

專題研究題目 污泥處理與減量技術之探討



專題學生：蔡茹宣、洪懿伶、馬偉倫、陳韋如、王季穎、張宸愷、廖婕如

一、前言

近年來，廢水和污水妥善處理率已顯著提高，都市下水道的接管率亦逐年上升，伴隨產生的污泥量亦不斷增加，若無妥善處理與處置，易衍生二次污染問題。然而，我國地狹人稠，可作為廢棄物衛生掩埋之場址一地難求，導致污泥清運與處理費用急劇增加，其主要原因與最終處置設施容量嚴重不足有關。以往，由於污泥處理費用相當低廉，甚至部分不肖業者任意傾棄，故污泥減量技術不受重視。現今，國人環保意識普遍抬頭，環保法令亦趨嚴謹，污泥相關的處理費用隨之節節上升，已成為相關企業經營之重大成本，在最終處置場址尋覓不易的情況下，未來污泥之減量及處理技術更形重要。

本研究之主要目的在於探討國內目前污泥之產出及處理現況，評析各種污泥處理技術之適用性。

二、污泥之來源特性與處理程序

2-1 污泥之來源

污泥主要為水及廢水處理過程中衍生的固體沉澱物(或浮渣)，其來源為各處理單元所產生的固體物殘渣，除依處理廠的類別可分為淨水廠污泥、生活污水污泥及事業廢水污泥外，亦可依其處理程序特性加以分類為化學污泥及生物污泥，抑或依所產生污泥之有機物濃度高低分為有機污泥及無機污泥。至於工業製程所產生的廢水，常因產業類別特性，其廢水處理所產生的污泥有時含有危害性物質，因此也可依其有害成分與否，分為一般污泥及有害污泥。

2-2 污泥之特性

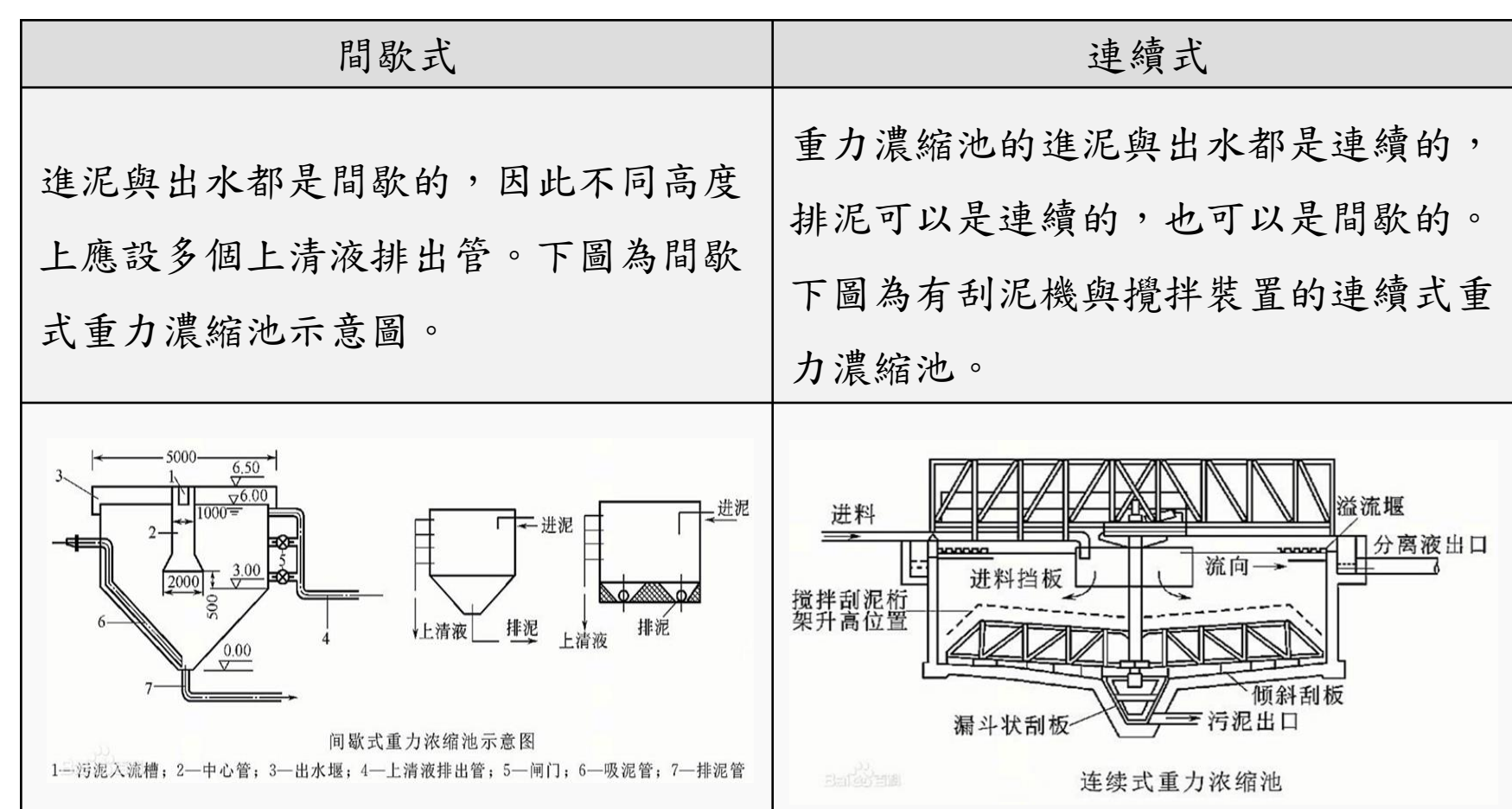
一般污泥性質隨來源不同、放置時間長短及處理程序而有變化，其性質可分為物理性質、化學性質與生物性質。

2-3 污泥之處理處置

污泥處理之目的主要在於降低其含水率，減少其體積，以降後續處理處置所需之容量及成本。

2-3.1 濃縮

重力濃縮法：運轉方式可以分為連續式和間歇式兩種。



2-3.2 消化

生物穩定方法	厭氧消化法	好氧消化法
優點	<ul style="list-style-type: none">適合高濃度有機廢物處理。產生有用的最終產物如CH₄。較低的合成作用，消化污泥最少。營養劑N及P之供應較少，產生的消化污泥衛生上已無大礙，可供肥料之用。	<ul style="list-style-type: none">不必有隔離，加熱及覆蓋等設備。產生的污泥剩餘固體及上層液有著低的需氧量，不必再處理。消化污泥之沉降性良好，脫水性佳、無臭味，程腐植土狀，易於處分。較短的消化時間，消化槽空間較小。
缺點	<ul style="list-style-type: none">必須特別技術於污泥攪拌，加溫及上層液一之分離。上層液含有高的SS及BOD，須再行處理。停留時間較長，消化槽所站的空間較大。處理低濃度的有機物較不經濟。	<ul style="list-style-type: none">需較高的電費，供給所的氧量。不能回收有用的副產品如CH₄。較高的合成作用，使得消化槽體積大。溫度於消化槽中變動大，控制較為困難。

2-3.3 調理與脫水

(1) 污泥調理

調理的目的在於改變污泥固體物之親水特性，提高污泥之脫水性，調理方法可分為化學調理、淘洗及熱處理等，其中以化學調理最為普遍。

(2) 污泥脫水

一般污水處理廠的污泥脫水的程序包含有污泥通過調理攪拌槽→濃縮系統→污泥脫水→濾布清洗→污泥餅卸除等步驟。

2-3.4 乾燥

污泥在恆溫下受熱乾燥時，其重量變化曲線可分為三期：

- (1) 間隙水(稱為第一減速期)。
- (2) 表面水(稱為第二減速期)。
- (3) 化學結合水。

2-3.5 變化

變化的目的是可同時達到工業廢棄物的無害化、減量化及資源化。

2-3.6 最終處置

污泥經前述各種處理程序後，不論是脫水後產生之污泥餅、或經變化產生之灰渣，最終仍須於土地上進行處置，其中以陸地掩埋最為普遍且適宜，亦即將污泥處理之殘餘物傾倒於掩埋場，進行覆土及壓實掩埋。

三、污泥之減量與再利用

3-1 國內污泥之來源與產量

污泥可區分為事業污泥及下水污泥，事業污泥主要產出之行業別包含紙漿製造業、用水供應業、其他陶瓷製品製造業、皮革、毛皮整製業、石材製品製造業、石油及煤製品製造業等，下水污泥主要由國內目前運轉中之都市污水處理廠產出。

依據環保署事業廢棄物申報及管理系統(IWR&MS)之統計資料，國內104及105年各類有害污泥之總產出量分別為166,734公噸及170,225公噸，而一般污泥之產出量則分別為2,304,842公噸及2,321,822公噸，104年及105年國內一般污泥之產出及貯存量如表2-1所示。由表中可看出，105年一般污泥之貯存量較104年多出145,075噸，其中主要之增加量來自無機性污泥(D-0902)，增加了151,516噸，其次為淨水污泥(R-0909)及有機性污泥(D-0901)，依次增加了8,711噸及6,991噸，顯示其去化阻力較高。

國內最終處置場所日益困窘，污泥所需處理成本亦大幅提高，過去事業單位習慣

採用的污泥處理方式(濃縮(消化)調理脫水(掩埋))，逐漸面臨極大之挑戰，因此，如何進一步將污泥減量，或精進各種再利用技術，成為業亟需努力的目標。

廢棄物項目 (代碼)	104年			105年			貯存 增量
	產生量	再利用 /處理量	貯存量	產生量	再利用 /處理量	貯存量	
有機性污泥(D-0901)	336,900	318,699	45,959	302,959	295,968	52,950	6,991
無機性污泥(D-0902)	964,147	954,855	481,186	1,043,851	892,335	632,701	151,516
非有害油泥(D-0903)	23,302	22,715	6,170	19,456	17,215	8,411	2,241
污泥混合物(D-0999)	66,072	64,892	4,143	57,687	56,590	5,240	1,097
製糖濾泥(R-0901)	24,367	25,287	10	17,409	17,414	4	-6
食品加工污泥(R-0902)	49,739	49,763	625	54,205	54,273	557	-68
釀酒污泥(R-0903)	12,461	12,478	108	12,676	12,693	91	-17
漿紙污泥(R-0904)	388,321	383,440	39,004	377,654	390,179	26,479	-12,525
紡織污泥(R-0906)	26,123	25,879	11,265	42,509	47,398	6,377	-4,888
石材礦泥(R-0907)	136,056	137,824	28,835	102,508	108,794	22,549	-6,289
農業污泥(R-0908)	36,390	38,609	7,600	44,503	46,174	5,928	-1,672
淨水污泥(R-0909)	211,907	191,287	74,780	209,381	200,670	83,491	8,711
氫化鈣污泥(R-0910)	29,056	28,991	121	37,024	37,043	101	-20
總計	2,304,842	1,469,306	699,805	2,321,822	1,381,186	844,880	145,075

表3-1

3-2 污泥之減量

3-2.1 源頭減量

欲降低污泥量最積極的做法，可由源頭改善著手，其方式包括：製程調整、設備更新、更換原料及有效用藥等。

3-2.2 污泥減容

傳統污泥處理流程中之濃縮、調理脫水等程序，其主要目的均在於降低含水率，減少污泥體積，然其操作多有其極限，一般而言，脫水後之有機污泥及無機污泥含水率依序可降至約85-90%及65-70%，其含水率仍然偏高，若欲再進一步降低含水率，則通常須進行乾燥，甚至變化處理。

3-2.3 乾燥

脫水前或脫水後的污泥均可藉脫乾燥法進一步予以減容，乾燥方式可大略分為日曬乾燥及機械乾燥，污泥曬乾床即為典型的日曬乾燥，而機械乾燥依其使用的熱源則可分為：使用熱蒸氣加熱的蒸氣乾燥、使用燃料加熱烘烤污泥的火力乾燥、藉由電阻加熱電熱乾燥及在低於冰點與低壓力條件下，使污泥內結冰以去除水分的冷凍乾燥法。

3-3 污泥再利用

由表3-1可看出105年國內一般污泥的產出量約為232萬噸，其中再利用量約為138萬噸，再利用量能約佔總體污泥量之60%，顯見污泥再利用為污泥去化之重要管道之一。污泥依其性質而有不同的再利用方式，主要分為農業類、建材類及其它。有機濃度高之污泥，可經生物處理後製成堆肥或培養土，作為農業生產改良之用，如：製糖濾泥(R-0901)、食品加工污泥(R-0902)、釀酒污泥(R-0903)及農業污泥(R-0908)等。而無機污泥則多經固化、燒結等物理處理或熱處理程序，再生成輕質骨材、磚類製品、水泥、控制性低強度回填材料(CLSM)等，做為土木建材之用，如：石材污泥(R-0907)、淨水污泥(R-0909)及氫化鈣污泥(R-0910)等。另外，漿紙污泥(R-0904)及紡織污泥(R-0906)則可回收做為保溫防火建材原料，或做為鍋爐、水泥窯之輔助燃料。

污泥之再利用依其處理方式可分為生物處理、物理處理及熱處理，分述如下：

- (1) 生物處理
- (2) 物理處理(固化)
- (3) 熱處理(燒結)
- (4) 熱處理(鍛燒)
- (5) 防火板材製成技術

四、污泥處理之問題與對策

4-1 現行污泥處理問題

- (1) 處理/再利用量不足
由於102年北部及中部多家污泥處理機構發生違法事件而遭受停工、歇業處分，造成市場上處理量嚴重不足，連帶污泥處理費用大幅走揚，其後環保署加強輔導改善既有處理機構並落實管理外，亦積極輔導成立新的處理機構，逐步去化過往事業貯存之污泥量。其具體作為包括：
 1. 建議經濟部研議檢討「工業園區各種用地用途及使用規範辦法」，開放廢棄物回收、清除處理業進駐產業園區，促進環保服務產業發展。目前經濟部已規劃釋出4處工業區約31公頃之環保設施用地。
 2. 積極輔導興設民營廢棄物處理機構，自103年至105年合計成功申設22家民營廢棄物處理機構，大幅提升事業廢棄物之處理量，其中有6家為污泥處理機構，有效改善近年之污泥去化問題。
- (2) 產源未妥善分類影響處理/再利用作業
污泥成分性質複雜，加上目前部分事業機構管理不善，未有效進行污泥種類之區分、混合堆置的結果不利於後端污泥處理或再利用，進而造成處理或再利用之產品不佳或處理/再利用機構不願收受，增加污泥處理或再利用的困難。
- (3) 污泥處理/再利用管理或技術不足
統計資料顯示，國內處理污泥之處理機構及再利用機構似尚有足夠之餘裕量，但因管理不善對廢棄污泥進廠之把關不足，或因操作技術不佳、設備功能不彰，使得污泥之處理成效受到影響，或再利用產品品質不佳，甚而產生非法棄置之事件。
- (4) 再利用產品缺乏市場競爭性或通路不明
國內處理及再利用機構受託處理污泥來源廣泛，性質複雜，允收之標準不一，造成污泥經處理後所產生之產品品質不穩定，且無相關國家標準或有關規範依循，難為許可核發機關認同作為產品；或是再利用產品品質不佳，缺乏市場價值，使得產品銷售通路受阻，產生不當堆置或違法傾倒填埋之問題，例如：
 1. 部分有機污泥因具有臭味，使得處理機構的收受意願偏低，加上以堆肥或土壤改良劑再利用之方式，缺乏長期監測及調查工作，難以釐清其合適性，致使農民之使用意願偏低，市場競爭性不足。
 2. 無機性污泥主要係採再利用做為骨材或粒料方式，但因人工再生骨材或粒料較天然骨材及粒料的成本為高，導致市場競爭性較差；而污泥再利用製磚的品質相較亦不易控制，市場競爭性不足，導致污泥經處理或再利用的「粒料或低強度混凝土」產品，衍生廠內堆置或棄置之疑慮。

4.2 改善對策

- (1) 檢討國內污泥處理/再利用之量能
於清除處理機構服務及管理資訊系統中建置廢棄物處理媒合平台，提供產源事業查詢處理機構其處理廢棄物之種類、允收標準、處理方式與處理價格等相關資訊，提供污泥產源之事業機構參考，並隨時掌握市場供需之變化，降低違法傾倒棄置的誘因。
- (2) 落實污泥源頭減量分類，持續精進處理/再利用技術
強化產源責任及輔導管理，包括製程改善及廢水處理技術之精進以減少污泥產生量，建立污泥性質分類收集貯存以增進污泥處理率及再利用之可行性，提升再利用產品品質。同時輔導補助研究其他可行之再利用技術，如碳化、氫化、RDF等，提升再利用產品之價值，以達循環經濟之目標。
- (3) 建立處理/再利用機構查核輔導及監測機制
探討各類污泥之不同處理/再利用方法之允收標準如採熱處理、變化處理、能源回收方式之污泥含水率等規定，釐清再利用之風險並驗證技術可行性，建立產業管理及產品驗證規範，並輔以必要之長期監測計畫及成果之呈現，使民眾了解污泥再利用之必要性及助益。
- (4) 設置整合溝通平台，推動再利用產品之去化
設置網路平台，提供對於產品管制、污染監測、通路建制等事務之討論及合作，以建立合適的產品通路管道，必要時輔以經濟手段，促使產源端以合適之處理成本支出，提高再利用之意願。
- (5) 增修綠色採購、建築技術法規及公共工程使用規範等規定
部分再利用產品可納入政府綠色採購項目中，以增加資源化產品項目及其產品使用率，擴大相關產品之去化通路。