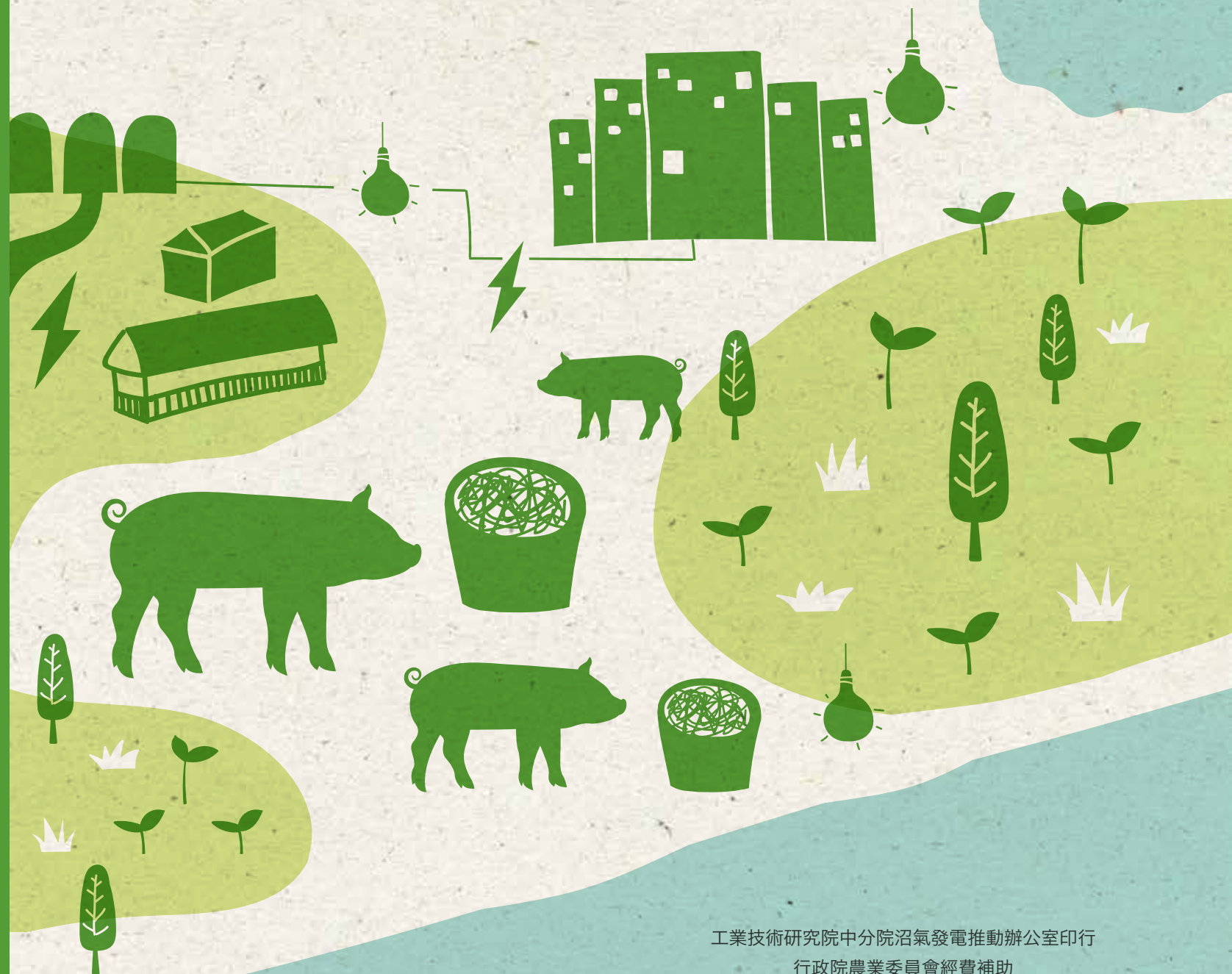


沼氣再利用(發電)推廣與 沼氣發電機操作手冊



編者的話	I
工業技術研究院中分院沼氣再利用(發電)推廣服務團隊	III
【養豬產業永續經營—環保與綠能】	1
一、養豬場廢水處理與沼氣簡介	2
二、台灣養豬場沼氣發電現況	6
2-1 養豬產業從A到A+	8
2-2 零廢棄物的循環經濟	10
【沼氣再利用(發電)建置補助與技術輔導】	12
三、沼氣再利用(發電)推動政策說明	13
四、沼氣再利用(發電)技術輔導	15
【沼氣發電運作實務】	18
五、沼氣發電系統介紹	19
六、沼氣發電經濟效益	24
七、融資平台	29
八、沼氣發電機與電力系統配置介紹	31
8-1 沼氣發電機介紹	31
8-2 電力系統配置介紹	39
8-3 電力系統與台電併網申請流程	43
九、沼氣發電機操作與維護方法	47
9-1 沼氣發電機操作方法	47
9-2 沼氣發電機保養維護方法	49
十、沼氣發電機故障與排除方法	53
10-1 發電機引擎無法啟動	54
10-2 引擎機油壓力異常	55
10-3 發電機輸出電力異常	56
10-4 運轉時發出異常聲響	58
10-5 發電機排氣煙色異常	60
10-6 機油溫度過高、耗量過大	61
10-7 發電機過熱	62
10-8 發電機轉速異常	63



【沼氣再利用運作實務】	64
十一、沼氣再利用方法介紹	65
十二、沼氣再利用經濟效益	67
【沼氣再利用（發電）維修、設備商資訊】	68
十三、沼氣發電機維修廠商資訊	69
十四、沼氣再利用設備商資訊	74
十五、參考資料	76
十六、附錄	78



編者的話

國內養豬產業始於日治時期，1947年台灣光復後，在農政單位及農民努力下，豬隻生產除了自給自足外，更曾於1990年代賺取大量外匯，對提升國內經濟發展功不可沒；豬肉也是國人主要動物性肉類的供應來源，其消費量約占國內肉類總消費量的50%。由此可知，養豬產業在國內外市場的供需上，皆扮演重要的角色。

近年來，由於氣候變遷及水資源日漸枯竭等影響，畜牧業產生的環境問題已廣受各界關注；其中養豬產業的用水、廢氣及糞尿污染狀況，更是目前業者在落實永續經營前，必須面對的環保課題。業者飼養豬隻、處理廢棄物時所產生的異味，容易招致民眾抱怨，且養豬的廢水中含有高濃度有機物及氮、磷等營養鹽，若未經妥善處理即逕自排放，不僅導致河川污染，甚至演變成環保抗爭事件。

為促進畜牧資源永續利用，環保機關推動「還肥於田」的政策，養豬場排放的廢糞尿水不再被視為廢棄物，而是回歸農田作為肥分，以節省灌溉及化學肥料的使用；豬糞尿水處理過程中產生的沼氣，可進行燃燒熱能利用或發電，並降低甲烷排放，以達到能源多元化利用及溫室氣體減量的效益。再者，發電自用還可申請綠電憑証或碳權交易，出售給排碳量超標的公司，增加額外收入，可謂一舉多得。

污染防治是未來養豬產業的成敗關鍵，現今國內有54案(共86場養豬場)設立沼氣發電系統，為提升業者利用沼氣發電的經濟誘因，行政院農業委員會、環境保護署等單位已提供建置沼氣發電系統的相關獎勵與補助；經濟部能源局則自近年起提高沼氣

發電躉購費率，由2017年每度電3.9211元增加至2019年5.0874元，預計未來將吸引更多業者投入。

此外，農委會並委託工業技術研究院中分院成立「沼氣發電推動計畫辦公室」，輔導國內養豬場進行沼氣再利用(發電)系統之設置，對於欲了解沼氣發電的業者，特編訂「沼氣再利用(發電)推廣與沼氣發電機操作手冊」，詳細介紹沼氣再利用(發電)基本原理型式、經濟效益及實務運作方法，同時彙整國內具備沼氣發電機維修能力、相關零組件與沼氣再利用設備供應等廠商聯絡資訊，提供業者進一步洽詢與評估。

養豬是國內極重要的畜牧產業，沼氣發電可有效降低養豬場異味、削減溫室氣體排放、改善河川水質和節能減碳等，具多元環境保護效能，是協助業者產業升級不可或缺的利器。透過「沼氣發電推動計畫辦公室」與本手冊的說明，能提供給有意願投入沼氣再利用(發電)的業者，從評估、建置、運轉到保養維護，全方位掌握沼氣發電的運作及效益，使畜牧產業現代化，邁向循環經濟的新里程，創造永續經營與環境保護雙贏的未來！

計畫主持人

李志杰

團 / 隊 / 服 / 務 / 內 / 容

(1) 廢水處理改善及沼氣發電建置評估

- ✓ 提供原水與排放水水質檢測及廢水處理效能提升輔導
- ✓ 提供沼氣成分產率量測及沼氣發電之效益評估報告

(2) 沼氣再利用（發電）系統規劃及優化

- ✓ 提供沼氣再利用（發電）系統規劃建議
- ✓ 協助媒合技術規格合適發電之機組與相關設備
- ✓ 沼氣發電效能優化輔導

(3) 相關行政流程協助

- ✓ 協助農委會沼氣再利用（發電）補助說明與申請
- ✓ 沼氣發電相關農業容許與台電並聯相關流程協助

(4) 維修技術團隊整合與輔導

- ✓ 國內沼氣發電維修與系統整合技術輔導

(4) 售電饋線及多元資金管道取得

- ✓ 中小企業信保基金及農業信保基金支持
- ✓ 台電併網申請流程簡化及解決饋線問題

聯絡方式：

服務單位	財團法人工業技術研究院中分院沼氣發電推動辦公室		
單位負責人	李志杰 博士		
地址	54041南投縣南投市文獻路2號(經濟部中創園區)		
聯絡資訊			
聯絡人	電話	mail	傳真
張青	049-2345289	ching829@itri.org.tw	049-2317909
吳佳芳	049-2345290	cf.wu@itri.org.tw	049-2317909

養豬產業永續經營—環保與綠能

一、養豬場廢水處理與沼氣簡介



圖 1 三段式廢水處理流程

由於環保意識提升與環保法規的執行，行政院農業委員會於民國79年輔導養豬場設置豬糞尿三段式廢水處理設施[1]，至今設置率達95 %以上。三段式廢水處理流程為：固液分離、厭氧發酵、好氧處理，如上圖 1。以下針對各階段所進行的工作及水中有機質去除效率進行說明。

固液分離

固液分離目的為將廢水中的豬糞固體取出，降低廢水中的有機物，以減輕後續廢水處理的負擔。豬糞尿若不經過固液分離過程而直接進入厭氧發酵池的話，需要較大容積及水力停留時間，才能處理濃度較高的有機物。因此，採取固液分離措施，有助於改善豬糞在厭氧池沉澱而造成的淤積問題。

固液分離的方法可採用機械式固液分離機（包括震盪式、滾筒式、斜板式、螺旋式及水車式等不同形式），與非機械式固液分離法（包括人工撿糞、糞尿分離式豬舍、自然沉澱法等），其中斜板式與水車式為畜牧場最常使用之固液分離方式（圖2）。畜試所研究員郭猛德及相關研究指出，機械式固液分離機平均可以去除22 %之生化需氧量（BOD）、50 %懸浮固體（SS）[2]。固液分離機分離後固形物含水率一般為70-80 %，當含水率過高則可與破碎的農業廢棄物混合或混入堆肥調整含水率，再進行堆肥發酵。



圖 2 (a) 水車式固液分離機；(b) 斜板式固液分離機

厭氧發酵

厭氧發酵是利用微生物在無氧環境下，進行有機廢棄物消化並產生沼氣[3]。養豬場常使用覆皮式厭氧發酵槽，或水泥密封式厭氧槽來產生缺氧環境，畜試所研究員郭猛德及相關研究指出，厭氧發酵對於生化需氧量（BOD）、化學需氧量（COD）、懸浮固體量（SS）去除率為88%以上[2]，可有效分解有機質與淨化水質，因此厭氧發酵的步驟不可少；進行厭氧發酵時的水力停留時間需達10天以上，並應定期排出沼液、沼渣，以維持有效處理容量，有機質才能得到充分的分解[1]。本團隊訪視牧場時，發現許多牧場厭氧槽之覆皮並未覆蓋，缺少了厭氧發酵程序，使得後續需要使用更多的電力進行曝氣，才能將有機質進行分解，因而提高廢水處理的成本。

好氧發酵

好氧處理為利用微生物在充滿氧氣的環境下，將厭氧發酵後未分解的有機質再進行消化分解。好氧處理為使用曝氣管或曝氣盤將空氣打入廢水中，提高水中的含氧量，提供有利好氧細菌生長的環境，過程中，好氧菌將水中的有機質氧化與分解，降低水中的BOD、COD，使水質能符合放流水標準。但由於好氧處理所耗電比例佔整體廢水處理之84%，而僅能處理約10%之有機質[4]，因此若能充分進行厭氧發酵，可降低好氧處理的成本，水質將更加提升。

從上述三段式廢水處理系統介紹可得知：厭氧發酵不僅扮演降低BOD、COD、SS的關鍵角色，同時也會產生沼氣，沼氣是在缺氧的環境下，由厭氧菌分解有機質而生的產物，舉凡垃圾掩埋場、化糞池、養豬場的廢水處理系統中都會產生沼氣。沼氣中含有約55-70%的甲烷，是家庭瓦斯爐使用的天然氣的主要成份，且沼氣所含的熱值約為天然氣60%（如下表1[5]），因此可以作為燃料使用。除了甲烷外，沼氣還含有30-45%的二氧化碳（CO₂）、硫化氫（H₂S）和一部分水份[6]。

國內養豬固液分離後的廢水，經過厭氧處理後產生的沼氣，甲烷濃度高達60.06%至76.95%[7]，此濃度已符合沼氣發電機的運轉需求。

國內養豬場經固液分離後的廢水，經實測平均每頭豬一天大約產0.1 m³沼氣[8]，而每0.7 m³之沼氣即可產生一度電[8]，因此國內具一定規模的養豬場，將沼氣回收進行發電是具有經濟效益的。

由於養豬場沼氣發電是具有經濟價值的綠色能源，因此政府與農委會大力鼓勵並提供畜牧業者相關補助與技術支持服務，希望養豬場成為小型的綠能提供者，提升養豬產業的社會形象，並增加國內再生能源的使用率，一同實踐永續與環保的目標。

表 1 沼氣與其它主要能源之燃燒熱值之比較 [5]

燃燒種類	燃燒熱值 (大卡)	等效值
沼氣 (立方公尺)	5300	1
汽油 (公升)	7990	0.663
柴油 (公升)	8860	0.598
天然氣 (立方公尺)	8900	0.596

二、台灣養豬場沼氣發電現況

目前國內有53間養豬場已建置沼氣發電系統，為鼓勵更多業者投入，經濟部能源局自近年起提高沼氣發電躉購費率，由2017年每度電3.9211元提高為2019年5.0874元；在政策與技術同步支持下，現已進行沼氣發電之養豬場統計彙整於表2。不同飼養規模畜牧場沼氣發電系統規格、運作狀況及發電自用每月節省之電費金額(表3)，皆條列如下，提供有意願的畜牧業者參考評估。

表 2 全台設置沼氣發電養豬場規模統計表 (2019/6)

牧場規模	已建置沼氣發電戶數
2,000頭以下	13
2,000-5,000	16
5,000-10,000	9
10,000-20,000	9
20,000頭以上	6
總計	53

表 3 不同飼養規模畜牧場之沼氣發電規格及效益估算 [9]

畜牧場代號	畜牧場A	畜牧場B	畜牧場C	畜牧場D
在養頭數	1,800頭	2,200頭	3,000頭	18,500頭
每月平均電費	2萬元以上	5萬元以上	3萬元以上	40萬元以上
設置經費	130萬元	130萬元	200萬元	1630萬元
沼氣收集量	200 m ³	250 m ³	380 m ³	2,800 m ³
沼氣儲存量	120 m ³	200 m ³	380 m ³	2,800 m ³
脫硫設施	水洗加氧化鐵方式	水洗加氧化鐵方式	水洗加氧化鐵方式	生物脫硫方式
沼氣發電機功率	30-40 kW	30-40 kW	25 kW	180-195 kW
實際運作情形	每日發電4-7小時，每日發電量120-150度	每日發電8小時以上，每日發電量200-300度	每日發電8小時以上，每日發電量200-225度	每日發電24小時，每日發電量4,000度
經濟效益 (每月節省電費)	約1萬元	約2萬元	約2萬元	約34萬元

2-1 養豬產業從A到A+

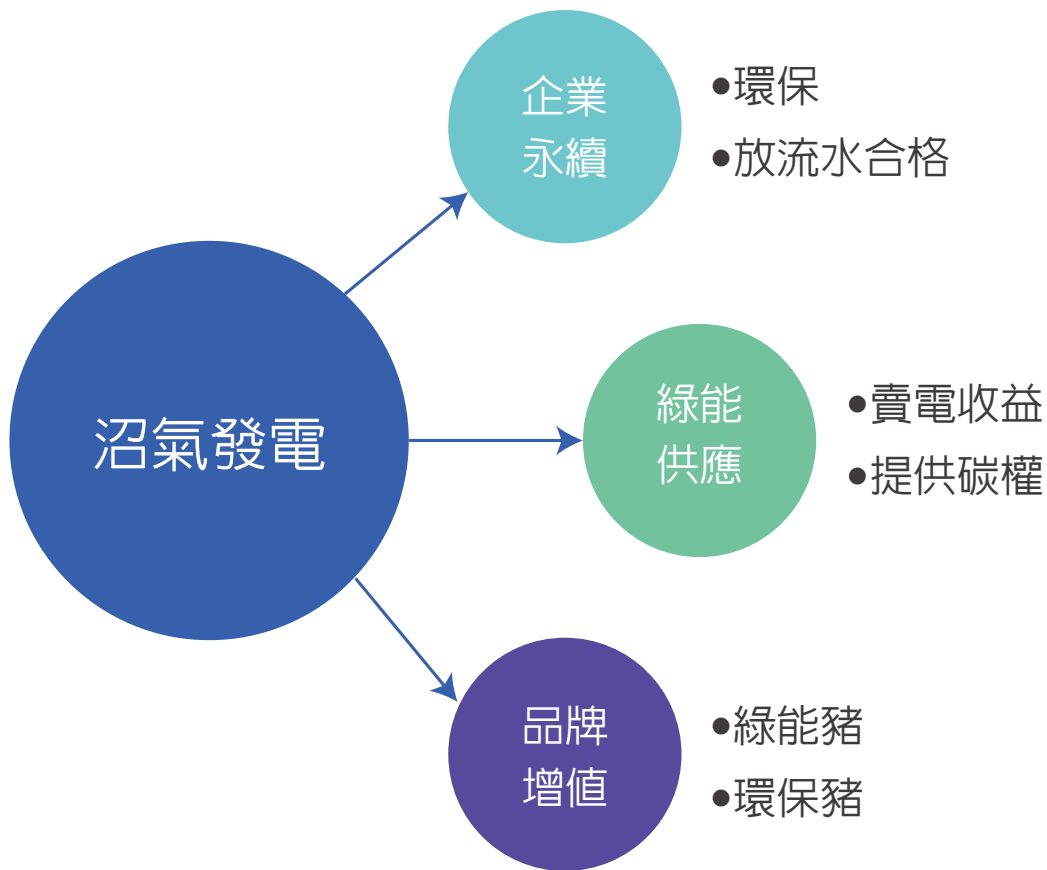


圖 3 沼氣發電相關衍生效益

在環保意識日益受到重視的現代社會，沼氣再利用（發電）形成的效益，已不只是能源收益，更衍生許多商業與環境價值，如圖3所示分別敘述如下：

● 企業永續

由於各項環保法規的訂定日趨嚴格，養豬產業須符合規定才能永續發展，與附近居民和平共存，其中最讓畜牧業者頭痛的問題為排放水與臭味。三段式廢水中的厭氧發酵對BOD、COD、SS去除率為88 %以上[2]，因此充分厭氧發酵後的廢水，COD與BOD將更低，使畜牧場排放水質更容易達到放流標準；此外，厭氧發酵中以覆皮將廢水池覆蓋，異味不會擴散，可減少附近居民的抗議，協助業者永續經營。

● 綠能提供

再生能源議題廣受國際社會關注，例如日本已對利用天然氣、煤、石油產品產生電力的企業課徵碳稅[10]，以增加再生能源的使用比例。養豬場的沼氣發電為再生能源，除了可滿足長時間的穩定供電需求外，還能提供業者綠電，兼顧營運及環保需求。

● 提供碳權

沼氣中的甲烷為溫室氣體，造成地球暖化的效應比二氧化碳更嚴重，因此當沼氣進行再利用於發電或燃燒供熱時，將減少甲烷排放量，有助於減緩溫室效應；且經過環保署認證後，業者可依減量額度申請「碳抵換」[11]，並出售此額度給碳排放量超標的企業，即出售排碳的權力（簡稱碳權），為畜牧場增添額外收入。

● 品牌增值

因國人環保意識提高，越來越多人願意支付較高金額，購買使用綠能生產的產品。進行沼氣發電的養豬場，不但減少溫室氣體排放、減緩地球暖化，其再生能源也可降低化石燃料與核能使用，兩者對環境保護皆有貢獻。因此，以沼氣發電的養豬場所生產的肉品，不僅對環境友善、為品牌增添綠能價值，更能在市場上形成差異化，訂定較高價格以擴大獲利。

2-2 零廢棄物的循環經濟



圖 4 養豬場廢棄物循環再利用圖

農委會自100年起依據「農業事業廢棄物再利用管理辦法」推動畜牧糞尿水以槽車載運施灌農作物，讓畜牧糞尿水還肥於田。從上圖4畜牧廢棄物輾轉變成能源與肥料的過程可發現，養豬場三段式廢水處理系統中的第一階段固液分離的固形物（糞渣）可進行堆肥處理，製成有機質肥料；固液分離後的液體（糞尿水）部分，仍富含植物生長所需的氮、磷、鉀及有機物等，因此可進行再利用。

另外，行政院環境保護署於104年修正「水污染防治法」相關子法，將畜牧糞尿經過厭氧發酵後的沼液及沼渣視為資源，可以管線、溝渠等方式輸送至農地作為肥分使用。當養豬場糞尿水回歸農田施灌，不但可降低化肥使用、保持地力，同時減少養豬場排放水量，減免水污費，降低畜牧業廢水處理成本。

養豬場經過固液分離後的廢水，再進入厭氧發酵階段，廢水經過厭氧發酵產生的沼氣可供熱與供電。供熱能為仔豬保溫，節省保溫燈的電費支出，且也可為飼料加工時的熱能來源。沼氣發電讓養豬場得以擁有自用電

，不僅節省能源開銷，還能將電力進行併網賣給台電，增加收益。因此，建議畜牧場在三段式廢水處理系統中，務必妥善進行厭氧發酵，充分利用廢棄物的價值，並使排放水符合放流水標準。厭氧發酵後的產物與再利用管道統整於下圖5。

養豬場沼氣發電是啟動畜牧場循環經濟的鑰匙，透過政府的政策鼓勵及技術支援，實踐養豬場零廢棄物的目標，讓台灣養豬產業再升級！

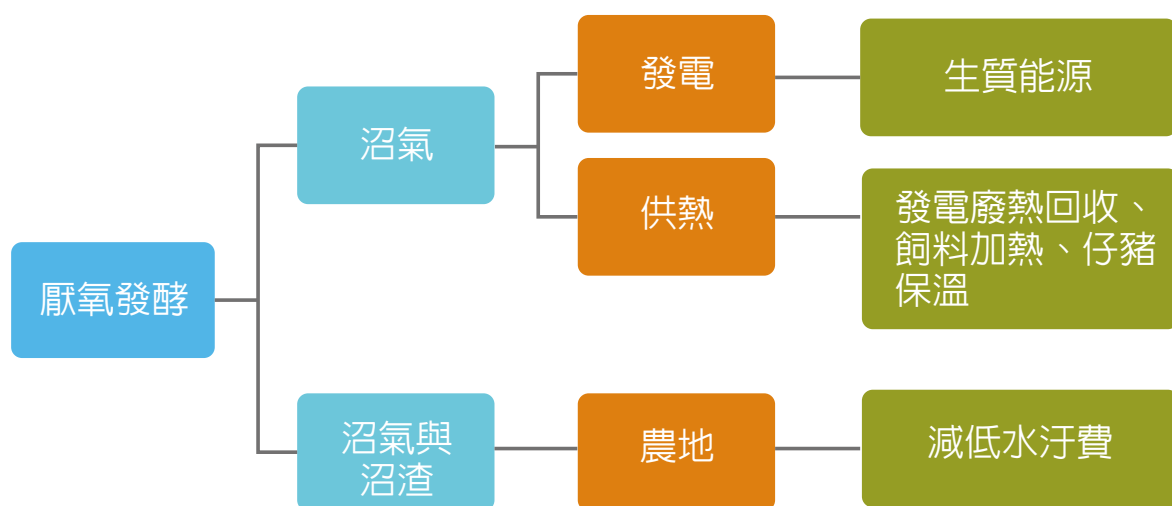


圖 5 養豬場廢水厭氧發酵後可再利用之場域

沼氣再利用（發電） 建置補助與技術輔導



三、沼氣再利用（發電）推動政策說明

為提升業者利用沼氣進行發電的意願，經濟部能源局自2017年起提高沼氣發電躉購費率；農委會、環保署等單位也制訂推動沼氣發電系統的相關政策及作為，統整如下圖6（各部會最新補助辦法，依當年度公告為主），補助辦法要點下載網址統整於手冊附錄中附件一，業者可自行上網檢索。

農委會 推動養豬場進行沼氣再利用（發電）政策

- ▶ 為加速推動我國養豬場利用其廢水處理設施中產生的沼氣，並兼顧沼氣產生效率及放流水標準，以達成將廢棄物轉換成再生資源、邁向循環經濟及溫室氣體減量等多重政策目標，提供廢水系統修繕、沼氣再利用（發電）相關設備補助。

農委會 農業事業廢棄物再利用

- ▶ 禽畜糞可作為有機肥、介質土、再生能源原料或燃料等再利用。
- ▶ 農業污泥可作為植種污泥，提高廢水設施之生物處理效率。
- ▶ 畜牧糞尿水施灌農作物進行再利用。

圖 6 沼氣發電相關補助計畫

能源局 沼氣發電推廣政策

- ▶ 為推廣再生能源利用，增進能源多元化，推動建立多元廢棄物或廢水處理設施產生沼氣及其發電設施之整合系統。
- ▶ 鼓勵設置高效能沼氣發電系統，並進行併網售電。

環保署 設置沼氣發電處理小型畜牧場糞尿

- ▶ 鼓勵地方政府推動設置畜牧糞尿厭氧發酵及沼氣發電設備並協助集運處理小型畜牧場畜牧糞尿，以保護環境及創造綠能。提供設置集運設備所需沼氣發電系統，集運車量等相關設施補助。

環保署 沼液沼渣農地肥分使用

- ▶ 經過厭氧發酵後之沼液、沼渣作為肥分施灌於農田。

圖 6 沼氣發電相關補助計畫

四、沼氣再利用（發電）技術輔導



圖 7 沼氣再利用（發電）輔導流程圖

沼氣再利用（發電）技術輔導以畜牧業永續經營為本，並確保業者投資符合經濟效益，因此協助業者提升排放水質，同時提供完整沼氣發電系統評估與規劃，技術輔導流程如上圖7所示。畜牧業永續發展與環保息息相關，因此本團隊優先輔導業者廢水系統優化，提供免費廢水系統健檢：各階段水質檢測、厭氣槽pH值、曝氣池溶氧量等量測(如圖8)，以量測結果搭配廢水系統操作條件，提供業者水質改善建議，並於業者改善後進行後續追蹤。



圖8 (a) 水質採樣；(b) 曝氣池溶氧量量測

為確保沼氣發電具備經濟效益，本團隊以科學儀器進行沼氣成分、沼氣產量實測，牧場沼氣產量如同汽車油箱中的油量，油量越多汽車可以跑越遠，而沼氣量越多發電量越多，賣電收益提高，沼氣發電設備投資攤提回收年限越短，若投資收益符合期待，業者有意願建置沼氣發電系統，本團隊將提供系統規格建議，與媒合系統與設備商，協助系統整合完成沼氣發電建置，並於運轉後確認發電系統運轉效能。若牧場沼氣量不具備沼氣發電效益，則輔導其進行沼氣發電以外之再利用，例如：沼氣保溫燈、沼氣鍋爐、沼氣爐等，團隊將提供設備建置與維護技術輔導，協助業者正確與安全操作，提高沼氣再利用效益。

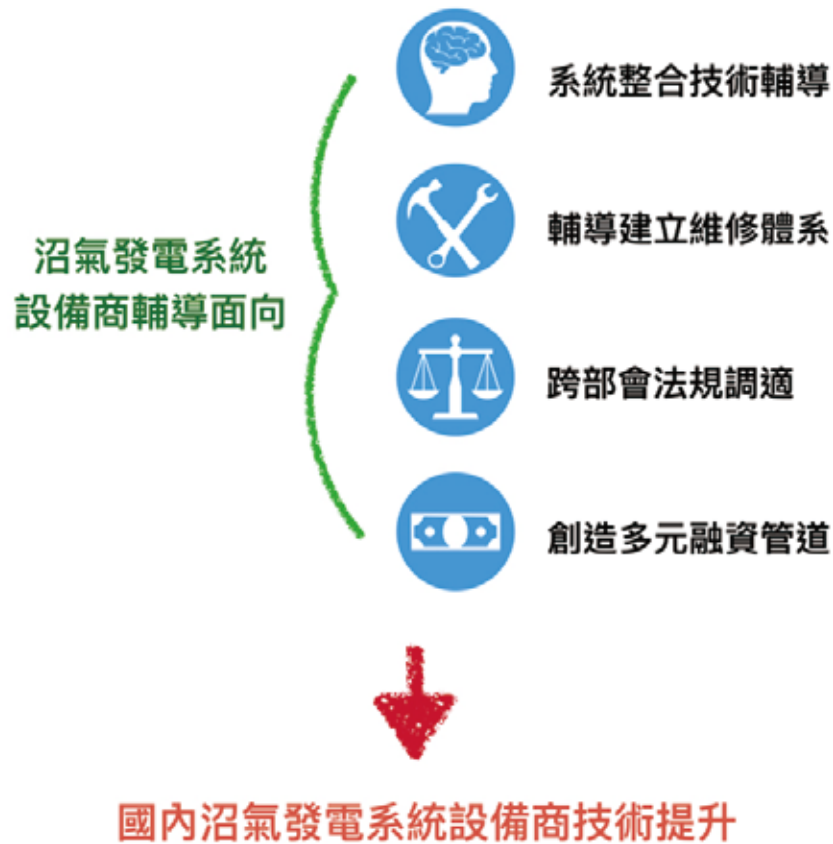


圖9 沼氣發電系統設備商輔導

沼氣發電之成功推展，須仰賴完整的維修體系和設備供應鏈之建立，因此國內沼氣發電系統設備商之技術提升，為本團隊重要輔導任務，輔導流程如圖9。為達成此目標，積極辦理金融業者沼氣發電座談會，提供金融業者沼氣發電相關資訊與獲利分析，提升金融業者對於沼氣發電投資案之信心及相關貸款與信用擔保額度。針對已建立維修體系之系統設備商，媒合有維修需求之沼氣發電場域；有意建立維修體系之系統設備商，提供技術人員教育訓練課程，與見習觀摩教學，協助培育專業維修技術人員。本團隊亦積極進行行政體系跨部會溝通協商進行法規調適，協助容許行政申請，與沼液、沼渣再利用，使沼氣發電可順利推展。系統設備商建置沼氣發電系統所遇技術問題，除提供技術輔導外，亦協助建立設備商合作平台，建立上下游供應鏈結，提升國內系統設備商技術能量。

沼氣發電機運作實務

五、沼氣發電系統介紹

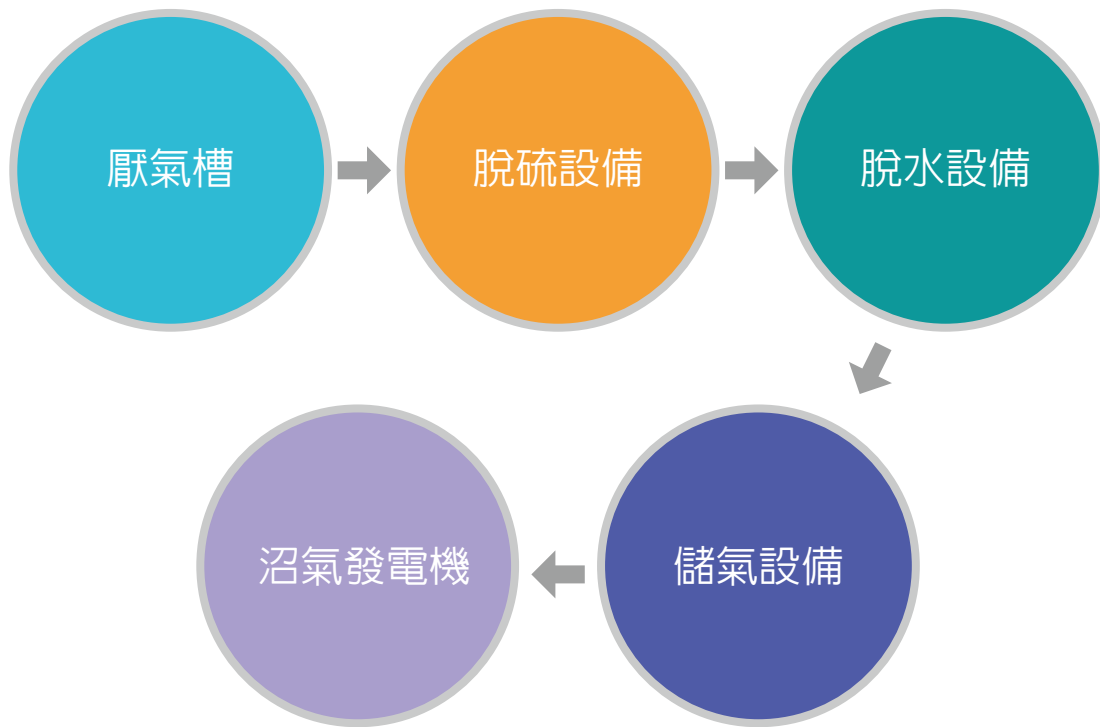


圖 10 沼氣發電系統

國內於20年前曾經推行養豬場沼氣發電，但當時沼氣發電機運行一年左右便紛紛故障，主因為沼氣中含有硫化氫與水份，以及沼氣供應不穩定的關係。硫化氫會造成金屬腐蝕，導致沼氣發電機的損壞；水份會造成發電機引擎熄火，與燃燒不穩定而產生震動。沼氣供應不穩定容易使發電機頻繁熄火，磨損機械；為避免前述情形發生，沼氣生成後需要進行脫硫、脫水與穩壓處理才可進入發電機，以下按照處理順序(如圖10流程)進行詳細介紹：

脫硫系統

沼氣脫硫為沼氣發電及再利用系統之重要流程，因沼氣中存有硫化氫具有腐蝕性，極易腐蝕金屬零件，導致燃燒室、排氣系統及內部管路之腐蝕損毀，進而使發電機引擎損壞，衍生維修費用及成本。故燃燒沼氣進行發電或再利用前經過有效脫硫可除去沼氣中硫化氫，延長設備使用年限並減少維護成本。且改善沼氣再利用設備燃燒後之空氣品質，提升畜舍環境條件與品質。

本團隊至國內各牧場實測沼氣中硫化氫濃度，其範圍為500至8,000 ppm之間，因應各廠牌發電機對於硫化氫濃度容許上限平均為200 ppm，故建議沼氣進入發電機使用前須經過脫硫程序以符合發電機操作要求。目前沼氣脫硫設備依其作用原理，可分為吸附法(活性碳脫硫)、吸收法(氧化鐵脫硫、水洗脫硫)和生物法等型式，並整理於表4。各型式建置實績如圖11，各方法分述如下：

活性碳脫硫係以活性碳作為吸附劑，原理為利用其豐富的孔隙結構和高比表面積來捕捉硫分子，其吸附容量受被吸附物之分子大小與極性程度影響。另外，吸附劑之吸附容量亦受溫度與壓力影響，吸附係屬放熱反應，溫度升高會使活性碳吸附效果降低[12]，反之，若希望獲得較佳的處理效果，應控制脫硫設備環境溫度。吸附法設置成本低且操作簡單，但脫硫效果會隨時間增加而降低，需定期更換或再生吸附劑以維持脫硫品質。

氧化鐵脫硫則是利用顆粒狀氧化鐵來處理沼氣中的硫化氫，將硫化氫氧化成單質硫或硫化物達到去除效果，氧化鐵的脫硫效率隨著應用時間的增加會逐漸降低，每公斤氧化鐵能吸附200公克的硫化氫，因此需定期更換或再生氧化鐵以維持脫硫成效[13]。養豬場使用50 kW的發電機進行沼氣發電，運轉24小時，採用150 kg的氧化鐵脫硫，將硫化氫由6,000 ppm降至200 ppm，約4.8天即需要更換氧化鐵。目前氧化鐵售價為1公斤60元。

水洗脫硫可分為兩類，水洗沼氣純化塔和鹼水洗沼氣純化塔。水洗沼氣純化塔無酸鹼中和程序，而鹼水洗沼氣純化塔則有酸鹼中和反應。水洗純化法主要由一個吸收塔及一個再生塔組成，此系統以水作為吸收介質，利用硫化氫易溶於水之特性，將沼氣中硫化氫吸收，達到脫硫之目的。經過多次水洗吸收後，水對於硫化氫之吸收能力逐漸達飽和狀態，使得硫化氫去除率下降，因此需要藉由鼓風機通入空氣將水中硫化氫驅出進行再生，或更換循環水，儘管此再生方法操作簡易，但仍有耗費大量洗滌水與電力之缺點[14]。養豬場使用50 kW的發電機運轉24小時，硫化氫濃度由6,000 ppm水洗純化至200 ppm，需定期更換循環水，才可確保良好的脫硫效果，採用20噸的水洗沼氣純化塔進行脫硫，約10天即須更換一次循環水。

國內亦有業者採用生物脫硫法，首先藉由擴散作用將硫化氫傳輸至生物膜內，再藉由硫氧化菌的生物代謝反應將硫化氫氧化成元素硫或是硫酸根，以除去沼氣中的硫化氫。生物脫硫之優點為低耗能、無二次污染產生，且產生之硫磺可資源回收再利用，但建置成本較高、操作不易須恆溫控制，並需專人負責管理。生物脫硫於運作之初需先馴養混合或是純種之微生物族群將硫化氫代謝成元素硫或硫酸，因此需於實驗室或實場先利用培樣液(或畜牧糞尿)培養出適合之硫氧化菌，待微生物菌群穩定後，方可有效消化硫化氫，但微生物易受生長環境影響，若執行效果不彰，則須定期馴養微生物，以維持脫硫效能。50 kW發電機在硫化氫濃度6000 ppm至200 ppm之條件下使用不同脫硫設備之最大吸收率、耗材成本、以及耗材更換頻率如表5所示，以上結果可供業者建置沼氣發電脫硫系統參考，精確脫硫效能應依建置後狀況為主。

表 4 脫硫型式比較表

脫硫原理	吸附法	吸收法		生物法	
脫硫方式	活性炭脫硫	氧化鐵脫硫	水洗沼氣純化塔	鹼水洗沼氣純化塔	生物脫硫
原理	活性炭吸附硫化氫去除硫化氫。	氧化鐵與硫化氫進行氧化反應，將硫化氫去除。	利用硫化氫可溶於水之特性將硫化氫去除。	利用硫化氫可溶於水之特性，再藉由NaOH溶液中和去除硫化氫。	硫化菌將硫化氫轉化為固體硫或是硫酸根，將沼氣中硫化氫去除。
建置成本	低	低	中	中	高
操作難度	低	低	中	中	高
優點	1. 設置成本低 2. 能源需求低 3. 操作簡單	1. 建置成本低 2. 操作簡單	1. 操作簡單 2. 維護簡單 3. 可串聯或並聯多個洗滌塔使用	1. 脫硫效果穩定 2. 可串聯或並聯多個洗滌塔使用	1. 無二次污染產生 2. 產生之硫磺可資源回收再利用
缺點	1. 須定期更換活性炭以維持脫硫品質 2. 高濃度硫化氫不適用此方法 3. 產生二次污染(飽和之活性炭)	1. 需定期更換氧化鐵以維持脫硫品質 2. 產生二次污染(飽和之氧化鐵)	1. 須消耗大量洗滌水 2. 須耗費大量電力 3. 產生二次污染(飽和吸收廢水)	1. 酸鹼中和產生之鹽類沉澱物易堵塞管路 2. 產生二次污染(酸鹼中和廢水)	1. 脫硫效果受溫度影響 2. 初期設置成本高 3. 操作不易，須專人負責

表 6 使用不同脫硫設備於50 kW發電機(沼氣中硫化氫由6,000 ppm降至200 ppm)

脫硫方式	氧化鐵脫硫	水洗沼氣純化塔	鹼水洗沼氣純化塔	生物脫硫
最大吸收率	200gH ₂ S/kg 氧化鐵	3.14gH ₂ S/kg 水	每小時使用1.3 公升的鹼液	受硫氧化菌之 特性影響
耗材成本	1公斤氧化鐵 60元(一包約 25公斤)	定期更換 循環水	以槽車購買液 鹼成本約為9~ 12元/公斤	培養液組成受 硫氧化菌之特 性影響
耗材更換 頻率	150kg的氧化 鐵脫硫約4.8 天就需要更 換氧化鐵	20噸的水洗沼 氣純化塔約10 天換一次水	2噸的液鹼，以 每小時消耗1.3 L的45%鹼液估 算，約1.5個月 要購買一批2噸 的液鹼	依硫氧化菌之 特性定期添加 培養液



(a) 氧化鐵脫硫



(b) 水洗沼氣純化塔



(c) 鹼水洗沼氣純化塔



(d) 生物脫硫

圖 11 脫硫型式

脫水設備

由於沼氣自厭氧池中生成，富含水分，再加上厭氧發酵過程中會產生熱，使得沼氣溫度高於室溫，夾帶更多水氣，因此沼氣管路經常有積水；若未進行脫水，水氣可能會造成點火失敗與燃燒不完全，導致發電機產生震動。

目前脫水設備採用冷凝的方式將沼氣中的水分去除，一般常見方法為：壓縮冷卻法與固體吸附法。冷卻法是將冷媒加壓後透過熱交換器進行沼氣降溫，使飽和蒸汽壓下降，而使水份冷凝降低溫度，此原理與家用除濕機相同。固體吸附法是使用乾燥劑將水吸附，常見乾燥劑如：矽膠、活性氧化鋁[15]，當乾燥劑吸附水分達飽和後，再取出烘乾去除水分，可重複使用。

儲氣設備

每台發電機對於燃料供應壓力皆有要求，當壓力不穩定時發電機會產生劇烈震動、輸出功率不足等問題；當沼氣壓力低於壓力極限，發電機將會停機，容易導致引擎磨損。

儲氣設備的目的在於儲存並提供發電機穩定壓力的燃氣，可依照空間狀況與發電機需求，採用高壓鋼瓶或高分子膠皮袋進行儲氣，高壓鋼瓶可加壓儲存鋼瓶體積7到10倍的沼氣，可耐強風、較不易損壞，但建置成本較高；而高分子膠皮袋建置成本較低，內部沼氣壓力略高於大氣壓力，因此需占用的空間較大，且需另外保護與固定才能防範強風破壞。

六、沼氣發電經濟效益

我的牧場適合發電嗎？沼氣充足嗎？適合哪一種發電機呢？

以上問題，本手冊提供兩種方法協助您進行評估：1、以飼養頭數進行初步評估；2、由工研院中分院沼氣發電推動辦公室進行現場實測與評估。

1、以飼養頭數進行初步評估

畜牧業者可參考以下表5、表6，依牧場規模評估自用電與售電之經濟效益，並加上農委會沼氣發電補助後（以2019年補助金額計算，實際金額以當年公告為準），預估投資回收年限。

表 6 沼氣發電-售電效益評估表

沼氣發電-售電效益評估表								
飼養頭數	每日預估產沼氣量 (m ³ /天)	預估年發電量 (萬度/年)	每年售電金額 (萬元/年) (A)	設置發電機規格 (kW)	設置成本 (萬元) (B)	農委會每頭豬75元獎勵金 (萬元) (C)	農委會養豬場沼氣發電獎勵及補助 (萬元) (D)	預估回收年限 (E) [E=(B-C-D)/A]
2,000	200	7.5	38.2	27	383.4	15	75	7.69
4,000	400	15	76.3	54	766.8	30	75	8.67
6,000	600	22.5	114.5	80	1136	45	125	8.44
8,000	800	30	152.6	107	1519.4	60	125	8.74
10,000	1,000	37.5	190.8	134	1902.8	75	175	8.66
15,000	1,500	56.3	286.4	201	2854.2	112	225	8.79
20,000	2,000	75	381.6	268	3805.6	120	225	9.07
30,000	3,000	112.6	572.8	402	5708.4	120	225	9.36
備註	一貫場平均每頭豬一天約產0.1 m ³ 沼氣。 [8]	每0.7 m ³ 沼氣可產生一度電，假設年發電350天，有25%之耗損。 [1]	躉購費率每度電5.0874元。	以年發電量回推，每日發電8小時對應發電機規格。	沼氣發電系統發電每千瓦((kW)需14.2萬元的整體建置成本。 [16]			

表 7 沼氣發電-自用電效益評估表

沼氣發電-自用電效益評估表								
飼養頭數	每日預估產沼氣量 (m ³ /天)	預估年發電量 (萬度/年)	每年節省自用電金額 (萬元/年) (A)	設置發電機規格 (kW)	設置成本 (萬元) (B)	農委會每頭豬75元獎勵金 (萬元) (C)	農委會養豬場沼氣發電獎勵及補助 (萬元) (D)	預估回收年限 (E) [E= (B-C-D) / A]
2,000	200	7.5	26	27	383.4	15	75	11.18
4,000	400	15	53	54	766.8	30	75	12.61
6,000	600	22.5	79	80	1136	45	125	12.27
8,000	800	30	105	107	1519.4	60	125	12.71
10,000	1,000	37.5	131	134	1902.8	75	175	12.59
15,000	1,500	56.3	197	201	2854.2	112	225	12.77
20,000	2,000	75	263	268	3805.6	120	225	13.18
30,000	3,000	112.6	394	402	5708.4	120	225	13.61
備註	一貫場平均每頭豬一天約產0.1 m ³ 沼氣。 [8]	每0.7 m ³ 沼氣可產生一度電，假設年發電350天，有25 %之耗損。 [1]	自用電每度電3.5元計算。	以年發電量回推，每日發電8小時對應發電機規格。	沼氣發電系統發電每千瓦 (kW) 需14.2萬元的整體建置成本。 [16]			

表 8 沼氣發電自我評估表

沼氣發電效益-自我評估表					
飼養頭數	每日預估產沼氣量 (m ³ /天) (A)	每年預估發電量 (萬度/年) (B)	每年節省自用電金額 (萬元/年) (C)	每年售電金額 (萬元/年) (D)	農委會養豬場沼氣發電獎勵及補助 (萬元) (E)
備註	一貫場平均每頭豬一天約產 0.1 m ³ 沼氣。[8]	每0.7 m ³ 沼氣可產生一度電，假設年發電350天，有25 %之耗損。[1]	自用電每度電3.5元計算。	躉購費率每度電5.0874元。	(請參考當年度補助辦法)

計算方法：

$$(A) = \text{每日沼氣量 (m}^3/\text{天)} = \text{飼養頭數} \times 0.1$$

$$(B) = \text{每年預估發電量 (萬度/年)} = (A) \div 0.7 \times 350 \times 0.75$$

$$(C) = \text{節省自用電金額 (萬元/年)} = (B) \times 3.5 \div 10000$$

$$(D) = \text{售電金額 (萬元/年)} = (B) \times 5.0874 \div 10000$$

$$(E) = \text{農委會養豬場沼氣發電獎勵及補助} = \text{參考當年度補助辦法}$$

2. 由工研院中分院沼氣發電推動辦公室進行現場實測與評估

由於各牧場飼養方式不同，發電效益也各異，業者可與工研院中分院「沼氣發電推動辦公室」聯繫，我們將提供免費的沼氣成分、產率量測，並與業者討論實際需求與牧場現況，提供最適合的規畫報告與建議(如下表9)，協助設計符合需求的沼氣發電系統。

表 9 沼氣發電規劃評估報告範例

沼氣成分量測										
檢測項目	採樣日期	2017/3/9	2017/3/9	2017/6/26						平均
	採樣時間	10:36	10:47	16:46						
甲烷CH ₄ (%)		70.8	64.9	63.3						66.3
二氧化碳CO ₂ (%)		24.2	22.5	28.2						25.0
硫化氫H ₂ S(ppm)		6816	7419	3271						5835.3

沼氣產量量測									
量測日期	2016/6/26	2016/6/27	2016/6/28	2016/6/29	2016/6/30	2016/7/1	2016/7/2		
量測時間	15:44-24:00	0:00-24:00	0:00-24:00	0:00-24:00	0:00-24:00	0:00-24:00	0:00-15:54		平均
當日累積雨量(mm)	—	—	—	—	45.5	3.5	26.50		
戶外溫度(°C)	29.64	29.55	29.69	29.05	28.00	28.49	28.89		29.04
厭氧槽出口水溫(°C)	30.25	30.35	30.39	30.49	30.60	30.62	30.71		30.49
每日沼氣累積量(°C)	26.34	198.62	237.08	221.28	164.43	146.69	15.77		193.62
平均產率(m ³ /hr)	3.19	8.28	9.88	9.22	6.85	6.11	1.01		8.07

表 9 沼氣發電規劃評估報告範例

沼氣發電系統規劃			
平均沼氣產率：	8.07	m ³ /hr	
平均每日沼氣產量：	193.62	m ³	
建議發電機規格：	50	kW	
發電力數：	7	hrs	
沼氣平均硫化氫濃度：	5835.33	ppm	
發電機容許硫化物濃度：	<200	ppm	
建議脫硫設備規格：	流量>30 m ³ /hr，脫硫率>97.5 % (硫化氫濃度由8000 ppm降至200 ppm以下)		
現有儲氣袋儲存體積：	380	m ³	紅泥膠皮袋直徑2.2 m，長20 m，5個。
建議增設儲氣袋規格：	—	m ³	已足夠50 kW發電機連續運轉13小時，不須增設儲氣袋。

七、融資平台

沼氣發電系統之建立，可依沼氣發電系統擁有者不同可分為：由畜牧業者擁有或沼氣發電能源服務公司（Energy Service Company, ESCO，以下簡稱能源公司）擁有兩種，兩者之分工與權利義務分配差異統整於下表10。沼氣發電系統由畜牧業者擁有，畜牧業者須自行獨資新建，與進行後續維運，負擔所有收益與風險。若沼氣發電系統屬於能源公司所有，則由能源公司全額投資（畜牧業者亦可部分出資），畜牧業者無須負擔沼氣發電之設置成本，只需提供場地與糞尿水，由沼氣發電能源技術服務業者負責建置沼氣發電系統及後續營運維護，畜牧業者則依合約收取租金、分享售電利潤。而能源公司與畜牧業者共同承擔相對應的風險與罰鍰，彼此權利義務分配，依各牧場簽訂之合約為準。

表 10 畜牧業者獨資與能源公司投資之分工差異表

沼氣發電系統擁有者	畜牧業者	能源公司	
分工方式	畜牧業者	畜牧業者	能源公司
糞尿水提供	✓	✓	
沼氣發電系統建置	✓		✓
沼氣發電系統後續維運	✓		✓
利益分配	✓	依合約進行分攤	
風險與罰鍰承擔	✓	依合約進行分攤	

以上不論沼氣發電系統擁有者為何，建置皆需要資金投入，政府為鼓勵節能減碳，協助沼氣發電之推行，全國農業金庫提供農民與農企業「農業節能減碳貸款」，鼓勵使用具節能減碳效益之農業生產機械。財團法人農業信用保證基金，也配合本次的沼氣發電推動政策，提供信用保證給願意投資沼氣發電系統之農民與農企業，信用保證可提升銀行辦理貸款之意願，協助擔保品不足之農民與農企業取得融資。

針對能源業者之相關貸款方案，各銀行已積極進行研擬，目前國際票券金融公司提供專案性貸款；中小企業信用保證基金願意提供沼氣發電系統信用保證，協助能源業者取得融資。將提供沼氣發電系統貸款與擔保服務之銀行與其聯絡窗口統整如下表11，畜牧業者與能源公司可依需求進行聯繫。

表 11 沼氣發電系統貸款與擔保服務之銀行聯繫窗口

農民個人/農企業				
服務內容	公司名稱	部門	聯絡人	聯絡電話
貸款	全國農業金庫	營業部		02-2380-5100
		臺中分行		04-2223-8828
		高雄分行		07-262-1020
		新竹分行		03-657-3958
		嘉義分行		05-283-6289
		專業金融部	陳錫國	02-2380-5180
信保	財團法人農業信用保證基金	策略規劃部	陳曉玲	02-2311-6216#215
企業與法人				
服務內容	公司名稱	部門	聯絡人	聯絡電話
貸款	國際票券金融公司	業務部	楊先生	02-2518-1688#269
信保	中小企業信用保證基金		游先生	02-2321-4261#652

八、沼氣發電機與電力系統配置介紹

8-1 沼氣發電機介紹

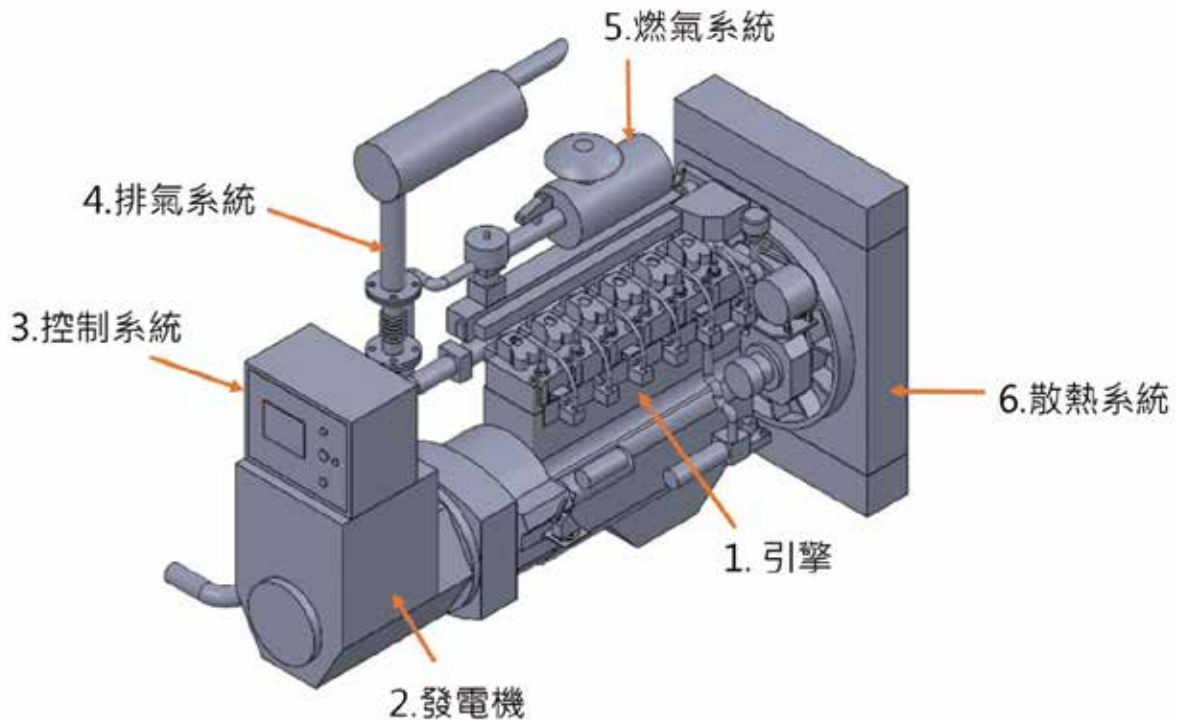
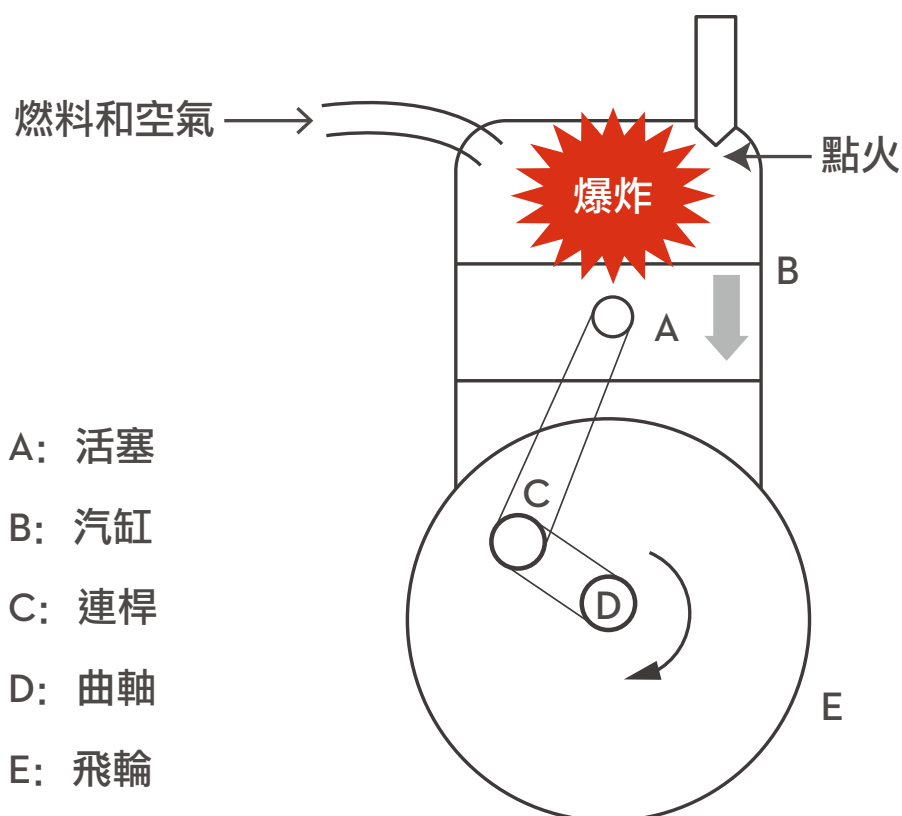


圖 12 發電機外部構造圖

上圖12為沼氣發電機的外部構造圖，沼氣發電機可簡單分為：1. 引擎、2. 發電機、3. 控制系統、4. 排氣系統、5. 燃氣系統及6. 冷卻系統等部分，以下分別介紹與說明：

1. 引擎：

沼氣發電機為燃氣引擎，與燃油的汽車引擎類似，僅燃料供給系統不同。「引擎」泛指將能量轉成機械能的裝置[17]，圖13為引擎的基本構造，一個引擎由活塞、氣缸、連桿、曲軸及飛輪所組成，當燃料在汽缸中燃燒產生爆發力推動活塞，活塞的動能將傳給連桿，帶動曲軸而產生轉動，曲軸末端連接飛輪來儲存旋轉能量，能順暢產生動能進而產生電能[17]。



引擎基礎構造

圖 13 引擎基礎構造圖

引擎依照燃料在燃燒室內燃燒與否，可分為「內燃機」與「外燃機」。「內燃機」的燃燒行為在汽缸內進行，利用燃燒時產生的爆發力推動活塞而產生機械能，引擎式沼氣發電機與渦輪式沼氣發電機皆屬於此類型。「外燃機」的燃燒行為在汽缸外發生，利用燃燒水產生水蒸氣或加熱空氣，產生推力來推動活塞。

引擎式沼氣發電機與渦輪式沼氣發電機皆屬於內燃式引擎，但兩者的差異在活塞運動形式不同，引擎式沼氣發電機是活塞在汽缸內上下移動，如圖14(a)，帶動曲桿輸出動力，此種運動方式稱為「往復式」。而渦輪式沼氣發電機，在汽缸內未有活塞，而是一三角型的轉子，如圖14(b)，當燃料燃燒產生爆發力推動轉子，使轉子轉動產生動力，此種運動方式稱為「迴轉式」，轉子將氣缸分隔為三等分，相當於三個汽缸，因此輸出動能較大[17]。

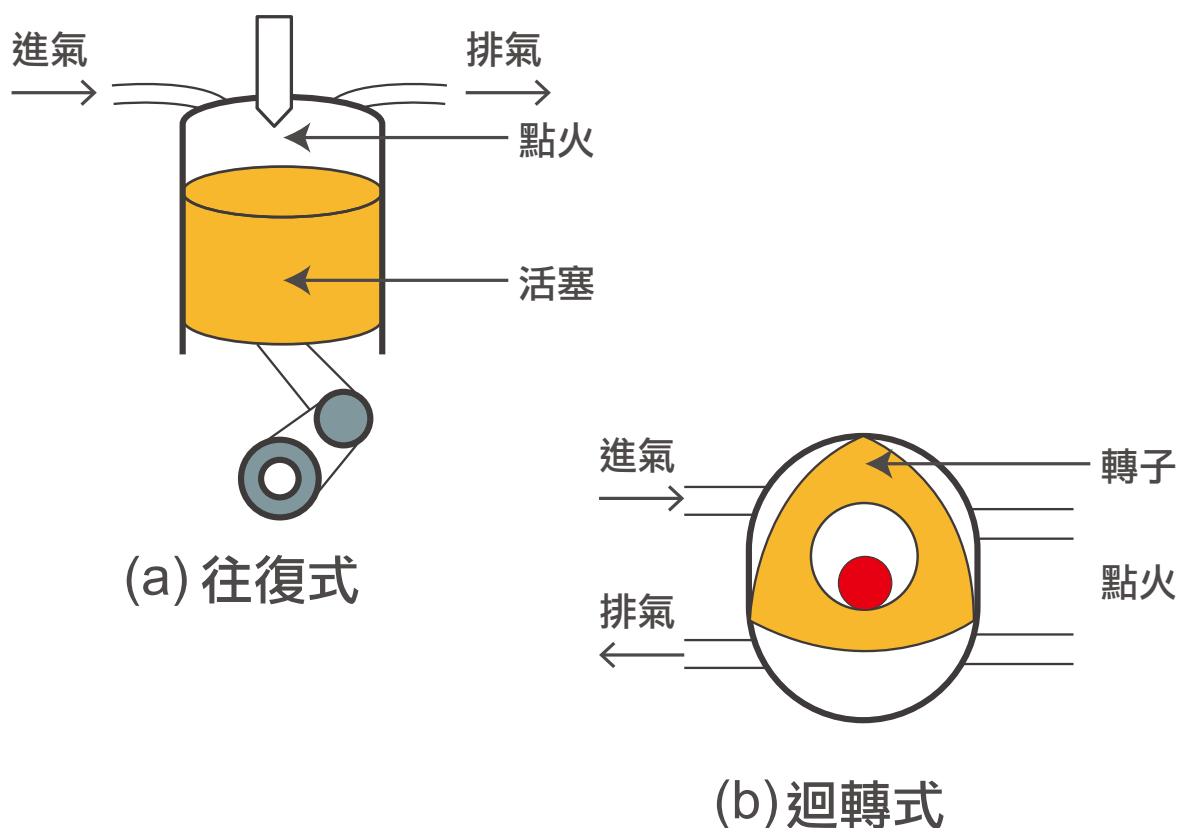


圖 14 (a) 往復式內燃機簡圖；(b) 迴轉式內燃機簡圖

2. 發電機：

發電機(generator)是利用線圈在磁場中運動而產生電流，將機械能轉換為電能，可分為直流發電機(DC generator)與交流發電機(AC generator)兩種，因目前市電皆採用交流電，因此沼氣發電機皆搭配交流發電機使用。交流發電機依照線圈的繞組數又可分為單相、兩相及三相，單相電原即一組繞組，當發電機旋轉一圈，產生一個正弦波電壓，兩相與三相以此類推。由於三相電原較單向與兩相電原可提供穩定功率，且三相可供應電源的總類較多(可供應單向相與三相)，目前電力輸配系統皆採用三相電源[18]。因此沼氣發電機要求具有與市電系統220伏特，60 Hz，3 Φ 3W(三相三線)1800 rpm之發電規格[19]，引擎與發電機間的驅動方式可分為：

- (1) 直接驅動：引擎驅動軸直接驅動發電機，動力較不易損失，但維修較為困難。
- (2) 皮帶驅動：引擎經由皮帶驅動發電機，易因皮帶老化或打滑而產生動力損失，但維修時較容易。

3. 控制系統：

用電需求(或稱負載)不是定值，而是會隨著場內電器的使用有所變化，因此發電機輸出電能需要配合負載做調整，這些由發電機的電子控制單元(Electronic Control Unit, 簡稱ECU)進行控制。當電力負載升高，發電機轉動一圈所需的力量(力矩)會提高，以產生更高的電流輸出滿足負載，但當發電機轉動力矩提高將使引擎轉速略為下降。ECU控制引擎維持額定轉速(1800轉/分鐘)，以維持用電頻率為60 Hz，因此當ECU判斷引擎轉速下降該進行升速，則調整電子節氣門開度提升燃料量，提升引擎轉速達額定轉速，以此提供負載所需之電量與頻率。反之，當負載下降時，發電機轉動力矩變小引擎轉速略為提高，ECU將控制節氣門開度減少燃料供應，以維持額定轉速。因此ECU於發電機運轉過程中將不斷重複上述流程，如圖15所示，使發電機可以提供穩定的電源。

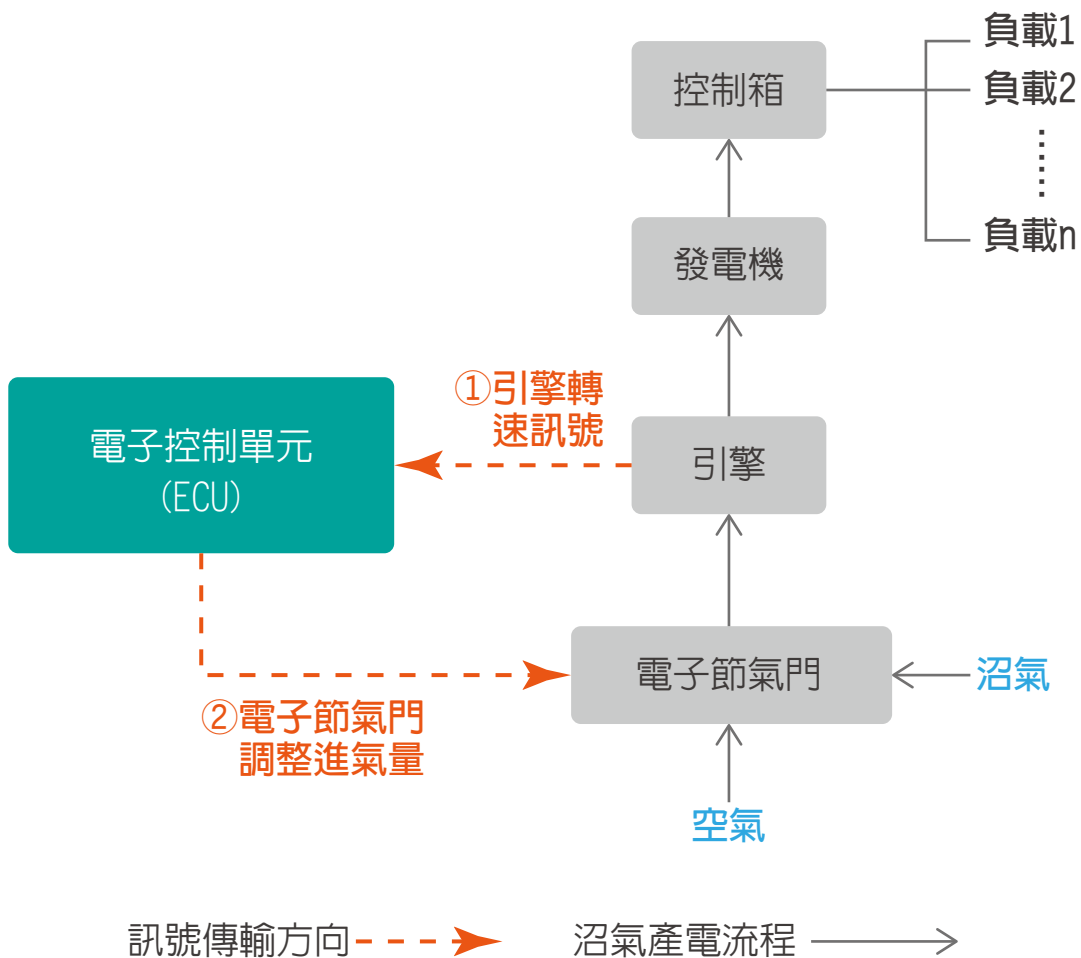


圖 15 電子控制單元運作說明圖

4. 排氣系統：

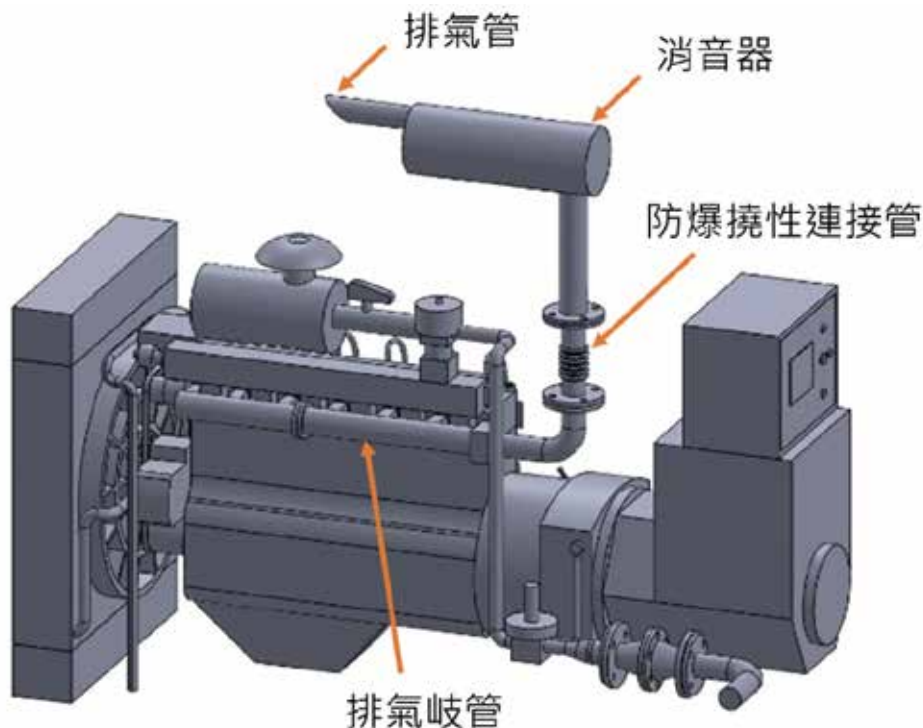


圖 16 排氣系統位置圖

排氣系統包含排氣岐管、防爆撓性連接管、消音器、排氣管，示意圖如圖16。汽缸內燃燒後的廢氣經由排氣門排出汽缸進入排氣岐管，由於廢氣在高速流動的過程會產生聲波而產生噪音，因此如同汽車與機車於排氣管路中須經過消音器，消音器利用交錯隔板與不同的氣室，讓氣體聲波產生不同方向的撞擊，透過干涉互相抵銷來減低音量，最後經由排氣管排出。

由引擎所帶動的發電機僅能將沼氣熱能的20 %-25 %轉化為電能[5]，其餘大部分的熱能隨著廢氣排放掉，經量測沼氣發電機廢氣溫度平均為319 °C[5]，此廢熱若進行回收再利用，將可回收40 %-60 %的熱能[5]。廢熱回收技術在工業界已相當普遍，可經過熱交換器，加熱水或空氣進行再利用。廢熱於畜牧場內的再利用，可用於循環水加熱進行仔豬保溫，或保溫厭氧槽以維持厭氧發酵的效能。

5. 燃氣系統：

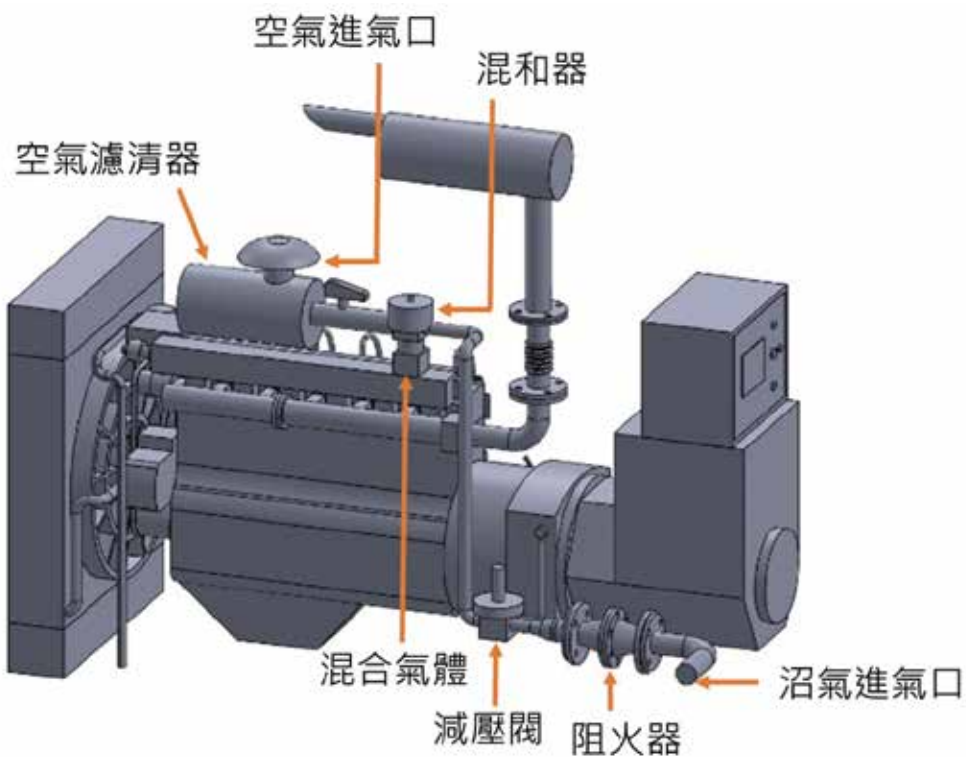


圖 17 燃氣系統位置圖

沼氣發電機的燃氣系統，一邊引入空氣，一邊引入沼氣，並於混和器中依所需比例進行混合，再進入汽缸內進行燃燒，示意圖如圖17。為使燃氣供應壓力穩定，因此在管路安裝減壓閥，控制出口壓力保持穩定，以維持發電機正常運轉。

燃料在沒有充足氧氣的情況下是無法燃燒的，因此正常狀況下燃氣管路與儲氣設備沒有著火與爆炸的危險，但為防止意外，需裝設阻火器，使火焰無法持續延燒。

6. 冷卻系統：

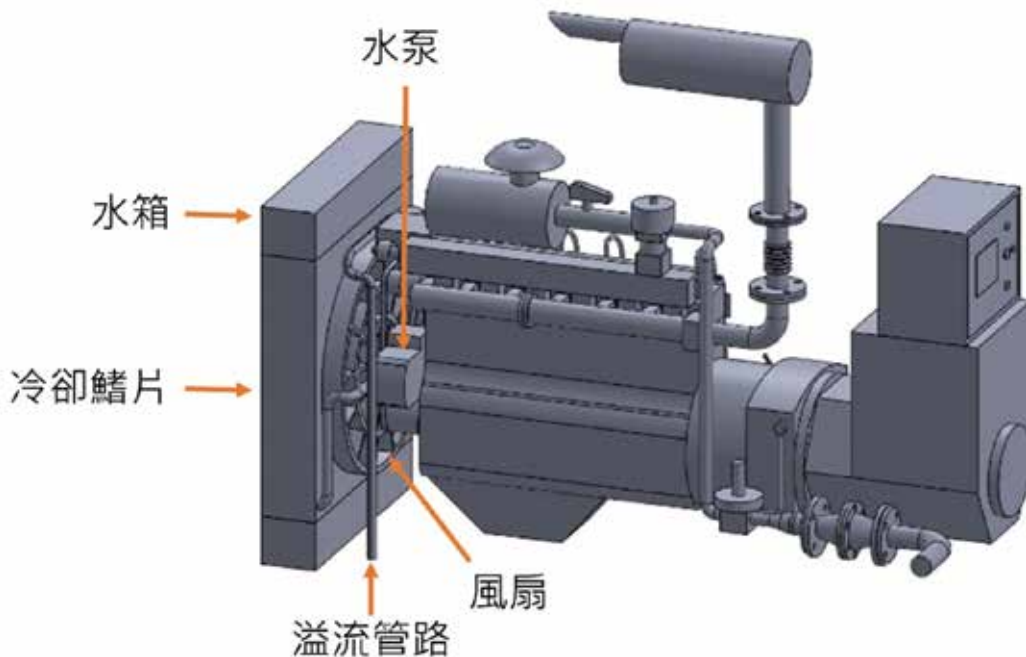


圖 18 冷卻系統位置圖

沼氣於引擎汽缸中燃燒後產生的熱能，部分經過金屬導熱殘留於引擎機體上，使機體溫度不斷升高，溫度升高導致金屬產生熱漲冷縮的效應如：引擎中各部件的間隙將因此改變，造成零件磨損、故障。因此，需要冷卻系統讓引擎各零部件維持正常工作溫度與間隙，確保引擎正常運轉。

冷卻系統主要由水泵、水箱、冷卻鰭片、溢流管路、風扇組成，冷卻水經由水泵送入機體水套，將汽缸壁及燃燒室壁的熱量帶走，此時已升溫的冷卻水再進入冷卻鰭片，透過風扇吹動冷空氣，加速帶走冷卻鰭片上的熱量，將冷卻水降溫，再經由水泵送至機體水套，依此循環運作，示意圖如圖18。當冷卻水超過高度上限時，再經過溢流口流出；因此，每日進行發電機開機前應檢查水箱冷卻水為滿水位，以確保冷卻系統正常運轉，保護發電機不因過熱而損壞。

冷卻水一般應採用清潔的軟水，若採用井水、泉水等含礦物較多的硬水時，應先進行軟化處理，以免發動機水道產生水垢阻滯水流暢通，影響冷卻效果，進而引起發動機過熱。軟化處理可採用下列方法之一：

- (1) 煮沸沉澱，過濾後使用。
- (2) 每10升水加入20克磷酸三鈉，沉澱後過濾使用。

8-2 電力系統配置介紹

沼氣發電機可依照使用需求，配置發電機的發電形式，依據發電的相位與台電是否相同，可分為：獨立式、併聯式及雙併式 [19]，分別說明如下：

(1) 獨立式：

即不需要用到市電便可獨立發電，引擎附有充電發電機、啟動馬達與電瓶，啟動時由電瓶供給啟動馬達電流而帶動發電機 (如圖19及圖20)，發電機的電力直接提供給場內使用，如下圖21所示。由於發電機的啟動電力由電瓶提供，因此在沒有市電或停電的地方，均可提供電力，但因其有獨立的發電系統，故在相位、相角、電壓及頻率等部分，需加裝併聯控制盤，否則無法與市電直接相接併用。由於負載變動時，發電機輸出的電壓與頻率較不穩定，對於較精密的電氣設備會影響其使用壽命。使用獨立式發電形式時須加裝電源自動切換器 (ATS, Automatic Transfer Switch)，當沼氣量不足，造成沼氣發電機輸出電壓不足時，會自動切換至市電，以維持場內電器正常運轉。

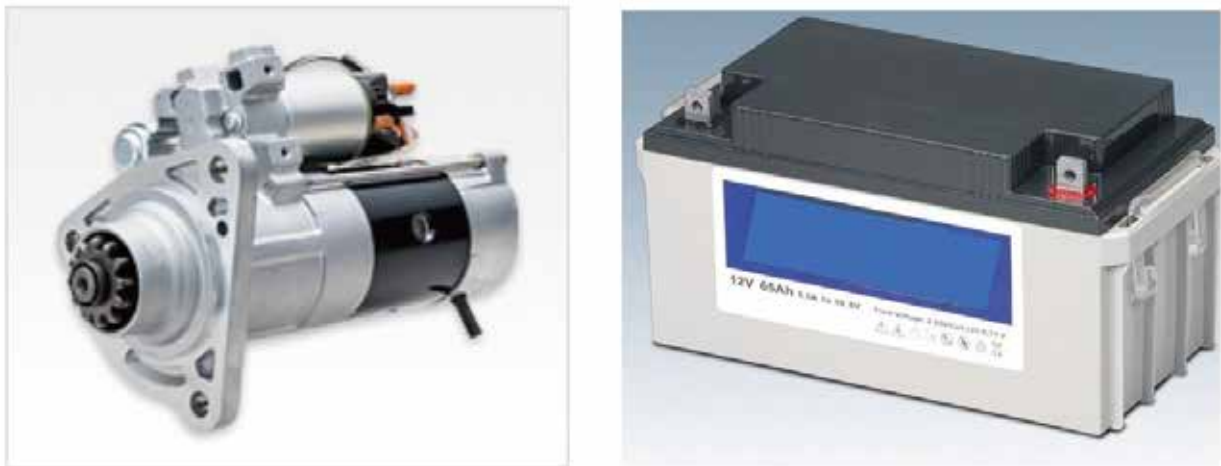


圖 19 起動馬達與電瓶實體圖 [20] [21]

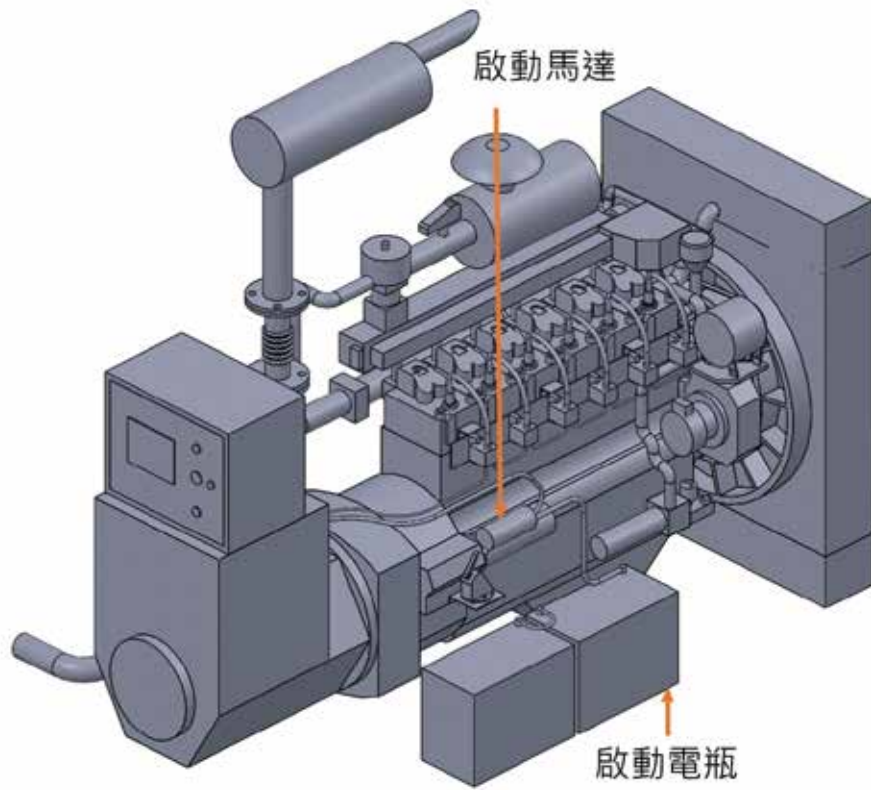


圖 20 起動馬達與電瓶位置圖

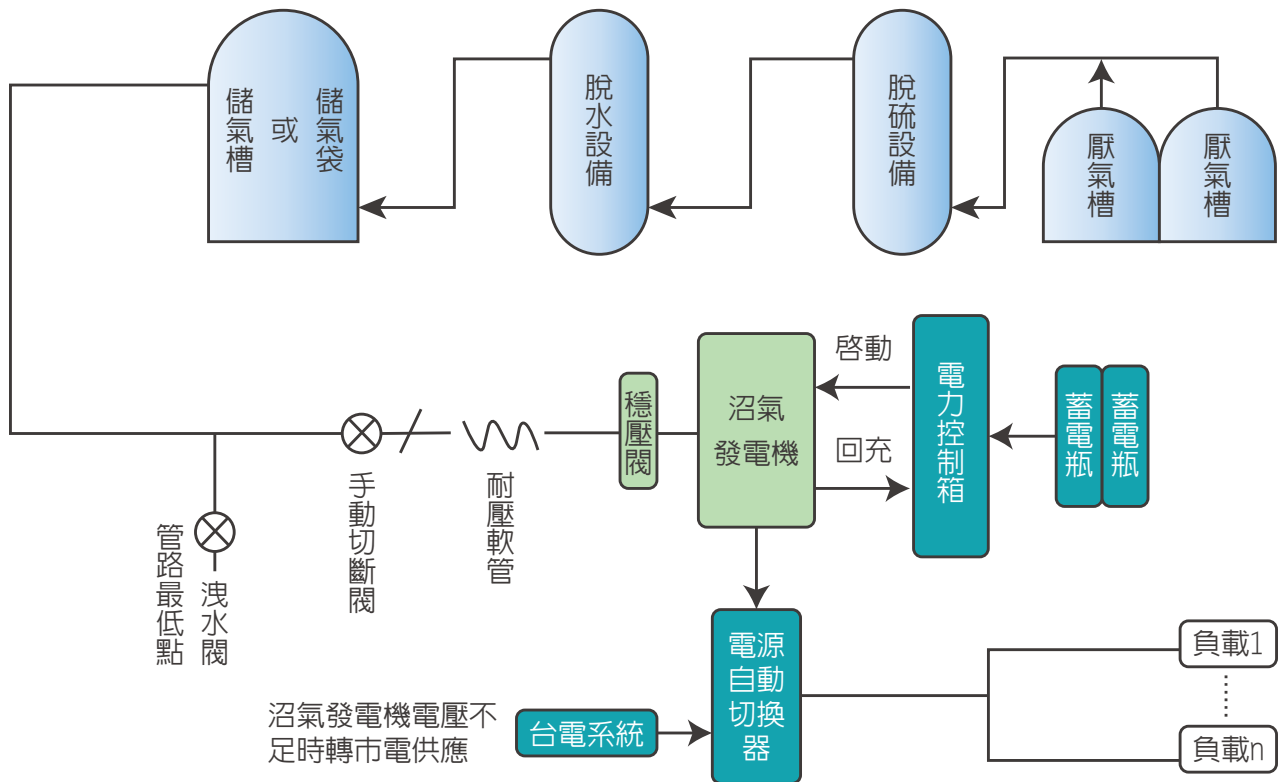


圖 21 獨立式發電系統配置

(2) 併聯式：

引擎無充電發電機、啟動馬達與電瓶，啟動時由台電的市電系統供給電流啟動引擎，由於是以市電來提供並建立磁場所需的虛功率，外來的虛功率電源會控制發電機的端電壓，因此發電機所輸出的端電壓與市電系統相同，使用上與市電相接併用，如圖22，當發電量不足以供應負載所需電力時，會由台電系統補充，因此電壓較穩定。其唯一的問題則是當市電停電時，將無法提供電力使用。

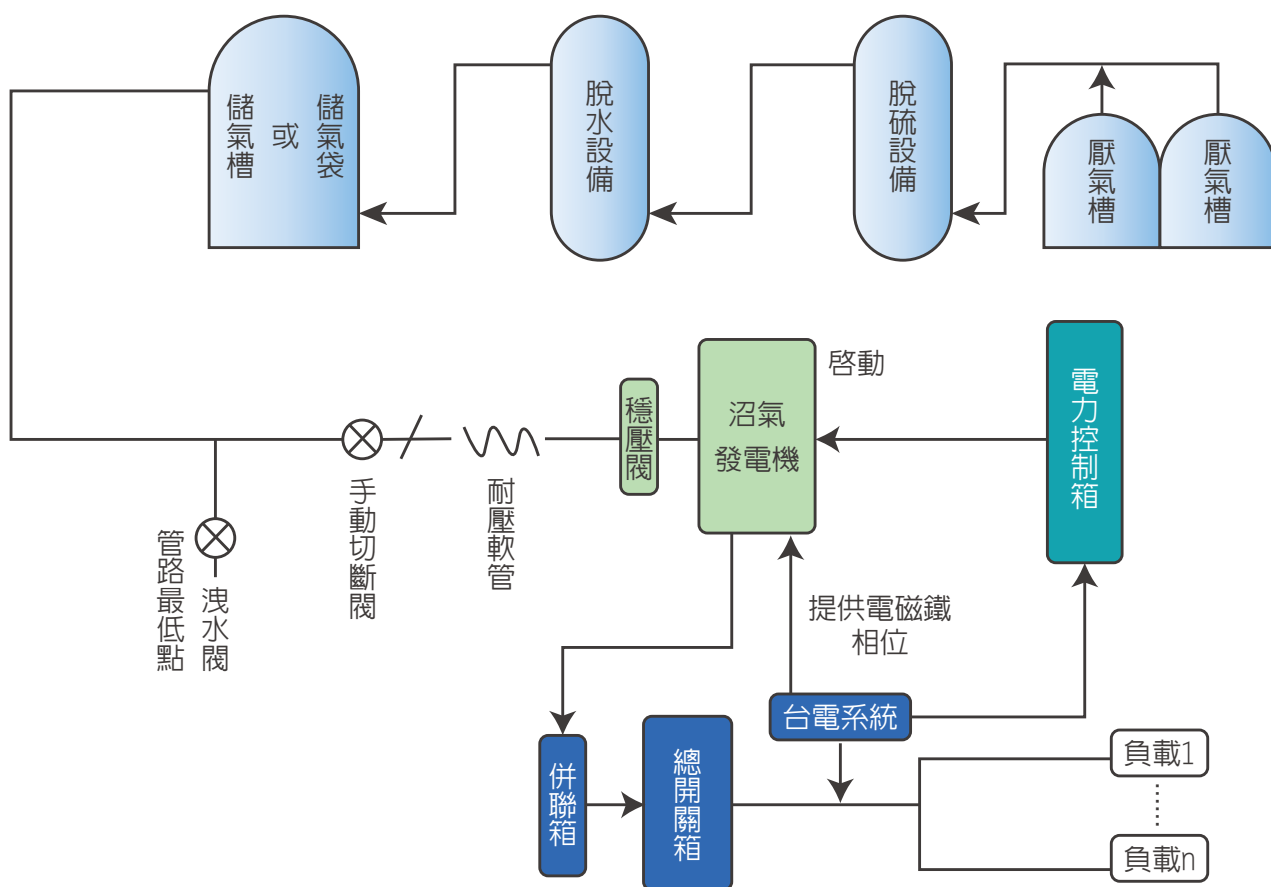


圖 22 併聯式發電系統配置

(3) 雙併式：

具獨立式的充電裝置，配置如圖23，啟動馬達及電瓶，另具一啟動電路，可自動控制選擇。當停電時轉由電瓶供電啟動，提供場內緊急備用電源；當台電正常供電，則由市電系統供電啟動，提供場內穩定的供電品質。

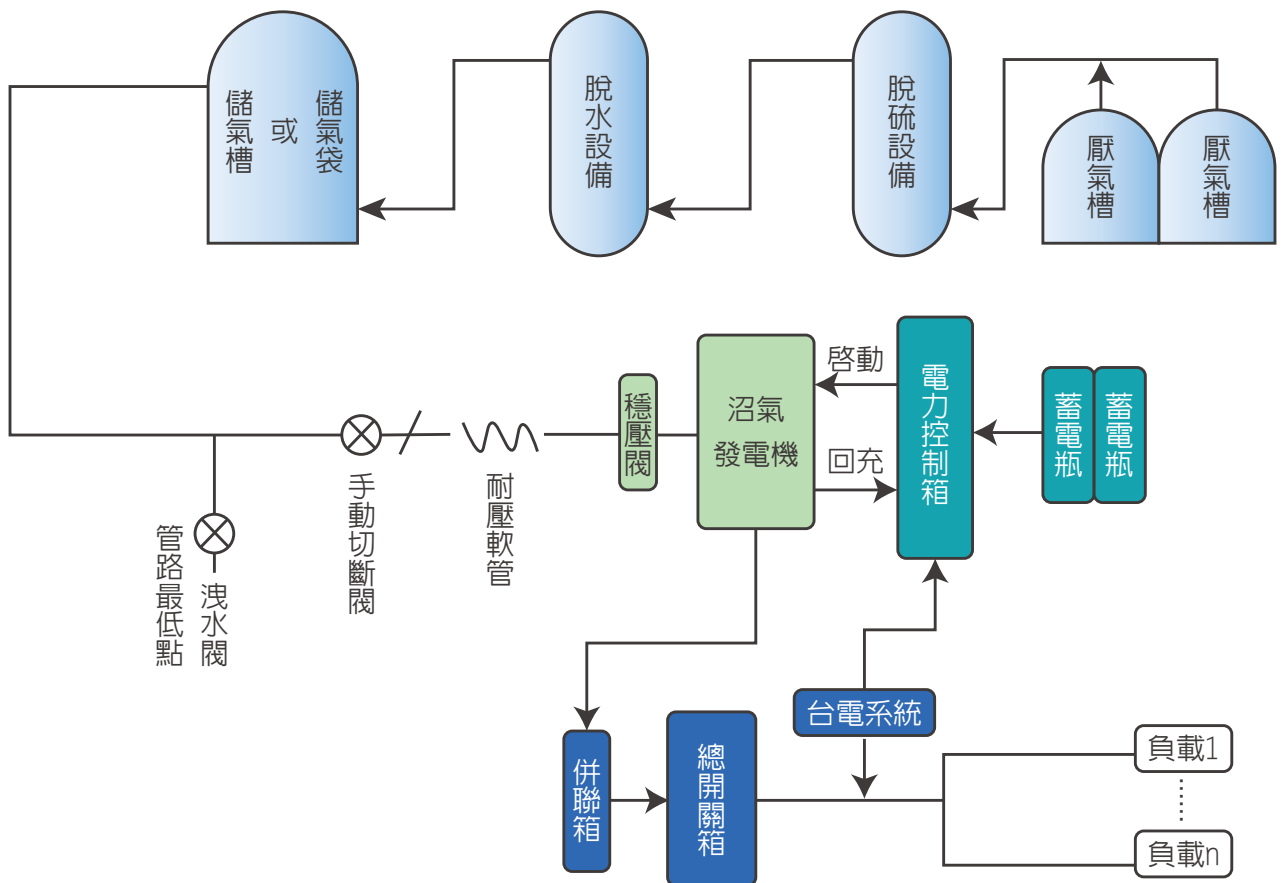


圖 23 雙併式發電系統配置

8-3 電力系統與台電併網申請流程

畜牧業者若欲進行售電，想瞭解畜牧場所在地的可併網容量是否充足，可登入台灣電力公司再生能源可併網容量網頁查詢，如圖24 [22]，或洽詢當地台電區營業處再生能源相關業務窗口（參考表12），並可於台電公司網頁線上查詢案件辦理情形（如圖25）。

圖 24 併網容量查詢網站

（查詢網址：<https://dcms.taipower.com.tw/remq/ndft133.aspx>）

再生能源申設案件進度查詢

有關施工中案件請至本公司首頁/常用服務/線上查詢/申請案件進度查詢項下查詢

（網址：<https://wapp.taipower.com.tw/newnas/nawp090.aspx>）

* 公司編號 (共12碼) 例:108105PV0001

* 設置者 (需完整輸入)

* 驗證碼 470124

* 為必填

圖 25 再生能源申請案件進度查詢

（查詢網址：<https://dcms.taipower.com.tw/qPrjformWeb/default.aspx>）

台電公司友善併網措施介紹（台電提供）

1. 過往台電為避免不肖設置者私改內部線路，非法將台電產出的電能以再生能源電能反饋送台電收購，鑑於改接開關設備皆位於用戶內部範圍內，易隱藏不易稽查，故不允許再生能源發電設備，併接內部線路並躉售電能，惟經技術演進、相關設備效能提升及加速沼氣發電併網時程等，台電滾動檢討，在用電安全及躉售計量可行前提下，開放一般用電戶可以選擇採併接用電戶之內部線路全額躉售電能，其優點則為當地產電、當地用電，即發即用並簡化整體工程施作時程及免繳交併網工程費，節省設置成本。
2. 為提供沼氣發電友善併網環境，目前台電公司受理沼氣發電併網案件於加強電網方案改善下，均可順利併網；對於未來極少部分若因太陽光電併網過度集中，產生饋線併網容量達上限的案場，台電公司除持續積極辦理電網改善（線路調整或新建饋線、主變及變電所）外，倘沼氣發電業者願意避開太陽光電發電尖峰時段（中午11時至下午3時），於其他時段進行發電，台電公司同意業者先行併聯發電，俟完成電網改善後，即恢復全時段併聯運轉。

表12 台灣電力公司各區營業處再生能源相關業務統一窗口聯絡資訊

區處	相關業務諮詢窗口			併網工程諮詢窗口		
	窗口	代理人	市話	部門		市話
				窗口	代理人	
基隆	規劃課長	規劃主辦	02-24231156#5921	工務一課長	工一主辦	02-24231156#5951
北市	規劃課長	配電設計專員	02-23788111#5601	工務一課長	工一主辦	02-23788111#6611
桃園	規劃課長	配電計畫專員	03-3392121#330	工管課長	工管主辦	03-3392121#410
新竹	規劃課長	規劃主辦	03-5230121#294	工務一課長	工務專員	03-5230121#170
台中	規劃課長	保護協調專員	04-22245131#5501	工管課長	工管主辦	04-22245131#6731
彰化	規劃課長	配電計畫專員	04-7256461#6301	工管課長	工管主辦	04-7256461#8802
嘉義	規劃課長	配電計畫專員	05-2226711#2201	工務一課長	工務專員	05-2226711#3261
台南	規劃課長	配電計畫專員	06-2160121#2511	工管課長	工管專員	06-2160121#3565
高雄	規劃課長	配電資料專員	07-5519271#221	工管課長	工程協調員	07-5519271#542
屏東	規劃課長	再生能源專員	08-7322111#341	工管課長	工管主辦	08-7322111#523
台東	設計課長	規劃專員	089-322481#310	工務課長	工管主辦	089-322481#650
花蓮	設計課長	設計主辦	03-8230322#330	工務一課長	工管主辦	03-8230322#361
宜蘭	規劃課長	規劃主辦	03-9354800#2341	工務一課長	工一主辦	03-9354800#3111

相關業務諮詢窗口				併網工程諮詢窗口		
區處			市話	部門		市話
	窗口	代理人		窗口	代理人	
澎湖	設計課長	規劃主辦	06-9213111#310	線路課長	工務主辦	06-9213111#380
北南	規劃課長	規劃專員	02-29595111#2722	工二課長	工二主辦	02-29595111#2965
北北	規劃課長	保護協調專員	02-28881678#720	工管課長	工管主辦	02-28881678#590
北西	規劃課長	規劃主辦	02-29915511#511	工管課長	工管主辦	02-29916611#621
南投	規劃課長	配電計畫專員	049-2350101#2301	工務一課長	工務二課長	049-2350101#2511
鳳山	規劃課長	規劃主辦	07-7410111#5011	工管課長	工管主辦	07-7410111#6511
雲林	規劃課長	規劃主辦	05-5323927#272	工務一課長	工務專員	05-5323927#602
新營	規劃課長	規劃主辦	06-6335481#365	工務一課長	工務專員	06-6335481#601
苗栗	規劃課長	無效電力專員	037-266911#210	工務一課長	工務主辦	037-266911#810
金門	設計課長	設計主辦	082-325506#1111	線路課長	工務專員	082-325506#1301
馬祖	電務經理	電務主辦	0836-22562	電務經理	電務主辦	0836-26300#601

若養豬場有意願安裝沼氣發電以及有售電打算，前置諮詢可接洽系統廠商了解沼氣發電系統、發電量評估及廠址規劃設計，進一步可簽訂系統安裝合約或合作意願書，以確保雙方權益與責任；建議採分工方式進行售電流程申請，因有關向台電申請併聯方面，有時會涉及一些技術與專業性問題，故需借助系統廠商過往的承辦經驗，以加速行政流程作業。建置沼氣發電並進行售電的申請流程如下，可配合圖26更清楚了解相關程序：

1. 首先需向鄉鎮公所或縣市政府提出農業容許申請，直至取得「農業用地作農業設施容許使用同意函」（以下簡稱「農業容許同意函」）。同時可請系統廠商進行台電併網審查申請，台電會依申請進行審查並與系統商協調併網事宜，完成後將核發「併聯審查同意書」。
2. 將「農業容許同意函」與「併聯審查同意書」送至經濟部能源局，申請再生能源發電設備同意備案，取得能源局「同意備案函」。
3. 取得「同意備案函」後，需於六個月內向台電簽訂「再生能源發電系統電能購售契約」（以下簡稱「賣電契約」）。
4. 與台電完成「賣電契約」簽訂後，申請「建造執照」，完成後可開始進行沼氣發電系統的建置。建置完成後，進行「建築物使用執照」申請。

5. 「建築物使用執照」申請核准後，可請當地台電營業處檢驗課進行發電系統運轉測試，確定符合「台灣電力股份有限公司再生能源發電系統併聯技術要點」之規範，台電公司將核發「完成併聯通知函」。
6. 取得「併聯通知函」後檢附相關文件（依照再生能源發電設備管理辦法之規定），向能源局申請「設備登記」，但需注意「設備登記」需於簽訂「賣電契約」後一年內完成。
7. 待能源局核發「設備登記」後，向台電申請開始躉售電能，雙方會同抄表日為正式購售電能日，開始進行售電。

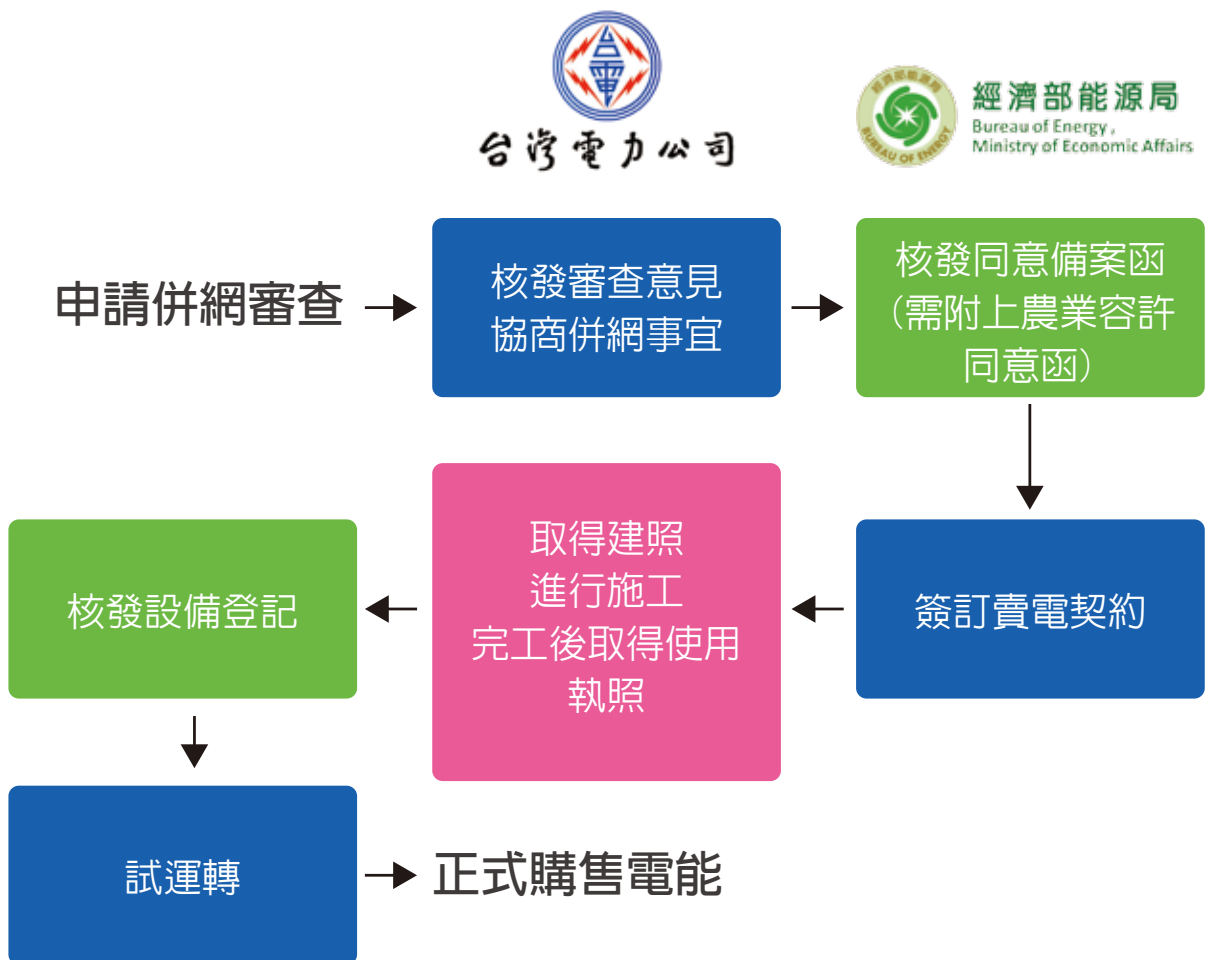


圖 26 售電申請流程

九、沼氣發電機操作與維護方法

9-1 沼氣發電機操作方法

開機前注意事項與準備工作：

沼氣發電機在啟動前，須先就沼氣儲氣袋、機油標尺、蓄電池內電解液、散熱水箱與風扇皮帶等部份進行初步檢查，待確認無誤後，才可按照以下沼氣發電機的操作方法運作，使發電機順利運行。

首先，觀察畜牧場內的沼氣儲氣袋是否已足夠鼓滿，並查看沼氣發電機儀表板顯示的沼氣壓力是否符合發電機運轉要求，同時應將沼氣管路中的凝結水洩掉，以免阻塞沼氣輸送。另一方面，應注意沼氣管路及燃氣過濾穩壓系統中的減壓閥、儀表、閥門、管接頭及潤滑油管路等，是否有漏氣或者連接不良的現象。

其二為檢查油底殼內機油標尺及油質狀況，若發現機油色澤或黏度改變時，應立即更換機油，而機油液面高度應介於最上限與下限之間，低於下限標記時，則應添加型號規格一致的機油。

有關蓄電池內的電解液及散熱水箱中的水位，應保持一定的液面高度，這也是使沼氣發電機能正常運作的重要環節。電解液的部份，液面需高出極板10~15 mm，不足時應添加蒸餾水；散熱水箱的水需使用自來水，避免使用地下水等硬水，以免硬水中礦物質結晶而堵塞管路；散熱水箱水位不足高度指標時應加滿。此外，應將水道內的空氣排除，並留意觀察發電機組是否有漏水現象，如發現問題須即時處理或聯絡維修廠進行檢修。

發電機組散熱風扇皮帶為另一個檢查重點，風扇由皮帶所帶動，如皮帶太過鬆弛則會造成風扇空轉以致轉速不足，降低冷卻效果，甚至使引擎溫度異常過高，易導致機件故障，因此必須將皮帶調整至適當的緊度並適時檢查狀況。

上述皆為沼氣發電機於啟動之前應檢查及注意的要項，當一切皆確認無異常後，方可進行開機，以下將介紹沼氣發電機開機與關機步驟。

自動開機步驟：

1. 開啟沼氣總閥門，使沼氣進入發電機燃氣管路。
2. 打開啟動蓄電池開關。
3. 將鑰匙轉至啟動位置，使發電機通電，觀察電器儀表是否正常。
4. 按下自動啟動按鈕，發電機開始運轉。
5. 發電機達額定轉速且轉速穩定後，打開負載開關將電力輸出。

手動開機步驟：

1. 開啟沼氣總閥門，使沼氣進入發電機燃氣管路。
2. 打開啟動蓄電池開關。
3. 將鑰匙轉至啟動位置，使發電機通電，觀察電器儀表是否正常。
4. 按下手動啟動按鈕，發電機開始運轉。
5. 將轉速調升至額定轉速。
6. 待達額定轉速且轉速穩定後，打開負載開關將電力輸出。

關機步驟：

1. 降低負載後斷開負載。
2. 降低轉速進入怠速進行冷機。
3. 以鑰匙關閉發電機，將沼氣總閥門關閉。
4. 關閉啟動蓄電池開關。
5. 進行每日保養工序，請參考第51頁沼氣發電機保養與維護。

注意事項：

- 不論開機或關機，怠速時間不宜過長(參照各款機型規格)，時間過長將對沼氣發電機造成不良影響。
- 若已連續啟動三次仍無法啟動，切勿再進行啟動，否則將損壞啟動馬達與蓄電池，建議至少間隔5-10分鐘後(確認無異常高溫)再次啟動，或參考第53頁發電機無法啟動之故障排除方法進行處理。若仍無法排除該故障，請參考第69頁維修廠商資訊，請專業技師協助排除。

9-2 沼氣發電機保養維護方法

沼氣發電機正常運轉是沼氣發電系統成敗的關鍵，因此設置地點應於有遮蔽且通風良好的地方，以防雨水與露水侵蝕發電機；同時，機房建置的環境宜注意通風並避免潮濕，減少其對引擎電路的控制及各種接點鏽蝕，造成發電機故障。

機械設備在合理使用情況與妥善保養下，依照畜牧場牧場內沼氣的生成量，平均使用時間為每日運轉5-12小時。應避免沼氣發電機一建置完成後便即刻運行，主因為新機或經過大整修(如:更換缸套、活塞、活塞環、連桿軸瓦與曲柄)後的沼氣發電機，在正式使用前須歷經60小時的磨合運轉。磨合運轉由0負載開始運行30分鐘，再增加負載至20 %運行10小時，再提高負載至50 %運行20小時，最後增加負載至70 %運行30小時，充分磨合後可以額定全載運轉，完成磨合後發電機內的機油應全部更換，以改善沼氣發電機各運動部件的工作狀況，提高運行可靠性和使用壽命。

有鑑於沼氣發電機維修保養知識及相關產業不普及，因此本團隊將沼氣發電機在使用及保養上應注意的問題做一彙整如下。

日常保養

為使發電機保持良好運轉狀態，且能長期維持運轉，操作人員應經常巡視，機組外觀應保持乾燥清潔，並做好發電機運行紀錄，注意觀察發電機運行過程中的變化，包括機油壓力、排煙情況、排氣溫度、水溫變化及機器運轉時的響聲，若察覺有異狀，應立即停機檢查。而每日發電機停機時，應按照「沼氣、一油、二水」的原則進行維護。

沼氣：

1. 檢查沼氣管路是否有漏氣，若有漏氣應及時排除。
2. 檢查燃氣過濾穩壓系統中的減壓閥、儀表、閥門、管接頭及潤滑油管路緊固情況是否良好無洩漏。
3. 檢查冷卻循環系統中的水管路、閥門及管接頭，緊固情況是否良好無洩漏。

一油：

1. 停機15分鐘後，用油標尺檢查油底殼內機油的液面高度及油質狀況。正常情況下，機油液面高度應介於最上限與下限之間，低於下限標記應添加同牌號的機油。

二水：

1. 檢查啟動用蓄電池的端電壓及電解液的液面高度，電解液的液面應高出極板10-15 mm，不足時應添加蒸餾水，以保持液面高度。
2. 檢查散熱水箱的水位（停機後不可馬上打開水箱蓋檢查，須待冷卻水冷卻後再打開檢查），不足時應予以加滿。此外，當環境溫度低於5 °C時，停機後要將冷卻水放盡（無防凍液時），避免冷卻水結冰造成管路損壞。

發電機各級保養

如同汽車每隔 5,000 或 10,000 公里要進廠保養，確保引擎壽命，沼氣發電機也是，依據運轉時間需進行耗材更換及各項檢查，才能維持更長壽命，保障發電收益。而各級保養技師須具備一定的專業能力與訓練，因此可參照本手冊58頁，請專業維修技術人員協助您進行各級保養，並參考收費標準與零件耗材價格。

一般而言，沼氣發電機保養可依照運行時數分為三級，第一級保養約運行 200-400 小時，第二級保養約運行 500-1,000 小時，三級保養約運行 2,000-3,000 小時。此運行時數將依發電機的各家廠牌不同而異，本手冊表13提供的運行時數與保養項目僅供參考，詳細處理項目及運行時數，應參照各廠牌發電機使用說明書。

表 13 發電機各級保養

●：需更換 ○：檢查，若有損壞需更換。				
保養項目		一級保養	二級保養	三級保養
潤滑系統	機油	●	●	●
	機油濾清器	●	●	●
	機油幫浦		○	○
	機油管		○	○
	機油冷卻器		○	○
	清洗潤滑系統	○	○	○
點火系統	火星塞	●	●	●
	點火線圈	○	○	○
	點火線圈接頭	○	○	○
	高壓點火器或分電盤	○	○	○
冷卻系統	水箱精		●	●
	冷卻水		●	●
	風扇皮帶		○	○
	冷卻水幫浦軸承潤滑	○	○	○
	清洗冷卻系統		○	○
	機油散熱器		○	○
排氣系統	排氣管積碳去除		○	○
	消音器積碳去除		○	○
配氣系統	調整汽門間隙		○	○
	電子節氣門檢查		○	○
	汽門相關零配件			○
	空氣濾清器	○	○	○
控制系統	各傳感器			○
	儀表線路			○
發電系統	同步發電機連接器彈性零件			○
	發電機軸承檢查與上油			○
	輸出電力端子		○	○
機體	曲軸輸出端毯圈油封			○
	活塞、活塞環及連杆瓦片			○
	傳動齒輪檢查			○
	曲軸箱檢查		○	○
啓動系統	啓動電動機軸承檢查上油			○
	啓動發電機齒輪檢查			○
	傳動裝置檢查			○

沼氣發電機耗材價格表

沼氣發電要能成功推廣，專業的維修團隊與充足的零件支援缺一不可，以下統整維修廠商所提供常更換的耗材價格範圍表，因各廠牌發電機使用的耗材型號及等級不同，價錢各異，本手冊僅將常見耗材價格的可能範圍條列如表14，供畜牧業者參考。

表 14 常見耗材價概略範圍

品名	數量	單位	價格範圍(元)	備註
維修工資	1	式	約2,000-6,000	根據畜牧場與維修業者所在地之距離略有調整。
發電機季保養	1	式	約8,000	含火星塞清潔、發電機運轉測試、空氣濾心清潔、冷卻水換新。
發電機年度保養	1	式	約12,000-22,000	含火星塞清潔、發電機運轉測試、空氣濾心清潔、冷卻水換新、機油濾清器清潔。
空氣濾清器濾心	1	個	約800-2,500	平均一年更換一次，若現場過於潮濕則建議半年更換一次。
空氣濾清器	1	式	約3,000-8,000	
機油濾清器	1	式	約1,200-5,000	
機油濾清器濾心	1	個	約600-1,500	應隨機油更換。
風扇皮帶	1	個	約600-1,500	一組發電機共兩條皮帶。
火星塞	1	個	約150-1,000	
火星塞高壓線	1	條	約200-1,000	
點火線圈	1	式	約1,700-10,000	
分電盤	1	個	約3,200-30,000	
機油	1	公升	約120-450	有關機油保養相關規格及更換機油小時數，應視各廠牌發電機使用說明書為主。

十、沼氣發電機故障與排除方法

沼氣發電機為能源設備，須穩定運轉以避免造成停電而產生重大損失。萬一故障發生時，該如何簡單快速的自行維修，以減少停電造成損失，是本手冊的重點，以下條列常見的故障原因；但若發現按照手冊步驟仍無法解決，或是手冊中特別提醒請專業維修團隊協助時，請參考發電機維修廠商資訊，請專業人員替您處理，切勿自行拆解造成更大的損壞。

沼氣發電機運轉時的異常情況可透過以下觀察及早發現：

- 「聽」：發電機運轉時發出不正常的敲擊聲、放炮聲、吹噓聲、排氣聲及周期性的磨擦聲音等。
- 「看」：觀看外觀是否異常，發電機排氣管冒白煙、黑煙或藍煙，各系統出現漏油、漏水及漏氣等現象；以及觀看各項儀表顯示狀況，是否溫度異常、機油溫度或冷卻水溫度過高，壓力、功率或轉速不足等現象。
- 「聞」：發電機運轉時氣味異常，運行時發出臭味、焦味或煙味等氣味；以及發電機機房、沼氣管路沿線是否有沼氣味。
- 「摸」：發電機是否於工作時出現劇烈震動。

按照以上觀察後，可參考本章節的故障排除方法，先自行進行簡單排除，亦可回報給專業維修團隊，幫助技師進行初步判斷可能的故障原因，以準備合適的耗材與維修工具，縮短維修時間。

10-1 發電機引擎無法啟動

在常溫下，發電機一般應在幾秒內順利啟動，有時要反覆1-2次才能啟動是正常現象，不需太過驚慌；若已連續3次仍無法啟動時，切勿再進行啟動，否則恐會損壞啟動馬達與蓄電池，建議可間隔5-10分鐘後再次啟動。若經過3-4次反覆啟動，發電機仍無法運作，應視為啟動故障，需查明原因後再行啟動，故障排除請參考以下表15。

表 15 發電機引擎無法啟動故障排除

故障現象	故障原因	解除方法
發電機引擎無法啟動	啟動系統故障： (1) 啟動用蓄電池電力不足。 (2) 啟動系統電路接線錯誤和電器零件接觸不良。 (3) 啟動電動機的銅線轉子與整流子接觸不良。	(1) 更換電力充足的蓄電池或增加蓄電池並聯使用。 (2) 檢查啟動線路接線是否正確和牢靠，控制櫃啟動繼電器指示燈是否亮起正常工作。 (3) 修整或更換銅線轉子，用木砂紙清理整流子表面，並吹淨灰塵（建議請專業維修人員操作）。
	燃氣系統故障： (1) 燃氣管路堵塞或管路節流太大。 (2) 燃氣壓力過高或過低。 (3) 空氣濾清器堵塞。 (4) 排氣管堵塞或接管過長、轉彎半徑過小、轉彎過多。 (5) 空氣進氣阻風閥未於合適的位置，影響空燃比。 (6) 燃氣中有空氣進入。	(1) 檢查減壓閥、調壓閥、過濾罐、穩壓罐和燃氣管路是否通暢。 (2) 根據管道壓力選配合適的減壓閥和穩壓閥；根據混合器類型調節穩壓閥輸出壓力。 (3) 清洗空氣濾清器濾心和紙濾心上的灰塵或者更換空氣濾心。 (4) 清除排氣管內積碳，重新安裝排氣管，其彎頭不能超過3個且有足夠的橫截面。 (5) 調整阻風閥，啟動發電機組。 (6) 應排空。
	點火系統故障： (1) 發電機控制器輸入和輸出電源異常或不穩定。 (2) 點火系統線束及各插頭、插件鬆動脫落或損壞。	(1) 檢查發電機控制器輸入電源電路中的熔斷器、繼電器、保險和電源開關等。 (2) 若插頭、插件有鬆動脫落，應重新插緊固定好。同時，檢查火星塞、高壓線及點火線圈，如有損壞，則應予以更換。

10-2引擎機油壓力異常

發電機使用後發現機油壓力不足或過高，可旋轉機油濾清器上的調整螺桿，使壓力恢復正常。若不能進行調整，可參考表16機油壓力不正常故障排除處理。

表 16 機油壓力不正常故障排除

故障現象	故障原因	排除方法
機油壓力不正常	(1) 機油管路漏油或堵塞。	(1) 檢查各管路洩漏部位，使油路暢通，必要時更換油管和接頭。
	(2) 油底殼中機油液面過低。	(2) 向油底殼中注入機油至規定液面位置。
	(3) 機油泵齒輪磨損或裝配不符合技術要求。	(3) 檢查機油泵性能，更換齒輪或新泵。
	(4) 機油濾清器或機油冷卻器堵塞。	(4) 清洗，更換濾心。
	(5) 機油壓力調整彈簧損壞，調整閥平面不平。	(5) 更換彈簧，研磨調整閥平面。
	(6) 機油壓力調節器失調，機油泵供油壓力不足或限壓閥堵塞造成壓力不足或壓力過高。	(6) 更換機油泵或調節限壓閥。
	(7) 機油壓力傳感器損壞。	(7) 更換機油壓力傳感器。

10-3 發電機輸出電力異常

發電機輸出功率不足，即為一般所說的發電機帶不動規定的負載。對於這種故障，應從燃氣發電機基本工作原理進行分析，如表17，檢查混合氣量是否充足，燃燒過程是否正常，壓縮壓力是否夠大，逐步進行分析判斷，查出故障原因，並予以排除。

表 17 發電機輸出功率不足故障排除

故障現象	故障原因	排除方法
發電機功率不足	燃氣系統故障： (1) 阻火器內濾心、混合器、調壓閥等部件長時間使用內部積碳灰塵過多，影響燃氣混合比或阻塞進氣。 (2) 進氣管路有水或氣體含有其他雜質。	(1) 更換阻火器濾心、混合器膜片。 (2) 打開脫硫罐、脫水罐、儲氣罐設備上排水閥門，排空水質及雜質。
	配氣機構及進排氣系統故障： (1) 空氣濾清器堵塞。 (2) 排氣管及消音器積碳嚴重，排氣不暢。 (3) 排氣管太長，轉彎半徑太小，彎頭太多。	(1) 清洗空氣濾清器更換空氣濾心。 (2) 清除積碳。 (3) 重裝排氣接管，彎頭不能多於三個，並保有足夠大的排氣截面。
	冷卻或潤滑系統故障： (1) 發電機過熱，環境溫度過高。	(1) 首先檢查是否水溫傳感器故障，檢修冷卻器、散熱器及潤滑系統並除去水套中的水垢，同時查看相關管路是否管徑過小。如環境溫度過高應改善通風，並加強冷卻措施。

表 17 發電機輸出功率不足故障排除

故障現象	故障原因	排除方法
發電機功率不足	點火系統故障： (1) 某汽缸火星塞損壞。 (2) 某汽缸火星塞積碳過多。 (3) 某汽缸火星塞出現搭鐵。 (4) 某汽缸高壓線故障。 (5) 某汽缸點火線圈故障。 (6) 某汽缸點火線圈接線錯誤或鬆動。	(1) 檢查並更換火星塞。 (2) 清除火星塞積碳。 (3) 檢修或更換火星塞。 (4) 檢修或更換高壓線。 (5) 檢修或更換點火線圈。 (6) 檢查點火線圈初級接線。
	燃氣系統故障： (1) 燃氣氣壓底供氣量不足。 (2) 燃氣質量差，有效成份低。 (3) 燃氣道堵塞。	(1) 提高氣壓。 (2) 增大燃氣進氣量。 (3) 清理燃氣道。

10-4 運轉時發出異常聲響

沼氣發電機在運轉過程中，若發出不正常的雜聲，皆屬於機體內部零件需更換，不適合畜牧業者自行檢修，以下表18列出常見的運轉雜聲提供參考，幫助畜牧業者更清楚描述發出異響的部位、現象、出現的時間和變化規律，提供給專業維修團隊進行故障判斷，並加速維修進度。

表 18 發電機運轉時有不正常聲響故障排除

故障現象	故障原因
發電機在運轉過程中有輕微而尖銳的響聲，此種響聲在怠速運轉時尤其清晰。	活塞銷與連桿小頭孔配合太鬆。
發電機運轉後，在汽缸體外壁聽到撞擊聲，轉速升高時此撞擊聲加劇。	活塞與汽缸套間隙過大。
發電機在怠速運轉時聽到曲軸游動的聲音。	曲軸推力軸承磨損，造成間隙過大，導致曲軸前後游動。
發電機在額定轉速運轉時，在曲軸箱內聽到機件的撞擊聲，此時，若突然降低轉速，可聽到沉重而有力的撞擊聲。	連桿軸瓦磨損使配合間隙過大。
發電機在運轉過程中發出： (1) 特別尖銳而刺耳的響聲，在加速時，此聲更大。 (2) 有霍霍聲。 (3) 主軸承用滑動軸承的發電機，發出沉重的撞擊聲。	(1) 曲軸滾柱軸承過緊。 (2) 曲軸滾柱軸承太鬆。 (3) 主軸承間隙過大，情況與連桿軸瓦撞擊聲相似。
發電機汽缸蓋處發出有節奏的輕微敲擊聲。	氣門彈簧折斷，氣門挺桿彎曲，推桿套磨損。

表 18 發電機運轉時有不正常聲響故障排除

故障現象	故障原因
在前蓋板處發出不正常的聲音，當發電機突然降低轉速時，可聽到撞擊聲。	(1) 齒輪磨損過多。 (2) 齒輪間隙過大。
發電機在運轉中，汽缸蓋處發出沉重而均勻有節奏的敲擊聲。	活塞碰氣門。
汽缸蓋處聽到乾摩擦發出的吱吱聲響。	搖臂調節螺釘與推桿的球面座之間無機油。
發電機發出放砲的聲響	(1) 混合比不符合要求。 (2) 點火提前角不對。
在汽缸蓋處聽到有節奏且較大的聲響。	進、排氣門間隙過大。

10-5 發電機排氣煙色異常

沼氣發電機在帶負載運轉時，排氣幾乎無色，當負載略重時，則可能為淡灰色(在短時間內運轉還是允許的)。如表19所示，排氣煙色不正常係指排氣冒藍煙或白煙，冒藍煙代表有機油竄入燃燒室參與燃燒。

表 19 發電機排氣煙色不正常故障排除

故障現象	故障原因	排除方法
排氣冒藍煙	(1) 空氣濾清器堵塞，進氣不暢或加入機油過多。 (2) 長期低負荷(標定功率的40%以下)運轉，活塞與缸套之間間隙較大，使機油易竄入燃燒室。 (3) 油底殼內機油加入過多。	(1) 檢查空氣濾清器，視故障原因給予清洗或減少機油至規定液面。 (2) 適當提高負荷，配套時選用功率亦要適當。 (3) 按機油標尺刻線加注機油，若機油量過多，自由底殼下方卸油孔洩出。
排氣冒白煙	(1) 過濾穩壓系統冷凝水積存過多，導致燃氣中的冷凝水進入汽缸。 (2) 發電機剛啓動時，個別汽缸內不燃燒(特別是冬天)。	(1) 打開過濾穩壓系統底部的排污閥，放出其中的雜質和冷凝水。 (2) 適當提高轉速及負荷，多運轉一些時間。

10-6 機油溫度過高、耗量過大

機油的功用在於潤滑，當引擎運轉時，利用機油幫浦潤滑各機件，減少磨損，使引擎運轉順暢、增強動力輸出效率；除了潤滑功能外，機油還具備降低引擎溫度的功能，當機油循環時，能冷卻引擎各傳動件摩擦所散發出來的熱量，因此當機油油溫過高時，恐使引擎過熱而影響各部件的正常運轉。當機油溫度過高或耗量過大時，可參考表20進行故障排除。

表 20 機油溫度過高、耗量過大、稀釋故障排除

故障現象	故障原因	排除方法
機油溫度過高	(1) 機油不足和機油過多。 (2) 發電機負載過重。 (3) 機油冷卻器或散熱器堵塞。 (4) 冷卻水量或風扇轉速不足。 (5) 冷卻水管路堵塞或洩漏。 (6) 冷卻系統中水垢嚴重或水路通道堵塞。	(1) 按規定檢查並增減機油。 (2) 減輕負載。 (3) 清洗機油冷卻器或散熱器內部。 (4) 注意冷卻水暢通和調整三角橡膠帶張緊力使水泵和風扇達到規定轉速。 (5) 清洗水垢，疏通水路。
機油耗量太大	(1) 機油管路接頭及其它部分漏油。 (2) 活塞環被黏住與磨損過大。 (3) 使用不適當的機油。 (4) 長期處於低負荷運行。	(1) 擰緊各接頭處，檢查洩漏處並予以消除。 (2) 更換活塞環。 (3) 更換適當的機油。 (4) 適當提高負荷。
機油稀釋	(1) 採用不合適的機油。 (2) 發電機溫度太高。	(1) 更換適當的機油。 (2) 檢查冷卻系統。

10-7 發電機過熱

發電機過熱主要表現為冷卻水出水溫度過高，如表21所列故障原因導致受熱零件溫度增高，配合間隙減小，材料強度降低，容易引起零件卡死或斷裂事故。

表 21 發電機過熱故障排除

故障現象	故障原因	排除方法
冷卻水溫度過高	(1) 發電機長時間超載運行。	(1) 降低負荷。
	(2) 水泵內或循環水管中有空氣而形成氣阻。	(2) 排除水泵或水管中的空氣，並檢查各管接頭處是否擰緊，不得漏水。
	(3) 散熱水箱散熱片和銅管表面積垢太多。	(3) 清除水垢，清洗表面。
	(4) 風扇傳動皮帶鬆弛，轉速降低，風量減小。	(4) 調整皮帶張力或更換皮帶。
	(5) 冷卻系統中水垢嚴重或水路通道堵塞。	(5) 清洗水垢，疏通水路。
	(6) 節溫器失靈。	(6) 檢修或更換節溫器。
	(7) 水溫表不正確。	(7) 修理或更換水溫表。
	(8) 循環水量不足： A. 淡水泵式風扇轉速達不到。 B. 淡水泵葉輪損壞。 C. 淡水泵葉輪與殼體的間隙過大。 D. 散熱器水量不足。 E. 水管路阻塞。	(8) A. 調整三角橡膠帶張緊力至規定值。 B. 更換水泵。 C. 調整間隙至規定值。 D. 添加冷卻水。 E. 清理管路，清除冷卻水道中的積垢。

10-8 發電機轉速異常

該故障主要表現在發電機運轉時，其轉速不穩定或調速時不穩定，怠速轉速達不到或出現「飛車」現象。所謂「飛車」是指在發電機轉速失去控制，轉速太大超過規定的最高使用轉速，這種故障會造成發電機極大的傷害。現代燃氣發電機組通常都裝有超速保護裝置，一旦出現「飛車」故障時，將會自動停機並發出聲光警報信號。但對於沒有超速保護裝置或該裝置失靈的發電機，一旦出現這種故障，將會造成連桿螺栓斷裂而打壞汽缸蓋、機體、活塞等零件，甚至使曲軸平衡塊被摔掉、飛輪破裂、氣門彈簧折斷等重大事故，直接威脅人身安全。

判斷「飛車」故障主要根據發電機聲響的變化。由於轉速迅速升高，使排氣的正常響聲變成嘯叫聲，一旦聽到此種聲音，必須立即採取果斷措施，以避免造成更大損失。緊急處理方式即設法迅速停機，方法如下：

1. 迅速關閉燃氣閥門，切斷氣源，使發電機迅速停機。
2. 迅速斷開控制櫃面板上的總電源開關，切斷點火系統的工作電源而停止「點火」。
3. 迅速切斷空氣通路，將空氣濾清器用衣物包住或直接堵住進氣口，只要堵住進氣通路，一般都能使發電機迅速停機。

倘若發生「飛車」事故後，絕不允許卸去負載，否則將使轉速更加急遽升高而產生更大的危險。

停機後，應盡速聯繫專業維修團隊，請專業技術人員協助排除故障，確保運行安全。

沼氣再利用運作實務



十一、沼氣再利用方法介紹

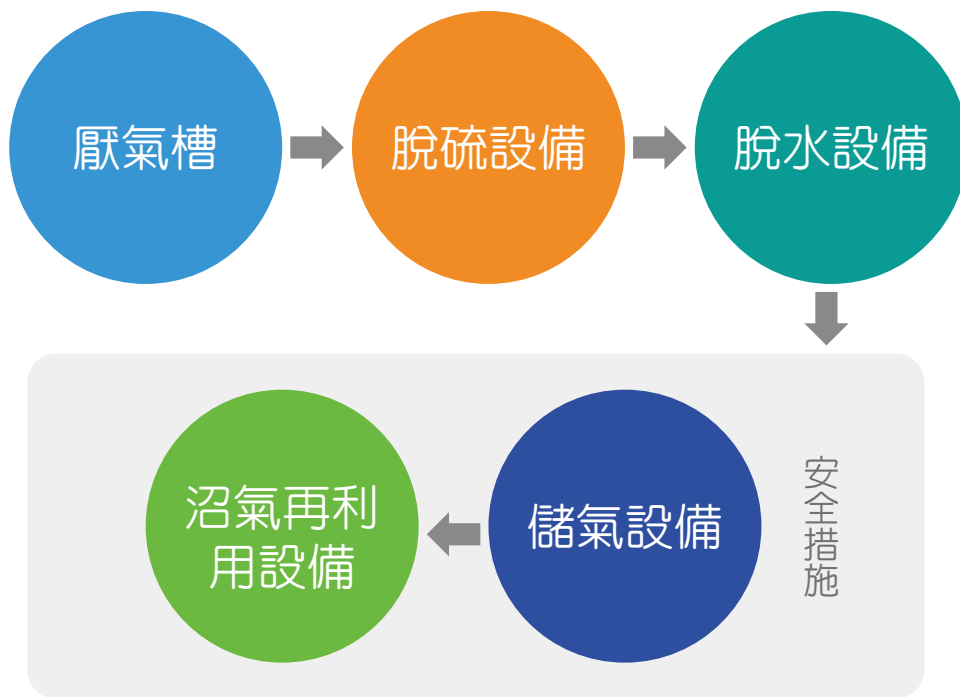


圖 27 沼氣再利用系統圖

進行沼氣再利用時，應需先經過脫硫設備去除沼氣中硫化氫（ H_2S ），減少設備腐蝕提高設施使用壽命，並可減少硫結晶堵塞管路，可確保再利用設備穩定運作，沼氣再利用系統如上圖27。更重要的是沼氣再利用設備通常應用於畜舍與室內，而硫化氫屬於毒性氣體，燃燒後產生之硫氧化物亦具毒性，因此人員與牲畜不宜長時間接觸，以確保健康與環境品質，因此脫硫設備為沼氣再利用系統必備設備，需格外重視其效能與正常操作。

為協助畜牧業挑選合適脫硫設備規格，本團隊提供免費場內沼氣硫化氫濃度量測，並依據再利用設施需求，提供脫硫設備規格建議，並於脫硫系統安裝後，協助確認脫硫效能符合規格，保障畜牧業者權益及再利用之效益

沼氣是可燃氣體，只要掌握使用安全原則，則如同平日家用瓦斯與天然氣般放心使用。安全使用沼氣等可燃氣體，須先瞭解影響燃燒三要素：燃料、溫度（達燃點溫度）、氧氣，此三要素缺一不可，缺少燃燒三要素燃燒反應將無法發生，因此沼氣安全使用法則，應依循此原則進行，以下列出幾項安全措施，供畜牧業者建置參考：

- (1) 沼氣再利用設備、沼氣儲存設備、沼氣輸送管路，必須保持通風，避免放置於封閉室內並遠離火源。
- (2) 沼氣再利用設備若放置於室內，可加裝瓦斯偵測警報器，確保使用者及環境的安全。
- (3) 若使用幫浦進行沼氣抽氣動作，需依照沼氣儲存設備形式，挑選合適沼氣量監控裝置，當沼氣量不足時自動關掉幫浦與發出警示，避免過度抽取而使沼氣混入空氣造成燃燒危害。
- (4) 沼氣幫浦開關需使用「自保持電路」形式，當停電後復電沼氣幫浦依舊維持停止狀態，需以手動重新啟動幫浦。此電路可避免停電造成再利用設備因復電後幫浦持續運轉狀態下，所造成的沼氣外洩氣爆危害。
- (5) 再利用設備與沼氣儲存設備之間須加裝防回火裝置，降低危害發生機率，確保使用安全。

十二、沼氣再利用經濟效益

沼氣再利用的形式相當廣泛，除產生電力以外，仍可燃燒產生熱能，牧場中常見的沼氣再利用形式為：沼氣保溫燈進行仔豬保溫，以及沼氣鍋爐產生熱水與蒸氣，或直接燃燒進行飼料烹煮。其中沼氣保溫燈為目前最常見之再利用形式，於80年起推廣沼氣回收與再利用，經當時統計已有900戶業者使用沼氣保溫燈 [24]。

沼氣保溫燈之優點為：產熱快且溫度高，可降低濕度使小豬育成率提高，小豬罹病率下降，同時節省保溫燈之電費與瓦斯費支出。本團隊統計以沼氣保溫燈取代瓦斯與電保溫燈，經濟效益統計如下表22。

過去業者經常抱怨沼氣保溫燈容易阻塞，與畜舍屋頂鏽蝕等問題，透過沼氣前處理將硫化氫去除，將可大幅改善管路阻塞、畜舍腐蝕、燃燒異味之問題，提供穩定的保溫效果，使用綠色能源供應熱能，除提升小豬育成率亦減少溫室氣體排放，為環境保護盡一份心力。

表22 沼氣再利用經濟效益統計

牧場資料		原保溫燈形式	使用狀態		經濟效益
畜牧場代號	飼養規模		設備數量	使用頻率(月/年)	節省費用(萬/年)
畜牧場C	4,000	電	40盞	3~4	年節省電費7.1萬
畜牧場D	4,900		50盞	3~4	年節省電費8.8萬
畜牧場F	46,000		56盞	6	年節省電費120萬
畜牧場A	850	瓦斯	5盞	3~4	年節省電費18萬
畜牧場E	13,000		60盞	3	年節省電費30萬

沼氣再利用（發電）維修、設備商資訊



十三、沼氣發電相關設備與系統商

公司名稱	服務據點	聯絡人/聯絡方式	產品種類
漢翔航空工業股份有限公司	台中市西屯區 漢翔路1號之7	蘇進興 04-27020001#2841 0921-727075	<input type="radio"/> 廢水系統 <input checked="" type="checkbox"/> 脫硫設備 <input checked="" type="checkbox"/> 儲氣設備 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input checked="" type="checkbox"/> 發電機維修 <input checked="" type="checkbox"/> 併網申請 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="radio"/> 其他
中華機械股份有限公司	高雄市大寮區 中庄里鳳屏路 一路268號	饒錦源張俠讓 07-7030808#505 0937-865035	<input type="radio"/> 廢水系統 <input type="radio"/> 脫硫設備 <input type="radio"/> 儲氣設備 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input type="radio"/> 發電機維修 <input type="radio"/> 併網申請 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="radio"/> 其他
宇陽能源科技股份有限公司	台北市松山區 民生東路3段107 巷6號2樓B室 (台北市瑤公農 田水利會大樓)	方耀華 0937-080805	<input checked="" type="checkbox"/> 廢水系統 <input checked="" type="checkbox"/> 脫硫設備 <input checked="" type="checkbox"/> 儲氣設備 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input checked="" type="checkbox"/> 發電機維修 <input checked="" type="checkbox"/> 併網申請 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="radio"/> 其他
亞洲氫能股份有限公司 (環球鑫能源)	新竹科學工業園 區新竹市東區園 區二路60號一樓	董舒麟 03-577-1609 0935-374695	<input type="radio"/> 廢水系統 <input checked="" type="checkbox"/> 脫硫設備 <input type="radio"/> 儲氣設備 <input type="radio"/> 沼氣發電機 <input type="radio"/> 發電機維修 <input checked="" type="checkbox"/> 併網申請 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="radio"/> 其他
業興環境科技股份有限公司	台北市南京東路 5段168號12樓	翁榮華 02-27691002#131 0933-921119	<input type="radio"/> 廢水系統 <input type="radio"/> 脫硫設備 <input type="radio"/> 儲氣設備 <input type="radio"/> 沼氣發電機 <input type="radio"/> 發電機維修 <input type="radio"/> 併網申請 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="radio"/> 其他
祥瑞能源科技股份有限公司	新北市五股區 中興路一段176巷 3號	曾昱森 0982-584250	<input type="radio"/> 廢水系統 <input type="radio"/> 脫硫設備 <input type="radio"/> 儲氣設備 <input type="radio"/> 沼氣發電機 <input type="radio"/> 發電機維修 <input type="radio"/> 併網申請 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="radio"/> 其他

公司名稱	服務據點	聯絡人/聯絡方式	產品種類
承泓環保科技有限公司	屏東縣內埔鄉 富田村里和路 110號	鍾振楠 08-7789127 0929-809133	<input checked="" type="checkbox"/> 廢水系統 <input type="checkbox"/> 脫硫設備 <input type="checkbox"/> 儲氣設備 <input type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input type="checkbox"/> 發電機維修 <input type="checkbox"/> 併網申請 <input type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="checkbox"/> 其他
世健企業股份有限公司	高雄市岡山區 介壽路10巷25弄 18號	孫乘風 07-625-1258 0931-988926	<input checked="" type="checkbox"/> 廢水系統 <input checked="" type="checkbox"/> 脫硫設備 <input checked="" type="checkbox"/> 儲氣設備 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input checked="" type="checkbox"/> 發電機維修 <input checked="" type="checkbox"/> 併網申請 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="checkbox"/> 其他
潔康企業有限公司	彰化縣秀水鄉 彰水路一段 439號	曹起熊 04-7681117#5 0935-398728	<input type="checkbox"/> 廢水系統 <input type="checkbox"/> 脫硫設備 <input type="checkbox"/> 儲氣設備 <input type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input type="checkbox"/> 發電機維修 <input type="checkbox"/> 併網申請 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="checkbox"/> 其他
博非特綠能科技公司	苗栗縣銅鑼鄉 新興路685號	廖永亮 0920-519996	<input type="checkbox"/> 廢水系統 <input type="checkbox"/> 脫硫設備 <input type="checkbox"/> 儲氣設備 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input type="checkbox"/> 發電機維修 <input type="checkbox"/> 併網申請 <input type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="checkbox"/> 其他
電聯運通股份有限公司	新竹市延平路 三段470巷19 弄二號2樓之2	曾令遠 03-5162723	<input type="checkbox"/> 廢水系統 <input type="checkbox"/> 脫硫設備 <input type="checkbox"/> 儲氣設備 <input type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input type="checkbox"/> 發電機維修 <input type="checkbox"/> 併網申請 <input type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input checked="" type="checkbox"/> 其他
伯威科技有限公司	新北市五股區 五權三路22號6樓	葉日鈞 02-222999268#15	<input type="checkbox"/> 廢水系統 <input type="checkbox"/> 脫硫設備 <input type="checkbox"/> 儲氣設備 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input type="checkbox"/> 發電機維修 <input type="checkbox"/> 併網申請 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="checkbox"/> 其他

公司名稱	服務據點	聯絡人/聯絡方式	產品種類
廣昱科技股份有限公司	新北市中和區 中山路二段 296號12樓	賴正興 02-22457090	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ● 脫硫設備 ● 儲氣設備 ✓ 沼氣發電機 ● 發電機維修 ● 併網申請 ● 沼氣發電系統商 ● 其他
擎億股份有限公司	高雄市前鎮區 千富街199號	孫志成 07-8215888	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ● 脫硫設備 ● 儲氣設備 ● 沼氣發電機 ✓ 發電機維修 ● 併網申請 ● 沼氣發電系統商 ● 其他
勇強電機工業股份有限公司	台中市后里區 聯合里三重二路 200巷22號	詹勝貴 04-25562783	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ● 脫硫設備 ● 儲氣設備 ✓ 沼氣發電機 ✓ 發電機維修 ● 併網申請 ● 沼氣發電系統商 ● 其他
宏晉儀控科技有限公司	台中市北區 崇德路一段 631號19樓之1	王志鵬 04-2380968	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ● 脫硫設備 ● 儲氣設備 ✓ 沼氣發電機 ● 發電機維修 ● 併網申請 ● 沼氣發電系統商 ● 其他
澄豐環境科技有限公司	澄豐環境科技 有限公司	呂政宏 03-2821298	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ✓ 脫硫設備 ● 儲氣設備 ● 沼氣發電機 ● 發電機維修 ● 併網申請 ● 沼氣發電系統商 ● 其他
螢助有限公司	南投縣草屯鎮 碧興路一段348號	鄧燕堂 04-24622299	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ● 脫硫設備 ✓ 儲氣設備 ● 沼氣發電機 ● 發電機維修 ● 併網申請 ● 沼氣發電系統商 ● 其他

公司名稱	服務據點	聯絡人/聯絡方式	產品種類
日成科技股份有限公司	臺北市中山區 松江路139號 九樓之二	俞銘誠 02-25024072 0932-938059	<input checked="" type="checkbox"/> 廢水系統 <input checked="" type="checkbox"/> 脫硫設備 <input checked="" type="checkbox"/> 儲氣設備 <input type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input type="checkbox"/> 發電機維修 <input type="checkbox"/> 併網申請 <input type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input checked="" type="checkbox"/> 其他
晉緯工程股份有限公司	高雄市左營區正 心街116號11樓 之2	周昆崙 07-5562011	<input checked="" type="checkbox"/> 廢水系統 <input type="checkbox"/> 脫硫設備 <input type="checkbox"/> 儲氣設備 <input type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input type="checkbox"/> 發電機維修 <input type="checkbox"/> 併網申請 <input type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="checkbox"/> 其他
富立業工程顧問股份有限公司	臺中市西屯區 福中二街16巷 17號	蔡國拱 04-23585953#152 0916-301085	<input checked="" type="checkbox"/> 廢水系統 <input type="checkbox"/> 脫硫設備 <input type="checkbox"/> 儲氣設備 <input type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input type="checkbox"/> 發電機維修 <input type="checkbox"/> 併網申請 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="checkbox"/> 其他
破壁環技股份有限公司	高雄市大寮區 民權街81號	林長青 07-7317555 0926-167356	<input checked="" type="checkbox"/> 廢水系統 <input checked="" type="checkbox"/> 脫硫設備 <input checked="" type="checkbox"/> 儲氣設備 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input checked="" type="checkbox"/> 發電機維修 <input checked="" type="checkbox"/> 併網申請 <input checked="" type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="checkbox"/> 其他
奇堅實業有限公司	屏東縣長治鄉 繁昌村中山路 150號	楊偉立 08-7627999 0937-336534	<input checked="" type="checkbox"/> 廢水系統 <input type="checkbox"/> 脫硫設備 <input type="checkbox"/> 儲氣設備 <input type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input type="checkbox"/> 發電機維修 <input type="checkbox"/> 併網申請 <input type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="checkbox"/> 其他
超立科技有限公司	南投縣南投市 南營路95號	黃光瑜 049-2317982 0933-360504	<input type="checkbox"/> 廢水系統 <input type="checkbox"/> 脫硫設備 <input type="checkbox"/> 儲氣設備 <input type="checkbox"/> 沼氣發電機 <input checked="" type="checkbox"/> 發電機維修 <input type="checkbox"/> 併網申請 <input type="checkbox"/> 沼氣發電系統商 <input type="checkbox"/> 其他

公司名稱	服務據點	聯絡人/聯絡方式	產品種類
祺晴國際有限公司	臺北市大同區 南京西路315號	郝宗祺 02-89213637 0987-633898	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ● 脫硫設備 ● 儲氣設備 ● 沼氣發電機 ● 發電機維修 ✓ 併網申請 ● 沼氣發電系統商 ● 其他
君成環保顧問有限公司	彰化縣員林市 三愛里合作街 123號1樓	徐小姐 04-8315992 0937-257865	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 廢水系統 ● 脫硫設備 ● 儲氣設備 ● 沼氣發電機 ● 發電機維修 ● 併網申請 ● 沼氣發電系統商 ● 其他
妙吉實業有限公司	臺南市佳里區鎮 山里自由街17巷 18號1樓	林小姐 06-7231539	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 廢水系統 ● 脫硫設備 ● 儲氣設備 ● 沼氣發電機 ● 發電機維修 ● 併網申請 ● 沼氣發電系統商 ● 其他

十四、沼氣再利用相關設備供應商

公司名稱	服務據點	聯絡人/聯絡方式	產品種類
漢翔航空工業股份有限公司	台中市西屯區 漢翔路1號之7	蘇進興 04-27020001#2841 0921-727075	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ✓ 脫硫設備 ● 儲氣設備 ● 沼氣瓦斯爐 ● 沼氣保溫燈 ● 沼氣鍋爐 ● 沼氣加熱爐 ● 其他
世健企業股份有限公司	高雄市岡山區 介壽路10巷25弄 18號	孫乘風 07-625-1258 0931-988926	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ✓ 脫硫設備 ✓ 儲氣設備 ✓ 沼氣瓦斯爐 ✓ 沼氣保溫燈 ● 沼氣鍋爐 ● 沼氣加熱爐 ● 其他
潔康企業有限公司	彰化縣秀水鄉 彰水路一段 439號	曹起熊 04-7681117#5 0935-398728	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ● 脫硫設備 ● 儲氣設備 ● 沼氣瓦斯爐 ● 沼氣保溫燈 ✓ 沼氣鍋爐 ● 沼氣加熱爐 ● 其他
螢助有限公司	南投縣草屯鎮 碧興路一段 348號	鄧燕堂 04-24622299 0910-420099	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ● 脫硫設備 ✓ 儲氣設備 ● 沼氣瓦斯爐 ● 沼氣保溫燈 ● 沼氣鍋爐 ● 沼氣加熱爐 ● 其他
志豪工業有限公司	雲林縣虎尾鎮 頂溪里崁腳30號	張松竹 05-6223611	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ● 脫硫設備 ● 儲氣設備 ● 沼氣瓦斯爐 ● 沼氣保溫燈 ✓ 沼氣鍋爐 ● 沼氣加熱爐 ● 其他
霖興機械工業股份有限公司	新北市林口區 工二工業區 工九路14號	汪進興 02-26018639	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ● 脫硫設備 ● 儲氣設備 ● 沼氣瓦斯爐 ● 沼氣保溫燈 ✓ 沼氣鍋爐 ● 沼氣加熱爐 ● 其他

公司名稱	服務據點	聯絡人/聯絡方式	產品種類
濠遠企業有限公司	台中市西屯區 漢翔路1號之7	徐祺程 04-873-8078	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ● 脫硫設備 ✓ 儲氣設備 ● 沼氣瓦斯爐 ✓ 沼氣保溫燈 ✓ 沼氣鍋爐 ● 沼氣加熱爐 ● 其他
妙吉實業有限公司	臺南市佳里區 鎮山里自由街 17巷18號1樓	林小姐 06-7231539	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ● 脫硫設備 ● 儲氣設備 ● 沼氣瓦斯爐 ✓ 沼氣保溫燈 ● 沼氣鍋爐 ● 沼氣加熱爐 ● 其他
日成科技股份有限公司	臺北市中山區 松江路139號 九樓之二	俞銘誠 02-25024072 0932-938059	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ✓ 脫硫設備 ✓ 儲氣設備 ● 沼氣瓦斯爐 ● 沼氣保溫燈 ● 沼氣鍋爐 ● 沼氣加熱爐 ✓ 其他
澄豐環境科技有限公司	桃園市楊梅區 富民街33巷240號	呂政宏 03-2821298	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ✓ 脫硫設備 ● 儲氣設備 ● 沼氣瓦斯爐 ● 沼氣保溫燈 ● 沼氣鍋爐 ● 沼氣加熱爐 ● 其他
宇陽能源科技股份 有限公司	台北市松山區 民生東路3段107 巷6號2樓B室 (台北市瑠公農 田水利會大樓)	方耀華 0937-080805	<ul style="list-style-type: none"> ● 廢水系統 ✓ 脫硫設備 ✓ 儲氣設備 ● 沼氣瓦斯爐 ● 沼氣保溫燈 ● 沼氣鍋爐 ● 沼氣加熱爐 ● 其他
錡原科技股份有限公司	桃園市龜山區鐘 義路3段215巷 16-1號	陶小姐 03-3960236 0975-861333	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 廢水系統 ● 脫硫設備 ● 儲氣設備 ● 沼氣瓦斯爐 ● 沼氣保溫燈 ● 沼氣鍋爐 ● 沼氣加熱爐 ● 其他

十五、參考文獻

- [1] 郭猛德、蕭庭訓(民98年)。沼氣利用技術與實例。台灣省畜產試驗所。
- [2] 郭猛德、蕭庭訓、王政騰(民97年)。養豬三段式廢水與污泥處理技術，29-38頁。台灣畜產試驗所，畜牧半月刊，81。
- [3] Liu AC, Chou CY, Chen LL, Kuo CH (2015). Bacterial community dynamics in a swine wastewater anaerobic reactor revealed by 16S rDNA sequence analysis. *Journal of Biotechnology* 194: 124-131.
- [4] 屏東縣政府環境保護局(民104年)。畜牧糞尿管理的創新作法畜牧肥份利用政策。
- [5] 發電機維修訓練班講義(民84年)。行政院農業委員會。
- [6] S. S. Kapdi, V. K. Vijay, S. K. Rajesh, Rajendra Prasad(2005). Biogas scrubbing, compression and storage: perspective and prospectus in Indian context. *Renewable Energy*, v. 30, 1195-1202.
- [7] 蘇忠楨(民101年)。畜牧業沼氣利用推廣。臺大農業推廣通訊雙月刊，96期。
- [8] 陳文卿、蘇忠楨等人(民100年)。清潔養豬最適化推廣模式及豬糞再利用技術推動計畫期末報告。行政院環保署編印。
- [9] 林佳穎(民105年)。屏東縣五大沼氣發電模式示範觀摩會。中央畜產會，畜產報導，194期，30-33頁。
- [10] 劉國忠(民104年)。主要國家的能源稅、碳稅(二)--日本。中鋼企管顧問公司，能源簡析報告。
- [11] 國家溫室氣體登錄平台，行政院環保署網址
- [12] 周孫有、(民87年)。固定式活性碳吸附床對煙道氣中有機物及重金屬吸附之研究。
- [13] 高敏恆、雷鵬魁(民102年)。抗腐蝕沼氣發電機組件調整之研製與成本分析，213-225頁。農林學報，62卷3期。
- [14] 蘇忠楨(民98年)。畜牧業沼氣生物脫硫系統開發及世界沼氣工廠市場評估，60-72頁。農業生技產業季刊，16期。
- [15] 陳宏市(民100年)。油氣的處理及加工。科學發展，465期，簡自：<https://scitechvista.nat.gov.tw/goto/d7548af0a1f0aa03f7489e5d72f0169699290da4c75d38ba98bf2be97ec0e246.htm>。
- [16] 再生能源電能躉購費率及其計算公式說明(民105年)。行政院能源局。
- [17] 曾逸敦(民105年)。汽車學原理與實務。五南圖書出版公司。
- [18] 黃義杰(民104年)。三相電源。清華大學電動機械系。
- [19] 沼氣用發電機維修手冊。民84年，行政院農業委員會。

- [20] <http://www.mitsubishielectric.com/bu/automotive/products/starter/index.html>
- [21] <https://www.cclcomponents.com/hoppecke-sun-power-vr-m-bloc-12v-76ah-c100-agm-deep-cycle-battery>
- [22] 台灣電力公司再生能源發電可併網容量，民104年，檢自：<http://www.taipower.com.tw/content/announcement/ann01.aspx?BType=24>。
- [23] 工研院環安中心(民89年)。硫化氫毒性安全資料表。
- [24] 鄭鑑鏘(總編輯)(1993)推動養豬戶沼氣利用成果豐碩，畜產專訊，6，3。
取自網址：<https://www.tlri.gov.tw/book/Issue/issue06.htm#2>

十六、附錄

附件 一：

補助名稱	承辦單位	補助要點下載網址
設置厭氧發酵及沼氣發電設備處理小型畜牧場糞尿補助計畫	環保署	http://water.epa.gov.tw/Page1_3.aspx#0
沼液沼渣農地肥份使用	環保署	http://water.epa.gov.tw/Page1_3.aspx#0
沼氣發電系統推廣補助	能源局	http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/law/Content.aspx?menu_id=2029