

霧裡瑕疵更清晰

# 暫態表面改質之品質檢測技術



想過晶瑩剔透的透明車燈殼，怎麼檢查上頭細細的刮痕瑕疵嗎？用人力檢查太沒效率，用自動光學檢查又一堆反光，辨識誤判率高。工研院的「暫態表面改質之品質檢測技術」，利用冷卻水珠霧化工件表面，提高檢測效率，檢測完水珠自然揮發，既環保又有效率，因而入圍2020年「全球百大科技研發獎」。



工研院的「暫態表面改質之品質檢測技術」，利用冷卻水珠霧化工件表面，提高檢測效率，檢測完水珠自然揮發，既環保又有效率。

撰文／劉映蘭

位於臺南的一間進口車燈製造廠裡燈火通明，10幾年檢測經驗的老技師正拿起一組車燈燈罩殼，準備檢測產品上是否有刮痕、油污、撞傷、擦傷等瑕疵。老技師在檢測燈罩需透過強光燈照明並多次翻轉燈罩，觀察表面經過光線照射下瑕疵的反射情形。

透明物體的檢測難度在於，不同材質或表面弧度等因素而散射或穿透，進而影響瑕疵的判斷。然而，長期處於強光的環境，除了對檢測人員的眼睛造成不可逆的損害，得到青光眼、白內

障的風險也增加許多。

而高反光的金屬物體，譬如水五金，需要進行表面的外型檢測，傳統利用3D感測器去做外型輪廓掃描檢測時，由於表面反光使得掃描結果不清楚或雜訊過多而掃描失敗，因此需要噴灑一層消光粉，消光粉噴灑的均勻性除了影響輪廓掃描結果，噴灑在檢測物品上的消光粉也難以去除，檢測速度慢，粉末價格昂貴，「因此現行的檢測只能用抽檢的方式，無法有效驗出精確的產品良率，消光粉也成為環境污染源，」工研院機械與

機電系統研究所經理蔡雅惠說。

為有效改善現行檢測法的硬傷，工研院團隊希望可以找出讓師傅不必受強光所苦，又能準確有效地完成檢測的創新解方。

## 一碗拉麵 啟發人工霧化靈感

所謂萬事起頭難，剛開始團隊也是一籌莫展，直到某天聚餐，戴眼鏡的同仁正準備要吃熱騰騰的拉麵時，眼鏡瞬間起霧，白茫茫的一片什麼都看不到，「正是這個起霧的眼鏡給了我們靈感！」蔡雅惠說，這個不經意的發現，讓他們想到可以運用人工霧化的方式，改變高反光或透明工件表面特性，使品檢特徵變得更容易被察覺，於是團隊開始用「冷凝法」進行試驗。

研發人員首先打造一個冷卻室，再降低室內的溫度，利用內外溫差，使工件離開冷卻室後表面凝結出水珠，再透過觀測表面光的折射情形，折射不同處即是瑕疵點所在位置。

「作法聽起來簡單，實際操作起來卻大有難度，」蔡雅惠解釋，冷凝法的關鍵在於溫度的控制，研發過程中，有時會因冷卻溫度太低，使物體表面或噴嘴結霜；有時溫度不夠低，物體霧面會太快散去，也無法進行檢測。因此團隊必須多

次反覆調整冷卻時間與溫度，找出最佳參數與起霧時間，「每換一次不同的檢測材料，又得重新試驗，有幾次我們研究人員的手都被凍傷，」他十分心疼。

此外，因內外溫差大，容易在表面產生水珠凝結，一旦實驗時間太久，整個冷卻室外都是水，也不利導入實際應用。最終團隊改以泡棉包覆冷卻室，不僅迅速冷卻，還可防止冷卻室外水珠凝結，這才有效穩定檢測環境。

從塑膠車燈罩，到家用衛浴的水龍頭水五金，以及抬頭顯示器的玻璃成像，光是這3類的暫態表面改質檢測技術，每一項材質研發人員都做了上千次的研究與試驗，才找出最適合的冷凝參數。如今這項檢測技術，不只適用於車燈，對於其他亮面、高反光面、透明的材質也能輕鬆檢測，在拓展玻璃、水五金等市場也有極大助益。

## 瑕疵無所遁形 成為MIT最強後盾

臺灣汽車零組件是極具外銷競爭力的產業，其中8成產值為外銷，包括車燈、保險桿、葉子板、後視鏡等；而臺灣的水五金產業也是以出口為主，供應全球一半以上的水龍頭，每年產值約新臺幣600億元。兩項外銷尖兵，背後都有高水準的檢測瑕疵技術，為出口品做最嚴格的把關。

這項技術不僅能讓工件表面霧化時間降為10秒，使用過後的水珠可自然揮發更環保，將視覺感測範圍從反射率20%~80%延伸為10%~99%反射率，擴大工件檢測範圍，幫助自動檢測系統更有效檢出瑕疵，使隱藏的瑕疵無所遁形，抽檢改為全面檢驗，失誤率調降到10%以下。

目前已有汽車零組件廠慕名洽談，將應用於抬頭顯示器的玻璃檢測，未來也可應用於透明或高反光的零組件、半導體石英、鏡面、透明玻璃等多項檢測過程，隱藏瑕疵從此無所遁形。這項兼具環保與檢測效率的創新應用，不僅獲得2020年全球百大科技研發獎的入圍肯定，也成為MIT品質保證的最強後盾。■



這項技術不僅能讓工件表面霧化時間降為10秒，將視覺感測範圍從反射率20%~80%延伸為10%~99%反射率，擴大工件檢測範圍。