



# 製程廢液減量3P計劃

宋哲銘<sup>1</sup> 游智評<sup>2</sup> 周文朕<sup>3</sup>

1 台灣積體電路製造股份有限公司F3E廠 cmsungd@tsmc.com

2 台灣積體電路製造股份有限公司F3E廠 jpyu@tsmc.com

3 台灣積體電路製造股份有限公司F3E廠 wcchou@tsmc.com

台灣積體電路製造股份有限公司 三廠廠務部

# Agenda

一. 前期成果及廢液減量動機

二. 廢液來源及源頭分析

三. 廢液減量對策擬定

1. [回收生財]M2廢液回收轉賣

2. [源頭減量]有機廢液源頭管理降低含水率

3. [製程變更]自動分流加製程物料轉換降低Cu廢液

台積首創

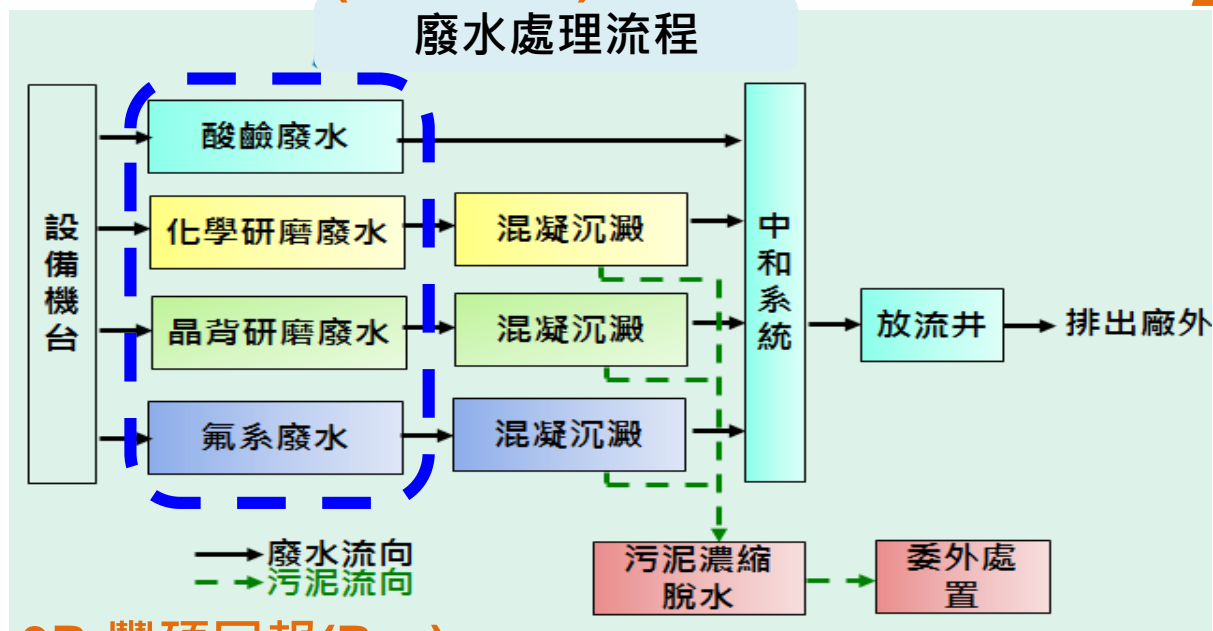
四. 廢液減量對策執行

五. 效益成果分享

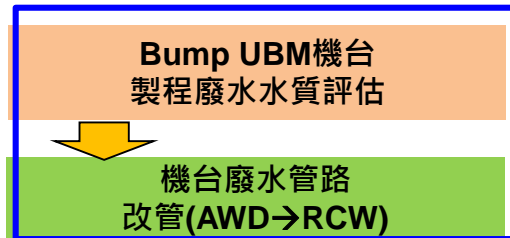
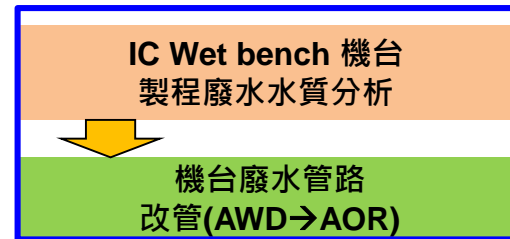
# 一. 前期成果及廢液減量動機(1/2)

## ● 3P: 污染預防有回報(Pollution、Prevention、Pay)

### 1P: 廢水來源(Pollution)

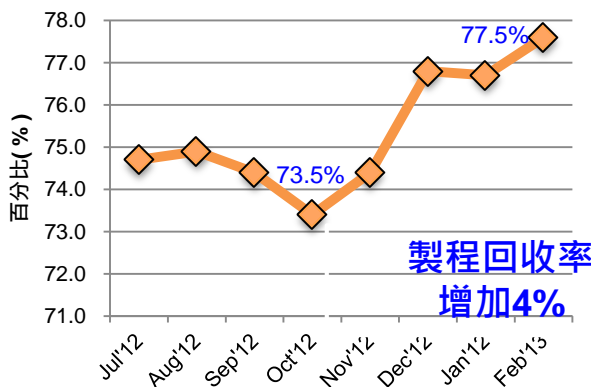


### 2P: 預防手法(Prevention): 水質分析 → 改管回收

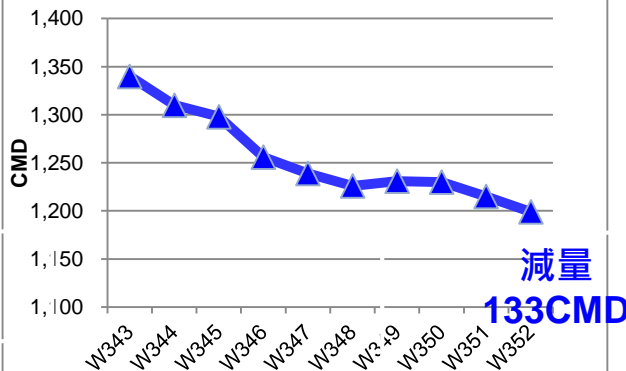


### 3P: 豐碩回報(Pay)

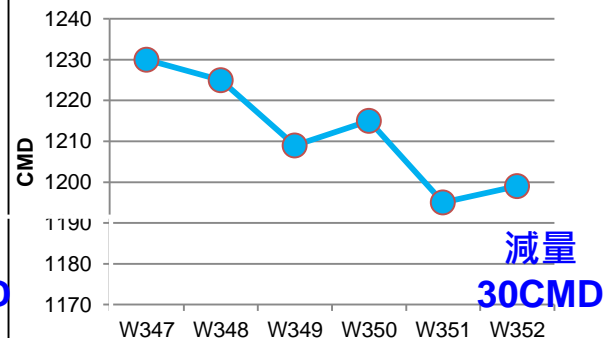
F3E 製程廢水回收率(%)



F3E IC 廢水 vs. 回收水量



F3E Bump 廢水 vs. 回收水量



# 一. 前期成果及廢液減量動機(2/2)

## ● 減量動機: 檢視廠區面臨兩大問題

### 內部問題

● 檢視廠內第二大廢棄物---**廢液**來源  
找出問題

? F3E 廢棄物兩大來源---廢水、廢液  
廢液量達全廠 **35%**

? 舊廠**廢液回收分類不佳**導致廠區  
產生額外清運費用

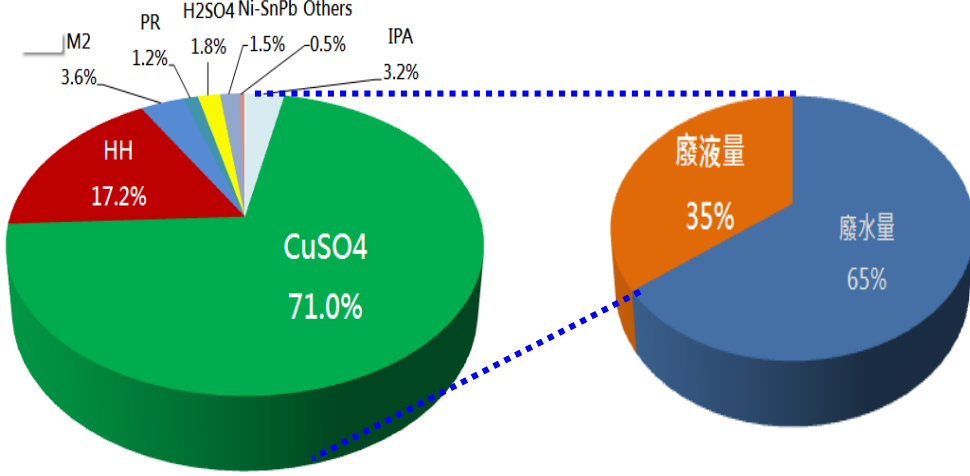
### 外部問題

● 廢棄物處理量及成本逐年上昇,  
環保問題及CSR社會責任益增

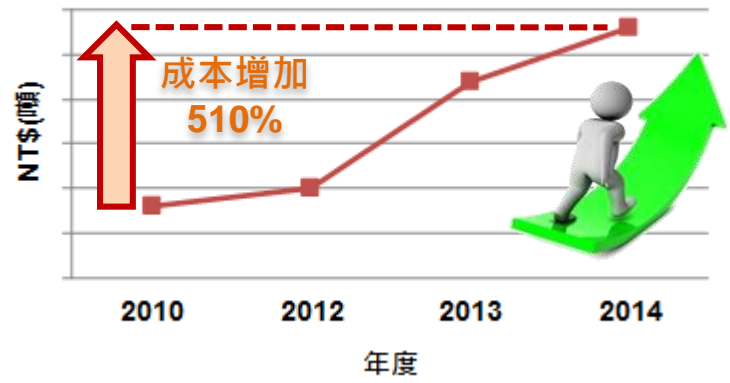
? 隨著製程客製化與多元化需求製程  
廢液種類日俱增

? 合格回收業者不足, 造成價格上揚

廠務廢液結構

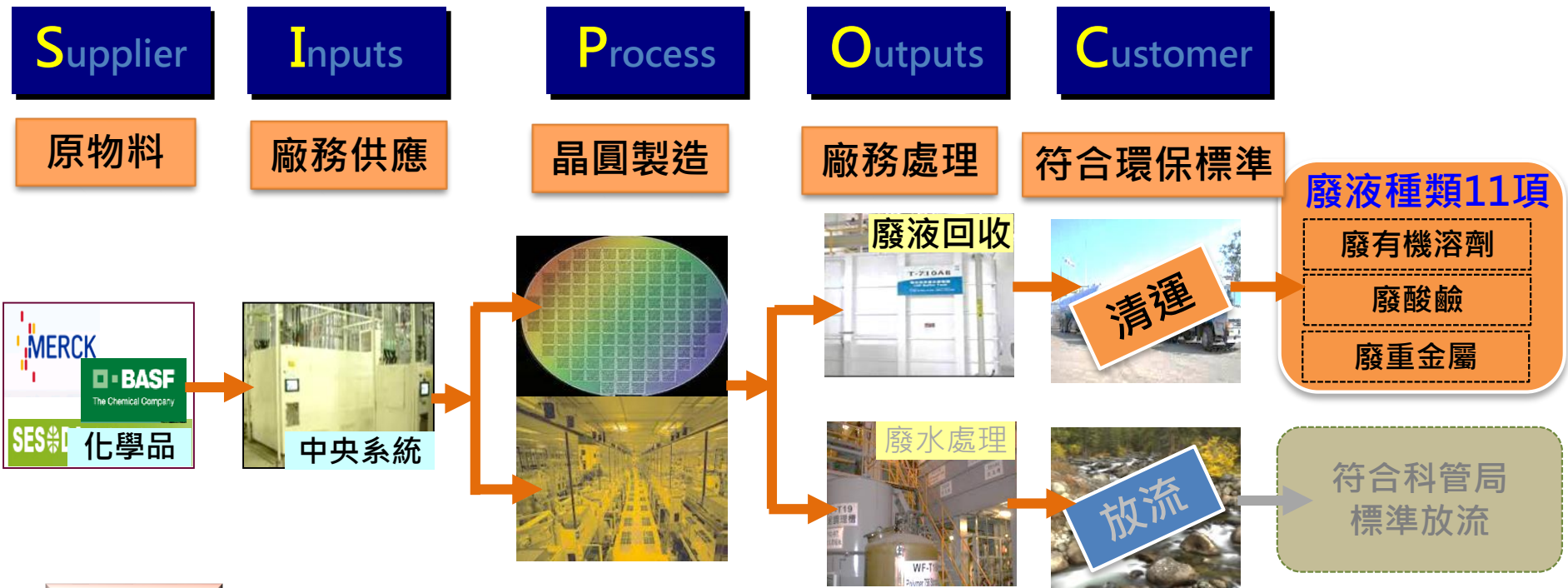


廢溶劑清運成本 NTS(噸)



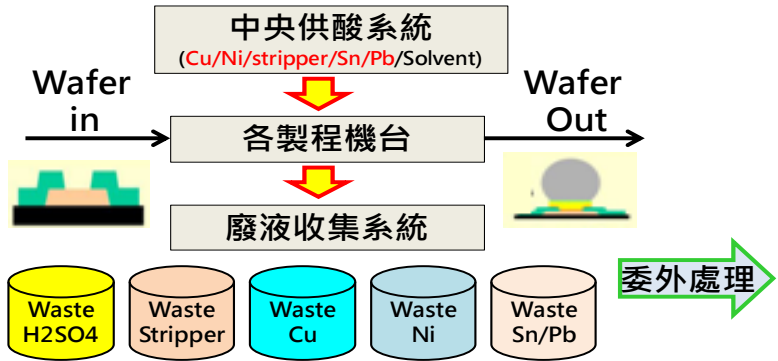
# 二.廢液來源及源頭分析(1/2)

## ● 廢液來源:利用 SIPOC 解析廠內廢液來源



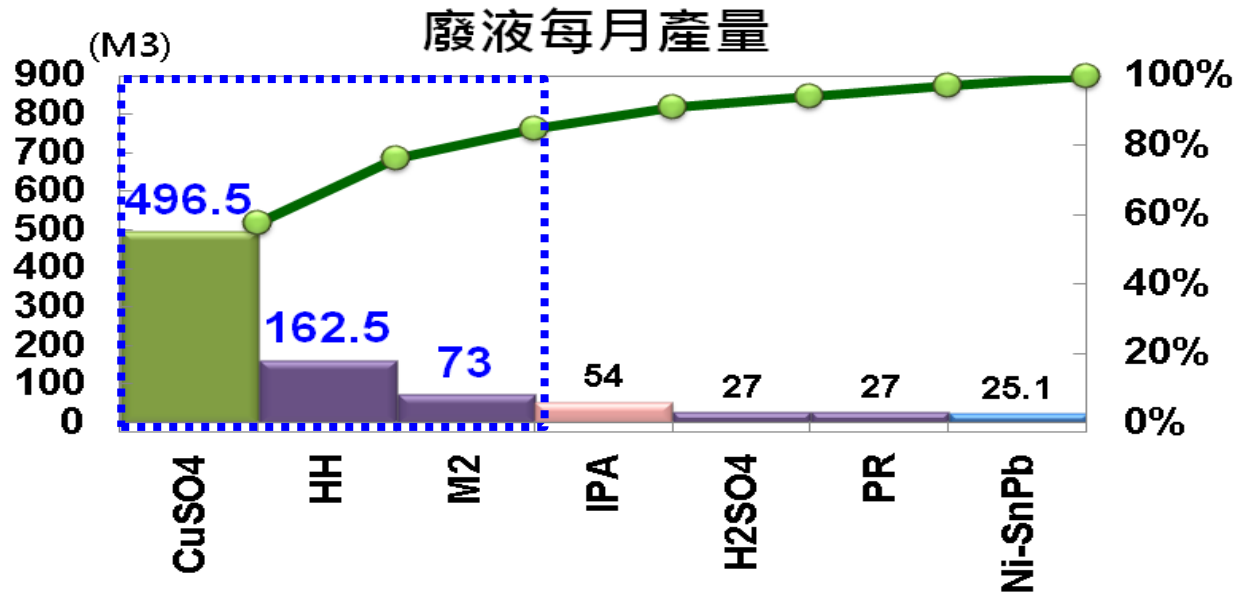
廢液處理費 = 廢液量 (噸) × 廢液單價 (NT\$/噸)

廢液主要來自於各製程機台，委外處理費以噸計價



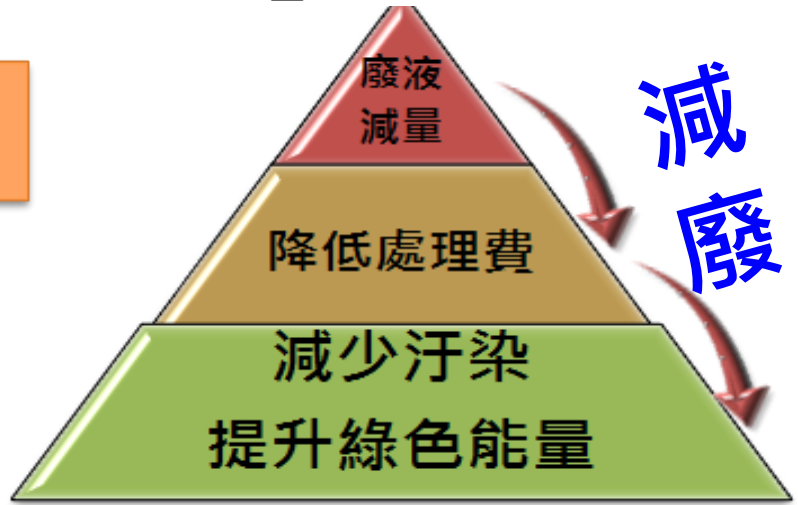
# 二.廢液來源及源頭分析(2/2)

- 以【80-20法則】並利用“柏拉圖”－找出前三名高產量廢液



廢液種類	廢液產量(M3/月)	清運費用( NT\$ /月)
CuSO4	497	32,173,200
HH	163	8,775,000
M2	73	3,241,200
IPA	54	2,921,400
H2SO4	27	1,203,240
PR	27	1,458,000
Ni-SnPb	25	1,506,000
Others	9	1,080,000
總計		52,358,040

佔  
83%

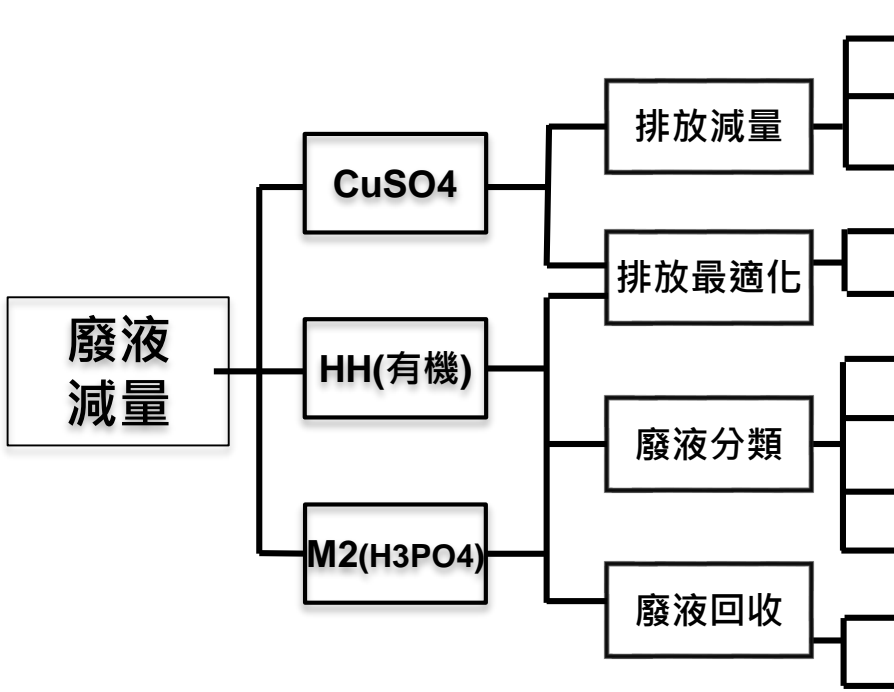
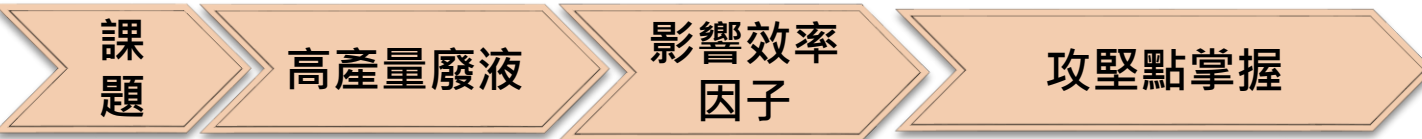


廠區廢液處理費用NT\$52.4 M/年

小小減量→大大提升環境保護效果

# 三.廢液減量對策擬定

● 利用問題展開手法，評分最適策及選定攻堅點三項



- A. 製程變更降低廢液
- B. 製程廢液機台自行再利用
- C. 重金屬廢液減量
- D. 製程排放行為調整
- E. 製程排放時程調整
- F. 有機廢液分類
- G. 有機廢液分流回收
- H. 有機廢液減量
- I. 廢液種類降低
- J. 廢液回收再利用
- K. 廢液回收轉賣生財

項目	維持性	效益性	困難性	成本性	時間性	加權總分
權重	10	9	7	5	3	
A	3	1	5	3	3	98
B	5	1	3	1	3	94
C	5	5	5	3	3	154
D	3	3	1	5	5	104
E	1	3	3	5	5	98
F	3	5	1	1	3	96
G	5	3	5	3	3	136
H	3	3	1	5	5	104
I	1	3	1	5	5	84
J	3	3	3	3	5	108
K	5	3	5	3	5	142

矩陣評分表

得分	時效性	可行性	效果	成本
1	3週以上完成	研發困難	25%部份解決	> NTD 50萬 / 年
3	2週之內完成	需協力研發	50%部份解決	> NTD 30萬 / 年
5	1週之內完成	可自行研發	75%部份解決	> NTD 10萬 / 年

評比	實際預估	評分	權重	得分	總分
維持性	效果可長時間維持	5	10	50	94
效益性	pay back > 5年	1	9	9	
困難性	需不同課同仁支援	3	7	21	
成本性	風管距離遠,施工費用高	1	5	5	
時間性	須配合季節切換冷卻水塔	3	3	9	

※由全體組員評分，圈選分數高於20分的對策，優先執行

# 四.廢液減量對策執行(1/6)

## ● 最適策一: M2廢液回收轉賣

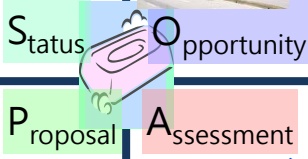
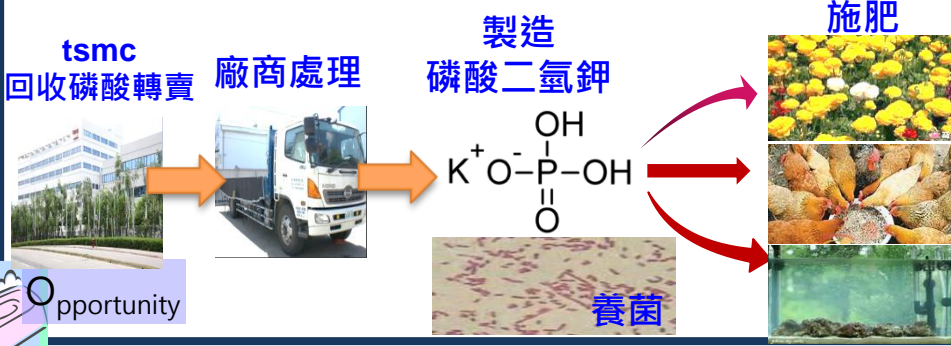
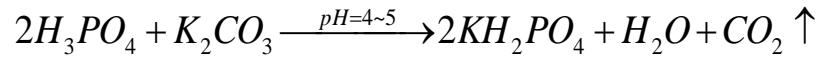
### □ 現況解析:

✓ 現行M2(H3PO4)廢液來源\*3EA, 每月平均回收量**73M3/月**, 配合LWM驗證**濃度 >70%**, 每月**清運費NT\$ 270K/Yr**  
 (73M3/月×NT\$ 300/M3\*12月 =NT\$ 270K/Yr)

化學品	M2 ( H3PO4)		
來源機台	DXXX05	DXXX06	DXXX07
排量	35Drums/Month(7,309KG)		
H3PO4 濃度 (%)	74% (> 70%)		
換酸週期	LOT/次		

### □ 尋找機會: 垃圾變黃金

利用H3PO4養菌可生產肥料商機, 尋找委外廠商回收合作, 回收效益達**NT\$3.5/kg**



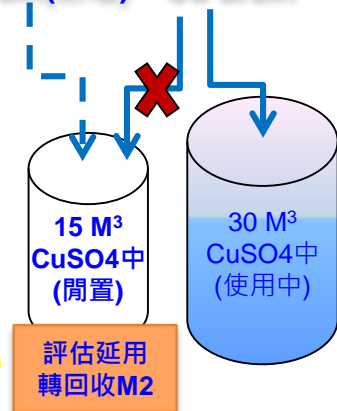
### □ 提出方案:

可行方案	風險	整合後方案
延用CuSO4桶槽回收M2	1. 桶槽材質適用性 2. 管路材質風險 3. Cu金屬殘留(與M2混排測試結果OK)	1. Pump及管路修改評估 2. TANK flush至符合科管局需求 (<3ppb)

### □ 風險評估:

- ✓ 建置成本: 成本最小化--- 既有系統延用回收
- ✓ 殘銅影響: Flush Tank **M2 drain(新增)** **Cu drain**

項次	成本分析比較(NT\$ K)	
	新設回收桶槽	既有設備延用
桶槽	1,370	0
管路	530	170
基座	403	0
消防	210	0
人工	170	85
總計	2,683	255



M2+Cu drain Chemical Mixed Test										
FAC Mixing Test Result										
No.	混酸名	條件	Image (Before)	懸浮物	結晶沉澱	放熱反應	變色	發泡冒煙	Image (After)	Remark
1	15m3 Cu Drain + M2	28°C 10 mins		無	無	有 (最高38°C)	維持透明深藍	無		混合比例 1:1



# 四.廢液減量對策執行(3/6)

## ● 最適策二:有機廢液源頭管理降低含水率

### □ 現況解析 :

- ✓ 檢查表分析各機台大宗有機廢液來源 → HH 廢液量及含水率偏高

機台編號	廢液種類	Running status		PM Status		total a+c	total a+d	total b+c (normal)	total b+d (Max)
		a.稼働量 by timer (L/天)	b.稼働量 by pc (L/天)	c.平均稼働時間 (L/天)	d.假設一天兩台機台PM				
Tank1	SPR920+DMSO+AP7880T	588	1,440	371	1,800	959	2,308	1,811	2,340
Tank2	DYNA7000+SPR901T	280	1,180	97	1,760	657	2,060	1,547	2,340
HH	其他HH	355	50					405	

機台使用 DMSO/N-DMSO 佔23% (大宗來源之一)

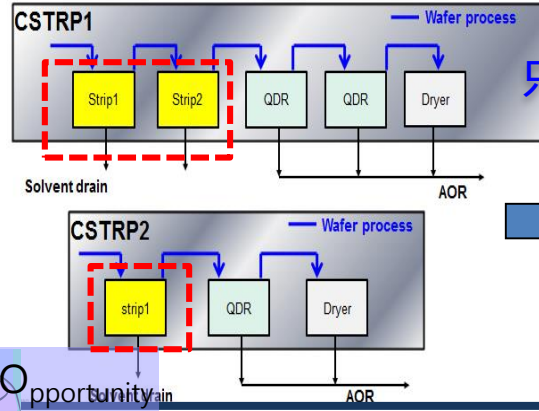
	HH	DMSO	NonDMSO
單價	28K/噸 付給廠商	含水率<5%,1.5K/噸--廠商回收 含水率>5%,28K/噸--付給廠商	
含水率(%)	92%	7%~22%	2.9%
產量(噸/M)	58	9	7
成本(K/M)	1624K(付給廠商)	252K(付給廠商)	10.5K(廠商回收)

HH 含水率 達92% →清運費達 NT\$ 1.6M/Yr!!

### □ 尋找機會 :

- ✓ 評估機台排放及洗槽行為 → 找出可回收廢液

### Tool 排放行為



只使用純水洗槽 → 不含化學品

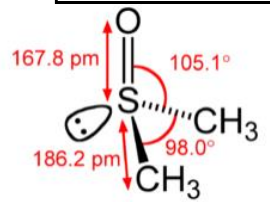
配合改管回收 無化學品洗槽水

### □ 尋找機會 :

- ✓ 清查使用化學品，找出含價廢液(DMSO, 二甲基亞碲)化學品 → SPR-920、AP-7880

Waste	Components
waste solvent (HH)	SPR-920, AP7880, SPR801, DYNA7000, EKC-270, MX-2302, ST-250, Acetone

DMSO



※ DMSO: 極性非質子溶劑，可與許多有機溶劑及水互溶，具有極易滲透皮膚的特殊性質  
→ 在醫學上為核磁共振的優良溶劑  
→ 化工應用上為優良的油漆清除劑

### □ 提出減量方案 :

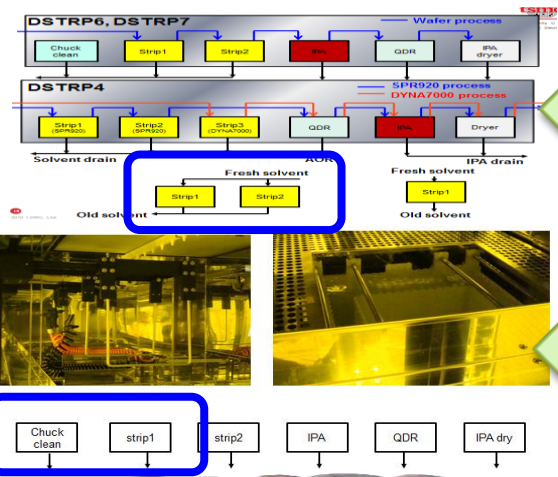
可行方案	風險	整合後方案
1. DMOS/N-DMSO 分流回收	甲.設置桶槽需用地	A. 移除Idle solvent 桶槽並設置DMSO/N-DMSO 獨立回收桶槽
2. HH 改管回收	乙.改管停機風險及成本	C. 配合機台PM改管

# 四.廢液減量對策執行(4/6)

## ● 最適策二執行:有機廢液源頭管理降低含水率

### 最適策計畫:

#### A. 評估分流及減量設置效益

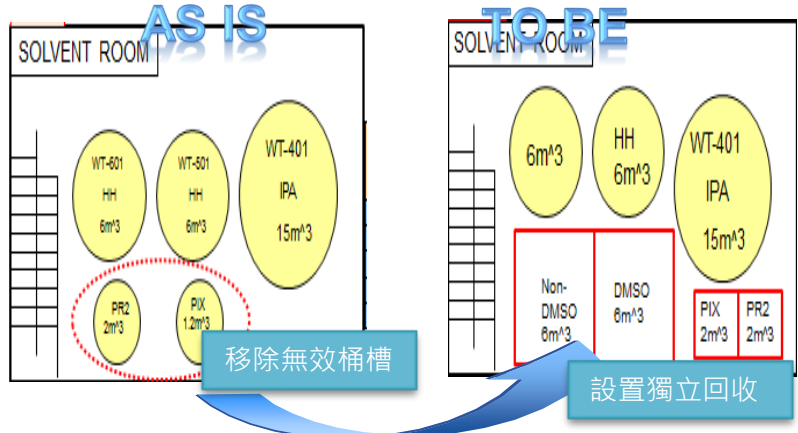


**DMSO/N-DMSO 分類回收 (降低HH產量)**

**前2Batch 洗槽 無化學品DI水回收 (降低HH含水率)**

### 實施內容說明:

#### 1. 評估有效容積及桶槽設置



### DMSO含水率變化vs. 回收期間(< 20%)

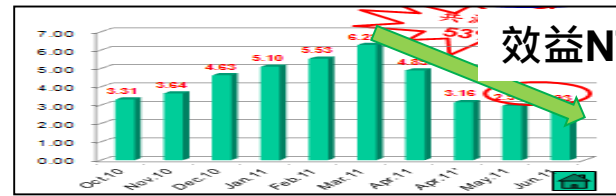


### N-DMSO含水率變化vs. 回收期間(<20%)



### 效果確認:

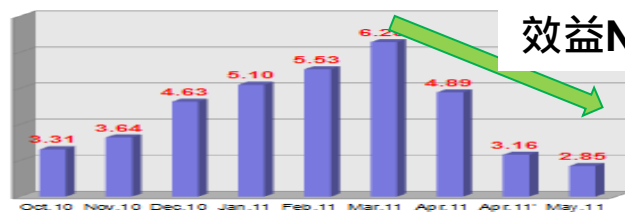
#### 1. 改管及獨立回收後有效減量



**付出有回報!!!**

**效益NT\$ 11.1M/Yr**

#### 2. DMSO/N-DMSO 回收效益



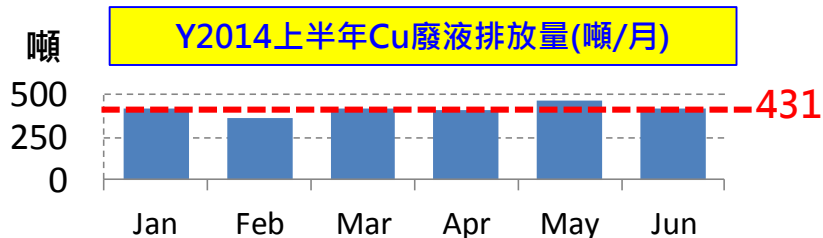
**效益NT\$ 5.1M/Yr**

# 四.廢液減量對策執行(5/6)

## ● 最適策三:自動分流加製程物料轉換降低Cu廢液

### □ 現況解析：

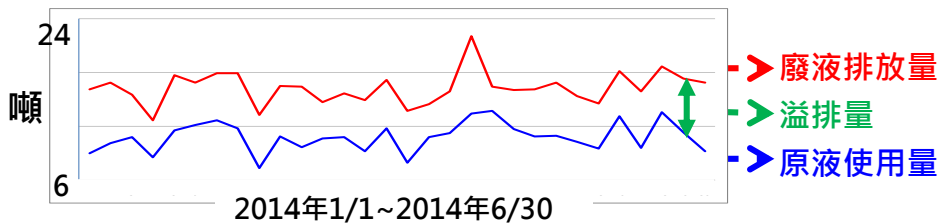
- ✓ Cu廢液主要來自濕式蝕刻製程，其中包含 AM/AR、LDPP兩種蝕刻液。
- ✓ 機台行為分為蝕刻及清洗階段，產生廢液皆排放至廠務Cu廢液收集系統
- ✓ Y2014上半年Cu廢液每月平均排放431噸



### □ 尋找機會：

- ✓ 計算原液使用/廢液排放量，發現有34%溢排量

$$\text{溢排量} = \text{廢液排放量} - \text{原液使用量}$$



- ✓ 分析每片wafer產出廢液(清洗水量佔55%)

Wet etch 蝕刻液	每片Wafer產出廢液		
	廢液排量 (L)	清洗水排量 (L)	Sum (L)
AM/AR	2.5	3.1	5.6
LDPP	1	3.1	4.1

如分流至廢水處理系統，將有機會減量50%以上

### □ 提出方案：

可行方案	風險	整合後方案
濕式蝕刻清洗水分流	甲.放流水含Cu濃度過高	A.確認各機台清洗水之Cu濃度是否 <3mg/L。 B.機台端設自動分流閥，廠務端配合改管及on-line Cu濃度分析儀

### □ 風險評估：

- ✓ 放流水含Cu量過高

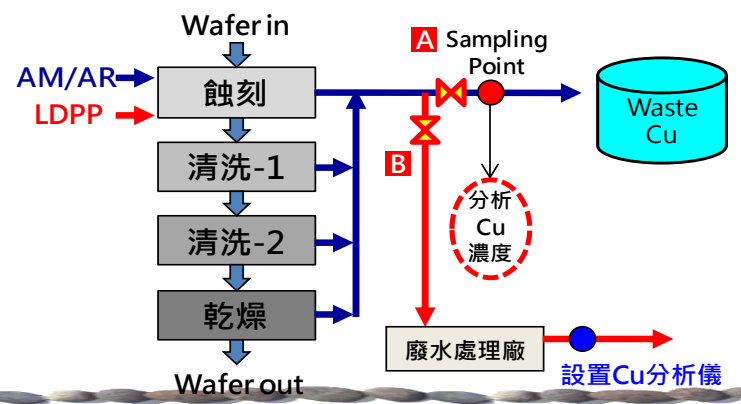
目前廢水處理廠並無處理高濃度Cu廢液裝置，因此清洗水含Cu量過高將影響放流水排放水質(環保署公告標準Cu < 3 mg/L)。



# 四.廢液減量對策執行(6/6)

## ●最適策三執行:自動分流加製程物料轉換降低Cu廢液

- A. 確認各機台清洗水Cu濃度是否 < 3mg/L
- B. 機台端設自動分流閥，廠務端配合改管及設 on-line Cu 分析儀



✓ 分析機台各階段廢液Cu濃度 ✓ 分析蝕刻液成份

Tools No.	蝕刻液	含銅濃度(mg/L) (清洗水階段)
CXXXT1	AM/AR	583
CXXXT2	AM/AR	657
DXXXT1	AM/AR	74.8
DXXXT2	AM/AR	76.5
DXXXT4	AM/AR	83.5
DXXXT5	AM/AR	77.3
DXXXT6	AM/AR	543
DXXXT7	AM/AR	625
DXXXT4	LDPP	0.05

超標

允收

Cu 蝕刻液成份分析		
AM	鍍銅合金鹽 30%	
	氯化銨 15%	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 3%
	氨 5%	LDPP H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 1%
	安定劑 5%	H <sub>2</sub> O 96%
	H <sub>2</sub> O 45%	

LDPP 本身不含 Cu

- ✓ 製程轉換以LDPP取代AM/AR
  - 取代含Cu金屬來源
  - 廢液轉換為廢水回收

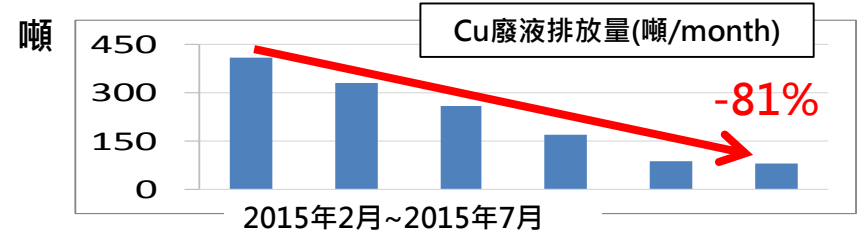
台積首創專利 (Case no: P20100548US00)

### 標準化及經驗分享：

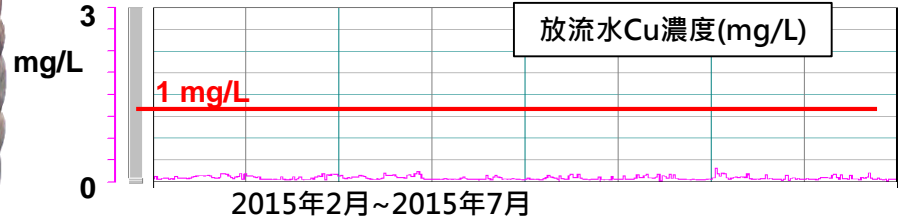
最適策 (三)	重金屬廢液減量 1. Wet etch / Stripper 清洗水分流減量 2. Plating Ni PM用水減量 & Ni廢液獨立清運
成本效益	NT\$ 17.9M/年
標準化	發表EKM 六篇；水平展開至南科 BMD-3

### 效果確認與副作用確認：

✓ 經分流後每月Cu廢液產出減少81% (431-->80噸)



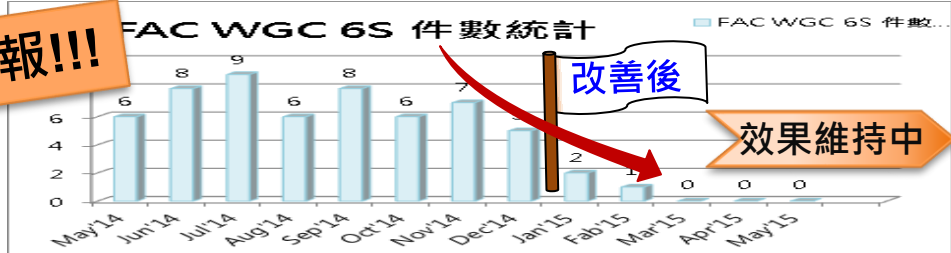
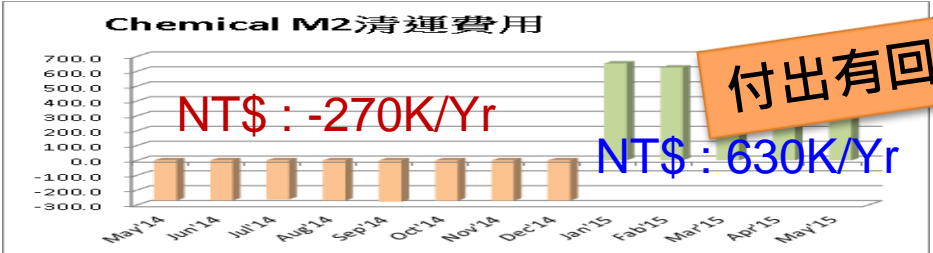
✓ 放流水Cu濃度並未因分流後產生變化(<1mg/L)



# 五. 效益成果分享(1/2)

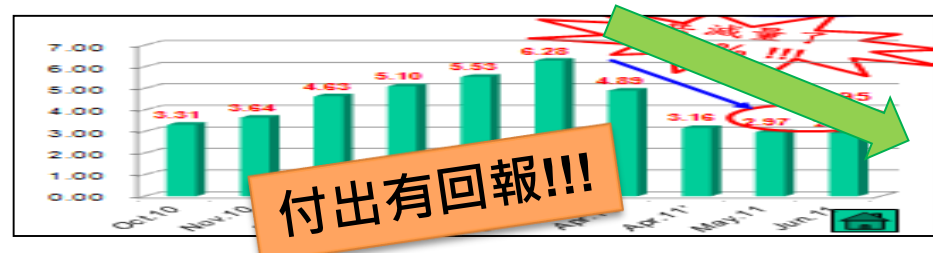
## ● 最適策一成果: M2廢液回收轉賣

- 1. 實際回收效益: NT\$ 900K/Yr.(付出→回收) 轉虧為盈
- 2. 實際運轉: 降低6S件數: from 7.2件/月→0.3件/月)



## ● 最適策二成果: 有機廢液源頭管理降低含水率

- 1. 改管及獨立回收後有機廢液有效減量55%

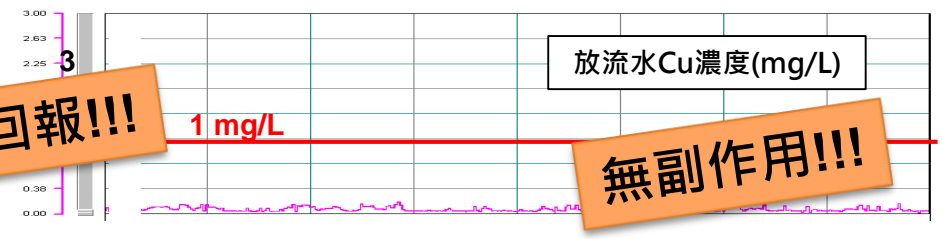
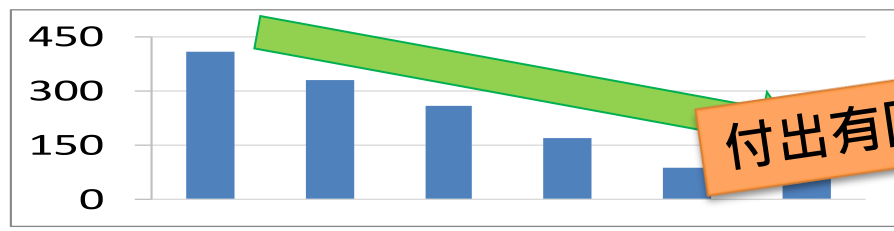


**● 3P:**

- ◆ Pollution : 汙染分析
- ◆ Prevention: 汙染預防發生
- ◆ Pay: 付出有回報

## ● 最適策三成果: 自動分流加製程物料轉換降低Cu廢液

- 1. 經分流後每月Cu廢液產出減少81% (431-->80噸)
- 2. 放流水Cu濃度並未因分流後產生變化(<1mg/L)



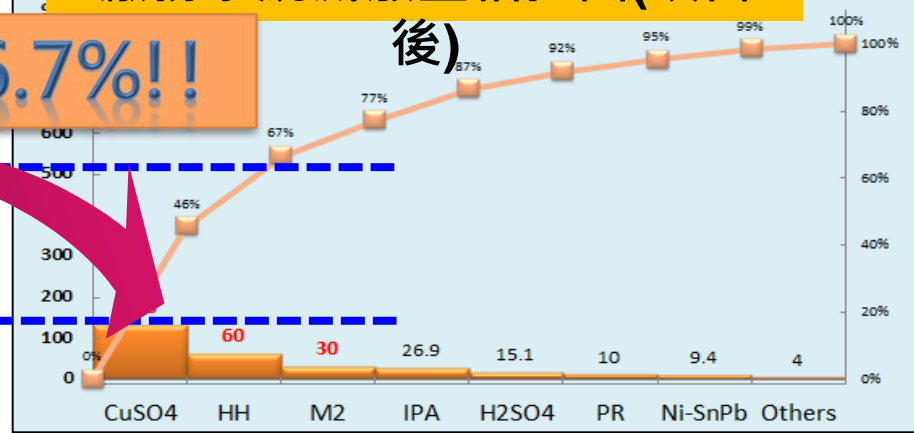
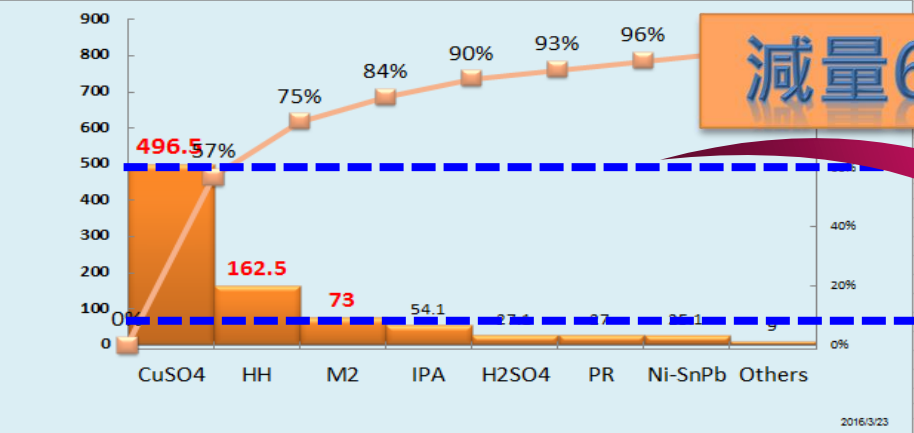
# 五. 效益成果分享(2/2)

## 成果一:廢液減量**573.0 M3/月**

資料期間 10/01/14 - 12/31/15

### 廠務系統減廢量柏拉圖(改善前)

### 廠務系統減廢量柏拉圖(改善後)

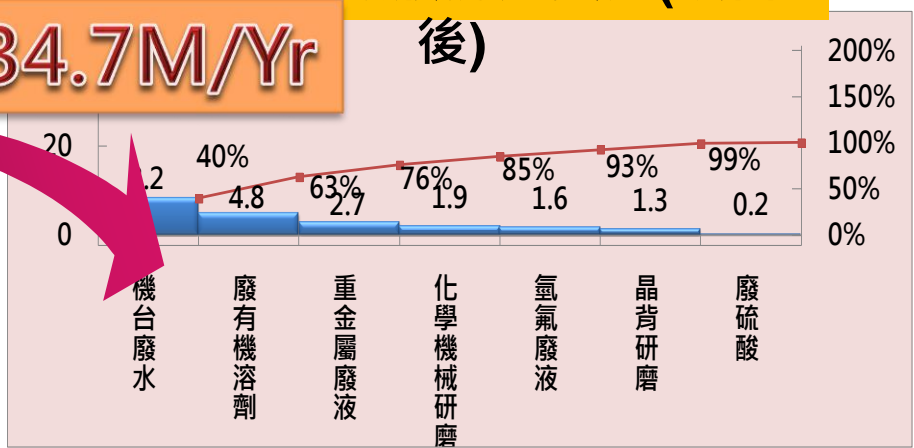
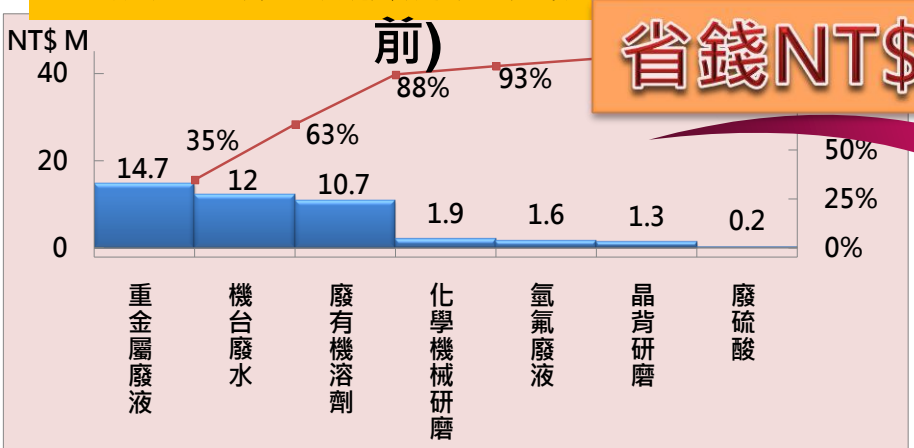


**減量66.7%!!**

## 成果二:減廢總效益**NT\$ 34.7 M**

### 廠務系統廢液清運費用(改善前)

### 廠務系統廢液清運費用(改善後)



**省錢NT\$ 34.7M/Yr**

感謝各位先進的  
聆聽與指教