

# 豐年

## HARVEST

70卷01期 · 2020年1月號 · www.harvest.org.tw

正確放流方法跟著做

龍鬚菜達人李水對

秋刀魚自動化選別及排整系統

## 畜牧業全循環

### 豬糞尿這樣產綠電、變肥分

封面故事

綠能技術，厭氧消化與共消化

水汙染大開釧，養豬業如何逆轉勝

多元管道，協助畜牧糞尿資源化

三沼新視野：新合興、集美、王文曲牧場

ISSN 0017-8195

01



9 770017 819001

定價120元



# 糞尿 · 沼氣 · 綠金三部曲

## 水汙染大開鋤，養豬業這樣逆轉勝

文／劉芝君 人物攝影／李柏儒 圖片提供／工業技術研究院中分院沼氣發電推動計畫辦公室

根據《農業統計年報》所載，2018年臺灣畜產品總產值近新臺幣1,667億元（166,687,025千元），當中養豬產值逾新臺幣700億元（70,359,506千元），高達整體產值42.2%，在21項畜產品類別中強勢掄元。毛豬作為臺灣主力飼養的經濟動物，卻也伴隨大量糞尿廢棄物處理問題，尤其2015年《水污染防治法》<sup>1</sup>修正後，放流水未符標準，最高罰鍰由新臺幣12萬元提高到60萬元，若逕自繞流排放，裁罰額度更從60萬大幅提升到2,000萬元。其次，2017年元月1日起行政院環境保護署（簡稱環保署）再開徵「畜牧業水污染防治費」，就算事業廢水已達排放標準，依舊要繳納。

《水污染防治法》嚴格開鋤，廢水問題成了養豬戶難以遁逃的責任與經營壓力。目前臺灣有95%養豬場建置三段式廢水處理設備（固液分離、厭氧醱酵、好氧處理），若各步驟有確實發揮機能，一來有助事業廢水達放流水標準，二則厭氧醱酵階段所蘊積的沼氣可再利用或轉換成電力躉售，不啻為節流又開源的好途徑。



目前臺灣養豬場以三段式廢水處理為主，但關鍵的淨化水體、沼氣生成階段——厭氧發酵，近半數業者維護沒做好，讓違反放流水標準的案件仍頻傳。對此，沼氣發電推動計畫辦公室（簡稱計畫辦公室）主持人李志杰博士談到，常見厭氧紅泥膠皮（沼氣袋）破損或被颱風吹走，業者也未做更換，或槽內汙泥沒有定期清淤，導致厭氧發酵功能不全甚至停擺，當基本的養豬廢水沉痾無解，更遑論沼氣再利用與發電。

以沼氣再利用與發電為主軸，並一齊帶動畜牧業者從廢水處理到全場經營合法化的計畫辦公室，從2017年成立截至2019年底，已輔導超過600間養豬場廢水改善和沼氣再利用，完成建置沼氣發電有35案、裝置容量達2.8千瓩



沼氣發電推動計畫辦公室主持人李志杰博士，他認為畜牧業要推動沼氣再利用與發電，需要回歸良好的廢水處理。

（MW）。李志杰以一個指標案場為例，其養豬飼養規模約2萬頭，平均每月發電度數約9萬多度，按2020年沼氣躉購費率每度新臺幣5.12元，每月就有近50萬發電收入。不過糞尿想要變綠金，一切還是要回歸最基礎的畜牧廢水處理。

此引導沼氣再利用和發電才有基礎。

### 畜牧廢水處理好， 沼氣量就能大幅增加

三段式廢水處理是指固液分離、厭氧發酵與好氧處理，所謂厭氧發酵，是指微生物在無氧環境中將糞尿等有機質

俯瞰畜牧場的三段式廢水處理設備。20年前臺灣雖曾推動沼氣發電，但因產業鏈尚未成熟，導致成效不彰，今日除技術成熟，相關設備商也到位。



做分解，所以該階段能解決多數的廢水問題。但厭氧設備不好養護、維修成本偏高，是農民眼中「虧錢而非賺錢的投資」，長期接觸農民的李志杰坦言，這也是臺灣近五成養豬場厭氧功能失效或不全的肇因。

事實上農民要投入沼氣發電，前提是廢水處理勢必要符合法令規範，唯有產出每一度電合法化，台灣電力公司才能採購，因此計畫辦公室輔導業者確

實做到各階段汙水處理，不僅有其適法性，當厭氧發酵做到位，沼氣產量才能有效提升，便有餘裕做後續自用甚至躉售，李志杰說，「對具規模的養豬場，會鼓勵做沼氣發電，就算小場，沼氣收集後燃燒熱能，也可以拿去做畜舍的仔豬保溫燈或其他使用，當電費支出減少，自然降低營運成本。」

廢水問題外，臺灣養豬業也屢見超養或違建，因此對有意投入沼氣再利用的業者，也有相關鼓勵性措施，積極輔導畜牧場合法經營。以2018年3月23日修正之《申請農業用地作農業設施容許使用審查辦法》中的禽畜糞尿資源化設施規定為例，禽畜糞尿資源化設施使用的土地面積2公頃以下者，可依容許使用辦法進行審查辦理，改善廢水處理及提高禽畜糞尿資源化之效益。正如李志杰所描述，「不只鼓勵農民做沼氣發電，而是讓整場合法化。」如此不僅有助養豬業升級，業者更能安心將優質養豬場交棒，代代嗣襲，創造產業正向循環。



臺灣養豬場設置三段式廢水處理設備的普及率極高。圖為厭氧發酵設備紅泥沼氣袋，打入空氣的曝氣池為好氧處理。

## 基礎篇

# 畜牧廢水與沼氣的關係？

養豬是農民本業和生計來源，但要順勢推動沼氣發電或再利用，李志杰說應從解決產業需求來借力使力，「和農民溝通時，沼氣發電並不是唯一目標，而是先協助他們解決廢水、豬舍以及土地等各種合法性問題。」其中光是輔導廢水達放流標準，就能大幅提升沼氣量，由

註 1.《水污染防治法》第7條第2項規定，排放廢（污）水應符合放流水標準，違反放流水標準時，處6,000元以上60萬元以下；第18條之1規定，繞流排放者，依水污法第46條之1規定，處6萬元以上2,000萬元以下罰鍰。

進階篇

## 沼氣應「再利用」還是「發電」？

臺灣曾在20年前推動沼氣發電，無奈失敗告終，問題出在兩個關鍵——沼氣脫硫還不完善以及產業鏈未臻成熟。20年後，若有業者想投入沼氣發電，計畫辦公室團隊會走訪畜牧場實地勘察，從輔導經營合法化、水質與沼氣檢測、經營評估、廠商名錄提供等，以一條龍式整合窗口，協助業者找到最佳經營模式。

精準評估沼氣產能，  
產電利潤算得出

早年建置沼氣發電設備，「飼養量」是設計擘畫的依據，但養豬頭數與沼氣產能非絕對的正比關係，飼養模式、廢水處理等都會影響產氣量和效率。錯估設備再加上沼氣發電收益不如預期，前期投資成本不易攤提回收，業者投入意願自然不高。李志杰提到，曾調查一些建置沼氣發電的案場為何不賺錢，不少出在沼氣罄盡而導致運轉率過低，「譬如實際上只有100瓩（kW）的裝置容量，卻架設200瓩的發電機，會出現這種現象，就來自高估產氣量及發電量。」

今日要做沼氣發電，會先以科學儀器檢測厭氧發酵槽的沼氣濃度，直接觀察產能得到精確數據；根據《沼氣再利用（發電）推廣與沼氣發電機操作手

冊》所載，每0.7 m<sup>3</sup>的沼氣可產生1度電，按經濟部能源局公布的2020年再生能源電能躉購費率，生質能項目若有厭氧發酵設備且裝置容量級距1瓩以上，躉購費率每度5.1176元，若符合前述條件的養豬場，假設一天可生產2,000 m<sup>3</sup>沼氣，則每月售電收入約新臺幣44萬元。換句話說，日後養豬場每月能產多少電、帶來多少收入，皆可徹底預測和數

圖為水洗式脫硫設備。沼氣中含有具腐蝕性的硫化氫，極易造成設備損壞，因此脫硫為沼氣發電和再利用時的重要處理步驟。



1 圖為曝氣處理設備。讓空氣通入廢水，增加裡頭的溶氧量，以利好氧菌分解水中的殘餘有機質。  
2 圖為小型的沼氣發電設備系統。關於沼氣發電，包括行政院農業委員會、環境保護署以及經濟部能源局都有相關補助。

據化，如此一來就能推算有利潤可行的建置成本並需要多長攤提時間。李志杰舉例，「假設農戶預計八年後回收，若八年間售電所得640萬，評估建置與維護成本就會在640萬這個額度，畢竟發電設備複雜也較昂貴，要脫硫、發電、併聯和饋線，如果640萬做不起來，建議農民自用就好，沼氣再利用也是節省成本。」

當產業鏈成熟，  
三段式還是兩段式好？

過去臺灣推動沼氣發電躉購難行，

一部分也來自產業鏈不成熟。沼氣發電原理，是讓沼氣於內燃機進行燃燒，再推動發電機來產生電能，早年沼氣設備及技術層次未臻成熟，致使發電機前脫硫<sup>2</sup>與脫水<sup>3</sup>等重點處理步驟付之闕如，從而造成沼氣發電機不穩及設備損壞率高等問題，要維修也求助無門。今日沼氣發電捲土重來，當廢水、畜舍等農業端問題解決後，計畫辦公室也同步整合設備廠商，甚至農民遇到資金問題時也協助尋求政策性貸款，不僅建構產業鏈，也提供農民一條龍式服務。

再者，養豬是臺灣大宗畜牧業，輔以三段式廢水處理普及率高，由此發展沼氣再利用和發電，具備相對優勢；至於國外行之有年的兩段式廢水處理（厭氧發酵、好氧處理），則是糞尿不做固液分離，直接進入槽體，由於固形物多，因此沼氣產量亦豐。李志杰說，三段式屬於廢水處理思維，兩段式則從發電效益出發，但依據臺灣在地條件，若由畜牧場自身主導，他認為仍以三段式為佳，「兩段式因技術門檻、建置與維護成本都高，建議走異業結盟模式，畢竟對農民來說，養豬才是主要收入，沼氣再利用或發電算附屬。」目前臺灣採行兩段式廢水處理大場，包括新合興牧場以及張林素梅畜牧場二場，這兩家皆與能源業者合作，目前也均已併聯發電。

註 2. 沼氣中含有具腐蝕性的硫化氫，若未經脫硫步驟直接進入發電機，容易導致發電機損壞和停擺。

註 3. 沼氣在厭氧發酵過程會產生水分，少了脫水步驟，容易燃燒不全或點火失敗，讓發電機組產生狀況。

## 結論篇

## 電力自用、出售，工程大不同

**仔**細審覈畜牧場規模、沼氣產能以及初期建置成本攤提後，就能評估場內適宜做單純沼氣再利用（如保溫燈、加熱爐、燈爐等），還是發電自用或併聯發電，這些經營模式，複雜程度與所需擴增的設備也有所不同。

## 賣電碰上饋線不足，台電「併內線躉購」研擬中

沼氣發電若僅是回歸場內使用，李志杰說這類自用型設備相對簡單，業者可自行設定電壓，「譬如今天供電到自家畜舍的風扇使用，風扇電壓220伏特，就把發電機設定為220伏特輸出，之後把電直接拉到場內電力系統及需要使用

的電器做串接，簡單來說，只要配線就好。」

沼氣發電若要出售則複雜性高出許多。首先要符合台電採購電力品質<sup>4</sup>標準，業者發電之電壓、電流與諧波的值是否符合台電採購規格，要經過整流，才能賣出。再者台電要取電，就必須布線到畜牧場，倘若今日電力併接點相對近，則工程費用相對少，但多數養豬場地處荒陬僻壤，若真要布線，這筆線路設置費亦為售電的畜牧業者支付；不僅如此，所需饋線容量也和發電量直接相關，因此也會影響到工程費用。

因此要賣電就會涉及線補費、工程費，李志杰說目前再生能源售電常會遇



沼氣發電應評估沼氣產能，再配置適宜的發電機組，以達到良好的發電運轉率。

註 4. 根據台灣電力公司說明，電力品質涵蓋電力系統中的電壓、電流波形及頻率的正常性程度。



養豬場總難逃嫌惡設施的詬病，如何把廢水處理好，除了是沼氣再利用和發電的基礎，更是謀求與外界和解的解決方法之一。

到饋線不足問題，雖台電提出「友善併網」方案且允諾會逐年改善饋線容量及分布，但對於已建置沼氣發電的業者卻顯得緩不濟急，因此近幾年計畫辦公室積極和台電溝通，推動「併內線全額躉售」作為替代方案。所謂「併內線全額躉售」就是指養豬場自用，但台電仍按

每一度電的躉售價格算給業者，藉此減少併外線工程費用的負擔。李志杰解釋該方案優點就是減少雙方成本，對台電能減緩饋線擴增的壓力，同時對農民亦降低了線補費等工程費用支出，稱得上雙贏。

## 沼氣發電外篇：植種汙泥再運用

畜牧廢水處理後產生的汙泥，可作為「植種汙泥再運用」，微生物是廢水處理重要的環節，以工業廢水來說，成分多為無機質，而且偏酸偏鹼，細菌難以存活，所以必須添加許多藥劑進行處理，而養豬場汙泥則富含微生物，因此將養豬場汙泥投入工業廢水中持續改善水質，不僅是畜牧業汙泥極佳去化管道，也能有效處理工業廢水。工業廢水經微生物處理也具備沼氣發電條件，如永豐餘在新屋的沼氣發電場就是一例。目前沼氣發電推動計畫辦公室也成功輔導數個工業廠商投入沼氣發電。

# 我是農民， 我想做沼氣發電

沼氣發電基礎  
Q&A



諮詢／李志杰博士 工業技術研究院中分院沼氣發電推動計畫辦公室主持人 整理／劉芝君

### Q：建置沼氣發電系統安全嗎？應該注意哪些安全事項？

A：目前沼氣發電設備相當先進，尤其沼氣和民生使用的天然氣十分接近，因此只要正常、合理維護操作，安全性沒有太多問題。其次，畜牧場設置沼氣發電設備是在開放空間，實際上比住家更安全，較無氣爆危險。大眾對沼氣會有危險的認知，多數是在下水道。下水道充滿有機質，加上屬於密閉環境，就會形成厭氧發酵與沼氣生成的狀態。由於沼氣主成分為甲烷、硫化氫、氨氣以及微量一氧化碳，其中硫化氫就會造成中毒。一般畜牧場為開放環境，是不太可能造成沼氣中毒的。

### Q：沼氣發電設備操作會很複雜嗎？我只是傳統養豬戶，要怎麼學會操作並且維護？

A：維護沼氣發電設備，應交由專業廠商，目前沼氣發電推動計畫辦公室正積極建構完善的維修體系，將具備維修能力的合格廠商資訊化整合，讓畜牧業者能在網站找到相關廠商。再者，目前沼氣發電設備已經由App管理系統操作，十分簡便。

### Q：我的養豬場規模很小，這樣也能做沼氣發電嗎？

A：實際上，飼養量和沼氣產量無絕對關係，是否適宜做沼氣發電，應以沼氣產量為判斷依據，評估後若發電效益能夠支撐營運，或許能嘗試。

### Q：沼氣發電感覺很複雜，可以從哪邊找到諮詢管道？

A：目前沼氣發電推動計畫辦公室有十分詳盡的資訊，同時也透過地方政府以及養豬協會等民間團體協助宣導資訊，並結合產業團體以及行政院環境保護署，將相關資訊傳播給農民。另一方面每個縣市都有單一窗口，只要農民接洽、有投入沼氣發電的需求，就會現場勘察，先了解場內問題再提供解決方案，並評估適合的發展模式，屆時有資金需求協助，再進行處理。

### Q：政府有沼氣發電的相關補助嗎？

A：進行沼氣發電不僅有行政院農業委員會相關補助，環保署以及經濟部能源局都有補助。有些項目，不同單位會有不同補助金額，辦公室團隊會建議案場適宜的補助申請，但原則是「不能重複補助，但能整合補助」。若今日案場投資成本高，建議整合補助，例如從能源局找到發電機補助，但拿過該項目，就不能從農委會拿到相同項目的補助。再者是總建置成本，所拿到的補貼，不得逾總建置成本的一半金額。譬如總建置成本640萬，拿到整合補助金額就不能超過320萬。



# 肥料用德城作物好收成

清園使用



## 烏綠®

肥進(氮)字第0140070號  
登記成分：  
全氮.....18.0%  
氰氨化鈣.....50.1%  
鹼度.....50.0%

鹼性肥料  
改良酸性土壤

讓您施肥、壞菌、壞蟲  
、雜草，整地清園  
一次完成！

德國原裝進口之鹼性長效氮肥，用於土壤改良、土壤清潔，種植前10-15天和有機肥及基肥一起施用。

小、中果期使用



## 粒粒甜

肥製(鉀)字第 0140011 號  
登記成分：  
水溶性氧化鉀.....30.0%  
水溶性氧化鎂.....10.0%



讓您  
粒粒甜滋滋~

德國生產的天然硫酸鉀鎂礦肥料，富含鉀、鎂，pH值中性，適合在果樹的小、中果期使用，提高果實甜度，增強作物抗性。



德城行有限公司

台中市北屯區北屯路390號10樓之1

電話：(04)2243 1328 傳真：(04)2243 1326

# 畜牧糞尿資源化， 法定期限倒數中

## 三大管道助畜牧業達標

文·製表／劉芝君 圖片提供／行政院農業委員會畜牧處

畜牧糞尿水蘊含氮、磷和有機質，是傳統農耕普遍撷用的一種肥分來源。今日臺灣畜牧業轉向集約飼養，為敦促龐大畜牧廢水排放總量階段性遞減，行政院環境保護署於2017年12月27日頒布修正的《水污染防治措施及檢測申報管理辦法》，其中增訂第46條之1就規定耗水量大的豬、牛畜牧業，應採行糞尿資源化處理措施，盡量降低其逕自排放到水體的情形。

圖為億峯牧場的畜牧糞尿水施灌作業。農委會依《農業事業廢棄物再利用管理辦法》，從2011年始而推動畜牧糞尿水還田處理的個案再利用。



根據《水污染防治措施及檢測申報管理辦法》第46條之1，畜牧糞尿資源化有三種處理措施：第一，依《農業事業廢棄物再利用管理辦法》規定，核准畜牧糞尿水施灌農作個案再利用（下稱個案再利用）；第二，依《水污染防治措施及檢測申報管理辦法》規定，核准沼液、沼渣作為農地肥分使用（下稱沼液沼渣）；第三，經地方政府核准符合放流水標準之廢水，作為植物澆灌（下稱放流水澆灌）。法規上之所以增闢多項資源化蹊徑，目的就是鼓勵畜牧業者能依據自身條件選擇處理措施，讓糞尿資源化能有效落實。

### 肥水映田有實績， 農委會輔導個案再利用

依據我國環保法規，飼養豬、牛



農委會畜牧處汙染防治科施愛燕科長，介紹畜牧糞尿資源化三種處理措施。

的畜牧業者必須裝置三段式廢水處理設備，藉以符合放流水標準，但因規範條件較嚴苛，臺灣畜牧業徹底實踐仍不易。有鑑於此，行政院農業委員會於2009年起，委託農業試驗所展開畜牧糞尿水作為農地肥分的監測試驗，經兩年研究，發現在妥善的施灌和管理應用下，糞尿水對土壤與農作無負面影響，因此依《農業事業廢棄物再利用管理辦法》<sup>1</sup>，從2011年始而推動和輔導畜牧糞尿還田處理的個案再利用。

農委會畜牧處汙染防治科施愛燕科長談到，「所謂『個案再利用』是指每項案子個別審查，依據施灌農作和廢水等性質，邀集專家學者審查，若廢棄物得以再利用，有經過試驗且有具體實績、證明對環境不會有影響，核可後做再利用，後續再進行監測。」

雖「個案再利用」開啟了還肥於田的契機，但因無法規強制性，輔以糞尿水要回歸田地施灌得找到農地配合，再加上過程中衍生的檢驗以及運輸費用，即便環保署在2017年1月1日再開徵畜牧業水污染防治費，「個案再利用」申請率亦是不高，截至2019年12月底，養豬場申請55例、養牛場56例，合計111例。

對此施愛燕從實務面分析，推動畜牧糞尿資源化時若無法規強制性，普遍

圖為簡鼎足畜牧場的畜牧糞尿水施灌作業。申請個案再利用除了施灌前的糞尿水、土壤以及地下水檢驗，還有事後的監測。



來說，由於會增加營業成本，畜牧業者多不會主動申請，「採資源化處理的水量，雖能免徵畜牧業水污染防治費，但運輸糞尿水的費用或是檢測與監測的成本，其實也不少，譬如免徵了1,000元的水污費，但是檢測就要花1萬塊。」但她強調，整體上雖缺少投入誘因，但從農業永續經營觀點卻不啻為正確方向。

### 沼液沼渣施灌農地， 環保署增訂專章以推動

2011年農委會以「個案再利用」推動畜牧糞尿資源化，事實上和環保署戮力於廢水源頭減量排放的政策理念相契，因此2015年時，環保署《水污染防治措施及檢測申報管理辦法》增訂10章之1（規範對象不包含飼養量未達200頭

豬的畜牧業），藉由設立沼液沼渣作為肥分的專章，讓厭氧發酵後的沼液沼渣回歸農地使用於法有據。

儘管兩者脈絡上均是還肥於田，但依循法源不同，「個案再利用」乃依據《廢棄物清理法》相關法令制定，「沼液沼渣」則由《水污染防治法》而來，不同規範下施灌態樣亦有所別，「像『沼液沼渣』可拉管線，『個案再利用』則規定使用槽車，除了密閉式槽車，小發財車載運糞尿桶也可以，只要過程中不要有臭味溢散，液體不要滲漏就好。」施愛燕解釋。

審覈沼液沼渣農地肥分使用專章，明列各種嚴格規範，除了和「個案再利用」相同，都要檢具沼液沼渣<sup>2</sup>、施灌農地區域地下水水質背景值<sup>3</sup>以及施灌農地

註 1. 《廢棄物清理法》第39條規定，再利用的事業廢棄物管理辦法，由中央目的事業主管機關會商中央主管機關、再利用用途目的事業主管機關來訂定。行政院農業委員會為畜牧場之目的事業主管機關，《農業事業廢棄物再利用管理辦法》依《廢棄物清理法》授權所制定。

註 2. 沼液、沼渣檢測報告應包含氫離子濃度指數、導電度、總氮、總磷、銅、鋅等項目。

註 3. 施灌農地區域地下水水質背景值檢測報告，應包含導電度、銨態氮（ $\text{NH}_4^+-\text{N}$ ）或氫氮等項目，以及地下水井座標資料。



土壤品質背景值<sup>4</sup>的相關檢測報告等，也同時規定厭氧發酵設施應能妥善收集沼氣、厭氧發酵天數非草食性動物十天以上，草食性動物五天以上，以及沼液沼渣應在施灌後一小時內完全滲入土壤，且施灌農地表面不得積留沼液等。上述種種讓「沼液沼渣」措施在實踐上相對複雜，不過為有效推動，目前環保署與農委會均有補助政策，未來也冀盼累積相關檢驗和監測數據以利流程簡化。



圖為台原畜牧場的畜牧糞尿水施灌作業。經農業試驗所展開畜牧糞尿水作為農地肥分的監測試驗，經兩年研究，發現在妥善的施灌和管理應用下，糞尿水對土壤與農作無負面影響。

表一、豬、牛糞尿資源化處理措施的三種類型

畜牧糞尿資源化處理措施		
類型	簡稱	內容
1	個案再利用	經農業主管機關依《農業事業廢棄物再利用管理辦法》規定，核准畜牧糞尿水施灌農作個案再利用。
2	沼液沼渣	經農業主管機關依《水污染防治措施及檢測申報管理辦法》規定，核准沼液、沼渣作為農地肥分使用。
3	放流水澆灌	經直轄市、縣（市）主管機關核准輸（運）送符合放流水標準之廢（污）水，作為植物澆灌。

（資料來源／《水污染防治措施及檢測申報管理辦法》）

註 4. 施灌農地土壤品質背景值檢測報告，應包含土壤飽和萃取液導電度、銅、鋅等項目及土壤質地，並以地圖標示採樣地點。

### 肥分到水分， 廣開畜牧糞尿資源化管道

隨《水污染防治措施及檢測申報管理辦法》在2017年12月27日頒布修正，法規已強制飼養豬、牛的畜牧業者應採取糞尿資源化處理措施。根據該法第46條之1，畜牧糞尿資源化措施有「個案再利用」、「沼液沼渣」與「放流水澆灌」三種類型（見表一）；不僅如此，針對畜牧糞尿資源化的處理措施，也明

表二、豬、牛糞尿資源化處理比率以及改善期限

畜牧糞尿資源化相關規範				
畜牧場	畜牧場登記時間	飼養規模	期限	資源化比率（總廢水量）
養豬	2017.12.27前	2,000頭以上	2022年內	5%
		20~2,000頭	2027年內	10%
	2017.12.27後	20頭以上	2025年內	5%
			2029年內	10%
設立時	10%			
養牛	2017.12.27前	500頭以上	2022年內	5%
		40~500頭	2027年內	10%
	2017.12.27後	40頭以上	2025年內	5%
			2029年內	10%
設立時	10%			

（資料來源／《水污染防治措施及檢測申報管理辦法》）

確制定資源化處理比率以及改善期限（見表二），包括該法頒布修正後取得畜牧場登記證者，資源化比率應達總廢水產生量10%；若是頒布修正前取得畜牧場登記證者，按飼養規模有不同資源化處理比率的改善期限，就養豬業者來看，若飼養規模達2,000頭以上，最快2022年就要達法定標準，期限倒數中。

對此施愛燕說，雖然「沼液沼渣」的措施允許拉管線施灌而不強制槽車運輸，相對簡便，但專章制定嚴格的規範步驟，對小型畜牧場來說不一定有利，因此法規還開了別扇門，讓農民可採行「個案再利用」途徑，藉此促成畜牧糞尿資源化的處理，「像是『個案再利用』，農民要灌原廢水也可以，也就是提供了多管道的方式去協助畜牧業者在期限內改善。」

至於畜牧業者該採行哪種方式，施愛燕認為應從設施設備以及畜牧場的條件來酌量，她舉例，若今日農田毗鄰畜牧場卻選擇「個案再利用」措施，依法要找一臺槽車和桶子載運到田地施灌，倒不如「沼液沼渣」措施直接拉管線來得簡便。至於飼養牛隻的畜牧場，由於牛糞纖維多而導致厭氧發酵效果欠佳，難達到「沼液沼渣」規範之標準，所以較多申請「個案再利用」。但實行任何處理措施前提，都是要服膺相對應的法令。

無論「個案再利用」抑或「沼液沼渣」，均是以肥分形態回歸農地，不過《水污染防治措施及檢測申報管理辦法》中的「放流水澆灌」，則是從水分方式達到資源再利用，凡經地方政府核准，其糞尿水處理後符合放流水標準即可施灑於植栽。■

### 1 豬糞尿前處理

三段式：豬糞尿先集中做固液分離，分離後的固形物作為堆肥使用。  
兩段式：豬糞尿不做固液分離，全數進到調節池儲存，以利後續進料。



### 2 厭氧醱酵槽

糞尿原料進入到厭氧醱酵槽後，此階段形成沼氣，廢棄污泥則會沉澱到底部。



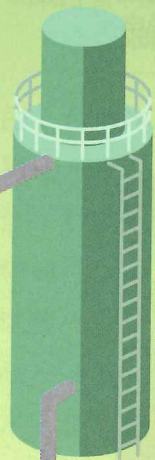
### 3 沼液沼渣

厭氧處理所形成的沼液沼渣，可作為生物性肥料，輸運到農田澆灌。



### 5 脫硫處理

沼氣不僅含高濃度的可燃氣體甲烷，也有二氧化碳、一氧化碳、硫化氫和氫氣等。其中硫化氫為酸性氣體，易酸蝕金屬零件而導致設備損壞，所以沼氣應經脫硫處理。



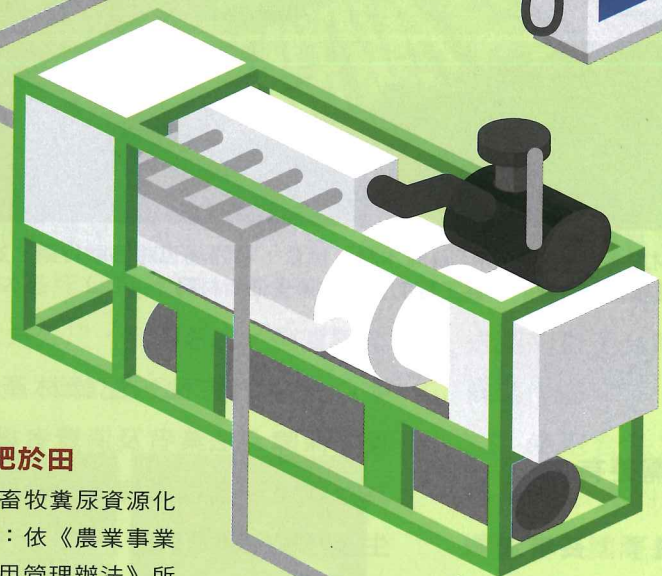
### 6 生質燃料

沼氣純化後幾乎和天然氣無異，能直接進入到天然氣網路系統作為家戶等民生使用。或運輸到加油站、瓦斯車，供給油氣雙燃料引擎的車輛使用，但臺灣目前已轉為油電混合車趨勢，相關設備和載具已不普及。



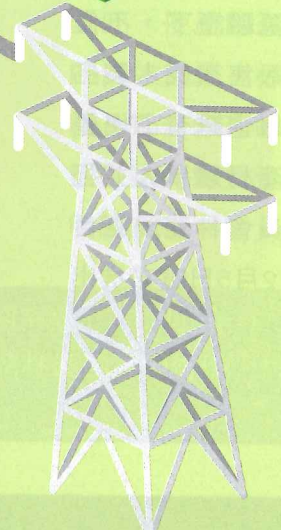
### 7 沼氣發電

若發電引擎為熱電聯產系統（CHP），則沼氣可轉換成電能與熱能兩種能源形式，產生的電能可躉售，熱能則可以回歸厭氧槽保溫等使用。



### 8 併聯發電

農民將沼氣發電的電力，輸送到電力系統。根據沼氣發電與再利用資訊網所載，申請時應注意兩部分：第一，若涉及興建「有固定基礎之農業設施」，需申請農業設施容許使用；第二，沼氣發電機要具備國內外檢驗機構或製造廠出具的證明文件才能售電。



## 豬糞尿，如何化廢為用

臺灣養豬業已普遍設有三段式廢水處理設備，其中厭氧醱酵步驟不僅具備澄清水體作用，還能大量產出可作為能源的沼氣。至於廢水處理後的沼液沼渣，因富含植物生長所需的氮、磷和有機質，適宜作肥分使用；尤其《水污染防治措施及檢測申報管理辦法》規定，飼養豬、牛的畜牧業應採行糞尿資源化處理措施，換句話說，畜牧糞尿所生成的沼液沼渣，必須依法「還肥於田」。

諮詢／李志杰博士  
工業研究院中分院沼氣發電推動計畫辦公室主持人  
文／劉芝君 繪圖／HQ

### 4 還肥於田

臺灣法規對畜牧糞尿資源化有三種處理：依《農業事業廢棄物再利用管理辦法》所核准的個案再利用；按《水污染防治措施及檢測申報管理辦法》，核准沼液、沼渣作為農地肥分使用；或是以放流水作為植物澆灌。



豬肉是臺灣常見的餐桌佳餚，也讓豬肉自給率在我國各式經濟動物中名列前茅。然而，養豬場異味屢遭民眾非議，畜牧場大量產出的糞尿及廢水更是棘手課題，祥圃實業股份有限公司（以下簡稱祥圃實業）旗下的新合興牧場借助學界最新研發的「HyMeTek二階段高效厭氧醱酵技術」，成功運用於養豬場沼氣發電工程，大幅提升產氣量，並於2018年12月與台灣電力公司正式簽約躉售，實踐糞尿變黃金的循環經濟。

## 沼氣發電， 翻轉30年養豬場

新合興牧場，  
新厭氧技術倍增產氣量

文／李婉婷 圖片提供／祥圃實業股份有限公司



祥圃實業於旗下的新合興牧場，建置新一代沼氣發電系統「HyMeTek二階段高效厭氧醱酵」，能有效提升沼氣產量，效能卓越。

臺灣的畜牧業廢水一向為人所詬病，早在20多年前農政單位就曾大力推廣畜牧場進行沼氣發電，卻成效不彰。對此祥圃實業副總經理林陽山表示，當時臺灣沼氣發電技術不足，加上欠缺脫硫設備，以及礙於《再生能源發展條例》規範，讓台電僅以每度電二至三元收購沼氣發電的電力，這種高成本、低

報酬模式，讓養豬業者望之卻步。2011年，祥圃實業因公司業務拓展與經營需求，買下位於南投縣草屯鎮的新合興牧場，但接手後發現有諸多狀況亟待解決，林陽山提到，「當年養豬場其實是快30年的老豬舍，不論場地、設備都因太過老舊而出現問題，尤其糞臭味和廢水處理更是困擾周邊住戶，因此公司一

接手就規畫要全面改建。」

### 千頭豬做沼氣發電， 每年收入上看百萬

翻新工程第一階段先以改善飼養環境為主，全面建立水簾式豬舍，第二階段則是解決臭味與廢水問題。林陽山表示，廢水處理過程需經過厭氧醱酵，沼

氣也隨之而生，沼氣主成分甲烷若不收集利用就會成為溫室氣體，於是沼氣發電的計畫也就由此醞釀。祥圃實業開始與亞洲氫能商討籌建事宜，並得知逢甲大學綠能科技暨生技產業發展研究中心已研發新一代沼氣發電系統——HyMeTek二階段高效厭氧醱酵技術，能有效提升沼氣產量，效能卓越。祥圃實業投入資

金，導入新技術建置沼氣發電設備，耗時兩年半時間，新合興牧場不僅解決臭味及廢水困擾，豬糞尿生成的沼氣更轉化為電力躉售給台灣電力公司。

關於二階段高效厭氧發酵，林陽山解釋，「廢水進入厭氧發酵槽後，厭氧發酵前先有酸化期產出氫氣，此時會儲放於前厭氧發酵槽，接著再產出甲烷，儲放於主厭氧發酵槽。」將氫氣與甲烷分兩階段處理，隨後再行脫硫作用，送往發電機轉化為電力使用，整個沼氣發電即完成。事實上新合興牧場登記規模約1,988頭豬，園區內實際飼養約1,500頭豬，數量不算龐大，不過在工業技術研究院中分院與行政院農業委員會畜產試驗所的協助監測下，現行啟用的二階段



祥圃實業為擴大經營而接手了歷史近30年、位於南投的新合興牧場。當時為改善廢水處理問題和汰換老舊設備，進行大規模翻修工程。

高效厭氧技術，沼氣產量相較一般三段式廢水處理設備可高出3~5倍、效能也較佳，讓每年售電收入將近百萬元。

最初籌建時，由於新一代沼氣發電系統僅於學術實驗，商業運用未有實例可循，多數營造廠商意願不高，經歷多次波折最終才與瑞助營造共同合作，但新技術與設備無從確認好壞，當時只能且戰且走，對此林陽山提及，「整個建置過程，大概每個禮拜都跟學校、工



整修竣工後的新合興牧場，豬舍環境整潔明亮，雖豬隻實際飼養量僅1,500多頭，但因新一代厭氧發酵技術，讓沼氣發電效率大增，每年售電收入將近百萬元。



祥圃實業副總經理林陽山。他在公司旗下的良作工場介紹這套沼氣發電設備，全賴產官學研的多方合作。（攝影／陳建豪）

程團隊一起開會，維持有七、八個月時間，設計圖是邊做邊改，改了不知道多少次。」再者，施工期間豬場仍維持營運，所以每天持續有廢水產生，除了暫時降低清洗豬舍的次數，工程也分階段施作，以便新舊設備輪替使用。新合興牧場的沼氣發電設備雖已竣工，但祥圃實業、逢甲大學、亞洲氫能以及瑞助營造仍秉持研究開發精神持續優化，並希望降低建置成本，讓其他小型養豬場也能應用相關技術。

### 二階段高效厭氧發酵技術，產氣效能極大化

目前臺灣養豬場大多採三段式廢水

處理，根據2017年11月號《台糖通訊》所載，三段式廢水處理是將豬糞尿以及沖洗豬舍的廢水先經「固液分離」，此步驟可減少廢水中的有機質含量，降低水處理負擔；接著，固體可作堆肥，液體則進入厭氧槽、曝氣池，最後再到沉澱池去除顆粒，水質合乎法規標準後再排放。相較三段式著重廢水處理，為有效利用豬糞以生產沼氣，二階段高效厭氧發酵技術主要偏向將氣體效能最大化，兩者目的不同，流程亦略有差異。

新合興牧場的二階段高效厭氧發酵，不經固液分離直接進入厭氧槽攪拌，接著氣體進入脫硫作用，剩餘的沼液沼渣則依序進入初沉池、曝氣池、終

沉池後排放。此外，二階段的厭氧槽分別建置前厭氧發酵槽（產氫）、主厭氧發酵槽（甲烷），兩者相加的氫烷氣不僅讓能源回收效率更佳，也提高了燃燒效能，再加上客製化設計的攪拌構造，可定時、定速、全方位攪拌，藉此提高產值與效能。新合興牧場新一代沼氣發電設備完工後，目前每年可產約6萬5,000度電躉售台電，全賴產、官、學、研多方合作。

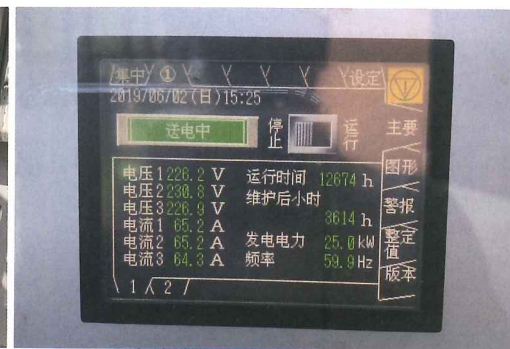
不過林陽山坦言，「目前試行結果，依數據分析的確與預期效果相近，但還需要持續監測、觀察與調整。」談及二階段新技術可能有的風險時，他說現階段的畜牧場如同實驗室，還需要長

時間的實驗與評估，確保流程中的每個細節皆能發揮最大功能。

### 沼液沼渣回歸農田， 致力創造零廢棄

畜牧糞尿經厭氧發酵後，除了產生沼氣，剩餘的廢水仍含有豐富養分及肥分，亦可作為資源，回歸農田循環再利用，林陽山表示，新合興牧場現正向地方環保機關提出沼液沼渣澆灌再利用的申請，目前已進入審查階段。

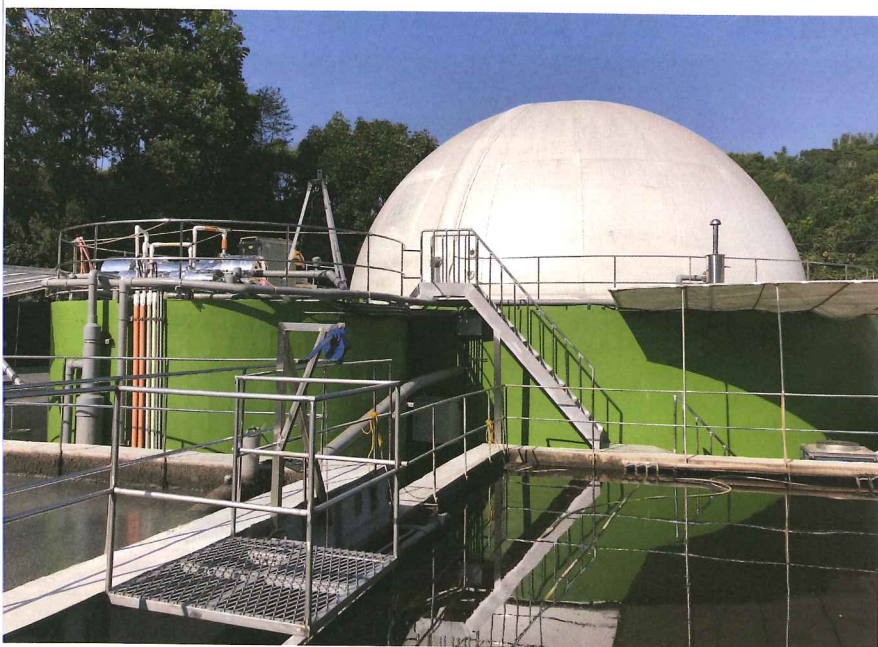
牧場現飼養約1,500多頭豬，以每頭豬每日產生20~30公升廢水來看，初估若申請通過，每日約有40~60公噸的沼液沼渣供農地施肥使用，一方面取代化



左圖為脫硫設備，將沼氣中具有腐蝕性的硫化氫去除。右圖為發電機面板。

學肥料保護土壤生態，一方面致力做到零汙染、零廢棄的循環經濟。不過，由於環保署規定1公頃農地，只容許1,000~1,500公升廢水量做澆灌，除非能找到大規模農場合作，否則就得多方溝通，加上沼液沼渣澆灌屬新興施肥方式，多數農民對此仍有疑慮，增加申請執行的困難，新合興牧場也在多次碰壁後，才找到沼液沼渣澆灌合作的農園。

林陽山也透露，與農園合作變數多，加上申請行政程序繁複，目前已有計畫比照飼養牛隻的畜牧場製作牧草模式，正尋覓適合農地預計自種牧草，新鮮草料的膳食纖維可幫助豬隻消化，產出的沼液沼渣亦可自行澆灌利用，省去媒合與溝通成本。生物經濟已是全球發展潮流，加上臺灣養豬業蓬勃，若能善加運用沼氣、沼液、沼渣資源，必將更友善環境、提升產業競爭力，新合興牧場從廢棄資源中成功覓得商機，善盡企業社會責任之餘，也讓人對在地農業循環經濟有了美好藍圖。■



新合興牧場的兩階段厭氧槽分別建置前厭氧發酵槽（氫氣）、主厭氧發酵槽（甲烷），兩者相加的氫烷氣讓能源回收效率更佳，再加上客製化設計的攪拌構造，可定時、定速、全方位攪拌，智能化管理。

上圖為厭氧發酵槽細部，  
下圖為沉砂與排砂裝置。



祥園實業旗下的良作工場以觀光工廠概念打造，目前並進行共消化實驗。（攝影／陳建豪）

# 良作工場的厭氧共消化實驗

## 廚餘混合下腳料，延伸發電可行性

文／李婉婷 攝影／陳建豪

厭氧發酵將畜禽廢棄物所產出的沼氣轉化為甲烷，進一步提供燃燒與發電需求，除了新一代沼氣發電技術，目前「共消化技術」也是提升沼氣產量的另一個途徑，藉著農業副產物及廚餘等共同進行厭氧發酵，如此綠能循環，可望一舉解決垃圾與能源問題。事實上，祥圃實業與逢甲大學綠能中心正攜手合作，於祥圃實業旗下的良作工場旁，進行廚餘和肉品下腳料資源化的產學合作與實驗，嘗試更具產能的沼氣生產方式。



良作工場旁的小型兩段式厭氧發酵設備，利用肉品分切後的下腳料結合廚餘展開共消化實驗，試圖找出更高的沼氣產生方法。

位在雲林縣的良作工場由廢棄罐頭工廠改建而來，儼如穀倉的建築其實是一間農業為主題的觀光工廠。



### 成分複雜影響發酵作用， 調整菌種數量再出發

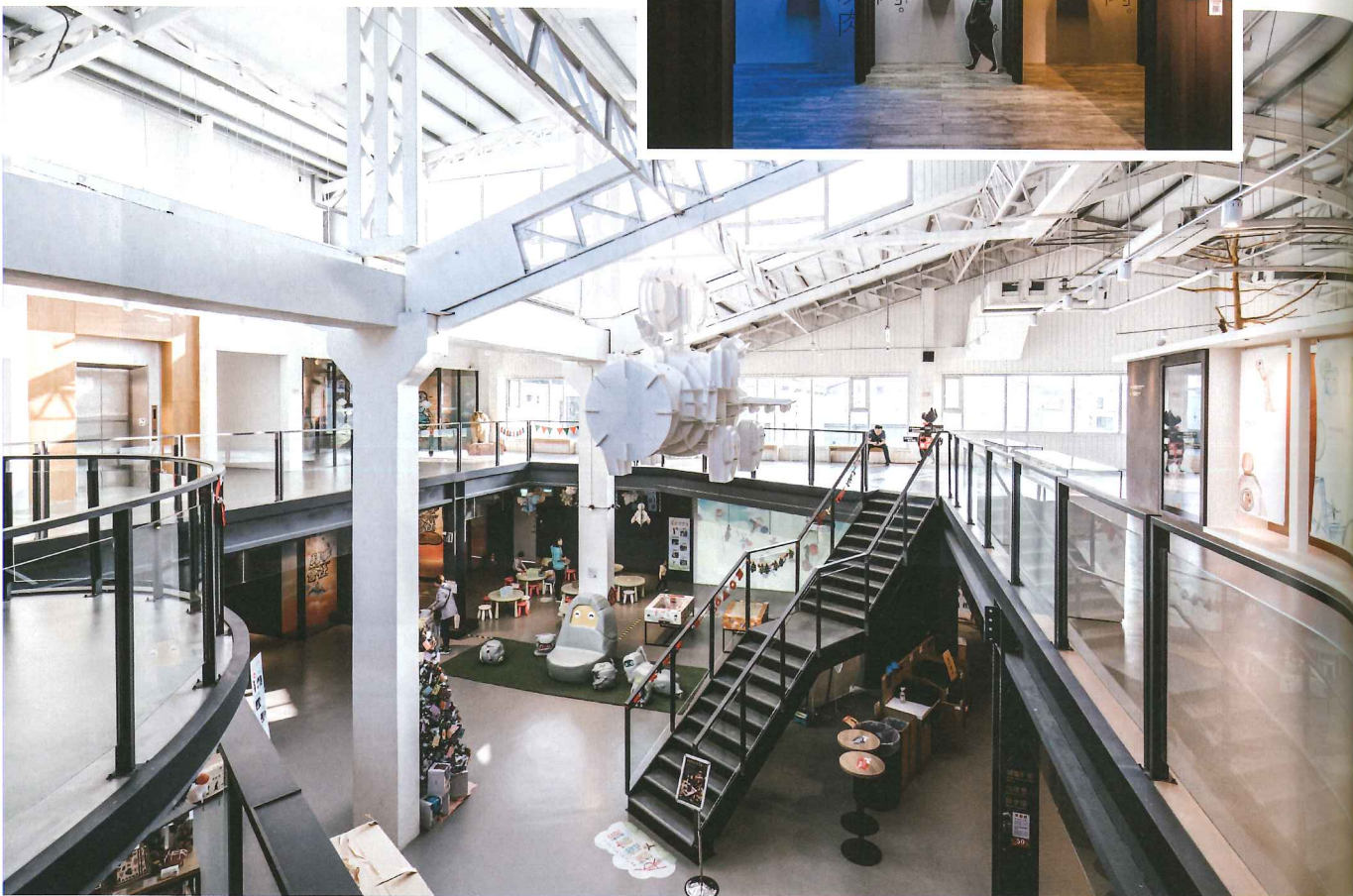
非洲豬瘟尚未爆發之際，臺灣超過六成廚餘作為養豬之用，僅少部分堆肥。隨非洲豬瘟疫情加劇，政府一方面嚴格稽查廚餘養豬業者必須將廚餘高溫蒸煮（維持中心溫度90°C且蒸煮一小時以上），同時也積極輔導廚餘養豬退場。然而防堵疫病傳播同時，廚餘去化也成了另一個問題。

有鑑於國外諸多以廢棄物轉化為綠電的成功案例，農業與廚餘廢棄物進入「沼氣發電」的資源循環體系成了發展目標之一；2018年新合興牧場的發電系統改建完成後，綠能中心尚有一套小型的兩階段厭氧發酵系統可利用，祥圃實業副總經理林陽山表示，良作工場是祥圃實業的肉品分切工廠，也是一間以豬肉為主題的觀光工廠，每日餐廳幾乎都有廚餘和工廠作業剩餘的下腳料產生，既然都要處理，那麼，何不與學校合作試試看沼氣產量研究？2019年10月正式進入實驗階段，除了有機質不同，廚餘與下腳料必須先以絞碎機絞碎的前置作業外，其餘流程與新合興牧場的沼氣發



- 1 良作工場將肉品分切後，下腳料廢棄物則會絞碎處理以利後續厭氧發酵。
- 2 利用這套設備進行實驗後，發現沼氣產量過低，發酵成果不彰估計是廚餘成分複雜、下腳料肥肉比多所致。

良作工場內部規畫餐廳、文創館以及肉品分切作業區等，具有休閒遊憩和知識學習等寓教於樂的機能。



電過程幾乎一致，實驗期間，下腳料、廚餘都曾試驗，但沼氣量結果少之又少，不如預期。

沼氣不足推估恐為廚餘成分過於複雜、下腳料肥肉比多，鹽、油含量過高，影響了醱酵作用所致，目前良作工場實驗用的厭氧菌取自畜牧場槽體內，「接下來我們會先從調整菌種數量來試

驗，甚至不排除自己養菌的可能。」林陽山解釋。跟隨著林陽山的腳步踏訪良作工場每一隅，很難想像這棟綠建築前身是廢棄的罐頭工廠，雖然產學合作下的這條實驗之路，如同當初改造這棟廢墟般，還有許多挑戰與難關需要逐一破解，冀盼惱人的農業廢棄物將可轉換其價值，成為產業鏈中可貴的能源。■



農友牌

台肥硫酸鉀型 **金旺** 特43號

有機質複合肥料

成分：15-15-15-2-50

100%純硫酸鉀配方，提升品質！

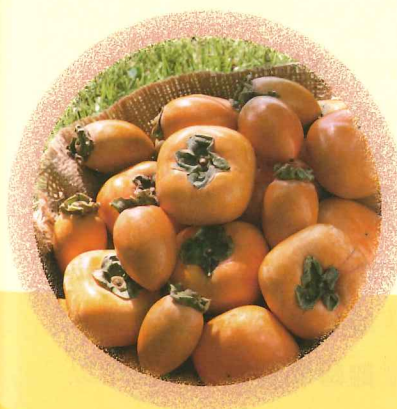
品目：雜項複合肥料(6-05)

肥料登記證字號：肥製(複)字第0792047號

登記成分：登記成份：全氮(N)：15% (內含銨態氮：9%，內含硝酸態氮：6%)，全磷酐：15%，全氧化鉀：15%，檸檬酸溶性氧化鎂：2%，有機質：50%

使用說明：

1. 本品為硝磷基製程產品，具易溶解、吸收快等特性。
2. 以硫酸鉀為鉀肥原料，且三要素含量均衡，可提供作物全期生長所需，適合不耐氯作物如菸草、馬鈴薯及葡萄等施用。
3. 含作物生長必須之次要鎂元素，並同時補充鈣及硫。
4. 含泥炭等有機質50%。
5. 本品建議直接施用於土壤中，施肥後覆土以減少流失。
6. 開袋後應儘速用完，倘有剩餘，將袋口紮緊，勿使吸潮。
7. 本品須貯存於室內乾燥通風之處。如有潮濕粘成團粒時，並不影響肥效，可揉碎使用。
8. 禁止用於食品。



台灣肥料股份有限公司

服務電話：0800-883300

近幾年政府大力推動綠色農業，在畜牧產業方面，「豬糞尿」如何循環再利用是一大重點。養豬產生的豬糞尿排泄物，經過汙水處理以及厭氧醱酵的技術後生成「沼液沼渣」和「沼氣」，「沼液沼渣」能提供給農民作為田間肥分使用，「沼氣」則可產生電能出售，作為畜牧場額外收入來源。

## 綠色養豬業， 實踐循環經濟

集美牧場，  
把豬糞尿化成能源和有機肥

文／段雅馨 攝影／李文揚 採訪協助／雲林縣環境保護局



集美牧場內的厭氧醱酵設備，收集沼氣的紅泥沼氣袋成行排列，視覺感頗為壯觀。

位於雲林縣麥寮鄉的集美牧場，在兩年前開始投入畜牧場的糞尿再利用，集美牧場負責人林容達爽朗表示，「你們要問什麼，我通通都告訴你們。」從飼養豬隻、排泄物醱酵、提供肥分給農民，通通靠著自己一條龍完成，對於畜牧場綠化經驗，絕不藏私。面對綠色農業的前景，他抱持樂觀態度，也以過

來人身分提供諸多寶貴建議。

### 豬糞尿成田間有機肥， 沼氣產電獲得額外收入

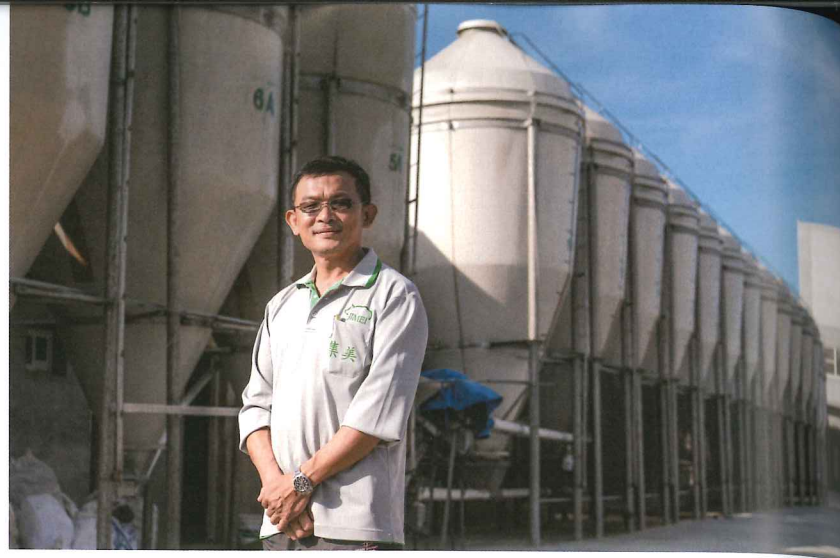
把豬隻糞尿汙水進行再利用的步驟，得先經過「固液分離」，將豬毛、石頭顆粒等無法醱酵的廢棄物，與可以醱酵使用的液態區分開來。分離後的排

泄液體流入「調整池」，此階段作用在於調節排泄液體進入醱酵槽的速度，穩定醱酵效能。之後進到「醱酵槽」進行厭氧醱酵，在這個階段當中，會形成「沼氣」及「沼液沼渣」兩個部分，沼氣結合發電相關設備後可拿來發電；而沼液沼渣經過層層過濾後，一部分提供農民作田間肥分，一部分拿來清洗豬舍

再利用，其他則是依照汙水程序與標準排放掉。

林容達進一步解釋，不同的豬舍設備，產生出來的沼液沼渣也不盡相同，像是高床式的豬舍，豬糞尿不用透過沖洗，即自動往下收集成堆，所以濃度就會較高；若是一般用水柱沖洗糞便尿的豬舍，水分則會稀釋掉豬糞尿，相對





林容達佇立於自家畜牧場的飼料塔前。

來說濃度就會較低。談到目前的實踐情形，林容達表示，過往集美牧場就會提供豬糞尿給農民田間作肥，現在以沼液沼渣作為肥分的形態，也逐漸和一些農友配合。

至於目前粗估沼氣發電量，5,000頭豬隻最終能產生約50瓩（kW）的發電量，1萬頭豬隻發電量則有100瓩。擁有約5,000頭豬、七個場區的集美牧場，備有四套綠能發電設備，以每場一小時發電量230瓩、每日運作20小時來計算的話（四小時預估為停機休息或是營運檢查時間），預估未來每日每一場可以產生4,600瓩的電能，也就是說，若是發

電相關設備建置完畢後，集美牧場每日可生產約1萬8,000瓩的電能。林容達表示，未來產電將統一販售給台灣電力公司，不做場內自行使用。如此一來，畜牧場則不用額外加裝電流轉換設備，也能穩定獲得額外售電收入。



位在雲林縣麥寮鄉的集美牧場頗具規模，估計日後沼氣發電將全數躉售。

## 沼液沼渣肥分要普及，施用SOP是關鍵

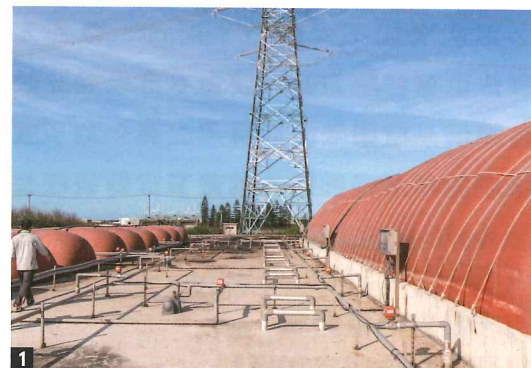
問及發展豬糞尿資源化的過程是否遭遇困難，林容達表示對於畜牧場來說，其實前端的汙水處理以及後續的發電設備並不算太複雜，只要依照流程與運作建議，基本上不會有太大問題。但他坦言，畜牧場產出的沼液沼渣要作為田間肥分使用，最大阻礙其實在於「說服農民」。

他進一步解釋，目前農民使用肥料皆已有「定性定量」的規則，意即每公頃田地應施灑多少肥料都已計算妥當，農民僅需按此規則，基本上作物生長情形都差不了太多。然而沼液沼渣有機肥仍屬推動階段，目前尚無法羅列一套標準規則供農民參考。「現在有些農民都還在媒合，因為沒有定性定量而不放心，即便想要用，也會因為抓不到標準、怕麻煩而遲疑卻步。」林容達直指問題核心。

對農民來說，「方便」和「省成本」是決定使用新產品與否的兩大因素。在推廣階段的沼液沼渣有機肥，目前免費提供給農民試用，暫時在「省成本」這方面達到了農民的需求。不過，若是沒有趕緊累積數據，分析並訂定出標準化的使用SOP，未來推廣也勢必窒礙難行。林容達表示農民雖能依據作物成長情況，判斷是否要下多一點肥分，

但農民光是基本的田間管理都很吃緊，實在無心慢慢試驗新的沼液沼渣效果如何。林容達坦言，「如果畜牧場夠大而且真的做起來了，前端的協助都是小事。目前真正需要積極投入的，是農民使用的落實層面，而這部分需要更多農政單位的研究分析以及宣導。」

至於畜牧業者的立場，每日忙於養豬和發電事宜，也無餘裕時間一一和農民溝通推廣，林容達直言，「真的需要學術單位和專業人員幫忙。」包含分析



1 一般厭氧醱酵槽的攪拌系統為大型螺旋槳，再伸入攪拌槽運作。為降低成本並方便維修，集美牧場自行規畫系統，在醱酵槽內設置管線，讓汙水流入同時也自行翻攪和循環，不讓重物沉降至底。

2 集美牧場中的固液分離處理設備。



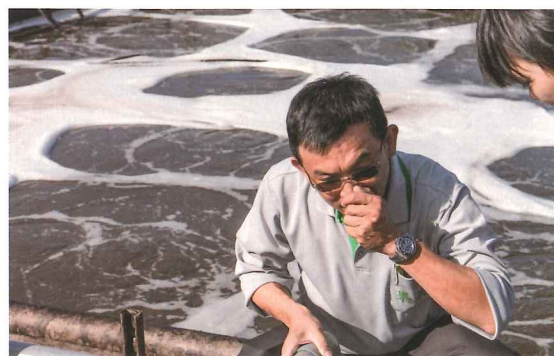
集美牧場採用三段式廢水處理，圖為場內設備景觀。

肥分中的氮磷鉀含量、多少面積配比多少肥分、什麼樣的作物建議投入多少肥分等，若能制定一套「施肥標準SOP」，必定能增加不少助力。再者，雖各方農會也有意願，但因農會本身也需要販售肥料，積極度並沒有那麼高。為了讓綠能農業走得長遠，落實下行到執行基層，會是農政單位接續應著力之處。

### 有志發展沼氣發電， 應審慎評估成本和獲利

林容達對自家牧場發展沼氣發電有

問必答，聊起要成功發展綠能的關鍵為何？他斬釘截鐵地回答，「成本，成本真的太高。」首先是金錢方面的成本，以集美牧場為例，200瓩的發電機一臺要價2,000萬，雖然行政院農業委員會以及行政院環境保護署可補助到45%，但整體建置成本依舊可觀。再來是人力成本，臺灣綠能產業尚屬萌芽階段，前人經驗少，必須投入更多的心力去了解甚至開發。林容達認為，儘管畜牧業者有意願便可投入沼氣發電，但他仍建議，豬隻飼養量至少達5,000頭的規模再投



林容達蹲在曝氣池邊，介紹畜牧場如何處理廢水，以及將豬隻糞尿徹底資源化再利用的流程。



集美牧場裡的沼氣發電系統。根據畜牧場豬隻飼養量，估計每日可生產約1萬8,000度的電能。

曝氣池。經過厭氧發酵後的汙水再經過好氧處理，將裡頭殘餘的有機質再次降解。



入，無論是管理、研發以及資本上會較有餘裕應對。

在實際操作方面，林容達也給出明確的建議——攪拌。排泄汙水在進到厭氧發酵槽之後，需要經過約莫十天的時間才會進到下一個階段，在這過程中，重物會沉降，若是未經攪拌的話，接觸發酵面積就會逐漸下沉至底，發酵成果也會變得不佳。因此他特別強調，「攪拌，一定要攪拌。」

一般來說，攪拌系統會設計成一個大型的螺旋槳，伸入攪拌槽運作。不過，林容達設想，螺旋槳式的攪拌系統成本相對高昂，再加上設備維修得深入槽內，有諸多不便，於是他設計出符合自己牧場需求的一套攪拌系統，在發酵槽內設置管線，讓排泄汙水流入的同時也自行翻攪、循環，不讓重物沉降至底。尤其是這套操作系統無須進入槽內，舉凡設定和維修皆可在槽外進行，

符合經濟效益，也達到發酵所需的攪拌條件。

在管理方面，集美牧場的營運大致上可以分為三大部分。一部分是行政，交由代書負責協助處理綠能執照相關的事宜；一部分專注在發酵槽體，負責發酵槽的研究以及設計，再委外給工程廠商執行建造；再來則是發電，這部分就交由發電專業公司，處理發電機、產電轉換系統等所有事項。

講了不少聽來關卡重重的「眉角」，雙手比畫講解排泄汙水流程的林容達仍帶著興奮地口吻說道，「不會啦，我對這個（綠能產業）還是很很有信心的，臺灣一定做得起來。」距離畜牧場不遠處有一片蔥綠盎然的牛蒡田，裡頭就施灑了來自集美牧場的沼液沼渣有機肥，林容達放望著場內縝密有序的設備，心中對於綠色農業的前景，始終樂觀以待。■

## 省去重複叫肥，田間使用更方便

### 沼液沼渣施灌，省麻煩、標準化為推廣關鍵

文／段雅馨 攝影／李文揚 採訪協助／雲林縣環境保護局

畜牧糞尿廢棄物經厭氧醱酵後生成沼液沼渣，能提供給農民作為有機肥澆灌使用。吳西田的牛蒡田毗鄰集美牧場，過去使用的肥分就是集美牧場的豬糞，由於田區接近集美牧場的排泄汙水處理區，運送沼液沼渣方便，是目前轉換使用沼液沼渣有機肥澆灌的農民之一。

吳西田的太太吳許綉雲表示，沼液沼渣相對一般肥料臭味降低許多，是一大優點。若是能在操作上更便利，例如提供定性定量的參考，或是省去翻土的程序，也許能吸引更多農友嘗試，有利於推廣沼液沼渣有機肥。

#### 換肥使用兩大誘因： 省錢、省麻煩

從豬糞肥換到沼液沼渣肥，問吳

許綉雲為什麼想要試試看沼液沼渣肥？她一語點破，「沒有為什麼，有肥就用啊！」坐在一旁、看著父母親務農長大的吳許綉雲兒子補充，對於農民來說，只要有肥分且助益作物生長，無論哪種肥分，基本上他們都會參考、使用，問題點在於是否有充分的替代優勢，而其中的關鍵為「省錢」和「省麻煩」。

以吳家的牛蒡田為例，面積1甲的牛蒡田在肥料花費上平均每期（五個月）

吳家面積1甲的牛蒡田因毗鄰集美牧場，地利之便，叫肥簡單。



約為4萬塊，目前為了推廣沼液沼渣有機肥而免費提供農民試用，「這樣我們就省了4萬塊。」吳許綉雲說道。省去更多的肥料錢，就是吸引農友嘗試的一個誘因。此外，省麻煩是另一重點，更是推廣過程中最難突破的關卡。

吳家牛蒡田因鄰近集美牧場，向集美「叫肥」下單沼液沼渣肥相對方便，甚至就近直接澆灌即可，吳許綉雲一派輕鬆地說：「肥分不夠，就再下肥啊。」從牧場到農田的肥料提供聽來簡易便利，不過要推廣至更多農田，沒有定性定量的數據供農友在一開始「叫肥」時參考，可能就會產生「來回叫肥」的情形，對於農友來說，就會覺得麻煩而卻步、不想嘗試。

另外，沼液沼渣肥的使用，目前農政單位規定為「下肥之後必須翻土」，

以降低澆灌肥料後飄散異味的風險。不過，林容達解釋，其實沼液沼渣肥料澆灌後，不用經過翻土程序就可以沉入土壤中，當作基底肥。如果能夠除去翻土步驟，替農民省去一道麻煩，或許也能提高農民使用沼液沼渣肥的意願。

#### 操作守則標準化， 推廣最終關鍵

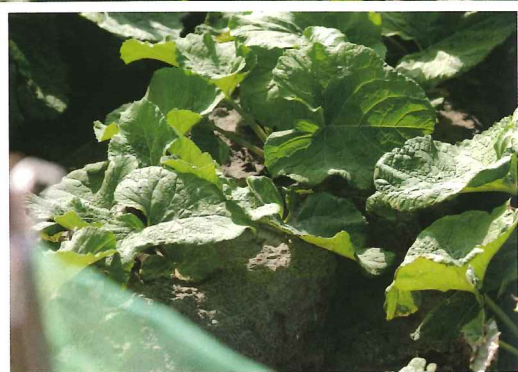
至於使用沼液沼渣施肥，作物生長成效如何？吳許綉雲表示，「（牛蒡）好像有長得比較大。」不過，因為沒有操作標準可供對照，尚難以斷言農作物生長與沼液沼渣肥的因果關聯。談論到操作標準，林容達以「運送」的角度說明訂定依據的重要性。他解釋，目前雲林縣是以槽車運送沼液沼渣肥，政府在購買槽車方面會補助部分金額給畜牧

吳西田的牛蒡田接近集美牧場的排泄汙水處理區，運送沼液沼渣方便，是轉換使用有機肥澆灌的農民之一。





牛蒡田細部。對農民來說，施肥無非希望作物生長得更好，使用沼液沼渣有利作物生長又能省下肥料成本，是吸引農民採行的誘因。



場，不過運送成本則是由畜牧場自行負擔。林容達表示，「養豬本來就要處理豬糞尿，這個（運費）原本就是該由養豬戶承擔。如果農民使用反應好的話，再收取一點點的費用來補貼油錢。」但目前仍卡在沒有操作守則，許多農民不敢嘗試，因此運費仍是畜牧場自行吸收。

無論從農民的使用習慣觀察，或是從畜牧場的角度檢視，「定性定量」、

「標準化」、「操作守則」是持續出現的關鍵字。找出一套參考依據後，才能帶動農民願意嘗試，畜牧場向農民酌收運費，再將此資源投入場區廢棄物處理，如此一來，綠能產業才得以持續發展，讓畜牧業有效升級。■



# 岡恒 okatsuna 高級園藝工具

日本製造原裝進口，業界第一領導品牌 **堅固 銳利 耐用**

請認明刀刃正反兩面刻有**岡恒**與**A級**字樣以及本頁所示之包裝  
**NO.209**生花鋏**藍黑色**包裝為**水貨**，請認清外盒再購買



剪定鋏

No.101・No.103  
皮套・No.108 (一支裝)  
・No.109 (二支裝)



剪定鋸

No.105、No.107  
No.110



刈込鋏

No.204、No.205  
No.217(短柄)



採果鋏

No.301  
(反刃)



芽切鋏

No.304 No.307



植木鋏

No.201



盆栽鋏

No.206



松葉鋏

No.207



生花鋏

No.209



ステンレス生花鋏

No.215-S

### 罈仔牌(西垣牌)



N-138、N-110

高枝採收鋏



關刀鋸

N-763  
(6.5M)



高速バリカン

### 美貴久接木刀



接木刀  
No.25  
(120MM)



No.28  
(24MM・30MM)



M-100R

### 近正牌



B-300SU  
(ステンレス)

葡萄剪



KGP-2000A  
(全長2M、不伸縮、附鋸)

高枝採收鋏



伸縮刈込鋏

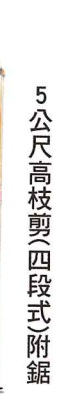
No.815  
No.1000  
No.1200

### 加馬喜牌



伸縮高枝採收鋏

1470A  
(4M)



5公尺高枝剪(四段式)附鋸

No.1000-DXA

因為堅持  
所以最好

岡恒牌總代理：

新高貿易股份有限公司

<https://www.facebook.com/okatsuna>

台北市峨眉街68號3樓  
郵撥儲金 台北市0015195-5  
TEL: (02) 2331-4190

發跡雲林縣土庫鎮的王文曲種畜場，投入養豬事業近35年，歷經不斷革新而成為蜚聲臺灣的種豬場。然而無數評鑑冠軍背後，王文曲種畜場卻是從不起眼之處著手，一路走來默默落實環保政策，從早期建構三段式廢水處理系統，如今又配合沼液沼渣肥分資源化政策，把令人頭痛的豬糞尿汙染問題，扭轉成為助益農牧生產的利器，幫傳統畜牧業，找到養豬戶、農民、環境的三贏之道。

## 用三沼創三贏 養豬、育農、護環境

王文曲種畜場，環保先鋒的沼氣再利用

文／李佳芳 攝影／劉人傑 採訪協助／雲林縣環境保護局

來到雲林冠軍種豬場「王文曲種畜場」，辦公室牆堵上滿滿掛著金牌與獎狀，全是種豬體型評鑑第一名的表揚。身為歷史悠久的種豬場，王文曲種畜場不僅走在畜牧業的前端，環保觀念更是不落人後。20多年前，牧場創辦人王文曲順應行政院農業委員會推行畜牧場汙染防治政策，首先導入糞尿廢水處

理設備，並逐漸吸收新技術，把生成的沼氣拉管到養豬場，當成仔豬保溫燈燃料，為養豬事業挹注永續環境思維。

經過多年營運，有了第二代經營者王銘儀兄弟的新血加入，王文曲種畜場也把豬糞尿處理過程產生的「三沼」（沼氣、沼液、沼渣），回收再利用成為燃料與肥料，成為裨益養豬場與農民

圖為畜舍保溫燈，利用沼氣燃燒供應熱能。王文曲種畜場將三段式廢水處理設備配合沼氣燃燒系統，產氣量可供應兩棟畜舍的保溫燈。

的副產品。談起三沼再利用，王銘儀說，「回收再利用並非新觀念，早在父親時代就有不少人做，只不過當時技術不純熟，沼氣常常燃燒到半夜就熄火。」由於失敗率高，養豬戶逐一放棄，但當年王文曲卻依舊堅持。

在不斷地揣摩與研究之下，王銘儀兄弟接手養豬事業後，一步步改善原有

的設備，將三段式廢水處理系統配合沼氣燃燒系統，目前生產沼氣量已足夠點燃兩棟畜舍各18盞保溫燈，成為王文曲種畜場培育健康仔豬的最大利器。「換算下來，一年大約可省下20萬電費！」積少成多的可觀費用，不啻是廢水變黃金的最佳佐證。



王文曲種畜場第二代經營者王銘儀。他在自家畜牧場的厭氧發酵槽前，講述養豬場沼氣再利用的情形。

### 三段處理澄淨水體， 厭氧發酵除臭、好氧發酵去汙

厭氧發酵技術上，王文曲種畜場仍採用傳統的三段式廢水處理系統，所有豬糞尿先集中到固液分離槽，接著進入三段式汙水處理設備後，固體就沉下汙泥床發酵成為沼渣，而液體則進入厭氧



王文曲種畜場投入養豬事業逾30年，不僅是臺灣知名的種豬飼養業者，政府推動的環保政策也全力配合與落實。

池與曝氣池，透過微生物澄清處理，並生成可燃的沼氣。

王銘儀說，厭氧池並非普通水池，池體結構經特別設計，可使汙水緩慢流動約18天，使厭氧微生物可有足夠時間分解有機質，接著才流入配備打氣機的曝氣池，由另一種好氧性微生物接力降解有機質。「厭氧發酵可以除臭，好氧發酵可以去汙，處理完畢的水會是澄澈的茶葉色，並且是沒有臭味的。」在沼氣生產扮演重要環節的厭氧池，主要是在池上覆蓋紅泥沼氣袋，把厭氧發酵產生的沼氣收集起來，用管線導入畜舍，提供沼氣保溫燈燃燒產生熱能。

王銘儀談到，現有的厭氧池設計為父親王文曲早年所蓋，池體露出地面約1公尺，而地面下還有3公尺深度，為傳統的下挖式（沉入式）池槽。王銘儀表

示，下挖式池槽的好處是可利用天然土層增加水泥擋牆的強度，而土層的保溫性也有助發酵作用，「但三段式廢水處理系統也有年限問題，主要是因為底泥清除不易，而一旦沉積過厚，就會干擾水流動線，使汙水停留時間縮短，影響最終淨化出來的水質。」

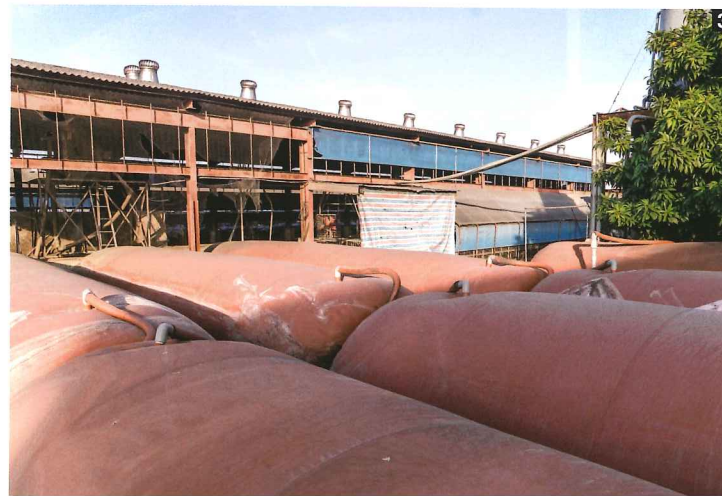
早年建造設備有成本與工法上的考量，最大缺點是底泥清除相當麻煩，必須先把沼液完全排掉之後，才能僱請專門廠商用馬達抽取，而像王文曲種畜場這樣規模的厭氧池，就得要花兩到三個工作天才能完成作業。「新式設計有把厭氧池完全建造在地面上，可利用埋管與水壓排出底泥，有助山貓（推土機）

或挖土機清理。」然而，新式設計需要更大的面積，對於像王文曲種畜場這樣既有設備與既定面積的豬場來說，畢竟不是一蹴可幾的選項。

### 沼氣設備做好汰舊與維護， 燃燒利用率可大升級

檢討以往的沼氣使用率為何偏低，王銘儀認為關鍵出在沼氣產量不足與濃度不穩定，他並歸納出幾個癥結點，包括厭氧發酵池的滯留時間不足、沼氣袋或管線漏氣，加上保溫燈又缺乏調控裝置，最後使得沼氣再利用，徒留人們「不好用」的負面印象。

在畜牧糞尿資源化政策下，王銘儀



- 1 場內為三段式廢水處理設備，圖為第一階段「固液分離」後所產生的固形物，可作為堆肥。
- 2 廢水經厭氧處理後，接著進入曝氣池做好氧處理，利用好氧菌持續分解水中的殘餘有機質。
- 3 紅泥沼氣袋是最常見的儲氣設備。它由聚氯乙稀（PVC）與紅泥製作而成，具有良好彈性。

申請沼液沼渣施灌計畫，並配合現有設備汰換更新，以8萬元補助款加上自費總共花了約20萬元，進行了一次大翻新。

「簡單來說，整個工程的重點就是抓漏氣。」王銘儀笑著說。主要翻新範圍不外乎是汰換老舊管線與沼氣袋、重新配置管線、壓力閥、紅外線保溫燈等等，為了改善舊有設備的缺失，他請來原廠重新焊接安裝沼氣袋的拱架，把拱架的高度降低到接近水面，但也絕對不能貼近水面，「萬一沼氣量不足又下雨時，沼氣袋容易積水，導致膨不起來。」

王銘儀分析，許多畜牧場的沼氣燃燒效果不好，原因都出在拱架做得太高。拱架一旦過高又碰上沼氣不足時，意味著裡頭混入許多空氣，自然就稀釋了沼氣濃度，使得保溫燈燃燒效果不佳，或是無法點燃。來到厭氧池邊，包覆池面的沼氣袋因著沼氣生成量膨脹或消風，倘若沼氣產量達到沼氣袋緊繃狀態，洩氣閥則可發揮安全裝置作用，把多餘氣



將厭氧發酵後生成的沼氣收集起來，再用管線導入畜舍，作為沼氣保溫燈燃料。

體自動排出，以避免沼氣袋爆開。

各沼氣袋的沼氣在管線輸送下，先是集中在儲氣袋，接著才分配到各棟畜舍，點燃各豬欄的保溫燈。為了提升沼氣的利用率，王銘儀在管路增加氣閥開關，可以控制沼氣送氣量，當畜舍欄位未滿的情況下，部分保溫燈可以關閉，不必只有全棟開或全棟關的選擇。當沼氣保溫燈燃燒時，畜舍必須通風良好，但為了兼顧保溫性，王銘儀改用屋頂抽風機來排氣，而畜舍兩側就可放下遮光捲簾布，阻擋「賊仔風」鑽漏進來，如此一來只靠保溫燈的局部加熱，整間畜舍溫度卻能有效提升4~5°C，簡直就像是開暖氣！

### 夏季沼氣供足有餘， 發電自用指日可待

乍聽之下，沼氣燃燒系統似乎所費不貲，但經王銘儀解釋分析，實際情形卻讓人大感意外。「這套設備花最多錢



保溫燈是沼氣再利用的常見形態之一。



冬季幫豬隻保暖，畜舍規畫屋頂抽風機來排氣，兩側可放下遮光捲簾布阻擋風竄進，再搭配沼氣保溫燈，畜舍可增溫4~5°C。

的，就是儲存氣體的紅泥沼氣袋（儲氣袋）而已，至於加壓馬達只需要安裝四分之一馬力就很足夠，我買的還是高雄拆船商的二手貨！」目前王文曲種畜場飼養頭數為1,900頭，過去每日要排放大約38公噸的汙水，而透過三段式汙水處理設備與沼氣回收再利用系統，在一邊消耗又一邊生成的情況下，每日沼氣產量都供足有餘，「即便冬季寒流來襲，全天候24小時燃燒都可以撐到兩週！」

就現況而言，夏季沼氣量普遍過剩，是三沼最有待利用的部分，而王銘儀也在思考未來建置沼氣發電機，希望可以自電自用，補貼風扇與水霧噴灑所需的電力，降低養豬場的夏季耗能。談及當今正推廣的沼氣發電系統，王銘儀保持著相當正面的想法，「想投入，但也在觀望中。」他老實說。

市面設備廠牌孰優孰劣，又究竟

哪種適合自家牧場？抑或賣電與自用之間，又該怎麼規畫？面對未來導入新技術，王銘儀思索著一連串問題。在擁有沼氣發電的少數畜牧場還未顯現出運轉效能之前，許多人都和他一樣抱持著濃厚興趣，期待可有更實際的報告與數據，幫助畜牧場經營者思索升級的下一步。■



王文曲種畜場進行紅泥沼氣袋更換作業。安裝沼氣袋的拱架高度降低到接近水面，避免過多空氣混入沼氣，導致沼氣濃度不足而影響燃燒效果。

## 沼液沼渣護農養畜

灌溉等同施肥，省肥省工輕鬆布田

文／李佳芳 攝影／劉人傑 採訪協助／雲林縣環境保護局

養豬廢水處理後生成的沼氣可回收利用，作為畜舍保溫燈的燃料，其餘副產物沼液與沼渣，也能作為農作物肥分來源。在王文曲種畜場的積極推廣之下，雲林縣不少農民已採行新形態澆灌作業，把沼液混合田水使用，一邊灌溉就等於一邊施肥，既可省肥，又可省工，還可以兼顧環境！稱得上一舉多得！

**畜** 牧場糞尿廢棄物用於田間，對農民來說並非新鮮事，過往就有把牛豬雞糞混合稻草的堆肥作法，而在兼具「養豬大縣」與「農業大縣」的雲林，沼液沼渣的肥分運用，實為勢在必行的環保政策。

### 施灌沼液沼渣怕肥傷， 建議小規模試肥實驗

「用沼液沼渣澆灌農田，對於畜牧場來說，可以節省曝氣時間，提升汙水處理效率；對於農民來說，則可以省下

肥料錢，是農畜牧業共同締造雙贏的作法。」在政策鼓勵下，王銘儀積極推廣畜牧場沼液沼渣作為肥分，而面對農民最常提到該怎麼用的問題，他解釋道，「即使是同一座畜牧場，每批沼液沼渣的成分不同，最擔心含氮量與含氨量過高，導致植物根部發生俗稱的肥傷。為了讓農民用得安心，畜牧場務必使用長時間醱酵的沼液沼渣，並提供稀釋比例給農民參考，也建議有興趣的農民可以先從小面積試種，抓出最適合自家田地的農法。」

在王文曲種畜場旁邊種稻的呂稅文先生，為小地主大佃農的專業農民，也是聽取王銘儀的建議，率先接受不同施灌方式的農友。他分享自己使用沼液沼

渣的經驗談到：「剛開始是先從2分地用起，但不敢在插秧的時候就用，而是等稻子長到30至40公分，才先少量用看看。」經過幾次試驗，呂稅文發現作物成長狀況不錯，最後收成也超過預期，才漸漸敢放手使用。如今，畜牧場旁的那塊田地，直接用管路引沼液與田水混合施灌，從插秧後的第一次灌溉到秧苗成長期間，不只省下許多肥料錢，更省下許多工，輕鬆不少！

「真正讓推行有障礙的，是多數農民生性保守，對於需要白紙黑字的簽約行為，有著相當程度的恐懼。」王銘儀說。他特別強調，王文曲種畜場的沼液沼渣之所以可以順遂推行，主要得力於父親王文曲在鄰里間長久建立的信用



呂稅文為小地主大佃農的專業農民，他耕作的田區有種植玉米。



呂稅文整理田地一景。





目前田區直接用管路引沼液與田水混合施灌，這種方法，讓插秧後的第一次灌溉到秧苗成長期間，省工又省肥料費。



畜牧場想推廣沼液沼渣，信任關係很重要。王銘儀的父親王文曲在鄰里間長久建立的信用關係，讓不少老資歷農民願意簽訂契約，嘗試不同施灌方式。

關係，使得不少老資歷的農民願意簽訂契約，嘗試不同施灌方式。在沒有簽約的情況之下，環保單位很難追蹤檢測，最怕是倒入田間的沼液沼渣是未經處理或不合乎檢驗標準值，「只要不是從合法管道排出，都是屬於偷排的違規行

為。」透過農業單位的資材設備補助，以及環保觀念的宣導，畜牧場可以合法利用，農民可以安心使用，而環保單位有效管理，定期檢測土壤與水質，確保農田體質健康。「這是個三贏政策。」王銘儀再次強調。■

呂稅文在田間巡視。初期他採納沼液沼渣作為田間肥分的方法，不敢貿然施灌在整片田，而從2分地開始實驗，得出成果再階段性擴大。



# 收集鄉間的美好

## 料理生活

從農作、料理、節氣、野趣、串連起物與人之間的生命距離、堆疊起人與人之間的情感厚度

鄉間小路 一路探詢 生活的空間感 與生命的光芒

### 澎派過年方案

訂閱《鄉間小路》一年12期 + 全聯禮券500元  
**優惠價 1,800元(定價2,516元)**

◎優惠方案：2019/12/1-2020/2/29

- 請註記起訂月份。若無註記，每月15日前訂閱，寄送當月雜誌；15日後訂閱，首期雜誌寄送下月份。
- 續訂戶自動延長期數。請留訂戶編號以便查詢。
- 雜誌訂閱方案僅供台灣地區訂戶使用。
- 贈品以實物為準，若送罄將以等值贈品替代，贈品12月15日後依訂單順序寄送，訂閱方案不能同時並用。
- 主辦單位保有權修改、終止活動之權利。