主題：氣體流量標定系統



宇田控制科技股份有限公司

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

簡報大綱

一、氣體流量標定系統設計圖

二、設計依據

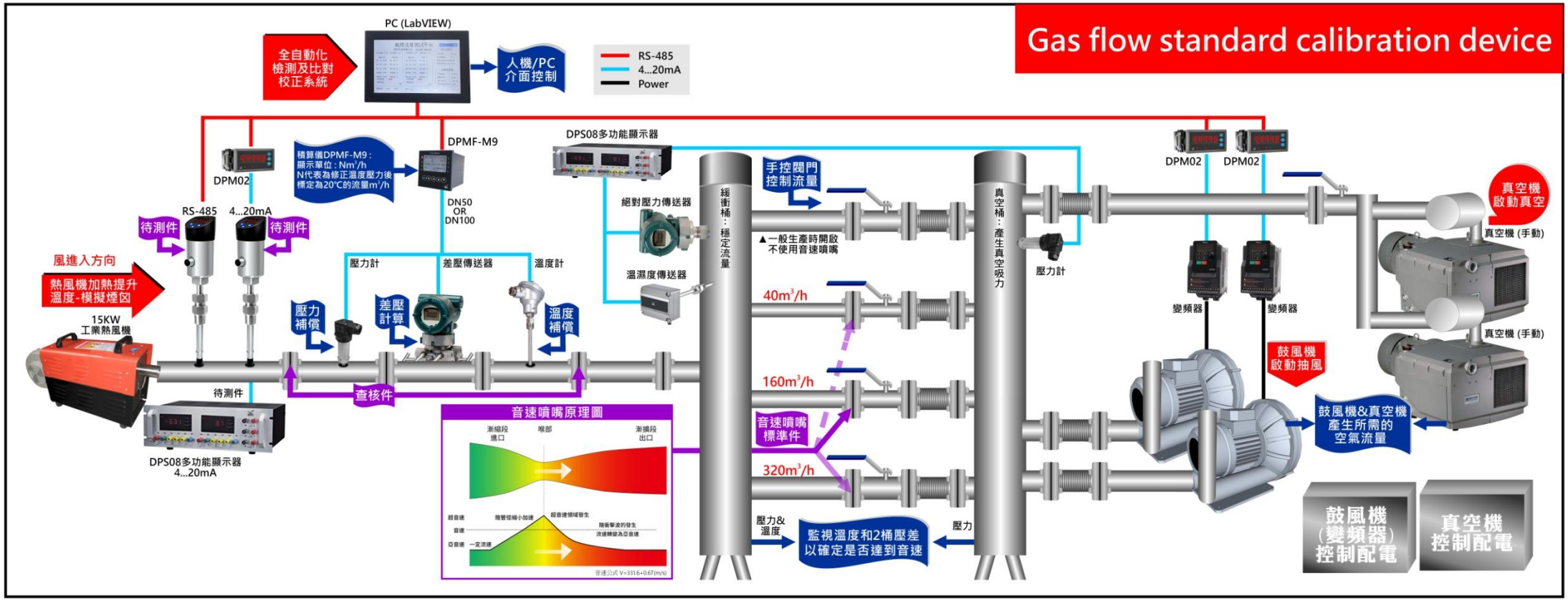
三、裝置設計原理概述

四、裝置組成架構與實施方式

五、量測追溯體系(Traceability of Measurement)

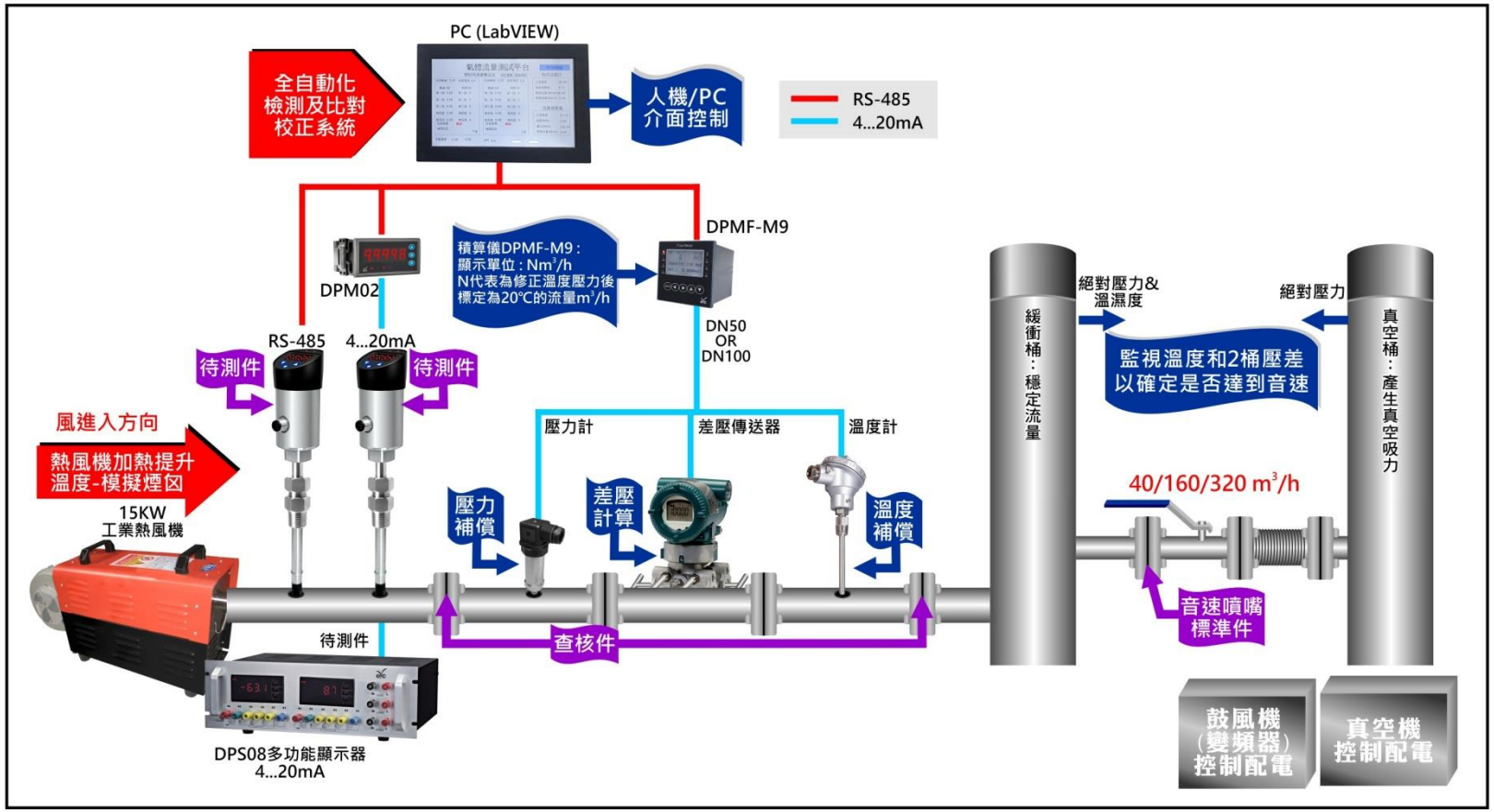
2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

一、氣體流量標定系統設計圖



2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

氣體流量標定系統設計效果圖



2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

直立型音速噴嘴裝置設備



2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

二、設計依據

根據ISO9300 《臨界流文丘里噴嘴流量測量》，規定的流量檢定點，選擇音速文丘利噴嘴的流量及數量。具體指標如下：

- 裝置能力：

  流量能力：1～1000 m^3/h
  (由4個噴嘴組成，分別為40 m^3/h、160 m^3/h、320 m^3/h、480 m^3/h)
  口徑能力：DN15 ～ DN150

  例: DN150-直徑150mm，稱6吋管。 1英吋=25.4mm

  當頻率60Hz，接熱風機時最大流量可達539.3Nm^3/h

  若未接熱風機時，可達1000Nm^3/h，N代表標訂20℃時。

- 變頻器信號接口:

  頻率信號4 ～ 20mA電流輸入。

- 音速噴嘴裝置不確定度≦0.2%。
- 管道排列方式為直立並列方式。

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

- 裝置標準依據

  採用ISO9300 臨界流文丘里噴嘴流量測量(限流裝置)

《標準表法流量標準裝置檢定規程》

《臨界流流量計檢定規程》

《質量流量計檢定規程》

《臨界流文丘里噴嘴流量測量》

《臨界流流量計檢定規程》

《速度式流量計檢定規程》

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

裝置其他指標

- 壓力變送器精度：0.075%
- 溫度變送器精度：±0.15℃±0.002℃ x tactual
- 相對濕度:(0% ~ 90%)
- 差壓變送器精度：±0.5%
- 流量範圍：1～1000 m^3/h
- 檢測介質：空氣
- 使用環境：大氣壓力：86 ～ 106 kPa
- 供電電源：AC 三相380V 60Hz
- 裝置材質：主體304不銹鋼材質

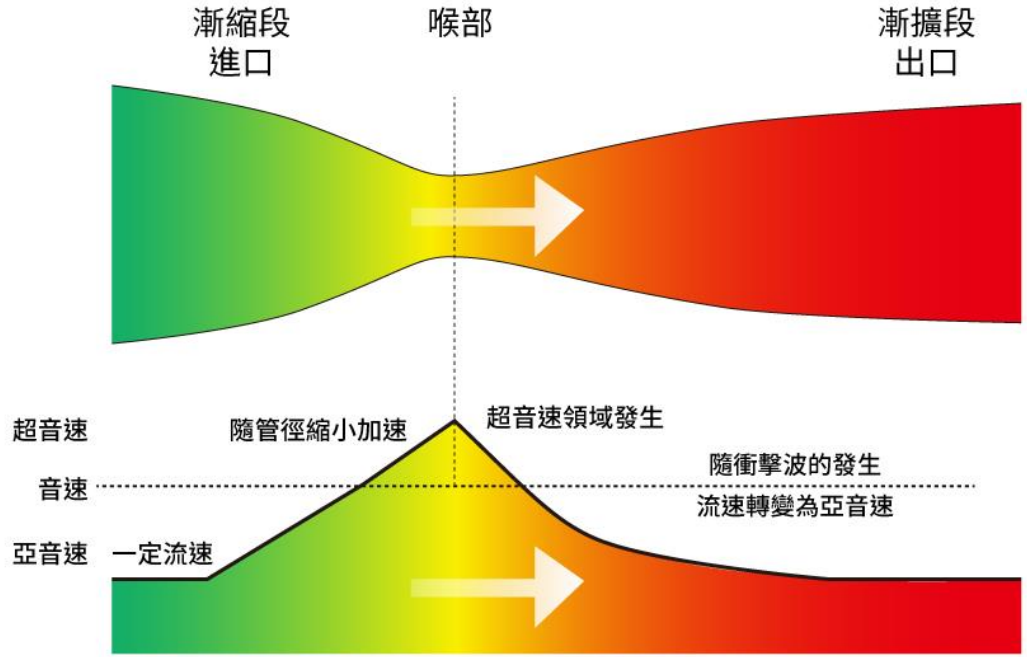
2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

三、裝置設計原理概述

- 本裝置是根據需要標定的最大及最小流量範圍由多個文丘里噴嘴組成標準流量裝置組合。當實驗氣體經被檢表進入容器後音速噴嘴的出口壓力之比為一定值時，噴嘴喉部的雷諾數一定，則氣流通過噴嘴候部的流速恆定，此時即為臨界流狀態。根據連續性原理，此時通過被檢表的氣體質量流量，一定等於通過噴嘴處氣體的流量。選擇不同的噴嘴組合，就可以標定不同的流量值。然後通過環境條件檢測如溫度、壓力、濕度，由電腦採集數據，通過修正算出標準的流量值，獲得檢定結果。

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

噴嘴內部空氣動力學分析



音速公式 V=331.6+0.6T(m/s)

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

臨界流音速噴嘴特性

- 能夠維持臨界狀態，所通過流量不會受到下游側條件的影響，可以實現高精度的流量測量。因此，在先進國家的氣體流量標準體系中，作為將國家一級標準器延續到次一級的標準器，使用音速噴嘴量測的比例較高。
- 由於是沒有可動部分的形狀單純的金屬製品，初期的流量測量特性可以永久的得到維持。此外，鑒於臨界噴嘴的形狀在ISO(9300)、GB/T21188-2007中均有所規定，因此用戶方面可以準備與國家標準相同的轉換器。

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

音速

- **音速** c=331.6+0.6T(m/s)

  （其中T為攝氏溫度，331.6 m/s是聲波在空氣中溫度為0攝氏度時的傳播速度）。
- 當溫度在20℃時的空氣中，音速是343.6m/s

  C=331.6+0.6*20=343.6m/s
- 聲音的傳播速度在固體最快，其次液體，而氣體的音速最慢。
- 圓柱體的底**面積**乘以高，就是圓柱體的**體積**。

  流量=管徑截面積x流速

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

濕度

- 一種氣體通過被校準流量計的濕度修正方法，涉及一種通過公式進行修正的方法，方法為計算公式中對密度進行濕度修正。
- 增加音速噴嘴的濕度修正，極大提高氣體體積流量的計量精度。
- 由於大氣中隨著氣溫不同都含有一定量濕氣，所以氣體中的密度會隨著相對溼度不同而變化。
- 經由濕度修正可將計量精度從0.5%提高到0.2~0.3%。

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

音速噴嘴量測氣體質量流量

$$q_m = \frac{A * C * C' * P_0}{\sqrt{\left(\frac{R}{M}\right) * T_0}}$$

- q_m： 為音速噴嘴在實際條件下的質量流量，kg/s；
- A ： 為音速噴嘴喉部的內截面積，m^2；
- P_0: 為音速噴嘴入口的氣體滯止絕對壓力，P_a；
- T_0: 為音速噴嘴入口的氣體滯止絕對溫度，K；
- C’ :為實際氣體的臨界流函數，由滯止條件（P_0，T_0）查表得到；
- C ： 為流出係數；
- R ： 通用氣體常數
- M ： 為實際氣體的摩爾品質。

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

$$qv = \frac{q_m}{\rho} \quad 、 \quad q_m = qv * \rho$$

- qv： 體積流速。
- ρ： 氣體密度。

$$A = \pi * (\frac{d}{2 * 1000})^2$$

$$3.14159 * (\frac{d}{2 * 1000})^2 * 3600 = 0.00282744$$

1 小時= 60*60 秒 = 3600 秒

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

簡單計算式-範例

- 例如 ： 流速60m/s 在 DN10管內

  Q_{10}=10*10*0.00282744*60m/s =16.96 m^3/h

- 例如 ： 流速60m/s 在 DN50管內

  Q_{50}=50*50*0.00282744*60m/s =424 m^3/h

- 例如 ： 流速100m/s 在 DN40管內

  Q_{40}=40*40*0.00282744*100m/s =452 m^3/h

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

差壓裝置設計計算

- 工作溫度t=20 ℃
- 儀表係數K=0.4184

$$Q_n = K * 1000 * \left(\frac{\Delta P}{\rho}\right)^{0.5} * \frac{\rho}{\rho_0}$$

- Qn:流量 Nm^3/h
- △P:差壓值 KPa
- ρ :操作密度 kg/m^3
- ρ_0:標況密度 kg/Nm^3

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

各種氣體密度

氣體名稱	密度	
氫氣	0.09	
氦氣	0.18	
氮氣	1.25	乾空氣密度
氧氣	1.43	
氟氣	1.696	
氖氣	0.90	

氯氣	3.21
氬氣	1.78
溴	7.14
臭氧（O_3）	2.14
氨氣	0.77
氙氣	5.89
氡氣	9.73

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

濕度修正

- 標準件上質量流量β已知
- 被校準流量計的體積流量α
- ρ_1被校件流量計的密度
- P_1氣體通過標定流量計前的壓力
- P_0標準狀態時壓力 P_0=101.325 Kpa
- T_1氣體通過被標定流量計前絕對溫度(°K)
- T_0標準狀態時絕對溫度 T_0=293.15(°K)
- ρ_0標準狀態時乾空氣的密度ρ_0=1.2048 kg/m^3
- Rh相對濕度
- P_H溫度條件下飽和蒸氣壓 Kpa
- P_N大氣壓力 Kpa

- $\alpha = \beta / \rho_1$ ------(1)
- 乾空氣時

$$\rho_1 = \frac{P_1}{P_0} * \frac{T_0}{T_1} * \rho_0 \quad \text{------(2)}$$

- 濕空氣時ρ_1密度係數進行修正
- **修正係數**

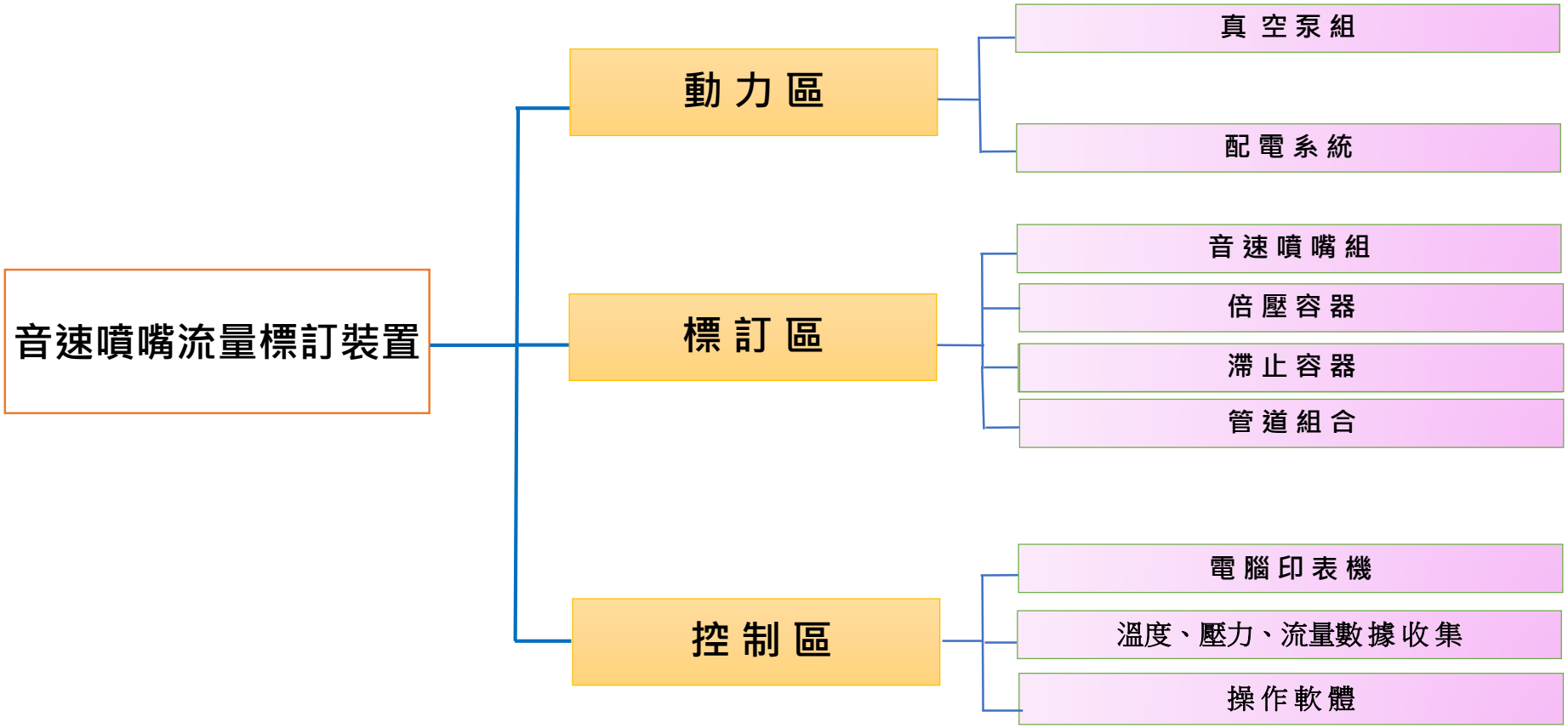
$$K * Rh = 1 - 0.3778 \frac{Rh * P_H}{P_N}$$

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

- 濕空氣時此時 ρ_1為 ρ_{1h}
- $$\rho_{1h} = \frac{P_1}{P_0} * \frac{T_0}{T_1} * \rho_0 * K * Rh$$
- $$\rho_{1h} = \frac{P_1}{P_0} * \frac{T_0}{T_1} * \rho_0 * (1 - 0.3778 \frac{Rh * P_H}{P_N}) \text{------}(3)$$

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

四、裝置組成架構與實施方式



2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

音速噴嘴標定裝置

氣體音速噴嘴裝置由以下部分組成：

- 2台羅茨風機（1台342m^3/h），2台環形鼓風機(1台440m^3/h)總裝機容量達到1200m^3/h。
- 動力配電採用變頻器程式自動控制方式，以保證真空度的恆壓。
- 基本管路採用304不銹鋼材料，以確保氣體的潔淨和裝置的耐用。

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

1. 動力區：

- 羅茨風機負壓機組：

  該羅茨風機具有結構合理、體積小、效率高、噪音低、運行平穩、使用壽命長、維修簡便等特點。

- 環形鼓風機:

  應用再生理論所設計的環形鼓風機，單段風葉經小風量增速，產生高風壓特性。



2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

智能弱電控制櫃



裝置設計動力配電採用變頻器啟動方式，工作時風機的啟動開關採用人工選擇控制，保證系統穩定運行，裝置配有真空罐和倍壓緩衝罐。

標準件-顯示流量積算儀

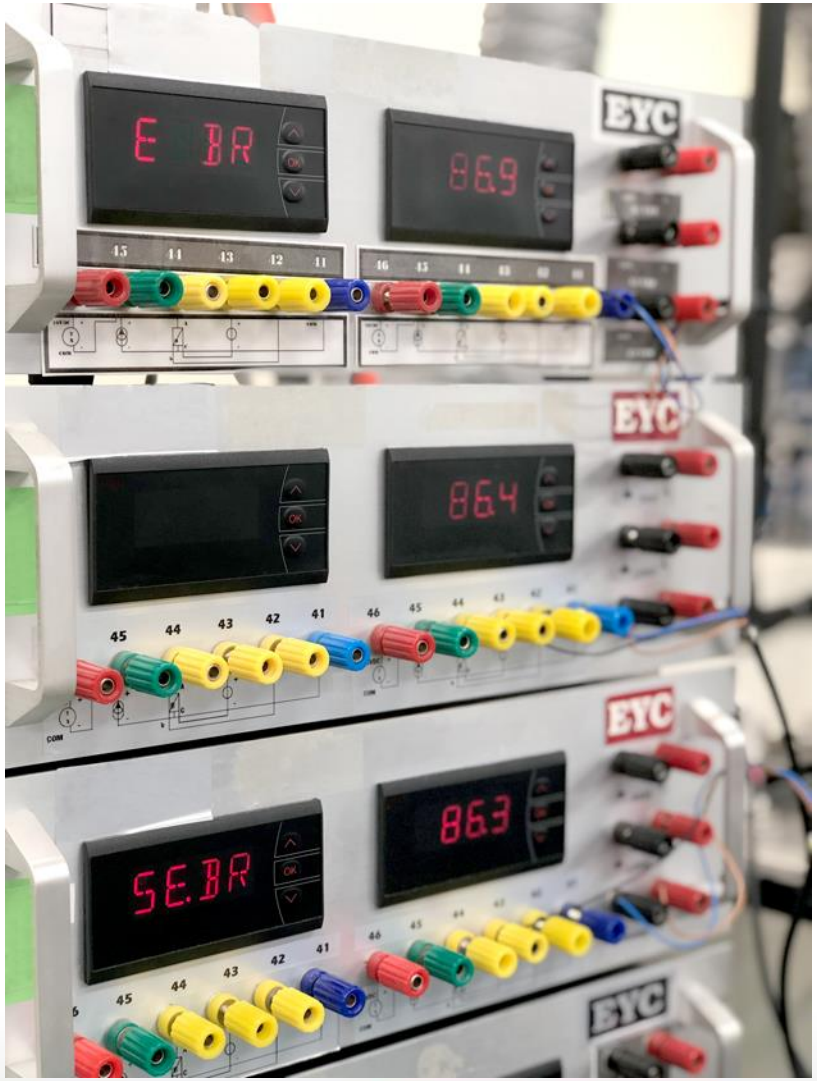
2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

數據顯示

待測件

溫度

緩衝桶壓力



待測件

濕度

真空桶壓力

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

緩衝罐



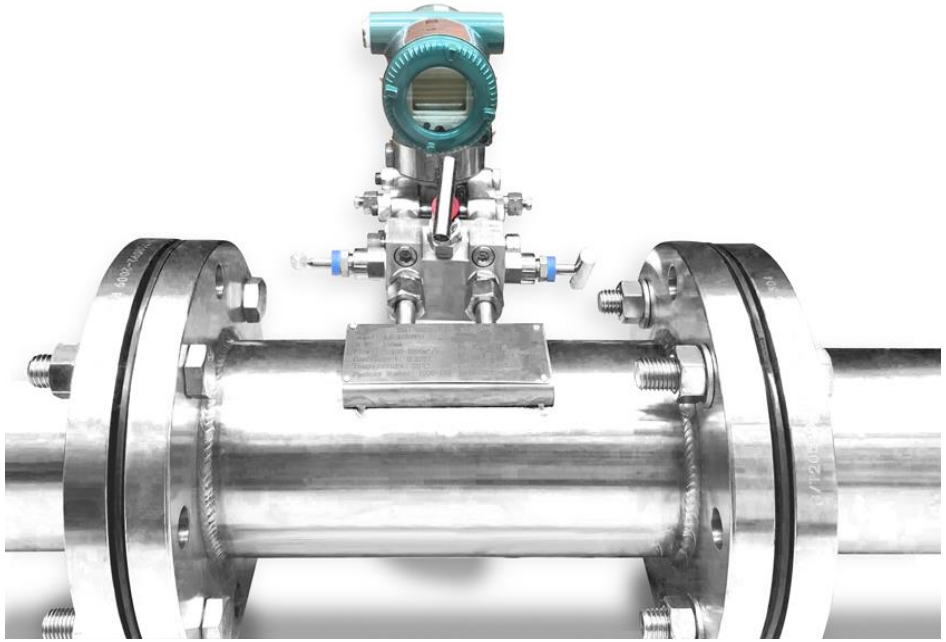
真空罐

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

YOKOGAWA差壓傳送器&多孔平衡流量計

差壓傳送器

多孔平衡
流量計



差壓（DP）定義為兩個壓力之間的差異。差壓傳送器使用低壓側壓力的參考點，並與高壓側壓力進行比較，為DP讀數的差值。取決於低側是真空值，高壓側向大氣開放，則DP傳送器可用作表壓傳送器。

出廠量程:0~100kPa
差壓的0.5%精密度，使用0.5%校正1~2%的產品。

是一種多孔圓盤平衡節流裝置，安裝於管道上截面上，每個孔的尺寸和分布基於獨特的公式和測試數據定製，當流體穿過圓盤上的孔時，流體將被平衡整流。
渦流被最小化，形成近似理想流體，通過常規的取壓裝置，可獲得穩定的氣體流量，根據伯努力方程式算出體積流量、質量流量。

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

YOKOGAWA絕對壓力傳送器



絕對壓力（AP）傳送器是相對於完全（全）真空壓力（絕對零壓力）的測量，因此不受當地大氣壓波動的影響。所有絕對壓力測量均為正值。 測量單位中的字母“a”或縮寫“abs”（即，H２０（絕對值）或psia）表示絕對壓力測量值。

CALRNG　0 TO 2 bar abs

1大氣壓＝1013毫巴(mb)

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

變頻器



兩臺60Hz 10HP、3相380VAC

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

工業熱風機





模擬產品使用在煙囪內的溫度，最高可達350℃，量測高溫下排放廢氣流量

電熱功率：3~5KW
最大風量：0.8～12M³/min
最大風壓：100~1500pa
出口溫度：常溫~350℃
入口溫度：常溫
產品優點：體積小，重量輕，便於攜帶。熱效率高，不間斷連續 工作、耐用持久、溫控精確。

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

2.標定區部分

- 基本管路部分
- 基本管路採用304不銹鋼材質，以確保氣體的潔淨和裝置的耐用。檢定基本管包括：DN15、DN25、DN40、DN50、DN65、DN80、DN100、DN150口徑，以上口徑均可在系統所配置的一條管路上進行安裝管路，以檢測產品。

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

文丘里音速噴嘴

- 40m^3/h、160m^3/h、320m^3/h、480m^3/h，設計4個圓環式臨界流文丘里噴嘴、滯止容器、測量段的連接組件、控制閥門、倍壓容器等，並配有溫度變送器和壓力變送器。

- 可呈現出2^4 共16種變化、0m^3/h、40m^3/h、160m^3/h、200m^3/h、320m^3/h、360m^3/h、480m^3/h、 520m^3/h、640m^3/h、800m^3/h、840m^3/h、960m^3/h、1000m^3/h（其中有3種變化重複）。

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

臨界流文丘里噴嘴

- 俗稱音速噴嘴，又稱臨界流噴嘴。主要應用於流量標準的傳遞、氣體流量測量和流量系統最大流量的限制。最初是由航空航太工業中使用，現在臨界流文丘里噴嘴廣泛用於在汽車，能源及計量等不同行業。
- **特點**
- 試驗研究以及資料積累豐富，有國際及國家標準支援
- 品質流量與文丘裡噴嘴入口壓力成線性關係
- 所需上游直管段長度小
- 長期使用精度高
- 重複性好
- 無可動部件
- 不需要差壓測量
- 流量不會受下游管道干擾

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

- 音速噴嘴法氣體流量標準裝置適用於對各種氣體流量計的檢測和校準，可以檢測質量流量計、渦街流量計標訂、速度式流量計、容積式流量計、轉子流量計、差壓式流量計或其它種類的流量計。
- 優點：臨界流文丘裡噴嘴原理精度高，量程比大
- 缺點：體積大（和建造流量範圍有關）

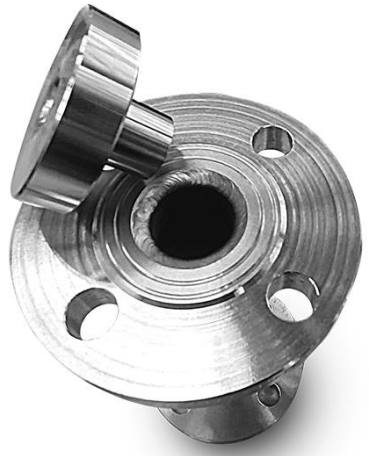
2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

主要結構

音速噴嘴 →

管　徑 →



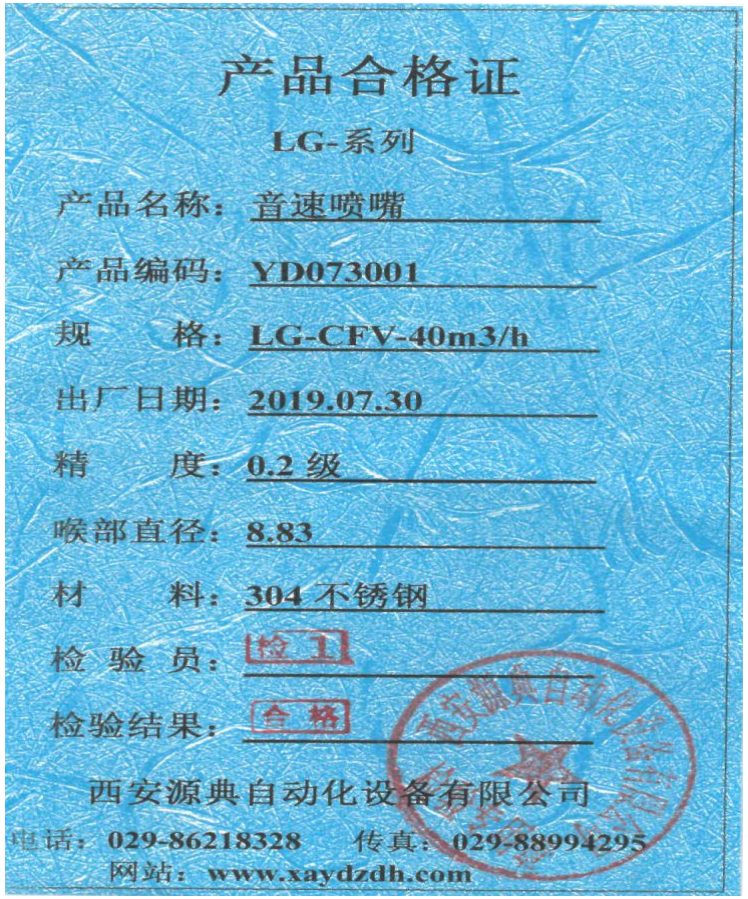






2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

音速噴嘴產品合格證



产品合格证

LG-系列

产品名称：音速喷嘴

产品编码：YD073001

规　　格：LG-CFV-40m3/h

出厂日期：2019.07.30

精　　度：0.2 级

喉部直径：8.83

材　　料：304 不锈钢

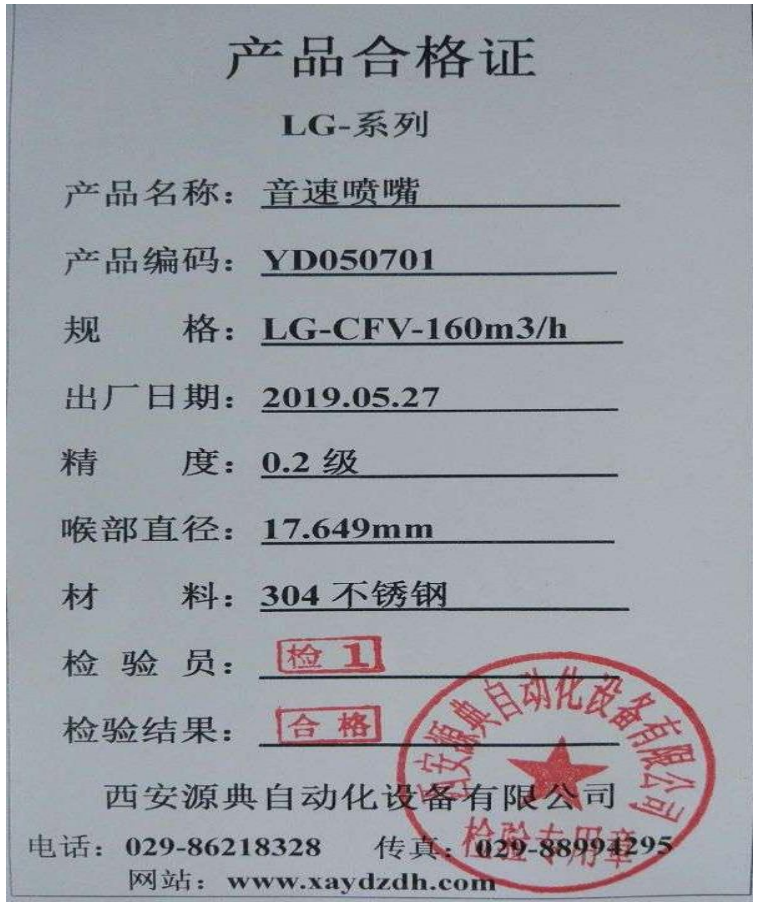
检 验 员：检 1

检验结果：合 格

西安源典自动化设备有限公司

电话：029-86218328　　传真：029-88994295

网站：www.xaydzdh.com



产品合格证

LG-系列

产品名称：音速喷嘴

产品编码：YD050701

规　　格：LG-CFV-160m3/h

出厂日期：2019.05.27

精　　度：0.2 级

喉部直径：17.649mm

材　　料：304 不锈钢

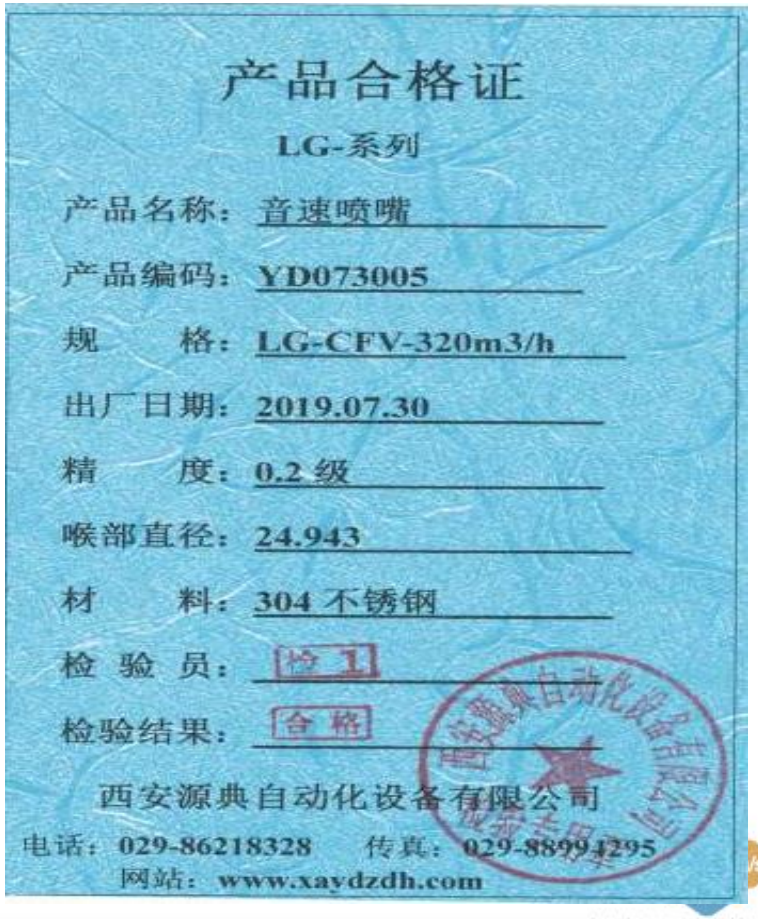
检 验 员：检 1

检验结果：合 格

西安源典自动化设备有限公司

电话：029-86218328　　传真：029-88994295

网站：www.xaydzdh.com



产品合格证

LG-系列

产品名称：音速喷嘴

产品编码：YD073005

规　　格：LG-CFV-320m3/h

出厂日期：2019.07.30

精　　度：0.2 级

喉部直径：24.943

材　　料：304 不锈钢

检 验 员：检 1

检验结果：合 格

西安源典自动化设备有限公司

电话：029-86218328　　传真：029-88994295

网站：www.xaydzdh.com

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

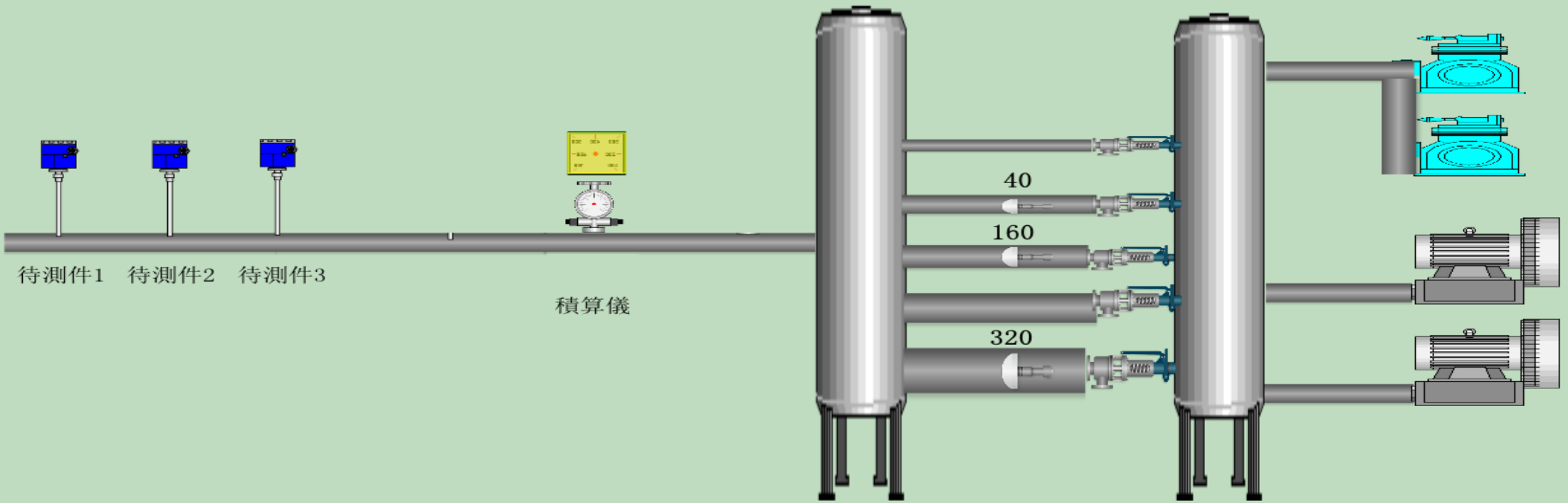
3. 控制區

- 控制系統構成

  裝置以PC機和Flow Meter流量表（自主研發專用高精度控制板）為核心完成系統控制和檢定任務。其主要是完成流程控制設備的開關、信號採集、數據處理、列印儀表檢定數據（或檢定報告）等功能。

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

氣體流量測試平台



2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

自動化校正軟體

- 一、標準件及待測件-即時記錄數值、產生曲線圖。



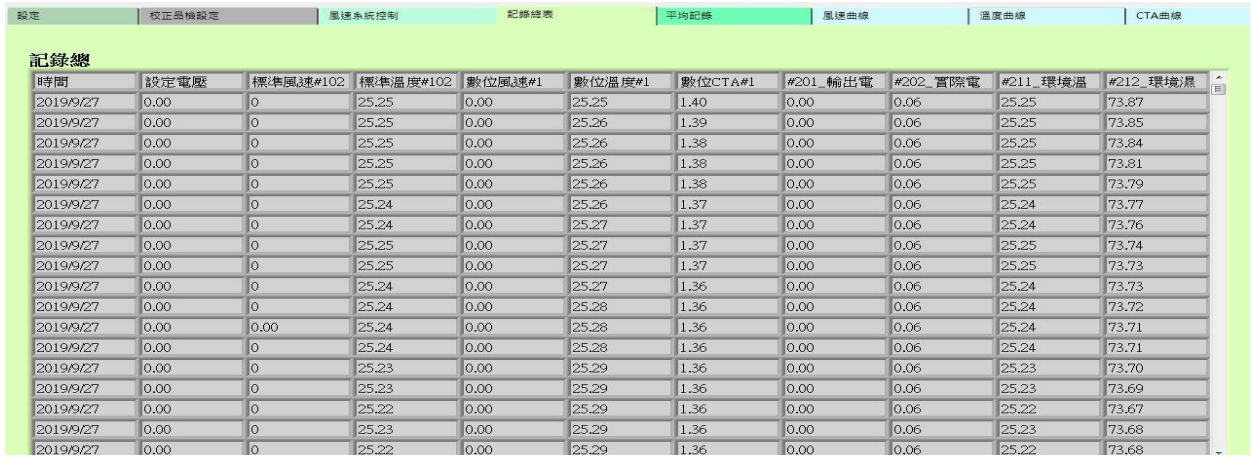
2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

- 二、自動生產流程-以標準件自動校正被測件、再檢測被測件。



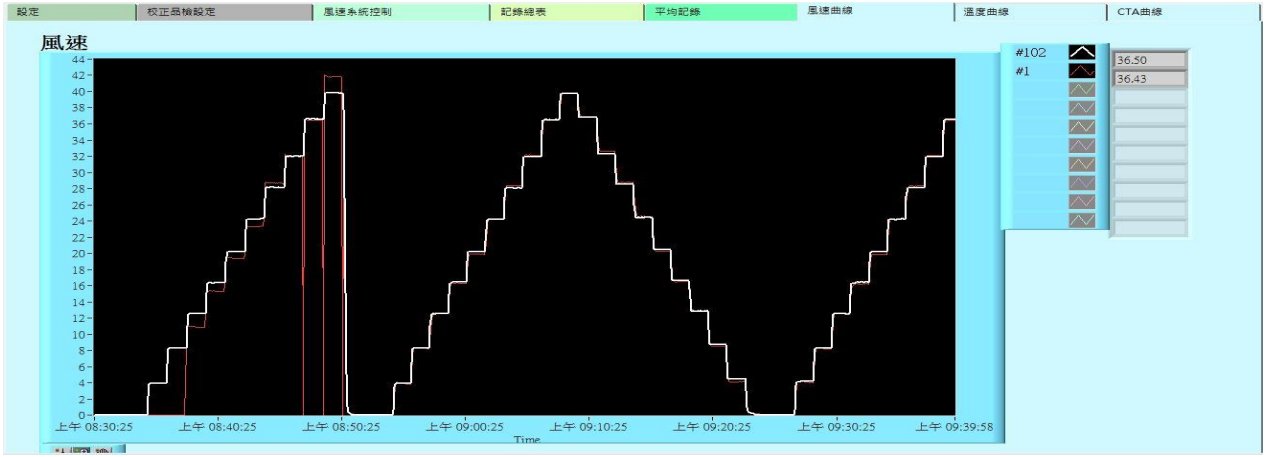
2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

- 三、產出報告、分析報表


設定 | 校正品檢設定 | 風速系統控制 | 記錄總表 | 平均記錄 | 風速曲線 | 溫度曲線 | CTA曲線

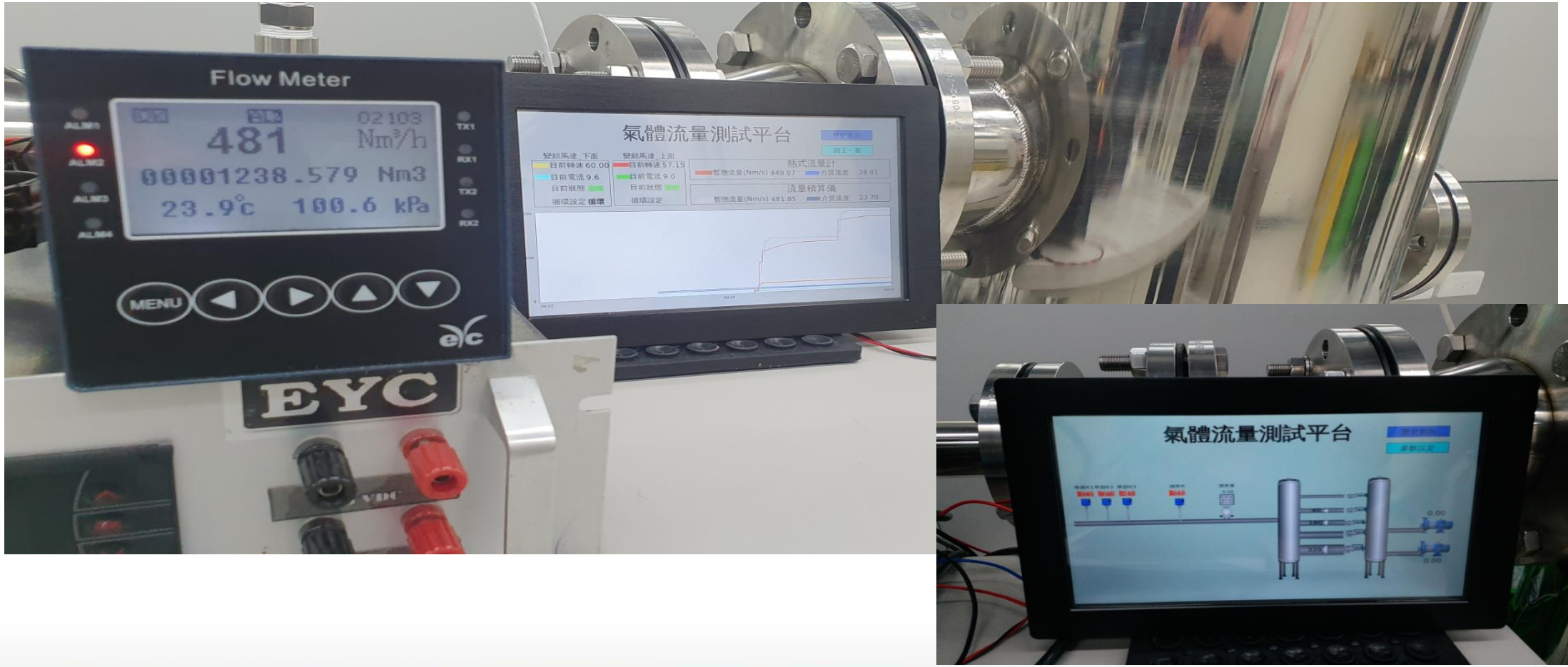
記錄總

時間	設定電壓	標準風速#102	標準溫度#102	數位風速#1	數位溫度#1	數位CTA#1	#201_輸出電	#202_置際電	#211_環境溫	#212_環境濕
2019/9/27	0.00	0	25.25	0.00	25.25	1.40	0.00	0.06	25.25	73.87
2019/9/27	0.00	0	25.25	0.00	25.26	1.39	0.00	0.06	25.25	73.85
2019/9/27	0.00	0	25.25	0.00	25.26	1.38	0.00	0.06	25.25	73.84
2019/9/27	0.00	0	25.25	0.00	25.26	1.38	0.00	0.06	25.25	73.81
2019/9/27	0.00	0	25.25	0.00	25.26	1.38	0.00	0.06	25.25	73.79
2019/9/27	0.00	0	25.24	0.00	25.26	1.37	0.00	0.06	25.24	73.77
2019/9/27	0.00	0	25.24	0.00	25.27	1.37	0.00	0.06	25.24	73.76
2019/9/27	0.00	0	25.25	0.00	25.27	1.37	0.00	0.06	25.25	73.74
2019/9/27	0.00	0	25.25	0.00	25.27	1.37	0.00	0.06	25.25	73.73
2019/9/27	0.00	0	25.24	0.00	25.27	1.36	0.00	0.06	25.24	73.73
2019/9/27	0.00	0	25.24	0.00	25.28	1.36	0.00	0.06	25.24	73.72
2019/9/27	0.00	0.00	25.24	0.00	25.28	1.36	0.00	0.06	25.24	73.71
2019/9/27	0.00	0	25.24	0.00	25.28	1.36	0.00	0.06	25.24	73.71
2019/9/27	0.00	0	25.23	0.00	25.29	1.36	0.00	0.06	25.23	73.70
2019/9/27	0.00	0	25.23	0.00	25.29	1.36	0.00	0.06	25.23	73.69
2019/9/27	0.00	0	25.22	0.00	25.29	1.36	0.00	0.06	25.22	73.67
2019/9/27	0.00	0	25.23	0.00	25.29	1.36	0.00	0.06	25.23	73.68
2019/9/27	0.00	0	25.22	0.00	25.29	1.36	0.00	0.06	25.22	73.68

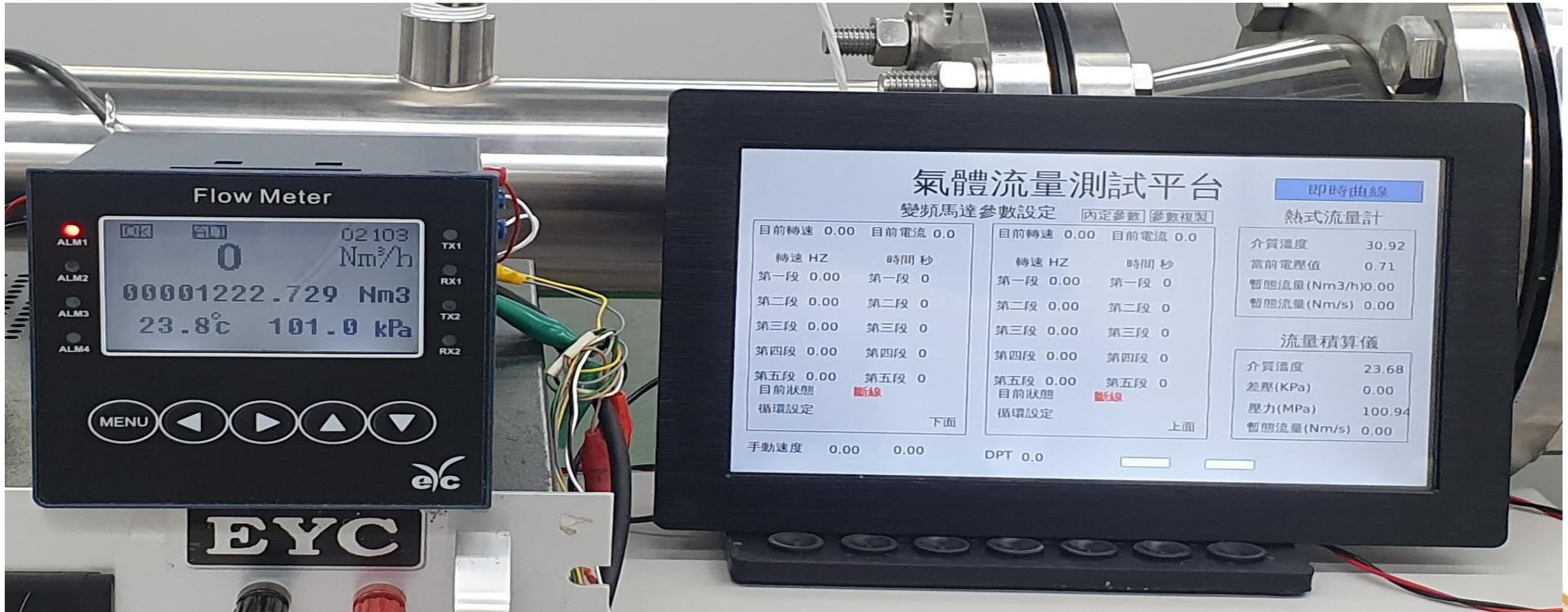


2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

氣體流量測試平台



2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.



2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.

- 數據採集功能

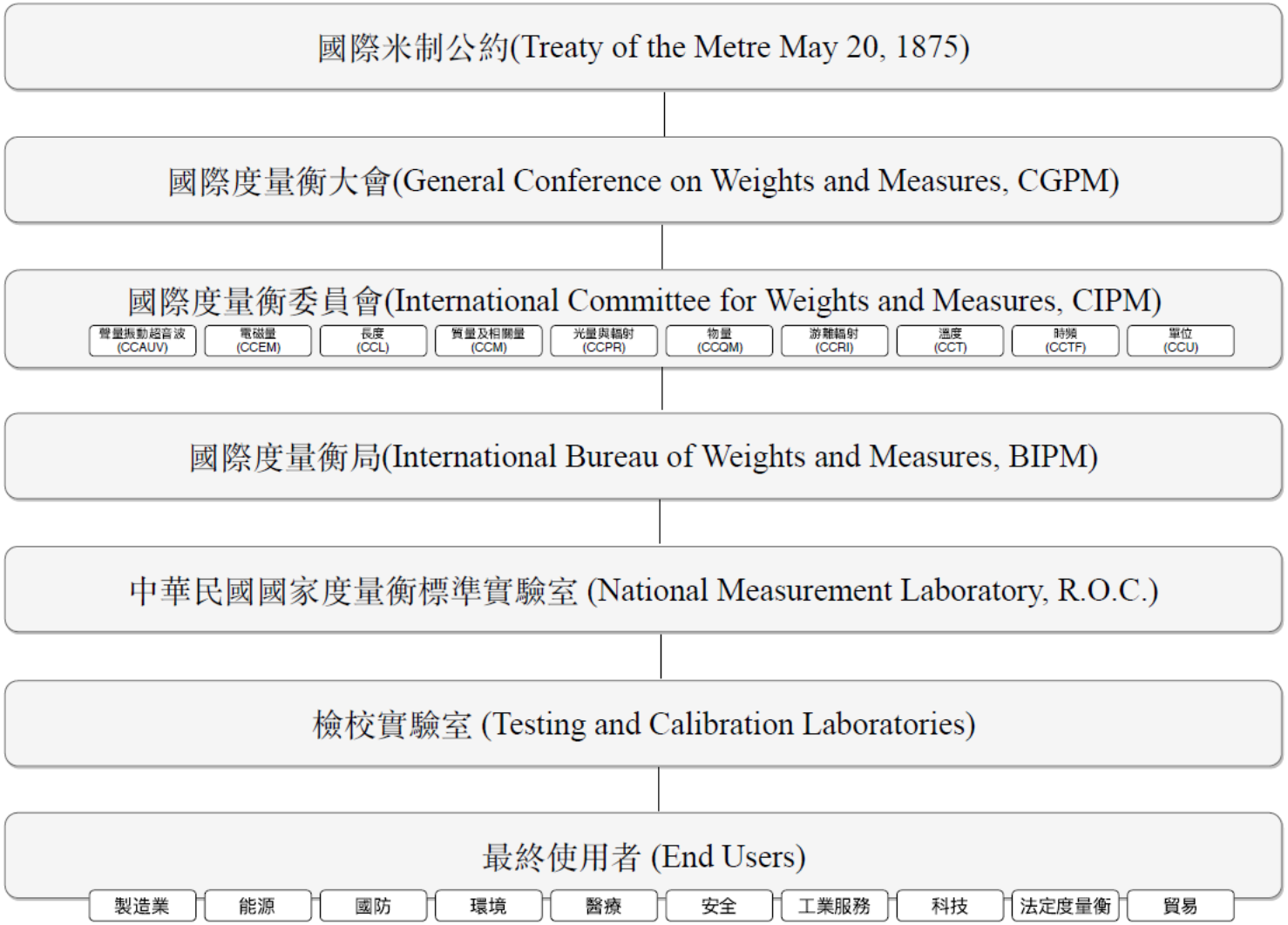
  對標準流量計的溫度、壓力、差壓的4 ～ 20mA電流信號數據採集；
  對被檢流量計4 ～ 20mA電流信號的數據採集；

- 數據處理功能

  按照國家檢定規程進行檢定數據處理和結果判定；
  系統可以對各種被檢流量計、溫度變送器、壓力變送器
  數據進行計算和噴嘴組合設置；
  檢定時間靈活設置；
  系統可顯示在流量檢定過程中的流量調節過程；
  系統可將每台儀表檢定數據存入數據庫，用戶可隨時進
  行數據查詢、列印，檢定結束後可列印檢定記錄報表和
  規定格式的證書。

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

五、量測追溯體系(Traceability of Measurement)



2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., LTD.

簡報結束

2017 copyright @ YUDEN-TECH CO., .LTD.