

養豬三段式廢水與污泥處理技術

一、摘要

豬糞尿廢水屬高濃度有機廢水，含有大量糞便固體，為配合國內大量用水之養豬形式與放流水環保標準，而研發了三段式廢水處理系統，包括固液分離、厭氣處理與好氣處理及堆肥與污泥處理等，使處理系統更加完整。也在農政單位與養豬農友的共同配合下，豬糞尿廢水處理之設置率已達 95% 以上。且只要正常操作及污泥適當處理，其放流水都可合乎放流水標準。

豬糞尿三段式廢水處理系統操作管理，除日常操作管理，例如固液分離機之分離情形與活性污泥每日 SV_{30} 之量測外，污泥處理是影響放流水水質主要因素之一。為使廢水處理系統之污泥處理得宜，需在廢水處理系統建造時設置污泥收集、濃縮與脫水設備等，尤以標準沉澱槽之設置是非常重要的。採用污泥脫水機除機械設備成本高外，每日需使用高分子凝劑，也是業者之負擔，如能將其轉化為有機肥利用則將有所改善。

關鍵詞：三段式廢水處理、厭氣發酵、好氣處理、污泥處理

二、前言

由於豬場規格擴大，糞尿集中與社會環保意識提昇及環保法令之通過與執行，使養豬業者需加強豬糞尿之處理與利用防治工作。國內自民國 79 年開始大規模輔導與推廣設置豬糞尿廢水處理設施後，在所有農政單位積極行政措施與養豬農友之共同努力下，其糞尿廢水處理設施之設置率已達 95% 以上，且大部分以畜產試驗所研發之三段式豬糞尿廢水處理方式為主，並依豬糞尿處理設施工程設計、施工手冊施工（洪等，1989；郭，1989）。

污泥是廢水淨化後沉澱的產物，水質淨化愈清澈污泥產量愈多。畜禽糞尿廢水處理過程，由於需將高濃度有機廢水處理淨化至合乎環保排放水標準，因此會產生大量污泥，所產生的污泥如不適當處理，將會堆積於廢水處理槽中，進而影響排放水質；行政院環境保護署規定污泥不可隨意排放及施灌於農地，加上污泥處理困難與成本高之情況下，污泥處理與利用變成養畜禽農友極大負擔與不便。因此研發污泥處理與資源化利用，是解決畜禽廢水處理重要項目之一。然而因廢水處理階段不同所產生的污泥性質也不同，為了使資源化研發順利，需先瞭解不同廢水處理階段所產生之污泥性質，及提供系列污泥處理流程與結果，供參考。

三、三段式豬糞尿廢水處理之規劃與建造

豬糞尿處理方式有多種，畜產試驗所依據國內採用大量沖洗水清洗之飼養方式，及配合物理與生物處理方法為主之廢水處理方法，研發了三段式豬糞尿廢水處理方式包括固液分離、厭氣處理、好氣處理等三階段(圖 1)(郭，1989)。在固液分離階段以採用固液分離機為主，分離床少部分，固液分離機有逕流式、震盪式及水車式等，主要目的是將混於尿水中之豬糞固體加以

取出，減輕後續之處理負擔，它的去除效果 BOD 在 15—30% 平均 20%、SS 約在 50% 左右。目前更推行二段固液分離機方式，第一階段採用網目較大者（約 0.5 mm），先行去除較大型之固體後，第二道再以較小網目（約 0.3 mm）進行第二次固液分離，對固形物之去除效果顯著。分離出之固體含水分在 70—80% 間，製造堆肥時尚需調整水分。也有採用固液分離式豬舍，將糞與尿水在豬舍內就加以分開，配合刮糞設備，將糞尿自動分離，刮出之糞便直接製成堆肥，因不需以大量水沖洗，因此可達到減少廢水量之目的。

厭氣發酵處理階段，採用覆皮式厭氣發酵槽，屬臥置式厭氣發酵槽之一種，以紅泥膠皮設置水封方式達厭氣處理之目的，其設計重點為水力停留時間(HRT)10 天，厭氣槽之第一槽的底部需有足夠的斜度，及有污泥抽取槽，第二槽之進口則位於水面下 30 公分處，目的是讓經沉澱後之上澄液廢水流入第二槽後之厭氣處理槽內，除了減輕固體負荷外，最大目的是提高廢水處理效率。及為保持覆皮式厭氣槽之覆皮形狀不易受沼氣壓力與天候影響，而使覆皮袋過度膨脹與蹋陷情況產生，需設置恆壓桶，控制覆皮槽內壓力，或於覆皮內設置支撐架。

好氣處理階段以採用傳統式標準活性污泥法為主，其他尚有氧化渠、批式活性污泥法等，在養豬廢水之 HRT 為 1—2 天間。利用好氣性微生物氧化分解有機物，培養活性污泥（微生物）與廢水（有機物）混合，並充分供給氧氣，在曝氣槽內充分接觸一段時間，一部分生成新細胞，混合流至最後沉澱池，分離活性污泥，上澄液處理水排放，沉澱之活性污泥一部分送回曝氣槽，以維持曝氣槽內有足夠的微生物（活性污泥）濃度，SV₃₀ 保持在 200—300 mL 間。對 BOD 負荷濃度以 0.3 kg/m³·d 為宜，對豬糞尿處理效率，約在 65—75% 間。曝氣設施採用曝氣管、曝氣盤皆適宜，但以曝氣管較節省成本，設置曝氣管之曝氣孔徑以 3 mm 較不易阻塞。

除以上三部分外，堆肥處理也是目前重要處理之一環，因不論是利用人工撿糞、固液分離機所分離之固體（糞）或糞尿分離式豬舍所刮出之糞便，都需經過堆肥之處理後，才可成為優良之有機肥料施用於各種作物，因此堆肥舍之設置也屬重要設備。但因目前有大型堆肥處理場，收集集中處理可省下堆肥處理之過程。

四、三段式豬糞尿廢水處理結果

（一）一般養豬戶之處理結果

為調查養豬業設置之三段式豬糞尿廢水處理設施，對豬糞尿處理之效果，本所曾於民國 90 年配合養豬廢水排放水之導電度調查計畫，於彰化、雲林、嘉義、台南、高雄及屏東等 6 縣市，選取養豬規模 1,000—5,000 頭之養豬戶，設置三段式廢水處理設備，且正常操作管理者共 84 戶。每一示範戶在不同時間前往採樣兩次，採取不同階段之廢水樣品，包括原廢水、厭氣後排水(厭氣水)、放流水，並於現場測定活性污泥中之污泥溶積(SV₃₀)。

採取水樣之測定項目為 pH、EC、COD、BOD、SS、TN、TP 等。

經統計分析各階段之處理結果(如表 1)，由表 1 中顯示豬糞尿廢水之原廢水 COD 平均 $6,111 \pm 4,285$ mg/L，最小值 517 mg/L，最大值 23,094 mg/L，相差 40 倍之多，差異之因主要受沖洗水量與採樣時間差所造成。厭氣發酵處理對 COD 去除率 88.16%、BOD 91.71%、SS 91.66%，處理效率非常高，好氣處理(活性污泥)對 COD 去除率 57.87%、BOD 47.04%、SS 73.82%、TN 43.87%、TP 33.33%，其處理效率低，同一般廢水之處理效率高達 90% 之差異非常大，造成之因除了養豬農友對好氣之活性污泥管理操作技術未成熟及不當管理有關外，豬糞尿廢水在經厭氣處理過程後，可被微生物分解之有機物質已大部分去除，剩下來的污染物可能在短 HRT 之情況下，難被活性污泥生物快速分解，或是屬溶解性物質以生物分解較困難，才會造成去除率低之因。此結果可由放流水中之 BOD 與 COD 濃度難達到環保法令畜牧業之 87 年放流水標準 BOD 80mg/L、COD 250 mg/L 之結果，BOD 之放流水平均值 79 mg/L 合格邊緣，其中約有 1/3 之農戶無法達到(最高者 283 mg/L)，是由於曝氣不當所造成；COD 之平均值 305 mg/L 同 250 mg/L 之差異大，且所選取之農戶中有 2/3 以上的養豬戶無法達到 250 mg/L 以下之標準，這也是目前養豬業者最感困擾之問題。此結果同洪等(1997)對三段式豬糞尿處理系統之評估報告結果相同。也因此促成了環保法令之修改，及目前之養豬廢水放流水標準 COD 已修改為 600 mg/L，因此只要正常操作污泥處理都可合乎放流水標準。

(二) 畜產試驗所三段式豬糞尿處理系統之處理結果

本所於民國 77 年設置一套處理 3,000 頭豬糞尿之三段式廢水處理設備，每日可處理廢水量 100 m^3 ，其同一般三段式廢水處理系統之最大差異，在於固液分離機後與厭氣發酵槽間增設初步沉澱槽外，並增設全套污泥處理設備，包括污泥濃縮槽、污泥厭氣消化槽、污泥好氣消化槽與污泥脫水機等。本套設備已設置運轉 15 年之久(1988—2003)，目前處理豬隻 1,880 頭、兔子 2,000 隻，每日廢水量 110 m^3 。其最近 4 年之各階段處理效率如表 2，由表 2 之結果顯示，厭氣處理效率對 COD、BOD、SS 都超過 90% 以上，SS 更達到 98.7%；好氣處理效率對 COD 66.38%、BOD 73.69%，處理效率也屬偏低，但放流水之 COD 平均 155 ± 50 mg/L，可達到 87 年之放流水標準，最近四年來(88 年 10 月至 92 年 3 月)之放流水 COD、BOD 與 SS 之變化情形如圖 2，由圖 2 中發現放流水中 BOD 與 SS 變化小，而 COD 值則變化較大，於每年冬季氣溫低時會造成 COD 偏高，但尚能符合 87 年之放流水標準。造成之因除了增設初沉槽與污泥處理系統，減少進入厭氣處理階段之負荷量及以上澄液廢水為主要處理廢水外，養豬頭數減少也是原因之一。

五、初沉槽設置與三段式廢水處理改善

豬糞尿三段式廢水處理系統，在固液分離機後增設初沉槽，將通過分離機後可藉重力沉澱之豬糞固體再收集取出，可顯著降低豬糞尿廢水濃度，依據郭（1992）之報告指出其去除率 BOD 40%、COD 70%、SS 80%，經此過程處理後的豬糞尿廢水濃度已降低，BOD 在 2,000 mg/L、SS 1,000 mg/L 以下，如此低濃度的廢水已不適合於傳統式厭氣發酵，而可改用高率式厭氣處理槽，如厭氣濾床等較有利。因在高率式厭氣發酵槽內採用濾材或污泥床，可形成生物膜增加微生物的濃度，提高處理效率與縮短水力停留時間。依據（郭，1997）試驗結果顯示，在高率式厭氣發酵槽內置濾材填充率 90%，水力停留時間 2 天之情況下，高率式厭氣槽對 BOD、COD 與 SS 之去除率，都優於傳統式厭氣槽（表 3），COD 去除率提高 14%、BOD 9%、SS 3%，沼氣產量與甲烷含量之單位容積產量也較佳。但此高率式厭氣槽內之濾材用於豬糞尿廢水，濾材上之生物膜生長迅速，約在 1 年左右就會產生阻塞現場，需設置逆洗設施，於處理效率低或阻塞時加以清洗與排泥，如操作管理得宜，此方式可改善處理效率及縮短水力停留時間在 5 天內效果良好。

六、豬糞尿廢水之污泥產量與處理流程

（一）豬糞尿廢水之污泥產量

豬糞尿廢水之污泥產量，可分成厭氣處理之污泥產生量與活性污泥處理之污泥產生量。厭氣處理之污泥產生量主要由未經消化之豬糞固體沉澱而來，由生物菌體所產生的污泥產量很少。依據郭等（1995）之報告指出，經固液分離之豬糞尿廢水處理，每去除 1 公斤的化學需氧量（COD）約產生 0.023 公斤 TS 的污泥，且其污泥產量和進流廢水之總固體（TS）濃度與 COD 負荷量有正相關，即濃度愈高污泥產生愈多。其同 TS 之直線迴歸式為 $Y = -42.373 + 5.854 X$ ， $(R^2 = 0.979)$ ；與 COD 負荷為 $Y = -5.6519 + 8.1198 X$ ， $(R^2 = 0.956)$ 。將厭氣處理所產生的污泥，一半迴流不但可明顯減少污泥產量及改善脫水性質，且可明顯增加沼氣產量與處理效率（郭等，1995）。好氣處理活性污泥階段之污泥產量，每去除 1 公斤的 COD 約產生 0.6 公斤 TS 的污泥量，因此豬糞尿廢水處理系統之污泥產量，每去除 1 公斤的 COD 約產生 0.623 公斤 TS 的污泥量，產量相當多，應每日抽取加以適當處理。污泥之性質因污泥含水分高，顆粒細處理困難，其脫水困難，可由其污泥脫水之比阻抗之數據加以說明，一般未經處理之污泥的脫水比阻抗值 7.8×10^9 秒²/克，好氣處理所產生之污泥約 3.96×10^9 秒²/克，經厭氣處理後之污泥比阻抗值約 7.0×10^8 秒²/克，屬難脫水之一種污泥。

（二）豬糞尿廢水污泥之性質與脫水性

豬糞尿廢水處理係採用三段式處理流程，包括固液分離、厭氣發酵與好氣處理。試驗材料採用 3,000 頭豬糞尿廢水處理場所產生之污泥，污泥來源包括初沉槽之污泥（屬生糞沉澱）、厭氣槽之污泥及終沉槽廢棄之活性污泥等。污泥性質包括外觀顏色、惡臭氣體含量、污泥濃度、污泥脫水比阻抗值

及污泥乾燥後加水後之變化。污泥臭味氣體之測定，將現場收集之污泥置於 5 L 之發酵瓶內，經 24 小時產氣後利用北川式臭味測定儀以各種檢知管測出 H_2S 、 NH_3 、 CH_3SH 、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$ 等含量。其結果如下（郭等，2000）：

1. 初沉污泥（糞泥）係經固液分離機後之豬糞固體沉澱而來，其外觀呈黑色，具惡臭，易長蛆，所產生之主要氣體成分濃度分別為：硫化氫 (H_2S) 13.28 ± 8.47 ppm (1–26 ppm)、 NH_3 15.54 ± 6.23 ppm (8–30 ppm)、甲硫醇 (CH_3SH) 0.5–10 ppm、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$ 6.51 ± 1.35 ppm (5–12 ppm)，污泥濃度介於 2–6.5% 間，依沉澱時間之長短及廢水中固體物含量之多寡而不同，沉澱時間長廢水中固體物多則污泥濃度較高，如在正常設計之水力停留時間 (HRT) 4–6 小時之情況下，污泥濃度介於 1–3% 者多，平均 TS 濃度 $50,691 \pm 869$ mg/L (29,750–65,580 mg/L)，污泥脫水比阻抗值平均 $6.06 \pm 1.4 \times 10^6$ 秒²/克。此種污泥乾燥後遇水則又會產生臭味，生蛆及發熱，因此不適合於直接當有機肥施用於農作物。
2. 厭氣污泥之性質依其在厭氣前後槽中不同停留時間而變化。厭氣前槽之污泥停留時間短，固體物未能完全發酵，因此污泥中尚有臭味及產生沼氣之現象。主要氣體成分之濃度 NH_3 44.4 ± 21.32 ppm (20–85 ppm)、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$ 26.72 ± 8.20 ppm (14.6–40 ppm)、 H_2S 量少 (低於 0.2 ppm)。污泥濃度介於 2–5% 間，TS 濃度 $27,457 \pm 11,046$ mg/L，污泥脫水比阻抗值 $14.4 \pm 2.74 \times 10^9$ 秒²/克。厭氣後槽因污泥停留時間長已測不出臭味氣體。
3. 終沉槽廢棄之活性污泥，其污泥性質依活性污泥培養濃度與生長情形之不同而有所差異。活性污泥培養得宜，則其污泥呈黃棕色，蓬鬆狀，泥土味。主要產生之氣體濃度為 H_2S 3–6 ppm、 CH_3SH 3–10 ppm、 NH_3 含量少 (0.2 ppm)，污泥濃度 0.4–1%。污泥含水分高，沉降佳，且易於收集。

以上數據顯示，豬糞尿中污泥之臭味以 NH_3 與 H_2S 為主，初沉槽污泥乾燥後加水又會產生發酵現象，且含 H_2S 及 NH_3 濃度較高易產生惡臭、熱及生蛆，應避免直接當有機肥施用以免危害作物。

(三) 豬糞尿廢水之污泥處理流程

以往所設置之三段式廢水處理系統，極少有考慮到污泥處理問題，因此為使處理水質穩定，提高處理效率與減少處理廢水濃度，污泥沉澱與抽取設備是往後必須增設之設備。污泥處理系統流程包括污泥收集、濃縮、消化穩定與污泥脫水（圖 3）等。

1. 污泥收集與濃縮

豬糞尿廢水處理場之污泥因沉積於各沉澱槽與厭氣槽內，需加以收集集中於污泥濃縮槽後才便於處理。污泥之收集有多種方式，包括埋設污泥管於槽之底部直接排泥，或利用水壓落差將污泥排出及設置污泥馬

達抽取等；其中以污泥馬達抽取再利用塑膠管輸送至污泥濃縮槽是最佳的收集方式，其它方式均會發生阻塞或短期間之排泥效果而已，而利用污泥馬達抽取污泥時，最好設置時間控制器，控制每次抽取時間且以 2 分鐘內為宜，抽取時間太長則抽出大部分是廢水，並且每天分多次抽取更好，其設定之時間可隨著槽內污泥之沉積量與排放水之水質變化加以調整。厭氣槽內之污泥收集以設置 1 馬力的污泥馬達抽取較實用，其污泥馬達之設置位置與方式，即每一分隔槽都需設置乙只；此污泥馬達也可兼做厭氣槽內攪拌回流之用（圖 4），可提高沼氣產生量與處理效率。廢棄活性污泥之收集則由最後沉澱槽（終沉槽）利用氣昇式污泥迴流管，以空氣將污泥送至污泥濃縮槽中就可。污泥濃縮槽是一底部呈角錐體之槽，將所有處理槽中收集之污泥輸送管全部集中於此（圖 5），待污泥沉降濃縮後將上澄液水再迴流至調整槽或原水槽中，污泥濃縮槽之功用是將含大量水分之污泥借由重力沉降力量，提高污泥濃度至 3% 以上，可減少水分含量節省容積，經如此收集與濃縮過程後之污泥，對污泥之穩定與脫水處理過程較有利。

2. 污泥穩定

廢水處理場收集之污泥除了厭氣槽污泥是經厭氣消化後之豬糞固體與菌體較穩定外，其他取自初沉槽與終沉槽之污泥，其性質均未穩定外，臭味濃度高不易被一般人接受，如未經分解、穩定便予以利用，不但易產生惡臭與蚊蠅，也會造成不良後果。此等污泥是否穩定可由其外觀與臭味以判斷，初沉槽之生污泥在外觀上呈黑色生蛆外，其所產生的氣體經測定含有硫化氫(H_2S) 80–100 ppm、氨(NH_3) 10–30 ppm、甲硫醇(CH_3SH) 5–10 ppm、二氧化碳(CO_2) 2–6%、 $(C_2H_5)_2SH$ 2–5 ppm，因此會感覺有惡臭存在，將其厭氣處理 2 週後，則所產生的氣體只存有大量 CH_4 、 CO_2 及少量 CH_3SH (1.5 ppm)，其餘氣體成分已無法測出，排出之污泥除顏色較黑、臭味減少外，其污泥脫水比阻抗值也由開始之 6.6×10^8 減至 1.4×10^8 秒²/克，顯示脫水較易。終沉槽收集之活性污泥雖屬微生物菌體污泥，外觀呈棕色、懸浮狀，聞之沒有臭味存在，但所產生的氣體成分中含有 H_2S 3–10 ppm、 CH_3SH 約 10 ppm，其他成分皆無法測出，經厭氣處理 2 週後，所產生的氣體成分 H_2S 降至 0.3–1 ppm、 CH_3SH 2 ppm，污泥濃度也由 0.6% 提高至 1.5–2%。

在廢水處理系統中設置污泥厭氣消化槽，處理由污泥濃縮槽來之污泥，不但可使污泥之性質穩定化，沼氣產生量也會大增，提高沼氣利用之價值。但因厭氣處理效率較慢，需配合好氣消化方式，在二次污泥濃縮槽中設置曝氣設備，將活性污泥曝氣剩餘之空氣直接打入二次污泥濃縮槽中，利用好氣處理方式處理污泥，加速其穩定。經試驗結果顯示：初沉槽之污泥在連續曝氣 5 天後就可使臭味減至最低，脫水後之污泥餅

乾燥後加水不會再產生熱與惡臭。依據試驗結果，以厭氣消化 30 天再配合好氣消化處理 5 天後，可使污泥完全穩定及沒有臭味產生，製成污泥餅不但臭味低 NH_3 5 ppm、 $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 6 ppm，其性質也穩定（圖 6），可直接當有機肥利用。

3. 污泥脫水

豬糞尿廢水處理之污泥因含水分高，須經脫水製成污泥餅後，才適合應用於各種作物當有機肥或其他利用。其脫水方式包括離心式、真空過濾、晒乾床（圖 7）及壓濾式等，其中豬糞尿廢水污泥之脫水方式常用的有污泥晒乾床與帶壓式過濾法兩種。

污泥晒乾床法因設備簡易，操作方便成本低，只要土地面積與人力許可，是最普遍使用之污泥脫水方式，於本省南部測試之結果，夏天約 4 天可乾燥，第 5 天可收集，冬天則需長達 14 天，如依面積推算，夏天每平方公尺的面積每天可產生 0.3 公斤的乾污泥（水分含量 8%），冬天約 0.1 公斤，缺點為需相當大的面積，遇雨季則無法操作，又費人工，困擾較多。

帶壓過濾式污泥脫水機（圖 8）是近幾年來被採用的污泥脫水設備，其污泥脫水效率高，可自動操作全天候運轉，不受天候與廢水污泥性質之影響，佔地面積也小。其脫水過程可分為 3 步驟，分別為污泥調理、重力排水與壓濾脫水，其中污泥調理階段需加入高分子凝集劑（polymer），使污泥凝集在一起以利脫水，是應用上之最大負擔。凝集劑之添加量隨污泥濃度而有所不同，濃度愈高添加量愈多，例如污泥之總固體物（TS）含量 47,326 mg/L 左右時約需添加 1% 的高分子凝集劑，據郭等（2000）之報告指出，以 3000 頭豬之廢水處理場每天約有 10—15 m^3 （平均 10.62 m^3 ）之污泥經脫水機處理後可產生 400—500 kg 污泥餅（含水率 78%），經乾燥後約剩 170 kg 左右（水分 35%），每天需添加 2 kg 的高分子凝集劑，換算每公斤的乾污泥約需添加 0.8—1.2 元的高分子凝集劑，處理成本較高，也因此造成甚多接受補助設置污泥脫水機之養豬戶未正常運轉原因之一。

七、污泥之成分與利用

豬糞尿之污泥屬有機污泥，含有高量的氮、磷、鉀三要素，因此處理上主要以資源化利用回歸土地當有機肥料為主，其他方面為輔之方式而考量。豬糞尿污泥經脫水後之污泥餅經乾燥後之成分，經多次分析結果其 pH 6.42、EC 2.91 ms/cm、T-N 4.19%、 P_2O_5 9.61%、 K_2O 0.39%、CaO 10.28%、MgO 1.88%、Zn 0.4%、Cu 760 ppm、Organic matter 65.9%，其唯一含量高的是 Zn、Cu 含量。但因含有高有機質與氮，亦屬良質有機肥料，還原於土地中除了製成污泥堆肥當有機肥料利用外，為了增加其用途而研發了多項資源化應用，包括做為栽培土、粒狀污泥、污泥磚、污泥花盆、污泥膠布等之

用途開發，以解決大量污泥處置問題。

八、結語

豬糞尿廢水含屬高濃度有機廢水，採用三段式廢水處理系統，可達到環保要求之放流水標準。三段式廢水處理系統之每日操作除一般性管理外，堆肥與污泥處理也是每日重要工作之一，污泥處理管理得宜則放流水水質較穩定，也減少造成二次污染之困擾。

九、參考文獻

- 洪嘉謨、郭猛德、邱清選、林財旺、沈韶儀、鄭于烽（1989）豬糞尿處理與利用。台灣省畜產試驗所 30 年週年所慶論文專輯 pp. 37-42。
- 洪嘉謨、蘇清全、郭猛德、林財旺、徐彩煥、李啓忠、沈韶儀（1997）三段式豬糞尿處理系統之評估—放流水質與 87 年環保標準之比較（1）。畜產研究 30 (4):379-386。
- 郭猛德（1989）一貫式豬糞尿處理之規劃與管理。豬場廢水管理研討會 pp. 152-164。台灣省養豬科學研究所。
- 郭猛德、沈添富、曾四恭（1995）豬糞廢水固形物含量對厭氣處理後污泥產量之研究。中畜會誌 24 (4):497-510。
- 郭猛德、沈添富、曾四恭（1995）污泥迴流對豬糞厭氣處理污泥產量之影響。畜產研究 28 (3):181-197。
- 郭猛德（1997）懸浮固定生物膜接觸厭氣槽處理豬糞尿廢水之研究。畜產研究 30 (1):41-54。
- 郭猛德、林晉卿、郭春芳（2000）豬糞尿污泥之處理與利用。畜產研究 33 (4):397-407。

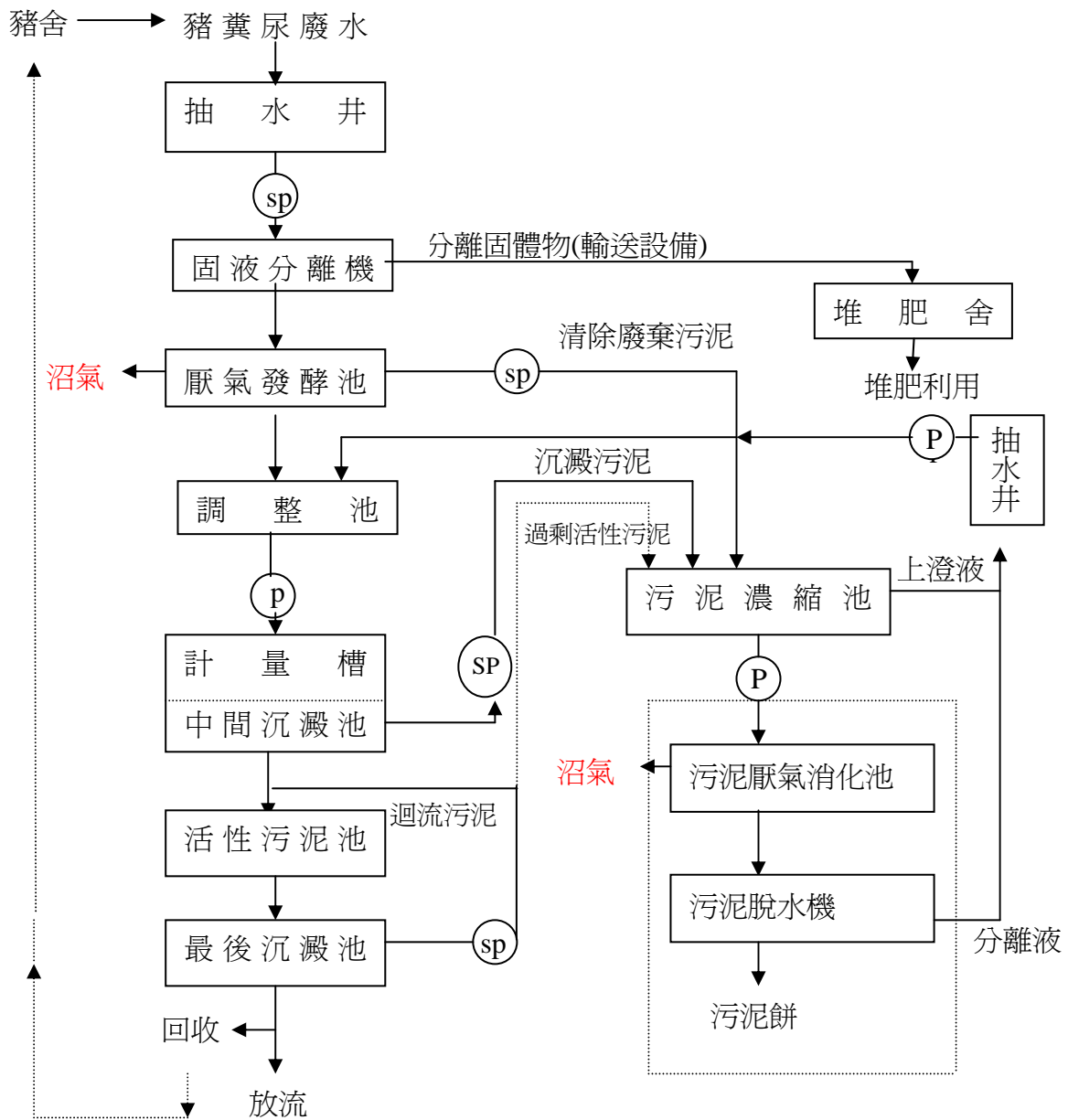


圖 1 三段式豬糞尿處理系統之流程圖

表 1. 三段式豬糞尿廢水處理示範戶各階段處理效率

	原廢水	厭氣水	去除率 %	放流水	去除率 %
PH	7.30 ± 0.50	7.25 ± 0.43		7.43 ± 0.61	
EC (µs/cm)	4,820 ± 2,830	4,221 ± 2,145	12.43	2,805 ± 1,573	33.55
COD (mg/L)	6,111 ± 4,285 (23094~517)	724 ± 551 (2095~124)	88.16	305 ± 205 (980~107)	57.87
BOD (mg/L)	1,791 ± 1532	148 ± 107	91.71	79 ± 56	47.04

	(7170~156)	(672~101)		(283~51)	
SS (mg/L)	3,092 ± 2328 (11500~290)	258 ± 236 (1053~109)	91.66	68 ± 56 (256~45)	73.82
TN (mg/L)		408 ± 193 (818~25)		229 ± 183 (745~30)	43.87
TP (mg/L)		54 ± 28 (151~21)		36 ± 27 (194~11)	33.33

表 2. 三段式豬糞尿處理結果 (88.08—92.04)

	固液分離後 mg/L	厭氣水 mg/L	去除率 %	放流水 mg/L	去除率 %
COD	8,912 ± 4,998	485 ± 158	94.56	155 ± 57.2	68.0
BOD	3,461 ± 2,416	108 ± 58.98	96.88	42.7 ± 31.5	60.4
SS	3,767 ± 2,208	53.5 ± 21.6	98.58	14.7 ± 11.2	72.46

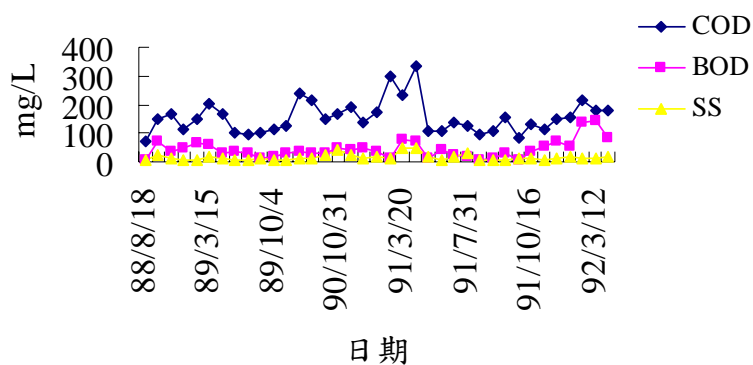


圖 2. 三段式豬糞尿廢水處理設備之放流水質變化

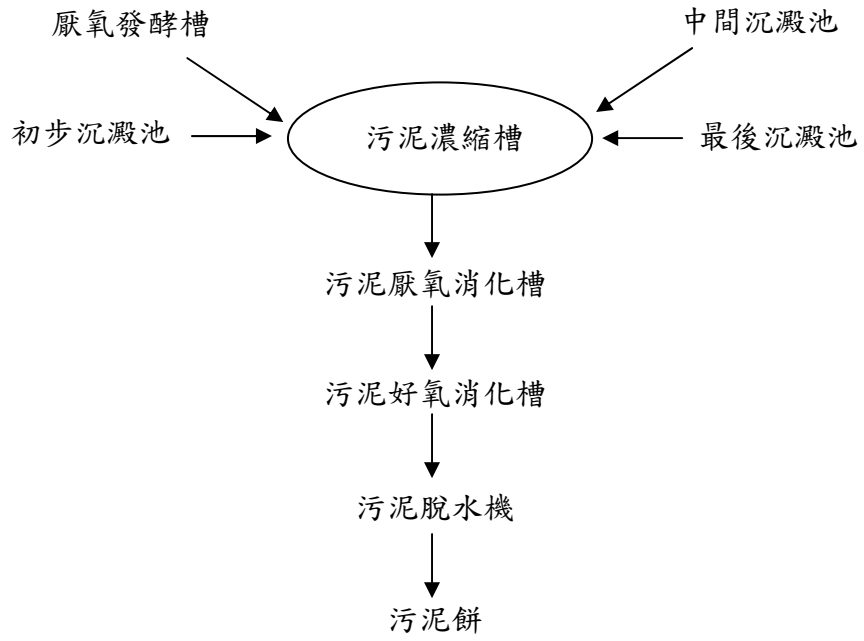


圖 3. 污泥之收集與處理



圖 4. 厭氣發酵槽及污泥抽取與迴流攪拌



圖 5. 污泥濃縮槽

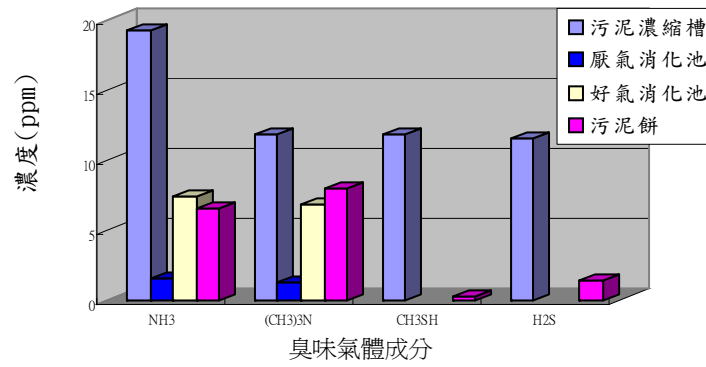


圖 6. 廢水處理場之污泥消化處理結果



圖 7. 污泥晒乾床



圖 8. 帶壓過濾式污泥脫水機

表 3. 高率式厭氣槽與傳統式厭氣槽對 BOD、COD、SS 之去除率

	高率式發酵槽	傳統式發酵槽
COD 去除率		
進流 (mg/L)	1,065 ± 362	1,065 ± 362
出流 (mg/L)	306.9 ± 199	482.7 ± 305
去除率 (%)	71.2	54.7
BOD 去除率		
進流 (mg/L)	544.5 ± 142	544 ± 142
出流 (mg/L)	82.1 ± 34.6	135.9 ± 58.5
去除率 (%)	84.9	75.0
SS 去除率		
進流 (mg/L)	593.2 ± 101.2	593.2 ± 101.2
出流 (mg/L)	24.5 ± 5.9	41.3 ± 13.3
去除率 (%)	95.9	93.0
沼氣產量 (L/L/day)	0.23	0.17
甲烷含量 (%)	68.7	62.6