

出國報告（出國類別：考察）

大陸地區(北京市) 廢棄物生質能源 化發展與推廣應用

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：張涵裕技正、楊銀杉技士

派赴國家：大陸北京

出國期間：103年10月19日至10月24日

報告日期：103年11月

摘要

大陸近 10 年來市場經濟蓬勃發展，尤其是 2008 年北京市政府承辦奧運後，各項硬體建設發展快速，但配套措施如社會制度、環保政策、相關法令等未能相對提升，遠落後於經濟發展速度。探究大陸生活垃圾處理政策，當前仍以衛生掩埋為主，而興建焚化廠近來頗遭民意反彈及建築物拆遷補償壓力，許多廠址被迫重新選址或暫緩興建。

爰此，大陸當局為廢棄物處理問題及兼顧發展再生能源，於 90 年代引進國外成熟再生能源技術並推廣應用，由政府主導配合政策規劃(如五年規劃)建置再生能源設施，目前已有區域性的成果，未來仍繼續研究開發廢棄物生質能源化技術，尚具發展空間。

資源有效循環再利用及廢棄物轉換能(資)源化亦為我國當前重要政策，環境保護署環境督察總隊為研習大陸地區(北京市)廢棄物生質能資源化應用與推廣經驗，特於 103 年 10 月 19 日至 24 日赴大陸北京市，參訪大興區南宮堆肥廠、延慶縣德清源生態園沼氣廠、清華大學環境學院、順義區東華山農村沼氣廠、大興區安定衛生掩埋場等單位，就餐廚、雞糞、豬糞尿、生活垃圾等廢棄物處理現況及生質物能源化推動經驗進行討論與交流，除對大陸北京市推動生質能源化作法有所了解外，亦可作為我國目前及未來推動該項業務的參考。

目次

	頁碼
摘要	I
壹、目的	1
貳、過程	2
參、成果	3
3.1 大陸(北京市)生質能源發展	3
3.2 參訪設施介紹	8
肆、心得與建議	33
4.1 心得	33
4.2 建議	34
附件、參訪設施重要照片	36
北京市大興區南宮堆肥廠	36
北京市延慶縣德青源生態園沼氣廠	38
北京市清華大學	41
北京市順義區東華山農村沼氣廠	42
北京市大興區安定衛生掩埋場	45
附錄	50
中國再生能源相關政策與法令規定	50

壹、目的

行政院環境保護署環境督察總隊為考察大陸地區廢棄物生質物能源化推動經驗，於103年10月19日至24日期間，由張涵裕技正、楊銀杉技士等2人前往大陸北京市參訪各類廢棄物生質物能源化設施，進行討論與交流。

資源循環再利用及廢棄物轉換能資源化為我國目前重要政策，本次赴大陸(北京市)參訪廢棄物處理設施及學校等單位，期作為國內目前及未來推動相關工作之參考。本次研習重點包括餐廚堆肥、雞糞及豬糞尿沼氣能源化、掩埋場沼氣回收等技術及應用。

此外，本次考察業務在中國農業大學工學院喬瑋副教授熱心協助安排下，在有限時間內充份與參訪單位就廢棄生質物能源化相關辦理經驗進行討論與交流，可為國內目前及未來辦理相關業務之參考。

貳、過程

日期	過程
10/19	抵達大陸北京市
10/20	主題：一般垃圾、餐廚垃圾堆肥化 交流對象：大興區南宮堆肥廠
10/21	主題：厭氧發酵處理 交流對象：延慶縣德青源生態園沼氣廠
10/22	主題：固體廢棄物處理 交流對象：清華大學環境學院
10/23	主題：厭氧發酵處理 交流對象：東華山農村沼氣廠
	主題：沼氣利用、滲污水處理 交流對象：大興區安定衛生掩埋場
10/24	返回臺灣

參、成果

3.1 大陸(北京市)生質能源發展

中國大陸農業人口佔總人口 70%以上，生質物能源蘊藏量十分豐富。近 10 年來大陸市場經濟的急速躍進，對於能源需求更顯迫切，與我國能源短缺仰賴進口相似。中國能源仍以石化燃料為主，未來如何確保能源多元化利用和研發可再生能源，乃是大陸首要需面對的課題，圖 3.1-1 為中國大陸能源結構。

中國生質能源政策發展最早可溯及到 1990 年代，先期乃由一群追求可再生能源事業夥伴，發起了“促進中國可再生能源商業化發展能力建設項目”，旨在通過全球環境基金奧援，引進國際上發展可再生能源的經驗，加速中國可再生能源商業化進程。發展目標係以市場為導向，重點關鍵為可再生能源技術的推廣應用。經過數年的努力，於 1999 年 3 月，中國政府在聯合國開發計劃署和全球環境基金的支持下，正式開始實施該項目，推動迄今已有成果。同期，中國“十五規劃”(2001~2005)將生質能源技術列為能源重點研發方向，並頒布實施“中華人民共和國可再生能源法”和“可再生能源中長期發展規劃”，並於“十一五規劃”(2006~2010)和“十二五規劃”(2011~2015)制定各年期的戰略目標、重點任務和發展路徑，持續加強推動再生能源。

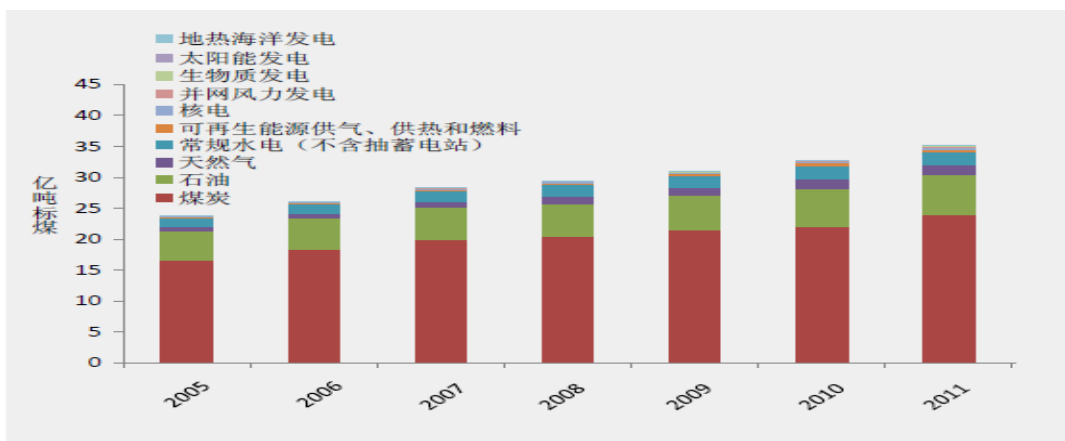


圖 3.1-1 中國大陸能源結構

一、北京市生活垃圾處理設施現況

北京市目前生活垃圾處理設施本市共有 30 座(2013 年),總設計處理能力為 17,530 噸/日。其中,垃圾轉運站 9 座,綜合處理廠 6 座,焚化廠 3 座(其中 2 座在綜合處理廠內),垃圾衛生掩埋場 18 座(其中 4 座在綜合處理廠內)。北京市生活垃圾處理設施分布如圖 3.1-2。



資料來源：北京市生活垃圾真實履歷報告，2011。
註：部份地點同時存在不同處理設施，該圖無法同時顯示。

圖 3.1-2 北京市生活垃圾處理設施分布

依據“十二五”全國城鎮生活垃圾無害化處理設施建設規劃，2015 年北京市生活垃圾處理預期目標：掩埋處理從 2010 年日處理量 12,080 公噸減少至 8,746 噸，下降 27.6%；焚化處理從 2010 年日處理量 2,200 公噸大幅增加至 12,900 噸，提升 586%；其他處理(如餐廚垃圾處理、轉運設施等)，從 2010 年日處理量 2,400 公噸大幅增加至 7,250 噸，提升 302%。北京市“十二五”生活垃圾處理設施採用技術情況如圖 3.1-3。

北京市生活垃圾處理未來將逐步朝向以焚化併同其他處理技術為主，由於民眾環保意識高漲抗爭頻繁，當前垃圾仍以掩埋方式處理。

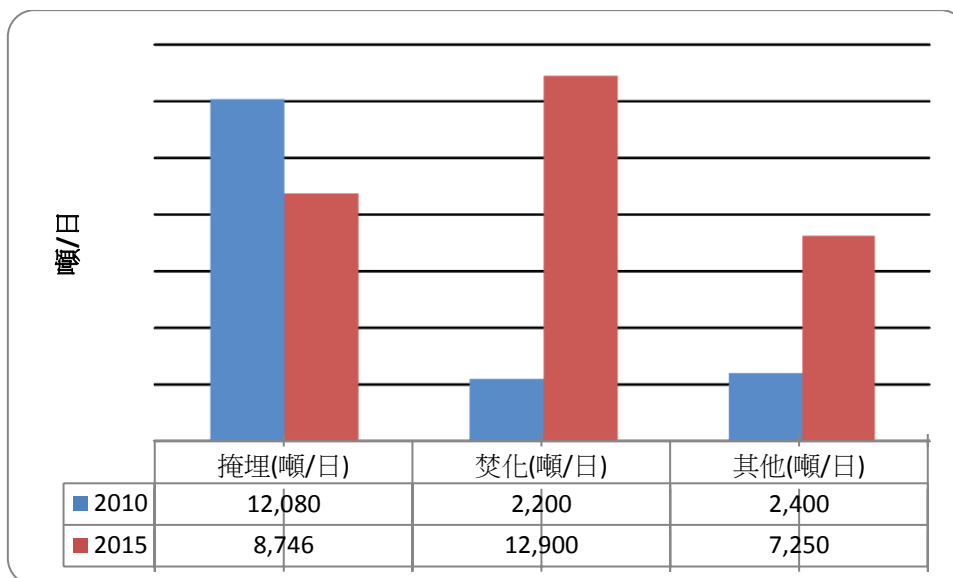


圖 3.1-3 北京市“十二五”生活垃圾處理設施採用技術情況

二、生活垃圾處理設施建設三年(2013-2015 年)實施方案

為進一步加快推動生活垃圾處理設施建設工作，根據《北京市生活垃圾管理條例》，制定《北京市生活垃圾處理設施建設三年實施方案(2013-2015 年)》，實施方案摘錄如下：

(一)原則

按照“優先安排生活垃圾處理設施規劃建設，優先採用垃圾焚化、綜合處理和餐廚垃圾資源化技術，優先推進生活垃圾源頭減量，優先保障生活垃圾治理投入”的四大優先原則，建立健全的生活垃圾管理體系。

(二)目標

1. **生活垃圾**：新增生活垃圾處理能力 18,000 噸/日，總處理能力達 23,100 噸/日；垃圾焚化和生化等資源化處理比例達 70% 以上；掩埋處置比例降至 30% 以下。
2. **餐廚垃圾**：新增餐廚垃圾集中處理能力 1,850 噸/日、源頭就地處理能力 150 噸/日，總處理能力達 2,750 噸/日。
3. **垃圾滲出液**：新增垃圾滲出液處理能力 4,320 噸/日，總處理能力達到 8,510 噸/日，同時增加濃縮液處理功能。
4. **建築垃圾**：新增建築垃圾資源化處理能力 400 萬噸/年，總處理能力達 800 萬噸/年。
5. **掩埋場整治**：完成 253 處非正規垃圾掩埋場整治任務。

(三)工程經費

總工程經費逾 502 億元人民幣(約 2,500 億元新台幣)。其中建設資金約 152 億元人民幣，包括生活垃圾處理設施建設資金 127 億元人民幣，餐廚垃圾集中處理設施建設資金 8 億元人民幣，垃圾滲出液處理設施建設資金 8 億元人民幣和建築垃圾資源化處理設施建設資金 9 億元人民幣。其他政配套措施，包含村莊拆遷、徵地補償等資金約 350 億元人民幣(佔總工程經費 70%)。

(四)建設內容(如圖 3.1-4)

1.生活垃圾處理設施

加速推動生活垃圾焚化和生化處理設施的建設。包括魯家山垃圾分類處理焚化發電、南宮生活垃圾焚化廠、朝陽區生活垃圾綜合處理廠焚化中心、海淀區循環經濟產業園再生能源發電廠、順義區生活垃圾處理中心-焚化二期、通州區生活垃圾綜合處理中心、豐台區生活垃圾處理廠、焦家坡垃圾綜合處理廠等生活垃圾資源化處理設施，使全市生活垃圾焚化和生化處理能力達到 23,100 噸/日。

2.餐廚垃圾處理設施

新建豐台區餐廚垃圾處理廠等餐廚垃圾處理設施 7 座，改造南宮餐廚垃圾處理廠 1 座，新增餐廚垃圾集中處理能力 1,850 噸/日，總處理能力達 2,600 噸/日。

3.垃圾滲出液處理設施

大屯垃圾轉運站、董村綜合處理廠、高安屯焚化廠等垃圾處理設施項目中，增建滲出液處理設施，提升六里屯垃圾衛生掩埋場、安定垃圾衛生掩埋場、阿蘇衛垃圾衛生掩埋場等垃圾處理設施滲出液處理能力。新增滲出液處理能力 4,320 噸/日，總處理能力達到 8,510 噸/日。

4.建築垃圾資源化處理設施

市政府給予 30%的投資補助，新建朝陽區、海淀區、豐台區、石景山區、大興區建築垃圾資源化項目等 5 座設施。

5.垃圾渣土髒亂點治理

完成 253 處非正規垃圾掩埋場的整治。

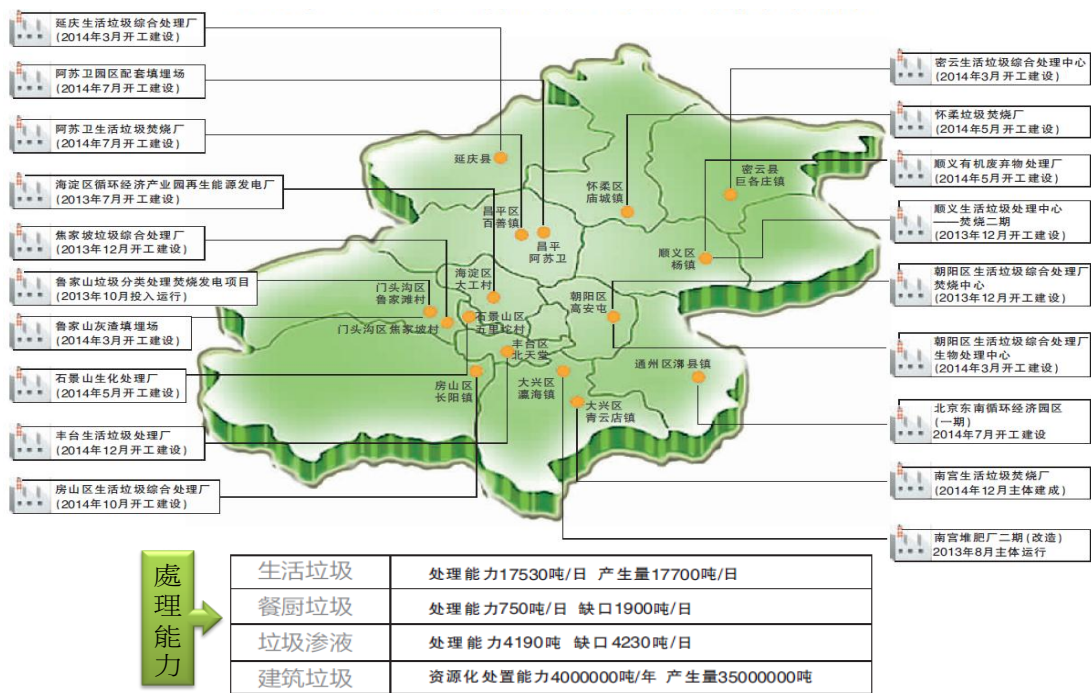


圖 3.1-4 北京市 2013-2015 年生活垃圾處理設施建設內容

3.2 參訪設施介紹

一、南宮堆肥廠

(一)簡介

南宮堆肥廠位於北京市大興區瀛海鎮，隸屬於北京環衛集團二清分公司(北京市國營企業)，佔地面積 6.6 公頃，與同屬二清分公司的馬家樓轉運站、安定衛生掩埋場共同組成北京市西南垃圾處理系統。本廠距馬家樓垃圾轉運站 19 km、距安定衛生掩埋場 21 km，西側 200M 為 104 國道，交通十分便利。本廠於 1998 年 12 月正式運行，迄今仍為中國連續運轉時間最長、規模最大的垃圾堆肥廠，原設計處理能力 400 噸/日。

2007 年於該廠址建造日處理量約 200 噸餐廚堆肥處理設施，由北京市政府投資，委由北京環衛集團建設與營運管理，總建築面積 1,200M²、總工程費 2,000 萬人民幣(約新台幣 1 億元)，主要處理餐飲商店所產生的餐廚垃圾及部分學校、機關、企業單產生的餐廚。由於處理量能仍不足，再於 2008、2009 年進行兩次增建，將處理能力從原本 400 噸/日提高至 1,000 噸/日以上。

2013 年，依據北京市生活垃圾處理設施建設之三年實施方案(2013-2015 年)，由該公司所屬企業(北京機電院高技術股份有限公司)再次改造，改造項目包括新建垃圾暫存池(8,000M³)、天車抓斗、負壓收集與除臭系統，總處理能力提高至 2,000 噸/日。

該廠總建築面積 2.16 萬平方米，其中廠房 1.5 萬平方米。主要建築物有主廠房、熟化區、辦公樓、綜合車間、地磅房、化驗室、中央控制室、加濕站及生物過濾池。圖 3.2-1 為南宮堆肥廠廠區設施配置鳥瞰圖。圖 3.2-2、3.2-3 為廠區現況與操作室。

該廠交由國營企業-環衛公司負責營運操作，處理費用由北京市政府編列預算依處理量給付，包括員工薪資(100 多人)、設備檢修、藥品耗材、水電費、設備折舊等費用。



圖 3.2-1 南宮堆肥場廠區設施配置鳥瞰圖



圖 3.2-2 南宮堆肥廠廠區現況



圖 3.2-3 南宮堆肥廠操作室

(二)處理流程(詳圖 3.2-4)

堆肥廠收受廢棄物包括家戶垃圾、馬家樓轉運站篩分後的有機垃圾(有機物含量 $>50\%$ ，粒徑 15-80 mm)以及少部份餐廚垃圾(非家戶廚餘)，目前每日實際處理量達 2,000 噸，其中一般垃圾日處理量 1,800 噸，餐廚垃圾 200 噸/日。堆肥廠係採用德國「好氧式高溫堆肥發酵」技術，一般垃圾與餐廚垃圾處理方式，說明如下：

1.家戶垃圾

家戶垃圾由大貨車載運進廠傾卸於垃圾貯坑中，以天車抓斗抓取垃圾至進料斗，由傳輸皮帶傳輸至第一道滾筒篩(孔徑 80 mm)， $>80\text{mm}$ 的垃圾經壓縮後轉運安定掩埋場做為垃圾掩埋覆土使用。 $<80\text{mm}$ 的垃圾則先進入垃圾暫存池，併同馬家樓轉運站篩分出的有機垃圾，進入隧道發酵槽進行高溫發酵，污水以逆滲透處理且再使用於噴灑堆肥體控制一定的含水率。

堆肥廠共設有 60 座 27M(長) \times 4M(寬) \times 4M(高)隧道，每座隧道後方皆設有獨立變頻控制風機，裝置溫度、氧氣探針，即時連續監測隧道內的溫度、濕度、氧氣濃度變化，以維持堆肥發酵的最佳條件。堆肥發酵時間為期 7 天，前 3 天為微生物增長期，藉由回收滲濾液噴灑控制一定的含水率(50%~60%)，

後 4 天為滅菌過程，透過強制通風使堆肥含水量降至 45% 以下，發酵區操作溫度介於 55°C~60°C，第一階段發酵完成後，由裝載機載運送入破碎機，經破碎後的垃圾直接進入第二道滾筒篩(孔徑 25 mm)，篩分成 >25mm 及 <25mm 兩部分，達到減量化目的。

大於 25mm 的有機垃圾運至安定掩埋場掩埋，小於 25mm 的有機垃圾送至後熟化區，經強制送風好氧熟化 20 天後，垃圾中有機物已達成完全降解狀態。最後，熟化產生的堆肥由彈跳篩篩分 <7mm 的細堆肥及 7-25mm 的粗堆肥，粗堆肥也可當作掩埋場覆土料，細堆肥達到無害化標準及資源化目的，但是因為比化肥的肥力低，且無法滿足植物生長的全部必要養份，少部分有償販售予附近農場當作植栽花卉肥料。

2. 餐廚垃圾

餐廚處理廠採用固液分離機，將餐廚物料擠壓脫水，分離出固體物質和絮凝脫水產生污泥，由於有機物含量高，可送往南宮堆肥廠堆肥系統進行好氧堆肥；餐廚垃圾處理分離出的篩下物(不適合堆肥)，運送到安定垃圾衛生掩埋廠；液體物質送入油水分離器，油脂回收利用；餐廚垃圾處理過程中產生的污(滲)液，藉由厭氧生物處理、好氧生物處理及膜過濾等三段式處理系統(每日污水量 200m³)，可有效降低污水中的 COD、BOD、氨、磷等污染物濃度，達到(北京市水污染物排放標準)規定的三級排放標準。

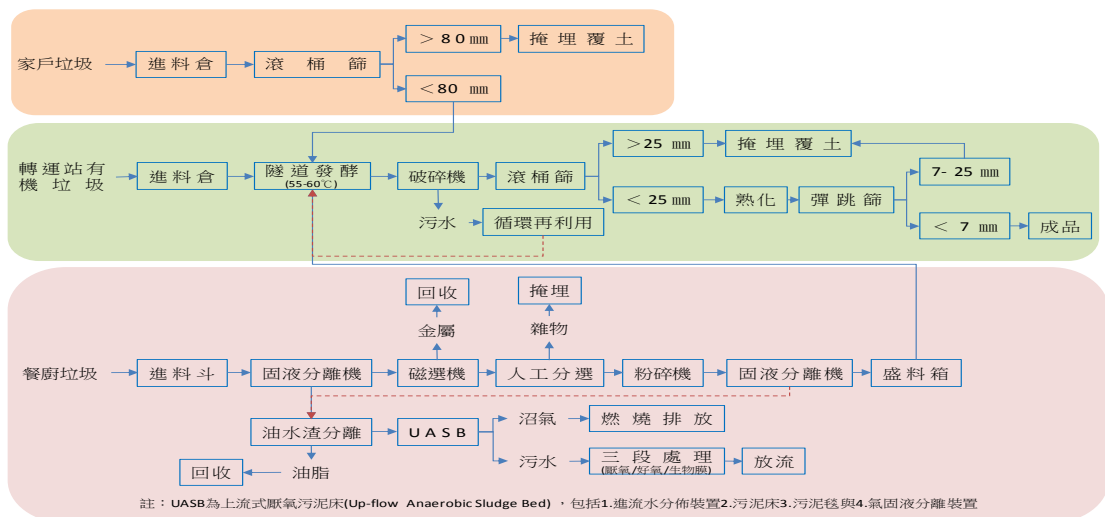


圖 3.2-4 南宮堆肥廠處理流程示意

(三)堆肥產品

家戶垃圾經過篩分、破碎、發酵、彈跳篩等處理程序所產生的堆肥有 <7mm 的細堆肥及 7-25mm 的粗堆肥。細堆肥(粒徑 <7 mm)因 N、P、K 等營養成分偏低且雜質含量較高，目前主要作為園林綠化的土壤改良劑使用，亦少部分肥料供民眾自行至廠區內取用，並酌收些許費用。粗堆肥(粒徑 >7~25 mm)仍送往安定掩埋場做為垃圾掩埋覆土使用。以處理 1 公噸家戶垃圾，約可產出 35%粗堆肥、25%細堆肥(40%為有機物降解過程產生的 CO₂、H₂O 和其他氣體)。

為制定堆肥產品品質與推廣肥料再利用，廠區建立堆肥產品的內、外部控制系統。內部控制是在廠內實驗室完成，就堆肥產品每周分析 PH 植、鈉鹽、水分、有機物質、腐熟程度、雜物含量（如玻璃、塑料、金屬）等。外部控制為每月檢測堆肥產品的營養物質（N、P、K）、重金屬。

(四)除臭系統

堆肥過程會產生惡臭物質，如脂肪酸、氨氣、硫化氫等氣體，為妥善處理廠內臭氣，堆肥皆於完全密閉空間內作業，該廠設置三種除臭系統，分述如下。

1.生物除臭：

廠內設置 2 座生物除臭設備，1 座換氣量 80 萬 M³/h，1 座換氣量 40 萬 M³/h，採負壓吸風，將氣體吸引至生物除臭塔進行除臭。生物濾材為火山岩(20-40mm)。火山岩濾料為一種天然永久濾料，質地輕、化學穩定性好、強度適宜、孔隙分佈合宜等物化特性，非常適合微生物的接種、馴化、繁殖生長等養菌環境。該濾材表比面積大，可累積高濃度微生物量，去除效率高。

2.化學除臭：

用於二次篩分設備車間，換氣量 800M³/h。

3.臭氧除臭：

垃圾暫存區、風機房、進料車間。利用高能量 UV 紫外線光束分解空氣中的氧分子產生游離氧，即活性氧，因游離氧所攜正負電子不平衡所以需與氧分子結合，進而產生臭氧(反應式： $UV + O_2 \rightarrow O^- + O^*$ (活性氧)； $O + O_2 \rightarrow O_3$ (臭氧))。臭氧比一般的氧分子更為活躍，在空氣中循環運動，提高氧氣的氧化能力，可驅散塵粒、細菌、氣味（氨、甲硫醇、甲硫醚等）、化學氣體，藉由污染物與臭氧碰撞相互作用被中和產生 CO₂ 和 H₂O。

4.廠門設計：

廠房為阻絕臭味溢散，建築物大門皆採二道門設計，外層為捲簾門，內層為快速提升門，並執行環境污染監測，抑制臭味產生，減少附近民眾抗議。

(五)滲液處理

垃圾堆肥過程中產生的廢污水和生活污水引流至滲出液收集池，以逆滲透處理，經過濾後的部分污水回抽發酵隧道作為植種，提高有機物含量，其他污水作為園區綠化澆灌，達到廠內污水循環再利用。

(六)小結

南宮堆肥廠採用隧道式高溫好氧堆肥發酵技術，發酵時間 7 天，熟化時間 20 天，製成的堆肥產品，篩分成小於 7mm 的細堆肥及 7-25mm 的粗堆肥。在臭氣處理方面，垃圾堆肥過程採用全密閉的方式進行，臭氣收集後，利用兩座生物除臭塔和 1 座化學除臭塔處理，廠房內部如垃圾暫存區、風機房、進料車間再以臭氧除臭。

廢水處理方面，堆肥過程產生滲液經逆滲透處理後再使用於廠區內外，達到水資源循環再利用。

考察時發現廠房外圍除環境乾淨外，且臭味濃度低，可見該廠為除臭所作的生物、化學、臭氧等三種除臭系統及二道隔離門的設計，確有發揮阻絕臭味溢散及處理的功效，可有效抑制臭味。

該廠興建、營運均由中國政府主導，除交由國營企業-環衛公司負責營運操作外，且由中國政府負責員工薪資、設備檢修、藥品耗材、水電費、設備折舊等全部必要費用(折算後依處理量付費給環衛公司)，細堆肥販售所得甚為微薄，毫無自償性可言，該廠係以不計成本的手段，處理垃圾且達到減量化、無害化、資源化及示範、宣傳的目標。

二、延慶縣德青源生態園沼氣廠

(一)簡介

德青源養殖生態園年飼養蛋雞約 260 萬隻，每天產生雞糞 212 噸。2006 年，德青源生態園籌建大型雞糞沼氣發電工程，本工程由杭州能源環境工程公司建造，該廠投入資金共 6,500 萬元人民幣(約 3.25 億元新台幣)，於 2007 年完成，屬於示範沼氣廠，同時也是中國科技部“十一五”科技支持的重大計畫(新型高效規模化沼氣工程)、農業部大型沼氣發電示範項目以及聯合國開發計畫署(UNDP)/全球環境基金(GEF)的大型沼氣發電技術示範工程。

鑒於德青源沼氣發電項目成功併網發電，因此，北京德青源農業科技股份有限公司投資設立名為“北京合力清源科技有限公司”的子公司(Beijing Helee Bio-Energy Co. Ltd. 簡稱合力清源，HELEE)，於 2012 年將厭氧消化系統產生的沼氣經過提純系統，生產出符合國家天然氣標準的天然氣(氫氣與甲烷)，整體投資 1.44 億元人民幣(其中製氣設備投資 3,800 萬人民幣)，產生沼氣經過提純成壓縮天然氣(CNG，甲烷含量高達 97%以上)，以壓縮槽車輸送至張山營鎮和康庄鎮 39 處農村(約 1 萬戶)的沼氣儲罐，利用管線輸送販售給家戶，沼氣廠平面配置如圖 3.2-5。



圖 3.2-5 北京德青源生態園沼氣廠平面配置圖

(二)處理流程、沼氣利用

1.沼氣處理供氣系統

(1)前處理

雞糞中含有 8~12%砂(粒徑 8-10 mm)，為避免砂在厭氧槽沉積並減少對泵和攪拌機等設備的磨損，採用三級除砂系統。第一級為水解除砂(容積 900M³，停留時間 1.7 天)，在水解池中將糞便的大部分砂沉澱，並採用機械方式將砂去除。第二級為調勻池(容積 140M³×2 座，停留時間 13 小時)將顆粒較小的砂排入洗砂池(容積 70M³)。第三級為進料池(容積 300M³，停留時間 14 小時)除砂，經過上述除砂程序，可去除 80~90%的砂。

(2)厭氧消化

採用完全混合厭氧反應器(CSTR)，反應器內採用攪拌和加溫技術，大幅提昇沼氣發酵速度，CSTR 設備適用於處理 TS 較高(12%以上)的禽畜糞便污水，操作參數如下：

A.處理量：蛋雞糞便 212T/d(TS 30%)，污水 318T/d

B.厭氧槽容積：2,800M³ ×4 座，總容積 11,200M³

C.停留時間：22 天

D.發酵溫度：中溫 38°C

E.厭氧槽原料 TS：8~12%

F.單位產氣率：1.5~2 M³/M³-d，平均 1.7 M³/M³-d

G.沼氣產量：19,000M³/d(甲烷含量約 65%)，年產量 700 萬 M³

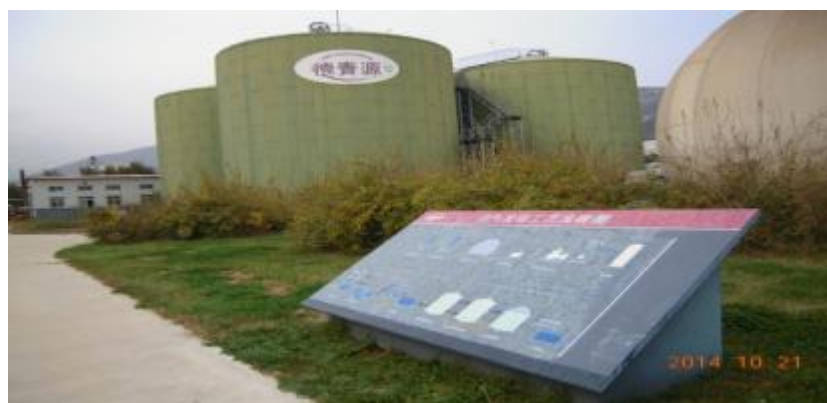


圖 3.2-6 北京德青源厭氧消化槽

(3)沼氣脫硫

由於禽畜糞便消化產生的沼氣中含有較多的 H_2S 和水蒸氣，不適宜直接發電，必須對沼氣進行脫硫、水氣等一系列的淨化程序，方可進入發電機組發電。採用生物脫硫技術，在適宜的溫度、濕度和微氧條件下，通過脫硫細菌的代謝作用將 H_2S 轉化為亞硫酸或單質硫，使沼氣中的 H_2S 降至 100ppm 以下，該自行研發的脫硫方法已獲得發明專利(專利號 ZL201010103812.0)已在歐洲廣泛使用。該廠共有 4 座處理能力 $200M^3/h$ 的生物脫硫塔，脫硫效率為 95%，生物脫硫塔如圖 3.2-7。



圖 3.2-7 北京德青源生態園生物脫硫塔

(4)沼氣貯存

產製沼氣以雙膜乾式沼氣貯櫃貯存(貯氣容積 $2,150M^3$)。雙膜乾式貯氣櫃由外膜、內膜、底膜和混凝土基礎組成，內膜與底膜圍成的內腔用於貯存沼氣，外膜和內膜之間氣密。外層膜充氣為球體形狀。貯氣櫃設防爆鼓風機，風機可自動調節氣體的進/出量，以保持氣櫃內氣壓穩定。貯氣櫃可抗紫外線、防洩漏，膜不與沼氣發生反應或受影響，抗拉伸強度強，適用溫度為 $-30\sim 60^{\circ}C$ 。

圖 3.2-8 為雙膜乾式貯氣櫃結構原理圖，圖 3.2-9 為北京德青園生態園雙膜乾式貯氣櫃。

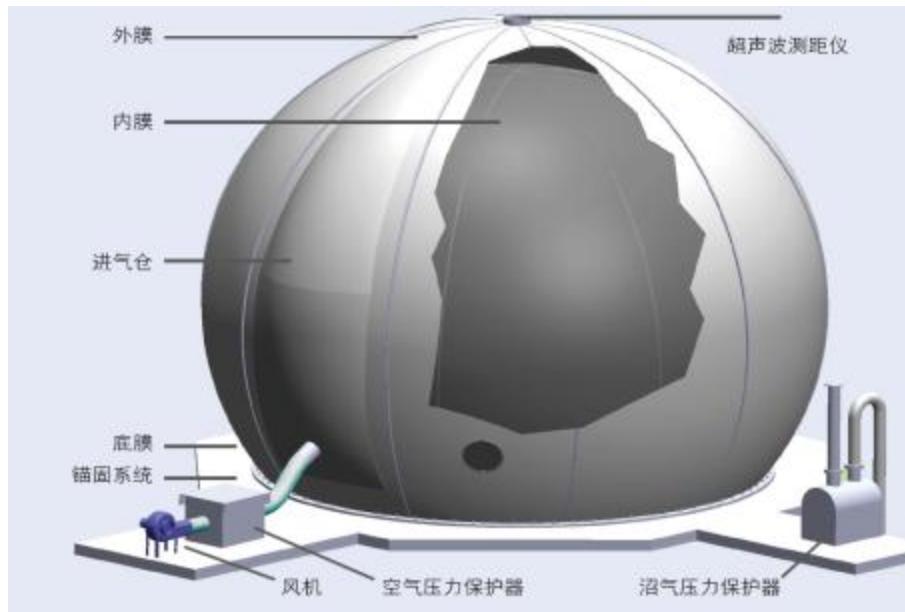


圖 3.2-8 雙膜乾式貯氣櫃結構原理圖



圖 3.2-9 北京德青源雙膜乾式貯氣櫃

(5)發電系統

設置 2 座發電機組 1,260KW，日發電量為 38,000 度(年發電量 1,400 萬度，自用電力約 6%)，生沼氣發電能力為 2.0 度/M³，按目前每 1 度購電費率 0.595 元人民幣換算，每年售電收入 833 萬元人民幣(約 3,900 萬元新台幣)。另回收發電機組餘熱通過熱交換器，將熱水貯存用於厭氧消化罐的增溫，提高熱能利用效率，整體能源利用效率 80%以上，產氣發電流程如圖

E.提純後甲烷含量高，可應用於民生使用及車用。

F.系統連續性好。

該提純方法與傳統的沼氣提純比較，以同等處理規模初始投資費用可降低 20%以上，操作成本可節省 17%。

該廠共設置 4 座沼氣槽(1,500M²×2；300M³×2，總容積 3,600M³)，每日生沼氣產生量為 12,600M³(甲烷含量 65%，相當於 550 萬 M³/年)，生沼氣經過淨化、提純、壓縮後，甲烷含量 95%以上，日產生量為 7,650M³。

目前民生用天然氣價格，提純後每 1M³ 為 2.5 元人民幣，換算年收入為 700 萬元人民幣。

天然氣產氣處理流程如圖 3.2-12，沼氣提純膜分離原理示意、移動式沼氣提純設備、移動式沼氣壓縮設備、壓縮槽車加氣情形如圖 3.2-13、圖 3.2-14、圖 3.2-15、圖 3.2-16。

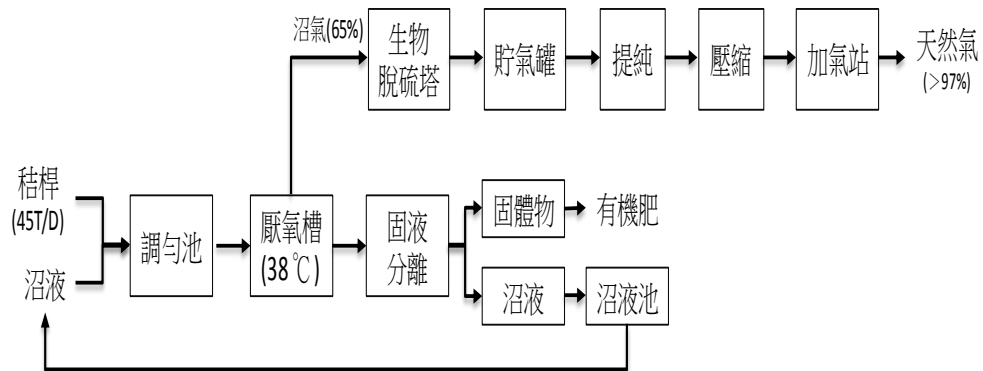


圖 3.2-12 北京德青源沼氣提純天然氣工程流程圖

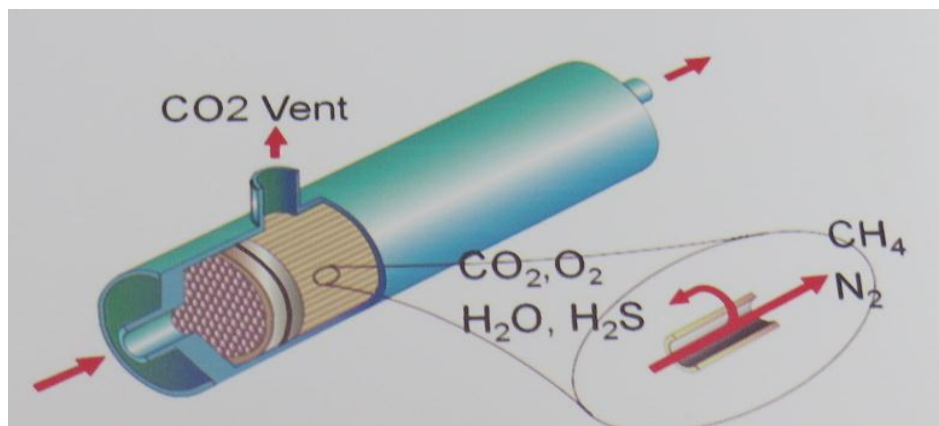


圖 3.2-13 沼氣提純膜分離原理示意圖



圖 3.2-14 廠內移動式沼氣提純設備



圖 3.2-15 廠內移動式沼氣壓縮設備



圖 3.2-16 廠內縮壓槽車加氣情形

2. 沼渣利用

厭氧消化產生沼渣採固液分離。固肥部份(有機肥料包裝如圖 3.2-17)，每年產生量 10,000 噸，每公噸售價 600 元人民幣，每年收入為 600 萬元人民幣。沼液部份，每年產生量約 8~9 萬噸，每公噸售價約 10 元人民幣，每年收入為 80~90 萬元人民幣。



圖 3.2-17 北京德青源有機肥料

3. 沼液利用

年產生沼液量逾 18 萬噸，供周邊約 1 萬畝果樹、蔬菜和 2 萬畝玉米作為有機肥料使用，同時對農田土壤進行改良，以增加土壤有機成分。

4. 減碳效益

每年減少溫室氣體排放約 8.4 萬噸 CO₂ 當量。2012 年 CDM 抵換量，其減碳收入約 300~400 萬元人民幣，由於國際碳權交易價格逐漸下調，目前執行 CDM 對於廠內收益貢獻度似不大。

5. 沼氣廠整廠流程如圖 3.2-18



圖 3.2-18 北京德青源生態園沼氣廠流程圖

(三)小結

北京德青源生態園為民營企業，該沼氣廠為中國的沼氣示範工程，為中國政府扶持的重大沼氣工程計畫，投入的資金由中國政府全額補助，且德青源本業為家禽養殖業，雞糞料源充足、性質單純且供應穩定(以地下管線輸送)，秸桿則以沼液向附近農戶交換，因此，沒有初始投資成本的負擔且原物料集運成本低廉，大幅減少營運成本支出，是該沼氣廠能成功營運的因素之一。

沼氣利用，除了發電外，亦回收發電餘熱作為厭氧消化槽的增溫，總能源利用效率 80%以上。此外，為提高生物沼氣的利用價值，透過自行研發的膜技術將沼氣提純(處理量介於 40~1,300Nm³/h，甲烷回收率高)，成功應用於民生使用及車用。

沼渣利用，由於進料成分單純、沼渣品質穩定，且附近即是農村，農地面積大，農民接收度高，沼渣經過固液分離後，固肥以有機肥料販售，沼液供周邊農戶使用，地利之便，沼渣、沼液去化無虞，亦是該沼氣廠能成功營運的因素之一。

三、清華大學環境學院

(一)學院研究領域

該學院於 2009 年成立固體廢物處理與環境安全教育部重點實驗室，採用不同規模的實驗分析與模型模擬，以生活垃圾、工業固體廢物、危險廢棄物等各類固體廢物為主要研究對象，主要研究環境友好固體廢物處理技術、固體廢物循環再生利用技術、固體廢物控制技術系統評估和災害性固體廢物處理技術及應對策略等領域。

為解決固體廢棄物污染問題和辦理資源化利用，提供各單位理論及工程的經驗，促進固體廢棄物處理和資源化產業迅速發展。圖 3.2-19 為環境學院組織結構。



資料來源：北京清華大學(<http://www.tsinghua.edu.cn/publish/newthu/index.html>)

圖 3.2-19 清華大學環境學院組織結構圖

(二)生活垃圾收費標準

北京市生活垃圾的收費項目包括衛生清潔費、垃圾委託清運費/垃圾清運費和城市生活垃圾處理費等 3 項。茲就各費用的計量單位、收費標準、執行依據、收取對象與收取部門，整理於表 3.2-1。

另外，衛生清潔費係由負責清潔單位向委託其清潔服務的單位或個人收取，目前僅北京市石景區和部分實施物業管理有收費，說明如下：

1. 石景山區居民小區清潔費收費標準：負責樓內衛生清掃，樓外馬路清掃和垃圾清運的每月每戶 2 元；只負責樓外馬路清掃、垃圾清運、不負責樓內衛生的每月每戶 1 元。
2. 石景山區社會單位清潔費收費標準：政府機關和企事業單位（含個體工商戶）每月每平方米 0.20 元；餐飲業（不分經營規模）每月每平方米 0.50 元；中小學、托幼園所、殘疾人福利單位免收。
3. 實施物業管理的小區衛生清潔費已納入物業費，不再另行收取。

北京市政府訂有垃圾處理費徵收標準，但因費率及徵收率低，徵得的費用不足以支付收費人員薪資，致幾乎停辦。垃圾分類方面，雖訂有相關法令規定，但市民漠視規定及稽查人力不足，致無法做好垃圾分類工作。

表 3.2-1 北京市垃圾收費方式

收費名稱	計量單位	收費標準 (人民幣)	執行依 據	收取對象	收取單位
垃圾處理 費	戶/月	3 元	京政辦 發〔1999 〕68 號	本市居民	各街道辦事 處
垃圾處理 費	人/月	2 元		外地來京人 員	各街道辦事 處
委託清運 垃圾拖運 費	噸	25 元	京價(收)字〔 1999〕第 253 號	社會單位	垃圾清運部 門
生活垃圾 清運費	戶/年	30 元	京價(收)字〔 1999〕第 253 號	房屋產權單 位(人)	物業公司
桶裝垃圾 清運費	桶/月	120 元		房屋產權單 位(人)	管理單位

資料來源：北京市、區發改委網站公佈的收費標準

(三)未來固體廢棄物處理方式規劃

因興建焚化廠受到民意反彈及建築物拆遷補償的經費壓力，以北京市生活垃圾處理設施建設三年(2013-2015 年)實施方案總工程經費 502 億元人民幣，其中村莊拆遷、徵地補償等資金即高達 70%(約 350 億元人民幣)，所以中國未來仍然以衛生掩埋方式為主處理生活垃圾。

中國未來固體廢棄物處理技術，規劃以地方產業特性、廢棄物性質與推動政策制度，因地制宜多元化處理技術，非僅限於單一技術。以餐廚垃圾處理為例，按『“十二五”全國城鎮生活垃圾無害化處理設施建設規劃』，鼓勵使用餐廚垃圾生產油脂、沼氣、有機肥、飼料等，以及鼓勵餐廚垃圾與其他有機可降解垃圾聯合處理。“十二五”期間投資於餐廚垃圾處理工程逾 109 億元人民幣，並對採用資源化處理技術的設施增加補助資金。

無論設置焚化爐或是掩埋場均會受到民眾的反對與抗爭，垃圾處理已有急迫性，中國目前學術研究方向係以廢棄物生質能源化技術探討與應用為主，除北京幾座堆肥、厭氧大廠外，已於蘇州興建一座日處理量 350 噸的餐廚廢棄物厭氧消化處理廠(採全混式兩級處理)，獲得國家 3 項發明專利，目前試運轉中。

清華大學劉建國教授提及廚餘是垃圾處理的重點，以生物處理方式大致上為厭氧及堆肥，採用厭氧處理應妥善規劃電力的接受端及市場問題，以及沼渣的去化問題，因廚餘成分複雜，為均質化確保產氣量，可混合他種廢棄物降低油脂率且須注重攪拌作業；堆肥因肥力不足，則須考量市場的侷限問題，須藉由農村地利才能發揮所用。至於掩埋場挖除活化，中國亦重視此問題但目前尚在探討研議中，尚無實例。



圖 3.2-20 清華大學

四、北京市順義區東華山農村沼氣廠

大陸地區農村小型厭氧消化設施簡易，以東華山農村沼氣廠為例，總投資金額 300 萬元人民幣(約 1,500 萬元台幣)，於 2008 年 2 月運轉，向附近養豬戶以每 M^3 付費 60 元人民幣收取豬糞，每日收取 1.5~2.0 M^3 ，投入 2 座發酵槽(160 M^3 /座)經攪拌、中溫發酵消化後產氣，夏季每日約產氣 90 M^3 ，冬季每日約產氣 75 M^3 ，經儲氣、調壓後以管線輸供附近農村 286 住戶使用，且向住戶每 M^3 收取 1.2 元人民幣費用(每住戶每日約使用 0.7 M^3)。

沼渣及沼液等副產品免費提供農民作為葡萄園的有機肥料，該廠規模小環境不佳，操作人員僅 1 人以土法經驗操作，產氣效率差。圖 3.2-21 及圖 3.2-22 為東華山村沼氣服務站及發酵槽。



圖 3.2-21 東華山村沼氣服務站



圖 3.2-22 東華山沼氣服務站發酵槽

五、北京市大興區安定衛生掩埋場

(一)簡介

安定衛生掩埋場位於北京市大興區安定鄉境內，主要負責處理西城區和大興區的生活垃圾，兼處理南宮堆肥廠的堆肥殘渣、南宮焚燒廠的灰渣，豐台區、大興區和房山區的部分生活垃圾，第一期掩埋區佔地面積 21.6 公頃，設計掩埋高度為 40M，設計掩埋容量 326.5 萬 M³，設計日處理量 700 噸，設計使用年限 13 年，1996 年啟用，每日垃圾實際進場量約 1000 噸，2008 年飽和封閉。

為延續生活垃圾處理任務，2008 年於一期掩埋區的西南側擴建第二期掩埋區，佔地面積 27.66 公頃，掩埋總容量 947 萬 M³，設計處理能力 1,400 噸/日，預期使用年限 16 年(2008~2023)，目前每日實際垃圾進場量約 2,500~3,000 噸，第二期掩埋區將會提前飽和。

第二期掩埋區又分為前、後期掩埋區，前期掩埋區目前掩埋高度為 30M，已封閉進行抽氣作業，後期掩埋區位於前期掩埋區與第一期掩埋區中間的低窪地，已進行垃圾掩埋作業，每日完成掩埋作業後，於掩埋面覆蓋塑膠布減低臭味，最終整體掩埋面堆體高度預計 70M。圖 3.2-23 為安定衛生掩埋場第一期掩埋區，圖 3.2-24 為安定衛生掩埋場第二期掩埋區。



圖 3.2-23 安定衛生掩埋場第一期掩埋區



圖 3.2-24 安定衛生掩埋場第二期掩埋區

該場最大特點係因曾經民眾抗爭臭味問題，興建 1 座 200 公尺x100 公尺x30 公尺密閉可移動式垃圾掩埋大棚(如圖 3.2-25)，棚的材質為聚氟化二乙烯(PVDF)穩定耐磨抗性強的材料，大棚以鼓風機進氣撐起來，於棚內操作廢棄物處理，裡頭設有廢氣收集設備，出氣口設有除臭裝置，外面的新鮮空氣以鼓風機送進來，廢氣、空氣進出循環，達到一定的氣壓平衡，臭氣經由抽氣處理，以阻隔臭味溢散。該掩埋單體每次可處理約 10 萬 M^3 廢棄物，大棚空間飽和後則拆除移往他處填埋坑重新組裝繼續使用。此大棚好處在於掩埋作業產生的臭氣可有效收集處理，避免民眾抗爭，且可阻絕雨水滲入掩埋面，減少垃圾滲出水，大幅節省污水處理經費。惟該大棚每次拆除、組裝的費用高達 100 萬元人民幣，以該場每日垃圾進場量計算，掩埋單體約使用 2 個月即飽和，致每隔 2 個月就必須花費 100 萬元人民幣辦理拆除及組裝，經費耗損龐大，目前已閒置未用。



圖 3.2-25 安定衛生掩埋場密閉可移動式垃圾掩埋大棚

(二)防滲漏系統與滲污水處理

掩埋場防滲漏設施於場區底部及邊坡以粘土和膨潤土(GCL)混合壓實，上面再鋪 HDPE 不透水布，滲透係數 $<5\times 10^{-9}$ cm/s。隨季節天氣的變化，垃圾滲出水的的水質變動頗大，COD 濃度數千到上萬不等，最高達 50,000 mg/L，NH₃-N 濃度最高達 2,400 mg/L。

該場滲出水採用生物處理、奈米濾膜 (NanoFilter)、逆滲透 (RO) 三級處理程序，主要設備包括調節池、A²/O-MBR 系統/厭氧反應器、厭氧反應器、好氧反應器、MBR 膜機組、奈米納濾系統、逆滲透、污泥與濃縮液處理系統，日處理能力 340 噸，且回收處理後水作為場內地面沖洗、降塵、綠化使用，極少排放。圖 3.2-26 為掩埋場垃圾滲出水處理流程示意，圖 3.2-27 為掩埋場垃圾滲出水處理廠。

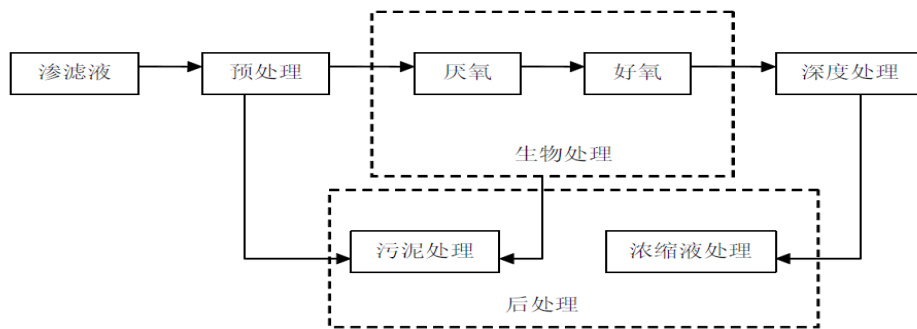


圖 3.2-26 安定衛生掩埋場垃圾滲出水處理流程示意



圖 3.2-27 安定衛生掩埋場垃圾滲出水處理廠

(三)沼氣回收處理

第一期掩埋區沼氣經收集後引入移動式沼氣燃燒車直接燃燒排放，沼氣收集、燃燒流程如圖 3.2-28，移動式沼氣燃燒車如圖 3.2-29。



圖 3.2-28 第一期掩埋區沼氣收集、燃燒流程



圖 3.2-29 移動式沼氣燃燒車

第二期掩埋區沼氣經抽氣收集、前處理，將沼氣製成天然氣主要用來發電，供應於廠區照明等，目前設備維修暫停操作。第二期掩埋區沼氣抽氣設備如圖 3.2-30，天然氣貯槽及加氣站如圖 3.2-31 及圖 3.2-32。



圖 3.2-30 安定衛生掩埋場第二期掩埋區沼氣抽氣設備



圖 3.2-31 安定衛生掩埋場天然氣貯槽



圖 3.2-32 安定衛生掩埋場天然氣加氣站

(四)小結

掩埋場設置於遠離住戶地區，全部面積達 50 公頃，負責處理西城區和大興區每日 2,500~3,000 噸龐大數量垃圾處理工作，目前每日完成掩埋作業後，於掩埋面覆蓋塑膠布減低臭味。

完成掩埋面設置沼氣抽氣收集設備，第一期掩埋面沼氣直接燃燒，第二期前期掩埋場沼氣則製成壓縮天然氣用來發電、取暖、製冷等資源利用。滲出水採用生物處理、奈米濾膜 (NanoFilter)、逆滲透 (RO) 等高級處理流程，雖然處理後的水回收再使用，但水處理操作維護經費相當可觀。

該掩埋場最大特點係因曾經發生民眾抗議臭味問題，致興建 1 座 200 公尺×100 公尺×30 公尺密閉可移動式垃圾掩埋大棚，於棚內操作廢棄物處理作業，臭氣經由抽氣處理，以阻隔臭味溢散，惟因拆除及組裝所需經費龐大，目前已閒置未用。

肆、心得與建議

本次考察行程以廢棄物生質能源化處理及應用為主、包含堆肥、厭氧消化及掩埋等設施，針對考察成果提出心得與建議。

4.1 心得

一、南宮堆肥廠

- (一)該廠堆肥過程於密閉廠房進行，先經篩選、破碎、彈跳等機械作業、再經強制送風、發酵生物處理，生物處理設施以單體隧道設置溫度、濕度、氧氣濃度等監測設備自動化操作，垃圾進廠到堆肥成品出料約 1 個月，處理時間較國內傳統堆肥方式短。
- (二)為阻絕操作過程的臭味溢散，廠房皆採二道隔離門設計，廠區內採抽風負壓方式，使用生物、化學和臭氧除臭系統，確有發揮阻絕及處理臭氣的功效。堆肥過程產生的滲液回收用於噴淋垃圾控制含水率，降低污水處理負擔及經費。
- (三)堆肥產品因肥力不足且品質不穩定(雜質含量較高)，少部分作為廠區綠化或販售附近農場作為花卉植栽肥料。
- (四)該廠係由國營企業-環衛公司負責營運操作，由市政府依處理量付予處理費，全額負擔廠區營運所需費用，設廠營運的目的為使城市垃圾達到減量化、無害化與資源化以及兼負示範、宣傳的目標。

二、德青源生態園沼氣廠

- (一)德青源生態園沼氣廠為中國早期列為指標性的大型沼氣示範工程，相關設施由政府全額補助，且由廠方養殖場自行供應雞糞，料源充足、穩定、性質單純，以地下管線輸送毋需清運及購買成本，為該廠能成功營運的關鍵因素。
- (二)沼氣廠設置區域位於農業大縣，農業廢棄物量大(以秸桿為主)，藉由地利，沼氣廠商以沼液換取農民秸桿，除沼液去化無虞，且免費獲取秸桿生質料，亦是該廠能成功營運的因素。
- (三)據廠方表示，處理 1 公噸雞糞(濕基)約可產生 100~110 M³沼氣(甲烷濃度 65%)，單位產氣量高，沼氣用於發電、天然氣和供熱等多元利用，總能源利用效率達 80%以上。

三、清華大學環境學院

- (一)該學院於 2009 年成立固體廢物處理與環境安全教育部重點實驗室，主要研究固體廢棄物環境友好處理技術、循環再生利用技術、控制技術系統評估和災害性固體廢物處理技術及應對策略等領域，提供各單位理論及工程的經驗。
- (二)北京市政府訂有垃圾處理費徵收標準，但徵收率低；雖訂有垃圾分類相關法令，但無法做好分類工作，可見大陸民眾仍普遍漠視環保法令與規定。
- (三)大陸無論設置焚化爐或是掩埋場也是會受到民眾的反對與抗爭，垃圾處理已有急迫性，目前學術研究方向係以廢棄物生質能源化技術探討與應用為主。

四、東華山農村沼氣工程

- (一)該廠位於偏遠地區且為農村型態社區，設備簡陋環境不佳，城鄉環保處理設施規模差距甚大。
- (二)產出的沼氣供氣給附近社區住戶付費使用，沼渣及沼液則免費提供給附近農村果園當肥料使用，興建及營運費用由政府全額負擔，加上地利因素去化無虞，促使該廠可持續營運。

五、安定衛生掩埋場

- (一)第二期後期掩埋場每日完成掩埋作業後，於掩埋面覆蓋塑膠布以減低臭味。第一期及第二期前期已完成掩埋面設置沼氣抽氣收集設備，第一期沼氣直接燃燒，第二期前期沼氣則製成天燃氣主要用來發電等資源利用。
- (二)滲出水採用生物處理、奈米濾膜 (NanoFilter)、逆滲透 (RO) 等高級處理流程，操作維護經費相當可觀，雖然處理後的水經回收再利用，惟是否投資過當不符效益，可供探討。
- (三)該掩埋場最大特點係因曾經發生民眾抗議臭味問題，致興建 1 座 200 公尺×100 公尺×30 公尺密閉可移動式垃圾掩埋大棚，於單體內操作廢棄物處理作業，可完全阻絕雨水滲入掩埋面，減少垃圾滲出水，節省污水處理廠操作經費，臭氣經由抽氣處理，以阻隔臭味溢散，惟因拆除及組裝所需經費龐大，目前已閒置未用。

4.2 建議

- 一、大陸地區家戶垃圾處理設施規模大，大多數由政府興建，國營企業專業人員負責營運，各項污染防制設備由專業人員操作，大興區南宮堆肥廠、德青源生態園沼氣廠、安定衛生掩埋場等處理設施的管理與維護工作完善。反觀國內家戶垃圾

掩埋場或堆肥廠大都由各鄉、鎮、市公所設置小型處理設施，由清潔隊員自行營運操作，欠缺經費及專業人員，致操作不佳屢遭民眾抗議。目前國內除五都直轄市及 3 處省轄市由市政府負責垃圾處理工作外，其它縣仍交由鄉鎮市公所執行，建議垃圾處理工作，應落實提升由縣政府負責執行。

二、推動廢棄物生質能源化成敗關鍵，在於穩定的料源和產品及廢棄物的去化，大陸地區德青源生態園沼氣廠有穩定且性質單純的雞糞和秸秆作料源，維持厭氧發酵系統各項操作參數的穩定性，獲取最佳產氣量。剩餘沼渣、沼液製成有機肥料，品質穩定，藉由地利且附近農民樂於交換及購買，直接用於附近農地，建立收集、處理、生質能源化、出售、再利用的循環型處理體制。從該廠的運作模式探討我國目前及未來推動有機廢棄物厭氧消化處理相關計畫，提出建議如下：

- (一)德青源生態園沼氣廠料源穩定且品質佳，為該廠厭氧消化成功關鍵因素，我國廚餘共消化料源成分複雜，易造成操作參數難控制，厭氧共消化料源須均質穩定。
- (二)選擇共消化料種應考量計畫實施地區該料源的供應量，以節省集運成本。
- (三)應考量計畫實施地區該生質能源化產品的需求端及市場價格，以及處理後的沼渣、沼液去化無虞。
- (四)廚餘共消化的料源及後續的能源利用、沼渣、沼液的運用等問題，涉及能源局、農委會等單位。建議本署可結合能源局、農委會等相關單位成立共同推動小組，建置協調及資訊平台，更迅速有效的推動國內未來有機廢棄物生質能源政策，建構生質能源低碳社會。

附件、參訪設施重要照片

<南宮堆肥廠>

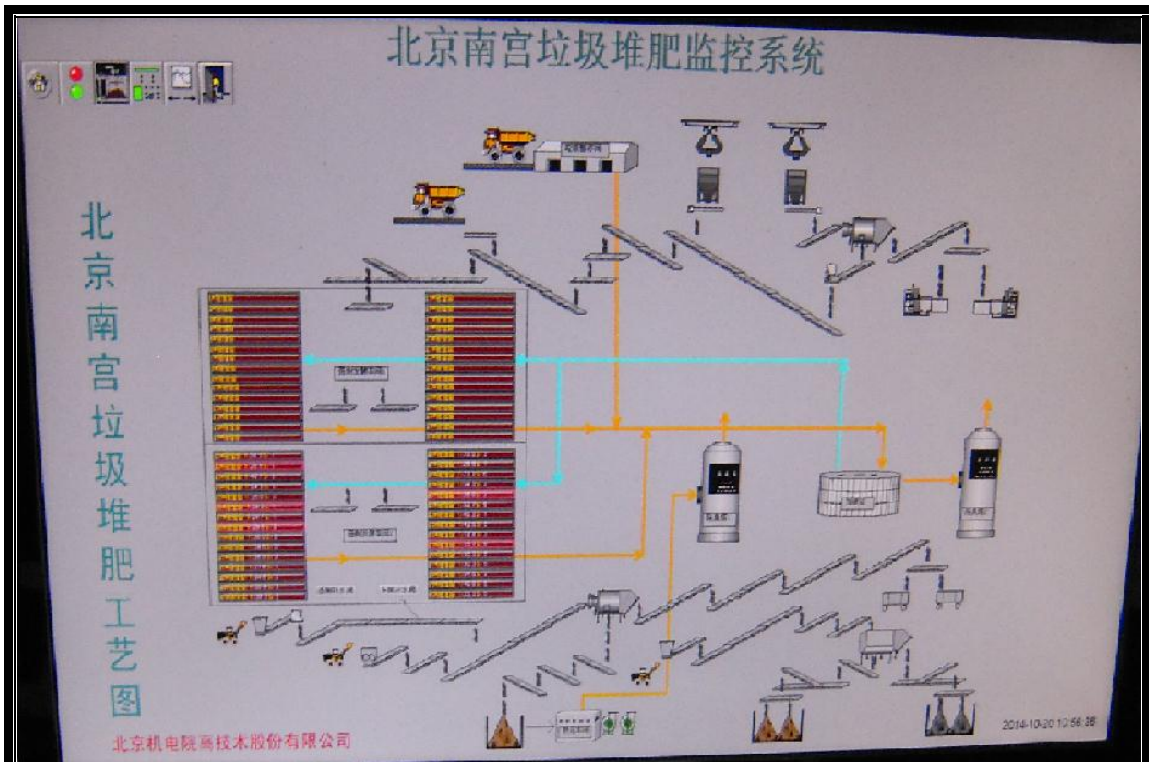


南宮堆肥廠廠房

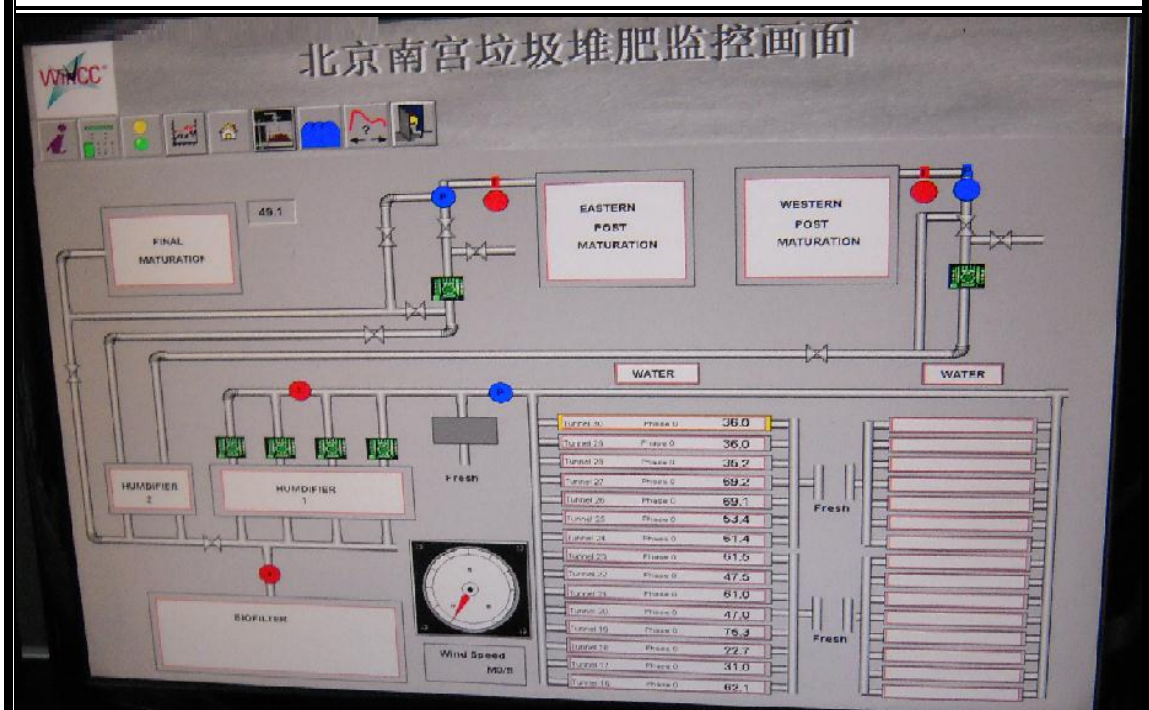


與南宮堆肥廠魏工程師合影

<南宮堆肥廠>



南宮堆肥廠堆肥監控系統



南宮堆肥廠堆肥監控系統

<德青源生態園沼氣廠>



德青源生態園全貌模型



德青源生態園廠區指示牌

<德青源生態園沼氣廠>



德青源生態園厭氧消化沼氣發電流程



德青源生態園厭氧消化槽和沼氣貯氣槽

<德青源生態園沼氣廠>



德青源生態園沼氣發電廠



德青源生態園天然氣提純壓縮加氣站

<清華大學環境學院>



清華大學校門



與清華大學環境學院劉建國教授、農業大學喬瑋副教授合影

<東華山農村沼氣廠>



東華山農村沼氣廠大門入口



東華山農村沼氣廠厭氧發酵槽

<東華山農村沼氣廠>

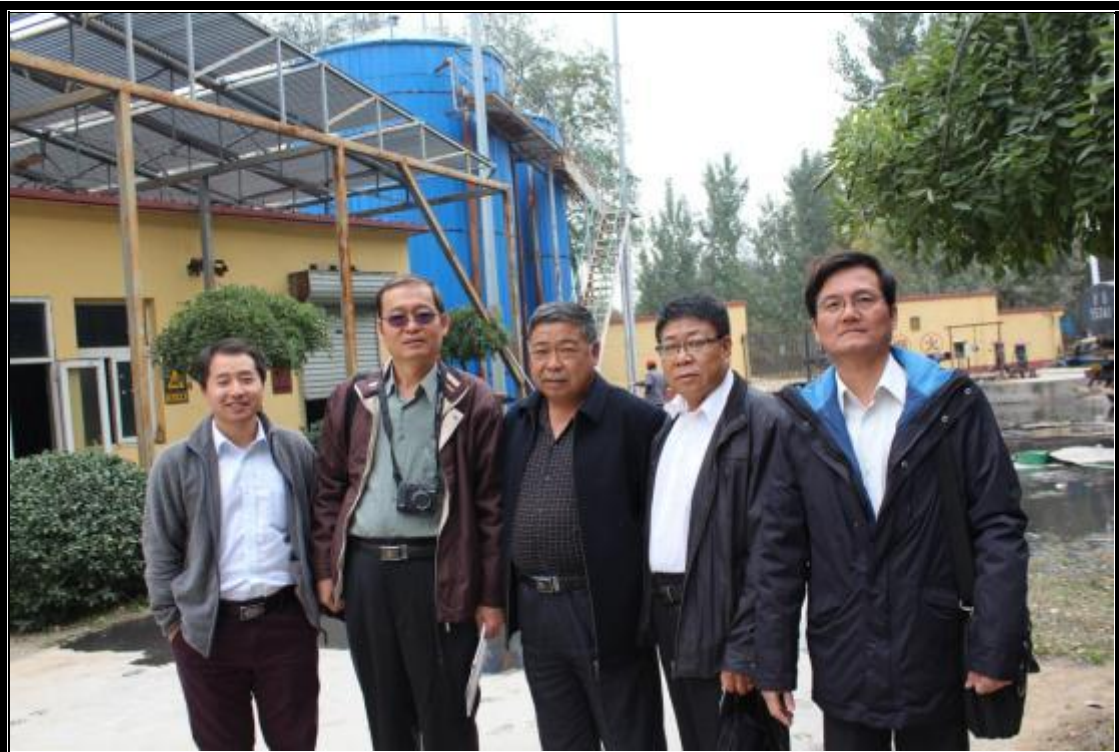


東華山農村沼氣廠廠區



東華山農村沼氣廠供熱用煤炭

<東華山農村沼氣廠>



與沼氣廠吳建海主任、吳海生副主任及農業大學喬瑋副教授合影



東華山社區

<安定衛生掩埋場>



安定衛生掩埋場牌示



安定衛生掩埋場第一期掩埋區

<安定衛生掩埋場>



安定衛生掩埋場第二期(前後期)掩埋區



安定衛生掩埋場移動式沼氣燃燒車

<安定衛生掩埋場>



安定衛生掩埋場天然氣設備



安定衛生掩埋場天然氣加氣站

<安定衛生掩埋場>



安定衛生掩埋場滲出水處理設施

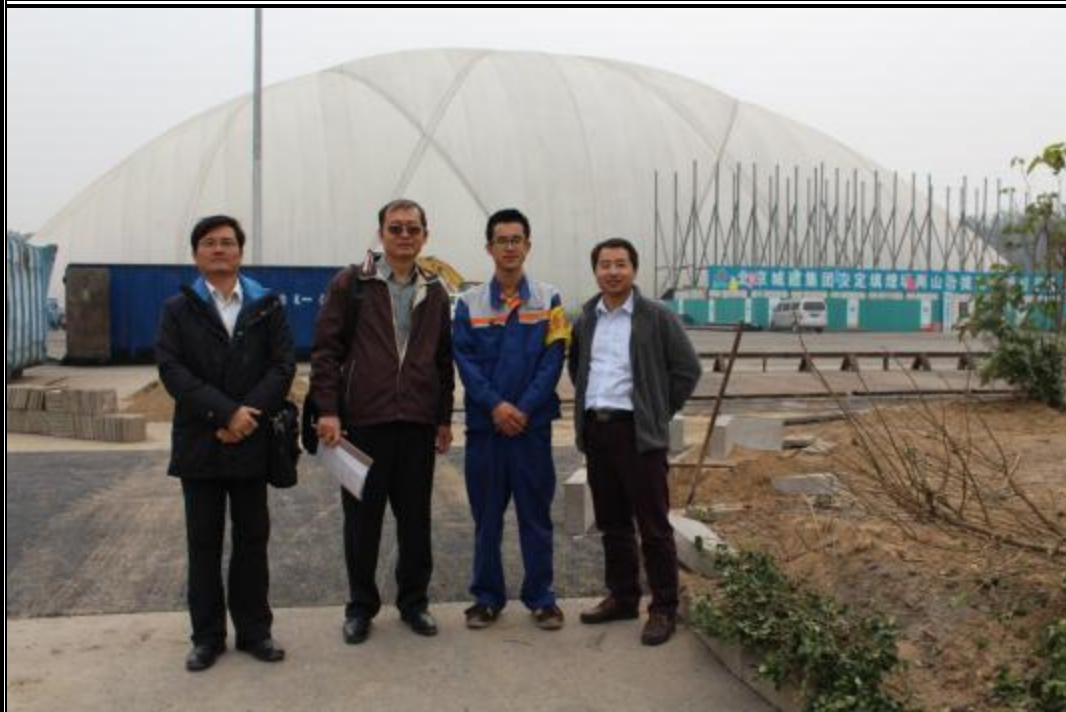


安定衛生掩埋場滲出水三級處理廠房

<安定衛生掩埋場>



安定衛生掩埋場密閉移動式垃圾掩埋大棚



與安定衛生掩埋場張魯寧工程師、農業大學喬瑋副教授合影

附錄、中國再生能源相關政策與規定及中長期發展規劃 摘錄

一、再生能源相關政策與規定

(一) 可再生能源法

2005年2月28日通過「可再生能源法」，共八章三十三條，章節內容如下：

- 1.第一章：總則，第一~五條
- 2.第二章：資源調查與發展規劃，第六~九條
- 3.第三章：產業指導與技術支持，第十~十二條
- 4.第四章：推廣與應用，第十三~十八條
- 5.第五章：價格管理與費用分攤，第十九~第二十三條
- 6.第六章：經濟激勵與監督措施，第二十四~第二十七條
- 7.第七章：法律責任，第二十八~第三十一條
- 8.第八章：附則，第三十二~第三十三條

該法主要為促進可再生能源的開發利用，增加能源供應，改善能源結構，保障能源安全，保護環境，實現經濟社會的可持續發展，該法訂定可再生能源產業發展規定，並自2006年1月1日起施行，推展風能、太陽能、水能、生物質能、地熱能、海洋能等非化石能源，將可再生能源的開發利用列為能源發展的優先領域，規劃項目如表1。

表1 「可再生能源發展“十一五”規劃」生質能源相關項目

項目	說明和技術指標	發展狀況
生物質發電和生物燃料生產		
大中型沼氣工程供氣和發電	包括大型畜禽場、養殖社區、工業有機廢水和城市污水工程	商業化、推廣應用
生物質直接燃燒發電	利用農作物秸稈、林木質直接燃燒發電	技術改進 專案示範
生物質氣化供氣和發電	利用農作物秸稈、林木質氣化供氣和發電	技術研發 推廣應用
城市固體垃圾發電	用於清潔處理和能源化利用城市固體垃圾，包括燃燒發電和填埋場沼氣發電。	基本商業化
生物液體燃料	利用非糧食作物和林木質生物質為原料生產液體燃料。	技術研發
生物質固化成型燃料	將農作物秸稈，林木質製成固體成型燃料	專案示範

項目	說明和技術指標	發展狀況
	代替煤炭。	
設備/部件製造和原料生產		
生物質直燃鍋爐	用於配套生物質直接燃燒發電系統，技術性能和規格需適用於生物質的直接燃燒。	技術改進
生物質燃氣內燃機	用於配套生物質氣化發電，技術性能和規格需適用於生物質氣化發電系統。	技術研發
生物質氣化焦油催化裂解裝置	用於將生物質在氣化過程中所產生的焦油裂解為可利用的一次性氣體。	技術研發
生物液體燃料生產成套裝備	用於生產上述各類生物液體燃料	技術研發 專案示範
能源植物種植	用於為各種生物燃料生產提供非糧食生物質原料，包括甜高粱、木薯、麻瘋樹、甘蔗等。	專案示範 推廣應用
能源植物選育	用於選育培養適合荒山荒灘、沙地、鹽鹼地種植、穩產高產、對生態環境安全無害的能源作物。	技術研發 專案示範
高效、寬溫域沼氣菌種選育	用於沼氣工程提高產氣率及沼氣池在較低溫度條件下的使用。	技術研發

資料來源：中華人民共和國可再生能源法，2005。

另就可再生能源的主要制度，說明如下：

- 1.強制併網與全額收購制度(第十四條):電力企業應當與依法取得行政許可或者報送備案的可再生能源發電企業簽訂併網協定，全額收購其電網覆蓋範圍內可再生能源併網發電項目的電量，並為可再生能源發電提供饋網服務。
- 2.政府制定固定電價制度(第十九條):可再生能源發電項目的併網電價，由國務院價格主管部門根據不同類型可再生能源發電的特點和不同地區的情況，按照有利於促進可再生能源開發利用和經濟合理的原則確定，並根據可再生能源開發利用技術的發展適時調整。
- 3.費用分攤制度(第二十條):電力企業依照本法第十九條規定確定的併網電價收購可再生能源電量所發生的費用，高於按照常規能源發電平均併網電價計算所發生費用之間的差額，附加在銷售電價中分攤。

(二) 可再生能源發電價格補貼

為促進可再生能源發電業發展，依據「中華人民共和國可再生能源法」和「價格法」制定「可再生能源發電價格和費用分攤管理試行辦法」，該辦法相關規定如下：

- 1.關於生物質發電項目併網電價，由國務院價格主管部門分地區制定標竿電價

(benchmark price)，電價標竿上網電價加補貼電價組成。補貼電價標準為每瓦時人民幣 0.25 元。

2.發電項目自投產之日起，15 年內享受補貼電價；運行滿 15 年後，取消補貼電價。

3.自 2010 年起，每年新批准和核准建設的發電項目的補貼電價比上一年新批准和核准建設項目的補貼電價遞減 2%。

4.發電消耗熱量中常規能源超過 20% 的混燃發電項目，視同常規能源發電項目，執行當地燃煤電廠的標竿電價，不享受補貼電價。關於該辦法適用範圍、定價方式、電價制定、調整機制條文內容，彙整如表 2。

表 2 可再生能源發電價格和費用分攤管理辦法條文整理

項目	條文	辦法內容
適用範圍	第三條	風力發電、生物質發電(包括農林廢棄物直接燃燒和氣化發電、垃圾焚化和垃圾掩埋氣發電、沼氣發電)、太陽能發電、海洋能發電和地熱能發電
定價方式	第五條	政府定價和政府指導價兩種形式。政府指導價即通過招標價格
電價制定	第六條	風力發電電價為政府指導價，電價由國務院價格主管部門按照招標價格
	第七條	生物質發電電價為政府定價，由國務院價格主管部門分地區制定標準電價，電價標準由各省(自治區、直轄市)2005 年脫硫燃煤機組標準饋網電價加補貼電價組成 補貼電價費率為每度 0.25 元。發電項目自投產之日起，15 年內享受補貼，運行滿 15 年後，取消補貼。自 2010 年起，每年新批准和核准建設的生物質能發電項目的補貼電價比上一年遞減 2% 發電消耗能源超過 20% 的混燃發電項目，執行當地燃煤電廠的標準電價，不享受補貼電價
	第九條	太陽能發電、海洋能發電和地熱能發電饋網電價為政府定價，其電價標準由國務院價格主管部門按照合理成本加合理利潤的原則制定
	第十一條	鼓勵電力用戶自願購買可再生能源電量，電價按可再生能源發電價格加上電網平均輸配電價
調整機制	第十八條	可再生能源電價附加由國務院價格主管部門根據可再生能源發展的實際情況適時調整，調整週期不少於一年

另外，沼氣發電裝置容量應超過 500kW 才可併網並得到經費補貼。表 3 為中國沼氣和生物質發電併網電價和稅收優惠。以禽畜廢棄物為沼氣廠料源，補貼電

價標準為每瓦時人民幣 0.25 元；以林業生物質廢棄物為料源，補貼電價標準為每瓦時人民幣 0.75 元(含稅)，如所示。然而，並未明確規定沼氣發電併入國家電網接入系統的出資單位，可申請政府單位同意投資建設。

表 3 中國沼氣和生物質發電併網電價和稅收優惠(2010 年)

沼氣廠原料種類	基礎電價	電價補貼(併網要求>500kW)	併聯補貼(給電網公司)	稅收優惠
畜禽廢棄物	2005年脫硫煤電的省級價格(約人民幣0.45元/度)。	<ul style="list-style-type: none"> • 2010年以前項目:人民幣0.25元/度。 • 2010年以後項目:第一年人民幣0.25元/度,逐年遞減2%。 • 期限15年。 	<ul style="list-style-type: none"> • 50公里:人民幣0.01元/度。 • 50~100公里:人民幣0.02元/度。 • >100公里:人民幣0.03元/度。 	<ul style="list-style-type: none"> • 前三年不用繳所得稅。 • 後三年繳納50%所得稅。
農林業生物質廢棄物	<ul style="list-style-type: none"> • 人民幣0.75元/度(含稅)。 • 關於批准項目或投標項目,併聯電價需要審批。 		同上	若70%原料為秸稈、糠殼或玉米,10%收入免稅。

資料來源：禽畜廢棄物沼氣回收系統應用展望，李秉璋，2012

二、可再生能源中長期發展規劃

依據「國民經濟和社會發展第十一個五年規劃綱要」制定「可再生能源中長期發展規劃」，提出迄 2020 年期間可再生能源發展的方向、任務、目標和保障措施，簡述如下：

1.基本原則：

- (1)堅持開發利用與經濟、社會和環境相協調。
- (2)堅持市場開發與產業發展互相促進。
- (3)堅持近期開發利用與長期技術儲備相結合。
- (4)堅持政策激勵與市場機制相結合。

2.發展目標：

- (1)逐步提高清潔可再生能源在能源結構中的比例，2010 年使可再生能源消費量達到能源消費總量的 10%，2020 年達到 15%。
- (2)因地制宜利用可再生能源，降低環境污染。
- (3)建立可再生能源技術創新體系，形成較完善的可再生能源產業體系。2010 年，實現製造設備為主的裝備能力。2020 年具自行研發可再生能源設備能力。

3.重點發展領域，如表 4。

(1) 生物質發電：2020 年發展目標為 3,000 萬千瓦。

(2) 沼氣：2020 年發展目標為 440 億立方米。

表 4 生質能源發展目標(僅列生質物發電、沼氣)

生質能源種類	年度發展目標		發展重點摘要
	2010	2020	
生物質發電 (萬千瓦)	550	3,000	包括農林生物質發電、垃圾發電和沼氣發電： (1)在糧食主產區建設以秸稈為燃料的生物質發電廠，到 2010 年，農林生物質發電達到 400 萬千瓦，2020 年達到 2400 萬千瓦。 (2)在規模化畜禽養殖場、工業有機廢水處理和城市汙水處理廠建設沼氣發電設施。到 2010 年，沼氣發電達到 100 萬千瓦。到 2020 年，沼氣發電達到 300 萬千瓦。 (3)在經濟較發達、土地資源稀缺地區建設垃圾焚燒發電廠。到 2010 年，垃圾發電達到 50 萬千瓦，到 2020 年達到 300 萬千瓦。
沼氣 (億立方米)	190	440	在農村地區推廣沼氣，特別是與農業生產結合的沼氣技術；在中小城鎮發展以大型畜禽養殖場沼氣工程和工業廢水沼氣工程為氣源的集中供氣。到 2010 年，約 4000 萬戶(約 1.6 億人)農村居民生活燃料主要使用沼氣，年沼氣利用量約 150 億立方米。到 2020 年，約 8000 萬戶(約 3 億人)農村居民生活燃氣主要使用沼氣，年沼氣利用量約 300 億立方米。

按“十二五”規劃，2015 年可再生能源預計達成四大指標，如下說明：

- 1.可再生能源年利用量達 4.78 億噸標準煤，其中商品化可再生能源年利用量 4 億噸標準煤，在能源消費中的比重達到 9.5% 以上。
- 2.生物質發電 750 萬千瓦，可再生能源年發電量達到總發電量的 20% 以上。
- 3.推廣生物質成型燃料和生物質熱電聯產(CHP)，加速沼氣等各類生物質燃氣發展。可再生能源供熱和民生用燃料，總計年替代化石能源約 1 億噸標準煤。
- 4.建設 30 個新能源微電網示範工程，建設 100 座新能源示範城市和 200 個綠色能源示範縣。沼氣、太陽能、生物質能氣化等可再生能源在農村的人戶率達到 50% 以上。

圖 1 為十二五規劃 2015 年各項可再生能源發展目標，圖 2 為 2015 年沼氣產量及用戶數目標。

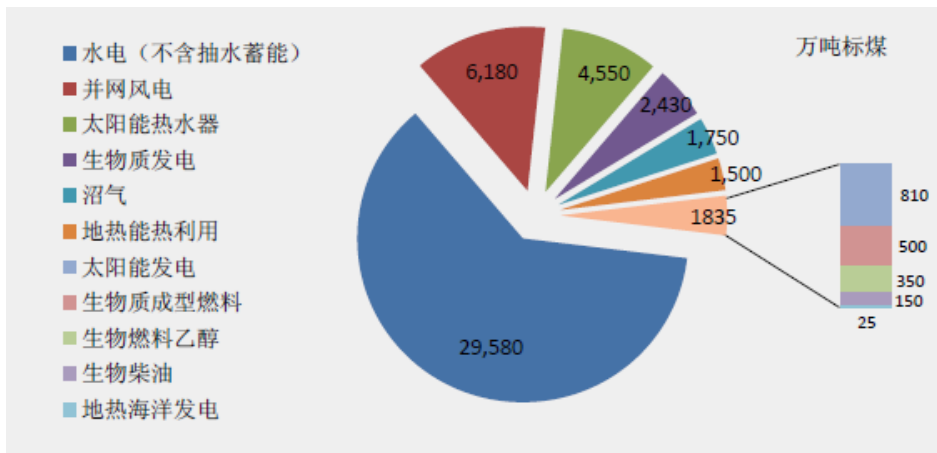


圖 1 中國大陸十二五規劃 2015 年可再生能源發展目標

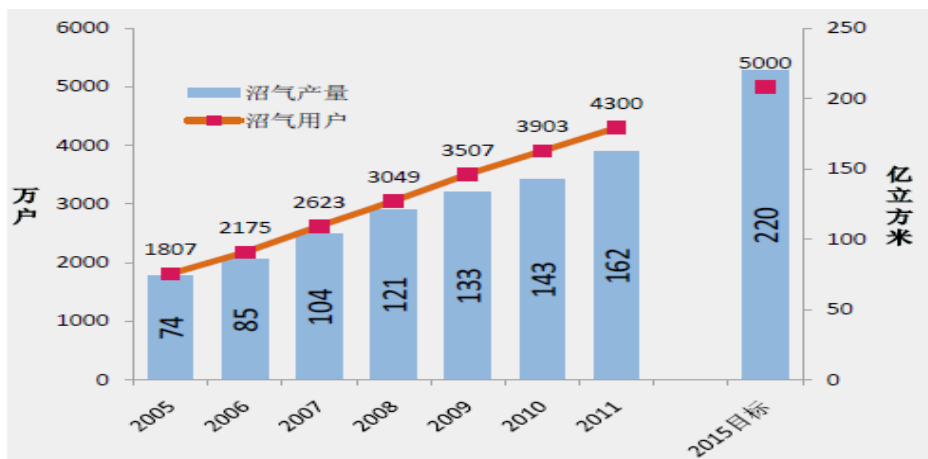


圖 2 2015 年沼氣產量和用戶目標