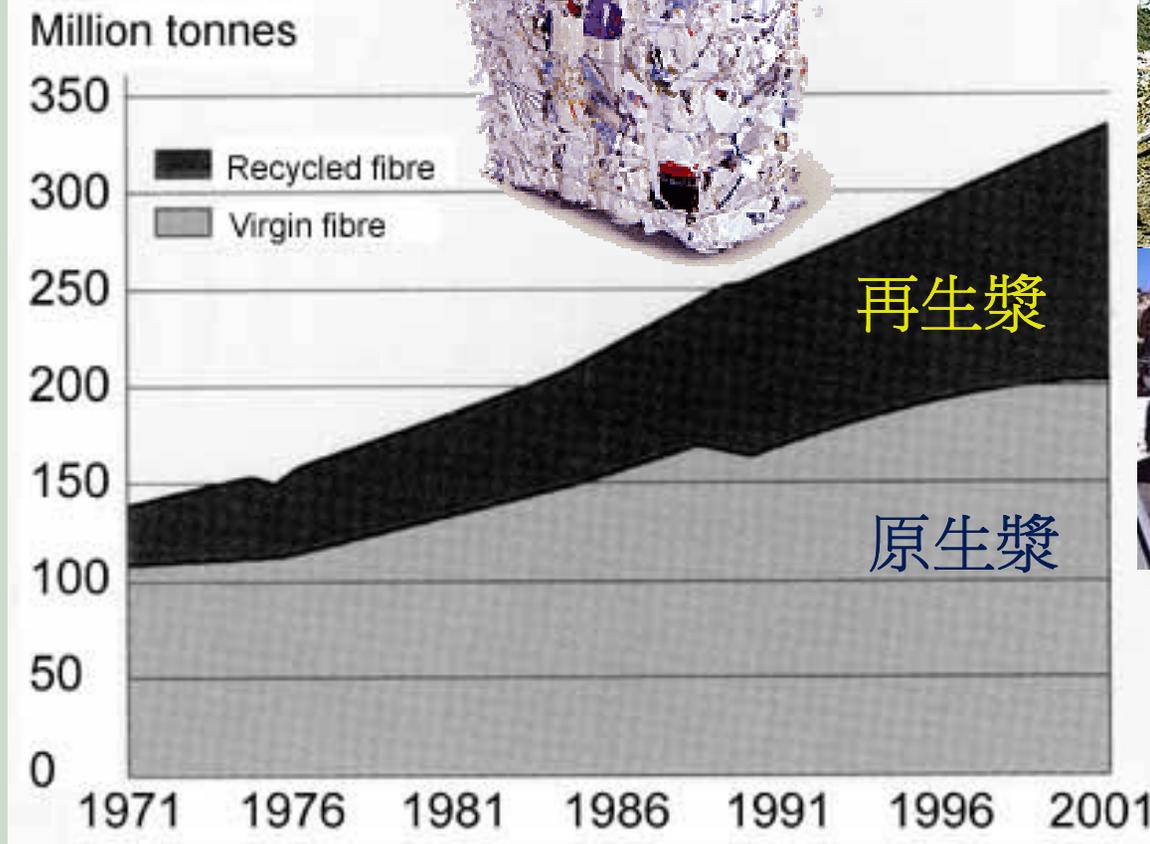




Secondary Fiber 再生漿

Recycled Fiber from Waste Paper
來自廢紙回收的纖維

使用再生漿的趨勢



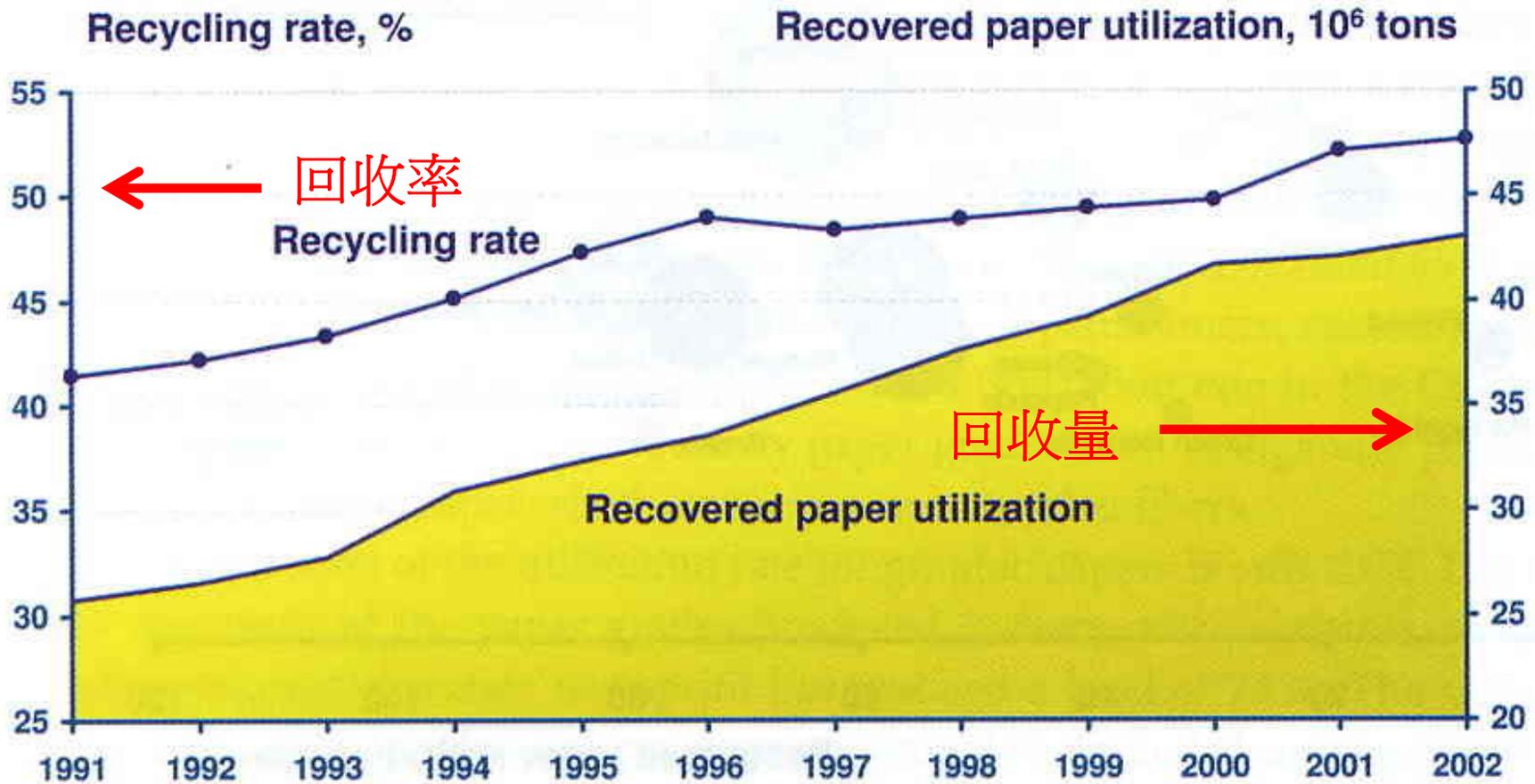


Fig. 2.7 Development of recycling rate and recovered paper utilization in the CEPI countries (1991–2002) [6].



爲何要回收？

- 原生漿添加再生纖維可以減少伐採林木
- 回收可以減少廢棄物處理量
- 減少製漿消耗的水、能源、藥品與污染
- 減少掩埋場的空間需求，延長年限
- 製造就業機會（收集、分類、整理）
- **Cost saving!** 成本低



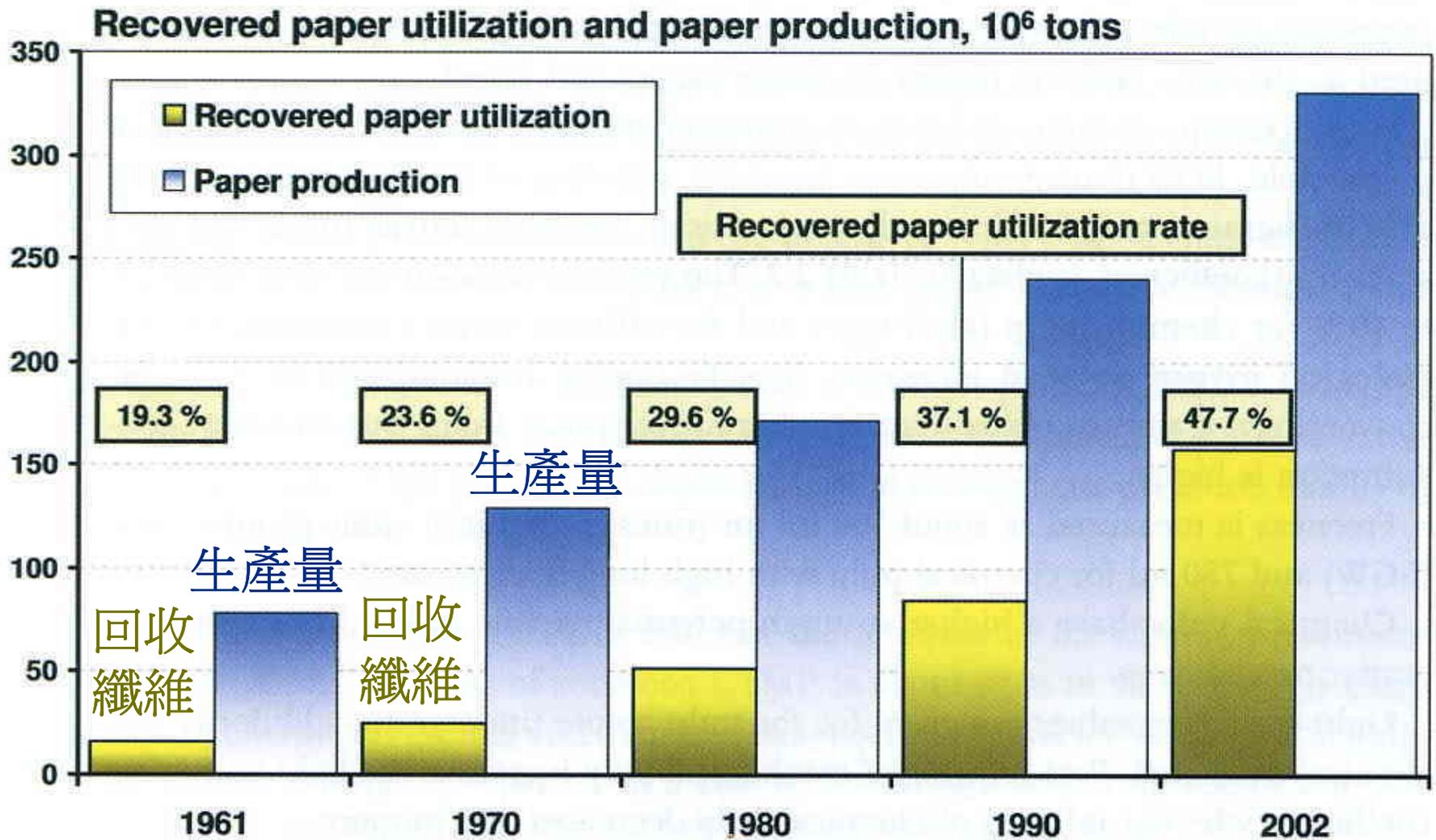
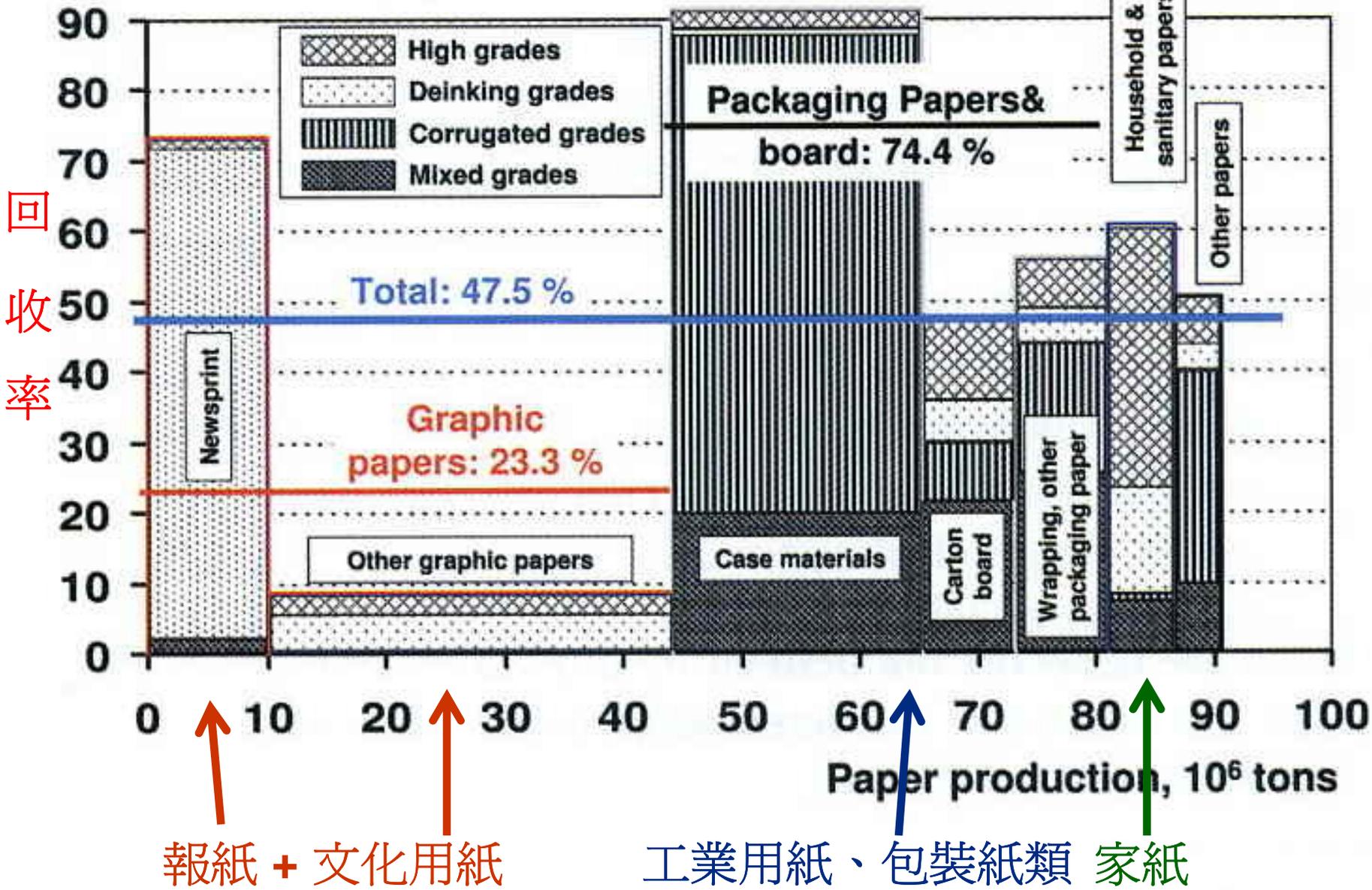


Fig. 2.1 Global development of recovered paper utilization and paper production (1961–2002) [1–5].

Recovered paper utilization rate, %



回收率

報紙 + 文化用紙

工業用紙、包裝紙類 家紙

countries (2002) [6].

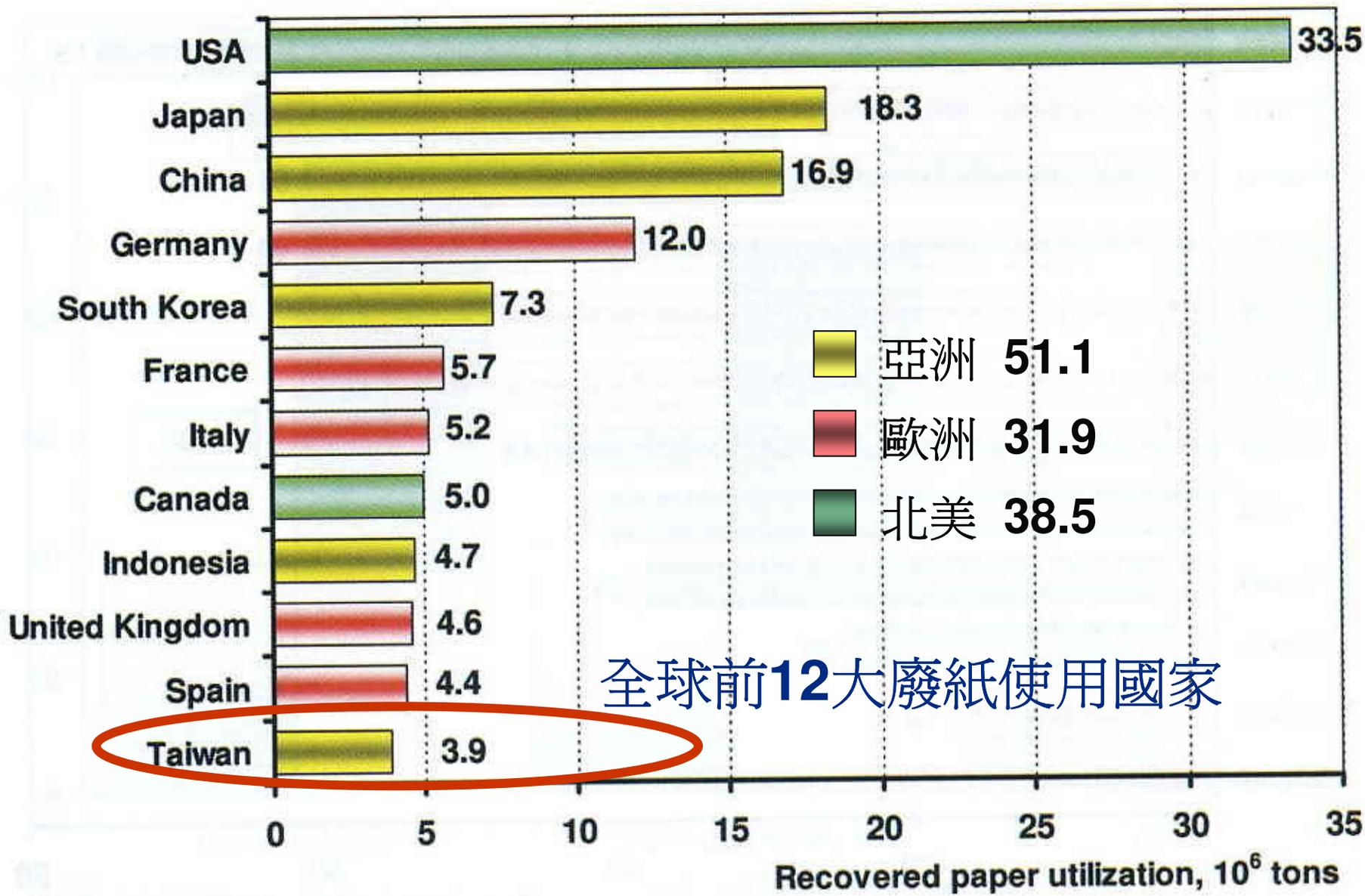


Fig. 2.2 The 12 largest recovered paper consuming countries in the world (2002) [1].

台灣造紙產業現況--2011年

- 造紙廠**95**家，其中**2**家兼生產紙漿，**7**家上市公司
- 生產量：紙漿**36.8**萬噸、紙與紙板**413.8**萬噸(工業用紙為主)
- 出口量：**126.2**萬噸 (紙**28.5**萬噸、紙板**97.7**萬噸)
- 進口量：**154.8**萬噸 (紙**109**萬噸、紙板**45.8**萬噸)
- 消費量：紙與紙板**442.3**萬噸，每人年均用紙量**190.5**公斤
- 使用原料：木漿**110.1**萬噸(進口量佔**68.8%**)，廢紙**389.3**萬噸(進口量佔**18.6%**)
- 使用國內廢紙達**294**萬噸，廢紙回收率**68.0%**、廢紙利用率**85.6%**



廢紙的種類

- 一般民眾：白紙類、牛皮紙類、報紙類及混合紙類等四類
- 台灣所使用的的紙漿原料中，廢紙漿佔**75 ~ 80%**左右，而原生漿則佔**21~27.8%**左右，所以國內所耗用紙漿原料以廢紙為最大宗。
- 廢紙進口以美洲、歐洲為最主要的進口國家，以**OCC**廢紙板(紙箱、牛皮紙)為主。
- 廢紙潔淨品質以日本廢紙分類最佳，美國廢紙次之，再其次為歐洲廢紙，台灣廢紙排名最後。

種類	項目	俗稱
1.紙箱類	1.瓦楞紙器紙	紙器紙
	2.清紙板	清板
	3.乾紙	乾紙
	4.一級瓦楞紙	一瓦、市紙、總紙
	5.灰卡紙	灰卡
2.皮紙類	6.牛皮紙板	大皮
	7.牛皮紙袋	紙袋
3.脫墨紙類	8.電腦報表紙	中白
	9.一級報表紙	小清、花道林
	10.二級報表紙	膠頭、花道林
4.代漿紙類	11.白道林	大白
	12.煙盒紙	煙殼
	13.紙餐盒、紙杯紙	
	14.一級報表紙	小清、花道林
5.舊報紙類	15.新報	新報
	16.清報	清報
	17.舊報	舊報
6.雜誌與其他紙類	18.雜誌紙	
	19.紙管紙	
	20.利樂包	

廢紙中的污物 Contaminants

- 印墨 (regular ink, plastic ink, soft ink)
- 塑膠類 (plastic)
- 黏性物質 (sticky substances)
- 纖維與無解團塊 (fibers, undefibered stock)
- 塗料 (clay coating)
- 瀝青 (asphalt)
- 砂礫、灰塵 (dirt)

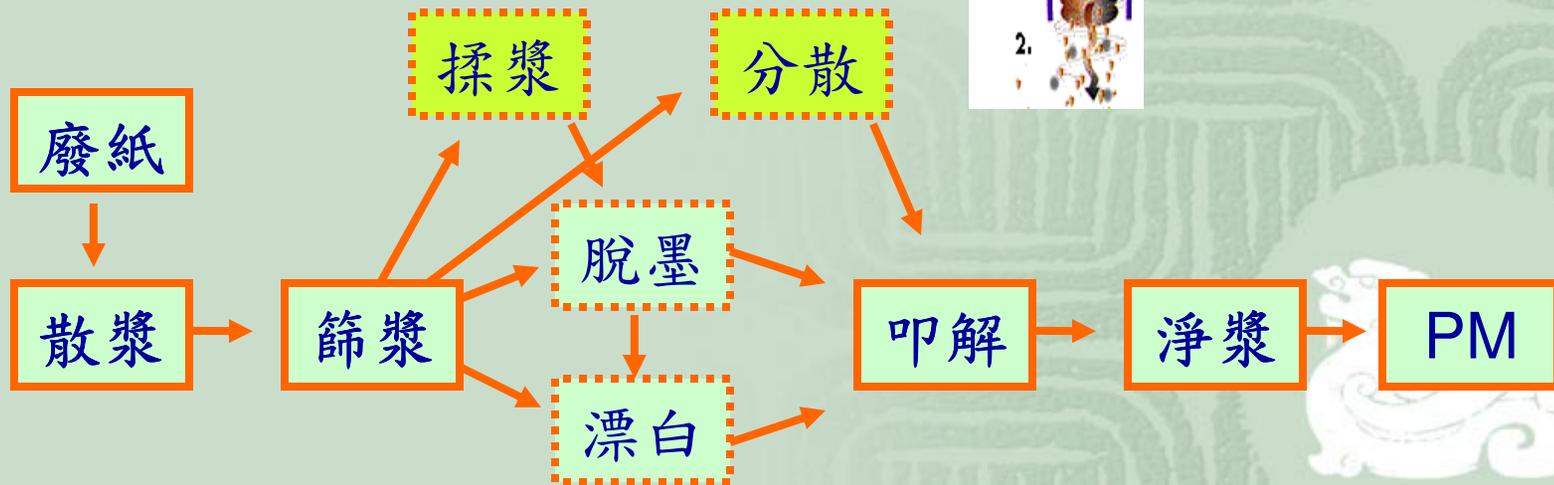
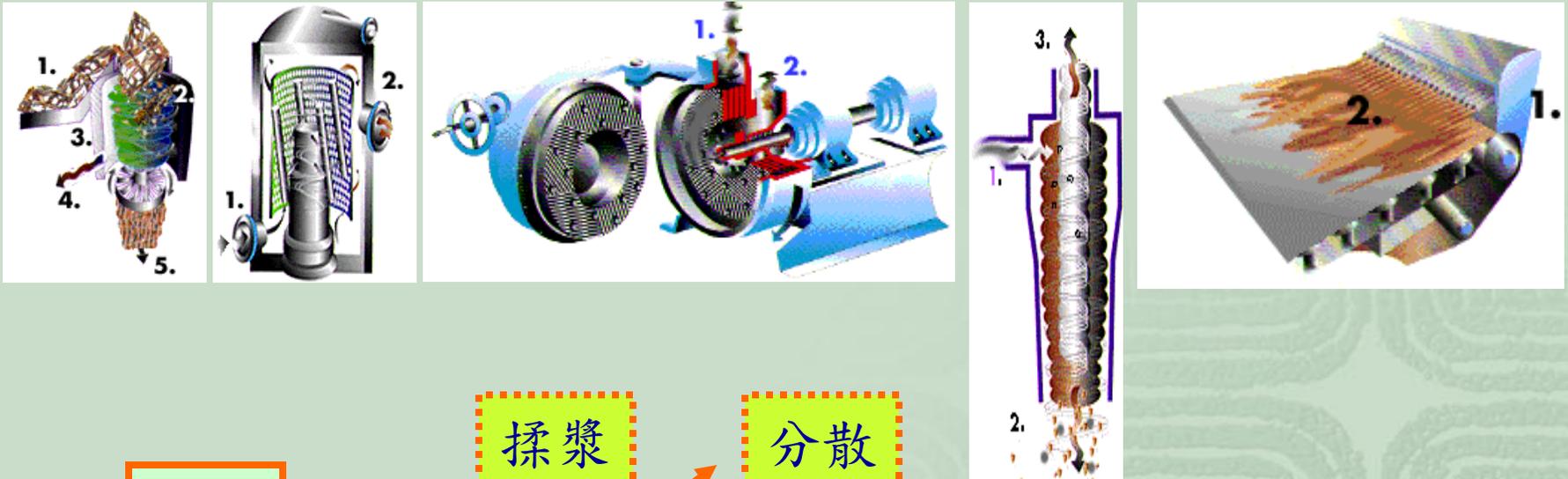


纖維回收工作內容

The main recycled fiber processes include:

- Pulping / Slushing 散漿
- Soaking / Alkali 浸漬熟成
- Screening and fractionating 篩漿、篩分
- Washing and thickening 洗滌與增濃
- Flo^atation (Deinking) 浮選脫墨
- Dispersion and refining 分散與鍊漿
- Bleaching / Brightening 漂白/顯白

再生漿的製程



「黑紙類」的纖維回收

- 以**OCC**廢紙板(紙箱、牛皮紙)為主
Old Corrugated Container

- 以購入地區的英文代號為字首

如：**TOCC (Taiwan), LOCC (Local)**

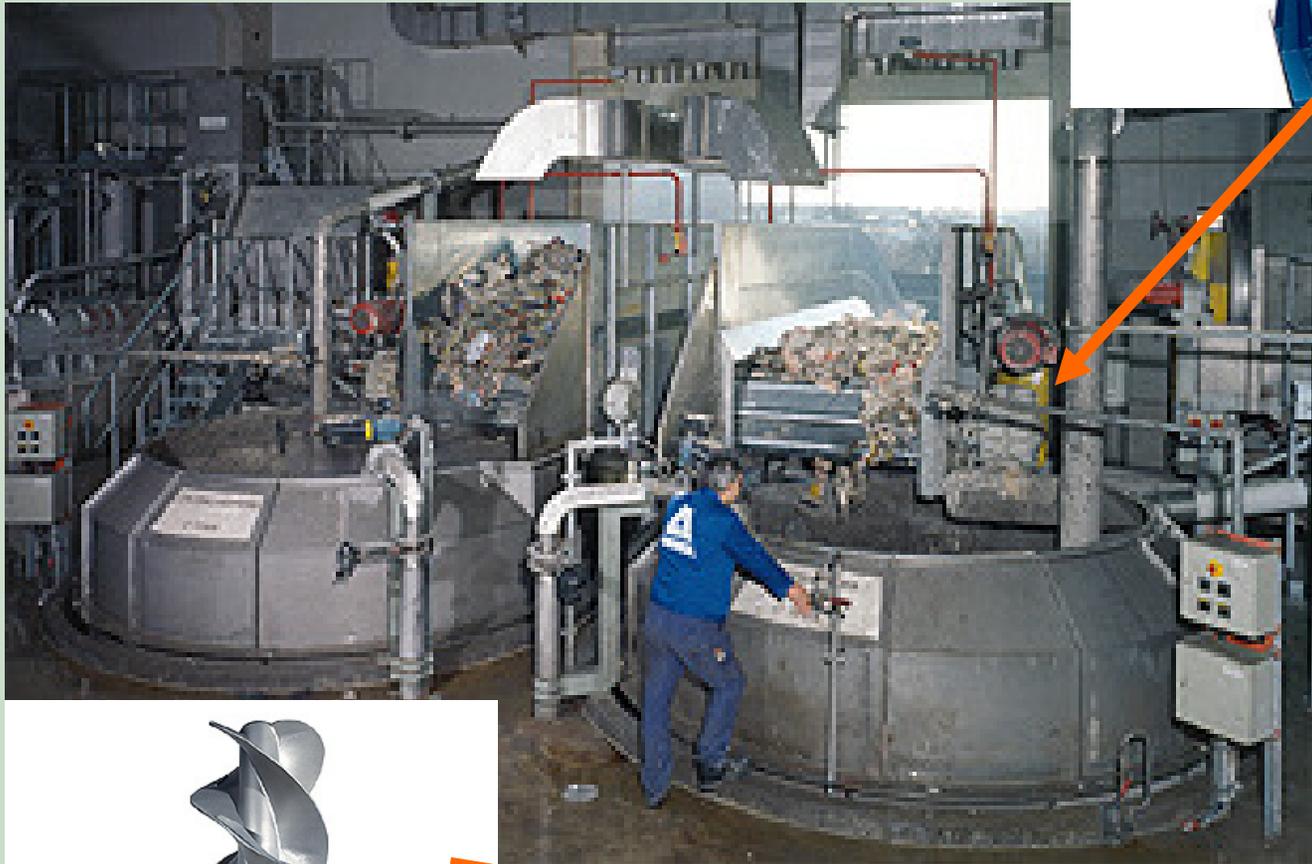
AOCC (America),

EOCC (Europe)

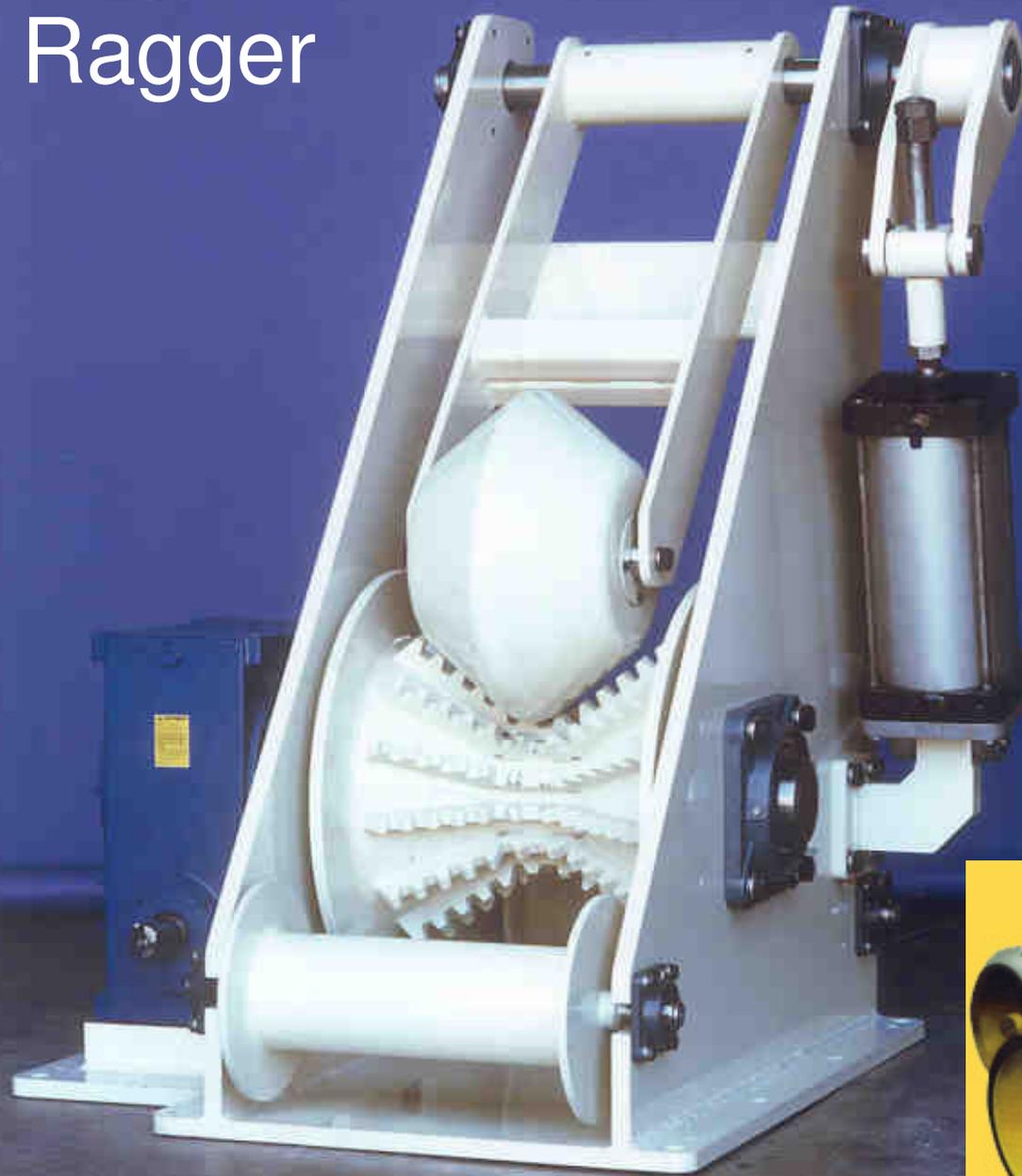
JOCC (Japan),



散漿機 (Re)pulper



補繩器 Ragger

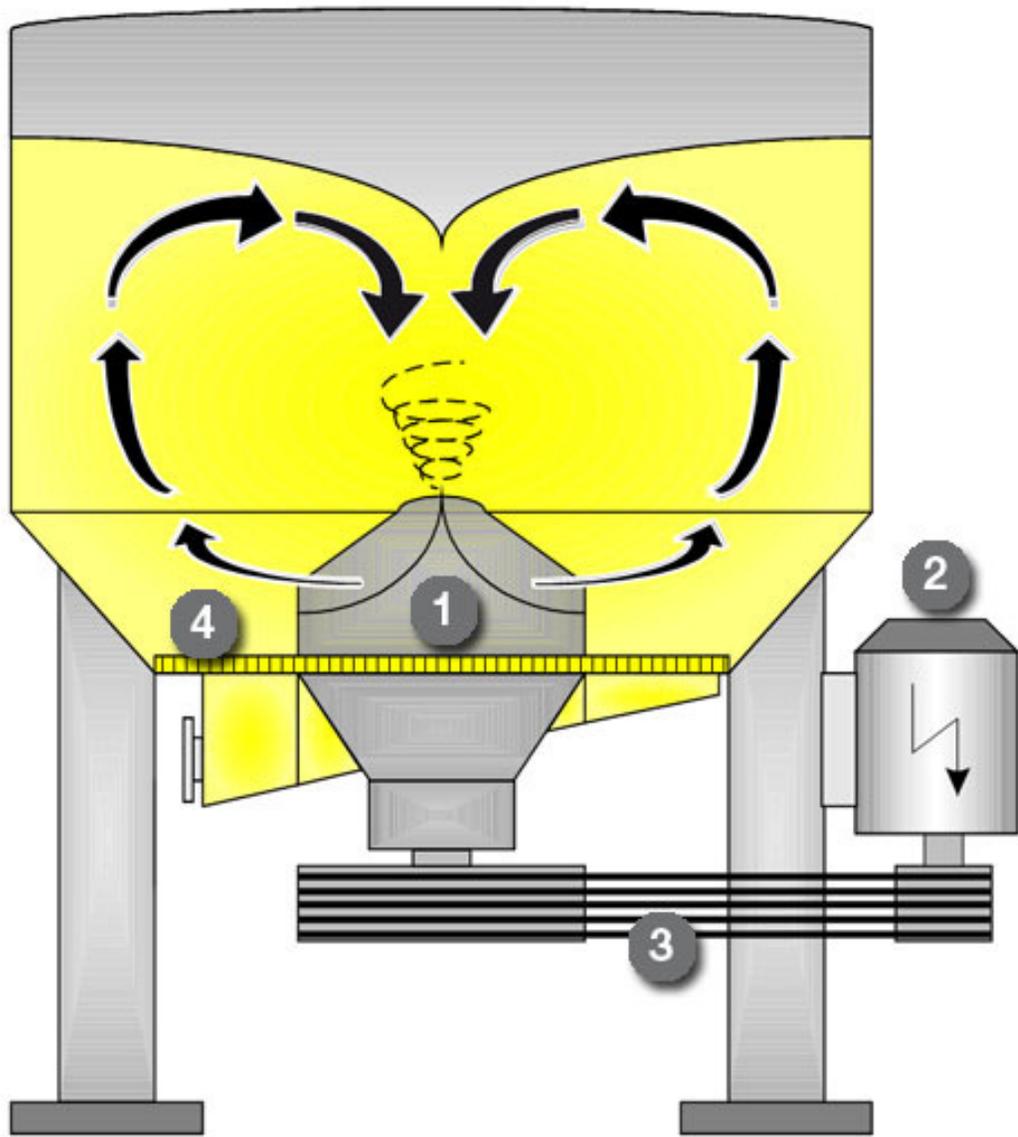




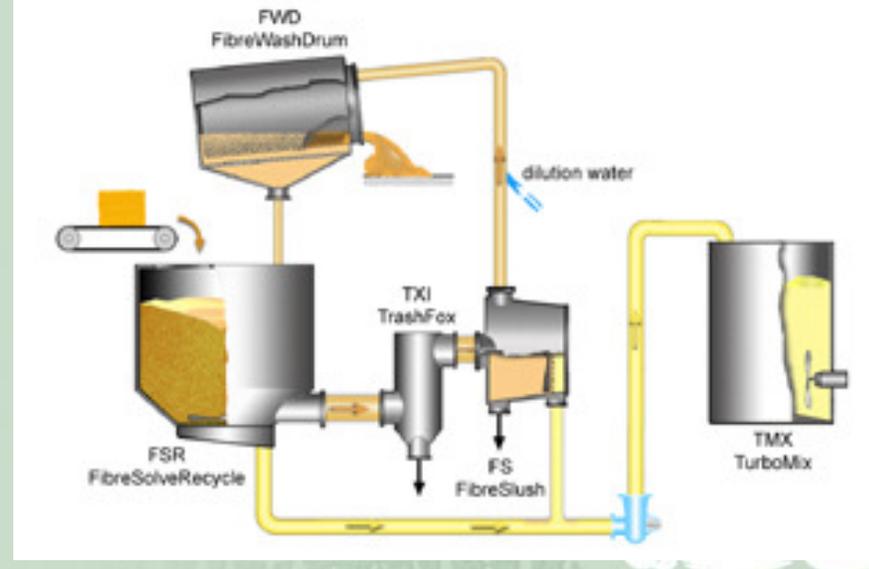


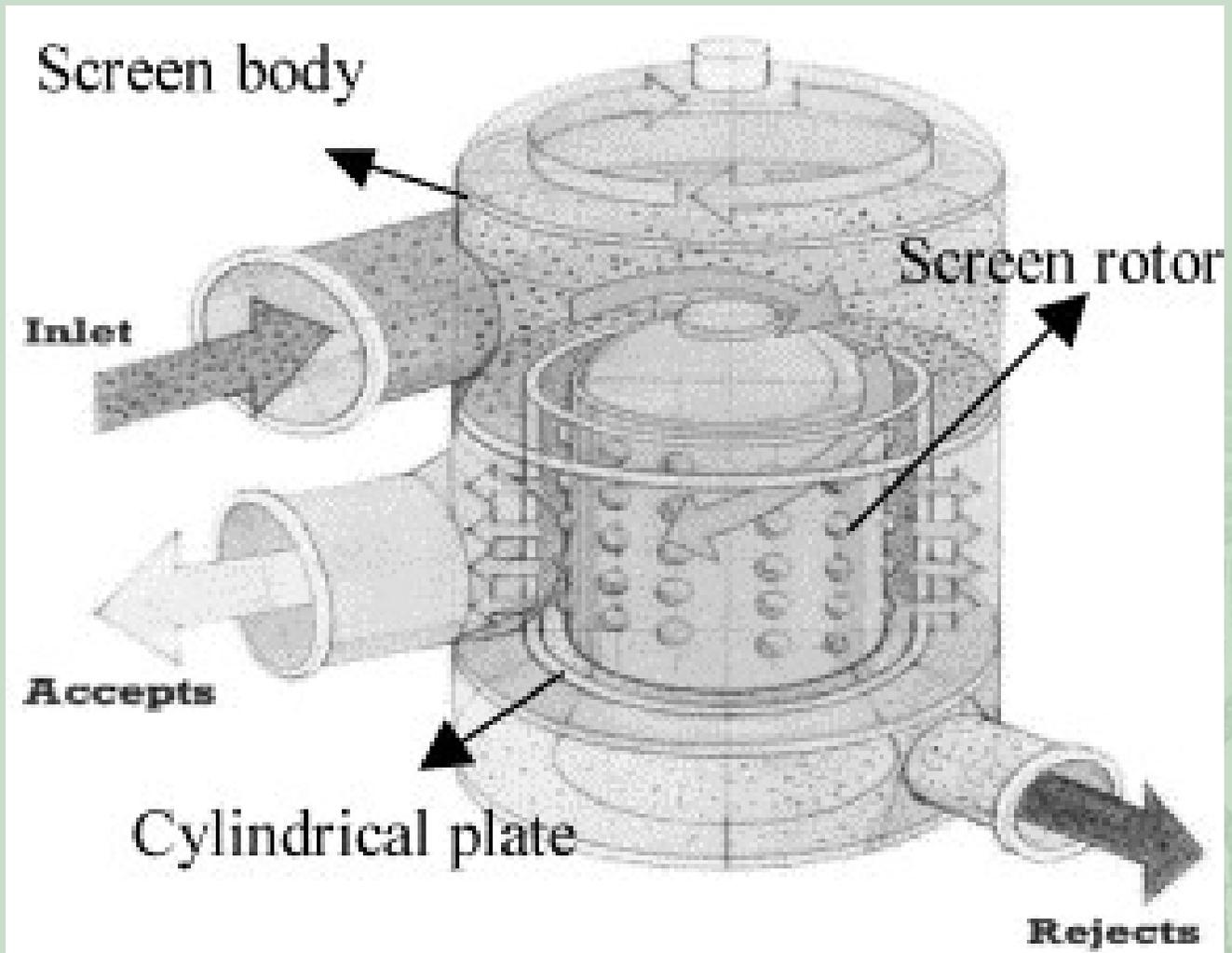
散漿機槽底刀頭

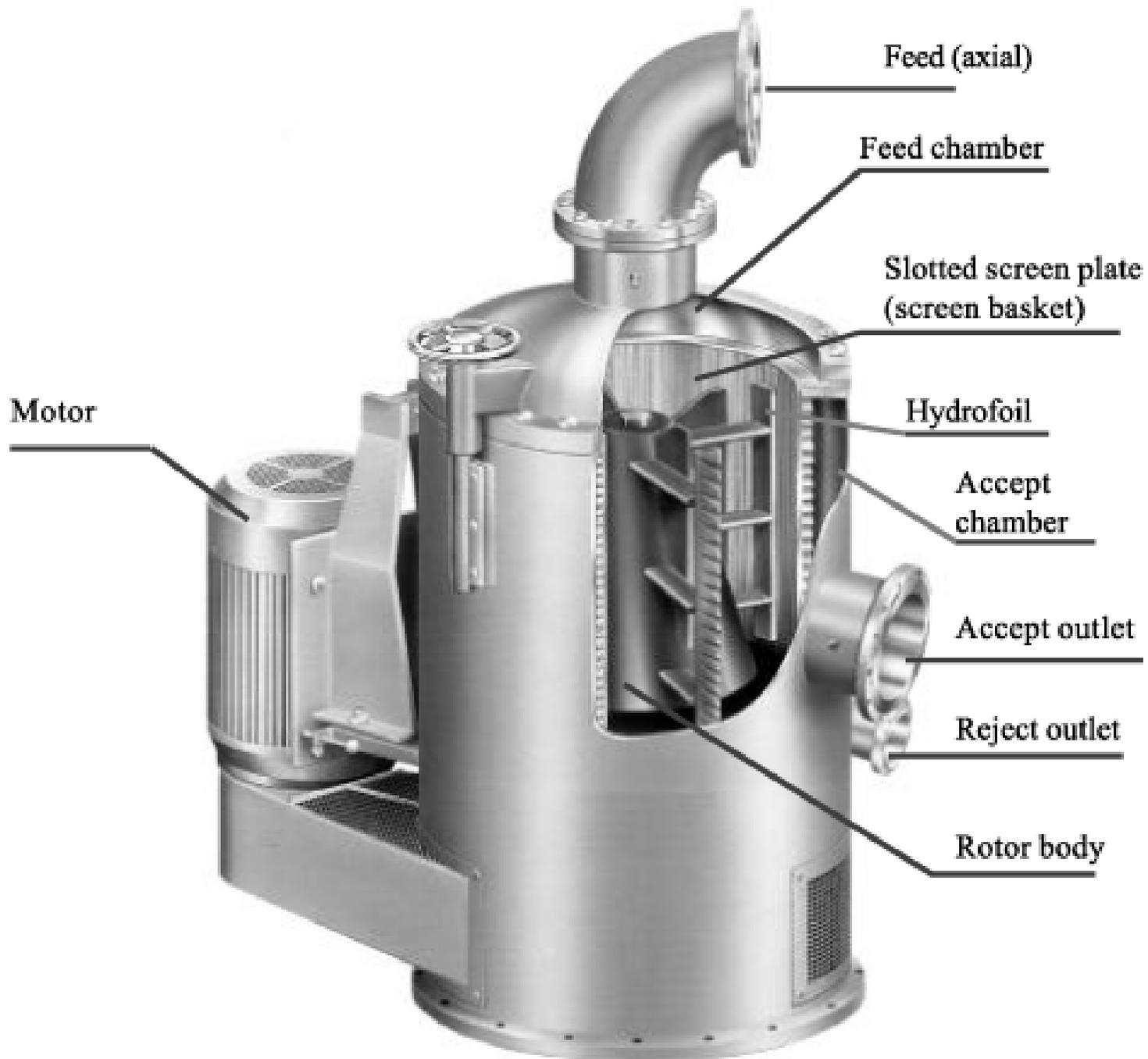




除污工程

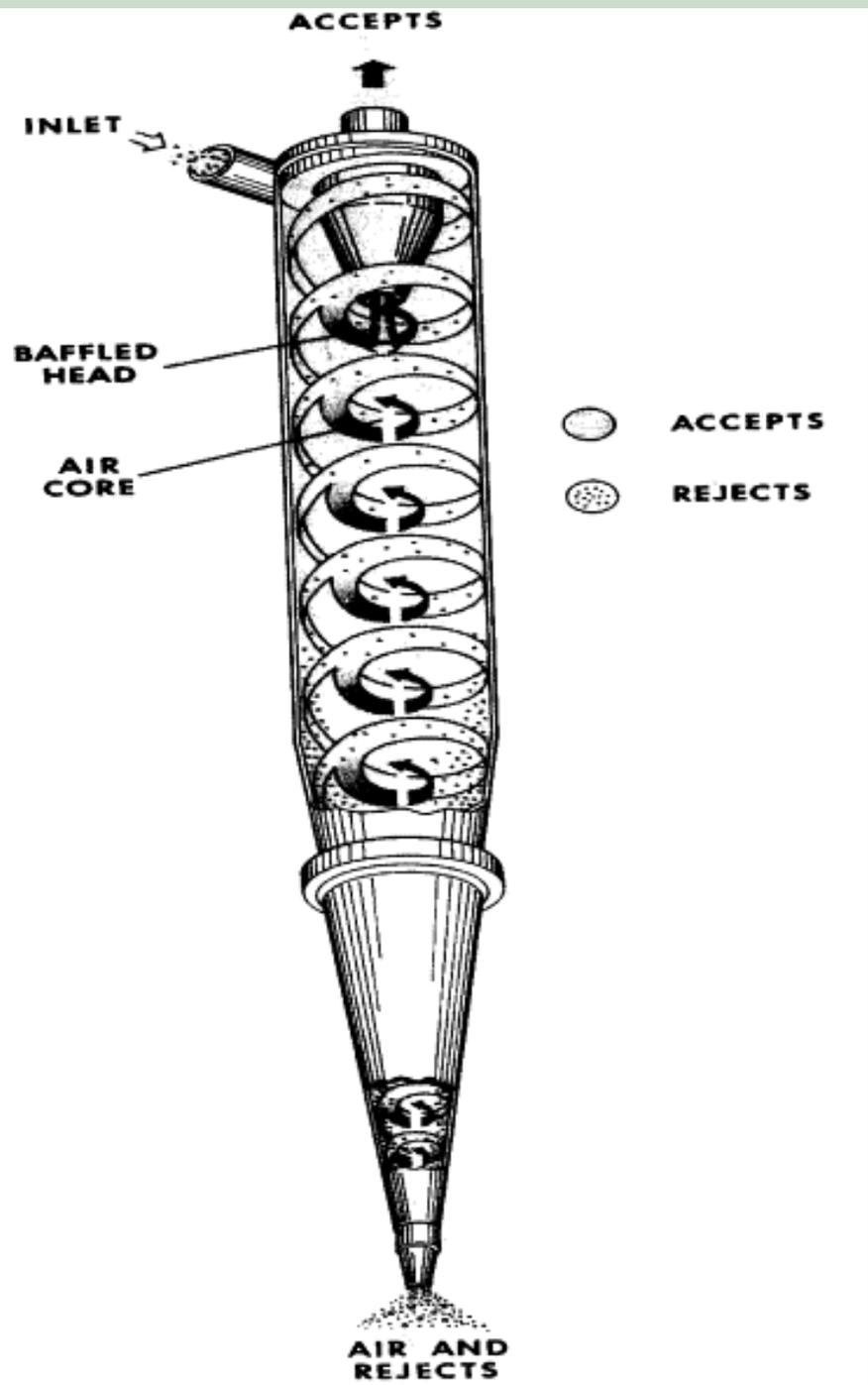






離心式淨漿機 centrifugal cleaner







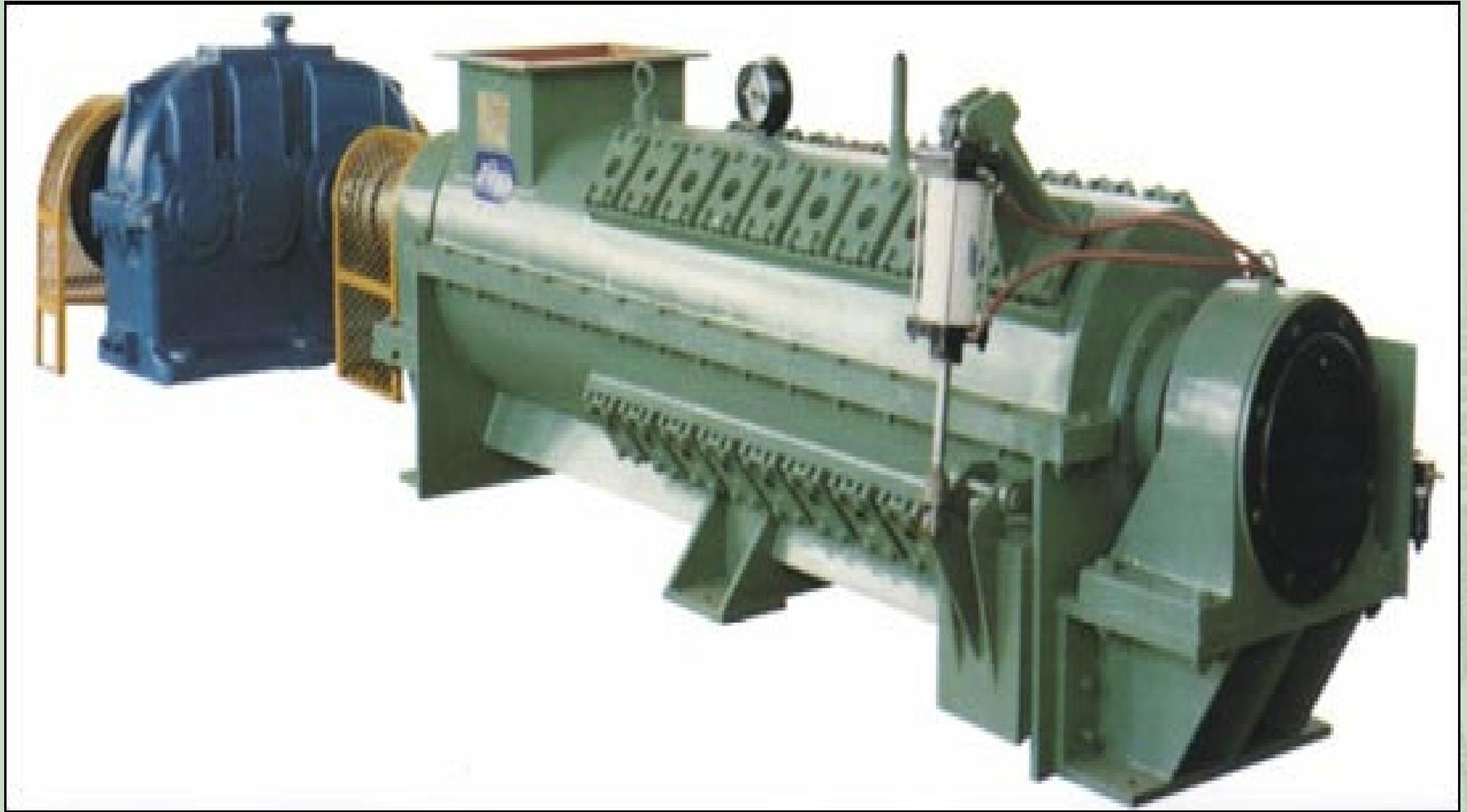
輕質排渣淨漿機, 輕質除渣器



熱分散



熱分散機



濾水增濃 Thickening



工紙再生纖維的檢驗

- 機械強度—抗張、破裂、環壓、豎壓、平壓
- 污點—dirt count
- 油點、樹脂斑點—加熱試驗
- 顏色、對色



「白紙類」的纖維回收

- 原料：文化用紙、印書紙、書寫紙、報表等
- 工序：散漿、篩漿、脫墨、漂白
- 作業：浸漬熟成、分散與揉漿、篩漿與淨漿、脫墨(浮選、洗滌)、漂白
- 特殊作業：去濕強、去色、去螢光劑



浸漬熟成 Alkaline Soaking

- 鹼萃、去除油脂、印墨、樹脂(天然或合成)、破壞添加物使纖維淨化
- 使纖維膨潤(swelling)、軟化、增加親水性



Kneading vs. Dispersion

揉漿 分散

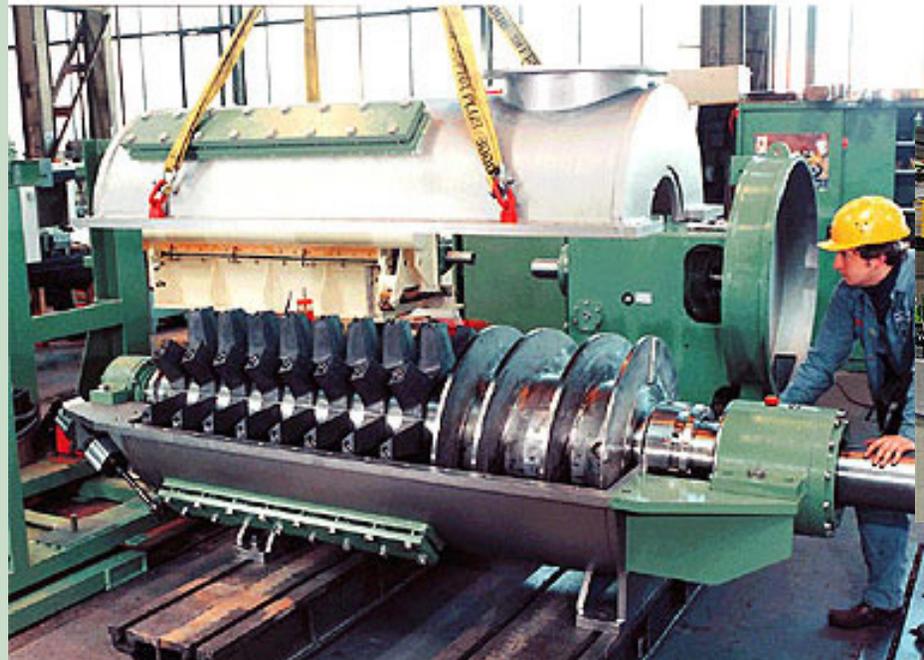
- 位於系統中間，浮選、洗滌之前
 - 游離度幾無下降
 - 使纖維與印墨、污染物分離，殘留少，白度高
 - 初設成本高，運作費用低
- 位於系統尾段，儲漿之前
 - 游離度略有下降（約 50~100 mL CSF）
 - 印墨、污染物受機械力分散成粒狀殘留、白度低
 - 初設成本低，運作費用高



Disperser



Kneader



分散系統 Dispersion system



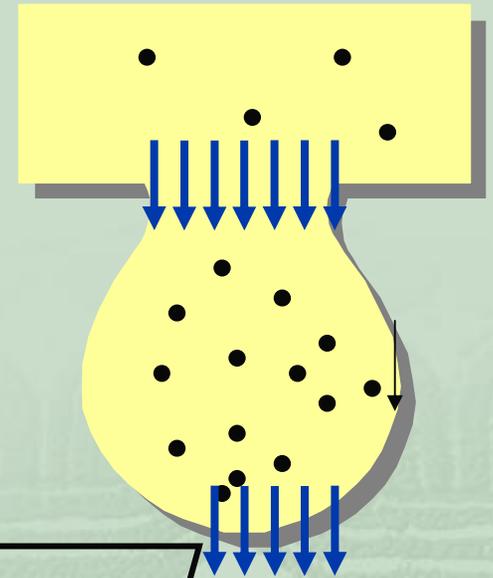
熱分散機



脫墨 Deinking

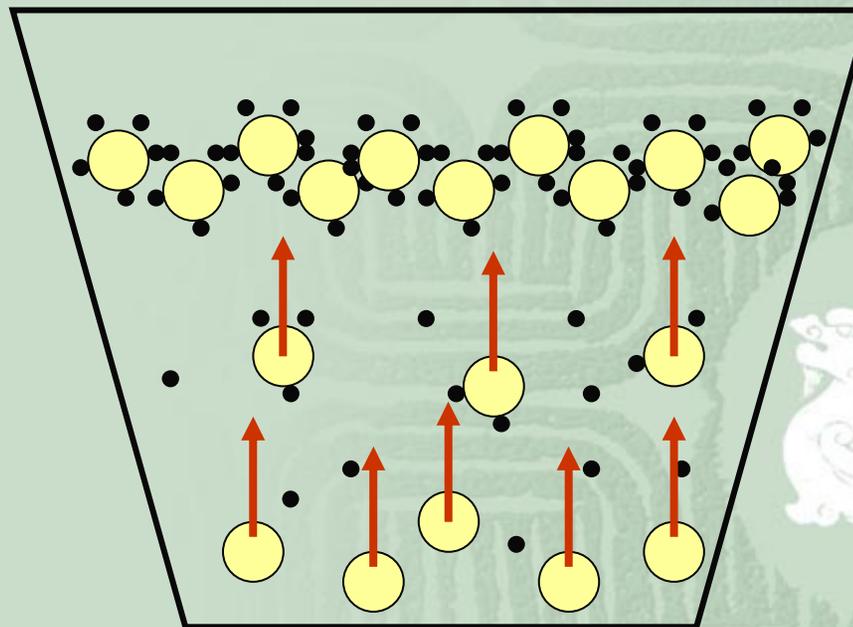
■ 洗滌法 Washing

顆粒盡量細粒化、親水化
利於隨水通過篩網排出



■ 浮選法 Flotation

先細粒化、疏水化
再凝集粗大化
隨空氣上升浮除

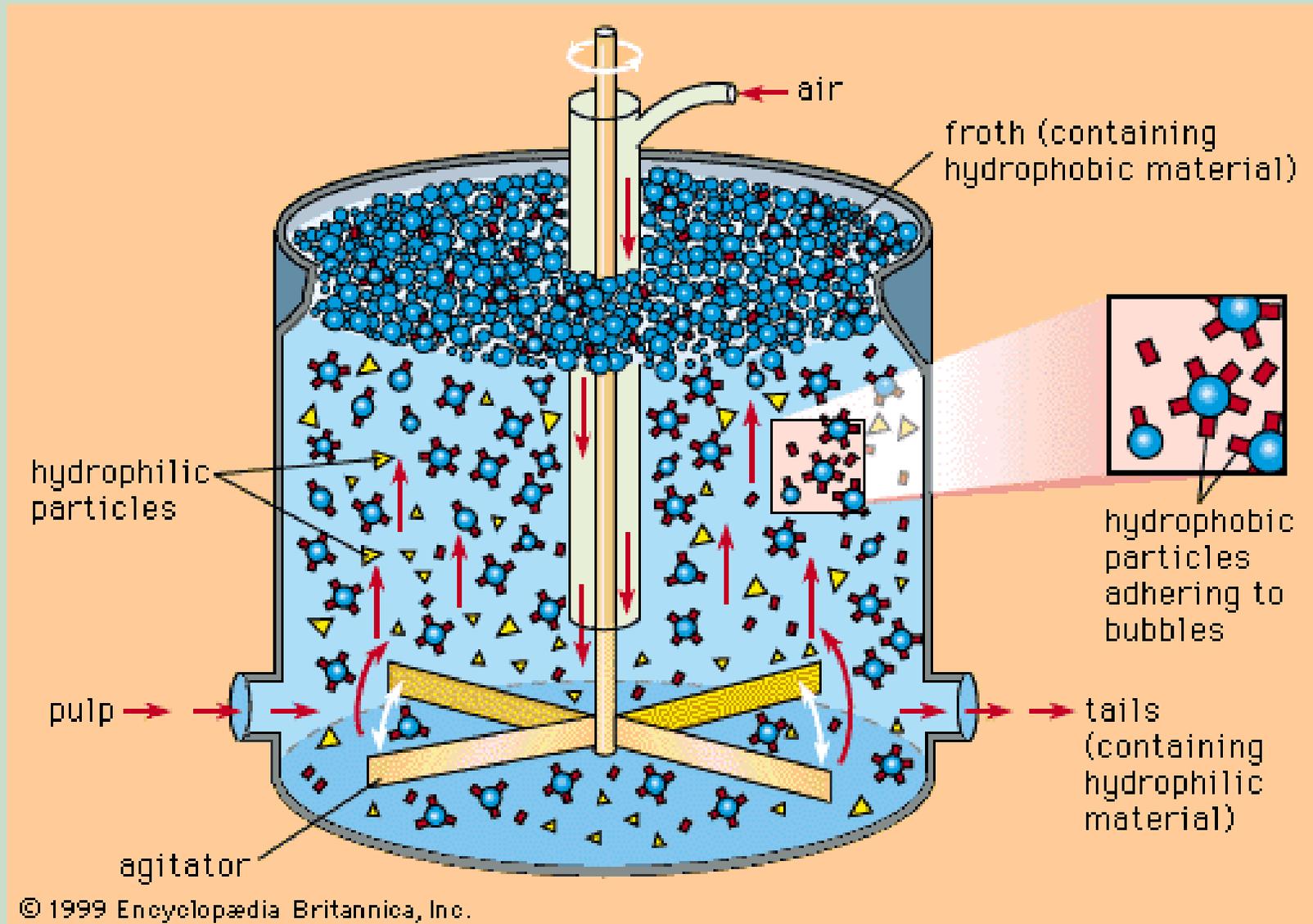


1.洗滌法 Washing

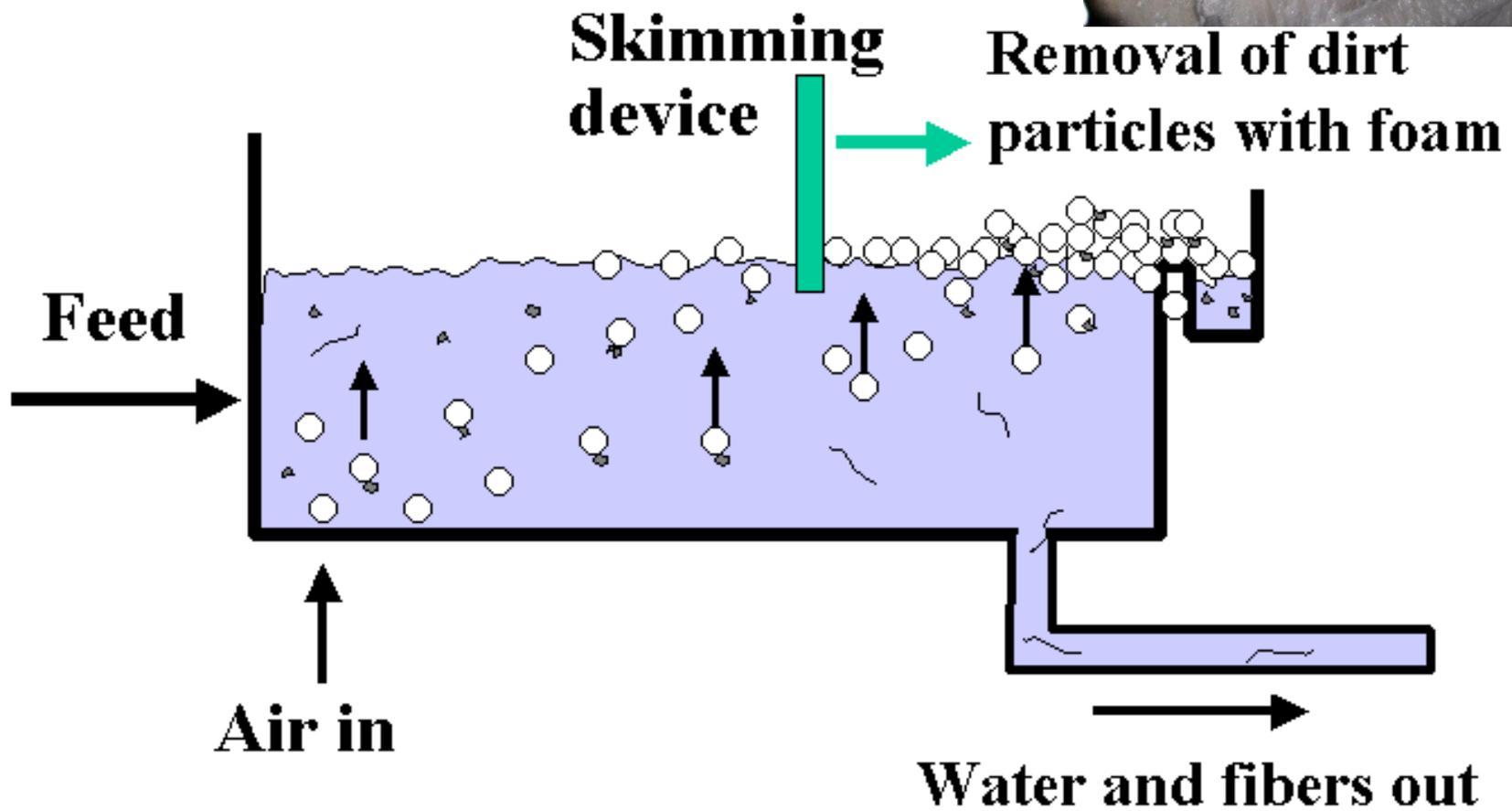
- 透過散漿機、揉漿或分散機的物理摩擦、剪力使纖維表面的印墨變形、破碎、分離（細粒化）
- 再利用化學酸鹼變性、界面活性劑的乳化、分散或改變印墨表面使其增加親水性
- 使用大量稀釋使其更加分散
- 於濾水(增濃)過程中使印墨細粒隨水流出



2.浮選法 Flotation



De-Inking



脫墨藥劑 Deinking Chemicals

- **Alkali** 1~2% fiber swelling, ink releasing
- **Silicate** 1.5~2.5% buffer agent, dispersant
- **Surfactant** 0.2~1.5% emulsifier, micells-forming
- **Peroxide** 0.5~2% prevents yellowing of GW
- **Dispersant** 0.2~1% keeps ink in suspension
- **Collector** 0.2~1% collecting ink particles
- **Displector** 0.2~1.5% dispersants + collectors



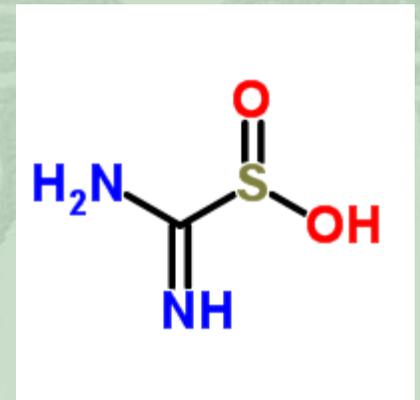
脫墨效果評估

- 光學：測定白度、不透明度
- 化學：以萃取法測量殘留印墨含量與成分



去色、去螢光、去濕強

- 造紙明礬、鹼、氯離子
- 臭氧 + 過氧化氫
- 臭氧 + 次氯酸鈉
- FAS(Thiourea Dioxide, TUD, TDO)
formamidine sulfinic acid
- 低亞硫酸鹽(保險粉)



再生漿的漂白

- Process Chlorine Free (PCF)

無氯製程：配合環保法規，避免生成AOX

- 多採用Hydrogen peroxide, hydrosulfite (dithionite)

過氧化氫(雙氧水)

低亞硫酸鹽(保險粉)

addition	consistency	pH	temperature	time
1~2% H_2O_2 Mg ²⁺ , silicate	10 %	8~10	60~70°C	2~4 hr

使用次氯酸鹽的缺點

- 原料廢紙內難免混入含有較多機械紙漿的廢紙 → 內有多量木質素
- 若採用次氯酸鹽漂白劑，漂白時需要 $\text{pH} > 9$
- 木質素在較高的酸鹼度之下容易氧化而產生醜體 → 顏色變深
- 雖有部份會被分解，但常有白度不升反降
- 廢紙內成份複雜，易生成鹵化有機物



再生紙性能改善途徑

機械處理

- 摻用原生漿
- 纖維篩分
- 適當的精鍊

化學處理

- 纖維處理
 1. 酵素處理
 2. 藥劑處理
- 紙力增強劑

減少紙張的吸濕性、再溼性：上膠、塗布

摻用原生漿

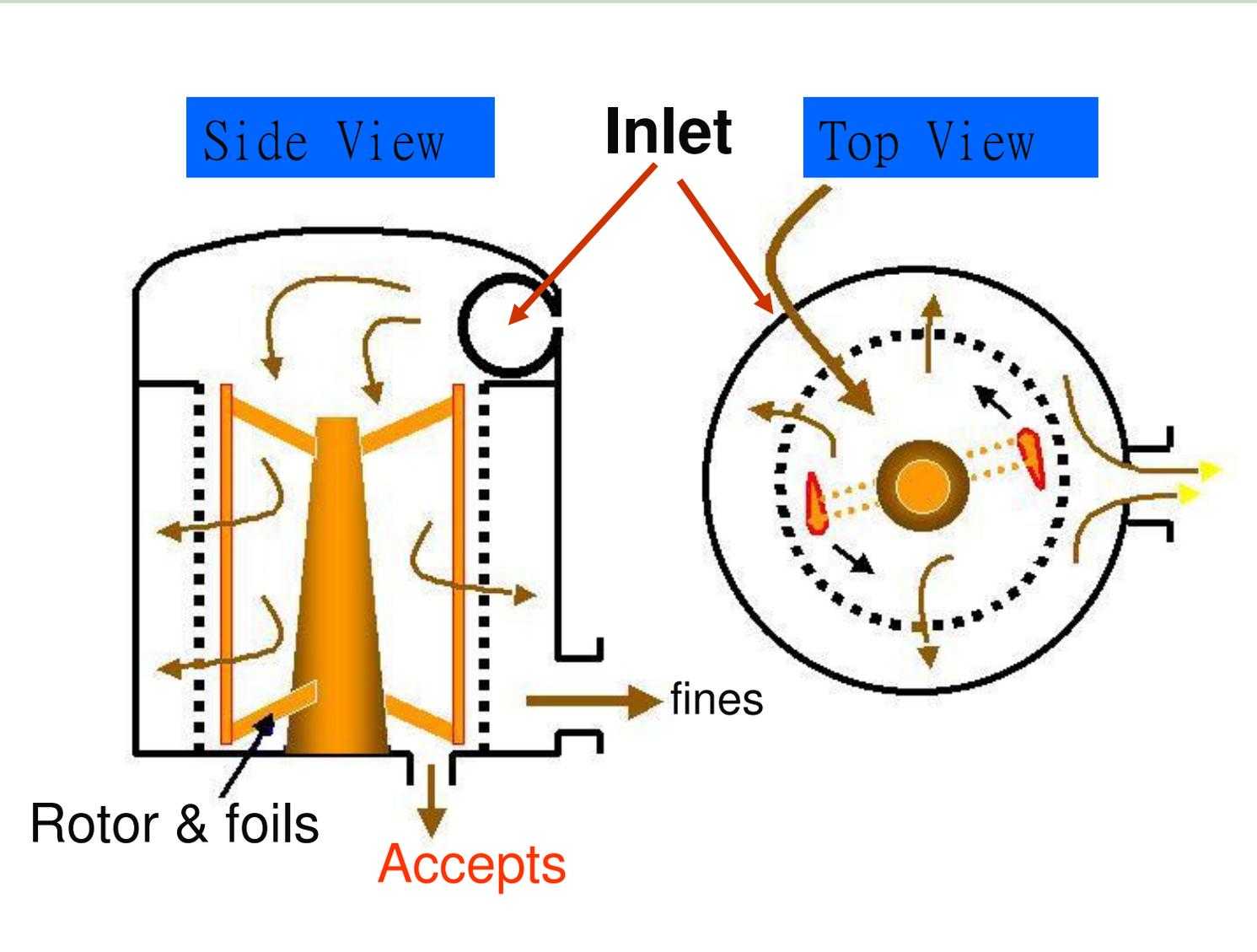
- 原生漿(virgin pulp)：透過製漿工程(機械、化學)直接從植物原料製成之新鮮纖維
- 紙漿種類對紙張力學性質的影響(強弱順序):
韌皮纖維>針葉樹化學漿>闊葉樹化學漿、竹漿
>稻草漿、蘆荻漿>針葉樹機械漿>闊葉樹機械漿>農林廢棄物機械漿

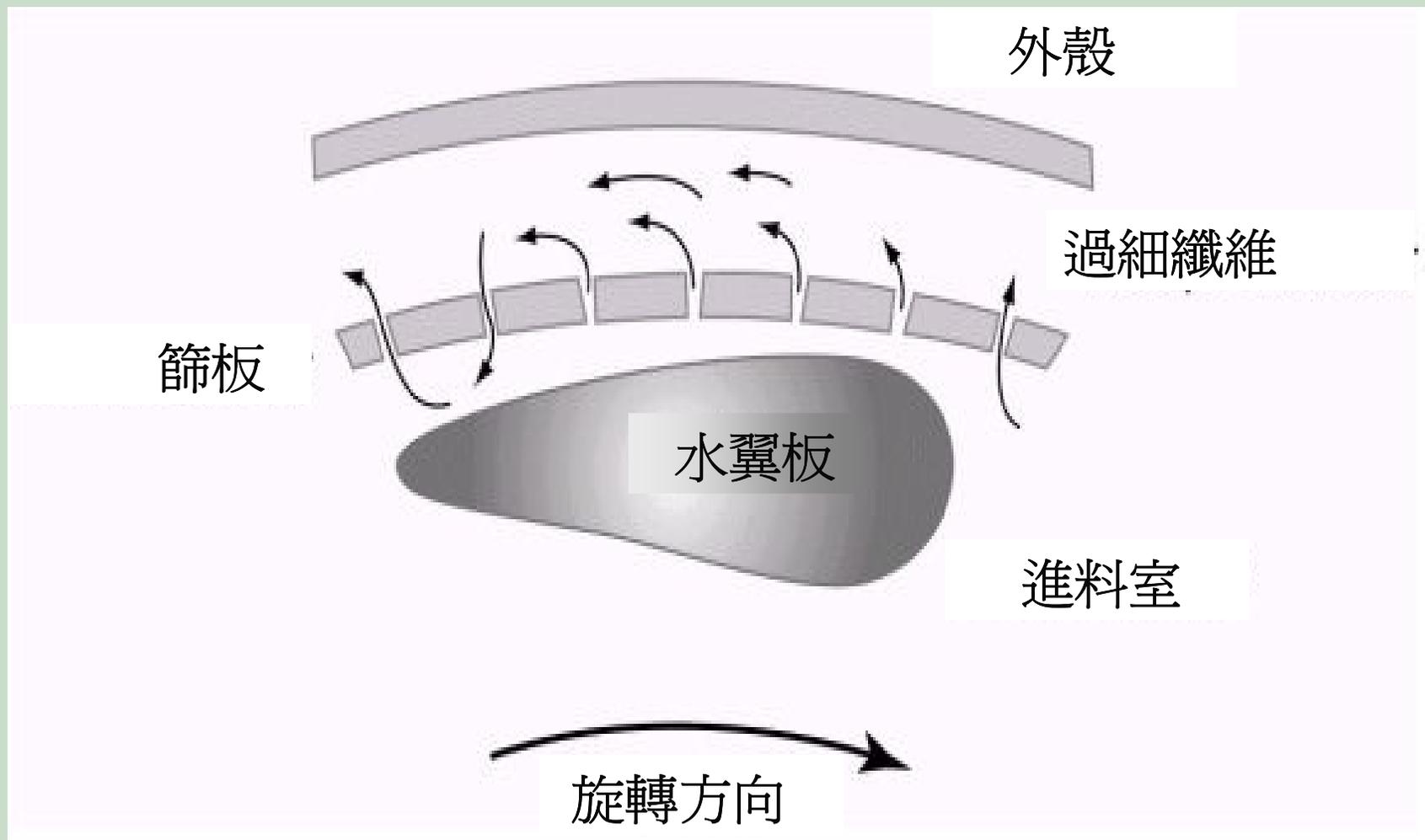


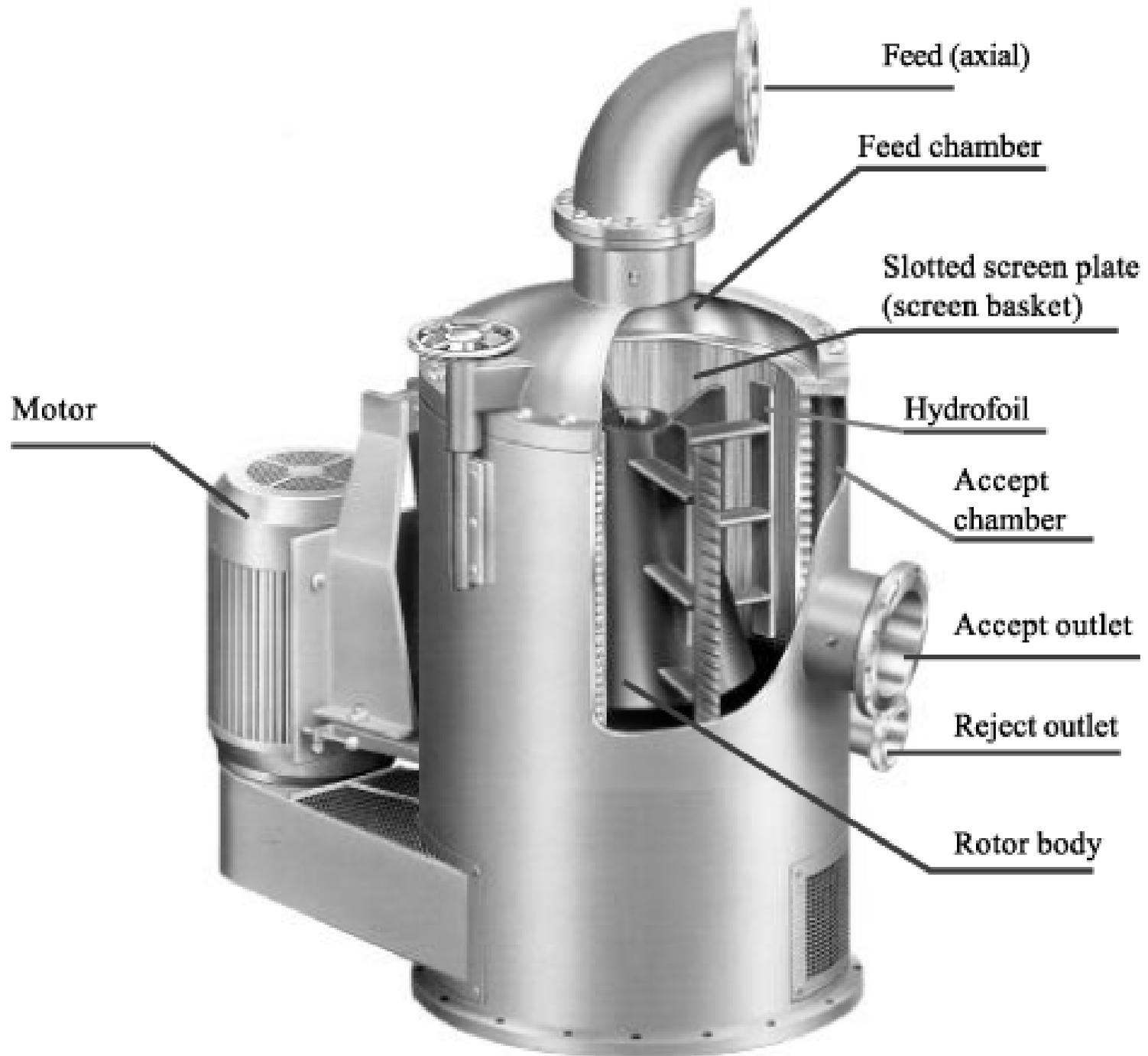
纖維篩分

- 利用豎篩將紙漿中的過短纖維、碎片去除
- 雖然會有纖維損失，換得的好處有：
 1. 提高紙張的抗張、破裂強度，特別是撕裂強度
 2. 提高濕紙匹的瀘水速度→提高紙張抄造速度
 3. 減少紙機下白水的處理負荷
 4. 減輕造紙系統的髒污、沉積物、菌泥
 5. 使濕端添加藥劑更爲有效



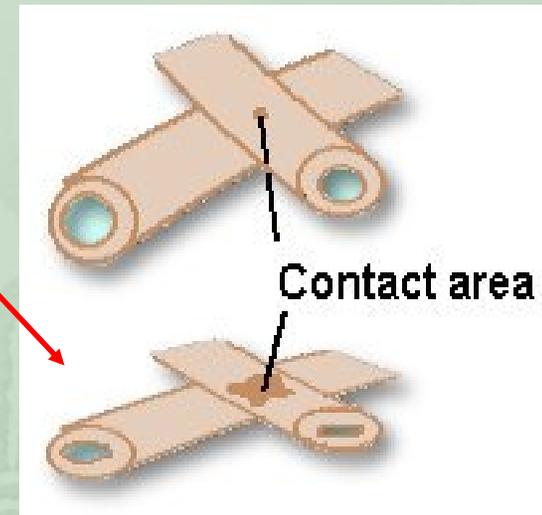


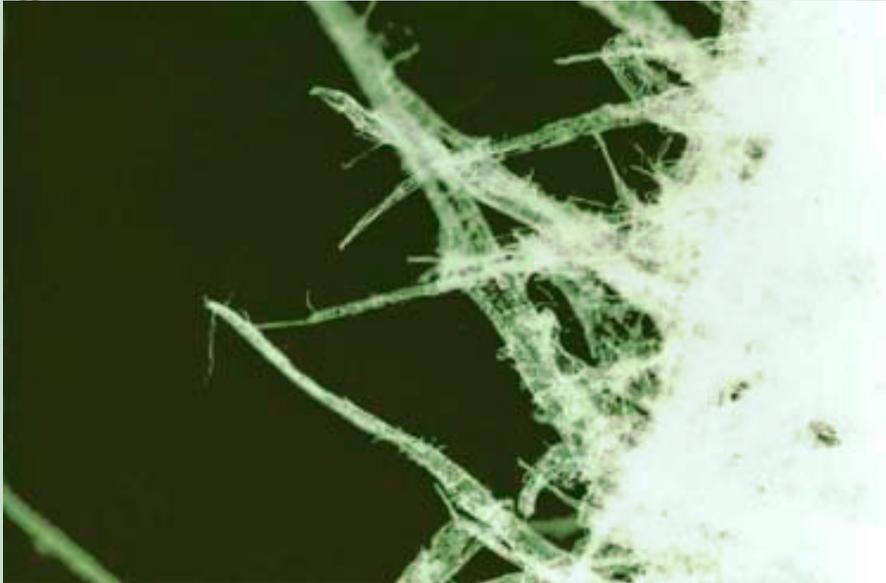
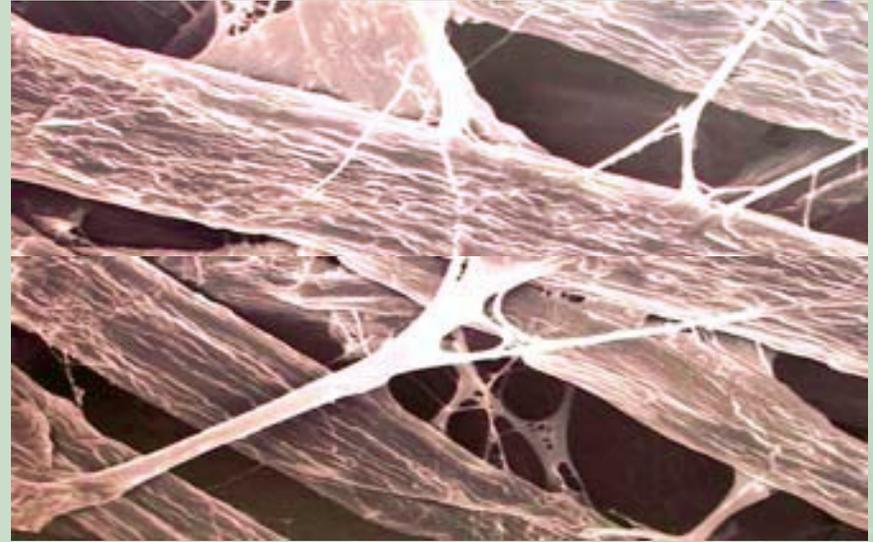




適當的精鍊

- 纖維長度切短
- 帚化 → 更好的水合作用
- 更柔軟 → 可壓潰性
- 更大的膨潤程度
- 大量增加纖維的表面積
- 纖維產生扭曲與變形
- 纖維疊合緻密 → 發展良好的紙張強度





添加紙力增強劑

- 傳統的**精鍊(refining)**固然可以增加纖維間之水合、氫鍵，但代價是**損傷纖維結構與強度**。
- **化學水合(chemical hydration)**能增加纖維間的氫鍵數量卻**不用犧牲纖維的自身強度**
- **紙力增強劑(paper strength additives)**:
 - 屬於**機能型添加物**，用來增加紙張的強度，
①纖維的強度不佳②需要特強的紙張強度時
- 人爲加工改良(modified)的**澱粉、植物膠**

紙力增強的需求

1. 纖維自身強度不足

回收纖維品質越差

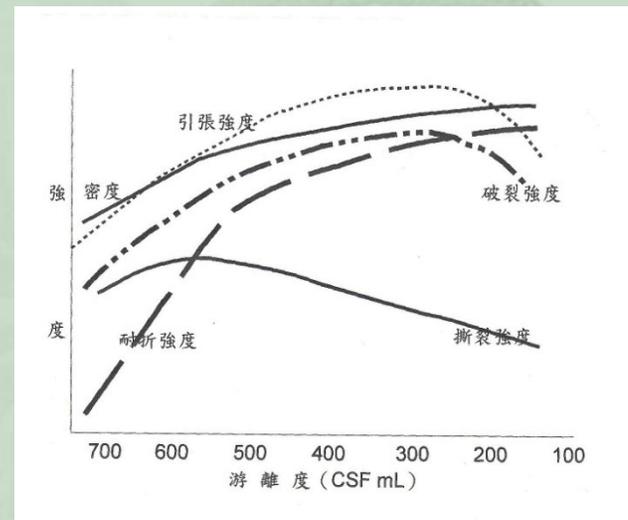
2. 纖維間結合不良

用量卻是越來越大

3. 使用傳統打漿/精練，仍有缺憾

4. 品質目標太崇高，市場要求

5. 考量到效率與成本



乾強劑

➤ 澱粉類

- 馬鈴薯，玉米，小麥，大麥
- 聚合澱粉
- 兩性澱粉

➤ 丙烯醯胺 **CPAM, APAM**

- PAM – 陽性或陰性
- 兩性
- 兩性共聚物
- 乙二醛基類 (GPAM)

➤ 樹膠

➤ 羧甲基纖維素(CMC)

濕強劑

➤ 酸性硬化

- 尿素甲醛樹酯
- 三聚氰胺樹酯

➤ 中性或酸性硬化

- 聚胺類-Epichlorohydrin resin (PAE)
- 聚丙烯胺-乙二醛基類 (GPAM), 暫時性
- 聚乙烯胺 (PVam)

酵素處理

- 常用纖維素酶(cellulase) 、木醣酶(xylase)處理(腐蝕)纖維表面
- 使表面污染物脫落
- 產生新表面
- 增加水合度與保水能力(保水值WRV)
- 類似精鍊叩解的功效
 - 發展良好的濕壓性
 - 發展良好的紙張強度



再生紙的特色(1)強度

- 纖維本身強度下降
- 破裂強度、抗張強度、耐折強度、撕裂強度都隨著回收次數增加而下降
- 篩分作業(fractionating)可以移除微細纖維
→ 濾水、抄紙速度可以加快、提升撕裂強度



再生紙的特色(2)光學、外觀

- 雜質、印墨殘留 → 出現著色與污點、油(蠟)點，會使白度與潔淨度降低
- 光散射係數(scattering coefficient)提升 → 不透明度(opacity)增高
- 光澤度 (gloss) 差
- 平滑度(smoothness)下降

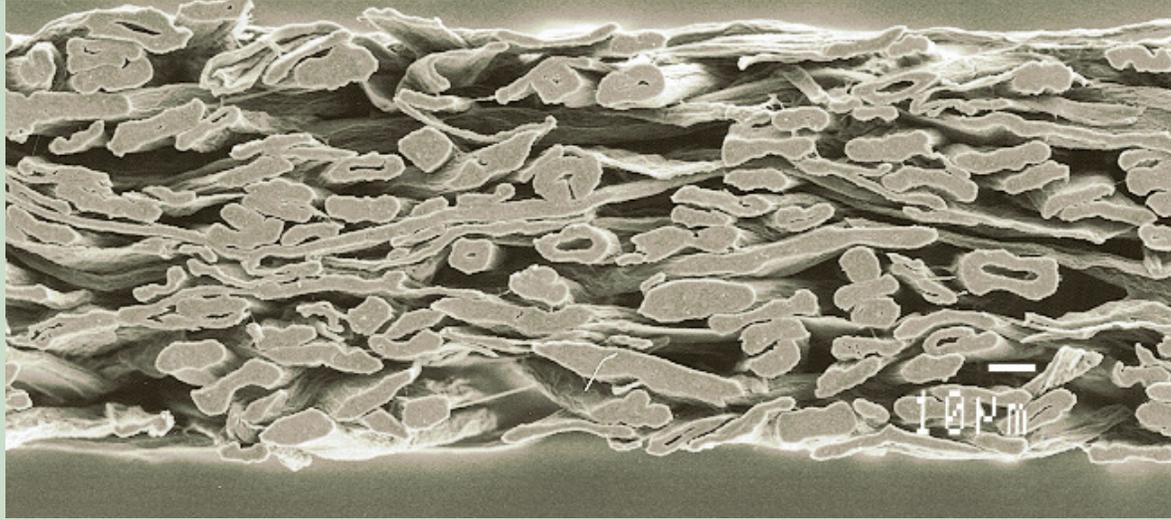


再生紙的特色(3)物理性質

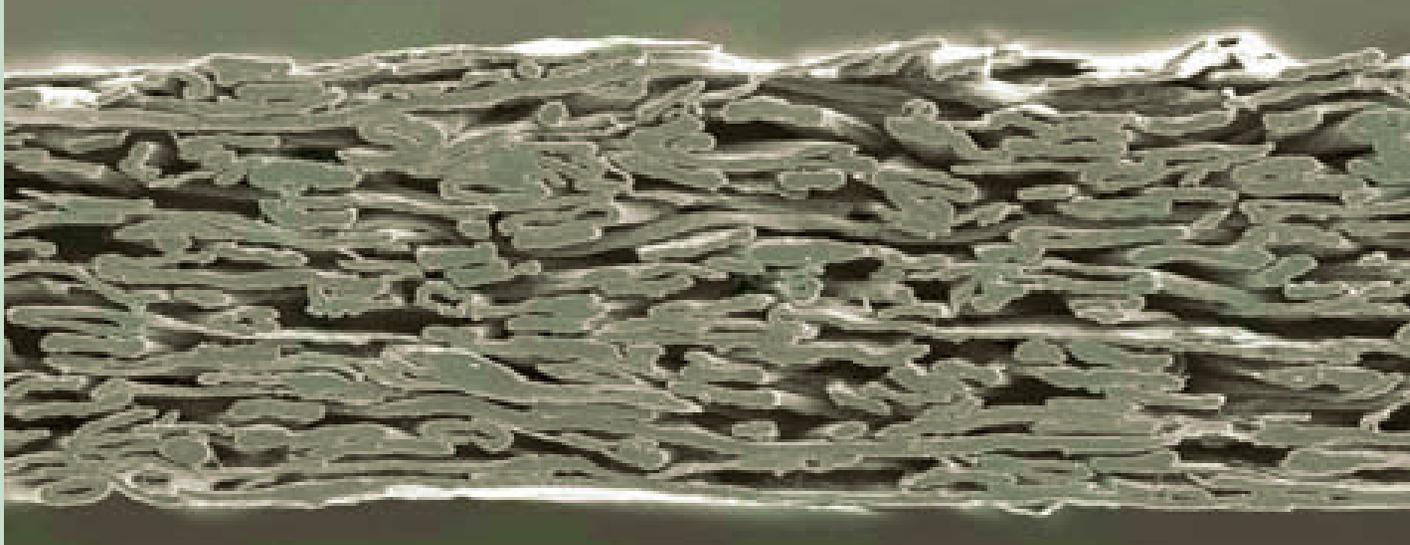
- 羥基含量減少、保水值下降
(親水性減小、剛硬、吸水性降低)
- 紙張厚度增加，紙質偏向蓬鬆
 - 密度下降、強度下降
 - 若無篩分則密度增加
- 尺寸安定性良好 → 纖維疲(僵)化



再生紙(膨鬆)



原生紙(緊密)



再生紙的特色(4)抄造

- 濾水性不良，抄速降低
- 濕紙匹強度較差，容易斷紙
- 易受陰離子性垃圾干擾，濕端藥劑添加需特別注意zeta電位監測
- 抄網、毛毯均易受污染或阻塞
- 系統內易發生沉積物、黏質物困擾

