台積電綠園區
TSMC GREEN CAMPUS



台積電智慧綠建築經驗分享

演講者：鍾振武
Email: chenwu_chung@tsmc.com

2016/06

TSMC Property

大綱

- 台積電簡介
- 綠建築評量系統
- 綠建築策略與實務
- 永續綠色生態園區
- 智慧建築評量系統
- 以人為本的智慧建築設計
- 智慧建築的營運優化



台積電綠園區
TSMC GREEN CAMPUS

© 2010 TSMC, Ltd.

台積電簡介

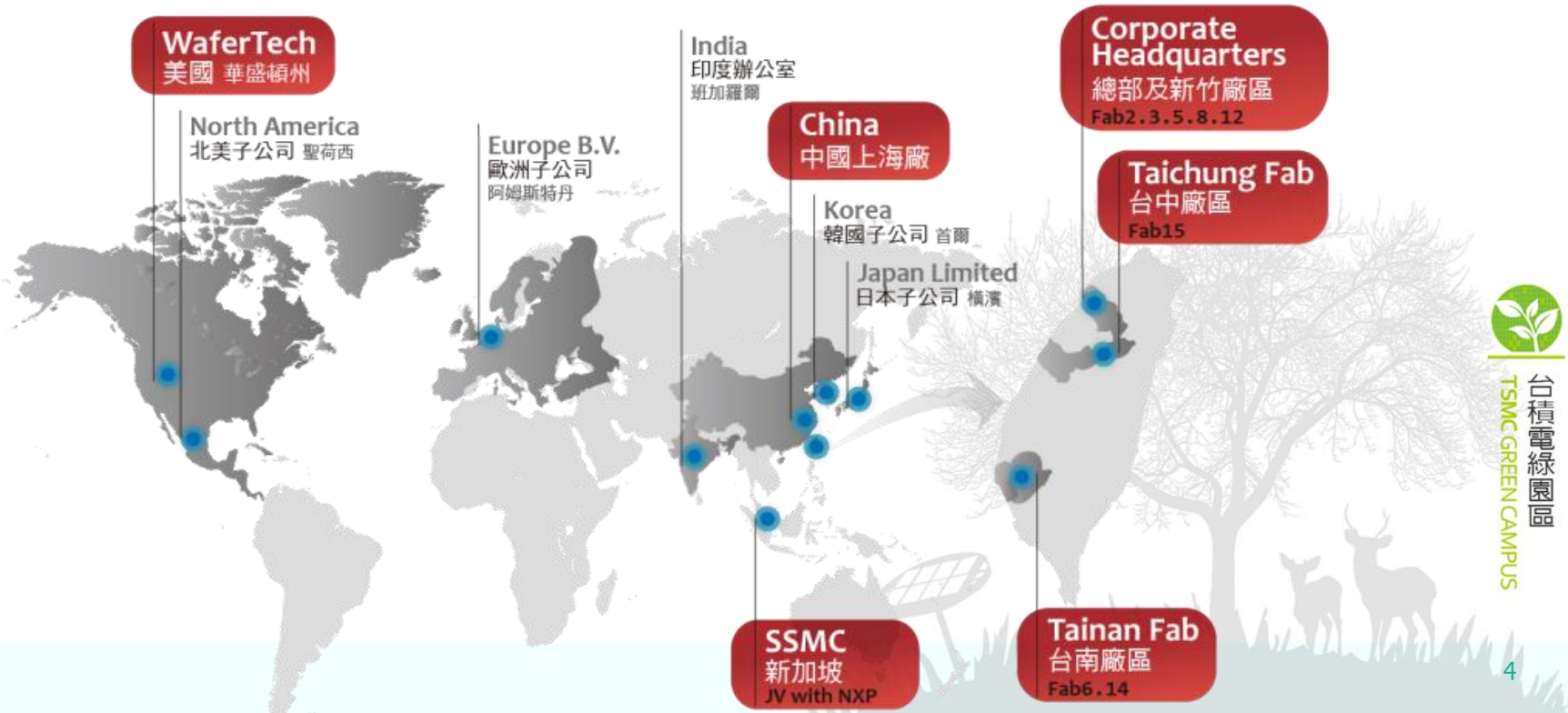
- 成立日期：1987年2月21日
- 企業總部：臺灣新竹市
- 資本額：約新台幣2,593億元
- 員工總數：超過43,000人
- 公開發行：1994年在臺灣證券交易所上市
- 1997年美國存托憑證 (ADR) 在紐約證券交易所上市

台積電綠園區
TSMC GREEN CAMPUS

TSMC Property

台積電全球據點

- 全球總部位於新竹科學園區，在美國、中國大陸、荷蘭、日本、韓國、印度、加拿大等地設有分支機構 。
- 生產營運主要集中於臺灣的新竹科學園區與台南、台中科學園區；此外，在美國華盛頓州、新加坡、以及中國大陸上海亦有設廠。



TSMC Property

台積電綠色行動

2015-2017: 新增7座廠房及辦公棟將取得綠建築認證

2013:「台積電綠色行動、綠色力量」新書發表

舉辦「2012產業節能省電技術課程」

舉辦「2011產業節水技術課程」

協助經濟部制定「綠色工廠」評估規範

協助內政部制定「綠建築評估手冊 - 廠房類」規範

十二廠四/五期廠房榮獲美國LEED認證，投入6,100人時

舉辦「台積電綠建築論壇」，號召成立「台灣企業永續論壇」

十四廠三期廠房榮獲台灣首座LEED認證，投入13,900人時

成立專責團隊，廣邀國內外
建築專家投入研究

綠建築專案確立

2006

2008

2010

2012

2014

篳路藍縷學習期

全力以赴茁壯期
制定規範
取得認證

春風化雨分享期
推廣綠建築
協助制定綠建築評估手冊－廠房類以及綠色工廠評估規範

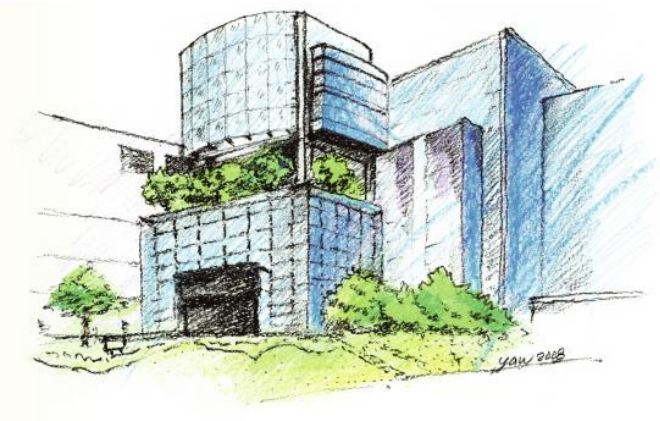
開枝散葉共好期
綠園區
竹科十二廠
中科十五廠
南科十四廠

台積電綠園區
TSMC GREEN CAMPUS

TSMC Property

綠建築評量系統

- 台積電簡介
- 綠建築評量系統
- 綠建築策略與實務
- 永續綠色生態園區
- 智慧建築評量系統
- 以人為本的智慧建築設計
- 智慧建築的營運優化



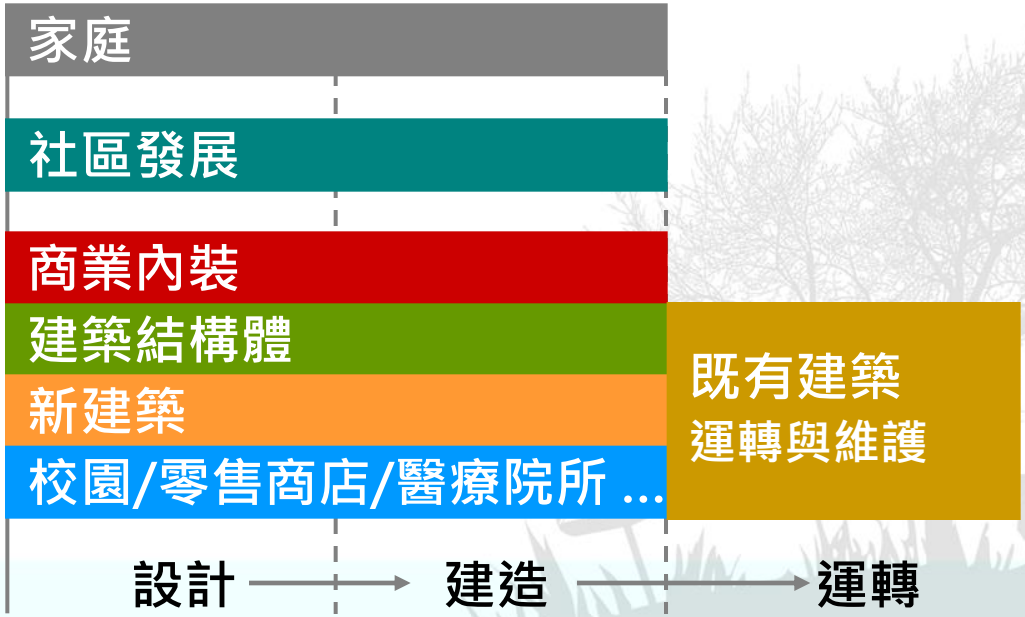
台積電綠園區
TSMC GREEN CAMPUS

© 2010 TSMC, Ltd.

美國綠建築 LEED

Leadership in Energy and Environmental Design

- LEED 認證系統
  - 世界上第二個綠建築評估系統，由美國綠建築協會 (The U.S. Green Building Council, USGBC)所制定，是目前最具公信力的評估指標
  - 是自願性的評估系統，認證對象為高效能之永續建築物
- LEED 家族



1998年正式施行

台積電綠園區 TSMC GREEN CAMPUS

TSMC Property

LEED評估系統

評估項目

1.	永續基地 Sustainable Sites	26分 (24%)
2.	水資源 Water Efficiency	10分 (9%)
3.	能源與大氣 Energy and Atmosphere	35分 (32%)
4.	建材與資源 Materials and Resources	14分 (13%)
5.	室內環境品質 Indoor Environmental Quality	15分 (13%)
6.	創新與設計 Innovation and Design Process	6分 (5%)
7.	區域性獎勵 Regional Priority Credits	4分 (4%)
	總計	110分 (100%)

認證等級

40~49分	合格認證
50~59分	銀級認證
60~79分	黃金級認證
80分以上	白金級認證









台積電綠

TSMC Property

台灣綠建築 EEWH

Ecology, Energy Saving, Waste Reduction and Health

綠建築標章 GREEN BUILDING

EEWH認證系統

- 由內政部建築研究所委託財團法人台灣建築中心承辦
- 全球第一個為亞熱帶區量身打造的評估系統
- 區分為「候選綠建築證書」與「綠建築標章」
- 設有四項合格指標的最低門檻，其中必須通過「日常節能」與「水資源」

認證等級

20-37 分	合格級
37-45 分	銅級
45-53 分	銀級
53-64 分	黃金級
高於 64 分	鑽石級

EEWH家族

- 基本型
- 廠房類
- 舊建築改善類
- 社區類
- 住宿類

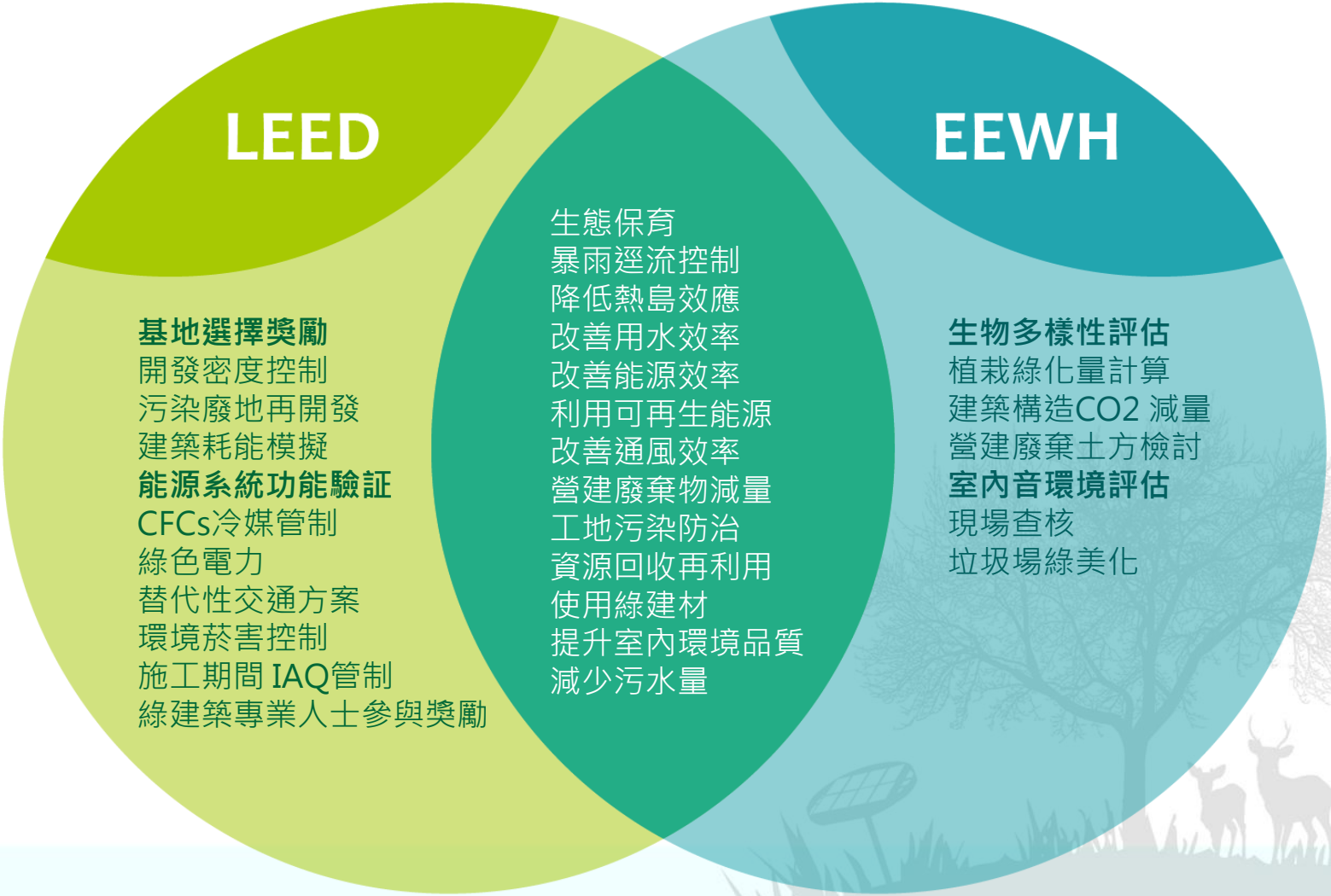
九大評估指標- EEWH

- 生態 (Ecology)
  - 生物多樣性(9%)
  - 綠化量(9%)
  - 基地保水(9%)
- 日常節能 (Energy Saving) (32%)
- 減廢 (Waste Reduction)
  - CO_2減量(8%)
  - 廢棄物減量(8%)
- 健康 (Health)
  - 室內環境(12%)
  - 水資源(8%)
  - 污水垃圾改善(5%)

台積電綠園區 TSMC GREEN CAMPUS

TSMC Property

LEED和EEWH的互補策略

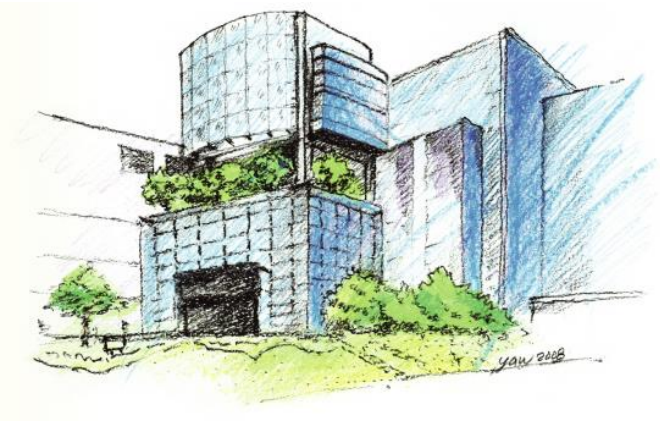


台積電綠園區
TSMC GREEN CAMPUS

TSMC Property

綠建築策略與實務

- 台積電簡介
- 綠建築評量系統
- **綠建築策略與實務**
- 永續綠色生態園區
- 智慧建築評量系統
- 以人為本的智慧建築設計
- 智慧建築的營運優化



台積電綠園區
TSMC GREEN CAMPUS

© 2010 TSMC, Ltd.

台積電的綠色足跡

Fab	F12					F14						F15	
	P1/2	P3	P4/5	P6	P7	P1/2	P3	P4	P5	P6	P7	P1/2	P3/4
LEED													
EEWH	-	-				-							

F12P4/5: one LEED-NC Gold, one LEED-EB Platinum

Office	F12					F14				F15	
	P1	P3	P4	P6	P7	P1	P3	P5	P7	P1	Tower
LEED											
EEWH	-	-				-					
智慧建築	-	-				-					




: Under review

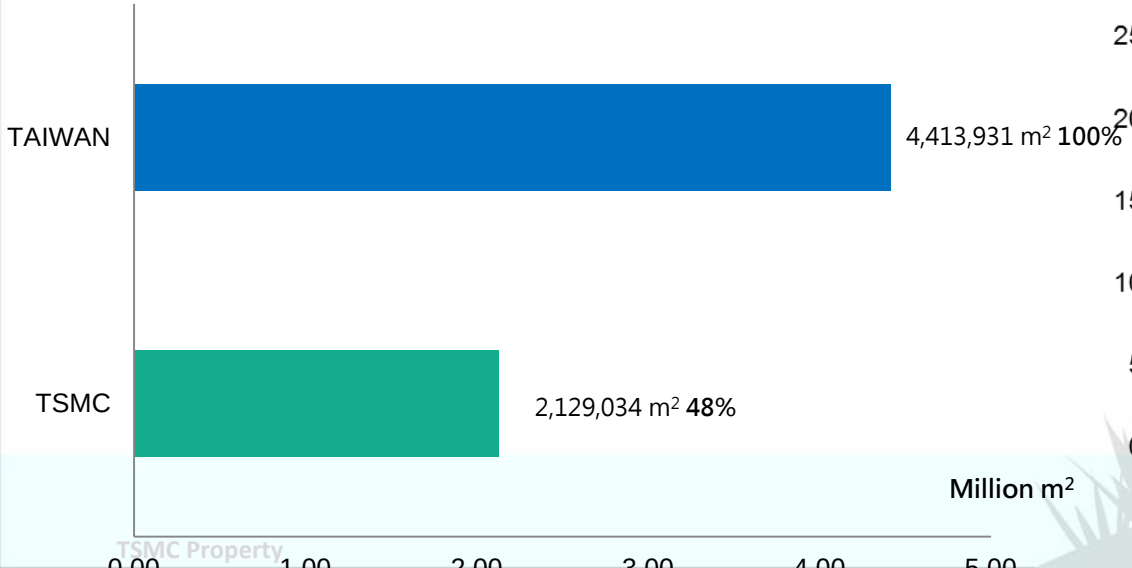

: Document under Preparation

© 2010 TSMC, Ltd.

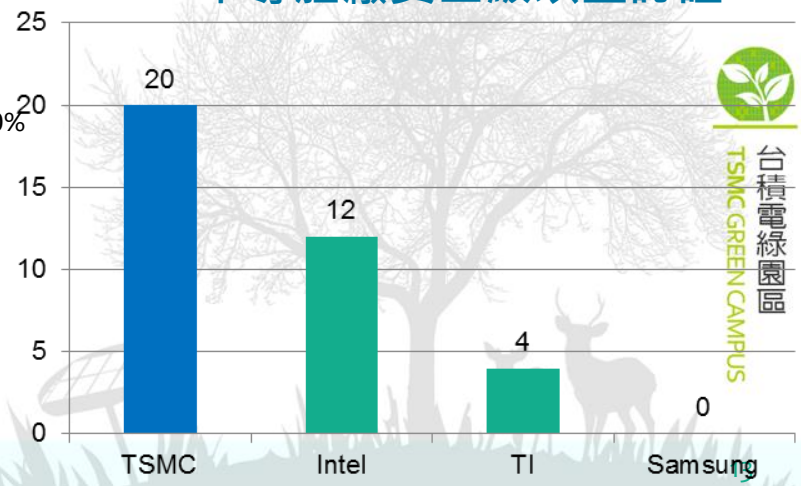
綠建築LEED領先國家

- USGBC 2015/05公佈LEED領先國(美國以外)，以通過認證建築物總樓地板面積作為比較，在全球140個參與LEED認證的國家中臺灣名列全球第七。目前共441萬平方公尺獲認證。
- 臺灣158件註冊案，共77件取得認證。
- 台積電共獲3座白金級及16座黃金級LEED認證綠建築，獲得認證面積為臺灣之冠，占臺灣獲得LEED認證的48%。

台灣LEED認證樓地板面積比較



半導體廠黃金級以上認證



TSMC Property

台積電晶圓廠房

6” & 8” Fabs

6” Fab



Fab 2

8” Fabs overseas



Fab10 (Shanghai)



Fab11 (USA)



SSMC (Singapore)*

8” Fabs



Fab 3



Fab 5



Fab 6



Fab 8

* *JV with NXP*

12” Giga Fabs

Giga Fab12



P1/P2



P3



P4/5



P6

Giga Fab14



P1/P2



P3



P4



P5/6

Giga Fab15



P1/P2



P3/P4

Bump/CP In-House

Bump/CP



BP1+BP2A

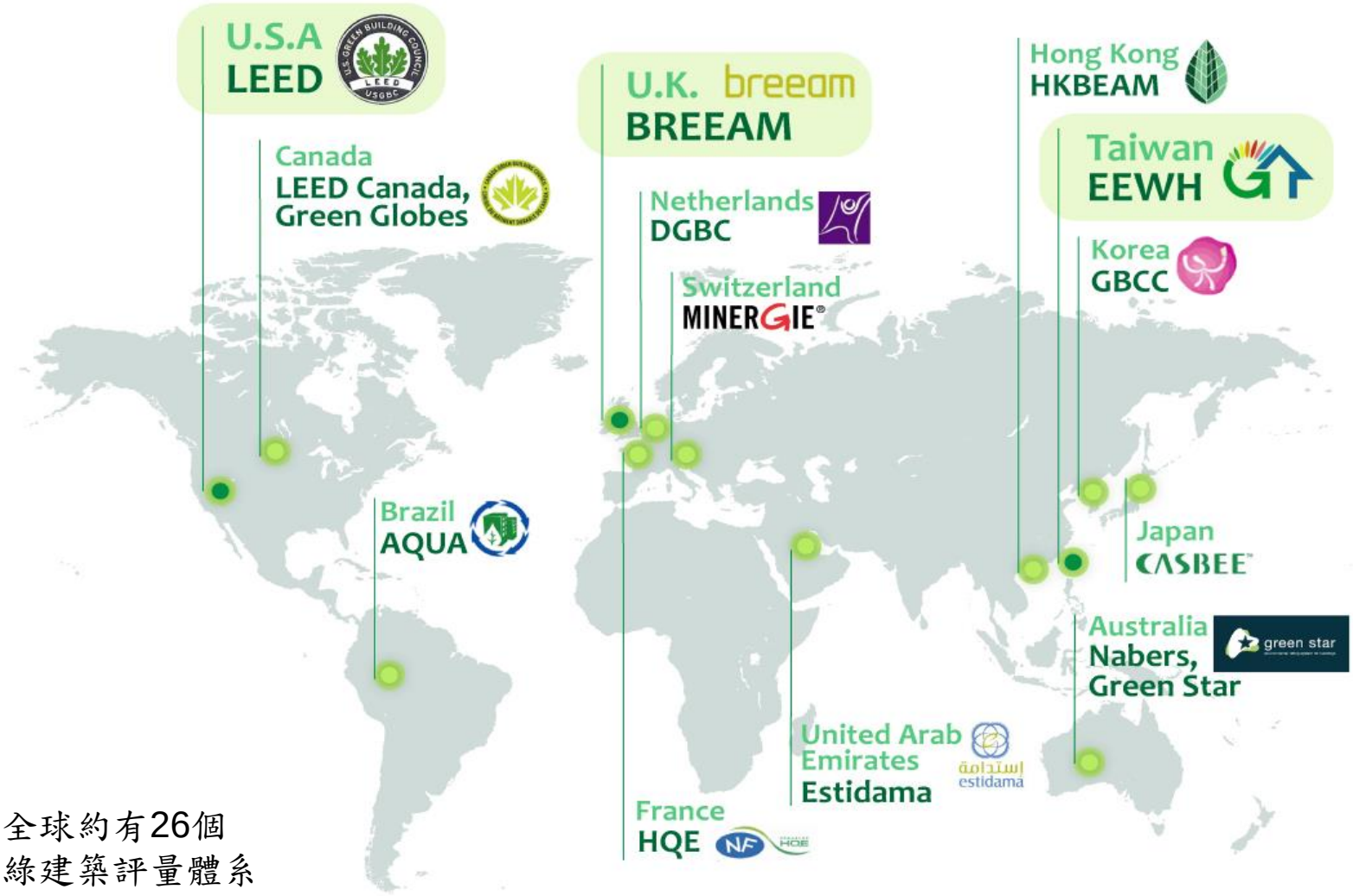


BP2B

台積電綠園區 TSMC GREEN CAMPUS

TSMC Property

全球主要綠建築認證系統



全球約有26個
綠建築評量體系

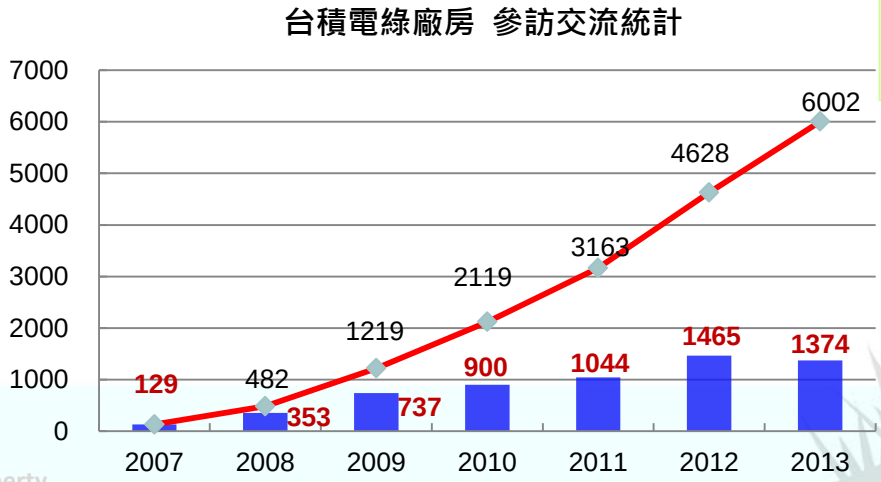
台積電綠園區
TSMC GREEN CAMPUS

© 2010 TSMC, Ltd.

推廣綠色思維

- 成立台灣企業永續論壇
  - 2008年10月16日正式成立，由國內20家企業組成
  - 企業共享經驗並學習解決環境議題
  - 著重節能、減碳與社區關懷等主題
- 技術交流 - 推廣台積電綠建築經驗
  - 自2007年起造訪之團隊高達一百餘個，超過六千人次
  - 團體廣含政府機關、學術單位、業界同好與社區團體等





台積電綠園區 TSMC GREEN CAMPUS

TSMC Property

替代性交通工具

- 提供員工交通車、廠區區間車，鼓勵汽車共乘、騎乘自行車，減少員工開車的需求以減少CO_2排放量，一年共可減少9,570公噸燃燒汽油所產生的CO_2排放量，約當於10座大安森林公園整年的吸附量

交通車



自行車停車位



廠區區間車



共乘專屬停車位

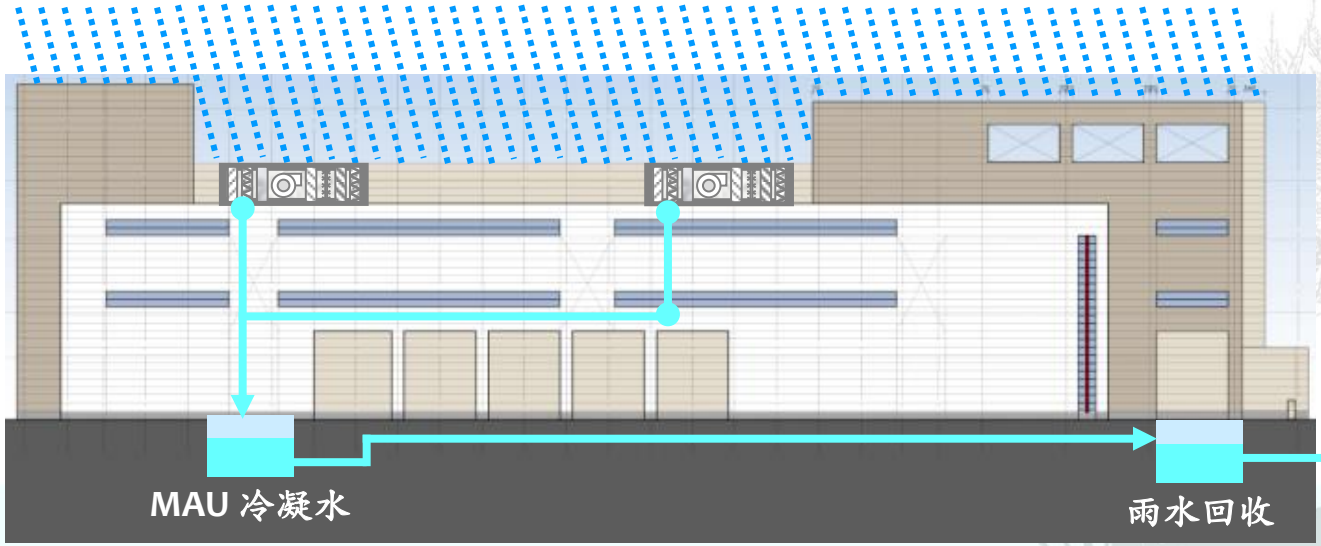




TSMC Property

雨水回收再利用

- 依據建築物雨水貯留利用設計技術規範，設計雨水回收系統，回收之雨水經由沉砂、攔污與過濾處理後，進入雨水貯留槽。以 F12P4 為例：雨水收集面積37,200M^2，儲槽容量750M^3，回收水源導至澆灌系統與生態池，景觀澆灌完全不用自來水
- 澆灌系統結合雨水感知器的控制，節省水資源。以F14P3為例；每年可節省景觀澆灌用自來水16,000噸，減少3,200公斤CO_2排放量
- 全台積的雨水回收總面積達185,250M^2,約 3.4 個中山足球場





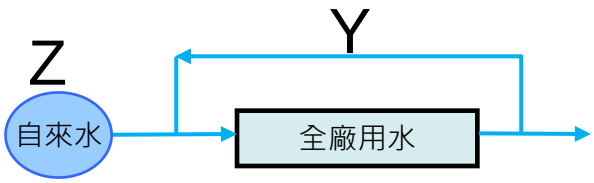


台積電綠園區 TSMC GREEN CAMPUS

*MAU: 外氣空調箱

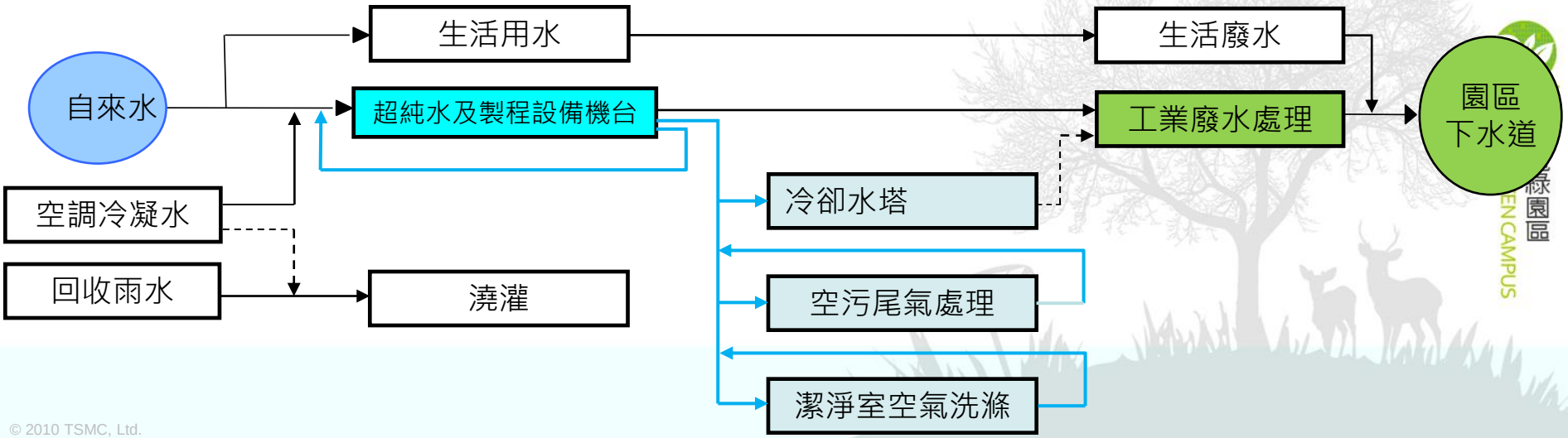
一滴水用3.5次

- 方法及管理重點 - 積極推展回收水再利用之涵蓋率
  - 空調冷凝水及雨水替代自來水再利用。
  - 回收轉製替代自來水再利用。
  - 回收轉製次級用水再利用。
    - 轉製冷卻水塔再次利用。
    - 空污尾氣處理水循環回收利用。
    - 潔淨室空氣洗滌水再次回收利用。



(回收水量Y+自來水量Z) / (自來水量Z) = 每滴水使用次數

	A	B	C	D	E
每滴水使用次數	3.7	3.7	3.4	3.3	3.5



© 2010 TSMC, Ltd.

淨水池示範教育區
(洗菜水回收)

- 利用**淨化水池示範**環境教育，洗菜水透過植栽及濾材淨化的過程，可將水資源循環再利用，供給生態河道和景觀澆灌使用。

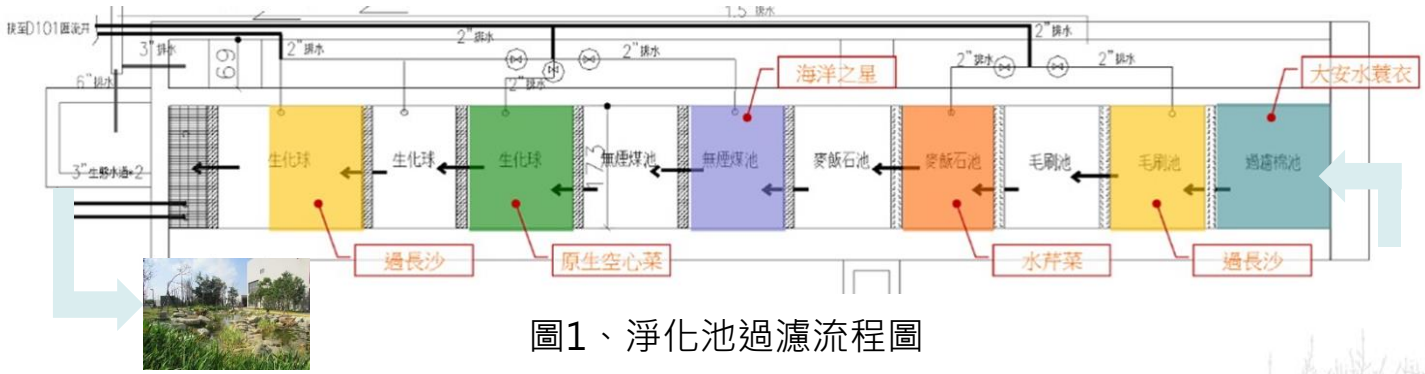


圖1、淨化池過濾流程圖

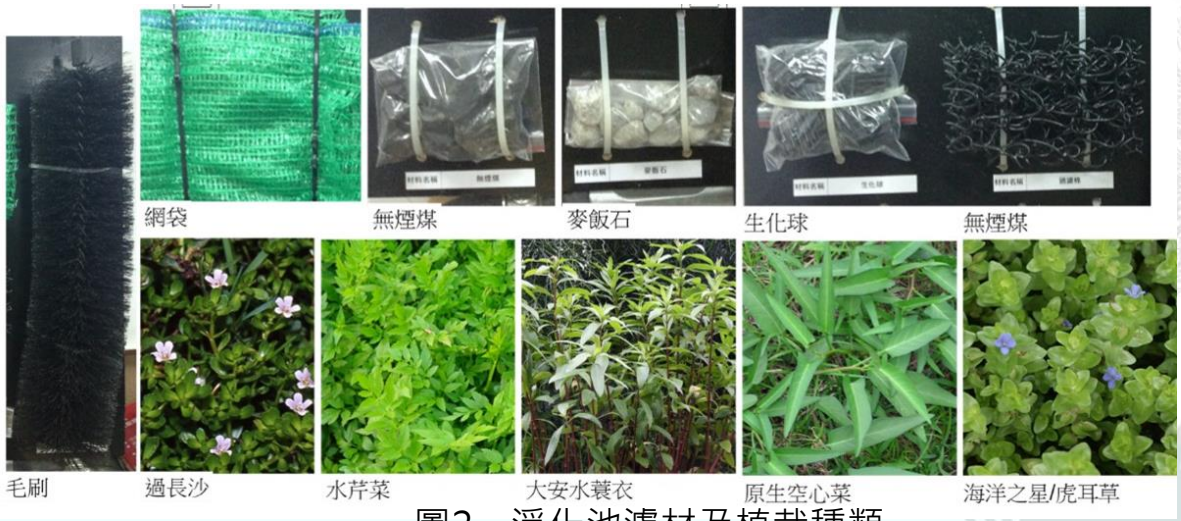
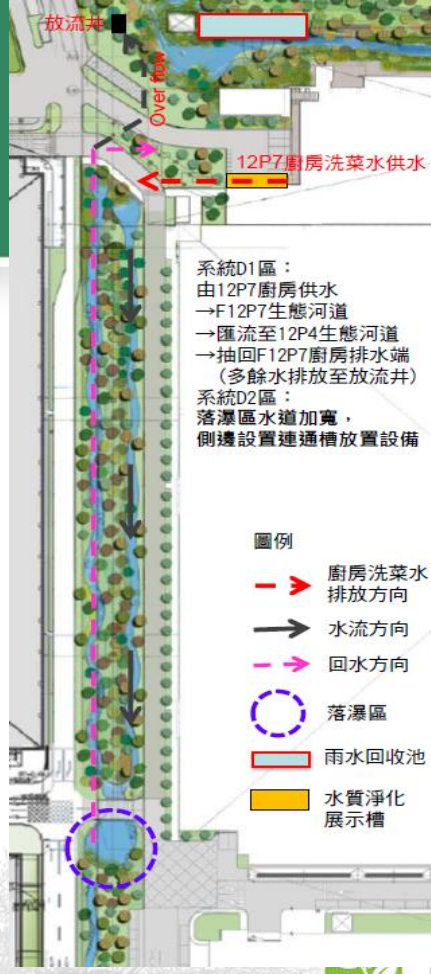
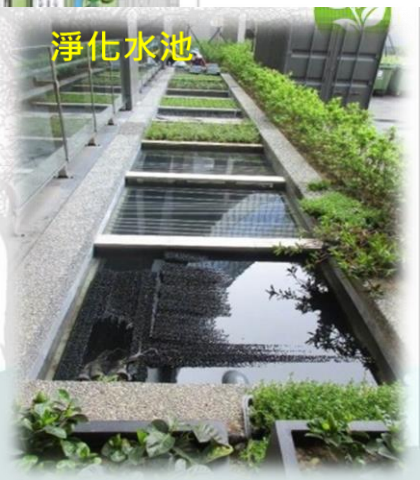


圖2、淨化池濾材及植栽種類





© 2010 TSMC, Ltd.

製程用水回收技術

- 依排放水質分成25類回收處理系統，利用節水科技達到工業用水與廢水減量，達到節省自來水
- 製程回收率已高於 85%，自來水用量降低55%

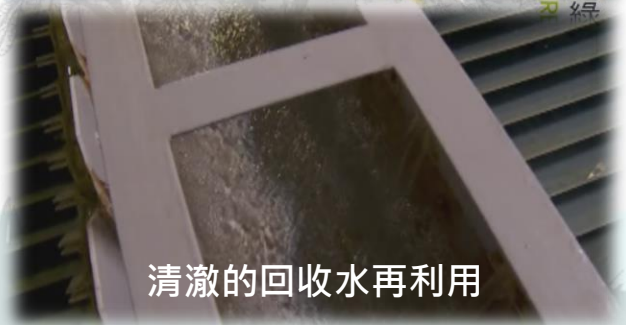
Processed Water Classify Table			
Waste Water Reclamation		Waste Chemical Reclamation	
1	DIR – DI Reclaim	1	IPA
2	AWD – Acid Wastewater Drain	2	H3PO4
3	AWD(TMAH) – AWD with TMAH contained	3	M1
4	Caustic – AWD with NH4OH contained	4	M2
5	AWD O3 – AWD with Ozone contained	5	Thinner
6	HFD – Diluted HF Drain	6	ACT/ST250
7	HFC - Concentrated HF Drain	7	NMP
8	AOR – Advanced Organic Reclaim Drain	8	H2SO4
9	AORI – AOR with IPA	9	CuSO4
10	CMP – CMP Drain		
11	CuCMP – CuCMP Drain		
12	ECP – ECP Drain		
13	H2O2 – DI + H2O2 Drain		
14	HF + O3		
15	Caustic + O3		
16	LSD – Local Scrubber Drain		



製程排放分類



回收處理桶槽


清澈的回收水再利用

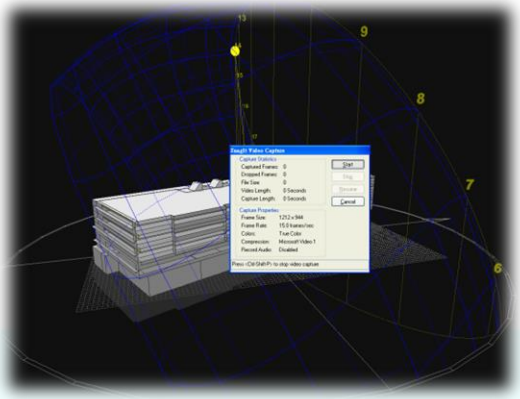
TSMC Property

能源模擬分析

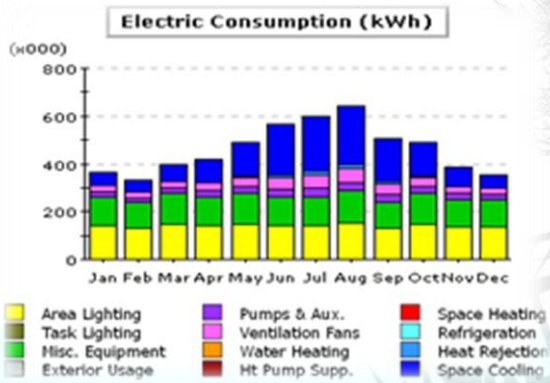
- 能源效率最佳化
  - 採用能源模擬軟體DOE2/ eQUEST，進行全棟建築能源模擬分析
  - 冰、溫水負載變流量控制，節省運轉電能6.1%
  - 冰機熱回收系統 (熱水系統)，節省初設成本及運轉電能4%
  - 空調及廢氣變流量控制，節省運轉電能13.4%
  - 使用高效能燈具，節省運轉電能1.9%
  - 冷卻水塔溫度節能控制，節省運轉電能1.2%
  - 製程冷卻水，節省運轉電能0.8%

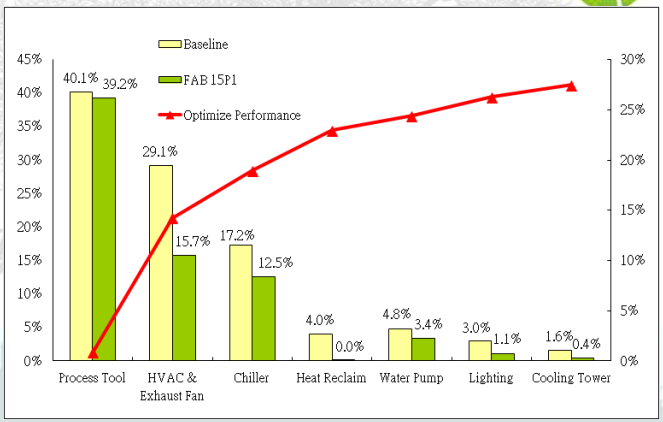
27.4%
節能

能源模擬採用建築最佳節能方位



建築耗能模擬分析

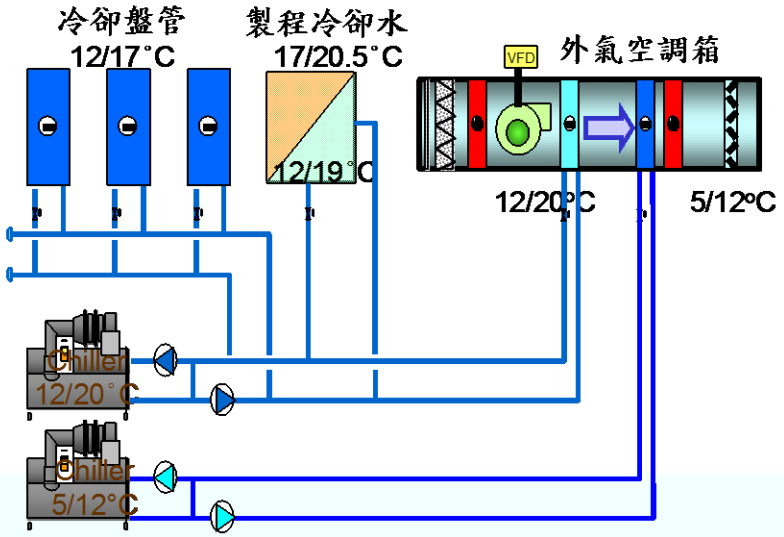




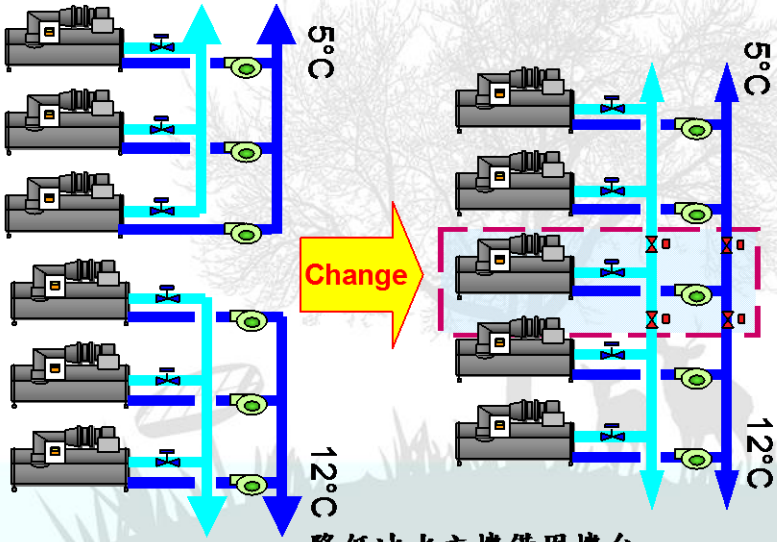
TSMC Property

中央空調節能效益

- 雙溫度冰水系統
  - 節省：初設成本300萬；每年運轉電力960萬度
  - 5 ℃ 冰水主機供應外氣除濕功能；12 ℃ 冰水主機供應冷卻乾盤管及製程冷卻水
- 降低冰水主機備用機組
  - 節省初設成本: 2,000萬
  - 閥組控制切換5 ℃及12 ℃冰水主機，符合綠建築鼓勵降低主機備載容量



雙冰水溫度供應流程

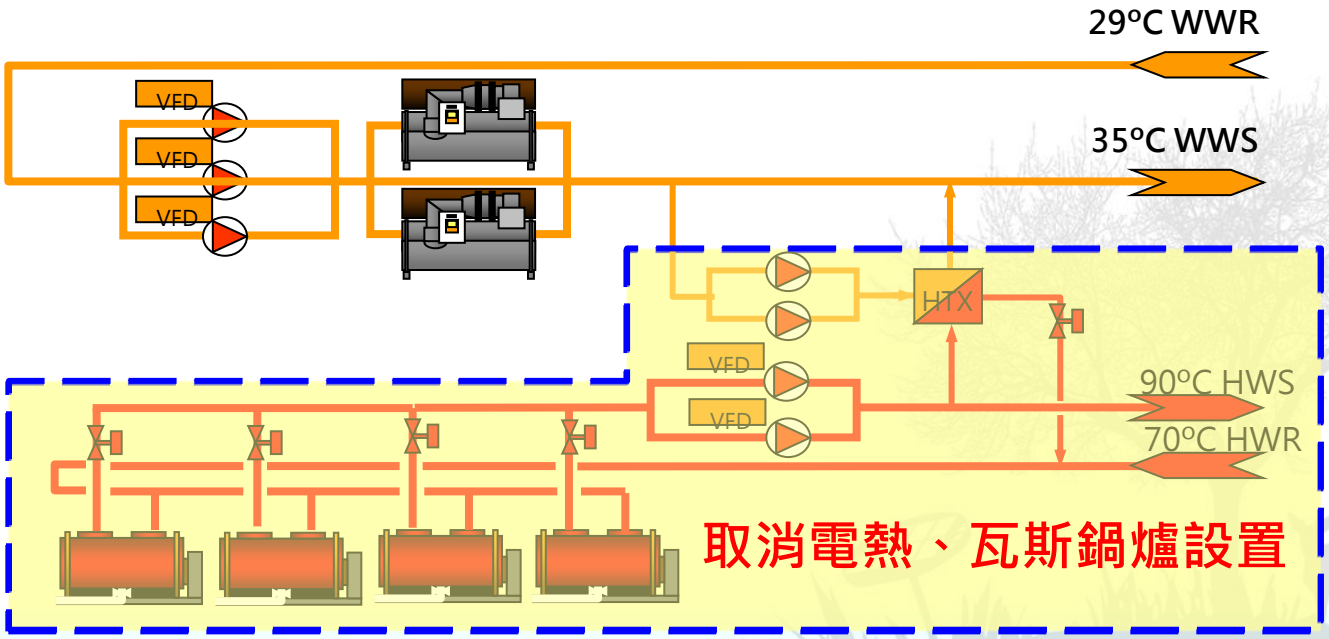


降低冰水主機備用機台

TSMC Property

冰機熱回收系統

- 節省初設成本: 5,600萬；節省每年運轉電力 3,210萬度電
- 12℃冰水主機廢熱回收供35℃溫水系統使用
- 35℃溫水系統供應外氣空調箱預熱及再熱盤管功能
- 免除熱水鍋爐之設置及耗能

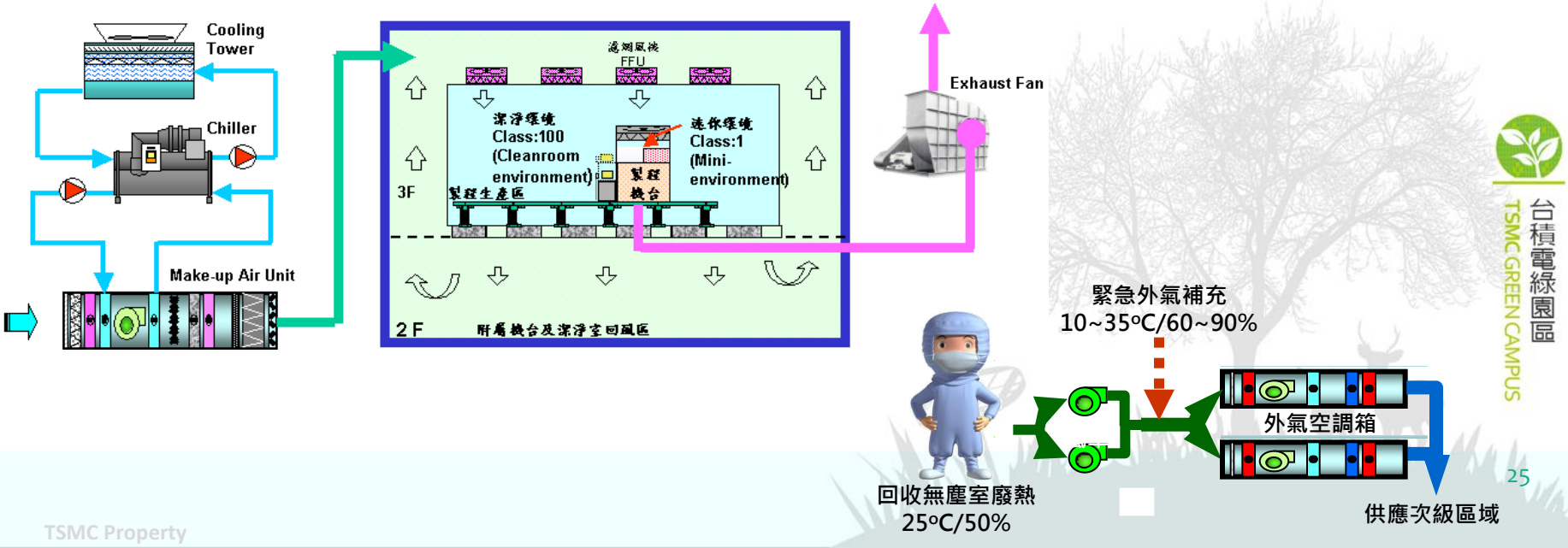


熱回收主機熱水供應流程

TSMC Property

空氣回收

- 供應晶圓廠的無塵室所需的一般排氣量大且花費高，將一般廢熱回收供應至次級區域使用 (回收30%一般廢氣)
- 降低外氣冷卻及除濕之耗能，每年節省運轉電力3百萬度電
- 台積電將製程一般廢熱排氣回收訂定為設計規範，更期望未來能做到廢熱排氣回收，經過更創新的設計供應回製程區



TSMC Property

建材與資源回收成果

- 訂定回收規則，將廢紙、玻璃、塑膠、金屬、物料空桶、廚餘等分類回收，不可有個人垃圾桶。
- 新建專案施工現場設置廢棄物分類收集站管理，工程廢棄物回收率達91%。
- 全公司廢棄物總回收率由民國九十年的65%，提升至民國九十六年的86%，一百零二年回收率更達93.4%。

室內垃圾分類回收箱



永久式廢棄物回收區

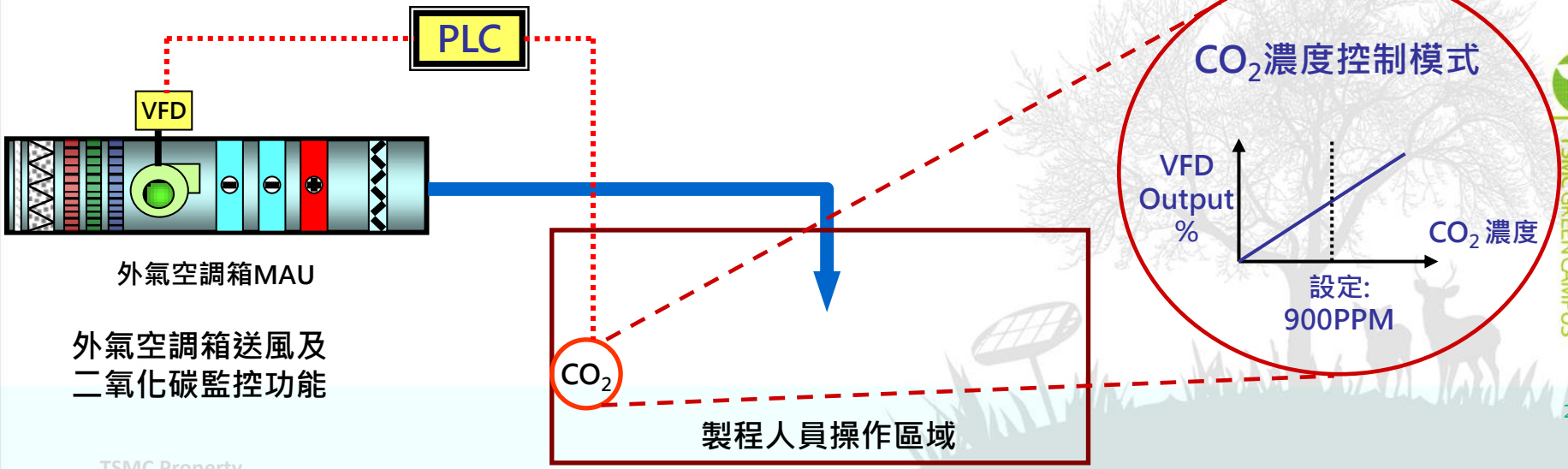


台積電綠園區
TSMC GREEN CAMPUS

TSMC Property

室內環境品質

- 室內噪音防治、自然採光、防眩光燈具選用
- 室內空氣品質CO_2監控功能/外氣量監控，控管室內CO_2 含量，大於900 ppm即增加外氣送風量以維持室內空氣良好品質
- 減少室內裝修建材之使用
- 使用綠建材：低揮發有機物逸散塗料及粘著劑
- 管線採用金屬管材，並以明管配置，以利維修



台積電綠園區
TSMC GREEN CAMPUS

TSMC Property

智能控制系統

- 二氧化碳偵測器(CO_2 Sensor) 依照排放二氧化碳的數值隨時調整空調的送風量，提供與會人士呼吸順暢的開會空間
- 物體感應器 (Occupancy Sensor)開關燈具與空調，會自動控制空調開關，避免無謂的能源浪費
- 空調夜間啟動開關，於夜間節能模式下開啟空調，提供舒適之工作環境與個人化控制機能，兼顧室內空氣品質

CO_2 偵測器



物體感應器



空調夜間啟動開關

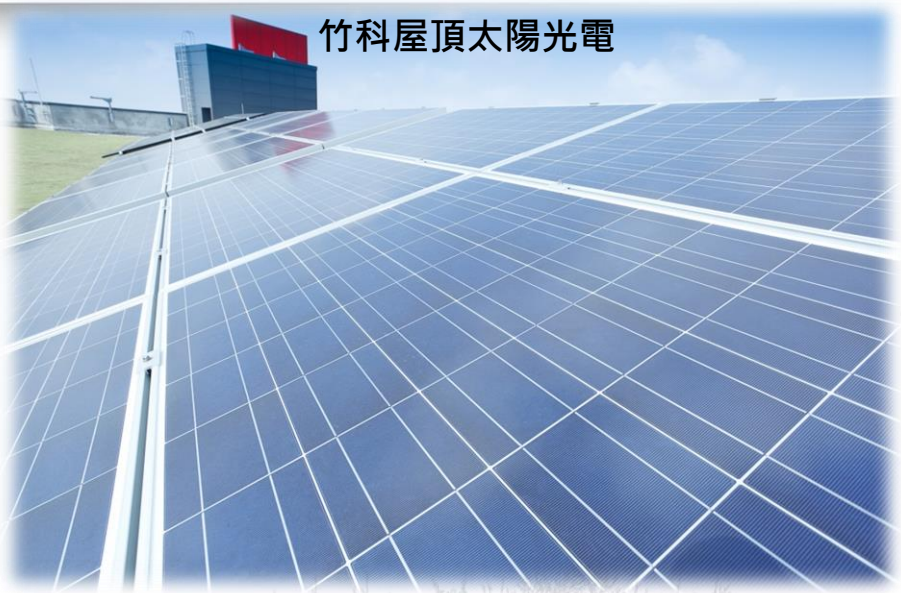


© 2010 TSMC, Ltd.

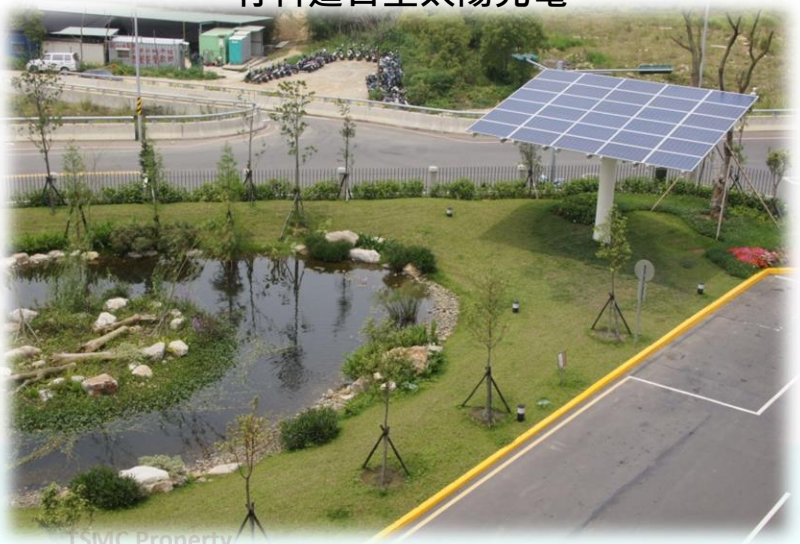
綠色能源應用

- 太陽光電應用
  - 竹科安裝太陽能發電系統24 KWp
  - 中科安裝太陽能發電系統443 KWp
  - 南科預計安裝太陽能發電系統914 KWp
  - 發電量可達1,340,053 kWh

竹科屋頂太陽光電



竹科追日型太陽光電

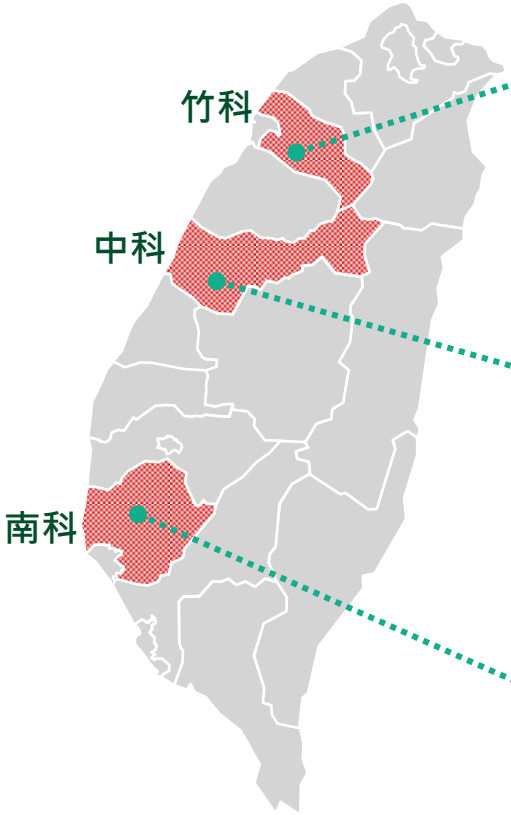


中科太陽光電



TSMC Property

台積電綠園區





十二廠

教育綠園區

綠色廠房、綠色科技、綠生活



十五廠

生態綠園區

生態復育、培育生態志工



十四廠

生活綠園區

結合生產與生態、營造綠生活環境

三生: 生產、生活、生態，三育: 保育、復育、教育

台積電綠園區 TSMC GREEN CAMPUS

TSMC Property


綠地集中最大化


辦公室東側生態池

室內植生牆





TSMC Property

南側陽光綠牆



加勁擋土牆



DSC00452

37/85

生態廊道







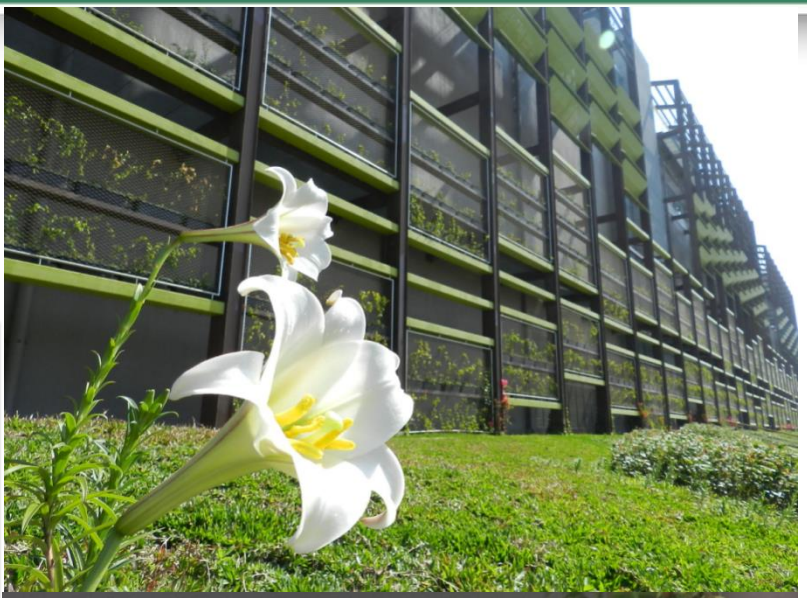




台積電綠園區
TSMC GREEN CAMPUS

© 2010 TSMC, Ltd.

野百合復育與現場小生物

















中科太陽能系統



綠色行動推廣





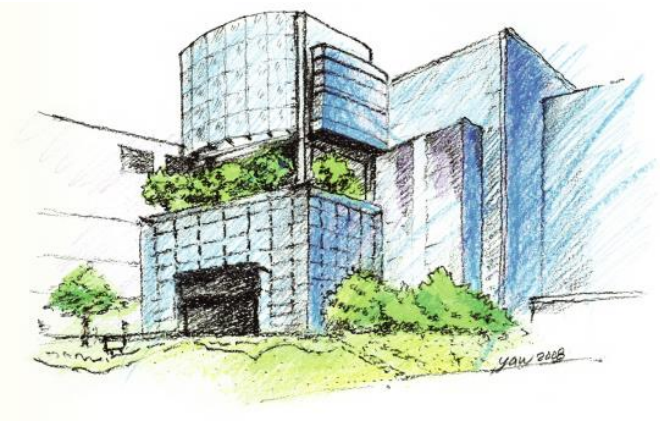


贈書予全國大專院校與公共圖書館

TSMC Property

智慧建築評量系統

- 台積電簡介
- 綠建築評量系統
- 綠建築策略與實務
- 永續綠色生態園區
- **智慧建築評量系統**
- 以人為本的智慧建築設計
- 智慧建築的營運優化



台積電綠園區
TSMC GREEN CAMPUS

© 2010 TSMC, Ltd.

智慧建築標章認證評估與通過原則

- 評估指標

合格級:

四項基礎設施 + 一項功能選項

均需達一般智慧化(60-69分)

銅級:

四項基礎設施 + 一項功能選項

均需達優質智慧化(70-79分)

銀級:

四項基礎設施 + 二項功能選項

均需達優質智慧化(70-79分)

黃金級:

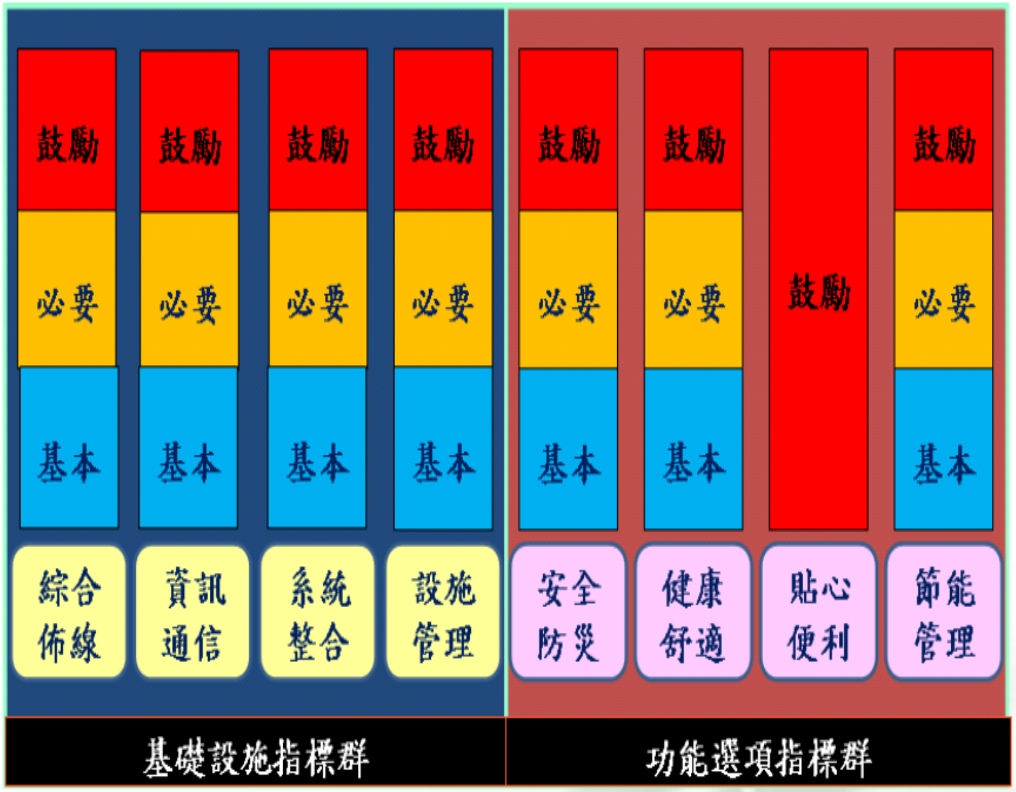
四項基礎設施 + 三項功能選項

需達卓越智慧化(80-100分)

鑽石級:

四項基礎設施 + 四項功能選項

均需達卓越智慧化(80-100分)



台積電綠園區 TSMC GREEN CAMPUS

TSMC Property

辦公室智慧建築標章認證

- 綜合佈線指標
- 資訊通訊指標
- 系統整合指標
- 設施管理指標
- 安全防災指標
- 健康舒適指標
- 貼心便利指標
- 節能管理指標

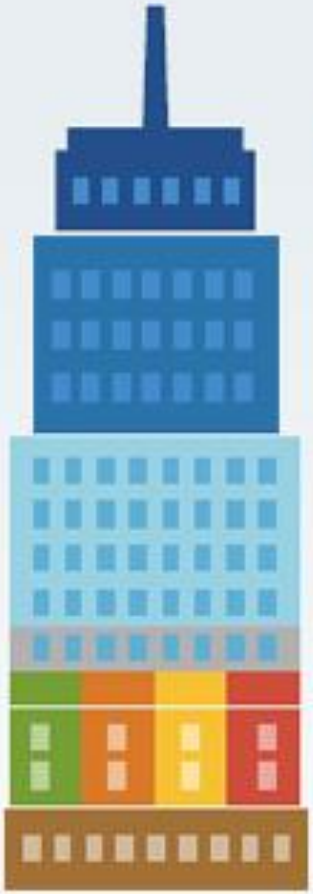


台積電綠園區
TSMC GREEN CAMPUS

TSMC Property

智慧建築進化模式

智慧建築進化模式



智慧化 intelligent

智慧分析

- 運用智慧分析工具擬訂建築營運的最佳化策略
- 找出效能不佳的設備與資產
- 過濾建築警示並設定優先順序
- 採用先進的視覺化儀表板來呈現關鍵資訊，以利決策

互連化 interconnected

自動管理

- 以網路彙整所有關鍵數據，並集中整合至單一管理平台
- 建立營運的效能指標及警示標準
- 系統即時整合資訊、自動判別建築物營運狀況
- 系統自動派發工作，實現自動化的建築管理

感知化 instrumented

掌握全貌

- 在基礎架構中安裝感測器、量測儀、監視器或控制裝置
- 蒐集營運關鍵數據，呈現建築營運的即時動態
- 賦予自動控制的能力

台積電綠園區 TSMC GREEN CAMPUS

結論 I

- 擴展智慧綠建築至智慧綠園區：
  - 採行生態工法 ，培養生態志工，推動生態復育。
- 智慧綠建築未來將繼續朝下列方向努力：
  - 節能技術及持續推動節能志工的服務。
  - 經由ICT技術將無線通訊及量測元件作節能資料整合，並且更進一步能夠控制運轉設備效能。
  - 增加跨系統整合技術將空調、電力、給排水、門禁消防等系統整合並能將各系統有監控能力及資料分析。
  - 智慧化發展投資報酬效益評估。
- 推廣智慧綠建築經驗，著眼永續發展。
- 智慧建築應該是人類生活的延伸。

台積電綠園區 TSMC GREEN CAMPUS

TSMC Property

結論II

- Digital(數位化)
- Interoperable(協同操作性)
- Dynamic(動態化)

台積電綠園區 TSMC GREEN CAMPUS

TSMC Property

謝謝聆聽　敬請指教

台積電綠園區
TSMC GREEN CAMPUS

© 2010 TSMC, Ltd.