

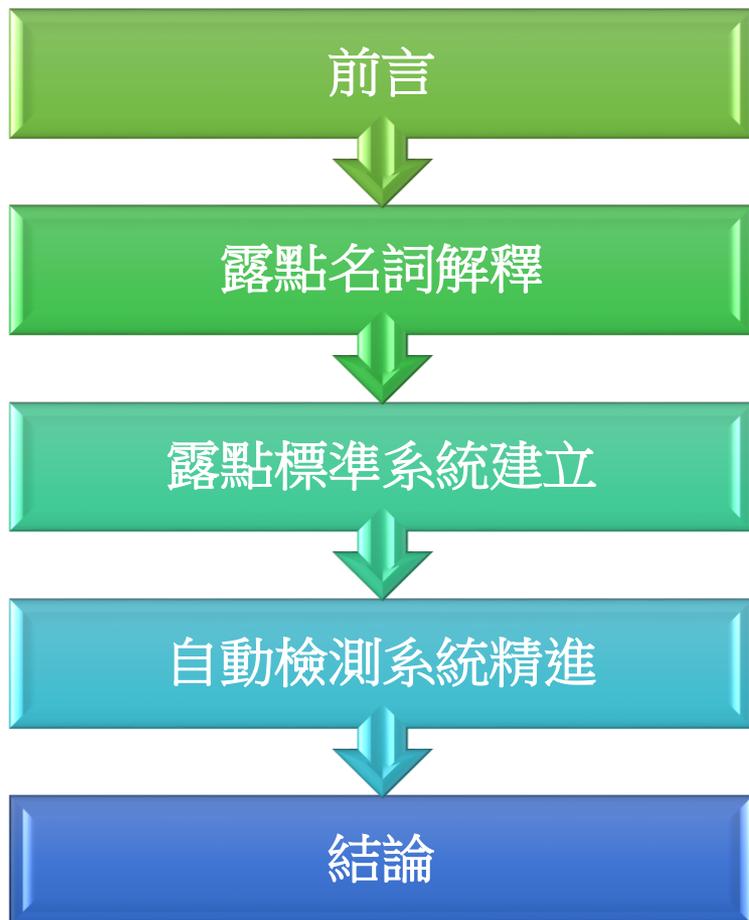
露點計量標準與校正之研究

朱仁誠 [宇田控制科技(股)公司]

蔡明忠 [國立臺灣科技大學 自動化及控制研究所]

張君豪 [國立臺灣科技大學 自動化及控制研究所]

2016年11月02日



前言



國際市場激烈競爭



檢測、標準瓶頸



代理歐美品牌

- ✓ 露點
- ✓ 溫濕度
- ✓ 壓力
- ✓ 流量
- ✓ 氣體

研發自有品牌

- ✓ 產品設計、製造、改良
- ✓ 產品線上檢測
- ✓ 推廣



NTUST

台科大產學合作

建立檢校實驗室

- ✓ 產品參數可追溯性
- ✓ 標準齊一性
- ✓ 國內外認可性
- ✓ 低不確定度



工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

工研院量測中心

產研合作

TAF二級
校正實驗室

宇田公司發展簡介

露點名詞解釋

空氣的組成

- 氮氣. 氧氣. 二氧化碳. 水蒸氣.....

外觀

- 無形氣體
- 雲霧狀態已為結露的形體

水蒸氣容納限度

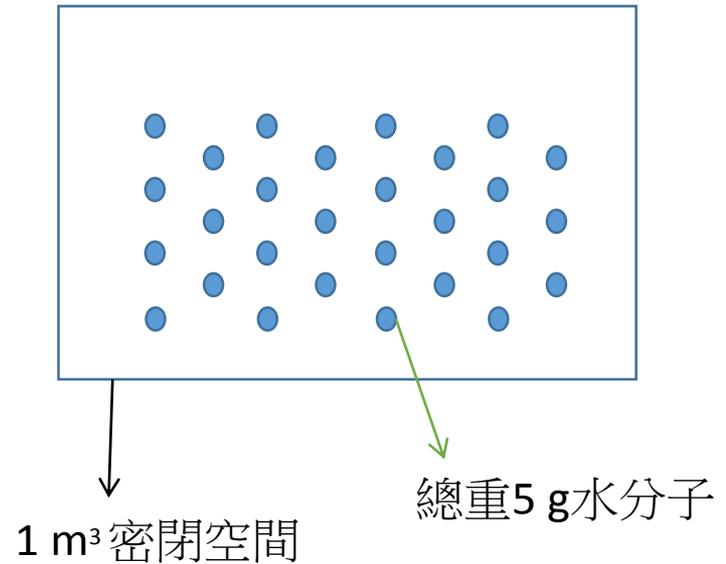
- 空氣溫度愈高, 可容納愈多水蒸氣

超過容納上限

- 凝結成液態水
- 稱為結露現象

露點名詞解釋

- 絕對濕度 (g/m^3)
 - 5 公克/立方公尺
- 露點 ($^{\circ}\text{C}$)
 - 0.4°C
- 相對濕度 (%)
 - $20^{\circ}\text{C} \rightarrow 28.9\%$
 - $11^{\circ}\text{C} \rightarrow 50\%$
 - $0.4^{\circ}\text{C} \rightarrow 100\%$



露點溫度 (Dew point temperature)

- 在固定氣壓之下，空氣中所含的氣態水達到飽和而凝結成液態水所需要降至的溫度。
- 在此溫度時，凝結的水飄浮在空中稱為霧、而沾在固體表面上時則稱為露，因而得名「露點」。

霜點

- 當露點降到冰點以下時，此時從空氣中析出的水氣並不會結成液態水，而是直接凝固成固態的冰。
- 微細的冰粒沾在其他物體的表面上形成霜，這時的露點將被稱為霜點 (Frost Point) 。



冷鏡面式露點儀

- 利用對鏡面加熱與制冷的動作，使鏡面水氣達到飽和結露的狀態，並量測在結露時的臨界溫度，而得露點溫度。



高分子聚合物傳感器

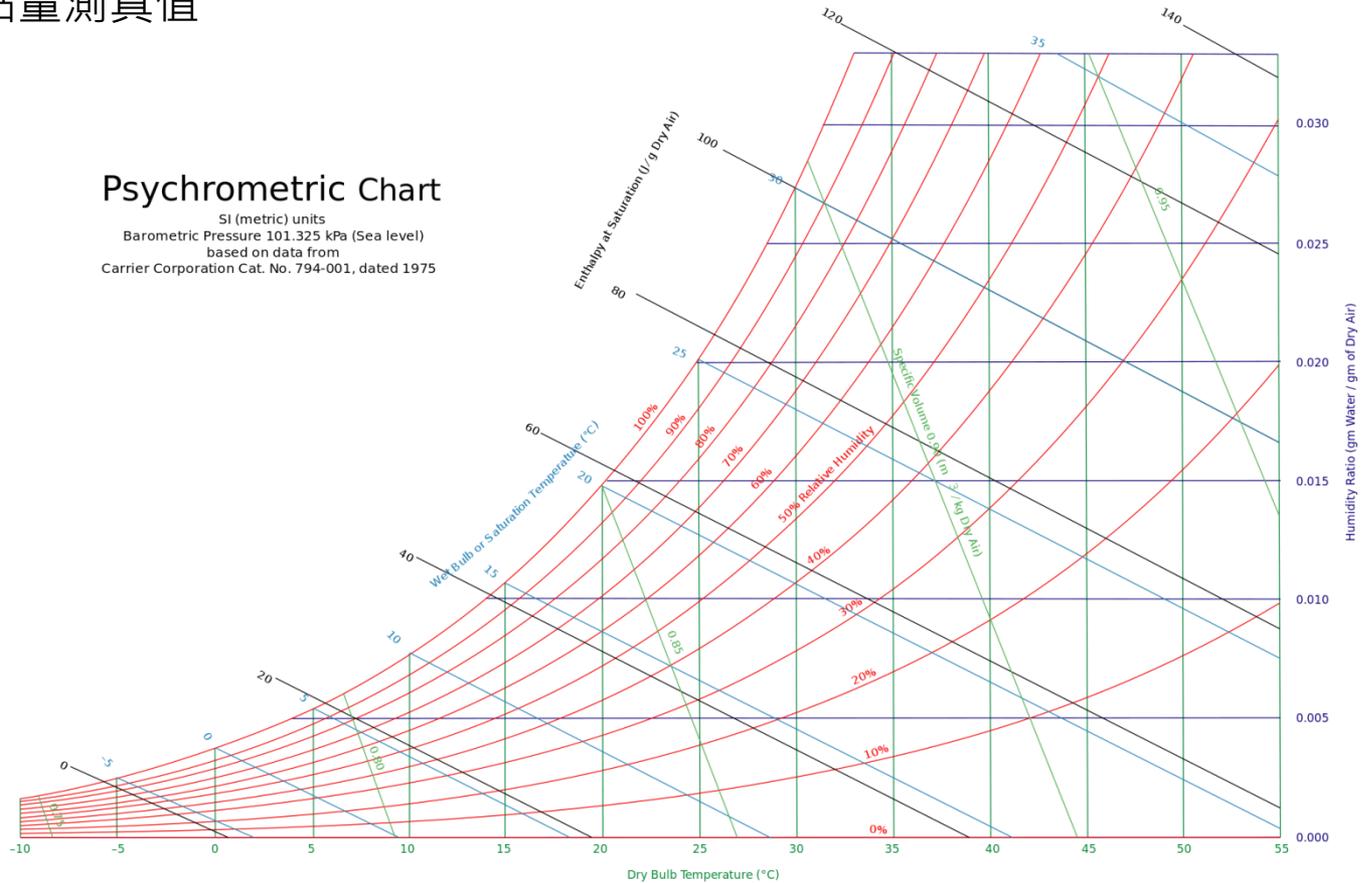
- 利用對濕氣有特殊反應的材料，並配合當時量測的環境溫度，計算出當下露點值，製作成露點傳感器。

低露點量測技術瓶頸

- 低濕環境無法穩定產生
- 難以得知露點量測真值

Psychrometric Chart

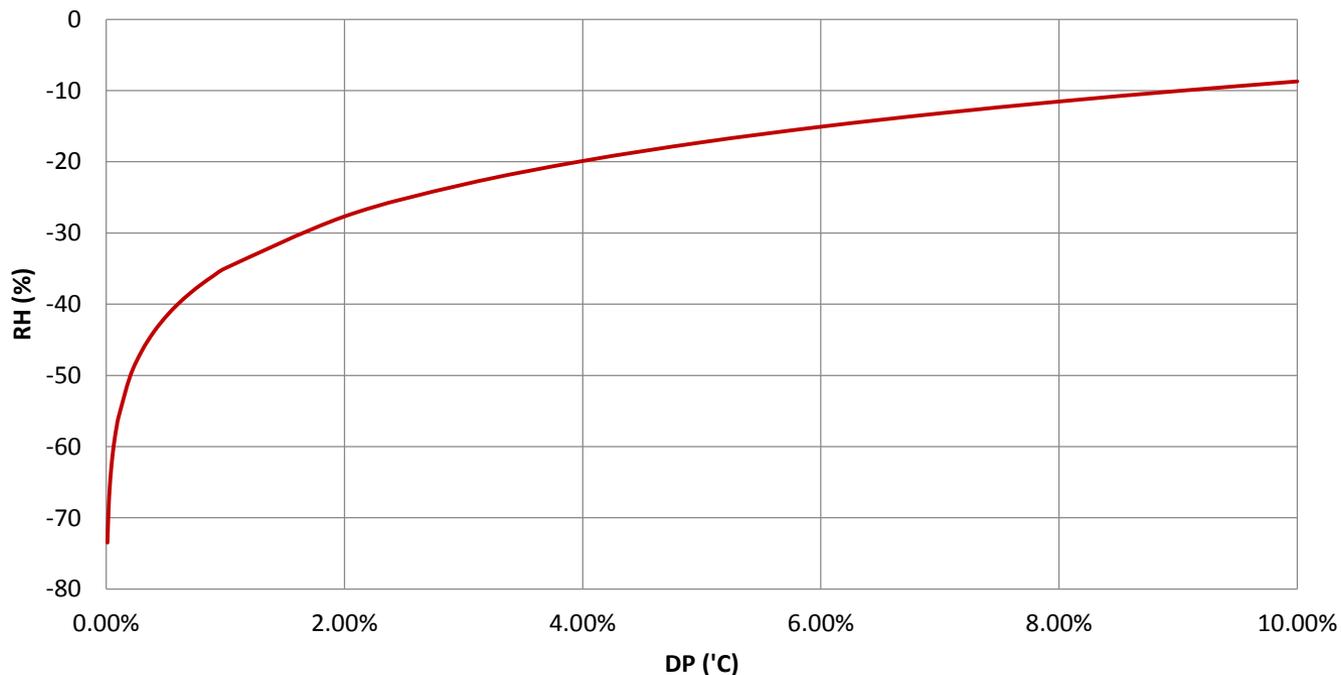
SI (metric) units
 Barometric Pressure 101.325 kPa (Sea level)
 based on data from
 Carrier Corporation Cat. No. 794-001, dated 1975



低露點量測技術瓶頸 (以環境溫度25°C為例)

- 霜點 -65°C = 相對濕度0.017% = 5.44 ppmv
- 即使以5N5純度氮氣製造環境, 也僅可到達此露點環境

25°C露點曲線



- 與工研院量測中心合作建立校正標準
 - 產生穩定低濕環境
 - 更換管路材質
 - 減少閥件
 - 腔體改良
 - 取得正確量測值
 - 使用具追溯性之露點產生器
 - 採用具追溯性之冷鏡面式露點儀

露點標準系統建立

建立校正標準



使產品量測更接近於真值



建立TAF二級校正實驗室
(ISO/IEC 17025)



露點校正實驗室

自動檢測技術精進



使產品檢測量值趨於穩定



建立自動校正檢測系統

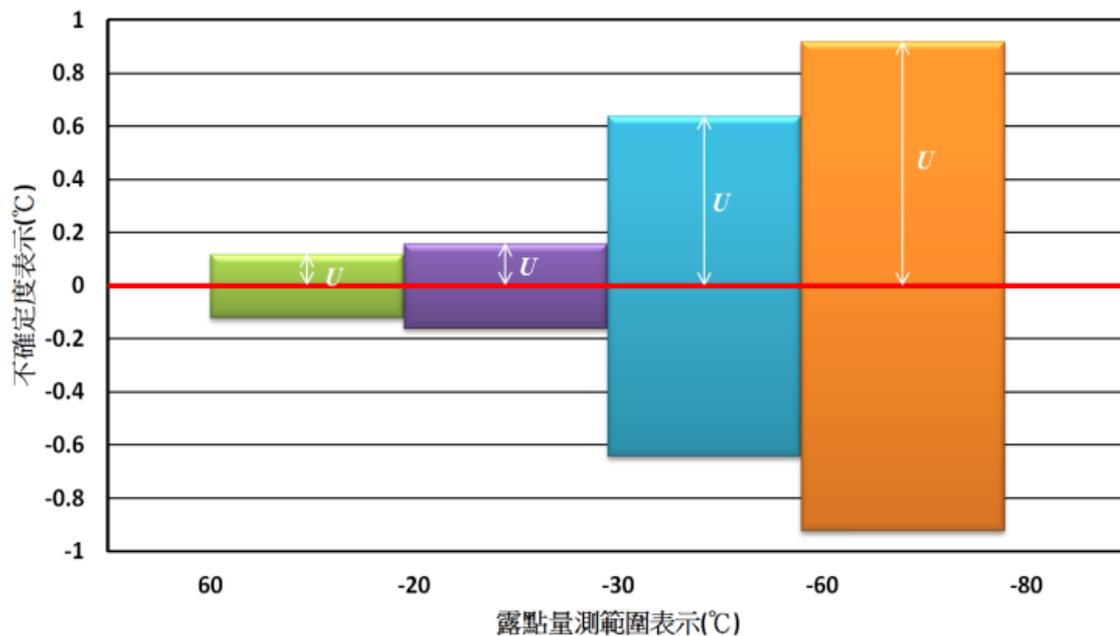


應用量測技術精進檢測

• TAF二級校正實驗室-露點校正系統

系統名稱	露點計
校正範圍	-80 °C ~ 60 °C
擴充不確定度	0.14 °C ~ 0.97 °C

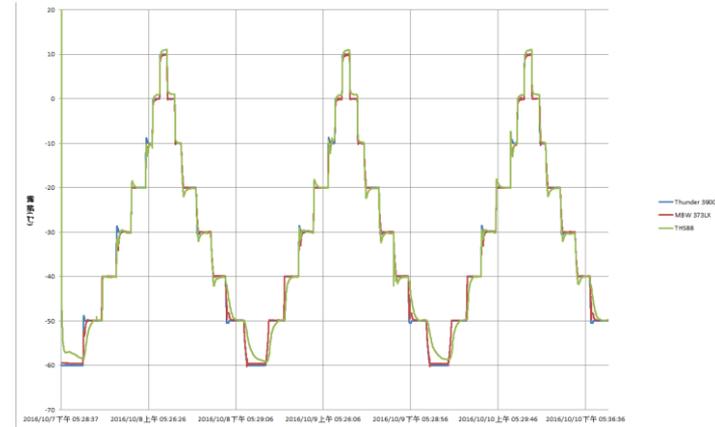
露點校正範圍	擴充不確定度
$-20\text{ °C} \leq \text{DP} \leq 60\text{ °C}$	0.14 °C
$-30\text{ °C} \leq \text{DP} \leq -20\text{ °C}$	0.19 °C
$-60\text{ °C} \leq \text{DP} < -30\text{ °C}$	0.69 °C
$-80\text{ °C} \leq \text{DP} < -60\text{ °C}$	0.97 °C



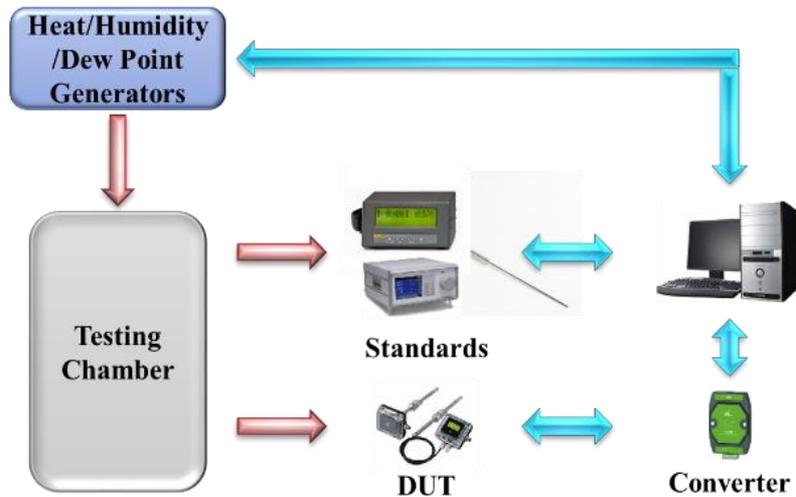
自動檢測系統精進



自動檢測軟體



產品三循環檢測曲線



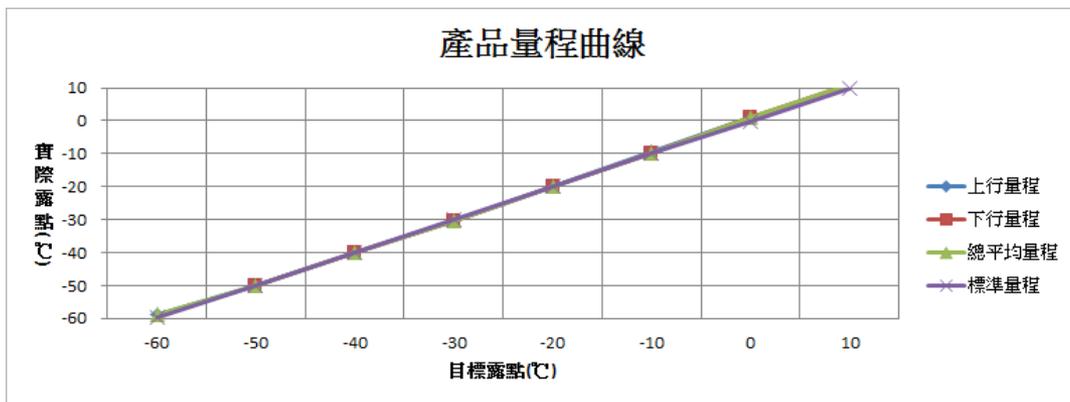
線上檢測架構示意圖

三循環檢測 (IEC 61298)

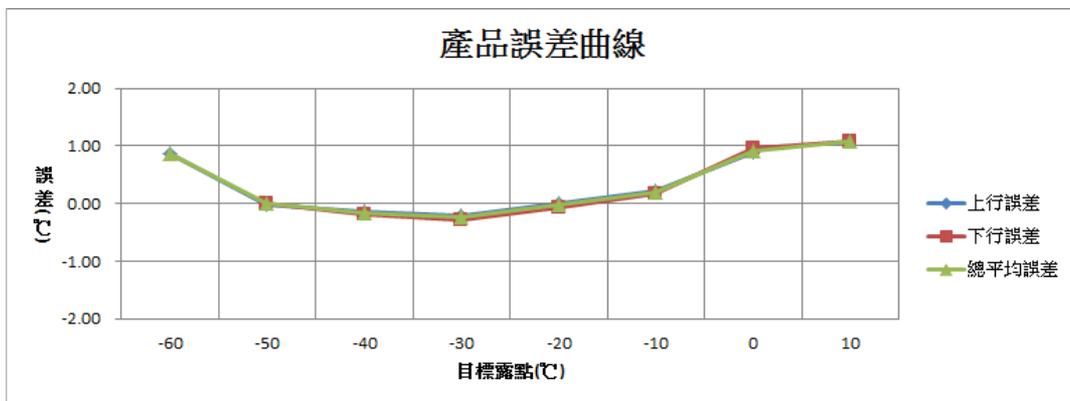
單位(°C)	實際輸出												循環平均				總量程	
	第一循環				第二循環				第三循環				標準		實際		標準量程	總平均量程
	標準		實際		標準		實際		標準		實際		上行	下行	上行量程	下行量程		
目標露點	上行	下行	上行量程	下行量程	標準量程	總平均量程												
-60	-59.62		-58.51		-59.65		-59.15		-59.65		-58.70		-59.64		-58.79		-59.64	-58.79
-50	-49.87	-49.86	-50.01	-49.94	-49.85	-49.86	-49.83	-49.83	-49.86	-49.88	-49.81	-49.82	-49.86	-49.87	-49.88	-49.86	-49.86	-49.87
-40	-39.94	-39.92	-40.18	-40.20	-39.93	-39.92	-40.08	-40.12	-39.94	-39.92	-39.99	-39.98	-39.94	-39.92	-40.08	-40.10	-39.93	-40.09
-30	-30.03	-29.97	-30.24	-30.25	-29.99	-29.96	-30.21	-30.21	-29.94	-30.02	-30.17	-30.32	-29.99	-29.98	-30.20	-30.26	-29.98	-30.23
-20	-20.05	-20.01	-20.08	-20.10	-20.03	-20.06	-20.02	-20.13	-20.03	-20.06	-20.00	-20.08	-20.04	-20.04	-20.03	-20.10	-20.04	-20.07
-10	-10.09	-10.03	-9.99	-9.95	-9.29	-10.04	-9.05	-9.83	-10.11	-10.11	-9.78	-9.88	-9.83	-10.06	-9.61	-9.89	-9.94	-9.75
0	-0.11	-0.07	0.91	0.99	-0.06	-0.03	0.79	0.90	0.02	0.02	0.80	0.91	-0.05	-0.03	0.83	0.93	-0.04	0.88
10		9.90		11.06		9.95		10.99		9.99		11.01		9.95		11.02	9.95	11.02

單位(°C)	誤差						循環平均誤差		總平均誤差	最大不重覆性		遲滯	
	第一循環		第二循環		第三循環		實際			實際	上行最大不重覆性	下行最大不重覆性	平均遲滯
	實際		實際		實際		上行誤差	下行誤差					
目標露點	上行	下行	上行	下行	上行	下行	上行誤差	下行誤差	實際	上行最大不重覆性	下行最大不重覆性	平均遲滯	最大遲滯
-60	1.11		0.50		0.95		0.85		0.85	0.61			
-50	-0.13	-0.08	0.02	0.03	0.05	0.06	-0.02	0.00	-0.01	0.19	0.14	0.02	0.05
-40	-0.24	-0.28	-0.15	-0.20	-0.05	-0.06	-0.15	-0.18	-0.16	0.19	0.21	-0.04	-0.02
-30	-0.21	-0.28	-0.22	-0.25	-0.23	-0.30	-0.22	-0.28	-0.25	0.03	0.05	-0.06	-0.03
-20	-0.04	-0.09	0.01	-0.07	0.04	-0.02	0.00	-0.06	-0.03	0.07	0.07	-0.06	-0.05
-10	0.10	0.08	0.24	0.20	0.33	0.23	0.22	0.17	0.20	0.24	0.14	-0.05	-0.01
0	1.02	1.06	0.85	0.93	0.78	0.88	0.88	0.96	0.92	0.24	0.18	0.07	0.10
10		1.16		1.04		1.02		1.07	1.07		0.14		

報表分析

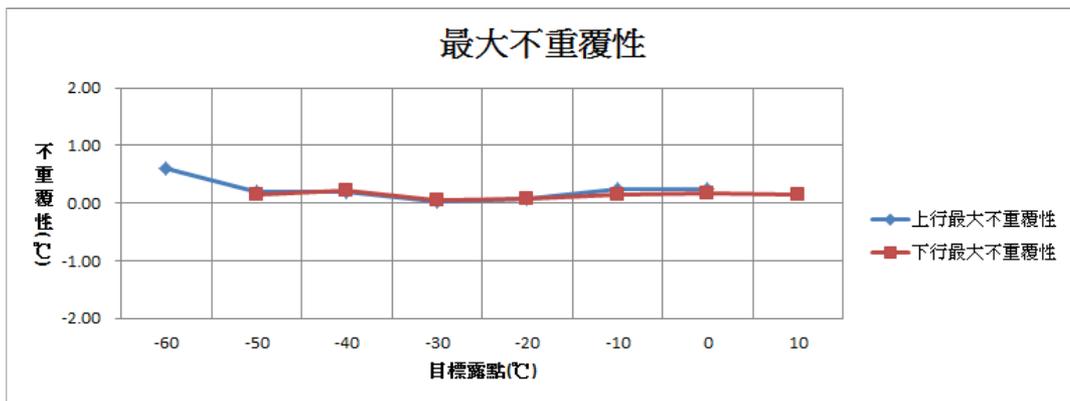


產品量程曲線

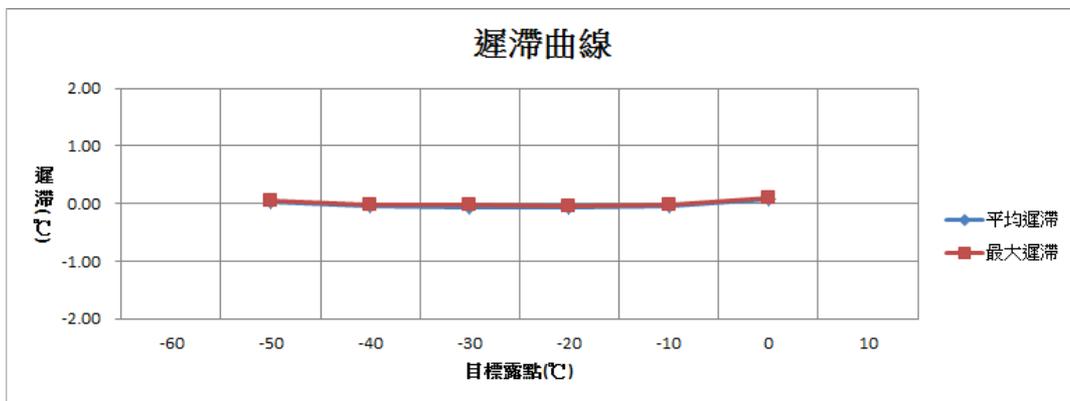


產品誤差曲線

報表分析



產品不重覆性曲線



產品遲滯曲線

報表分析

檢測系統精進前

單位: °C

最大正偏差	最大負偏差	最大平均誤差	最大遲滯	最大不重覆性
5.52	-1.47	5.11	1.54	2.98

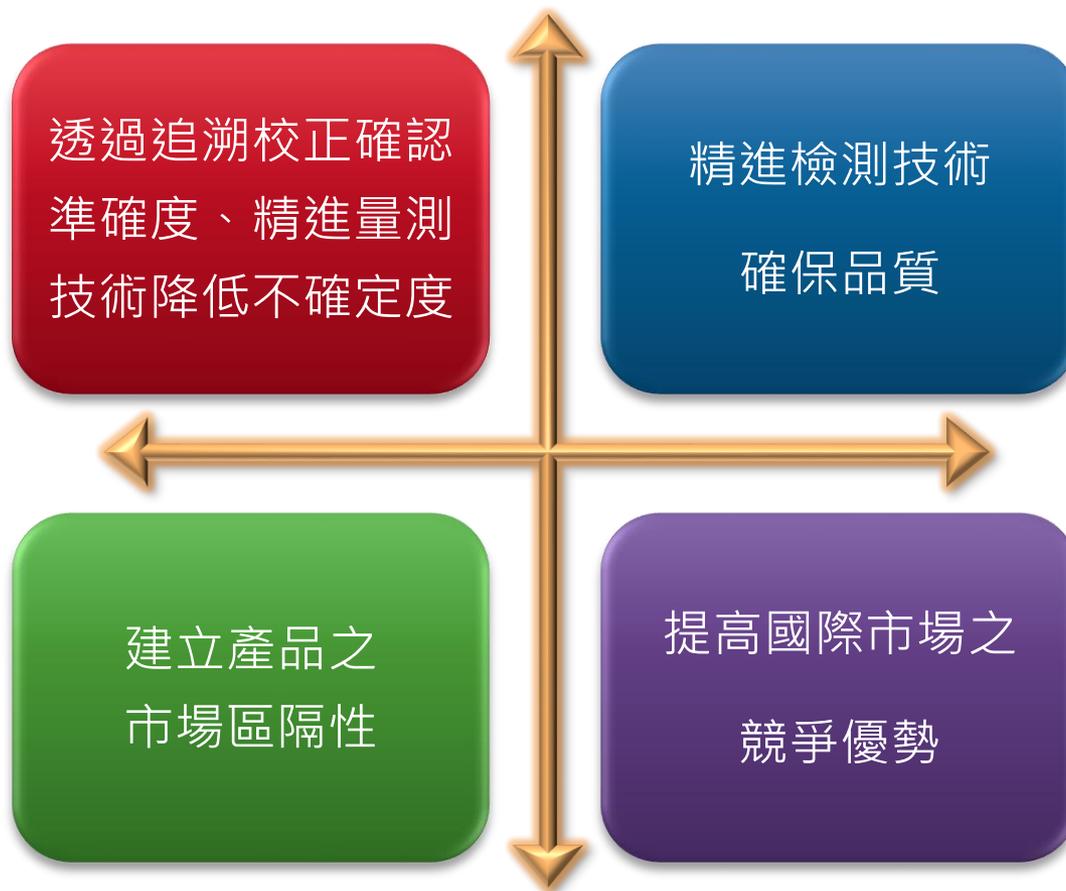


檢測系統精進後

單位: °C

最大正偏差	最大負偏差	最大平均誤差	最大遲滯	最大不重覆性
1.16	-0.30	1.07	0.10	0.61

當環境露點為 -60°C 時,
誤差由 5.5°C 縮小至 1.2°C



感謝

- 工業技術研究院 量測技術發展中心
- 國立台灣科技大學 自動化及控制研究所

露點溫濕度系列產品



風速系列產品



Q&A

壓力系列產品



氣體系列產品

