



TFT-LCD產業磷元素物質流 分析模式之建立

Frank Niu 牛銘光

Director

Risk & ESH Management Div.

2010.12.22



Content

- AUO簡介
- 計畫源起
- 執行方法
- 成果與建議

友達光電簡介



公司歷史:

成立時間

1996年8月12日

台灣上市 (TAIEX: 2409)

2000年9月8日

NYSE 上市 (NYSE: AUO)

2002年5月23日

營運狀況:

員工人數

42,000 (2010年10月)

研發技術

TFT- LCD, 低溫多晶矽(LTPS),
有機發光顯示器(OLED), 太陽能
(Solar PV), 電子紙

主要產品

TFT-LCD (1.2" ~ 65")
LTPS (1.5" ~ 6.5")
太陽能模組, 電子紙

財務狀況:

市值

新台幣 2,860億元(2010年9月30日)

資本額

新台幣 883 億元

營業額

新台幣 4,802 億元 2007年
新台幣 4,239 億元 2008年
新台幣 3,593 億元 2009年

大事紀



1996 達碁科技成立



1999 台灣第一座 3.5 代廠



2001 聯友光電及達碁科技合併，更名為友達光電，成為全球第三大面板廠



2002 紐約證交所上市、蘇州模組廠量產，領先同業進駐中國



2003 台灣第一座 5 代廠



2005 台灣第一座 6 代廠



2006 點亮第一片 7.5 代廠產出之 42" 電視應用面板、併購廣輝電子



2007 廈門模組廠量產、天下雜誌 2007 標竿企業光電產業第一名



2008 揭櫫「友達綠色承諾」、建立捷克模組廠、台灣第一座 8.5 代廠、正式進軍綠色能源產業



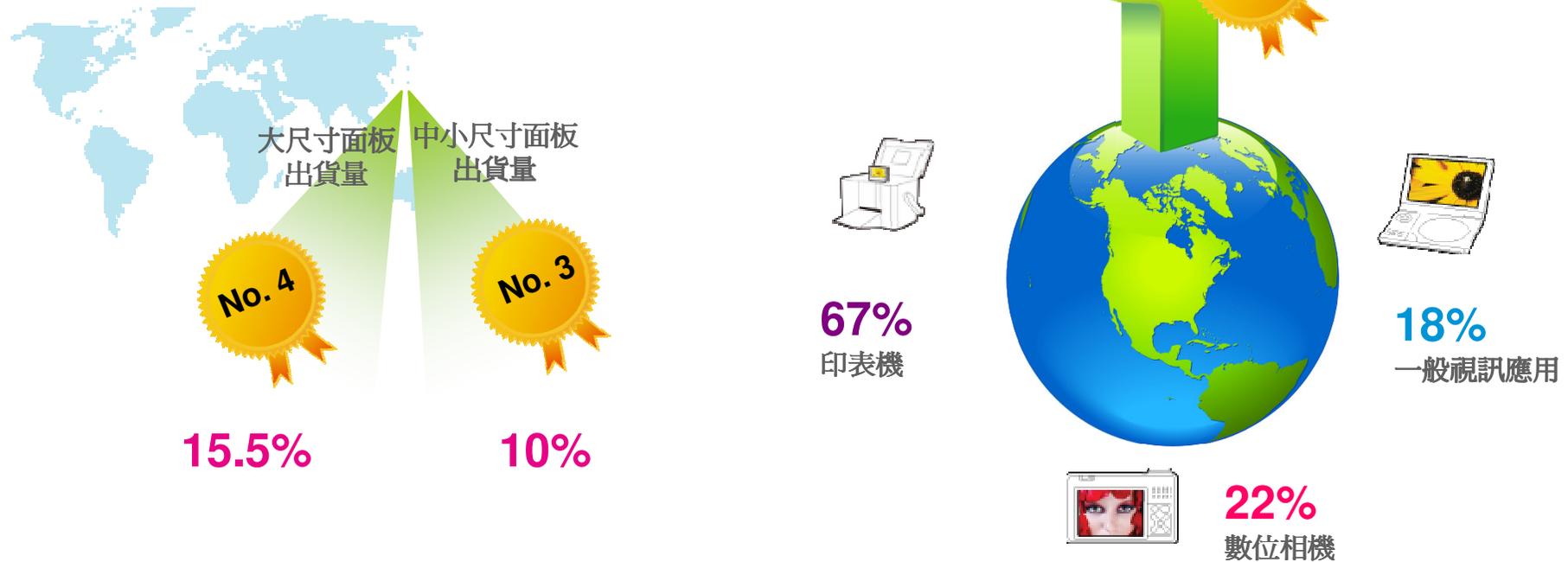
2009 榮獲全球首座 TFT-LCD 廠房 LEED 金級認證、與長虹合資設立長智光電、投資日本太陽能專業大廠 M.Setek、32吋環保節能液晶電視為全球第一台通過碳足跡認證電視機產品

2010 收購 Field Emission Technologies 公司之 FED 資產及技術；與冠捷科技合資於波蘭設立後段模組及電視設計代工廠；收購東芝移動顯示之新加坡子公司 AFPD；與美國 SunPower 共同投資馬來西亞太陽能電池廠；發表 2012 碳足跡減量 30% 目標；名列中國綠色公司百強；分別與海爾及 TCL 於青島及惠州成立模組廠；與冠捷科技合資於巴西設立 LCD 模組廠



國際地位 – 全球市佔率與面板產品應用排名

2010年上半年全球市佔率



資料來源: 根據DisplaySearch 2010年Q1&Q2大尺寸出貨量報告; TSR, 2010年Q1&Q2出貨量報告 (a-Si + LTPS) with subdisplay之統計數據整理

實踐綠色承諾里程碑

2010	達成碳平衡
Sep 2010	入選道瓊世界永續性指數成份股
Apr 2010	名列中國綠公司百強榜
Feb 2010	宣布2012年「產品碳足跡」將比2009年減少30%
Sep 2009	32吋電視機榮獲全球第一台電視機「產品碳足跡」認證
Mar 2009	全球第一座LEED金級認證 TFT-LCD 廠房
Dec 2008	宣佈進軍綠能產業
Aug 2008	台灣第一份企業社會責任報告書獲得GRI A+ 獨立認證
Feb 2008	<ul style="list-style-type: none"> • 揭櫫「綠色承諾」 • 宣布2010年達成「八、七、七」目標*
2006	通過 ISO14064 碳盤查認證
2003	台灣第一家TFT-LCD製造商自願性安裝PFC減量設備

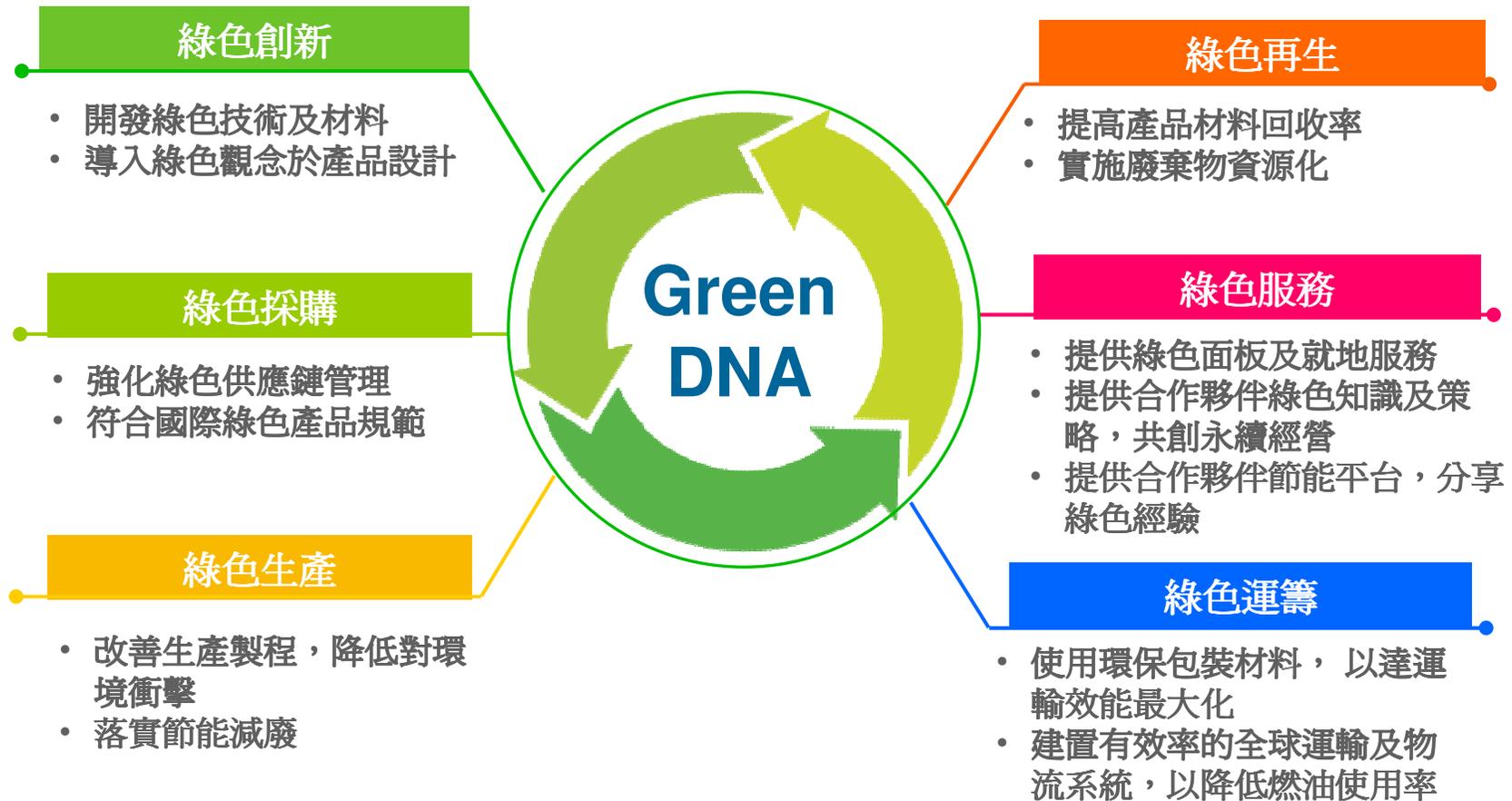
*資源回收再利用率達80%、溫室氣體排放降70%、以及用水量降70%。

友達8.5代廠房L8A— 全球第一座LEED金級認證TFT-LCD廠房

- 90% 製程用水回收再利用率
- 90% 營建廢棄物回收再利用率
- 21% 整體節能成效
- 87,000噸的減碳量 相當於330個大安森林公園一年的碳吸存量
- 全世界第一座TFT-LCD雙子星複合式廠房(Hybrid Fab)



友達綠色承諾



全球唯一入選2010道瓊世界永續性指數的專業 TFT-LCD製造商



Computer Hardware & Electronic Office Equipment (THQ)

SUSTAINABILITY LEADERS

As of September 20, 2010

Company	Country	Sector Leader	DJSI World		DJSI Asia/Pacific	
			Universe	Member	Universe	Member
Number of Companies			35	6	17	4
Au Optronics Corp.	Taiwan	●	●	●	●	●
Dell Inc.	United States		●	●		
FUJIFILM Holdings Corp.	Japan		●	●	●	●
Fujitsu Ltd.	Japan		●	●	●	●
Hewlett-Packard Co.	United States		●	●		
NEC Corp.	Japan		●	●	●	●

友達持續不斷落實企業公民社會責任



關懷綠色大地

- 支持購買在地農產品
- 減碳小尖兵活動
- 綠色嘉年華植樹活動



培育老實聰明人

- 於中國贊助建設希望小學
- 設立老實聰明獎學金
- 「希望閱讀」活動

鼓勵原創文化

- 於台中、中國蘇州與廈門進行文化遺址保存
- 贊助新竹之春國際影展活動



推展光電科普教育

- 於台中科博館成立「達達的魔術世界」光電教育基地
- 友達液晶小尖兵，光電未來營贊助活動



友達光電企業社會責任報告書

• 榮獲：

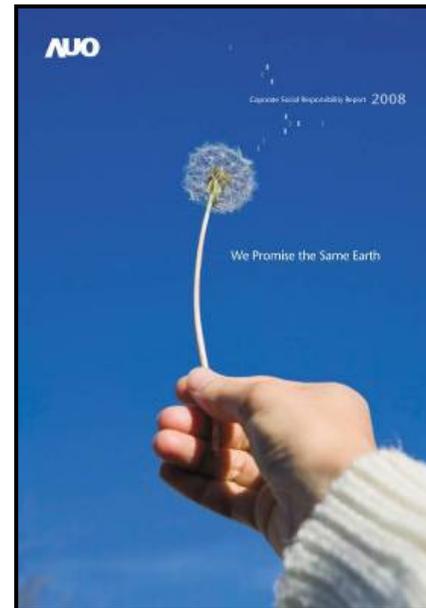
- 連續三年為全球TFT-LCD產業唯一一家獲得第三者獨立查證全球永續發展報告書協會第三代綱領A+等級 (GRI G3 Level A+)證書的企業
- 連續三年獲全球公認可持續保證標準AA1000AS，展現資訊揭露高度透明及可信度



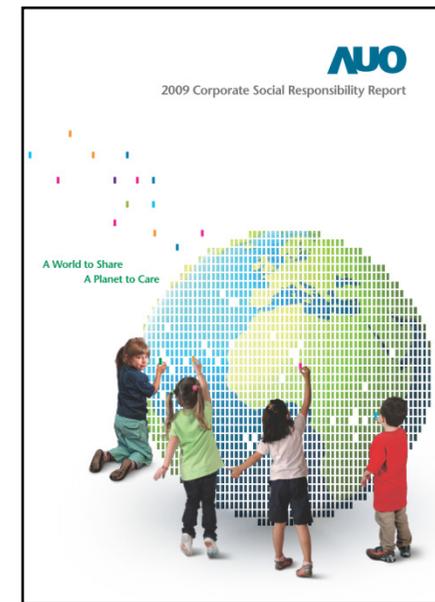
2007



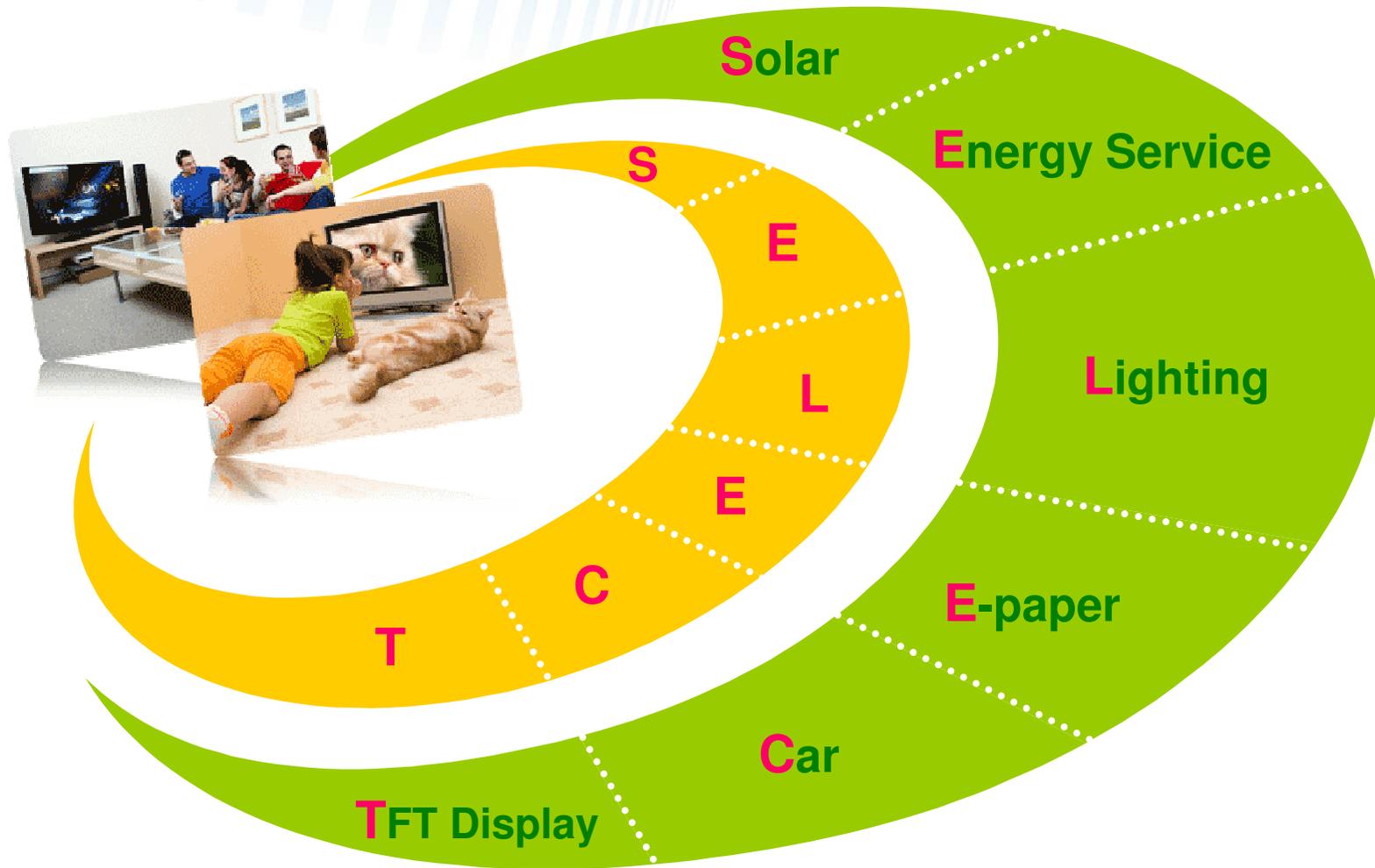
2008



2009

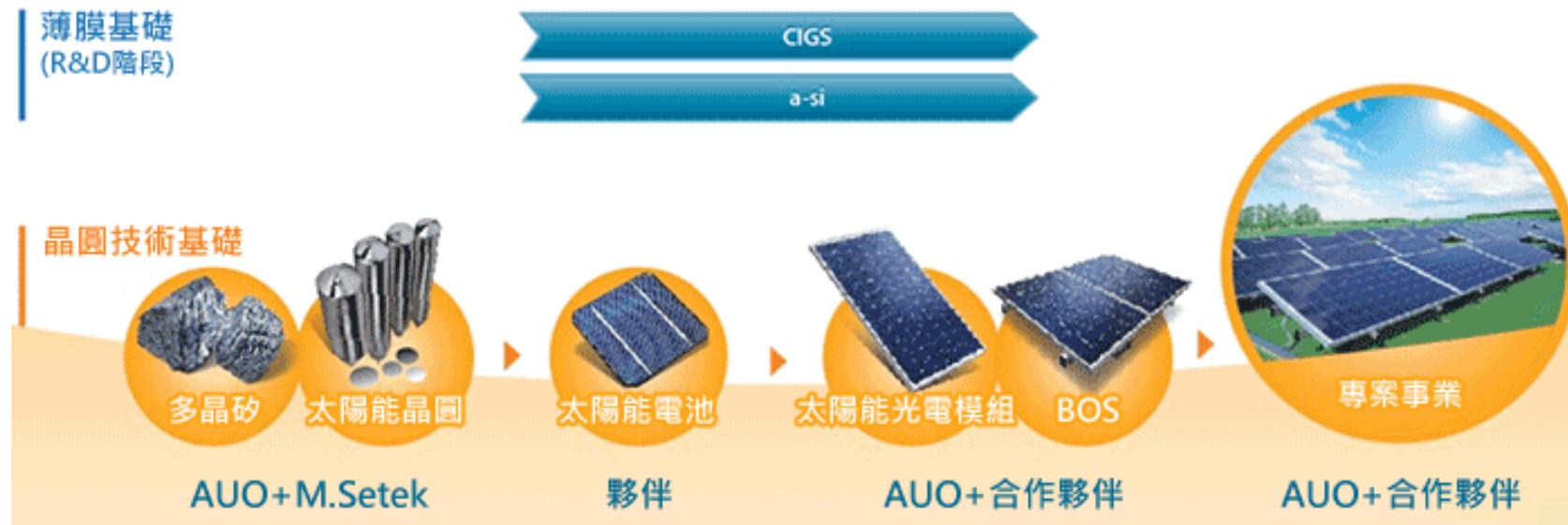


六大綠色成長契機 - Green SELECT



六大綠色成長契機 - Green SELECT: 太陽能佈局

- 提供太陽能系統解決方案
- 提供高效能薄膜與結晶矽太陽能模組技術
- 投資多晶矽/晶圓與太陽能光電系統事業
- 與太陽能電池及模組製造商策略合作





Content

- AUO簡介
- 計畫源起
- 執行方法
- 成果與建議

緣由

- 發展關鍵產業，掌握關鍵物質是首要，若在國家層級，即可視為戰略物資，若在產業層級，即可為左右未來發展的關鍵。
- 物質流之應用普遍是以較大構面解析問題，而在事業單位也會面臨資源問題
- 在資源永續利用與環境保護的雙重考量之下，嘗試使用「物質流」觀念，追蹤「關鍵物質」在廠區內的流佈狀況，能藉由建置周詳的物質流地圖發現final sink(資源沉積處/環境危害處)，並設法改善開放式循環(opened cycle)成爲封閉式循環(closed cycle)，使物質能更有效之運用

關鍵元素之選擇

- 磷是有限資源，在農業生產與化學工業上是關鍵的策略資源。
- 目前磷礦生產主要的三個國家分別是：美國(24.7%)、中國(20.7%)與摩洛哥(17.1%)。
- 以日本為例，自從1998年以後，不再從美國進口磷礦，而是從中國、南非與摩洛哥等國家進口，且進口量逐年下降

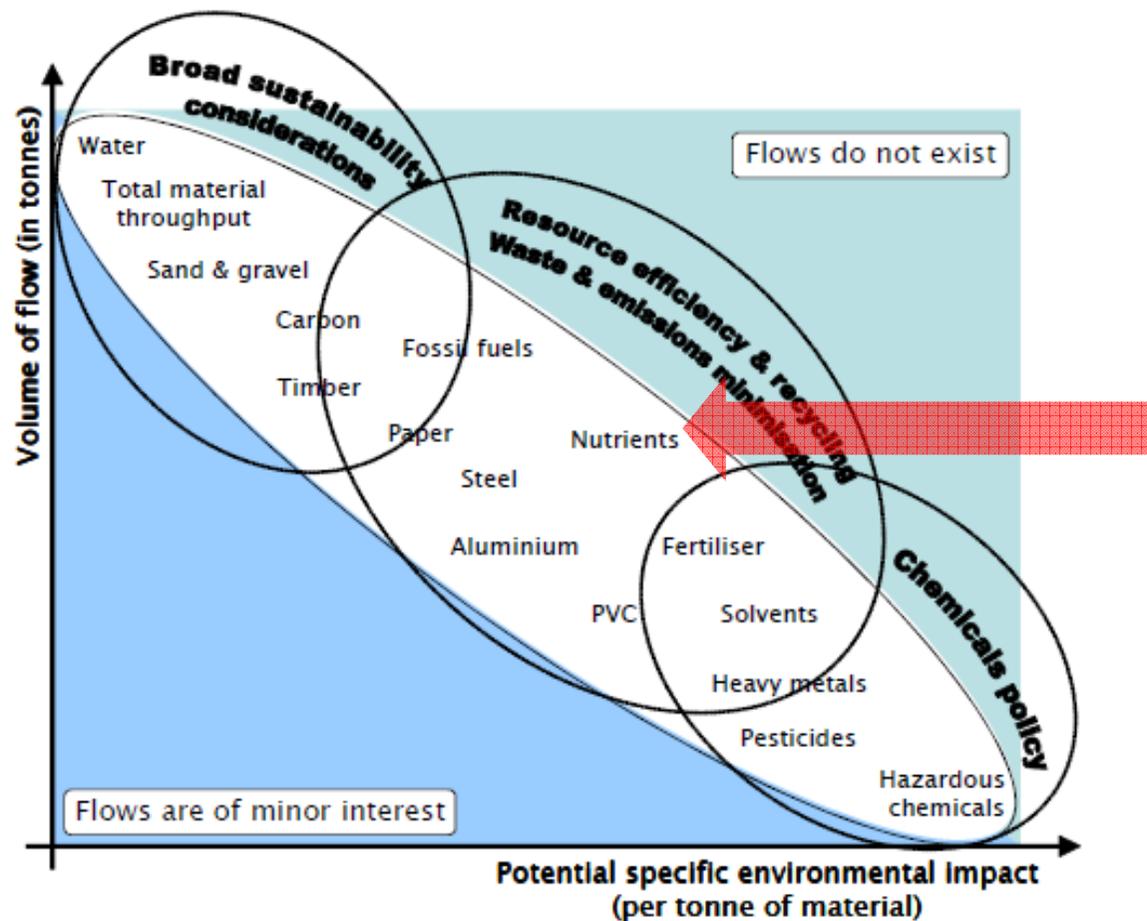
Source : Kazuyo et al., *Journal of industry Ecology*, 13(5), 687-705, 2009.

- 2008年中國大陸財政部宣佈，根據國務院決定，將自5月20日起至12月31日止，對所有貿易形式、地區、企業出口的磷產品，在現有出口稅率的基礎上，以出口完稅價格為基礎，加徵100%的特別出口關稅。
- 2009年美國等指控中國採用出口配額、出口稅及其他行政措施，來限制特定原物料出口，包括黃磷等，而這些原物料對於下游的產業極為重要。
- 2010年中國取消對黃磷等8個大陸高耗能產業的用電價格優惠。
- 我國經濟發展主要仰賴進出口貿易，許多重要的礦產資源皆仰賴進口，因此當有限資源因供需失調價格攀升之時，產業將受到衝擊

關鍵元素之選擇

- 『磷酸』是TFT-LCD製程使用之主要物質，含磷廢水之排放亦受到外界關注

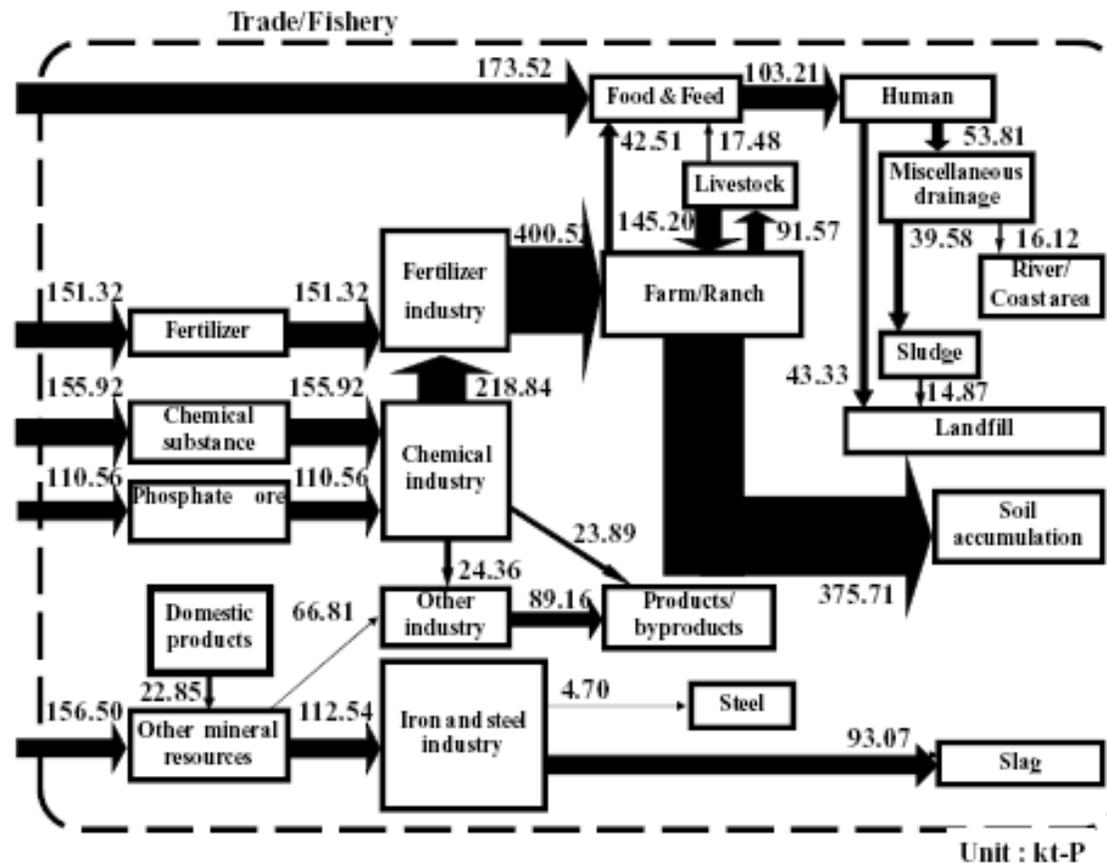
Schematic representation of material flows, environmental impacts and policy uses



『磷』在可用資源的流量與環境衝擊潛勢的位置，具備著有限資源與環境保護的雙重角色。

國家層級之『P』元素物質流案例

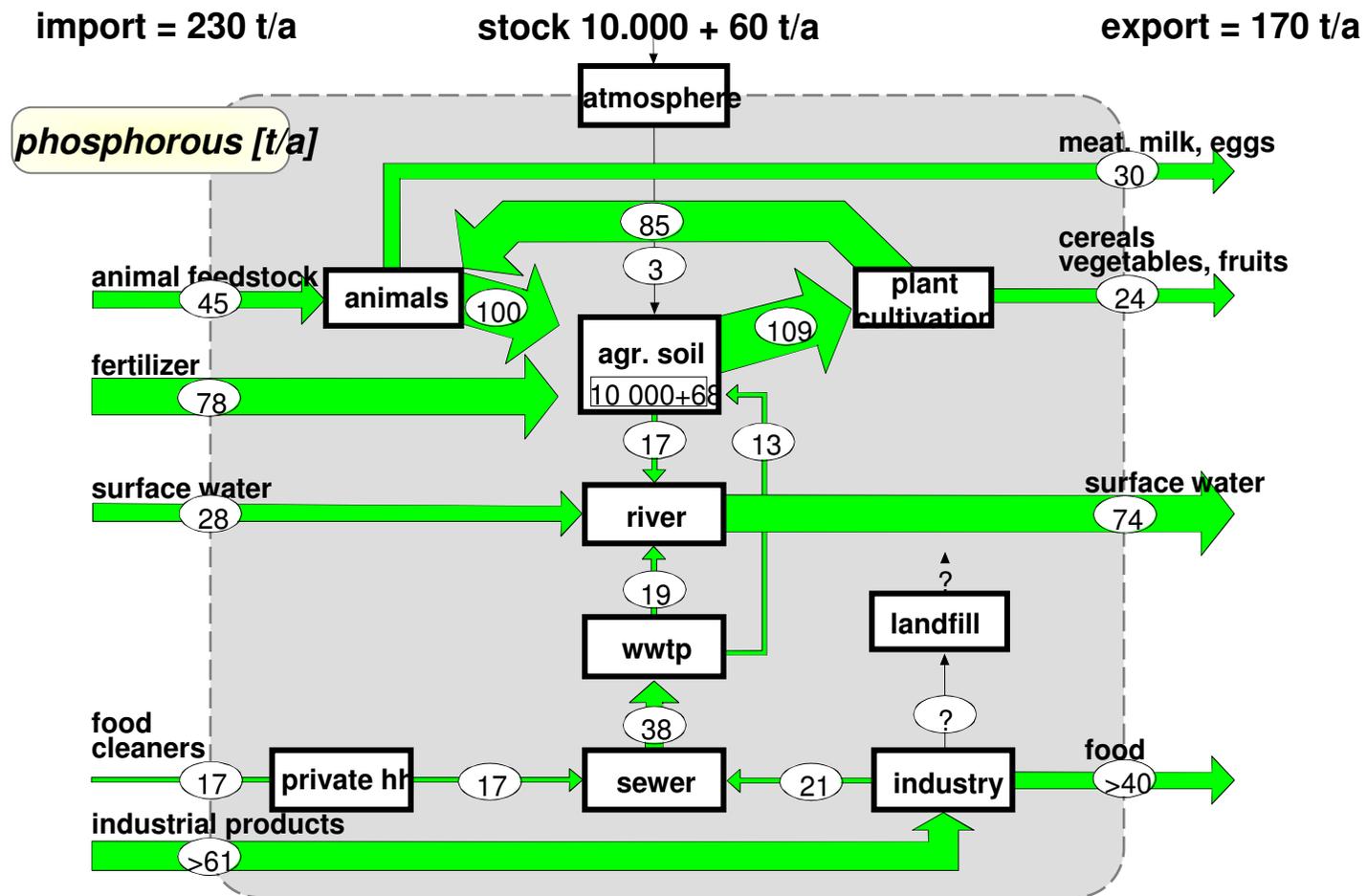
- 建議污泥與煉鋼礦渣中的磷，可再轉成肥料或其他化工產品
- 鋼鐵業礦渣中的磷若能利用現有的脫磷技術，即可達到無論在質或量上都同等於日本進口磷礦，且該回收過程還兼具環境與經濟效益。
- 但關鍵問題是國際市場上的磷價格依然低於該回收技術之成本



Source : Kazuyo et al., *Journal of industry Ecology*, 13(5), 687-705, 2009.

都市層級之『P』元素物質流

- 以維也納之『P』元素分析為例



『P』元素之物質流

- 若將『物質流分析』作為資源管理的重要工具，國內將其應用在產業/企業層級，尚屬缺乏，一般還是以國家層級之資源分析為主
- 本專案嘗試以『P』為案例進行企業層級之物質流研究，基於
 - 關鍵物質
 - 涉及製程單純
 - 作為物質流模式導入之可行性評估
 - 部份現成檢測資料供研究應用
 - 呼應目前外界關心之議題



Content

- AUO簡介
- 計畫源起
- **執行方法**
- 成果與建議

企業物質流分析模式之建立

(1) 評估系統建立

- 建立製程流程圖/地圖
- 各物質分類與輸送路徑的確認

(2) 盤查表單建立

- 標準化製程投入產出圖/表
- 資料匯整與檢核

(3) 物質流系統資料庫建立

- 質量平衡確認
- 圖型工具與原始資料同步連結

(4) 模式化分析計算

- 依照分析標的建立各項評估指標與詮釋結果
- 製程情境設定與提供系統動態模擬

相關磷元素的各種物質流之活動數據盤查

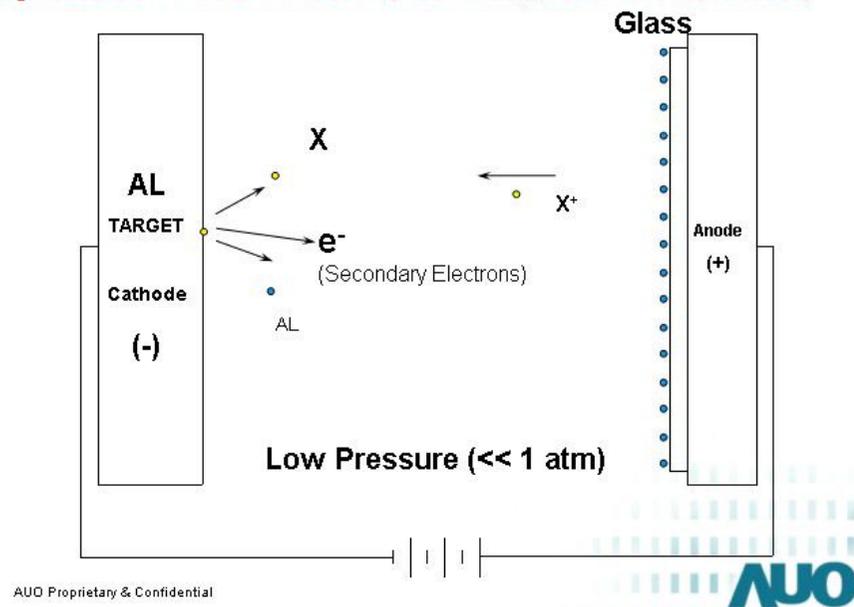
以物質分析軟體架構整廠磷元素流之分析模式

各階層之磷元素流系統圖/資料庫建立

製程說明

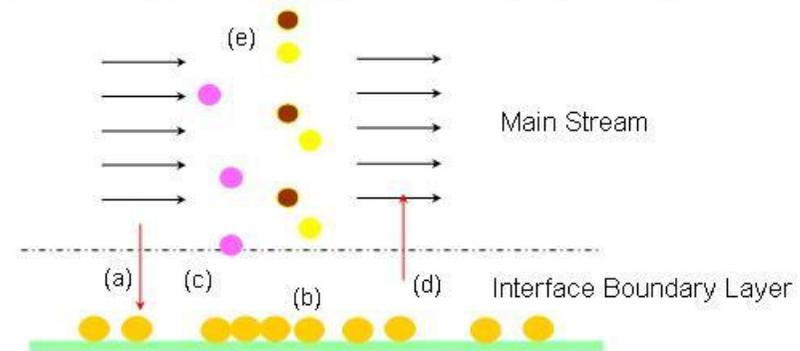
- 製程：薄膜製程
- 使用物料：PH₃
- 反應：離子植入，磷化氫會和金屬鹽類反應形成磷鹽 (Phosphonium salts).

Sputter Theorem (DC Magnetron Sputter)



AUO Proprietary & Confidential

Schematic of CVD Processes



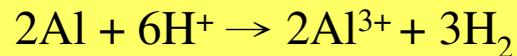
沈積步驟:

- 反應物藉由擴散通過介面邊界層(Interface Boundary Layer)
- 反應物吸附在玻璃表面
- 化學沉積反應發生
- 反應副產品與未反應氣體藉由擴散通過介面邊界層
- 生成物與未參與反應的反應物進入主流層(main stream)，並離開系統

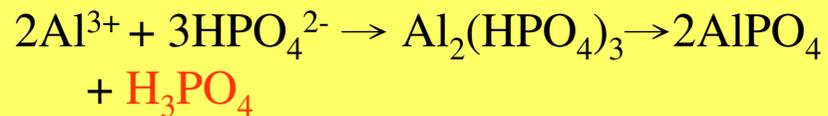
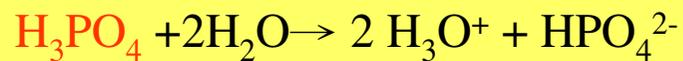
製程說明

- 製程：蝕刻製程
- 使用物料：鋁蝕刻液(Al-Etchant)，成分含硝酸、磷酸及醋酸

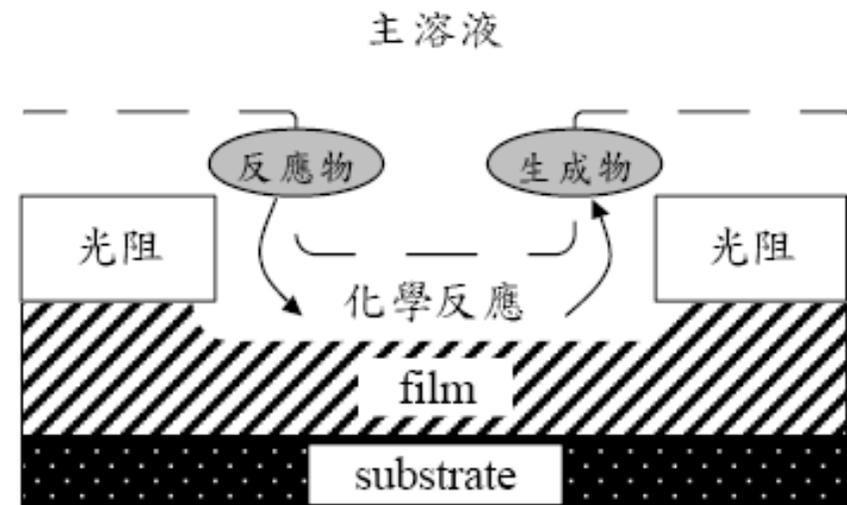
硝酸與鋁形成氧化鋁。



磷酸和水分解氧化鋁。



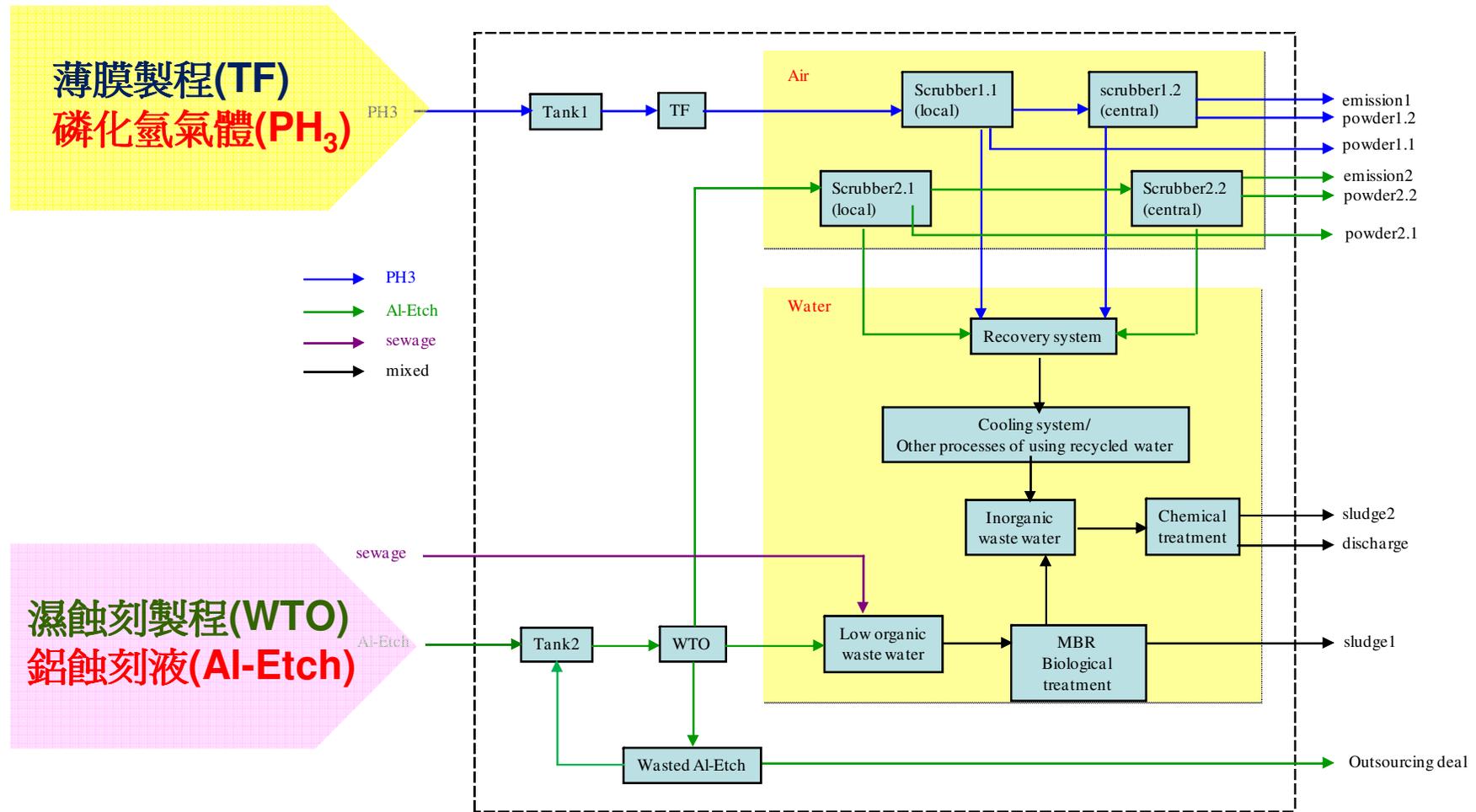
醋酸為緩衝劑，抑制硝酸解離。



資料來源：友達光電

整廠磷物質流之製程地圖

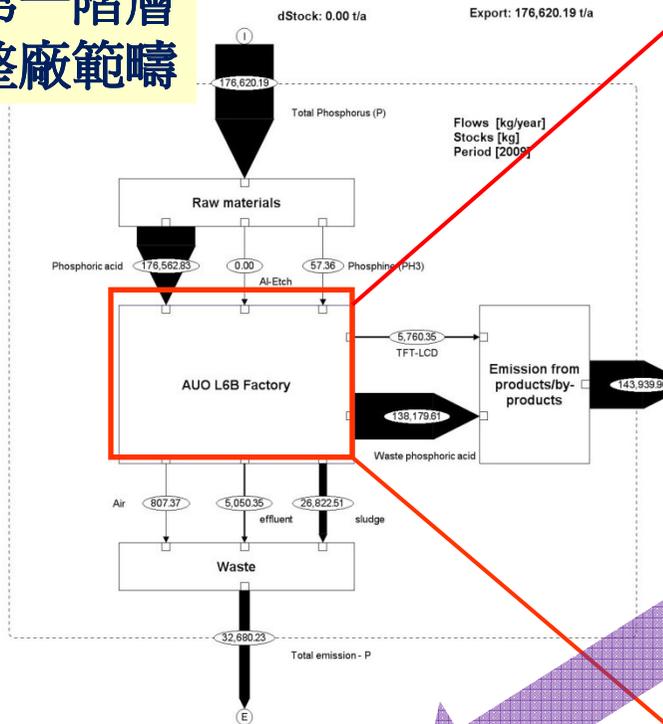
- 製程地圖包含TFT-LCD製程中的薄膜製程及蝕刻製程



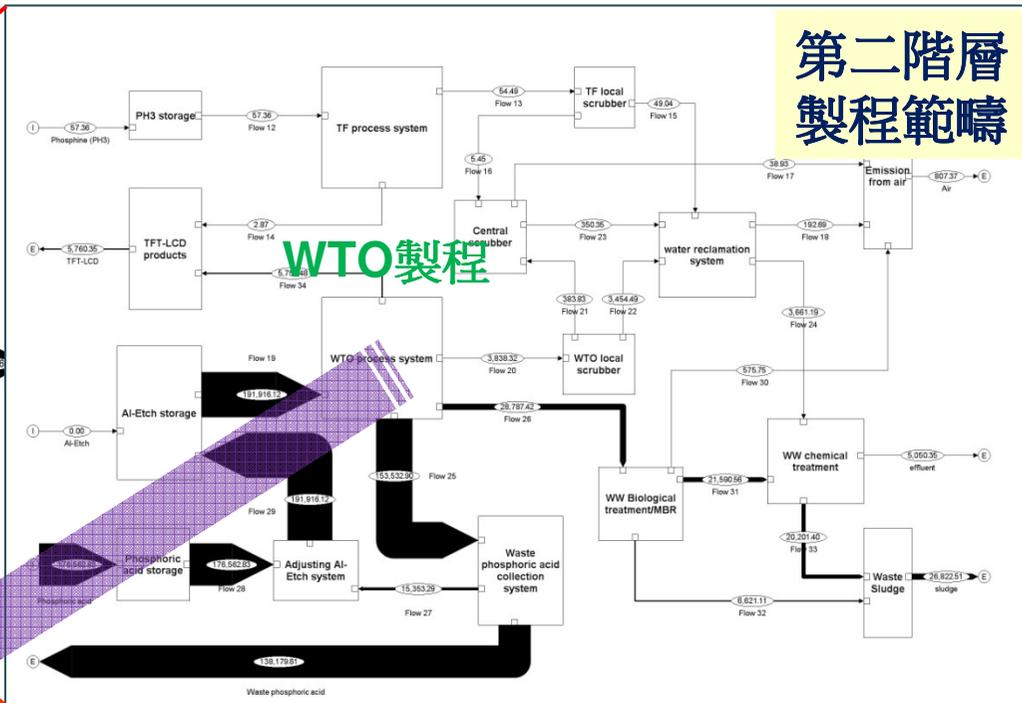
磷物質流圖形化與解析層次

- 可依據資料取得性及系統邊界大小，解析不同問題與對策，**本專案僅進行到二階層次**

第一階層 整廠範疇



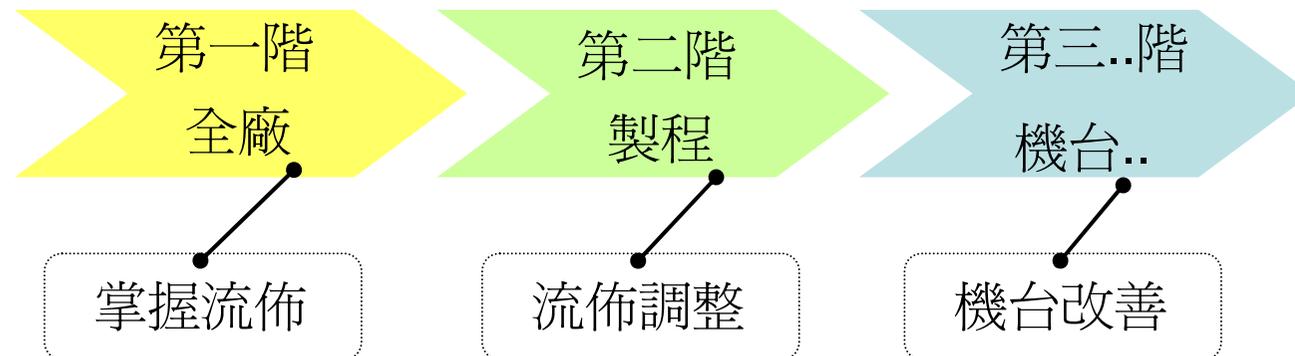
第二階層 製程範疇



第三階層 (局部關鍵製程的管理)

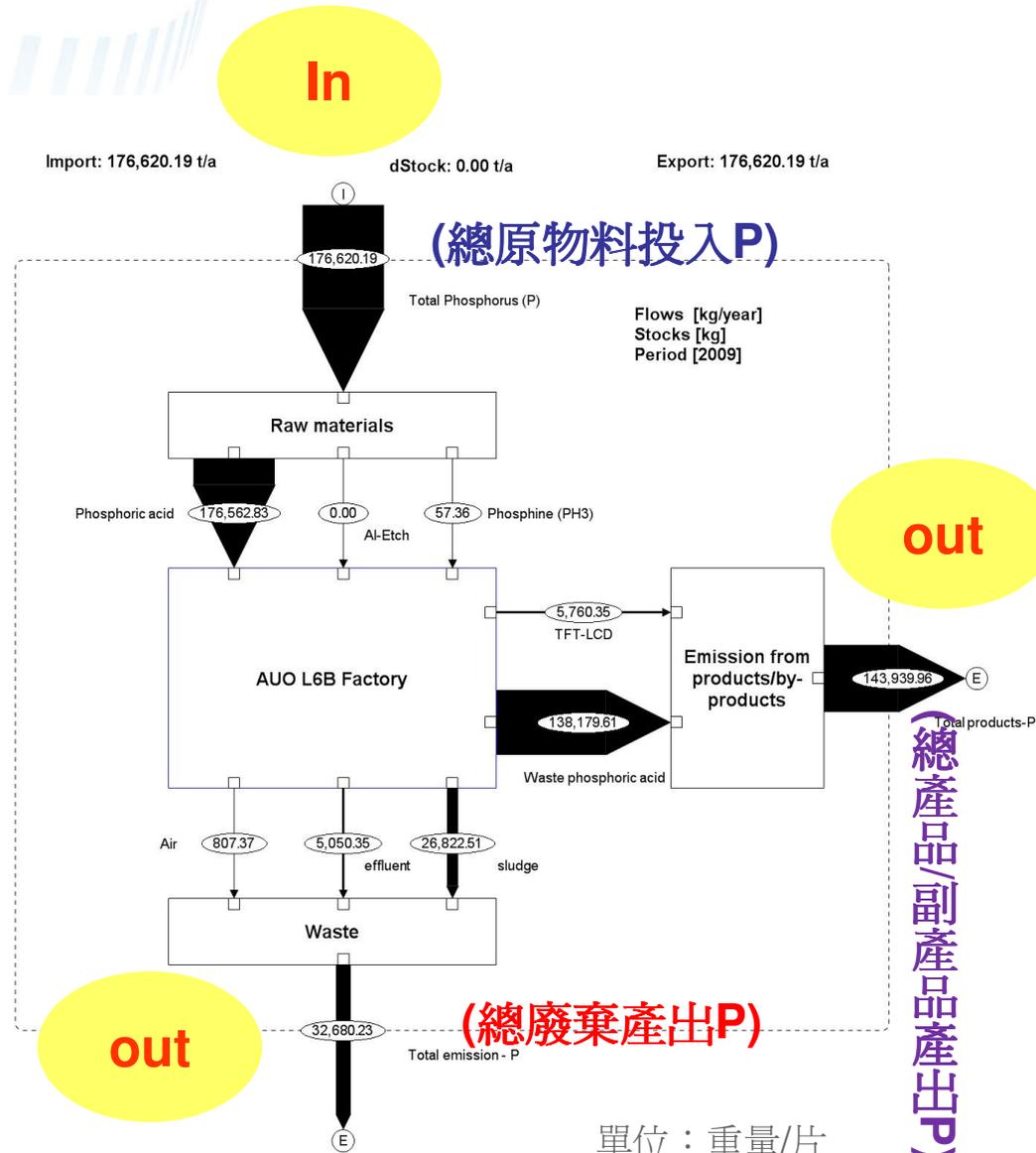
圖形化流程與各層次應用

- 圖形化流程
 - 採用**STAN**物質流分析軟體
 - 其為應用於**Substance Flow Analysis (SFA)**的專業軟體，利用輸入盤查物質的用量與欲分析物質的含量(濃度)及相關參數，即可自動平衡計算出分析物質之各流量。
- 優點
 - 呈現方式具『圖型化』，易於展現流佈情形
 - 同時建立**In-out**關係之『資料庫』，方便數據動態調整
 - 具『多階層分析』功能，當資料面向完整時，能快速向下展開分析
- 應用



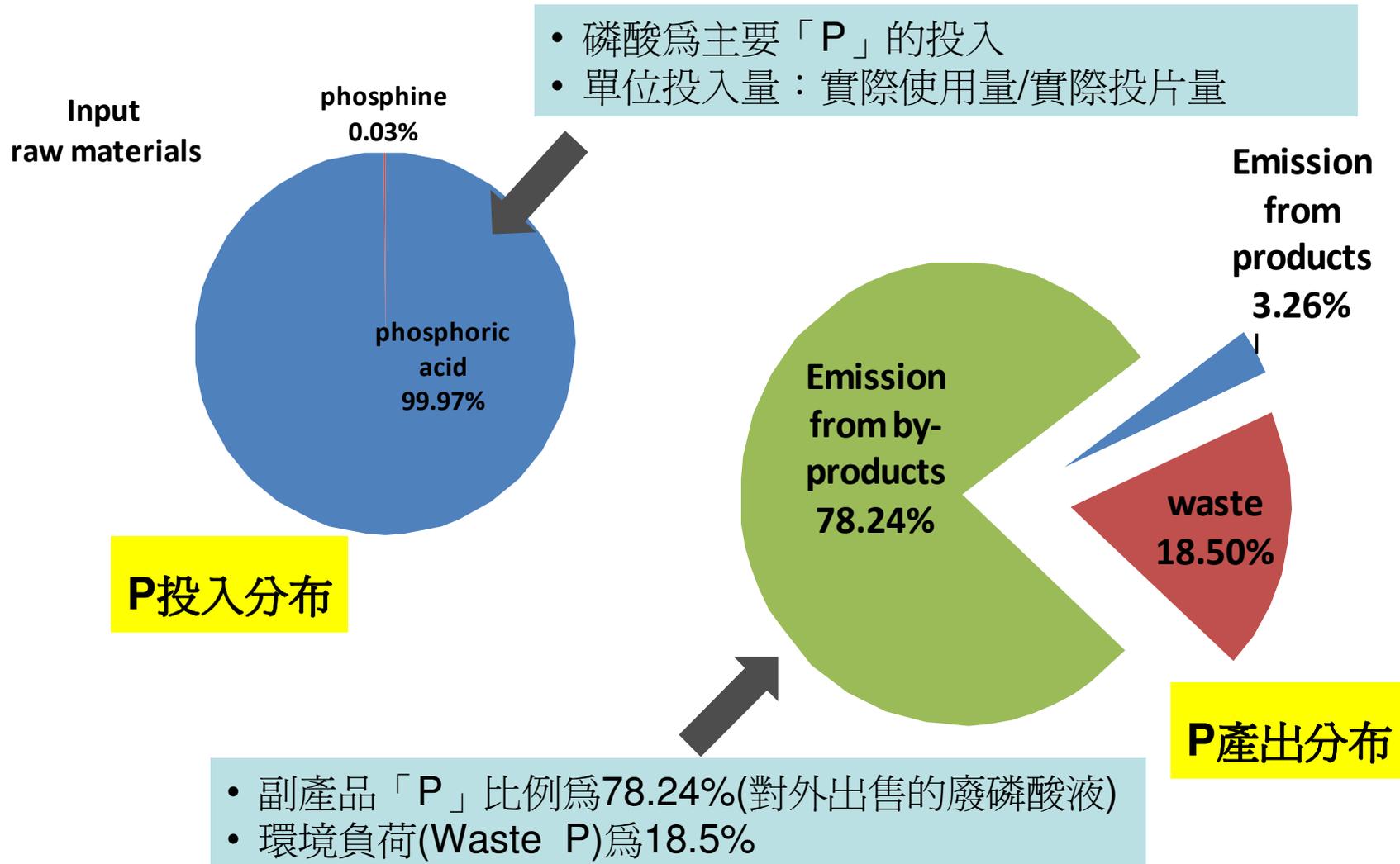
第一階(整廠)分析圖

- In：投入原物料
- Out：
 - 產品(含再利用產品)
 - 環境排放(含空氣排放、廢水排放、污泥)



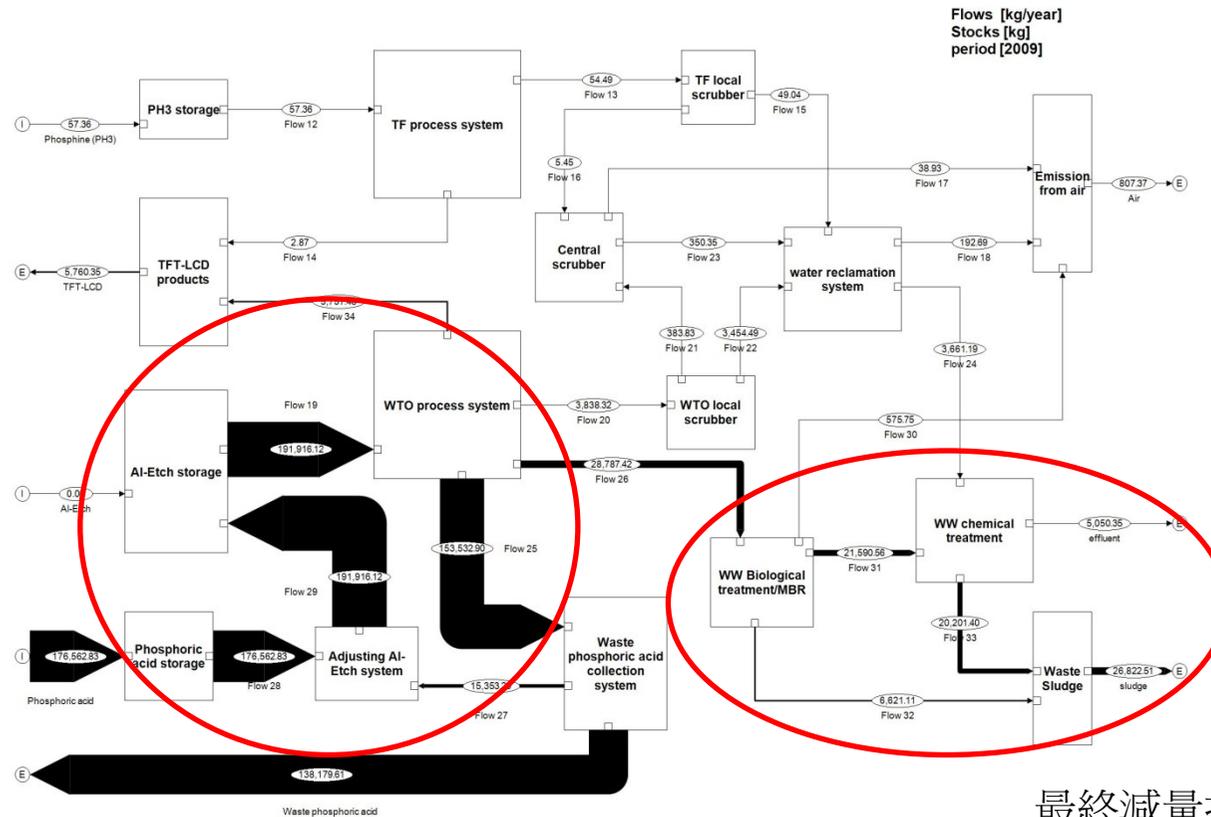
第一階(整廠)分析結果

- 得知整廠的資源利用率與總廢棄/副產品等之佔有比例，如投入總「P」物質與可回收及不可回收之比例。以整廠論，是否有資源再回收之對策



第二階(製程)分析圖

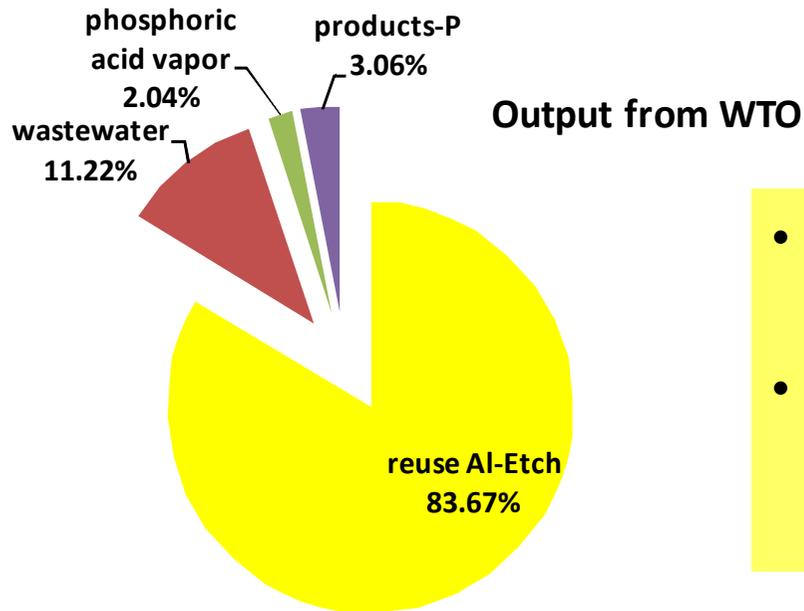
- 解析製程流動情形，機台與廢水處理單元間為主要「P」的流動
- 高濃度廢液是否有效收集
- 進入廢水系統量是否有效減少



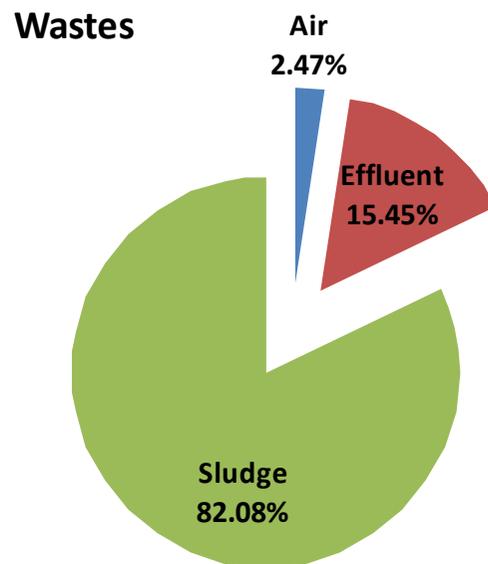
粗體：主要流動範圍

從比重可決定投入心力之製程重點，如蝕刻製程重要性大於薄膜製程

第二階(製程)分析結果



- Reuse Al-Etch 達83.67% ，是否有提高比例之可行性(延長使用時間)
- WTO製程之Wastewater_P 為主要資源廢棄來源，嘗試降低該比例，將可直接改變環境負荷



- 若以Waste_P中分析貢獻來源，以污泥為主要output (佔82%)
- 其中化學污泥又佔極高比例，可討論化學污泥以接近原礦型態回收之可行性，如鳥糞石($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$)、高純度磷酸鈣等，則可增加資源回收比例(列為副產品用於其他產業)

物質流資料庫系統建置

- 藉由物質流概念及STAN物質流分析軟體之應用，除圖形化呈現流佈外，**背後同時建立流向關係之資料庫**
- 由於本次專案實際檢測數據有限，故後續可補強資料之完整性，藉由系統頁面填入數據，**能更精準的扮演資源管理系統平台及決策支援角色**

Process List - AUO P MFA-System (Goods, 2009)

Process	Flow	Flow name	Source process	Destination Process	Mass flow [t/m ²]	Mass flow (calculated) [t/m ²]
- Process name: Adjusting Al-Etch system						
- Input						
P13	F28	Flow 28	P20.Phosphoric acid storage	P13.Adjusting Al-Etch system	176.562.83	176.562.83
P13	F27	Flow 27	P12.Waste phosphoric acid collection s...	P13.Adjusting Al-Etch system		464.519.45
- Output						
P13	F29	Flow 29	P13.Adjusting Al-Etch system	P9,Al-Etch storage		641.082.28
- Process name: Al-Etch storage						
- Input						
P9	F3	Al-Etch	P2.Raw materials	P9,Al-Etch storage	0.00	0.00
P9	F29	Flow 29	P13.Adjusting Al-Etch system	P9,Al-Etch storage		641.082.28
- Output						
P9	F19	Flow 19	P9,Al-Etch storage	P10,WTO process system		641.082.28
- Process name: AUO L6B Factory						
- Input						
P1	F2	Phosphoric acid	P2.Raw materials	P20.Phosphoric acid storage	176.562.83	176.562.83
P1	F3	Al-Etch	P2.Raw materials	P9,Al-Etch storage	0.00	0.00
P1	F4	Phosphine (PH3)	P2.Raw materials	P5,PH3 storage	57.36	57.36
- Output						
P1	F5	Air	P18.Emission from air	P3,Waste		7.339.10
P1	F6	effluent	P15.WW chemical treatment	P3,Waste		49.420.56
P1	F7	sludge	P19.Waste Sludge	P3,Waste		97.154.58
P1	F9	TFT-LCD	P8,TFT-LCD products	P4.Emission from products/by-pro...		6.413.69
P1	F10	Waste phosphoric acid	P12.Waste phosphoric acid collection s...	P4.Emission from products/by-pro...	16.292.26	16.292.26
- Process name: Central scrubber						
- Input						
P16	F16	Flow 16	P7,TF local scrubber	P16,Central scrubber		5.45
P16	F21	Flow 21	P11,WTO local scrubber	P16,Central scrubber		2.564.33
- Output						
P16	F17	Flow 17	P16,Central scrubber	P18,Emission from air		256.98
P16	F23	Flow 23	P16,Central scrubber	P17,water reclamation system		2.312.80
- Process name: Emission from air						
- Input						
P18	F17	Flow 17	P16,Central scrubber	P18,Emission from air		256.98
P18	F18	Flow 18	P17,water reclamation system	P18,Emission from air		1.272.04
P18	F30	Flow 30	P14,WW Biological treatment/MBR	P18,Emission from air	5.810.09	5.810.09
- Output						
P18	F5	Air	P18,Emission from air	P3,Waste		7.339.10
- Process name: Emission from products/by-products						

Close

結論與建議

- 關鍵原物料的現況掌握，是產業發展的必要管理。物質流分析工具之應用，除可有效整合現有管理體系資料外，將可顯示資料不足與缺乏之處。
- 物質流建置過程有部門資源整合協調之意義，源頭改善或末端管理可有不同的策略組合
- 此次磷物質流分析模擬作業顯示，放流水之含磷管制非主要唯一之策略，對於元素之管理，政府應有跨部門跨領域之思維
- 產業層級之物質流應用並不普遍，可有更多計畫或經費支持運用，將國家層級之政策分析top down到產業配合
- 重金屬亦是未來關注物質，可嘗試建立其他元素物質流架構，如鉬元素、銮元素等，並可結合成本效益概念，將更助於事業之推廣使用

感謝

- 感謝中技社及台大專業團隊(馬鴻文教授及商能洲博士)之協助，得以完成此物質流應用模擬作業，藉由此次經驗，可進一步思考未來之加值運用



AUO

Innovating Life