

空氣汙染 防制

最佳可行技術

採用最佳可行技術處理營運產生的汙染，降低環境衝擊



強化空汙防制設備監測

利用雙軌管理搭配備援系統及多種汙染物監測儀，執行參數變更管理，確保防制設備正常運作，避免異常事件發生



119 年目標

單位產品空氣汙染物排放量降低 65%
(民國 104 年為基準年)

揮發性有機氣體削減率 > 99%

空汙防制設備異常事件^{註2} < 1 件

113 年目標

單位產品空氣汙染物排放量降低 58%

揮發性有機氣體削減率 > 98.6%

空汙防制設備異常事件 < 1 件

112 年成果

^{註1} 單位產品空氣汙染物排放量降低 50%
目標：58%

揮發性有機氣體削減率 99%
目標：> 98.6%

空汙防制設備異常事件 0 件
目標：< 1 件

適用全球廠區 適用台灣與其他特定廠區 僅適用台灣廠區

超越 達成 未達成

註 1：受全球景氣循環影響，民國 112 年台積公司產能利用率不若預期，單位產品空氣汙染物排放量未達年度目標，將持續投入資源，以最佳可行技術降低環境衝擊

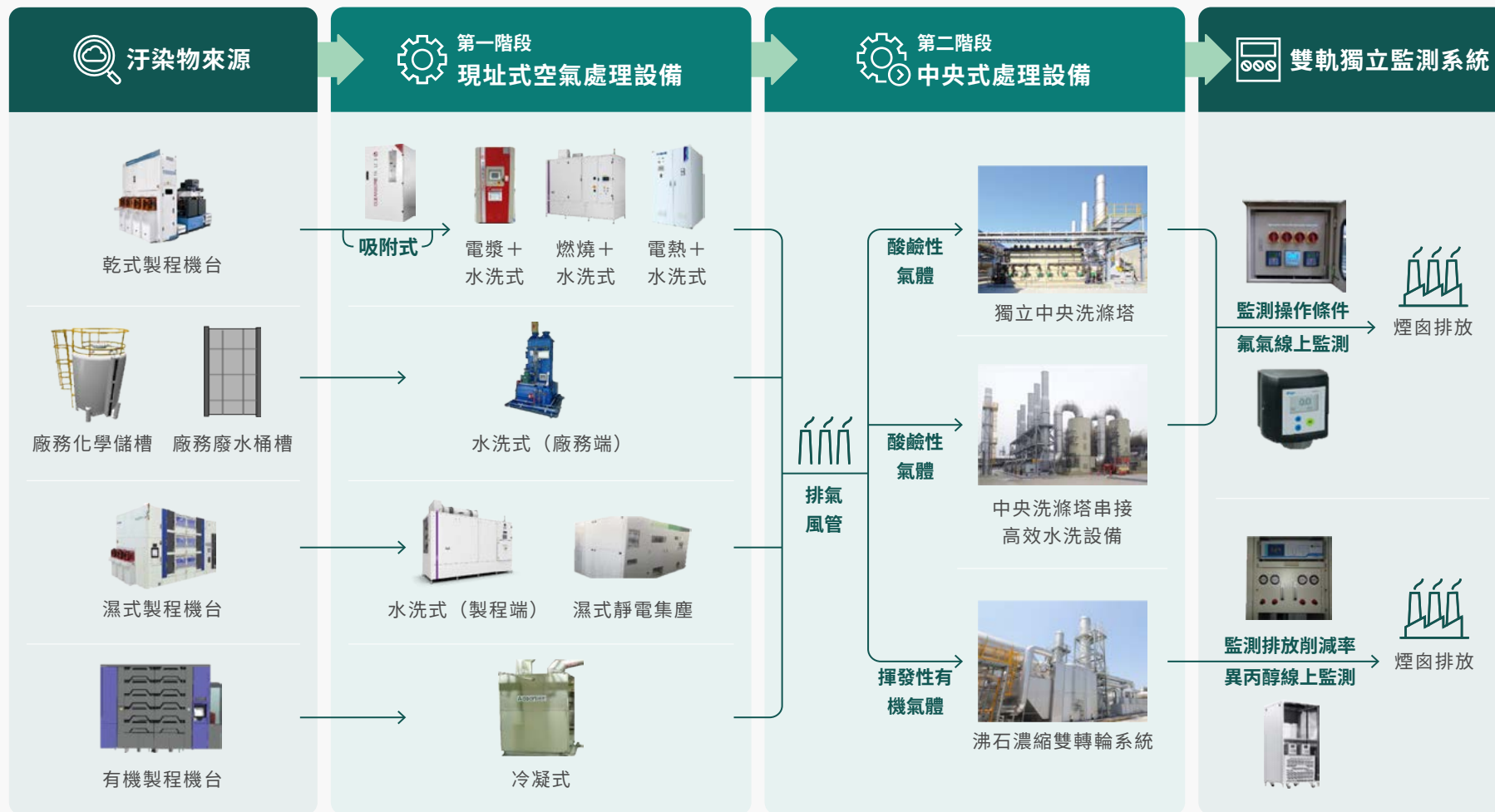
註 2：空汙防制設備異常事件意指設備故障後無備機且無法於 24 小時內修復或停止操作導致異常排放

台積公司致力投入空氣汙染減量，以源頭分流及多段式處理技術強化防制設備效能，民國 112 年揮發性有機氣體削減率達 99%；為持續優化空氣排放品質，針對燃燒式現址式處理設備進行改造作業，開發導入「低氮氧化物均溫燃燒技術」，成功降低 60% 氮氧化物排放量。此外，台積公司亦積極提升空汙檢測效率，民國 112 年創新研發「空汙快篩即時感測儀」快速量測氣體，數據分析時間由 1 週縮短至 1 分鐘，同時以連續式監測取代傳統單筆採樣，可更即時掌握並處理異常汙染源，深化空汙防制效益，落實環境友善。

最佳可行技術

酸鹼性氣體、揮發性有機氣體為半導體製造過程產生的二大類空氣汙染物，為提升排放處理效率，台積公司以「排氣源頭分流與減量」及「末端防制設備強化處理」雙軌並行方式，利用多段處理系統達到最佳可行技術，減緩環境衝擊。酸鹼性氣體依製程尾氣特性進行分流，針對具有毒性、腐蝕性、燃燒性、溫室氣體全氟化物等高濃度的汙染物，先於第一階段高效能現址式處理設備 (Local Scrubber) 進行預先處理，再將含微量酸鹼的氣體送至第二階段中央式處理設備 (Central Scrubber) 進行水洗中和；至於揮發性有機氣體，則依沸點評估是否加裝冷凝式現址式處理設備，最後送至沸石濃縮轉輪系統進行吸附，有效降低其排放量。

空氣汙染防制處理流程



環境實驗室擴大應用

汙染源頭溯源分析檢查

洗滌塔水質管理機制

排放管道管理機制

空汙防制設備監測系統

廠務參數變更管理系統 (現址式空氣處理設備更新導入) **NEW** / 空汙法定係數更新暨查核自動化系統

空汙快篩即時感測儀 **NEW**

現址式處理設備設施分類

製程類別	半導體製程	目標汙染物	控制技術	設備圖示	削減率	即時監控參數	
乾式製程	乾蝕刻 磊晶	腐蝕性氣體	燃燒+水洗		>99%	●天然氣流量 ●氧氣流量	●循環灑水量 ●進氣壓力
		全氟碳化物	燃燒+水洗 (加大流量)				
	乾蝕刻	腐蝕性氣體	電漿+水洗		>95%	●電流安培數 ●循環灑水量	●進氣壓力
		全氟碳化物					
		燃燒性氣體					
	薄膜	腐蝕性氣體	電熱+水洗+加藥		>95%	●反應爐溫度 ●循環灑水量	●pH 值 ●進氣壓力
	擴散	全氟碳化物					
	濺鍍	燃燒性氣體 鹽酸 粒狀物					
離子植入 濺鍍 磊晶	毒性氣體	吸附		>95%	●塔體壓差 ●進氣壓力		
薄膜	氧化亞氮	高溫電熱+水洗		>90%	●反應爐溫度 ●循環灑水量	●進氣壓力	
濕式製程	濕式蝕刻	腐蝕性氣體	加藥+水洗		>95%	●塔體壓差 ●循環灑水量	●進氣壓力 ●pH 值
		有機性氣體					
		酸鹼性氣體 PM _{2.5}	濕式靜電集塵		>90%	●進氣壓力 ●電暈電壓	●電暈電流
有機製程	光阻剝離	高沸點有機物	冷凝		特定高沸點有機物 >95%	●塔體壓差 ●冷凝溫度	
廠務儲槽	化學儲槽	腐蝕性氣體	水洗+加藥 (廠務端)		>95%	●塔體壓差 ●pH 值	●循環灑水量 ●進氣壓力
	廢水桶槽	酸鹼性氣體					

源頭減量與管理—高效能現址式處理設備

因應先進製程技術持續演進，為避免新製程及新化學品衍生空氣汙染風險，台積公司「新機台及新化學品審查委員會」以二階段審查評估其環境安全衛生危害性；第一階段主要確認新化學品相關風險並建立管控機制，第二階段則確認測試排放量對環境的影響，決議排氣分流處理方式及現址式處理設備選用，民國 112 年共執行 404 件審查，包括 141 件新機台、263 件新化學品。

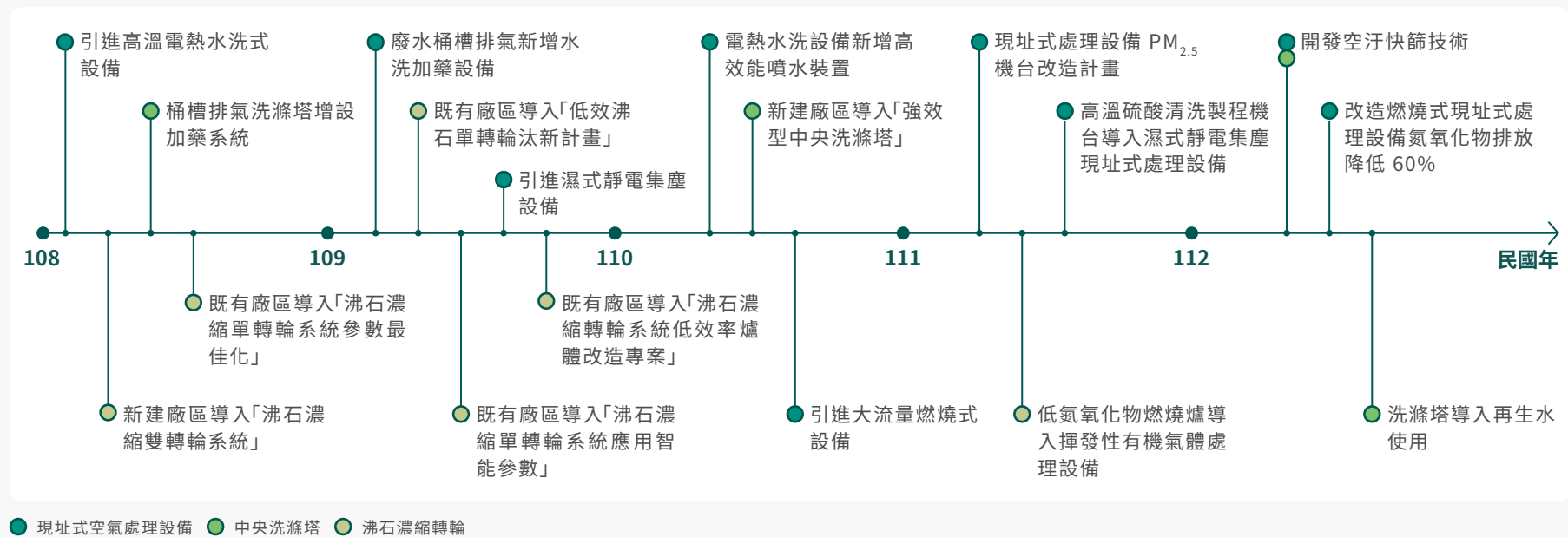
為降低燃燒式現址式處理設備產生的熱力型氮氧化物 (Thermal NO_x)，民國 112 年，台積公司與供應商合作改造設備結構，以甲烷做為還原劑，降低分解一氧化二氮的反應溫度，同時利用氮氣加強混氣效果，使燃燒腔整體達到均溫，避免產生局部高溫，有效降低 60% 氮氧化物排放。此外，台積公司自民國 110 年起針對既有廠區電熱水洗式處理設備規畫為期 3 年的「高效能噴水裝置專案」，至民國 112 年已累計完成改造 874 台，完成率達 100%。

末端防制設備再進化—中央式處理設備

酸鹼性氣體經第一階段處理後，再利用第二階段中央式處理設備進行水洗及酸鹼中和去除汙染物，其中濕式製程因酸鹼性氣體排放量較大，需以中央洗滌塔串聯水洗設備進行二段式水洗，提升汙染物去除率。民國 111 年「台積電南科再生水廠」通水後，民國 112 年南科廠區首度將再生水導入空汙防制設備，強化去除效果，並透過「多元供水整合平台」即時監測用水資訊，提升水質管理。

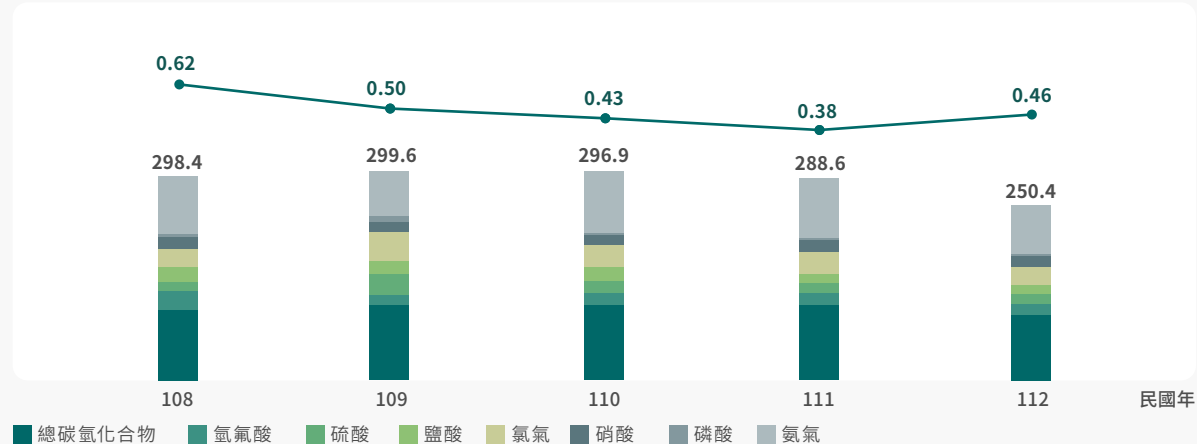
揮發性有機氣體方面，台積公司於既有廠區推動「低效沸石單轉輪汰新計畫」，新建廠區則導入「沸石濃縮雙轉輪系統」，以雙轉輪串聯吸附提升汙染物去除成效，民國 112 年揮發性有機氣體削減率達 99%，持續提升防制效率。此外，沸石轉輪吸附的濃縮氣體進入燃燒爐後，因高溫裂解去除汙染物時亦會產生氮氧化物的二次汙染，民國 112 年新建廠區晶圓十八廠第 8 期廠區、晶圓二十廠、晶圓二十二廠、先進封測六 B 廠已導入低氮氧化物燃燒爐，並列為標準設計，以低氧燃燒與流場控制技術降低氮氧化物排放量，友善環境。

空汙防制設備系統發展時程



空氣汙染物歷年排放量及單位產品排放量

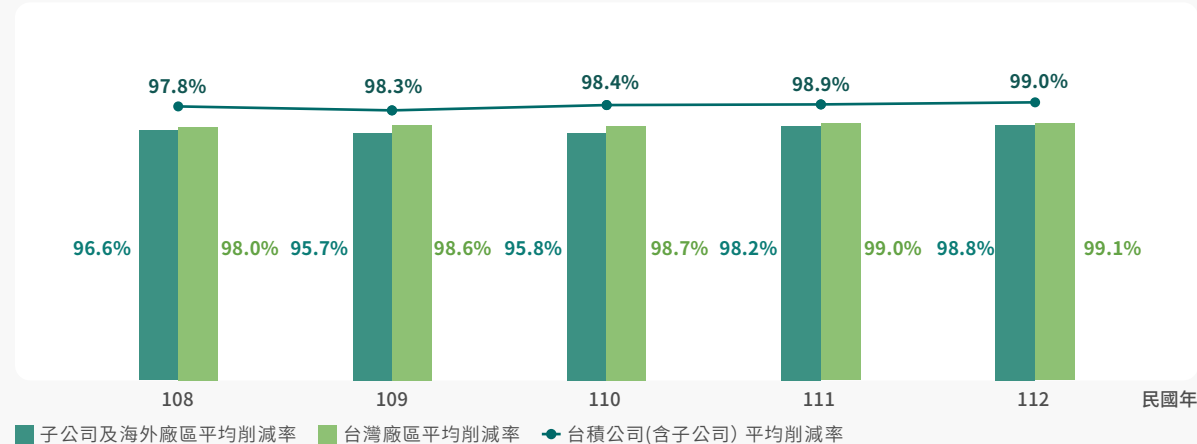
單位：公噸



● 單位產品空氣汙染物排放量 (公克/十二吋晶圓當量-光罩數)

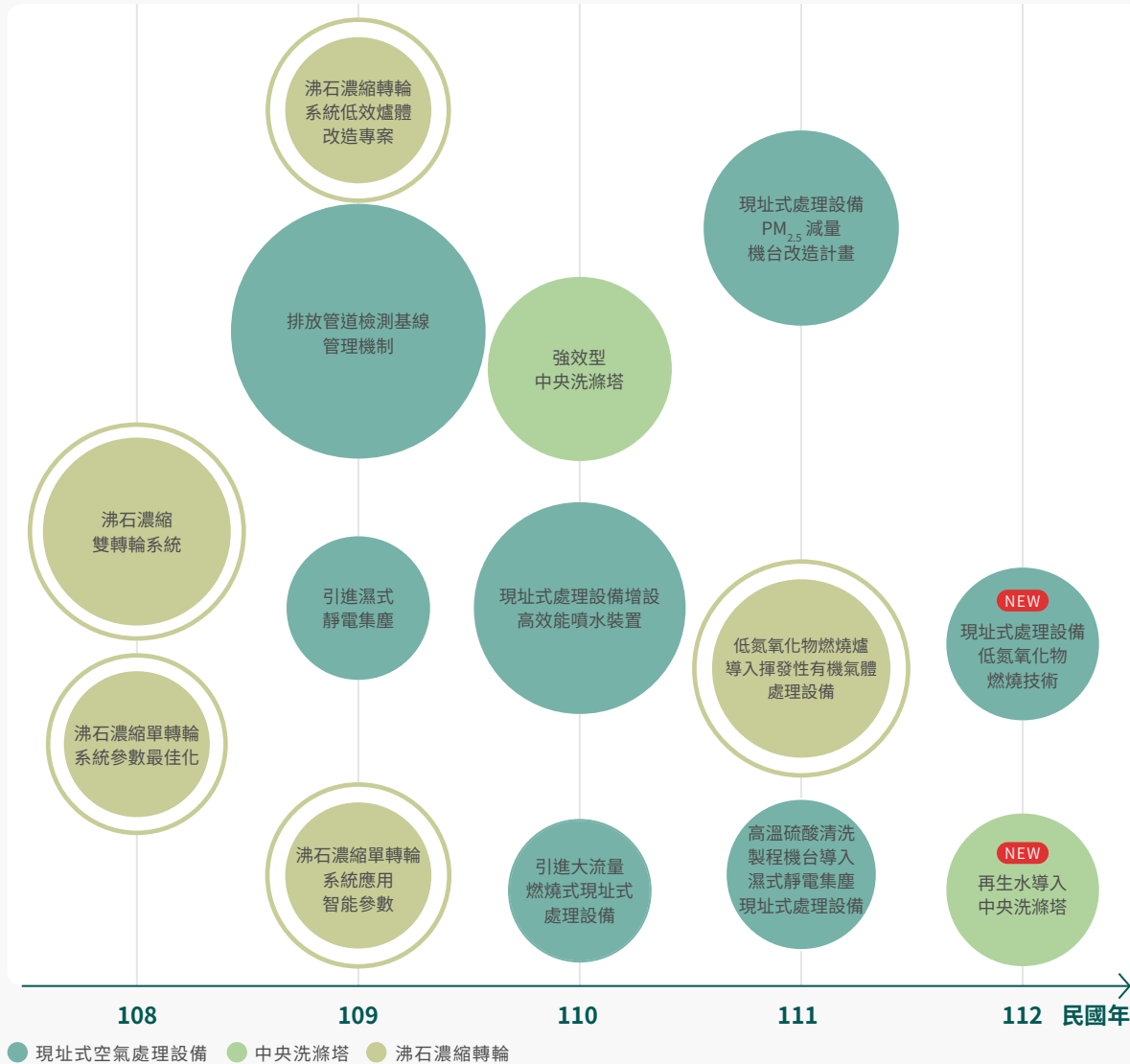
註：台積公司空氣汙染物排放量依各地法規項目申報

揮發性有機氣體歷年削減率



註：數據範圍涵蓋台灣廠區、台積電（中國）、台積電（南京）、采鈺公司，TSMC Washington, LLC 因應當地法規，無須納入削減資訊

歷年防制技術可行性與減量成效評估圖



註 1：圓圈大小為該項技術防制的排放減量成效

註 2：單層圓圈為現址式/中央式處理設備，雙層圓圈者為沸石濃縮轉輪系統

環境實驗室精進防制處理效果

台積公司致力空汙排放減量，透過環境實驗室管控空氣排放、放流水及周界環境監測，民國 112 年進一步擴大檢測項目，煙道部分新增氮氧化物、二氧化碳、氯氣檢測，並針對現址式處理設備開發溫室氣體去除效率檢測技術，同時持續深入調查排放源頭，進行中央式處理設備的排氣風管採樣、鎖定製程尾氣異常排放範圍，進而確認上游機台氣體及化學品使用特性，提升防制設備處理效率及覆蓋率；全年共針對 3,131 支排氣風管、支管及設備單元效能驗證檢測採樣，處理 39 支超出內控排量的煙道、協助 9 項溯源調查找到主要污染源，進而調整相關防制設備參數，使其以最佳效率運行。

為更快掌握檢測數據並執行改善作業，民國 112 年台積公司建置「空汙/水汙數據 e 化與異常追蹤平台」，透過平台整合數據及自動化分析，降低人工判讀可能產生的誤差，並可針對異常數據即時發送通知予相關單位進行處理、優化改善效率，落實汙染防制全方位管理。此外，民國 112 年亦新增放流水的全氟/多氟烷基物質檢測，總計 30 種檢測項目，並依「放流水及洗滌塔水質管理機制」每季檢測水質，確保空汙防制設備穩定運轉。

環境實驗室三大應用面向

<p>空氣排放</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 排放煙道管理機制 ● 深入排放源頭溯源調查 ● 氮氧化物、二氧化碳、氯氣檢測 NEW ● 溫室氣體去除效率檢測技術 NEW ● 空汙數據 e 化與異常追蹤 NEW
<p>放流水</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 放流水及洗滌塔水質管理機制 ● 全氟/多氟烷基物質檢測 NEW ● 水汙數據 e 化與異常追蹤 NEW
<p>周界環境</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 機動性空品車周界監測 ● 竹南、中科、南科設置固定測站



強化空汙防制設備監測

除提升空汙防制設備運轉穩定性，台積公司於各排放管道額外建置總碳氫化合物監測儀、異丙醇／氟氣線上監測儀等設施，把關數值並即時確認實際排放量，且為避免人為疏失導致資料誤植或遺失，亦透過「空汙申報法定係數更新暨查核自動化系統」、「廠務參數變更管理系統」、「廠務監控及數據收集系統」監控處理設備操作參數，有效掌握申報資訊正確性。民國 112 年，因應製程演進及擴廠需求，現址式處理設備數量眾多且控制參數繁雜，台積公司更新廠務參數變更管理系統，將現址式處理設備關鍵控制參數列入變更管理，可自動查核 3 萬餘台設備參數設定，準確性達 100%。

為確保防制設備運作維持最佳狀態，所有設備均採用「N+1」模式運轉，至少設置一套備援系統，同時導入雙軌獨立監控系統及設置異常警報機制，一旦發生故障，廠務、工安環保單位可立即進行緊急修復或開啟備援設備，將損失風險降至最低，並結合不斷電系統的電力輔助，達到防制設備零失效的管理目標。民國 112 年，無發生空汙防制設備異常事件，亦無因違反空汙法衍生的相關罰則及費用產生。

焦點案例

開發低氮氧化物均溫燃燒技術，降低排放量 60%

為提升空氣排放品質，台積公司針對空汙防制設備運作過程產生的氮氧化物 (NO_x) 啟動減量計畫，繼攜手供應商改良揮發性有機氣體防制設備燃燒爐減少 65% 氮氧化物排放後，進一步進行燃燒式現址式處理設備的改造作業。因現址式處理設備以高溫裂解方式去除晶圓製造過程產生的揮發性有機化合物 (VOCs) 及全氟烷化合物 (PFCs) 時，空氣中的氮氣 (N₂) 會與氧氣 (O₂) 反應生成熱力型氮氧化物 (Thermal NO_x)，為降低裂解反應所需溫度並避免局部高溫產生，台積公司以甲烷 (CH₄) 做為還原劑，將一氧化氮還原成氮氣 (N₂) 與二氧化碳 (CO₂)，減少氮氧化物生成，並利用氮氣 (N₂) 做為載流氣體，加壓提升反應腔內混氣效果，減少局部高溫區域、增加低溫區域溫度，使反應腔體整體溫度更均勻，優化特殊氣體處理效率並降低燃料使用。

民國 112 年，台積公司於晶圓十八 B 廠進行燃燒式現址式處理設備改造與導入測試，成功減少 60% 氮氧化物排放，並列入新建廠區標準設計，同時研究串接中央洗滌塔進行二次處理的可能性，以降低更多氮氧化物生成。



台積公司改造燃燒式現址式處理設備，減少氮氧化物排放

焦點案例

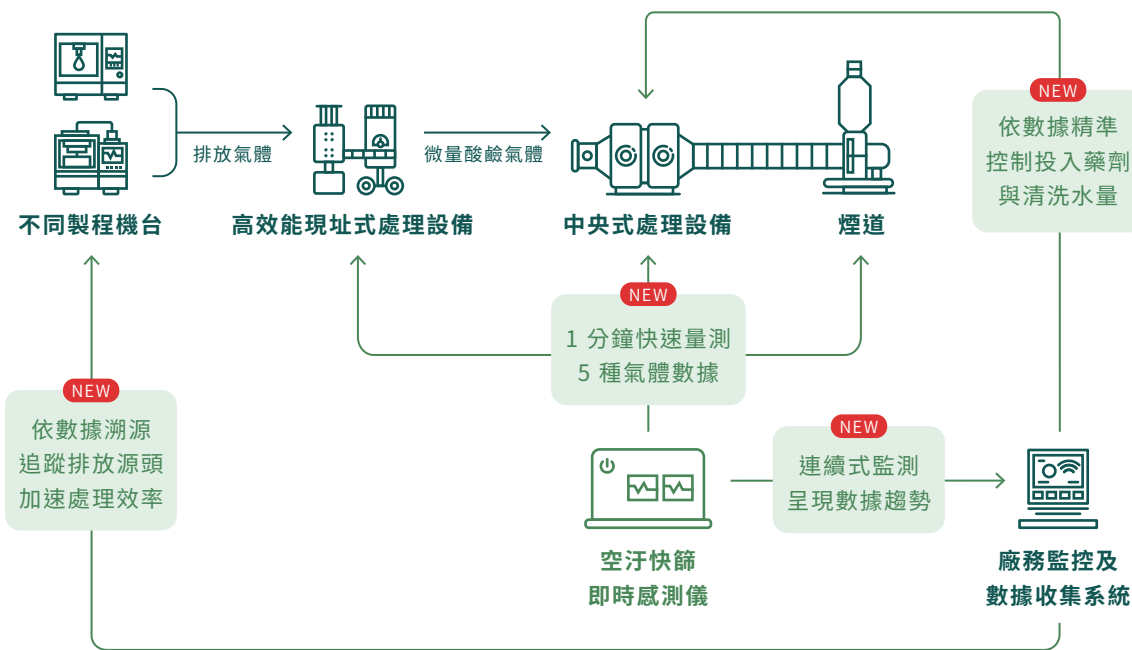
創新空汙即時快篩技術，1 分鐘取得氣體濃度數據

台積公司的全廠煙道檢測、排放溯源調查及現址式處理設備效能驗證作業，過往皆使用人工採樣分析，採樣及檢測過程繁雜；有鑑於環保法規日趨嚴格，標準煙道排放酸氣除總量管制外，亦將單一煙道排放濃度納入列管項目，為更快速掌握煙道汙染狀況及改善成效，台積公司自主開發「空汙快篩即時感測儀」，將交變電流共振固體與氣體感測技術應用於製作酸鹼排氣即時感測器，以特殊電極結構感測氣體物理訊號，可同時檢測氨、氫氟酸、鹽酸、硫酸、硝酸 5 種氣體，數據取得時間由 1 週大幅縮短至 1 分鐘。此外，不同於過去人工採樣僅能呈現單一時間點的數據，空汙快篩即時感測儀可同步連接線上即時監控系統，透過連續式監測及圖表形式呈現數據趨勢，除更即時發現異常汙染源，並能依煙

道排放氣體與粒狀汙染物狀態，評估投入的藥劑最適量，可更精準調整酸鹼值、導電度及控制清洗水量，不僅優化處理程序、妥善運用藥劑資源，亦降低現場作業人員採樣接觸酸鹼氣體的風險。

民國 112 年，空汙快篩即時感測儀已導入晶圓二廠、晶圓五廠、晶圓十五 A 廠、晶圓十八 A 廠、晶圓十八 B 廠，台積公司亦持續評估應用於氯氣、含氟化物、氮氧化物等其他氣體監測的可行性與效益，持續落實空汙減量，朝零排放願景邁進。

「空汙快篩即時感測儀」執行效益



台積公司開發空汙快篩即時感測儀，優化檢測效率