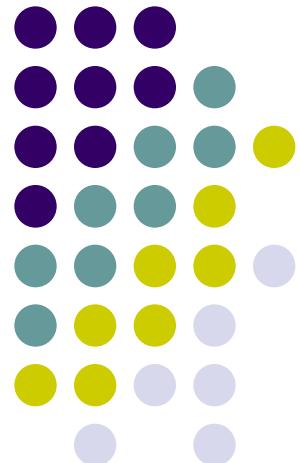
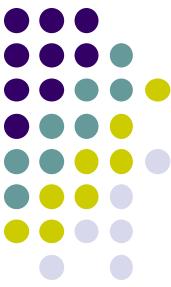


廢棄物理化生物處理技術

本簡報檔提供講座參考用
各講座得因需要自行調整





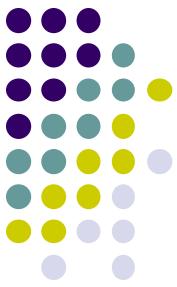
大綱

- 前言
- 廢棄物理化生物處理法規相關規定
- 一般事業廢棄物理化生物處理技術
 - 物理處理技術
 - 生物處理技術
 - 化學處理技術

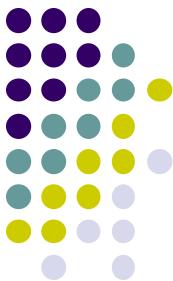


前言

- 依照「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」第2條之定義，中間處理指事業廢棄物在最終處置或再利用前，經物理、化學、生物、熱處理或其他處理方法，改變其物理、化學、生物特性或成分，達成分離、減積、去毒、固化或穩定之行為。



廢棄物理化生物處理法規相關規定



一般事業廢棄物處理相關規定

- 事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準
 - 處理：指下列行為：
 - (一) 中間處理：指事業廢棄物在最終處置或再利用前，以物理、化學、生物、熱處理或其他處理方法，改變其物理、化學、生物特性或成分，達成分離、減積、去毒、固化或穩定之行為。
 - (二) 最終處置：指將一般廢棄物以安定掩埋、衛生掩埋、封閉掩埋或海洋棄置之行為。
 - (三) 再利用：指事業產生之事業廢棄物自行、販賣、轉讓或委託作為原料、材料、燃料、填土或其他經中央目的事業主管機關認定之用途行為，並應符合其規定者。
 - 化學處理法：指利用化學方式處理事業廢棄物者，包括中和法、氧化還原法、萃取法、化學調理法、離子交換法、化學冶煉法、電解法及氣提法等各式處理方法。
 - 物理處理法：指利用物理方式處理事業廢棄物者，包括蒸發、蒸餾、薄膜分離、油水分離、固液分離、破碎、粉碎、拆解、剝離、分選或壓縮等各式處理方法。



有害事業廢棄物處理相關規定

● 事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準

- 固化法：指利用固化劑與事業廢棄物混合固化之處理方法。
- 穩定法：指利用化學劑與事業廢棄物混合或反應使事業廢棄物穩定化之處理方法。
- 氧化分解法：指利用化學氧化、電解氧化或溼式氧化方式，將事業廢棄物中特定污染物分解之處理方法。
- 洗淨處理法：指事業廢棄物貯存容器經水洗或溶劑清洗後，該貯存容器所含有害成分特性消失之處理方法。
- 滅菌法：指在一定時間內，以物理（含微波處理）或化學原理將事業廢棄物中微生物消滅之處理方法，其指標微生物削減率至少須達百分之99.999者；其採高溫高壓蒸氣滅菌者，以嗜熱桿菌芽孢測試；採其他滅菌法者，以枯草桿菌芽孢測試。

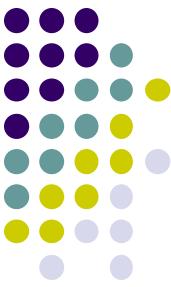


有害事業廢棄物處理相關規定

- 下列有害事業廢棄物除再利用或中央主管機關另有規定外，應先經中間處理，其處理方法如下：
 - 含氰化物（例：HCN、NaCN、KCN）：以氧化分解法或熱處理法。
 - 反應性有害事業廢棄物：以氧化分解法或熱處理法處理。
 - 含鹵化有機物之廢毒性化學物質：以化學處理法或熱處理法處理。
 - 有害性廢油、有害性有機污泥或有害性有機殘渣：以油水分離、蒸餾法或熱處理法處理。
 - 廢溶劑：以萃取法、蒸餾法或熱處理法處理。
 - 廢酸或廢鹼：以蒸發法、蒸餾法、薄膜分離法或中和法處理。



一般事業廢棄物理化生物處理技術



概述

- 廢棄物處理之最終目的：
 - 無害化—將廢棄物之有害/有毒成分去除，或將其濃度/數量降低，例如高溫滅菌。
 - 安定化—例如堆肥法處理後之殘餘物，已腐熟安定而不再發酵分解。
 - 減量化—減少體積或質量，例如固體廢棄物壓縮。
 - 資源化—可再用性之物質回收再用，例如將廢棄物中之廢金屬回收，其他如：發電。



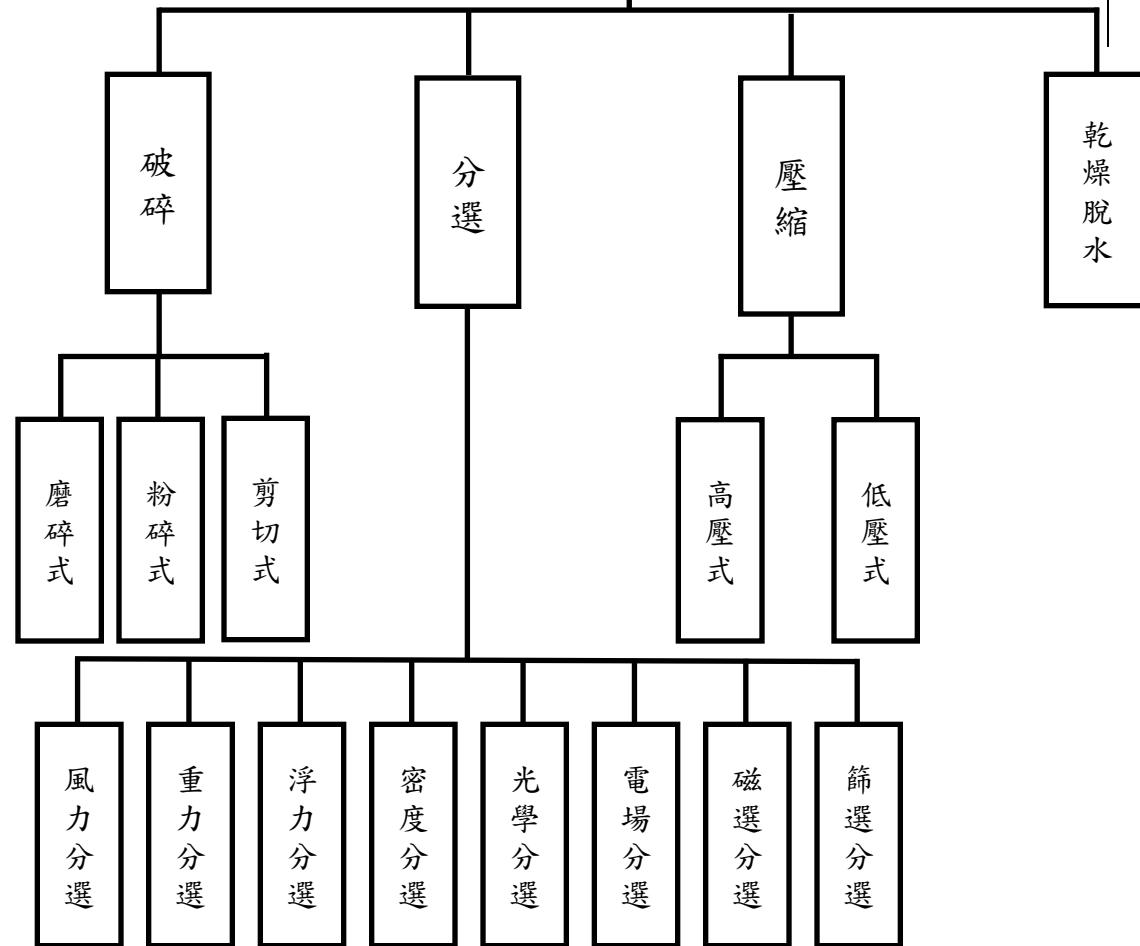
概述

- 前處理及中間處理技術指廢棄物進入最終處置程序之前，將廢棄物予以減量、減容及穩定化以利資源化或最終處置之中間處理技術，包括：
 - ◆ 「物理處理技術」：破碎、分選、壓縮或加熱脫水等。
 - ◆ 「生物化學處理技術」：堆肥法。
- 一般廢棄物經過上述處理程序後，即可送至資源回收場（如回收金屬物、紙類等）、廢棄物熱處理廠（如焚化廠）或堆肥場進行進一步之處理，有些經過分選或破碎後之無機性且已無再利用價值之一般事業廢棄物亦可直接送進掩埋場掩埋處置。



廢棄物前處理技術

前 處 理

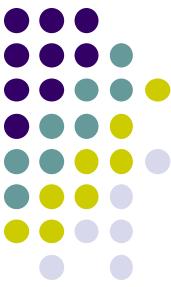


資料來源：廢棄物清理專業技術人員訓練教材，中華民國101年



一般事業廢棄物理化生物處理技術

物理處理技術

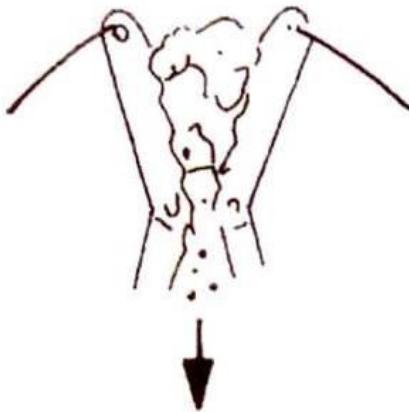


破碎處理

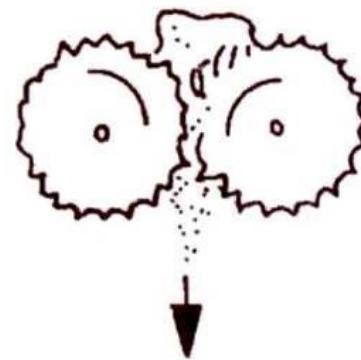
- 將固體廢棄物粉碎、磨碎、剪切、壓碎等成為小塊且尺寸大小大致均勻，以利運輸、貯存、回收資源、焚化、熱分解、堆肥、掩埋等。
- 固體廢棄物破碎方法，依分割方式，可分為下列：
 - 粉碎 (Pulverizing, Crushing)。
 - 磨碎 (Grinding)。
 - 剪切斷 (Cutting, Slicing)。



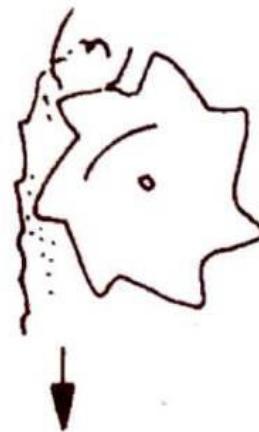
粉碎式破碎機



鉗夾 (Jaw)



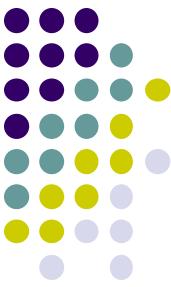
滾壓 (Roll)



衝擊 (Impact)

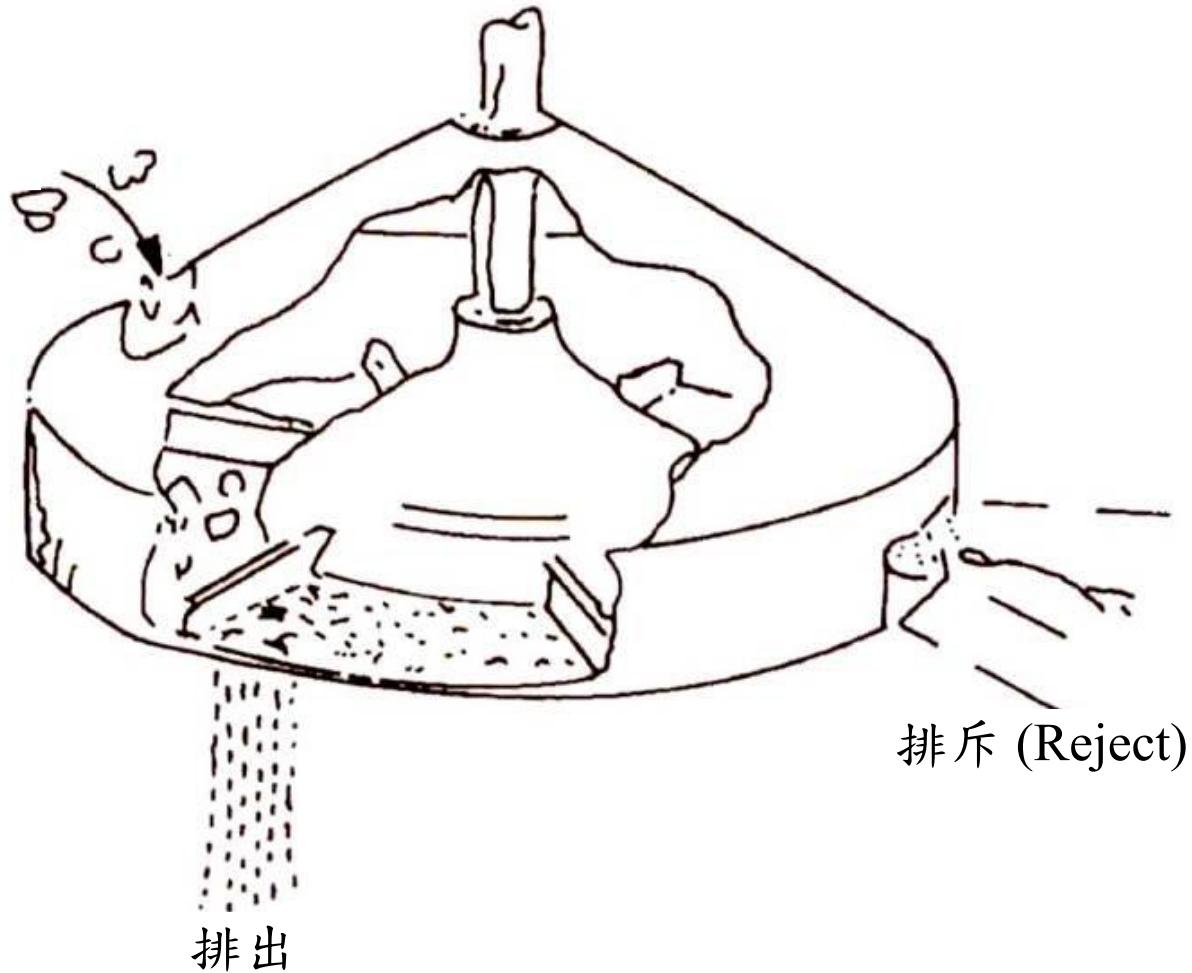


渦旋 (Gyrating)



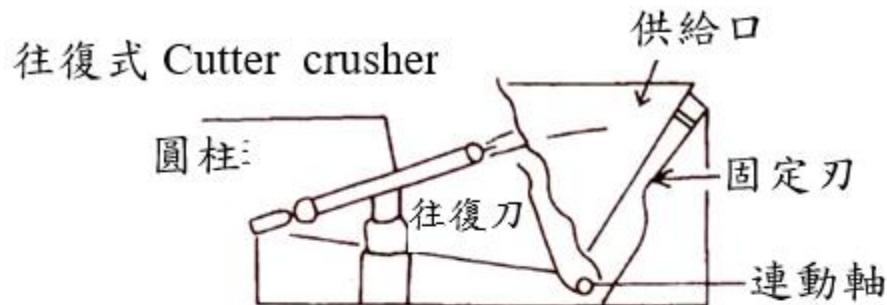
磨碎式破碎機

加入 (Input)

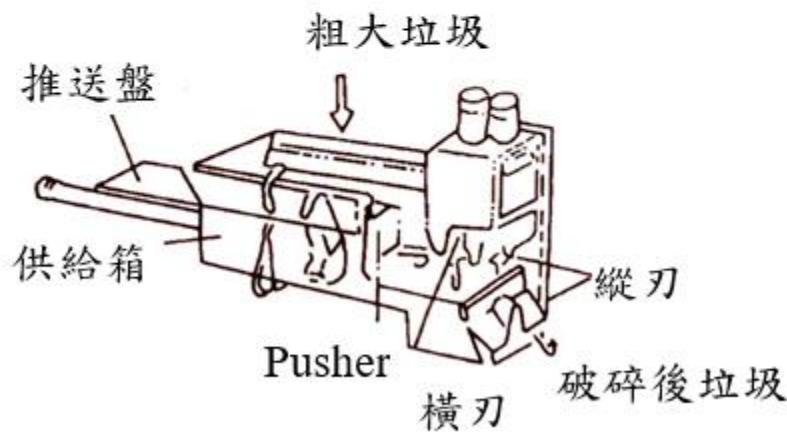




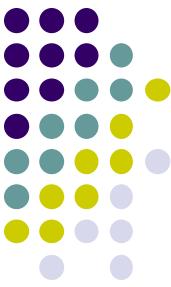
剪斷式破碎機



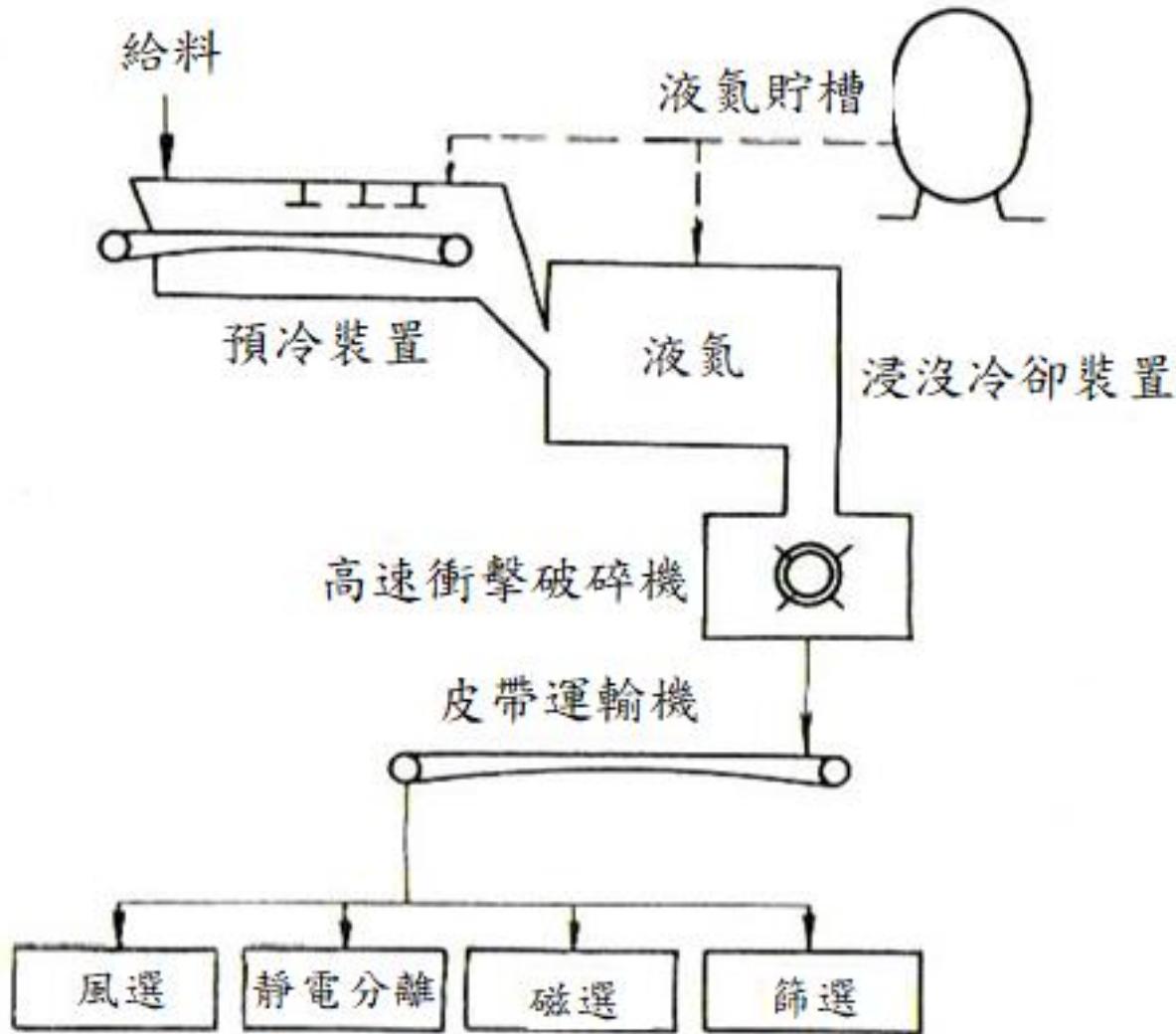
(a) 往復剪斷式



(b) 壓縮剪斷式



廢棄物低溫破碎機





破碎方法

- 依有無水分之存在可分為乾式、溼式、半溼式3種：
 - 乾式破碎—可分為超低溫及常溫兩種。常用之乾式破碎機為迴轉衝擊式與剪斷式破碎。
 - 溼式破碎—將廢棄物投入破碎機之水槽中與水一起激烈攪拌，在水中碎成漿液之方式。
 - 半溼式破碎—在半溼（即僅加入一定之水量）狀態下破碎成碎塊。



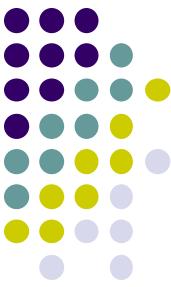
乾式破碎機之性能

回轉衝擊式	剪斷式
以動力旋轉鎚頭打碎廢棄物之方法	與剪刀剪東西的原理相同
橫型—水平旋轉軸 豎型—垂直旋轉軸	往復剪斷式 複合剪斷式
<p>優點：</p> <p>(1) 可連續進行破碎。</p> <p>(2) 適合大量處理。</p> <p>(3) 破碎粒較細、均勻。</p> <p>(4) 回收鐵、鋁、選別時，不純物之混入量較少。</p> <p>缺點：</p> <p>(1) 易發生振動、噪音、粉塵。</p> <p>(2) 爆炸性危險物混入時，有發生爆炸之可能。</p>	<p>優點：</p> <p>振動、噪音、粉塵發生少。</p> <p>缺點：</p> <p>(1) 屬往複式機構，斷續操作。</p> <p>(2) 不適合大量處理。</p> <p>(3) 處理後之粒徑大又不均勻。</p> <p>(4) 較適合可燃性傢俱、建築廢材等之剪斷破碎，因此可應用於粗破碎程度之機械焚化爐之前處理。</p>



選擇破碎機之考慮因素

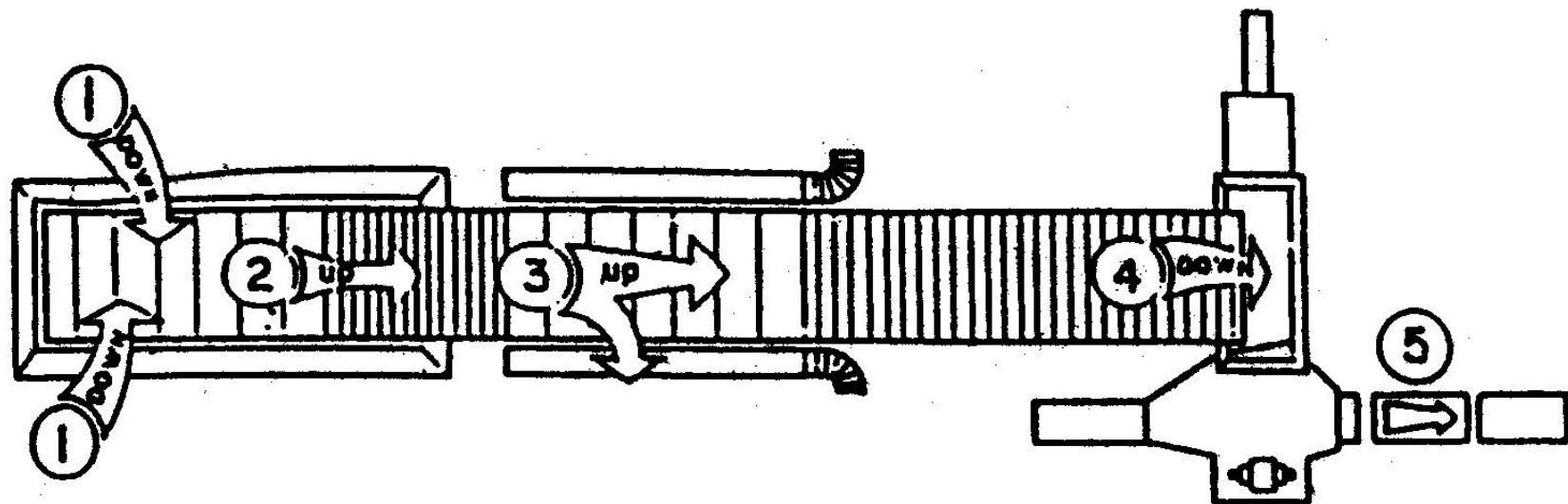
- 廢棄物之性質與破碎後之特性要求。
- 破碎後尺寸大小之要求。
- 操作方式（連續或間歇）。
- 操作特性包括動力數、日常及特殊保養的需要、操作難易、操作業績與可信度，及噪音、空氣污染、水污染等防治之需要性等。
- 撕碎器供應、罩蓋容積及吊車空間需要等。
- 空間位置考慮如面積、高度、走道、噪音及環境因素限制等。
- 破碎後廢棄物之貯存及其接續處理功能之要求貯存量。



壓縮處理

- 亦稱為壓實，體積將減小而單位體積之重量將增加許多，較便於裝卸、運輸、儲存及掩埋。壓實可達成下述目的：
 - 節省運費：例如都市廢棄物壓縮車可將體積減少60至70%。
 - 節省貯存空間：當紙類、纖維壓縮後，可以節省堆放之空間。此外，壓縮後可加以捆綁定型，較易於裝卸。
 - 延長掩埋場之有效使用年限。

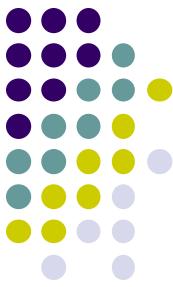
高密度壓縮鐵線捆紮處理機





高壓力壓縮機及成型廢棄物堆





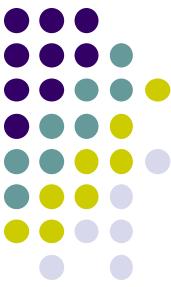
分選處理

- 主要為回收可用資源，如廢紙、金屬類廢棄物等，以及剔除不適於後續處理之廢棄物（若熱處理或堆肥，則需剔除無機類廢棄物，包括石塊、玻璃、塑膠、橡膠類等）。
- 分選多以機械為主，人工為輔。已開發的機器分選技術依風力、重力、浮力、離心力、磁力、振動力、篩孔及光學等各種原理而設計。

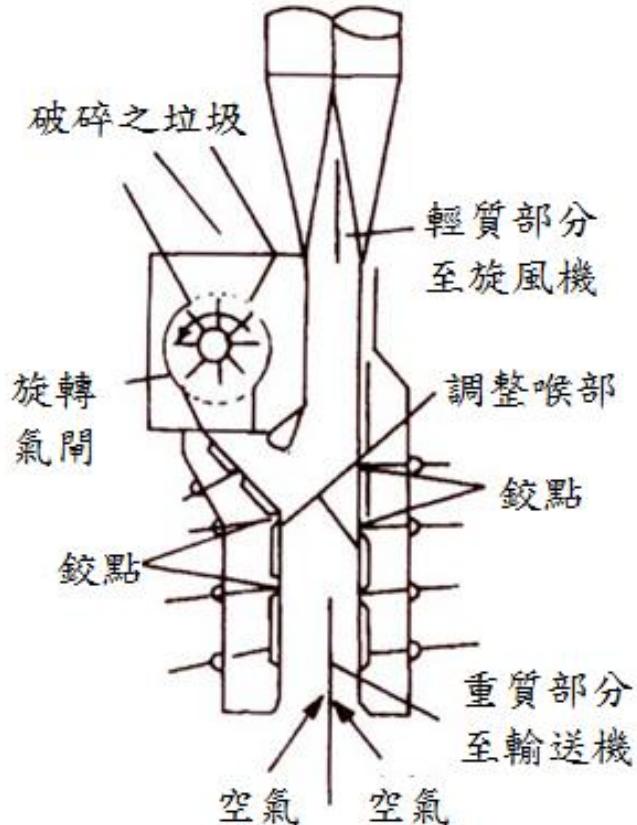


選擇風力分選機之考慮因素

- 廢棄物之性質，如大小、形狀、溼度、凝聚性、纖維含量。
- 廢棄物輸送及注入分選機的方法。
- 分選機之設計特性，如固氣比 (0.2-0.8)、浮動流速、進料率、總氣體流量及壓力損失等。
- 操作特性：面積與高度、動力大小、維護的需要、操作的難易度、環保要求（噪音振動、水、空氣的污染等）。



風力分選機示意圖

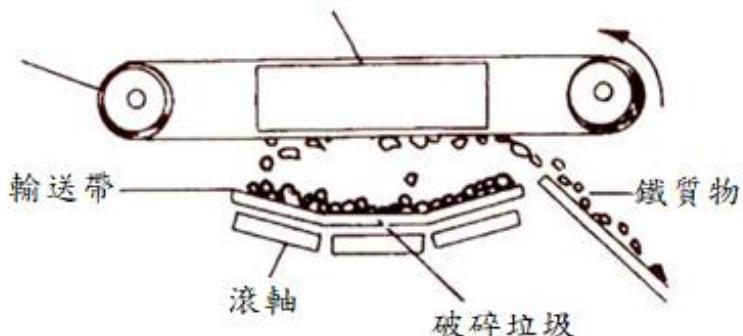


(a) 傳統豎槽型 (Conventional Chute Type)



廢棄物磁選機型式

懸掛磁鐵



(a) 磁懸鐵式

靜電磁設
置於旋轉
筒中

破碎垃圾

鐵質物



(c) 磁懸筒式

破碎垃圾

靜電磁於
滑輪內

鐵質物

非鐵物

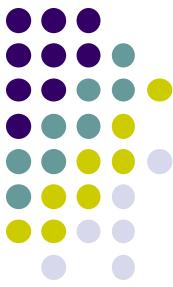
輸送帶

(b) 磁滑輪式



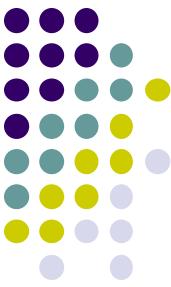
篩選法

- 以不同孔徑之篩孔，將廢棄物粗、細粒料予以分離之技術。
- 篩選機型式：振盪篩、旋轉篩。廢棄物之篩選係應用1個或串聯數個振盪或旋轉篩。



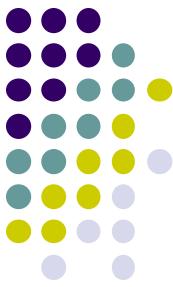
其他分選處理 (1/3)

- 彈力（慣性）分離法—利用各種廢棄物不同之密度，依據彈力原理，將不同密度之廢棄物分離。
- 電力分選法—廢棄物通過高壓電場時，利用各種廢棄物之電性差異分選之技術。電力分選有靜電分選法及渦電流分選法。



其他分選處理 (2/3)

- 光學分選法—廢棄物通過具有光源與透鏡及各式電子元件之光學檢測區時，廢棄物顆粒反射之光線，被光學檢測區將此光電訊號放大，經與標準樣品訊號值比對後，驅動高頻氣閥並噴出壓縮空氣，將欲分選之顆粒分離出來。光學分選法可分選各種有色玻璃類、橡膠、塑膠、金屬類等廢棄物。
- 高密度介質分選法—利用密度大於水之介質，使廢棄物顆粒按不同之比重分離之技術。



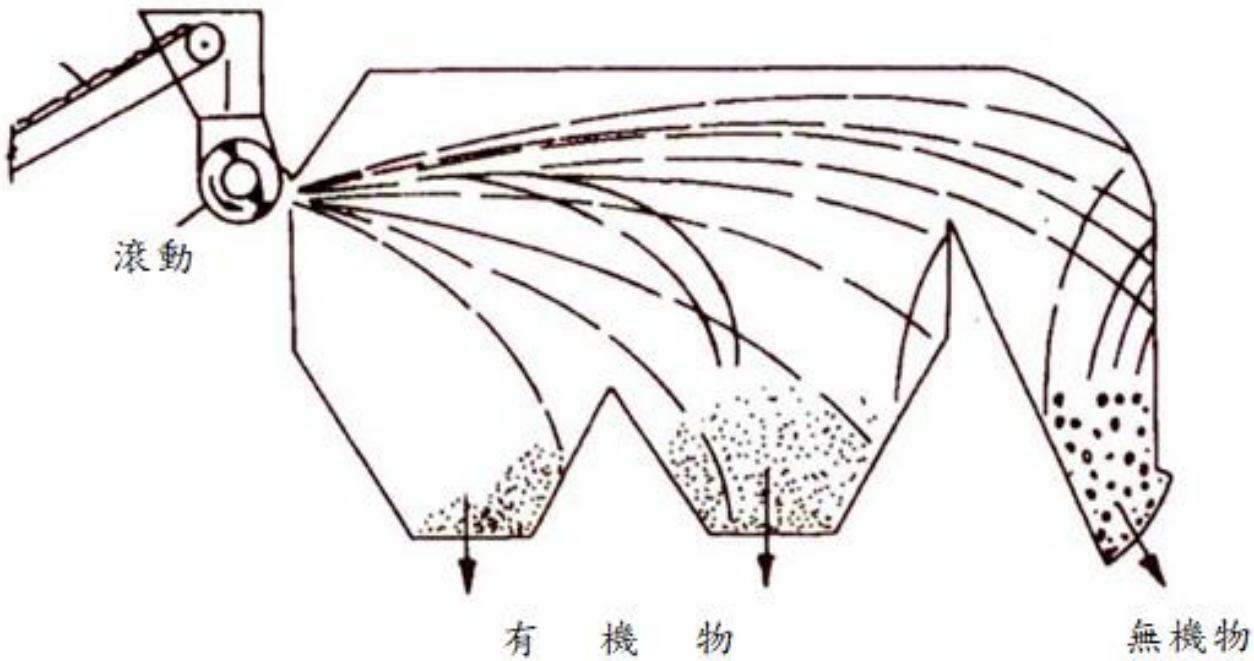
其他分選處理 (3/3)

- 浮力分選法—廢棄物與水混合後加入浮選藥劑（例如煤油或表面活性劑類之起泡劑等），通入空氣後即形成眾多細小氣泡，廢棄物顆粒依比重之不同而浮選分離出來。

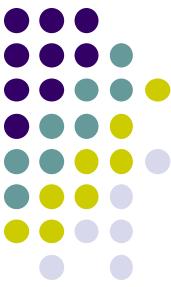


重力分選機

破碎垃圾

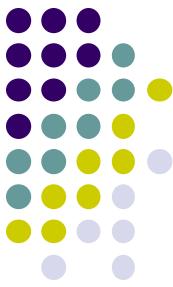


(a) 彈力分離



乾燥脫水處理

- 污泥類：污泥之水分分為內部固有水及結合水。
- 內部固有水：所附著微生物細胞內之固有水分，此部分之污泥水分約占5%以下。
- 結合水：包括顆粒間隙中之水分、表面吸附水等，為乾燥之主要對象。
- 脫水之方法：包括(1)污泥濃縮；(2)機械脫水；(3)乾燥。
- 污泥濃縮法（重力、離心、浮除等）與機械脫水法（包括帶壓、板框式壓濾、真空過濾等），其脫水率通常達10-40%之間。乾燥法後其含水率可達40%以下。



廢棄物之加溫乾燥脫水方法

- 對流—藉加熱介質（空氣或砂）與溼物接觸傳熱乾燥。
- 傳導—由加熱面與待乾燥廢棄物直接接觸，再傳導熱進入內部。
- 輻射—藉輻射方法將熱傳送至廢棄物上。



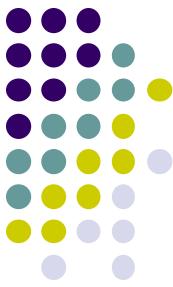
一般事業廢棄物理化生物處理技術

生物處理技術



堆肥處理

- 利用自然界之細菌、放射菌、真菌類等微生物，使廢棄物中之有機物經生物化學轉換，而分解成安定性腐植質之方法。
- 適於處理農、林、漁、牧業及污水處理廠、食品工廠、果菜市場、廚餘等所產生之廢棄物。
堆肥：兼具肥料及土壤改良的效能。



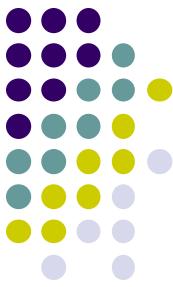
堆肥的優缺點

- 優點

- 堆肥材料可充分利用於改良農田土質，促進土壤肥分、吸水性、透氣性、疏鬆土壤及保持地力，增加土壤中微生物之活性。
- 堆肥主要成分為腐植質，無化學肥料的環境污染問題。
- 相較於其他中間處理技術，堆肥法之設置及操作費用較低廉。

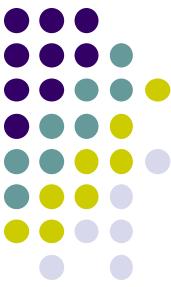
- 缺點

- 堆肥市場不穩定，影響採行誘因。
- 堆肥所需土地面積大，且環境衛生較難維持。



堆肥原理

- 堆肥處理技術：好氧和厭氧方式。
- 好氧堆肥：好氧菌為主。
- 厭氧堆肥：利用厭氧微生物。
- 好氧：時間較短且環境控制較易，現代化之堆肥多採用好氧堆肥，可分為連續式高速堆肥法及堆積式堆肥法兩類。

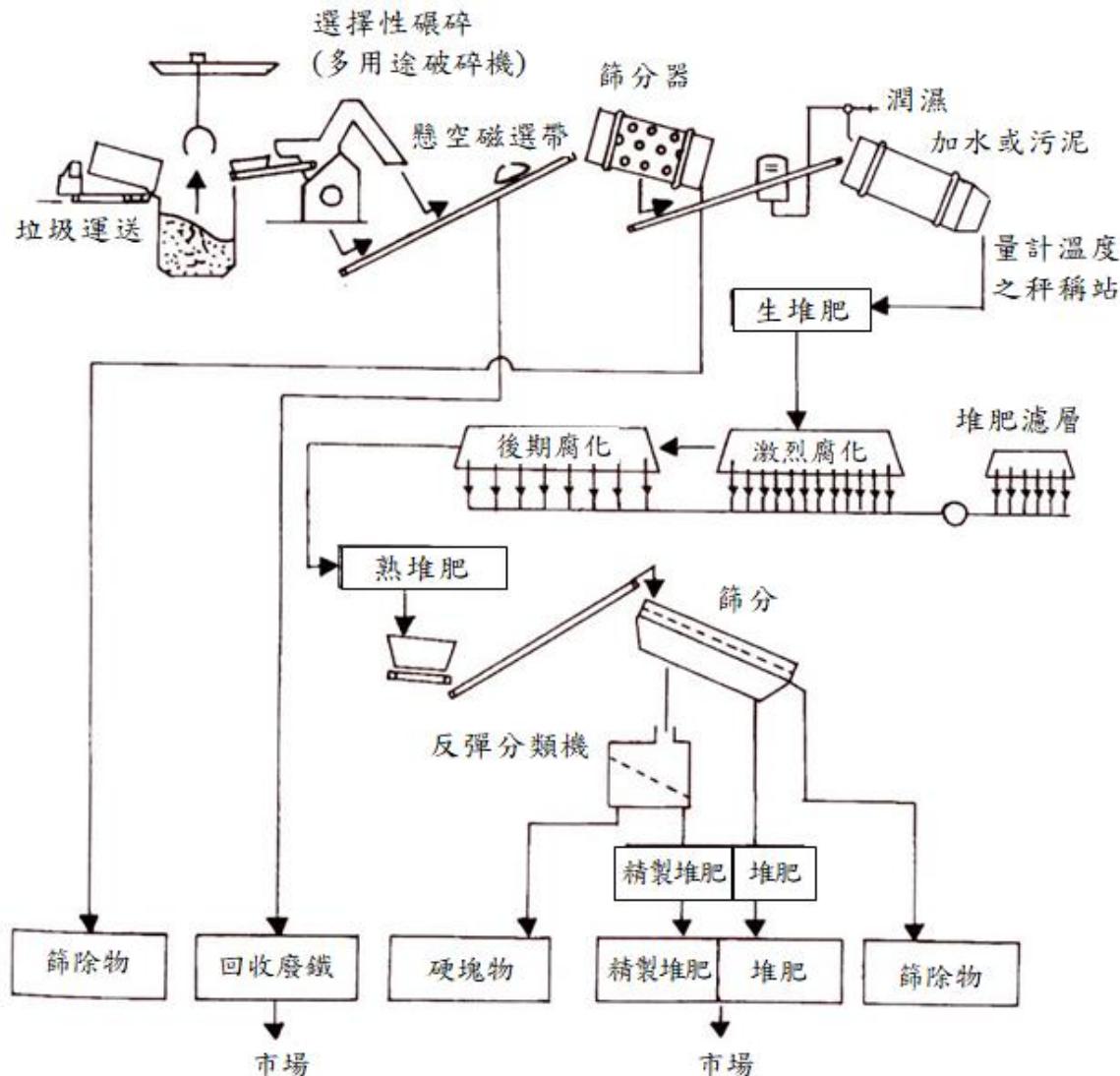


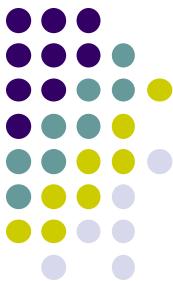
廢棄物堆肥步驟

1. 進料準備及貯存。
2. 前處理。
3. 先期主發酵（一次發酵）。
4. 後期發酵（二次發酵、熟成與養成）。
5. 後處理（加工、精製）。
6. 成品之貯存、包裝與運出。



堆肥處理流程示意圖





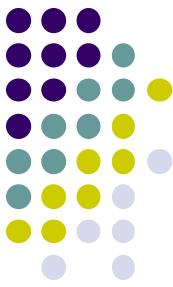
堆肥處理基本條件 (1/2)

堆肥處理基本項目	所需基本條件
1. 堆肥化材料	
(1) 易腐熟材料	須含有充分之有機質，剔除無機類廢棄物及生物有害物質。
(2) 材料顆粒尺寸	顆粒過小將造成空氣之流通量不足，而發生厭氧情況，堆肥適當之尺寸約在2.5-7.5 cm。
2. 發酵條件	
(1) 微生物菌種及數量	可將腐熟之堆肥或其他具充分好氧分解菌之有機材料，添加混入堆肥材料中（重量比1-5%）增加菌量（稱為植種）；有些做法是添加生物分解酵素，但成本較高。
(2) 水分調理	好氧堆肥材料之含水量以50-60%較佳（盡量將堆肥含水率維持在55%），當水分低於15%時，堆肥反應幾乎停止。



堆肥處理基本條件 (2/2)

堆肥處理基本項目	所需基本條件
(3) 供氧量與翻攪	<ol style="list-style-type: none">1. 好氧堆肥，必須於堆肥材料內維持通氣良好，並適當翻攪，以增加氧氣與堆肥材料接觸。2. 堆肥中空氣至少應有10.5%氧濃度（50%之原有氧濃度）。3. 為使堆肥中之氧氣、水分與溫度均勻，堆肥過程應經常翻攪。翻攪頻率視操作條件而定，通常發酵初期宜每天翻攪1次，發酵末期可3天1次。
(4) 碳/氮比值 (C/N)	35-50
(5) 堆肥溫度	好氧堆肥第1天溫度可達50°C，2-3天後升至60°C，最高溫度可達73-75°C可滅病原菌及蟲卵。整個堆肥發酵過程之溫度應維持在45-70°C。



溫度對於堆肥之影響

- 微生物之活性與溫度成正比關係，參與堆肥反應之微生物群可分成
 - 嗜低溫菌 (15-20°C)。
 - 嗜中溫菌 (25-40°C)。
 - 嗜高溫菌 (50-70°C)。
- 參與之微生物以放線菌、真菌及細菌類為主，通常堆肥中之溫度達60°C時，微生物攝氧率即開始下降。超過70°C時，大多數微生物已無法生長，攝氧率甚低。

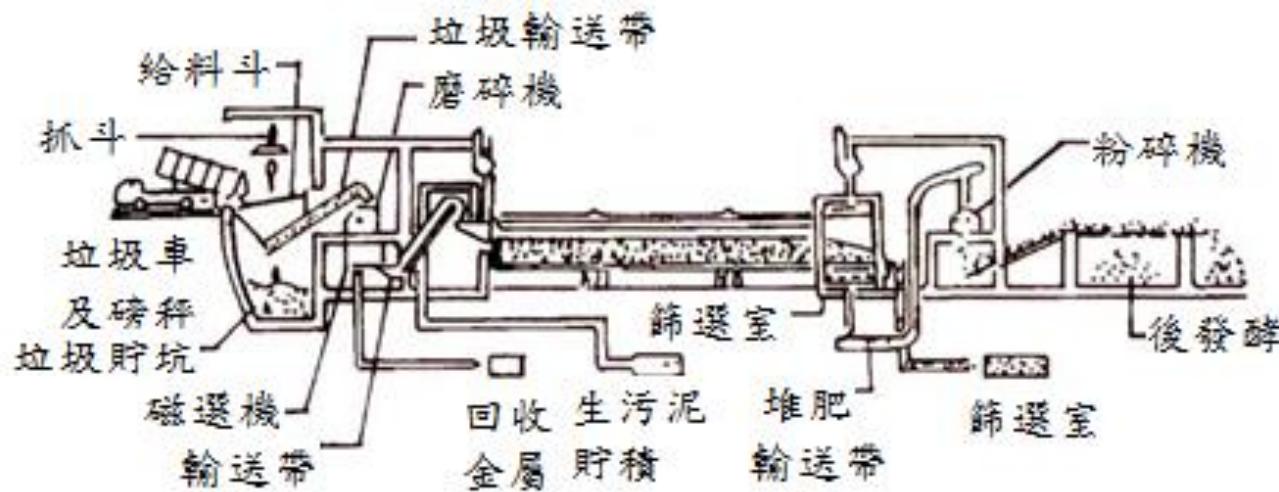


堆肥方法

堆肥方法	翻攪	通風	堆肥時間
野積堆肥法	定期翻堆	自然通風	1-3個月
通氣堆積法	無	強制通風	20-30天
機械攪拌式堆肥法	機械攪拌	自然通風 強制通風	20-30天
高速堆肥法	機械攪拌	強制通風	5-10天

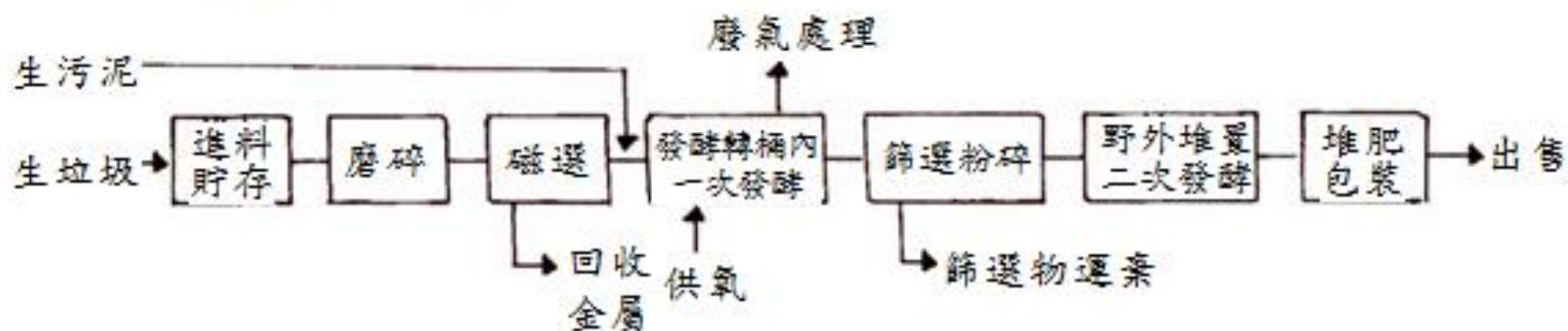


旋轉式發酵設備及處理流程圖



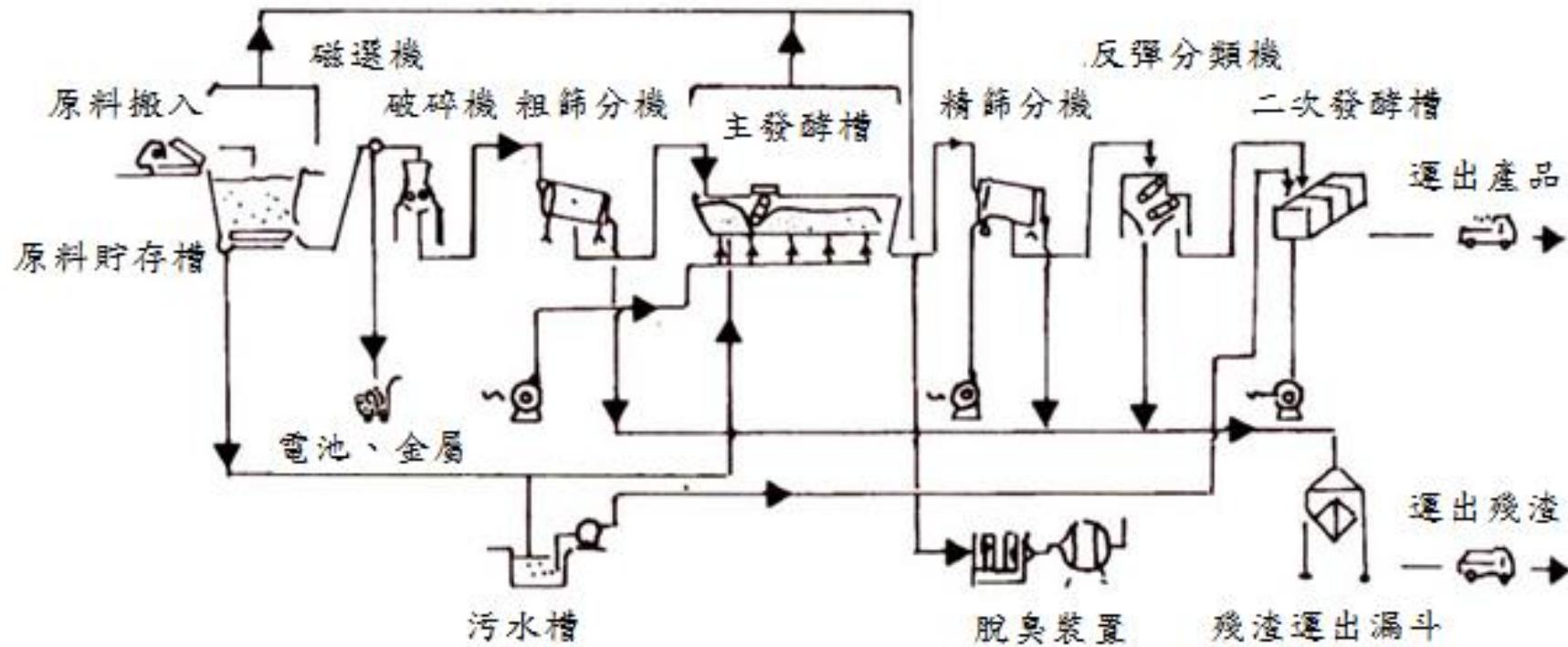
圖例：

- | | |
|---|------|
| ■ | 生垃圾 |
| ■ | 生污泥 |
| ■ | 回收金屬 |
| ■ | 篩選物 |
| ■ | 堆肥 |



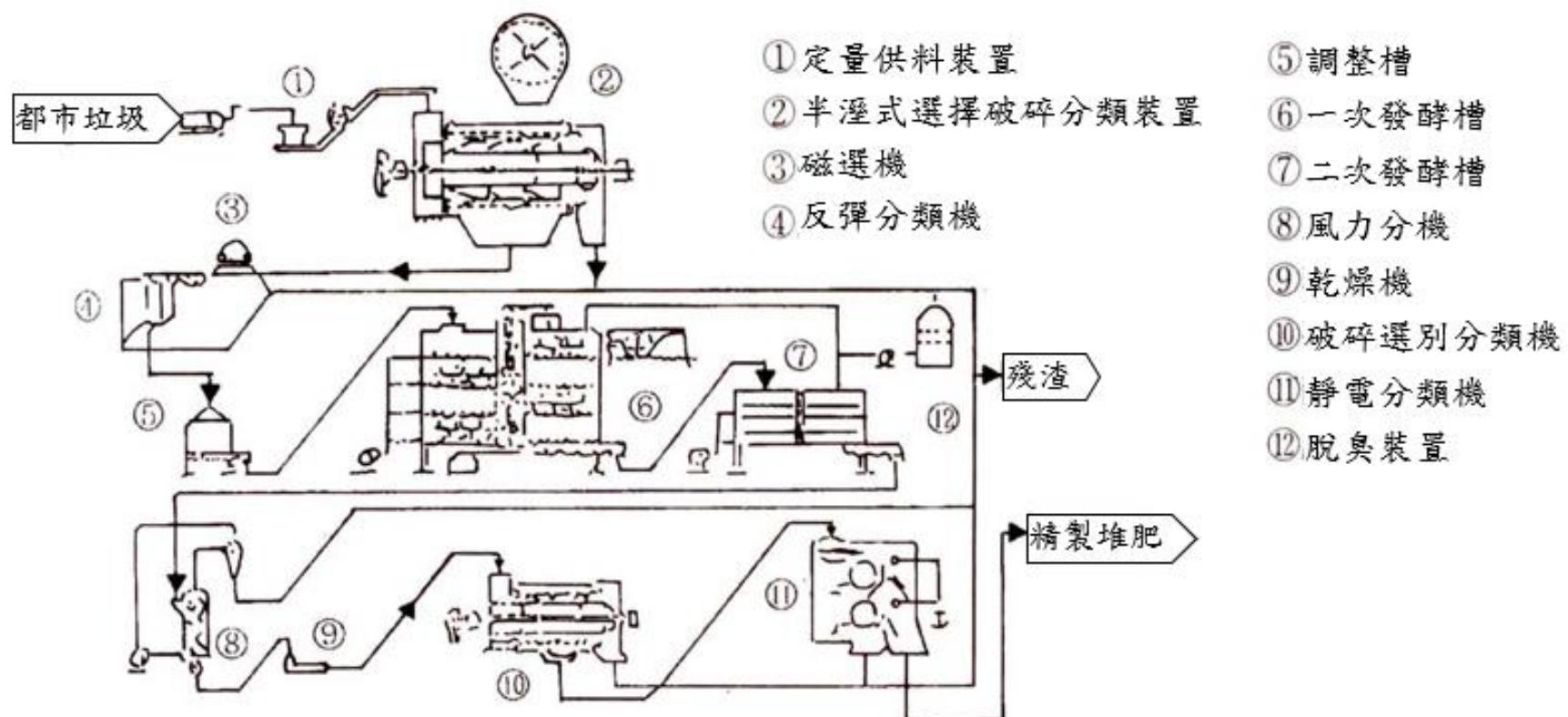


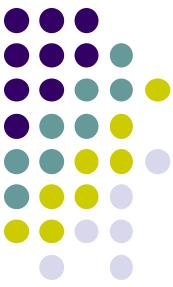
犁翻式堆肥處理流程圖





豎立多層式堆肥處理流程圖





採用堆肥處理考慮事項

- 原料來源
- 二次污染問題
- 品質管制
 - 不適堆肥物質之去除
 - 腐熟度或穩定化
 - 熟成堆肥之物理性與水分含量



堆肥腐熟度一般檢驗項目

試驗項目	未腐熟原料	腐熟堆肥
pH	5-6	8-9
耗氧率		腐熟後之堆肥耗氧率降低85%
總有機物	較高	低
C/N比	20-50	10-20
外觀	棕色、多纖維	黑色
臭味	腐臭味	泥土味、霉臭味

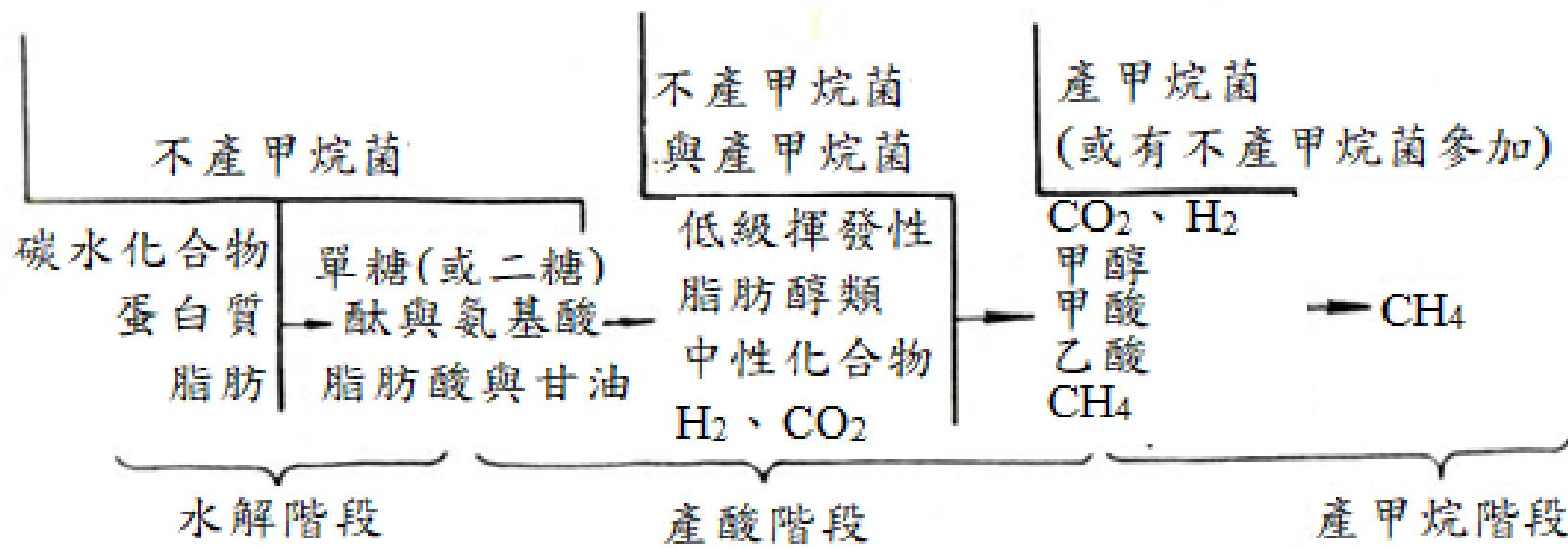


厭氧發酵產生甲烷處理

- 利用厭氧微生物將有機質轉化成甲烷，進而使廢棄物穩定化。須先將廢棄物分類、破碎，藉以獲得細小之有機物，有利於厭氧微生物之分解作用。
- 厌氧發酵可分成三階段：
 - 水解。
 - 產酸階段。
 - 產甲烷等。



微生物厭氧發酵





厭氧發酵影響因素

- 厭氧發酵所須時間約為4-20天，厭氧發酵作用能否有效進行，須考慮下列因素：
 - 設備之負荷量。
 - 溫度—低溫發酵（20°C以下）、中溫發酵(35-46°C) 及高溫發酵(54-60°C)。
 - pH值—一般發酵過程應維持在6.8-7.5之間。
 - 攪拌—避免厭氧槽局部的酸累積及提高產氣率。高溫發酵尤需適當之攪拌。
 - 其他—提供營養成分，防止危害厭氧菌之毒性物質。