

台湾畜牧废水处理模式

Swine farm waste management in Taiwan

作者：苏忠桢

一、前言

1. 台湾养猪产业对于农业整体的重要性

台湾畜牧业中以养猪业为最大宗,2006年养猪业之产值占农产品生产总产值之14.72%,占畜产业总产值之47.0%,因此养猪废水处理成为畜牧业之重要工作。1997年口蹄疫事件后,猪肉外销中断使猪价一度大幅下滑,加上美国之猪腹胁肉与杂碎头期肉类于1998年下半年陆续进口之威胁,毛猪在养头数明显减少。猪价并未因为猪肉无法外销而大跌,因为在养头数由1997年之一千多万头减少至1999年7月份之六百多万头,故自1998年3月起猪价逐步回升,1998年猪肉每公斤平均交易价格为4,520元,较发生口蹄疫之1997年每百公斤3,581元上涨26%,毛猪全年供应量为九百八十万头,较1997年产量减少14%。猪肉生产量由1997年之1,248,300公吨减少到1998年之1,080,940公吨,共减少13.41%。由于猪只之持续减产,市场之需求量一如往常,因此1999年7月底之猪肉价格又攀升至每百公斤7,000元左右。2002年猪肉每百公斤平均交易价格为4,383元(猪肉生产量由935,354公吨),到2004年每百公斤平均交易价格已经攀升到5,364元(猪肉生产量由898,208公吨),之后一直下滑到2006年,猪肉每百公斤平均交易价格为4,955元(猪肉生产量由930,609公吨) (<http://agrapp.coa.gov.tw/agrPR-net/index.htm>; 农业统计年报,2006)。

目前本省之养猪业者也由以往之副业养猪转变为专业或是企业化养猪。因此,养猪户数逐年由94,791(1984年)减至17,072(1998年12月)户,再逐年递减到12,508(2006年12月)户。在养头数曾由七百九十七万头(1997年)递减至六百七十八万头(2003年),再递增至七百一十七万多头(2005年)。2006年12月底,在养头数又降低到七百零七万头左右,屠宰头数九百六十二万多头(农业统计年报,2006)。养猪废水的问题一直都受到重视。农政单位为了同时顾及养猪产业与环境保护,早已于1991年订定「养猪政策调整方案」积极辅导养猪农民从事废水处理及其它污染防治工作。在放流水标准方面,1998年1月1日至1999年12月31日之标准为BOD (80 ppm)、COD (400 ppm)及SS (150 ppm),1999年12月31日至2003年12月31日之标准为BOD (80 ppm)、COD (250 ppm)及SS (150 ppm)。环保署因为考虑三段式废水处理设施渐趋老旧及处理效能降低之问题,将标准修正为BOD (80 ppm)、COD (600 ppm)及SS (150 ppm) (2004年1月1日起)。

2. 养猪废水处理技术之发展过程

- 1) 第二次世界大战期间—利用猪粪尿废水产生沼气予以利用。
- 2) 1956年农复会洪维怀先生与台糖研所宋秉南先生设计分批式酸酵槽。

- 3) 1962 年农委会钟博博士改良水封式醱酵槽并推广于农家。
- 4) 1965~1970 年—水封式醱酵槽共推广 4,135 座。
- 5) 1971 年—养猪专业区成立，并配合建造 600 座厌气醱酵槽。
- 6) 1972 年—台湾省畜产试验所建造复式醱酵槽(上覆橡皮盖)。

↓

上覆玻璃纤维储气盖

↓

袋式橡皮醱酵袋(联合工业研究所开发)

- 7) 1973 年—发展成袋式醱酵槽模式，但是经过一年后即发生腐烂而废弃。
- 8) 1974 年—利用联工所开发之红泥胶皮(Red Mud Plastic)材料，再建造橡皮醱酵槽，效果良好。
- 9) 1976 年—开始推广于农家。
- 10) 1980 年起—积极从事厌气槽之改良。
- 11) 1976~1982 年—2,000 户使用红泥胶皮厌气醱酵槽。
- 12) 1982 年—开发出覆皮式厌气醱酵槽(上覆红泥胶皮)。
- 13) 1990 年—台湾省畜产试验所以固液分离后之废水，配合覆皮式厌气醱酵槽之厌气处理，再以活性污泥法(图 1)为辅之方式处理养猪废水。此即为所谓之三段式废水处理流程。
- 14) 1990 年至今—以三段式废水处理设施为主，在养头数 200 头以上猪场之设置率已高达 90%。
- 15) 1996 年分批式养猪废水处理系统(SBR)在新竹县养猪场现场试验成功，可以符合 2004 年放流水标准，系统已经推广并仍不断在改进提升中。

3. 针对养猪废水所做的污染防治措施与推广

固液分离后之养猪废水中含大量的有机物质(以 BOD 与 COD 为指标)，如果直接排放势必造成河川湖泊等水域之污染。BOD 为生化需氧量，而 COD 为化学需氧量，SS 为悬浮固体。以往在养头数 200 头以上之养猪户才需具备三段式废水处理设施或是其它废水处理设备，但是目前法令规定在养头数 20 头以上之养猪户即需具备废水处理设施。固液分离后之原废水即使只经过厌气醱酵处理，废水中所含之有机物与悬浮固体的去除率皆高达 90% 左右。为了能符合环保署所订定之放流水标准，必需增加使用曝气槽进行活性污泥处理(即好气处理)，以去除更多之有机物，尤其是化学需氧量。因此，若是能正确操作三段式废水处理设施，其放流水中之 BOD 与 SS 应可符合 1998 年之放流水标准。

目前农政单位推广的「三段式猪粪尿废水处理设备」，分为固液分离、厌气醱酵及活性污泥法。台湾省畜产试验所分别于 1990 年及 1993 年针对三段式发行「猪粪尿处理设施工程设计、施工手册」初版及修订版，并广为分发至养猪业者。在

农政单位积极辅导及环保单位稽查下,养猪业者的废水处理设备设置率由1990年2月的24%,增加目前的93%以上。养猪废水问题已获得相当程度之改善,但仍须继续加强操作技术辅导。目前除了农委会畜产试验所原有之废水处理技术辅导体系外,同时邀请具备废水处理专长之研究单位专家与大专院校学者另组区域性辅导体系,随时因应养猪场之需要前往现场辅导。

二、三段式废水处理设备简介

三段式猪粪尿处理系统,主要以生物处理为主,即是利用猪粪尿废水中之微生物(又称活性污泥或厌氧污泥)来分解废水中之有机物质,以达到水质净化之目的。其详细流程(图1)与设备功能简述如下:

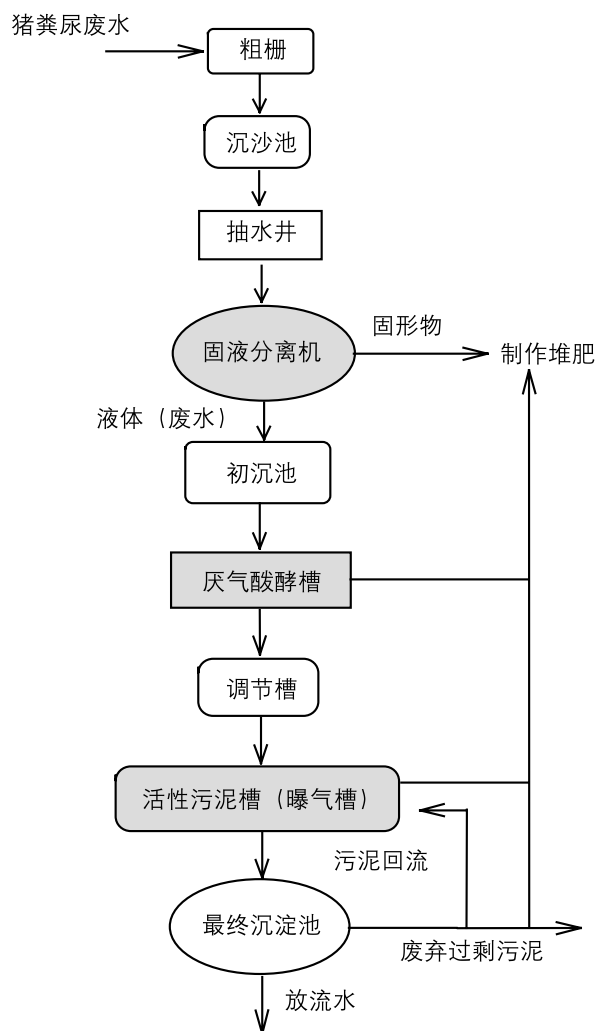


图1 三段式猪粪尿废水处理流程

1. 粗栅

猪粪尿水中除猪粪尿外，尚有一些大型固体如砂石、树枝或猪毛等，可设置粗栅予以隔除，以维护马达之正常运作。

2. 沉沙池

主要是分离砂石或较重的异物，以保护抽水马达及分离机网。

3. 抽水井

用以贮存原废水，并利用自动液面控制器，控制其蓄水量自动抽至分离机进行固液分离。

4. 固液分离机

作粪尿水固液分离之用，其机型繁多，计有螺旋式、震荡式、滚筒式、真空径流式及水车式等。其中除了螺旋式分离出的固体含水率在65~70%左右外，但是仅适用于纤维含量高之粪便使用，不适用于猪粪。其余各式的分离固体物含水率皆在85%以上，尤以水车式的成品含水率最高。

5. 挤压机

通常经固液分离后之固体部分其含水率尚在85%以上，而猪粪堆肥化及最佳含水率在65~70%。再经过挤压机处理后之固体部分含水率约在65%，因此有必要在固液分离后设置挤压机，以节省人工调整水分之费用。

6. 初步沉淀池

目的在从经固液分离后之液体部分尽量再取出废水中之固体部分，以缩短水力停留时间(HRT)及降低废水浓度，再以污泥马达定时抽取沉淀污泥至污泥浓缩池中。

7. 覆皮式厌气醱酵槽

主要在将高BOD之原废水迅速降低至好氧菌适合之BOD浓度。一般而言，厌气菌对高BOD浓度之水质适应性较强，惟需较长之水力停留时间(HRT=10天)，可以去除BOD达90%以上。

8. 调整池

配合畜舍的废水量来设定容积，通常其HRT为1.3~2天，主要功能为将每天产生的废水加以贮存，在24小时中平均分配至活性污泥池，使活性污泥得以获得连续且稳定的BOD浓度废水，以进行好气处理，进而确保放流水之水质稳定。现已有猪场之废水处理设施，改为将固液分离后之废水，以24小时连续进流到厌气槽，以取代厌气槽后之调整池。即是将调整池移至厌气醱酵槽前端。

9. 活性污泥槽

系利用好氧微生物，分解利用废水中之有机物质(如BOD及SS等)，以使水质更净化，达到放流水标准，一般设计容积HRT为1.5天。

10. 最终沉淀池

终沉池具有澄清与浓缩之双重功用。一方面将混合液沉淀以产生清澈放流水，另一方面将沉淀之污泥浓缩，以便污泥之回流或排泥，一般设计容积HRT为4小时。

三、三段式废水处理设备之操作要点

目前所普遍使用之三段式猪粪尿废水处理设施，为早期农委会畜产试验所研发推广之典型畜牧场废水处理设施。此处理设施包括厌气发酵槽、调节槽、曝气槽及终沉池等设施，所以占地广。前段之厌气发酵操作简便又有沼气可利用，在猪粪尿废水处理中扮演着非常重要的角色。在正常操作下，固液分离后之废水经厌气发酵处理，可去除90%左右之有机物质。厌气处理的操作仅须定期废弃污泥，就可以发挥预期之效果。

厌气发酵后所残余之COD和BOD，仍需要利用曝气槽内活性污泥处理废水加以去除以符合放流水标准。好气处理的效果视活性污泥槽(曝气槽)中溶氧与污泥量而定，溶氧应保持在1 ppm以上。如果溶氧低于0.5 ppm时，废水中微生物之生长将受到限制。除此之外，为了能维持适当之食微比(食物/微生物；BOD/MLSS)，除了控制厌气发酵后之BOD值(即控制适当之厌气处理水力停留时间)外，仍需要依据每日所监测之活性污泥量 $SV_{30}(\%)$ ，以适时调节污泥回流量或是废弃过剩污泥。根据多年的现场操作经验，为维持最适当之 $SV_{30}(\%)$ (应介于15~30%之间)，目前建议畜牧场新建之厌气处理槽之HRT调整为4~6天，以提供足够之BOD维持曝气槽适量之 SV_{30} 。

最后一步处理是让废水流入终沉池内，活性污泥即沉淀于终沉池底部，只有上清液流出。如果由活性污泥槽流出的水是淡棕色而且没有粪臭味，则表示活性污泥有作用。当曝气槽内之 $SV_{30}(\%)$ 小于15%，则必须增加终沉池之污泥回流到曝气槽内。曝气槽与终沉池之过剩污泥也要适时加以废弃，污泥可抽至污泥浓缩槽再使用污泥脱水机协助污泥的处理。挤压成型之污泥饼及固液分离后之固形物可制作成有机肥。

一般废水之操作管理只重视硬件之操作与槽体大小之调整，厌气处理槽加大或是增加鼓风机马力数等。三段式养猪废水处理设施之原理是利用废水生物处理技术的一种废水处理方式，所以必须将微生物学观念与自动控制技术导入废水之操作管理中，才能将废水妥善处理并达到环保单位之放流水标准。

四、台湾养猪废水处理技术的另一种选择

三段式废水处理设备虽然占地较大，但却能有效减少养猪污染，对于环境保护仍有贡献。固液分离段和厌气段操作容易，又能去除绝大部分的污染，是三段式中最有利用价值的部份，而第三段之标准活性污泥法(维持曝气槽之活性污泥量及终沉池之污泥回流量)的操作不易，故仍有改善之空间。而分批式废水处理反应槽(图5)的设备简单且占地面积较小，仅需一个曝气槽兼具反应和沉淀功能。它的操作简单仅需定期废弃污泥，不需回流污泥。如果将分批式废水处理反应槽

接在厌氧发酵之后，将可获得有沼气可利用与得到自动化处理之便利。

分批式反应槽为一个兼具反应和沉淀的功能之单元废水处理槽，不需要额外的终沉池设施，且由标准活性污泥法改装容易。其操作简单，仅需定期废弃污泥，本身即具备自动化能力。SBR系统已被利用于养猪废水处理之研究，但是仅有少数研究真正应用于现场的猪粪尿废水处理(Su et al., 1997; Lo et al., 1991)。反应槽基本上为一进料/排水交替式的活性污泥处理系统，所要处理的废水依时间设定进入反应槽内，再进行批次式的处理模式(Arora et al., 1985)。简言之，典型的分批式反应槽之操作，每一个循环可区分为五个操作阶段即：(1)进水期(fill)；(2)反应期(react)(曝气与搅拌动作)；(3)沉淀期(settle)；(4)排水期(draw)；(5)滞留期(idle)。其中可设定反应期内之曝气与停止曝气时间交替操作之循环次数，以达到预期之处理效果。处理后的废水再经过一定时间之沉淀后，仅将上清液排出反应槽。利用滞留期可将过剩的污泥抽出槽外。

台湾动物科技研究所改良原有之分批式废水处理系统，并实际应用于台湾养猪场之废水处理工作，同时导入微生物学之原理与观念，因此每个操作循环之阶段改良为：(1)进水期；(2)反应期(曝气与搅拌动作)；(3)沉淀期；(4)排泥及排水期；(5)滞留期。每天每批次排水前先进行排泥动作，以避免活性污泥之老化，而影响废水处理效率。整个操作程序由原先之定时器系统逐渐改为计算机程序化控制系统(PLC)，不但使操作时间更准确，同时改进操作接口，使养猪农民更容易操作，提升养猪业者之使用意愿。

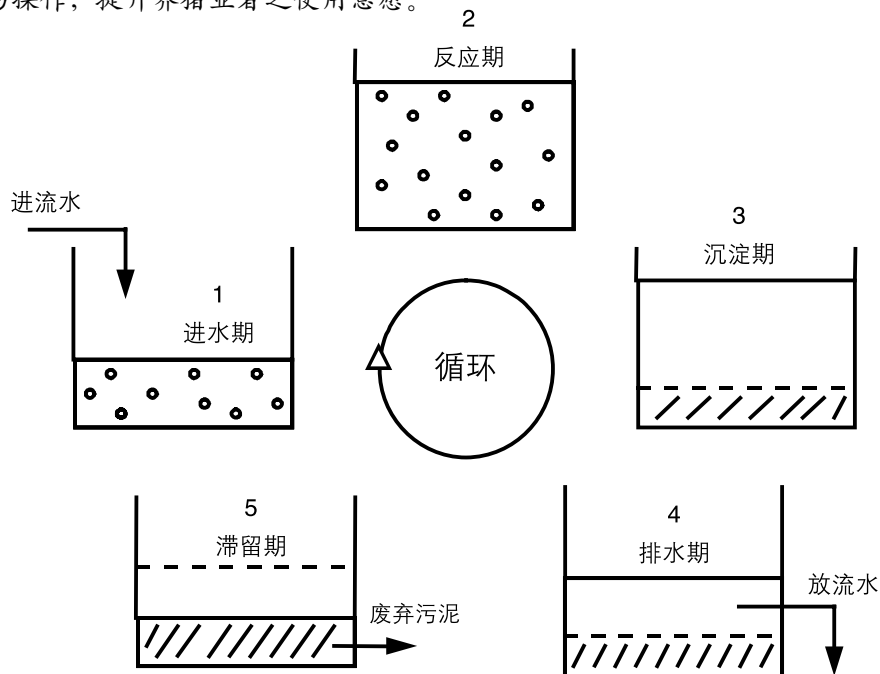


图5 典型之分批式反应槽处理流程

1. 分批式反应槽的优缺点

(1)优点：若把 SBR 接在三段式废水处理设施之厌氧处理槽后方，将可同时获得沼气之利与自动化操作之便。

(2)缺点：若是单不使用 SBR 系统，则无沼气可供仔猪保温及沼气发电之用。

2. 分批式废水处理系统操作实例

分批式废水处理设施早已于1994年于现场做初次测试，将固液分离后之原废水直接送入分批式处理系统中处理，试验结果良好其放流水符合1993年放流水标准(Su et al., 1997)，故于1995年再于新竹县另选一猪场作进一步测试(苏，1996)。示范猪场位于新竹县，其饲养头数约500多头，每日废水量约为15~18 m³。其猪场之基本数据如下：1)猪粪尿处理方式：三段式猪粪尿废水处理设施。2)固液分离：使用固液分离机。3)厌氧处理：使用卧置式厌氧槽并覆盖红泥塑料布。4)好氧处理：使用活性污泥法来处理。实场操作之废水处理设施是以原有之三段式废水处理设施后段加以修改，即仅将其曝气槽与终沉池修改为分批式废水处理系统。现场之操作结果显示此系统可有效去除废水中之BOD、COD及SS，并可达到当年(1998年)及目前2004年之放流水标准。现场之能源消耗情形因分批式采用间歇曝气方式，故较三段式为省电，约可节省1/3之电费。

由于分批式废水处理设施之高处理效率、节省人力与电力资源、占地面积小及简易之操作管理等优点，因此在2000年后也陆续有养猪业者主动要求将废水处理设施修改为分批式废水处理系统，台湾动物科技研究所都会提供废水处理设施设计图，及协助畜牧业者新建废水处理设施，同时指导畜牧业者操作管理之要领与技术。台湾动物科技研究所提供海外畜牧场废水处理技术顾问咨询及废水处理厂之设计图服务。

五、三段式猪粪尿废水处理设施与分批式废水处理反应槽之比较

A. 系统比较

(1)三段式废水处理设施

目前所普遍使用之三段式猪粪尿废水处理设施因为包括厌氧发酵槽、调节槽、曝气槽及终沉池等设施，所以占地广。前段之厌氧发酵操作简便又有沼气可利用，所以养猪户多有厌氧槽越大越好的想法，而兴建较大之厌氧槽。但是为了去除厌氧发酵后之COD，必需要供给活性污泥足够之BOD，因此维持适当之曝气槽内食微比是非常重要的。为了能维持适当之食微比，除了控制厌氧发酵后之BOD值(即控制适当之厌氧处理水力停留时间)外，仍需要依据每日所监测之SV30(第30分钟时之活性污泥量)，以适时调节污泥回流量或是废弃过剩污泥。终沉池之污泥也要适时加以废弃，以免因污泥在终沉池内停留过久，造成污泥上浮而影响放流水水质。因此，第三段活性污泥法的操作管理对于畜牧业者而言是最困难的一段。台湾动物科技研究所导入微生物学及自动控制观念指导业者使用定时器

与手动阀，以自动控制每日之污泥回流量及污泥废弃量，使曝气槽内之活性污泥不会老化。

(2) 自动化分批式反应槽(SBR)

为单槽设计可独立操作之废水处理设施，仅需再配合一个能储存原废水之储水槽即可，所以占地面积较小(表2)。此反应槽兼具曝气槽与终沉池之功用，对

表1 分批式反应槽系统(SBR)与三段式废水处理系统之比较

	分批式反应槽系统(SBR)	猪粪尿废水三段式处理系统
处理模式	可独立处理废水，不一定需要配合厌氧发酵处理。仅需要单一处理槽。	需要厌氧发酵槽、好气处理及沉淀设施。
处理设施所占面积	较小。	较大。
操作管理	全部操作由自动控制系统控制，减少管理人力。	需花费人力管理厌氧槽、曝气槽及终沉池内之污泥回流与排泥，程序繁杂。
污泥回流	完全不需要。	需要定时由终沉池回流污泥到曝气槽。
污泥培养	可设定曝气时间，停止排水时间，故可在最佳环境中培养污泥。	培养初期需仰赖将终沉池污泥全数回流到曝气槽以顺利培养污泥。
活性污泥	因采用批次式进料，所以污泥不易流失。	极易流失，故需靠定时之污泥回流以维持适当之污泥量。
耗电量	采间歇曝气方式，故可节省能源。	因三段式系统为塞流式处理方式，故需24小时连续曝气，以确保处理水质。消耗较多能源。
沉淀时间	沉淀时间可依需要加以调整，其时间也较三段式系统长，故可去除较多之SS。	1.沉淀时间较短 2.若污泥在终沉池中停留过久，将使污泥上浮，影响水质。
处理程序	可依废水水质与水量，机动调整处理程序。	无法弹性调整处理程序。
终沉池设施	曝气槽与终沉池之综合体，故不需要另设终沉池。	需要额外的终沉池设施。
食微比	范围较广。若单独使用SBR则其食微比为0.05~0.5 kg-BOD/kg-MLSS.day。	0.2~0.4 kg-BOD/kg-MLSS.day

表2 自动化废水处理分批式反应槽与调节槽之容积需求，以水力停留时间3天与有效水深3.5m计算。

在养头数 (头)	每日废水量 (m ³ /day)	分批式反应槽 (SBR)		调节槽	
		参考容积* (m ³)	有效容积(m ³)	参考容积* (m ³)	有效容积(m ³)
200	6	22	18	10	9
500	15	51	45	26	22.5
1,000	30	96	90	48	45
2,000	60	192	180	95	90
3,000	90	284	270	141	135

*所指之容积为槽内之体积(不包括槽壁厚度)

表3 分批式反应槽(以HRT=3天计算)与三段式废水处理设施占地面积之比较

在养头数(头)	分批式反应槽 ¹ 与调节槽等设施(m ²)	三段式废水处理设施 ² (m ²)
200	9.10	81.0
500	21.8	122.3
1,000	41.2	178.6
2,000	81.9	307.2
3,000	121.3	448.6

¹ 根据参考容积来计算(不包括槽壁厚度), 仅以单独使用分批式反应槽为处理设施时来评估

² 设施系依照省畜产试验所之猪粪尿处理设施工程设计、施工手册(1993年10月)所述, 包括厌气酸酵槽、调节槽、曝气槽、终沉池、污泥浓缩池及储水池等, 槽深为4 m

于小型养猪场可单独使用直接处理原废水,而对于在养头数1,000头以上者,则建议配合厌气酸酵槽使用,以减少曝气所需之能源消耗。其全部流程皆使用自动控制电箱配合液位控制器来操作所有设施,所以操作简便,仅需依据SV₃₀之变化适时排泥即可。两种废水处理系统之比较详见表1与3。

B. 成本比较

(1)三段式废水处理设施

根据1994年省畜试所之统计数据显示三段式废水处理设施之处理成本,以在养头数5,000~9,999头之养猪场最低仅137元/头。而以在养头数1,000头以下之养猪场最高为352元/头。在养头数2,500~4,999头间各规模之处理成本相当,并无太大差距。至于三段式废水处理设备之投资成本,以年在养平均头数而言,仍是以1,000头以下之养猪场最高为1,696元/头。而以平均在养头数29,776头之企业化养猪场最低仅318元/头。以上数字仅供参考,实际成本应各场环境条件之差异而有所不同。

(2)分批式反应槽系统

因为分批式反应槽系统可以旧有之三段式处理系统之曝气槽与调节槽稍加修改。以1996年新竹县示范户为例,改装成分批式废水处理设施包括新设置之污泥晒干床乙座、烤漆板屋顶两座及水电部分,其设施之修改成本约为1,085元/头。如果养猪业者场内已设有污泥晒干床或是污泥脱水机,则可降低修改成本。另外,以2005年苗栗县海口地区在养900头之养猪场其新建分批式废水处理系统(含固液分离、厌气酸酵槽及SBR处理槽等),包括槽体建筑、固液分离机及水电设备安装等仅需750,000元,即设施投资成本约为833元/头,相较于三段式废水处理设施之投资成本1,696元/头(1,000头以下猪场),SBR之设置成本较低。故不同的养猪场可能有不同之状况,所需之修改成本亦不同。例如,如果原有曝气槽之容积足以使用分批式模式来处理废水,则所需之成本将降低。反之,如果原有曝气槽之容积太小,则必需另外建造新的处理槽,所需之成本将相对提高。如果原有之三段式废水

表4 1995年11月10日到1996年3月11日期间SBR系统在示范场之电力使用情形

系统别	设施	马力数(HP)	台数(部)	每天使用时数 (小时)	总耗用电量 系数	平均每月 电费(元)	平均每月节 省电费(元)
三段式废水处理	固液分离机	1	1	2			
	抽水井内之 污水马达	1	1	2			
	鲁式鼓风机	3	1	24	76.00	3,627 ³	
SBR	固液分离机	1	1	2			
	抽水井内之 污水马达	1	1	2			
	固液分离后之 原废水槽内之 污水马达 ¹	1	1	1次/周、 30分钟/次			
	鲁式鼓风机	3	1	15.36			
	进水之污水	2	1	0.5			
	SBR内排泥用 之污泥马达 ¹	2	1	1次/周、 5~10分钟/次			
	排水用之 电动阀 ¹		1	约30秒			
	SBR之自动 控制电箱 ¹		1	24	51.08	2,438 ²	1,189

¹ 总耗用电量系数=马力数×台数×每天使用时数。固液分离后之原废水槽内之污水马达、SBR内排泥用之污泥马达、自动控制电箱及排水用之电动阀并未计算在内。

² 根据1995年11月10日到1996年3月11日之电费收据，在此4个月内SBR系统共消耗9,752元之电费，故每月消耗2,438元。

³ 三段式系统所消耗之电费系由SBR所消耗之电费推算：三段式系统所消耗之电费=76×2,438元÷51.08=3,627元

表5 在养头数与建造SBR槽体土木工程之参考成本比较

在养头数 (头)	每日废水量 (m ³ /day)	分批式反应槽(SBR)	土木工程成本	
		参考容积 ¹ (m ³)	总造价 ² (元)	平均成本(元/头)
200	6	22	135,000	675
500	15	51	220,000	440
1,000	30	96	295,000	295
2,000	60	192	442,000	221
3,000	90	284	570,000	190

¹此参考容积是以水力停留时间3天计算，并不包括槽壁厚度(一般厚度为20 cm)。

²价格系以整体RC墙底内外水泥粉刷防水，并扎钢筋(13 m双向10 cm扎筋)且墙、底厚度20 cm计算。土木工程成本为1996年之估算值，仅供参考。

处理设施中之曝气槽太小，则可参考表2之SBR参考槽体容积以兴建新的反应槽。土木工程之建造成本(由土木承包商提供)与每头猪之平均成本详见表5。每头猪所需之土木工程成本与规模大小成反比，亦即在养头数越多，则其每头猪之平均

成本越低。至于水电部分则视各场之情况而异，故在此不作评估(苏，1996)。

由使用之电力能源来比较(表4)，因为三段式采连续性进料，故为确保放流水水质，其第三段活性污泥法必需实行24小时连续曝气方式。然而，分批式反应槽为分批进料处理模式，即处理完成一批废水后再进行另一批废水处理，并采间歇性曝气，故分批式反应槽所消耗之电费较三段式为低。

六、结论

三段式废水处理是目前台湾最常使用的畜牧废水处理方式，尤其是处理养猪废水。在政府与农民为养猪废水的污染防治工作共同努力多年下，养猪废水已有妥善的处理，因此养猪废水不再是严重的污染问题。大多数的养猪农民也注意到养猪污染对环境的影响，并知道该珍惜自己的生活环境。学者专家也正努力的研究改善猪只饲料效率之方法，以避免猪粪尿废水中过量的氮磷污染到河川湖泊，造成优养化。在台湾大约93%以上之养猪户已具备废水处理设备，这项数字显示养猪废水污染已被有效控制，以及其推广之效果。为了让台湾之养猪业能永续经营，养猪户与专家学者将更努力以使处理后之废水能符合放流水标准。分批式废水处理反应系统可自动化操作，已经成为养猪农民较佳的废水处理方式选择。

参考文献

1. 95年农业统计年报(2006) 行政院农业委员会 pp. 10-21 & 118-119。
2. 台湾省畜产试验所(1994) 猪粪尿废水处理成本之经济分析。农政与农情(83年9月号): 119。
3. 畜牧污染防治(1992) 台湾区杂粮发展基金会。
4. 台湾省畜产试验所(1993) 猪粪尿处理设施施工设计、施工手册(修订本)。
5. 苏忠楨(1996) 畜牧废水处理自动化分批式反应槽操作管理手册，新竹县环境保护局。
6. 官政明(1994) 猪粪尿三段式废水处理设备操作手册，台湾养猪科学研究所。
7. Arora ML, Barth EF & Umphres MB (1985) Technology evaluation of sequencing batch reactors. Journal WPCF 57(8):867-875.
8. Lo KV, Liao PH & Van Kleeck RJ (1991) A full-scale sequencing batch reactor treatment of dilute swine wastewater. Cana. Agri. Engi. 33: 193-195.
9. Su JJ, Kung CM, Lin J, Lian WC & Wu JF (1997) Utilization of sequencing batch reactor for in situ piggery wastewater treatment. J. of Environ. Sci. Health., Part A- Environ. Sci. and Eng. 32(2):391-405.
10. Su JJ, Lian WC & Wu JF (1997) Demonstration of piggery wastewater treatment by a full-scale sequencing batch reactor after anaerobic treatment. Proceed. of 22nd Wastewater Treatment Technology Conference, Chinese Institute of Environmental Engineering. pp.777-790.
11. Su JJ, Lian WC & Wu JF (1999) Studies on piggery wastewater treatment by a full-scale sequencing batch reactor after anaerobic fermentation. Journal of the Agricultural Association of China 188:47-59.