

# 產品水足跡計算執行實務



財團法人台灣產業服務基金會

永續管理與創新技術組

林建志 專案副理

中華民國 101 年 10 月 5 日

# 簡報大綱

1

產品水足跡基本觀念

2

產品水足跡計算執行程序

3

結語

# 簡報大綱

1

產品水足跡基本觀念

2

產品水足跡計算執行程序

3

結語

## ■ 產品水足跡之定義-狹義

產品水足跡代表某一個特定商品在製造過程中消耗地球水資源的程度，舉例而言，每喝下一杯咖啡，從種植、採收、加工、包裝和運輸等步驟就消耗了140公升的水。一個漢堡的水足跡為2,400公升，一件棉質襯衫則高達2,500~2,900公升。水足跡越小代表此產品對水資源的消耗越低。因此，在商品上標明水足跡，可提供綠色消費者購買時選購較為環保的產品。

- 生產1杯咖啡需要 140 公升的水
- 生產1升牛奶需要 1,000 公升的水
- 生產1公斤的米需要 3,000 公升的水
- 生產1公斤的啤酒需要 16,000公升的水

## ■ 產品水足跡之定義-ISO定義

- ❖ life cycle impact category indicator result(s) that assess(es) the contribution of the system under study to water impact(ISO/WD3 14046:2011)
- ❖ 完整的生命週期評估，除追溯產品上游供應鏈外，還應包含產品使用階段及產品最終廢棄處理階段之水資源衝擊。
- ❖ 水足跡代表對水資源衝擊之指標，而不是真正使用了多少水量。

## ■ 水足跡組成



## ■ 水足跡計算

### ❖ 藍色水足跡( $WF_{blue}$ )

因產品製造而蒸發之水量+產品含水量+排放至其他水域之水量

### ❖ 綠色水足跡( $WF_{green}$ )

因農作物種植而蒸發之水量+產品含水量

### ❖ 灰色水足跡( $WF_{grey}$ )

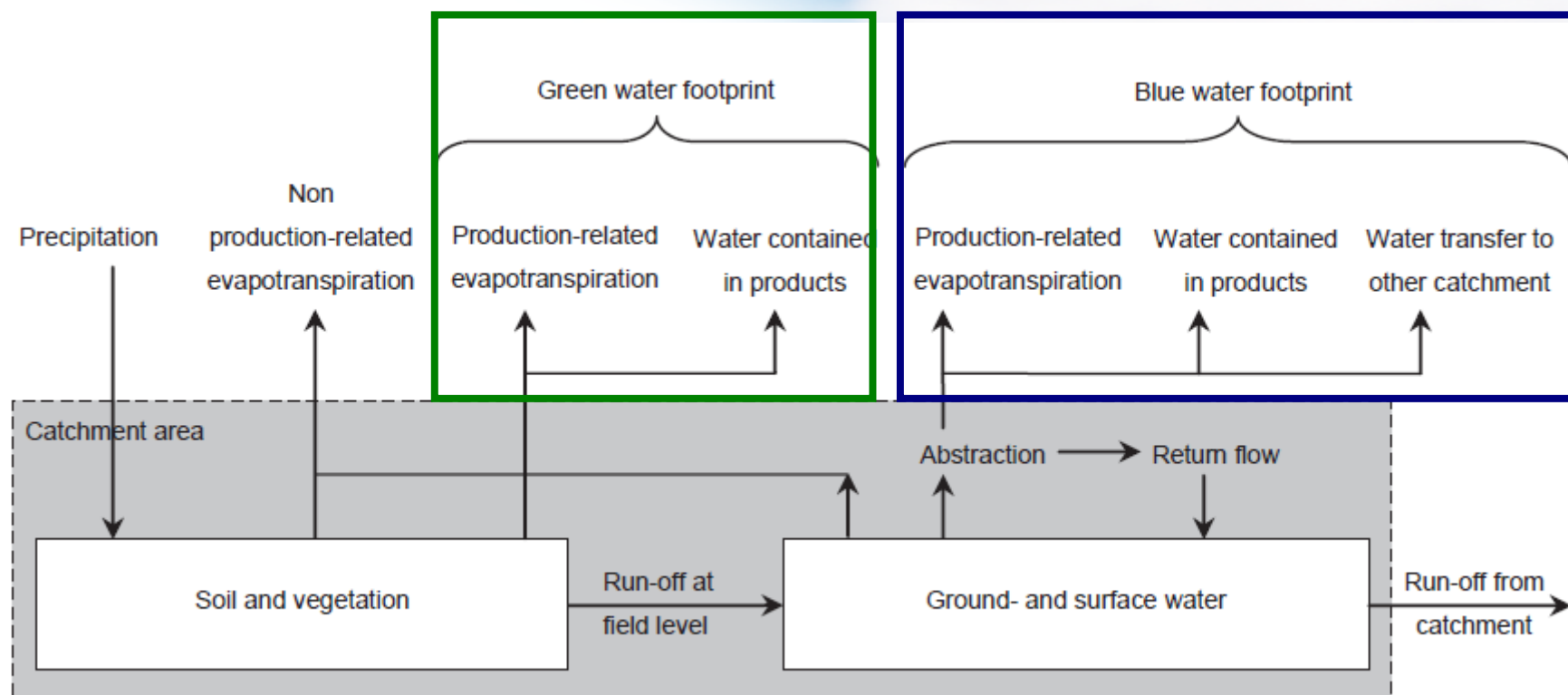
$$E_{ffl} \times \frac{C_{effl}}{C_{max}}$$

$E_{ffl}$ : 廢水排放量(volume/time)

$C_{effl}$ : 廢水污染物濃度(mass/volume)

$C_{max}$ : 承受水體最大可承受污染物濃度(mass/volume)  
(承受水體原水水質，或該水體之水質標準)

## ■ 綠色水足跡與藍色水足跡之關連

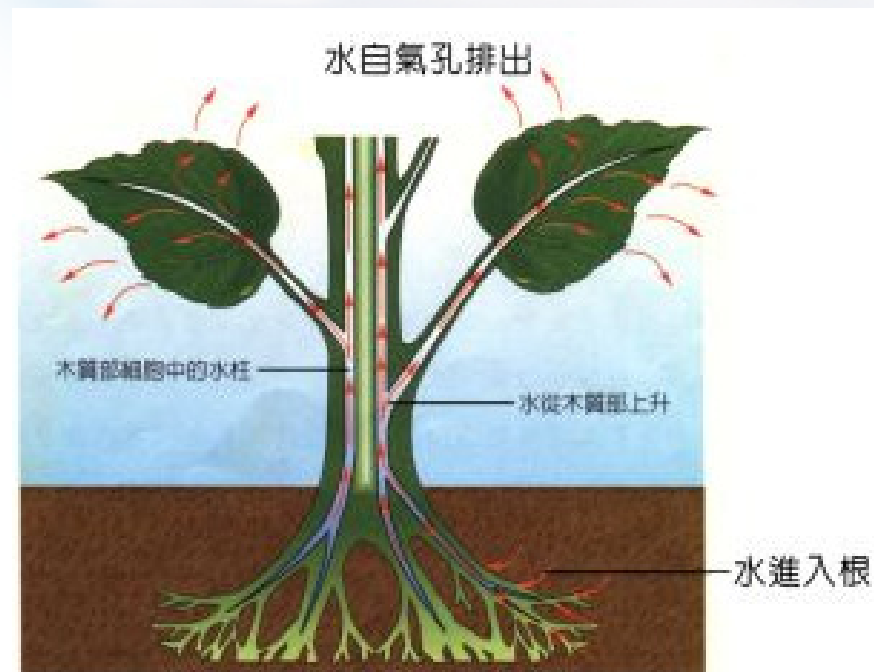
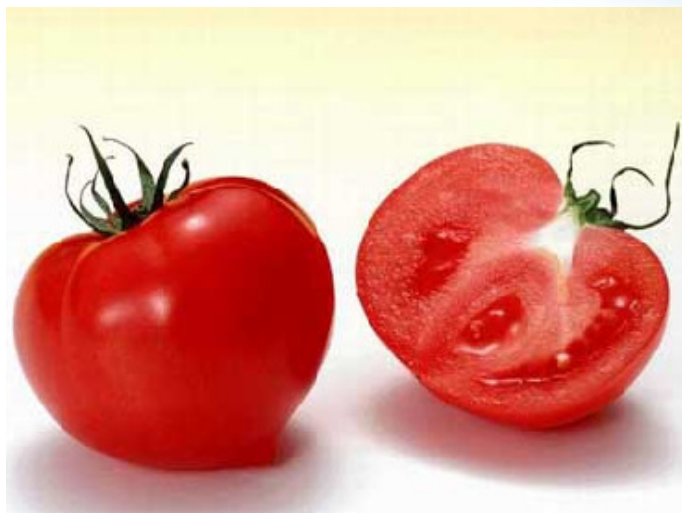


資料來源: The Water Footprint Assessment Manual, 2011

## ■ 綠色水足跡(Green water footprint)範疇

● 農作物產品吸收

● 植物之水蒸發



## ■ 藍色水足跡(Blue water footprint)範疇

● 自來水



● 雨水截留



● 冷凝水回收



● 地表水/地下水抽取



## ■ 灰色水足跡(Grey water footprint)涵蓋範圍

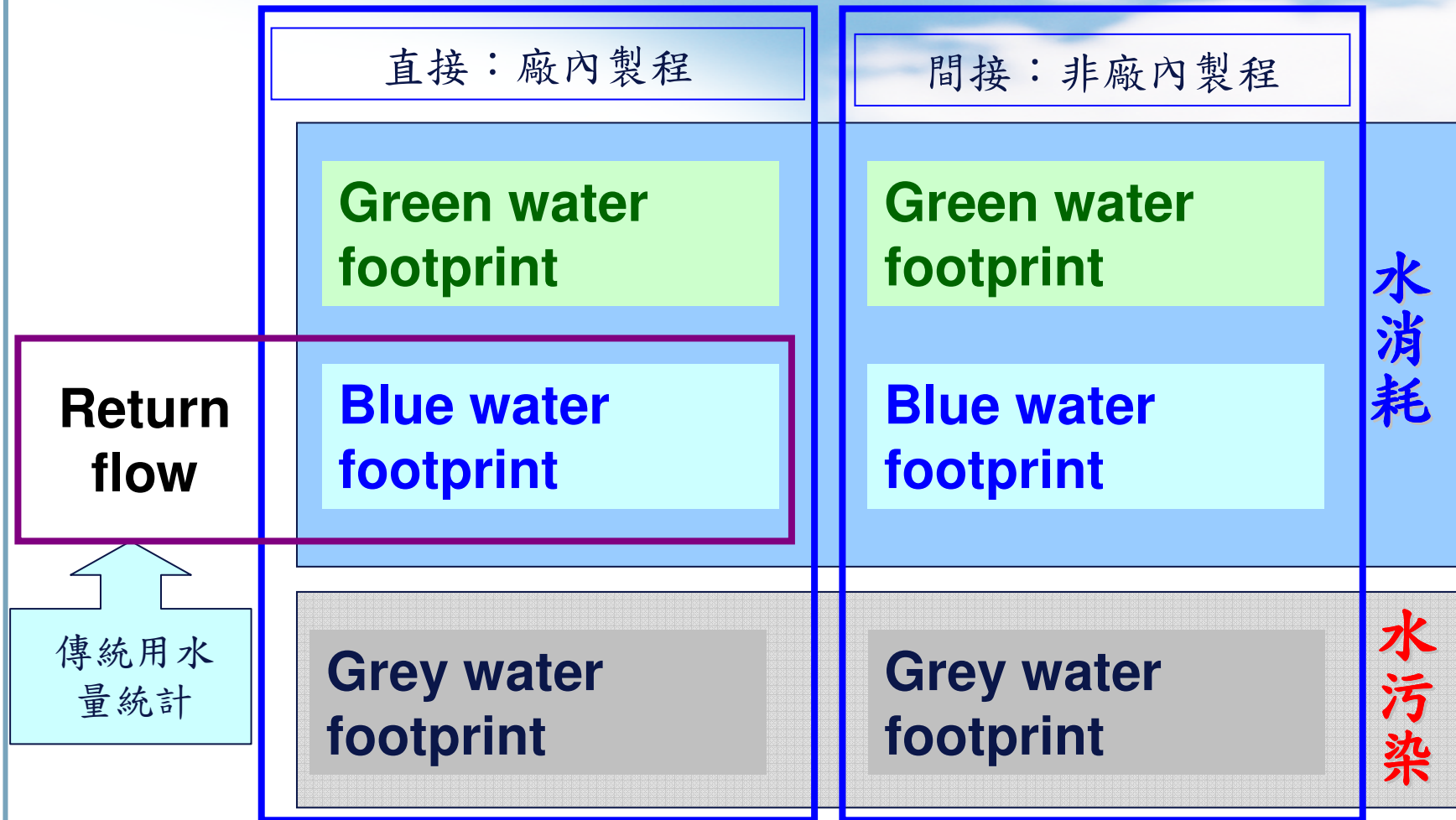
🌐 廠內自行處理後排放



🌐 園區納管處理後排放



## ■ 直接與間接水足跡



資料來源:Hoekstra & Chapagain, 2008

# ■ 直接與間接水足跡

間接水足跡

直接水足跡

間接水足跡

原料開採



Energy  
Fertiliser/  
pesticide  
Crop Growth  
(rainfed/  
irrigated)

收成



Transport  
Energy  
Crop Imports

製造生產



Energy  
Transport  
Packaging  
Raw Materials  
Waste

配送運輸



Transport

消費者使用



Disposal  
Recycling

藍水與綠  
水使用

灰水

藍水使用

灰水

# 簡報大綱

1

產品水足跡基本觀念

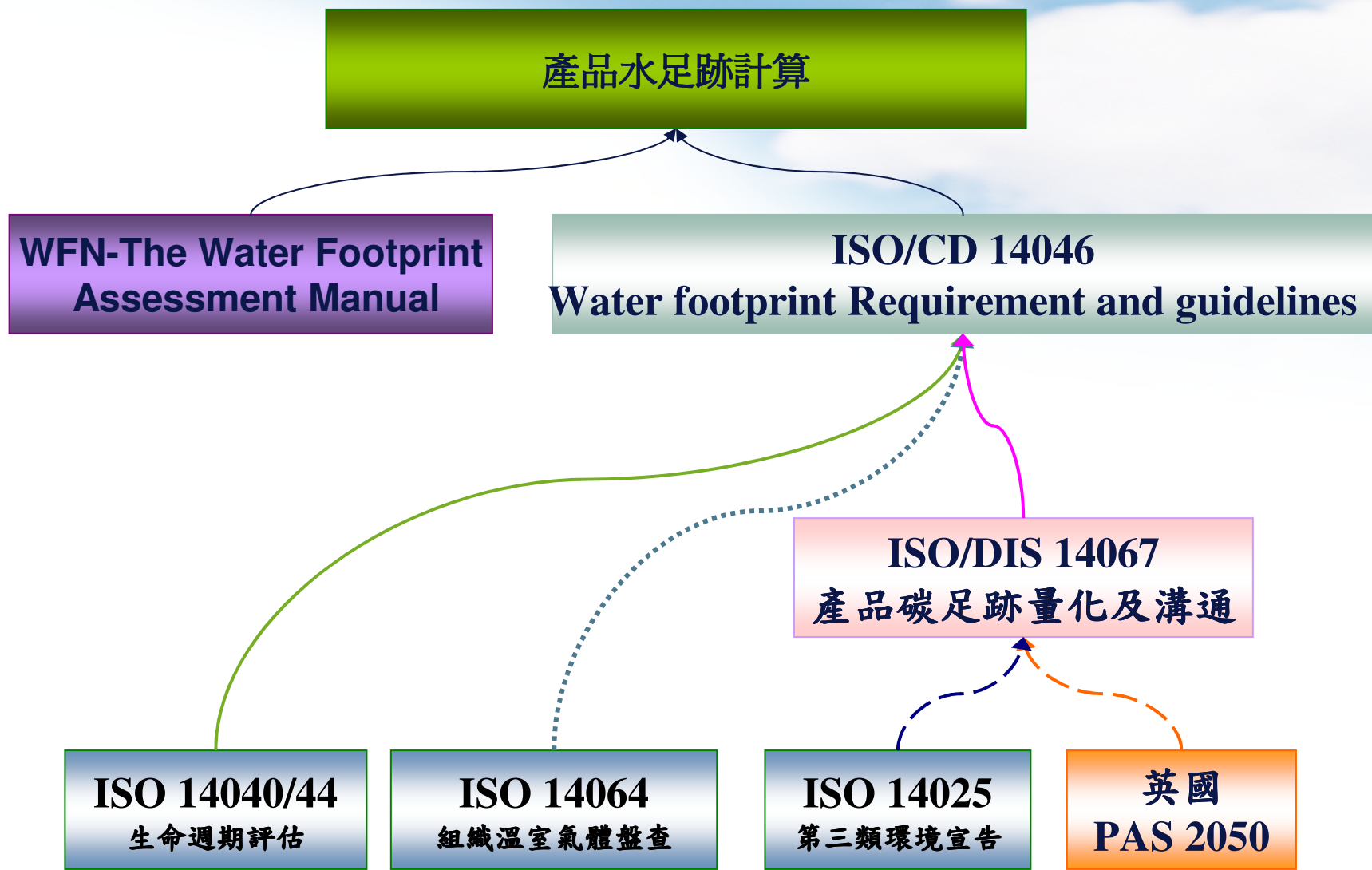
2

產品水足跡計算執行程序

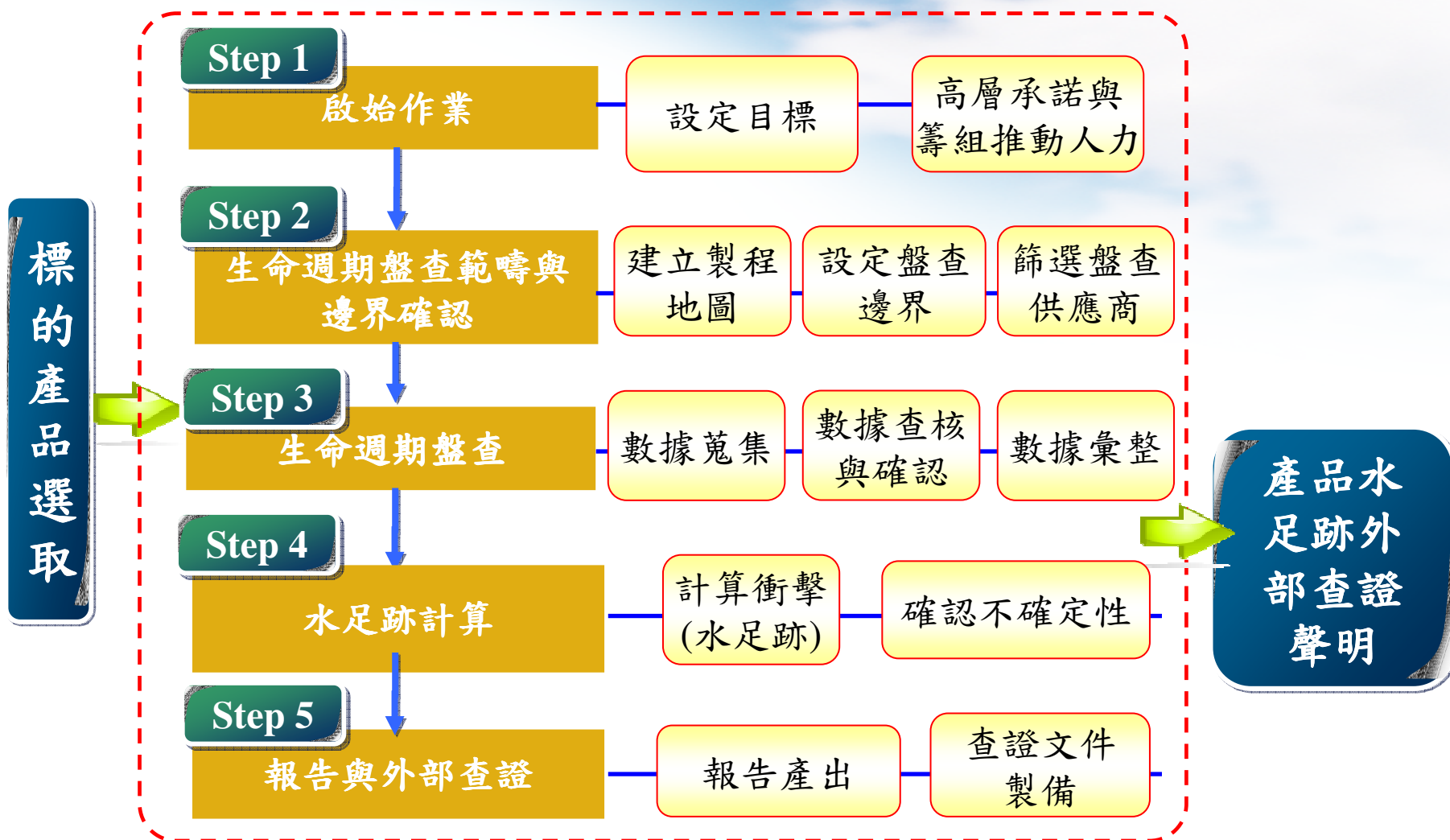
3

結語

# ■ 決定引用之水足跡評估標準



# ■ 產品水足跡評估執行流程

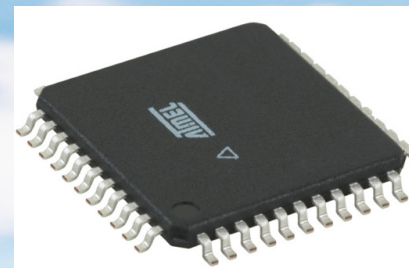


## ■ 選擇標的產品

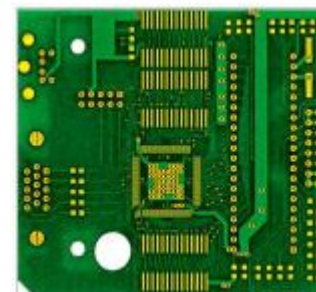
### ▶ 標的產品篩選考量因子

1. 已量產(至少3個月以上)
2. 客戶要求
3. 產品銷售區域
4. 公司主力產品
5. 市場代表性(差異化、競爭化)
6. 產品銷售量
7. 其它(執行困難度、數據蒐集)

### ▶ 1顆BGA積體電路產品



### ▶ 1片印刷電路板



### ▶ 1片面板



## ■ 設定目標與高層承諾

### ● 設定目標

#### ▶ 外部查證聲明書



資料來源:台灣凸版

#### ▶ 企業內部流程改善

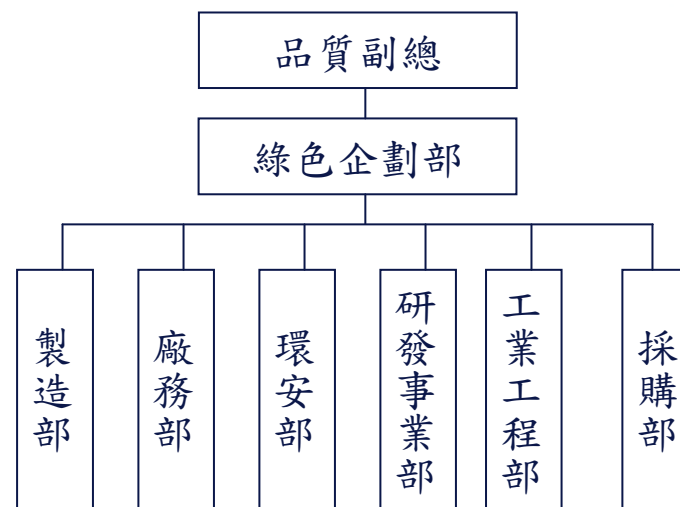
#### ▶ 回覆客戶要求

### ● 高層承諾

推動水足跡工作為一複雜的任務，高層管理者應聲明並承諾，如此可獲致公司內部認知，並整合至組織內推動。



### ● 推動組織



推動小組組織圖(參考例)

## ■ 決定功能單位

功能單位	水足跡(升)	功能單位	水足跡(升)
1顆蘋果 (100g)	70	1顆蛋(60g)	200
1杯蘋果汁(200ml)	190	1公斤羊肉	4,000
1公斤大麥	1,300	1個漢堡(含150g牛肉)	2,400
1公斤牛肉	15,500	1 雙鞋 (牛皮)	8,000
1杯啤酒(250 ml)	75	1公斤玉蜀黍	900
1片麵包(30g)	40	1公斤小米	5,000
1片麵包(30g)夾起司(10g)	90	1杯牛奶(200ml)	1,000
1公斤起司	5,000	1 杯橘子汁 (200 ml)	170
1公斤雞肉	3,900	1 張A4的紙	10
1公斤椰子	2,500	1公斤米	3,400
1杯咖啡(250 ml)	140	1公斤高粱	2,800
1件棉T恤	2,700	1公斤大豆	1800
1公斤蔗糖	1,500	1 個積體電路晶片 (2 g)	32

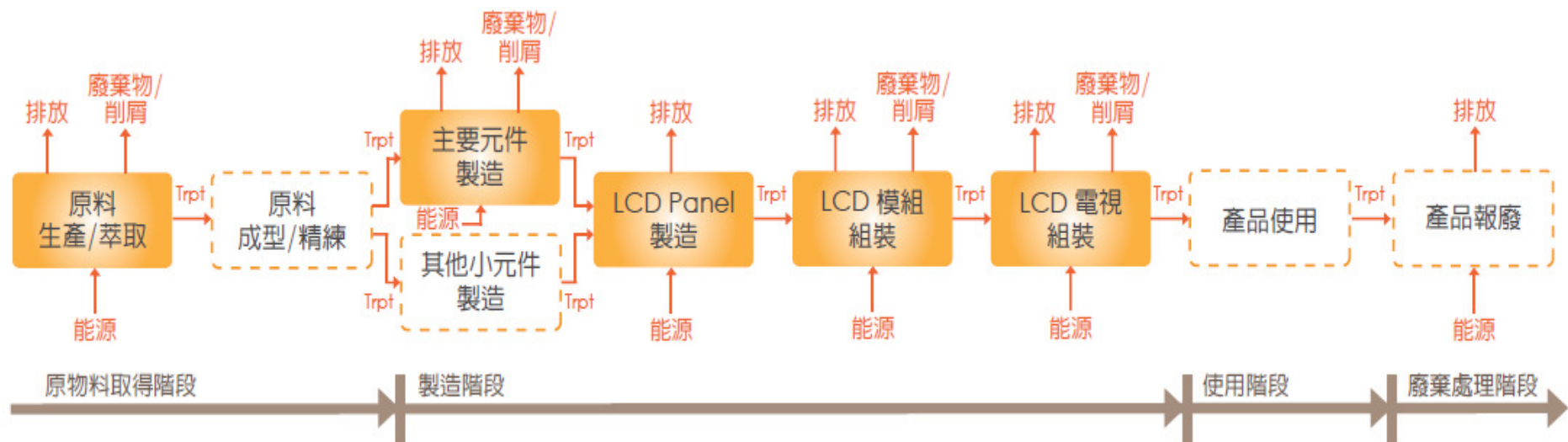


資料來源:全球水足跡宣告網絡(Water Footprint Network) , <http://www.waterfootprint.org/>

## ■ 盤查廠區(製造廠址)



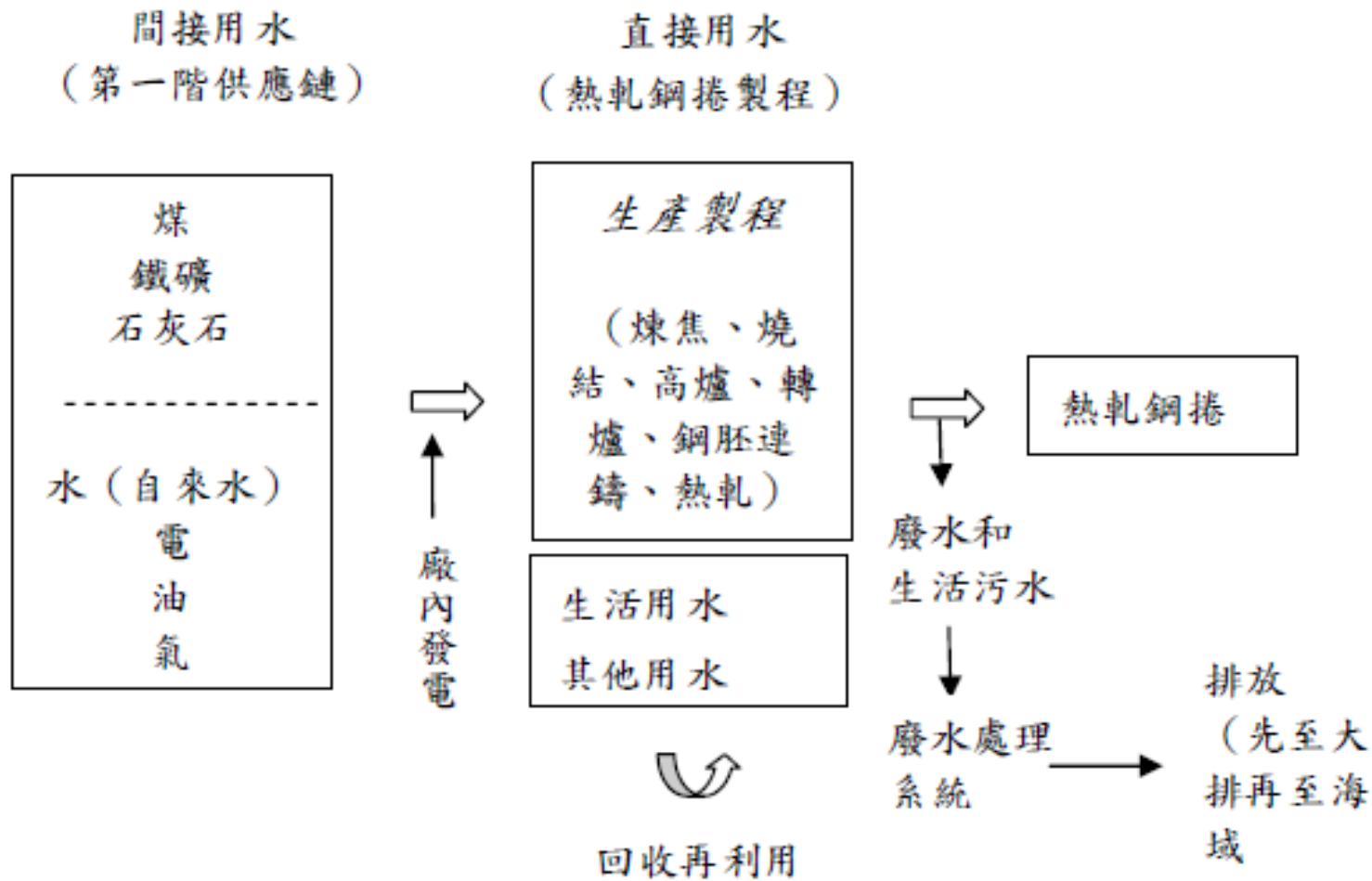
## ■ 建立製程地圖



資料來源:節水紀實vol 2.-2011.09.15-如何計算產品水足跡

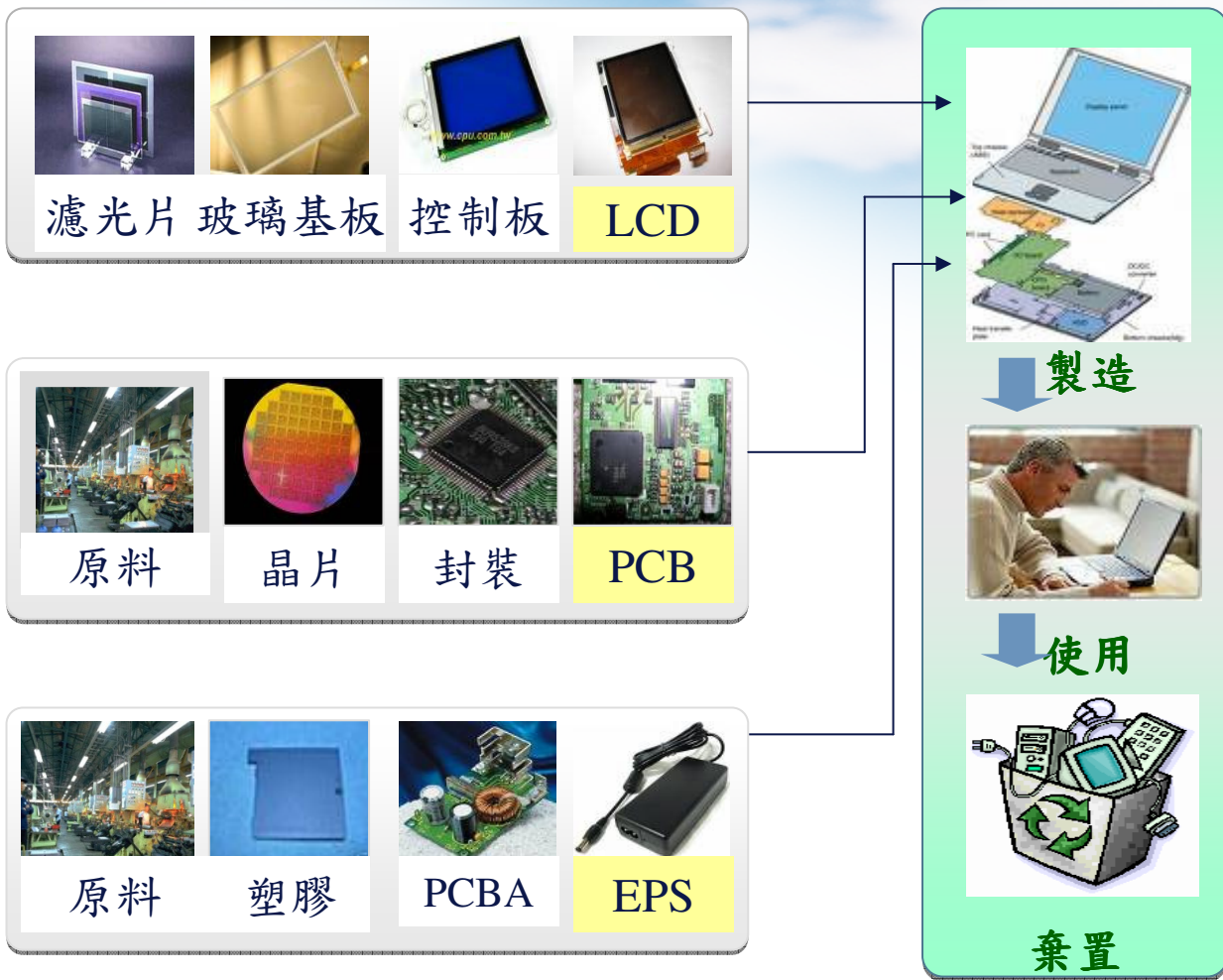
## ■ 設定盤查邊界

### ▶ 中鋼熱軋鋼捲水足跡評估範圍圖



資料來源:經濟部水利署\_水足跡概念推廣與先期研究\_2011

# ■ 關鍵供應商鑑別與盤查

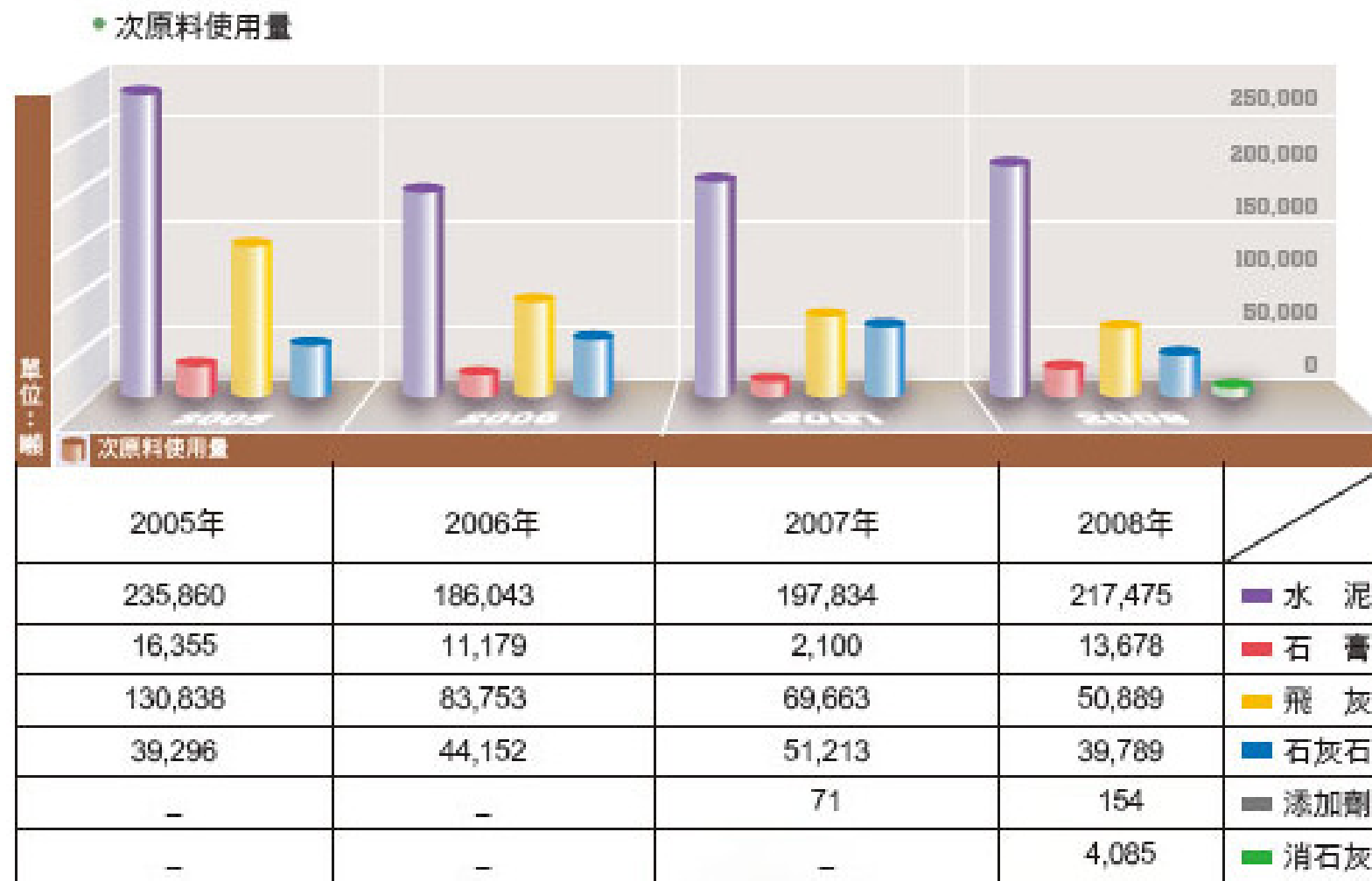


## ■ 設定盤查期間

### PAS 2050 §7.6:

當產品為持續性的提供，則溫室氣體排放評估之時間至少應涵蓋1年；若產品係以時間作為區隔(如季節性產品)，則溫室氣體排放評估應包含該產品生產之特定期間。

## ■ 原物料投入(Input)數據蒐集



資料來源:中聯資源


# ■ 藍色水足跡(Blue water footprint)數據蒐集

## ● 自來水

### ▶ 水費單

水的身份證

水價如何計算?



**學會看水表**      臺北自來水事業處水費收據(通知單)

10348      Taipei Water Department Water Bill

外地址：臺北市大同區\*\*\*街\*\*號十樓之1      電話：87335678、21004123

10444      電話：87335678、21004123

10444      地址：臺北市長安西路3號2樓(中山市場大樓)

本處：編碼：05774909

收據號碼：2010030600008485

寄件日期：99/03/12

水號 (Account Number)	序號	種別	類別	收費年月 (Year/Month)	繳費期限 (Payment Due Date)	應繳總金額 (Total Amount Due)
2 12 123456 7	1	A	A04	99年03月	99年04月01日	\$2,098

**基本資料**

水表號碼：D9200\*95

本期指針：3180

上期指針：3143

本期實際用水度數：37

本期總表指針：82730

上期總表指針：80057

分攤總表度：2

總用水量數：39

用水計費期間：990104 / 990305

下次抄表/收費期：990503 / 990510

**項目金額**

口徑/基本費：40/748.0

用水費：195.0

水源保育與回饋費：19.0

節水優惠獎勵金額：85折/29

本期金額：962.0

違約金：61.0

欠費金額：1,104.0

應繳總金額：2,098.0

一度水有多少

水源保育與回饋費

樣張

用水地址：臺北市大同區\*\*\*街\*\*\*號十樓之1

※水費單逾期繳費期限仍可至代收單位繳費，違約金併下期水費一併繳納。繳費相關訊息詳見本單背面。

※本期用水：39度/60天；去年同期：141度/59天；

※日平均節水率：72.800%；節水獎勵金額：85折/29元。

※每度用水均排0.1002公斤二氧化碳，貴戶本期用水量共計排放【 3.9078】公斤二氧化碳。



※本處新增中華電信公司MOD(多媒體隨選視訊)代收水費，MOD用戶可持任何1家晶片金融卡，進入「e起繳」點選「臺北自來水費」，輸入本單下方條碼代號，依畫面指示完成繳費步驟，且免付任何手續費，歡迎多加利用！

※提倡節水，延後澆水！檢附貴戶近期用水資料供參考，請為節約用水共盡心力。

收費年月	9901	9811	9809	9807	9805	9803
用水度數	64	57	58	56	62	141

### ▶ 工廠自行抄水錶

(本期指針) - (上期指針)

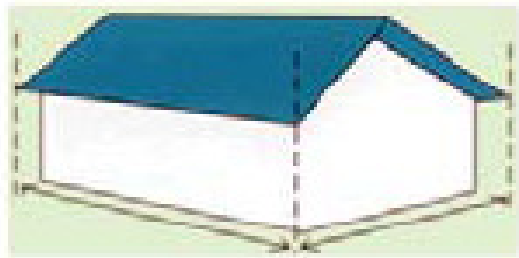
= 本期實際用水度數。



## ■ 藍色水足跡(Blue water footprint)數據蒐集

### ● 雨水截留

#### ▶ 降雨量(mm) × 集水面積



例如：屋頂面積 150m<sup>2</sup> 之地區  
年平均降雨量 2500mm 則其  
雨水桶容量？

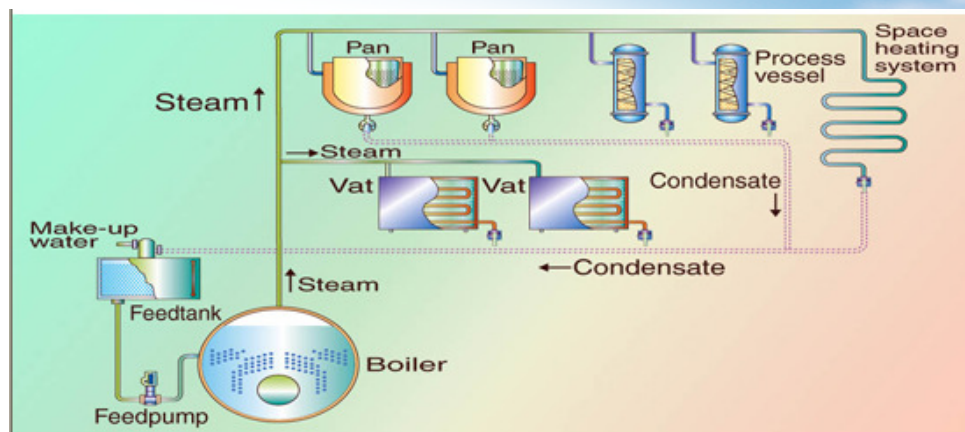
$$\begin{aligned} V &= 150 \text{ m}^2 \times 2500 \text{ mm/年} \\ &= 375 \text{ m}^3 \\ &= 375,000 \text{ 公升 / 年} \end{aligned}$$

#### ▶ 考量蒸發，飛濺之損失約5~10%。

資料來源:雨水資源再利用( Storm water Re-Use),陳賜賢。

## ■ 藍色水足跡(Blue water footprint)數據蒐集

### ● 冷凝水回收

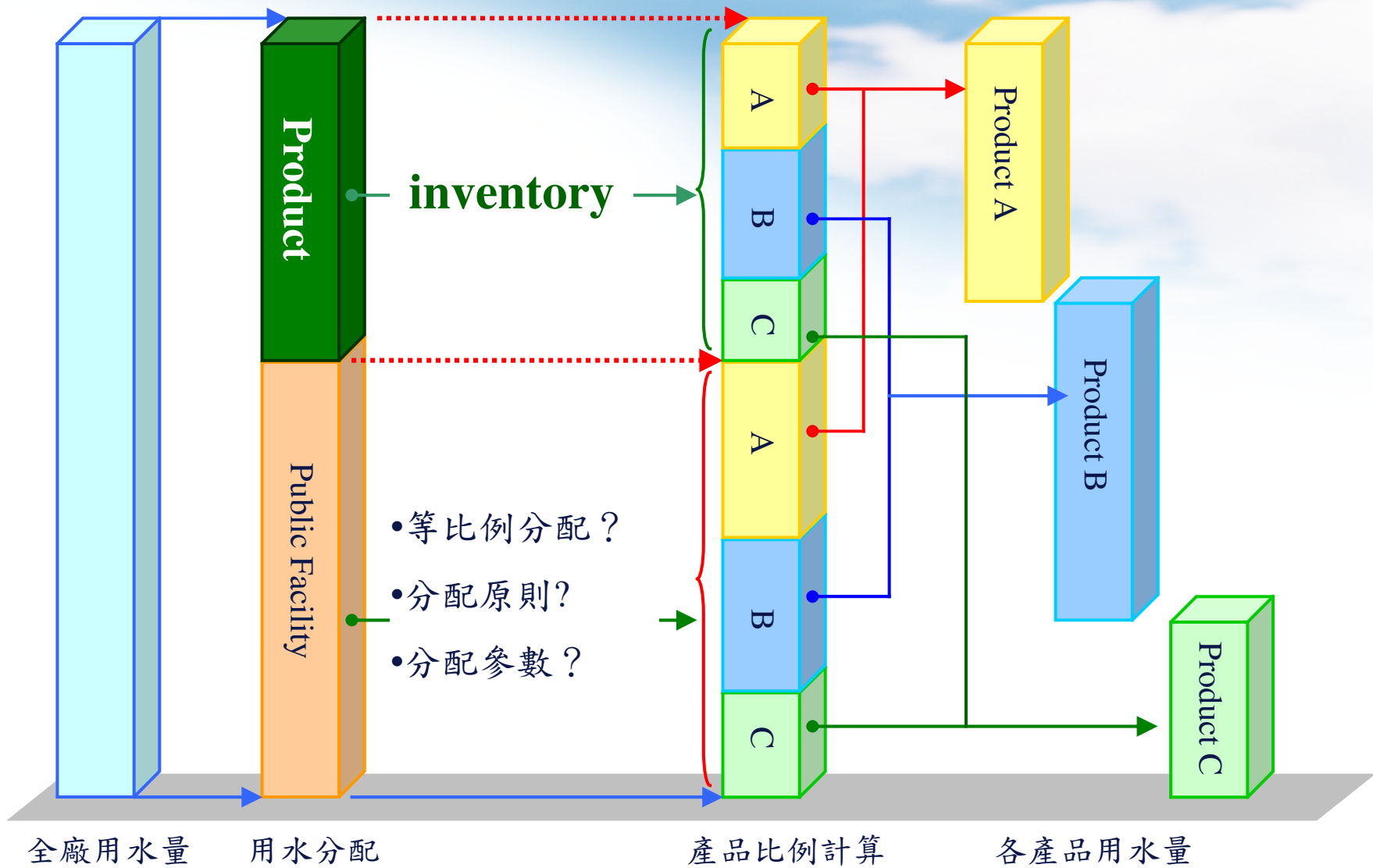


資料來源: [http://www.ecct.org.tw/print/44\\_3.htm#b2](http://www.ecct.org.tw/print/44_3.htm#b2)

### ● 地表水/地下水抽取



# ■ 標的產品藍水水量分配



# ■ 灰色水足跡(Grey water footprint)數據蒐集

## ● 廢水排放量統計



資料來源:中聯資源



# ■ 灰色水足跡(Grey water footprint)數據蒐集

## 🌐 查詢廢水排放濃度(1) 廠內自行處理後排放

- ▶ 彙整盤查期間所有製造工廠之廢水檢測報告
- ▶ 各項污染物之濃度取所有檢測報告之平均值

**環境股份有限公司**

行政院環境保護局環境檢驗字第022號  
地址：台北縣沙市大馬路

電話：(02)2648-0226  
傳真：(02)2648-0313

**水質樣品檢驗報告**

委託單位：環觀實業(股)公司大園廠  
樣品名稱：如下所示  
採樣地點：林新縣大園鄉北港村大工場134號  
送樣單位：環觀(股)公司

採樣時間：98年05月10日 15時35分  
收樣時間：98年05月10日  
報告日期：98年05月22日  
報告編號：EV20F0262#1-2  
聯絡人：葉維新

NO	檢 測 項 目	單 位	樣 品 名 稱、編 號、檢 測 值		檢 測 方 法	備 註
			原廢水	處理水		
★	氨離子濃度指數		8.0	7.8	NIEA W010.00A	
★	水溫	℃	37.2	36.0	NIEA W017.00A	
★	懸浮固體	mg/L	124	10.1	NIEA W010.01A	WQ-1.0
★	化學需氧量	mg/L	1050	90.8	NIEA W017.010	WQ-1.0
★	生化需氧量	mg/L	324	15.9	NIEA W010.040	WQ-0.0
★	氨離子態氮濃度指數	mg/L	0.22	0.20	NIEA W010.00A	WQ-0.01
★	真色色度	color unit	1020	470	NIEA W010.010	WQ-25
以下空白						

**備註：**  
 1. 本報告係依據「水質檢驗法」及「水質檢驗法施行細則」之規定辦理。  
 2. 檢驗項目之單位，除另有註明外，均以「mg/L」表示。  
 3. 本報告僅供參考，不作為法律上之依據。  
 4. 本報告僅供參考，不作為法律上之依據。  
 5. 氨離子濃度指數測試條件：引水溫：37.2℃，排水溫：36.0℃。

**聲明書**  
 (一) 茲將本報告內容完全依照行政院環境保護局及有關機關之標準方法或品質管理相關規定，進行公正、誠實之採樣、檢測，確保數據真實、可靠。如有違反，願以所檢之廢水樣品之檢驗結果為限，並依法受主管機關處分。  
 (二) 本報告之內容僅供參考，不作為法律上之依據。如有違反，願以所檢之廢水樣品之檢驗結果為限，並依法受主管機關處分。

環境股份有限公司  
負責人：葉維新

檢驗室主管：  
葉維新  
報告日期：98年05月22日 (EVI-02)

## ■ 灰色水足跡(Grey water footprint)數據蒐集

### ● 查詢廢水排放濃度(2)園區納管處理後排放(竹科污水處理廠)

- ▶ 彙整盤查期間園區污水廠廢水檢驗結果
- ▶ 污染物項目以製造工廠內之污染物項目為主
- ▶ 各項污染物之排放濃度取所有盤查期間內檢驗結果之平均值

監測成果表：

### 100年度園區內地面水質檢驗結果

檢驗項目	監測日期 單位	監測位置 MDL	D01 放流口				放流水 標準
			1/3	4/19	7/26	10/13	
pH值	—	—	7.4	7.1	7.1	7.3	6~9
水溫	°C	—	21.9	25.7	26.4	27.8	5~9月38°C 10~翌年4月35°C
流量	m <sup>3</sup> /s	—	*	*	*	*	—
流速	m/s	—	*	*	*	*	—
溶氧量	mg/L	—	*	*	*	*	—
比導電度	µmho/cm	—	3340	3220	3740	3390	—
生化需氧量	mg/L	—	4.6	13.1	11.0	3.1	15 <sup>註4</sup>
化學需氧量	mg/L	1.79	21.5	33.7	20.6	14.3	100
懸浮固體	mg/L	1.00	19.0	7.9	7.7	8.6	7日平均<10 <sup>註4</sup>
硝酸鹽氮	mg/L	0.050	3.89	3.10	3.18	5.60	50
陰離子界面活性劑	mg/L	0.017	0.03	0.06	0.10	0.14	10.0

<http://pavo.sipa.gov.tw/monitor/situation/100yr/地面水質/放流口.htm>

## ■ 灰色水足跡(Grey water footprint)數據蒐集

● 以廢水放流點上游為承受水體原水水質之計算基準



# ■ 灰色水足跡(Grey water footprint)數據蒐集

## 🌐 查詢承受水體原水水質(1)全國環境水質監測網

行政院環境保護署  
Environmental Protection Administration  
Executive Yuan, R.O.C.(Taiwan)

### 全國環境水質監測資訊網

網站導覽 | 回首頁 | English | 意見信箱 | 環保署

首頁 >> 環境水質監測查詢

河川 | 水庫 | 海域 | 地下水 | 海灘

更多流域

鳳山溪 淡水河 蘭陽溪  
頭前溪  
中港溪  
後龍溪  
大安溪 和平溪  
大甲溪  
烏溪  
花蓮溪  
濁水溪  
北港溪  
朴子溪  
八掌溪  
急水溪  
曾文溪  
秀姑巒溪

請選擇您关心的測站

依流域分區：  
請選擇流域 [v] 請選擇河川 [v]  
選擇全部測站 [v]  
GO!

依縣市分區：  
請選擇縣市 [v]  
選擇全部測站 [v]  
GO!

水質報告

<http://wq.epa.gov.tw/WQEPA/Code/?Languages=>

# ■ 灰色水足跡(Grey water footprint)數據蒐集

## ● 承受水體原水水質(1)全國環境水質監測網-以客雅溪為例

首頁 >> 環境水質監測查詢 >> 更多資料



水體	採樣分區	河流	測站名稱	地址	測站編號	水體分類	經度	緯度
河川	客雅溪流域	客雅溪	鳳凰橋(原為青草湖)	新竹市東區高峰里明湖路煙波飯店旁	1088	—	120.9675160	24.7831980

每頁  筆資料，觸控式螢幕使用者，請用「兩指同向」上下移動，以瀏覽多列式資訊。

資料下載

採樣日期	採樣時間	河川污染指數	氣溫	水溫	酸鹼值	導電度	溶氧(滴定法)	生化需氧量	化學需氧量	懸浮固體	大腸桿菌群	氨氮	總有機碳	氣態	溶氧(電極法)	溶氧飽和度
			℃	℃		µmho/cm25℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	CFU/100mL	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
2012/08/08	13:45	1.5	32.0	31.5	7.8	564	--	4.4	19.1	13.4	690	0.48	--	--	9.5	132.0
2012/07/02	11:50	2.3	33.0	30.6	8.0	527	--	6.8	25.4	13.7	580	0.36	--	--	8.6	115.2
2012/06/01	10:35	3.3	32.0	26.9	7.6	430	--	3.2	19.7	89.4	7,900	0.52	3.65	--	8.2	102.8
2012/05/04	11:35	3.3	23.0	24.7	7.4	347	--	2.4	17.8	60.4	15,000	0.63	--	--	5.4	64.5
2012/04/03	11:05	3.5	28.0	26.8	7.4	519	--	6.2	20.1	10.2	2,200	1.01	--	--	9.8	122.9
2012/03/02	10:10	2.8	22.0	19.2	7.5	398	--	2.0	13.4	79.0	23,000	0.83	3.19	--	6.9	74.1
2012/02/01	10:15	2.3	21.0	16.5	7.6	528	--	1.9	11.8	7.8	2,100	1.17	--	--	6.5	66.6
2012/01/02	10:16	3.5	18.0	16.3	7.9	557	--	5.5	15.7	16.0	1,000	1.28	--	--	7.7	77.7
2011/12/01	13:35	2.0	17.8	20.9	7.6	470	--	4.6	21.2	7.2	4,400	0.71	3.47	--	9.0	99.5

# ■ 灰色水足跡(Grey water footprint)數據蒐集

## ● 承受水體原水水質(2)園區污水處理廠之監測

### 100年度園區內地面水質檢驗結果

檢驗項目	單位	監測日期	監測位置 客雅溪上游 (當賢橋)				南門溪上游				放流水匯入點 (振興橋)		
			MDL	1/3	4/19	7/26	10/13	1/3	4/19	7/26	10/13	1/3	4/19
pH值	—	—	—	8.2	7.8	7.8	7.8	7.5	7.5	7.6	7.6	7.1	7.0
水溫	°C	—	—	14.9	24.1	25.7	28.5	15.0	23.3	25.1	27.2	21.8	25.2
流量	m <sup>3</sup> /s	—	—	0.82	0.91	0.63	0.72	0.08	0.13	0.10	0.13	0.98	0.91
流速	m/s	—	—	0.31	0.43	0.38	0.30	0.17	0.26	0.24	0.44	0.35	0.76
溶氧量	mg/L	—	—	7.2	6.5	5.2	6.5	3.4	3.4	3.3	6.0	4.3	3.3
比導電度	µmho/cm	—	—	537	515	721	556	547	470	452	488	3240	3150
生化需氧量	mg/L	—	—	4.1	9.0	8.1	5.0	3.8	7.2	6.8	3.0	4.9	9.2
化學需氧量	mg/L	1.79	—	20.7	21.6	16.5	16.6	17.6	18.3	13.9	13.3	20.3	23.2
懸浮固體	mg/L	1.00	—	19.9	27.4	19.6	17.2	8.1	7.0	3.2	8.8	17.1	10.9
硝酸鹽氮	mg/L	0.050	—	1.93	1.59	1.78	1.33	2.98	2.09	2.57	1.78	3.50	2.52

<http://pavo.sipa.gov.tw/monitor/situation/100yr/地面水質/承受水體.htm>

## ■ 灰色水足跡(Grey water footprint)數據蒐集

● 承受水體背景濃度(3)引用水體水質分類標準

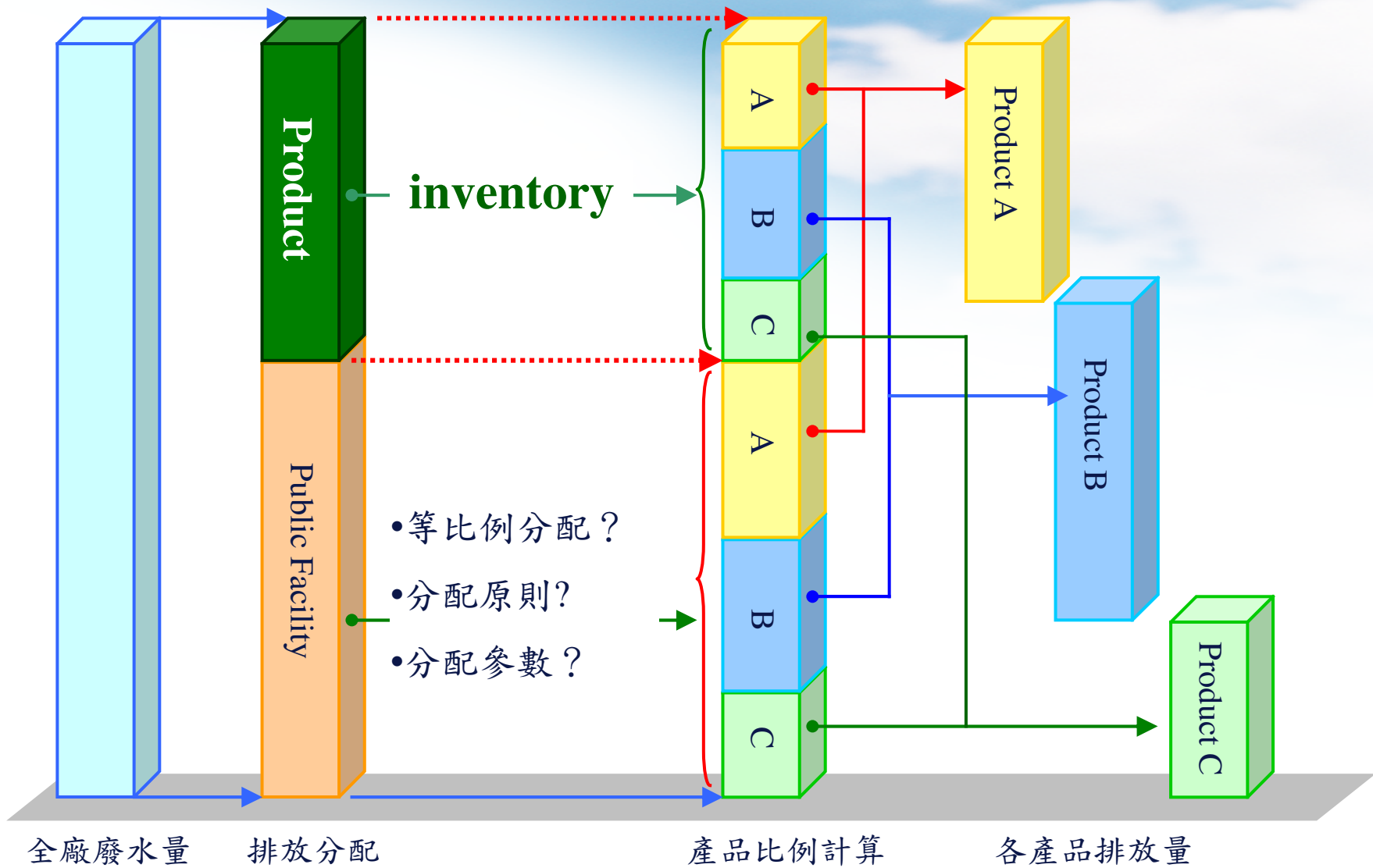
附表一 保護生活環境相關環境基準

陸域地面水體（河川、湖泊）

分級	基準值						
	氫離子濃度指數 (PH)	溶氧量 (DO) (毫克/公升)	生化需氧量 (BOD) (毫克/公升)	懸浮固體 (SS) (毫克/公升)	大腸桿菌群 (CFU/100ML)	氨氮 (NH <sub>3</sub> -N) (毫克/公升)	總磷 (TP) (毫克/公升)
甲	6.5-8.5	6.5以上	1以下	25以下	50個以下	0.1以下	0.02以下
乙	6.0-9.0	5.5以上	2以下	25以下	5,000個以下	0.3以下	0.05以下
丙	6.0-9.0	4.5以上	4以下	40以下	10,000個以下	0.3以下	—
丁	6.0-9.0	3以上	—	100以下	—	—	—
戊	6.0-9.0	2以上	—	無漂浮物且無油污	—	—	—

<http://law.epa.gov.tw/zh-tw/laws/309417667.html>

# 標的產品灰水水量分配



## ■ 數據品質評估

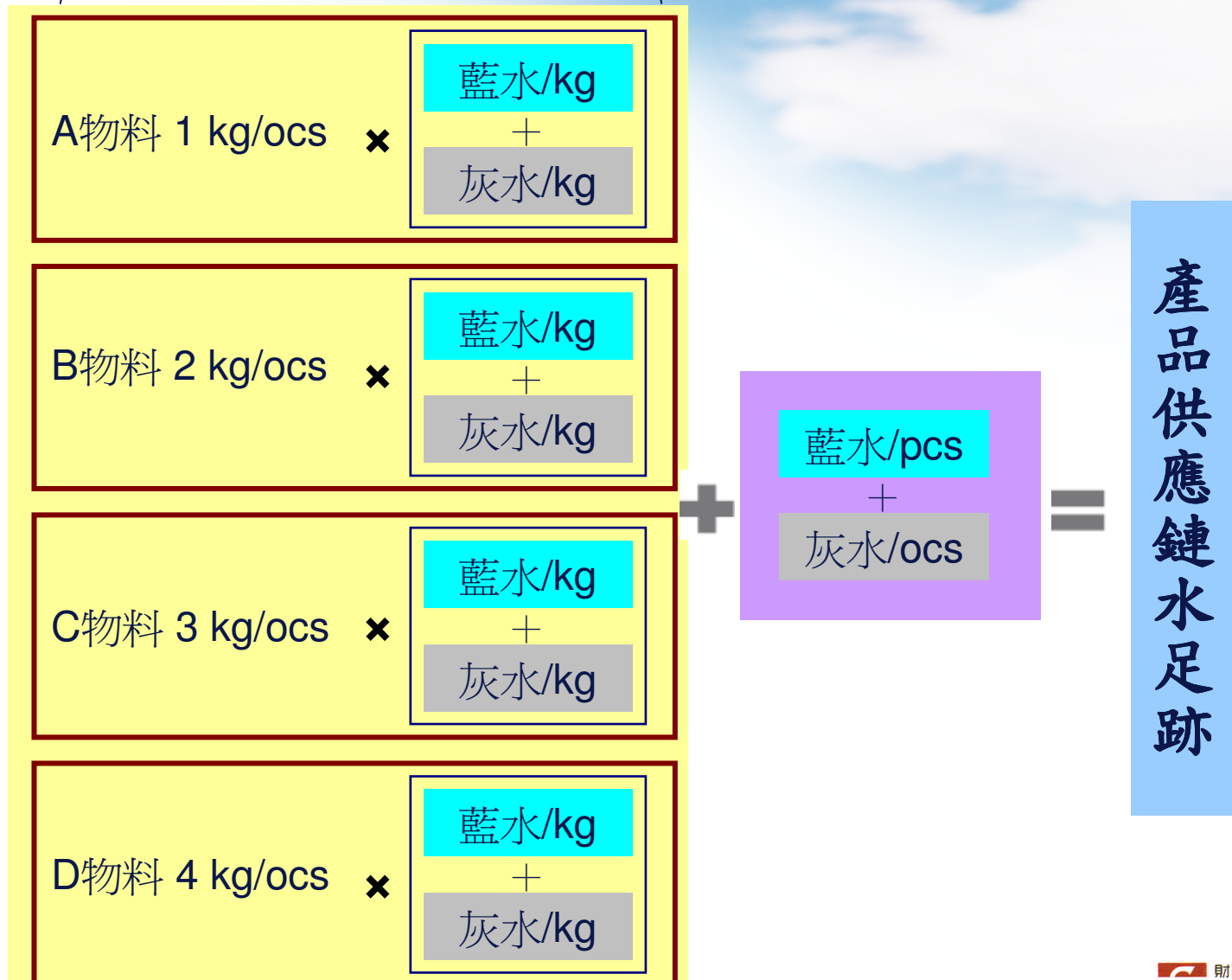
- 質量平衡(Mass Balance)
- 檢查明顯的計算與單位錯誤
- 設計值與實際值的差異
- 製程認知
- 資料模組的比對
- 現場人員的詢問-與供應商訪談



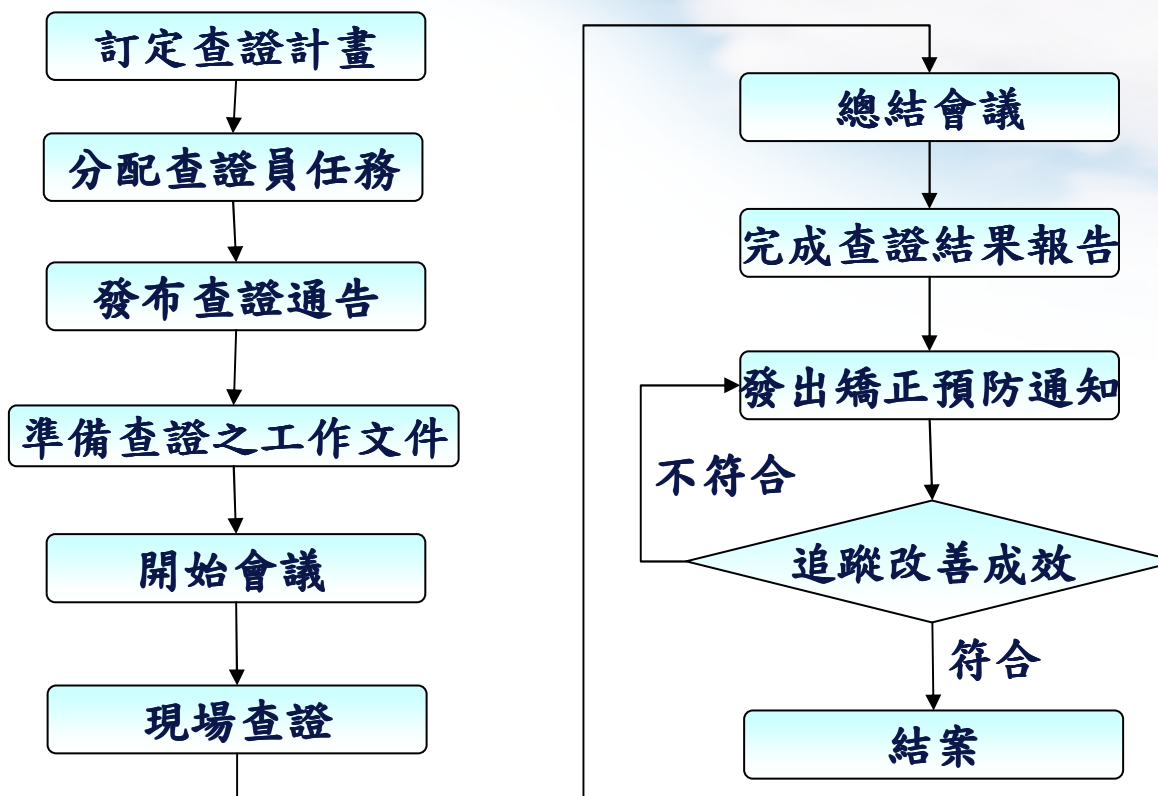
# ■ 產品水足跡計算

間接水足跡(一階供應商)

直接水足跡(廠內製程)



## ■ 內部查證



# 簡報大綱

1

產品水足跡基本觀念

2

產品水足跡計算執行程序

3

結語

## ■ 產品水足跡計算執行策略

- ❖ 整合產品碳足跡，組織型溫室氣體盤查，產品生命週期盤查之執行經驗，配合WFN-水足跡評估指引，建立產品供應鏈水足跡盤查觀念。
- ❖ 先於廠內導入水足跡盤查，再拓展至關鍵一階供應商。
- ❖ 配合市場趨勢及公司永續政策，完成產品水足跡查證，並取得聲明書。
- ❖ 執行方法程序化，落實產品水足跡盤查。



# Thank You !



永續管理與創新技術組

聯絡人:林建志 專案副理

電話:02-23255223~131

Email:warrant180@ftis.org.tw