為未來若要朝纖維原料利用發展，自行建置纖維乳酸廠仍有必要性，其澱粉乳酸與纖維乳酸製程之整合概念圖如圖三十一。另外，除了利用薯渣組成中纖維外，公司目前亦規劃積極引進狼尾草，

至甘肅省大面積的貧瘠土地種植，除了可以進行土壤改質外，更重要地是薯渣有機肥將可施用於狼尾草栽植，創造薯渣有機肥大量去化的市場，而收成的狼尾草剛好可以成為纖維乳酸的原料，未來若時機成熟，亦不排除也發展纖維酒精產業。因此在纖維原料利用技術方面，未來若有適當的機會，亦不排除與台灣相關單位合作。



圖三十 重慶大學門口及化工學院試產之聚乳酸製品



圖三十一 廢薯渣澱粉乳酸與纖維乳酸製程整合之概念圖

3. 參訪丹麥諾維信公司北京研發中心

本次出差期間亦在重慶行程後、研討會議前撥空參訪丹麥諾維信公司北京研發中心(圖三十二)，交流近期有關纖維原料利用之產業發展情形，全程由李明祺經理接待。李經理表示本次安排參訪及交流重慶銀福科技集團於馬鈴薯廢棄物能資源利用現況的原因，主要因大陸地區雖然目前秸稈有大量去化的問題，但實際上大陸秸稈收集的運作體系還不成熟，不易維持穩定的供應量及價格，加上大陸目前有大量的玉米屯糧需要消化，短期間要推廣秸稈酒精或其他產品的產業並不容易，除非秸稈價格能穩定維持在人民幣 200-300 元/噸，因此後來有機會接觸到重慶銀福集團對於馬鈴薯渣資源化利用的規劃，他個人認為對於秸稈以外之纖維原料利用的推廣，是亞洲地區非常值得借鏡及參考的案例，因此遂安排此交流機會。另外，由於上述玉米屯糧量高達兩億噸，短期間大陸將會以去化玉米屯糧為生質能產業的主要原料，加上近期油價低迷，故已影響了全球纖維酒精的發展。因此近期大陸纖維酒精的研發工作已

有趨緩的情形，連帶也影響諾維信公司於纖維水解酵素研發的積極度，目前諾維信的纖維水解酵素已開發至第四代以客製化為導向的方向，第五代仍在研發中，但受限於研發人力已降至全盛時期的十分之一，因此研究進展較為緩慢。至於在美國方面，目前仍以 POET 及杜邦的纖維酒精廠有持續進行運轉，但仍受限於原料供應不足的問題，仍無法全負載運轉。有鑒於此，諾維信公司近年來也開始推廣纖維生質化學品產業的發展，例如纖維乳酸就是近期積極推展的項目，期能據此持續推展諾維信纖維水解酵素的業務。



圖三十二 丹麥諾維信公司北京研發中心外觀

三、心得

- (一) 本次國際會議匯集中國大陸及歐盟之德國、義大利等國家的產業單位、學者專家與官方代表，從沼氣生產技術、環保政策、農業政策、油氣法規、土壤管理、產業融資、產業推動經驗等不同面向，探討生質天然氣/沼氣推動的問題與發展策略，廣度與深度兼具，後續若能持續舉辦，建議國內從事沼氣生產技術之研發人員與產業單位可斟酌參加，吸取國際間於沼氣生產之最新發展現況。
- (二) 本次有幸代表核能研究所參加第一屆中歐生物天然氣高峰論壇，了解世界能源領域間面對節能減碳排及溫室效應等氣候問題所應對之相關產業技術趨勢，也更全面且完整地了解歐洲各國大規模商業化之生物天然氣/沼氣產業及其技術發展現狀與困難，中國方面由於生物天然氣技術發展起步較晚，除與歐洲大國技術輸出計畫合作案之外，相關政策體系之訂定、技術標準的建立、天然氣及有機肥料市場的調查與開發亦至關重要，尤其中國生物天然氣產業目前仍是發展潛力相當可觀的領域，考量天然氣配氣網路建設尚未成熟，且於發電供熱、交通運輸及生活家用天然氣需求日益增加，預估於 2020 年中國天然氣市場需求量達 2900 億立方米，國產天然氣需求可達 1600 億立方米，故持續關注中國生物天然氣技術產業發展、政策未來走向及市場需求的增長幅度皆可為我國未來生物天然氣產業發展之重要借鏡。
- (三) 經歐洲生質能工業協會(European Biomass Industry Association, EUBIA)研究統計，截至目前為止全球生物天然氣產能已達到 25 MTOE/year (百萬噸石油當量/年)，期總量已佔全球再生能源相當重要之地位，尤其近年來全球糧食日漸缺乏，開發中國家農業發展迅速增長造成廢棄物處理及種植肥料使用需求日益增加之情況，除可降低農業等開發對環境造成之負擔，亦為增加農村額外收入，對於相關企業及個別投資人而言，生物天然氣多元之後端應用如汽車燃料、生物甲烷、生物甲醇製品、生物氮肥等，然而現今部分歐洲相關產業發展方向轉往”生物氫氣”此領域，EUBIA 也預估此為未來相關產業投資人主要之投資標的，因目前氫氣相對單位價值較高(每噸約 2000 歐元)，生產及純化步驟複雜，產業放大規模也相對困難，目前全球氫氣生產主要來源就來自天然氣轉化(約 78%)，而第二大宗煤製氫氣產業(18%)過程則會產生大量之二氧化碳，故以對自然環境較友善取得之天然氣為生產來源利於擴展了生物天然氣後端應用產業之出路，將在未來成為一不可忽視之重要趨勢。
- (四) 對於歐盟在沼氣生產技術的開發成果與發展經驗，特別是德國，令人印象深刻，主要因歐盟在推動沼氣生產與應用時，是從整個產業價值鏈的思維去推動，除了推動產業投資沼氣生產事業外，同時也推動沼渣轉為有機肥、沼渣有機肥澆灌技術及併同評估土地與水體可承受有機肥澆灌的潛量與限制，進而規劃出該地區可接受的畜產事業規模上限，此一推動模式值得台灣借鏡。
- (五) 利用纖維原料混合禽糞廢棄物、廚餘的策略，提高沼氣生產量，已為國際間沼氣生產技術的重要發展方向，目前亦已有許多實廠案例皆顯示，至少能提升 20%的沼氣生產量，故此策略對於提高沼氣廠的經濟性應能有所助益，可作為台灣推動沼氣生產的參考依據。

四、建議事項

- (一) 本次參與中歐生物天然氣高峰論壇見識到多項歐洲研發之生物天然氣/沼氣專利技術及產業經驗，然而於技術專題中眾講者報告有其共通點，即是製程及產品標準編制之重要性。由於生物天然氣從料源(複雜且多樣之有機物)、中間產物(各種發酵製成)乃至最終產物的提純(純化技術多元)各方技術五花八門，歐洲各國依據其輸氣網路規格及產品質量需求設立嚴格標準，如甲烷純度、含硫、氮、氧氣量、顆粒物含量、氣味添加劑種類等把關，近年中國亦依據生物天然氣單位發熱量等標準設立技術指標，國內雖已有一般工業及民用之天然氣國家標準(CNS 3719)，對於剛起步生物天然氣/沼氣相關產業製程及產品其相關標準之確立，以及生物天然氣產品高純度甲烷特性之安全性疑慮相關規範的訂定都有其重要性，故建議國內應開始關注相關標準之訂定內容。
- (二) 本次生物天然氣技術論壇中對於瑞典碧普公司印象相當深刻，其主題為沼氣工程物料運行優化技術分享的報告中，有別於各家歐洲廠商推崇發展先進技術與獨特專利，碧普公司闡述整個生物天然氣工程複雜程序中，原物料與中間產物之特性及其輸送現象最為關鍵，也是整個產業從實驗室放大製程至商業化規模所需優先解決之問題，這與本所纖維解聚糖化測試場解決木片與稻稈等渣料運行問題及製程規畫概念不謀而合，工程運作上往往因物料特性於程序中出現卡料情形而非複雜之技術問題造成製程停擺，故建議在未來若要進行生物天然氣製程規劃，對於標的產氣原料的各方面物性、運輸特性等知識皆須深刻了解，該物料分批、連續發酵反應後中間產物特性等測試皆須審慎執行與了解，才能在後續各種規模製程運轉下事半功倍。
- (三) 從歐盟發展經驗得知，單獨運用纖維原料生產沼氣確實為一新興的技術發展方向，目前亦已驗證確實具有產業化應用潛力，由於此議題與原能會核研所纖維原料解聚技術之應用有高度相關性，且可擴大沼氣生產料源的範疇，因此建議應可列為相當值得投入的技術研發方向。
- (四) 從大陸與歐洲發展歷程發現，目前國際間多已逐漸朝大型沼氣生產廠發展，主要原因除了技術持續精進並趨於成熟外，主要考量仍是大型沼氣生產廠能具備經濟規模，此應對於台灣後續推動區域性沼氣生產中心相當值得借鏡。另外，國際間在沼氣應用方面，已經有從「發電」轉為提純甲烷(純度達 99.5%)之生物天然氣的趨勢，主要因發電效率至多僅約 35%，無法充分利用沼氣熱值，轉為生物天然氣，併同既有天然氣管線使用，沼氣熱值方可 100% 利用，故建議國內可積極關注此一發展趨勢，並評估在國內推動之適用性。
- (五) 馬鈴薯已為中國大陸第四大主糧，萃取馬鈴薯澱粉後所殘餘之薯渣廢棄物的處理與處置，已為需要正視的環保問題，主要因薯渣廢棄物產量日益增加，已無法利用掩埋的方式處理。本次參訪發現，當地企業已規劃將薯渣廢棄物組成中約 30%的殘餘澱粉，萃取出來用於生產乳酸，剩餘的薯渣則製備為有機肥料，供沙漠地區綠化或栽植能源作物時使用，未來亦不排除使用這些能源作物進一步發展生物質精煉產業，此一產業價值鏈建構的思維與推動值得後續持續關注，建議可作為台灣相關農業廢棄物處理處置的參考。

五、附 錄

2016 年第一屆中歐生物天然氣高峰論壇詳細議程表

论坛日程 Programme

2016 年 11 月 2 日~5 日, 北京昌平区中国石化会议中心
2nd -5th November, 2016, Sinopec Conference Center, Changping, Beijing

报到时间: 2016 年 11 月 2 日, 全天
Registration time: 2nd November, 2016, whole day

报到地点: 中国石化会议中心, 客房楼大厅
Registration Venue: Sinopec Conference Center Conference Building, Lobby of Guest Room Hall.

会议开幕式 Opening Ceremony:

时间 Time	地点 Conference Room
11 月 3 日 (09:00 – 10:00) 3 rd November (09:00 – 10:00)	中国石化会议中心会议楼三楼报告厅 Sinopec Conference Center Conference Building, Lecture Hall on the 3rd floor
09:00 – 10:00	开幕式 Opening Ceremony 特邀嘉宾 Guest: 王久臣, 农业部农业生态与资源保护总站副站长 Mr. Wang Jiuchen, Deputy Director General, Rural Energy and Environment Agency, Ministry of Agriculture(MOA) Dr.Nicolae Scarlat, 欧盟委员会联合技术研究中心, 能源与交通运输研究所, EUBCE 大会主席 Dr. Nicolae Scarlat, European Commission Joint Research Centre Directorate for Energy, Transport and Climate, EUBCE Technical Programme Chairman 韩江舟, 国家能源局新能源与可再生能源司农村能源处处长 Mr. Han Jiangzhou, Director, Division of Rural Energy, Department of New Energy and Renewable Energy, National Energy Administration (NEA) 孔源, 环保部水环境管理司农村环境管理处调研员 Mr. Kong Yuan, Director, Division of Rural Environment Management, Department of Water Environment Management, Ministry of Environment Protection(MEP) Sandra Retzer, 德国国际合作机构可持续城镇化, 交通运输与能源领域主任 Dr. Sandra Retzer, Head of Cluster "Sustainable Urbanisation, Transportation and Energy" -f Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH 昌平区政府 Changping District Government 中国石油大学 (北京) China University of Petroleum (Beijing)
10:00 – 10:15	慈善捐助表彰仪式 Charity Donation Awards Ceremony 北京阳光爱心公益服务中心 Beijing Sunshine Social Service Centre
合影, 茶歇 (10:15 – 10:40) Group photo, tea break	

会议主论坛 Main Forum:

时间 Time		地点 Conference Room
11月3日 (10:40 – 18:00) 3rd November (10:40 – 18:00)		中国石化会议中心会议楼三楼报告厅 Sinopec Conference Center Conference Building, Lecture Hall on the 3rd floor
上午 (10:40~12:40) 主持人 Chairman: 周红军 Zhou Hongjun		
10:40 – 11:10	中国沼气的转型升级新政 New policy for biogas transformation and upgrading in China	王久臣, 农业部农业生态与资源保护总站副站长 Mr. Wang Jiuchen, Deputy Director General, Rural Energy and Environment Agency, Ministry of Agriculture
11:10 – 11:40	欧盟沼气发展状况及国际合作机会 Status of biogas development in the European Union and opportunities for international cooperation	Dr. Nicolae Scarlat, 欧盟委员会联合技术研究中心, 能源与交通运输研究所, EUBCE 大会主席 Dr. Nicolae Scarlat, European Commission Joint Research Centre Directorate for Energy, Transport and Climate, EUBCE Technical Programme Chairman
11:40 – 12:10	可再生能源十三五规划与生物天然气 13th Five-year plan of renewable energy and bio-natural Gas	任东明, 能源研究所可再生能源发展中心主任 Prof. Dr. Ren Dongming, Director, China National Renewable Energy Centre, Energy Research Institute, National Development and Reform Commission
12:10 – 12:40	中国生物天然气发展挑战与对策 Challenge and Countermeasure of bio-natural gas development in China	周红军, 中国石油大学(北京)新能源研究院院长 Prof. Dr. Zhou Hongjun, Dean, Institute of New Energy, China University of Petroleum (Beijing)
午餐 Lunch break (12:40 – 14:00)		
下午 (14:00 – 15:40) 主持人 Chairman: 任东明 Ren Dongming		
14:00 – 14:20	新的环保政策(水、土、气十条)对生物天然气发展的影响 Impacts of new environmental policies (Water, soil, gas) on the development of bio-natural gas	别涛, 环保部政策法规司副司长, 盘古智库特邀嘉宾 Mr. Bie Tao, Deputy Director General, Department of Policy and Regulation, Ministry of Environmental Protection, Pangoal Institution Honored Guest
14:20 – 14:40	循环农业与生物天然气 Circular agriculture and bio-natural gas	赵立欣, 农业部规划设计研究院副院长 Prof. Dr. Zhao Lixin, Deputy Director General, Chinese Academy of Agricultural Engineering
14:40 – 15:00	欧洲生物经济背景下的沼气生产、提纯与应用战略 Strategies for biogas production, upgrading and application in the context of EU bioeconomy	Dr. Andrea Salimbeni, 欧洲生物质行业协会 (EUBIA) Dr. Andrea Salimbeni, Project Manager, European Biomass Industry Association
15:00 – 15:20	中国生物天然气产业发展规划战略研究 China industry outlook and market analysis of bio-natural gas	袁宝荣, 中节能咨询有限公司低碳发展研究中心主任 Dr. Yuan Baorong, Director of Low Carbon Development Research Center, CECEP Consulting Co., Ltd
15:20 – 15:40	中德沼气合作的历史与未来机会 Sino-German biogas cooperation: History and future opportunities	Mr. Markus Wagner, 德国国际合作机构 (GIZ) 高级项目经理 Mr. Markus Wagner, Senior Project Manager, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
茶歇 Tea break (15:40 – 16:00)		

下午 (16:00 – 18:00)		
主持人 Chairman: Andrea Salimbeni		
16:00 – 16:20	德国 EnviTec 生物质沼气技术及应用 Germany (EnviTec) biogas technology and application	Jorg Fischer, EnviTec Biogas AG 总裁 Jorg Fischer, president, EnviTec Biogas AG
16:20 – 16:40	国峰清源对生物天然气产业发展方向的思考 Reflection on bio-natural gas industry development tendency (CPCEP Bio-Energy)	白云峰, 国峰清源生物能源有限责任公司董事长 Dr. Bai Yunfeng, Board Chairman, CPCEP Bioenergy
16:40 – 17:00	车库式干发酵技术分享 Garage-type dry fermentation technology sharing	杨桥, 智康先进环境科技有限公司 (GICON) Mr. Yang Qiao, GICON Advanced Environmental Technologies GmbH.
17:00 – 17:20	化肥工业与有机肥产业前景分析 Prospect analysis of mineral fertilizer and organic fertilizer industry	胡兰松, 中海石油化学股份有限公司规划计划部总经理 Mr. Hu Lansong, Manager of Planning Department, China BlueChemical Ltd., CNOOC
17:20 – 17:40	中国天然气产业方向与前景分析 Prospect analysis of China bio-natural gas industry	陈进殿, 中国石油规划总院管道所天然气市场研究室主任 Mr. Chen Jindian ,Director, China Petroleum Planning & Engineering Institute
17:40 – 18:00	城乡燃气一体化投资前景分析 Investment prospects analysis of fuel gas integration in urban and rural	迟国敬, 中国城市燃气协会秘书长 Mr. Chi Guojing, Secretary General, China Gas Association
18:00	晚宴 Dinner	

分论坛 I: 技术论坛

Sub-forum I: TECHNOLOGY FORUM

时间 Time		地点 Conference Room
11月4日(全天) 4th November		中国石化会议中心会议楼 102 会议室 Sinopec Conference Center Conference Building, Meeting Room 102
标准解读 STANDARD INTERPRETATION 主持人 Chairman: Stefano Capaccioli		
09:00 – 09:20	生物天然气产品质量与入网标准解读 Bio-natural gas product quality and grid-injection standards	周红军, 中国石油大学(北京)新能源研究院院长 Prof. Dr. Zhou Hongjun, Dean, Institute of New Energy, China University of Petroleum (Beijing)
09:20 – 09:40	生物天然气环保政策与标准解读 Bio-natural gas environmental protection policy and standards	赵芳, 环境保护部环境发展中心环境管理研究所高级工程师 Dr. Zhao Fang, Senior Engineer, Institute of Environmental Management, Environmental Development Center, Ministry of Environmental Protection
09:40 – 10:00	城市生物质废物处理技术发展及政策趋势解析 Urban biomass waste treatment technologies development and policy trend analysis	刘晓, 住建部环境卫生工程中心 Dr. Liu Xiao, China Association of Urban Environmental Sanitation, Ministry of Housing and Urban-Rural Development (MOHURD)
10:00 – 10:20	德国沼气工程标准、监测与技术经验分享 German biogas plants standards, monitoring, and technology experience sharing	Dr. Harald Wedwitschka, 德国生物质研究中心 (DBFZ) Dr. Harald Wedwitschka, Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (DBFZ)
茶歇 Tea break (10:20 – 10:40)		
物联网建设 CONSTRUCTION OF INTERNET MONITORING SYSTEM 主持人 Chairman: 刘晓 Liu Xiao		
10:40 – 11:00	中国沼气工程信息监测平台建设 Construction of information and monitoring platform for biogas project in China	李冰峰, 农业部沼气工程远程在线信息化平台负责人 Mr. Li Binfeng, Director, Division of Renewable Energy, Rural Energy and Environment Agency, MOA
11:00 – 11:20	云计算助力生物天然气产业创新发展 Cloud computing promotes innovation and development of bio-natural gas industry	程浩鑫, 亚马逊 AWS 解决方案架构师 Mr. Cheng Haoxin, Solution Architect, Amazon Web Services
11:20 – 11:40	用户友好的在线沼气监测系统 User friendly online biogas monitoring	Jan Talkenberger, 冰得仪器仪表贸易(上海)有限公司 Jan Talkenberger, Binder Instrumentation Trading (Shanghai) Co., Ltd. (BINDER Group)
11:40 – 12:00	沼气工程物料和运行优化技术分享及未来信息化平台展望 Feedstock & process optimization of biogas production and data management prospective	刘京, 碧普(瑞典)有限公司 Dr. Liu Jing, Bioprocess Control Sweden AB
午餐 Lunch break (12:00 – 14:00)		

中欧沼气/生物天然气技术分享 SINO-EU BIOGAS/BIO-NATURAL GAS TECHNOLOGY SHARING		
主持人 Chairman: 刘京 Liu Jing		
14:00 – 14:20	大型沼气工程的关键技术 Key technology of large-scale biogas projects	蔡昌达, 杭州能源环境工程有限公司董事长 Mr. Cai Changda, Board Chairman, Hangzhou Energy Environmental Engineering Co., Ltd.
14:20 – 14:40	生物天然气行业工程实践与探索 Bio-natural gas industry engineering practice and exploration	中石化炼化工程(集团)股份有限公司 Sinopec Engineering (Group) Co. Ltd.
14:40 – 15:00	膜法提纯工艺在生物天然气行业的成功应用 Successful utilization of membranc upgrading in Bio-nature gas.	吴亚楠, 中船重工山西汾西重工有限责任公司 Wu Yanan, Shanxi Fenxi Heavy Industry Co., Ltd (CSIC)
15:00 – 15:20	普拉克生物质利用案例介绍 Biomass utilization case introduction of Purac	戴桂蕊, 教授级高工普拉克环保系统(北京)有限公司 Professor Dai Guixin, Purac Environmental System (Beijing) Co., Ltd
茶歇 Tea break (15:20 – 15:40)		
主持人 Chairman: Dr. Harald Wedwitschka		
15:40 – 16:00	提纯技术分享 Purification technology sharing	吴志敏, 赢创特种化学(上海)有限公司(EVONIK) 亚太区应用技术经理 Bruce Wu, Application Technology Manager Asia Pacific, Evonik Degussa (China) Co., Ltd. Shanghai Branch
16:00 – 16:20	气体技术与专业经验在生物天然气项目中的应用 Technologies and expertise at the service of bio-methane projects	赵英朋, 液化空气高级商务经理 Zhao Yingpeng, Senior Business Manager, Air Liquide
16:20 – 16:40	秸秆沼气技术分享 Straw biogas technology sharing	Dr. Joachim Clemens, Soepenbergt LTD 首席技术官 Dr. Joachim Clemens, CTO, Soepenbergt LTD
16:40 – 17:00	通过多样化的技术整合拓展沼气市场 Expansion of biogas market through diversification & technology integration	Dr. Giuliano Grassi, 欧洲生物质行业协会(EUBIA) 布鲁塞尔办公室秘书长 Dr. Giuliano Grassi, Secretary General of the European Biomass and Association (EUBIA) Brussels
17:00 – 17:20	意大利沼气生物天然气技术与案例分享 Italian biogas and biomethane technologies and case studies	Dr. Stefano Capaccioli 意大利 ETA-Florence 新能源有限公司 Dr. Stefano Capaccioli, ETA-Florence Renewable Energies
17:20 – 17:40	河北省世界银行贷款农村新能源开发项目管理经验分享 World Bank Hebei rural renewable energy development project management experience sharing	吴雪宾, 河北省世行项目办项目主管 Wu Xuebing, Project Director, World Bank PMO
17:40 – 18:00	沼渣沼液处理与肥料化应用 Biogas residue and slurry treatment and fertilizer application	Marco Roelcke, 德国布伦瑞克技术大学环境地质学研究所, 中德农业中心 Prof. Dr. Marco Roelcke, Institute of Geoecology, Braunschweig Technical University, German-Sino-Agricultural Center
18:00	晚宴 Dinner	

分论坛 II：产融经济论坛

Sub-forum II : FINANCIAL AND INDUSTRIAL FORUM

时间 Time		地点 Location
11月4日 (09:00-12:00) 4th November (09:00-12:00)		中国石化会议中心会议楼 304 会议室 Sinopec Conference Center Conference Building, Meeting Room 304
成功案例分享 SUCCESSFUL CASE SHARING 主持人 Chairman: 卢红雁 Lu Hongyan		
09:00 – 09:20	国内超大型沼气工程/生物天然气工程运行经验与商业模式分享 Domestic super-large scale biogas / bio-natural gas project operation experience and business model sharing - JINGAN case	丹尼尔·鲁赫, 河北京安生物能源科技股份有限公司技术总监 Mr. Daniel Ruch, Technology Director, Hebei JINGAN Bioenergy Science & Technology Shares
09:20 – 09:40	民和超大型沼气工程运行经验与商业模式 Shandong Minhe super-large biogas project operation experience and business model sharing	董泰丽, 山东民和生物科技股份有限公司总工程师 Mrs. Dong Taili, Chief Engineer, Shandong Minhe Biological Science & Technology Co., Ltd.
09:40 – 10:00	国内超大型沼气工程/生物天然气工程运行经验与商业模式分享 Domestic super-large scale biogas / bio-natural gas project operation experience and business model sharing - LOONGNENG case	罗光辉, 黑龙江龙能伟业环境科技股份有限公司董事长 Mr. Luo Guanghui, Board Chairman, Heilongjiang Loongneng Weiye Environmental Science & Technology Co., Ltd
10:00 – 10:20	利用 PPP 模式建设城乡有机废弃物处理中心, 探索城乡一体化生态环境问题破解之道 Exploring scale bio-natural gas project with PPP mode	罗浩夫, 海南神州新能源建设开发有限公司董事长 Mr. Luo Haofu, Board Chairman, Shenzhou New Energy BioCNG
茶歇 Tea break (10:20 – 10:40)		
产业投融资 INDUSTRY INVESTMENT AND FINANCING 主持人 Chairman: 钱名宇 Mr. Qian Mingyu		
10:40 – 11:00	生物天然气产融结合创新模式 Finance and industry innovative model of bio-natural gas	王迈, 北京城市科技管理协会副秘书长 Mr. Wang Mai, Deputy Secretary General, Beijing Science & Technology Association of Urban Management
11:00 – 11:20	PPP 模式对生物天然气/沼气产业的推动 The role of PPP for promoting bio-natural gas/biogas	肖光睿, 亚洲开发银行 PPP 高级官员 Mr. Xiao Guangrui, Senior PPP Officer, Asian Development Bank
11:20 – 11:40	现代农业产业结构下新型金融服务模式的探索之路 The exploring road of new financial model in the modern agriculture industry	徐立春, (原) 融通汇信集团农业金融 CEO Mr. Xu Lichun, Ex-CEO, Agriculture Finance, Rongtong Huxin Group
11:40 – 12:00	碳交易在生物天然气产业中的作用与前景 Prospects and roles of carbon trading in bio-natural gas industry	周红明, 北京中创碳投科技有限公司, CCER 与碳排放第三方核查业务负责人 Dr. Zhou Hongming, Director of CCER and DOE Department, Sino Carbon Innovation & Investment Co., Ltd
午餐 Lunch (12:00 – 14:00)		